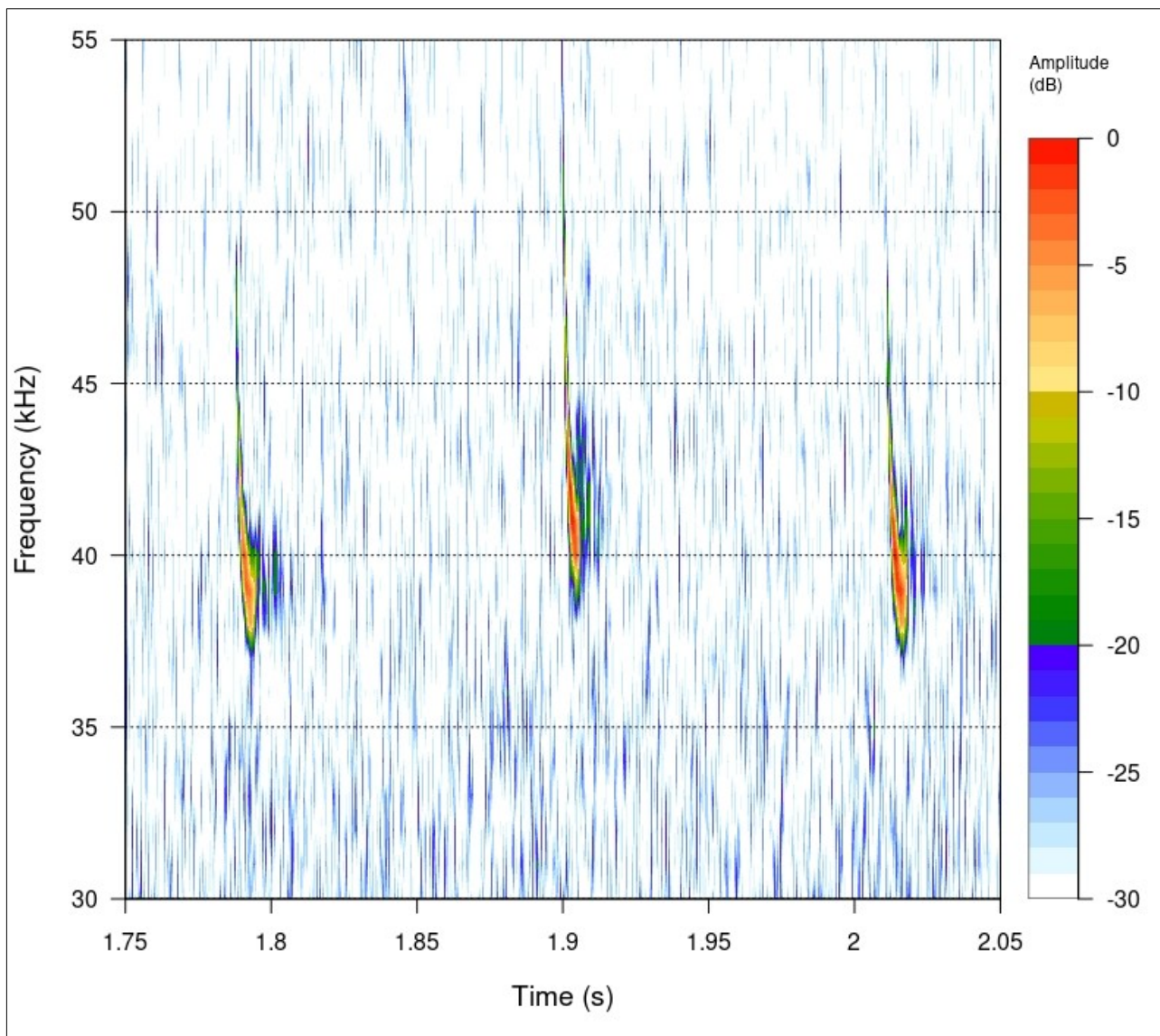


**Utredning av flaggermus i forbindelse med planlagt
vindkraftverk:**

**Gulen Industrihamn (Sløvågen), Gulen kommune,
Vestland fylke**



Tore Christian Michaelsen
Michaelsen Biometrika AS

--/--

Michaelsen Biometrika AS

Nedre Hoffland 15, 6057 Ålesund

E-post: michaelsen@biometrika.no / Web: www.biometrika.no

Michaelsen Biometrika AS driver naturvitenskapelig forskning innen terrestrisk økologi. Firmaet skiller seg fra mange andre som driver naturundersøkelser på grunn av høy kompetanse innen feltdesign, eksperimentell design, statistikk og geografiske informasjonssystemer.

--/--

Anbefalt referanse til denne rapporten:

Michaelsen, T.C. 2023. Utredning av flaggermus i forbindelse med planlagt vindkraftverk: Gulen Industrihamn (Sløvågen), Gulen kommune, Vestland fylke. Michaelsen Biometrika AS, Ålesund

Forsiden:

Figuren viser ultralyder fra trollflaggermus. Disse signalene ble registrert på en ultralyddetektor utplassert på stedet hvor demonstrasjonsturbinen er planlagt ved Gulen Industrihamn. Ultralydene er typisk for arten, med klubbeformede signaler som varierte mellom 39 og 41 kHz. Trollflaggermus er rødlistet og er omfattet av Bonnkonvensjonen. Dette er en av artene som kan komme i konflikt med vindkraftverk og som man skal ta hensyn til i følge utredningsprogrammet for demonstrasjonsturbinen i Gulen Industrihamn.

Vår rapportkode: 0cbfe0f7485bcac18457a6a23855cca7

Dato: 29.10.2023

Forord

Vi ble forespurt av Multiconsult Norge AS om å gjøre konsekvensutredning av mulige effekter for flaggermus i forbindelse med planlagt demonstrasjonsturbin ved Gulen Industrihamn (Sløvågen) i Gulen kommune. Ønsket var at vi skulle bruke eksisterende litteratur, egne data sett (deskriptivt og i modellering) og utplassering av ultralydlogger for å fremskaffe mest mulig informasjon om flaggermus i området både sommer og høst. I tillegg kommer forfatterens erfaring etter snart et kvart århundre med kartlegging og forskning på flaggermus. Dette er i tråd med *Fastsetting av utredningsprogram for demonstrasjonsturbin i Gulen Industrihamn*. Denne rapporten gir klare råd til de som skal vurdere sannsynlige effekter for flaggermus og eventuelle behov for etterundersøkelser og/eller avbøtende tiltak. Vi takker for oppdraget!

Tore Christian Michaelsen

[Oktober 2023]

Innhold

Sammendrag.....	5
1. Innledning.....	7
1.1. Kunnskap om flaggermus i Norge.....	7
1.1.1. Kartlegging av flaggermus.....	7
1.1.2. Flaggermusforskning i Norge.....	8
1.1.3. Lokal informasjon fra Vestland fylke.....	13
1.2. Trusler mot flaggermus.....	13
1.3. Etterundersøkelser og avbøtende tiltak.....	15
1.4. Flaggermus ved Gulen Industrihamn.....	17
1.5. Denne undersøkelsen.....	18
2. Materiale og metoder.....	19
2.1. Prediktiv modellering (sommer/yngetid).....	19
2.1.1. Nordflaggermus.....	21
2.1.2. Dvergflaggermus.....	21
2.1.3. Flaggermusdiversitet.....	22
2.2. Ultralydloggere.....	22
2.3. Andre datakilder.....	23
2.4. Alternative Bayesian Bat Analysis (ABBA).....	23
2.5. Maskinvare og OS.....	24
3. Resultater.....	24
3.1. Generelt om flaggermus i Vestland fylke.....	24
3.2. Sommer.....	27
3.2.1. Data fra ultralydlogger.....	27
3.2.2. Modellering.....	27
3.3. Høst.....	28
4. Diskusjon.....	28
4.1. Datagrunnlaget.....	30
4.2. Videre oppfølging og avbøtende tiltak.....	31
5. Litteratur.....	35
6. Vedlegg.....	38
Vedlegg I: Studieområde.....	39
Vedlegg II: BatDist datasettet.....	40
Vedlegg III: Nordflaggermus.....	41
Vedlegg IV: Dvergflaggermus.....	42
Vedlegg V: Arealer med diversitet.....	43
Vedlegg VI. Modellprestasjoner.....	44
Vedlegg VII. Arter og latinsk navn.....	44

Sammendrag

I Norge kom vi sent i gang med flaggermusforskning, men har til gjengjeld dratt nytte av bedre teknologi og metoder de siste par tiårene. Kunnskapen om flaggermus i Norge er derfor nokså god med tanke på flere tema, og vi vet feks mye om artenes fordeling i det norske fjord- og dallandskapet. Slik informasjon er nyttig både med tanke på valg av metoder og omfang av vindkraftutredninger.

Flere rødlistearter er påvist i Vestland fylke og det foreligger rapporter som beskriver flaggermusfaunaen nokså godt. I tillegg har Michaelsen Biometrika AS datasett som kan brukes til å beskrive flaggermusfaunaen om sommeren og vi har data fra nokså mange lokaliteter i trekktiden på Vestlandet. Vi vet at én art, trollflaggermus, blir påvist på trekk flere steder fra kyst til innland. Gulen Industrihamn (Sløvågen) ligger i et område hvor trekk ikke kan utelukkes. Det finnes i tillegg mulighet for andre høyrisikoarter i området. Turbinen er planlagt i et stort industriområde, og her kan man forvente færre arter og lavere tettheter enn i tilstøtende arealer med naturlig vegetasjon. Videre er avstanden til ferskvann stor, noe som igjen påvirker mengde og diversitet basert på eksisterende vitenskapelig studier fra Norge.

Ultralydloggere viser svært beskjedne antall flaggermus om sommeren, og i yngletiden var det kun nordflaggermus som dukket opp blant artene som regnes for å ha høy risiko i forbindelse med vindkraftprosjekter. Sensommer og i september ble det også gjort noen få opptak av dvergflaggermus blant risikoartene. Ett funn ble gjort av trollflaggermus, som er en av artene som man skal ta hensyn til. Dette er en trekkende art som er rødlistet og faller inn under Bonn-konvensjonen. Selv om både diversitet og mengde er svært lav innenfor Gulen Industrihamn, så skal funnet av trollflaggermus vektlegges.

Som følge av funnet av trollflaggermus i september, anbefales det derfor en enkel etterundersøkelse ved vindkraftverket. En slik undersøkelse kan gjøres ved å plassere ultralyddetektorer slik at de fanger opp nedre sveiphøyde, og gjerne også et område i øvre del av turbinen. Fokus må være på trekktiden, fra ultimo august til primo oktober. Dette kan gi informasjon om trollflaggermus kan komme i konflikt med den aktuelle turbinen. Man kan ikke forvente å vurdere effekter på populasjoner (jf. Naturmangfoldloven), men man kan si noe om mulighet for konflikt. Vi anser det som lite fruktbart å gjøre mer omfattende etterundersøkelser (feks med søkshund), og gir ikke anbefaling om dette.

Anbefalingen er subjektiv ettersom vi mangler klare retningslinjer for hvilke undersøkelser som skal gjennomføres. EUROBATS pålegger medlemslandene å ha slike veiledere. Forhåpentligvis vil dette komme i nær fremtid.

1. Innledning

Denne delen av rapporten gir en gjennomgang av kunnskap knyttet til flaggermus i Norge, hvilke trusler som kan påvirke populasjoner negativt og hvilke tiltak man kan gjennomføre for å redusere konflikter. Det brukes noe tid på å informere om eksisterende kunnskap om flaggermus i Norge, med fokus på internasjonale fagfelleverderte publikasjoner. Slik informasjon omtales ikke på nettsidene til NVE, men er svært relevant for både forventninger knyttet til det aktuelle prosjektet og tolkning av resultatene fra selve konsekvensutredningen. Det gis en gjennomgang av tilgjengelige publikasjoner og dermed kunnskap om flaggermus i Vestland fylke.

1.1. Kunnskap om flaggermus i Norge

1.1.1. Kartlegging av flaggermus

Den første større sammenstillingen av flaggermus i Norge kom med en rapport fra Norsk Zoologisk Forening (NZF) (Olsen, 1996). Denne rapporten presenterte eksisterende kunnskap fra Norge. Store deler av landet var fremdeles svært dårlig undersøkt, og vitenskapelig informasjon om de ulike artene var mer eller mindre fraværende for Norge. Rapporten var likevel et meget godt utgangspunkt til å forstå hvilke informasjon som manglet og hvilke områder som burde vært studert nærmere. Etter denne rapporten, ble det utgitt flere fylkesvise NZF-rapporter (vi lister ikke opp alle her), som økte kunnskapen lokalt, og litt etter årtusenskiftet, var flere fylker relativt godt beskrevet med tanke på datidens utstyr og metoder. Egne publiserte NZF-rapporter finnes for både Sogn og Fjordane (Michaelsen og van der Kooij, 2006) og Hordaland (Michaelsen et al., 2016), samt en rapport fra Nordre Øyeren Biologiske Stasjon (Gjerde og Fuszara, 1995). I tillegg kommer flere upubliserte rapporter til Statsforvalteren fra Michaelsen Biometrika, men resultatene fra disse er med i NZF-rapportene og henvises ikke til her. Kunnskap om ultralyd som flaggermus kan produsere var ikke godt avklart når flere av disse rapportene ble publisert, og ikke all identifikasjon av arter i disse tidlige rapportene er pålitelig. Noen arter bestemt av eksperter viser seg å godt kunne være andre vanligere arter, og noen mulige funn av nye arter for Norge havner i samme kategori (Michaelsen et al., 2022). Alle publiserte rapporter før 2022 trenger revisjon med tanke på arter bestemt ved hjelp av ultralyd, og dette blir gjort helt enkelt i resultatdelen av rapporten.

1.1.2. Flaggermusforskning i Norge

I Norge var vi sent ute med å starte forskning på flaggermus. Å være sent ute har imidlertid sine klare fordeler. En av de største fordelene er teknologisk utvikling. Frem til rundt 2010 ble hoveddelen av alle data samlet inn ved hjelp av håndholdte ultralyddetektorer. Det vil si at man samlet inn små datamengder på et utvalg av lokaliteter som vanskelig kan sammenlignes i tid og innsats pr område. Etterhvert som stasjonære ultralyddetektorer kom på markedet (rundt 2010), kunne man samle inn store mengder data samtidig fra like mange lokaliteter som man har stasjonære ultralydloggere. Man kunne dermed gjøre flere opptak i løpet av en natt med automatiserte stasjonære ultralydloggere, enn det man normalt ville gjort med håndholdte manuelle ultralyddetektorer i løpet av et tiår. Det var nå også mulig å standardisere innsamlingen av data. Statistiske metoder ble også vesentlig bedre etterhvert som dette fagfeltet opplevde en betydelig utvikling fra slutten av 1990-tallet og utover 2000-tallet, blant annet på grunn av GNU R (ofte bare kalt R). Dette inkluderer også maskinlæring (prediktiv modellering).

Vi har også sett en betydelig utvikling i software som kan gjøre automatisert ID av flaggermus. Man kan derfor gå gjennom store mengder opptak i løpet av svært kort tid. Identifikasjon av de ulike artene basert på ultralyd er også forbedret, og vi vet nå at det finnes langt mer variasjon hos vanlige norske arter enn det som var tilfelle for 20 år siden. I tillegg kan vi nå matematisk vurdere hvilke arter man har med å gjøre i lydopptak, i stedet for å bruke synsing eller ekspertuttalelser.

Hoveddelen av all forskning publisert i vitenskapelige tidsskrift frem til 2000-tallet ble altså gjort med teknologi, statistikk og metoder som i dag må ansees for å være langt fra optimal. Mye av kunnskapen fra Europa er basert på slik metodikk, inklusive en del vindkraftutredninger. Hoveddelen av vitenskapelige publikasjoner fra Norge stammer fra 2010-tallet og utover, og har derfor ikke de begrensningene som er beskrevet ovenfor. Å være sent ute har derfor sine klare fordeler og det er nå mulig å presentere konklusjoner basert på store datamengder og egnede statistiske modeller.

Vi vet altså en god del om flaggermus i Norge og mye av denne informasjonen er direkte relevant for vindkraft. Nedenfor følger en oppsummering av slik kunnskap, med fokus på internasjonale publikasjoner knyttet til norske forhold. Årsaken til at det henvises nesten utelukkende på norske studier, er at disse fokuserer på særnorske forhold og variabler som gjør seg gjeldende mot nord i Europa. Slike variabler har fått lite

oppmerksomhet i studier gjennomført lenger sør i Europa. Først og kanskje viktigst av alt, så vet vi hvordan artene, og dermed diversitet fordeler seg i temperaturgradienter i yngletiden (Michaelsen, 2016a). Dette er avgjørende informasjon, ettersom vi kan ha betydelige forventninger til hvilke arter (og hvilken tetthet) man finner fra lavlandet og opp i alpine soner. Man kan derfor, gjennom prediksjoner, si noe om hvilke arter et vindkraftverk kan tenkes å påvirke, samt om reproduserende hunner kan være utsatt (Michaelsen, 2016a). De ulike artene har også bestemte krav til ynglesteder (Michaelsen, 2016b; Michaelsen et al., 2014), og her kan man generalisere. Hvor slike egnede ynglesteder finnes er igjen knyttet til klima (Michaelsen, 2016a) og derfor gradienter fra lavland til fjell. Fordelingen av reproduserende hunner er avgjørende, ettersom dette kan påvirke populasjoner, og vi har også kunnskap om dette temaet fra fangst av flaggermus med mistnett (Michaelsen, 2016a). Mye av kunnskapen om hvordan lys påvirker flaggermus kommer også fra Skandinavia, og fra Norge finnes det flere publikasjoner som sier noe om hvordan artene påvirkes av naturlig lys (Frafjord, 2021a; Michaelsen, 2016c; Michaelsen et al., 2018). Dette påvirker arters utbredelse lokalt, regionalt og nasjonalt, med en klarere effekt mot nord i Sør-Norge (Frafjord, 2021b; Michaelsen et al., 2011). Lys har også en klar effekt på aktivitet hos flaggermus (Frafjord, 2021a; Michaelsen, 2016c), og aktivitet er et hovedpunkt når flaggermus og vindkraft skal utredes. Hvor et vindkraftverk plasseres relativt til topografien er avgjørende (Michaelsen et al., 2011) og man må altså tilbake til istiden(e) for å forstå en av de viktigste variablene for flaggermus i Norge.

Videre vet vi nokså mye om hvordan artene fordeler seg i terrenget gjennom sommeren. Normalt har man fokusert på habitat, men studier viser at habitat kan ta all den variasjon som finnes i et datasett (Michaelsen, 2016c). Habitat i seg selv må derfor sees relativt til andre faktorer i landskapet for å gi mening, og ferskvann eller brakkvann som insektproduserende miljø spiller en særlig rolle mot nord i så henseende (Michaelsen, 2017, 2016c). Dette kan være vanskelig å forstå for de som ikke fokuserer på matematiske mønster, men er svært tydelig når data samles inn på en gunstig måte. Hvor slike ferskvann befinner seg relativt til andre faktorer, slik som lysforhold og temperaturer, vil forklare mye av variasjon som observeres (Michaelsen, 2017, 2016c). Topografi og landskap er også viktig med tanke på sesongvariasjon i fordeling av arter, og dette gjelder nokså stedegne arter, arter som gjennomfører kortere forflytninger og trekkende arter. Vi vet at noen arter kan utnytte større deler av fjord- og landskapet om høsten, sammenlignet med det man finner om sommeren (Michaelsen, 2010). Likeledes vet vi at trekkende arter følger bestemte elementer i landskapet når der forflytter seg. Her finnes det variasjon

mellom indre og ytre deler av landet, men med en klar preferanse for dalfører og større vassdrag på indre strøk. Slik informasjon er kun publisert i rapporter, men er vel verdt å nevne (Isaksen, 2005). Det betyr nemlig at man må ha ulike forventninger mellom sommer/ungletid og høsten, noe det blir tatt hensyn til i denne studien.

Vi vet også nok til å generalisere en del når man skal vurdere ynglekolonier, dagoppholdssteder og overvintringsplasser hos flaggermus i det norske landskapet og i den norske naturen. Den historiske oppfatningen har vært at gruver er avgjørende overvintringsplasser for flaggermus, men studier (radio-telemetry) tilsier at steinur som er det vanlig brukte habitatet (Michaelsen et al., 2013; Michaelsen og Grimstad, 2008; van der Kooij, 1999). Flaggermus blir påvist i en rekke steinurer (Michaelsen et al., 2013), og slike strukturer er langt vanligere enn gruver. Det er positivt ettersom flaggermus har mange alternativer om ett slikt område skulle gå tapt. Det man må gjøre er å unngå forstyrrelser når flaggermusene er i dvale. Studier ved hjelp av radio-telemetry har også vist at flaggermus av flere arter prefererer treslaget osp når de velger ynglested (Michaelsen, 2016b), særlig når man befinner seg et stykke unna bebygde områder, og menneskeskapte alternativer er mangelfulle. Slike trær må finnes i varmere deler av landskapet med mange soltimer i løpet av dagen (Michaelsen, 2016b) og man kan ha klare forventninger til hvor man bør ta hensyn til treslaget i klimagradienter. Dersom ynglekolonier eksisterer i et område, så kan man erstatte slike habitater inntil en viss grad (Michaelsen, 2016b, 2011; Michaelsen et al., 2014). Nyere undersøkelser viser at også arter som ikke ville godta avbøtende tiltak, nå faktisk gjør dette – til tross for at naturlige habitater er tilgjengelig (egne upubliserte data).

Ultralydanalyse er et tema man ikke kommer utenom når man skal studere flaggermus. Det finnes mange guider i form av bøker og andre publikasjoner som beskriver hvordan man skal artsbestemme flaggermus (Barataud, 2015; Dietz og Kiefer, 2016; Russ, 2021; Skiba, 2003). Disse publikasjonene gjerne viser bilder/figurer (spektrogram) av ultralyder og de informerer om gjennomsnitt og standardavvik for ulike parametre. Noen påpeker at ultralydanalyse er usikker for flere arter og oppfordrer til forsiktighet (feks Dietz og Kiefer, 2016; Rydell et al., 2017a). Lignende konklusjoner har man også for software som artsbestemmer flaggermus (Rydell et al., 2017a). Dette med god grunn, ettersom slike guider på mange måte ligner på barnebøker hvor man ser på bilder for å komme frem til en konklusjon. En studie fra 2022 viser at mye av det man har trodd kunne gjøres, og som er beskrevet i ulike guider og artikler om ultralydanalyse, faktisk er matematisk umulig (Michaelsen et al., 2022). Som om ikke det er nok, algoritmer

brukt i software som gjør automatisk identifikasjon av arter, er ikke egnet til formålet og må justeres. Endrer man metode og bruker man andre algoritmer, så kan problemet løses, men usikkerhet vil alltid forbli (Michaelsen et al., 2022). Den siste norske rødlisten tar hensyn til dette problemet og flere arter ble tatt bort (Artsdatabanken, 2021). Dersom man i forbindelse med feks vindkraftutredninger bruker ulike guider, og dermed ignorerer matematisk sannsynlighetsteori, kan man ikke ha tillit til konklusjonene, og flere steder i landet vil man oppleve at såkalte «fatomarter» dukker opp i datamaterialet (Michaelsen et al., 2022). Slik forvaltning av arter som det ikke finnes matematisk bevis for at eksisterer, er utbredt blant annet i våre naboland. Verken matematisk sannsynlighetsteori (Michaelsen et al., 2022) eller DNA-analyser (Montauban et al., 2021) som viser at ultralydanalyse ikke kan anvendes slik som såkalt eksperter og guider hevder, ser ut til å påvirke tilhengere av tradisjonell ultralydanalyse. Dessverre betyr dette at hvilke arter som «forekommer» i et område, avhenger av konsulenten/biologen man velger til å undersøke et område, snarere enn hva som faktisk finnes på stedet. Slike uheldige effekter er veldokumentert i forbindelse med overvåking av flaggermus i Danmark (Elmeros og Søgaard, 2017).

Jo lenger nord man kommer i Europa, jo kortere somre, kortere netter og lavere temperaturer vil flaggermusene oppleve (Frafjord, 2012a; Michaelsen et al., 2011). Slike utfordringer må flaggermusene må overkomme (Sørås et al., 2022), og noen arter er mer tilpasset slike forhold enn andre (Sørås et al., 2023). Nordover i Norge, må flaggermusartene som finnes her gjøre unna yngletiden fort og forberede seg på overvintring i tide (Michaelsen et al., 2011; Sørås et al., 2022, se også Frafjord, 2013). Andre faktorer som negativt påvirker aktiviteten til flaggermus vil da få en større betydning. Foreksempel vil mye nedbør og lave temperaturer redusere antall netter hvor reproduserende hunner kan jakte. De må da redusere mengden energi som kan allokeres til et voksende foster eller til melkeproduksjon, se feks (Sørås et al., 2022). I perioder med regn (mindre sol), må flaggermushunner bruke energi på å holde varmen eller de må gå i dvale og ytterligere påvirke tidsbudsjettet for reproduksjon. Under langvarige nedbørsperioder vil mange unger også dø. Flaggermus har mulighet til å redusere kroppstemperatur når ulike værforhold påvirker jaktmulighetene (fekst Fjellidal et al., 2021), og temaet er belyst for arter på grensen for sin utbredelse (Sørås et al., 2022), men slik aktivitet kan ikke fortsette over lang tid mot nord på grunn av kort tid til reproduksjon. For en detaljert diskusjon, se Fjellidal et al. (2022). Flaggermus velger yngelsteder som er tilstrekkelig varme og trygge for predatorer (Frafjord, 2012b; Michaelsen et al., 2014), og

slike områder finner man kun i deler av landskapet i Norge. Lengst nord må flaggermus tolerer lysforhold som er ekstreme for dyregruppen, og dette kan ha konsekvenser blant annet med tanke på predasjon (Frafjord, 2012b). Hvor slike ynglesteder befinner seg, påvirker også fordelingen av flaggermus i fjorder og daler, hvor de høyeste tetthetene finnes på den siden av en fjord eller dal med mange kolonier (Michaelsen, 2016c). Vind er en annen faktor, og vindutsatte arealer kan være mindre gunstig for jakt. Viktigheten av temperatur og nedbør er godt kjent fra Norge, og effekten av vind på insekter er studert (feks Lewis, 1969). Lysforhold bli avgjørende mot nord, og åpne områder uten skygge fra solen morgen og kveld, blir mindre attraktive for flere arter. I lysåpne områder har flaggermusene færre timer å jakte på i store deler av yngletiden. For noen arter påvirker summen av slike variabler utbredelse, noe man allerede ser godt fra rundt 60 til 62 grader nord i Norge (Michaelsen et al., 2011). Litt forenklet, kan man mot nord i Norge og om sommeren forvente å finne flere arter utenfor sterkt oseanisk seksjon, i de varmeste delene av landskapet og i områder med kompleks topografi som gir egnede lysforhold om natten (Michaelsen et al., 2011). Mer sørlige arter, som er mindre tilpasset et nordlige klima, vil i større grad vise en geografisk fordeling om sommeren basert på slike variabler. Nordflaggermus er den arten som kan tolerere mange av disse negative variablene, men også hos den arten ser man klar variasjon i mengde/tetthet i slike gradienter (Frafjord, 2021a, 2012a). Variablene påvirker blant annet fordelingen av kjønn og forekomst av reproduserende hunner (Michaelsen, 2016a), hvilket igjen har betydning for populasjoner når eventuelle effekter av vindkraft skal vurderes.

Vi kan altså, med eksisterende kunnskap fra Norge (og utlandet), ha nokså klare forventninger til hvilke arealer som er viktige og hvilke arealer som er mindre viktige for flaggermus – særlig om sommeren/i yngletiden. Omfanget av undersøkelser i et gitt område hvor vindkraft planlegges, kan derfor begrunnes nokså godt på forhånd. Samtidig finnes det usikkerhet knyttet til fordeling av arter i landskapet sensommer og høst, og dette må det tas hensyn til. Noen arter kan utnytte større deler av landskapet utenfor yngletiden, og enkelte individer, hos arter som er knyttet til lavlandet, kan dukke opp helt opp mot alpine soner i områder med kompleks topografi (Michaelsen, 2010). Innsatsen knyttet til både kartlegging og forskning på trekkende arter har til nå vært beskjeden i Norge, selv om hovedelementene med tanke på trekkruiter og trekktid er delvis kjent. Med dette som utgangspunkt vil det være rimelig å skille mellom sommer/yngletid og sensommer/høst når undersøkelser av flaggermus planlegges.

1.1.3. Lokal informasjon fra Vestland fylke

Det finnes noe informasjon om flaggermus fra Vestland fylke i Artsobservasjoner.no, men i de fleste tilfeller mangler man nødvendig dokumentasjon til å avgjøre hvilken art som har blitt observert. Videre er det en ekstrem skjevhet i hvor flaggermusfaunaen har blitt undersøkt, og man vet ikke hvilke arealer som har vært besøkt eller ikke. Dersom det mangler observasjoner fra et område, betyr det ikke at flaggermus er fraværende. Vi brukte derfor ikke denne online tjenesten, utover et raskt søk for å bekrefte datamangel ved Sløvågen og Gulen Industrihamn .

I Norge er det flere som kartlegger flaggermus, men slike data er ikke nødvendigvis offentlig tilgjengelig. Dette gjelder både forekomst av flaggermus om sommeren og i trekkiden. For Vestland fylke, foreligger det rapporter som oppsummerer kjente funn (Gjerde og Fuszara, 1995; Michaelsen et al., 2016; Michaelsen og van der Kooij, 2006; Olsen, 1996). Det finnes også flere data hvor man kan generalisere, men disse er oppsummert i en eller flere av publikasjonene ovenfor (se kapittel 1.1.1. og 1.1.2.), og vi repeterer ikke disse her. Informasjon fra disse rapportene ble gjennomgått, og brukes blant annet til å gi en generell beskrivelse av flaggermusfaunaen i Vestland fylke. Eldre rapporter (særlig før 2016), inneholder nok en del observasjoner som er feilaktige, og slike sannsynlige avvik fra virkeligheten blir påpekt (se resultater).

Michaelsen Biometrika AS har et proprietært datasett hvor vi har samlet inn informasjon etter en standardisert protokoll ved hjelp av ultralydloggere i flaggermusenes yngletid. Datasettet dekker klimaseksjoner og vegetasjonssoner i Sør-Norge, inklusive Vestland fylke. Disse dataene kan brukes både deskriptivt for å generelt beskrive artenes forekomst fra lavland til fjell i fylker i Sør-Norge, men også i prediktiv modellering (machine learning). Man kan derfor bruke dette datasettet til å si noe om alle arealer innenfor et større geografisk område enn bare der turbiner planlegges. I tillegg har vi flere datasett fra trekkiden. Også informasjon fra den perioden kommer til nytte (se resultater og diskusjon).

1.2. Trusler mot flaggermus

Det finnes en rekke trusler som kan påvirke flaggermus negativt og det gis her en kort omtale av slike trusler mot dyregruppen og hvordan disse kan påvirke ulike arter. Dette er viktig slik at man setter ting i perspektiv, særlig med tanke på hvilke krav som finnes til utredning av ulike tiltak.

En av de truslene mot flaggermus er veibygging (Altringham og Kerth, 2016). Vei påvirker flaggermus på mange ulike måter (Voigt og Kingston, 2016) og det er ikke bare trafikk som utgjør problemet. Ofte legges vei nært ferskvann, og dyrene mister avgjørende jakthabitater i fjord- og dallandskapet som finnes i store deler av landet (Michaelsen, 2017). Dette er ikke bare generelt viktige områder, men de områdene med høyest tetthet av flaggermus. Videre kuttes det mange steder ned kantvegetasjon ved vei når veibanen går langs ferskvann, brakkevann og elver, hvilket fører til at færre arter utnytter slike insektrike habitater. Ofte vil veier også fungere som barrierer mellom dagoppholdssteder/unglekolonier og flaggermusenes jaktområder. Dette kan være på grunn av åpne arealer langs veibanen, eller som følge av gatelys som flere arter unngår (Voigt et al., 2018). Veier krysser også elver, som kan påvirke trekkende arter gjennom kollisjon med kjøretøy. I Norge finnes det områder hvor europavei følger strandlinjen langs hoveddelen av store ferskvann, ofte kombinert med åpent kulturlandskap oppover liene. I slike områder må man forvente vesentlige reduserte populasjoner av flere arter, sammenlignet med om arealene ved ferskvann hadde vært naturlige og derfor med kantvegetasjon. Negative effekter avhenger derfor av plassering i landskapet og selvsagt hvilken type vei det er snakk om. På Vestlandet har det de siste årene blitt gjennomført veibygging i de rikeste områdene for flaggermus, både med tanke på mengde og diversitet. Til tross for at temaet var kjent, ble det ikke gjennomført noen form for undersøkelser av effekter på flaggermus. Vei er nok pr i dag den faktoren som påvirker norske flaggermus mest negativt med tanke på populasjoner, men kunnskapen er i de aller fleste tilfeller helt fraværende. Mindre avbøtende tiltak (lav kostnad) utgjøre store forskjeller, men slike blir normalt ikke vurdert (selv når vei legges gjennom naturreservat). Her går staten foran med et dårlig eksempel, ved at staten signerer internasjonale avtaler (feks EUROBATS), men velger å ignorere temaet når den selv er ansvarlig for ulike tiltak (positive unntak finnes). Privat næringsliv har ikke slike fordeler, og et godt eksempel er vindkraftutbygging som nå skal ta hensyn til flaggermus.

Vindkraft kan påvirke flaggermus, og som med veibygging, vil konsekvensene variere med kraftverkets plassering i landskapet (Arnett et al., 2016; Rodrigues et al., 2008). Så langt, og til tross for svært mange studier i Europa, vet man ikke om vindkraft påvirker populasjoner i en større skala. Hvorvidt dette er fordi populasjoner ikke går tilbake, eller om det er fordi man ikke har funnet en god metode for å evne å påvise slike endringer, er usikkert. Foreksempel i Sverige, blir det nå registrert høyere antall av trollflaggermus etter oppføring av mange vindkraftverk, selv om dette er blant artene som

man har identifisert som sårbar i forbindelse med vindkraft (Gerell og Gerell Lundberg, 2018). Om dette skyldes en faktisk økning hos denne arten, eller bedre metoder knyttet til datainnsamling, er ukjent. Fordi man mangler data på effekter på populasjoner, blir det også vanskelig å vurdere eventuelle positive effekter av avbøtende tiltak (Arnett et al., 2016). Det man altså vet med sikkerhet er at flaggermus blir funnet døde under turbiner (Arnett et al., 2016; Rydell et al., 2010). EUROBATS, som Norge er en del av, ønsker derfor økt kunnskap om problematikken. I Norge har man frem til nå ikke gjennomført gode studier av mulige effekter av vindkraftverk på flaggermus. Det betyr ikke at vi ikke kan ha klare forventninger til arealer hvor vindkraft kan tenkes å ha en effekt på flaggermus, og selvsagt hvor slik negativ effekt er usannsynlig (se kapittel 1.1.2). Slike klare forventninger kan man også ha til vindkraftprosjektet som omtales i denne rapporten.

I tillegg til utbygging av vei og vindkraft, finnes det flere andre faktorer som kan påvirke flaggermus negativt. Ødeleggelser eller utestengning fra ynglesteder kan være en slik faktor, og et godt eksempel er Den norske kirke, som har forringet mange yngelsteder når flomlys ble montert på kirkene. Det finnes heller ingen god oppfølging/hjelpetiltak for privateide bygninger i Norge som har flaggermuskolonier, og informasjon om negative effekter mangler. Bruk av gift i landbruket har nok påvirket flaggermus, og det samme gjelder behandling av bygninger for å fjerne skadedyr. Mange flere potensielt negative faktorer finnes, og det som nevnes her er bare et utvalg. Det vi kan si med sikkerhet er at inntil man gjennomfører bedre studier, som inkluderer flere faktorer (særlig vei og vindkraft), så vil vi ikke få en grunnleggende forståelse av hvordan menneskelig aktivitet påvirker flaggermus i Norge. I forbindelse med vindkraftprosjekter skal nå flaggermus være en del av vurderingsgrunnlaget.

1.3. Etterundersøkelser og avbøtende tiltak

I noen tilfeller kan det være aktuelt med etterundersøkelser og/eller avbøtende tiltak. Etterundersøkelser kan være å plassere ut ultralydloggere i tårnet på turbinene, og dermed finne ut mer om hvilke arter som finnes i faresonen og når slik aktivitet forekommer. Man kan ikke si noe om hvorvidt flaggermusene som beveger seg inn i turbinens luftrom kommer til skade basert på slik informasjon, men man kan bedre forstå potensiale for negative effekter. Skal man vite mer om hvorvidt flaggermus omkommer som følge av vindkraft, kan det gjennomføres søk med hund. Det kan gi informasjon om antall flaggermus som dør som følge av turbinene. Her kan man også gi en subjektiv vurdering av om antallet døde flaggermus kan tenkes å påvirke populasjoner. En slik

subjektiv vurdering kan være at man finner «mange» døde flaggermus og at effekter på lokale populasjoner derfor er mulig. Etterundersøkelser kan også være nødvendig dersom turbiner er planlagt nært viktige jaktområder. Flaggermus kan trekkes mot turbinene, og dersom viktige jaktområder finnes like ved, kan resultater fra for- og etterundersøkelser avvike fra hverandre. Skal man med sikkerhet konkludere med negative effekter, må antallet døde flaggermus sees opp mot populasjoner, og det vil si at man må måle endringer i populasjoner og knytte dette opp mot vindkraft. Dette synes å være vanskelig. Teoretisk og matematisk er det enkelt.

Et alternativ til slike komplekse undersøkelser, kan være vurdere om planområdet ligger i arealer med større tettheter, høy diversitet eller bestemte rødlistearter som har høyere risiko for kollisjon med turbiner. Her snakker man altså om sannsynligheter og matematisk modellering. Modellering har sine fordeler ved at man kan inkludere arealer i og utenfor et planområde og gjøre en komparativ studie. En komparativ studie gjør at man kan si noe om arealer relativt til andre arealer, og dermed ha en referanse når man fatter konklusjoner. Det negative er selvsagt at man snakker om sannsynligheter. Når sannsynligheter omtales som negative, så er det selvsagt ikke negativt vitenskapelig sett, ettersom sannsynligheter er det man jobber med når man prøver å forstå ulike problem i naturvitenskapen.

Det mest aktuelle avbøtende tiltaket er BatMode, eller stoppregulering som det heter på norsk. Det betyr at turbinene stoppes i perioder når flaggermusaktiviteten er høy (Rydell et al., 2017b). Vi vet blant annet fra det svenske VindVal-prosjektet at flaggermus kan være særlig aktive i høyere luftlag når vindstyrken er lav og temperaturene er høye. I områder med en viss flaggermusdiversitet og viktige trekkområder, kan slike tiltak være aktuelle. En konklusjon knyttet til om stoppregulering er rimelig eller nødvendig, må basere seg på data fra forundersøkelser og/eller etterundersøkelser.

I noen tilfeller kan det være relevant å flytte turbiner slik at avstanden til viktige habitater blir større. Her finnes det studier som antyder minimumsavstand til viktige habitater for flaggermus (Rodrigues et al., 2008)., men en klar enighet finnes ikke (Arnett et al., 2016).

I Norge mangler det generelt kunnskap om effekter på flaggermus som følge av vindkraftutbygging. EUROBATS påpeker behovet for økt kunnskap knyttet til dødelighet hos flaggermus både ved eksisterende og fremtidige landbaserte og offshore vindkraftverk. Fordi Norge har ignorert dyregruppen i forbindelse med vindkraftutbygging i noen tiår, ligger vi altså et stykke bak andre land som er en del av EUROBATS-

samarbeidet. Når det er sagt, så har man ikke kommet langt med tanke på kunnskap om effekter på populasjoner til tross for flere tiår med undersøkelser (Arnett et al., 2016). Hvor «langt bak» man egentlig ligger, er derfor vanskelig å vurdere, særlig når man fokuserer på populasjoner og norsk lov (jf. Naturmangfoldlovens § 5). Skal man komme videre med dette, trenger vi forskning på temaet, og helst forskning som har helt andre tilnærminger til spørsmålet enn de som har vært brukt til nå. Et norsk forskningsprosjekt ved NMBU (m.fl.) er i oppstarten og forhåpentligvis vil man her finne metoder som kan vesentlig endre vår forståelse av effekter på populasjoner. Prosjektet heter *Impacts of wind turbines on flying nocturnal wildlife* og har som mål å blant annet beskrive og forklare effektene av vindturbiner på flaggermus. Vi kan derfor om få år forvente vesentlig forbedret kunnskap om temaet i Norge.

1.4. Flaggermus ved Gulen Industrihamn

Generelt, finner man flere arter og høyere tettheter i indre og midtre deler av fylket om sommeren – primært i lavlandet og nært ferskvann. Avstanden mellom turbinen og større ferskvann, som godt kan ha flere arter og høyere tettheter, er nokså stor. Videre er området helt åpent og uten vegetasjon, hvilket reduserer forventningen til diversitet om sommeren. Basert på eksisterende informasjon og generell kunnskap om flaggermus i Norge, forventes det altså lave tettheter av flaggermus om sommeren ved Gulen Industrihamn hvor demonstrasjonsturbin er planlagt. Den mest sannsynlige arten i området om sommeren er nordflaggermus, som finnes i alle habitater som vi har undersøkt i Norge. Også dvergflaggermus kan finnes i egnede habitater i nærheten om sommeren, og noen *Myotis*-arter finnes helt ut mot kyststripen (feks vannflaggermus). Industriområder, av den størrelsesorden som man finner ved Sløvågen, finnes det lite erfaring med, men det er en klar forventning om at slike arealer er lite gunstige for flaggermus. For høsten er situasjonen usikker. Vi vet at det forekommer et trekk av trollflaggermus på Vestlandet. Det ser ut til at denne arten følger hovedvassdrag på indre strøk, og aggregeres etterhvert langs kysten. Om disse trekker langs strandlinjen nært Gulen Industrihamn er usikkert og må undersøkes i felt for å kunne gi en sikker konklusjon.

1.5. Denne undersøkelsen

For å øke kunnskapen om forekomster av flaggermus om sommeren/i yngletiden, ble prediktiv modellering (machine learning) anvendt for å beskrive arealer i et større område nært selve Gulen Industrihamn og Sløvågen. Her kan man si noe om hvilke arealer som er viktige og mindre viktige i nærhet til den planlagte turbinen. Gulen Industrihamn kan da sammenlignes med nærliggende arealer som kan ha større betydning for flaggermus basert på eksisterende kunnskap. I tillegg ble det utplassert en ultralydlogger fra midten av juli til ultimo august. Her vil man bedre kunne forstå hvilke arter som bruker industriområdet i yngletiden. Det mangler gode nok data til å predikere forekomst av flaggermus om høsten (september). For denne perioden ble det derfor igjen samlet inn data vha ultralydlogger i september og frem til primo oktober. I denne rapporten behandler vi sommer og høst separat med tanke på konsekvenser og eventuelle etterundersøkelser/avbøtende tiltak. Resultatene fra begge tilnærmingene vil bli vurdert opp mot eksisterende kunnskap, med fokus på internasjonale publikasjoner og lokale rapporter om flaggermusfaunaen i Vestland fylke. Hovedspørsmålene som blir vurdert er som følger;

1. Er planområdet viktig for nordflaggermus relativt til nærliggende arealer om sommeren?
2. Kan man forvente å finne dvergflaggermus i og ved Gulen Industrihamn?
3. Kan man forvente høy flaggermusdiversitet i yngletiden?
4. Er det sannsynlig at ynglesteder forekommer nært turbinen?
5. Er området viktig for trekkende sårbare arter, med fokus på storflaggermus og trollflaggermus?
6. Finnes det egnede steder for spillende skimmelflaggermus i eller like ved planområdet?
7. Finnes det gruver og steinurer innenfor planområdet som gjør at man bør fokusere på overvintring og sverming i utredningen?

NVE beskriver hvilke undersøkelser som bør gjøres når man skal utrede mulige konsekvenser for flaggermus i forbindelse med utbygging av vindkraft (<https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/flaggermus/>);

«Konsekvensutredninger knyttet til konsesjonssøknad om vindkraftutbygging bør avdekke om det lever høyrisikoarter der, om utbyggingsområdet ligger i trekket til langdistansetrekke, avstand til insektproduserende habitater og om det finnes ynglelokaliteter eller dagleier i nærheten».

Punktene fra 1 til 7 som er listet opp ovenfor dekker kanskje noe mer enn det som er beskrevet som nødvendige undersøkelser hos NVE, og vi har gjort altså en mer omfattende undersøkelse enn det som er beskrevet i kravene fra NVE (jf Fastsetting av utredningsprogram for demonstrasjonsturbin i Gulen Industrihamn - Gulen kommune). Vi tar med dvergflaggermus i vurderingene ettersom dette er ansett for å være en høyrisikoart som kan finnes i nærområdet. Arten er ikke truet og er vanlig i store deler av Sør-Norge. Videre vurderer vi også tilstedeværelse av potensielle svermesteder og overvintringsplasser, samt mulige spillområder for skimmelflaggermus. Vi tolker derfor «dagleier» nokså vidt. Kolonier blir vurdert ut fra mengde flaggermus, tilgang på bygninger og andre potensielle dagoppholdssteder i nærheten. Fordi vi har datasett som kan predikere forekomster av flaggermus, inkluderer vi også tilstøtende arealer. Det gjør at vi kan vurdere data fra detektor ved Gulen Industrihamn opp mot andre arealer i et større område. Skal man si noe om et areal er viktig eller ikke, så må man ha noe å måle en slik parameter opp mot. Her ser vi også på data fra rapporter fra Vestland, hvor man har samlet inn store datamengder ved hjelp av ultralydloggere. Trekk hos flaggermus i planområdet blir vurdert både ut fra eksisterende informasjon og data fra ultralydloggere utplassert i industriområdet i trekktiden. Ultralydloggere vil også gi informasjon om alle arter som kan dukke opp her sommeren og man kan si noe om mengde relativt til det som er kjent ellers i fylket (og Norge generelt). Det gis også en kort omtale av arter funnet i Vestland fylke pr 2023 og i hvilken grad disse kan tenkes å bli påvirket av vindkraft. Her blir det også gjort en revisjon av funn av truede/sjeldne arter.

2. Materiale og metoder

2.1. Prediktiv modellering (sommer/yngetid)

Her ble BatDist-datasettet brukt til å trene statistiske maskiner, og prediksjonene er relevante for yngletid, med fokus på juni, juli og primo august. Dette datasettet består av

429 datapunkt i klimagradienter i Sør-Norge, og dekker de klimasonene og vegetasjonsseksjonene som vi har i Norge. Alle disse dataene har blitt samlet inn etter en standardisert metode ved hjelp av D500X stasjonære ultralydloggere fra Pettersson Elektronik AB (Sverige). Innstillingene som ble anvendt er beskrevet i (Michaelsen, 2017, 2016a, 2016c). Datasettet inkluderer arealer fra varmekjære skoger til alpine soner med snødekke og frosne elver gjennom hele sommeren. Gradientene strekker seg fra lengst sør i landet (Agder/Rogland) og nordover til og med Trøndelag, og fra sterkt oseanisk seksjon (O3t) og til svakt kontinental seksjon (Bakkestuen et al., 2008; Moen, 1999). Som en del av prosjektet ble det på 2010-tallet og frem til 2021, utplassert loggere på 67 lokaliteter i Vestland fylke og grensen mot Rogaland. Fordi BatDist-datasettet fokuserer på variasjon, ble derfor en del ultralydloggere plassert i områder hvor det forventes lav diversitet og lite aktivitet. I Vestland fylke har slike loggere blitt utplassert fra arealer med mer enn 50 % snødekke gjennom sommeren, til varmekjære skoger langs Hardangerfjorden. Videre finnes det flere transekter fra kyst til innland, feks langs Sognefjorden. Dette datasettet har derfor også som mål å identifisere arealer som er lite viktige for flaggermus, og skiller seg fra de fleste andre studier hvor man prøver å finne områder med «spennende» flaggermusfauna. Datasettet finnes i flere formater, og i denne studien brukte vi data som er ferdig transformert, sentrert og skalert. Et eksempel som viser innholdet i datasettet er vist i vedlegg II.

Presisjonen til BatDist-datasettet avhenger av presisjonen/oppløsningen til prediktorene. Her finnes det ett problem som kan påvirke hvor gode presisjonen er, og det er oppløsningen til klima-data (1 x 1 km). I noen tilfeller, i områder med bratt terreng, kan temperaturdata være missvisende. I noen områder, slik som i fjorder, er slike data også forskjøvet mellom nord- og sørsiden i de tilfeller hvor man har kompleks topografi. Dette blir det tatt hensyn til når resultatene beskrives og tolkes. I noen områder mangler det klimadata og man må bruke tilstøtende arealer for å vurdere alle området (relevant for Gulen Industrihamn). De 429 datapunktene er korrigert for problemer som nevnt ovenfor, og treningsdataene er derfor ikke negativt påvirket, men punktene hvor det skal predikeres er ikke justert. Dette fordi en slik oppgave er uoverkommelig. I de områder hvor disse variablene kan påvirke utfallet i prediksjonene (ved stupbratte fjellsider), vil dette problemet bli adressert.

Prediktorvariabler ble hentet ut ved hjelp av QGIS (QGIS Development Team, 2018). Flere variabler knyttet til lysforhold, en avgjørende faktor mot nord i Europa (Michaelsen, 2016c; Michaelsen et al., 2011), finnes ikke klar til nedlasting i feks

GeoNorge eller andre databaser. Slike variabler ble laget av Michaelsen Biometrika AS i SagaGIS (Conrad et al., 2015), basert på digitale elevasjonsmodeller (DEM). Prediktorvariabler inkluderer alt fra temperaturer og nedbør for flere relevante måneder gjennom året, arealbruk/vegetasjon, lysforhold, geografi (nord og øst), avstand til viktige insektproduserende arealer, vindforhold 50 m over bakken, menneskelig populasjon, lysforhold («skyview», soltimer) og mer (se vedlegg II). Hoveddelen av disse variablene er allerede kjent som avgjørende for arter mot nord i Europa og da særlig i Norge.

Random forest modeller ble brukt til å predikere forekomst hos flaggermus. Dette reduserer behovet for modellforenkling og random forest er robust mot såkalt «overfitting». BatDist-datasettet ble splittet i to (75/25), hvor 75 % av dataene ble brukt til trening av modeller og 25 % til testing. Funksjonen `set.seed` i R ble brukt for å gjøre modelleringen repeterbar og det ble kjørt 10 slike modeller for nordflaggermus, og 5 modeller for dvergflaggermus og diversitet (flere arter). Hver av disse modellene fikk predikere sannsynlighet for datapunkter i studieområdet hvor forekomst av flaggermus er ukjent. AUC og andel korrekt klassifisering ble brukt for å vurdere modellene. Med tanke på formålet ble det vurdert som tilstrekkelig om modellene hadde en $auc > 0.80$ og en korrekt klassifisering på > 75 prosent. I slike tilfeller ble det ikke gjort modellforenkling og det ble brukt en avstemming fra flere modeller når prediksjonene presenteres i kart.

2.1.1. Nordflaggermus

Her ble det brukt telldata, altså antall ultralyddopptak gjort av arten, brukt til å dele BatDist datasettet inn i høy versus lav aktivitet. Fordi nordflaggermus finnes fra nemoral sone og helt opp i alpine soner, ble kun øvre og nedre kvartiler brukt i modelleringen, omgjort til en binær skala («høy» vs «lav» aktivitet). Det viktige spørsmålet er om områder nært Gulen Industrihamn kan tenkes å ha større tettheter i yngletiden. Prediksjoner ble gjort for større arealer utenfor selve planområdet, slik at man kan måle Gulen Industrihamn opp mot nærliggende arealer. Fordi det mangler prediktorer (klimadata) for området der turbinen er planlagt, kan man ikke predikere forekomst av arter og tettheter for dette stedet. Modellene kan derimot vise verdier generelt i området. Data fra ultralydloggere vil gi bedre resultat og slike data blir prioritert når flaggermusfaunaen beskrives.

2.1.2. Dvergflaggermus

Binære data fra BatDist-datasettet ble brukt, og enheten som angis er en sannsynlighet for om arten forekommer eller ikke. Arten er forventet å forekomme først og

fremst ved ferskvann. Prediksjoner ble gjort for større arealer utenfor selve planområdet, slik at man kan måle Gulen Industrihamn opp mot nærliggende arealer. Fordi det mangler prediktorer (klimadata) for området der turbinen er planlagt, kan man ikke predikere forekomst av arter og tettheter for dette stedet. Modellene kan derimot vise verdier generelt i området. Data fra ultralydloggere vil gi bedre resultat og slike data blir prioritert når flaggermusfaunaen beskrives.

2.1.3. Flaggermusdiversitet

For å lage modeller for diversitet ble BatDist-datasettet delt opp i lokaliteter med enten én flere arter. Generelt betyr dette at målet er å identifisere arealer med flere arter enn bare nordflaggermus. Sjeldne arter som stor-/skimmelflaggermus vil kunne dukke opp først og fremst på indre strøk i fylket, og normalt nært vannforekomster. De mest sannsynlige artene i tillegg til nordflaggermus ved Gulen Industrihamn vil være dvergflaggermus (se egen omtale), vannflaggermus og skjeggflaggermus. Ingen av disse er rødlistet. Fordi det mangler prediktorer (klimadata) for området der turbinen er planlagt, kan man heller ikke predikere forekomst av arter og tettheter for dette stedet. Modellene kan derimot vise verdier generelt i området. Data fra ultralydloggere vil gi bedre resultat og slike data blir prioritert når flaggermusfaunaen beskrives.

2.2. Ultralydloggere

Det ble utplassert en ultralydlogger av typen SM4Bat fra Wildlife Acoustics (USA) 15. juli 2023, og den fikk stå helt frem til batteriene gikk ut 24. august. Loggeren ble igjen aktivert 2. september og ble til slutt hentet ned 5. oktober før batteriene gikk tomme. Den første perioden dekker yngletiden og en periode når flere arter forflytter seg (ultimo august), mens den andre perioden dekker normal trekketid på Vestlandet. Loggeren ble plassert på en stor bøye plassert ved strandlinjen der turbinen er planlagt, ca 3.5 m over bakken (60°50.4686319' 5°4.2988322'). Mikrofonen fanger opp ultralyder i alle retninger og vil registrere flaggermus som passerer langs strandlinjen og et stykke innover industriområdet. Selve bøyen skiller seg ut i et ellers flatt terreng og kan godt tenkes å trekke til seg flaggermus av den årsak.

Ultralydene ble analysert ved hjelp av Kaleidoscope (Wildlife Acoustics, USA, (Wildlife Acoustics, 2020)). I denne studien ble det på forhånd bestemt at Bayesian approximation (Michaelsen et al., 2022) skulle anvendes dersom potensielle «fantomarter» ble antydnet av Kaleidoscope (se egen omtale i kapittel 2.4.). Dataene blir også

sammenlignet med andre lokaliteter i Sør-Norge hvor ultralydloggere har blitt utplassert ca 1 måned om høsten.

Værdata ble hentet fra Meteorologisk Institutt og rapportserien MET info (Grinde et al., 2023b, 2023a) og fra Norsk Klimasenter og målestasjonen Fureneset (Fjaler). I september var nedbør 125-150 % i prosent av normal («normal-våt»), med lufttemperaturer ca 0.5 til 1.0 grader over normal. Syv dager i perioden 2. september til 4. oktober 2023 hadde nedbør lavere enn 1 mm og regnes for å være gunstige, mens 15 dager hadde mer enn 10 mm nedbør og man kan forvente redusert aktivitet (data fra Fureneset værstasjon). August var normal-våt til våt (omtrent 125-150 % av normal – noe usikker avlesning av nedbørskart), og med temperaturer rundt normalen (ca -0.5 til 0.0 grader avvik). I perioden 15. juli til 24. august 2023 var det 16 dager med mindre enn 1 mm nedbør og forholdene forventes å ha vært gunstige. I samme periode var det 9 døgn med over 10 mm nedbør og man kan godt tenke seg redusert aktivitet (data fra Fureneset værstasjon).

2.3. Andre datakilder

Her ble det i all hovedsak brukt informasjon fra internasjonale studier som kan gi en forventning om forekomst av flaggermus i planområdet, med fokus på diversitet i klimagrader. Videre ble data fra BatDist-datasettet brukt til å beskrive flaggermusfaunaen om sommeren i Vestland fylke.

I forbindelse med utplassering og nedhenting av utstyr, ble det sett etter større steinurer som kan fungere som dagleie/overvintringshabitat for flaggermus, samt fjellvegger som kan være egnet for spillende skimmelflaggermus. Et søk ble også gjort i GISLink (kart.gislink.no) vha flyfoto for å se etter større steinurer. Videre brukte vi kartløsninger fra Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) for å lete etter underjordiske hulrom som kan fungere som svermested for flaggermus. Underjordiske hulrom kan også fungere som overvintringsplass for noen individer og dagleier feks om høsten, og vi anser derfor kunnskap om temaet for å være et krav fra NVE.

2.4. Alternative Bayesian Bat Analysis (ABBA)

Det ble på forhånd bestemt at Alternativ Bayesian Bat Analysis, forkortet ABBA (Michaelsen et al., 2022) skulle anvendes dersom det dukket opp arter med forvekslingsmuligheter i opptak gjort sensommer/høst. Dette er en matematisk tilnærming til analyse av ultralyd som viser at tradisjonell ultralydanalyse fører til at en del sjeldne arter

blir overrepresentert i datasett. ABBA viser også at det dukker opp såkalte «fantomarter», det vil si arter som sannsynligvis ikke finnes i et område. Slike «fantomarter» vil normalt være arter som man må ta hensyn til når de «oppdages» i forbindelse med konsekvensutredninger. Det er ikke spesifisert som krav fra NVE at ABBA skal brukes i konsekvensutredning av flaggermus, og for en del konsulenter vil en slik matematisk tilnærming til å løse problemer være en utfordring.

2.5. Maskinvare og OS

Prediktorer ble hentet ut på en maskin med 256 GB RAM og 36 kjerner, og som dermed kan håndtere mange store filer samtidig på relativt kort tid. Vedlegg II viser prediktorer som ble inkludert. Prediktiv modellering ble gjort på en maskin med 16 GB og 12 kjerner. Begge maskinene hadde Debian GNU/Linux som operativsystem.

3. Resultater

Nedenfor gis en kort gjennomgang av flaggermus i Vestland fylke (med revisjon av sjeldne og mulig forekommende arter), og data fra Gulen Industrihamn. Det skilles mellom sommer (yngletid) og sensommerhøst, ettersom man mange steder i Norge finner betydelig variasjon mellom disse periodene. Figurer fra prediksjoner finnes som vedlegg.

3.1. Generelt om flaggermus i Vestland fylke

Dette kapitlet er basert på rapporter fra fylket (se kapittel 1.1.3.) og referanser blir ikke repetert. I tillegg brukes det informasjon fra BatDist datasettet og data som vi har samlet inn med stasjonære ultralydloggere om høsten på Vestlandet.

Den vanligste og mest utbredte arten i fylket er nordflaggermus (lokalt kan andre arter være vanligere), og arten forekommer i nokså høye antall i lavlandet. Nordflaggermus finnes i alle godt undersøkte områder (stasjonære loggere), med lavere antall i fjellet. De mest ekstreme funnene er gjort i områder med mer enn 50 % snødekke (Sogn og Fjordane) og hvor vann og elver er frosne det meste av sommeren (trolig hanner og kanskje ikke-reproduserende hunner). Nordflaggermus er en av få arter som kan være nokså vanlig helt ytterst på kysten og den finnes på mange mellomstore og store øyer i sterkt oseaniske sone.

Skimmelflaggermus er rapportert fra nokså mange lokaliteter, men flere av disse er usikre eller svært usikre. Nordflaggermus kan bruke langt lavere frekvenser enn det man tidligere trodde og mange (kanskje hoveddelen) av de eldre registreringene av

«skimmelflaggermus» dreier seg trolig om nordflaggermus. Nyere undersøkelser med ultralydloggere (BatDist datasettet), har kun påvist det som trolig dreier seg om skimmelflaggermus på indre strøk om sommeren, og arten er med sikkerhet påvist ved Granvin (synsobservasjon). Om høsten er det gjort nokså mange registreringer på flere lokaliteter av stor- eller skimmelflaggermus, med frekvenser fra rundt 20-24 kHz (egne upubliserte data), hovedsakelig i indre og midtre deler av fylket. Skimmelflaggermus er altså slått sammen med storflaggermus fordi de to ofte kan være vanskelig å skille fra hverandre basert på ultralyd. Storflaggermus er påvist i fylket (i Sogn og Fjordane), og funnet er «bekreftet» av eksperter. Vi anser dette funnet som sannsynlig, men påpeker at slike observasjoner må tillegges usikkerhet. Arten er forøvrig funnet i Rogaland (selve dyret) og beskrevet fra Møre og Romsdal (her ansett som sannsynlig funn), og vi har en forventning om at storflaggermus forekommer om sommeren i svært lave antall og kun på gunstige steder på indre strøk av fylket. Slike steder vil være de varmeste områdene på indre fjordstrøk. Om dette er reproduserende individer eller ikke er usikkert og man mangler informasjon om temaet fra Norge.

Myotis-artene vannflaggermus og skjeggflaggermus er påvist mange steder i Vestland fylke, og man kan ikke utelukke at også skogflaggermus kan forekomme i noen arealer på indre strøk. Børsteflaggermus er angitt som mulig eller sannsynlig art (analysert av eksperter), men registreringen kan dreie seg om andre vanligere arter. Dette er basert på nyere kunnskap om hva som er mulig å gjøre gjennom tradisjonell ultralydanalyse. Når det er sagt, Vestland fylke har mange godt egnede områder for arten, særlig i indre og midtre fjordstrøk, og man kan ikke utelukke en forekomst. *Myotis*-artene er ikke høyrisikoarter med tanke på vindkraft.

Dvergflaggermus er vanlig på indre strøk om sommeren, men med lavere tettheter lengst vest. Antallet er høyest ved ferskvann i lavlandet i indre fjordstrøk, og noen steder er den vanligere enn nordflaggermus. Om høsten kan dvergflaggermus gjennomføre forflytninger og påvises regelmessig i kystnære strøk hvor den ellers er fraværende mange steder. Slike bevegelser er påvist feks langs Hardangerfjorden. Langs Sognefjorden ble arten påvist på indre og midtre strøk i forbindelse med datainnsamling til BatDist datasettet, men ikke ytterst på kysten i yngletiden. Datamengden er ikke tilstrekkelig til å konkludere med totalt fravær, men nok til å vite at mengden er svært mye lavere enn på indre strøk av fylket. Lenger sør, ved Bergen og lenger vest, forekommer dvergflaggermus også ute ved kysten i varierende antall (kolonier er påvist). Trollflaggermus er påvist rundt Bergen om sommeren, og arten er påvist flere steder i Rogaland og rundt sørspissen av

landet i yngletiden. Kun hanner er fanget i denne årstiden og det er en forventning om at disse venter på hunner som ankommer i trekktiden. Trollflaggermus blir påvist de fleste steder nært vann/elver hvor stasjonære ultralydloggere for stå aktive gjennom september måned. I noen slike områder er det gjort mange hundrede opptak, men antall individer som står bak disse opptakene kan ikke fastslås. Det foreligger også nokså mange funn fra arealer uten ferskvann. Funn av trollflaggermus er altså gjort i på en rekke lokaliteter fra kyst til innland på Vestlandet, inklusive på øyer ute i havet. Det finnes også funn fra både Sogn og Fjordane og Hordaland om våren (mai), men da spredt og kun enkeltopptak. På indre strøk synes arten altså å følge store vannveier og mange av disse havner trolig til slutt ute ved kysten før de trolig trekker utover åpent hav. Brunlangøre har en nokså god forekomst i fylket og er vanlig nordover til sørlige deler av Møre og Romsdal. Arten kan gjennomføre forflytninger og dukke opp på steder hvor den er fraværende om sommeren.

De to flaggermusartene som er angitt som kritisk truet (CR) på nasjonal rødliste for arter, bredøre (CR) og børsteflaggermus (CR), er påvist langt sør og øst i landet (Vestfold/Telemark og Østfold) og det er ingen forventning om at disse skal forekomme i Vestland fylke. Den førstnevnte kan være utsatt i fm vindkraftprosjekter. Videre har det blitt gjort flere opptak av det som regnes som ubestemt *Pipistrellus* sp., men som ville blitt klassifisert som tusseflaggermus (NA) på grunn av lave frekvenser - hvis man hadde brukt tradisjonell ultralydanalyse. Dvergflaggermus og trollflaggermus bruker også slike frekvenser og slike registreringer dreier seg derfor med all sannsynlighet om en av disse to artene. Vi finner ingen matematiske bevis for at tusseflaggermus forekommer i Vestland fylke, og den blir ikke vurdert i denne rapporten. Det bør nevnes at tusseflaggermus er «påvist» på mange lokaliteter i Sverige og Finland, men de manifesterer seg aldri i fysisk form – kun i ultralydopptak. Det er en stor sannsynlighet for at hoveddelen av slike funn, dreier seg om vanligere arter. I Europa finnes det arter som kan ligne signalene til storflaggermus, skimmelflaggermus og forsåvidt nordflaggermus, men ingen av disse er bevist forekommende i Norge. Dette gjelder feks leislerflaggermus og sørflaggermus (NA). Det finnes fra før mistanke om at de to sistnevnte kan forekomme på Vestlandet, og sørflaggermus er artsbestemt av «eksperter» på ultralydanalyse (ett funn i Møre og Romsdal). Vi har ingen grunn til å anta at det finnes en forekomst av disse artene i Norge basert på nyere metoder for ultralydanalyse og det finnes ingen vitenskapelige bevis for at de finnes her hos oss. Slike «fantomarter» blir ikke omtalt videre.

Det ble ikke funnet eksisterende informasjon fra områder i nærheten av Sløvågen i eksisterende litteratur.

3.2. Sommer

I forbindelse med dette prosjektet, ble det brukt ultralydlogger om sommeren, og her inkluderes perioden fra 15. juli og helt frem til 24. august. Yngletiden regnes her som frem til rundt primo august, og en del data vil derfor være fra etter yngletiden. Denne loggeren vil kunne gi svar på hvilke arter som finnes i området, og modellering har da lavere verdi. Variasjon kan forekomme mellom år, og modelleringen kan bidra med å øke kunnskapen noe med tanke på arealer nært Sløvågen.

3.2.1. Data fra ultralydlogger

Nordflaggermus ble påvist om sommeren, men i svært lave antall. Dette var som forventet med tanke på at loggeren stod utplassert i et industriområde og langt unna ferskvann og naturlig vegetasjon. Totalt ble det gjort bare 49 opptak av denne arten i en periode på 41 dager. I viktige arealer for arten i fylket, slik som i ved ferskvann og elver på indre strøk, vil man normalt gjøre tilsvarende antall opptak i løpet godt under en natt (noen steder på under en time). Gjennomsnitt for antall registreringer av nordflaggermus i BatDist datasettet i områder med 13 °C (lavlandet) og 10 m eller mindre fra ferskvann, er 67 individer pr natt i Vestland fylke. Høyeste antall registreringer av nordflaggermus i løpet av en natt i fylket er 675, og slike høye antall er dessuten fra en periode før ungene kan fly. Dette kan sette mengde opptak fra Gulen Industrihamn i perspektiv.

Dvergflaggermus ble påvist først den 24. august, altså etter yngletiden, og kun tre opptak ble gjort en og samme natt og dato (muligens samme individ). Ubestemte *Myotis* sp. ble registrert kun to netter (1. og 7. august) og med bare to opptak pr natt. Dette er igjen svært lave antall hvis man sammenligner med arealer som vi vet er viktige for disse artene i Vestland fylke. *Myotis* sp er registrert med over 600 opptak i løpet av en natt i fylket og dvergflaggermus med mer enn 400 lydopptak i løpet av en natt. Dette kan igjen gi et perspektiv når man vurderer mengde av de ulike artene ved Gulen Industrihamn.

3.2.2. Modellering

Modeller vektlegges ikke når man har opptak fra lokaliteten, og mangel på prediksjoner fra selve turbinområdet reduserer verdien. Man får likevel et inntrykk av hvilke arealer i studieområdet som forventes å være viktige. Nordflaggermus har områder som kan være av betydning helt opp mot Gulen Industrihamn (se vedlegg III), men turbinens plassering i et industriområde ser ut til å ha en vesentlig negativ effekt på mengde hos denne arten (se kapittel 3.2.1.). Dvergflaggermus forventes å forekomme enkelte steder i

studieområder, og har med høy sannsynlighet noen forekomster nært ferskvann (vedlegg IV). Avstanden mellom den planlagte turbinene og egnede ferskvann er stor (> 1 km), og konflikt med dvergflaggermus vurderes som svært lav i yngletiden. Konklusjonen støttes av data fra ultralydloggere (se kapittel 3.2.1.). Generelt skulle man forvente å finne diversitet (flere arter) nært turbinen om sommeren (vedlegg V), men effekten av habitat (industriområde) ser ut til å vesentlig redusere både antallet arter og mengde flaggermus som bruker arealene nært den planlagte turbinen i yngletiden (se kapittel 3.2.1.). Det finnes en del åpne områder innenfor studieområdet. Diversitet i slike arealer er mindre sannsynlig og modellene kan være noe optimistiske.

3.3. Høst

Forekomsten av nordflaggermus om høsten (2. september – 5. oktober) var ekstremt lav og bare to opptak ble gjort. Dvergflaggermus ble registrert 15 ganger. Det var flere korte intervaller mellom noen opptak av dvergflaggermus, og det er derfor sannsynlig at det dreier seg om færre enn 15 individer. *Myotis* sp. ble påvist 18. september og kun med ett opptak. Trollflaggermus ble påvist med ett opptak 8. september. Gode opptak ble gjort helt frem til og med 1. oktober og det er ikke noe med utstyret som kan forklare slike beskjedne mengder opptak. Antallet individer registrert gjennom en måned om høsten er det laveste vi har påvist noe sted i Norge. September var en nokså våt måned, og dette kan tenkes å ha påvirket utfallet til en viss grad, men det var også flere dager hvor man skulle forvente høy flaggermusaktivitet.

4. Diskusjon

Resultatene fra undersøkelsen ved Gulen Industrihamn passer godt med forventningene enten man vurderer eksisterende datasett eller internasjonale publikasjoner, men flaggermusenes bruk av selve habitatet (industriområde), finnes det ikke kunnskap om fra før. Fordelen med modellering er at man kan dekke store arealer uten ekstra kostnader (timebruk) og vi har gjort dette i denne studien. Å skulle gjøre en lignende studie utelukkende gjennom datainnsamling i felt, ville være vanskelig å gjennomføre uten ubegrensede midler og uten et klart endepunkt for undersøkelsen. Slike resurser har man ikke når denne type utredninger skal gjennomføres. En annen betydelig fordel med modellering er at det har blitt brukt prediktorer som vi vet er av betydning for flaggermusenes fordeling i landskapet. I studieområdet, som dekker store arealer øst for

Gulen Industrihamn, ser vi at ferskvann er viktig for en forekomst av dvergflaggermus. Dette passer svært godt med publiserte studier, som også viser at tettheter av arter som nordflaggermus, dvergflaggermus og *Myotis*-artene, er høyest mindre enn ca 50 m fra ferskvann (Michaelson, 2017, 2016d). For vannflaggermus vil dette habitatet være helt avgjørende, men dette er ikke en art som vektlegges i forbindelse med denne utredningen. Mangel på slike viktige insektproduserende lokaliteter i nærheten av den planlagte turbinen har uten tvil en effekt på både tettheter og arter som ble påvist i yngletiden.

Dessverre har ikke Meteorologisk Institutt svært god oppløsning på sine datasett, og rutene (1 x 1 km) for temperatur/nedbør mangler for området akkurat ved Gulen Industrihamn. Man kan generalisere fra områder rundt, men det er også nødvendig å ta hensyn til at vi snakker om et meget stort industriområde. Bruk av ultralydloggere om sommeren var derfor nødvendig i forbindelse med dette prosjektet – også for yngletiden.

Modellering er ikke uten svakheter, og resultatene fra modellene er prediksjoner. Man kan derfor ikke stole blindt på slike modeller, og det blir heller ikke gjort i denne studien. Fordelen for oss er at vi har faktiske data fra nokså mange lokaliteter i Vestland fylke, og fra klimagradianter i mer enn 400 punkter i Sør-Norge. Modellene kan vurderes opp mot slike eksisterende data. I tillegg kommer vitenskapelige publikasjoner. Velkvalifiserte antagelser fra snart et kvart århundre med studier av flaggermus er også av betydning. Både eksisterende data, litteraturen og egne forventninger om flaggermusfaunaen i områder rundt Gulen Industrihamn, passer godt med modellene, selv om det er en mistanke om at modellene kan være noe optimistisk med tanke på dvergflaggermus og diversitet. Disse forholdene blir vektlagt når vi anser datagrunnlaget for å være godt og er ikke utelukkende basert på hva modellene sier. En annen svakhet i denne studien, i tillegg til mangel på presisjon i klimadata, er selve habitatet. Modellene fokuserer på naturlige habitat, og ikke rent menneskeskapte habitater. Svært beskjeden forekomst av flaggermus om sommeren, som påvist ved hjelp av ultralydlogger, viser at industriområder som dette er lite attraktive for flaggermus. Den planlagte plasseringen av turbinen er nok gunstig sammenlignet med alle andre områder nært Gulen Industrihamn. Vi vet ikke om de flaggermusene som ble påvist fløy langs strandlinjen eller innenfor selve industriområdet. Man kan ikke utelukke at hoveddelen ble påvist langs strandlinjen, og noen ble sikkert trukket mot elementet (bøyen) der detektoren var plassert.

Artene som ble påvist om høsten var ikke uventet. Selve industriområdet er nok lite viktig, men noen arter kan tenkes å forflytte seg langs strandlinjen. Trollflaggermus trekker vanlig på Vestlandet, og mange steder finner man flere individer som passerer i løpet av

høsten. Mange opptak (>100) har vi kun klart å innhente nært ferskvann og elver. Funnet viser imidlertid at arten kan trekke nært den planlagte turbinen, og man kan ikke utelukke at flere trollflaggermus passerte i nærheten over sjø utenfor rekkevidden til ultralydloggeren. Det er kjent at flaggermus kan trekkes mot slike installasjoner hvis de finnes i nærheten. Trollflaggermus er blant artene man må ta hensyn til i forbindelse med vindkraftutredninger og det er en høyrisikoart. Funn av trollflaggermus skal påvirke hvilke anbefalinger som gis med tanke på oppfølging etter at turbinen er på plass.

4.1. Datagrunnlaget

Beskrivelsen av eksisterende kunnskapsnivå avviker en del fra det som presenteres på NVEs nettsted. Det hevdes at vi vet lite om flaggermus i Norge, men det finnes altså en rekke publikasjoner som sier nokså mye om hvordan arter fordeler seg i terrenget og i klimagradienter, særlig mot nord i Sør-Norge (se innledning). Vi har i tillegg et større datasett som sier mye om artenes fordeling i ulike gradienter. Slike data er avgjørende når man skal vurdere omfanget av en studie knyttet til vindkraftplaner, og er av stor betydning når man formulerer forventninger til hva man kan finne i et gitt område. Rapporter fra fylket er også verdifulle, og vi har i tillegg standardiserte datasett fra både sommer og høst (september) på Vestlandet. For betydelige arealer i Sør-Norge kan man ha klare forventninger til hvilke arter som kan dukke opp i yngletiden. Mange steder kan man si, med svært høy sikkerhet, at kun nordflaggermus vil dukke opp i denne delen av året – uten å gjøre feltundersøkelser for å komme frem til en slik konklusjon. Avvik vil forekomme, men de er altså avvik og ikke noe som påvirker en konklusjon knyttet til viktigheten av et areal. Likeledes kan man ha klare forventninger til hvilke arealer som er de viktigste innenfor et større område som en kommune eller et fylke – uten å bygge statistiske modeller eller gjøre faktiske feltundersøkelser. Viktige arealer for flaggermus i Vestland fylke finner man utenfor kyststripen, men unntak finnes (feks trollflaggermus rundt Bergen). Datagrunnlaget ansees altså for å være godt med tanke på sommeren (yngletiden), og ultralydloggere tilsier at industriområdet er lite viktig. Det var ikke forventet å finne arter som stor- og skimmelflaggermus ved Gulen Industrihamn, og disse ble heller ikke påvist ved hjelp av ultralydloggere. De få funnene av trollflaggermus i Vestland fylke om sommeren, er gjort ved ferskvann og kun ved Bergen. Det var ikke forventet å finne denne arten langs strandlinje mot saltvann om sommeren.

For høsten er datagrunnlaget også godt. Funn av trollflaggermus var ikke uventet, og arten dukker opp på de fleste steder hvor detektorer får stå aktive på Vestlandet i

september. Det vi ikke kan si med sikkerhet er hvor mange trollflaggermus som trekker et stykke utenfor strandlinjen, og vi kan heller ikke avgjøre om disse vil trekkes mot en turbin når den er på plass. Vi kan ikke utelukke at dette er et avvik, men vi kan heller ikke se bort i fra at flere trollflaggermus kan dukke opp andre år. Slik variasjon har vi sett langs kysten tidligere, og trolig spiller værforhold både lokalt og lenger øst i Skandinavia en rolle i hvor mange trollflaggermus som ender opp langs Vestlandskysten. September 2023 var en våt måned, og vi utelukker ikke at antallet trollflaggermus som trekker forbi kan være annerledes et år med bedre værforhold. Dette kan selvsagt også bety at trollflaggermus følger andre trekkruiter et stykke unna Gulen Industrihamn. Datagrunnlaget regnes derfor som godt nok til å vurdere om man trenger mer informasjon, eller om forundersøkelser er tilstrekkelig (se kapittel 4.2.).

4.2. Videre oppfølging og avbøtende tiltak

I denne delen av rapporten vurderes dataene opp mot behov for videre undersøkelser og eventuelle avbøtende tiltak. Det finnes som nevnt flere måter å følge opp vindkraftverk etter utbygging, og slik oppfølging anbefales av EUROBATS. Naturmangfoldloven er klar på at man skal vurdere tiltak opp mot effekter på populasjoner. En eventuell oppfølging og/eller avbøtende tiltak, som skal være meningsfulle for det aktuelle prosjektet, må derfor fokusere på populasjoner. Man må derfor også diskutere hvordan dette i teorien skulle gjøres for det aktuelle prosjektet og hvilke informasjon man vil sitte igjen med etter avsluttet prosjekt. NVE har følgende tekst på sine nettsider knyttet til temaet flaggermus og utredninger (hentet ut 15.09.2023);

«Konsekvensutredninger knyttet til konsesjonssøknad om vindkraftutbygging bør avdekke om det lever høyrisikoarter der, om utbyggingsområdet ligger i trekket til langdistansetrekke, avstand til insektproduserende habitater og om det finnes ynglelokaliteter eller dagleier i nærheten».

NVE skriver også om selve planprosessen og undersøkelse av flaggermus;

«Første prioritet er å unngå etablering av vindkraftverk i områder som kan komme i stor konflikt med flaggermus. Dette kan kreve grundige utredninger i forkant».

Videre klargjøres det for prosessen at;

«For å minimere konsekvensene for flaggermus må det først gjøres en vurdering av hvordan utbyggingen kan unngå å berøre viktige funksjonsområder».

Om avbøtende tiltak sier NVE;

«Dersom viktige funksjonsområder ikke kan unngås, må mulige avbøtende tiltak vurderes for både anleggs- og driftsfase, og til slutt muligheten for kompensasjon. Eksempelvis kan det være tider på året som er mer kritiske eller landskapsstrukturer som er særlig viktige».

Det gis også nokså klare anbefalinger til avstand mellom turbiner og viktige arealer (Rodrigues et al., 2008), med følgende tekst på nettsidene til NVE;

«Eurobats har en anbefaling om minimum 200 meter + lengden på turbinbladet som skal være avstanden fra alle viktige habitater for flaggermus, herunder skogkanter, våtmarksområder og vassdrag til turbintårnet på hver enkelt turbin».

EUROBATS har også klare ønsker for hvordan man bør ta hensyn til flaggermus i forbindelse med vindkraftutbygging. Resolusjon 9.4 fra det medlemslandenes 9. møte i oktober 2022 påpeker behov for bedre undersøkelser og sier blant annet at;

«For repowering proposals as well as for entirely new developments, ensure that appropriate impact assessments are undertaken pre- and post-construction, including mortality rate assessments, bearing in mind that pre-construction assessments are not a good predictor for post-construction mortality».

Denne studien i 2023 tilsier at det ikke finnes høyrisikoarter ved Gulen Industrihamn i yngletiden, utover nordflaggermus som har en (svært) beskjeden forekomst. Området er altså ikke viktig for nordflaggermus i denne perioden, men værforhold kan ha påvirket aktivitet noe negativt. Samtidig er de slik at langt flere nordflaggermus registreres i løpet av en natt i det som vi vet er gode områder for arten. Det er ikke grunn til å tro at Gulen Industrihamn er et viktig areal for nordflaggermus. Flere arter dukket opp i små mengder ultimo august. Avstanden fra turbinen til nærmeste viktige insektproduserende areal ansees å være svært mye større enn minsteavstand anbefalt av EUROBATS. Det er ikke

grunnlag for å tro at flaggermus legger sine kolonier i bygninger i dette industriområdet, og dette får støtte fra data samlet inn med ultralydlogger (svært få funn).

Om høsten ble det også påvist svært beskjedne mengder flaggermus vha ultralydlogger, men funnet av trollflaggermus tilsier at arten kan trekke like ved den planlagte turbinen. Datagrunnlaget kan ikke si noe om trekkende trollflaggermus vil kunne komme i konflikt med demonstrasjonsturbinen ved Gulen Industrihamn, og temaet bør følges opp. Det finnes ingen større steinurer som kan tilsi viktige dagoppholdssteder/overvintringsplasser i planområdet, og her er ingen fjellvegger vendt mellom sørøst og sørvest som er aktuelle for spillende skimmelflaggermus. Det er derfor primært trekk hos trollflaggermus som bør få fokus i en etterundersøkelse.

Basert på konklusjonene ovenfor, anbefales det derfor ikke oppfølging av flaggermus gjennom videre registreringer ved vindkraftverket om sommeren. Med svært lave forventninger med tanke på diversitet, mengde/tetthet, tilstedeværelse av ynglesteder og mer, anbefales ingen avbøtende tiltak i denne årstiden. Konklusjonen for høsten må ta hensyn til at trollflaggermus ble påvist. Her er det usikkerhet med tanke på mengde trollflaggermus som kan trekke et stykke utenfor strandlinjen, og det kan forekomme variasjon mellom år. Videre vet vi at flaggermus kan trekkes mot turbiner hvis de passerer i nærheten. Det gis derfor råd om at demonstrasjonsturbinen følges opp med en etterundersøkelse som fokuserer spesifikt på trollflaggermus i trekktiden. En slik studie må ha som mål å undersøke om 1) arealet er en viktig trekkroute for arten og 2) om trollflaggermus trekkes mot turbinen i en slik høyde at de kan påvirkes negativt når turbinen er aktiv. For å fremskaffe slik informasjon må altså turbinen ferdigstilles og kjøre som normalt. Ultralydene til trollflaggermus har relativt kort rekkevidde, rundt 25 m (Barataud, 2015). Det er ønskelig med utplassering av ultralydlogger oppe i turbinen, men mindre enn 25 m fra nedre sveiphøyde, og det bør vurderes utplassering av ytterligere en logger i øvre deler av turbinen. Et slikt prosjekt bør starte ultimo august og gå frem til primo oktober, som dekker hovedtrekktiden til trollflaggermus. Dersom det er mye dårlig vær første år med registreringer, bør undersøkelsen gå over mer enn bare ett år. Behov for avbøtende tiltak kan ikke vurderes før ytterligere data foreligger fra Gulen Industrihamn, og vi kan ikke gi slike råd pr 2023 (se forøvrig diskusjon om nasjonale retningslinjer for flaggermus KU).

Noe av bakgrunnen for konklusjon om å ikke anbefale at man gjennomfører etterundersøkelser om sommeren er at vi anser det som svært usannsynlig at slike studier vil bidra med informasjon som kan konkludere med om populasjoner går tilbake eller ikke

(jf. Naturmangfoldloven). I yngletiden fant vi kun nordflaggermus, og bare noen få *Myotis* sp og dvergflaggermus dukket opp ultimo august. Med tanke på resolusjonen fra EUROBATS, hvor det er et ønske om at også etterundersøkelser gjennomføres, så må man ha som utgangspunkt at slike etterundersøkelser skal være meningsfulle. Selv i områder med høy diversitet, flere risikoarter og høyere tetthet av disse, finner man få døde flaggermus når etterundersøkelser utføres. Hvis man gjennomfører etterundersøkelser ved dette planlagte kraftverket, vil man sannsynligvis finne ingen eller svært få flaggermus med normal innsats (feks søk med hund med noen dagers mellomrom). Slike data vil ikke kunne si noe om populasjoner påvirkes negativt. I denne rapporten har vi derfor som utgangspunkt at ønsket fra EUROBATS om å gjøre etterundersøkelser først og fremst er relevant når det 1) finnes en forventning om at det ligger viktige arealer i nærheten, hvorfra flaggermus kan trekkes mot vindkraftverket, eller 2) vindkraftverket faktisk ligger i et viktig område for flaggermus. Dette er antydnet i anbefalinger fra EUROBATS, hvor det står at man skal ta hensyn til både plassering av kraftverk og forundersøkelser når videre studier planlegges (Rodrigues et al., 2008). For høsten har vi påvist at det kan være en trekkroute for trollflaggermus, og situasjonen er derfor en annen. Vi forventer ikke på noen måte å kunne avgjøre effekter på populasjoner, men vi kan avgjøre om trollflaggermus i det hele tatt vil kunne komme i konflikt med demonstrasjonsturbinen. Det finnes nå nokså mange vindkraftverk i Norge, og flere er under planlegging. Slike trekkende flaggermus kan passere nokså mange turbiner (etterhvert også offshore utenfor kysten av Vestlandet) og vi trenger mer kunnskap om potensielle effekter på trekkende flaggermus. Bruk av søkshund blir altså ikke anbefalt fordi vi ikke forventer at en slik innsats vil gi noen som helst relevant informasjon med tanke på mulige effekter på flaggermus basert på den kunnskapen som vi har pr 2023. Selv i områder lenger sør i Europa, med høyere tettheter og flere arter, blir få flaggermus påvist døde under turbinene. Å gjøre denne typen undersøkelser i et område som må regnes for å være svært fattig med tanke på diversitet og tettheter av flaggermus, og hvor bare én demonstrasjonsturbin skal på plass, anser vi som helt bortkastet.

Nasjonale retningslinjer for hvordan man skal gjennomføre utredninger er et krav fra EUROBATS, men slike retningslinjer er enda ikke klare for Norge. Slike retningslinjer vil trolig ta hensyn til flaggermusenes levevis under norske forhold, og forhåpentligvis variasjon i viktigheten av arealer. Det er behov for å vite når man skal anbefale etterundersøkelser. Vurderingen som vi har gjort her er subjektiv med tanke på etterundersøkelser. Vi har gjort mer enn det som er kravet i utredningsprogrammet fra

NVE, men trollflaggermus ville uansett blitt påvist ved hjelp av ultralydlogger, og bruk av slikt utstyr er et krav i utredningsprogrammet. Uten funn av denne arten, ville det ikke blitt anbefalt etterundersøkelser ved Gulen Industrihamn.

5. Litteratur

- Altringham, J., Kerth, G., 2016. Bats and Roads, in: Voigt, C.C., Kingston, T. (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer International Publishing, Cham, pp. 35–62. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_3
- Arnett, E.B., Baerwald, E.F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodríguez-Durán, A., Rydell, J., Villegas-Patraca, R., Voigt, C.C., 2016. Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective, in: Voigt, C.C., Kingston, T. (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer International Publishing, Cham, pp. 295–323. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25220-9_11
- Artsdatabanken, 2021. Norsk rødliste for arter 2021. Artsdatabanken, Trondheim. <https://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021>.
- Bakkestuen, V., Erikstad, L., Halvorsen, R., 2008. Step-less models for regional environmental variation in Norway. *Journal of Biogeography* 35, 1906–1922.
- Barataud, M., 2015. Acoustic ecology of European bats. Species identification, study of their habitats and foraging behaviour. Biotope - Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.
- Conrad, O., Bechtel, B., Bock, M., Dietrich, H., Fischer, E., Gerlitz, L., Wehberg, J., Wichmann, V., Böhner, J., 2015. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4. *Geoscientific Model Development* 8, 1991–2007. <https://doi.org/10.5194/gmd-8-1991-2015>
- Dietz, C., Kiefer, A., 2016. *Bats of Britain and Europe*. Bloomsbury, London.
- Elmeros, M., Søgaaard, B., 2017. Kvalitetssikring af NOVANA-overvågning af flagermus i 2014, Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur & Institut for Bioscience, Aarhus.
- Fjelldal, M.A., Sørås, R., Stawski, C., 2022. Universality of Torpor Expression in Bats. *Physiological and Biochemical Zoology* 95, 326–339. <https://doi.org/10.1086/720273>
- Fjelldal, M.A., Wright, J., Stawski, C., 2021. Nightly torpor use in response to weather conditions and individual state in an insectivorous bat. *Oecologia* 197, 129–142. <https://doi.org/10.1007/s00442-021-05022-6>
- Frafjord, K., 2021a. The influence of night length: Activity of the northern bat *Eptesicus nilssonii* under conditions of continuous light in midnight sun compared to a southern population. *BMC Zoology* 6, 34. <https://doi.org/10.1186/s40850-021-00099-1>
- Frafjord, K., 2021b. Activity patterns of the soprano pipistrelle *Pipistrellus pygmaeus* throughout the year in southern Norway. *BMC Zoology* 6, 1. <https://doi.org/10.1186/s40850-021-00065-x>
- Frafjord, K., 2013. Climate change reduces the world's northernmost bat population, I: Geyer, G.A. (Ed.), *Bats: Phylogeny and Evolutionary Insights, Conservation Strategies and Role in Disease Transmission*. Nova Science Publishers, New York, pp. 75–87.
- Frafjord, K., 2012a. Influence of night length on home range size in the northern bat *Eptesicus nilssonii*. *Mammalian biology* 78, 205–211.
- Frafjord, K., 2012b. Observations of a merlin (*Falco columbarius*) hunting Northern bats (*Eptesicus nilssonii*) in midnight sun (Northern Norway). *Nyctalus (N.F.) Berlin* 17, 107–111.
- Gerell, R., Gerell Lundberg, K., 2018. Trollpipistrellen expanderar i Norden. *Flora och fauna* 113, 10–17.

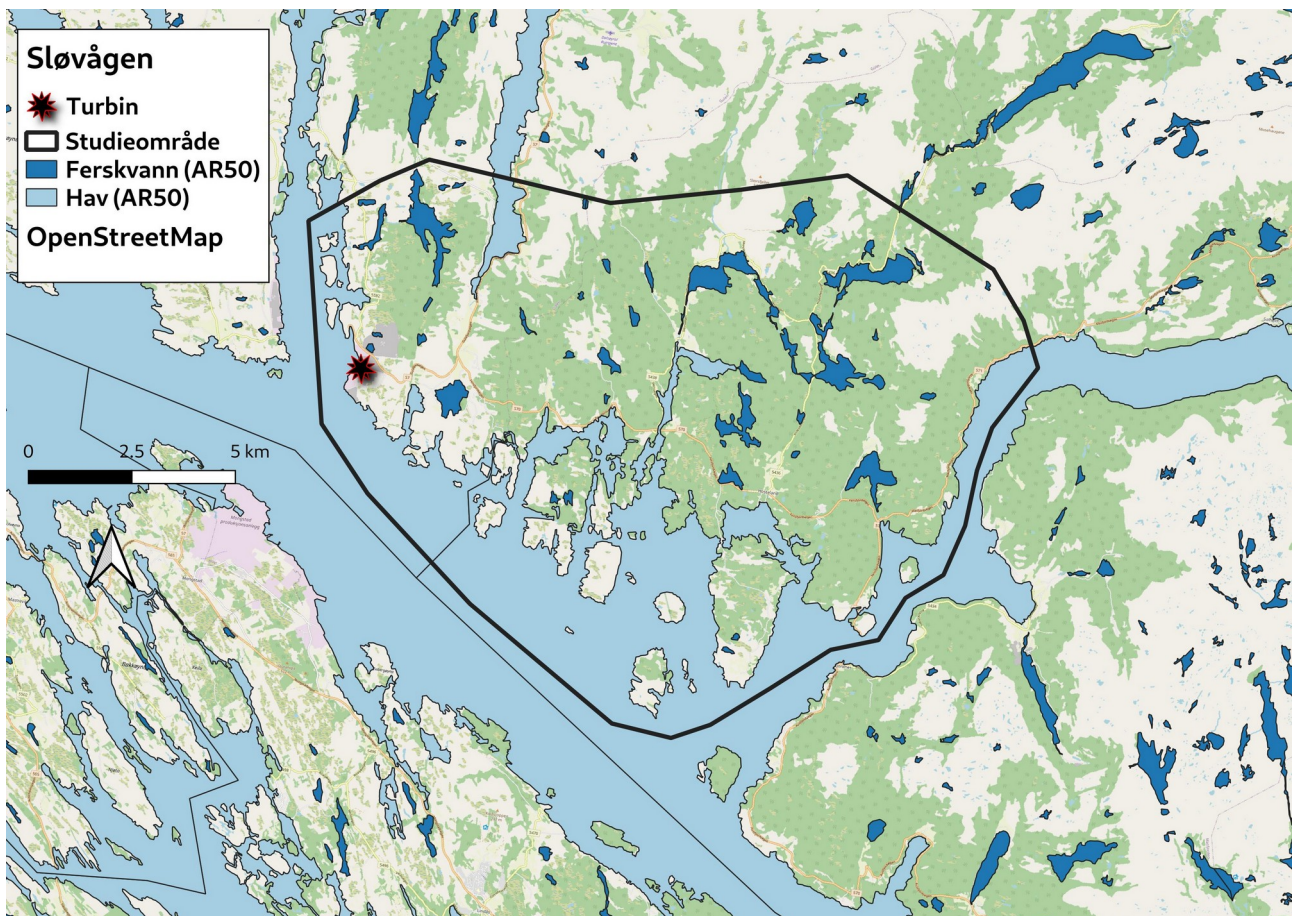
- Gjerde, L., Fuszara, E., 1995. Notes on the distribution of bats (Chiroptera) in Sogn og Fjordane county, Norway. Nordre Øyern biologiske stasjon.
- Grinde, L., Mamen, J., Tajet, H.T.T., Tunheim, K., Aaboe, S., 2023a. Været i Norge. Klimatologisk månedsoversikt august og sommersesongen 2023, MET info. Meteorologisk Institutt, Oslo.
- Grinde, L., Mamen, J., Tunheim, K., Aaboe, S., 2023b. Været i Norge. Klimatologisk månedsoversikt september 2023, MET info. Meteorologisk Institutt, Oslo.
- Isaksen, K., 2005. Kartlegging av flaggermus i Oppland. Rapport 6/2006, Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen.
- Lewis, T., 1969. The Distribution of Flying Insects Near a Low Hedgerow. *Journal of Applied Ecology* 6, 443–452. <https://doi.org/10.2307/2401510>
- Michaelsen, T.C., 2017. Spatial distribution of bats (Chiroptera) in valleys at northern latitudes in Europe. *Folia Zoologica* 66, 196–202.
- Michaelsen, T.C., 2016a. Summer temperature and precipitation govern bat diversity at northern latitudes in Norway. *Mammalia* 80, 1–9.
- Michaelsen, T.C., 2016b. Aspen *Populus tremula* is a key habitat for tree-dwelling bats in boreonemoral and south boreal woodlands in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 31, 477–483.
- Michaelsen, T.C., 2016c. Spatial and temporal distribution of bats (Chiroptera) in bright summer nights. *Animal Biology* 16, 65–80.
- Michaelsen, T.C., 2011. BCI bat houses pay off in Norway. *Bats* 29, 9–11.
- Michaelsen, T.C., 2010. Steep altitudinal gradient can benefit lowland bats. *Folia Zoologica* 59, 202–204.
- Michaelsen, T.C., 2007. First record of the noctule *Nyctalus noctula* in Sogn og Fjordane county, western Norway. *Fauna (Oslo)* 60, 292–293.
- Michaelsen, T.C., Grimstad, K.J., 2008. Rock scree - a new habitat for bats. *Nyctalus (N.F.) Berlin* 13, 122–126.
- Michaelsen, T.C., Jensen, K.H., Högstedt, G., 2018. Does light condition affect the habitat use of soprano pipistrelles *Pipistrellus pygmaeus* at the species northern extreme? *Acta Chiropterologica* 20, 377–385.
- Michaelsen, T.C., Jensen, K.H., Högstedt, G., 2014. Roost site selection in pregnant and lactating soprano pipistrelles (*Pipistrellus pygmaeus* Leach, 1825) at the species northern extreme: the importance of warm and safe roosts. *Acta Chiropterologica* 16, 349–357.
- Michaelsen, T.C., Jensen, K.H., Högstedt, G., 2011. Topography is a limiting distributional factor in the soprano pipistrelle at its latitudinal extreme. *Mammalian biology* 76, 295–301.
- Michaelsen, T.C., Olsen, O., Grimstad, K.J., 2013. Roosts used by bats in late autumn and winter at northern latitudes in Norway. *Folia Zoologica* 62, 297–303.
- Michaelsen, T.C., Rydell, J., Bååth, R., Jensen, K.H., 2022. Uncertainty and ignored information in the analysis of bat ultrasound: Bayesian approximation to the rescue. *Ecological Informatics* 70, 101721.
- Michaelsen, T.C., Syvertsen, P.O., Isaksen, K., Olsen, K.M., Rigstad, K., Starholm, T., van der Kooij, J., Trøen, I., Overvoll, O., Røsberg, T.-A., Olsen, O., 2016. Kartlegging av flaggermus i Hordaland. Kunnskapsstatus 2016. Rapport nr 15, Norsk Zoologisk Forening, Oslo.
- Michaelsen, T.C., van der Kooij, J., 2006. Kartlegging av flaggermus i Sogn og Fjordane. Kunnskapsstatus 2004. Rapport nr 11, Norsk Zoologisk Forening, Oslo.
- Moen, A., 1999. National atlas of Norway: Vegetation. The Norwegian mapping authority, Hønefoss.
- Montauban, C., Mas, M., Tuneu-Corral, C., Wangensteen, O.S., Budinski, I., Martí-Carreras, J., Flaquer, C., Puig-Montserrat, X., López-Baucells, A., 2021. Bat echolocation plasticity in

- allopatry: a call for caution in acoustic identification of *Pipistrellus* sp. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 75, 70. <https://doi.org/10.1007/s00265-021-03002-7>
- Olsen, K.M., 1996. Kunnskapsstatus for flaggermus i Norge. Rapport nr 2, Norsk Zoologisk Forening, Oslo.
- QGIS Development Team, 2018. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.
- Rodrigues, L., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Goodwin, J., Harbusch, C., 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
- Russ, J., 2021. Bat Calls of Britain and Europe: A Guide to Species Identification. Pelagic Publishing, Exeter, UK.
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M.-J., Green, M., Rodrigues, L., Hedensröm, A., 2010. Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica* 12, 261–274.
- Rydell, J., Nyman, S., Eklöf, J., Jones, G., Russo, D., 2017a. Testing the performances of automated identification of bat echolocation calls: A request for prudence. *Ecological Indicators* 78, 416–420. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.023>
- Rydell, J., Ottvall, R., Pettersson, S., Green, M., 2017b. The effects of wind power on birds and bats - an updated synthesis report 2017. Rapport nr 6791, Naturvårdsverket, Stockholm.
- Skiba, R., 2003. Europäische Flädermause. Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung. Die Neue Brehm-Bücherei, Hohenwarsleben.
- Sørås, R., Fjellidal, M.A., Bech, C., Van Der Kooij, J., Eldegard, K., Stawski, C., 2023. High latitude Northern bats (*Eptesicus nilssonii*) reveal adaptations to both high and low ambient temperatures. *Journal of Experimental Biology* jeb.245260. <https://doi.org/10.1242/jeb.245260>
- Sørås, R., Fjellidal, M.A., Bech, C., van der Kooij, J., Skåra, K.H., Eldegard, K., Stawski, C., 2022. State dependence of arousal from torpor in brown long-eared bats (*Plecotus auritus*). *J Comp Physiol B* 192, 815–827. <https://doi.org/10.1007/s00360-022-01451-8>
- van der Kooij, J., 1999. Nordflaggermus *Eptesicus nilssonii* funnet i steinrøys. *Fauna* 52, 208-211.
- Voigt, C.C., Azam, C., Dekker, J., Ferguson, J., Fritze, M., Gazaryan, S., Hölker, F., Jones, G., Leader, N., Lewanzik, D., Limpens, H., Mathews, F., Rydell, J., Schofield, H., Spoelstra, K., Zgama, M., 2018. Guidelines for consideration of bats in lighting projects. UNEP/EUROBATS, Bonn.
- Voigt, C.C., Kingston, T., 2016. Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world. Springer International Publishing, Cham.
- Wildlife Acoustics, 2020. Songmeter SM4 User guide. Wildlife Acoustics, USA.

6. Vedlegg

Vedlegg I: Studieområde

Figuren viser turbinens omtrentlige plassering og studieområdet. For at man skal få et inntrykk av om det finnes viktige arealer for flaggermus i nærheten, relativt til lokaliteten hvor turbinen er planlagt, kan det være greit å se på et større område. I selve undersøkelsen prioriteres data fra ultralydlogger, og slike data blir diskutert opp mot arealer som er forventet å være viktigere for flaggermus i studieområdet generelt.



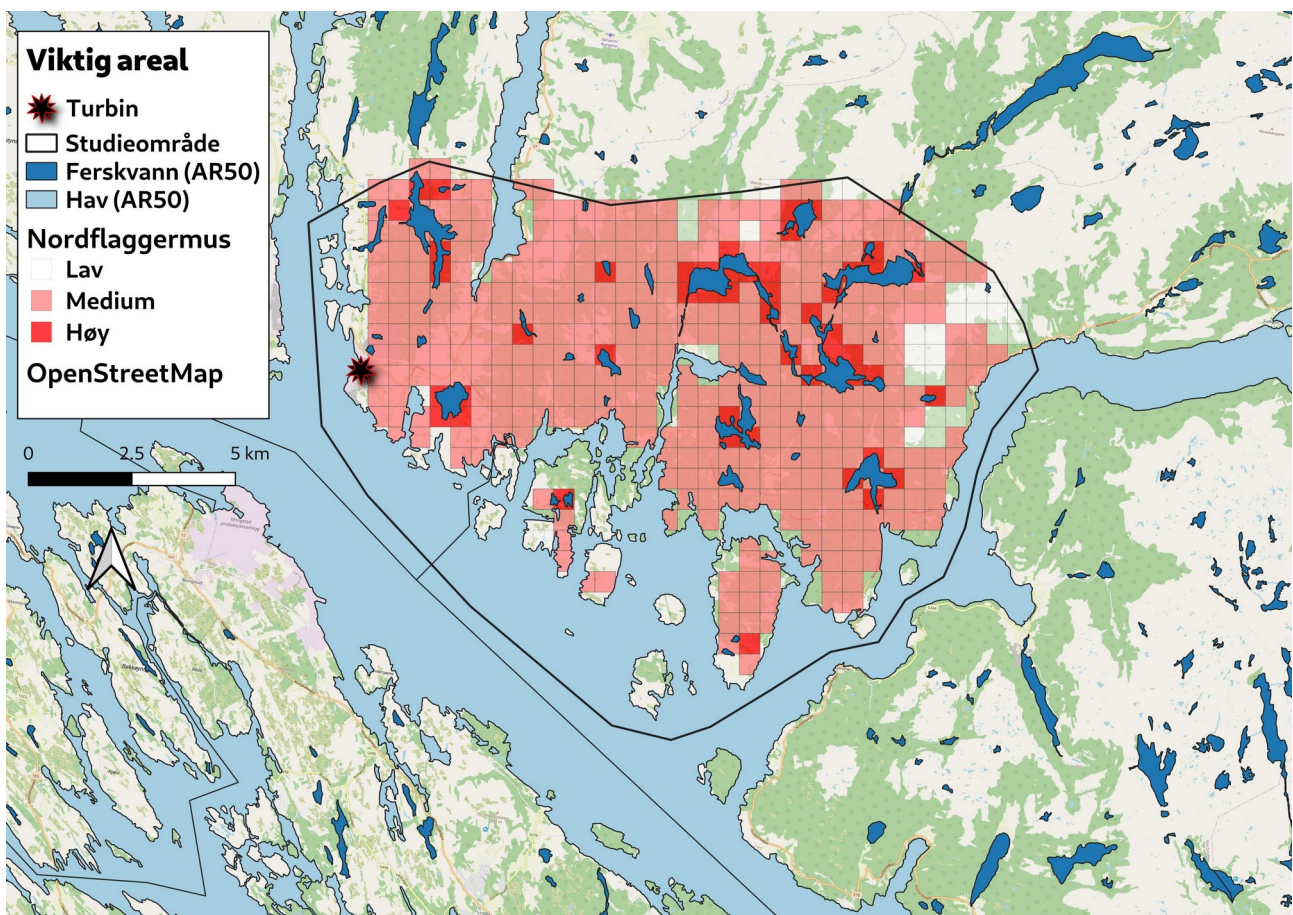
Vedlegg II: BatDist datasettet

Her vises variabler i datasettet som ble brukt til trening av modellen for dvergflaggermus (hentet ut fra R). Dataene som ble anvendt i modellering i denne studien er sentrert, skalert og transformert.

```
> str(scaledTraindata)
'data.frame': 322 obs. of 38 variables:
 $ pid      : int  1 2 3 4 5 6 7 9 10 11 ...
 $ ycoord   : num  NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
 $ xcoord   : num  NA NA NA NA NA NA NA NA NA NA ...
 $ ppyg     : Factor w/ 2 levels "0","1": 1 1 2 2 2 2 1 1 1 1 ...
 $ humans   : num  1.18 1.18 -1.12 -1.12 1.91 ...
 $ growth   : num  1.802 1.802 -0.933 -0.42 0.245 ...
 $ tsep     : num  1.281 1.281 -1.049 -0.467 0.248 ...
 $ taug     : num  0.444 0.444 -0.896 -0.194 0.38 ...
 $ tjul     : num  -0.2129 -0.2129 -0.8414 -0.0872 0.3527 ...
 $ tjun     : num  -0.3153 -0.3153 -0.7744 -0.0655 0.4053 ...
 $ tmay     : num  0.2092 0.2092 -0.8087 -0.0902 0.4487 ...
 $ tapr     : num  1.011 1.011 -1.028 -0.366 0.492 ...
 $ tjan     : num  2.021 2.021 -0.377 -0.286 0.119 ...
 $ toct     : num  1.482 1.482 -0.856 -0.419 0.233 ...
 $ rsep     : num  0.509 0.509 1.586 1.085 1.222 ...
 $ raug     : num  0.158 0.158 1.275 0.691 0.796 ...
 $ rjul     : num  -0.365 -0.365 1.485 0.843 1.081 ...
 $ rjun     : num  0.00193 0.00193 1.66683 0.98421 0.98114 ...
 $ rmay     : num  0.431 0.431 1.629 1.073 1.356 ...
 $ rapr     : num  0.192 0.192 1.666 1.067 1.174 ...
 $ rmar     : num  0.328 0.328 1.754 1.208 1.163 ...
 $ rjan     : num  0.0811 0.0811 1.5921 1.066 1.184 ...
 $ wind     : num  1.386 1.386 -0.512 -0.974 -1.159 ...
 $ waterd   : num  1.8476 1.8835 -0.0764 -1.5426 -1.3809 ...
 $ east     : num  -0.841 -0.841 -0.848 -0.835 -1.169 ...
 $ north    : num  0.7445 0.7459 0.1199 0.1174 0.0151 ...
 $ buildup  : num  1.52 -0.55 -0.55 -0.55 1.84 ...
 $ freshw   : num  -2.02 -2.02 -0.86 -0.411 0.884 ...
 $ saltw    : num  4.229 4.229 -0.236 -0.236 -0.236 ...
 $ agric    : num  0.501 0.465 0.105 0.181 1.062 ...
 $ marsh    : num  -0.588 -0.588 -0.588 -0.588 -0.588 ...
 $ woodl    : num  0.675 0.262 -0.317 1.465 -1.748 ...
 $ open     : num  1.2323 1.2737 1.3899 -0.0577 -0.8654 ...
 $ skyw     : num  0.128 -0.419 -2.089 -1.068 0.491 ...
 $ sunh     : num  0.136 -0.699 -0.699 -0.368 0.817 ...
 $ sunr     : num  0.806 1.524 0.395 0.605 -0.58 ...
 $ suns     : num  1.3401 1.0024 -0.3481 -0.0105 0.6648 ...
 $ insol    : num  0.42 -0.213 -2.027 -1.021 0.638 ...
> |
```

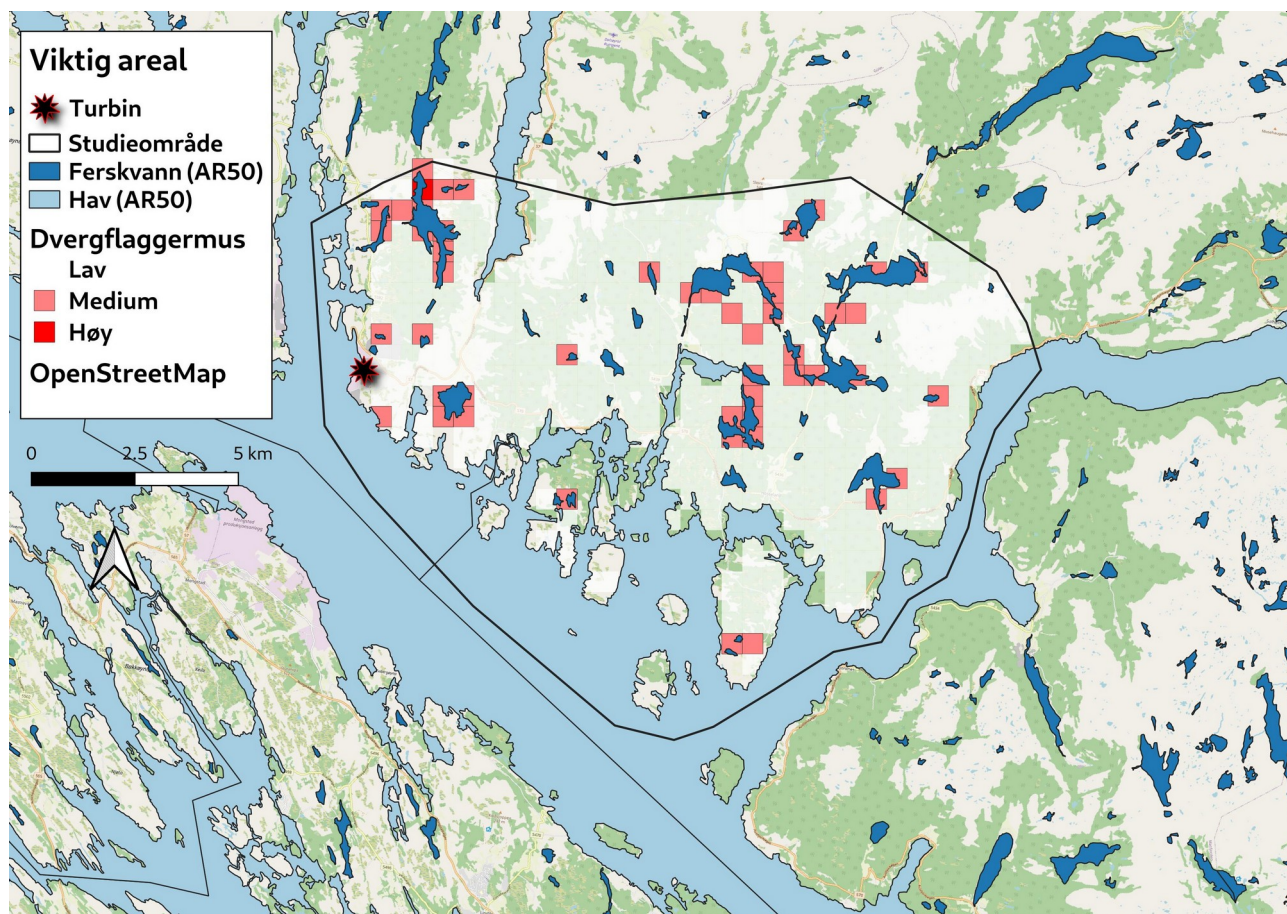

Vedlegg III: Nordflaggermus

Dette vedlegget gir en oversikt over arealer i studieområdet som er forventet å være viktige for nordflaggermus om sommeren basert på modeller (se omtale i hovedteksten). Ferskvann er nok særlig viktig i yngletiden. Hadde arealene ved den planlagte turbinen vært naturlige og ikke i form av et industriområde, skulle man forvente en større forekomst av nordflaggermus. Man kan merke seg at oppløsningen til enkelte datasett gjør at arealene ved den planlagte turbinen ikke har prediksjoner, og data fra ultralydloggere blir prioritert (se resultater).



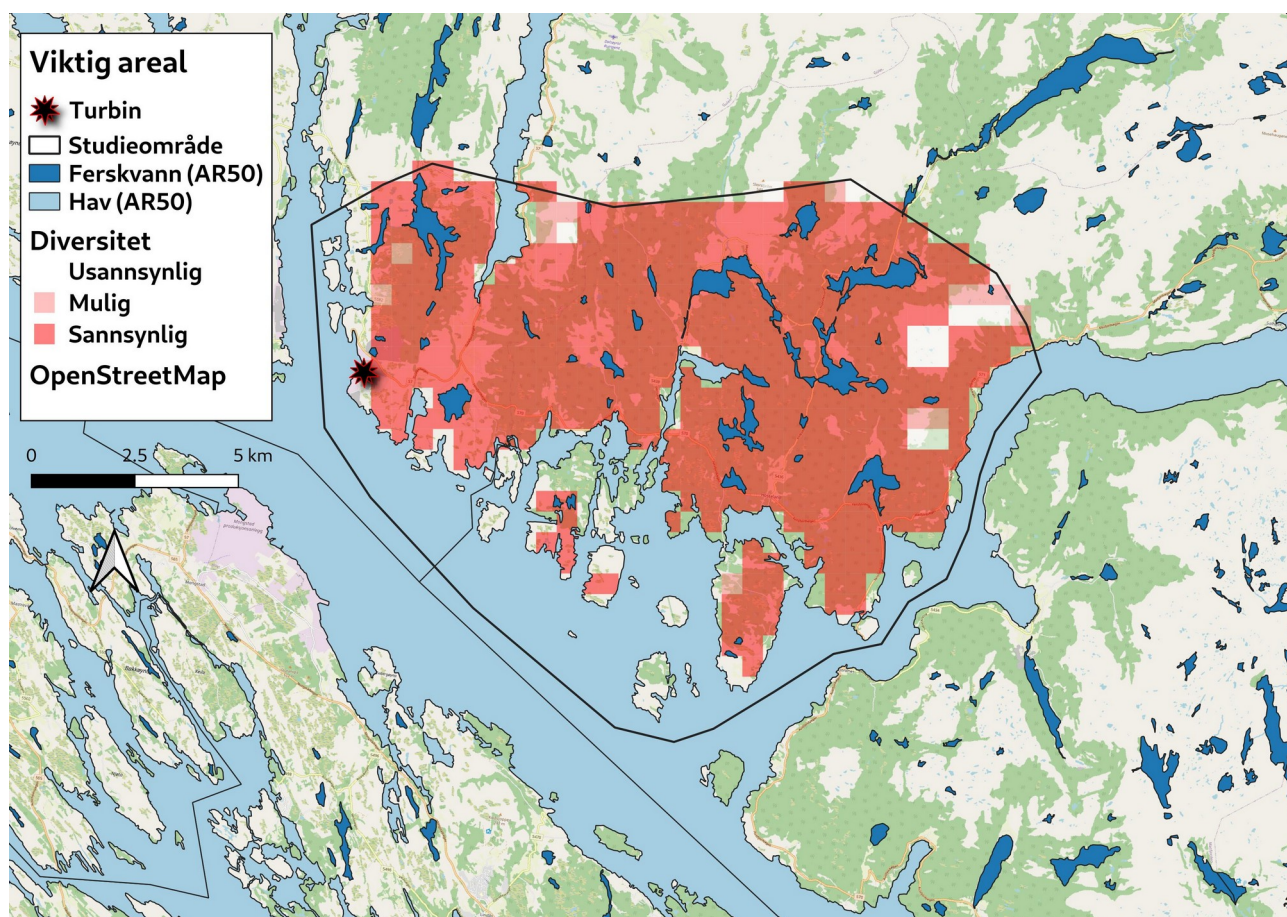
Vedlegg IV: Dvergflaggermus

Vedlegget gir en oversikt over arealer hvor man kan forvente en forekomst av dvergflaggermus i studieområdet om sommeren basert på modeller (se omtale i hovedteksten). Hovedkonklusjonen er at viktige arealer for arten i yngletiden ligger i nærhet til ferskvann, og slike ligger ikke i nærheten av den planlagte turbinen. Det kan være at modellene er noe optimistiske med tanke på denne arten (egen vurdering). Data fra ultralydloggere viser at dvergflaggermus kun unntaksvis dukker opp i industriområdet utpå sensommeren (etter yngletiden) og dette er helt som forventet (avstanden til gode ferskvannslokaliteter er > 1 km). Man kan merke seg at oppløsningen til enkelte datasett gjør at arealene ved den planlagte turbinen ikke har prediksjoner, og data fra ultralydloggere blir prioritert (se resultater).



Vedlegg V: Arealer med diversitet

Dette vedlegget gir en oversikt over arealer hvor man kan forvente forekomst av to eller flere flaggermusarter i studieområdet om sommeren basert på modeller (se omtale i hovedteksten). Normalt vil dette være nordflaggermus og i tillegg én eller flere av artene dvergflaggermus, vannflaggermus eller skjeggflaggermus. Slike forekomster forventes imidlertid kun der hvor det finnes egnede habitater og industriområder er lite egnede habitater (se resultater fra ultralydloggere). Det finnes større arealer uten skog innenfor arealer hvor det er predikert diversitet. Prediksjonene er derfor noe optimistiske. Basert på eksisterende kunnskap, forventes ikke andre rødlistearter enn nordflaggermus innenfor studieområdet om sommeren. Man kan merke seg at oppløsningen til enkelte datasett gjør at arealene ved den planlagte turbinen ikke har prediksjoner, og data fra ultralydloggere blir prioritert (se resultater).



Vedlegg VI. Modellprestasjoner

A) Nordflaggermus

Disse modellene ble kjørt på PCA-data og de ti modellene hadde en AUC fra 0.85-0.94. Korrekt klassifisering lå fra 0.78 til 0.91, og en avstemming mellom modellene ble brukt til å predikere utbredelse. Alle modellene var balanserte.

B) Dvergflaggermus

Modellene ble kjørt på transformerte data, uten PCA/datareduksjon. De fem modellen hadde en AUC mellom 0.84-0.93, og korrekt klassifisering fra 0.77 til 0.87. Modellene var forventet å være noe bedre til å klassifisere områder uten dvergflaggermus enn med dvergflaggermus.

C) Diversitet

Modellene ble kjørt på transformerte data, uten PCA/datareduksjon. De fem modellen hadde en AUC mellom 0.84-0.88. Korrekt klassifisering var 0.78 til 0.81, med forventet noe bedre klassifisering av områder med diversitet.

Vedlegg VII. Arter og latinsk navn

Nordflaggermus *Eptesicus nilssonii*
Sørflaggermus *Eptesicus serotinus*
Dvergflaggermus *Pipistrellus pygmaeus*
Tusseflaggermus *Pipistrellus pipistrellus*
Trollflaggermus *Pipistrellus nathusii*
Vannflaggermus *Myotis daubentonii*
Skjeggflaggermus *Myotis mystacinus*
Børsteflaggermus *Myotis nattereri*
Skogflaggermus *Myotis brandtii*
Skimmelflaggermus *Vespertilio murinus*
Storflaggermus *Nyctalus noctula*
Leislerflaggermus *Nyctalus leisleri*
Brunlangøre *Barbastella barbastellus*