



**Pilot voor nieuwe
onderzoeksmethode naar gebruik
waterwegen vleermuizen in
Noord-Holland.**

**Schillemans, M.J., Koelman, R.,
Jansen, E.A. en H.J.G.A. Limpens**

**Een onderzoek specifiek voor de
meervleermuis**

2014.023

Rapport van het Bureau van de Zoogdierverseniging

In opdracht van de Provincie Noord-Holland



Onderzoek naar nieuwe onderzoeksmethode gebruik waterwegen

Rapport nr.: 2014.023

Datum uitgave: Maart 2016 (Definitieve versie)

Auteur: Marcel Schillemans, Rob Koelman, Eric Jansen & Herman Limpens

Determinatie opnames: Eric Jansen

Kwaliteitscontrole: Herman Limpens

Projectleider: Marcel Schillemans

Productie: **Steunstichting VZZ, in rapport vermeld als Bureau van de Zoogdiervereniging**
Bezoekadres: Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
Postadres: Postbus 6531
6503 GA Nijmegen
Tel.: 024 7410500
secretariaat@zoogdiervereniging.nl
www.zoogdiervereniging.nl

Gegevens opdrachtgever: Provincie Noord-Holland
Houtplein 33
2012 De Haarlem

Contactpersoon opdrachtgever: Mevr. Reijntjes-Timmermans
BU/INFRA

Dit rapport kan geciteerd worden als:

Schillemans, M.J., R. Koelman, E.A. Jansen & H.J.G.A. Limpens, 2015. Pilot voor nieuwe onderzoeksmethode voor gebruik waterwegen door vleermuizen in Noord-Holland. 2014.023. Bureau van de Zoogdiervereniging, Nijmegen.

Samenvatting

Watergangen in Noord-Holland zijn belangrijk foerageergebied voor meervleermuizen en worden veel gebruikt als vliegroute. Meervleermuizen zijn strikt beschermd vogels de flora- en faunawet en zijn opgenomen in de habitatrictlijn (bijlage II).

De populatietrend voor meervleermuizen wordt in Nederland bepaald aan de hand van wintertellingen. Voor de trend van de zomerpopulatie en/of de trend in aangewezen Natura-2000 gebieden is momenteel geen monitoringsprotocol of -methode voorhanden. Een mogelijke monitoringsmethode is het bepalen van (populatie)trends aan de hand van over water passerende meervleermuizen. Daarnaast is al eerder om de risico's tijdens werkzaamheden nog beter te bepalen is in 2013 de Pilot 'Vleermuizen in Kaart' gestart, waarin op basis van bestaande gegevens de belangrijkheid van een watergang voor meervleermuizen wordt bepaald. De resultaten daarvan dienden nog geverifieert te worden door actuele data, zoals het aantal passerende meervleermuizen bij bruggen.

Om te onderzoeken of het aantal meervleermuizen op vliegroute eenvoudig te bepalen is, zijn automatisch batdetectoren (Batloggers) aan bruggen gehangen. Gedurende de kraamtijd en na de kraamtijd hebben de Batloggers 2 nachten bij vier bruggen de echolocatie van passerende vleermuizen opgenomen. Met behulp van de patronen in de amplitudo van de echolocatie pulsen van de meervleermuizen is de richting bepaald in welke richting de dieren vlogen. De resultaten van de tellingen door middel van de Batloggers zijn vergeleken met tellingen door waarnemers gedurende 2x1 nacht bij dezelfde bruggen.

Uit de resultaten blijkt dat bij vliegroutes waar meervleermuizen vrijwel niet foerageren (zgn. 'zuivere' vliegroutes), de tellingen van beide methoden goed overeenkomen. Bij de overige vliegroutes dienden de resultaten van de tellingen met de Batloggers nader geanalyseerd te worden om tot een aantalsbepaling te kunnen komen. Deze komt in grote lijnen overeen met die van de waarnemers. Opvallend is dat na de kraamtijd het aantal opnames ongeacht of uit de opnames een vliegrichting is af te leiden, goed overeenkomt met de tellingen van de waarnemers, terwijl in de kraamtijd juist het aantal opnames waarin een vliegrichting is af te leiden, goed overeenkomen.

Geconcludeerd wordt dat de methode veelbelovend lijkt als monitoringsmethode maar nog wel verder ontwikkeld moet worden en dat een grootschaliger opzet noodzakelijk is om harde conclusies te kunnen trekken. Door meer nachten achter elkaar te meten in de twee gebruikte perioden, bij meer bruggen zal de variabiliteit inzichtelijker worden. Dan kan de methode ook worden vergeleken met andere mogelijke monitoringsmethoden, zoals kolonietellingen.

De resultaten ondersteunen de inschattingen in het kader van 'Vleermuizen in Kaart' en zijn ook zeer bruikbaar voor het toetsen in het kader van de flora- en faunawet en Natuurbeschermingswet. Door het gebruik van de automatische batdetectoren wordt het gebruik van waterwegen bij bruggen zeer inzichtelijk gemaakt. Ook laten de resultaten zien het gebruik van de methode kan leiden tot het (her)ontdekken van verblijfplaatsen van meervleermuizen. Wanneer een (deel van) de verwerking van de data geautomatiseerd wordt is de methode zeker kosten effectief toe te passen.

Dankwoord

Het onderzoek was niet mogelijk geweest zonder de inzet van Carola van den Tempel, Bernard van Duijnen, Frits Kramer, Rob Koelman en Wesley Overman tijdens het veldwerk. Anne-Jifke Haarsma heeft het rapport doorgenomen en heeft met de nodige meervleermuis-kennis en informatie over 'Vleermuizen in Kaart' bijgedragen aan het onderzoek. Nico Jonker van de provincie Noord-Holland heeft als ecooloog mede de mogelijkheid geschapen om dit onderzoek uit te kunnen voeren!

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	11
1.1	Relatie met pilot 'vleermuizen in kaart'	13
1.2	Centrale vraagstellingen	14
2	Ecologie van meervleermuizen	15
3	Onderzoeksgebied	17
4	Materiaal en methoden	19
4.1	Onderzoek naar vliegroutes.....	19
4.1.1	Standaard methode.....	19
4.1.2	Innovatieve methode.....	19
4.2	Vorbereiding.....	26
4.3	Validatie methode 'Vleermuizen in Kaart'	29
5	Resultaten	30
5.1	Resultaten tellingen.....	30
5.1.1	Werking Batloggers	30
5.1.2	Vergelijking tellingen door waarnemers en met Batlogger	36
5.1.3	Bepaling aantal individuele dieren	39
5.2	Validatie voor 'Vleermuizen in Kaart'	41
6	Discussie en conclusies	44
6.1	Kunnen vliegroutes worden gekwalificeerd en gekwantificeerd met Batloggeropnames?.....	44
6.1.1	Vergelijking posten en automatische batdetector	45
6.1.2	Aantallen passerende vleermuizen	47
6.2	Betrouwbaarheid van de gegevens	49
6.3	Kosteneffectiviteit	50
6.4	Geschiktheid voor monitoring	51
6.5	Validatie voor 'Vleermuizen in Kaart'	52
7	Aanbevelingen	53
8	Literatuurlijst	56
8.1	Literatuur-referenties	56
8.2	Lijst met figuren en tabellen.....	58

1 Inleiding

De provincie Noord-Holland beheert 600 kilometer wegen en 200 kilometer vaarwegen. Onderhoud aan bruggen vormt een belangrijk onderdeel en wordt bij voorkeur 's nachts gedaan om verkeershinder te verminderen. Verlichting en obstructie van de vaarwegen zijn daarbij onvermijdelijk.

De waterwegen in Noord-Holland zijn belangrijke vliegroutes en foerageergebieden voor water- en meervleermuizen (Haarsma, 2011ab). Beide soorten zijn zeer gevoelig voor verlichting en obstructies in de waterwegen. Daarnaast kunnen bruggen zelf dienen als verblijfplaats voor vleermuizen. Onder bepaalde weersomstandigheden wordt er ook veel gejaagd bij bruggen.

Alle vleermuissoorten zijn strikt beschermd via de Flora- en faunawet en via de Habitatrichtlijn. Voor de meervleermuis geldt dat Natura 2000-gebieden zijn aangewezen voor deze soort. Het optreden van een negatieve effect op de vleermuizen of hun leefgebied (en de directe omgeving) leidt daarom tot een overtreding van de Flora- en faunawet en is bovendien vergunningplichtig voor de Natuurbeschermingswet 1998.

Voor werkzaamheden aan de natte infrastructuur hanteert de provincie een eigen 'gedragscode' met bijbehorend protocol (Haarsma, 2010). Onderdeel daarvan is het in kaart brengen van het gebruik van bruggen door vleermuizen en het voorschrijven van maatregelen als verstoring op kan treden.

In de provincie Noord-Holland zijn Natura 2000-gebieden aangewezen als foerageergebied voor meervleermuizen (Wormer- & Jisperveld, Kalverpolder, Polder Westzaan, Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske). Voor deze gebieden geldt een instandhoudingsdoelstelling voor behoud omvang en kwaliteit leefgebied. Het halen van deze doelstelling is mede afhankelijk van zomerverblijven buiten het gebied (Atlas van de Natura 2000 gebieden in Noord-Holland, 2013) en daarmee ook van de verbindingen tussen (zomer)verblijven en de Natura 2000-gebieden (als foerageergebieden). Waterwegen spelen een belangrijke rol als verbinding tussen verblijven en foerageergebieden (Haarsma, 2011ab). De provincie Noord-Holland is (mede)verantwoordelijk voor het behalen en behouden van de instandhoudingsdoelstellingen.

Ook voor Natura 2000-gebieden buiten de provincie Noord-Holland zijn de waterwegen van belang als verbinding. Dieren migreren van het zomerleefgebied naar winterleefgebied (zoals de bunkers in de Zuid-Hollandse duinen en groeves in Zuid-Limburg). Wanneer verbindingen tussen zomer- en winterleefgebieden minder optimaal worden kan dit effecten hebben op het wintergebruik van de winterleefgebieden en daarmee die instandhoudingsdoelstellingen schaden. Voor zowel de vergunningverlening als de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden is het daarom van belang dat de populatie omvang van de

meervleermuis wordt gemonitord. Naast de verantwoordelijkheid van de provincie Noord-Holland heeft Nederland een verantwoordelijkheid voor een goede instandhouding van de meervleermuis. Nederland is een zwaartepunt in het verspreidingsgebied van de meervleermuis. Monitoring van de landelijke populatie en trend daarin van de meervleermuis gebeurt via het NEM Vleermuiswintertellingen, waarmee –een groot deel- van de winterpopulatie van de meervleermuis wordt gemonitord. De zomerpopulatie van de meervleermuis wordt niet landelijk gemonitord in het kader van NEM.

In 2015 gaat de provincie aan vier bruggen groot onderhoud plegen (zie figuur 1 en 2 en tabel 1) die hoogstwaarschijnlijk in het leefgebied van vleermuizen liggen. Hiervoor diende onderzoek aan de bruggen te worden verricht teneinde effecten in het kader van de Flora- en faunawet en Natuurbeschermingswet 1998 te kunnen beoordelen.

Onderzoek naar het gebruik van waterwegen behoort te worden uitgevoerd conform het vleermuisprotocol (Vleermuisvakberaad, 2013¹). Dit is de anno 2014/2015 geaccepteerde minimale inspanning waarmee in de context van de FFwet, kan worden aangetoond of redelijkerwijze worden uitgesloten, of een watergang gebruikt wordt door vleermuizen en/of een brug functioneert als verblijfplaats. Een dergelijk onderzoek geeft echter geen inzicht in de tijdstippen waarop de watergang wordt gebruikt en om welke aantallen het dan gaat. Om de negatieve effecten van werkzaamheden voor vleermuizen te vermijden wordt meestal voorgeschreven om te werken in perioden dat de vleermuizen niet actief zijn. Dus overdag (als het geen verblijfplaats betreft) of buiten de nachtelijke uren dat de vleermuizen gebruik maken van de waterwegen. Ook kunnen de werkzaamheden buiten de actieve periode van het jaar worden uitgevoerd, zoals het winterseizoen.

Tevens dienen de werkzaamheden te worden afgestemd op het eventuele gebruik van de brug zelf als verblijfplaats of vliegroute dwars over het water heen voor andere soorten dan water- of meervleermuis.

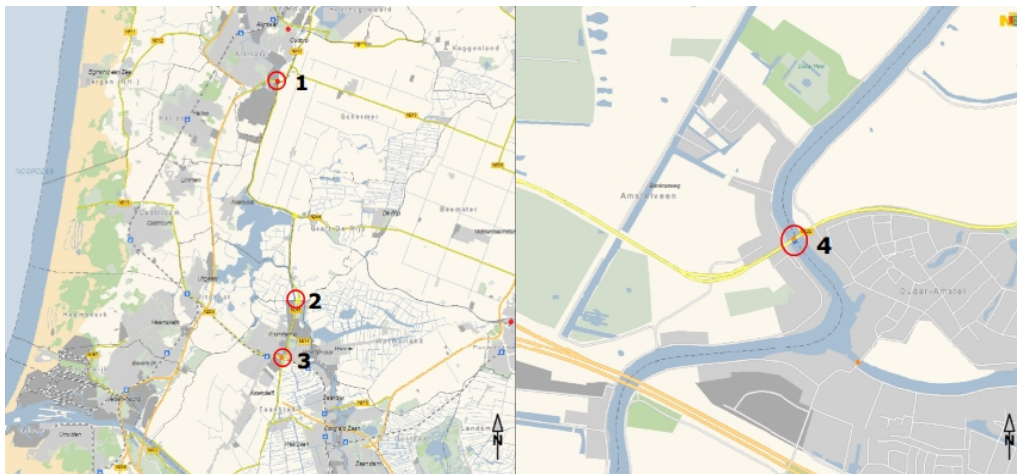
Onderzoek naar de functie van de bruggen en watergangen voor vleermuizen gebeurt door specialisten met batdetectoren. Dit is tijdrovend, 's nachts en dus kostbaar, immers er dienen één of meerdere mensen gedurende de gehele nacht te posten.

De Provincie Noord-Holland heeft het Bureau van de Zoogdiervereniging gevraagd onderzoek te verrichten naar het gebruik van de genoemde vier bruggen en de waterwegen door vleermuizen. Omdat onderhoud aan kunstwerken in de vaarwegen regelmatig terugkeert is de provincie geïnteresseerd in de ontwikkeling van een kosteneffectieve onderzoeksmethode

¹ Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdiervereniging en Gegevensautoriteit Natuur, Vleermuisprotocol 2013, 27 maart 2013

die mogelijk ook van toepassing kan zijn als monitoringsmethode. Het huidige rapport is de verslaglegging van de ontwikkeling van een dergelijke alternatieve onderzoeksmethode voor met name de meervleermuis. De meervleermuis is gekozen omdat deze én lichtgevoelig is en daardoor snel negatieve effecten ondervindt van werkzaamheden, een soort is van bijlage II van de Habitatrichtlijn (waarvoor Natura2000-gebieden zijn aangewezen) en er nog geen betrouwbaar meetnet is gerealiseerd voor monitoring op basis van zomeractiviteit.

Resultaten naar de eventuele effecten in het kader van de Flora- en faunawet en Natuurbeschermingswet 1998 van de werkzaamheden zijn per brug gerapporteerd (Schillemans en Koelman, 2014abcd).



Figuur 1: De vier onderzoekslocaties (bruggen)

Tabel 1: Kenmerken van de bruggen

Brugnummer	Wegnummer	naam
1	N242 bij Alkmaar	Leeghwaterbrug
2	N246 bij Westknollendam	Beatrixbrug
3	N203 bij Krommenie	Krommeniebrug
4	N522	Ouderkerk aan de Amstel

1.1 Relatie met pilot 'vleermuizen in kaart'

In 2009 is, vooruitlopend op de implementatie van de gedragscode Flora en Faunawet, een protocol voor het werken aan natte infrastructuur opgesteld (Haarsma, 2010). Om de risico's tijdens werkzaamheden nog beter te bepalen is in 2013 de Pilot 'Vleermuizen in Kaart' gestart. Concept verslaglegging daarvan

is gegeven in Haarsma, 2014. De in Vleermuizen in Kaart beschreven methode om functies van bruggen en waterwegen voor vleermuizen te bepalen, berust op expert judgement van een aantal kenmerken bij en van bruggen en waterwegen. In het rapport wordt geadviseerd om de methode te valideren (Haarsma, 2014). Met het huidige onderzoek is deel van deze noodzakelijke validatie gerealiseerd.

1.2 Centrale vraagstellingen

Het onderzoek spitst zich toe op de vraag of met automatische batdetectoren het aantal meervleermuizen dat een brug passeert betrouwbaar te bepalen is. Daaraan gekoppeld is de vraag of dit een kosteneffectieve methode is.

De volgende vragen zijn onderzocht:

- 1) is het aantal meervleermuizen, dat onder (of over) een brug door vliegt automatisch te tellen?
 - 1a) is er een verschil in resultaten tussen tellen met waarnemers in het veld conform vleermuisprotocol en automatisch tellen?
 - 1b) hoeveel dieren passeren de bruggen gedurende de hele nacht?
- 2) hoe betrouwbaar zijn de automatisch gegenereerde gegevens?
- 3) is de methode kosteneffectief?
- 4) kan een dergelijke methode worden ingezet voor automatische monitoring op regionale en mogelijk landelijke schaal?
- 5) zijn de gegevens in lijn met 'Vleermuis in Kaart'?

2 Ecologie van meervleermuizen

Voor een uitgebreidere beschrijving van de ecologie van de meervleermuis wordt verwezen naar Haarsma, 2011ab, Limpens et al. 1997, Limpens et al. 2000, Limpens & Schulte 2000, Limpens 2001ab, alsmede de referenties daarin. In het huidige rapport wordt volstaan met een korte beschrijving waarbij de nadruk ligt op de vliegroutes.

Meervleermuizen bewonen in Nederland voornamelijk bebouwing. In de zomer vormen groepen van vrouwelijke dieren zogenaamde kraamgroepen die voornamelijk gevonden worden in spouwmuren van huizen en op zolders van bijvoorbeeld kerken, van ongeveer 15 april tot 15 juli). Gemiddeld zijn de kraamgroepen zo'n 165 dieren groot. Mannetjes verblijven in separate groepen, gemiddeld tot zo'n 10 dieren. Na de geboorte van de jongen vallen de vrouwtjes groepen uiteen in kleinere groepjes. Mannetjes lijken zich dan vooral op te houden in verblijven die langs migratieroutes liggen waar de vrouwtjes in het najaar langs trekken op weg van de zomerverblijven naar de winterverblijven. Dit is de periode van 15 juli tot ongeveer 15 oktober. De winterverblijven bevinden zich vooral in de duinen (bunkers aan de kust) en mergelgroeves (Limburg) en op de Veluwe.

Meervleermuizen gebruiken min of meer vaste routes gedurende de nacht en het seizoen om van verblijfplaats naar foerageergebied te komen (vliegroutes) en om van zomer- naar winterverblijf te komen (migratieroutes). Bekend is dat meervleermuizen lichtintolerant of –gevoelig zijn. Op vliegroutes vermijden zij verlichtte delen (Kuiper et al. 2008, Limpens et al., 2011).

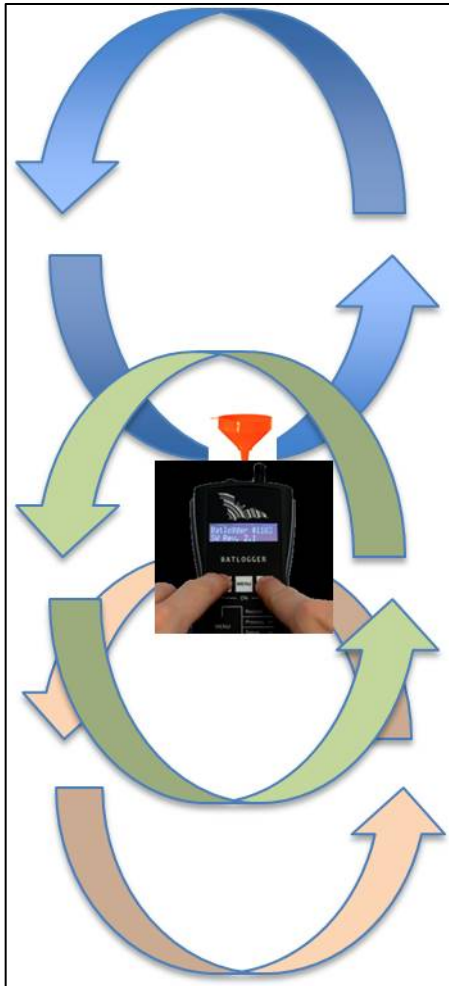
Op basis van het 'gedrag' van de meervleermuizen op vliegroutes kunnen drie typen vliegroutes worden onderscheiden:

1) van a naar b, waarbij onderweg nauwelijks wordt gefoerageerd. In het huidige rapport wordt dit type vliegroute een 'zuivere' vliegroute genoemd. Hoewel vleermuizen en dus ook meervleermuizen altijd prooi zullen eten wanneer zij dat onderweg tegenkomen, worden vleermuizen op zuivere vliegroute vaak aangetroffen net na het verlaten van de verblijfplaatsen op weg naar de foerageergebieden. De zuivere vliegroute is vergelijkbaar met de klassieke vliegroutes zoals deze vaak worden benoemd in allerlei onderzoeken.

2) van a naar b waarbij onderweg ook (soms in langgerekte cirkels) wordt gefoerageerd. In het huidige rapport wordt dit de 'foerageervliegroute' genoemd. Bij meervleermuizen is dit een bekend gedrag (Limpens et al., 1997). Schematisch is dat in figuur 2 weergegeven.

3) niet zozeer van a naar b maar meer van a naar b naar a en/of c etc., waarbij onderweg veelvuldig wordt gefoerageerd. In het huidige rapport wordt dit de 'foerageerroute' genoemd. Bij meervleermuizen bestaat het foerageergedrag op groot open water uit het vliegen van grote rondes, lussen of cirkels over het wateroppervlak waarbij op grote delen van één ronde wordt gefoerageerd. Er zijn veel feeding buzzes te horen. De ruimte tussen de passages van één enkel dier kan tot enkele minuten oplopen.

Het lijkt voor de hand te liggen dat zuivere vliegroutes met name nabij verblijfplaatsen voor komen, daar waar dieren 'zo snel mogelijk' naar de foerageergebieden vliegen. Dichter bij de foerageergebieden aan gekomen zullen dieren meer en meer gaan foerageren.



Het onderscheid tussen vooral een foerageervliegroute en foerageerroute is in het veld niet eenvoudig te maken.

Meervleermuizen – zoals vele andere soorten - gebruiken vaak lijnvormige landschapselementen als vlieg- of migratieroute. Naast een belangrijk middel voor oriëntatie in het landschap vormen deze elementen ook een belangrijke voedselbron. Elementen zijn bijvoorbeeld bomenrijen, bosranden, verhoogde dijktafsluitingen, sloten, rivieren, vaarten en kanalen. Deze routes zijn min of meer vaste routes voor meervleermuizen waarbij de dieren laag boven het water vliegen. (Limpens et al., 1997, Haarsma, 2011a). Meervleermuizen worden als conservatief beschouwd qua vliegroutes: zij zijn erg trouw aan de routes (Haarsma, 2011a). Bij kleinere wateroppervlakten kunnen de dieren ook – veel - hoger jagen. Dieren jagen ook boven land.

De afstand tussen verblijf en verste punt in de foerageergebieden kan tot ruim 15-25 kilometer oplopen (Limpens et al. 1997, Haarsma en Tuitert, 2009) maar voor het merendeel van de dieren geldt een actieradius van 10 kilometer (Haarsma, 2011a).

Figuur 2: Schematische voorstelling van een foerageervliegroute. Te zien is hoe een dier in cirkels vliegend de microfoon passeert.

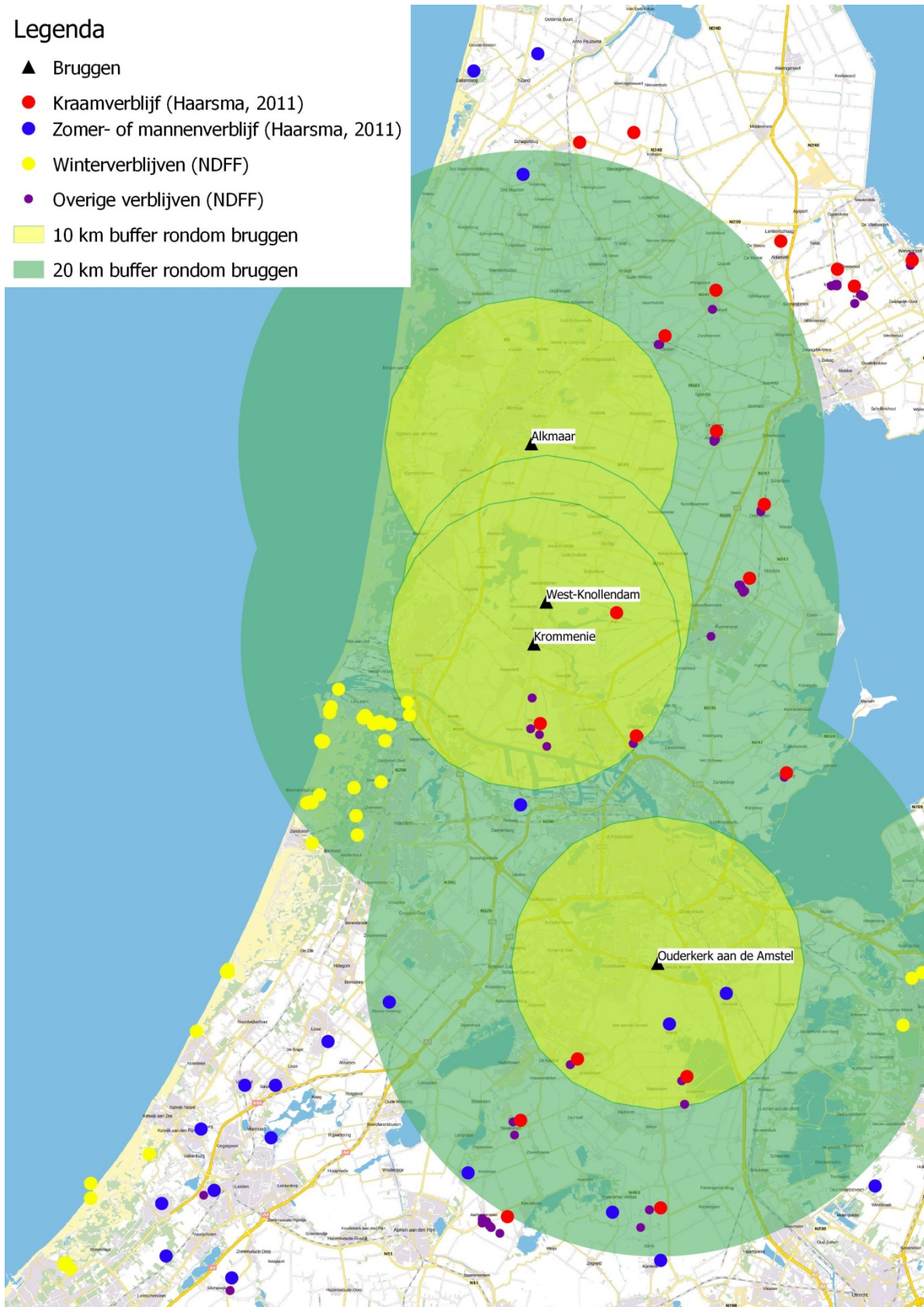
3 Onderzoeksgebied

De bruggen waar het onderzoek heeft plaatsgevonden zijn niet op voorhand geselecteerd op geschiktheid voor onderzoek naar vliegroutes en mogelijkheden voor monitoring. Zij zijn geselecteerd omdat er werkzaamheden plaats gaan vinden. De verschillende bruggen zijn in detail beschreven in bijlage I. De ligging van de bruggen ten opzichte van bekende meervleermuisverblijven is gegeven in onderstaande figuur (details ook in bijlage I).

De bruggen liggen allen in of tegen de bebouwde kom aan. De bruggen bij Alkmaar en Krommenie zijn dubbele bruggen, die bij West-Knollendam en Ouderkerk aan de Amstel zijn enkele bruggen. Het wegdek wordt bij alle bruggen door lantaarns verlicht. Ondanks deze verlichting kon bij alle bruggen op basis van een quick scan in het veld, de aanwezigheid van een vliegroute voor (meer)vleermuizen onder de brug door niet worden uitgesloten.

Legenda

- ▲ Bruggen
- Kraamverblijf (Haarsma, 2011)
- Zomer- of mannenverblijf (Haarsma, 2011)
- Winterverblijven (NDFP)
- Overige verblijven (NDFP)
- 10 km buffer rondom bruggen
- 20 km buffer rondom bruggen



Figuur 3: Ligging van de bruggen ten opzichte van bekende verblijfplaatsen van meervleermuizen en het potentiële bereikbare jacht/vlieggebied rondom de bruggen.

4 Materiaal en methoden

Het in het huidige rapport beschreven onderzoek richt zich op vliegroutes van meervleermuizen. Onderzoek aan de andere mogelijke vleermuisfuncties zijn beschreven in Schillemans en Koelman, 2014abcd en worden in het huidige rapport niet herhaald.

4.1 Onderzoek naar vliegroutes

4.1.1 Standaard methode

Onderzoek aan vliegroutes is uitgevoerd door middel van posten op de bruggen of aan de waterkant door één of twee personen, naar gelang de breedte van de watergang.

Conform het vleermuisprotocol is tweemaal bij de bruggen gepost, gedurende 2 uur na zonsondergang, met bat-detectors van het type Pettersson D240x detectoren.

Tijdens het posten wordt gelet op:

- 1) Tijdstip van waarnemen (en dus aanwezig zijn) van vleermuizen
- 2) Aantallen vleermuizen
- 3) Richting van de vliegbeweging (onder de brug door, parallel aan de brug, langs de brug af, over de brug heen)
- 4) Gedrag van vleermuizen: foerageren of op vliegroute

Het posten gebeurde in en na de kraamtijd van meervleermuizen. Dit volgt het vleermuisprotocol (Vleermuisvakberaad, 2013) voor vliegroutes van meervleermuizen.

Het posten is gebeurd door zowel vrijwilligers als professionals, allen met ervaring met meervleermuizen. Gevraagd is om de weersomstandigheden, richting van vliegende dieren, en tijdstippen van passages te noteren.

4.1.2 Innovatieve methode

Tegelijkertijd met het posten zijn de vleermuizen met aan de bruggen bevestigde Batloggers M (automatische batdetectoren van de firma Elekon) geregistreerd. Dit gebeurde gedurende minimaal twee nachten per periode, i.c. de kraamtijd en daarna.

Uit de opnames zijn eerst de myotis- en plecotussoorten geselecteerd.

Vervolgens zijn enkel de meervleermuisopnames nader geanalyseerd.

Met een punttelling via automatisch batdetectoren is het niet zondermeer mogelijk om aantallen te kunnen bepalen (o.a. Barclay, 1999, Limpens & McCracken 2004, Whitby et al., 2014). Voor monitoring is dat ook niet altijd noodzakelijk, het is mogelijk om met relatieve activiteit trend te bepalen in populaties (Jansen et al., 2012, Roche et al., 2014).

Echter om het relatieve belang van een (brug als) onderdeel van een vliegroute te kunnen bepalen, is het noodzakelijk het aantal passerende dieren te weten.

Dan kan ook worden bepaald hoe groot aandeel van een groep dieren uit een nabije verblijfplaats gebruik maakt van dat deel van de vliegroute. Daarnaast is het aannemelijk dat als aantallen kunnen worden bepaald, de gevoeligheid voor veranderingen in populaties eerder kunnen worden waargenomen (zowel omdat deze methode gevoeliger is dan een methode die gebruik maakt van relatieve activiteit, als omdat er minder punten of tellingen noodzakelijk zijn voor een afdoende statistisch robuust meetnet).

Wanneer vliegrichtingen kunnen worden onderscheiden, zijn aantallen te bepalen. Immers één beweging in één richting binnen korte tijd staat gelijk aan één dier. Er wordt er dan wel van uitgegaan dat het dier niet via een andere route rondvliegt en de brug voor een tweede keer passeert binnen korte tijd in dezelfde richting vliegend.

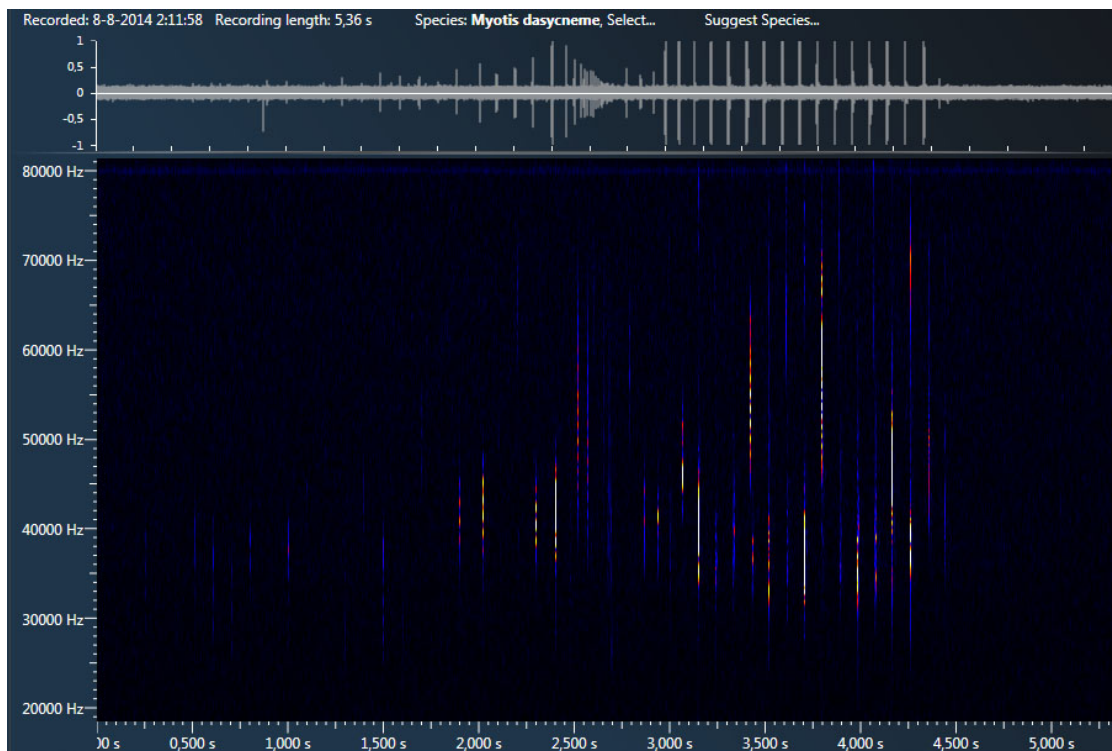
Aan de hand van de amplitudo in een opgenomen pulsenreeks is de vliegrichting van de vleermuis te bepalen. In het huidige rapport worden dat 'directionele opnames' genoemd.

Wanneer de pulsenreeks in een opname bestaat uit pulsen met steeds groter wordende amplitudo die ineens ophoudt, duidt dat op een vliegrichting op de microfoon toe. Vanuit het 'gezichts'-punt van microfoon vliegt de vleermuis dus naar achter de microfoon: backwards (figuren 4 en 5).

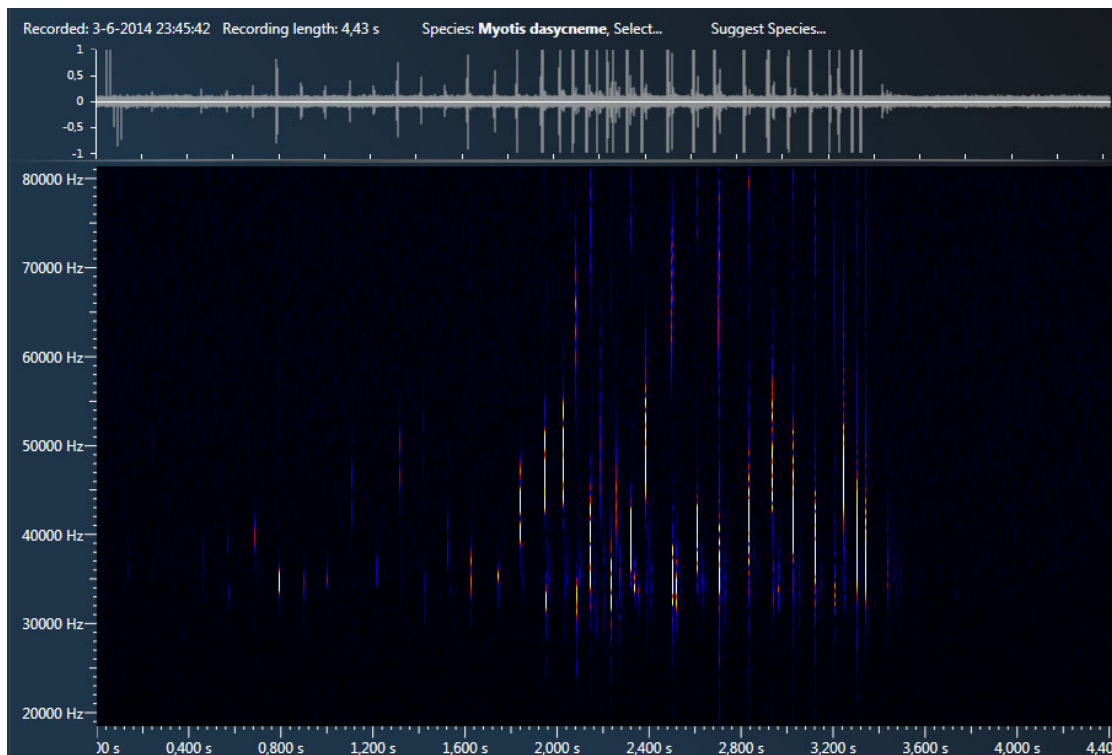
Omgekeerd betekent een pulsenreeks met ineens met een hoge amplitudo en vervolgens een –snel- afnemende amplitudo, dat de vleermuis van de microfoon afvliegt. Vanuit het 'gezichts'-punt van microfoon vliegt de vleermuis dus van achter de microfoon naar voor de microfoon: forward (figuren 6 en 7).

Bij vliegbewegingen op afstand ('far') van de microfoon of voor de microfoon langs ('front') is een dergelijk verloop van de amplitudo niet waar te nemen. Het amplitudo verloop is dan veel gelijkmatiger (figuren 8 en 9). Dit duidt op of foerageergedrag, of dieren op grote afstand. Figuur 10 geeft de gebruikte termen schematisch weer.

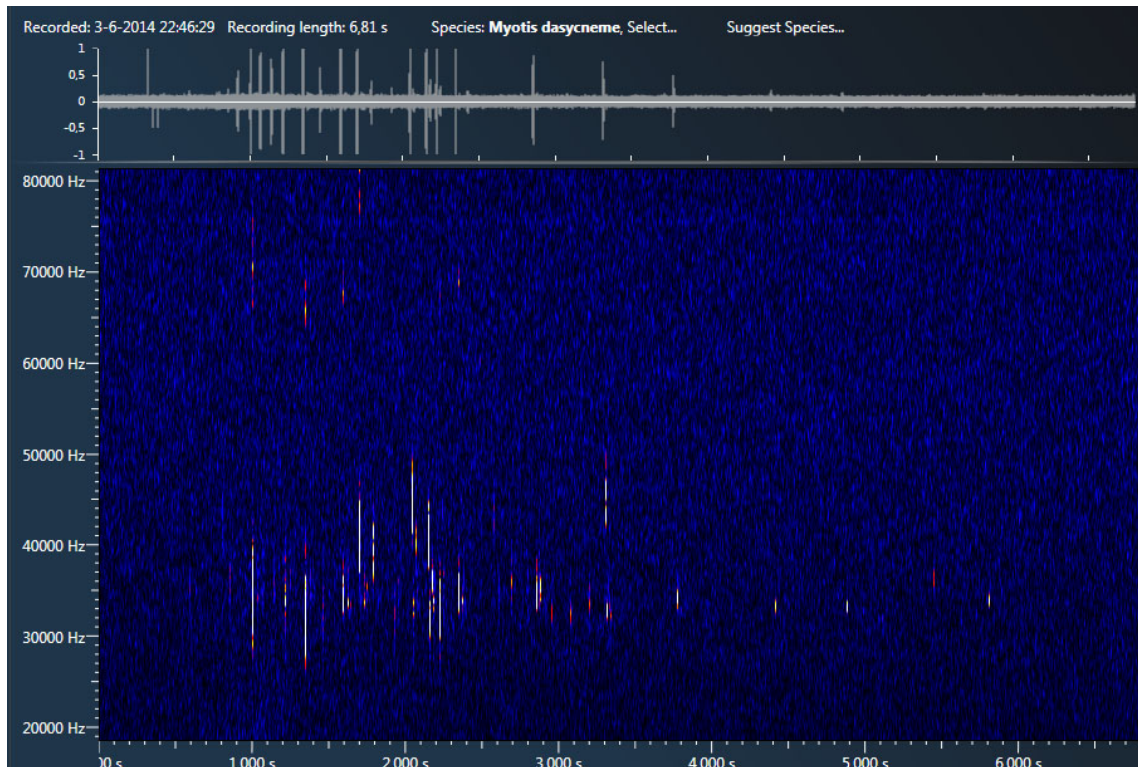
Bovenstaande gaat alleen op als de geluiden van een vleermuis van achter de microfoon niet door de microfoon worden opgepikt. Wanneer de detector aan een brug hangt en de microfoon van de brug af is gericht, worden de geluiden van een onder de brug vliegend dier niet opgepikt.



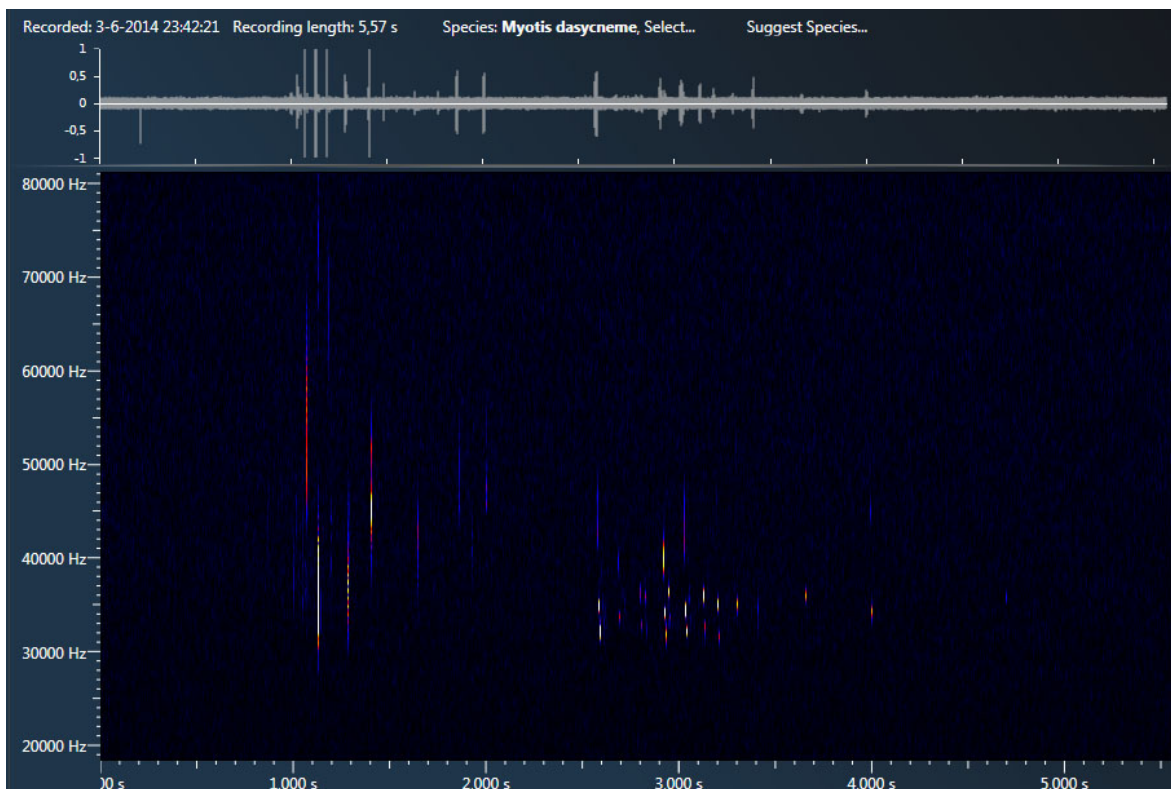
Figuur 5: Voorbeeld van een vliegbeweging op de microfoon af ('backward'). In het bovenste paneel wordt de amplitudo weergegeven. Te zien is dat deze toeneemt -met een feeding buzz- hard blijft, en dan ineens verdwijnt.



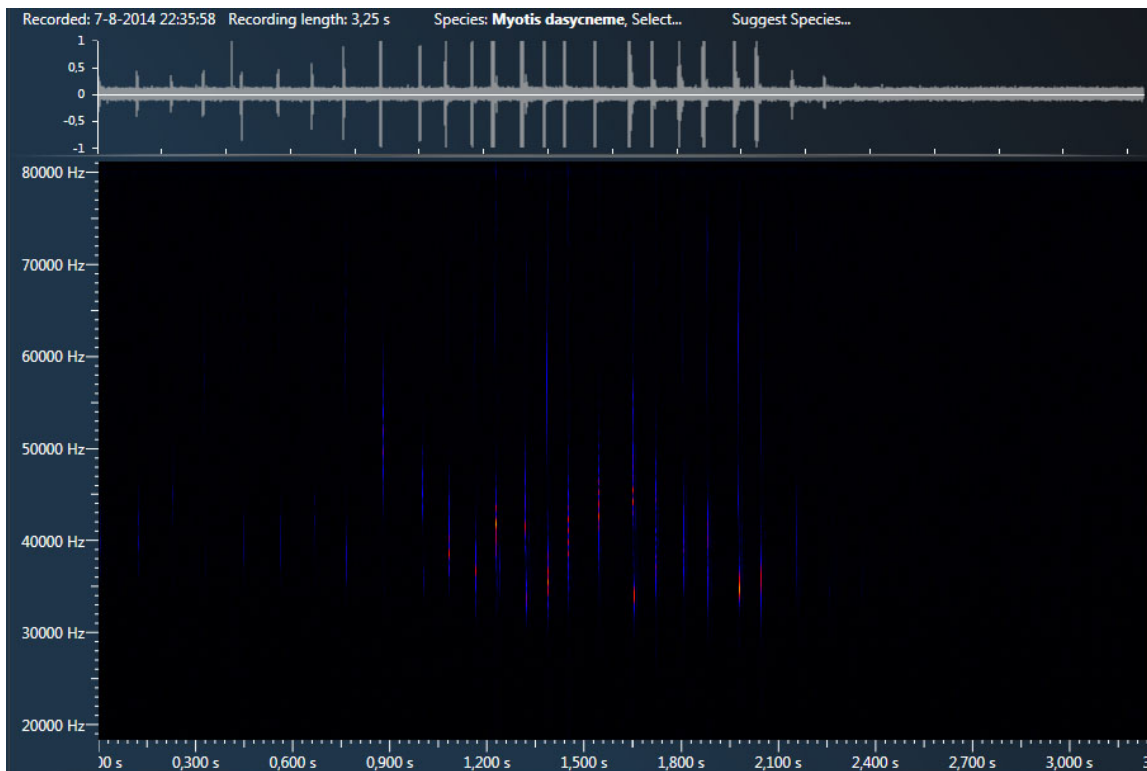
Figuur 4: Voorbeeld van een vliegbeweging op de microfoon af ('backward'). In het bovenste paneel is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat deze eerst toeneemt en dan ineens verdwijnt.



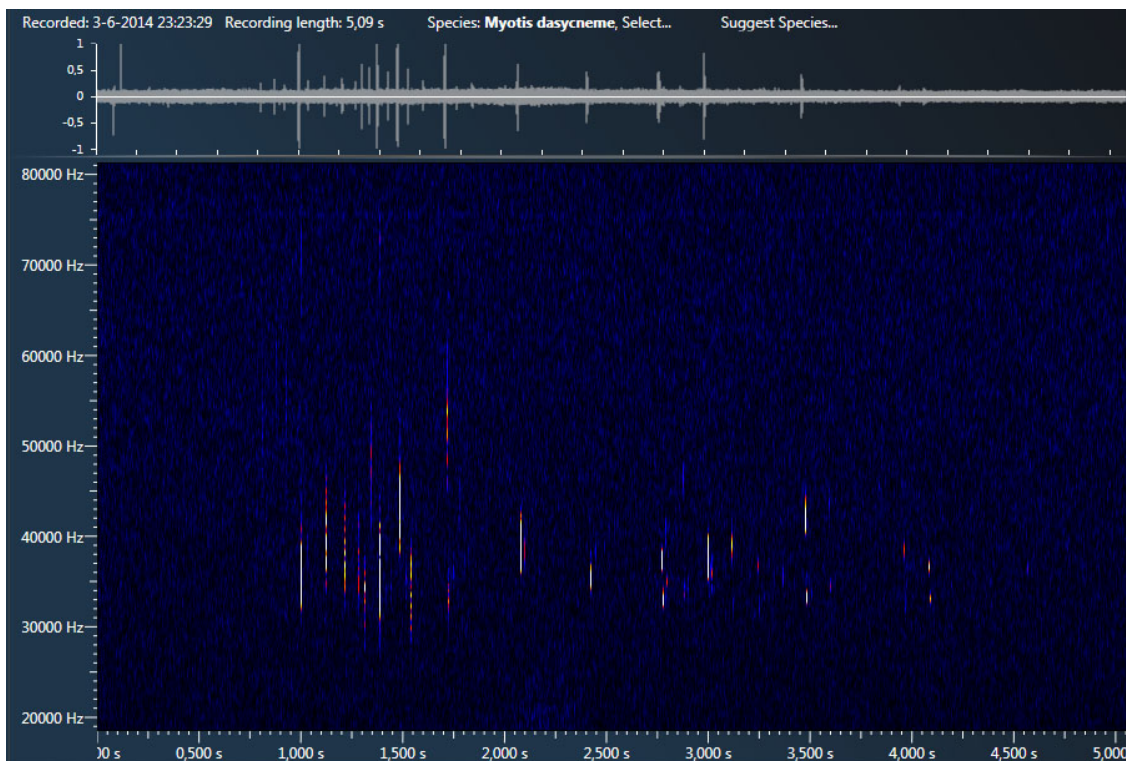
Figuur 6: Voorbeeld van een vliegbeweging van de microfoon af ('forward'). In het bovenste paneel is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat deze ineens toeneemt/verschijnt en dan langzaam kleiner wordt



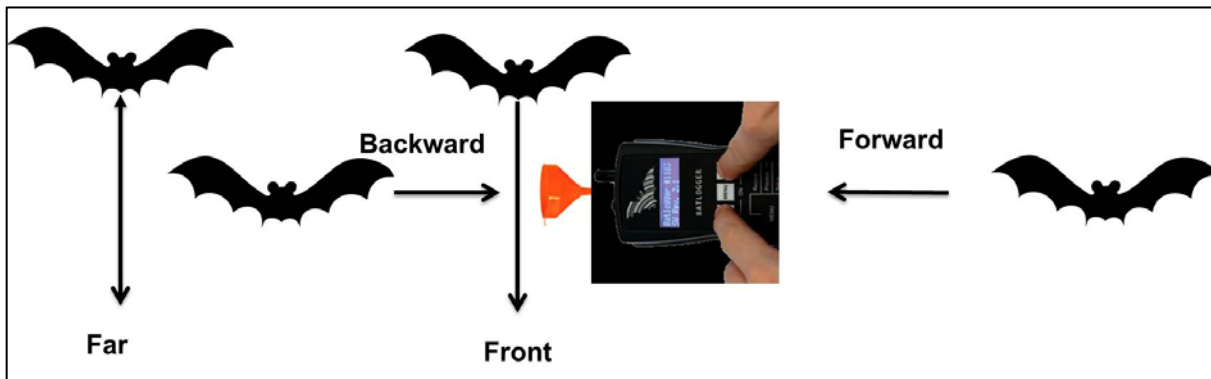
Figuur 7: Voorbeeld van een vliegbeweging van de microfoon af ('forward'). In het bovenste paneel is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat deze ineens toeneemt/verschijnt en dan langzaam kleiner wordt



Figuur 8: Voorbeeld van een vliegbeweging voor de microfoon langs ('front') In het bovenste paneel is de amplitude weergegeven. Te zien is dat de amplitude gelijdelijk toeneemt en gelijdelijk afneemt



Figuur 9: Voorbeeld van een vliegbeweging voor de microfoon langs ('front'). In het bovenste paneel is de amplitude weergegeven. Te zien is dat de amplitude gelijdelijk toeneemt en gelijdelijk afneemt



Figuur 10: Schematische weergave van de gebruikte termen voor de vliegrichtingen

Om de verschillende patronen in het aantal directionele opnames per nacht te beschrijven, worden in dit rapport ook de termen 'evenwicht' en 'netto flux' gebruikt. Evenwicht duidt op de situatie dat er net zoveel forward als backward directionele opnames zijn binnen een gegeven tijdsperiode. Met netto flux wordt de situatie bedoeld waarbij meer forward of meer backward directionele opnames zijn binnen een gegeven tijdsperiode.

Bij een '**zuivere**' vliegroute worden een groot aantal directionele opnames verwacht, waarbij de richting in de opnames uniform is (alleen forward of alleen backward). De netto flux is dus veel groter dan 0 en er is geen evenwicht over een korte tijdsperiode. Wanneer de dieren ook dezelfde route terug gebruiken is een evenwicht over de nacht heen. Er zijn weinig far of front opnames omdat de dieren doorvliegen.

Bij een **foerageervliegroute** wordt ook een flux verwacht, maar ook meer front of far opnames. De netto flux zal minder uitgesproken zijn dan bij een zuivere vliegroute. Verschillende forward en backward bewegingen zullen elkaar snel opvolgen, door dieren die in cirkels vliegen. Evenwicht zal evenals bij een zuivere vliegroute over een korte periode niet waarneembaar zijn. Wanneer de dieren ook dezelfde route terug gebruiken is een evenwicht over de nacht heen.

Bij een **foerageerroute** zal geen sprake zijn van een flux, immers de dieren vliegen rondes (net zoveel forward als backward). Er is evenwicht gedurende een lange tijd van de nacht. Ook zullen er veel front en far opnames zijn.

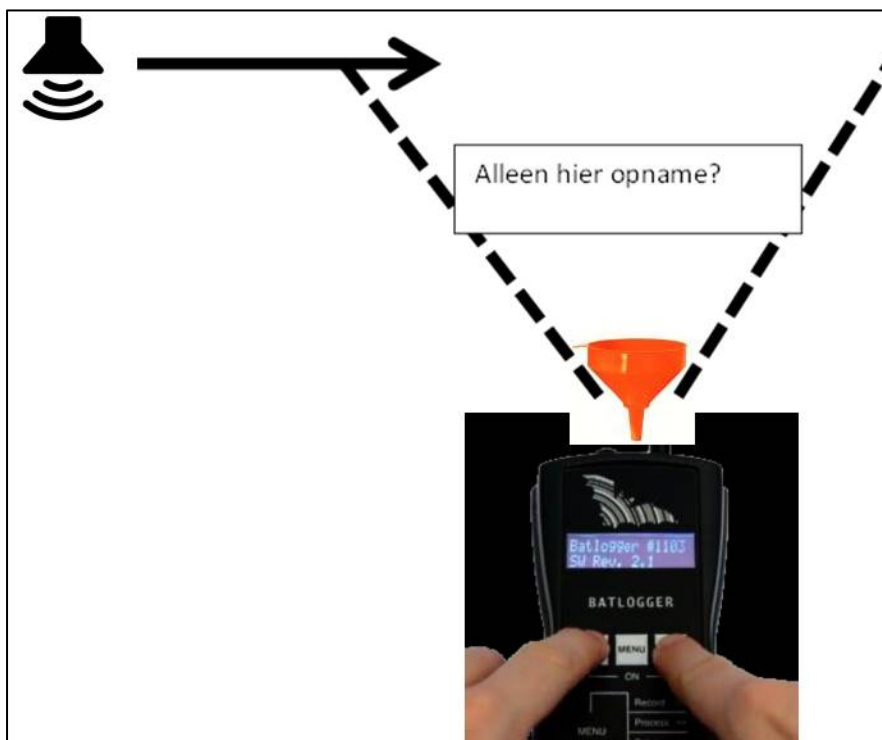
Wanneer de patronen bekend zijn worden aantallen dieren bepaald:

- 1) zuivere vliegroute: aantal vliegbewegingen één kant op binnen korte tijd is een maat voor het aantal individuen (of de helft van het totale aantal directionele opnames)
- 2) foerageervliegroute: netto aantal vliegbewegingen is een maat voor het aantal dieren. Van belang is dan dus de netto flux over een korte of langere tijd (naar gelang het patroon).
- 3) foerageerroute: aantal opnames geeft indicatie van mate van activiteit. Aantal individuele dieren vrijwel niet te bepalen.

Microfoons van Batloggers zijn omnidirectioneel. Dat wil zeggen dat als er twee microfoons naast elkaar hangen er een grote kans is dat zij dezelfde vleermuis allebei opnemen. Voor aantalsbepaling betekent dat een extra complicerende factor. Immers óf deze opnames moeten worden herkend en als één opname worden geteld, óf er ontstaat een overschatting. In de huidige proefopzet is dat ondervangen door om de microfoon een trechter te zetten waardoor de microfoon meer gericht wordt (en minder omnidirectioneel).

Dit is eerst in het veld getest. Daarvoor is op een open veld, op verschillende afstanden dwars op de luisterrichting van de 'batlogger met trechter' gelopen, terwijl een ultrasoon geluid werd afgespeeld (Stag Electronics CALIBEACON 40 kHz), gericht op de batlogger. Zo werd bepaald bij welke afstand, en onder welke hoek het geluid nog werd waargenomen (zie figuur 11 voor schematische setup). Uit de resultaten bleek dat de directionaliteit tot op ongeveer 30 meter van de batlogger door de trechter verbeterd was. Op grotere afstanden kon geen verschil worden waargenomen tussen opnames zonder of met trechter. Start- en stoptijden van de opnames zijn circa een half uur voor zonsondergang en een half uur na zonsopkomst.

Om goede opnames te maken, zijn de Batloggers ingesteld op automatische triggering via een instellingen bestand (Batpars), waarbij een lange (1 seconde) pre- en posttrigger periode is gebruikt, om zo voldoende lange pulsreeksen op te kunnen nemen. Een opname kon maximaal 20 seconden duren (max time). Het trigger type was ingesteld op Crest Advanced level 7.



Figuur 11: Schematische weergave voor experimentele setup om te bepalen of de directionaliteit van de Batlogger vergroot kon worden.

4.2 Voorbereiding

Omdat de Batloggers voor langere tijd aan verschillende bruggen moesten hangen in regen en wind, is een bekisting gemaakt met daarin een accu. Op de accu is de Batlogger geplaatst met de microfoon los aan een snoer. De microfoon is door een waterdicht afgesloten gat naar buiten gericht.



Figuur 12: Constructie van de Batlogger in de waterdichte kist.

Eerste is getest of de verwachte directionaliteit en patronen daarin, in de opnames ook daadwerkelijk duidelijk zichtbaar was. Uit een nacht aan opnames,

vanaf een hoge brug over de Zuid-Willemsvaart, bleek dat de directionaliteit goed zichtbaar was. Ook bleek de trechter geen echo's te produceren, ook niet wanneer deze in de wind hing.

Het ophangmechanisme diende water- en 'huffer'-proof² te zijn en makkelijk en veilig te hanteren te zijn. Gekozen is voor een constructie waarbij de kist op houten plank is gemonteerd, die op haar beurt op de relingen van de bruggen is vastgezet en verzekert met een slot (figuur 13 en 14).



Figuur 13: Bevestiging aan de brugleuning

² Inmiddels heeft Elekon een nieuwe Batlogger uitgebracht speciaal voor buiten toepassingen. Daar zit een waterdichte behuizing (en optioneel extra accu) bij.



Figuur 14: Bevestiging aan de brugleuning. Ook wanneer de brug opengaat blijft de constructie op zijn plaats.

4.3 Validatie methode 'Vleermuizen in Kaart'

De methode zoals beschreven in 'Vleermuizen in Kaart' bestaat uit het opnemen van een aantal kenmerken van een burg om te beoordelen of deze van belang kan zijn voor verschillende vleermuissoorten. In het concept rapport wordt gesteld (Haarsma, 2014, blz. 60): *"De methode Vleermuizen in Kaart is gebaseerd op expert judgement. Het verdient aanbeveling om waar mogelijk de resultaten van de methode te valideren met veldgegevens. Hierbij kunnen parameters als ligging van verblijfplaatsen, groeps grootte en tijdstip van passage van eerste vleermuis worden gebruikt als kwantitatieve maat. Dergelijke informatie kan verzameld worden tijdens een systematische gebiedsinventarisatie (vliegrou te tellingen of verblijfplaats inventarisatie) of door geautomatiseerde waarnemingen op vaste telpunten."*

De onderzochte bruggen in het huidige onderzoek zijn niet beoordeeld volgens de beschreven – concept – methode uit "Vleermuizen in Kaart". Wel zijn veldgegevens verzameld, om te bepalen of het een belangrijke brug voor meervleermuizen als route en/of verblijf plaats.

Volgens onderstaande tabel uit Haarsma, 2014 (blz. 60) kan het relatieve belang van een vliegrou te worden bepaald aan de hand van het tijdstip van het eerste dier dat voorbij vliegt.

Tabel 2: Inschatting belang vliegrou te voor populatie/groep aan de hand van tijdstip eerste dier op vliegrou te

Geschiktheid	% van de populatie	Tijd eerste dier na zonsondergang (min)
1 (afwezig)	0	Nvt
2	<10%	>110
3 (matig)	10-20%	70-110
4	20-30%	40-70
5 (groot)	>30%	<40

Er is een significante relatie tussen het tijdstip dat het eerste dier wordt waargenomen en de afstand tot de verblijfplaats (Haarsma en Siepel, 2014). Die afstand is ook grotendeels bekend in het plangebied (zie figuur 3). De gevonden relatie kan dus gevalideerd worden. Omdat er ook een significante relatie bestaat tussen de afstand tot het kraamverblijf en het percentage dieren van de kraamgroep dat wordt waargenomen op de vliegrou te, is ook de grootte van de kraamgroep te schatten. Deze kan dan gevalideerd worden aan bekende literatuur- en monitorgegevens.

5 Resultaten

5.1 Resultaten tellingen

Voor de detail resultaten wordt verwezen naar bijlages II-IV.

Alle keren dat twee batloggers aan één brug zijn ingezet en ze beide hebben gefunctioneerd, zijn er geen directionele opnames tegelijkertijd door beide batloggers gemaakt. Met andere woorden de gerichte vliegbeweging van een meervleermuis is niet twee keer opgenomen bij de bredere bruggen waar met twee batloggers met trechter moest worden gewerkt. Bij niet-directionele vliegbewegingen gaat dit niet op. Deze worden wel door beide batloggers aan een brug opgenomen. Dit zijn veelal bewegingen op afstand en worden daardoor wel door beide batloggers opgepakt.

5.1.1 Werking Batloggers

Vrijwel alle nachten hebben de Batloggers bruikbare opnames gegenereerd. Maar op een aantal nachten bij West-Knollendam hebben de Batloggers niet goed gefunctioneerd. De tellingen zijn daarom over gedaan (zonder posten door waarnemers). De aansluiting van de accu naar Batlogger haperde op 5 en 6 juni en bij herhaling bleek er een continue storing op drie ultrasone frequenties te zijn bij één Batlogger. De Batloggers zijn daar op aan de andere zijde van de brug gehangen. De storing bleef zich echter voordoen. Bij navraag bij de producent van de microfoons (Elekon) bleek dat de microfoon waarschijnlijk te vochtig is geweest.

Bij Alkmaar bevindt zich aan de andere kant van de brug dan waar de batloggers hingen een KNP-zendmast te staan. Deze stoorde de opnames met een permanente pulsen reeks. Desondanks konden de opnames worden verwerkt.

Tabel 3 geeft een overzicht van de meetmomenten. Bij alle bruggen, behalve Alkmaar, is/zijn de Batlogger(s) in de meetperiode na de kraamtijd aan de andere kant gehangen. Dit is gedaan omdat er storing optrad (West-Knollendam), en/of omdat bij nader inzien de andere kant van de brug potentieel minder obstructie voor waarnemingen/opnames door mensen en Batlogger zou opleveren.

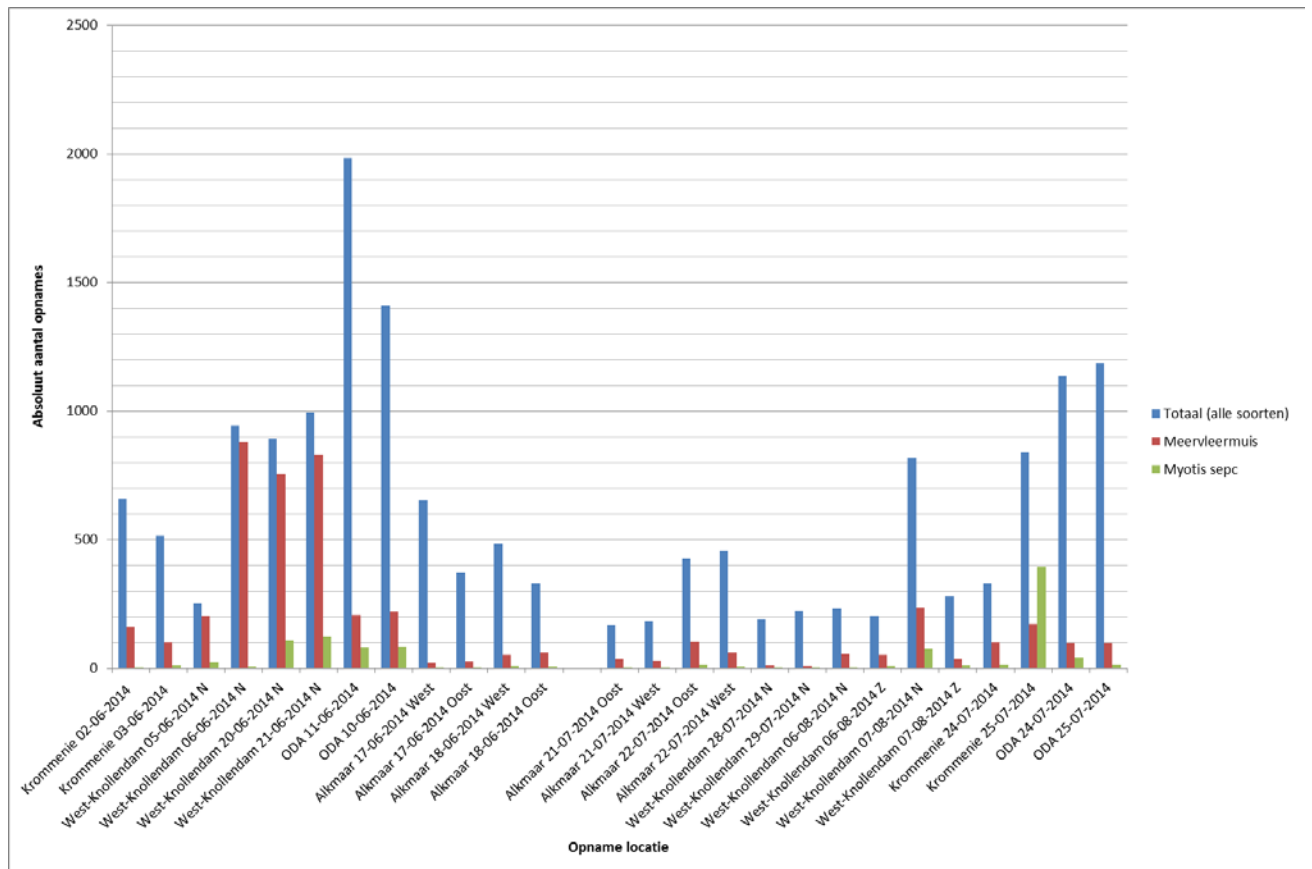
Tabel 3: Overzicht meetmomenten. Locatie: ODA = Ouderkerk aan de Amstel. Methode: W = Waarnemer/posten, B= Batlogger. Richting: kant van de brug waar de Batlogger(s) hing(en) en er gepost is.

Datum	Locatie	Methode	Richting	Aantal Bat-loggers	Opmerking	zon op – zon onder
17 juni	Alkmaar	W	Z	--		22:03-05:19
		B	Z	2		
18 juni		B	Z	2		
21 juli		W	Z	--		21:46-05:47
		B	Z	2		

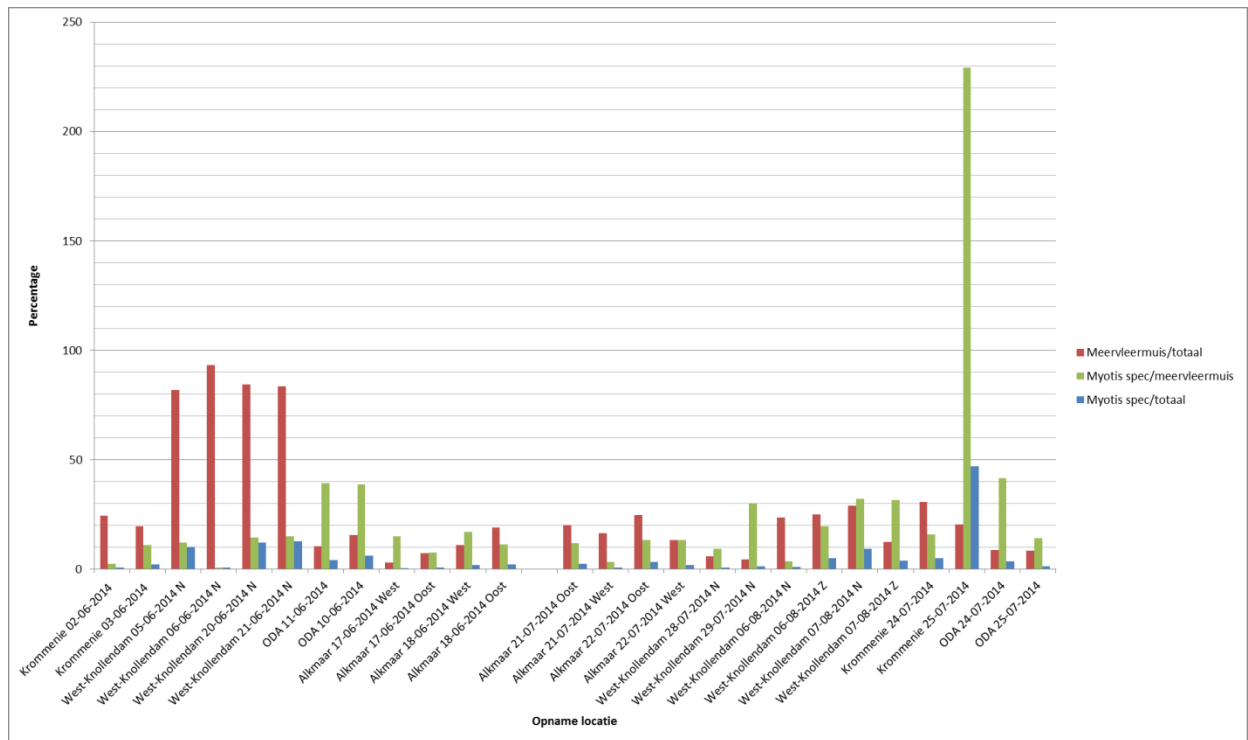
22 juli		B	Z	2		
5 juni	West-Knollendam	W	W	--		21:54-05:23
		B	W	1 ipv 2	Eén Batlogger functioneerde niet (zuidzijde)	
6 juni		B	W	1 ipv 2	Eén Batlogger functioneerde niet (zuidzijde)	
21 juni		B	O	1 ipv 2	Eén Batlogger functioneerde niet (zuidzijde)	
22 juni		B	O	1 ipv 2	Eén Batlogger functioneerde niet (zuidzijde)	
28 juli		W	O	--		21:37-05:56
		B	O	1 ipv 2	Eén Batlogger functioneerde niet (noordzijde)	
29 juli		B	O	1 ipv 2	Eén Batlogger functioneerde niet (noordzijde)	
06 aug		B	O	2		
07 aug		B	O	2		
2 juni	Krommenie	W	N	--		21:45-05:25
		B	N	1		
3 juni		B	N	1		
24 juli		W	Z	--		21:42-05:51
		B	Z	1		
25 juli		B	Z	1		
10 juni	ODA	W	Z	--		21:59-05:20
		B	Z	1		
11 juni		B	Z	1		
24 juli		W	N	--		21:42-05:52
		B	N	1		
25 juli		B	N	1		

In het totaal zijn circa 188 uur aan opnames gemaakt, verdeeld over 20 nachten. Het totale aantal gemaakte opnames van vleermuizen verschilt aanzienlijk tussen de locaties, en tussen de perioden (figuur 15). Ook het percentage meervleermuizen ten opzichte van alle opnames verschilt aanzienlijk. Zo is in de kraamtijd bij West-Knollendam het grootste deel van de opnames toe te wijzen aan meervleermuizen, terwijl bij Ouderkerk aan den Amstel dit juist tegenovergesteld is (figuur 16).

Het aantal en aandeel opnames van andere myotis-soorten dan meervleermuis varieert. Bij Ouderkerk aan den Amstel en Krommenie is dit aandeel vrij hoog. Bij Krommenie op 25-07-2014 zijn meer niet-meervleermuisopnames gemaakt dan meervleermuisopnames. Het zijn veelal opnames die niet tot op soort kunnen worden gedetermineerd, of opnames van watervleermuizen. Bij West-Knollendam handelt het om opnames die niet tot op soortniveau gedetermineerd konden worden (waarschijnlijk grotendeels meervleermuizen).



Figuur 15: Overzicht aantallen opnames door Batloggers. Aanduiding achter locatie en datum, geeft de zijde van de brug waar de Batlogger hing (Noord-, Zuid- West- of Oostzijde). De richting waarin de microfoon wees is gegeven in tabel 3.



Figuur 16: Overzicht aandeel meervleermuisopnames en myotis opnames ten opzichte van alle opnames en meervleermuisopnames bij de verschillende locaties.

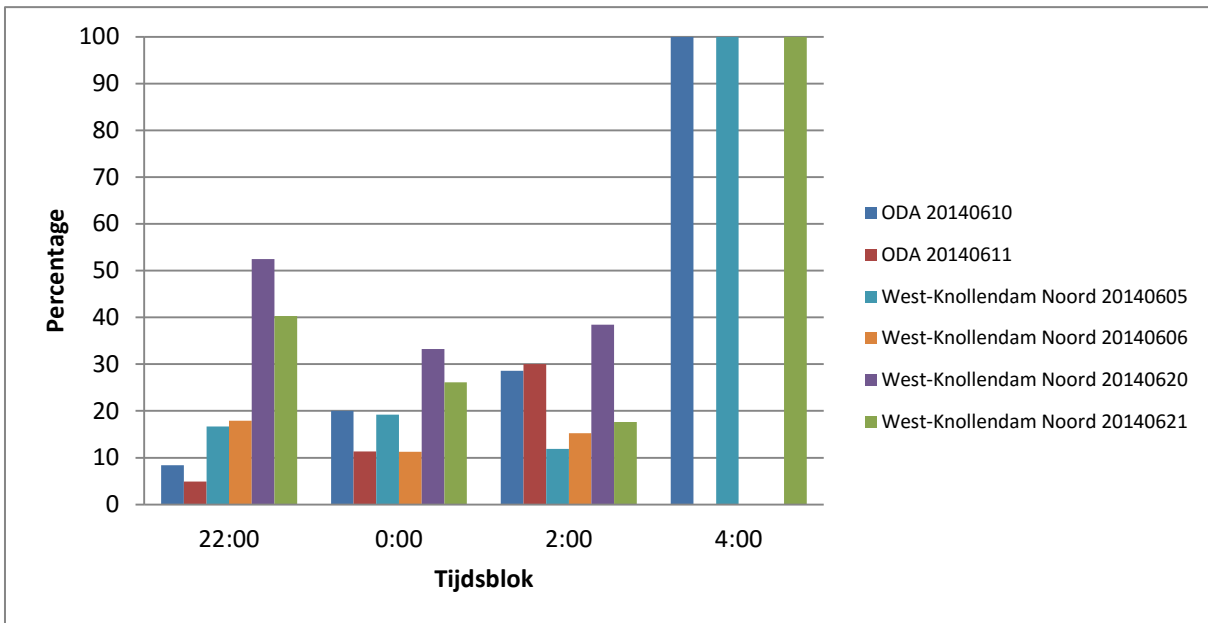
Het aandeel directionele opnames van alle opnames van meervleermuizen is niet hetzelfde bij alle locaties (figuur 17 tot en met 20).

Er zijn vier tijdblokken³ per nacht gehanteerd: van 22:00-00:00, 00:00 -02:00, 02:00-04:00 en van 04:00-06:00.

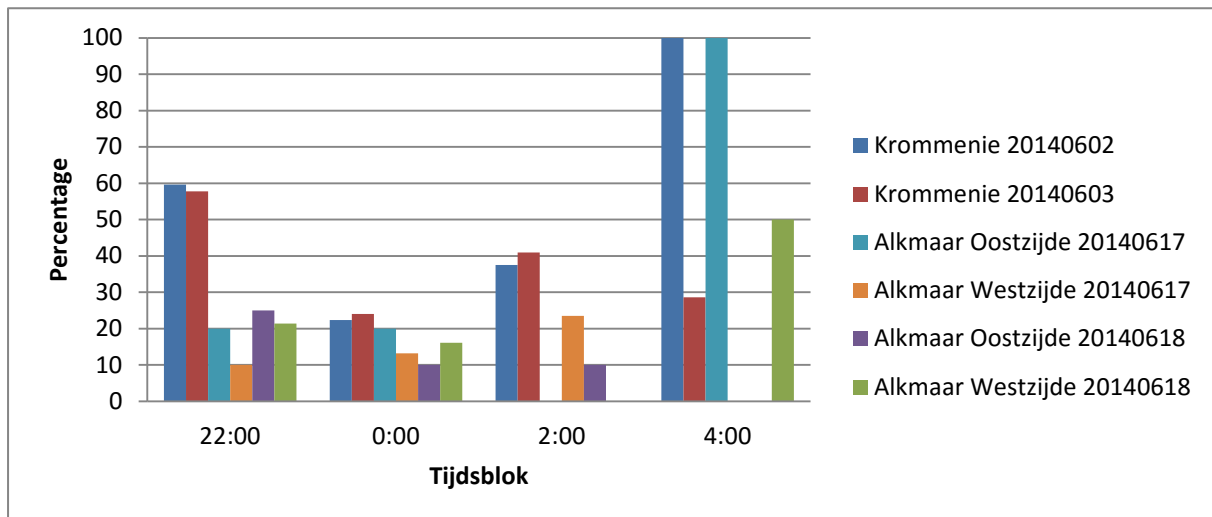
100% directionele opnames zijn een gevolg van het kleine totale aantal meervleermuisopnames in dat tijdsblok. Het totale aantal opnames van meervleermuizen is in die tijdsblokken erg laag (minder dan 5). Het ligt voor de hand dat bij grotere aantallen dieren (of meer activiteit) er meer opnames zijn van dieren die ver van de microfoon afvliegen. In die opnames is geen richting meer te herkennen. Ook is de kans groter dat er dan dieren zijn die onder de brug door vlogen en daarna (of daarvoor) ook foerageren en daarbij niet-directionele opnames veroorzaken. Met andere woorden: je verwacht altijd een deel niet-directionele opnames.

In de kraamtijd is het aandeel directionele opnames meer dan 30% bij West-Knollendam op 20 en 21 juni, Ouderkerk aan de Amstel in de late nacht en Krommenie aan het begin en einde van de nacht.

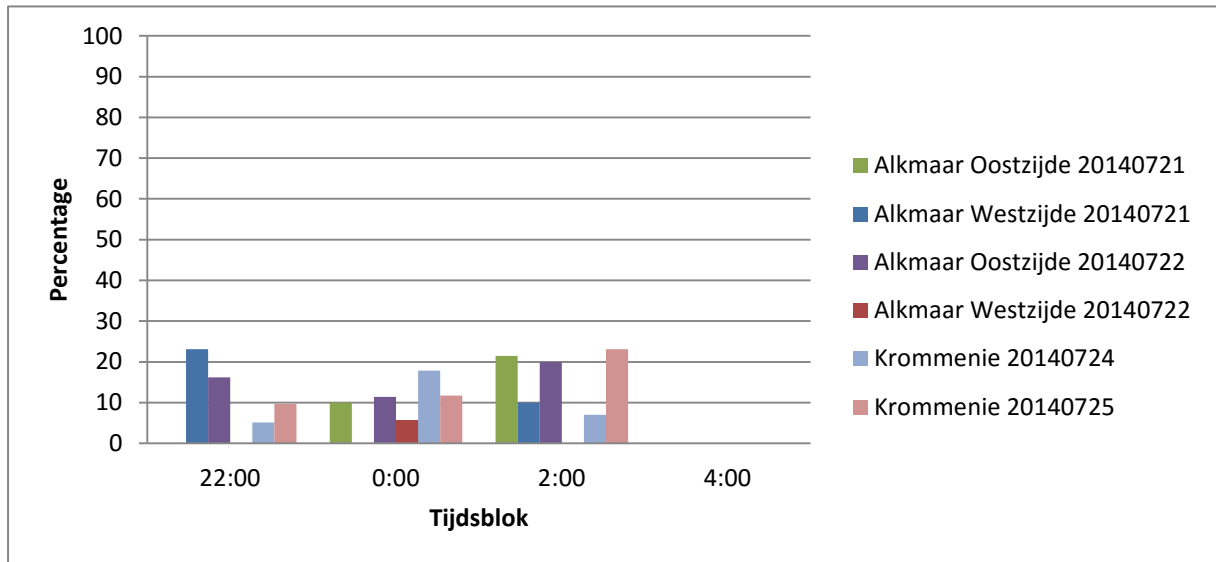
³ Opnames van –net- voor 22:00 zijn bij het eerste blok gevoegd



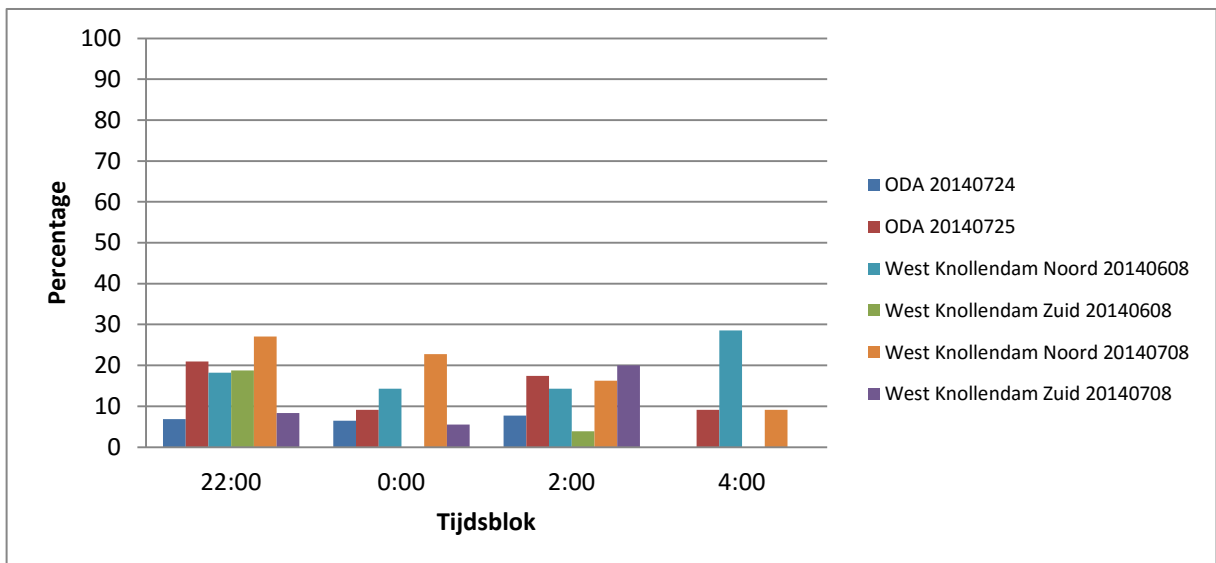
Figuur 17: Overzicht aandeel directionele opnames in de kraamtijd van locaties Ouderkerk aan de Amstel (ODA) en West-Knollendam



Figuur 18: Overzicht aandeel directionele opnames in de kraamtijd van locaties Krommenie en Alkmaar



Figuur 19: overzicht aandeel directionele opnames na de kraamtijd van locaties Alkmaar en Krommenie (per Batlogger gegeven)



Figuur 20: Overzicht aandeel directionele opnames na de kraamtijd van locaties Ouderkerk aan de Amstel (ODA) en West-Knollendam (per Batlogger gegeven)

5.1.2 Vergelijking tellingen door waarnemers en met Batlogger

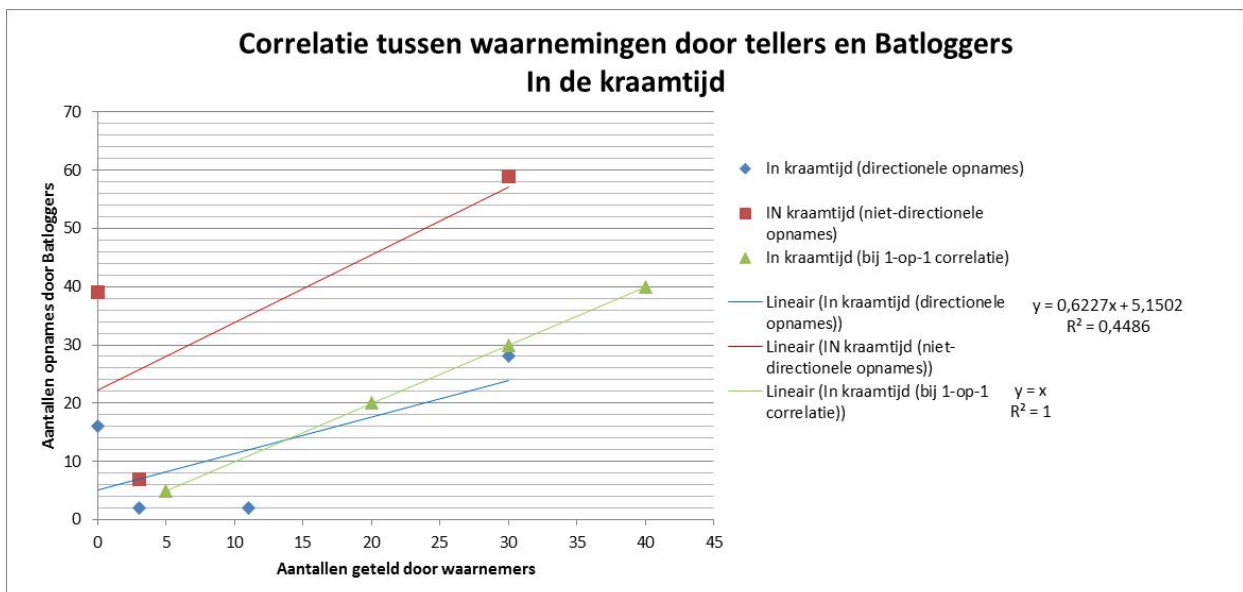
Er is een redelijk goed verband tussen het aantal opnames (directioneel [forward en backward] en niet-directioneel) gedurende de eerste twee uur van de nacht, en het aantal door waarnemers in dat tijdsinterval vastgesteld dieren. Dit geldt zowel in als na de kraamtijd (figuur 21 en 22).

In de kraamtijd (figuur 21) heeft één van de batloggers bij West-Knollendam niet gefunctioneerd op het moment dat de waarnemers er postten. Deze hing aan de kant waar de waarnemers geen meervleermuizen hebben gehoord. Daarom kan het 'totale' aantal directionele opnames wel worden gegeven, maar het totale aantal niet-directionele opnames niet.

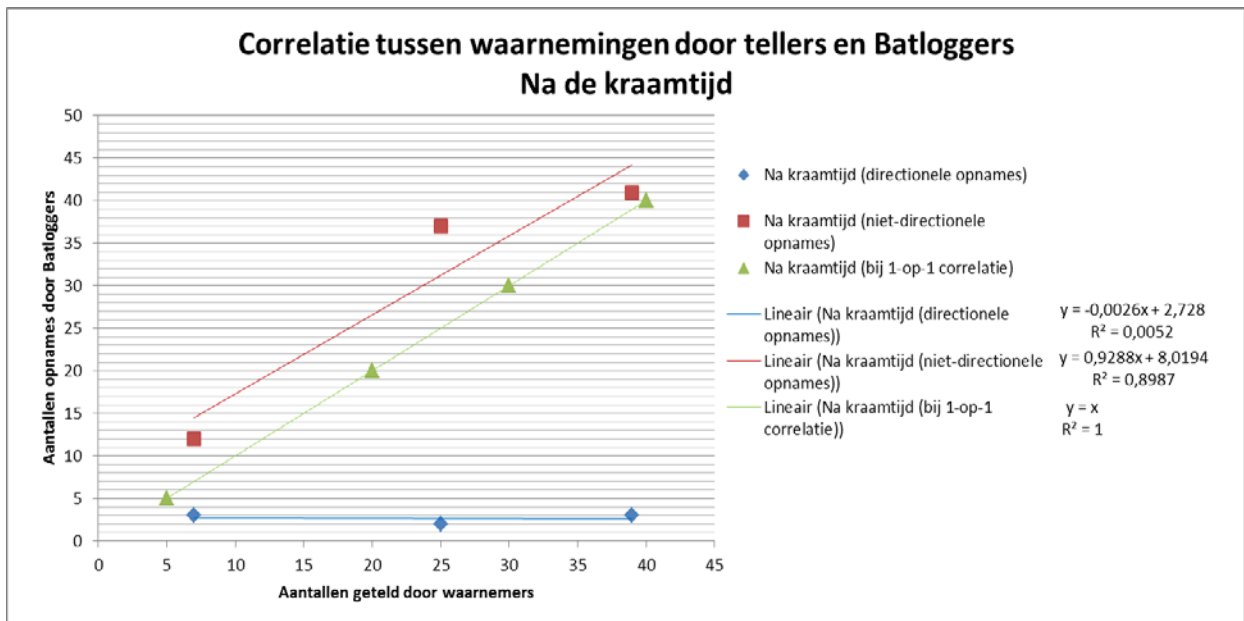
Daarnaast bleek dat de waarnemer bij Ouderkerk aan de Amstel in de kraamtijd watervleermuizen rapporteerde, maar dat uit de opnames duidelijk werd dat het grotendeels meervleermuizen waren. Wanneer deze telling uit de dataset wordt gehaald, wordt de correlatie tussen het aantal zoals door de waarnemers is gerapporteerd en de aantallen directionele (en niet-directionele) opnames van de Batloggers sterker (figuur 23).

Ook na de kraamtijd (figuur 22), heeft bij de brug West-Knollendam één Batlogger aan de noordkant van de brug geen goede opnames gemaakt, tijdens de avond dat er ook gepost werd door waarnemers. Aan die kant zijn toen wel meervleermuizen gehoord. Deze telling is daarom niet opgenomen. Daardoor zijn na de kraamtijd drie i.p.v. vier meetpunten voorhanden. Duidelijk is dat na de kraamtijd het aantal directionele opnames, vrijwel niet overeenkomt met het aantal dieren zoals gerapporteerd door de waarnemers, terwijl het aantal niet-directionele opnames wel overeenkomt.

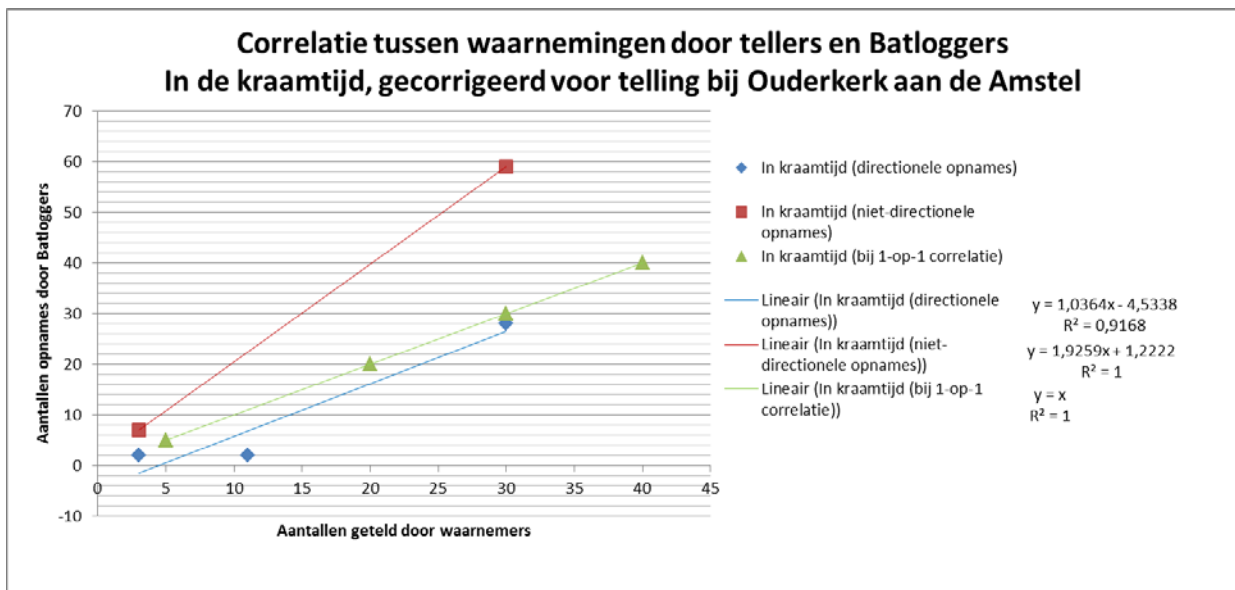
Bij de brug van Ouderkerk aan de Amstel werd veelvuldig gefoerageerd door meervleermuizen, hetgeen het tellen van het aantal dieren bemoeilijkte.



Figuur 21: Correlatie tussen tellingen door waarnemers en Batloggers, in de kraamtijd. De groene lijn geeft de correlatie weer wanneer er precies evenveel waarnemingen door waarnemers zijn als opnames. Waarnemingen van de eerste twee na zonsondergang zijn getoond.



Figuur 22: Correlatie tussen tellingen door waarnemers en Batloggers, na de kraamtijd. De groene lijn geeft de correlatie weer wanneer er precies evenveel waarnemingen door waarnemers zijn als opnames. Waarnemingen van de eerste twee na zonsondergang zijn getoond.



Figuur 23: Correlatie tussen tellingen door waarnemers en Batloggers, in de kraamtijd, gecorrigeerd voor de telling waarbij waarnemer andere soort rapporteerde dan de batlogger. De groene lijn geeft de correlatie weer wanneer er precies evenveel waarnemingen door waarnemers zijn als opnames. Waarnemingen van de eerste twee na zonsondergang zijn getoond.

Het tijdstip waarop de eerste meervleermuis is waargenomen door waarnemers of Batloggers, verschilt vrijwel niet (tabel 4). De verschillen tussen de tijdstippen van de eerste meervleermuis bij West-Knollendam op 28-07-2015 kunnen worden verklaard doordat er slechts één Batlogger functioneerde en de niet functionerende Batlogger net aan die kant van de waterweg hing, waar waarnemers de eerste meervleermuis hoorden.

Op 05-06-2015 hing de functionerende Batlogger aan de kant van de waterweg waar geen meervleermuizen zijn gehoord door de waarnemers. Die Batlogger maakte toen wel opnames van meervleermuizen, maar wel later dan dat de waarnemers de eerste meervleermuis hoorden. Het verschil in tijdstippen kan daarom ook op die datum mogelijk verklaard worden doordat één Batlogger niet functioneerde.

Tabel 4: Vergelijking eerste waarneming meervleermuis tussen waarnemers en Batloggers.

Locatie	Datum	Eerste meervleermuis door waarnemers	Eerste meervleermuis door Batlogger (niet directionele opname)	Eerste meervleermuis door Batlogger (directionele opname)
Alkmaar	17-06-2015	23:07 (1:04) ³	23:08 (1:05)	23:38 (1:35)
West-Knollendam ¹	05-06-2015	22:39 (0:45)	23:11 (1:17)	23:06 (1:12)
Krommenie	02-06-2015	22:36 (0:51)	22:37 (0:52)	22:49 (1:04)
ODA ²	10-06-2015	--	22:49 (0:50)	22:53 (0:54)
Alkmaar	21-07-2015	22:42 (0:58)	22:42 (0:58)	22:43 (0:59)
West-Knollendam ¹	28-07-2015	22:41 (0:05)	00:24 (1:47)	00:45 (2:09)
Krommenie	24-07-2015	22:36 (0:54)	22:38 (0:56)	22:49 (1:07)
ODA	24-07-2015	22:37 (0:55)	22:32 (0:50)	22:39 (0:57)

¹: Een Batlogger functioneerde niet. Op 05-06-2015 zijn aan die kant geen meervleermuizen gehoord, op 28-07-2015 echter wel.

²: Waarnemer nam enkel watervleermuizen waar, groot deel daarvan waren meervleermuizen

³: Tussen haakjes staat het aantal uur: minuten na zonsondergang

5.1.3 Bepaling aantal individuele dieren

Om het aantal individuele dieren zo goed mogelijk te bepalen, dient eerst het 'type' vliegroute (zie paragraaf 4.1.2) te worden bepaald en kunnen vervolgens de tellingen worden geïnterpreteerd om zo de aantallen meervleermuizen te kunnen bepalen. De drie typen vliegroutes zijn allen aangetroffen.

Bij Krommenie is op 2 en 3 juni een zuivere vliegroute waargenomen. In korte tijd passeren 20-25 meervleermuizen (figuren 2 en 3, bijlage IV). In de loop van de nacht zijn vrijwel evenveel tegengestelde vliegbewegingen opgenomen op 2 juni (evenwicht). Op 3 juni is ongeveer de helft aan opnames met tegengestelde vliegrichting opgenomen.

Bij Ouderkerk aan de Amstel noteerde de waarnemer op 10 juni dat de meervleermuizen met name foerageerden. Ook uit de resultaten van de Batlogger blijkt deze brug en het deel van de watergang met name als foerageergebied te worden gebruikt, zoals blijkt aan de lage netto flux per tijdsblok, het lage aandeel directionele opnames en de detailweergave van de vliegbewegingen (figuren 2, 4 en 5, bijlage V).

De meeste andere waarnemingen bij de verschillende bruggen en in de verschillende perioden, duiden op foerageervliegroutes waarbij kleine aantallen dieren heen-en-weer vlogen en veel foerageeractiviteit aanwezig is.

Onderstaande tabel 5 geeft de resultaten van de tellingen voor het totale aantal meervleermuizen gedurende de gehele nacht. Voor de detail onderbouwing wordt verwezen naar bijlages II tot en met V. De aantallen zoals bepaald door de waarnemers, zijn gebaseerd op de tellingen gedurende twee uur (standaard methode), die van de Batloggers op tellingen gedurende de gehele nacht.

Opvallend is dat, in de kraamtijd, wanneer het een foerageervliegroute betreft (zie bijvoorbeeld Alkmaar), de schatting door middel enkel directionele opnames te beschouwen, overeenkomt met de schatting van de waarnemers.

Bij een zuivere vliegroute, zoals in Krommenie tijdens de kraamtijd, is het totale aantal directionele opnames tweemaal zo groot als het aantal door waarnemers geschatte dieren. Een interpretatie van het patroon in de nacht is noodzakelijk, omdat zo duidelijk wordt of het een zuivere vliegroutes is (netto flux in korte tijd is tegengesteld aan netto flux later in de nacht, evenwicht over de gehele nacht).

Ook bij een foerageerroute verschilt de aantalsbepaling, zoals te zien is bij Ouderkerk aan de Amstel na het kraamseizoen en Krommenie na het kraamseizoen. De bepaling van het aantal dieren door waarnemers is dan hoger dan aan de hand van de Batloggers.

Tabel 5: aantalsbepaling van meervleermuizen. Locatie ODA = Ouderkerk aan de Amstel. Bij Methode betekent W = Waarnemer/posten, B= Batlogger. Onder type vliegroute betekent fv foerageervliegroute, zv = zuivere vliegroute en fg = foerageerroute.

Bij de methode met Batloggers zijn de aantallen op drie manieren bepaald (zie ook bijlagen II tot en met V)
 A: voor maximale aantal dieren (in tabel: aantal dieren: max), het totale aantal directionele opnames gedurende de gehele nacht, ongeacht de richtingen én anderzijds door het aantal directionele opnames van verschillende richtingen die binnen korte tijd plaatsvinden als 1 dier te interpreteren (aantal dieren: min).

B: De inschatting op basis van het patroon in de nacht, is gebaseerd op de verdeling van de directionele opnames over de nacht (er van uitgaande dat dieren meestal zowel heen als terug op de vliegroutes dezelfde watergang volgen, én dat tegengestelde directionele opname binnen korte tijd duiden op één dier)

C: De aantallen bij 'Niet-directionele opnames', zijn het minimale aantal niet-directionele opnames en het totale aantal niet-directionele opnames. gedurende dezelfde periode waarin waarnemingen door mensen zijn verzameld.

Paren van rijen zijn groen: wanneer tellingen door waarnemers en tellingen door middel van Batloggers overeenkomen, grijs wanneer geen vergelijking mogelijk was omdat een Batlogger geen bruikbare data opleverde, wit: wanneer geen vergelijking mogelijk was omdat er geen tellingen van waarnemers zijn en rood: wanneer de tellingen veel verschillen van elkaar.

Datum	Locatie	Me-thode	Type vlieg-route	Aantal dieren (min-max)	Inschatting op basis patroon in de nacht	Niet-directionele opnames	Opmerking
17 juni	Alkmaar	W	--	3-6	--		
		B	fv/zv	2-7	5	3-7	Deze route zou als een zuivere vliegroute voor een zeer beperkt aantal dieren kunnen worden beschouwd
18 juni	Alkmaar	B	fv/zv	8-20	8	20	
21 juli	Alkmaar	W	--	7			
		B	fv/zv	3-8	2-4	11-22	
22 juli	Alkmaar	B	fv	4-17	4-6	53	
5 juni	West-Knollendam	W	--	11			
		B	fv?	38?	?	nvt	Één Batlogger functioneerde niet, mogelijk keren dieren via omweg weer terug bij de brug
6 juni	West-Knollendam	B	fv?	131?	?	nvt	Één Batlogger functioneerde niet, mogelijk keren dieren via omweg weer terug bij de brug
20 juni	West-Knollendam	B	zv?	259?	?	Nvt	Één Batlogger functioneerde nie, mogelijk keren dieren via omweg weer terug bij de brug
21 juni	West-Knollendam	B	zv?	231	??	Nvt	Één Batlogger functioneerde nie, mogelijk keren dieren via omweg weer terug bij de brug
28 juli	West-Knollendam	W	--	17	--		
		B		?	?	Nvt	Één Batlogger functioneerde niet, mogelijk keren dieren via omweg weer terug bij de brug
06 aug	West-Knollendam	B	fv	12-14	2-4	7	
07 aug	West-Knollendam	B	zv	30-60	5?	27	
2 juni	Krommenie	W	zv	30			
		B	zv	50-61	20-25	19	
3 juni	Krommenie	B	zv	30-43	20-25	19	
24 juli	Krommenie	W	fv	25			
		B	fg	5-10	1-2	37	
25 juli	Krommenie	B	fg	20-21??		23?	Veel myotis spec, interpretatie niet goed mogelijk
10 juni	ODA	W	--	0			Watervleermuizen bleken in opnames meervleermuizen te zijn
		B	fg	26-34	4-10	175	
11 juni	ODA	B	fg	17-19	4-10	136	
24 juli	ODA	W	fg-fv	39			
		B	fv	8	8	41	
25 juli	ODA	B	kv-fv	14-16	4	34	

5.2 Validatie voor 'Vleermuizen in Kaart'

Uit de vergelijking met de verwachtingskaarten uit 'Vleermuizen in Kaart' (Haarsma, 2014) en de waargenomen functie tijdens de metingen (zie tabel 6 en bijlage II t/m V), blijkt dat de verwachtingskaart en de waargenomen functies voor het overgrote deel overeen komen. Enkel bij de brug bij Alkmaar is er sprake van een verschil: de waarnemingen laten zien dat hier slechts kleine aantallen dieren voorbij komen, terwijl de verwachtingskaarten spreken van/duiden op een essentiële vliegroute dan wel migratieroute.

Tabel 6: Vergelijking verwachte functie watergang op basis van 'Vleermuizen in kaart' en waargenomen functie. fv = foerageervliegroute, zv = zuivere vliegroute en fg = foerageerroute.

Groen = functie komen overeen en rood = functies komen niet overeen.

Locatie	Periode	Functie watergang op basis van onderzoek (zowel posten als Batloggers)	Functie watergang op basis 'Vleermuizen in Kaart'
Alkmaar	Kraamtijd	fv voor beperkt aantal dieren	Essentiële vliegroute
	Na kraamtijd	fv voor beperkt aantal dieren	Essentiële vliegroute
West-Knollendam	Kraamtijd	fv-zv voor groot aantal dieren	Essentiële vliegroute
	Na kraamtijd	fv-zv voor aantal dieren	Essentiële vliegroute
Krommenie	Kraamtijd	zv voor aantal dieren	Essentiële vliegroute
	Na Kraamtijd	? (verschil tussen posten en Batloggers en tweede avond Batloggers niet goed interpreteerbaar)	Essentiële vliegroute
ODA	Kraamtijd	Fg	Geen aangegeven functie
	Na Kraamtijd	fv beperkt aantal dieren	Geen aangegeven functie

Wanneer de gegevens uit Haarsma en Siepel, 2014 worden gecombineerd met de veldgegevens uit het huidige onderzoek om te bepalen op welke afstand meervleermuisverblijven aanwezig zouden – kunnen - zijn, dan blijkt dat bij Alkmaar een verblijf wordt verwacht, terwijl dit niet bekend is⁴ (tabel 7). Bij de andere locaties zijn verblijven bekend binnen de afstand zoals uit de analyse volgt.

Uit het tijdstip van de eerste passage (tabel 6), kan het aandeel van de passerende dieren ten opzichte van aantal dieren in een verblijf worden bepaald. Gecombineerd met het totaal aantal passerende dieren (tabel 5), leidt dat tot een schatting van het aantal dieren in één (of meerdere) verblijven (tabel 8).

⁴ Een voorheen bekend verblijf bij Alkmaar is verdwenen. Mogelijk hebben de meervleermuizen dus een ander verblijf in gebruik genomen (pers. com. AJ Haarsma)

Tabel 7: Afstand tot verblijven op basis Haarsma en Siepel, 2014. Data uit figuur 2 van Haarsma en Siepel 2014 is gebruikt, om op basis van de relatieve tijd t.o.v. zonsondergang te bepalen op welke afstand het verblijf zich kan bevinden. Daarvoor is uit de figuur de afstandsklasse gebruikt waarvan de gemiddelde relatieve tijd het beste aansluit bij de gemeten tijd. Tussen haakje worden de andere afstandsklassen gegeven, waarop de relatieve tijd van de eerste passage ook kan wijzen.

Locatie	Datum	Eerste meer- vleermuis door waarnemer (aantal min. na zonsondergang)	Eerste meer- vleermuis door Batlogger (directionele opname) (aantal min. na zonsondergang)	Afstand tot verblijf (km) op basis tijdstip door waarnemer	Afstand tot verblijf (km) op basis tijdstip door Batlogger	Verblijf bekend binnen opgegeven afstand?
Kraam- periode						
Alkmaar	17-06-2015	4	34	? ¹	0-1 (1-4)	Nee (maar wel verwacht)
West- Knollendam	05-06-2015	55	72	1-4 (4-6) ²	2-4 (4-8) ²	Ja (Jisp)
Krommenie	02-06-2015	42	55	2-4 (0-1)	1-4 (4-6)	Ja (Jisp, Westzaan/Zaandam Vrouwenverdriet)
ODA	10-06-2015	0	54	--	1-4 (4-6)	Ja (Abcoude, Waver, klein mannenverblijf)
Na kraam- periode?						
Alkmaar	21-07-2015	56	57	(1-2) 2-6	(1-2) 2-6	Nee (maar wel verwacht)
West- Knollendam	28-07-2015	4	-- ²	?	-- ²	
Krommenie	24-07-2015	42	55	(0-1) 2-4	1-4 (4-6)	Ja (Jisp, Westzaan/Zaandam, Vrouwenverdriet)
ODA	24-07-2015	56	58	(1-2) 2-6	(1-2) 2-6	Ja (Abcoude, Waver, klein mannenverblijf)
¹ : bij passage zo kort na zonsondergang geven Haarsma en Siepel, 2014 geen waarde						
² : Eén Batlogger functioneerde niet (zie ook tabel 3)						

Tabel 8: Voorspelde aantal meervleermuizen in verblijven. Gebaseerd op een combinatie van de relaties in Haarsma, 2014 (zie ook tabel 7) en Haarsma en Siepel, 2014. Waarnemer: uitgangspunt zijn de aantallen gerapporteerd door waarnemers; Batlogger (min-max): uitgangspunt zijn de minimale en maximale aantallen directionele opnames; en Batlogger (patroon): uitgangspunt zijn de minimale en maximale aantallen zoals bepaald door het patroon van directionele opnames (zie ook tabel 3).

		Schatting aantallen in verblijven op basis van aantallen waargenomen dieren en doorkomst eerste dier:						
		Waarnemers		Batlogger (min-max)		Batlogger (patroon)		Aantal in bekende verblijven (zie tabel 7)
kraamperiode		min	max	min	max	min	max	
Alkmaar	17-6-2015	?	?	10	20	17	23	Nvt
West-Knollendam	5-6-2015	37	55	--	--	--	--	45
Krommenie	2-6-2015	100	150	167	305	67	125	45 en 64
ODA	10-6-2015	--	--	87	170	13	50	Enkel kleine mannenverblijven
Na kraamperiode?								
Alkmaar	21-7-2015	23	35	10	40	7	30	Nvt
West-Knollendam	28-7-2015	?	?	?	?	?	?	45
Krommenie	24-7-2015	83	125	17	50	3	10	45 en 64
ODA	24-7-2015	130	195	27	40	27	40	Enkel kleine mannenverblijven

6 Discussie en conclusies

In het totaal zijn van 20 nachten Batlogger-opnames beschikbaar, van één of twee Batloggers. Gedurende acht nachten is door mensen gepost, terwijl ook Batloggers opnames maakten. Tijdens twee nachten met waarnemers bleek één van de twee aanwezige Batloggers niet te functioneren, zodat bij 6 nachten een vergelijking kan worden gemaakt tussen de tellingen en waarnemingen door mensen en Batloggers. De weersomstandigheden tijdens de 20 nachten waren niet extreem en worden beoordeeld als geschikt voor metingen.

Daarmee is een grote hoeveelheid data verzameld, waarop verschillende analyses kunnen worden gebaseerd, zoals het gebruik van en het patroon over gehele nacht van de waterwegen en verschillen in gebruik tijdens en na de kraamtijd. Voor het huidige rapport richten we ons evenwel op de analyse van of de gebruikte methode te vergelijken is met waarnemingen door waarnemers en kansrijk wordt geacht voor de monitoring van meervleermuizen. En zo ja, welke aanpassingen of doorontwikkelingen dan aan te bevelen zijn.

Het aantal 'meetpunten' of 'meetmomenten' is laag, conclusies moeten dan ook als indicatief worden beschouwd.

6.1 Kunnen vliegroutes worden gekwalificeerd en gekwantificeerd met Batloggeropnames?

Voor de locaties waarop vanwege de breedte van de waterweg met twee batloggers moest worden gewerkt, vallen de tijdstippen van meervleermuisopnames met de twee Batloggers waarin vliegrichting te herkennen is, niet samen. Het totale aantal directionele bewegingen van meervleermuizen is daarom te bepalen door het sommeren van de aantallen per detector.

Uit de patronen gedurende blokken van twee uur en over de gehele nacht (zie bijlages II tot en met V), kunnen duidelijk zuivere vliegroutes (zie 4.2.1. voor uitleg van gebruikte termen) worden herkend, zoals bij Krommenie: figuren 2 en 3, bijlage IV. De twee andere typen vliegroutes (foerageerroute en foerageervliegroute) kunnen ook herkend worden, maar de verschillen tussen de typen zijn niet altijd even duidelijk, zoals in tabel 5 is weergegeven.

Het percentage directionele opnames bij locaties, en tijdens de verschillende seizoenen, en tijdstippen in de nacht, waar op basis van patroon van vliegbewegingen en (netto) flux een vliegroute te herkennen is, verschilt duidelijk met de overige locaties, perioden en tijdstippen. Uit de data lijkt dat bij een zuivere vliegroute meer dan 40% directionele opnames zijn (vergelijk figuren 17 tot en met 20 met besprekingen in bijlages II tot en met V en met tabel 5). Bij meer meetpunten zal dit verband duidelijker worden.

De waarnemers konden gedeeltelijk een onderscheid maken tussen de typen vliegroutes. Het verschil tussen een foerageervliegroute of foerageerroute kon niet altijd goed worden gegeven. Daar waar waarnemers het type zuivere

vliegroute aangaven, gaven de resultaten van de Batloggers hetzelfde beeld (zowel in absolute termen als in het lage percentage niet-directionele opnames), zoals bij Krommenie in en na de kraamtijd en Ouderkerk aan de Amstel na de kraamtijd (tabel 5).

Op basis van bovenstaande kan worden geconcludeerd, dat vliegroutes kwalitatief kunnen worden herkend door middel van de inzet van de Batloggers. Immers de aanwezigheid van meervleermuizen is aangetoond en samen met het vlieggedrag (directionaliteit en patroon) kan het type route worden bepaald.

6.1.1 Vergelijking posten en automatische batdetector

Om vast te stellen of de aantallen dieren op route ook kwantitatief bepaald kunnen worden, zijn allereerst de tellingen van de waarnemers vergeleken met de aantallen directionele en niet-directionele opnames van de Batlogger, gedurende dezelfde tijdsperiode (figuren 21 tot en met 23). Daaruit blijkt dat in de kraamtijd bij Krommenie en Alkmaar het aantal directionele opnames overeenkomt met het aantal waarnemingen door mensen. Bij West-Knollendam kunnen de data niet geïnterpreteerd worden en bij Ouderkerk aan de Amstel blijkt de waarnemer een identificatiefout te hebben gemaakt. Na de kraamtijd komt het aantal directionele opnames niet overeen met de aantallen zoals door de waarnemers gerapporteerd, dan lijkt het aantal niet-directionele opnames beter overeen te komen met de waarnemingen door mensen (zie ook tabel 5).

Een verklaring hiervoor kan zijn, dat voor waarnemers het verschil tussen niet- en wel directionele bewegingen moeilijk te maken is. Zij horen een meervleermuis en daarna niet meer, daaruit wordt afgeleid dat het dier gericht vloog. Dat hoeft echter niet het geval te zijn. Het dier kan aan komen vliegen (directionele opname(s)), een rondje maken en voor langs de waarnemer vliegen ((meerdere niet-directionele opnames)) om vervolgens weer verder vliegen (directionele opname(s)). Ook zal het bij een dergelijke vliegroute (foerageervliegroute of foerageerroute) vaak voorkomen dat een meervleermuis niet recht op de Batlogger of waarnemer aan komt vliegen, maar min-of meer zigzaggend, onderwijl jagend, of schuin op de Batlogger of waarnemer aan komt vliegen. Dit zal een (aantal?) niet-directionele en mogelijk directionele opname(s) op de Batlogger genereren.

In alle gevallen hangt het aantal opnames door de Batlogger ook af van de instelling van de Batlogger. De instelling van de Batloggers zijn gedurende dit onderzoek constant gehouden. Mogelijk kan dit geoptimaliseerd worden.

Voor de waarnemer zal bovenstaand vlieggedrag tot één (of een zeer beperkt aantal) waarneming leiden, echter de Batlogger zal één of meerdere opnames hebben gemaakt, waarvan één of meerdere directioneel zijn.

Daarnaast lijken Batloggers bij lagere geluidssterkte van het vleermuis signaal en bij meer achtergrondgeluid, vleermuisgeluiden 'beter' te detecteren dan menselijke waarnemers (pers. com. M. Schillemans, E. Jansen en H. Limpens).

Dat leidt er toe dat bij zuivere vliegroutes Batloggers ook vleermuisopnames maken van vleermuizen op afstand, die de waarnemers nog niet horen (veelal niet-directionele opnames). Wanneer er sprake is van een zuivere vliegroute, zal

het aantal niet-directionele plus directionele opnames door een Batlogger hoger zijn dan het aantal waarnemingen van mensen, maar zal het aantal directionele opnames vergelijkbaar zijn. Bij andere typen vliegroutes, zal het aantal directionele opnames niet in verhouding staan met het aantal waarnemingen van mensen, en zal het totale aantal opnames vergelijkbaar zijn. De resultaten wijzen hier ook op (figuren 21 en 22).

Echter op plekken waar twee Batloggers zijn ingezet zoals bij locaties West-Knollendam en Alkmaar is voorzichtigheid geboden. Wanneer twee Batloggers moeten worden ingezet, kan één vliegbeweging, haaks op de microfoons of op afstand, leiden tot twee niet-directionele opnames, hetgeen kan leiden tot een overschatting van de aantallen dieren. Het middelen van de aantallen niet-directionele opnames, leidt niet altijd tot aantallen die vergelijkbaar zijn met die de door de waarnemers gemelde aantallen (tabel 5 en tabel 9). Het is niet op voorhand bekend of elke meervleermuis die haaks, of op afstand, vliegt wel altijd leidt tot twee opnames op twee Batloggers. Daarnaast is het niet duidelijk of waarnemers aan beide zijden van de waterweg een dergelijke vliegbeweging tweemaal tellen of slechts eenmaal. In het huidige onderzoek is slechts één avond voor handen waarbij data van twee batloggers beschikbaar is én door waarnemers is geteld, zodat de aantallen kunnen worden vergeleken (Alkmaar 21-07-2016). De aantallen komen weliswaar goed overeen, maar op basis van slechts één waarneming kan geen conclusie worden getrokken.

Het tijdstip waarop de eerste meervleermuis wordt waargenomen, verschilt nauwelijks tussen de waarnemingen door mensen en het tijdstip dat de eerste niet-directionele opnames door Batloggers is gemaakt (tabel 4). De geconstateerde verschillen in tabel 4, laten zich bij West-Knollendam verklaren doordat er één Batlogger niet functioneerde en bij Ouderkerk aan de Amstel dat de waarnemer de vleermuizen als watervleermuizen heeft benoemd, terwijl uit de opnames blijkt dat er meervleermuizen voorbij vlogen. Volgens verwachting is de eerste opname bijna altijd een niet-directionele opname van een op afstand vliegende meervleermuis.

Geconcludeerd wordt dat waarnemingen door mensen en Batloggers vergelijkbaar zijn, maar dat bij de vergelijking voor aantallen voorzichtigheid geboden is. Bij een zuivere vliegroute lijken het aantal waarnemingen door mensen en het aantal directioneel opnames goed over een te. Wanneer de vliegroute de vorm heeft van een foerageevliegroute of een foerageerroute, zijn de aantallen waarnemingen door mensen en aantallen niet-directionele opnames door Batloggers vergelijkbaar. Wanneer twee Batloggers moeten worden ingezet zijn de aantallen zoals waargenomen door waarnemers en door Batloggers waarschijnlijk niet altijd in overeenstemming.

Bedacht moet worden dat het aantal meetpunten (slechts zes in totaal) gering is en dat daarom er nog geen harde conclusies kunnen worden getrokken.

Tabel 9: Vergelijking tussen tellingen door waarnemers en totaal aantal niet-directionele opnames. Groene rijen: tellingen komen overeen, rode rij: tellingen komen niet overeen, oranje rijen: tellingen komen min of meer overeen en grijze rijen: vergelijking niet te maken

Datum	Locatie	Waarnemers	Batlogger	Opmerkingen
17 juni	Alkmaar	3-6	7 (3,5) ¹	
21 juli		7	22 (11)	
5 juni	West-Knollendam	11	10	1 Batlogger deed het niet
28 juli		17	0	1 Batlogger deed het niet
2 juni	Krommenie	30	19	NB zuivere vliegroute
24 juli		25	37	
10 juni	ODA	0	149	NB Determinatiefout waarnemer
24 juli		39	41	

¹ Tussen haakjes het gemiddelde

6.1.2 Aantallen passerende vleermuizen

Voor kwantitatieve informatie over vleermuizen op vliegroute, wordt meestal gebruikt gemaakt van tellingen door mensen vanaf de kant. In het huidige onderzoek is onderzocht of een dergelijke telling ook door middel van de inzet van automatische batdetectoren (in het huidige onderzoek een Batlogger) kan worden uitgevoerd.

Het aantal meervleermuizen dat gebruik maakt van een vliegroute is op verschillende manieren bepaald. Allereerst is door mensen vanaf de kant het aantal passerende meervleermuizen geteld. Die telling is vergeleken met het aantal dat wordt afgeleid van het aantal opnames door Batloggers. Het aantal waarnemingen door mensen en Batloggers is vergelijkbaar, onder bepaalde voorwaarden en aannames (zie voorafgaande paragraaf 6.1.1). Echter het aantal waarnemingen hoeft niet gelijk te zijn aan het aantal passages, wanneer dieren ook foerageren, en het aantal passerende vleermuizen hoeft niet gelijk te zijn aan het aantal individuen. Immers één vleermuis kan meerdere malen passeren.

Waarnemers hebben het aantal dieren gerapporteerd. Voor de bepaling van het aantal individuen door middel van opnames per locatie van de Batlogger, wordt verwezen naar bijlagen II tot en met V. Het proces is in alle gevallen hetzelfde:

- 1) Bepaal het aantal en richting van de directionele opnames,
- 2) Bepaal verhouding niet-directioneel-directioneel en netto flux per tijdblok en voor de gehele nacht,
- 3) Bepaal op basis van 1) en 2) het type vliegroute,
- 4) Bepaal aantal individuen: bij een zuivere vliegroutes is dat de helft van het aantal directionele opnames, bij een foerageervliegroute of foerageerroute wordt uit het patroon van de opnames gedurende de nacht het aantal afgeleid.

Daarbij wordt dan aangenomen dat forward en backward opnames binnen korte tijd (minuut) door de vliegbeweging van één dier worden veroorzaakt. Het dier vliegt heen en weer, een rondje dus. Een andere aanname is dat dieren zowel heen als terug over dezelfde route vliegen. Uitgegaan is van zowel het totale aantal directionele opnames

(geïnterpreteerd als het maximale aantal dieren), als het aantal niet-directionele opnames voor de interpretaties.

Tabel 5 geeft het overzicht van de analyses. Van de 6 nachten dat zowel data van waarnemers als Batloggers beschikbaar was, viel één avond buiten de analyse. De waarnemer rapporteerde enkel watervleermuizen en geen meervleermuizen, terwijl de Batlogger opnames lieten zien dat er wel meervleermuizen vlogen. Van de resterende 5 nachten komen de aantallen bepaald door waarnemers of door middel van de Batlogger(s) bij de zuivere vliegroutes goed overeen (Krommenie 02-06-2014 en Alkmaar 17-06-2014). Bij de overige drie nachten lijken de resultaten niet overeen te komen en is een verdere interpretatie van zowel de waarnemingen van de waarnemers, als opnames van de Batloggers noodzakelijk. De resultaten van deze drie nachten worden hieronder verder behandeld.

Op 21 juli, bij Alkmaar, werden door de waarnemers in het totaal tussen de 3 en 6 meervleermuizen waargenomen. In diezelfde tijd werden 22 niet-directionele opnames gemaakt. Wanneer we aannemen dat een voorlangs, of veraf vliegende meervleermuis, door beide Batloggers wordt opgenomen, wijzen de 22 niet-directionele opnames op 11 waarnemingen. Dat is min of meer vergelijkbaar met het aantal waarnemingen van de waarnemers, in ogenschouw nemend dat Batloggers een hogere detectiegraad hebben. Interpretatie van de directionele opnames (figuur 9, bijlage III), leidt tot de conclusie dat er gedurende de gehele nacht tussen de 2-4 individuele dieren in de buurt van de brug foerageren en (meerdere malen) passeren. Het is mogelijk dat dit kleinere aantal dieren (<11), de 11 'waarnemingen' in het begin van de avond tot gevolg heeft gehad.

Op 24 juli, bij Krommenie, is het aantal niet-directionele opnames vergelijkbaar met het aantal waarnemingen door mensen (zie tabel 5 en 9). Eén Batlogger is gebruikt. Het aantal directionele opnames is – veel - lager en daardoor leidt de interpretatie van het patroon over de nacht ook tot lagere aantallen (figuur 7, bijlage IV). De waarnemer constateerde veel foeragerende vleermuizen waarvan een groot deel onder de brug verdwijnt (tabel 2, bijlage IV). Dit komt overeen met het relatief grote aantal niet-directionele opnames en daardoor lage percentage directionele opnames (figuur 19). Het is aannemelijk dat de foeragerende dieren een hoger aantal waarnemingen, en niet-directionele opnames, hebben veroorzaakt dan dat er daadwerkelijk individuele dieren zijn. Interpretatie van het patroon van directionele opnames geeft aan dat eerder sprake is van 1-2 dieren bij Krommenie (paragraaf 3.2.1, bijlage IV). Een beperkt aantal dieren foerageert bij de bruggen en dat verklaart het relatief grote aantal niet-directionele opnames gedurende een groot deel van de nacht.

Op 24 juli, bij Ouderkerk aan de Amstel, is het aantal niet-directionele opnames vergelijkbaar met het aantal waarnemingen door tellers (zie tabel 5 en 9). Eén Batlogger is gebruikt. Het aantal directionele opnames is – veel – lager, en daardoor leidt de interpretatie van het patroon over de nacht ook tot lagere aantallen (figuur 9, bijlage V). De waarnemer gaf aan dat de dieren veelvuldig voor de brug foerageerden. Het was niet duidelijk hoeveel dieren onder de brug door vlogen (tabel 2, bijlage V). Ook in deze situatie geldt dat het aandeel directionele opnames daarom laag is ten opzichte van niet-directionele opnames

(figuur 20). Interpretatie van het patroon van de directionele opnames (paragraaf 3.2.1, bijlage V) geeft aan dat er sprake is van ca. 8 dieren die bij Ouderkerk aan de Amstel voorbij vlogen.

Het daadwerkelijke aantal individuele dieren dat in de drie nachten (Alkmaar 21-06-2014, Krommenie en Ouderkerk aan de Amstel 24-06-2014) voorbij vliegt, zal liggen tussen de lagere aantallen, zoals uit de directionele opnames worden afgeleid, en de hogere aantallen, zoals die (kunnen) worden afgeleid uit de niet-directionele of totale opnames en de directe waarnemingen door tellers. Hoewel de waarnemers allen ervaring hadden met het tellen van meervleermuizen op route, kan niet geheel worden uitgesloten dat de werkelijke aantallen dieren die passeerden –deels- afwijken van de aantallen zoals waargenomen door de tellers.

Geconcludeerd wordt dat bij zuivere vliegroutes, de aantallen gerapporteerd door zowel de waarnemers als afgeleid uit de directionele opnames, overeenkomen en eenvoudig uit de opnames door de Batloggers te bepalen zijn. Bij andere typen vliegroutes is een extra interpretatieslag van de opnames nodig. Dit geldt, voor die types overigens ook voor de waarnemingen van de mensen. De daadwerkelijke aantallen dieren kunnen dan met een range worden aangegeven. Het type vliegroute kan uit het patroon van de opnames kan worden afgeleid.

6.2 Betrouwbaarheid van de gegevens

Het is uit de set aan gegevens zelf niet te achterhalen of de bepaling van de directionaliteit (backward of forward) consistent en consequent is gedaan. Daarom zijn twee nachten twee keer uitgewerkt, zonder dat de uitwerker dat wist en daar kwamen vrijwel dezelfde aantallen uit. Dat geeft aan dat de interpretatie van de opnames consequent is gebeurd. Maar of dit ook zo zou zijn met verschillende uitwerkers is nu niet getest. Uit de gegevens set blijkt dat een directionele beweging niet door twee langs elkaar hangende Batloggers is opgenomen, en er daarom geen overschatting is van het aantal directionele opnames.

Gelet op de aantallen niet-directionele opnames en de aantallen zoals gerapporteerd door de waarnemers (zie ook paragrafen 6.1.1 en 6.1.2 en tabel 3) kan worden afgeleid dat er geen of heel weinig passerende meervleermuizen 'gemist' zijn. Immers de aantallen (directionele en niet-directionele) opnames zijn altijd hoger dan of vergelijkbaar met de aantallen waarnemingen door de tellers.

De betrouwbaarheid van de methode en de daaruit vloeiende gegevens blijkt ook uit de consistentie tussen twee op een volgende nachten, en het kleine aantal nachten waarop (relatief) veel opnames niet tot op soort konden worden gedetermineerd.

Het totale aantal opnames verschilt, bij het overgrote deel van de locaties, weinig tussen de opeenvolgende nachten (figuur 15). Het relatieve aandeel

meervleermuisopnames ten opzichte van alle opnames verschilt, bij de meeste locaties, eveneens weinig tussen opeenvolgende nachten (figuur 16). Deze consistentie wijst eveneens op een hoge betrouwbaarheid van de gegevens.

Het aantal niet te determineren opnames was erg laag (veel minder dan één procent van het totaal). Het aantal myotis-opnames dat niet tot op soortniveau maar wel tot op geslachteniveau kon worden gedetermineerd verschilt tussen de verschillende nachten (figuren 15 en 16), maar is over het algemeen veel lager dan 10% van het totale aantal opnames in een nacht (21 van de 25 nachten) en lager dan 20% van het aantal meervleermuisopnames (18 van de 25 nachten). Uitzonderingen hierop zijn de opnames bij Ouderkerk aan den Amstel waar relatief veel opnames niet op soortniveau konden worden gedetermineerd. Bij deze brug vlogen ook relatief veel watervleermuizen en was de opname kwaliteit matig (hardheid van de vleermuisgeluiden ten opzichte van achtergrondgeluiden of ruis), wat de keuze tussen meer- en watervleermuizen moeilijk maakt in de determinaties. Deze opnames zijn dan ook niet tot op soortniveau gedetermineerd. Ook tijdens twee nachten bij West-Knollendam bleken relatief veel onbekende myotis-opnames te zijn opgenomen. Bij Krommenie werd tijdens één avond meer onbekende myotis soorten waargenomen dan meervleermuizen. Locaties waar zowel water- en meervleermuizen beide voorkomen vormen een probleem wanneer de opnamekwaliteit niet goed is. Onderscheid tussen soorten wordt dan problematisch.

6.3 Kosteneffectiviteit

In het totaal zijn circa tijdens 188 uur opnames gemaakt gedurende 20 verschillende meetnachten en deze zijn in circa 100 uur uitgewerkt. Wanneer er door waarnemers gepost zou moeten worden gedurende dezelfde tijd dan zou dat 26 waarnemersnachten zijn geweest (bij twee bruggen zou met twee personen gepost moeten worden en tijdens een aantal nachten heeft één in plaats van twee batloggers goed gefunctioneerd). Uitgaande van gemiddeld 7 uur per nacht zou dat op 182 waarnemers uren komen. Daarnaast zouden van beide methoden de resultaten nog gepresenteerd moeten worden, hetgeen bij de Batlogger-data relatief eenvoudig geautomatiseerd kan worden gedaan. Het ophangen en weghalen van de Batloggers gaat snel en duurde per brug per Batlogger nog geen 10 minuten. De reistijd van en naar de bruggen is gelijk voor een waarnemer, of degene die een Batlogger ophangt (of weghaalt). Voor de Batloggers geldt bovendien dat één persoon meerdere bruggen van Batloggers kan voorzien. Daarnaast moet de waarnemer die vanaf de kant telt zeer ervaren zijn, terwijl een 'leek' met duidelijke aanwijzingen de batloggers zou kunnen monteren en weer ophalen. Zo bezien is het werken met een Batlogger (of andere automatische batdetector) kosteneffectief voor het verzamelen van data gedurende de gehele nacht. Wanneer het aantal uur waarvan data nodig is, kleiner wordt zal het verschil in werken met automatische batdetectoren en waarnemers qua kosten steeds kleiner worden.

6.4 Geschiktheid voor monitoring

Een aantal aspecten zijn van belang om te kunnen beoordelen of de gevolgde methode geschikt is voor monitoring van een populatietrend:

- 1) is het meetdoel haalbaar?
- 2) is de variabiliteit tussen metingen laag genoeg?
- 3) is de methode herhaalbaar?

Naast deze aspecten zijn een aantal andere aspecten van belang om te kunnen beoordelen of een monitoringsmethode die de aantallen dieren op vliegroute bepaald, geschikt is om de populatietrend van de soort te kunnen bepalen. Aspecten zoals representativiteit van het gemeten of gevolgde deel van de populatie voor de gehele populatie, gevoeligheid voor veranderingen in de populatiegrootte en benodigde aantal meetpunten en het aantal herhalingen (meetnachten) zijn van belang. Deze worden in het huidige rapport niet besproken. De proefopzet is een bedoeld als pilot om te bezien of de methode kan werken en welke onderdelen nader uitgezocht moeten worden.

Voor een keuze van de meest geschikte methode zouden ook de andere monitoringsmethodes (zoals uitvliegtellingen en tellingen van dieren in winterverblijven) besproken en vergeleken moeten worden. Het huidige rapport concentreert zich op de vraag of een methode waarbij gebruik wordt gemaakt van automatische batdetectoren en het herkennen van richting in opnames, een goede methode kan zijn voor het bepalen van het aantal dieren op een vliegroute.

Uit de gegevens blijkt dat aantallen dieren te bepalen zijn (zie paragrafen 6.1.1. en 6.1.2) en –onder voorwaarden- overeenkomen met de tellingen door waarnemers aan de kant. Bij zuivere vliegroutes is het aantal dieren geteld door waarnemers, gelijk aan het aantal directionele opnames gedurende dezelfde tijd (of de helft [avond] van het totale aantal directionele opnames gedurende de gehele nacht). Voor dit type vliegroutes lijkt de methode goed te werken. Er zijn echter maar twee van dergelijke meetmomenten voorhanden in de dataset. Bij foerageervliegroutes, foerageerroutes of foerageergebieden, is de aantalsbepaling moeilijker en vergt nadere interpretatie van het patroon van opnames over de gehele nacht. Het (gemiddelde van) het totale aantal opnames lijkt voor dit type vliegroute goed te correleren met het aantal waarnemingen van de waarnemers, ongeacht of het directionele opnames zijn. Het aantal dieren is te geven binnen een range.

Als maatstaaf of de bepaling van de aantallen dieren via de methode met de Batloggers correct is, is de overeenkomst gebruikt met de aantallen dieren zoals bepaald door de waarnemers aan de kant.

De resultaten verschillen weinig tussen de meeste nachten (zie ook paragraaf 6.2 en tabel 5), met andere woorden de variabiliteit tussen de metingen is gering en lijkt daardoor geschikt voor monitoring. De methode laat zich eenvoudig jaarlijks herhalen. Het ophangen en weghalen van de Batloggers kan door vrijwilligers of personeel van de provincie worden gedaan, na een zeer korte instructie. Daarmee kan de methode grootschalig worden toegepast, zonder aan kwaliteit in te boeten. Bij het meetnet NEM Vleermuis Transecttellingen (NEM VTT)

determineren vrijwilligers zelf de opnames. De fout marge is na enkele jaren (2) niet hoog. Dat laat zien dat determinatie van vleermuisopnames door vrijwilligers te leren is. Bij het NEM VTT worden weinig myotis-soorten opgenomen.

Determinatie van myotis soorten is moeilijker dan voor veel andere soorten. Met voldoende training zou het echter ook voor vrijwilligers mogelijk zijn om de meervleermuisopnames te herkennen.

Op locaties waar meerdere myotis-soorten, zoals water- en meervleermuizen, voorkomen in min of meer gelijke aantallen, of met een groter aandeel niet-meervleermuizen, kan de determinatie van opnames van mindere kwaliteit problemen opleveren. Dit speelt zeker als meervleermuizen boven kleinere meer beschutte wateroppervlakken foerageren. Hiermee dient rekening te worden gehouden, d.m.v. de keuze van de locaties om te monitoren. Het dient nader te worden onderzocht of andere instellingen van de Batlogger hier tot een beter onderscheid kunnen leiden.

De methode van waarnemen van aantallen bij bruggen, is op zichzelf geschikt voor monitoring. Herhaalde metingen gedurende meerdere jaren en op meerdere locaties (zodat de variabiliteit inzichtelijker wordt), maken duidelijker of de methode daadwerkelijk toepasbaar is voor het monitoren van populatietrends.

6.5 Validatie voor 'Vleermuizen in Kaart'

Uit tabel 6 blijkt dat de resultaten grotendeels overeenkomen met de gegevens van 'Vleermuizen in Kaart' (Haarsma, 2014). De belangrijkheid voor de watergang bij Alkmaar, zoals bepaald in huidig onderzoek, wijkt af van de pilot 'Vleermuizen in Kaart'. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het in onbruik raken van een meervleermuis verblijf en het nog niet bekend zijn van een nieuw verblijf. Daardoor wordt bij 'Vleermuizen in Kaart' de watergang als niet belangrijk geclassificeerd.

Hoewel het geen primair doel is voor dit onderzoek blijkt uit bovenstaande dat met deze methode nu nog onbekende verblijven kunnen worden opgespoord.

De dataset is te klein voor een harde conclusie over het aantal dieren in verblijfplaatsen, op basis van het tijdstip van het eerste waargenomen dier en aantal dieren in het totaal, conform de gegevens in Haarsma, 2014 en Haarsma en Siepel, 2014. Er lijkt in beperkte mate overeenstemming te zijn (tabel 8).

In paragraaf 6.1 is geconcludeerd dat aantallen passerende meervleermuizen te bepalen is met de gehanteerde methode. Gekoppeld aan een overzicht van de tijdstippen dat meervleermuizen bruggen passeren (zie Schillemans en Koelman 2104abcd, en bijlagen 2 t/m 5) geeft dat een goed beeld van het gebruik van een brug door meervleermuizen. De methode is dan ook bruikbaar voor planologische toetsen in het kader van de flora- en faunawet.

7 Aanbevelingen

Belangrijke conclusies die worden getrokken zijn dat bij zuivere vliegroutes de aantallen dieren eenvoudig te bepalen zijn en dat bij de overige vliegroutes het aantal niet directionele opnames een goede benadering geeft van de aantallen, zoals waargenomen door tellers.

Nota bene: de dataset is in deze pilot beperkt gebleven en de metingen zijn verricht op locaties waarvoor werkzaamheden op stapel staan.

Om de relatie tussen directionele opnames en aantal dieren op zuivere vliegroutes beter te onderzoeken, is herhaling van dit onderzoek op meerdere locaties met –bekende - zuivere vliegroutes noodzakelijk. De relatie tussen aantal opnames (ongeacht directionaliteit) en aantal dieren zoals bepaald door waarnemers (aangenomen dat waarneming door mensen als ‘ijkpunt’ geldt) dient zeker voor de niet-zuivere vliegroutes beter te worden onderzocht. Ook hiervoor zou het gericht zoeken naar dit type vliegroutes en daar meerdere nachten en op meerdere locaties Batloggers ophangen, kunnen leiden tot een beter inzicht. Voor de niet-zuivere vliegroutes, is het noodzakelijk voor de interpretatie van de gegevens om bij bruggen aan weerszijde van de brug Batloggers op te hangen. Daarmee kan bepaald worden of de directionaliteit van de opnames inderdaad consistent kan worden bepaald én kan, zeker bij niet-zuivere vliegroutes, de interpretatie van de gegevens om tot aantallen dieren te komen worden verbeterd.

Aanbevolen wordt om op tenminste 6-8 locaties van elk type vliegroute minimaal 5 nachten per seizoen te monitoren zodat de uitkomsten ook statistisch meer kracht krijgen.

Het verdient aandacht om de instellingen van de Batlogger tegen het licht te houden om te bezien of de opname kwaliteit kan worden verbeterd en/of anderszins het onderscheid tussen de verschillende myotis-soorten te verbeteren. Ook de locatiekeuze voor bemonstering speelt hierbij een rol.

Het is tevens aan te bevelen de weersomstandigheden automatisch bij te houden tijdens de metingen. Voor het begrip van de waargenomen patronen is het ook van belang langer op een punt te meten en de invloed van weer op het gedrag (en daaruit volgend type vliegroute) van de langs vliegende meervleermuizen te analyseren.

De werkwijze voor werken met Batloggers zou dan als volgt kunnen zijn:

1. determineren opnames
2. bepalen aantal directionele opnames
3. bepalen verhouding directionele en niet-directionele opnames.
4. bepalen type vliegroute
5. bepalen aantal dieren: bij zuivere vliegroutes is het aantal dieren de helft van het aantal directionele opnames en bij de overige vliegroutes het aantal opnames gedurende twee uur (idealiter na eerste waarneming van een meervleermuis), gedeeld door het aantal batloggers, met een range

van het minimale aantal opnames van één Batlogger tot het totaal van de ingezette Batloggers. Wanneer meerdere nachten gemonitord wordt, dient het gemiddelde van de nachten te worden genomen als maatstaf.

Bovenstaande stappen zijn nu allen manueel gedaan. Echter stap 2, 3 en 5 kunnen waarschijnlijk geautomatiseerd worden. Stap 1 is al deels geautomatiseerd, door het gebruik van software als Batexplorer en Batscope. Dit kan nog verder worden geoptimaliseerd. Automatisering van het proces zal leiden tot een aanzienlijke kostenreductie.

De instellingen van de Batloggers zijn nu gelijk gehouden voor alle locaties. Deze kunnen mogelijk nog worden geoptimaliseerd, qua gevoeligheid en lengte van opnames, en bv. door de gevoeligheid voor triggering te richten op specifieke frequenties van de meervleermuis. Ook dient te worden beoordeeld in welk gevolg strengere eisen stellen aan de opname kwaliteit, heeft op de aantallen opnames en of daardoor te veel opnames worden 'afgekeurd', waardoor aantalsbepaling niet meer mogelijk is. IJking van de microfoons dient elk jaar herhaald te worden.

Wanneer na verder onderzoek, zoals hierboven beschreven, nog steeds dezelfde conclusies kunnen worden getrokken, dan is de methode toepasbaar voor monitoring van (meer)vleermuizen via aantallen dieren op vliegroute.

Vervolgens kan deze methode vergeleken worden met andere methodes (zoals kolonietellingen, tellingen op vliegroutes door waarnemers, tellingen (zowel vanaf de kant van een watergang als vanaf een brug), d.m.v. stereomicrofoons onder bruggen, en (punt)transecttellingen op water) om tot een optimale monitoringsmethode te komen.

Wanneer de metingen meerdere jaren op meerdere locaties worden herhaald, zal kunnen blijken of de methode daadwerkelijk toepasbaar is voor het monitoren van populatietrends. Ook kan daarmee bepaald worden hoeveel meetpunten noodzakelijk zijn en waar deze gelokaliseerd dienen te worden.

In dit rapport ligt de focus van de discussie op de mogelijkheden van de toepassing van Batloggers aan bruggen als instrument tot monitoring van populatietrends.

Echter het gebruik van meervleermuizen (en andere soorten!) van de waterwegen bij bruggen, is ook van belang voor beoordelen van effecten van, en sturen van geplande werkzaamheden aan bruggen (Schillemans en Koelman, 2014abcd). Uit de metingen door de Batloggers worden patronen van gebruik gedurende de gehele nacht (en als daarop wordt ingezet ook het gehele seizoen) bekend. Dat is van belang wanneer toepassing van 'standaard' mitigerende maatregelen (Haarsma, 2010) niet mogelijk is. Daarnaast kan de toepassing van Batloggers aan bruggen ook worden gebruikt om te komen tot betere kennis van de –micro-verspreiding en activiteitspatronen van alle vleermuizen die boven water vliegen of jagen in de provincie Noord-Holland. Een (kosten)efficiënte afhandeling en opslag van de grote hoeveelheden data is dan noodzakelijk. Gelet op de ontwikkeling met Big Data en de in dit rapport voorgestelde optimalisaties, wordt een kosteneffectieve, breed toegepaste toepassing van Batloggers (of andere automatische batdetectoren) goed mogelijk geacht. Daarmee wordt dan niet alleen een monitoringmethode voor meervleermuizen mogelijk, maar wordt ook



Onderzoek naar nieuwe onderzoeksmethode gebruik waterwegen

de kennis van het gebruik van waterwegen (en mogelijk andere structuren) door andere soorten vleermuizen vergroot, waardoor bij werkzaamheden of aanpassingen eenvoudig rekening gehouden kan worden met vleermuizen. Dat zal uiteindelijk de uitvoering van werkzaamheden efficiënter en goedkoper maken.

8 Literatuurlijst

8.1 Literatuur-referenties

Barclay, R. M. R. 1999. Bats are not birds: a cautionary note on using echolocation calls to identify bats: a comment. *Journal of Mammalogy*, 80: 290–296.

Haarsma, A.-J., 2010. Protocol vleermuizen en natte infrastructuur. Een voorstel Rapport 2010.1. Batwater onderzoek en advies, Heemstede.

Haarsma, A.-J., 2011a. De meervleermuis in Nederland. Rapport van de Zoogdierverseniging, Nijmegen.

Haarsma, A.-J., 2011b. De meervleermuis en Natura2000 in Nederland, locaties van alle mannen en kraamverblijven. Bijlage bij rapport 'De meervleermuis in Nederland'.

Haarsma, A.-J., 2014. Pilot Vleermuizen in Kaart.

Haarsma, A.-J. and Siepel, H. , 2014. Group size and dispersal ploys: an analysis of commuting behaviour of the pond bat (*Myotis dasycneme*) *Can. J. Zool.* 92: 57–65 (2014) [dx.doi.org/10.1139/cjz-2013-0052](https://doi.org/10.1139/cjz-2013-0052)

Jansen, E.A., H.G.J.A. Limpens, J.J.A. Dekker, M. Liefing & T. van der Meij, 2012. Monitoring of bat species currently not covered by the Dutch national monitoring scheme. Volunteers, design & statistical power. Report 2012.04. Zoogdierverseniging, Nijmegen.

Kuijper, D.P.J., J. Schut, D. van Dulleman, H. Toorman, N. Goossens, J. Ouwehand & H.J.G.A. Limpens, 2008. Experimental evidence of light disturbance along the commuting routes of pond bats (*Myotis dasycneme*). *Lutra* 51(1): 37-49.

Limpens, H.J.G.A., K. Mostert & W. Bongers, 1997. Atlas van de Nederlandse vleermuizen; onderzoek naar verspreiding en ecologie. - KNNV Uitgeverij, 260 pp.

Limpens, H.J.G.A., P.H.C. Lina & A.M. Hutson, 2000. Action Plan for the Conservation of the pond bat in Europe (*Myotis dasycneme*). *Nature and Environment* No 108: 1-50. Council of Europe Publishing, Strasbourg. [T-PVS(99) 12].

Limpens, H.J.G.A. & R. Schulte, 2000. Biologie und Schutz gefährdeter wandernder mitteleuropäischer Fledermausarten am Beispiel von

Rauhhaufledermäusen (*Pipistrellus nathusii*) und Teichfledermäusen (*Myotis dasycneme*). - *Nyctalus* (N.F.) 7(3): 317-327.

Limpens, H.J.G.A., 2001a. Beschermingsplan Vleermuizen van Moerassen. Rapport 2001.05 Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem, in opdracht van ExpertiseCentrum LNV Onderdeel Natuurbeheer. 84 pp.

Limpens, H. J.G.A., 2001b. Assessing the European distribution of the pond bat (*Myotis dasycneme*) using bat detectors and other survey methods. - Proceedings of the 4th European bat detector workshop, Nietoperze II (2): 169-178.

Limpens, H.G.J.A., J.J.A. Dekker, E.A. Jansen, & H. Huitema. 2011. Lichtproef meervleermuizen Kuindervaar. Vergelijking van de effecten van verschillende kleuren straatverlichting op de vliegrouete van meervleermuizen op de Kuindervaart. Rapport 2011.18 Zoogdierverseniging, Nijmegen. 16 pp.

Limpens, H.J.G.A. & G.F. McCracken, 2004. Choosing a Bat Detector: Theoretical and Practical Aspects. P. 28-37 in: Brigham, R.M., et al., eds. 2004. Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis. Bat Conservation International, Austin, Texas. 167 pp.

Roche, N., S. Langton, T. Aughney, J. M. Russ, F. Marnell, D. Lynn, and C. Catto. 2011. A car-based monitoring method reveals new information on bat populations and distributions in Ireland. *Animal Conservation*, 14: 642–651.

Schillemans, M.J. en Koelman, R., 2014a. Onderzoek vleermuisfuncties N203, te Krommenie. Rapport 2014.047. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen.

Schillemans, M.J. en Koelman, R., 2014b. Onderzoek vleermuisfuncties Beatrixbrug/N246 te West-Knollendam. Rapport 2014.048. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen.

Schillemans, M.J. en Koelman, R., 2014c. Onderzoek vleermuisfuncties Leeghwaterbrug te Alkmaar. Rapport 2014.049. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen.

Schillemans, M.J. en Koelman, R., 2014d. Onderzoek vleermuisfuncties brug N522- Amstel te Ouderkerk aan de Amstel. Rapport 2014.050. Bureau van de Zoogdierverseniging, Nijmegen.

Vleermuisvakberaad Netwerk Groene Bureaus, Zoogdierverseniging en Gegevensautoriteit Natuur, Vleermuisprotocol 2013, 27 maart 2013

Whitby, M.D., Carter, T.C., Britzke, E.R. and Bergeson, S.M., 2014. Evaluation of Mobile Acoustic Techniques for Bat Population Monitoring. *Acta Chiropterologica* 16(1): 223-230. 2014

8.2 Lijst met figuren en tabellen

Figuur 1: De vier onderzoekslocaties (bruggen)	13
Figuur 2: Schematische voorstelling van een foerageervliegroute. Te zien is hoe een dier in cirkels vliegend de microfoon passeert.	16
Figuur 3: Ligging van de bruggen ten opzichte van bekende verblijfplaatsen van meervleermuizen en het potentiële bereikbare jacht/vlieggebied rondom de bruggen.	18
Figuur 4: Voorbeeld van een vliegbeweging op de microfoon af ('backward'). In het bovenste paneel is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat deze eerst toeneemt en dan ineens verdwijnt.	21
Figuur 5: Voorbeeld van een vliegbeweging op de microfoon af ('backward'). In het bovenste paneel wordt is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat deze toeneemt -met een feeding buzz- hard blijft, en dan ineens verdwijnt.	21
Figuur 6: Voorbeeld van een vliegbeweging van de microfoon af ('forward'). In het bovenste paneel is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat deze ineens toeneemt/verschijnt en dan langzaam kleiner wordt	22
Figuur 7: Voorbeeld van een vliegbeweging van de microfoon af ('forward'). In het bovenste paneel is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat deze ineens toeneemt/verschijnt en dan langzaam kleiner wordt	22
Figuur 8: Voorbeeld van een vliegbeweging voor de microfoon langs ('front') In het bovenste paneel is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat de amplitudo gelijdelijk toeneemt en gelijdelijk afneemt	23
Figuur 9: Voorbeeld van een vliegbeweging voor de microfoon langs ('front'). In het bovenste paneel is de amplitudo weergegeven. Te zien is dat de amplitudo gelijdelijk toeneemt en gelijdelijk afneemt	23
Figuur 10: Schematische weergave van de gebruikte termen voor de vliegrichtingen.....	24
Figuur 11: Schematische weergave voor experimentele setup om te bepalen of de directionaliteit van de Batlogger vergroot kon worden.....	25
Figuur 12: place holder	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
Figuur 13: Bevestiging aan de brugleuning	27
Figuur 14: Bevestiging aan de brugleuning. Ook wanneer de brug opengaat blijft de constructie op zijn plaats.	28
Figuur 15: Overzicht aantallen opnames door Batloggers. Aanduiding achter locatie en datum, geeft de zijde van de brug waar de Batlogger hing (Noord-, Zuid- West- of Oostzijde). De richting waarin de microfoon wees is gegeven in tabel 3.	32
Figuur 16: Overzicht aandeel meervleermuisopnames en myotis opnames ten opzichte van alle opnames en meervleermuisopnames bij de verschillende locaties.....	33
Figuur 17: Overzicht aandeel directionele opnames in de kraamtijd van locaties Ouderkerk aan de Amstel (ODA) en West-Knollendam	34
Figuur 18: Overzicht aandeel directionele opnames in de kraamtijd van locaties Krommenie en Alkmaar	34
Figuur 19: verzicht aandeel directionele opnames na de kraamtijd van locaties Alkmaar en Krommenie (per Batlogger gegeven)	35
Figuur 20: Overzicht aandeel directionele opnames na de kraamtijd van locaties Ouderkerk aan de Amstel (ODA) en West-Knollendam (per Batlogger gegeven)	35
Figuur 21: Correlatie tussen tellingen door waarnemers en Batloggers, in de kraamtijd.	36
Figuur 22: Correlatie tussen tellingen door waarnemers en Batloggers, na de kraamtijd.....	37
Figuur 23: Correlatie tussen tellingen door waarnemers en Batloggers, in de kraamtijd, gecorrigeerd voor de telling waarbij waarnemer andere soort rapporteerde dan de batlogger.	37
Tabel 1: Kenmerken van de bruggen	13
Tabel 2: Inschatting belang vliegroute voor populatie/groep aan de hand van tijdstip eerste dier op vliegroute.....	29
Tabel 3: Overzicht meetmomenten. Locatie: ODA = Ouderkerk aan de Amstel.....	30
Tabel 4: Vergelijking eerste waarneming meervleermuis tussen waarnemers en Batloggers.....	38
Tabel 5: Aantalsbepaling van meervleermuizen.....	40



Onderzoek naar nieuwe onderzoeksmethode gebruik waterwegen

Tabel 6: Vergelijking verwachte functie watergang op basis van 'Vleermuizen in kaart' en waargenomen functie..	41
Tabel 7: Afstand tot verblijven op basis Haarsma en Siepel, 2014..	42
Tabel 8: Voorspelde aantal meervleermuizen in verblijven. Gebaseerd op een combinatie van de relaties in Haarsma, 2014 (zie ook tabel 7) en Haarsma en Siepel, 2014..	43
Tabel 9: Vergelijking tussen tellingen door waarnemers en totaal aantal niet-directionele opnames.	47