

2015

Assessment van drie moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken ten behoeve van Nederlands natuurbeheer



Bas Reussien

CAH Vilentum, Almere

17-8-2015

17 augustus
2015

Bachelor afstudeerwerkstuk

Assessment van drie moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken ten behoeve van Nederlands natuurbeheer

Welke moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken zijn ten behoeve van beheer een waardevolle toevoeging in het arsenaal van Nederlandse natuurbeheerders?

17-08-2015

Kudelstaart

Auteur: Bas Reussien
basreussien@hotmail.com

Student nummer: 3011183

Opleiding en klas: Toegepaste biologie/4TB

Major: Specialisatie Natuur

Afstudeerdocent
CAH Vilentum Almere: Maaïke Cox, MSc.
Docent Toegepaste Biologie
Coördinator Bedrijfsnetwerk Almere
m.cox@cahvilentum.nl
T (088) 020 5350

Naar een vraag van: Menno van Zuijlen
Beheerder Natuurdatabank flora & vegetatie
m.vanzuijlen@natuurmonument.nl
T (035) 655 9719
Natuurmonumenten
's-Graveland



Foto op titelpagina: Hawk-eye drone die gebruikt wordt voor
luchtfoto's. In gebruik en ontwikkeld door Skeye BV. Foto: Jan van Liebergen

17 augustus
2015

Voorwoord

Tijdens mijn zoektocht naar een onderwerp voor mijn afstudeeropdracht leek het er in eerste instantie op dat ik mijn keuze zou gaan vinden binnen de paleontologie. Mijn afstudeerfase was daar helemaal op gericht, maar soms kom je voor lastige keuzes te staan. Na een paar maanden kwam ik tot de conclusie dat ik het beeld met betrekking tot een toekomst binnen de paleontologie “geromantiseerd” had. Daarnaast bleek het werkveld binnen paleontologie veel minder breed dan ik aanvankelijk had verwacht. Je komt dan tot de conclusie dat je een verkeerde keuze hebt gemaakt en dat ecologie, waar je drie jaar voor gestudeerd hebt, toch beter past. Het besluit om toch af te studeren in ecologie was, ondanks het in duigen vallen van een droom, toch snel genomen.

In 2013 heb ik, tijdens mijn stage bij de Amsterdamse Waterleidingduinen, kunnen meekijken naar het beheer van een natuurgebied. Ik heb toen ervaren wat er allemaal bij komt kijken om natuurwaarden binnen een natuurgebied te beschermen, te vergroten of te ontwikkelen. Ik was destijds bezig met een onderzoek over het effect van de damhertbegrazing op de groei en bloei van waardplanten en nectarplanten (Reussien, 2013), maar werd tevens betrokken bij het invullen van beheerwerk. Monitoring van de natuur was hier een groot onderdeel van. Ik ondervond dat ecologen niet veel tijd hebben om het ‘veld’ in te kunnen en dat voornamelijk vrijwilligers worden ingezet voor monitoring van gebieden. Maar het moeten werken met soms beperkte middelen die je tot je beschikking hebt en toch een zo goed mogelijk resultaat nastreven vind ik een zeer interessant spel.

Ik ben daarom erg blij met het onderzoek dat ik voor mijn afstudeerwerkstuk heb kunnen doen. De mogelijkheden van nieuwe inventarisatie- en monitoringtechnieken onderzoeken sluit perfect aan op mijn interesse en ik hoop in de toekomst mijn opgedane kennis verder te kunnen uitbreiden en toe te passen. Ik heb enorm veel geleerd van mensen uit het werkveld door de verschillende interviews die ik heb met hen heb gevoerd. Het kunnen meedenken met natuurbeheerders, ecologen en experts naar de mogelijkheden van innovatieve nieuwe technieken in natuurbeheer hebben mij doen realiseren dat natuurbeheer en toegepast onderzoek de richting is die ik op wil.

Ik wil allereerst Maaïke Cox van de CAH Vilentum Almere bedanken voor de hulp tijdens de opstartfase en de vormgeving van het onderzoek. Daarnaast wil ik, in het bijzonder, Menno van Zuijlen van Natuurmonumenten, bedanken voor het meedenken en de praktische hulp tijdens het onderzoek en de rapportage. Menno heeft mij enthousiast gemaakt voor dit interessante onderwerp om als afstudeerwerkstuk te kiezen. Ik heb de samenwerking met Menno als heel prettig ervaren en zonder hem was het onderzoek lang niet zo soepel verlopen. Daarnaast wil ik natuurlijk ook al die mensen die ik, midden in de drukke vakantieperiode, heb mogen interviewen, bellen en e-mailen en die steeds opnieuw tijd voor mij maakten, heel erg bedanken. Zonder hun inzet en steun had het rapport niet kunnen worden tot wat het nu is.

Het was voor mij een hele leuke en leerzame tijd en ondanks enige hobbels gedurende de onderzoeksperiode ligt er nu toch een rapport dat is geworden wat ik er van had gehoopt. Ik ben blij met het resultaat en ben nu echt klaar om het werkveld binnen de ecologie te betreden.

Ik wens u veel nieuwe kennis en plezier toe met het lezen van mijn afstudeerwerkstuk.

Bas Reussien

07-08-2015

17 augustus
2015

Samenvatting

De inventarisatie- en monitoringtechnieken, die door natuurbeheerders worden toegepast, zijn al jaren onveranderd gebleven. In vrijwel alle sectoren over de hele wereld wordt gebruik gemaakt van nieuwe technologische ontwikkelingen, maar niet of nauwelijks in natuurbeheer. Het is niet zo dat er geen moderne inventarisatie en monitoringtechnieken beschikbaar zijn, maar deze worden nagenoeg niet gebruikt. Het doel van dit rapport is om natuurbeheerders meer inzicht te geven over de mogelijkheden van nieuwe monitoring en inventarisatietechnieken ten behoeve van het beheer, zodat beheerders een goed onderbouwde keuze kunnen maken voor een bepaalde techniek.

Er zijn drie veelbelovende technieken gekozen die mogelijk van toegevoegde waarde zijn voor natuurbeheerders. Dit zijn drones voor snelle en flexibele remote sensing mogelijkheden. Environmental DNA voor het inventariseren van flora en fauna door het DNA dat wordt achtergelaten in het milieu. En automatische bio-akoestiekherkenning voor het inventariseren van bepaalde diersoorten door diergeluiden automatisch te registreren en te identificeren. Deze moderne technieken hebben allemaal zeer goede resultaten in het toegepaste onderzoek, maar kunnen tevens kansen bieden voor de reguliere monitoring van natuurbeheerders. De vraag die beantwoord is in dit rapport is; *Welke moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken zijn ten behoeve van beheer een waardevolle toevoeging in het arsenaal van Nederlandse natuurbeheerders?*

Er is gekozen voor een literatuuronderzoek dat wordt ondersteund met resultaten uit interviews. Het is van belang te weten van de natuurbeheerders waarom de technieken nog niet worden toegepast. Daarnaast is het belangrijk om alle toepassingsmogelijkheden van de verschillende technieken te vinden. Vandaar dat naast natuurbeheerders ook verschillende experts zijn geïnterviewd, die alles van de desbetreffende technieken afweten. Vervolgens is de techniek vergeleken met andere technieken en methodes die momenteel worden ingezet om dezelfde vragen van beheerders te kunnen beantwoorden, om zo een goed overzicht te krijgen van de sterktes en zwakte van de moderne techniek. Tot slot is gekeken hoe de technieken gaan ontwikkelen in de toekomst en of de technieken verder moeten worden ontwikkeld om beter geschikt te zijn voor natuurbeheer.

Het onderzoek concludeert dat de drie onderzochte technieken niet structureel worden toegepast om beheervragen te beantwoorden. De data van nieuwe technieken geven geen significant betere en/of andere informatie voor beheerders om het toch al beperkte investeringsbudget aan te wenden voor veranderingen in huidige toepassingen. De moderne technieken zullen de traditionele technieken en methodes vooralsnog niet vervangen. Uit het onderzoek blijkt dat de drie technieken wel zeer geschikt zijn voor specifieke opdrachten en projecten. Zo zijn drones door de flexibele inzetbaarheid perfect geschikt om bij specifieke projecten goed kwantificeerbare ruimtelijke informatie te geven. eDNA kan beschermde soorten die lastig te inventariseren zijn vaak met hoge detectiekans aantonen en kan als extra hulpmiddel (back-up) bij de reguliere monitoring dienen. Tot slot geven automatische batdetectoren waardevolle informatie over de vleermuisactiviteit in een gebied. Deze extra informatie kan een goede indicatie geven over de staat van het gehele gebied.

Alle drie de technieken zijn een waardevolle toevoeging voor natuurbeheer en het is belangrijk dat, zeker bij specifieke opdrachten en projecten, deze technieken bekend zijn bij de beheerder. Door ook nieuwe technieken mee te nemen in de keuze bij een project, kan de beheerder werken met de meest kostenefficiënte en kwalitatief hoogste data. De eindaanbeveling voor de natuurbeheerders is dan ook om serieus te kijken naar de mogelijkheden van automatische batdetectoren. Deze techniek

17 augustus
2015

kan veel nieuwe waardevolle informatie bieden over de productiviteit en gezondheid van het gebied. Alle onderzochte technieken brengen nieuwe mogelijkheden binnen de wereld van natuurbeheer, maar automatische batdetectoren blijken op moment van schrijven veruit de grootste impact te kunnen hebben.

Abstract

The survey and monitoring techniques, used in nature management, have stayed unchanged for years. In almost all sectors, there are technological developments, but hardly in nature management. It is not that there are no modern survey and monitoring techniques available, but these are hardly used. The purpose of this report is to provide foresters and ecologists more insight about the possibilities of new monitoring and survey techniques for nature management. It will help foresters and ecologists make an informed choice of a particular technique.

Three promising techniques were chosen that may be a good asset in nature management. Drones for fast and flexible remote sensing possibilities, environmental DNA for flora and fauna surveys with use of DNA that is left in the environment and automatic bio-acoustic recognition for the survey of certain animal species by recording the animals call and with specialized software this call can be recognized and linked to a specie. These modern techniques all have very promising results in applied research but can offer opportunities for the regular nature monitoring. The research question answered in this report is; *What modern survey/monitoring techniques for the purpose of nature management are a great addition to the arsenal of Dutch foresters and ecologists?*

To answer this question a literature review was chosen which is supported with interviews from foresters, ecologists and experts of the different techniques. It is important to know why the promising techniques are not used. In addition, it is important to find and describe all the possibilities and different uses of the these techniques. Then, the techniques are compared to alternative techniques and methods for the similar questions foresters and ecologists have so an good overview can be given about the strengths and weaknesses of the modern techniques. Finally, a quick look at how the technologies will develop in the near future and how techniques should be developed to be of a better use for the foresters and ecologists.

This research shows that the techniques are not used in nature management because the questions that can be answered with the data coming from the techniques are not urgent enough to create a budget for it. The modern techniques will not replace any traditional techniques or methods anytime soon. It appears that the three techniques are very well suited for specific research questions and projects. Drones are very good useful for projects that need good quantifiable spatial information. eDNA is very useful for the survey of protected species that can be difficult to identify with traditional techniques because of the high detection odds and can also be used as a back-up for the regular monitoring. Finally, automatic bat detectors can give valuable information, with relatively little work, on bat activity in an area. This additional information can give a good indication of the overall condition of the area.

All three techniques are a valuable addition to nature management, especially for specific research questions and projects, so it is import for foresters and ecologists to be aware of the possibilities and chances that are available. The recommendation for foresters and ecologists is to look into the possibilities of automatic bat detectors seriously. This technique can provide a lot of new valuable information about the health and productivity of the area. All techniques will lead to new opportunities within the world of nature management, but automatic bat detectors emerged to be the technique with the highest potential.

17 augustus
2015

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Samenvatting.....	6
Abstract	8
1. Inleiding	12
1.1 Het belang van inventarisaties en monitoring	12
1.2 Kansen in inventarisaties en monitoring?	16
1.3 De technieken.....	17
1.4 Doelstelling van het rapport.....	19
1.5 Opbouw van rapport	20
1.6 Onderzoeksvragen.....	20
2. Materiaal en Methode	22
3. Analyse	26
3.1 Natuurbeheerders over technologische ontwikkelingen	26
3.2 Drones	28
3.2.1 Toepassingen	32
3.2.2 Alternatieven	35
3.2.3 Kosten-batenanalyse	37
3.2.4 Toekomst	39
3.3 Environmental DNA	42
3.3.1 Toepassingen	47
3.3.2 Alternatieven	52
3.3.3 Kosten-batenanalyse	52
3.3.4 Toekomst	54
3.4 Automatische bio-akoestiekherkenning	56
3.4.1 Toepassingen	59
3.4.2 Alternatieven	61
3.4.3 Kosten-batenanalyse	61
3.4.4 Toekomst	63
4. Conclusie	64
5. Aanbevelingen	66
6. Literatuurlijst	68
Bijlage I: Gespreksrapporten	74
Bijlage II: Inge vulde vragenlijsten.....	86

17 augustus
2015

1. Inleiding

Over de hele wereld en in vrijwel alle sectoren staat innovatie centraal. Om als organisatie te kunnen overleven zal met de tijd moeten worden meegegaan en zal geïnnoveerd moeten worden. Het TNS NIPO stelt op de eigen website dat productontwikkeling en innovatie van cruciaal belang is voor de groei en continuïteit van elke organisatie. Het product en het productieproces moeten efficiënter, goedkoper of verantwoord(er) (groener) zijn dan wat er al bestaat om als organisatie te kunnen blijven bestaan. ("Productontwikkeling & Innovatie: focus op de juiste kansen", z.d.)

"Verandering is eng, mensen doen niet graag enge dingen op eigen houtje" stelt succesvol innovatiemanager Ricardo Semler, in een interview van VPRO Tegenlicht (2013). Dit geldt zeker als de budgetten niet ruim zijn en de kansen niet helemaal helder zijn. Er is vaak te weinig geld en tijd beschikbaar voor natuurbeheerders om zelf de verschillende technieken te testen en te onderzoeken. Wil een beheerder een nieuwe techniek gaan gebruiken dan moeten de voordelen (kwalitatief en financieel) significant en aantoonbaar zijn. Daarnaast ontwikkelen nieuwe technieken zich snel en is de kennis van nieuwe technieken binnen de organisaties vaak gering (Van Zuijlen, M., persoonlijke communicatie, 26 februari, 2015).

Technologische ontwikkelingen gaan sneller dan ooit mede door de steeds kleiner en efficiënter wordende technieken. Moore's Law stelt bijvoorbeeld dat het maximaal aantal transistors in een computerchip (de opslagcapaciteit) iedere twee jaar verdubbelt. Een exponentiële groei dus (Thompson & Parthasarathy, 2006). Een andere ontwikkeling dat heeft gezorgd voor een enorme technologische vooruitgang in de laatste jaren is de batterijcapaciteit van apparaten dat enorm is toegenomen (Scrosati & Garche, 2010). Steeds meer soorten apparaten worden lichter, kleiner en goedkoper en komen in bereik van een steeds grotere groep die ermee aan de slag wil. Een SmartWatch is daarvan een recent voorbeeld (figuur 1.1). Een dergelijk apparaat sluit goed aan bij het efficiënter, goedkoper en verantwoord(er) (groener) te kunnen werken.



Figuur 1.1: De nieuwe SmartWatch van Sony kan alles wat je telefoon ook kan. Bron: www.sonymobile.com

Geldt dit ook voor organisaties die zich met natuurbeheer bezighouden? Gaan de natuurbeheerders met de tijd mee, en is er een drive om met de nieuwe apparatuur aan de slag te gaan? Liggen er überhaupt mogelijkheden voor natuurbeheerders?

1.1 Het belang van inventarisaties en monitoring

Monitoring ligt in grote lijnen aan de basis van natuurbeheer. Dit is ook voor veel natuurbeheerders waar het grootste deel van het beschikbare budget in wordt gestoken (Kivit, H., persoonlijke communicatie, 15 juli, 2015). Dit is nodig omdat voor bijna alle keuzes die beheerders moeten maken, inventarisatie- of monitoringdata nodig is. Het bekende gezegde '*meten is weten, gissen is missen*' gaat binnen natuurbeheer zeker op.

Voordat hierover verder op ingegaan wordt, is het belangrijk dat het onderscheid tussen inventariseren en monitoren duidelijk is. Deze termen blijken tijdens gesprekken wel eens door elkaar te worden gebruikt. Een inventarisatie is een momentopname dat, in het geval van natuur, inzicht geeft in de toestand van flora en fauna op dat moment. Monitoren is herhalend, volgens gestandaardiseerde methode, metingen in het veld verrichten. Hiermee kunnen trends in de tijd

worden berekend. Wanneer inventarisaties herhalend worden uitgevoerd volgens eenzelfde werkwijze, dan worden deze inventarisaties een vorm van monitoring. Voor Flora- en Faunawet zijn inventarisaties nodig en geen monitoringgegevens.

Europese, Rijks en provinciale natuurdoelen

Zoals bekend heeft de Europese Unie door de continue achteruitgang van natuurlijke habitats en de bedreiging voor het voortbestaan van bepaalde wilde soorten flora en fauna, met alle Europese lidstaten afspraken gemaakt hoe de biodiversiteit en natuurgebieden van Europa in stand kunnen worden gehouden. Hierin zijn de Vogelrichtlijn (EU-Richtlijn 79/409/EEG van 2 april 1979) en de Habitatrichtlijn (EU-Richtlijn 92/43/EEG van 21 mei 1992) opgenomen, de hoekstenen van de Europese wetgeving over de instandhouding van de natuur. Binnen de Vogel- en Habitatrichtlijnen staan de gebieden, habitattypen, flora- en de faunasoorten die een beschermde status krijgen gegeven. Onderdeel hiervan is ook het Europese ecologische netwerk, Natura2000 (Artikel 3, van de Habitatrichtlijn), die de biodiversiteit van Europa moet waarborgen. (Regiegroep Natura 2000, z.d.)

Meten is weten is ook voor Europa belangrijk. Als niet wordt gemeten hoe de staat van de natuur is, kan er ook niet worden gestuurd op verbeteringen. Daarom zijn volgens Artikel 11 van de Habitatrichtlijn alle Europese lidstaten verplicht om de beschermde leefgebieden en soorten te monitoren (Interprovinciaal Overleg IPO, 2011^a). Het Rijk is hierdoor verplicht iedere zes jaar te rapporteren hoe de gesteldheid van de Natura2000 en Natuurnetwerkgebieden (voorheen EHS) is en hoe deze ontwikkelt (Van Beek, Van Rosmalen, Van Tooren, & Van der Molen, 2014). Voor Nederland gaat het om 51 habitattypen, 36 soorten en 95 vogelsoorten (Regiegroep Natura 2000, z.d.). Dit is dus een verplichte monitoring voor de overheid, niet voor de natuurbeheerders. De natuurbeheerders spelen wel een grote rol binnen deze monitoring, maar de Nederlandse overheid is verantwoordelijk.

Om controle te houden over deze monitoring is het Subsidiestelsel Natuur- en Landschapbeheer (SNL) in het leven geroepen (Interprovinciaal Overleg IPO, 2011^b). Natuurbeheerders kunnen voor deze subsidies in aanmerking komen als aan de, voor het beheertype gestelde, monitoringeisen wordt voldaan. Deze monitoringeisen staan in detail beschreven in Bijlage 1 van “Werkwijze Natuurmonitoring en –Beoordeling Natuurnetwerk en Natura2000/PAS” (Van Beek et al., 2014). Deze beheertypen corresponderen (grotendeels) met de habitattypen waar de overheid weer een monitoringverplichting voor heeft. De provincies zijn verantwoordelijk voor dit subsidiestelsel en treden op als gebiedsregisseurs (Interprovinciaal Overleg IPO, 2011^b). Zonder deze subsidies kunnen de meeste natuurbeheerders niet overleven (overheidsinstellingen buiten beschouwing genomen). Hierdoor wordt de SNL monitoring een verplichting voor natuurbeheerders.

Waterbeheerders hebben monitoringverplichtingen voor Kaderrichtlijnwater (KRW). Ook de waterlichamen vallen onder habitattypen van de habitatrichtlijn. Deze beheerders moeten de ecologische waarde van de habitats monitoren (Staatscourant, 2010; Ohm, Hulscher, Ten, & Smits, 2014). De exacte monitoringverplichtingen staan in het ‘Besluit Kwaliteitseisen Monitoring Water’ (Bkmw). Dit rapport is gericht op natuurbeherende organisaties en er wordt daarom niet verder ingegaan op waterbeheerders. Maar het is van belang te weten dat ook hier monitoringverplichtingen gelden.

Gebiedsrelevante natuurdoelen

De drang om zoveel mogelijk te weten van het gebied is sterk binnen natuurbeheerders, blijkt uit eerdere stages en gesprekken met beheerders. Niet alleen omdat de informatie nodig is om goede beheerkeuzes te kunnen maken en te onderbouwen, maar ook uit pure interesse voor het gebied waarin wordt gewerkt. Natuurbeheerders zijn naast het werk ook natuurliefhebbers. Wanneer een nieuwe soort wordt ontdekt in het gebied, dan wordt dit ontvangen met trots.

Hoe meer een natuurbeheerder weet van het gebied des te beter (en veelal kosten efficiënter) kan er gewerkt worden (Van Zuijlen, M., persoonlijke communicatie, 23 juli, 2015). Het onderzoeken van het eigen gebied is daarom erg belangrijk. Dit kan worden verdeeld in drie takken (deze termen worden gebruikt door beheerders bij PWN, de strekking is bij andere beheerders hetzelfde) (Kivit, H., persoonlijke communicatie, 15 juli, 2015):

- **Signalerend onderzoek:** De trends en ontwikkelingen in het terrein vinden, zonder dat er een specifieke onderzoeksvraag achter zit.
- **Evaluerend onderzoek:** De effecten van het eigen handelen volgen (zoals bijvoorbeeld na maaibeheer, populatiebeheer of een toerisme-impuls).
- **Nieuwe kennis onderzoek:** Specifieke onderzoeksvragen binnen de ecologie, waar in de toekomst misschien iets mee gedaan kan worden (zoals bijvoorbeeld openen van stuifkuilen ten behoeve van de Programmatische aanpak stikstof (PAS), of herintroductie van nieuwe dier- of plantsoorten met hulp van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit(OBN)).

Deze onderzoeksvormen hebben als doel het eigen gebied als systeem beter te begrijpen en hierop in visievorming en natuurbeleid te kunnen anticiperen. Hier is voldoende en kwalitatief goede (en langlopende) monitoringdata voor nodig (Kivit, H., persoonlijke communicatie, 15 juli, 2015). Verschillende mogelijkheden om aan monitoringdata te komen worden aangegeven. Als een Particuliere Gegevensbeherende Organisatie (PGO) (NEM-meetnetten), onderzoeksinstituut, student of vrijwilliger komt met de vraag om te mogen inventariseren of monitoren, dan wordt hier graag aan meegewerkt. Als het nodig is wordt zelfs de boot vol getankt (Van Schie, M., persoonlijke communicatie, 20 juli, 2015). De data uit deze onderzoeken en monitoring is dan niet direct afgestemd op de informatiebehoefte van de beheerder, maar het overlapt elkaar vaak wel. De protocollen van het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) zijn bijvoorbeeld afgestemd op de informatiebehoefte van Europa, het Rijk en de PGO's (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2015; Spikmans, Herder & Janse, 2011). Maar de routes die hiermee worden gelopen zijn interessant om lokale ontwikkelingen te kunnen volgen. Losse onderzoeken zullen niet snel als monitoringdata worden gebruikt, maar helpen zeker in de vorming van het totaalbeeld (Van der Spek, persoonlijke communicatie, 6 juli, 2015).

Flora- en Faunawet

In de Flora- en faunawet is de Habitatrichtlijn specifiek voor Nederland uitgewerkt en hiermee ook in de nationale wetgeving verankerd. De lijst met beschermde flora en fauna uit de Europese Habitatrichtlijn is ook voor Nederlandse soorten uitgewerkt in de Flora- en faunawet (vogels staan er niet bij, maar zijn allemaal beschermd). Deze lijst beperkt het natuurbeheer enorm (Regiegroep Natura 2000, z.d.). Het is *bij wet verboden planten, behorende tot een beschermde inheemse plantensoort, te plukken, te verzamelen, af te snijden, uit te steken, te vernielen, te beschadigen, te*

ontwortelen of op enigerlei andere wijze van hun groeiplaats te verwijderen (Hfd.3, Par.1, art. 8). Het is ook *bij wet verboden dieren, behorende tot een beschermde inheemse diersoort, te doden, te verwonden, te vangen, te bemachtigen of met het oog daarop op te sporen* (Hfd.3, Par.2, art.9). Het is dus verplicht om bij elk type beheer aan te tonen (met een inventarisatie) dat deze wet niet wordt overtreden. (Overheid, 1998)

Wanneer de wet wel wordt overtreden bij een beheersmaatregel (voor natuurgebieden is die kans zeer aanwezig), moet een ontheffing worden aangevraagd. Tenzij een gedragscode is aangevraagd (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2010). Maar gedragscodes worden alleen aangevraagd voor steeds terugkomende beheersmaatregelen. Dus voor een deel van de beheersmaatregelen zal toch een inventarisatie moeten plaatsvinden voor de Flora- en Faunawet.

Tot slot zijn er inventarisatie- en monitoringverplichtingen bij projecten zijn gesubsidieerd. Dit kan zijn vanuit de provincie via de subsidieregeling Kwaliteitsimpuls Natuur en Landschap (SKNL) of Europees vanuit Life+ (Interprovinciaal Overleg IPO, 2011^b). Hiervoor wordt per project bepaald welke monitoring er gedaan dient te worden. Er is vaak een groter budget beschikbaar en hier liggen dan ook de kansen om nieuwe technieken te gebruiken.

Vrijwilligers

Naast dat inzet van vrijwilligers zeer bruikbaar is voor verschillende beheer- en monitoringtaken, hebben natuurgebieden vaak een maatschappelijk draagvlak waar de inzet van vrijwilligers uitstekend past (Van der Spek, V., persoonlijke communicatie, 6 juli, 2015). Alle monitoring en inventarisaties kunnen en mogen in theorie allemaal uitgevoerd worden met behulp van vrijwilligers. Financieel zou dat zeer gunstig zijn, maar dit is in de praktijk niet haalbaar om verschillende redenen:

- Er zijn niet altijd vrijwilligers beschikbaar die voor een monitoring of inventarisatie geschikt zijn. De Amsterdamse waterleidingduinen hebben uitzonderlijk veel deskundige vrijwilligers (170), maar heeft er niet genoeg voor de monitoring van het hele gebied (Van der Spek, V., persoonlijke communicatie, 6 juli, 2015).
- Er is meer expertise of specifieke apparatuur nodig dan een vrijwilliger heeft.
- Voor politiek gevoelige projecten, zoals ganzenbeheer wordt het soms liever zelf gedaan of extern uitbesteed. Vrijwilligers willen bijvoorbeeld niet dat de data die zij verzamelen worden gebruikt voor de jacht (Van Schie, M., persoonlijke communicatie, 20 juli, 2015).
- De inventarisatie en rapportage moeten snel gebeuren.
- Het gebied is te groot om met vrijwilligers te doen. Het kost de beheerder teveel werk om het logistiek te managen (Termaat, T., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015).

Het is dus niet eenduidig dat voor het ene soort project vrijwilligers worden ingezet en voor het andere een extern bureau. Het verschilt ook per beheerder of eerst wordt gekeken of een vrijwilliger beschikbaar is of dat eerst wordt gekeken of de beheerder het zelf kan doen. Sommige natuurbeheerders hechten veel waarde aan het gevoel houden met het gebied (Kivit, H., persoonlijke communicatie, 15 juli, 2015).

1.2 Kansen in inventarisaties en monitoring?

Innovatie heeft altijd met verandering te maken. Vrijwel alle processen en eindproducten kunnen beter, efficiënter en groener. Een bestaand proces of eindproduct kan naar tevredenheid werken, maar door ontwikkelingen in technieken liggen er kansen voor elke sector (Buys, 1984; Van der Kooij, 1988). Het zijn ook de techniek gebaseerde innovaties waar dit rapport op focust.

De huidige monitoringtechnieken zijn in de basis al geruime tijd onveranderd. De data uit deze technieken geeft betrouwbare en lange meetreeksen die goed met elkaar te vergelijken zijn, want bij elke nieuwe techniek start een nieuwe meetreeks (Kivit, H., persoonlijke communicatie, 15 juli, 2015). Met verschillende statistische rekenmodellen is dit in veel gevallen op te lossen, maar het is niet ideaal. Omdat de technieken al tientallen jaren onveranderd zijn, wordt er dus geen gebruik gemaakt van de nieuwe mogelijkheden die technologische ontwikkelingen van de laatste jaren te weeg hebben gebracht. Dit terwijl beheerders wel altijd op zoek zijn naar de beste en meeste data om de meest accurate trends te kunnen volgen (Kivit, H., persoonlijke communicatie, 15 juli, 2015; Van Schie, M., persoonlijke communicatie, 20 juli, 2015). Een paar redenen om als beheerder ook naar nieuwe technieken te kijken wanneer een monitoringopdracht klaar ligt zijn:

- Detectiekansen kunnen misschien omhoog
- Automatisering elimineert mogelijk menselijke variabelen en inefficiëntie (sensoren tegenover zintuigen)
- Mogelijk meer en beter kwantificeerbare data
- Flexibelere inzetmogelijkheden
- Kansen voor vermindering van betreding en verstoring (bijvangst) (figuur 1.2)
- Minder veldwerkuren, dus efficiënt werken
- Nieuwe mogelijkheden die met traditionele technieken niet kunnen



Figuur 1.2: Een aardmuis (*Microtus agrestis*) was bijvangst voor de inventarisatie van waterspitsmuis. Ook andere soorten dan de doelsoort wordt verstoord. Foto: Bas Reussien

Naast deze kansen ligt ook nog het financiële aspect. Het Rijk blijft bezuinigen op natuur in Nederland (in een presentatie van Arno Willems van Landschapsbeheer Nederland wordt gesproken van bijna 300 miljoen minder voor natuur (Willems, 2014)). Zo zal de provincie Noord-Holland de subsidie voor Landschap Noord-Holland in drie jaar tijd terugbrengen van 1,5 miljoen euro naar nul

en Staatsbosbeheer moest van 200 werknemers afscheid nemen vanwege bezuinigingen (Kruijsen, 2015; NOS.nl, 2012). Er moet meer geld via andere kanalen binnen komen (ecosysteemdiensten), al komt dit niet altijd ten goede aan de kwaliteit van de natuur (Jansen, 2014). Een andere mogelijkheid is om het beschikbare budget efficiënter in te zetten.

Monitoring is vaak een hoge kostenpost voor natuurbeheerders (Eggenhuizen, T., persoonlijke communicatie, 16 juli 2015). Mogelijk zijn nieuwe monitoringstechnieken kostenbesparender dan de traditionele technieken. Ook indirect kunnen betere monitoringgegevens zorgen voor kostenbesparingen. De methode is dan misschien duurder dan een traditionele methode, maar de data die het oplevert kan ervoor zorgen dat betere beheergerelateerde keuzes kunnen worden gemaakt (Van Zuijlen, M., persoonlijke communicatie, 26 februari, 2015). Betere beheerresultaten betekent in de meeste gevallen minder bijsturingen.

1.3 De technieken

Over de hele wereld wordt geëxperimenteerd wat de beste inventarisatie- en monitoringsmethodes kunnen zijn en hoe deze bestaande of nieuwe beheer- en onderzoeksvragen kunnen beantwoorden. Door deze vraag zijn er steeds meer commerciële bedrijven die daarvoor specifieke monitoringstechnieken ontwikkelen. Al deze technieken hebben gemeen dat deze in toegepast onderzoek regelmatig worden gebruikt met vaak verbluffende resultaten. Met de kansen, genoemd in hoofdstuk 1.2 “Kansen in inventarisaties en monitoring?”, zijn drie moderne technieken gekozen waar dit rapport op focust. Deze technieken worden nog niet of nauwelijks gebruikt voor inventarisaties en monitoring ten behoeve van beheer. GPS-tracking en cameravallen, die ook goede resultaten laten zien, zijn omdat deze al regelmatig worden gebruikt binnen het beheer niet meegenomen in dit rapport (DeLuca et al., 2015). De onderzochte technieken worden hier kort beschreven en er wordt bij aangegeven wat de aanleiding was deze mee te nemen in dit onderzoek.



Figuur 1.3: Hawk-eye drone die gebruikt wordt voor luchtfoto's en landmetingen. In gebruik en ontwikkeld door Skeye BV. Bron: www.skeyebv.nl

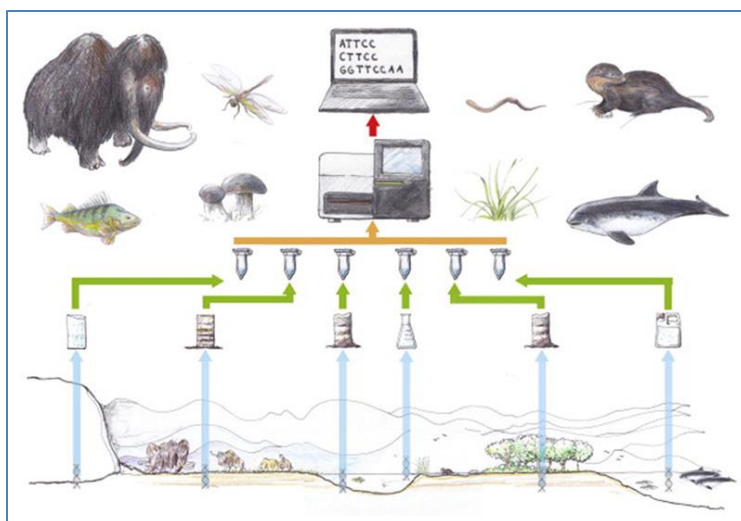
Techniek 1: Drones

Pas sinds de laatste jaren wordt de potentie van drones goed gebruikt (figuur 1.3). Zo ook binnen ecologische vraagstukken (Wall, 2014). Echter binnen natuurbeheer worden drones nog nauwelijks toegepast. Remote sensing wordt wel gedaan door natuurbeheerders met luchtfoto's voor het inmeten van gebieden en het maken van vegetatiekarteringen/structuurkarteren, maar de foto's waarmee dit wordt gedaan zijn gemaakt uit vliegtuigen. Dit is duur, zeker voor kleine gebieden en

projecten waar luchtfoto's nodig zijn. Drones zijn daarentegen flexibeler en doelgerichter inzetbaar, waardoor ook voor losse projecten veel kansen liggen (tellen van nesten of het volgen van stuifkuilontwikkelingen). (Van Zuilen, M., persoonlijke communicatie, 26 februari, 2015) Hoe meer informatie uit luchtfoto's kan worden gehaald, hoe efficiënter een beheerder kan werken (Kivitt, H., persoonlijke communicatie, 15 juli, 2015). Bij deze techniek moet gekeken worden of de kwaliteit van de luchtfoto's uit drones niet onderdoen van luchtfoto's die via vliegtuigen zijn gemaakt observaties worden gebruikt. Mocht de kwaliteit omlaag gaan, hoe weegt dat op tegen de eventuele kostenbesparing? En wat is de toegevoegde waarde van deze techniek in losse projecten van natuurbeheerders?

Techniek 2: Environmental DNA

Regelmatig verschijnen artikelen over de mogelijkheden van environmental DNA (eDNA). De eDNA methode is gebaseerd op het feit dat alle levende organismen DNA achterlaten in het milieu. Dit DNA is uniek per dier- en plantsoort en door milieumonsters te nemen kan in het lab worden gekeken welke soort DNA heeft achtergelaten (Herder, Kranenburg, Beers, Bogert, & Van der Wal, 2014^a). Voor toegepast onderzoek blijkt dit een enorme vooruitgang in het inventariseren van bepaalde lastig te inventariseren soorten. Detectiekansen blijken met eDNA veel hoger dan traditionele methoden (Dejean et al., 2012). Libellen, vissen, amfibieën, muizen tot struisvogels (*Struthio camelus*) zijn al succesvol met e-DNA geïdentificeerd (Herder et al., 2014^b) (figuur 1.4). Voor beschermde soorten, exoten en soorten met een verborgen levenswijze liggen kansen in het beheer. De grote modderkruiper (*Misgurnus fossilis*) (Herder, Valentini, & Kranenburg, 2012) en de Noordse woelmuis (*Microtus oeconomus arenicola*) (Herder, Ballemain, Witte, Bekker, & La Haye, 2015), beide beschermd, zijn belangrijke voorbeelden die laten zien dat moeilijk inventariseerbare soorten met eDNA (respectievelijk 87,5% en 100%) kunnen worden aangetoond. Ook met exoten zijn al goede resultaten geboekt, met de Amerikaanse brulkikker (*Lithobates catesbeianus*) als goed voorbeeld. Bij traditionele methodes werd het dier in 7 van de 49 waterlichamen aangetoond terwijl met eDNA dit op liep tot 38 van de 49 waterlichamen (Ficetola, Miaud, Pompanon, & Taberlet, 2008). Wat enorm belangrijke informatie is, als gesproken wordt over invasieve exoten. Is deze techniek al ver genoeg gevorderd om structureel te gebruiken voor natuurbeheerders? Levert de extra data genoeg op voor natuurbeheerders om de extra kosten hiervan te kunnen verantwoorden?



Figuur 1.4: Een schematische weergave van waar eDNA toe in staat is. Van links naar rechts: eDNA uit gletsjers, permafrost, sedimenten, zoetwater, bodem en zeeën/oceanen. Bron: www.elsevier.com

Techniek 3: Automatische bio-akoestiek herkenning

Deze nieuwe techniek is gebaseerd op het feit dat de meeste diersoorten soortspecifieke geluiden produceren. Dit gebeurt al jaren bij monitoring en inventarisatie van vleermuizen, vogels, insecten en walvisachtigen maar altijd waren mensen nodig om de geluiden te identificeren (Pavan et al., 2008; Riede, 1998; Mporas, Ganchev, Kocsis, & Fakotakis, 2009) (figuur 1.5). Door het omgevingsgeluid op te nemen kan met behulp van een softwareprogramma soorten uit de opname worden geïdentificeerd. Detectiekansen gaan hierdoor omhoog. Er is mogelijkheid tot 24 uur per dag registratie en er wordt veel veldwerk weggenomen. Door de Zoogdiervereniging worden de mogelijkheden voor vleermuizen al een aantal jaren onderzocht met een prachtig voorbeeld in Utrecht. Door een automatisch batdetector door Utrecht te laten 'hoppen' (steeds een paar nachten in een andere tuin of balkon) kon de vleermuisactiviteit in heel Utrecht in hoog detail in kaart worden gebracht. Met vier zeldzame soorten waaronder de Tweekleurige vleermuis (*Vespertilio murinus*) en Kleine dwergvleermuis (*Pipistrellus pygmaeus*), die daarvoor respectievelijk pas 3 en 1 keer eerder waren waargenomen in Utrecht. (Jansen & Hollander, 2014)

Voor welke diergroepen zijn deze automatische bio-akoestiek herkenning systemen beschikbaar? Levert de extra data genoeg op voor natuurbeheerders om de extra kosten hiervan te kunnen verantwoorden?



Figuur 1.5: Een aantal van de soortgroepen die met bio-akoestiek kunnen worden waargenomen en geïdentificeerd.
Bron: www.avisoft.com

1.4 Doelstelling van het rapport

Menno van Zuijlen van Natuurmonumenten gaf in februari 2015 aan dat de inventarisatie- en monitoringtechnieken sterk aan het ontwikkelen zijn. Met de nadruk op de mogelijkheden van drones ontstond een vraag welke moderne inventarisatie- en monitoringtechnieken een waardevolle toevoeging kunnen zijn voor de natuurbeheerders van Natuurmonumenten. Kennis over de ontwikkelingen en huidige toepasbaarheid van de technieken miste en er was geen tijd of geld beschikbaar om alle mogelijkheden te kunnen onderzoeken en testen.

Dit rapport heeft op die vraag ingespeeld en zal de kansen van de drie technieken in beeld brengen en de natuurbeheerders van Nederland de mogelijkheid bieden zelf de technieken te laten toetsen aan de eigen vraagstukken. Door de technieken uiteen te zetten krijgt de beheerder een beeld van de mogelijkheden van een techniek en wordt de keuze vergemakkelijkt. Per project is de keuze voor een techniek verschillend en het rapport moet worden gebruikt als sturing voor beheerders. De beheerder zal altijd zelf per project moeten bepalen welke techniek het meest geschikt is en dit rapport kan hierin ondersteunen. In dit rapport wordt duidelijk welke overwegingen natuurbeheerders moeten maken om de techniek wel of niet te gebruiken, op welke manieren de technieken toepasbaar zijn en voor welk soort project welk type techniek het best geschikt is. Daarnaast wordt kort ingegaan op bepaalde technieken in de gaten moeten worden gehouden, omdat deze in de nabije toekomst mogelijk beter geschikt zijn voor bepaald soort projecten.

1.5 Opbouw van rapport

Dit rapport “Assessment van drie moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken ten behoeve van Nederlands natuurbeheer” is een literatuuronderzoek, waarbij ook specialisten en natuurbeheerders zijn geïnterviewd om ook de visie van de mensen, die ermee werken of gaan werken, te horen. Er is voor gekozen de hoofdstukken Resultaten en Discussie samen te voegen. De reden hiervoor is dat de resultaten uit de literatuur en interviews ook gelijk discussiepunten zijn. De data uit de interviews zijn grotendeels meningen en visies en deze kunnen afwijken tussen de verschillende beheerders. Dit zijn geen harde cijfers of meetbare data waarmee gerekend of gewerkt mee kan worden. Het is dus voor de lezer duidelijker als bij de resultaten gelijk wordt aangegeven hoe deze techniek kan worden gebruikt door de gebruiker.

Het rapport is als volgt opgebouwd: In de Inleiding wordt duidelijk wat het belang is van de monitoring en waarom technieken, drones, eDNA en automatische bio-akoestiek herkenning zijn gekozen. Vervolgens worden de onderzoek- en deelvragen gegeven in het hoofdstuk 1.5 Onderzoeksvragen. In hoofdstuk 2. Materiaal en Methode wordt uitgelegd hoe het onderzoek is uitgevoerd. Hoe is de onderzoeker te werk gegaan en wat allemaal nodig is om het onderzoek tot een goed einde te brengen. Hierna komt het hoofdstuk 3. Analyse waar eerder in de vorige alinea over is verteld. De resultaten van het onderzoek worden voorzien van een discussie per techniek ten aanzien van de mogelijkheden voor natuurbeheerders en hoe dit dan uitgevoerd kan worden. In hoofdstuk 4. Conclusie worden de onderzoeksvragen beknopt beantwoord. In hoofdstuk 5. Aanbevelingen worden alle technieken samengevoegd en een advies gegeven welke techniek hiervan de beste mogelijkheden biedt voor het Nederlands natuurbeheer en dus waar beheerders serieus naar moeten kijken. Daarnaast wordt in dit hoofdstuk verteld waar, terugkijkend naar het onderzoek, in een vervolg onderzoek extra aandacht aan besteed moet worden of hoe de methode van het onderzoek beter of efficiënter kon. Tot slot zijn hoofdstuk 6. Literatuurlijst en de bijlagen bijgevoegd.

1.6 Onderzoeksvragen

Dit rapport wordt ondersteund door onderzoeksvragen. Er is een hoofdvraag geformuleerd die wordt ondersteund door 4 deelvragen. Wanneer de hoofdvraag, met behulp van de deelvragen, kan worden beantwoord is het onderzoek voltooid. Hieronder staan de vragen gegeven:

Welke moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken zijn ten behoeve van beheer een waardevolle toevoeging in het arsenaal van Nederlandse natuurbeheerders?

Wat is de reden dat deze moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken nog niet structureel binnen natuurbeheer worden toegepast?

Hoe kunnen moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken de traditionele technieken aanvullen of vervangen?

Welke kennis en investeringen zijn er voor natuurbeherende organisaties nodig om deze moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken in te kunnen zetten?

Hoe gaan deze moderne inventarisatie-/monitoringtechnieken zich in de nabije toekomst ontwikkelen?

De moderne monitoringtechnieken die worden behandeld in het rapport zijn veelbelovend maar dit rapport moet uitwijzen of dit voor de specifieke natuur en de beheerders van Nederland ook het geval zal zijn.

17 augustus
2015

2. Materiaal en Methode

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden is gebruik gemaakt van twee onderzoeksmethodes. Informatie over de technieken, de vraagstukken van beheerders, meningen en toekomstvisies zijn verzameld door middel van literatuuronderzoek en interviews met mensen uit het werkveld. Deze zijn in dit hoofdstuk apart toegelicht.

Literatuuronderzoek

Er is allereerst literatuuronderzoek gedaan naar de drie moderne technieken die in dit rapport nader zijn geanalyseerd (drones, eDNA en automatische bio-akoestiek herkenning). Databanken als Springerlink, Scholar.Google en Sciencedirect zijn geraadpleegd. Maar ook de websites van PGO's zijn zeer waardevol hierbij. Informatie over onder andere de herkomst, de werkwijze, toepassingen, wet- en regelgeving en toekomstbeeld van de technieken is verzameld. Deze informatie is bruikbaar voor in het rapport, maar ook tijdens de interviews waar relevante vragen gesteld moesten worden. Resultaten van onderzoeken en pilots geven een goed beeld van de mogelijkheden van een techniek met ook de voor- en nadelen. Sommige technieken zijn op verschillende manieren in te zetten en kunnen hierdoor verschillende soorten vraagstellingen beantwoorden. Van deze verschillende inzetmogelijkheden zijn regelmatig publicaties beschikbaar waar in dit rapport gebruik van is gemaakt. Een duidelijk voorbeeld van een techniek die bij verschillende vraagstellingen kan worden gebruikt zijn drones. Drones om landmetingen te doen of om nesten van watervogelkolonies te tellen. Dezelfde technologie die verschillende vragen kan beantwoorden door deze anders in te zetten. Op deze manier is een beeld verschaft voor de moderne technieken.

Vervolgens is gezocht naar alternatieve en traditionele technieken die mogelijk voor hetzelfde doel beschikbaar zijn. Hiermee zijn de moderne technieken in de resultaten vergeleken.

Interviews

De meeste publicaties zijn gericht op toegepast onderzoek. Niet op de mogelijkheden van de techniek voor gebruik als inventarisatie- of monitoringtool voor natuurbeheerders. Om deze mogelijkheden toch te vinden, zijn interviews met beheerders en experts van de verschillende technieken afgenomen. Hierbij is ook gevraagd naar hun visie van de techniek binnen natuurbeheer. Ook vullen de resultaten van de interviews de informatie van het literatuuronderzoek aan.

Voor de interviews is ernaar gestreefd de gesprekken in persoon, één op één, te voeren. Voor deze interviews is een uur gerekend. Dit is niet altijd mogelijk (zeker gedurende de vakantieperiode) en er is dan gekeken naar andere manieren. Dit kon zijn via een Skypeverbinding, telefonisch of via een vragenlijst per email. De interviews en vragenlijsten zijn gedurende de maand juli afgenomen. Er is gestreefd per onderwerp minimaal twee verschillende personen te interviewen. Bij voorkeur ook verschillende bedrijven/organisaties per onderwerp. De keuze voor de kleine aantallen personen per onderwerp heeft te maken met de beschikbare tijd. In tabel 2.1 is een overzicht te zien van de personen met wie contact is geweest.

De interviews zijn vooraf voorbereid met behulp van "De vragenlijst; een goed meetinstrument voor toepasbaar onderzoek" van J. Brinkman (2014). De interviews zijn opgenomen met een mobiele telefoon en ondertussen zijn belangrijke of opvallende punten genoteerd. Tijdens dit onderzoek is van te voren gevraagd of er bezwaar is tegen het opnemen van het interview en mocht dit het geval zijn, is het gesprek rechtstreeks op de laptop bijgehouden. Van elk interview is een kort gespreksrapport geschreven met de bruikbare punten die uit het gesprek voortkwamen. Omdat dit

geen letterlijk transcript is, is eigen interpretatie van de interviewer mogelijk. Hierom is dit korte gespreksrapport toegestuurd naar de geïnterviewde voor goedkeuring. Wanneer via de email een vragenlijst is ingevuld, is hier geen gespreksrapport van gemaakt, omdat de antwoorden letterlijk de tekst is van diegene die het heeft ingevuld. Uiteraard is bij alle vormen gevraagd of de geïnterviewde geciteerd mag worden met zijn of haar naam. Deze gespreksrapporten en ingevulde vragenlijsten zijn bijgevoegd in bijlage I en II.

Elk interview en vragenlijst is specifiek voor de geïnterviewde opgesteld. Dit omdat de personen die geïnterviewd zijn erg van elkaar verschillen. Deze variatie is in eerste instantie ook gezocht bij de keuze van de persoon, maar daarom vereist het steeds een andere soort vraagstelling. Een beheerder in het duin heeft andere kijkpunten dan iemand in een beken-en rivierengebied. Daarbij is dus ook voor iedere techniek weer een andere vragensamenstelling nodig. Voor een bedrijf als Skeye BV, die gespecialiseerd is in het werken met drones, zijn vragen over beheer niet van toepassing. In grote lijnen zijn het dezelfde soort vragen, maar deze zijn voor een soepel verloop van het gesprek per persoon aangepast en soms is er zelfs een totaal andere lijst met vragen samengesteld.

Er zijn, om vanuit verschillende oogpunten te kunnen kijken, beheerders binnen drinkwaterbedrijven, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, de verschillende Landschappen en gemeentes benaderd voor een interview. De uiteindelijke partijen met wie serieus contact is geweest is te zien in tabel 2.1. Zoals eerder in de Materiaal en Methode is aangegeven zijn de vragen afgestemd op de geïnterviewde. De grote lijn is steeds hetzelfde gebleven. De hoofdvragen die beantwoord zijn tijdens deze interviews zijn de volgende:

Hoe worden inventarisaties en monitoring op dit moment geregeld? Hoe en waar worden vrijwilligers, externe bureaus en eigen werknemers voor ingezet?

Welke inventarisatie-/monitoringtechnieken worden momenteel gebruikt door de beheerder en waarom juist deze technieken?

Welke beheervraagstukken worden met deze technieken beantwoord en voldoet deze data aan de wensen?

Wat zijn de gebreken, als deze er zijn, aan de huidige technieken en methodes?

In welke technieken ziet u nu of in de toekomst kansen voor het gebruik binnen uw gebied?

Hoe kijkt u aan tegen drones, eDNA en automatische bio-akoestiek herkenning? Ziet u kansen of juist gebreken voor deze technieken?

Denkt u dat in de toekomst één of meerdere van deze technieken bestaande technieken gaan vervangen of ziet u het meer als een toevoeging van het huidige monitoringwerk?

Naast de beheerders zijn ook interviews afgenomen van gebruikers en experts van de technieken. Deze mensen weten alles van de techniek en kunnen informatie geven over het gebruik, de voor- en nadelen en de (verborgen) kosten. Daarnaast is naar de visie van deze mensen, omtrent de toepassing van de techniek binnen regulier natuurmonitoring, gevraagd. Per techniek is minimaal één expert gesproken. Er is geprobeerd bij de oorsprong van deze technieken binnen Nederland te komen. Dus in dit geval voor eDNA bij RAVON, drones bij Hiview en voor automatische bio-akoestiek

herkenning bij de Zoogdiervereniging. Dit zijn de partijen die op dit moment pionieren binnen Nederland als het om deze technieken gaat. De uiteindelijke partijen met wie serieus contact is geweest is ook te zien in tabel 2.1. Ook hier worden per persoon de vragen op maat geformuleerd en samengesteld. Globaal worden de volgende vragen met deze interviews beantwoord:

Hoe werkt de techniek in detail en wat zijn de kosten en kennisvereisten voordat iemand goed met deze techniek overweg kan?

Welke haken en ogen zitten momenteel nog aan de techniek? Hoe ziet u deze techniek zich de komende jaren ontwikkelen?

Hoe ziet u deze techniek zijn plek krijgen binnen het reguliere natuurbeheer? Voor wat voor soort projecten is deze techniek uitstekend geschikt?

Denkt u dat deze techniek een aanvulling of vervanging is voor huidige vormen van monitoring?

Tabel 2.1: Lijst van personen die zijn geïnterviewd of een vragenlijst hebben ingevuld.

Geïnterviewde	Bedrijf	Functie	Onderwerp
Hubert Kivit	PWN Waterleiding	Senior Adviseur Natuur en Recreatie	Natuurbeheer & luchtfoto's
Martijn van Schie	Natuurmonumenten	Boswachter	Natuurbeheer
Vincent van der Spek	Waternet	Adviseur Natuurbeheer en Recreatie	Natuurbeheer
Ton Eggenhuizen	Gemeente Almere	Senior Adviseur Ecologie	Natuurbeheer & bio-akoestiek
Marcel Schillemans	Zoogdiervereniging	Projectleider	Bio-akoestiek
Jan van Til	Hiview	Operational manager	Luchtfoto's
Jan van Liesbergen	Skeye BV	Business Developer	Luchtfoto's
Pieter Franken	Skeye BV	Managing Director	Luchtfoto's
Jasja Dekker	Jasja vliegt	Dierecoloog & oprichter	Luchtfoto's
Jelger Herder	RAVON	Senior projectleider	Edna
Kees van Bochove	Datura	Eigenaar en oprichter	Edna
Tim Termaat	Vlinderstichting	Projectmanager	Edna & natuurbeheer

De analyse

De interviews zijn met elkaar vergeleken om overeenkomsten en verschillen tussen inzichten en werksituaties te vinden. Hiermee konden uitspraken genuanceerder worden bekeken. Waar een bedrijf, die een techniek aanbiedt, heel enthousiast en veelbelovende uitspraken doet kan een beheerder hier kanttekeningen tegenover zetten. Hier is tijdens de analyse van de resultaten op gelet.

Er is per techniek een tabel (kosten-batenanalyse) opgesteld die snel en overzichtelijk door een natuurbeheerder te lezen is. Naast zoveel mogelijk harde gegevens is door middel van plus (+), min (-) en euro (€) tekens een snel en globaal beeld geschetst van de techniek en de alternatieven. Op deze manier zijn de verschillende alternatieven ook gemakkelijk met elkaar te vergelijken. Het aantal tekens zegt iets over de mate waarop een criteriapunt past bij een techniek; +++ is een betere score dan + en --- een slechtere score dan -. Om een globaal beeld te geven van de kosten die bij de techniek komen kijken zijn eurotekens gebruikt. €€€ staat voor hoge kosten, waar € voor relatief lage kosten staat. Voor deze methode is gekozen omdat per project, per beheerder en per vraagstuk de

kosten verschillen. Het invullen van de tekens blijft een eigen interpretatie onderbouwd met de informatie die is gewonnen uit de interviews en literatuur. Het doel is de lezer snel een beeld te geven van wat met welke techniek mogelijk is en wat niet, of minder. Omdat inventarisatie en monitoringprojecten per situatie verschillen en op talloze manieren kan worden uitgevoerd, zal een beheerder altijd een expert moeten raadplegen of de techniek ook voor de eigen situatie de meest geschikte is. Het blijkt niet mogelijk een algemene beste techniek te kiezen. Dit analysesysteem is volgens de onderzoeker het meest geschikt voor dit rapport.

Tot slot zijn de drie technieken met elkaar vergeleken om te zien welke van de technieken in korte termijn het meest geschikt is om toe te voegen aan het inventarisatie- en monitoringwerk van natuurbeheerders. Alle toepassingen, voor- en nadelen, kosten en visies worden hierin meegenomen. Dit is dan de techniek zijn waar natuurbeheerder volgens dit rapport aandacht aan moeten besteden voor het eigen gebruik.

3. Analyse

In dit hoofdstuk is elke techniek los van elkaar geanalyseerd. Allereerst is kort de visie en mening van de beheerders over nieuwe technieken in algemeenheid gegeven.

Van de technieken is eerst de technische werking ervan uitgelegd en voorzien van een korte mening van de beheerders over de betreffende techniek. Dit geeft direct weer waarom een techniek nog niet of nauwelijks wordt gebruikt voor beheerdoeleinden. Vervolgens zijn de verschillende toepassingen voor natuurbeheerders uiteengezet in het hoofdstuk “Toepassingen”. Hiermee wordt duidelijk voor welke doeleinden de techniek geschikt is of met welke vraagstukken en onderzoeken veel successen zijn geboekt en hiermee zijn de kansen voor natuurbeherende organisaties getoond. In het hoofdstuk “Alternatieven” komen technieken en methodes aan bod die mogelijk voor dezelfde doeleinden gebruikt kunnen worden. Hier zijn de voor- en nadelen van deze technieken te zien. Vervolgens is in het hoofdstuk “Kosten en batenanalyse” de vergelijking gemaakt tussen de moderne techniek en de alternatieve technieken en methodes. Door de vele mogelijkheden is het lastig één op één vergelijkingen te maken. Het is meer een indicatie en de beheerder zal zelf met per eigen situatie moeten beoordelen wat de beste keuze is. Het totaal geeft wel een goed algemeen beeld wat de kracht of zwaktes zijn van de moderne technieken en de alternatieven. Tot slot is ingegaan over de toekomst van de moderne techniek. Hoe ziet de toekomst van de techniek er volgens de experts uit en hoe moet de techniek door ontwikkelen om beter bij de eisen van natuurbeheerders te passen? Pas in hoofdstuk 5 “Aanbevelingen” zijn de drie technieken met elkaar vergeleken en is een aanbeveling gegeven waar de meeste kansen liggen voor natuurbeheerders.

3.1 Natuurbeheerders over technologische ontwikkelingen

De geïnterviewde beheerders is gevraagd hoe over nieuwe technieken voor inventarisatie en monitoring wordt gedacht. De beheerders blijken tot zekere hoogte bekend te zijn met de technologische ontwikkelingen binnen de ecologie. Er wordt veelal uit persoonlijke interesse zeer positief gekeken naar de ontwikkelingen die momenteel gaande zijn. Artikelen over innovatieve technieken worden gevolgd en de verbeteringen in kwaliteit en kwantiteit van data wordt als een kans gezien. Echter, het wordt vooral van een afstand gevolgd. Martijn van Schie, boswachter bij Natuurmonumenten, geeft aan dat er allemaal technieken worden ontwikkeld die het leven van de natuurbeheerder makkelijker maken, betrouwbaardere data leveren en de flora en fauna minder verstoren. “Je kan er altijd een vraag mee beantwoorden, maar je moet de urgentie van de vraag inzien”, vertelt Martijn. Dit blijkt ook uit de respons van andere beheerders. De technieken geven mooie data, maar voor natuurbeheerders is deze extra of verbeterde data vaak niet nodig voor de beheerkeuzes. Daarbij voldoen de huidige technieken en methodes en is er geen noodzaak om (zelf) iets nieuws te zoeken. “Als vrijwilligers of externe bureaus met nieuwe technieken willen werken dan moedigen we dat zeker aan”, vertelt Hubert Kivit, Senior Adviseur Natuur en Recreatie bij PWN, “alleen bij grote uitzondering zullen wij nieuwe technieken proberen, maar wij laten nieuwe technieken vooral over aan derde partijen”. Veel technieken zijn volgens de geïnterviewde beheerders erg kostbaar in aanschaf en zijn alleen rendabel als deze constant worden gebruikt. Dit is voor een los gebied vaak niet het geval.

Vincent van der Spek, Adviseur Natuurbeheer en Recreatie bij Waternet, en Martijn van Schie geven aan dat in de toekomst ongetwijfeld zaken zullen gaan veranderen, maar wat, hoe en wanneer is nog niet duidelijk. Er moet altijd worden gelet op het feit dat met een nieuwe techniek een nieuwe meetreeks wordt gestart. Voor reguliere monitoring is het belangrijk niet teveel en te snel te

innoveren, want beheerders werken het liefst met zo lang mogelijke meetreeksen. Als protocollen te vaak en/of te drastisch veranderen is data niet meer te vergelijken. Juist de langlopende meetreeksen zijn belangrijk voor een goed beeld van een gebied wordt door alle geïnterviewde beheerders, onafhankelijk van elkaar, aangegeven.

Uit de interviews bleek dat het maatschappelijk draagvlak van natuurgebieden erg belangrijk is. Hierbij zijn vrijwilligers zeer waardevol voor de natuurbeheerders. Veel van het inventarisatie- en monitoringwerk kan met deze enthousiaste mensen worden uitgevoerd, waarvoor anders een “duur” ecologisch adviesbureau voor moet worden ingehuurd of een beheerder moet zelf veel “dure” uren in het veld maken. Of nog erger, het werk wordt niet gedaan. Martijn geeft aan dat zelfs met genoeg budget om alles uit te besteden toch voor veel projecten vrijwilligers worden ingezet. Deze vrijwilligers willen graag de hobby van het inventariseren en monitoren behouden en zien volgens de beheerders het liefst niet te veel veranderen. Alle beheerders stellen dat met veel van de nieuwe innovaties de data steeds ontoegankelijker wordt. Met nieuwe technieken wordt de sensatie van het vangen en ontdekken van flora en fauna vervangen door “dode” meetdata. Een soort is wel of niet door een techniek geregistreerd of vanaf de computer wordt het werk gedaan. Voor een leek is deze data lastig te plaatsen en voor het maatschappelijk draagvlak is dit ongunstig. Cameravallen zijn hierin een duidelijk voorbeeld van wat vrijwilligers wel graag oppakken. Hiermee wordt de hobby verrijkt, omdat soorten die niet of lastig te vangen of te zien zijn, opeens wel zichtbaar worden. Vincent geeft als voorbeeld dat het niet leuk is om ‘slechts’ een watermonster te nemen. “Mensen vinden het juist leuk om buiten te lopen en flora en fauna te zien”.

De ontwikkeling van de nieuwe technieken gaat volgens de beheerders enorm snel. Meerdere keren werd door beheerders aangegeven niet te weten of een techniek, waar een paar jaar eerder over was gehoord, voor de eigen vraagstukken nu wel geschikt zou zijn. Dit is ook waar dit rapport een hulpmiddel in zal zijn. Van drones, eDNA en automatische bio-akoestiekherkenning zullen de huidige toepassingsmogelijkheden worden laten zien.



Figuur 3.1: Het opstijgen van een fixed-wing drone door medewerkers van Skeye BV in de duinen. Foto: Jan van Liebergen

3.2 Drones

De term “drone” werd oorspronkelijk gebruikt bij toestellen met militaire toepassingen. Tegenwoordig wordt de term drone structureel in de media gebruikt en is daarmee de term die bij het grote publiek het meest bekend is (Clusters, Oerlemans, & Vergouw, 2015). Binnen het werkveld worden vele verschillende benamingen gebruikt; Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Unmanned Aerial System (UAS) en Remotely Piloted Aircraft system (RPAS) (Harriman & Muhlhausen, 2013). Het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart laboratorium (NLR), European Unmanned Systems Training Academy (EUTA) en EuroUSC Ground School, die gecertificeerde cursussen en trainingen geven, gebruiken afwisselend de termen RPAS en UAS. Om te voorkomen dat in dit onderzoeksrapport de verschillende termen te veel door elkaar lopen, is ervoor gekozen om de herkenbare term ‘drone’ te hanteren.

De vele nieuwe mogelijkheden, die ontstonden door drones, ten opzichte van oorspronkelijk gebruikte technieken, zoals vliegtuigen en helikopters, zorgden voor een enorme vraag vanuit verschillende sectoren die de ontwikkeling van drones voedde. Van overheidsinstanties (veiligheid), entertainmentindustrie (filmmogelijkheden), universiteiten (onderzoek), landbouwbedrijven (gewassen monitoring) tot hobbyisten (voor de leuk), iedereen wilde drones gebruiken. De drones werden kwalitatief beter, het gebruiksgemak verbeterde en toestellen werden goedkoper. Door de brede inzetbaarheid van deze Close Range systemen (tabel 3.1) is er een zeer gevarieerd aanbod van soorten drones ontstaan. Sinds 2006 worden deze systemen ook voor ecologische onderzoeksdoeleinden gebruikt (figuur 3.1)(Jones, Pearlsine, & Percival, 2006; Sardà-Palomera et al., 2012; Koski, et al., 2009). Op dit moment zijn er ongeveer 70.000 individuele drones in Nederland die voor iedere particulier wel beschikbaar is (editieNL, 2015). Prijzen variëren van €50 tot meer dan €100.000 voor een hoog kwaliteit professioneel toestel. Voor elk doel is wel een drone te vinden.

Tabel 3.1: De kenmerken van Close Range drones uit (Harriman & Muhlhausen, 2013)

Karakteristieken	Close Range drones
Range	< 50 km
Vluchttijd	30 min tot 2 uur
Gewicht	< 5 kg
Max. Snelheid	60 km/h
Max. Hoogte	<6 km
Aanschaf kosten	€500 - €100.000

Veel professionele drones kunnen tegenwoordig automatisch vliegen. Dat wil zeggen dat vooraf een vlucht kan worden ingesteld met verschillende ‘waypoints’. Het toestel vliegt deze baan en ondertussen worden foto’s genomen of metingen verricht. Er zijn zelfs modellen die ook vanzelf opstijgen en landen zonder dat de piloot verder iets hoeft te doen. De toestellen vliegen vanzelf naar het eerste waypoint, dat semiautonom wordt genoemd (Clusters et al., 2015). De UX5 drone van Trimble is een voorbeeld van zo een systeem.

Soorten drones

Drones die geschikt zijn voor de ecologische onderzoeken zijn de Close Range drones (tabel 3.1). Drones zijn te groeperen in twee hoofdgroepen; fixed-wing en multicopter drones (figuur 3.2). De specifieke eigenschappen van deze groepen zijn weergegeven in tabel 3.2. Er is nog een derde groep

te onderscheiden, de hybrid quadcopter. Dit is een mix van de fixed-wing en multicopter die rechtop kan opstijgen en vervolgens kan vliegen met starre vleugels (Clusters et al., 2015). Er is geen situatie bekend dat, voor onderzoeksdoeleinden, een hybrid quadcopter is gebruikt. In dit rapport wordt dit type drone niet verder behandeld. De verschillende eigenschappen van fixed-wing en multicopter drones zorgen ervoor dat beide verschillende niches hebben, waar de systemen voor worden gebruikt. Drones zijn zo veelzijdig, omdat deze alle typen sensoren mee kan dragen, als het maar onder de maximale draagkracht van het model blijft. Onder multicopters kan in de regel het meeste gewicht (pay load) dragen. Per project moet de juiste drone worden gekozen. Het is dus niet zo dat voor een bepaald soort project altijd dezelfde drone kan worden gebruikt. Dit wordt later in Hoofdstuk 3.2.1 “Toepassingen” meer duidelijk.

Tabel 3.2: De kenmerken van de twee hoofdgroepen drones, de fixed-wing en de multicopter.

Drone	
Fixed-wing	Multicopter
Vleugels	Meerdere propellers
Hoge snelheid	Kan stil hangen
Relatief weinig pay load	Veel pay load
Groot bereik	Klein bereik
Startbaan nodig	Verticaal opstijgen



Figuur 3.2: Links een fixed-wing drone (Trimble's UX5 fixed-wing drone van uas.trimble.com) en rechts een multicopter drone (CarbonCore Multicopter Hexacopter Hexa950 Zenmuse van RCgroups.com)

Er zijn steeds meer bedrijven die zich specialiseren in de techniek en professionele drone services aanbieden. Er is veel expertise nodig als er met drones wordt gewerkt en daarom is het advies zo veel mogelijk met professionele en gecertificeerde bedrijven te werken. Ook de financiële investeringen zijn te groot voor kleinschalig gebruik. Voor dit onderzoek is gesproken met Skeye BV en Hiview maar er zijn nog veel meer bedrijven die drones aanbieden. Waar Skeye BV een grote speler is Nederland met expertise in inspecties en het mappen van gebieden, is Hiview juist een speler met ervaring en kennis op het gebied van vegetatiemonitoring. Deze bedrijven kunnen met een opdrachtgever, per project, bepalen welke techniek en methode het best past bij de wensen.

Voordelen

Er zijn meerdere voordelen te noemen van drones boven traditionele technieken, zoals bemande vliegtuigen voor het maken van luchtfoto's. Deze staan hieronder opgesomd;

- Flexibel en snelle inzetbaarheid.
- Met bewolking ook luchtfoto's maken.
- Stiller dan vliegtuigen en helikopters.
- Drones zijn veelal elektrisch dus milieuvriendelijker.
- Zeer hoge resolutiemogelijkheden.
- Zeer gericht af te stemmen op het doel van de vlucht (andere sensoren, andere hoogte, moment van de dag, et cetera)

Nadelen

Naast de voordelen zijn er ook een aantal nadelen te benoemen van drones ten opzichte van traditionele technieken, zoals bemande vliegtuigen voor het maken van luchtfoto's. Deze staan hieronder opgesomd;

- Niet praktisch voor grote terreinen. (meerdere dagen vliegen, terwijl een vliegtuig dit in minder dan een dag doet)
- Het blijft een flinke investering om een opdracht uit te laten voeren.
- Een maximaal gewicht dat een drone aan payload mee kan dragen.
- Een piloot moet altijd zicht hebben op de drone. Dit is soms lastig.

Wet en regelgeving

Het is allereerst belangrijk, wanneer wordt samengewerkt met een bedrijf dat drones aanbiedt om vast te stellen te zijn dat het om een gecertificeerd bedrijf gaat. Hiermee wordt gegarandeerd dat de bestuurders van de drones gecertificeerd zijn en de juiste cursussen hebben gevolgd. De regels waaraan moet worden voldaan zijn de volgende:

- Alleen bij daglicht mag worden gevlogen met continu goed zicht op het vliegtuig (binnen de visual line of sight).
- Vluchten worden uitgevoerd door minstens 2 personen, de vlieger en de waarnemer, waarvan er één gezagvoerder is. Indien aanvullende apparatuur moet worden bediend, moet dit gebeuren door een derde persoon.
- Er mag slechts tot 120 meter hoog boven grond of water worden gevlogen.
- Er mag niet verder dan 500 meter van de vlieger/gezagvoerder worden gevlogen.
- Er moet minstens 150 meter (horizontaal) van aangesloten bebouwing en mensenmenigten worden gevlogen.
- Niet mag worden gevlogen boven wegen, spoorwegen, waterwegen, havens of grote bouwwerken, met uitzondering van 30-kilometer- en 60-kilometerwegen.
- Er moet meer dan 3 kilometer afstand worden gehouden van civiele en militaire luchthavens.
- Twee dagen voorafgaand aan de vlucht moet een Notice To Air Men (NOTAM) worden ingediend. (Clusters, 2015)
- Met toestemming van de landeigenaar mogen gecertificeerde piloten zonder vergunning vliegen (Franken, P. & Van Liebergen, J., persoonlijke communicatie, 23 juli, 2015).

Op 30 april 2015 zijn nieuwe wetsvoorstellen gedaan, die het vliegen met drones voor professionals gemakkelijker moet maken. Er is echter een wetsvoorstel, die het de professional, voor het vliegen met drones ten behoeve van natuurbeheer, niet praktischer maakt. Zo is het voorstel dat vanaf 1 oktober de volgende wetten en regels zullen gelden en er zal hier dus een ontheffing voor moeten aangevraagd (alleen die regels die betrekking hebben op toepassingen voor natuurbeheerders zijn getoond);

- Er mag slechts tot 50 meter hoog boven grond of water worden gevlogen.
 - Er mag niet verder dan 100 meter van de vlieger/gezagvoerder worden gevlogen.
 - Er moet meer dan 5 kilometer afstand worden gehouden van civiele en militaire luchthavens.
- (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015)

Deze regels zijn nog niet aangenomen en kunnen nog worden aangepast. Daarbij verandert de regelgeving op het gebied van drones regelmatig. Het is van belang dat altijd eerst de formele documenten van de autoriteiten worden geraadpleegd alvorens wordt gevlogen. Regels en restricties zijn, als het goed is, bekend bij de professional maar de opdrachtgever kan hierop wijzen mocht dit bij het betreffende gebied mogelijk wel een punt kunnen zijn.

Het is verboden om zonder bedrijfsontheffing, als beheerder, met als doel data te verzamelen zelf met een drone te gaan vliegen. Jan van Til van Hiview geeft aan dat als de wet en regelgeving zo streng blijft als nu is, het voor beheerders vrijwel onmogelijk is om zelf te vliegen. Wanneer iemand toestemming vraagt om als hobby in het gebied te mogen vliegen, dan is dit aan de landeigenaar. Wanneer toestemming is gegeven mag de hobbyist zonder verdere wettelijke verplichtingen vliegen. De hobbyvlieger dient zich wel aan de regels te houden die voor hobbyvliegers gelden.

Wat weten en wat vinden beheerders van deze techniek?

De geïnterviewde natuurbeheerders geven aan dat binnen hun werkgebied niet veel over drones wordt gesproken. Tevens wordt aangegeven dat de methode waarmee de foto's gemaakt worden niet zo relevant is voor de natuurbeheerder. De vraag naar kwalitatief goede en recente luchtfoto's is er zeker maar zelf de foto's laten maken is, voor natuurbeheerders, bijna niet te betalen. Drones worden nu nog gezien als een nog duurder alternatief en op dit moment wordt genoeg genomen met een mindere kwaliteit. Martijn van Schie geeft aan dat bij grote projecten met grotere budgetten luchtfoto's worden begroot, maar dat de uitvoerder/aannemer bepaalt hoe deze foto's worden verkregen. Als door de uitvoerder voor drones wordt gekozen dan is dat voor de natuurbeheerder prima. Volgens de beheerders liggen er vooral kansen voor specifieke losse projecten waar foto's nodig zijn die scherper zijn of die op een specifiek moment moeten worden genomen. Er wordt dan vooral gedoeld op kleine oppervlaktes omdat het idee is dat drones niet geschikt zijn om in te zetten bij grotere terreinen.

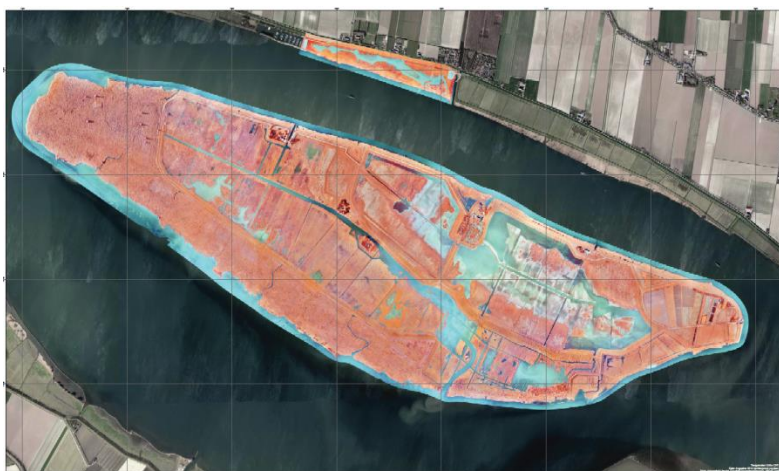
Hubert Kivit van PWN geeft wel aan dat hoe meer informatie je uit de foto kunt halen hoe minder werk in het veld hoeft worden gedaan. Dit werkt makkelijker en veldwerkuren zijn juist de duurste. Hubert gaf daarbij als voorbeeld het in kaart kunnen brengen van graafactiviteit van konijnen in het duin.

3.2.1 Toepassingen

Het verzamelen van data zonder in contact te komen met het object wordt remote sensing genoemd (Vanden Borre, et al., 2010; Colomina & Molina, 2014)). Het gebruik van luchtfoto's voor monitoring is een vorm van remote sensing. Binnen remote sensing liggen veel kansen voor drones, zo ook voor natuurmonitoring. Drones zijn allereerst heel mobiel en het is mogelijk om "last minute" de keuze te maken om te vliegen. Daarnaast zijn met drones zeer hoge resolutie luchtfoto's mogelijk. Jan van Til van Hiview stelt dat resoluties van 0,5 cm per pixel mogelijk zijn door het laag kunnen vliegen. Op deze schaal kunnen individuele bloemen worden geteld vanaf de computer. Bovendien kunnen meerdere lichtbanden tegelijk worden gevlogen, wat zeer bruikbaar is als ook, bijvoorbeeld NIR (Near Infrared) foto's nodig zijn. Binnen vegetatiekarteringen worden dit soort false colour foto's gebruikt, omdat de verschillen in vegetatie beter te onderscheiden zijn. Naast orthografische foto's kunnen ook mooie en illustratieve birdseye view foto's worden gemaakt met drones, maar omdat voor monitoring en inventarisaties deze foto's niet geschikt zijn, worden deze buiten beschouwing gelaten.

Luchtfoto's van een groot gebied (> 10 km²)

Luchtfoto's van het hele gebied zijn voor natuurbeheerders een belangrijke bron van informatie. Voor de monitoringverplichtingen van de overheid moeten, in alle Natura2000 gebieden, vegetatiekarteringen worden uitgevoerd. Deze karteringen worden eens in de 12 tot 15 jaar gedaan. Het is simpelweg te arbeidsintensief om dit vaker te doen (Van Zuilen, M., persoonlijke communicatie, 23 juli, 2015). Voor deze karteringen zijn goede geo-gereferencierte NIR foto's nodig (figuur 3.3). Deze foto's worden veelal gemaakt met bemande vliegtuigen. In theorie is er geen grens in oppervlakte voor drones, maar in de praktijk blijkt dat naar mate het gebied groter wordt het werken met drones onpraktisch is. Het voordeel bij het gebruik van drones in een groot gebied is dat er veel vrijheid is in het bepalen van het vluchtmoment. Er kan gericht gekozen worden voor een periode die optimaal is voor een vegetatiekartering. Daarbij is een drone veel minder afhankelijk van mogelijke vliegroutes van vliegvelden of andere luchtvaart gerelateerde belemmeringen. Voor vrijwel elke beheersmaatregel en elk project worden deze foto's gebruikt om goede keuzes te maken. Hoe recenter de foto, hoe efficiënter deze maatregelen en projecten kunnen worden uitgevoerd. Hubert Kivit geeft aan dat beheerders het liefst elk jaar een nieuwe foto van het gebied willen maar dit is onbetaalbaar en streeft PWN eens in de 5 á 6 jaar een foto te laten schieten.



Figuur 3.3: Een geo-gereferencierte kaart van Tiengemeten gemaakt met NIR foto's die zijn genomen met drones van Hiview in een test door Natuurmonumenten. Foto: Menno van Zuilen

Een nadeel bij het gebruik van drones voor een groot gebied is dat de drone lange tijd bezig is om over het hele gebied te vliegen. Dit bleek bij een test van Natuurmonumenten om Tiengemeten volledig door een drone te laten fotograferen. De lange duur van het vliegen zorgde voor variaties in kleur (dagdeel met veel of weinig licht), schaduwen die verschilden. Daarnaast bleek dat vegetaties door (hevige) wind bewegingen waziger werden getoond (figuur 3.4). Dit laatste komt vaker voor bij een drone, omdat veel losse foto's worden gemaakt over een relatief klein oppervlak. Tevens zit tussen iedere foto tijdsverschil waardoor een boom op foto 1 naar links waait en op foto 2 naar rechts. Bij het samenvoegen van foto's tot een kaart wordt de boom wazig. Bij vliegtuigfoto's is dit minder het geval, omdat losse foto's van een veel groter oppervlak tegelijk worden gemaakt. (Van Zuijen, M., persoonlijke communicatie, 23 juli, 2015) Er moet wel worden gezegd dat met drones de keuze makkelijker te maken is om met beter geschikt weer te vliegen. Dus dan zal vooral de wazigheid tot een minimum worden teruggebracht.



Figuur 3.4:Voorbeelden van aandachtspunten bij het gebruik van drones voor grote oppervlaktes. Links het wazig worden van vegetatie door bewegen in de wind en rechts het kleur verschil in vegetatie (links op die foto in de sloot is de watervegetatie donkerrood en rechts licht roze) Foto's: Menno van Zuijen

Luchtfoto's van een klein gebied (<10 km²) of voor specifiek project

Waar het voor drones juist bij grote gebieden steeds lastiger wordt om het financieel binnen de perken te houden, geldt hetzelfde voor de bemande vliegtuigvluchten in relatief kleine gebieden. Het is veel te duur om een vliegtuig op te laten stijgen voor een korte vlucht. Ook van de kleine Natura2000 en natuurnetwerkgebieden zal de vegetatie moeten worden gekarteerd. Hier zijn de flexibiliteit en snelle inzetbaarheid van drones voordelen. Bij grote gebieden kan ook gekozen worden om gericht bepaalde delen van het gebied met drones te laten vliegen. Wanneer bepaalde habitattypes door een laat voorjaar niet met de beschikbare foto's te karteren zijn, kan op juist die habitattypes later in het jaar met een drone worden gevlogen. Op deze manier kan toch een heel gebied worden gekarteerd. Voor dit soort situaties liggen dus kansen voor drones.

Voor specifieke projecten kan het een logische keuze zijn voor een drone te kiezen. De hele hoge resolutie, vrijheid in het bepalen van het vluchtmoment en het specifiek kunnen bepalen van het onderzoeksgebied zijn enkele voordelen. Voor projecten waar voor en na een beheersmaatregel moet worden gekeken wat de verschillen zijn, is een drone goed inzetbaar. Een voorbeeld die door Vincent van der Spek en Hubert Kivit werd gegeven zijn de verstuiwingsprojecten in de duinen waar, voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS), stuifkuilen worden open gegraven. Door middel van monitoring kan de ontwikkeling van deze kuilen en de directe omgeving in detail worden gevolgd. Er kan, bij wijze van spreken, meteen na een zware storm gevlogen kunnen worden om de effecten te

zien. Dit maakt de ontwikkeling kwantificeerbaar. Bij dit project zouden hoogtemetingen door drones ook een goede toevoeging zijn.

Bij elk nieuw project moet de vraag worden gesteld of recente luchtfoto's van hoge kwaliteit een waardevolle toevoeging is voor het eindresultaat. De mogelijkheden zijn volop aanwezig, de juiste vragen moeten de doorslag geven. Bij het vaststellen van de kosten moet rekening worden gehouden dat bedrijven als SkeyeBV en Hiview gebruik maken van een dagprijs. "Het kan dus relatief duur zijn als projecten zo klein zijn dat deze maar een halve dag in beslag nemen", legt Jan van Liebergen van SkeyeBV uit. Daarbij geeft Jan aan dat iedere prijsopgave maatwerk is en per project zal moeten worden gekeken wat de mogelijkheden zijn en de bijpassende prijs is.

Luchtfoto's voor het tellen van nesten, individuele soorten

Inventariseren van populaties vanuit de lucht wordt voor onderzoek al veel gedaan (figuur 3.5). Uit onderzoek blijkt dat vogels niet worden verstoord door een drone als die erboven vliegt om foto's te maken (Bakó, Tolnai, & Takács, 2014). Dit was ook de ervaring van Martijn van Schie die een dergelijke test heeft gedaan bij kokmeeuwen (*Chroicocephalus ridibundus*) in de Nieuwkoopse Plassen in de zomer van 2015. Deze toepassing kan met een minder geavanceerd systeem als de eerder genoemde toepassingen. De drone mag minder stabiel zijn, hoeft geen voorgeprogrammeerde baan te vliegen en het bereik hoeft in de meeste gevallen niet zo groot te zijn. Martijn gebruikte een drone van rond de €1000 en de foto's waren scherp genoeg om de nesten te kunnen tellen. Voor broedvogelmonitoring en voor vraagstukken als; Hoeveel nesten of broedparen zitten in het gebied?, kan deze methode een optie zijn. De monitoring van bovenaf is veel beter kwantificeerbaar, wat voor veel vraagstukken ten goede komt (Eggenhuizen, T., persoonlijke communicatie, 16 juli, 2015).



Figuur 3.5: Nestende pelikanen op Pinguïn Island in West Australië. De populatie is gemakkelijk, door in dit geval groene stippen te zetten, te tellen vanuit de lucht. Bron: www.gus-uav.com

Voor bepaalde beschermde flora of exoten die met kleur opvallen in een grasland (bijvoorbeeld orchideeën of de reuzenberenklauw (*Heracleum mantegazzianum*)) is hetzelfde mogelijk als het voorbeeld met de vogelnesten. Wanneer tijdens de bloeiperiode luchtfoto's worden gemaakt

kunnen deze achter een computer worden geteld. Er is zelfs gratis software die dit objectief kan uitvoeren (ImageJ). De monitoring wordt veel beter kwantificeerbaar. Zeker wanneer jaarlijks wordt geteld geeft dit een meetbaar resultaat in de stijging of daling van populaties.

Bij dit soort projecten is het belangrijk mee te nemen dat de resolutie past bij de grootte van het onderwerp dat moet worden geteld. Daarbij is mede van belang dat het onderwerp veel verschilt in kleur van de omgeving. De bovenstaande voorbeelden schetsen een beeld wat er mogelijk is met luchtfoto's en het gemakkelijk tellen van populaties. Maar ook hier geldt dat ieder project verschillend is en moet worden aangepast naar de wensen en vraagstelling van de beheerder.

3.2.2 Alternatieven

Naast drones zijn er meerdere mogelijkheden om luchtfoto's te maken. De alternatieven die tijdens literatuuronderzoek en de interviews naar voren kwamen zijn hier uiteengezet.

Luchtfoto's vanuit een vliegtuig (PDOK)

Voordat over de alternatieve toepassingen wordt gesproken is het belangrijk te weten dat de overheid via Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK) jaarlijks recente en bruikbare luchtfoto's gratis beschikbaar stelt voor overheidsinstellingen. Voor niet-overheidsinstelling zijn deze foto's alleen specifiek voor (overheids)monitoringverplichtingen aan te vragen. Voor gebruik buiten deze monitoringverplichting zal moeten worden betaald. Deze kosten zijn natuurlijk minder hoog dan een eigen vluchtopdracht uit te schrijven. Deze foto's hebben een resolutie van 10 cm per pixel maar hebben als groot nadeel dat al vóór 1 april van ieder jaar wordt gevlogen. De vegetatie is dan in de meeste gevallen nog niet voldoende ontwikkeld om bruikbaar te zijn voor vegetatiekarteringen. Menno van Zuijlen en Hubert Kivit geven allebei aan dat voor een beheerder de controle over vluchtdatum en resolutie erg belangrijk zijn om goede kaarten te kunnen maken. Dit is met de foto's van PDOK niet mogelijk. Omdat er geen budget beschikbaar is om een eigen vluchtopdracht uit te geven, moet worden gewerkt met de aangeboden foto's.

De luchtfoto's die gemaakt worden met een vliegtuig verschillen in kwaliteit niet veel ten opzichte van drones als in de dezelfde situatie worden gevlogen. Het verschilt per aanbieder maar het is mogelijk om met een vliegtuig foto's te maken met een resolutie van 3 cm per pixel. Het is met een vliegtuig veel makkelijker om grote gebieden te fotograferen stellen ook Pieter en Jan van SkeyeBV. Voor grote gebieden is een vliegtuig de logische keuze. Vincent van der Spek en Martijn van Schie geven ook aan dat de luchtfoto's vanuit het vliegtuig vaak prima geschikt zijn voor het doel (vegetatiekarteringen buiten beschouwing genomen). Ook bij Waternet en PWN wordt gesproken over een nieuwe vlucht gedaan specifiek voor de AWD, Dunea en PWN. Wanneer budget beschikbaar is om een vlucht te kunnen uitvoeren dan zijn dit de oppervlaktes waar een vliegtuig de juiste keuze is. Vaak is dit budget er niet en dan wordt er door Natuurmonumenten, en in de meeste gevallen ook door de AWD en PWN, gebruik gemaakt van de luchtfoto's van PDOK. Vaak is het budget niet toereikend om betere foto's te laten maken of te kopen. Dan wordt noodgedwongen met deze foto's van PDOK gewerkt.

Soms ontstaan er bij vliegtuigen problemen die niet zijn voorzien. Zo gaf Hubert Kivit een voorbeeld van een situatie waar samen met de AWD en Dunea een opdracht voor een vlucht was uitgeschreven. De opdracht was om in 2007 voor de duingebieden een vlucht in augustus te vliegen. De gebieden liggen op een vliegroute van Schiphol en op de dagen dat het geschikt weer was om te

kunnen vliegen werd er steeds geen toestemming geven door de luchthaven. Pas in 2009 werd wel toestemming gegeven, twee jaar na de officiële opdracht.

Satellietfoto's

De resolutie van satellietfoto's gaat met iedere nieuwe satelliet omhoog. Het is dus goed om te kijken naar de huidige mogelijkheden van de nieuwste satellieten. Op dit moment is WorldView-3 de satelliet met de hoogste resolutie voor commercieel gebruik (figuur 3.6). Deze satelliet is 13 augustus 2014 gelanceerd en de eerste foto's waren in december 2014 al te bestellen bij DigitalGlobe. Op de eigen website (www.digitalglobe.com) staat dat DigitalGlobe het enige bedrijf is die een licentie heeft om satellietfoto's met een resolutie lager dan 46 cm per pixel te leveren. De WorldView-3 maakt RGB foto's met 31 cm per pixel. Voor NIR foto's gaat de resolutie helaas weer naar 46 cm per pixel. Na een offerteaanvraag voor Tiengemeten blijkt dat DigitalGlobe geen foto's levert met een kleiner oppervlak dan 100 km². Deze foto's kosten ongeveer €5300 en zijn geheel geo-gerefereerd en klaar voor gebruik in GIS. Andere bedrijven zullen vanwege het ontbreken van een satelliet licentie geen scherpere foto's leveren dan 46 cm per pixel.

Jan van Til van Hiview stelt dat satellieten als nadeel hebben dat deze maar eens in de zoveel weken overvliegen en dat het daarbij volledig helder moet zijn op het moment dat de satelliet zijn sensor op het doelgebied heeft gericht. Deze techniek is daardoor niet flexibel bij inzet. Het is duidelijk dat satellieten de hoge resolutie van vliegtuigen en al helemaal de laagvliegende drones vooralsnog nog niet benaderen. Volgens Hubert Kivit is het gewoon wachten op verbetering van de techniek. Voor natuurbeheer zijn satellietfoto's voorlopig geen betere optie.



Figuur 3.6: De satellieten die momenteel foto's maken die beschikbaar zijn voor commercieel gebruik, met rechtsonder de Worldview-3. Bron: www.elecdata.com

Luchtfoto's van onder een vlieger

Een laatste alternatief voor het maken van luchtfoto's is met behulp van een vlieger. Hierbij wordt een camera onder een vlieger gehangen en de lucht in gelaten (figuur 3.7). Door de vlieger steeds een aantal meters te verplaatsen kan, in theorie, enorme gebieden in kaart worden gebracht. In de praktijk zit hier een aantal haken en ogen aan. Deze techniek is erg afhankelijk van het weer en dan

met name de wind. De vlieger moet immers uiteindelijk boven het te fotograferen vlak hangen. Wanneer de wind vanuit een ongunstige hoek komt (dat er obstakels in de weg staan voor de vliegeraar) of er is niet genoeg wind dan kan een foto niet worden gemaakt. Net al met drones is de resolutie zeer hoog. Daarbij is een vlieger stiller, heeft een veel langere vliegtijd en er is nauwelijks tot geen risico op crashes. (Dekker, J., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015).

Jasja Dekker is met zijn bedrijf Jasjavliegt een van de weinigen die met behulp van vliegers en in opdracht orthografische foto's maakt. Jasja geeft aan dat vrijwel alle toepassingen waarvoor drones worden ingezet ook een vlieger kan worden gebruikt. Indien gewenst worden de foto's georefereneerd aangeleverd. Hierbij is de verwachting dat deze techniek door de afhankelijkheid van de wind en het praktische werk vooral bij hele kleine oppervlaktes zal worden ingezet. Vincent van der Spek gaf aan dat binnen de AWD ook gesproken is over de mogelijkheid van een vlieger om stuifkuilen of een natuurbrug te laten fotograferen. Dit was ook met als doel de ontwikkelingen van vegetatie te kunnen monitoren.



Figuur 3.7: Een mogelijke opstelling van een camera onder een vlieger. Bron: www.kitetraveller.co.uk

3.2.3 Kosten-batenanalyse

Om verschillende technieken met elkaar te kunnen vergelijken is in tabel 3.3 een kosten-batenanalyse opgesteld. Voor alle technieken geldt dat de natuurbeheerder de opdracht niet zelf uitvoert. De verschillende variabelen zijn bepaald door wat natuurbeheerders belangrijk achten bij het verkrijgen van een luchtfoto. De volgende variabelen zijn gekozen voor de analyse;

- Het **maximale oppervlak** dat praktisch kan worden gefotografeerd.
- **Maximale resolutie** dat met de techniek kan worden verkregen. Dit is aangegeven met de het oppervlak dat met één pixel kan worden gegenereerd.
- **Gebruiksgemak** staat voor het verkrijgen van geschikte luchtfoto's. Hoeveel werk zit in het uitvoeren van een opdracht en het ontvangen van een bruikbare kaart voor de beheerder?
- **Flexibiliteit** is de mate van inzetbaarheid. Kan een techniek bij wijze van morgen worden ingezet of gaan er veel procedures aan vooraf en is het van belang ver van tevoren te

plannen? De mate van vrijheid in het bepalen van een vliegmoment. Hierbij wordt ook gekeken naar hoe afhankelijk een techniek is voor oncontroleerbare factoren als het weer.

- **Wet en regelgeving** staat voor de hoeveelheid wetten en regels waar de beheerder rekening mee dient houden.
- **Betrokkenheid vrijwilligers** is meegenomen in de analyse omdat dit een waardevol aspect is voor natuurbeheerders. Als vrijwilligers in enige mate kunnen worden betrokken, wordt dit gezien als pluspunt.
- Tot slot is een indicatie van de **kosten** meegenomen in de analyse. Hierbij moet gezegd worden dit per project verschillend kan zijn. Er is daarom voor gekozen om een globale indruk te geven. Er zal altijd een offerte moeten worden aangevraagd. Er wordt uitgegaan van een voor natuurbeheer bruikbare foto(er zijn namelijk gratis toegankelijke satelliet foto's, maar deze zijn voor de doelen van een beheerder niet bruikbaar)

Tabel 3.3: De kosten-batenanalyse van drones in vergelijking met het vliegtuig, satellieten en een vlieger.

	Drone	Vliegtuig		Satelliet	Vlieger
		In opdracht	PDOK		
Maximale oppervlak	+ 10 km ²	+ 1000 km ²	Nederland	Wereld	1 km ²
Maximale resolutie	0,5 cm	3 cm	10 cm	31 cm	0,5 cm
Gebruiksgemak	+	-	+++	++	+
Inzetbaarheid	+++	-	---	--	+
Wet en regelgeving	+	---	+++	+++	+++
Betrokkenheid vrijwilligers	---	---	---	---	---
Kosten	€€	€€	€	€€€	€

Onderbouwing van de kosten-batenanalyse

Maximale oppervlak: Dit zijn voor de drone, vliegtuig (in opdracht) en de vlieger ingeschatte oppervlaktes en kan per project en locatie verschillen. Aan de hand van de interviews en literatuur is deze inschatting gedaan.

Maximale resolutie: De maximale resolutie die met de techniek te verkrijgen valt is met literatuur en de interviews verkregen. Jasja Dekker van Jasjavliegt gaf aan dat de kwaliteit foto's vergelijkbaar is met wat met drones mogelijk is. Deze 0,5 cm is dus een aanname.

Gebruiksgemak: Het zelf regelen van een opdracht is voor een beheerder een aardige klus. Daarbij moet voor een vliegtuig met meer dingen rekening worden gehouden dan een drone of een vlieger. PDOK foto's en satellietfoto's zijn rechtstreeks te bestellen, maar voor satellietfoto's kan gelden dat er geen geschikte foto is gemaakt van het doelgebied.

Inzetbaarheid: Drones zijn zeer flexibel in de inzetbaarheid. Er kan bij wijze van over twee dagen worden gevlogen. Dat is bij een vliegtuig of satelliet niet het geval. Bovendien kan een drone precies worden ingezet op de manier dat voor de opdracht het best geschikt is. Dit is voor een vliegtuig en een satelliet niet mogelijk. Een vlieger is makkelijk inzetbaar, maar is veel meer afhankelijk van het weer.

Wet en regelgeving: Voor foto's die worden besteld van PDOK of van een satelliet gelden geen regels. Voor vliegers zijn geen regels bekend. Voor het vliegen met een vliegtuig gelden enorm veel regels en zal met veel andere partijen rekening moeten worden gehouden. Voor drones gelden regels die goed te overzien zijn.

Betrokkenheid vrijwilligers: Vrijwilligers zijn niet inzetbaar binnen het maken van luchtfoto's.

Kosten: Deze zijn zeer afhankelijk van de situatie en van het project. Er zijn een aantal bedragen bekend waar deze inschatting van is afgeleid. Met een grove inschatting van Skeye BV, uit gegevens van een testvlucht van Hiview, kan worden gesteld dat voor een gebied als Tiengemeten de bedragen van vluchten met drones of met een vliegtuig zeer dicht bij elkaar liggen. Beide komen ruwweg rond een bedrag van €10.000. Er moet worden gezegd dat de oppervlakte van Tiengemeten op de grens zit van wat praktisch haalbaar is met een drone. Wanneer het oppervlakte daalt zal het verschil groter worden in het voordeel van het werken met een drone. PDOK foto's zijn veel goedkoper met een referentie bedrag van €5.000 voor een oppervlakte van 3500 hectare. Voor een satellietfoto van matige resolutie wordt €5.300 gevraagd voor 100km². Foto's gemaakt met een vlieger zijn relatief goedkoop omdat de gebruiksmaterialen goedkoop zijn en er maar één veldwerker aanwezig hoeft te zijn.

Voor al deze parameters geldt dat het zeer afhankelijk is van het project en de locatie. Daarnaast ontwikkelen de technieken zeer snel waardoor altijd per project, samen met een professional, moet worden onderzocht, welke techniek het best bruikbaar is. De kosten-batenanalyse moet worden gezien als grove beeldvorming van de verschillende technieken.

3.2.4 Toekomst

De tendens binnen de ontwikkeling van robotica in het algemeen en ook specifiek bij drones is dat drones steeds kleiner, lichter en goedkoper worden. Het is aannemelijk dat deze trend op het gebied van drones zal doorzetten. Naast het kleiner, lichter en goedkoper worden van drones, kunnen drones over steeds grotere afstanden worden bestuurd. Mede als gevolg van deze ontwikkelingen wordt de vliegduur van een drone steeds groter. Daarnaast worden drones waarschijnlijk ook steeds efficiënter, waardoor drones mogelijk ook relatief zware payloads kunnen vervoeren. (Clusters, 2015)

Volgens Hiview zullen drones in de toekomst niet meer weg te denken zijn in het verschaffen van orthografische overzichtsfoto's. Agrariërs gebruiken drones om de gewassen te kunnen monitoren op gezondheid en groei. Met verschillende bandbreedtes kunnen de gewassen zelfs worden geclassificeerd. Ook ander soortige informatie, zoals kwel of droogte, kan met bepaalde bandbreedtes worden gemeten. Met deze informatie kunnen beheerders gericht het beheer uitvoeren en op termijn geld besparen. Het is een ideaalbeeld dat de verschillende habitattypes en vegetaties automatisch kunnen worden geclassificeerd. Hiview en vele universiteiten zijn hier al enige tijd mee bezig. Peter en Jan van Skeye en ook Menno van Zuijlen zijn sceptisch of dit ooit gaat lukken. In ieder geval door het karteren van vegetaties kan vanaf een PC enorm veel werk en geld worden bespaard.

Een ander onderdeel dat zich op korte termijn verder zal ontwikkelen, is de mate van autonomie van drones. Ontwikkelingen op dit gebied zullen steeds meer gericht zijn op het produceren van volledig autonome drones. Fabrikanten proberen drones al steeds autonomer te maken door in te zetten op sense and avoid-systemen, die ervoor zorgen dat drones obstakels weten te vermijden (Finn &

Wright, 2012; Van Til, J., persoonlijke communicatie, 27 juli, 2015). In het verlengde van de toenemende autonomie ligt de toenemende mate, waarin drones in groepen van twee of meer kunnen opereren. Dit levert in de toekomst tal van toepassingen voor drones op. Zo valt te denken aan een mobiel netwerk van camerasystemen, zoals dat nu al voor statische camera's bestaat. Hierbij werken verschillende drones samen om een bepaald gebied optimaal te kunnen monitoren (Clarke, 2014).

Deze ontwikkelingen kunnen projecten met drones goedkoper maken. Er zal geen tweede piloot meer nodig zijn. En door middel van meerdere drones tegelijk in de lucht kan snel een groot gebied worden gefotografeerd. Als verder wordt gekeken kan zelfs de mogelijkheid ontstaan dat natuurbeheerders, door het gebruiksgemak, zelf de orthografische foto's gaan maken. Voor al deze punten zal ook de wet en regelgeving moeten worden aangepast.

17 augustus
2015

3.3 Environmental DNA

Environmental DNA (eDNA) is een nieuwe inventarisatiemethode, gebaseerd op de detectie van DNA, dat door soorten in de omgeving wordt achtergelaten (Herder, Van Delft, Bellemain, & Valentini, 2013^a). Vrijwel alle soorten flora en fauna laten op een bepaalde manier DNA achter, slijm van vissen en amfibieën, haren en huidschilfers van zoogdieren of via uitwerpselen en urine. Bodem en watermonsters kunnen worden geanalyseerd op het DNA wat hierin is achtergelaten (eDNA). Omdat DNA uniek is per soort kan een soort worden gedetecteerd zonder dat dit dier of plant hoeft te worden waargenomen of te worden gevangen. Met dit feit kan eDNA gebruikt worden als een inventarisatiemethode. (Herder et al., 2014^b)

Soortenidentificatie op basis van DNA bestaat al langer en wordt DNA barcoding genoemd. Hierbij wordt in plaats van DNA uit een ecosysteem, weefsels of bulkmonsters (bijvoorbeeld diatomeeën of macrofaunamonsters), die het gehele organisme bevatten, gebruikt. Wanneer meerdere soorten per monster worden geïdentificeerd, wordt dit DNA metabarcoding genoemd (Taberlet et al., 2012). Milieumonsters (zoals de monsters voor de eDNA methode worden genoemd) zijn veel complexer om mee te werken. Dit heeft te maken met de lage concentraties en het feit dat DNA in het milieu wordt afgebroken (DNA hydrolyse, endogene nucleasen, UV-straling, bacteriën en schimmels). Vooral in water gaat dit snel (enkele dagen tot een maand), waar in bodems, ijskappen en sedimenten eDNA veel langer aantoonbaar blijft (onder juiste condities tot honderdduizenden jaren). Dit lijkt in eerste instantie een groot voordeel, maar dit maakt het aantonen van een recente aanwezigheid van een soort heel lastig. Daarom is voor inventarisaties eDNA uit watermonsters of uitwerpselen het meest geschikt (figuur 3.8). (Herder et al., 2014^b; Bochove, K., persoonlijke communicatie 22 juli, 2015)

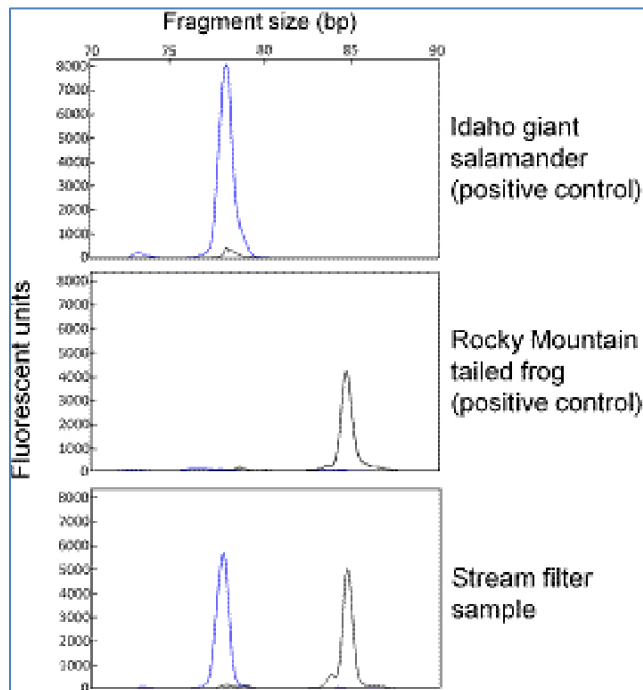


Figuur 3.8: Een medewerker die een milieumonster neemt. Steriel werken is erg belangrijk (Herder et al., 2014^a)

De techniek achter eDNA

De basis achter eDNA ligt bij het vermeerderen van de stukjes DNA van de doelsoort(groep). Het kenmerk van eDNA is dat het in sterk verdunde mate wordt gemonsterd. Met soort(groep)specifieke primers wordt in het lab door middel van een polymerase-kettingreactie (PCR) of kwantitatieve PCR (qPCR) het DNA van de doelsoort(groep) vermeerderd. Wanneer het DNA van de doelsoort(groep)

niet in het monster zit, wordt ook niets vermeerderd (Herder et al., 2014^b). Het ontwikkelen en het goed valideren van soort(groep)specifieke primers is de belangrijkste stap maar zijn in de meeste gevallen ook de duurste (Termaat, T., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015). Het is van belang dat alleen het DNA van de doelsoort(groep) wordt vermeerderd en geen enkel ander DNA. Het aantonen van het geamplificeerde doel-DNA gebeurt in het lab meestal met een sequenser. Deze sequenser kijkt naar de aan- of afwezigheid van fluorescerende labels (probes) die bij qPCR zijn gehecht aan het doel-DNA (figuur 3.9). Dit zorgt voor een hogere specificiteit, een hogere gevoeligheid en geeft de mogelijkheid tot het kwantificeren van de hoeveelheid DNA moleculen van de doelsoort in het monster (Herder et al., 2014^b).



Figuur 3.9: Een voorbeeld hoe met een sequenser de aan of afwezigheid van vermeerderd DNA wordt getoond. Dit voorbeeld geeft in de positieve controles de Idaho giant salamander (*Dicamptodon aterrimus*) en de Rocky Mountain tailed frog (*Ascaphus montanus*) aan met het milieumonster als derde grafiek. De twee soorten zijn aangetoond. (Herder et al., 2014^a)

Tim Termaat, projectmanager bij de Vlinderstichting geeft aan dat, zodra goed ontwikkelde en gevalideerde primers beschikbaar zijn, soortherkenning met eDNA geen dure methode is. Goed gevalideerde primers richten op een stuk DNA dat niet varieert tussen verschillende populaties. Ook niet wanneer deze populaties duizend kilometer van elkaar verwijderd zijn. Deze techniek is een soortspecifieke benadering gericht op het aantonen van een soort of soortgroep. Wanneer meerdere soorten tegelijk moeten worden aangetoond met hetzelfde monster (meervoudige soortspecifieke benadering), dan lukt dit met deze qPCR methode met maximaal 3 ("met veel moeite 5", zegt Kees van Bochove van Datura) soorten tegelijk (Herder et al., 2014^b). Bij hogere aantallen wordt deze techniek erg duur en onpraktisch. Er wordt dan uitgeweken naar een andere techniek, namelijk met een Next Generation Sequencer (NGS) (Herder et al., 2014^b; Van Bochove, k., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015).

Met een NGS is een universele benadering mogelijk. Hierbij wordt een universele primer gekozen die een hele soortgroep uit een milieumonster vermeerdert (bijvoorbeeld amfibieën, planten, vissen of kreeftachtigen). PCR is voldoende voor deze techniek. Wanneer het DNA van de hele soortgroep is

geamplificeerd wordt deze gesequenced door de NGS. Dit apparaat leest alle basenpaarvolgordes uit en vergelijkt deze met een referentiedatabase. Op deze manier 'rolt' een soortenlijst uit het apparaat, die geschikt is voor verschillende doeleinden. (Herder et al., 2014^b) Deze worden behandeld in hoofdstuk 3.3.1 "Toepassingen".

Het is belangrijk te kunnen vertrouwen op het laboratorium dat de analyse uitvoert. Omdat DNA niet zichtbaar is voor het blote oog is het lastig om tijdens de analyse fouten op te sporen als contaminatie, laag extractiesucces of primerbinding aan niet-doelsoort DNA. Het monster dat wordt aangeleverd ligt tijdens de analyse buiten de eigen controle. RAVON werkt samen met twee bedrijven, Spygen en sinds kort Datura, omdat de basiseisen van het lab en de validatie volgens de eisen van RAVON worden gedaan, vertellen Tim Termaat, Kees van Bochove en Jelger Herder Senior projectleider bij RAVON. Hoe dit verloopt bij andere bedrijven die eDNA aanbieden is niet duidelijk. Het gebruik van positieve en negatieve controles is cruciaal om de betrouwbaarheid van de resultaten te kunnen garanderen.

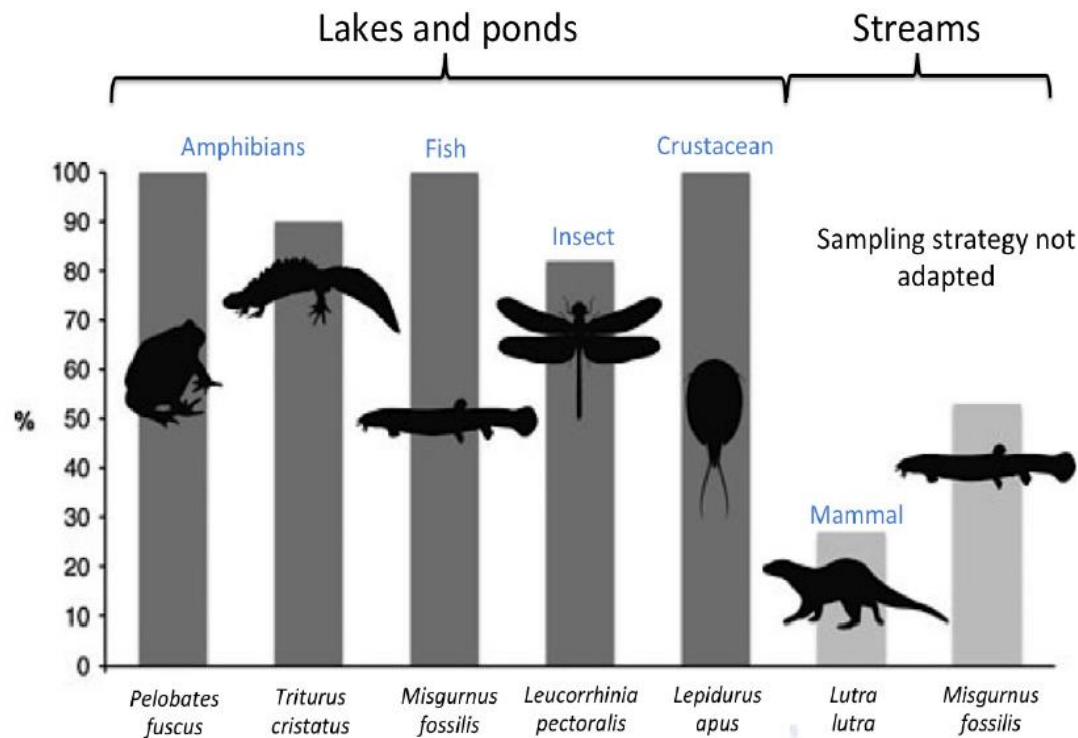
Bemonstering

Het afnemen van een milieumonster is een belangrijke stap in het eDNA proces. Op dit moment wordt vooral gewerkt met watermonsters (+- 15 ml) waaruit met de neerslagmethode (het neerslaan van DNA met ethanol en natriumacetaat en/of centrifugatie (Ficetola et al., 2008)). Omdat met zeer lage concentraties DNA wordt gewerkt, bestaat de mogelijkheid van contaminatie tijdens het nemen van de milieumonsters (Herder et al., 2014^b). Tijdens het veldwerk moeten DNA-steriele materialen worden gebruikt voor iedere locatie en ieder monster, bijvoorbeeld handschoenen en monsterkits (die worden geleverd door de uitvoerende bedrijven). Veldwerkers moeten bewust zijn van mogelijke contaminatiebronnen, zodat hier op preventieve wijze rekening mee wordt gehouden. Datura levert bij de monsterkit een eDNA bemonsteringprotocol, maar Kees van Bochove geeft zelf aan dat iedereen, die zijn gezonde verstand gebruikt, prima deze monsters kan nemen. Wel is belangrijk dat diegene over enige ecologische kennis beschikt omdat eDNA meestal niet homogeen in het water verdeeld is (Herder et al. 2014^b). Het is belangrijk zo dicht mogelijk bij de doelsoort te komen en zo veel mogelijk DNA op te vangen (Termaat, T., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015). Dit verschilt erg per locatie en soort. Op dit moment worden regelmatig betere bemonsteringmethodes ontdekt en beschreven. Hier kunnen professionals per situatie over adviseren (Bochove, K., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015).

Op dit moment wordt veel onderzoek gedaan naar de beste methodes en periodes van bemonstering om een zo hoog mogelijke detectiekans te creëren. Dit is zeer soort- en biotoopafhankelijk en daarom gaat dit nog vrij langzaam. Een techniek waar veel van wordt verwacht, is de filtratiemethode (Herder et al., 2014^b). Deze werkt anders dan de neerslagmethode zoals hierboven is beschreven. Met de filtering methode wordt veel meer DNA opgevangen omdat vele liters waters door het filter wordt gepompt. Het filter vangt, afhankelijk van het soort filter, al het organische materiaal (waaronder DNA) op. Spygen en Datura doen daar momenteel veel onderzoek naar en Kees van Bochove van Datura hoopt deze techniek eind volgend jaar aan te kunnen bieden.

De eindconclusie van de resultaten zal altijd liggen bij de beheerder of diegene die het onderzoek uitvoert. Het laboratorium kan alleen de aan- of afwezigheid aantonen met een bepaalde inschatting van de detectiekans. Wanneer de controle tests geen vals positief of negatief aangeven is de conclusie dat de bemonstering en het laboratoriumwerk goed is uitgevoerd. Eventuele onverwachte

resultaten zijn aan de onderzoeker om te verklaren (Bochove, K., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015). Omdat tussen het monstren en de resultaten uit het lab een bepaalde tijd zit, is het extra belangrijk de bemonstering goed te beschrijven. De exacte locatie van het monster, het weer, de vegetatie, et cetera zijn allemaal variabelen die mogelijk belangrijk kunnen zijn in de vorming van de conclusie en verklaring van onduidelijke uitkomsten.



Figuur 3.10: Een grafiek met de detectiekansen van verschillende diersoorten. Het verschil tussen stilstaand en stromend water is goed te zien. Hier is de neerslagmethode gebruikt. Voor stromende wateren lijkt de filtratiemethode beter geschikt. (Thomsen et al., 2012)

Voordelen

De belangrijkste voordelen van eDNA ten opzichte van traditionele methoden (zicht of vangstdetectie) zijn hieronder beschreven:

- In veel gevallen een hogere detectiekans.
- Geringe verstoring van doelsoort én habitat.
- Vermindering van de kans op onbedoelde verspreiding van ziekten en exoten.
- De soortspecifiteit en potentieel hogere taxonomische resolutie (Kees van Bochove ontdekte tijdens het maken van een referentiedatabase van de kleine modderkruiper (*Cobitis taenia*) dat er meerdere soorten in Nederland voorkomen).
- Geen, soms lastig te onderscheiden, morfologische kenmerken nodig. (eieren, larven, juveniele of sub-adulte worden ook gedetecteerd).
- Lagere onderzoeksinspanning nodig.

Detectiekansen met de eDNA methode liggen meestal tussen circa 75% en 98% (onder andere kamsalamander (*Triturus cristatus*), knoflookpad (*Pelobates fuscus*), grote modderkruiper (*Misgurnus*

fossilis), Amerikaanse brulkikker (*Lithobates catesbeianus*), groene glazenmaker (*Aeshna viridis*) en gevlekte witsnuitlibel (*Leucorrhinia pectoralis*) (Herder, Termaat, & Valentini, 2013^b; Herder et al. 2014^b; Thompson et al., 2011)(zie ook figuur 3.10). Hierdoor is deze techniek voor deze, met andere methoden lastig inventariseerbare soorten, kostenefficiënter dan traditionele methoden (vrijwilligerswerk buiten beschouwing genomen)(Herder et al., 2014^b). Voor libellen geeft eDNA een extra voordeel, omdat wanneer, door de lage kans op vals positieve identificaties, de soort wordt gedetecteerd het zeker is dat de soort in dit waterlichaam zich voortplant (Termaat, T., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015).

Nadelen

De belangrijkste nadelen van de eDNA-methode ten opzichte van traditionele methoden zijn hieronder gegeven:

- Geen mogelijkheid tot het kwantificeren van de populatiedichtheid.
- Geen onderscheid kunnen maken tussen hybriden en hun oudersoorten.
- De data geeft geen informatie over levensstadia, leeftijd, geslacht en conditie (bij gebruik van uitwerpselen ligt dit anders, hierover wordt verder gegaan in hoofdstuk 3.3.1 Toepassingen).
- Voornamelijk geschikt voor aquatische soorten. Voor deze soorten weinig SNL verplichtingen voor natuurbeheerders.
- Voor makkelijk inventariseerbare soorten is deze methode een dure keuze.
- Herkomst van het eDNA is in sommige gevallen niet altijd eenduidig (vanuit hoger in het stroomgebied, uitwerpselen van predatoren of uit gedumpt ballastwater zijn voorbeelden).
- Verandering in bemonsteringmethode of –locatie of andere primers kunnen andere resultaten geven.
- De vrijwilliger wordt in zekere zin ontnomen van de “hobby” om soorten te ontdekken.

De relatie tussen de hoeveelheid eDNA en de dichtheid van een soort is meermaals onderzocht. Er is in gecontroleerde omstandigheden een significante relatie gevonden (hoe hoger de dichtheid van de doelsoort, hoe meer eDNA). Onder natuurlijke omstandigheden speelt echter een groot aantal factoren een rol bij de afbraak en verdunning van eDNA. Daarnaast heeft de monsterstrategie ook grote invloed op de hoeveelheid eDNA in de monsters (kans dat dicht bij de doelsoort bemonsterd wordt). Tot op heden zijn daarom in het veld slechts indicaties gevonden voor een verband tussen de hoeveelheid eDNA en de dichtheid van een soort, maar is een absolute dichtheid nog niet te geven. Hierbij dient vermeld te worden dat dit met traditionele methoden, zeker bij lage dichtheden, vaak ook niet mogelijk is. (Herder et al., 2014^b)

Wet en regelgeving

De methode is geaccepteerd bij de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het is ook opgenomen in de soortenstandaard van sommige soorten. Op dit moment is er nog geen wet en regelgeving omtrent eDNA. Dit zorgt voor een oncontroleerbare situatie geeft Jelger Herder aan. Het is nu voor consumenten onduidelijk welke aanbieder goede kwaliteit aflevert. Dit is zeker niet altijd gelijk. “Het zou goed zijn als er voorschriften komen waar de aanbieders zich aan moeten houden.”, zegt Jelger.

Wat weten en vinden beheerders van deze techniek?

De beheerders zien voor specifieke vraagstukken zeker een mogelijkheid voor eDNA. Daarbij moet worden aangetekend dat de meeste geïnterviewde beheerders aangaven zelf, voor het eigen gebied, nog geen vraagstukken konden bedenken. Martijn van Schie gaf aan dat met deze techniek altijd een bepaalde vraag te beantwoorden is, maar de urgentie van die vraag nog niet wordt gezien. De mogelijkheden om vraagstukken te maken met terrestrische soorten zijn niet duidelijk en bij beheerders ligt de focus toch op het terrestrische gebied (SNL). Martijn en Vincent van der Spek geven aan dat zij al enorme hoeveelheid data hebben van de soorten die kunnen worden geïnventariseerd met eDNA en daarom voor regulier monitoringwerk de urgentie niet zien om deze techniek te gebruiken. Hubert Kivit zegt nog niet te weten of de techniek al operationeel is en beschikbaar is voor beheerders. Alle beheerders met wie is gesproken geven aan dat het een interessante techniek is, maar eerder voor waterschappen of specifieke projecten zoals verspreidingsonderzoek van de knoflookpad (Spikmans et al., 2013). Omdat beheerders niet aan soortbescherming doen, zullen dit soort projecten niet snel door beheerders zelf gedaan worden. Door Ton Eggenhuizen, Senior Adviseur Ecologie binnen de gemeente Almere, wordt aangegeven dat, in zijn ogen, problemen ontstaan, in het geval van Almere, met vals positieven, omdat al het water aan elkaar gekoppeld is en stroomt.

Alle beheerders zouden graag uit eigen interesse de techniek gebruiken, maar zien de urgentie niet om er budget voor ter beschikking te stellen. Vincent geeft nog als voorbeeld aan dat met vrijwilligers de poelen in de Amsterdamse waterleidingduinen goed worden geïnventariseerd op flora en fauna. Deze moeten door het dichtgroeien eens in de zoveel tijd weer worden opengetrokken. Mocht door eDNA één of twee nieuwe soorten worden gevonden dan wordt het beheer hier niet op aangepast.

3.3.1 Toepassingen

De geïnterviewde beheerders geven aan niet veel mogelijkheden te zien voor eDNA aanvullend op het huidige monitoring en inventarisatiewerk. Volgens Kees van Bochove, Jelger Herder en Tim Termaat zijn er zeker mogelijkheden voor beheerders. Vooral de hogere detectiekansen van bepaalde beschermde soorten geven een betrouwbaarder en completer beeld van de aanwezigheid van soorten en vaak tegen een lagere prijs dan professioneel veldwerk met traditionele methodes. Om het punt van Ton Eggenhuizen te behandelen, is door sterke verdunning van het DNA in stromend water de kans dat een soort 50 meter van de echte locatie wordt gedetecteerd zeer klein (Pilliod, Goldberg, Arkle, & Waits, 2014). Net als bij traditionele methoden kunnen met eDNA valse negatieven ontstaan, maar door de vaak veel hogere detectiekans van eDNA is dat risico in veel gevallen lager. De grote modderkruiper is hierin een voorbeeld; met traditionele methoden wordt de detectiekans op ongeveer 50% geschat, dat wil zeggen dat in de helft van de gevallen de vis niet wordt gevangen terwijl deze er wel zit. De detectiekans met eDNA wordt juist met gemiddeld 87,5% veel hoger geschat (Herder et al., 2014^b) (figuur 3.11).

Dit is helaas nog niet altijd het geval. Tijdens een pilot naar de bruikbaarheid van eDNA voor onderzoek naar de kwabaal (*Lota lota*) bleek dit dier in het veld lastig met eDNA te inventariseren (figuur 3.11). De detectiekans was in dit onderzoek 50%, want de vis werd in twee van de vier onderzochte gebieden, waarvan het voorkomen van de kwabaal bekend is, aangetroffen. Hoewel de detectiekans hoger is dan traditionele methoden vereist in dit soort gevallen meer onderzoek om als goed bruikbare inventarisatie techniek te gebruiken. (Spikmans & Herder, 2015)



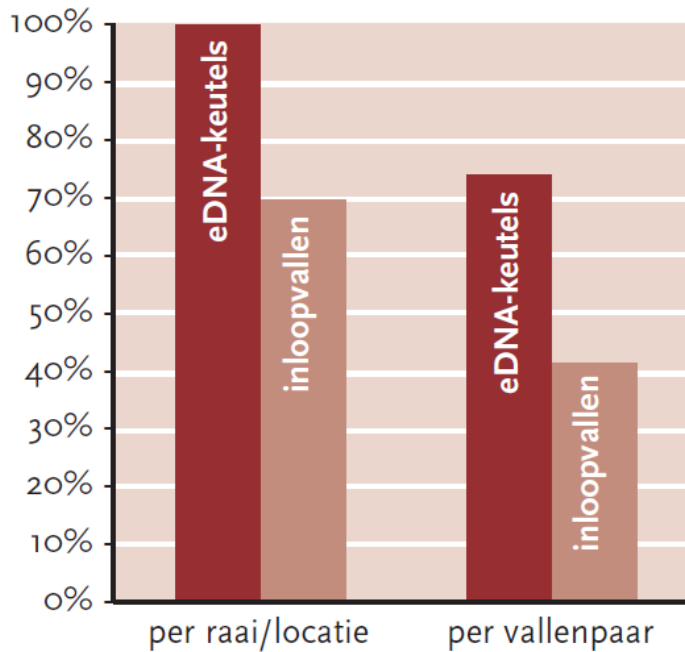
Figuur 3.11: Links een grote modderkruiper die zeer goed met eDNA aan te tonen is. Foto: Ben Crombaghs. Rechts een kwabaal die nog niet goed met eDNA aan te tonen is. Foto: Jelger Herder.

Soortspecifieke benadering

De soortspecifieke benadering houdt in dat de techniek één soort aantoonst. De soortspecifieke benadering kan worden uitgebreid tot maximaal drie soorten per monster (“met veel moeite 5”, zegt Kees van Bochove). Een voorbeeld van een bruikbare “minisoortenlijst” kan zijn, de grote modderkruiper, kleine modderkruiper en de bittervoorn (*Rhodeus amarus*), omdat dit drie soorten zijn die beschermd zijn en in soortgelijke habitats te vinden zijn. Deze methode is voor drie of minder soorten een goedkopere methode ten opzichte van de universele benadering. (Van Bochove, persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015) Soortspecifieke primers worden voorlopig vooral voor beschermde soorten en invasieve exoten ontwikkeld. Primers worden alleen ontwikkeld voor soorten waarmee de kosten kunnen worden terugverdiend. De reden hiervoor is dat de ontwikkeling van primers duur is en er een relevante vraag moet zijn bij de toekomstige gebruikers. Deze gebruikers moeten de meerwaarde van eDNA zien boven andere kostbare technieken. (Termaat, T., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015) De bedrijven die eDNA aanbieden hebben niet altijd alle soorten primers in het assortiment. Daarbij worden continu nieuwe primers ontwikkeld. De aanbieder kan per opdracht aangeven wat er op dat moment mogelijk is met deze techniek. Het is altijd mogelijk in opdracht een primer te laten ontwikkelen maar dit is erg duur (bedragen tot €10.000 worden genoemd).

Beschermde soorten

Een beheerder heeft met een eDNA inventarisatie voor een wetgever (Flora- en faunawet) voldoende inspanning gedaan om aan te tonen of een soort wel of niet in het gebied zit (Van Bochove, persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015). Voor natuurbeheerders kan eDNA dus een meerwaarde zijn voor de inventarisatie van een beschermde soort. Zeker wanneer deze soort lastig met traditionele methodes te inventariseren zijn (grote modderkruiper). Naast vol aquatische soorten (waarmee beheerders vaak niet in aanraking komen, zelfs amfibieën zitten ook niet in de SNL monitoring) kunnen lastig te inventariseren terrestrische soorten, als veel kleine zoogdieren, door uitwerpselen te analyseren op DNA, geïdentificeerd worden. Over een klein gebied kunnen een aantal keutels worden verzameld en als één van die keutels van een doelsoort is, dan wordt deze met qPCR vermeerderd en dus aangetoond. De Noordse woelmuis is de enige soort die met succes is aangetoond met een watermonsters (Herder et al., 2013^a). Maar ook hier kunnen keutels beter worden gebruikt voor de analyse (figuur 3.12) (Herder et al., 2015).



Figuur 3.12: Het verschil tussen inventarisatie met eDNA-keutels en met inloopvallen (Herder et al., 2015).

Door het slijm van de huid zijn amfibieën en vissen heel goed aan te tonen met de soortspecifieke eDNA methode. Voor specifieke onderzoeken en voor Flora en Faunawet inventarisaties kan eDNA goed gebruikt worden. Verbluffende resultaten met kamsalamanders (*Triturus cristatus*) (99,3%), knoflookpadden (100%), grote modderkruipers (100%) en karpers (*Cyprinus carpio*) (90%) geven de mogelijkheden weer (Herder et al., 2014^a; 2014^b). Wel moet per situatie het aantal monsters en de locatie van de monsterafname worden bepaald. Hierin kan de aanbieder advies geven, maar het is aan de opdrachtgever te bepalen hoe betrouwbaar de resultaten moeten zijn (Van Bochove, K., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015). Hoe meer monsters, hoe betrouwbaarder de resultaten (hogere detectiekans), maar ook hoe duurder de opdracht.

Zowel de beheerders als Tim Termaat en Kees van Bochove zien de eDNA methode voorlopig vooral als back-upsysteem gebruikt worden. De veldwerker weet zeker dat een soort er zit maar het lukt niet om het dier te vangen. Een monster als back-up kan opheldering geven. Kees gaf een voorbeeld hoe dit door Staatsbosbeheer is opgepakt; In de Hoekse waard wordt incidenteel een grote modderkruiper gevangen door vrijwilligers. De soort zit dus wel in het gebied maar door de geringe vangsten is niet echt een beeld te vormen waar en hoe groot de populatie is. De vrijwilligers kwamen bij Staatsbosbeheer met de vraag, of een eDNA ronde een mogelijkheid was voor het gebied om meer duidelijkheid te krijgen over de verspreiding. Voor het beheer is deze verspreidingskennis ook waardevol en daarom wilde de natuurbeheerder van de Hoekse waard hier wel budget voor vrijmaken. Na de eDNA analyse kwamen een aantal sloten met een positieve uitslag. Op de plekken met veel DNA, is daarna ook gevestigd en op deze plekken werd de grote modderkruiper ook steeds gevangen. Met deze nieuwe informatie kunnen de vrijwilligers de soort beter in kaart brengen, waar vervolgens de inrichting en het beheer op kan worden aangepast. De kennis van de verspreiding helpt nu om ook de populatiegrootte te bepalen. Een ander voorbeeld is dat bij een gevangen soort onzekerheid is in de determinatie. Met een speeksel of anus afstrijkje kan eDNA uitsluitsel geven.

Invasieve exoten

Invasieve exoten zijn een grote bedreiging voor de biodiversiteit. Hierdoor wordt veel geld uitgegeven om de soorten te bestrijden. Een vroege detectie is zeer belangrijk. Hoe later de detectie, hoe hoger de kosten om de soort te bestrijden (Herder et al., 2014^b). De methode is ook voor het eerst succesvol uitgevoerd in 2008 op de Amerikaanse Brulkikker (*Rana catesbeiana*), een exoot die op de IUCN lijst van 100 ergste invasieve soorten ter wereld staat (Herder et al., 2013^a) (figuur 3.13). In studies naar onder andere de zilverkarpers (*Hypophthalmichthys molitrix*), grootkopkarpers (*Hypophthalmichthys nobilis*), Italiaanse kamsalamander (*Triturus carnifex*) blijkt eDNA een geschikte methode. Dit geeft de mogelijkheden aan van eDNA bij exotenbestrijding. Bovendien is de eDNA een goed hulpmiddel om achteraf de resultaten van de bestrijding te monitoren en te evalueren (Herder et al., 2014^b).



Figuur3.13: De Amerikaanse brulkikker was de eerste exoot waar de eDNA methode succesvol werd uitgevoerd. Foto: Jelger Herder

Universele benadering

Voor bepaalde vraagstukken en monitoringverplichtingen waar meer dan drie soorten tegelijk moeten worden gedetermineerd kan eDNA een uitkomst zijn. Dit is mogelijk met de nieuwste NGS'ers. Wanneer meer dan drie soorten tegelijk moeten worden geïnventariseerd blijkt de universele benadering financieel voordeliger dan de soortspecifieke benadering (Bochove, K., persoonlijke communicatie, 22 juli, 2015). Een voorbeeld van een toepaste vraag werd naar voren geschoven door Hubert Kivit; "Heeft begrazing negatieve gevolgen voor libellenfauna in poelen?" PWN heeft niet genoeg vrijwilligers tot haar beschikking om de poelen te bemonsteren. Daarbij moet voor dit vraagstuk de voortplanting worden vastgesteld (huidjes, larven of ei-afzet). Dit is erg arbeidsintensief en hier zou een soortenlijst van libellen een uitkomst zijn.

Tim Termaat kwam met een soortgelijk idee, omdat uit nog ongepubliceerd onderzoek blijkt, dat het niet uit maakt wanneer in het jaar libellen worden gemonsterd. Hierdoor kan, wanneer het de opdrachtgever uit komt, een soortenlijst van alle kwalificeerde natura2000 soorten worden gemaakt. Wanneer met huidige methoden een goede inventarisatie moet worden gedaan, moet de veldwerker drie of vier inventarisatierondes doen in verschillende momenten in het jaar. Dit kan met eDNA dan met één monster worden gedaan, wat een enorme winst in tijd en geld kan betekenen. Hiervoor moet volgens Tim de detectiekansen nog wel verder omhoog, meer dan 90% zou dan vereist zijn om

het structureel in te zetten. Voor groene glazenmaker en gevlekte witsnuitlibel komen deze detectiekansen nog niet veel hoger dan 75% (wat vergelijkbaar of zelfs hoger is met een traditionele methode), maar er wordt momenteel veel onderzoek gedaan naar de verbetering van de bemonsteringmethode bij libellen (Herder et al., 2013^b).

De universele methode lijkt ook goed bruikbaar voor toepassingen in het waterbeheer. Deze moeten voor de KRW-rapportageverplichting de visstand periodiek bemonsteren (Herder et al., 2014^a). Vissen zijn zoals eerder aangegeven met zeer hoge detectiekansen met eDNA aan te tonen. Het is helaas nog niet mogelijk om, buiten de soortensamenstelling, ook andere KRW-eisen zoals aantallen en biomassa per soort aan te tonen. Daarnaast is de huidige KRW-maatlat ontwikkeld en afgestemd voor traditionele visstandbemonstering (vangtuigen, elektrovisapparaat, zegen en kuil). Bij een keuze van eDNA als inventarisatiemethode zal ook de vismaatlat moeten worden aangepast (Herder et al., 2014^a). Echter de potentie van de techniek is zeker aanwezig.

Vrijwel alle onderzoeken op flora is uitgevoerd met de universele benadering (Herder, et al., 2014^b). Vooral bij planten blijkt het lastig om met eDNA tot een lage taxonomische waarde te komen. Floron is sinds 2013 ook bezig met onderzoek naar de mogelijkheden voor Nederlandse flora (Dijkhuis & Herder, 2014). De mogelijkheden liggen er, maar er is nog veel onderzoek nodig om de techniek hier toe te passen. (Herder et al., 2014^b) Vincent van der Spek zag zelf ook mogelijkheden voor deze techniek voor vegetatiekarteringen van watergangen in het duin (de watergangen zijn een habitattypen).

Kwantificeren en populatiesdichtheden

Zoals eerder aangegeven is het met eDNA door het veelal gedegradeerde DNA niet mogelijk om iets te kunnen zeggen over de populatie. Het blijft in grote lijnen een streeplijst, “aanwezig of niet aanwezig”. Met de universele benadering is het wel mogelijk de hoeveelheid DNA per soort in het monster te bepalen. Door het percentage eDNA per soort te vergelijken met de traditionele KRW-visstandbemonstering blijkt in grote lijnen dat soorten die het meeste worden gevangen ook het grootste aandeel eDNA hebben. Maar ook zijn er soorten die bij eDNA een hoog aandeel hadden en niet bij de traditionele methode. Er zijn enorm veel variabelen die de hoeveelheid DNA in het water beïnvloeden. Deze resultaten geven wel aan dat met eDNA in potentie populaties tot bepaalde hoogte kunnen worden gekwantificeerd, maar hier is nog veel onderzoek voor nodig. (Herder et al., 2014^a)



Figuur 3.14: Keutelhopen van woelmuizen. Deze zijn gemakkelijk te vinden en door de grote hoeveelheid DNA goed te gebruiken voor de eDNA-methode. (Herder et al., 2015)

Bij eDNA onderzoek aan uitwerpselen is het door de relatief hoge hoeveelheid DNA vaak nog wel mogelijk om meer te kunnen zeggen over het individu (figuur 3.14) (Herder et al., 2014^b). Hierdoor wordt het mogelijk de populatiedichtheid, populatiegrootte, populatiestructuur en genetische diversiteit te bepalen. Een voorbeeld van de mogelijkheden is of er genetische uitwisseling tussen populaties plaatsvindt zonder dieren te verstoren. Hiermee kan een beheerder zien of er bepaalde barrières zijn, legt Kees van Bochove uit. Het beheer kan hier vervolgens op worden aangepast. Voor beschermde soorten als de waterspitsmuis of de noordse woelmuis, maar ook andere zoogdieren als vleermuizen kan dit veel veldwerk en ontheffing aanvragen schelen.

3.3.2 Alternatieven

Het verschilt per situatie of de eDNA methode beter of voordeliger is dan traditionele methoden. Voor soorten die makkelijk met traditionele methoden te inventariseren zijn, zal eDNA voorlopig nog geen toegevoegde waarde zijn. Voor soorten waar de detectiekans met traditionele methoden laag ligt kan eDNA een mogelijke toevoeging zijn. Hiervoor zal eerder een primer voor ontwikkeld worden. Maar ook hier geldt dat bij veel stroming en dus met veel verdunning van het DNA een traditionele methode net zo goed werkt.

KRW-maatlatten zijn voorlopig nog niet geschikt voor eDNA en de vraagstellingen voor waterschappen zijn meestal gericht op populatiedichtheden en leeftijdsclassificatie. Dit is met eDNA nog niet te meten.

Een groot nadeel van de traditionele technieken is dat de dieren worden verstoord. Daarnaast worden in sommige gevallen kwetsbare gebieden intensief betreden (vallen meermaals checken, libellenrondes regelmatig lopen, met netten of elektrische systemen vissen, et cetera). eDNA is een dier- en omgevingsvriendelijkere methode geven de gebruikers aan.

Veel van de inventarisaties en monitoring vinden plaats met vrijwilligers die het gratis doen voor de beheerder. De resultaten zijn vaak ruimschoots voldoende voor de vraagstukken en SNL-verplichtingen van de beheerder geven de Martijn van Schie en Vincent van der Spek aan. eDNA kan hier naar hun weten weinig aan toevoegen.

3.3.3 Kosten-batenanalyse

Om verschillende technieken met elkaar te kunnen vergelijken is in tabel 3.4 een kosten-batenanalyse opgesteld. Bij de analyse is uitgegaan dat de beheerder hoogstens de bemonstering heeft gedaan. De rest van de techniek is gedaan door een extern persoon/bedrijf. De verschillende variabelen zijn bepaald door te kijken naar de vragen en wensen van natuurbeheerders. Voor eDNA zijn de soortspecifieke benadering en de universele benadering los van elkaar geanalyseerd. Deze analyse is lastig in beeld te brengen, omdat de traditionele methodes per soort enorm uiteen lopen. Er is gekozen om de definitie van traditionele methode te zien als een methode waar de kans op het verstoren van flora en fauna hoog is en waar relatief veel veldwerkuren in zitten. De volgende variabelen zijn gekozen voor de analyse;

- Het **aantal soorten** gaat over de hoeveelheid soorten waarbij het nog praktisch is de techniek te gebruiken.
- Onder **gebruiksgemak** wordt vooral het werk voor de natuurbeheerder verstaan.

- Onder **inzetbaarheid** wordt vooral gekeken hoe snel en makkelijk voor de techniek kan worden gekozen. Maakt het uit wanneer in het jaar het veldwerk wordt gedaan? En kan bij wijze van spreken morgen al worden begonnen?
- Onder **huidige toepasbaarheid** wordt verstaan of een techniek al vol operationeel is en op dit moment kan worden ingezet.
- **Wet en regelgeving** staat voor de hoeveelheid wetten en regels waar de beheerder rekening mee dient houden.
- **Betrokkenheid vrijwilligers** is meegenomen in de analyse, omdat dit een waardevol aspect is voor natuurbeheerders. Als vrijwilligers in enige mate kunnen worden betrokken, wordt dit gezien als pluspunt.
- Tot slot is een indicatie van de **kosten** meegenomen in de analyse. Hierbij moet gezegd worden dat dit per project verschillend is. Er is voor gekozen globale indruk te geven. Er zal altijd een offerte moeten worden aangevraagd.

Tabel 3.4: De kosten-batenanalyse van eDNA in vergelijking met tot de traditionele methode.

	eDNA		Traditionele methode	
	Soortspecifiek	Universeel	Vrijwilliger	Extern bureau
Aantal soorten	<= 3	>3	tientallen	honderdtallen
Gebruiksgemak	++	++	++	+
Inzetbaarheid	++	++	+	+
Huidige toepasbaarheid	+	-	+++	+++
Wet en regelgeving	+++	+++	-	-
Betrokkenheid vrijwilligers	+	+	+++	---
Kosten	€	€€	€	€€€

Onderbouwing van kosten-batenanalyse

Aantal soorten: Waar bij eDNA harde aantallen te noemen zijn, verschilt dit bij traditionele methodes. Omdat het aantal beschikbare expert vrijwilligers vaak gelimiteerd is en bij externe bureaus niet worden hier hogere aantallen gegeven.

Gebruiksgemak: Het veldwerk voor eDNA is gemakkelijk te doen. Er is enige ecologische kennis nodig. De analyse heeft weinig instructie nodig voor het lab. Vrijwilligers moeten worden aangestuurd en een extern bureau moet een specifieke opdracht krijgen.

Inzetbaarheid: Het blijkt dat het voor eDNA niet veel uit maakt wanneer in het jaar wordt geïventariseerd. Dit is bij traditionele methodes vaak wel zo. Daarbij is voor eDNA vaak één ronde genoeg voor de gehele inventarisatie waar bij sommige traditionele methodes meerdere rondes moeten worden gelopen. Een groot nadeel van eDNA is dat het maar voor bepaalde soortgroepen werkt, voornamelijk aquatische groepen.

Huidige toepasbaarheid: De soortspecifieke eDNA is in een groot aantal gevallen al toepasbaar. Maar zeker niet in alle gevallen. Er is nog veel onderzoek nodig. De universele eDNA is nog niet in

veel gevallen toepasbaar. Voornamelijk vissen en amfibieën maar deze vallen buiten de verplichte monitoring. De traditionele methodes zijn natuurlijk meteen toepasbaar.

Wet en regelgeving: Er is geen limiterende wet en regelgeving voor eDNA. Voor het verstoren en vangen van dieren zoals bij traditionele methodes wordt gedaan is vaak wel een ontheffing nodig.

Betrokkenheid vrijwilligers: Omdat de sensatie van het vangen of waarnemen van soorten totaal wegvalt, maar wel gebruik gemaakt kan worden van vrijwilligers voor het veldwerk krijgt eDNA toch een +.

Kosten: De kosten van de soortspecifieke analyse valt rond de 100 euro per monster te overzien. Voor de universele analyse met een NGS zijn nog geen prijzen bekend, maar de verwachting is dat dit duurder wordt door het moeten huren van de NGS. Vrijwilligers zijn goedkoop en hebben alleen sturing nodig terwijl een extern bureau duur is door vele manuren die moeten worden gestoken in het werk. Hierbij is dat wel van meer gebruikswaarde (inzicht in aantallen en populatiestructuur).

Voor al deze parameters geldt dat het zeer afhankelijk is van het project en de locatie. Daarnaast ontwikkelen de technieken zeer snel waardoor altijd per project, samen met een professional, moet worden onderzocht welke techniek het best bruikbaar is. De kosten-batenanalyse moet worden gezien als grove beeldvorming van de verschillende technieken.

3.3.4 Toekomst

Beheerders zullen pas budget vrijmaken voor eDNA als de detectiekansen constant en hoog zijn. Dit is ook waar de komende jaren vooral de focus op zal liggen. Het verhogen van de detectiekansen en het standaardiseren van de bemonstering. Zolang eDNA nog niets kan zeggen over de populatie, zal het niet worden gebruikt voor monitoring. Hierin zal veel werk liggen voor de onderzoekers, die al veel bezig zijn naar manieren om met eDNA toch te kunnen kwantificeren. Dit zal door de hoeveelheid variabelen in de nabije toekomst nog niet mogelijk zijn.

De universele benadering heeft veel toekomst omdat deze hele soortenlijsten kan uitdraaien. Zo kan in potentie met één monster de gehele biodiversiteit worden bepaald. Voor losse soortgroepen is dit nu al mogelijk (voornamelijk amfibieën en vissen). Echter, er zitten nog veel haken en ogen aan om dit met meerdere soortgroepen te gelijk te doen. Maar er wordt veel onderzoek gedaan naar de mogelijkheden.

Voor de beheerders zijn de kosten van eDNA nog steeds te hoog om voor eigen gebruik in te zetten. Goedkopere methoden zoals met vrijwilligers werkt voldoende. Meer en betere data is mooi maar niet tegen de prijs die nu moet worden betaald. De verwachting is dat de prijs in de toekomst zal dalen. Er zal meer controle moeten komen op de bedrijven die de techniek aanbieden om de klant de zekerheid te geven van goede resultaten. Zo worden detectiekansen constant en (waarschijnlijk) relatief hoog en dan kan het eventueel worden ingezet voor verspreidingsonderzoek van bijvoorbeeld de NEM monitoring voor lastig inventariseerbare soorten.

Technieken die in de toekomst een aandeel kunnen hebben in de huidige eDNA methodiek zijn Laser Transmission Spectroscopy (LTS) en Microarray. De technieken werken verschillend maar het zal mogelijk worden om goedkoper om grote hoeveelheid soorten tegelijk te inventariseren. Bij LTS wordt mogelijk de PCR amplificatie overbodig en bij Microarray kan zonder grote hoeveelheid computerkracht (zoals bij NGS) vele soorten tegelijk worden geïdentificeerd.

17 augustus
2015

3.4 Automatische bio-akoestiekherkenning

Deze techniek is gebaseerd op het feit dat dieren soortspecifieke geluiden maken. Vogels zijn hier een goed voorbeeld van. Met het menselijk gehoor zijn de roepen van vogels goed te herkennen. Voor andere dieren waar de individuele soorten minder makkelijk te herkennen zijn, zoals vleermuizen, insecten, vissen, walvisachtigen, is speciale apparatuur nodig om geluiden hoorbaar of visueel te maken voor herkenning. Dit soort apparatuur wordt door veel verschillende partijen over de hele wereld ontwikkeld. Voorbeelden van dit soort bedrijven zijn; Wildlife Acoustics, The CornellLab of Ornithology en Elekon.

Alle technieken van deze bedrijven hebben als doel de detectiekans te verhogen. Eén van de manieren om dit te bereiken is door het menselijke aspect in de techniek weg te nemen. Met andere woorden, de oren en ogen van mensen worden vervangen door sensoren en geavanceerde computerprogramma's (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015). Deze technieken worden vooral voor onderzoeksdoeleinden gebruikt. Het Bioacoustics journal (www.bioacoustics.info) staat regelmatig vol met onderzoeken naar het gedrag van dieren. Veel minder wordt deze techniek gebruikt voor monitoring.

Voor Nederlandse natuurbeheerders zijn niet alle systemen en soortgroepen relevant. Voor walvissen zijn zeer goede systemen ontwikkeld, maar worden niet door beheerders gemonitord of geïnventariseerd (Pavan et al., 2008). Er wordt veel onderzoek gedaan naar geluiden van vissen, maar het is niet bekend of dit ergens in de wereld wordt toegepast voor inventarisatie en monitoring. Voor beschermde en Rode lijst soorten als, vogels en bepaalde insecten liggen wellicht kansen (Riede, 1998; Mporas et al., 2009). Alleen voor vleermuizen zijn programma's op de markt, die op een wetenschappelijke niveau specifiek vleermuisgeluiden kunnen identificeren. Voor andere soorten moeten deze programma's voor bedrijfsmatig gebruik nog worden ontwikkeld.



Figuur 3.15: De Batlogger-M van Elekon. Een automatische batdetector die door de zoogdiervereniging veel gebruikt wordt. (Jansen et al., 2013^a)

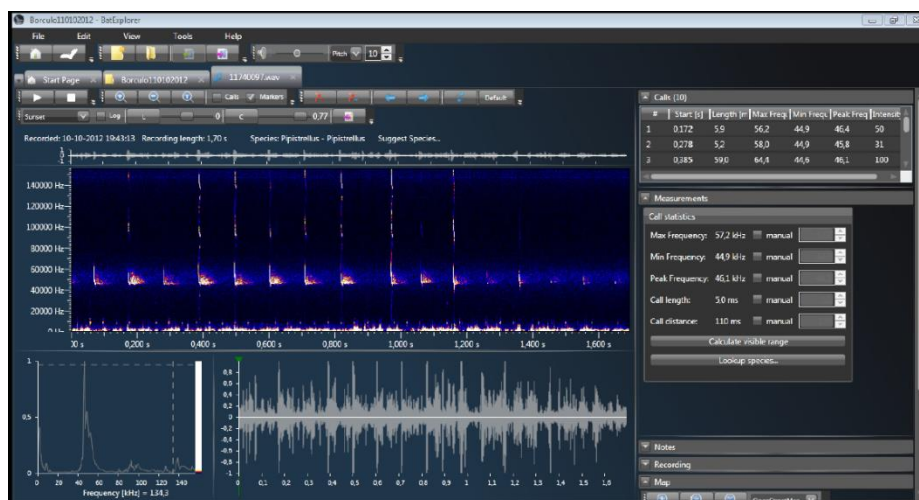
Hoe waardevol de data is die door mensen is verzameld, is het voor een mens niet mogelijk alle soorten te registreren. Een sensor pakt alle geluiden op en mist niks. Geluiden die heel kort, zacht of door andere geluiden heen lopen, worden regelmatig door de mens gemist, hoe goed de veldwerker ook is (Schillemans, persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015). Door de geluiden op te nemen is er al

een grote stap gemaakt. Hiermee kan de veldwerker de geluiden terug luisteren en een tweede of derde oordeel aan geven. De laatste stap die is gemaakt binnen deze techniek is het automatisch herkennen van bio-akoestiek. “Er zijn systemen waar mensen niet meer nodig zijn en meteen een soortenlijst uitdraaien”, verteld Marcel Schillemans, projectleider bij de Zoogdiervereniging.

Voor vleermuizen is deze techniek al vergevorderd en is op grote schaal toepasbaar. Namen die aan deze methode worden gegeven zijn onder andere; digital mistnetting, Batlogging en Bioacoustic monitoring (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015). Er is in 2013 een NEM-meetnet opgezet, het NEM Vleermuis Transecttellingen (NEM-VTT), dit volledig gebruik maakt van deze techniek. Hierbij wordt een automatische batdetector aan de buitenkant van de auto gehangen en een vast traject gereden. Dit meetnet is gericht op vier soorten vleermuizen die met andere meetnetten nog niet konden worden gevolgd. Het gaat hierbij om de laatvlieger (*Eptesicus serotinus*), gewone en ruige dwergvleermuis (respectievelijk *Pipistrellus pipistrellus* en *Pipistrellus nathusii*) en rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*). (Jansen, Schillemans, Huizenga, & Van der Meij, 2014)

Het systeem

Veel bedrijven ontwikkelen op dit gebied nieuwe systemen. Een systeem bestaat uit een automatische batdetector en een analyseprogramma. Op dit moment heeft binnen de Zoogdiervereniging voor monitoringdoeleinden de Batlogger-M, van het Zwitserse bedrijf Elekon, en het bijbehorende analyseprogramma Batexplorer de voorkeur boven andere systemen (figuren 3.15 en 3.16) (Jansen, Redder, & Limpens, 2013^a). De reden hiervoor is de goede prijs-kwaliteitverhouding van de detector en het gebruiksgemak, de prijs (gratis) en het validatiesysteem van het analyseprogramma. Batexplorer is helaas nog geen ‘plug and play’, dus er is een zekere kennis bij nodig. Om deze kennis eigen te maken wordt geadviseerd een cursus te volgen. Dit kan bij de Zoogdiervereniging voor €450 per persoon. De validatie wordt bij dit programma nog steeds door de gebruiker gedaan. De opname wordt in beeld gebracht en door de opname te toetsen aan acht verschillende variabelen wordt een soortsuggestie gedaan. Hierbij wordt aangegeven hoeveel van de acht variabelen matched met het opgenomen geluid. Hoe meer matches, hoe groter de kans dat het geluid van die soort kwam. De gebruiker moet steeds de suggestie goed of afkeuren. (Jansen, Redder, & Limpens, 2013^b)



Figuur 3.16: De layout van Batexplorer. Geschikt voor de automatische herkenning van vleermuizen (Jansen et al., 2013^b)

Voordelen

De voordelen van een systeem waarbij vleermuizen automatisch worden opgenomen en hierbij gelijk een soortsuggestie wordt gedaan, staat in de volgende punten beschreven (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015);

- Er is een veel hogere detectiekans.
- De capaciteit van de batterij en dataopslag zijn de limiterende factoren.
- Door de ingebouwde GPS, temperatuurmeter en klok is de data veel completer dan op traditionele methoden.
- Opnames kunnen jaren later nog worden gevalideerd of voor andere onderzoeken worden gebruikt.
- Het systeem is volledig geaccepteerd in zowel binnen- als buitenland en in het wetenschappelijke en toegepaste onderzoek. (Herman Limpens, één van de vleermuisdeskundigen van Europa staat achter dit systeem).
- Er liggen mogelijkheden voor Citizen science. Het gebruiken van burgers als bron van kennis en informatie voor onderzoeksprojecten (Jansen & Hollander, 2014).

Nadelen

De nadelen van een systeem waarbij vleermuizen automatisch worden opgenomen en hierbij gelijk een soortsuggestie wordt gedaan staat in de volgende punten beschreven (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015);

- Het is een investering. (€2.000 voor de Batlogger-M)
- Er moet een cursus worden gevolgd om het systeem goed te kunnen toepassen. (€450 per persoon)
- Kwantificeren van het aantal dieren is erg lastig.
- De vrijwilliger wordt in zekere zin ontnomen van de hobby om soorten te ontdekken.
- Het NDFF is nog niet afgestemd op deze vorm van data. Waarnemingen kunnen worden ingestuurd, maar dit gebeurt nog niet structureel.

Wet en regelgeving

Er is geen wet en regelgeving bekend, die voor deze technieken geldt. En er is ook geen reden te bedenken, waarom de techniek voor nieuwe wet en regelgeving zal moeten zorgen.

Wat weten en vinden beheerders van automatische bio-akoestiek herkenning?

Alle beheerders die zijn gesproken geven aan te weten dat de data uit automatische batloggers inderdaad veel betrouwbaarder is dan met standaard batloggers. In een aantal gevallen (*Myotis* soorten bijvoorbeeld) kan met een standaard batdetector soorten niet worden onderscheiden (Jansen, Huitema, Twisk, & Thissen, 2009). De geluiden lijken teveel op elkaar. Het is voor de beheerders onduidelijk of dit wel mogelijk is met de automatische herkenningssoftware. Maar het is bekend dat de data betrouwbaarder is dan traditionele methodes. Hierbij is alleen, zoals ook bij de andere technieken, de vraag of deze mate van betrouwbaarheid in data nodig is voor de vraagstellingen die er bij natuurbeheerders liggen. Het vergt een investering en de beheerders denken dat dit niet opweegt tegen die extra betrouwbaarheid. Martijn van Schie geeft hierbij ook aan dat voor SNL vleermuizen niet worden geïnventariseerd en dat voor de Flora en Faunawet een scan van een vrijwilliger genoeg is. Vincent van der Spek zegt wel dit als goede back-up te zien met

betrekking tot deze Flora- en Faunawet, zoals een beter beeld krijgen van de zomervleermuizen in het gebied. Maar omdat dit alleen een soortenlijst oplevert zal het de monitoring niet kunnen vervangen. Hubert Kivit geeft aan dat een vrijwilliger bij PWN een dergelijk systeem heeft gebruikt in het gebied maar dat dit niet veel extra informatie opleverde. Ton Eggenhuizen vindt dat zeker bij vleermuizen, waarvoor je specifieke kennis nodig hebt en je je sociale leven moet opgeven, de techniek heel goed geschikt is. Het scheelt veel tijd in het veld.

Voor sprinkhanen die beschermd zijn vanuit de habitatrichtlijn zien Hubert en Martijn ook mogelijkheden voor het vergelijken van percelen. Deze zijn op dit moment lastig te vergelijken. De praktische kant hiervan moet nog goed worden bekeken en de afweging of een expert, die een keer door het gebied heen loopt, niet veel goedkoper is moet blijken. Eerst zal de techniek moeten worden doorontwikkeld om professioneel te kunnen worden gebruikt.

Voor projecten waar Citizen Science kan worden toegepast wil Ton Eggenhuizen graag naar de mogelijkheden kijken. Maar Ton denkt dat ook voor deze techniek ecologische adviesbureaus de techniek zullen oppakken, waarna de data hieruit in de inventarisatierapporten komt.

3.4.1 Toepassingen

Vleermuizen zijn zeer divers en de soortenrijkdom binnen deze groep is vrij hoog met 21 soorten in Nederland. Omdat deze dieren gespecialiseerd zijn en ook als toppredator leven zijn de dieren zeer geschikt als indicatorsoort voor de algehele biodiversiteit en biomassaproductie van een gebied. Veel soorten en aantallen vleermuizen betekent veel insecten, dus veel secundaire/primaire productie, dus een gezond ecosysteem. Door de specialisatie in voedselkeuze van verschillende vleermuizen kan in bepaalde mate iets worden gezegd over de specifieke voedselbron, maar ook over de natuurlijke ontwikkeling van een habitat (wel of geen holle bomen). Alle vleermuizen zijn beschermd volgens de Europese habitatrichtlijnen, mede omdat bij onvoldoende kennis van een gebied een hele broedkolonie kan worden vernietigd, zonder dat dit wordt opgemerkt. Door de trage voortplantingssnelheid duurt het dan zeer lang voordat de populatie weer een evenwicht heeft bereikt, wat als toppredator van een gebied ongunstig is. (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli 2015) Hierdoor kunnen vleermuizen veel aan de algehele kennis van een gebied toevoegen.

Vleermuizen zitten niet in de SNL monitoring, dus beheerders zullen zelf de waarde van vleermuisdata moeten inzien voordat deze dieren beter worden gemonitord. Marcel Schillemans van de Zoogdiervereniging vertelt dat op dit moment de mogelijkheden van vleermuizen in de SNL wordt onderzocht. Daarbij worden, ondanks de informatie die het de beheerder kan leveren, vleermuizen nauwelijks voor andere doelen gemonitord (Van Zuijlen, M., persoonlijke communicatie, 8 augustus, 2015). Hieronder worden twee manieren van het gebruik van automatische bio-akoestiekherkenning uitgelegd.

Passieve punttellingen

Passieve punttelling houdt in dat een automatische batdetector voor langere periode op een vaste plek blijft staan. Dit verschilt niet met de punttellingen die door mensen wordt gedaan. Alle vleermuizen, die in de buurt van een detector een roep produceert, worden geregistreerd. Dit maakt het mogelijk voor automatische batdetectoren om veel data van die locatie te verzamelen. De detectoren kunnen meerdere nachten achtereen draaien zonder dat iemand erbij hoeft te blijven.

Een bijkomstige bron van informatie is dat gedurende een hele nacht de activiteit van verschillende soorten kan worden onderzocht. Wanneer een grid van punttellingen (dus met een redelijk aantal automatische batdetectoren) wordt gemaakt binnen een gebied dan geeft dit in een paar nachten een totaalbeeld van de vleermuisactiviteit, dus waar en wanneer vleermuizen in dit biotoop zitten (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015). Bovendien kan dit werk door één veldwerker worden gedaan.

Een groot nadeel van de punttellingen is dat een vleermuis rondom de detector kan blijven vliegen waardoor één individu honderden keren per nacht kan worden geregistreerd. Terwijl een paar dagen later op dezelfde plek datzelfde individu één keer is geregistreerd. Hierdoor is deze methode alleen geschikt om een soortenlijst te maken van de soorten die langs zijn gekomen. (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015)

Tijdens een onderzoek in Utrecht bleek deze punttellingmethode enorm succesvol (vergelijkbaar onderzoek en resultaten in Wieden en Wageningen). Met zogenoemde hoppingdetectors werd met Citizen science in het achterhoofd een project opgezet om de vleermuisactiviteit van het stedelijk gebied in de stad Utrecht in kaart te brengen. Met behulp van twee Batlogger-M apparaten die hoppend door de tuinen en balkonnetjes van Utrecht gingen, kon met relatief weinig veldwerk de hele stad worden geïnventariseerd. Voor bewoners die een detector in de tuin kregen was het een behoorlijke belevenis om de volgende dag te kunnen zien welke soorten die nacht waren langs gekomen. De resultaten waren dan ook zeer spectaculair te noemen; Met dit project zijn 10 van de 11, uit de stad Utrecht eerder bekende soorten, opgenomen. Hieronder waren ook vier zeldzame soorten: tweekleurige vleermuis (27x), kleine dwergvleermuis (47x), baardvleermuis (*Myotis mystacinus*) (5x) en meervleermuis (*Myotis dasycneme*) (2x). Van tweekleurige vleermuizen en kleine dwergvleermuizen waren tot de aanvang van het project respectievelijk 3 en 1 waarneming bekend binnen de gemeente Utrecht in de afgelopen 25 jaar. (Jansen & Hollander, 2014)

Transecttellingen

Een transecttelling houdt in dat een veldwerker in één avond een groot gebied met verschillende habitats doorloopt. Het NEM-VTT is een transectmonitoring die sinds 2013 actief is. Bij dit meetnet wordt met een Batlogger-M aan de buitenkant van de auto gehangen (Jansen et al., 2014).

Vervolgens wordt een vaste route met vaste snelheid en op een vaste tijd gereden. Hiermee wordt de data goed vergelijkbaar. Dit is een voorbeeld met een auto, maar het is ook mogelijk met een wandel of fietsroute. Met een auto zijn veel grote gebieden in één avond te inventariseren (tot 30 km² wordt nu gedaan) (figuur 3.17). (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015)



Figuur 3.17: Een foto hoe de automatische batdetectoren aan de auto worden vastgezet voor het inventariseren van een groot gebied. Foto: Eric Jansen

Met deze methode worden soorten die gehecht zijn aan een specifiek habitat ook geregistreerd. Daarnaast is het mogelijk om met deze methode een indicatie te geven van de groei of krimp van een populatie. De kans is relatief klein dat een vleermuis die een minuut geleden is geregistreerd op een later moment weer wordt geregistreerd. Voor het hele veldwerk is tot en met analyse is ongeveer drie tot vier uur nodig. Dit is veel minder dan met traditionele methodes voor eenzelfde oppervlak. (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015)

3.4.2 Alternatieven

Het enige alternatief voor deze techniek is het uit de hand, met de eigen oren en een standaard batdetector. De toepassingen zoals hierboven beschreven zijn allemaal mogelijk met de traditionele techniek, maar de detectiekans is veel lager. De vraag is dan nog of vrijwilligers beschikbaar zijn of dat een ecologisch adviesbureau ervoor wordt ingehuurd. De meeste vrijwilligers hebben een eigen batdetector. Deze zijn in vergelijking met een automatische batdetector veel goedkoper en het gebruik van een standaard batdetector vereist geen extra cursus om de software te kunnen gebruiken.

3.4.3 Kosten-batenanalyse

Om verschillende technieken met elkaar te kunnen vergelijken is in tabel 3.5 een kosten-batenanalyse opgesteld. Om de variabelen te kunnen bepalen is gekeken naar wat natuurbeheerders belangrijk achten bij het inventariseren van vleermuizen. Onder traditionele methode wordt een veldwerker (vrijwilliger) met een standaard batdetector gezien. De volgende variabelen zijn geanalyseerd;

- **Gebruiksgemak** wordt in de analyse gezien als hoe snel en simpel wordt het veldwerk en de analyse van de resultaten gedaan.
- Voor de **inzetbaarheid** is gekeken hoe snel kan worden besloten het systeem te gebruiken en hoe makkelijk het is om dezelfde techniek in een totaal andere situatie te gebruiken.
- **Gebruikskwaliteit** van de **data** is voor beheerders een belangrijke variabele. Wat levert de data op ten opzichte van andere methoden? Hierin zijn meegenomen; de detectiekans en de hoeveelheid data.

- **Wet en regelgeving** staat voor de hoeveelheid wetten en regels waar de beheerder rekening mee dient te houden.
- **Betrokkenheid vrijwilligers** is meegenomen in de analyse omdat dit een waardevol aspect is voor natuurbeheerders. Als vrijwilligers in enige mate kunnen worden betrokken wordt dit gezien als pluspunt.
- Tot slot is een indicatie van de **kosten** meegenomen in de analyse. Hierbij moet gezegd worden dat dit per project verschillend kan zijn. Er is voor gekozen een globale indruk te geven. Er zal altijd een offerte moeten worden aangevraagd.

Tabel 3.5: De kosten-batenanalyse van de automatische batdetector met de traditionele methode.

	Automatische batdetector		Traditionele methode	
	Zelf aanschaffen	Extern bureau	Vrijwilliger	Extern bureau
Gebruiksgemak	++	+++	+	+++
Inzetbaarheid	+++	++	+	+
Gebruikskwaliteit data	+++	+++	+	+
Wet en regelgeving	+++	+++	+++	+++
Betrokkenheid vrijwilliger	++	---	+++	---
Kosten	€€	€€€	€	€€€

Onderbouwing van de kosten-batenanalyse

Gebruiksgemak: Het gemakkelijkst is het uitbesteden van de inventarisatie aan een extern bureau. Het maakt dan niet uit hoe dit bureau werkt. Wanneer zelf een automatische batdetector wordt aangeschaft, kunnen na een training gemakkelijk de vleermuizen in kaart worden gebracht. Het veldwerk kan door een vrijwilliger worden gedaan en de verzamelde data kan in een uurtje met een softwareprogramma worden geanalyseerd. Een vrijwilliger met een standaard batdetector zal zeer gespecialiseerd moeten zijn om in de buurt te komen van een automatische detector.

Inzetbaarheid: Als zelf een automatische batdetector is aangeschaft, kan wanneer de data nodig is meteen worden verzameld. Daarbij is een automatische batdetector niet afhankelijk van de beschikbare tijd van de gebruiker. Vandaar dat werken met traditionele methode een lage score heeft.

Gebruikskwaliteit data: Het is duidelijk dat de kwaliteit van de data vanuit een automatische batdetector veel hoger ligt dan die van de traditionele methode.

Wet en regelgeving: Er is geen wet en regelgeving bekend voor zowel de automatische batdetector en de traditionele methode.

Betrokkenheid vrijwilliger: Bij het zelf aanschaffen kan een vrijwilliger worden ingezet voor het verzamelen van de data. De vrijwilligers zijn veel minder tijd kwijt aan het veldwerk bij gebruik van een automatische detector. Hierbij moet rekening gehouden worden dat er geen directe feedback is over wat voor vleermuis er wordt geregistreerd. Dus het is simpelweg een route lopen of rijden met een automatische detector in de hand. Bij de traditionele methode is de sensatie van het horen en

herkennen van een soort nog wel aanwezig. Bij het inzetten van een extern bureau is geen betrokkenheid van vrijwilligers.

Kosten: Dit is een grove inschatting, omdat niet duidelijk is hoe snel een automatische batdetector (plus de cursus) is terugverdiend. De cursus hoeft maar één keer worden gedaan, maar de batdetector gaat gemiddeld vijf jaar mee. In verhouding lijkt de aanschaf bij regelmatig gebruik stukken goedkoper te zijn dan regelmatig een extern bureau in te huren (Schillemans, M., persoonlijke communicatie, 28 juli, 2015).

Voor al deze parameters geldt dat het zeer afhankelijk is van het project en de locatie. Daarnaast ontwikkelen de technieken zeer snel waardoor altijd per project, samen met een professional, moet worden onderzocht welke techniek het best bruikbaar is. De kosten-batenanalyse moet worden gezien als grove beeldvorming van de verschillende technieken.

3.4.4 Toekomst

Voor de beheerders hoeft aan de techniek niet veel te veranderen. De waarde van kennis over de populaties vleermuizen in een gebied wordt niet zo belangrijk geacht als bij Marcel Schillemans en de rest van de Zoogdiervereniging is. De waarde die vleermuizen hebben, en ook vooral de foerageergebieden (die alleen met batdetectoren kunnen worden gevonden), moet meer onder de aandacht komen.

De verschillende systemen ontwikkelen nog steeds snel en de validatie van de resultaten zal steeds minder nodig zijn. Om te beginnen kunnen makkelijk identificeerbare vleermuizen zonder validatie gelijk worden toegevoegd aan de soortenlijst. Marcel Schillemans schetst zelfs een toekomst met totaal automatische herkenning waar de foutmarge van het programma verwaarloosbaar is. Hoe minder tijd een veldwerker bezig is met de validatie hoe beter. Dit kan, door systemen realtime digitaal de verzamelde opnames naar een computer te laten sturen, nog minder worden. Dan hoeft de veldwerker bij thuiskomst alleen de twijfelgevallen te doorlopen, waarna een uitdraai van de nacht kan worden gemaakt.

Met volautomatische batdetectoren is het een ideaalbeeld om een landelijk grid van deze detectoren op te zetten. Hiermee kan een landelijk beeld worden gegeven van de vleermuisactiviteit. Landelijke migratie, verspreiding en ontwikkelingen kunnen hiermee worden onderzocht.

Naast vleermuizen moet het ook mogelijk worden dat andere diersoorten met hetzelfde gemak als nu met de Batlogger-M worden geïnventariseerd. Veel soortgroepen produceren soortspecifieke geluiden die automatisch kunnen worden herkend (Kerkhof, 2005). Sommige sprinkhanen worden al met simpele batdetectoren geïnventariseerd. Dus ook op de automatische batdetectoren worden regelmatig deze ultrasone geluiden geregistreerd (Jansen et al., 2013^b). De software herkent dit nog niet als een sprinkhaan, maar dit moet in de nabije toekomst wel kunnen worden aangegeven. Het moet in theorie mogelijk zijn om een systeem te ontwikkelen, dat alle soortgroepen tegelijk kan registreren. Het is de vraag of beheerders deze extra data kunnen gebruiken voor reële vraagstukken of monitoringverplichtingen.

4. Conclusie

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag en de deelvragen. Er wordt begonnen met de deelvragen omdat deze als onderbouwing dienen voor de onderzoeksvraag.

Wat is de reden dat deze moderne inventarisatie/monitoring technieken nog niet structureel binnen natuurbeheer worden toegepast?

De onderzochte moderne inventarisatie en monitoring technieken worden nog niet structureel binnen natuurbeheer toegepast, omdat de vragen die de data kan beantwoorden niet urgent genoeg is voor de natuurbeheerders om er budget voor vrij te maken. De technieken zijn niet significant goedkoper (in veel gevallen duurder) en dan wordt liever gekozen voor technieken die zich al bewezen hebben het doel te kunnen vervullen. De bestaande technieken hebben tekortkomingen, maar deze worden voor lief genomen. De natuurbeheerders zien allemaal dat de moderne technieken prachtige resultaten laten zien, maar de connectie met het reguliere monitoringswerk wordt niet gezien. De luchtfoto's vanuit drones zijn scherper en flexibeler inzetbaar, maar dit weegt voor de natuurbeheerders niet op tegen de kosten. Uit eDNA en de automatische bio-akoestiekherkenning wordt de aan- of afwezigheid van aquatische soorten en vleermuizen aangetoond. Het aantonen van deze groepen is voor natuurbeheerders niet interessant, omdat deze groepen niet of nauwelijks in de verplichte monitoring voorkomt. Voor specifieke opdrachten zijn al deze technieken wel interessant, maar dit wordt dan meestal uitbesteed door de beheerders.

Hoe kunnen moderne inventarisatie/monitoringtechnieken de traditionele technieken aanvullen of vervangen?

Zoals bij de eerste vraag al is aangegeven blijken de onderzochte technieken niet geschikt te zijn om bestaand inventarisatie- of monitoringwerk te vervangen. De automatische batdetectoren vervangen een traditionele techniek, maar deze techniek wordt nauwelijks tot niet gebruikt door natuurbeheerders zelf. Waar de moderne technieken vooral geschikt voor zijn, is het aanvullen van de onderzoeksmogelijkheden van een beheerder. Met de nieuwe technieken ontstaan nieuwe mogelijkheden. Zo zijn drones door de flexibele inzetbaarheid perfect geschikt om bij losstaande projecten goed kwantificeerbare ruimtelijke informatie te geven over vegetaties, populaties en structuurelementen. eDNA kan beschermde soorten, die lastig te inventariseren zijn, toch vaak met hoge detectiekans aantonen en kan als hulpstuk (back-up) van de reguliere monitoring dienen. In kwetsbare gebieden kan door de lage verstoring er voor worden gekozen om eDNA in te zetten boven de sterk verstorende traditionele technieken. Daarnaast is deze techniek goed geschikt voor hulp bij exotenbeheer. Tot slot geven automatische batdetectoren waardevolle informatie over de vleermuisactiviteit in een gebied. Deze extra informatie kan een goede indicatie geven over de algehele staat van het gebied. Zoals deze mogelijkheden aangeven zal het reguliere inventarisatie en monitoringwerk voorlopig nog niet worden vervangen. De technieken kunnen als goede aanvulling worden gebruikt.

Welke kennis en investeringen zijn er voor natuurbeherende organisaties nodig om deze moderne inventarisatie/monitoringtechnieken in te kunnen zetten?

Het verschilt per techniek welke kennis en investeringen nodig zijn om als natuurbeheerder uit te kunnen voeren. Voor drones geldt dat zelf vliegen voorlopig geen optie is en dat altijd voor een professioneel bedrijf moet worden gekozen. Het werken met drones is niet goedkoop dus hier moet

per project goed worden gekeken naar de mogelijkheden. Voor eDNA kan de bemonstering in totaliteit door de beheerder of een vrijwilliger worden gedaan. Het is hierbij van belang dat er enige ecologische kennis nodig is voor de locatiekeuze van het monster. Hierbij kan het laboratorium dat de test zal uitvoeren advies in geven, maar de beheerder blijft hierin leidend. Daarnaast ligt de eindconclusie van de data bij de beheerder en is het van belang dat de interpretatie van de data goed wordt gedaan. Dit verschilt per locatie, per soort en per bemonsteringmethode, dus dient de beheerder hiervan op de hoogte te zijn. Het ligt aan de beheerder hoeveel budget er voor wordt vrijgemaakt. Hoe meer monsters moeten worden geanalyseerd hoe betrouwbaarder de data maar hoe duurder de opdracht. Voor de automatische batdetector blijkt de investering zeer duidelijk. Ongeveer €2.000 voor een detector, een gratis analyseprogramma en een cursus die nodig is om correct met de software te kunnen werken van €450 per persoon. De kennis die nodig is ligt vooral bij het kunnen interpreteren van de resultaten van het analyseprogramma.

Hoe gaan deze moderne inventarisatie/monitoringtechnieken zich in de nabije toekomst ontwikkelen?

Alle onderzochte technieken ontwikkelen nog steeds snel en zullen in de toekomst steeds beter geschikt zijn voor het natuurbeheer. Drones zullen steeds veiliger vliegen door onder andere “sense and avoid” technieken. Hierdoor kan de wet- en regelgeving worden versoepeld en kan met minder mensen gevlogen worden met als gevolg dat de prijs van professionals omlaag gaat. Voor eDNA worden steeds meer primers ontwikkeld en de bemonstering verbeterd. Hierdoor gaat de detectiekans voor veel soorten nog verder omhoog en wordt deze constanter. De universele benadering wordt steeds beter toegankelijk en zal voor steeds meer soortgroepen geschikt zijn. Hier liggen vele nieuwe mogelijkheden voor beheerders die soortenlijsten willen van bepaalde soortgroepen. Toekomstige automatische batloggers zullen met steeds lagere foutmarges werken. Waardoor steeds minder validatie nodig is van een gebruiker. Steeds minder kennis en tijd is nodig voor het goed inventariseren van vleermuizen. Daarnaast liggen er veel mogelijkheden voor andere soortgroepen om automatisch te worden herkend aan het geluid, met als sprinkhanen en vogels als goede voorbeelden.

Welke moderne inventarisatie/monitoring technieken ten behoeve van beheer zijn ten behoeve van beheer een waardevolle toevoeging in het arsenaal van Nederlandse natuurbeheerders?

Alle onderzochte inventarisatie en monitoringtechnieken kunnen een waardevolle toevoeging zijn voor natuurbeheerders. Er moet alleen altijd een specifieke vraag zijn voor een techniek. Deze is er niet rechtstreeks in de reguliere monitoring. De moderne technieken kunnen zeker ondersteunen bij het reguliere inventarisatie en monitoringwerk. De mogelijkheden liggen vooral in de losse projecten die natuurbeheerders regelmatig doen. Binnen deze losse onderzoek- of beheerprojecten zijn vaak specifieke vragen, waarbij de moderne technieken een goede rol kunnen spelen. De moderne technieken leveren een hogere betrouwbaarheid en zijn flexibel in de inzetmogelijkheden, wat zeer belangrijk is voor een los project. De technieken kunnen prachtige resultaten leveren als deze maar worden ingezet op de juiste vraag.

5. Aanbevelingen

Dit hoofdstuk is opgebouwd uit twee delen. Het eerste deel gaat over welke van de onderzochte technieken door dit rapport wordt gezien als het meest veelbelovend. De aanbeveling is dat natuurbeheerders serieus moeten gaan kijken naar de mogelijkheden van die techniek. Het tweede deel aanbevelingen zijn bedoeld om een vervolgonderzoek te ondersteunen. De onderdelen die in dit rapport niet in volledigheid konden worden onderzocht maar wel belangrijk worden gevonden zullen worden behandeld. Ook stukken uit de methode van het onderzoek waar lastige punten uit kwamen worden kritisch bekeken en wordt een aanbeveling gedaan hoe hier mee om moet worden gegaan wordt gegeven.

Aanbeveling aan natuurbeheerders

Bij de vergelijking van de drie onderzochte moderne technieken wordt gekeken naar de waarde van de data, de huidige toepasbaarheid en haalbaarheid van natuurbeheerders (tijd en budget). Uit dit onderzoek blijkt de automatische bio-akoestiekherkenning, in het bijzonder de automatische batdetectoren, voor natuurbeheerders het meeste toe te voegen en dus het meest veelbelovend. Voor natuurbeheerders kan de aanwezigheid en activiteit van een soortgroep die als geheel beschermd is enorm veel waardevolle informatie bieden. De vleermuizen kunnen als gespecialiseerde indicatorsoort dienen die iets zeggen over de productiviteit en dus de gezondheid van een gebied. Met deze nieuwe techniek is zeer betrouwbare data goed bereikbaar. Weinig veldwerkuren en voor de analyse is niet veel langer nodig dan een uur. Exacte aantallen kunnen niet worden gemeten maar een goede indicatie van groei of daling van het aantal soorten is wel mogelijk. De automatische batdetectoren zijn meteen toepasbaar en zijn relatief goed betaalbaar. Voor ongeveer €2.000 is een kwalitatief goede batdetector aangeschaft. Deze is gemiddeld af te schrijven in 5 jaar (€400 van een jaarbudget). Daarnaast is een cursus nodig om het gratis softwareprogramma goed te kunnen toepassen. De cursus is eenmalig €450 per persoon en is dus ook maar één keer nodig. Een investering in een gedreven vrijwilliger of een beheerder kan hiervoor voldoende zijn.

Door gedurende de vliegperiode van vleermuizen een aantal keer door het hele gebied te wandelen/rijden/varen is de vleermuisdiversiteit van het gebied in kaart gebracht. Dezelfde detector kan gericht een paar nachten worden neergezet op locaties waar nieuwe beheerprojecten gepland staan om zo een beeld te krijgen welke vleermuizen door het project beïnvloed worden. Tot slot is er de mogelijkheid aanwezig om een batdetector hoppend zoals in Utrecht door het natuurgebied wordt verplaatst (Jansen & Hollander, 2014). Dit kan één vrijwilliger of beheerder zonder teveel moeite doen. Hiermee wordt de totale vleermuis activiteit in een gebied in kaart gebracht. Dit wordt door dit rapport als zeer waardevol gezien, omdat deze data nog niet bekend is maar veel kan toevoegen aan de kennis van het gebied. Beheerkeuzes kunnen hiermee verder worden onderbouwd en bijgestuurd.

Aanbeveling aan vervolgonderzoek

De kans bestaat dat dit onderzoek wordt herhaald of wordt aangevuld met een nieuw onderzoek. Het is daarom belangrijk de valkuilen en kansen te kennen. Deze staan hieronder puntsgewijs aangegeven;

- Dit onderzoek richtte zich op drie moderne technieken, omdat nog niet bekend was wat een enkele techniek zou opleveren. Nu bekend is dat alle technieken een toevoeging kunnen zijn voor het huidige beheer is het advies om per techniek dieper in te gaan op de specifieke mogelijkheden.

- Het blijkt dat de technieken zeer snel ontwikkelen en dat de mogelijkheden steeds breder en breder bekend worden. Het is dus goed mogelijk dat over vijf jaar de resultaten van dit onderzoek totaal anders zijn.
- Uit de interviews bleek dat voor monitoring vooral de ecologische adviesbureaus bij de losse projecten worden betrokken. Hier zijn de technieken ook het meest geschikt. Het kan zeer waardevol zijn een aantal ecologische adviesbureaus te benaderen hoe deze bedrijven omgaan met de nieuwe mogelijkheden van deze technieken.
- Per habitat zijn er andere monitoringverplichtingen. Dus het kan waardevol zijn beheerders van veel verschillende natuurgebieden te interviewen. Dit was door de beperkte tijd niet mogelijk in dit rapport.
- Een praktisch punt is dat de interviews buiten de vakantieperiode moeten worden gedaan. Dit was in het geval van dit onderzoek niet meer mogelijk. Hierdoor hebben veel potentieel waardevolle interviews niet plaats kunnen vinden. Een vragenlijst gaf niet de ruimte om door te vragen en werkte daardoor veel minder goed.

6. Literatuurlijst

- Bakó, G., Tolnai, M., & Takács, Á. (2014). Introduction and Testing of a Monitoring and Colony-Mapping Method for Waterbird Populations That Uses High-Speed and Ultra-Detailed Aerial Remote Sensing, *Sensors*, 14, p. 12828-12846. doi:10.3390/s140712828.
- Beek, J.G. Van, Rosmalen, R., Van, Tooren, B., Van, & Molen, P., Van der (2014). Werkwijze Natuurmonitoring en –Beoordeling Natuurnetwerk en Natura 2000/PAS (+ 2 bijlagedocumenten). BIJ12, Versie 05032014, Utrecht.
- Borre, J., Vanden, Paelinckx, D., Múcher, C.A., Kooistra, L., Haest, B., Blust, G., De, & Schmidt, A.M. (2010). Integrating remote sensing in Natura 2000 habitat monitoring: Prospects on the way forward. *Journal for Nature Conservation*, 19(2), p.116-125. doi:10.1016/j.jnc.2010.07.003
- Brinkman, J. (2014). De vragenlijst; een goed meetinstrument voor toepasbaar onderzoek, Derde druk, Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers BV.
- Buys, J.A., (1984), Innovatie en interventie: Een empirisch onderzoek naar de effectiviteit van een procesgeoriënteerde adviesmethodiek voor innovatieprocessen. Proefschrift TU Delft, p31.
- Canoy, P.J.L.R. (2013). Inleiding in het bedrijfsmatig gebruik van lichte onbemande luchtvaartsystemen. Versie 1.1. NLR.
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2015). Meetprogramma's voor flora en fauna: Kwaliteitsrapportage NEM over 2014, Den Haag. Geraadpleegd op 8 juli 2015, <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/natuur-milieu/publicaties/publicaties/archief/2015/2015-meerrapport-flora-fauna-kwaliteitsrapport-2013.htm>
- Clarke, R. (2014b). The Regulation of the Impact of Civilian Drones on Behavioral Privacy. *Computer Law & Security Review*, Vol. 30, 286-305.
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 92, p.79-97. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2014.02.013
- Custers, B.H.M., Oerlemans, J.J., & Vergouw, S.J. (2015). Het gebruik van drones: Een verkennend onderzoek naar onbemande luchtvaartuigen. Wetenschappelijk Onderzoek- en Documentatiecentrum, Ministerie van Veiligheid en Justitie. BoomLemma Uitgevers, Meppel.
- Dejean, T., Valentini, A., Miquel, C., Taberlet, P., Bellemain, E., & Miaud, C. (2012). Improved detection of an alien invasive species through environmental DNA barcoding: the example of the American bullfrog *Lithobates catesbeianus*. *Journal of Applied Ecology*, Volume 49 (4), p. 953-959. doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02171.x
- DeLuca, W.V., Woodworth, B. K., Rimmer C.C., Marra, P. P., Taylor P.D., McFarland, K.P.... Norris D.R. (2015). Transoceanic migration by a 12 g songbird. *Biology Letters*, Vol. 11(4). doi: 10.1098/rsbl.2014.1045
- Dijkhuis, J.E., & Herder, J.E.,(2014) Pilot Environmental DNA Drijvende waterweegbree. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapport 2013-026.
- EditieNL, (28 juli 2015), Do's en Drones, *RTL 4*, Aflevering 149. Geraadpleegd op 29 juli 2015, <http://www.rtlxl.nl/#/editie-nl-216694/93a7f41e-323a-3884-9649-e32861dd2aab>
- Ficetola, G.F., Miaud, C., Pompanon, F., & Taberlet, P. (2008), Species detection using environmental DNA from water samples, *Biology letters*, Population genetics 4, pages 423-425. doi:10.1098/rsbl.2008.0118

- Finn, R.L., & Wright, D. (2012). Unmanned aircraft systems: Surveillance, ethics and privacy in civil applications. *Computer Law & Security Review*, Vol. 28, 184-194.
- Harriman, L., & Muhlhausen, J. (mei 2013). A new eye in the sky: ECO-drones. UNEP Global Environmental Alert Service (GEAS). Geraadpleegd op 12 mei 2015, http://na.unep.net/geas/getUNEPPageWithArticleIDScript.php?article_id=100
- Herder, J.E., Valentini, A., & Kranenburg, J. (2012) Detectie van grote modderkruipers met behulp van environmental DNA. *H2O*, nr 3, pagina 25-27.
- Herder, J.E., Delft, J., Van, Bellemain, E., & Valentini, A. (2013^a). Environmental DNA, krachtig gereedschap voor het monitoren van fauna. *De levende natuur*, jaargang 114, nr.3, p. 108-113.
- Herder, J.E., Termaat, T., & Valentini, A.(2013^b). Environmental DNA als inventarisatiemethode voor libellen. *Vlinders*, nr. 2, p. 22-23.
- Herder, J.E., Kranenburg, J., Beers, M., Bogert I., & Wal, B., Van der (2014^a). DNA heeft de toekomst.: Environmental DNA alternatief voor KRW-visstandbemonstering?. *Visionair*, nr. 34, p 8-11.
- Herder, J.E., Valentini, A., Bellemain, E., Dejean, T., Delft, J.J.C.W., Van, & Taberlet., P. (2014^b), Environmental DNA - toepassingsmogelijkheden voor het opsporen van (invasieve) soorten. Stichting RAVON, Nijmegen. Rapport 2013-104.
- Herder, J.E., Bellemain, E., Witte, R., Bekker, D., & La Haye, M. (2015), Noordse woelmuis inventariseren met eDNA. *De Levende Natuur*, Jaargang 116, nr 2, p. 67-69.
- Interprovinciaal Overleg IPO (11 november 2011^a). Toelichting op onderhandelingsakkoord decentralisatie natuur. Geraadpleegd op 28 mei 2015, http://www.ipo.nl/files/2113/5722/8946/toelichting_op_onderhandelingsakkoord_decentralisatie_natuur.pdf
- Interprovinciaal Overleg IPO (2011^b). Basisboek Subsiestelsel Natuur- en Landschapsbeheer. Geraadpleegd op 14 april 2015, https://www.portaalnatuurenlanschap.nl/assets/basisboek_subsiestelsel_snl_opgemaakte_versie.pdf
- Jansen, P. (augustus 2014). Nieuwe economische dragers voor bos- en natuurbeheer. *De Landeigenaar*, Nr.4, p 5-6.
- Jansen, E.A., Huitema, H., Twisk, P., & Thissen, J. (2009). Handleiding vleermuizen inventariseren in de stad. Zoogdierverseniging, Nijmegen. Geraadpleegd op 8 juli 2015, <http://www.vleermuizenindestad.nl/sites/default/files/imce/nieuwewebsite/Zoogdiersoorten/Vleermuizen%20algemeen/downloads/Handleiding%20vleermuizen%20inventariseren%20in%20de%20stad%20II.pdf>
- Jansen, E.A., Redder, L., & Limpens, H. (2013^a). Gebruikershandleiding voor de “Batlogger”. Zoogdierverseniging, Nijmegen. Versie 01. Geraadpleegd op 2 mei 2015, <http://www.zoogdierverseniging.nl/sites/default/files/imce/nieuwewebsite/Zoogdiersoorten/Vleermuizen%20algemeen/downloads/>
- Jansen, E.A., Redder, L., & Limpens, H. (2013^b). Gebruikershandleiding voor “Batexplorer”. Zoogdierverseniging, Nijmegen. Versie 01. Geraadpleegd op 2 mei 2015, <http://www.zoogdierverseniging.nl/sites/default/files/imce/nieuwewebsite/Zoogdiersoorten/Vleermuizen%20algemeen/downloads/>
- Jansen, E.A., Schillemans, M., Huizenga, N., & Meij, T., Van der (2014). Meetnet Vleermuis Transecttellingen. *Telganger*, Vol 1, Zoogdierverseniging, Nijmegen.

- Jansen, E.A., & Hollander, H., (2014). Vleermuizen in mijn tuin! Vleermuisonderzoek door en voor bewoners van de stad Utrecht. Zoogdiervereniging, Nijmegen. Rapportnr. 2013.40.
- Jones, G.P., Pearlsine, L.G., & Percival, H.F. (2006). An Assessment of Small Unmanned Aerial Vehicles for Wildlife Research. *Wildlife Society Bulletin*, Vol. 34(3), pages 750-758.
- Kerkhof, W. (2005). Sprinkhanen in het Nationaal park Zuid-Kennemerland: Een inventarisatie in de periode 2003-2005. Uitgave PWN, Velsersbroek.
- Kooij Van der, B.J.G. (1988). Innovatie gedefinieerd: een analyse en een voorstel. Een nader onderzoek naar de definities van het begrip Innovatie over de periode 1939-1988 alsmede een voorstel voor een meer algemene definitie. Research report Eindhoven University of Technology. Geraadpleegd op 28 juli 2015, <http://alexandria.tue.nl/repository/books/305860.pdf>
- Koski, W.R., Allen, T., Ireland, D., Buck, G., Smith, P.R., Macrander, A. M., ... McDonald, T.L. (2009). Evaluation of an Unmanned Airborne System for Monitoring Marine Mammals, *Aquatic Mammals*, 35(3), p. 347-357. doi: 10.1578/AM.35.3.2009.347
- Kruijsen, A. (2015). Video: Natuur naar de knoppen door 'belachelijke bezuinigingen', RTV Noord Holland, Geraadpleegd op 2 mei 2015, <http://www.rtvnh.nl/nieuws/161079/bezuinigingen-provincie-raakt-boswachters-nu-gaat-het-om-je-eigen-baan>
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (april 2015). Soepeler regels voor 'mini drones' in de maak. Nieuwsbericht. Geraadpleegd op 6 augustus 2015, <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ienm/nieuws/2015/04/30/soepeler-regels-voor-mini-drones-in-de-maak.html>
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (maart 2010). "Buiten aan het werk? Houd tijdig rekening met beschermde dieren en Planten!: De Flora- en faunawet in de praktijk; informatie over vrijstellingen, ontheffingen en gedragscodes. Brochure. Geraadpleegd op 22 juli, <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/brochures/2010/03/01/buiten-aan-het-werk-houd-tijdig-rekening-met-beschermde-dieren-en-planten.html>
- Mporas, I., Ganchev, T., Kocsis, O., & Fakotakis, N. (2012) Automated Acoustic Classification of Bird Species from Real -Field Recordings. *Tools with Artificial Intelligence (ICTA)*, Vol 1, p. 778 - 781. doi: 10.1109/ICTAI.2012.110
- NOS.nl (12 december 2012). Banen weg bij Staatsbosbeheer, Geraadpleegd op 2 mei 2015, <http://nos.nl/artikel/450694-banen-weg-bij-staatsbosbeheer.html>
- Ohm, M., Hulscher, D., Ten, & Smits, R. (2014). Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen en Beoordelen. Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Geraadpleegd op 2 juli 2015, <http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/monitoring/toetsen-beoordelen/>
- Overheid (25 mei 1998), Flora en Faunawet. Geraadpleegd op 14 april 2015, http://wetten.overheid.nl/BWBR0009640/geldigheidsdatum_09-08-2015#Opschrift
- Pavan, G., La Manna, G., Zardin, F., Internullo, E., Kloeti, S., Consentino, L.,... Roccobene, G. (2008). Short Term and Long Term Bioacoustic Monitoring of the Marine Environment. Results from NEMO ONDE Experiment and Way Ahead. *Federal Agency for Nature Conservation*, Bonn. Researchgate, http://www.researchgate.net/publication/237085737_Short_Term_and_Long_Term_Bioacoustic_Monitoring_of_the_Marine_Environment._Results_from_NEMO_ONDE_Experiment_and_Way_Ahead

- Pilliod, D.S., Goldberg, C.S., Arkle, R.S., & Waits, P.W. (2014) Factors influencing detection of eDNA from a stream-dwelling amphibian. *Molecular Ecology Resources*, Vol 14(1), p. 109–116. doi: 10.1111/1755-0998.12159
- Productontwikkeling & Innovatie: focus op de juiste kansen. (z.d.). TNS Nipo. Geraadpleegd op 14 april 2015, <http://www.tns-nipo.com/onze-specialisaties/productontwikkeling-en-innovatie/>
- Regiegroep Natura 2000 (z.d.). Naslagwerk Natura 2000. Geraadpleegd op 14 april 2015, <http://www.natura2000.nl/pages/naslagwerk.aspx>
- Reussien, S.V. (2013). Effect van damhertbegrazing op nectar- en waardplanten in de Amsterdamse Waterleidingduinen. CAH Vilentum, Almere. Waternet.
- Riede, K. (1998). Acoustic monitoring of Orthoptera and its potential for conservation. *Journal of Insect Conservation*, Vol2, p217-223. doi: 10.1023/A:1009695813606
- Sardà-Palomera, F., Bota, G., Vinolo, C., Pallarés, O., Sazatornil, V., Brotons, L., ... Sardá, F. (2012). Fine-scale bird monitoring from light unmanned aircraft systems, *IBIS*, Volume 154(1), p. 177-183. doi: 10.1111/j.1474-919X.2011.01177.x
- Scrosati, B., & Garche, J. (2010). Lithium batteries: status, prospects and future. *Journal of Power Sources*, Volume 195 (9), p. 2419-2430. doi:10.1016/j.jpowsour.2009.11.048.
- Spikmans, F., Herder, J.E., & Janse, J. (2013). Knoflookpad eDNA onderzoek naar actuele verspreiding in De Rande – Deventer 2013. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Spikmans, F. & Herder J.E., (2015). Pilotstudie bruikbaarheid eDNA voor onderzoek naar kwabaal, Stichting RAVON, Nijmegen. Rapport nr. 2014.069.
- Staatscourant. (14 april 2010), Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, de Minister van Verkeer en Waterstaat en de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 6 april 2010, nr. BJZ2010006068, Directie Bestuurlijke en Juridische Zaken, houdende bepalingen met betrekking tot het vaststellen van een monitoringsprogramma ter uitvoering van richtlijn nr. 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid (PbEU L 327) en de beschikking van de Europese Commissie van 30 oktober 2008 tot vaststelling van de indelingswaarden voor de monitoringssystemen van de lidstaten die het resultaat zijn van de intercalibratie, overeenkomstig richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad (PbEU L 332) (Regeling monitoring kaderrichtlijn water). Staatscourant nr. 5615. Geraadpleegd op 28 mei 2015, <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2010-5615.html>
- Taberlet, P., Prud'Homme, S.M., Comione, E., Roy, J., Miquel, C., Shehzad, W., ... Coissac, E. (2012). Soil sampling and isolation of extracellular DNA from large amount of starting material suitable for metabarcoding studies. *Molecular Ecology*, Vol. 21(8), p. 1816–1820. doi: 10.1111/j.1365-294X.2011.05317.x.
- Thompson, P.F., Kielgast, J., Iversen, L.L., Wiuf, C., Rasmussen, M., Gibert, M.T., ... Willerslev, E. (2011). Monitoring endangered freshwater biodiversity using environmental DNA. *Molecular Ecology*, Vol. 21(11), p. 2565–2573. doi: 10.1111/j.1365-294X.2011.05418.x.
- Thompson, S.E., & Parthasarathy, S. (2006). Moore's law: the future of Si microelectronics. *Materialstoday*, Volume 9(6), p. 20-25. Geraadpleegd op 1 mei 2015, <http://www.thompson.ece.ufl.edu/Fall2008/materials-today-review-article-thompson.pdf>
- VPRO Tegenlicht (4 februari 2013). De kapitale kracht van geluk. TV-uitzending NPO 2. Geraadpleegd op 3 augustus 2015, <http://tegenlicht.vpro.nl/afleveringen/2012-2013/Semler.html>

- Wall, M. (2014). Can drones help tackle Africa's wildlife poaching crisis?. *BBC News*. Geraadpleegd op 20 april 2015, <http://www.bbc.com/news/business-28132521>
- Willems, A. (2014). Powerpoint: Bezuinigen op natuur Verarming van de leefomgeving. Geraadpleegd op 2 mei 2015, http://www.natuurplaza.org/Portals/2/ArnoWillems_Bezuinigen_op_natuur.pdf

17 augustus
2015

Bijlage I: Gespreksrapporten

Er is ervoor gekozen de gespreksrapporten in kleiner lettertype te tonen in het rapport. Het is belangrijk dat deze rapporten zijn toegevoegd, maar het is zonde om hier onnodig veel papier aan te besteden. De rapporten zijn in chronologische volgorde gegeven.

Punten uit interview met Vincent van der Spek 06-07-2015

Adviseur Natuurbeheer en Recreatie bij Waternet. Eén van zijn taken is dat hij projectleider natuurmonitoring is (AWD, Oostelijke vechtplassen)

Ik heb de beschikking over grote aantallen vrijwilligers voor de monitoring (AWD: 170 en Vechtplassen: 15). De AWD is uniek in het aantal soortgroepen dat wordt gemonitord. Vrijwilligers doen daarmee grofweg 80% van al het monitoringwerk. Ook stagiairs dragen dikwijls bij aan monitoring. De rest wordt uitbesteed. Er is budget om eventueel meer uit te besteden maar dit is dankzij vrijwilligers niet ieder jaar nodig. De vrijwilligers zijn dus zeer belangrijk voor Waternet. Wij als beheerders doen nauwelijks monitoringwerk, alleen konijnen en ree- en damwild tellen we nog zelf. Incidenteel doen we kleine dingen om feeling bij de gebieden te houden.

Monitoring gebruiken we voor eigen keuzen in het beheer en voor verplichtingen m.b.t. bijvoorbeeld Natura 2000. Vrijwel alle monitoring wordt ondergebracht bij de PGO's (en waar mogelijk in NEM's); daartoe verplicht ik onze vrijwilligers. Daarmee dragen we bij aan landelijke kennis, wat wij belangrijk vinden. Daarnaast is deze aansluiting voor mij ook handig: de PGO's slaan de data op in hun databases, die ik zelf weer kan raadplegen, hetzij in de NDFF, hetzij in de portals van de PGO's. Daarmee bespaar ik onszelf dataopslag uit.

Waternet heeft zichzelf de opdracht gegeven om te verbinden met de omgeving. Ook om die reden koesteren wij onze vrijwilligers. We hebben een vrijwilligersbeleid en we zorgen goed voor ze met kleding, avonden, uitjes, een abonnement op Tussen Duin & Dijk, zo nu en dan een cadeautje (laatst nog de nieuwe regionale vogelatlas voor alle vrijwilligers), maar ook door de administratie (zoals vergunningverlening) goed te laten lopen en altijd en snel te reageren op vragen. Ook probeer ik regelmatig terug te koppelen wat we precies doen met de door hun verzamelde gegevens, al kan dat nog beter. Vanwege de verbinding met de omgeving en de bijdrage aan landelijke kennis, geven we ook vergunningen af voor monitoring die we niet direct voor het beheer gebruiken.

Feitelijk is de provincie verantwoordelijk voor de monitoringverplichtingen voor de Natura2000, niet de beheerders. In de praktijk werken we er uiteraard vol aan mee. Natura 2000 heeft prioriteit in het beheer. Er zijn twee doelsoorten, zes habitattypen en vele typische soorten die een indruk geven van de kwaliteit van habitattypen. Het is nog onduidelijk hoe deze typische soorten gemeten moeten worden. Mogelijk is het meten van aan- en afwezigheid genoeg. Ik vermoed dat voor veruit de meeste typische soorten de meetnetten en losse waarnemingen daarvoor voldoende zijn. De wintertellingen van vleermuizen worden door vrijwilligers gedaan (meervleermuis is doelsoort). De doelsoort nauwe korfslak is veel lastiger te monitoren en daar zijn dan ook geen vrijwilligers voor. Zolang de provincie nog niet weet hoe hiermee om te gaan, nemen we geen initiatief voor een integrale kartering of grootschalige steekproeven. Wel laten we korskakken door bureaus onderzoeken bij grootschalige ingrepen in het terrein.

Vaak kijk ik of we met vrijwilligers kunnen werken, en daarna pas naar andere opties. Wat betreft externe bureaus hebben we weinig vrijheid vanwege raamcontracten, maar mogelijk gaat dat binnenkort veranderen.

We hebben een gedragscode voor het reguliere beheer. Soms schakelen we daarvoor nog vrijwilligers in bij de beoordeling in het veld. Bij projecten – waarbij de gedragscode niet geldt – laten we de flora en fauna toetsen door een extern bureau. Steeds vaker leggen we deze rapporten weer voor aan vrijwilligers, vooral m.b.t. zeldzame planten, vleermuizen, boomkruipers en roofvogels. De onderzoeken van bureaus geven ons ook weer waardevolle informatie. Regelmatig maken we gebruik van de NDFF en veel van deze data is in het verleden door vrijwilligers en bureaus verzameld, maar ook losse waarnemingen van bezoekers spelen hierin een grote rol.

Er is vergrijzing onder het vrijwilligersbestand, maar dit levert vooralsnog geen problemen op. Nieuwe mensen zijn vaak gepensioneerd die het niet erg vinden zichzelf een verplichting op te leggen. Jongeren gaan wel de natuur in, maar doen dit vaker vrijblijvend en leveren dan losse waarnemingen (waarneming.nl). We hebben vanwege het toenemende aantal beschikbare losse waarnemingen voor dagvlinders samen met PWN en Dunea een test met de zeer interessante occupancymodellen gefinancierd, maar het is nog niet goed mogelijk om daarmee trends aan te tonen op (deel)gebiedsniveau. Dat is juist wat we willen weten, en voorlopig komen de beste gegevens dus uit de bestaande monitoringroutes. Ik voorzie voor de toekomst meer mogelijkheden voor statistische modellen, maar momenteel zijn ze dus nog niet toereikend.

Er wordt over nieuwe technieken gesproken (drones of vlieger om de ontwikkeling op de natuurbrug en stuifkuilen te fotograferen). Voor specifieke projecten zijn drones goed geschikt maar voor reguliere monitoring niet. Binnen de PAS kunnen drones waarschijnlijk worden begroot, maar dit is nog niet gebeurd. Luchtfoto's uit een vliegtuig werken zeer goed voor de structuurkarteringen, dus er is niet gekeken naar alternatieven.

Ik zie zelf de noodzaak van eDNA niet voor de doelen in onze gebieden. Als ecooloog vind ik deze techniek zeker zeer interessant en volg ik de ontwikkelingen. We hebben geen doelen m.b.t. soorten die in het water leven. Ik hoef daarom ook niet alles te weten om bijvoorbeeld onze poelen goed te beheren. De poelen groeien dicht en die moeten periodiek weer worden opengetrokken. Door daarbij brongebieden te sparen, waarborgen we de biodiversiteit van de poel. Vrijwilligers meten de libellen, planten, amfibieën en slakken en meer hoeven we voor het beheer niet te weten. Als er 1 of 2 andere soorten boven komen met eDNA passen we ons beheer er waarschijnlijk niet op aan. Geweldig techniek, maar voor nu hebben we al voldoende data. Ik zou uit nieuwsgierigheid graag alle vissoorten van de waterwinkkanalen en geulen weten, maar er is geen noodzaak voor het beheer en dus geef ik daar geen geld aan uit. Voor het meten van exoten zou het

17 augustus
2015

perfect zijn, maar er zijn nog geen losse waarnemingen van invasieve exoten in een watergang. Voor de Flora-en Faunawet is het ook niet snel nodig. Een mogelijkheid waar ik weleens over heb nagedacht is wel het meten van de Rode-Lijstsoort Waterspitsmuis. Habitattypes moeten worden gemeten en de watergangen zijn een Natura 2000 habitattypen. Ze vallen ook onder de KRW. Vanuit de KRW is recentelijk een veldkartering geweest door het hoogheemraadschap, die we direct ook in hebben gezet voor Natura 2000. Voor zo'n vegetatiekartering zou eDNA mogelijk handig zijn.

Er is nog niet serieus gekeken naar bio-akoestiek, al experimenteren er wat vrijwilligers kleinschalig met vleermuizen. Klinkt interessant als back-up voor projecten m.b.t. de Flora- en faunawet, zoals een beter beeld krijgen van zomervleermuizen. Omdat het een streeplijst van aanwezigheid van soorten oplevert, is het alleen nooit vervanging voor monitoring.

Mochten we besluiten om nieuwe technieken in te zetten, dan zullen we dat hoogstwaarschijnlijk goeddeels of zelfs helemaal uitbesteden. Met nieuwe technieken blijft vrijwilligerswerk in elk geval voorlopig nog hard nodig. Als je kijkt naar aantallen vrijwilligers die actief zijn, dan zijn hebben de werkgroepen voor resp. vogels, dagvlinders, flora, reptielen en amfibieën het grootst in aantal leden. Daarna komen de libellen en dat is pas de eerste soortgroep die evt. met eDNA kan worden gemonitord.

Er gaan in de toekomst ongetwijfeld dingen veranderen, maar wat, hoe en wanneer is nog niet duidelijk. Vrijwilligers zullen nodig blijven. Mensen vinden het leuk om buiten te lopen en flora en fauna te zien. Dat vinden ze ook veel leuker dan het nemen van een watermonster voor eDNA...

Punten uit interview met Hubert Kivit 15-07-2015

Senior adviseur natuur en recreatie bij PWN. lid van het adviesteam. Wij geven advies over het beleid en beheer. Schrijven er ook nota's over en daarnaast doen wij ook onderzoek.

Natuuronderzoek bestaat uit 3 takken: Signalerend onderzoek (trends en ontwikkelingen in het terrein, zonder specifieke vraag), evaluerend onderzoek (effect van ons handelen, maaibeheer etc.) en nieuwe kennisonderzoek (vragen over nieuwe beheervormen, ecologie waar we misschien iets mee kunnen in de toekomst vb. Stuifkuilen voor PAS project)

Vrijwilligers zijn zeer waardevol voor PWN. De meeste monitoring door vrijwilligers vallen onder de landelijke meetnetten. Daarnaast is nog een deel specialist in een specifieke soortgroep die dat voor hun eigen hobby doen. Specialististen dienen zich vaak zelf aan en vragen ons of ze iets kunnen doen wat voor PWN ook zinvol is. Sommige trekken gewoon hun eigen plan. Maar we gebruiken ze ook regelmatig voor adviezen. Mierenspecialist bijvoorbeeld. We hebben een aantal floristen die ik zelf kan inzetten waar ik graag wil dat ze gaan inventariseren. Die doen dat dan buiten de landelijke meetnetten om. Op het gebied van fauna gebeurt dat bij ons nauwelijks.

Deze monitoringdata is voor twee onderdelen; Groot deel evaluerend dus ter evaluatie van het beheer, en een klein deel is signalerend (een meetnet waar 30 soorten inzitten waar de PWN gebieden van nationaal belang zijn) In dit meetnet zitten vrijwilligers die specifiek naar die 30 soorten kijken.

Monitoring door boswachters wordt bij PWN nog wel gedaan voor evaluerend onderzoek. Dit komt omdat zij ook verantwoordelijk zijn voor de doelen die behaald moeten worden. Dat gaat het best als ze zelf de monitoring doen.

Het signalerend onderzoek wordt vrijwel alleen door externe bureaus gedaan (+90%). Het evaluerend onderzoek voor ongeveer 70%. De rest door boswachters of vrijwilligers. monitoring wordt bij voorkeur voor langere tijd door dezelfde personen (en dus ook dezelfde bureaus) gedaan om persoonlijke interpretatieverschillen te minimaliseren. Karteringen zijn interpretaties en geen vaste meetwaarden. Dus hou de methode en personen zoveel mogelijk hetzelfde.

Het grootste deel van het budget gaat in de monitoring.

nieuwe kennis onderzoek wordt ook uitbesteed maar daar zitten enorme verschillen tussen projecten en aanpak. Deze nieuwe kennis onderzoek kunnen wij wel doen maar bedrijven als Staatsbosbeheer en natuurmonumenten doen daar weinig aan. Geen geld. Bij drinkwaterbedrijven is daar nog wel ruimte voor. Door samenwerking met andere duinwaterbedrijven is er een extra budget waarmee wij nieuwe-kennis onderzoeken kunnen financieren. Stuifkuilen is nu een groot thema.

Wij zijn vooral geïnteresseerd in een antwoord en niet in een methode. Maar als externen die technieken willen gebruiken moedigen we dat graag aan. Bij grote uitzondering willen we nog nieuwe technieken proberen (in samenwerking met andere duinbedrijven). Maar we laten nieuwe technieken over aan derde partijen.

Doordat onze terreinen onder een aan vliegroute van Schiphol liggen is het moeilijk een vliegtuig luchtfoto's te laten maken. Voor een verstuivingsproject hebben we een drone gebruikt om hoogtemetingen uit te voeren. Door het kleine gebied was een drone een voor de hand liggende oplossing. Na een storm zou je al bij wijze kunnen gaan meten of je verschillen ziet. Dat lukt nooit met een vliegtuigje.

In 2009 is de laatste vlucht voor ons gedaan. Deze was gepland voor 2007 maar 2 jaar kregen we op de geschikte dagen geen toestemming van Schiphol. En alle jaren daarna hebben we gebruik gemaakt van foto's die op nationaal niveau werden gevlogen. Dus niet vanuit ons. Omdat wij worden gezien als onderdeel van de provincie kunnen wij ook bij die foto's. Je kan alleen niet zelf bepalen wanneer die foto's worden gemaakt. Dit jaar wilden we weer een eigen fotovlucht maar door tijdgebrek niet van gekomen. Drones zouden wel kunnen vliegen in het gebied zonder de vliegroute van Schiphol te hinderen. Maar mijn kennis zegt dat het op de schaal waarop wij het willen 75 km2 dat dat voor een drone nog niet haalbaar is.

Een vlucht voor onze terreinen kwam neer op een bedrag tussen 10.000 en 20.000 euro.

Het liefst hebben we jaarlijks nieuwe foto's maar eens in de 5 jaar zou ook mooi zijn. Dat is genoeg voor het werk wat wij doen. Maar voor kleine gebiedjes (voor en na beheersmaatregel) zouden perfect met drones gedaan worden. Word nog niet vele gedaan maar we zien de mogelijkheden. Een combi van hoogtemeting en vegetatieontwikkeling zou perfect zijn. De combi hoogtemeting en infrarood kon nog niet in de vorige opdracht van 2 jaar terug. Misschien kan dat nu wel. De fotoresolutie van dat project was 5 cm. Voor de grote vluchten kom je vaak uit op 30/35 cm maar je wil altijd fijner, maar het werkt. Voor veel onderzoeksvraagstukken wil je het nauwkeuriger (graafkuilen van konijnen in kaart brengen). Voor beheer is scherper altijd beter! Hoe meer je uit de foto kan halen hoe minder werk je in het veld hebt. En dat zijn nou juist de dure uren en het werkt makkelijk. De vluchtdatum en resolutie zijn het belangrijkste voor zo'n kaart. Voor hoogtegegevens zijn we vooral geïnteresseerd in de hoogte van de bodem niet van de vegetatie. De drone die werd gebruikt kon daar geen onderscheid tussen maken. Gelukkig ging het hier om een verstuivingsproject waarbij we vooral in de hoogte van onbegroeide bodem geïnteresseerd waren.

Satellietbeelden zijn nog niet echt bruikbaar. Ze worden nog niet gebruikt. Hierin is het gewoon wachten op de techniek.

Voor aquatische vraagstukken is eDNA zeker een goede mogelijkheid. Voor terrestrisch nog niet duidelijk. Wij zijn ook aan waterkwaliteit gebonden voor KRW en de inventarisaties gaan nog steeds op de klassieke wijze. eDNA kan veel sneller idd. Ik vraag me af of het al operationeel is. Het is operationeel als je een bureautje kan vragen om dat even te doen. Hoewel we aan de KRW moeten voldoen moet gezegd worden dat we bijzonder weinig water hebben in het duin.

De flora van poelen worden best goed gemonitord door vrijwilligers. En de fauna van poelen doen we zeer weinig mee. Als we het zullen toepassen dan zal dat zijn voor de gevleete witsnuitlibel ermee willen aantonen. Dat zou een concrete toepassing zijn. Als dat al mogelijk is omdat dat een habitatrichtlijnsoort is. En het vaststellen van voortplanting dat is een hele klus. Larvenhuidjes of ei afzet is nodig. Dus omdat er een eis ligt van de overheid om dat te volgen en het vrij arbeidsintensief is kan ik me voorstellen dat zo een methode wordt gekozen. Wij doen geen soortenbeheer dus we zullen ons er niet op richten als dat niet door de overheid wordt geëist. Een mogelijke vraag kan ook zijn: heeft begrazing negatieve gevolgen voor libellenfauna? Het is met vrijwilligers lastig door te weinig menskracht om de poelen te bemonsteren.

Beheerders zijn toch meer gericht op het terrestrische dan het aquatische.

Batlogger is een keer gebruikt maar leverde niet veel op. Een vrijwilliger wilde het aanvullend gebruiken, hij had hem toch. Maar het kan voordelen geven, bijvoorbeeld dat als je een soort niet verwacht en de roep lijkt op een veelvoorkomende soort dat je hem verkeerd inschat. Misschien dat een programma hier wel doorheen kijkt.

Als je bijvoorbeeld een begraast met een niet begraast stuk land wilt vergelijken op sprinkhaanfauna dan is dat nu een heel arbeidsintensief klusje. Daarnaast misschien lastig vergelijkbaar. Met automatische systemen zou dat perfect te tackelen zijn. Maar het gaat weer om kosten. Met die info kan je veel meer. We zijn vooral geïnteresseerd in zo betrouwbaar mogelijke trends.

We zullen nooit tegen vrijwilligers zeggen dat ze een soort niet meer mogen monitoren. Ook als we nieuwe technieken hebben. Met nieuwe technieken begin je toch een soort nieuwe database op te bouwen die misschien slecht te vergelijken is met de bestaande meetreeksen van PGO's. Hier moet rekening mee worden gehouden.

Er zijn best een aantal vrijwilligers die graag nieuwe technieken wil gebruiken maar dan praat je over jonge mensen. De ouderen willen het graag op dezelfde manier doen. Hoewel de meeste vrijwilligers met de dieren zelf in contact willen zijn. De nemen de nieuwe kennis graag op maar laten niet hun hobby ermee schieten.

Occupancy modellen zijn we mee bezig geweest maar het is niet duidelijk wat ik er mee kan. De vraag was of het beter met losse waarnemingen net zo goed of zelfs beter de trend van vlinders bepalen. Maar er kwamen nogal veel verschillen. Occupancy kijkt niet naar populatiegrootte maar naar verspreiding, dat is toch iets anders. Maar ik was niet echt tevreden over wat er uit kwam. Op terreingrootte werkte dat niet.

Punten uit interview met Ton Eggenhuizen 16-07-2015

Senior Adviseur Ecologie binnen de gemeente Almere. En ik ben verantwoordelijk voor de groenparagraaf in plannen (o.a. bestemmingsplannen, structuurplannen) van de gemeente zowel stedelijk als buitengebied. Ecologie bij stedelijke ontwikkelingen ligt bij mij. Het groenbeheer ligt bij de terreinbeheerders (Staatsbosbeheer, Flevolandschap en de beheerafdeling van de gemeente).

In een cyclus van 5 jaar wordt de 'bestaande stad' helemaal geteld door een ecologisch adviesbureau. Dit is altijd dezelfde partij zodat ze oude inventarisaties erbij kunnen gebruiken, en de methode/personen blijven dezelfde. Ieder stadsdeel wordt eens in de vijf jaar helemaal geïnventariseerd (beschermde soorten (tabel 2 en 3 soorten)). Zelfde soort cyclus voor de buitengebieden. Een inventarisatie van een stadsdeel is om en nabij 15.000 á 20.000 euro. Hier zijn ze dan van maart tot oktober mee bezig dus dat is behoorlijk tijdsintensief. De provincie krijgt deze data niet, in het verleden werden deze data wel gedeeld.

Gemeente gebruikt ook data van het NDFF maar het probleem van deze data is dat als een soort niet is gezien dan betekent dat niet dat ie er niet zit. We zien het als een extra check op de eigen inventarisaties. Daarnaast wordt sporadisch door de ecooloog van stadsbeheer of door mij een veldscan gedaan, als een klus in het buitengebied ineens haast heeft. De inventarisaties en die NDFF zijn voldoende voor mijn werk.

Als gemeente kan je niet altijd op vrijwilligers rekenen. Dit is voor natuurgebieden anders, daar willen vrijwilligers graag werk doen.

17 augustus
2015

Advies aan werkgroepen rond Almere is om hun waarnemingen op waarneming.nl te zetten. Dan komen ze uiteindelijk via de NDFF bij ons terecht.

PGO's worden zo nu en dan om advies gevraagd bij projecten waar specifieke kennis bij nodig is. Zoogdiervereeniging voor de bevers en Floron voor orchideeën bijvoorbeeld. Dit is vaak bij concrete knelpunten of vraagstukken. Een bijkomend voordeel is dat het advies door een onafhankelijke partij is opgesteld. Dan kunnen mensen niet zeggen dat ik de wethouder naar zijn mond praat.

Almere doet niet aan specifieke soortbescherming. We willen een groene stad zijn en dat richt zich vooral op een gezond systeem. Door de goede voorwaarden te scheppen, nodigen we de soorten uit om hier te komen.

eDNA zou een overweging kunnen zijn voor visstanden, maar onzekerheid over of kansen voor eDNA door veel beweging en verplaatsing van water in Almere. Alles zit aaneengeschakeld. Wij willen weten op welke plek de soorten zitten, bijvoorbeeld als we een brug of oever moeten renoveren. Voor monitoring nu worden er verschillende punten gemonsterd. Als de bittervoorn bijvoorbeeld op meerdere plekken wordt gevonden dan wordt gesteld dat ie in de tussenliggende stukken ook kan zitten. Dus misschien toch niet zo'n probleem... Blijkbaar hetzelfde als eDNA. Hoewel vals-positieven dan kunnen. Het is wel belangrijk dat de locatie kan worden bepaald, een maatregel is vaak niet voor de hele watergang.

De gemeente zal waarschijnlijk niet zelf komen met de vraag om bepaalde technieken te gaan gebruiken. Maar wacht tot ecologisch adviesbureau ermee komt. Of het moet duidelijk goedkoper zijn, maar dan zal het bureau daar zelf ook mee komen.

Ik krijg waarschijnlijk alleen geld voor nieuwe technieken als ik een link kan leggen naar de maatschappij. Citizen science. Hoppingprojecten zoals de zoogdiervereeniging doet zijn voorbeelden. eDNA is daar moeilijk in te passen.

Drones voor nestinventarisaties is erg leuk maar niet zo interessant voor gemeente. Als coördinator van Sovon juist wel, daar zijn drones perfect voor.

Natuurontwikkeling in IJsselmeer is heel mooi en vooral veel en is daarom ook lastig te monitoren. Die monitoring is een kostenpost waar kennelijk niemand op zit te wachten, dan wordt het toch een stiefkindje.

Automatische bio-akoestiek is voor vleermuizen heel interessant. Je hebt specifieke kennis nodig, meeste mensen slapen en je moet je sociale leven op geven tijdens de vleermuisperiode. Zeker voor die citizen science. Er zijn te weinig vrijwilligers om dit goed te doen op traditionele methode. Hier ook dat ik waarschijnlijk een ecologisch bureau ermee gaat werken. Hiermee neem je in ieder geval niet te veel mensen hun hobby af. Dit is met vogels juist wel zo. Dan is zo een apparaat alleen handig voor afgelegen gebieden en dat zijn er niet zo veel. Hier kan je trouwens ook 1 iemand een x aantal ochtenden doorheen laten lopen en dan heb je genoeg data om je beheer erop aan te passen. Het sjouwen van kastjes kost waarschijnlijk net zoveel tijd. Daarbij moet je nesten weten, niet de roepende vogels. Voor toegepast onderzoek heel mooie techniek maar voor inventarisatie weinig toevoeging.

eDNA is heel interessant voor visinventarisaties, veel diervriendelijker ook. Maar ook hier veel minder binding met de bewoners. Data is heel onpersoonlijk, veel minder grijpbaar.

Ik vraag mij af of er veel financiële winst te behalen is met de nieuwe technieken. De offerte van bureaus zullen waarschijnlijk niet zo snel achteruit gaan.

Punten uit interview met Martijn van Schie 20-07-2015

Boswachter natuurmonumenten van Nieuwkoop en Delftland. Ik ben verantwoordelijk voor de kwaliteit van het natuurbeheer. Met monitoring hou ik in de gaten hoe het gaat met het gebied en verzorg ik alle kwaliteitstoetsen. Elke 6 jaar toetsen we elke gebied om de kwaliteit te checken. Als kwaliteit tegen valt of er zijn problemen ga ik daarmee aan de slag om het op te lossen.

Er zijn plusminus 30 vrijwilligers die actief inzetbaar zijn. Dit is voldoende voor de soortgroepen die wij doen. Van alle broedvogeltellingen wordt 90% met vrijwilligers gedaan. De dagvlindermonitoring van Delftland gaat sinds dit jaar in zijn geheel door vrijwilligers. Hierdoor is voor SNL monitoringseisen voor 2015 en 2016 nog professionele inzet nodig. Alleen de flora is lastig te dekken door vrijwilligers. Er is veel vegetatiewerk en relatief weinig vrijwilligers. De volledige 6 jarige monitoring van flora voor SNL wordt uitbesteed. Monitoring van otters in het gebied gaat via Stichting zoogdierwerkgroep Zuid Holland, dit is dus volledig vrijwillig. Kleine zoogdieren doe ik zelf samen met studenten. Daar valt het onder een onderzoek maar de data is niet anders. Als er verder geen vrijwilligers beschikbaar zijn en er is een budgetje beschikbaar dan worden externe bureaus ingehuurd. Het liefst monitor je jaarlijks alles maar dit is niet mogelijk zo hebben we een rouleringssysteem en hiermee is de broedvogelmonitoring eens in de 3 jaar helemaal gedaan. Dit is ruim voldoende (6 jaar voor SNL).

De vrijwilligers leveren voldoende en kwalitatief goede data op voor de SNL. Gelukkig maar want er komt niet genoeg SNL subsidie binnen om alles uit te besteden. De rapportage wordt soms ook door een vrijwilliger gedaan. Als hij/zij een aantoonbaar goede CV heeft dan kan dat. Qua vrijwilligers streven we een bepaalde kwaliteit na, bij twijfel gaan we niet meer verder met diegene. Vergrijzing is in potentie een probleem bij vrijwilligers maar binnen monitoringwerk valt het erg mee. Regelmatig jonge mensen die zich aanmelden.

Politiek beladen monitoringwerk doen we als beheerders het liefst zelf. Vrijwilligers willen soms niet dat hun data wordt gebruikt voor de jacht bijvoorbeeld.

Wij faciliteren PGO's voor hun NEM meetnetten maar voor onze SNL en beheersvraagstukken kunnen we weinig met die data. Wel maak ik soms gebruik van diezelfde vrijwilligers voor eigen projecten.

Het maatschappelijke draagvlak van een gebied is erg belangrijk. Dus vrijwilligers zullen nooit verdwijnen. Al is er genoeg geld om alles uit te besteden, de vrijwilligers blijven belangrijk.

Daarnaast wordt ook veel gebruik gemaakt van de NDFF data.

Binnen de Flora- en Faunawet is totaal geen ruimte voor beheer. Vandaar dat we veel gebruikmaken van gedragscodes. Als je binnen de gedragscodes blijft dan mag je juridisch gedekt handelen. Dit geldt dus alleen voor het regulier en steeds terugkomende beheerstaken.

De nieuwe technieken zijn prachtig maar je voor reguliere monitoring is het belangrijk niet teveel en te snel te innoveren. Protocollen moeten gevolgd worden en als de vorm van monitoring regelmatig veranderd dan ga je appels met peren vergelijken. Maar ik zie ook wel dat er dingen gebeuren die het leven makkelijker maken, betrouwbaarder data leveren en minder verstoren.

Als er budget is dan ben ik vrij om naar nieuwe innovatieve projecten te kijken. Binnen een paar duizend euro lukt vaak wel maar toch kijk ik eerst of het extern geregeld kan worden.

Voor SNL hoeven je geen vleermuizen te monitoren en voor de flora en faunawet heb ik meestal genoeg aan een scan van een vrijwilliger. Een batlogger zie ik eerder in toegepast onderzoek naar migratieroutes bijvoorbeeld en dat zou ik uitbesteden.

Een vraagstuk voor ons is hoeveel kokmeeuwen we in ons gebied hebben. En hiervoor heb ik een drone aangeschaft. Die paste binnen het budget (1100). Dit jaar een test gedaan en er was totaal geen verstoring. Volgens de wet mag ik het niet zelf doen en geef ik ook geen opdracht uit maar leggen we het neer bij een vrijwilliger die wij toestemming geven. Dan mag het wel. Voor ons gebied zie ik drones als meest potentiële nieuwe techniek.

De vrij verkrijgbare luchtfoto's (PDOK) zijn voor de Nieuwkoopse plassen meer dan genoeg. Hier hoeft niet extra met een drone te worden gevlogen. Bij grote projecten kan je luchtfoto's altijd begroten, en hoe er dan wordt gevlogen maakt ons niet uit. Als drones dan het best passen bij het project, prima.

eDNA heeft bij ons nog geen toegevoegde waarde. We hebben al zeeën van data van muizen (waterspitsmuis en Noordse woelmuis). En eDNA is alleen om aan te tonen dat een soort er zit of niet. Dat weten we al. Nieuwe dingen die we willen weten zijn hoeveel er zitten en waar ze jongen krijgen. Voor specifieke vragen zoals 'in welke poel zit deze soort' is het perfect. Maar hier hebben er we niks aan. Je kan er altijd wel een vraag mee beantwoorden maar je moet de urgentie van de vraag inzien. Voor libellen heb ik een hoop data, die ik over een landschapsstructurenkaart, een hydrologische gradiëntenkaart en een mesoflorakaart kan leggen en dan zie ik allemaal mooie relaties. eDNA kan er in mijn ogen niks aan toevoegen.

Waterschappen kunnen er hun vissoorten mee monitoren en daar zou het perfect voor kunnen zijn. Maar de vraagstukken als; hoeveel kg per ha zit er? Wat is de leeftijdsclassieverdeling? etc kunnen nog niet met eDNA. Mochten ze moeten bezuinigen dan zie ik wel gebeuren dat ze die vraagstukken laten vallen en genoeg hebben aan een soortenlijst.

Sprinkhaanmonitoring zou mooi kunnen met een automatische bio-akoestiek detector bij ons. Omdat we hier geen vrijwilligers voor hebben. Hoe dit in de praktijk dan moet is dan nog de vraag. Per perceel kijken of er moeras sprinkhanen voorkomen of niet, je zal toch dat kastje moeten versjouwen. De vraag is of het dan niet makkelijker is een kenner de percelen een keer af te laten gaan.

Punten uit interview met Tim Termaat 22-07-2015

Projectmanager bij de Vlinderstichting. Mijn bezigheden richten zich vooral op de libellen.

Jelger Herder van Ravon kwam bij mij met de vraag of eDNA niet iets voor libellen zou zijn. Omdat het een totaal ander verhaal is dan met vissen had ik er nooit naar gekeken. Omdat het mogelijk iets zou kunnen toevoegen aan het landelijk meetnet libellen (aantal ontwikkeling en verspreiding belangrijke taak en nieuwe methodes als ze iets kunnen toevoegen horen daarbij) toch met enige scepsis een onderzoek gestart.

Gericht op de Groene Glazenmaker (deze soort omdat deze zich voortplant in agrarische gebieden met sloten die regelmatig worden geschoond, dus problemen met flora en faunawet/KRW. Een snelle eDNA test zou dit veel werk (en dus ook geld) schelen. Een trefkans van >90% zou dan ideaal zijn) en de Gevlekte witsnuitlibel (zelfde verhaal in mindere mate) is een pilot gestart. De primers zijn ontwikkeld door Spygen en gevalideerd in het lab op weefsels. Zelf met dit onderzoek testen in het veld. Resultaat was veel beter dan verwacht; 9 plekken waar Groene Glazenmaker hoort te zitten werd ie 7 keer geregistreerd (78%) en 8 plekken waar Gevlekte Witsnuitlibel hoort te zitten werd ie 6 keer geregistreerd (75%). Geen 100% maar minstens net zo goed (al dan niet beter) als wanneer met het oog wordt geïnventariseerd. Voor eerste test heel goed, want er is ruimte voor verbetering.

Manier van monstren kan voor verbetering zorgen, maar is concurrentiegevoelige informatie. Ook een filterbemonstering is getest maar omdat er geen juiste buffervloeistof is gebruikt was dat geen succes. In andere onderzoeken met buffervloeistof wel een succes dus waarom voor libellen niet.

Een ander punt hoe trefkans kan worden verhoogt is het moment van monstren. Reden genoeg om te denken dat het over het jaar verschilt. Onderzoekresultaten waren heel random dus we konden in ieder geval zeggen dat het niet uit maakt wanneer je in het jaar monstert (kan groot voordeel zijn). Maar de onverklaarbare gaten laten zien dat we nog niet goed grip hebben op de techniek en moet verder worden onderzocht.

Ondanks dat de voordelen:

17 augustus
2015

- Trefkans vergelijkbaar als zelfs hoger dan eenmalig veldbezoek
- Hele jaar bemonsteren
- Kans op vals positief is (bij juist werken) zeer klein, dus als je hem detecteert zit ie er
- Als je hem detecteert heeft ie zich voortgeplant in dat waterlichaam
- Voor goede inventarisatie moet je minimaal 3 a 4 rondes doen, met NGS kan het met 1 kort bezoek klaar zijn

Vals negatief wil je zo veel mogelijk voorkomen en dit is bij de huidige eDNA methode dus nog wel een probleem met libellen. Dit vereist verfijning van de methode.

Voor andere soorten dan de wettelijk beschermde soorten is maar de vraag of je er belang bij hebt er primers voor te hebben. Is namelijk niet goedkoop, het ontwikkelen van een primer (schatting van 10.000). Als die er wel is dan is het een goedkope methode.

Binnen West-Europa zou één goed geverifieerde primer genoeg moeten zijn. Zo dicht mogelijk bij de bron is ideaal.

De SNL-metsoorten zouden een ander punt zijn waar beheerders iets mee kunnen. Maar dit zijn 10-tallen soorten dus nog erg duur. Maar sinds de nieuwe SNL regeling investeren sommige natuurbeheerders (Staatsbosbeheer) veel geld in de monitoring dus misschien is het straks kostenbesparend met eDNA te werken. Niet alle beheerders gebruiken hier vrijwilligers voor. Een soortenlijst vanuit NGS is dan waarschijnlijk de kant die het op gaat. Nu nog erg duur en vereist veel computerkracht, maar steeds beter inzetbaar. Deze techniek wordt nu getest bij Spygen. Voor gewervelde soorten lukt dit al goed.

Grote gebieden zijn niet te doen met vrijwilligers (elk 100 bij 100 meter vlak onderzoeken). SNL-monitoring van Drentse Aa is zo een voorbeeld. Hier moet een ecologisch adviesbureau constant mee bezig zijn.

Er zijn jaarlijkse monitoringopdrachten en dan is het interessant of het efficiënter kan.

De juiste vrijwilliger met vakkennis of een ecooloog moet de bemonstering doen. Er is enige ecologische knowhow vereist voor de bemonstering. Zeker voor soorten met lage dichtheid zoals libellen.

Ravon kiest voor Spygen omdat zij tevreden zijn met de samenwerking en het zeer wetenschappelijk benaderen. Dit is bij andere bedrijven niet altijd het geval, deze willen soms te snel de markt op met een nieuwe primer of techniek.

Vrijwilligers zijn te belangrijk en zijn de oren en ogen in het veld. Ik zie eDNA eerder als een vervanging voor professionele vromen van inventarisaties. Beheerders kunnen dit in theorie snel zelf. Van een SNL monitoring opdracht van een ecologisch adviesbureau krijg je ook vaak alleen een soortenlijst.

Ook als backupsysteem zie ik eDNA als goede methode. Mochten vrijwilligers twijfelen kunnen ze een monster nemen. En voor heel moeilijk vindbare soorten is het ook een uitkomst (grote modderkruiper).

EDNA duurzaam omdat habitat minder wordt betreden. In hoeverre labwerk duurzaam is weet ik niet.

Toekomstbeeld van detectie meteen in het veld heeft weinig toegevoegde waarde, naast tijd misschien.

Punten uit interview met Kees van Bochove 22-07-2015

Oprichter Datura

Ik doe nog inventarisatieopdrachten bij voor natuurbeheerders, maar de focus ligt nu echt op het DNA werk. Via Naturalis kreeg ik de ruimte om met eDNA te werken. Dit is nu een groot project met 2 PhD's maar nu zelf verder met Datura. Veel bezig met het ontwerpen van primers.

Ik krijg opdrachten vanuit veel hoeken. Rijkswaterstaat die soortenlijsten wil kunnen maken van vispopulaties (een mogelijkheid in de toekomst voor de KRW visstand monitoring). Keutels, kikkervisjes, vis van vishandelaren die er graag met DNA-analyse achter komen om welke soorten het gaat. Verder kwam ik er tijdens het maken van een referentiedatabase van de kleine modderkruiper achter dat er meerdere soorten in Nederland voorkomen, dit is nu een leuke opdracht voor erbij die ik samen met Ravon uitvoer.

Wat Spygen doet kan ik zelf in het lab van Naturalis ook. Dit lab is heel goed geschikt waar ook heel schoon wordt gewerkt. Ik test zelf ook altijd op vals negatief en vals positief. Vals positief zou in het lab kunnen ontstaan (je moet dus zo werken dat je 100% zeker weet dat dit niet gebeurt). Daarnaast kan dat natuurlijk in het veld ontstaan. Bijvoorbeeld door stroming. In de praktijk lijkt dit echter niet te gebeuren, al kun je dat nooit 100% zeker weten (hebben we kunnen testen door monsters te nemen op locaties waar de doelsoorten niet voorkomen, terwijl ze in nabij gelegen wateren wel voorkomen). Je kan detectiekansen vaststellen maar je weet nooit 100% dat een vals negatief een vals negatief is maar dat weet je bij andere technieken ook niet. Ik werk momenteel alleen en heb dus een lage overhead. Primers laten maken bij een bedrijf met een grote overhead is duur en dan kan 10.000 euro best kloppen. Mijn kosten zijn veel lager en dit jaar heb ik zelf 15 primers ontwikkeld. De stappen die ik zet om de primers te valideren komen overeen met wat Ravon verwacht.

We weten een bepaalde detectiekans (grote modderkruiper, 95%, vele malen hoger dan schepnet!!). Dan is het aan de opdrachtgever hoeveel samples hij wil. Ik wil hem er best in adviseren maar het is aan hem. De uiteindelijke conclusie van de resultaten ligt ook bij de opdrachtgever. Een combi eDNA én vissen kan natuurlijk ook.

Met eDNA heb je voor de wetgever (Flora- en Faunawet) voldoende. Je hebt dan genoeg inspanning gedaan om aan te tonen of de soort er wel of niet zit. Kortom, voor een natuurbeheerder denk ik dat eDNA monitoring een meerwaarde kan hebben als je: Aanwezigheid van een

bepaalde soort op een groot oppervlak wil onderzoeken; De doelsoort lastig te inventariseren is; Inventarisatie van beschermde soorten (Flora-en faunawet). Echter werken natuurbeheerders vaak volgens gedragscodes waardoor inventarisatie vaak niet verplicht is.

VB. In een gebied wordt heel incidenteel een grote modderkruiper gevangen door vrijwilligers. Hij zit er wel maar hij wordt zo weinig gevangen dat we niet echt een beeld hebben waar die zit. Zou e-dna wel een optie zijn? (opdracht vanuit Staatsbosbeheer). De vrijwilligers kwamen met die vraag bij Staatsbosbeheer en zij wilde meewerken. Er moeten meer grote modderkruipers zijn maar het lukt ons niet om ze te vangen, help ons. 40 samples in de hoekse waard. En daar kwamen best een aantal sloten uit waar ie zat. En op de plekken met heel veel DNA, is ook gevestigd en daar werd ie ook gevangen! Staatsbosbeheer vond dat zelf ook leuk en wilde daar graag aan meewerken en financieren. Inrichting kan er nu op worden aangepast.

Dit is de enige keer dat een natuurbeheerder met een opdracht kwam. De opdrachten die binnenkomen zijn vooral van moderne innovatieve bureaus die er iets mee willen. Het nut van eDNA is nog niet zo duidelijk bij beheerders, hier zou ik meer tijd in moeten stoppen want mogelijkheden liggen er zeker. Het is nieuw en spannend, laat iemand anders de eerste stappen maar nemen. Voor bijzondere of wettelijk beschermde soorten worden nu vooral primers ontwikkeld. Anders is een soortenlijst via NGS een optie. Voor beheerders is het vooral handig als het niet voor een vrijwilliger te behappen is maar toch wil weten hoe verschillende soorten verspreid zijn. Zeker met lage dichtheden waar je als beheerder ook geïnteresseerd in bent. Voor makkelijk te inventariseren soort moet ie vooral de vrijwilliger gebruiken.

Primers kunnen worden besteld en kosten heel weinig (2 euro voor een primer voor 10tallen runs) Probes zijn wel een stuk duurder. Maar voor NGS heb je genoeg aan een universele primer voor PCR. Het is goedkoper om naar losse soorten te kijken als je naar 1-3 soorten kijkt. Wil je meer soorten dan is NGS al gauw goedkoper.

Ingenieursbureaus kost het altijd geld om iets te inventariseren (geen gedragscodes of vrijwilligers) dus die zullen eerder naar dit soort technieken stappen.

Je kan het monstern prima door een beetje ecologie-minded vrijwilliger laten doen. Zo ingewikkeld is het niet.

eDNA wordt nu voornamelijk als back-up check gebruikt. Dus het zal niet snel het huidige monitoringwerk vervangen. Bij twijfel wordt een eDNA monster genomen. Ik verwacht wel dat er steeds meer bureaus het precies andersom gaan aanpakken. Eerst testen met eDNA of er überhaupt één van de doelsoorten voorkomen. Mocht een soort daar dan inderdaad aangetoond worden, kan vervolgens in het veld een poging gedaan worden om nader te onderzoeken hoe groot de populatie is, en hoe het onderzoeksgebied gebruikt wordt door de betreffende soort. Daarnaast zijn PGO's en natuurbeheerders te afhankelijk van vrijwilligers om ze aan de kant te schuiven voor een techniek als eDNA.

Voor soortenlijsten gebruik ik NGS systemen zelf al. Dit werkt heel goed! De universele primers werken voor 60 vissoorten en paar amfibieën al goed. Maar het moet nog wel goed worden getest in veldsituaties. En daar ben ik nu mee bezig. De verwachting is dat er geen problemen zijn. Volgend jaar of eind volgend jaar al grootschalig aanbieden. Vooral gebruik voor KRW vismonitoring en Flora- en faunawet inventarisaties.

Vissen vallen buiten de SNL. Aquatische ecologie valt bijna in z'n geheel buiten de SNL omdat daar alleen naar terrestrische soorten wordt gekeken. Alleen waterschappen kijken dan nog veel naar aquatische soorten voor KRW. Voor SNL weinig kansen, misschien libellen maar verder niet. Maar voor SNL wordt er nooit met schepnet geschept voor libellen. Amfibieën en vissen worden niet voor SNL meegenomen. Ik kan me wel voorstellen dat het voor libellen een meerwaarde kan hebben omdat je daarmee de aanwezigheid van larven in het water kunt aantonen: en dus zeker weet dat de gedetecteerde soorten zich daar ook voortplanten. Een libel die waargenomen wordt bij een waterlichaam hoeft zich daar niet perse ook voort te planten.

Specifiek habitat herstel voor een (beschermde, moeilijk inventariseerbare) doelsoort kan perfect met eDNA worden gemonitord. Maar dan wordt het onderdeel van het life+/natura 2000 begroting.

Minisoortenlijsten lukken met max 3 a 4 soorten uit 1 monster. Afhankelijk van het soort licht van de primer en probe kan je zien welke soorten er zitten. Dit kan iets zijn voor bijvoorbeeld combi grote modderkruiper, kleine modderkruiper en bittervoorn.

Bodemmonsters heb ik mezelf niet zo mee bezig gehouden. In de tropen schijnt het een goede methode te zijn omdat het daar heel lastig te inventariseren is. Op schimmels, vissen, amfibieën, keutels werkt het goed. Vb. Heel veel tijd gestopt om de noordse woelmuis te vangen. Terwijl de keutels van het dier om en op de val lagen. Was eyeopener hoe efficiënt de techniek kan zijn. Insecten laten door hun chitine schild weinig DNA achter. En blijken daarom in het veld nog lastig met eDNA te identificeren. Bij twijfel van determinatie van muizen (soms erg lastig, vroeger nek om draaien en tanden kijken) nu kan je met een speekselswap of anusswap ook die determinatie verifiëren. Dus weer die back-upcheck! Maar mag je niet eruit trekken (wet op dierproeven).

Besmetting is een issue bij hele lage dichtheden eDNA. Bij uitwerpselen of weefsel is dit veel minder een punt, bij vissen en amfibieën zijn de kansen al groter maar bij insecten die weinig DNA kwijtraken kan het in theorie een probleem zijn. In die keutel zit zoveel DNA dat eventuele besmettingen totaal wegvallen. Hoe dan ook is de kans van besmetting enorm klein als je bij bemonstering je gezonde verstand gebruikt. Een test met een boot die een rivier af vaart en om de zoveel meter een monster namen bleek dat er geen vals positieven op zaten. Dit terwijl in theorie de boot onder DNA van de vissoort moest zitten. Vals positieve kunnen best ontstaan in eDNA (doe je alles aan om te voorkomen) maar tijdens andere methodes zijn vals positieven niet heel aannemelijk, hoogstens bij determinatiefouten. Het is in de praktijk niet zo een probleem (eigen ervaring) maar filosofisch zou het best een issue zijn. Je kunt namelijk alleen aannemelijk maken van dat vals positieve niet plaats vinden. Maar je kunt nooit bewijzen dat het niet gebeurt, want je kunt iets wat niet gebeurt niet waarnemen. Ook dieren veroorzaken contaminatie (eten ergens, poepen ergens anders) maar dit zijn allemaal dingen die je gewoon met je conclusie moet meenemen!

17 augustus
2015

Globale verspreiding is prima met vrijwilligers te doen. En als dat genoeg is is dat prima. Dan heb je geen e-dna nodig. Maar wil je per perceel weten of ie er wel of niet zit, dan liggen er kansen voor e-dna. Natuurbeheerders hebben niet zo snel te maken met het vaststellen of beschermde soorten voorkomen ergens. Dat ligt veel meer bij ecologische adviesbureaus.

Ik lever een protocol waar allemaal mogelijke besmettingen staat beschreven en waar je op moet letten. De eindverantwoordelijkheid ligt bij de beheerder zelf. In de praktijk blijkt dat de beheerders het zelf willen doen. Onderzoek: misschien handig voor jou. Kamsalamanders groot Brittannië. 200 vijvers monstereken om te kijken of het lukte met schepnet en daarna met e-dna door vrijwilliger. Detectiekans was 99%! Daar ging dat prima. 20 is standaard aantal sub-monsters. (mengmonster) Dus dan wordt het niet zo duur. Erg vraagafhankelijk.

Met filters heb je veel hogere detectiekansen. Ik ben zelf aan het kijken hoe dit het beste kan worden toegepast. Je zit namelijk met de doorlaatbaarheid van het filter. In de toekomst zou ik ook graag zien dat opdrachtgevers zelf gaan filteren. Voor planten moet het ook goed werken, los plantmateriaal opvangen. Floron is daar nu meer aan het testen.

Zelf ook veel onderzoek wat de effecten zijn van verschillende parameters PH, voedselrijkdom etc. op de detectiekans. Moment van monstereken op mossels ook onderzocht. Door al die parameters is kwantificeren erg lastig. Tijdens een test lukte dit goed, maar dat gaat dan over 1 type sloot. Voor iedere habitat en soort moet je dat apart testen. Precies kwantificeren zal niet zozeer als toepassing. Maar voor monitoring kan een indicatie worden gegeven of de concentratie omlaag of omhoog gaat. Achtergrondkennis is nog veel te winnen. Daar wil Datura ook graag bij helpen. Veel focus op detectiekans vergroten. En dat ook specificeren per soortgroepen. Dus hoe pas je je sampling methode aan op de soort.

Het kwantificeren blijft een moeilijk punt bij eDNA.

Wat beheerders zeggen: water zit aaneengeschakeld. Dat kan je nog redelijk goed valideren, door experimenteel in het veld te kijken. Als het water niet echt stroomt kan dat prima. Als je ergens niks vangt testen of je hem met andere methode ook niet vangt. Vb. serie sloten getest en er was 1 sloot waar de soort niet werd gedetecteerd en ook niet gevangen. Dit bevestigde wel dat ondanks aaneengeschakeld en in 1 relatief klein gebied hebben we ze toch niet gedetecteerd.

Ik garandeer een verwerkingstijd van monster tot uitslag van een maand voor een simpele eDNA detectie. Het kan in een dag maar ik spaar ze op. Met soortenlijsten in NGS kan het zo 3 maanden duren. NGS is duur, kan zo 2000 euro per run zijn. Maar daar kan je veel sets in 1 keer op zetten. Daarom duurt het vaak langer. Ik besteed het net zoals Spygen uit omdat zo een apparaat niet te betalen is. Macrofen of Baseclear doen dat in Nederland en zijn erin gespecialiseerd.

Op dit moment zie ik niet veel andere bedrijven die dit aanbieden. En ook weinig publicaties. Heb ook geen beeld hoe andere bedrijven het aanpakken. Ik wil wel graag veel publiceren over dit onderwerp. Dit is waarschijnlijk deels waarom ze vertrouwen in mij hebben en willen samenwerken. Topografisch is het een voordeel dat ik in Nederland zit en dat het tijd scheelt tussen monstereken en analyse. Conserveren gaat goed, maar in de praktijk wil je het zo snel mogelijk. Ik gebruik een conserverende vloeistof die ook lysis veroorzaakt, wat ervoor zorgt dat de DNA uit de cellen komt maar ook alles dood wat nog in het monster leeft. Hiermee neemt de hoeveelheid DNA dus toe naar mate je wat langer wacht.

Veel plastic en chemicaliën maar geen schade aan natuur. Voor ecosysteem is eDNA veel beter, maar in het lab veel plastic, niet duurzaam. Hergebruiken is geen optie voor eDNA. Duurzame plastics zijn er niet voor labwerk.

Iets waar we het eigenlijk niet over gehad hebben. Aan de hand van keutels kun je individuen herkennen (Microsatellieten/SNPs). Dit maakt het mogelijk om door uitwerpselen te zoeken heel nauwkeurig in kaart te brengen hoe groot een populatie is, wat de genetische diversiteit is, en hoe de populatiestructuur eruit ziet. Heeft een snelweg bijvoorbeeld beperkend effect op genetische uitwisseling? Dat kan wellicht interessant zijn voor natuurbeheerders!

Punten uit interview met SkeyeBV 23-07-2015

Jan van Liebergen: Business developer SkeyeBV
Pieter Franken: Managing director SkeyeBV
Menno van Zuijlen: Ecoloog Natuurmonumenten

Jan: SkeyeBV zag dat de Survey kant met drones groeide en is daar ingestapt en heeft als eerste ingezet op wet en regelgeving. SkeyeBV is de eerste die een bedrijfsomheffing heeft gekregen en is waarschijnlijk mede hierdoor op dit moment marktleider in Nederland en heeft projecten over de hele wereld.

Je hebt een vergunning nodig om bedrijfsmatig met een drone te mogen vliegen. Deze vergunning krijg je alleen wanneer je drones, piloten en organisatie zijn gekeurd en gecertificeerd. Deze trainingen, keuringen en certificeringen. Skeye heeft deze bij Euro USC gevolgd maar ze worden ook via het NLR in Amsterdam aangeboden.

Waar SkeyeBV zich voornamelijk mee bezig houdt zijn landmetingen, hoogtemodellen, terreinmodellen, orthofoto's, kortom het mappen van gebieden. Voor sommige projecten kan er zelfs boven en onderwater worden gemapped met hulp van zusterbedrijf DeepBV die onderwatermetingen kan uitvoeren.

Menno: Voor monitoringverplichtingen van de overheid moeten we vegetatiekarteringen uitvoeren. Hiervoor zijn goed georeferencierte foto's voor nodig. Deze zijn soms slecht beschikbaar voor ons, zeker wanneer ze actueel moeten zijn. PDOK heeft wel 10 cm luchtfoto's maar deze zijn officieel alleen beschikbaar voor overheidsinstellingen (Gemeentes, Staatsbosbeheer, etc.). Hier is wel aan te komen als tool

voor (overheids)monitoringverplichting. Vorig jaar was een vroeg voorjaar en was de vegetatie als goed te zien op de foto's die voor 1 april moeten zijn gevlogen. Dit is vaak niet het geval. Dit zijn false colour en 3 bandige foto's die natuurbeheerders ook nodig hebben.

In een los project met Hiview is Tiengemeten in de top van het groeiseizoen (augustus 2014) met een fixed wing drone gevlogen. Dit jaar wordt adhV deze foto's een vegetatiekaart gemaakt (met een goede kaart kan je zeggen; wat ik hier zie zit 20 meter verder ook. Je hoeft dan niet het hele vlak te zien). De vegetatiekarteringen worden vaak eens in de 12 tot 15 jaar gedaan. Het is te arbeidsintensief om vaker te doen. Rode lijstsoorten eens in de 6 jaar waar je soms ook een foto voor nodig kan hebben.

Wat opvalt in deze foto's zijn de kleurverschillen die waarschijnlijk door wisselende bewolking (4 dagen gevlogen) zijn ontstaan. Hiview heeft met 3 banden gevlogen maar SkeyeBV zou met 4 banden gaan vliegen (**Menno**: alleen maar mooi, beheerteams hebben soms moeite met de far-red foto's dan zijn RGB foto's erg handig)

Pieter: Het handigst is dan om met volle bewolking te vliegen, geen schaduwen of reflecties. Het gaat om de verschillen, het maakt niet uit of de hele kaart donkerder of lichter is. Het is waarschijnlijk goed om een combi te maken van far-red en RGB foto's omdat structuren en gebouwen beter te herkennen zijn. Je mag geen verschil hebben in je RGB en far-red foto's dus deze zullen tegelijk moeten worden gemaakt (2 camera's op 1 drone).

Menno: De nauwkeurigheid van georeferentie voor natuurbeheer is niet zo hoog. Als op pc met inzoomen nog steeds met het oog op elkaar ligt is voldoende.

Pieter: Voor mapping moeten foto's 60% overlappen dus als je te laag vliegt met een fixed wing is dat dus niet mogelijk. Dan moet er gekozen worden voor een multicopter. Door die 60% kan er met wind ook gevlogen worden. Dit wordt allemaal gecorrigeerd.

Voordelen van het gebruik van drones voor dit werk moeten zijn:

- Vrije keuze van vliegmoment
- Relatief last minute bepalen of je gaat vliegen of niet
- Alleen toestemming van landeigenaar nodig
- Onder wolken door vliegen
- Ook betaalbaar voor relatief kleine gebieden (dagprijs)
- Laagvliegverbod door defensie vaak geen probleem
- Zeer hoge resolutie. Mogelijk 10 cm is goed genoeg voor vegetatiekarteringen maar voor specifieke projecten is lager beter (laag vliegen)

Nadelen

- Beperkte range, groot gebied gaat langzamer (simpel omgerekend van Tiengemeten, 300 ha per dag)
- Relatief duur voor grote gebieden

Wet en regelgeving:

- Bedrijfsomheffing nodig
- 120 meter hoog is de max
- Alleen toestemming van landeigenaar en ander laagvliegverkeer in een gebied (defensie)
- 2 dagen van tevoren andere luchtvaartgebruikers berichten dat je gaat vliegen
- Rondom vliegvelden, boven stedelijk gebied (aaneengeschaalde bebouwing) en snelwegen mag nog niet gevlogen worden.
- Niet boven menselijke activiteit vliegen

Als de opdracht er naar vraagt dan kan SkeyeBV ook met vliegtuigfoto's werken. Gebied ter grootte van Tiengemeten wordt ook wel eens met vliegtuig gevlogen. 10 cm is dan ook goed te doen.

Menno: Het maakt de beheerder niet uit hoe er gevlogen wordt. Als het maar levert wat er wordt gevraagd voor de beste prijs. Voor projecten met een groter budget, bijvoorbeeld Life+ projecten met budget uit Brussel, verwacht ik de grootste vraag. De PDOK foto's worden door beheerders gebruikt omdat ze voor ons gratis beschikbaar zijn ondanks niet ideale kwaliteit.

SkeyeBV kan een opdracht vanuit natuurbeheer meteen oppakken. De materialen en kennis is aanwezig om te leveren wat beheerders verwachten. Combi met hoogtekarten is mogelijk.

Tussen vlucht en far-red kaart zit ongeveer 2 weken. Gewone RGB een paar dagen. Hiview was ook 2 a 3 weken bezig.

Toekomst

- Multispectraal. Zo kunnen beheersmaatregelen preciezer worden gekozen. (vb. Hoe diep kwel zit kan dan worden gezien. Het kan besparend werken als je dan weet waar je wel of niet moet graven). Helaas nog lage pixel grootte (ongeveer 25 cm). Wordt momenteel onderzoek naar gedaan door Alterra.
- Beeldherkenning: Binnen skeyebv en Menno heel sceptisch maar is wel droombeeld voor beheerders. Universiteiten zijn al jaren bezig om het voor elkaar te krijgen maar het lukt maar niet.

Punten uit gesprek/mail Marcel Schillemans 28-07-2015

Projectleider bij de Zoogdiervereeniging (ZV) en voornamelijk gericht op de soortgroep vleermuizen. De ZV probeert kennis uit de wetenschap toepasbaar (dummy proof) te maken voor de mogelijke gebruikers. Ze proberen de schakel tussen het wetenschappelijke onderzoek en de praktijk te zijn. De ZV heeft ook als eerste in Nederland tests en pilots gedaan naar de toepasbaarheid van batloggers. Marcel heeft gewerkt aan veel van deze projecten en kan daarom een hoop vertellen over deze nieuwe techniek.

Door de relatief nieuwe techniek worden er verschillende namen gebruikt: Automatische Bioakoestiek herkenning/ Digital mistnetting/ Batlogging / Bioacoustic monitoring / etc. Wordt allemaal hetzelfde mee bedoelt.

Vleermuizen zijn voor onderzoek en monitoring zeer interessant. Dus ook voor beleidmakers binnen de natuur erg belangrijk.

- De soortenrijkdom is vrij hoog (21 soorten in Nederland)
- Ze zijn zeer divers en gespecialiseerd (in bepaalde mate iets kunnen zeggen over voedselbron en de natuurlijke ontwikkeling van bepaald habitat)
- Toppredator dus zeer geschikt als indicatorsoort voor de algehele biodiversiteit en biomassaproductie (veel vleermuizen – veel insecten – veel secundaire/primaire productie – gezond ecosysteem)
- Mocht door onvoldoende kennis van een gebied en slecht beleid een hele broedkolonie worden vernietigd dan duurt het door de trage voortplantingssnelheid heel lang tot de populatie weer een evenwicht heeft gevonden.

Alle vleermuizen zijn beschermd volgens de Europese habitatrichtlijnen. En mag dus volgens de wet niet worden verstoord. Vleermuizen worden nog niet of nauwelijks gebruikt binnen de SNL monitoring maar daar wordt nu naar gekeken door de ZV. Vleermuizen zijn geen typische of aangewezen soorten dus zitten niet in Natura 2000.

Projecten in Utrecht, Wieden en Wageningen waren een succes. Mede door de mooie resultaten maar ook door de positieve uitrol van de Citizen science (binding en draagvlak creëren voor natuur)

Voordelen van Batlogging:

- Detectiekans is veel hoger
 - Je pikt zelfs de kortste tikken op die bij menselijke interpretatie zou kunnen worden gemist. (hoge trefkans voor soorten die kort aanwezig zijn)
 - Bij meerdere soorten die door elkaar heen vliegen haalt de batlogger ze los van elkaar eruit.
- Opnames kunnen later nog worden gecheckt (een bewijs) of worden gebruikt voor andere vraagstukken
- Meer opnames, met GPS, temperatuur, tijdstip, decibellen etc. Dan met losse vrijwilligers.
- Het analyseprogramma BatExplorer is gratis
- Geaccepteerd door vele partijen. Zowel in binnen en buitenland vanuit wetenschappelijke als ook toegepaste hoek. Een van de vleermuisdeskundige van Europa, Herman Limpens (2^e bij Edgar Donckerprijs 2013, voor inzet vleermuisbescherming en onderzoek naar vleermuisgeluiden) staat helemaal achter dit systeem.

Nadelen:

- Het is een investering (+2000 euro per apparaat die +- 5 jaar mee gaat en een cursus 450 euro per persoon)
- Er moet een cursus worden gevolgd om het analyseprogramma succesvol te kunnen gebruiken. Kan bij ZV en richt zich vooral op de eigenschappen van vleermuisgeluiden en hoe dat terug te zien is in software.
- Je ontleent de vrijwilliger in zekere zin het plezier van in het moment soorten ontdekken.
- De NDFF is nog niet afgestemd op deze vorm van data. Waarnemingen kunnen er heen maar gebeurd nog niet structureel.

Methodes:

- Hopping: Punttelling (pointtransect) en de methode is in die zin niet anders dan huidige punttellingen door vrijwilligers uit de hand. Hiermee kan aan of afwezigheid van soorten in kaart worden gebracht. Hoe meer punten hoe groter het gebied en dan kunnen verschillen per locatie worden gezien.
 - Voordelen
 - De batlogger kan zeer lange tijd blijven werken (batterijduur en geheugenkaart zijn limiterend)
 - Groot gebied efficiënt in kaart met heel veel data en relatief weinig werk (je kunt zelf gaan slapen)
 - Kan gebruikt worden om binding en draagvlak te creëren. (volledig bij vrijwilligers onderbrengen is nog lastig, voornamelijk door analyse)
 - Nadelen
 - Je inventariseert alleen 1 punt (1 habitat). Je zal dus of meerdere batloggers moeten gebruiken of onderzoek over langere periode trekken.
 - Kwantificeren erg lastig (zelfde individu kan honderden keren zijn geregistreerd)
- Wandel/fiets/autotranssect: Je inventariseert in 1 avond groot gebied (NEM-VZZ: auto tot 30 km2) met verschillende biotopen. In principe niet anders dan oude methode vanuit de hand. Ook aan of afwezigheid maar ook vorm van kwantificeren mogelijk. Daarnaast per biotoop iets kunnen zeggen.
 - Voordelen
 - Kan soorten die gehecht zijn aan bepaalde biotopen ook registreren (die mogelijk worden gemist bij punttelling)
 - Kwantificeren kan tot bepaalde hoogte. Vooral een indicatie. Groei of krimp in populatiegrootte kan na meerdere jaren worden aangegeven.
 - Is al volledig geaccepteerd en in gebruik voor in de NEM. Protocollen zijn aanwezig. Methode is dus goedgekeurd.
 - In +- 3 a 4 uur heb je resultaten (route lopen/rijden + analyse)

- Nadelen
 - Je moet er mensen voor op pad sturen op soms nare tijden.
 - Zorgt niet echt voor binding en draagvlak.
- Grid van meerdere batloggers of routes die voor bepaalde periode opnames maken. Gebeurt al voor kleinere gebieden maar makkelijk op te schalen. Geeft zeer waardevolle informatie voor beheerders. Waar en wanneer zitten vleermuizen in dit biotoop (beheerschema aanpassen)

Veel bedrijven zitten in een ratrace voor het beste systeem en analyseprogramma. Het is wel belangrijk voor monitoring met zoveel mogelijk 1 systeem te werken. Momenteel is dat de Batlogger, maar die technieken ontwikkelen snel misschien is over een paar maanden een ander systeem het best. Dit maakt de interpretatie van trends lastiger.

Systemen: Over het algemeen zijn alle loggers van goede kwaliteit. Batlogger, Batscope, Anabat worden ook gebruikt door ons. Em3 is door ons ook getest en viel tegen, omdat de microfoons tegenvielen en voor vrijwilligers te ingewikkeld. Batlogger is momenteel qua gebruik en prijs/kwaliteit het best geschikt voor vrijwilligers. Anabat voor snelle resultaten en lage kosten maar mindere kwaliteit microfoon. Andere systemen vaak te duur om zelf aan te schaffen, hoewel de prijzen flink dalen.

Analyseprogramma's: batID, Sonarbat, wildlife acoustics, chiro sound, Batexplorer etc. In grote lijnen werken ze hetzelfde. Batexplorer wordt door ZV gebruikt door de openheid, gebruiksgemak, is gratis en omdat het programma aangeeft waarom ie voor bepaalde soort kiest (erg leerzaam). Deze moet dan door onderzoeker worden gecheckt en dus goed geverifieerd.

Voor batexplorer (helaas nog geen plug and play, dus je moet er kennis voor hebben) werkt het systeem zo dat de geluidscurve wordt getoetst aan (meestal 10) karakteristieken. Met hoe meer karakteristieken de vleermuis overeenkomt hoe zekerder de waarneming. Altijd een lijst van waarnemingen waar je niks mee kunt (vleermuis sp.). Een soort kan in verschillende habitatten verschillende geluiden produceren. Dit is allemaal in kaart gebracht en dus gedekt in het programma! De foutmarge zal snel minder worden door snelle ontwikkelingen. Straks bijna geen 'expert judgement' meer nodig.

Belangrijkste vraag uit beheer is vaak; welke soorten zitten hier? Dus gewoon een soortenlijst. Kan heel precies en accuraat met automatische batdetectoren. Daarnaast zijn met name vragen die raken aan dynamiek van een gebied (en dus om meer meetmomenten per jaar/seizoen vragen) vaak niet met bestaande data te beantwoorden.

Break-evenpoint is lastig te zeggen, vrijwilliger hoeft je maar 1 keer op te leiden en een apparaat koop je ongeveer iedere 5 jaar. Een ander bureau kan het ook maar betaal je jaarlijks een bedrag. Maar indruk is dat je het met de eerste optie je geld op termijn terug verdient. Er zijn partijen die de analyses voor je kunnen doen (goedkoop maar je weet niet hoe de analyse is gedaan en voor extra vragen moet je extra betalen). ZV kan het ook uitzoeken en dan krijg je een rapport met soorten en opvallende uitkomsten. En vervolgens een advies.

Beheerders kunnen gemakkelijk zien wat hun vleermuisrijke habitats zijn. Voor soortenlijst worden punttellingen geadviseerd en om beeld te krijgen van aantallen, kies dan voor wandel/fiets/auto transecten. (2 nachten voor een goede inventarisatie, +- 6 uur voor een gehele inventarisatie) Doe dit jaarlijks en monitoring is zeer waardevol en accuraat. Veel zuiverdere data dan vanuit de hand metingen.

Toekomstbeeld:

Totaal automatische herkenning, zonder menselijke inbreng (programma's kunnen dat nog niet, maar ontwikkeling gaat snel). Dan landelijk 'vleermuisnuffelpalen' (zoals nu luchtkwaliteit wordt gemeten) om een groot grid van punttellingen door het hele land. Kunnen gemakkelijk landelijke migratie, verspreiding en ontwikkeling laten zien.

Verder systemen die direct een soort geven tijdens het opnemen. Wildlife acoustics heeft een toepassing voor je mobiel maar de kwaliteit van microfoons is nog niet super. Die kant gaan we wel op of anders dat via internet de opnames direct naar een plek worden gestuurd waar ze meteen worden geïdentificeerd. Dus heb je gemeten en je komt thuis, dat je een soortenlijst hebt.

17 augustus
2015

Bijlage II: Ingevulde vragenlijsten

Hierbij zijn de ingevulde vragenlijsten in chronologische volgorde van ontvangst gegeven. De vragen zijn genummerd en de antwoorden cursief weergegeven. Ook hier is om dezelfde rede als bijlage I gekozen voor een klein lettertype.

Vragenlijst Jan van Til van Hiview 27-07-2015

1. Drones worden nog niet veel door natuurbeheerders ingezet. Helemaal niet voor regulier monitoringwerk. U bent wel in deze hoek gedoken om te zien of infrarood foto's, die normaal met bemande vliegtuigen worden genomen, met drones konden worden gemaakt. Hoe en wanneer ben u op het idee gekomen hier iets mee te doen?
*3 jaar geleden zijn we op het idee gekomen. Peter Droogers, Walter Immerzeel en ondergetekende.
M.n. mijn twee collega's hadden professioneel veel te maken met vegetatie-monitoringwerk dat tot dusver door satelliet waarneming en bemande vliegtuigen werd uitgevoerd.*
2. Ziet u veel kansen voor drones op het gebied van infrarood foto's voor vegetatiekartering kaarten?
Zeer zeker. Met NIR foto's kun je uitstekende info krijgen over droogte van gewassen, over gewas-stress en met wat meer moeite geeft het de mogelijkheid van vegetatie classificatie.
3. Als ik mensen spreek bij natuurbeheerders dat geven ze vaak aan dat het gaat om kostenbesparing. Er liggen ook kansen voor specifiek vliegen, tijdswinst voor kleine gebieden en het kunnen vliegen tijdens dichte bewolking. Wat zijn volgens u de voordelen van drones ten opzichte van bemande vliegtuigen voor dit werk?
Je noemt idd de juiste voordelen. Nog een voordeel: drones zijn flexibeler en sneller inzetbaar. Bedenk dat fotografie met drones niet per se in de plaats komt van b.v. bemande vluchten of satellietwaarneming. Het werkt ook goed om de verschillende mogelijkheden naast elkaar te gebruiken. Meer in-detail info van drones kan dan worden ge-upscaled naar methoden die weer meer geschikt zijn voor het fotograferen grote oppervlaktes.
4. Richt u zich op dezelfde kwaliteit (resolutie) als de bemande vliegtuig foto's? Welke resolutie is dat dan als ik vragen mag?
Opnamen met drones geven hogere resolutie, want er wordt lager bij de grond gevlogen. Wij kunnen opnames maken tot een resolutie van 0,5 cm/pixel. Om dat te bereiken moeten we wel laag vliegen: op een hoogte van 50 m.
5. Is er wet en regelgeving die het werk van u lastiger maken als we praten over dit soort foto's gemaakt met drones? Of bent u redelijk vrij om te doen wat u wilt omdat er toestemming is van de landeigenaar?
Wet- en regelgeving maakt het behoorlijk ingewikkeld. Ons bedrijf HiView is volledig gecertificeerd. Maar voordat we dat hadden bereikt hebben we ontzettend veel tijd en ook geld moeten investeren om te voldoen aan alle voorwaarden. Vooral het opzetten van een luchtvaartbedrijf waarbij ook hoort het schrijven van een Operations Manual en het ontwikkelen van een goede Safety Management is zeer bewerkelijk.
6. Ik heb de eerste foto's gezien die gemaakt zijn van Tiengemetten, er waren een paar kleine plekje's niet helemaal scherp en omdat het gebruik van drones langer duurt was er verschil te zien door lichtinval en weersomstandigheden. Over het geheel zag het er zeer bruikbaar uit. Was u tevreden over deze testvluchten en het resultaat?
Overall waren we wel tevreden maar niet met de missers als gevolg van de harde wind. We hadden veel wind op Tiengemetten. Intussen zijn we als bedrijf een jaar verder en hebben we geïnvesteerd in nieuwe apparatuur waardoor we nu betere foto's kunnen leveren en ook hardere wind aankunnen.
7. Hoe ziet u in de toekomst de drones of UAV's binnen natuurbeheer een plek krijgen?
Hetzelfde als voor de agrarische cultuur. Het verschaffen van overzichtsfoto's en de speciale technische fotografie toepassingen maken drones zeer nuttig en zijn in mijn ogen in de toekomst niet meer weg te denken.
8. Gaan beheerders (vrijwilligers) zelf met drones vliegen of zullen bedrijven als Hiview nodig blijven? En waarom?
Zolang de wet- en regelgeving zo streng is als momenteel zal het voor beheerders ondoenlijk zijn om zelf te gaan vliegen. Ook de financiële investeringen zijn groot voor kleinschalig gebruik. Ik denk dus dat de komende 10 jaar bedrijven als HiView zich hiermee verdienstelijk kunnen maken. Maar in de verre toekomst zal het anders worden. Dan zijn de drones ook zo ontwikkeld dat ze (nog) veel veiliger zijn waarmee er meer armslag komt voor de beheerders. Denk aan de ontwikkeling van Sense&Avoid techniek waardoor drones zelf obstakels kunnen mijden. Denk ook aan het oprichten van vliegcorridors wat mogelijk gemaakt zal worden door technologische verbetering in het bewaken van vluchtroutes van drones.
9. Remote sensing met behulp van steeds scherpere satellietfoto's begint ook steeds meer aandacht te krijgen. Als u hier een beetje zicht op heeft, ziet u die techniek binnenkort al zijn intrede maken bij natuurbeheerders? Waarom wel/niet?
Satellieten met hoge resolutie fotografie zijn voorlopig nog zeer duur en hebben als nadeel dat ze maar eens in de zoveel weken over komen vliegen, dus niet op elk gewenst moment. Bovendien zijn satellieten veel gevoeliger voor bewolking en andere klimatologische toestanden. Het is ook duidelijk dat satellieten voorlopig nooit de hoge resolutie van laagovervliegende drones zullen halen.
10. Mag ik u en uw bedrijf citeren en als bron gebruiken voor het eindrapport?
Ja prima.

Bedankt voor het invullen van deze vragenlijst.

Vragenlijst Jasja Dekker van Jasjevliegt.nl 28-07-2015

1. Ik zag orthofoto's op uw website staan. Ik neem aan dat je met een vlieger niet hele grote gebieden kunt bestrijken of valt dat wel mee? Wat is het oppervlakte wat ermee gefotografeerd kan worden?

Die is in principe oneindig. Je kunt lopen en stitchen, maar dat is niet altijd praktisch.

2. Een zware camera gaat waarschijnlijk ook lastig de lucht in dus u zal vast een go-pro achtige camera gebruiken. Wat is de range van resoluties die u kunt leveren?

Nee hoor, SLR kan ook. Ik maak nu foto's van 4000x3000 pixels.

3. Infra-rood en multispectraal is denk ik heel lastig voor aan een vlieger (te zwaar). Of zijn hier wel mogelijkheden?

Ja hoor, die heb je ook wel van lichtere uitvoering.

4. Zijn er naast wind andere punten waar rekening mee moet worden gehouden als je met een vlieger foto's maakt? Kan het gerefereerd worden en kunt u dat ook leveren?

Lichtval, hoek van wind. Ik lever ook wel geogerefereerde foto's of 3d pointclouds.

5. Voor welk soort foto's ziet u kansen bij het gebruik van vliegers? En dan specifiek voor natuurbeheerders?

Alle toepassingen waarvoor ook drones worden ingezet.

6. Hoe ziet u de meerwaarde van een vlieger boven een drone voor luchtfoto's?

Stiller, veel langere vliegtijd. Geen risico op crashes.

Mag ik u en uw bedrijfje citeren in het rapport?
Tuurlijk!

Bedankt voor het invullen van deze vragenlijst.

Vragenlijst Jelger Herder van Ravon 13-07-2015

1. Ravon is nu een aantal jaar bezig met e-dna. Wanneer zagen jullie bij Ravon dat hier grote kansen lagen voor jullie onderzoeken en wat was er voor die tijd nog niet mogelijk?

Op een Europees herpetologisch congres in Turkije (2009) werd de methode voor het eerst gepresenteerd door de Franse groep die de methode ontwikkeld heeft. Wij waren daar als RAVON aanwezig en zagen de potentie voor het monitoren van onze soortgroepen. We hebben vervolgens tot 2011 moeten wachten voordat de Franse onderzoeksgroep een spin-off had opgericht (SPYGEN) die ook meer toegepaste vragen behandelde en projecten aan nam (voor die tijd was het de universiteit enkel en die kijken enkel wetenschappelijk en zijn niet op projectbasis in te schakelen). Vanaf 2011 zijn we gestart met de pilot eDNA grote modderkruiper en daarmee als eerste in Nederland met eDNA.

2. Natuurbeheerders maken nog geen gebruik van e-dna voor hun reguliere monitoringwerk. Dit terwijl de resultaten aangeven dat het veel accurater is dan andere methodes. Wat is hiervoor denkt u de rede?

Dat doen ze wel voor concrete vragen. Wij krijgen al veel opdrachten van waterschappen, provincies en soms ook terreinbeheerders voor inventarisaties van beschermde soorten. De reden dat veel terreinbeheerders er nog van afzien zijn de financiële middelen. Ze willen wel graag maar de eDNA bemonstering en analyse kost geld, net als een normale bemonstering met traditionele methoden geld kost. De laatste jaren is er, zeker bij de terreinbeheerders, minder geld beschikbaar voor monitoring. Dan geven ze de voorkeur aan zelf uitvoeren of met vrijwilligers.

3. Hoe zien jullie bij Ravon de toekomst van e-DNA binnen het natuurbeheer? Zal het in de nabije toekomst een deel van het reguliere monitoringwerk vervangen? Of voegt het juist iets toe?

Zie hierboven: veel werk gebeurd nu door vrijwilligers (van RAVON, de terreinbeheerders zelf etc.). Dit kost weinig geld (enkel coördinatie) en is dus niet zomaar te vervangen met eDNA. Voor specifieke vragen (wanneer een gebied bijvoorbeeld op de schop gaat) verwacht ik wel

dat er steeds vaker eDNA zal worden ingezet. Door de hogere trefkansen wordt er een betrouwbaarder beeld verkregen van de aanwezigheid van soorten, vaak tegen een lagere prijs dan professioneel veldwerk met traditionele methoden.

4. Jullie werken veel samen met Spygen. Wat is hier specifiek de rede voor? Wat kan spygen bieden wat een vergelijkbaar laboratorium in Nederland?

SPYGEN is opgericht uit de onderzoeksgroep die de methode ontwikkeld heeft. Ze hebben daarom een grote voorsprong op andere labs qua ervaring (ze werken al jaren met zeldzaam DNA en ook al met eDNA tegenover labs in Nederland die recent begonnen zijn na onze eerste publicaties). We hebben destijds voor SPYGEN gekozen omdat het de enige aanbieder was. De samenwerking bevalt. SPYGEN loopt nog steeds wereldwijd voorop op het gebied van eDNA werk, ze publiceren internationaal en reviewen ook artikelen van anderen. Daarnaast hebben ze een lab speciaal gebouwd voor het werken met eDNA. Dit is belangrijk, door de kleine hoeveelheden DNA waarmee gewerkt wordt is de kans op besmetting in een normaal lab (te) hoog. SPYGEN heeft daar alle mogelijke voorzorgsmaatregelen voor genomen. We hebben in al onze studies al ruim over de 100 negatieve controles gestuurd (zonder dat SPYGEN wist welke de controles waren) en nog nooit een valse positief gehad. Wat vertrouwen geeft in hun methode.

5. Deze techniek is heel nieuw. Is er al wet en regelgeving waar u zich specifiek aan moet houden als u de monsters neemt?

Nee deze is er nog niet, wel is de methode geaccepteerd bij RVO en ook opgenomen in de soortenstandaard van sommige soorten. Het zou goed zijn als er wel voorschriften komen. Nu wordt de eDNA methode als iets vast aangeboden. Er zijn echter heel veel zaken waarop gelet moet worden en die de resultaten kunnen beïnvloeden. Bijvoorbeeld het aantal replica PCR's op het monster (daarvan is een hoog aantal nodig voor betrouwbare resultaten), de lab faciliteiten en voorzorgsmaatregelen voor contaminatie, de validatie van de primers waarbij o.a. de trefkans wordt vastgesteld van de methode) en uiteraard de ervaring van de monsternemer met het herkennen van het habitat van de doelsoort etc. etc. Afnemers zien dit vaak niet en gaan er vanuit dat iedereen dezelfde kwaliteit levert wat dus niet zo is. In het review dat we hebben geschreven samen met internationale wetenschappers is ook een checklist opgenomen met factoren waarop gelet dient te worden (zie www.environmental-dna.nl).

6. Zijn er nog duidelijke nadelen of beperkingen te vinden aan het gebruik van e-DNA? Vrijwel alle literatuur is er enorm enthousiast over en er wordt bijna niet gesproken over nadelen, ten opzichte van andere methodes.

Die zijn er uiteraard wel. Zo kunnen geen levensstadia bepaald worden, wordt er geen informatie verkregen over de gezondheid van de dieren. Ook aantallen bepalen moet nog verder onderzocht worden (hierbij moet gezegd worden dat dat met andere methodes ook vaak niet nauwkeurig kan). Ook is de herkomst van eDNA in sommige gevallen niet altijd eenduidig (denk aan stromend water: van hoe ver komt het? Of in havens waar ook ballastwater geloosd kan zijn, of bij waterinlaten), hier dien je met de bemonstering en interpretatie altijd rekening mee te houden.

7. Hoe ziet u de techniek zich verder ontwikkelen in de toekomst? Wat is volgens u het ideaalbeeld voor de toekomst van e-DNA?

Ik denk dat het meer en meer ingezet gaat worden. Het ideaalbeeld is dat er bepaalde richtlijnen/kwaliteitseisen worden gesteld aan de methode. Alleen dan kunnen de resultaten van verschillende aanbieders met elkaar vergeleken worden en juist worden geïnterpreteerd (wij weten bijvoorbeeld heel goed de trefkans van onze eDNA methode voor grote modderkruiper, die zal echter verschillen van anderen die het anders uitvoeren (andere primers, monstermethode etc.). Voor soortspecifiek onderzoek naar moeilijk vindbare soorten kan het heel goed dat eDNA de standaard wordt. Wij zijn nu bezig met de zogenaamde metabarcoding waarbij een hele soortenlijst wordt gegenereerd. De resultaten tot nu toe zijn goed. Mogelijk dat dergelijke visstand monitoring op termijn ook vervangen kan worden met eDNA.

Mag ik u citeren en als bron gebruiken voor het rapport?

OK

Heel erg bedankt voor het invullen van deze vragenlijst.

