

Natuurstudieartikel

Zwermgedrag van vleermuizen in de Antwerpse fortengordels: een zoektocht naar methodiek

Wout Willems Projectmedewerker vleermuizen bij Natuurpunt Studie vzw, Coxiestraat 11, 2800 Mechelen, e-mail: wout.willems@natuurpunt.be, tel. 015 29 72 68

Samenvatting

In de periode 2013-2015 werd onderzoek uitgevoerd naar het zwermgedrag van vleermuizen in de fortengordels rond Antwerpen, met het oog op het ontwikkelen van een standaardmethode voor onderzoek naar en monitoring van zwermgedrag in forten. Onderzoek met automatische detectoren werd uitgevoerd om de mate van activiteit van vleermuizen na te gaan. Zwermvangsten lieten toe om onderzoek te doen naar de verschillende soorten, hun zwermperiodes en het ruimtelijk gebruik van de forten. Om het ruimtelijk gebruik van vleermuizen te onderzoeken werden deze methodes gecombineerd met visuele observaties. De resultaten van dit onderzoek leidden tot nieuwe kennis rond zwermgedrag, met uitgewerkte voorbeelden van de onderzochte forten, met specifieke aanbevelingen voor zonering en beheer, en tot een handleiding waarin de methodiek voor zwermsonderzoek in forten uitgebreid beschreven wordt.

Zwermgedrag in de forten – wablieft?

Onder zwermgedrag verstaan we dat tijdens de (na)zomer en herfst een groot aantal vleermuizen 's nachts winterverblijfplaatsen bezoeken. De dieren vliegen er rond, om winterverblijfplaatsen te inspecteren en te verkennen. Op dat moment is er veel sociale interactie (balts, paring). Omdat zwermen een cruciale rol speelt in de voortplanting van vleermuizen, is voor het voortbe-

staan van de verschillende soorten vleermuizen een adequate bescherming van de zwermplaatsen noodzakelijk.

Er zijn slechts weinig zwermplaatsen in Vlaanderen bekend. In de Antwerpse forten, waar zowat de helft van de getelde vleermuizen van Vlaanderen overwinteren, toonde verkennend onderzoek (periode 2007-2010) in 12 verschillende forten aan dat er daar volop gezwermd werd (Van der Wijden, 2009; De

Vlaeminck, 2010; Arcadis, 2010; Dekeukeleire et al., 2011(a) en 2011(b); Willems et al., 2011). Dat onderzoek was echter doorgaans beperkt tot slechts één nacht. Iets uitgebreider onderzoek werd bijkomend uitgevoerd in de forten van Walem (Willems, 2011) en Oelegem (Boers et al., 2012).

Een gepaste bescherming van de zwermplaatsen is één van de instandhoudingsdoelstellingen (IHD's) voor de fortengordels: door een ge-

Het volledige rapport (186 blz.) uit 2016 van Willems W., Dekeukeleire D., Janssen, R., Lefevre, A., Onkelinx T., Swinnen K., Verkem, S., Boers, K. & Lambrechts J., Ontwikkeling van een onderzoeksmethode naar het zwermgedrag van vleermuizen in de Antwerpse fortengordels met het oog op het behalen van een goede staat van instandhouding' is te downloaden van de website van Natuurpunt (www.natuurpunt.be; via publicatie databank'). De studie werd gemaakt in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB).

SAMENVATTING (3 deelrapporten):

In Vlaanderen leven momenteel 17 soorten vleermuizen van de 23 in België voorkomende soorten, daarvan worden 13 soorten ernstig bedreigd.

Deel 1 van dit rapport beschrijft de onderzoeksmethode, het uitgevoerde onderzoek en de algemene resultaten van het onderzoek dat liep over de periode 2013-2015 in 7 forten.

Deel 2 van dit rapport bevat de detail resultaten van de zeven onderzochte forten als uitgewerkte voorbeelden, met name het fort van Kapellen, het fort van Oelegem, het fort van Koningshooikt, het fort van Kessel, het fort van Lier, het fort van Duffel en fort 5 (Edegem). Van ieder onderzocht fort wordt een overzicht gegeven van de zwermplaatsen, de soortensamenstelling en een inschatting van de mate van activiteit van de vleermuizen die er komen zwermen, samen met een interpretatie van deze gegevens, en voorstellen voor inrichting en beheer.

Deel 3 van dit rapport is een handleiding, waarin de methodiek voor zwermsonderzoek in forten uitgebreid beschreven wordt.

Het volledige rapport (3 delen) is beschikbaar op https://www.natuurpunt.be/publicaties?search_api_views_fulltext=fortengordels (Willems et al. 2016).

paste zonering van de forten (met bepaling van gebruik en toegangsregeling op welke tijd en plaats) kunnen kwetsbare zones voor vleermuizen gevrijwaard worden. Daarvoor moet er dan wel voldoende kennis beschikbaar zijn over zwermgedrag.

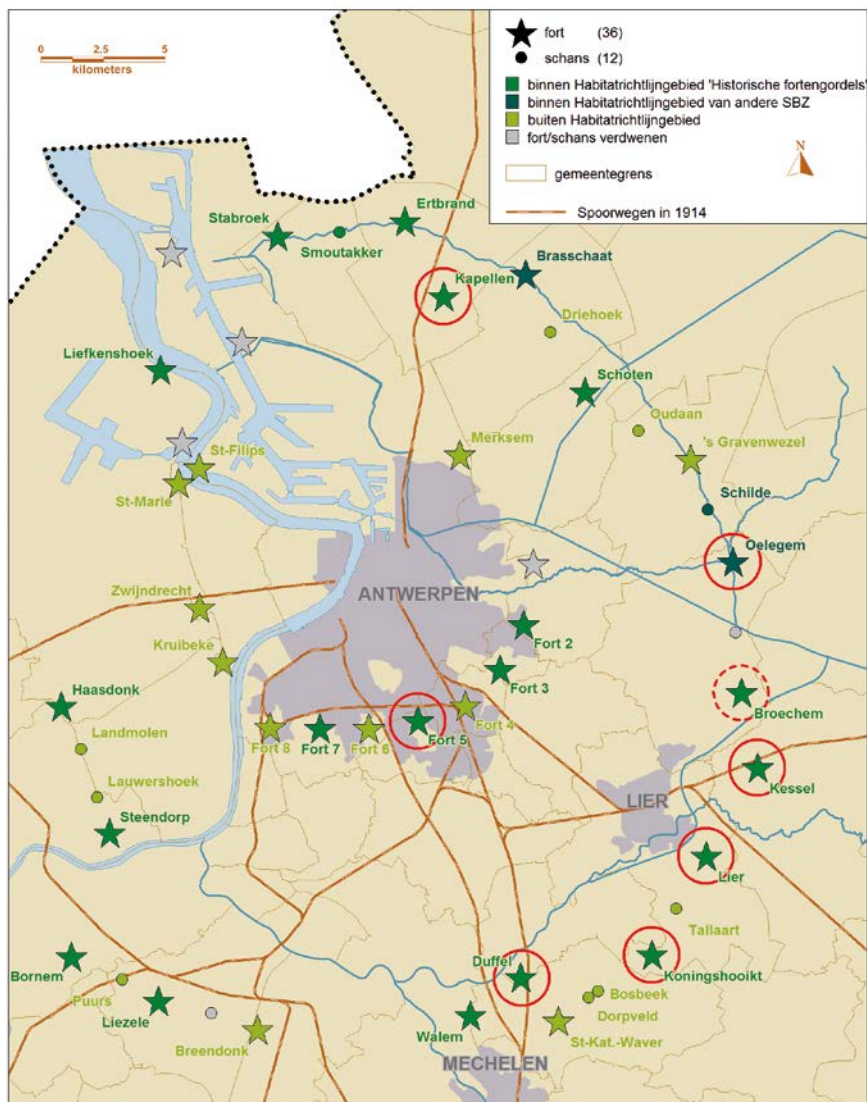
Het verzamelen van bijkomende kennis over zwermgedrag in de forten is een cruciale stap naar het beschermen van vleermuizen. Om die reden schreef het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) hier een grootschalige studie voor uit, die uitgevoerd werd door Natuurpunt Studie in samenwerking met haar Vleermuizenwerkgroep en drie onderaannemers. Het volledige rapport (3 delen) is te raadplegen op de website van Natuurpunt (rubriek 'publicaties').

Wat we wilden weten...

Om de kennisleemte rond zwermgedrag weg te werken, moeten er een aantal zaken nagegaan worden: welke soorten zwermen er? En waar, in welke periode, en op welke tijdstippen? Hoe onderzoek je dat? En hoe kan je evoluties in zwermgedrag op lange termijn opvolgen?

Om antwoorden op deze vragen te vinden selecteerden we zeven forten voor uitgebreid onderzoek: de forten van Oelegem, Koningshooikt, Kapellen, Kessel, Lier, Duffel en Fort 5 (Edegem) (figuur 1). We voerden daar in 2013, 2014 en 2015 veldwerk uit, telkens van half juli tot half oktober. Bijkomend werden ook onderzoeksgegevens verwerkt van het Fort van Broechem (Campus Vesta) van een ander project, dat in opdracht van de Provincie Antwerpen werd uitgevoerd (rapport beschikbaar op hun website www.provincieantwerpen.be).

Voor iedere kennisvraag die we willen beantwoorden, moest de gepaste onderzoeksmethode gezocht worden.



Figuur 1: Overzicht van de Antwerpse fortengordels, met aanduiding (in rood) van de onderzochte forten.

Om de activiteit van zwermende vleermuizen te bepalen, werden in ieder fort vier automatische detectoren (type Pettersson D500X) geplaatst. Deze maken opnames (met registratie van tijdstip) wanneer er ultrasone geluiden worden geregistreerd, en als het aantal niet-vleermuizengeluiden daar uit gefilterd worden is het aantal overblijvende opnames dus een maatstaf voor de mate van vleermuizenactiviteit op die locatie. Om opnames van vleermuisgeluiden te scheiden van 'valse' opnames (vogels, sprinkhanen, waterdruppels etc.) werden de opnames geanalyseerd met automatische herkenningsoftware. Via een manuele controle van

een random steekproef uit de opnames kon men de effectiviteit van de software (het herkenningprogramma 'Kaleidoscope') controleren. Om het soortenspectrum te bepalen, werden netvangsten uitgevoerd van zonsondergang tot 1:30 (2014) of 2:00 (2014 & 2015). Vangsten geven niet enkel zekere informatie over de soort, maar ook bijkomende informatie zoals invliegrichting (in het net), geslacht, fysieke conditie, leeftijd en seksuele activiteit. De dieren werden binnen een periode van 1 uur ter plaatse terug vrijgelaten. Om hervangsten te kunnen onderscheiden, kregen de gevangen dieren een kleurmerk op de duim.

Tabel 1: Aantal detectoropnames en vangsten in de verschillende forten

Fort	jaar	netvangsten											
		#aantalopnames	Vleermuis onbekend (Chiroptera species)	Laatvlieger (Eptesicus serotinus)	Meervleermuis (Myotis dasycneme)	Watervleermuis (Myotis daubentonii)	Ingekorven vleermuis (Myotis emarginatus)	Baardvleermuis (Myotis mystacinus)	Franjestaart (Myotis nattereri)	Myotis species (Myotis species)	Gewone grootoorvleermuis (Plecotus auritus)	Gewone dwergvleermuis (Pipistrellus pipistrellus)	Totaal # vangsten
Fort 5	2015	47.463	0	4	0	53	1	0	5	0	20	24	107
Fort Duffel	2015	58.312	0	0	0	72	4	5	11	0	16	25	133
Fort Kapellen	2013	102.172	0	0	0	76	1	8	38	0	25	40	188
Fort Kessel	2014	69.793	7	3	0	196	25	26	39	0	22	95	413
Fort Koningshooikt	2013	70.055	0	0	0	117	12	58	38	0	48	39	312
Fort Lier	2014	140.775	6	3	0	93	9	16	19	5	27	19	197
Fort Oelegem	2013	101.305	0	0	2	243	11	20	100	0	14	38	428
Fort Broechem	2015	nvt	7	0	0	151	27	34	96	0	29	46	390
Eindtotaal		589.875	20	10	2	1.001	90	167	346	5	201	326	2.168



Figuur 2: Het fort van Kessel ©Rob Koelman

Om het ruimtelijk gebruik van de dieren na te gaan, werden de gegevens van beide methoden gecombineerd. Daarbij werd ook de combinatie met een derde methode (die verder wordt besproken) uitgetest. Door alle onderzoeksmethoden te combineren, kan een overzichtelijk beeld verkregen worden van het zwermgedrag.

Wat de detectoren ons leren

De automatische detectoren leverden samen een totaal aantal van 589.875 opnames op (tabel 1). De betrouwbaarheid van de automatische herkenningsoftware bleek na

steekproefonderzoek goed te zijn voor het niet-soortgebonden herkennen van vleermuizen indien de als rosse vleermuis en bosvleermuis herkende opnames achterwege worden gelaten. Omwille van een zelfde lage frequentie worden storinggeluiden vaak foutief als deze soorten aanzien. Beide boombewonende soorten vliegen soms wel over een fort, maar zwermen er niet. Op

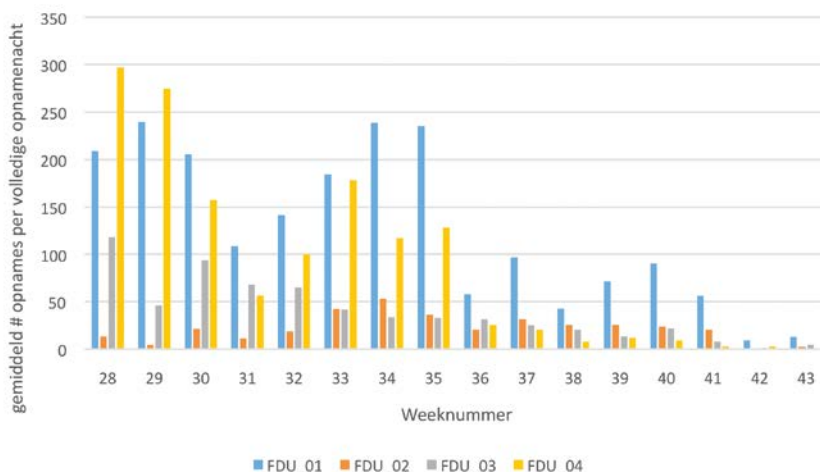
soortniveau zijn enkel de determinaties van gewone dwergvleermuis en franjestaart betrouwbaar.

Uit de opnames werd alle bruikbare (vleermuis)data gefilterd. Op die manier kunnen we voor iedere detector de evolutie van de zwermactiviteit over het seizoen afleiden (figuur 3).

Voornaamste conclusies:

- Bij gebruik van één detector per fort krijg je geen volledig beeld: de zwermactiviteit kan verschillen van locatie tot locatie (bv. zie bij figuur 3 tussen de detectors 01 en 02)
- De zwermactiviteit op een locatie kan variëren in de loop van het seizoen, afhankelijk van de zwermperiode van de verschillende vleermuissoorten.
- Het begin van de zwermperiode kan van jaar tot jaar variëren, en kan al rond week 26 (begin juli) beginnen.

We zagen ook een opvallend activiteitspatroon over een nacht: meestal is er in het begin van de nacht dadelijk activiteit, en op het einde van de nacht verdwijnt de activiteit. Bij kortere nachten is er een wat snellere toename van de zwermactiviteit na zonsondergang, en een snellere

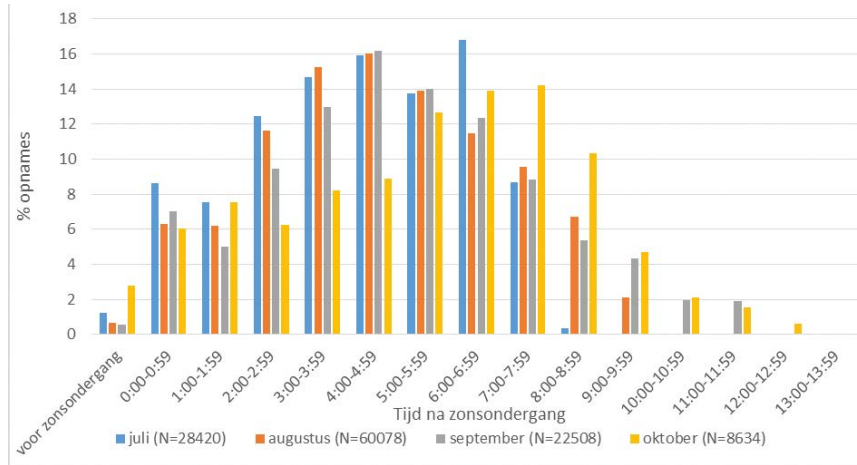


Figuur 3: Gemiddeld aantal opnames per volledige opnamenacht voor de 4 verschillende detectoren van Fort Duffel (FDU), 2015. (totaal aantal opnames over de gehele periode (week 28 tem week 43 of van juli tot oktober) was 24.592)

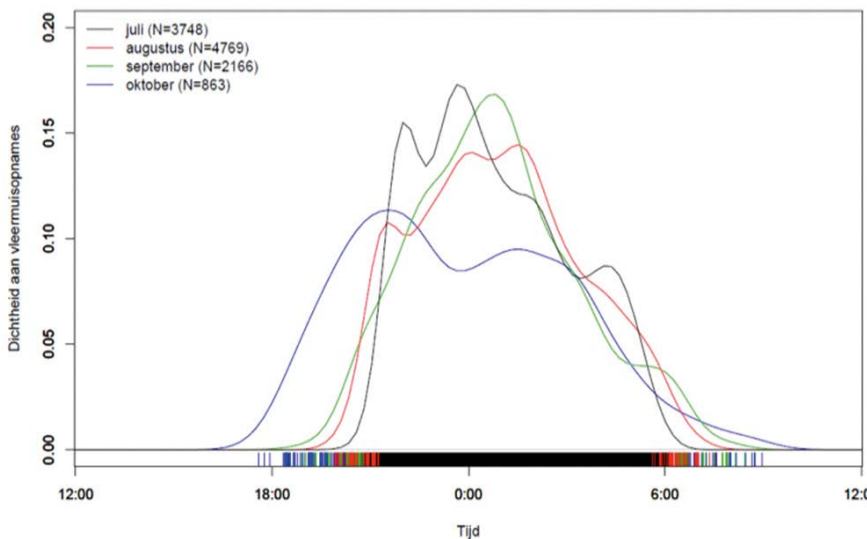
activiteitsafname (want zonsopgang komt er sneller aan). Dit patroon vinden we zowel op het algemene niveau van alle detectoren (figuur 4)

als voor iedere individuele detector: het zwermgedrag begint kort na zonsondergang, en eindigt rond zonsopgang. Hoe korter de nacht is,

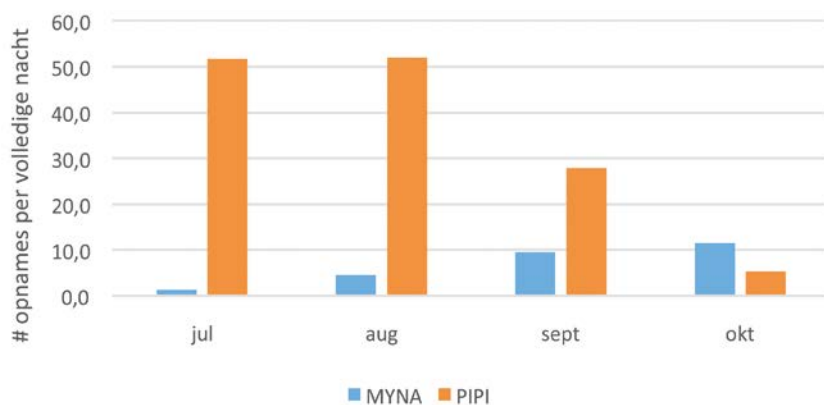
hoe meer het patroon op elkaar gedruwd is (figuur 5). De duur van het zwermgedrag is dus gerelateerd aan de lengte van de nacht.



Figuur 4: Relatieve hoeveelheid opnames ten opzichte van zonsondergang voor alle detectoren (N= totaal aantal opnames).



Figuur 5: Gemiddeld nachtelijk activiteitspatroon per maand in Fort 5



Figuur 6: Maandelijkse verschillen in detectiekans per opname-nacht voor franjestaart (MYNA) en gewone dwergvleermuis (PIPI) bij alle forten

Er werd nagegaan of netvangsten een invloed hebben op de zwermactiviteit. Er kon echter geen statistisch significant effect aangetoond worden tussen de netvangsten en het aantal opnames van de nabije detectoren tijdens de daaropvolgende nachten ($p=0.57$). Als belangrijke opmerking moet hierbij wel aangegeven worden dat een impact evenmin uitgesloten is. Er is immers een veelheid aan factoren die een impact op de gedetecteerde aantallen kunnen hebben.

Voor **gewone dwergvleermuis** en **franjestaart**, de enige goed door de automatische software (Kaleidoscope) herkende soorten, werden soortgebonden activiteitspatronen vastgesteld. Hiervoor werden de gemiddelde aantallen opnames van deze soorten per nacht in een bepaalde maand nagegaan (figuur 6). De maandelijkse verschillen in detectiekans voor beide soorten kunnen gelinkt worden aan de seksuele status van de dieren (tabel 4, blz. 11). Wanneer de seksuele activiteit start (SA1) of halverwege is (SA2) neemt de detectiekans toe. Wanneer de seksuele activiteit de eindfase bereikt (SA3) gaat na verloop van tijd de detectiekans terug afnemen. Doordat gewone dwergvleermuizen vroeger dan franjestaarten seksueel actief worden, betekent dit dat de detectiekans voor eerstgenoemde rond begin september daalt terwijl deze van franjestaart stijgt tot minstens begin oktober. Het tot op soort herkennen van de geluiden is belangrijk om dit soort patronen te kunnen ontdekken.

Met een case study wilden we nagaan of er ook een verschil in ruimtegebruik is tussen beide soorten.



Figuur 7: Meervleermuis. Vleermuizen uit fortengordel zijn allen als provinciale 'prioritaire' soorten aangeduid. Meer info op www.provincieantwerpen.be © Yves Adams - VILDA

We vergeleken daarom het aantal opnames van beide soorten per detectorlocatie in het Fort van Duffel (tabel 2, figuur 8).

Hieruit blijkt een duidelijk verschil in ruimtelijk gebruik tussen beide soorten. Dat verschillende soorten verschillende voorkeurslocaties hebben om te zwermen in een fort is een belangrijk gegeven, en wijst tevens op het belang van het optimaliseren van de detectiesoftware om soortspecifieke patronen te kunnen onderzoeken.

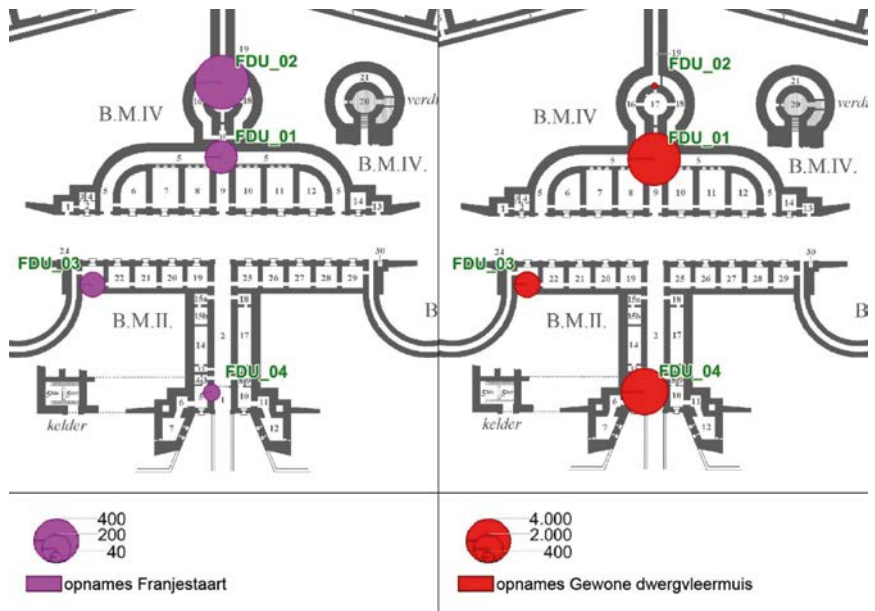
Bij het nagaan van de correlatie met netvangsten, bleek er geen significant verband tussen het aantal batdetectoropnames de nacht voor de vangst, en het aantal gevangen vleermuizen nabij deze detector ($p = 0.35$, $r^2 = 0.22$, $df = 17$). Dit betekent dat het aantal gevangen dieren **niet** gebruikt kan worden om de mate van zwermactiviteit na te gaan.

Wat de netvangsten (via opgehangen mistnetten) ons leren

In de zeven geselecteerde forten werden verspreid over 35 vangstnachten 1.778 vleermuizen gevangen. Vijf vangstnachten in een achtste fort (Fort van Broechem) leverden nog 390 bijkomende vangsten op (zie tabel 1). Er werden 8 verschillende soorten gevangen.

Tabel 2: Aantal opnames door Kaleidoscope herkend als franjestaart en gewone dwergvleermuis in Fort Duffel, 2015.

Soort	Detector				Eindtotaal
	FDU_01	FDU_02	FDU_03	FDU_04	
Franjestaart	156	394	101	51	702
Gewone dwergvleermuis	3.864	100	1.130	3.136	8.230



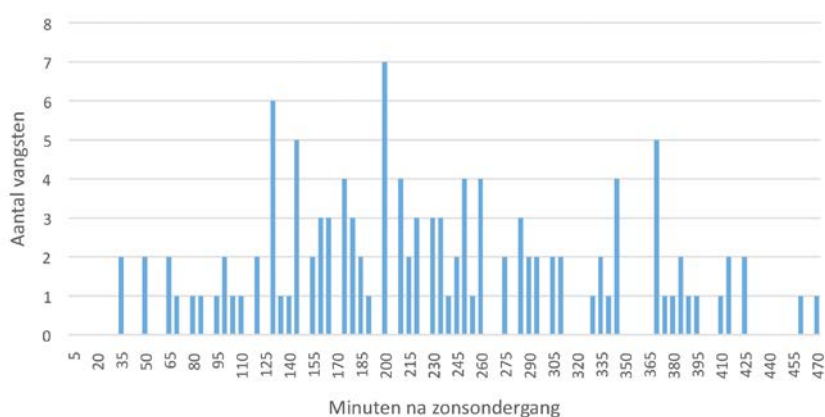
Figuur 8: Aantal opnames per detector van franjestaart (links) en gewone dwergvleermuis (rechts) in Fort Duffel.

Watervleermuis was in elk fort de meest gevangen soort. Opvallend zijn de relatief hoge aantallen van baardvleermuizen in het fort van Koningshooikt, franjestaarten in het fort van Oelegem en gewone dwergvleermuizen in het fort van Kapellen. De zeldzame ingekorven vleermuis werd in elk fort waargenomen. Markant is het eerder lage aantal van deze soort in het fort van Oelegem, en het relatief hoge aantal in Koningshooikt, in vergelijking met de overwinterende aantallen in deze forten.

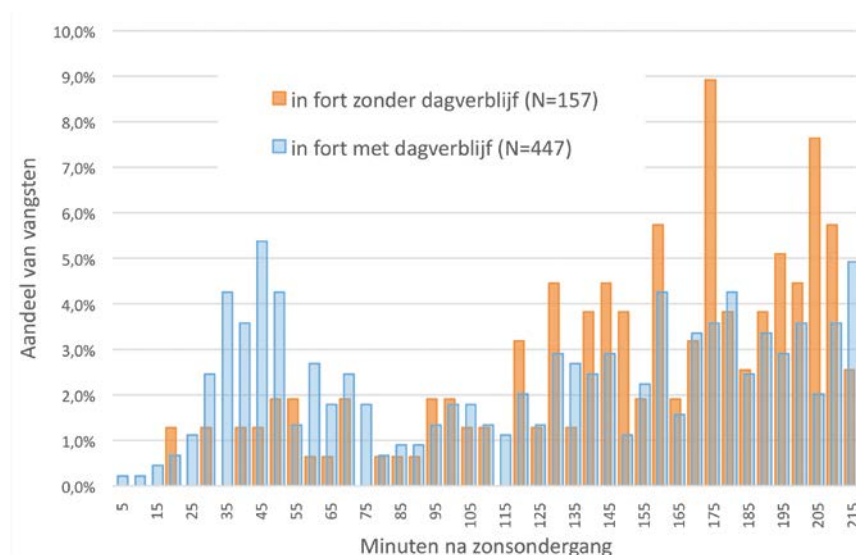
Er werden temporele verschillen genoteerd binnen één nacht: pas een uur na zonsondergang komen zwermvangsten pas echt op gang. Vanaf twee uur na zonsondergang bereikt de vangstpiek haar hoogtepunt, een piek die minstens twee uur aanhoudt. Figuur 9 geeft een

overzicht van de vangsturen van de nacht met het hoogste aantal vangsten. De overige vangstnachten geven een vergelijkbaar resultaat.

Op soortniveau zijn er verschillen merkbaar in de vangsturen. **Watervleermuis** (figuur 10) wordt al redelijk kort na zonsondergang gevangen, en na twee uur wordt de vangstpiek bereikt die minstens twee uur aanhoudt. In forten waar er zich een verblijfplaats bevindt van deze soort veroorzaakt dit een bijkomende vangstpiek vlak na zonsondergang. **Gewone dwergvleermuis** en **ingekorven vleermuis** starten pas ca. 1u na zonsondergang, dan nemen de vangstaantallen toe gedurende 1u om dan minstens 2u op een piek te blijven. **Baardvleermuis en franjestaart** vliegen pas echt in de net-



Figuur 9: Overzicht van de vangsten per tijdsblok van 5 minuten na zonsondergang in Fort Kessel tijdens nacht van 18/09/2014. Vanaf 2:00 (tijdsblok vanaf 370) werden de netten één voor één gesloten, en zijn de aantallen niet meer vergelijkbaar (N = Totaal aantal vangsten in Fort Kessel bedroeg die nacht 120)



Figuur 10: Overzicht vangsten van watervleermuis per tijdsblok van 5 minuten na zonsondergang, in forten met en zonder dagverblijfplaats van de soort (N= totaal aantal vangsten)

ten 2u na zonsondergang, om dan ook minstens 2u te pieken.

Seksuele activiteit

De kenmerken van de geslachtsorganen van de gevangen mannelijke vleermuizen laten toe om een uitspraak te doen over de seksuele activiteit tijdens de zwermperiode. Daar onderscheidt men vijf categorieën (Tabel 3) die de opeenvolgende fasen van de seksuele status weergeven. Seksueel onvolwassen dieren (SO), dit zijn jongen van de voorbije zomer, nemen nog niet deel aan de voortplanting. Seksueel volwassen

dieren (SV) kunnen aan de voortplanting deelnemen, maar vertonen nog geen kenmerken (of geen meer)

van seksuele activiteit. Dieren die seksueel actief zijn, doorlopen achtereenvolgens de fasen 'start' (SA1), 'half' (SA2) en 'eind' (SA3), waarbij de eindfase het hoogtepunt van de voortplanting is.

Op basis van de seksuele status kan per soort het tijdsverloop van het voortplantingsseizoen bepaald worden.

Op basis van de vangstresultaten kan schematisch weergegeven worden in welke week welke seksuele status meest kan verwacht worden voor de betreffende vleermuissoort (tabel 4). De overgang van de ene seksuele status naar de andere verloopt uiteraard niet abrupt, en niet voor alle individuen van een soort binnen dezelfde week. Er is dan ook een overlapperperiode tussen de verschillende fasen.

En wat met ruimtelijk gebruik?

De methodes met detectoren en vangsten geven waardevolle resultaten, maar vooral van de onmiddell-

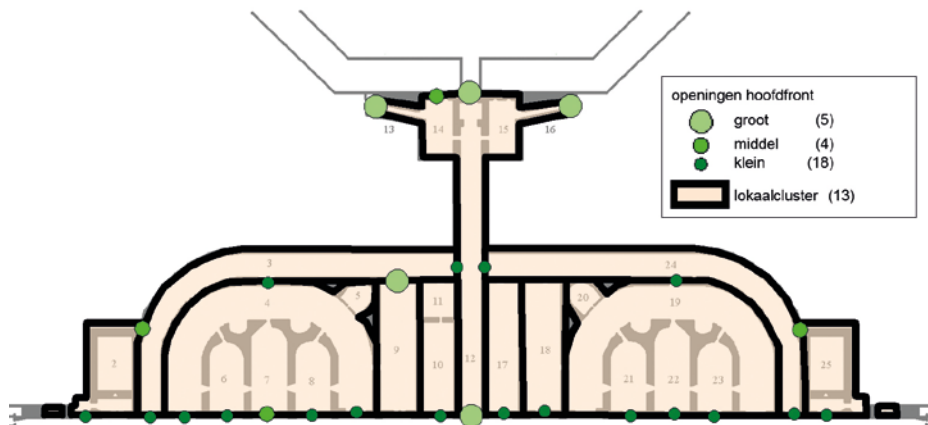
Tabel 3: Categorieën seksuele status van mannelijke vleermuizen

Seksuele status	Code
Seksueel onvolwassen	SO
Seksueel volwassen	SV
Seksueel actief start	SA1
Seksueel actief half	SA2
Seksueel actief eind	SA3

Tabel 4: Overzicht seksuele status per soort tijdens de onderzoeksperiode. (Zie tabel 3 voor de kleurcodes)

Watervleermuis																						
Ingekorven vleermuis																						
Baardvleermuis																						
Franjestaart																						
Gewone grootvleermuis																						
Gewone dwergvleermuis																						
Soort ↑	Week	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41								
	Maand	Juli			Aug			Sept			Okt											

GEBOUW VAN HET HOOFDFRONT



Figuur 11: Lokaalclustering en invliegopeningen in hoofdfrontgebouw fort 5, zomer 2015 (5 grote gaten, 4 middelgrote en 18 kleine gaten werden vastgesteld en dit verspreid over 13 lokaalclusters)

WIST JE DAT ...?

... vleermuizen in moderne landbouwstallen worden geïnventariseerd

Tien landbouwers uit het werkingsgebied van het regionaal landschap de Voorkempen werken mee aan een vleermuizenvangst in hun moderne veestal. In het najaar verschijnt op basis van deze inventarisatie dan een praktische brochure op maat van landbouw met tips en informatie over het gedrag van vleermuizen. Er wordt nu nagegaan welke soorten in hun stallen foerageren en eventueel verblijven tijdens de zomer. Vleermuizen dragen hun steentje bij aan het 'welzijn' van het vee door het wegvangen van stalvliegen en knutten.

Ook benieuwd naar de vleermuizen in een landbouwstal waarvan je de eigenaar goed kent? Contacteer alvast Mathias Vanspringel van het regionaal landschap (mathias.vanspringel@rdlv.be)

... de provincie het onderzoek naar vleermuizen op kerkzolders ondersteunt

Van de ongeveer 20 vleermuissoorten in Vlaanderen, leven er een zevental geregeld in gebouwen tijdens de zomer. Een deel van hen zoekt grote, warme zolders op om hun jongen groot te brengen. Kerkzolders, kasteelzolders, zolders van boerderijen (of zelfs woonhuizen),... komen daarvoor in aanmerking. Onderzoek daarnaar bleef lange tijd erg moeilijk: de zolders waren niet altijd even veilig om te betreden en de vleermuizen verblijven ook maar een relatief korte periode op de zolders, waarbij ze zich ook nog eens goed verstoppen.

Sinds enkele jaren is het echter mogelijk om op basis van 1 strontje aan de hand van DNA te bepalen welke soort dit

achter liet. Dat maakt onderzoek op zolders heel wat makkelijker. In 2013-2014 vond in Vlaams-Brabant een eerste grootschalig onderzoek naar grote zolders plaats om de methode op punt te stellen (https://www.natuurpunt.be/sites/default/files/documents/publication/2014-22_vleermuizen_op_kerkzolders_in_vlaams-brabant_webversie_0.pdf). In 2016 startte een soortgelijk onderzoek in de provincie Antwerpen. Intussen werden reeds meer dan 150 zolders bezocht wat ons een goed beeld geeft van de verspreiding van enkele van deze vleermuissoorten en het belang van dergelijke zolders voor vleermuizen. Van zodra de onderzoeksresultaten gekend zijn, hoor je er nog meer van ...

... de provincie Antwerpen een hotspot is voor vleermuizen en dat alle voorkomende soorten tot de 'provinciale prioritaire soorten' gerekend worden.

Er wordt daarbij verwezen naar de dubbele fortengordel (winterverblijven), oude boscomplexen (o.a. zomerkolonies) en kanalen en grote waterlopen (migratieroutes) (Verkem & Verhagen, 2000; Decler et al., 2000; Verkem et al., 2003; provincie Antwerpen, 2004). Bovendien zijn alle soorten vleermuizen aanwezig op een Bijlage II en/of IV van de Habitatrichtlijn m.a.w. ze zijn alle door Europa beschermd. Meer info is te lezen op www.provincieantwerpen.be en dan zoeken op 'prioritaire soorten'

... op de website www.nachtvandeveleermuis.be alle activiteiten staan gebundeld van de (Europese) 'Nacht van de Vleermuis' die dit jaar plaats heeft op 25-26 augustus?

lijke omgeving van detector of net. Ze geven echter nauwelijks inzicht in het ruimtelijk gebruik van het fort door de vleermuizen. Met mistnetten kan men nog in beperkte mate – bij een klein fort of select fortdeel – het gebruik van invliegopeningen nagaan. In grotere forten is dit praktisch niet haalbaar. Bovendien geven vangsten mogelijk een afwijkend beeld van het ruimtelijk gebruik: door de aanwezigheid van de netten kunnen de dieren zich anders gedragen of op andere locaties gaan zwermen.

Om het ruimtelijk gebruik in kaart te brengen werd daarom een derde methode uitgetest, met name visuele observaties. Dit houdt in dat forten met regelmaat op een systematische manier worden doorlopen om zwermdieren en vliegpatronen visueel waar te nemen.

Voor een correcte interpretatie van de visuele waarnemingen werken we met 'lokaalclusters', waarbij alle lokalen die met elkaar verbonden zijn en waar vleermuizen vlot van het ene lokaal in het andere kunnen vliegen, als een geheel worden beschouwd. Daarbij worden ook alle invliegopeningen tot de clusters in kaart gebracht, zowel degene die de dieren van buiten toegang tot het gebouw verschaffen, als de openingen tussen de verschillende lokaalclusters onderling. De openingen worden naargelang hun grootte opgedeeld in 3 klassen: groot, middel en klein (figuur 11).

Een voorbeeld van lokaalclustering en aanduiding van invliegopeningen is te vinden in figuur 11. Hier valt onder meer eenvoudig af te lezen dat lokaal 9 enkel via rondgang 3 toegankelijk is voor zwermdieren, en dat de lokalen 10-11, 17 en 18 enkel langs buiten toegankelijk zijn en dus niet in verbinding staan met andere lokalen. Men kan hieruit ook afleiden dat, op de centrale gang 12 na, de meeste lo-

kaalclusters vermoedelijk moeilijk toegankelijk zijn voor de dieren. Zwermdieren verkiezen immers grote vliegopeningen, terwijl hier de toegangsoopeningen klein zijn en ook de verbindingen tussen de verschillende clusters niet optimaal lijken.

De combinatie van visuele observaties, lokaalclusters en vliegopeningen laat toe op fortniveau een overzicht te krijgen van de zwermfunctie van de verschillende ruimtes, en welke vliegopeningen daarbij van belang (kunnen) zijn. Wijzigingen aan het gebouw met mogelijke invloed op het ruimtelijk gebruik van vleermuizen, zoals plaatsing van tralies of permanent sluiten van een voordien open deur, zijn dan ook traceerbaar.

Aan de slag met de nieuwe kennis!

De resultaten van dit onderzoek vulden een grote kennishiaat rond het zwermgedrag van vleermuizen. Op basis van de resultaten en de opgedane ervaring werd een handleiding opgesteld, waarin de methodiek voor zwermonderzoek in forten uitgebreid beschreven wordt. Voor de onderzochte forten leidden de resultaten reeds tot uitgewerkte voorbeelden met specifieke aanbevelingen voor zonering en beheer.

Dankwoord

Dank gaat uit naar degenen die dit project mogelijk maakten: het Agentschap voor Natuur en Bos, het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, de onderaannemers en de collega's van Natuurpunt Studie, de forteigenaren en -beheerders, en vooral aan de vele vrijwilligers van de Vleermuizenwerkgroep!

Literatuur

- Arcadis Belgium. 2010. Parkbeheerplan FORT 4 Mortsel. Inventarisrapport.
- Boers K., Lefevre A. & Verkem S. 2012. Vleermuisinventarisatie in het kader van het provinciaal RUP voor de "Poort Vrieselhof – Fort van Oelegem" te Ranst. Rapport Natuurpunt Studie 2012/3, Natuurpunt Studie, Mechelen. 28 p.
- De Vlaeminck R. 2010. Uitgebreid bosbeheerplan fort van Duffel. 86p.
- Dekeukeleire D., Janssen R., Boers K. & Willems, W., 2011(a). Verkennend onderzoek van zwermdieren bij de forten van Antwerpen in 2010. Rapport Natuurpunt Studie 2011/9, Natuurpunt Studie, Mechelen. 28 p.
- Dekeukeleire D., Janssen R., Boers K. & Willems W., 2011(b). Zwermdieren bij de Antwerpse forten: Resultaten van een verkennend onderzoek in de nazomer van 2010. *Natuur.focus*, 10: 104-109
- Van der Wijden B. 2009. Vleermuisenonderzoek Fortje Duffel. Rapport A.B.Consultancy g.c.v., Antwerpen. 43 p.
- Willems W. 2011. Passende beoordeling voor inrichtingswerken voor vleermuizen in het natuurreservaat Fort van Walem (Stad Mechelen). Natuurpunt, Mechelen. 30 p.
- Willems W., Verbeylen G. & Lefevre A. 2011. Onderzoek naar overwintering en zwermgedrag van vleermuizen in Fort 8. Rapport Natuurpunt Studie 2011/5, Natuurpunt Studie (Vleermuizenwerkgroep) i.o.v. Soesma i.k.v. Masterplan Stad Antwerpen, Mechelen. 58 p.
- Willems W., Dekeukeleire D., Janssen, R., Lefevre, A., Onkelinx T., Swinnen K., Verkem, S., Boers, K. & Lambrechts J., 2016. Ontwikkeling van een onderzoeksmethode naar het zwermgedrag van vleermuizen in de Antwerpse fortengordels met het oog op het behalen van een goede staat van instandhouding. Natuurpunt Studie in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos. Rapport Natuurpunt Studie 2016/3, Mechelen. 186 p.