

DIJKINSPECTIE MET DRONES



RAPPORT

2015
09

VERKENNING VAN DE MOGELIJKHEDEN VOOR
HET GEBRUIK VAN DRONES BIJ DE INSPECTIE EN
HET BEHEER VAN WATERKERINGEN

DIJKINSPECTIE MET DRONES

VERKENNING VAN DE MOGELIJKHEDEN VOOR HET GEBRUIK VAN DRONES
BIJ DE INSPECTIE EN HET BEHEER VAN WATERKERINGEN

RAPPORT

2015

09

ISBN 978.90.5773.691.9



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

OPDRACHTGEVERS

Ludolph Wentholt, STOWA
Pieter van Berkum, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.

AUTEURS

Sander Bakkenist, BZ Innovatiemanagement BV
Stefan Flos, SJF projects & support BV

REVIEWERS

Jordy Kames, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Edwin Patee, Rijkswaterstaat, Centrale Informatievoorziening
Louise de Jong, Rijkswaterstaat, Centrale Informatievoorziening
Harmen Faber, Rijkswaterstaat, Midden-Nederland

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2015-09
ISBN 978.90.5773.691.9

COPYRIGHT De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

DISCLAIMER Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

TEN GELEIDE

Zestig procent van ons land is gevoelig voor overstroming vanuit zee, rivieren, meren of kanalen. We hebben ons beschermd met dijken, duinen en allerlei kunstwerken. Die veiligheid willen we continu zeker blijven stellen. Waterkeringenbeheerders voelen het als hun plicht daar door onderhoud voor zorg te dragen. Het belang is zelfs zo groot dat we de waterkeringen daarom periodiek toetsen op hun sterkte en zo nodig versterkingsprojecten uitvoeren om Nederland veilig en droog te houden.

Kennis en ontwikkelingen staan echter niet stil. Het voorliggende rapport biedt een overzicht van de huidige kennis en ervaring en de mogelijkheden op het gebied van een van die innovatieve ontwikkelingen; de toepassing van drones bij het beheer van waterkeringen. Dit rapport biedt handvaten voor de toepassing van drones. Dit rapport is geschreven in het kader van het programma Professionaliseren Inspecties Waterkeringen (PIW). Rijkswaterstaat, STOWA en de waterschappen werken in dit programma samen aan een verdere verdieping van de reguliere inspecties en op de raakvlakken van het inspectieproces met andere beheerprocessen van de waterkeringenbeheerder. Hierbij wordt speciale aandacht besteed aan de rol van inspecties bij de in ontwikkeling zijnde continue toetsing, inspecties tijdens calamiteiten, en innovaties van inspecties. In juni 2015 organiseerde PIW een themabijeenkomst over mogelijkheden en ervaringen met drones. Het voor u liggende document is geschreven naar aanleiding van de grote belangstelling voor dit onderwerp.

De inhoud van dit rapport is slechts een momentopname van de kennis en ervaringen in het beheer met drones. Zowel de techniek als de nationale wetgeving is nog volop in ontwikkeling. Het programma PIW volgt die ontwikkelingen en zal die publiceren via de websites inspectiewaterkeringen.nl en stowa.nl.

Amersfoort, 4 maart 2015

Ir. Joost Buntsma
Directeur STOWA

SAMENVATTING

Deze verkenning is geschreven voor de waterkeringenbeheerder vanuit het perspectief van zijn professionele informatiebehoefte. Inspectie, onderhoud en toezicht zijn activiteiten die vallen onder dit beheer. De verkenning onderzoekt op hoofdlijnen de mogelijkheden en onmogelijkheden van het gebruik van drones in zijn werkpraktijk. De belangrijkste bevindingen en aanbevelingen zijn:

DE INFORMATIEBEHOEFTE IS LEIDEND – EEN DRONE EEN EXTRA HULPMIDDEL

De waterkeringbeheerder kent een specifieke informatie behoefte. Deze is min of meer stabiel. De methoden en technieken die de beheerder, als informatievragers, kan benutten om de informatie te verzamelen veranderen echter continue. Een drone voegt een extra tool toe aan de gereedschapskist. Op de inspanning voor het inwinnen van de totale informatiebehoefte van de waterkeringenbeheerder zullen drones een bescheiden aandeel hebben. Het inzetten van een drone is een resultaat van een bewust afwegingsproces gericht op het kosten effectief invullen van de informatiebehoefte. In essentie is dit de keuze van de aanbieder van de informatieproducten. Wel zal er vaak sprake zijn van samenspraak met de beheerder.

→ Onderzoek gezamenlijk met de beheerders waar mogelijkheden liggen voor drones vanuit het perspectief van de informatiebehoefte

TOEPASSINGEN VOOR WATERKERINGENBEHEER KUNNEN IN SAMENWERKING MET AANBIEDERS WORDEN VERSNELD

Aanbieders in de markt moeten de specifieke informatiebehoefte van waterkeringenbeheerders behoefte (leren) begrijpen. De toepassing van drones binnen het waterkeringenbeheer kan worden versneld door samen te werken met de markt. Vanuit een combinatie van gebundelde vraag (de waterkeringenbeheerders), advies en expert organisaties (zoals Deltares, TNO, NLR en universiteiten) en met professionele aanbieders kunnen de kansen voor het inzetten van drones worden verkend en ontwikkeld.

→ Ga samenwerken met stakeholders en gebruik de informatiebehoefte als inbreng.

ONTWIKKELING IN WET- EN REGELGEVING IS STIMULANS VOOR PROFESSIONELE AANBIEDERS

De huidige wettelijke beperkingen zijn bewust gericht op het ontmoedigen van niet professionele aanbieders van drone services. Gecertificeerde aanbieders kunnen gewoon aan de slag. Op dit moment zijn er maar een klein aantal professionele aanbieders want de eisen en bepalingen zijn hoog terwijl het zicht op een stabiele markt vraag er nog niet is.

→ Laat de ontwikkeling van professionele mogelijkheden en het voldoen aan wettelijke eisen en bepalingen over aan gecertificeerde aanbieders van drone diensten. Werk alleen met gekwalificeerde aanbieders.

EIGEN GEBRUIK VAN DRONES VOOR EENVOUDIGE TOEPASSINGEN OP LANGE TERMIJN MISSCHIEN MOGELIJK

De professionele inzet van drones is met meer regelgeving omgeven dan vliegen voor recreatief gebruik. Zelf vliegen met een drone door een inspecteur voor een snelle luchtfoto wordt door de wetgever sterk ontmoedigd. Mogelijk zal de wetgever op de lange termijn voorzieningen treffen om 'eenvoudig' professioneel gebruik wel mogelijk te maken uit hoofde van een bepaalde functie, zoals handhaving, maar de komende 3 tot 5 jaren is dat nog niet te verwachten.

→ breng de belangen vanuit het waterkeringbeheer in bij de stakeholders waarbij ook de wetgever en de regulerende autoriteiten (ILT) betrokken zijn en blijf de mogelijkheden verkennen.

PIW2.0 IN HET KORT

Het programma Professionaliseren Inspectie Waterkeringen 2.0 (PIW2.0) heeft de ambitie om de inspecties van waterkeringen verder te professionaliseren. PIW legt de relatie met de aangrenzende beheercyclus, toetscyclus en implementatie bij waterbeheerders.

De activiteiten van PIW2.0 zijn vervlochten in twee pijlers:

- *Pijler 1, Continue Inzicht*, dat zich richt op het realiseren van een uniform inspectieproces van voldoende kwaliteit bij alle waterkeringbeheerders. Doel is dat de inspectieresultaten integraal onderdeel uitmaken van de continue veiligheidstoetsing van de primaire en regionale waterkeringen;
- *Pijler 2, Professioneel beheer en innovatie*, dat zich richt op het efficiënt en transparant beheren van waterkeringen, mede gebaseerd op de principes van Asset Management.

PIW2.0 is het vervolg op de programma's Verbeteren Inspecties Waterkeringen (VIW, 2004-2008) en Professionalisering Inspecties Waterkeringen (PIW, 2009-2012), die destijds gestart zijn in respons op de kadeverschuivingen bij Wilnis en Terbregge (zomer 2003) en de verzakking van de kanaaldijk bij Stein (januari 2004). STOWA en Rijkswaterstaat (WVL) zijn gezamenlijk opdrachtgevers van PIW2.0.

Waterkeringsbeheerders van waterschappen en Rijkswaterstaat zijn actief betrokken bij PIW2.0. Voorbeelden hiervan zijn de jaarlijkse kennisdagen, themadagen, inventarisatie bij de beheerders en kwaliteitsborging van het programma door de Begeleidingsgroep PIW2.0. Het PIW heeft daarnaast hulpmiddelen als de Digigids en Digispectie ontwikkeld in samenwerking met de beheerders.

Meer informatie is te vinden op www.inspectiewaterkeringen.nl.

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie. Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoekslijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede van alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

DIJKINSPECTIE MET DRONES

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	PIW2.0 IN HET KORT	
	STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
2	INFORMATIEBEHOEFTE WATERKERINGENBEHEER	2
3	DRONES: COMPACTE RS TOOL IN ONTWIKKELING	4
4	WET EN REGELGEVING – STERK IN BEWEGING	9
5	PRAKTIJKERVARINGEN BIJ WATERKERINGENBEHEER	11
6	ZELF AAN DE SLAG	12
7	BRONNENLIJST	14

1

INLEIDING

Onbemande en op afstand bestuurbare vliegende platformen (Remote Piloted Aircraft System – RPAS – in deze verkenning kortweg drones genoemd) zijn niet meer weg te denken op het gebied van de fotografie, video en remote sensing. Drones zijn hot – de sky is the limit (no more). Iedereen kan nu overall en op elk moment vanuit de lucht waarnemingen doen. Of toch niet? De ontwikkelingen op technisch gebied gaan zo snel dat privé en professionele platformen steeds meer op elkaar lijken. Echter, voor de professionele gebruiker gelden er veel strengere regels voor het vliegen dan voor particulieren.

Deze verkenning is geschreven voor de dijkinspecteur en waterkeringenbeheerder vanuit het perspectief van zijn professionele informatiebehoefte en gericht op de mogelijkheden en onmogelijkheden van het gebruik van drones in zijn werkpraktijk. Wat kunnen zij met drones doen en hoe kunnen zij het beste op de ontwikkelingen op dit gebied inspelen.

Op 11 juni 2014 is door STOWA en Rijkswaterstaat een themadag over drones georganiseerd met de titel: Elke Dijkinspecteur een drone, fictie of werkelijkheid? Op deze dag maakten dijkbeheerders, aanbieders en regulerende overheden nader met elkaar kennis rondom de praktische inzet van drones voor het waterkeringenbeheer. Hiervan is in STOWA Ter Info nr 58 van oktober 2014 verslag gedaan door Ludolph Wentholt. Alle inhoudelijke presentaties en bedrijvenpresentaties zijn op video beschikbaar op de website: www.inspectiewaterkeringen.nl.

Op woensdag 10 december 2014 is door het kenniscentrum RPAS en UAS Maintenance valley in het kader van het Europees gesubsidieerde project Pieken in de Delta een afsluitende bijeenkomst georganiseerd met als titel: toepassingsmogelijkheden met onbemande luchtvaart. De onderwerpen zijn door de auteurs als een actuele stand van zaken in dit rapport verwerkt.

LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 komt de informatiebehoefte aan bod. In hoofdstuk 3 volgt een overzicht van de verschillende technische aspecten van platformen en systemen. In hoofdstuk 4 bespreken we de ontwikkelingen in regelgeving rondom drones die volop in beweging is. In hoofdstuk 5 geven we een aantal verwijzingen naar pilot projecten waar waterkeringenbeheerders in de afgelopen periode aan gewerkt hebben. Hoofdstuk 6 levert een aantal praktische handvaten voor het toepassen van drones in de werkpraktijk van de waterkeringenbeheerder.

2

INFORMATIEBEHOEFTE WATERKERINGENBEHEER

Wat is een waterkering in termen van informatie? Een waterkering is een lintvormig object in het landschap met soms moeilijk aanwijsbare afmetingen. Hierbij spelen drie dimensionale aspecten, zowel boven als onder het maaiveld een rol, maar ook administratieve kenmerken. Waar begint en eindigt een waterkering en wat zijn de afmetingen? Hoe veranderen de dijken in de tijd en door menselijk handelen? Deze en andere vragen karakteriseren de complexiteit rondom de informatiebehoefte bij het waterkeringenbeheer.

INFORMATIEBEHOEFTE IS LEIDEND

Over de informatiebehoefte bij waterschappen en de invulling daarvan is al veel geschreven. Er zijn systemen en organisaties opgezet om hieraan vorm te geven zoals het Waterschaps-huis, Intwis/IRIS en het Informatiehuis Water dat zich ook richt op de standaardisatie van de informatie m.b.v. de Aquo standaard. Veel van de informatie wordt vastgelegd in Geografische informatie Systemen en op digitale kaarten gepubliceerd. Bij de waterschappen zijn informatie-deskundigen actief die zich specifiek richten op de informatievoorziening bij het beheer van dijken.

Vaste gegevens van de dijk zijn van blijvende waarde. De informatiebehoefte wordt ingevuld en beheerd in een cyclus van inwinning, verwerking, interpretatie en beheer. Binnen deze cyclus ontstaat van data uiteindelijk informatie. Daarnaast spelen het monitoren van veranderingen in de tijd een steeds grotere rol.

In deze verkenning hanteren we de volgende uitgangspunten:

- De informatiebehoefte is leidend en uitgangspunt voor het verkennen van methoden en technieken om deze behoefte in te vullen.
- Onderscheid kan worden gemaakt tussen:
 - nice to have data en informatie – niet essentieel is voor het uitvoeren van de werkprocessen
 - need to have data en informatie – essentieel voor het uitvoeren van de werkprocessen.

NIEUWE METHODEN EN TECHNIEKEN

Remote sensing technieken, zoals het gebruik van satellietdata en de opkomst van digitale hoogtestanden (AHN) en landsdekkende periodieke luchtfoto's met hoge resolutie zijn niet meer weg te denken in de werkprocessen en zijn daarmee kritisch geworden in de bedrijfsprocessen waardoor het accent op veranderingen komt te liggen: mutatie detectie. Er ontstaat behoefte vergelijkbare informatie in te winnen op locaties waar veranderingen worden geconstateerd.

Drones zijn kleine compacte en flexibele remote sensing systemen die vergelijkbare data en informatie kunnen leveren als de regulier ingewonnen RS producten uit vliegtuigen en satellieten. De producten moeten naadloos passen en vergelijkbaar zijn met het aanwezige bestanden.

DE OPKOMST VAN ONBEMANDE VLIEGENDE PLATFORMEN

Drones worden zo betaalbaar dat elk huishouden er een kan bezitten. De situatie kan zich dan gaan voordoen dat een dijkinspecteur een weekeinde lang luchtfoto's heeft kunnen maken in de privé sfeer maar dezelfde behoefte op zijn werk niet kan invullen. Even een overzichtsfoto maken van een overtreding of een werk in uitvoering is dan wel privé mogelijk maar niet in een professionele setting.

Hoe moeten organisaties hier mee omgaan? De behoefte aan data en informatie is groot, het kunnen maken van een luchtfoto is technisch eenvoudig, de systemen zijn betaalbaar en liggen thuis op de kast maar deze mogen op het werk niet worden ingezet. Hoe kunnen informatiebehoefte en het invullen daarvan in perspectief worden gebracht zodat aan de hooggespannen verwachtingen kan worden voldaan?

De consumentenmarkt en professionele markt mogen daarbij niet worden verward: een consumenten drone speelt in op een andere behoefte dan de professionele markt. Binnen het professionele domein spelen bedrijfskritische aspecten zoals betrouwbaarheid, robuustheid, consistentie en veiligheid een leidende rol. Hierdoor worden deze systemen duurder, kunnen langer in de lucht blijven en meer gewicht dragen. Daarnaast worden aan de sensoren andere eisen gesteld welke voor een consument niet belangrijk zijn.

Bovenstaande is samengevat in onderstaande tabel

<i>Gebruiker / informatie behoefte</i>	Niet –kritische data / nice to have	Kritische data / need to have
<i>Recreatief</i>	Luchtfoto's / video's (hobby, zelf kunnen doen)	NVT
<i>Professioneel</i>	Luchtfoto's / video's (prof)	Professionele RS producten met landmeetkundige precisie
<i>Kosten indicatie</i>	Lage kosten / snel / indicatief	Hoge kosten / kwalitatief hoogwaardig

Drones lijken vooral van meerwaarde voor het waterkeringenbeheer voor enerzijds niet-kritische data: een snelle eenvoudige luchtfoto of video van een bepaalde locatie ter illustratie van een project of object. Daarnaast staat het professioneel inwinnen van hoogwaardige bedrijfskritische dataproducten met een vergelijkbare specificatie en kwaliteit van de overige producten maar dan voor een relatief klein gebied. De totale informatiebehoefte van de beheerder kan slechts in beperkte mate door drones worden ingevuld, vanwege beperkingen in de toepassing naar omvang/areaal, weersomstandigheden, beperkingen in het aantal te gebruiken sensoren en wettelijke beperkingen.

3

DRONES: COMPACTE RS TOOL IN ONTWIKKELING

In dit hoofdstuk wordt vooral gekeken naar de ontwikkelingen in het professionele segment van drones. Deze informatie is deels ontleend aan het RPAS kenniscentrum. Meer informatie op www.rpascenter.nl

WAT ZIJN RPAS – REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEMS

De term ‘drone’ komt voornamelijk uit de defensiehoek en lijkt een eigen leven te zijn gaan leiden en wordt in het dagelijks gebruik het meeste toegepast (ook in deze verkenning) terwijl de term RPAS vanuit de branche wordt aanbevolen. Daarnaast is sprake van benamingen als UAV of UAS ofwel Unmanned Aerial Vehicle of System.

De term RPAS – Remotely Piloted Aircraft Systems beschrijft ook precies het belang van een goede regulering van het gebruik van deze systemen: het zijn aircraft systems (groot of heel klein) waarop de luchtvaartwet van kracht is. Hoewel de systemen van afstand bestuurd worden dienen ze wel aan alle eisen en verplichten te voldoen. De piloot ofwel gezagvoerder is verantwoordelijk voor het systeem vanaf opstarten, opstijgen, de vlucht en landing en het uitschakelen. De organisatie die de vlucht uitvoert is verantwoordelijk voor het voldoen aan alle wettelijke eisen.

KENMERKEN EN KARAKTERISTIEKEN VAN DRONES

Aan de bestaande remote sensing producten voegt de ontwikkeling van drone systemen vooral de volgende elementen toe:

- snelheid: snel kunnen inzetten en interpreteren verkregen gegevens;
- detail: doordat drones systemen relatief laag vliegen is het detail niveau van opnamen hoog
- piloting: een drones systeem kan op maat worden ingezet en precies daar waarnemen waar het gewenst is, op basis van ontwikkelingen of wensen op de grond
- inzetbaarheid: in principe kan technisch overal worden gevlogen hoewel elk systeem zijn eigen limieten kent en een optimale inzetbaarheid heeft
- portabiliteit: bepaalde systemen passen soms letterlijk in een rugzak en kunnen ter plaatse worden meegenomen en ingezet andere systemen zijn groter, maar nog relatief eenvoudig te vervoeren.

Vanwege deze kenmerkende eigenschappen hebben drones een duidelijke meerwaarde voor de professional. Nu kunnen ook van kleinere projectgebieden vergelijkbare data worden ingewonnen. De professionele gebruiker stelt soms nog hogere eisen aan bovenstaande kenmerken en weegt deze in het algemeen zwaarder:

- Snelheid: real-time waarnemingen
- metrische detaillering: met de waarnemingen moeten berekeningen of verschillen op een betrouwbare manier in beeld kunnen worden gebracht
- hogere veiligheidseisen in verband met wettelijke aansprakelijkheid of imagoschade.
- Inzetbaarheid: de informatiebehoefte gaat voor, dus de data moet er onder alle omstandigheden komen. De inzetbaarheidseisen zijn hoger anders wordt op een andere methode overgestapt.
- Specialistische sensoren en dure camera's hebben vaak een hoger gewicht, dus ook de drones zijn in de regel groter van formaat of moeten langer kunnen vliegen. Een en ander stelt extra eisen aan de portabiliteit.

TRENDS EN ONTWIKKELINGEN

De technische ontwikkelingen van drones zijn toe te schrijven aan een aantal ontwikkelingen:

- Verdere miniaturisering van elektrische aandrijvingen, stabilisatie en de auto pilot.
- Krachtigere, kleinere en lichtere batterijen voor een langere vlucht
- Ontwikkelingen in draadloze besturing, controle en waarnemingen
- Kleinere en betere camera systemen voor vluchtleiding en waarneming en daarnaast meer keuze in sensoren.

Naast ontwikkelingen op het gebied van drones zijn de ontwikkelingen op het gebied van waarnemingssystemen en sensoren nog belangrijker. De belangrijkste sensor blijft de fotocamera voor betrouwbare en kwalitatief goede luchtfoto's. Doordat foto en film camera's ook voor de veel grotere consumenten markt worden ontwikkeld wordt er veel in geïnvesteerd en gaan de ontwikkelingen snel.

Het ontwikkelen van miniatuur sensoren voor drones is in verhouding erg kostbaar. Het is kosten effectiever om met klassieke systemen te werken, zoals vliegtuigen en helikopters die volledig zijn voorbereid op grote en bestaande systemen.

DRONES IN PERSPECTIEF VAN ALTERNATIEVEN

De ontwikkelingen van drones passen binnen een bredere ontwikkeling binnen een stelsel van (RS) waarnemingstechnieken. Daarnaast worden handheld instrumenten veel toegepast. De inspecteur wordt hiermee ondersteund bij visuele inspectie om zijn waarnemingen objectief, betrouwbaarder en beter maken. Hier wordt onderscheid gemaakt naar:

- Satellieten voor foto en andere sensor informatie, waaronder radar;
- Vliegtuigen (hoog en laag vliegend)
- In-situe
- Handheld
- Visuele inspectie

In navolgende tabel zijn aantal typische karakteristieken per platform uitgewerkt.






	1. inzetbaar in urbaan / ruraal gebied	2. Invloed weer op inzet	3. waarneming bovengrond / ondergrond	4. Schaal- niveau	5. invloed op Planning / Stuurbaarheid	6. toepasbaar in moeilijk bereikbaar gebied
Satelliet	Beide	Geen	bovengrond	Groot	Geen	Hoog
Vliegtuig / helikopter	Beide	weinig	bovengrond	Groot	Veel	Hoog
Drones	Ruraal	Veel	bovengrond	Klein	Veel	Hoog
Insitu	Beide	Geen	ondergrond	Zeer klein (puntmeting)	NVT	Laag
Handheld	Beide	Geen	Boven- en ondergrond	Zeer klein (puntmeting)	Zeer veel	Laag
Visuele inspectie	Beide	Geen	Boven- en ondergrond	klein	Zeer veel	Laag

Voor een volledig overzicht van de inzetbaarheid van de Remote Sensing platformen wordt verwezen naar rapport 'Remote Sensing voor inspectie van waterkeringen' (SwartVast / Rijkswaterstaat 2007). Voor een opsomming van beschikbare technieken voor verschillende schadebeelden van waterkeringen wordt verwezen naar de 'Handreiking Inspectie waterkeringen', STOWA, 2013-12. Beide rapporten beschikbaar via de bibliotheek op www.stowa.nl

DRONES SYSTEMEN IN SOORTEN EN MATEN

Een van de kenmerken en trends bij de ontwikkeling van drones is het toenemen van de diversiteit in systemen. Hoewel veel systemen nog uitgaan van *of* een helikopter systeem (rotary wing - verticaal opstijgen en landen) *of* een vliegtuig systemen (fixed wing - horizontaal opstijgen en landen) ontstaan er nu ook hybride systemen die verticaal kunnen opstijgen en landen maar ook kunnen vliegen als een vliegtuig. Dit heeft als voordeel dat onder meer diverse weersomstandigheden kan worden gevlogen maar dat ook statisch kan worden waargenomen en dat verticaal landen en opstijgen mogelijk is.

In navolgende tabel zijn aantal typen van drones onderscheiden:

	Typering	Hardware leverancier
Fixed Wings 	+ video, foto, fotogrammetrie, IR + langere vluchten; nog buiten specs ILT	Trimble UX / s Scan Eagle Boeing RQ 11 Raven / AeroEnvironment
Multicopters 	- Korte vluchten + Stationair - Wind gevoelig + video, foto, fotogrammetrie, IR	Okto XL van Octocopter Phantom 2 van DJI
Unmanned Helicopter 	+ langere vluchten + hogere payload (active sensoren)	Stern Delft Dynamics NEO S300 Schiebel Camcopter® S-100
Hybride type 	+ kan veel wind aan - Nog in ontwikkeling	Atmos / TUDelft Arcturus UAV JUMP™ 15 Electric
Other: Micro Drones 	+ Licht in gewicht - Korte vluchten - Zeer wind gevoelig	Delfly / TU Delft Cybird Ornicopter

KEUZE VOOR TYPE DRONE

Elk systeemtype kent operationele voor- en nadelen van inzet. Voor de nu bekende informatievragen is een opsomming gegeven van karakteristieken in de navolgende tabel.

Informatievraag	Type drone / Sensor	Plusen	Minnen
Extra ogen bij visuele inspectie	Quatro-copter / Octocopter met camera/video	- video een camera opnamen	- windkracht < 3
Profielmetingen dijken / duinen	Fixed Wing met RTK sensor	- ook bij stevige windkracht	
Hoogtemeting	Quatro-copter / Octocopter met RTK sensor	- flexibele inzet, snelle operatie	- windkracht < 3
Kweldetectie	Quatro-copter / Octocopter met IR sensor	- flexibele inzet, snelle operatie	- windkracht <3 - niet bij bebouwing in de buurt (lintbebouwing dijken)
beoordeling van dijkvegetatie	Quatro-copter / Octocopter met IR sensor	- flexibele inzet, snelle operatie	- windkracht < 3 - niet bij bebouwing in de buurt (lintbebouwing dijken)

4

WET EN REGELGEVING – STERK IN BEWEGING

De discussie over het wettelijke kader waarbinnen dit gebeurt vindt in de meeste landen plaats. Vooral omdat drones het sterk gereguleerde luchtvaart domein betreden gelden ook de bijbehorende internationale wet- en regelgeving. Zowel op Europees als nationaal is regelgeving in de maak die richtlijnen gaat geven aan het gebruik en de inzetbaarheid van drones.

EISEN AAN PROFESSIONELE AANBIEDERS VAN DRONES

In Nederland moeten professionele aanbieders aan de volgende eisen moeten voldoen:

- Bewijs van inschrijving (Bvi)
- Bewijs van Luchtvaardigheid (BvL)
- Geluidscertificaat
- Bewijs van Bevoegdheid (BvB)
- Provinciale ontheffing (TUG-ontheffing)

Echter, voor het verkrijgen van deze luchtvaartbewijzen ontbreken nog de specifieke kaders voor drones. De verwachting is dat deze in juli 2015 van kracht worden middels een ministeriële regeling.

Om bedrijfsmatig met drone te kunnen vliegen kan een ontheffing worden verleend.

De vlieger en het bedrijf moet dan aan de volgende eisen voldoen:

- Cursus theoretische basiskennis hebben gevolgd, inclusief examen
- (Fabriek)vliegopleiding hebben gevolgd incl examen
- Operations manual opgesteld (SMS: Safety Management System)
- Beschikken over een luchtvaart verzekering (Casco en WA)
- Positieve beoordeling ontwerp- en productie toestel
- Positieve praktijk eindbeoordeling behaald door 'erkende' instantie.

EISEN AAN DRONES

Naast verschillende vergunningen en bepalingen dienen de drones betrouwbaar te zijn. Professionele systemen voldoen aan de hoogste eisen en zijn getest, gekwalificeerd en gecertificeerd. Ook de piloot moet aan hoge eisen voldoen en een 'brevet' halen voor de bediening van drones. Daarnaast is een extra persoon nodig, de waarnemer, die het luchtruim visueel in de gaten moet houden.

Per vlucht gelden daarnaast nog de volgende eisen:

- TUG (provincie – per vlucht): een vergunning om ter plaatse te mogen opstijgen en landen
- Toestemming van de eigenaar van de grond vanwaar wordt opgestegen
- Vijf dagen voorafgaande aan de vlucht een NOTAM (Notice to Airman)
- Één dag voorafgaande aan de vlucht melding aan de burgemeester en de Inspectie Leef-omgeving en Transport (ILenT)
- De vlucht mag niet hoger dan 120m
- Niet verder dan 500 meter van de piloot / gezagvoerder
- 150m van mensenmenigte en bebouwing blijven
- Niet boven de bebouwde kom, boven (snel)wegen en grote vaarwegen.
- Binnen zichtvliegeregels (VFR) en daglichtperiode blijven.

PRIVACY – EEN AANDACHTPUNT

Sinds 1 juni 2013 is er geen luchtfotovergunning meer nodig. Vanuit de privacywetgeving gelden er wel restricties maar die hebben een privaat rechterlijke grondslag. Doordat er steeds meer camera toepassingen komen, zoals bijvoorbeeld google glass, foto en video met smartphones en auto dashboard camera's zijn er op het gebied van privacy nieuwe (EU) regels te verwachten.

CONCLUSIE

De afgelopen jaren zijn veel bedrijven begonnen met het aanbieden van drone diensten. Echter met het inwerkingtreden van de wettelijke bepalingen op het professioneel gebruik van drones haken een groot deel van deze bedrijven af: de drempel is te hoog. Alleen grotere, gespecialiseerde aanbieders die zich serieus toeleggen op het ontwikkelen en aanbieden van diensten met drones kunnen voldoen aan alle eisen. In Nederland zijn er momenteel 13 bedrijven met een bedrijfsontheffing. Overige aanbieders en gebruikers zijn voor professioneel gebruik dus in overtreding.

Kortom: de wetgever ziet een drone als een volwaardige helikopter of vliegtuig maar met de piloot op de grond. Het professioneel vliegen met drones is daarom een specialiteit waaraan hoge eisen m.b.t. betrouwbaarheid van materiaal en personeel worden gesteld. Hierdoor wordt het bedrijfsmatig inzetten van drones voor derden sterk beperkt.

Het inhuren van service bedrijven die met drones mogen vliegen en die dus aan alle eisen voldoen kan zonder risico voor de opdrachtgever worden gedaan. Dat is ook het doel van de hoge wettelijke eisen. Hoe in de toekomst zal worden omgegaan met de behoefte civiele drones te kunnen gebruiken voor een snelle luchtfoto of video is een van de meest prangende vragen: nu mag dat gewoon niet en bepaalde partijen (burger en militaire luchtvaart, ambulance/politie helikopterpiloten) zijn tegen een wildgroei aan drones in het luchtruim. De wet wordt op dit punt juist meer aangescherpt.

Deze informatie is deels ontleend aan UAS Maintenance Valley handout 10 december 2014 (<http://rpascenter.nl/slothevent>). Meer informatie op www.darpas.nl, www.ilent.nl, http://nl.wikipedia.org/wiki/Onbemand_luchtvaartuig,

5

PRAKTIJKERVARINGEN BIJ WATERKERINGENBEHEER

De praktijkervaring en de kennis van het werken met drones voor waterkeringenbeheerders groeit door het uitvoeren van pilots. Bij een aantal waterschappen is al gewerkt met het benutten van luchtfoto's of luchtvideo's ingewonnen met een drone. De inwinning van landmeetkundige data is vooral gericht op fotogrammetrie, waarbij ook een hoogte model wordt afgeleid uit de gemaakte opnamen. Bij het maken van pilot vluchten wordt samengewerkt met bedrijven voor het uitvoeren van een vlucht. Waternet experimenteert zelf met een drone in eigen beheer.

In navolgende tabel zijn de bij de auteurs bekende pilots opgenomen met korte vermelding van scope en technologie. Meer informatie op het youtube kanaal STOWAvideo in de playlist van de Themadag Drones en Inspectie 2014 (www.tinturl.com/stowadrone14).

Pilot	Beheerder	Toelichting
Slufter Texel	HHNK Jordy Kames	- maken van stereo fotografie opnamen ten behoeve van hoogte model https://www.youtube.com/watch?v=X5J2CC_Eu-k
Proef Hoogte-inmeting Sophiastrand Zeeland	Rijkswaterstaat Edwin Parea	- maken van stereo fotografie opnamen ten behoeve van hoogte model https://www.youtube.com/watch?v=10riYZcmUwg
'Eye in de the Skye' toepassing waterkeringen	Waternet	- video/foto opnamen bij daglicht; ondersteunend bij visuele inspectie dijken http://www.innovatie.waternet.nl/projecten/visuele-dijkinspecties-met-de-drone/
Vegetatiemonitoring Waterkeringen	Wetterskip	- foto-opnamen en IR sensing http://www.hiview.nl/projects/dike-monitoring-using-flying-sensors/dike-monitoring-using-flying-sensors

6

ZELF AAN DE SLAG

In dit hoofdstuk willen we een aantal praktische overwegingen meegeven voor de inzet van drones als middel om informatie te verzamelen die nuttig is in de werkpraktijk van de waterkeringsbeheerder. De boodschap is: kies rationeel bij de inzet van drones.

DEFINIEER DE INFORMATIEVRAAG / WAT WIL IK WETEN?

Elke monitoringsopgave begint met het doordenken van het vraagstuk en het helder maken welke informatie nodig is. Een kritische controle vraag is hier: levert de in te winnen data mij nuttige informatie om bij te dragen aan de oplossing van het vraagstuk?

INFORMATIESTRATEGIE / HOE GA IK INFORMATIE VERKRIJGEN?

Voor het maken van de keuze op welke wijze de informatie ingewonnen wordt is het goed je te realiseren dat er meerdere platformen beschikbaar zijn. Naast drones is er ook informatie in te winnen vanuit een satelliet, een vliegtuig of mobiel op de grond (bv camera op een auto) of zelf in het dijklichaam (in-situe). Elk platform heeft de mogelijkheid om camera of video of sensoren te benutten voor het doen van opnamen op en in de dijk. En elk platform heeft zo zijn eigen voor en nadelen. Vaak zal blijken dat een gecombineerde inzet van platforms en opname instrumenten de meeste mogelijkheden biedt. In hoofdstuk 4 is de inzetbaarheid van een aantal platformen inclusief drones, benoemd voor een aantal belangrijke operationele aspecten. De keuze voor in te zetten systemen zal vaak in samenspraak met de aanbieders van dergelijke diensten worden gemaakt.

OPERATIONELE ZAKEN

Met de (gecertificeerde) aanbieder van drones diensten worden afspraken gemaakt over beperkende weersomstandigheden, vluchtplanning en -vergunning en aan te leveren gegevensformaten en is de beheerder zich bewust van de eigen aansprakelijkheid bij de inzet van drones.

WEERSOMSTANDIGHEDEN EN WINDCONDITIES

Voor uitvoering van de vlucht is rustig weer nodig. Dat geldt met name voor de inzet van quadro en octocopters met maximale windkracht van 2-3. De fixed-wing toestellen kunnen opereren bij een windkracht tot 7-8 maar zijn nog wel experimenteel inzetbaar. Daarnaast is vliegen met een zicht > 2km gewenst.

WERKEN MET AANBIEDERS MET BEDRIJFS- OF PROJECTONTHEFFING

Er is een veelheid aan aanbieders in de markt die drones diensten aanbieden. Een beperkt aantal partijen heeft op dit moment alle benodigde papieren behaald om als gecertificeerde aanbieder te opereren. Vliegen met een gecertificeerde aanbieder heeft als voordeel dat je als beheerder een garantie hebt dat de aanbieder geschoold is en dat de in te zetten drone is goedgekeurd. Tegelijkertijd zegt een certificaat niets over de wijze van besturen en bijvoorbeeld de luchtwaardige technische staat van de drone.

Momenteel zijn er veel aanbieders in de markt die ook zonder ontheffing vliegen. Het grootste risico voor de beheerder in het werken met deze partijen is gelegen in de imago-schade voor het waterschap in de onverhoopte situatie dat er door de vlucht schade ontstaat. Een lijst met gekwalificeerde aanbieders is verkrijgbaar bij de branchevereniging via <http://www.darpas.nl/leden/>.

Meer over regelgeving is opgenomen in hoofdstuk 5.

DATAFORMAAT EN AANLEVEREN GEGEVENS

Naast een vluchtplanning, is een goede afspraak over formaat en wijze van aanleveren van de verkregen informatie van belang voor een goede benutting in de werkpraktijk. Een data-formaat dat makkelijk in de GIS omgeving van de eigen organisatie kan worden opgenomen zorgt voor een goed vastleggen van de dataset en voor het eenvoudig combineren met andere gegevensbronnen. Vaak is hiervoor nodig dat een aantal paspunten worden opgenomen.

KOSTENOPBOUW

Voor de inzet van drones zijn er twee belangrijke kosten posten: uitvoering van vlucht, en de nabewerking van ingewonnen gegevens. Vooral de databewerkingsfase bepaalt in grote mate het verschil tussen 'nice to have' data (de simpele luchtfoto ter illustratie) en 'need to have' data (waarop bijvoorbeeld beslissingen worden genomen en waaraan gerekend kan worden). Een indicatie van de kosten van een gemiddeld project, op basis van één dag inzet van een drone, is dat voor eenvoudige foto's en video's de dagprijs snel rond de €1.000,- ligt. Voor hoogwaardige datainwinning (waar de betrouwbaarheid, bruikbaarheid en de databewerking een belangrijke rol spelen) komt een dagprijs snel op €3.000 tot €5.000 te liggen (ex BTW).

Andere interne kostenfactoren in de overhead (project organisatie en begeleiding), controle en acceptatie activiteiten en data implementatie komen daar nog bij. Het aandeel overhead is voor kleine projecten relatief groot. Dit aandeel kan lager uitvallen bij herhalingsmetingen van een zelfde gebied welke in een pakket worden aangeboden en substantieel zijn bij pilot projecten.

Een trend is dat aanbieders van advies diensten de datainwinning met drones in de totaalprijs inbouwen. Zo wordt het inzetten van een drone als een kosten effectief gereedschap een afweging van de aanbieder van de informatie op basis van de specificatie in de aanvraag van de beheerder.

KENNISDELEN VAN DE RESULTATEN

De beheerder wordt van harte aangemoedigd om de resultaten van uitgevoerde projecten te delen via www.inspectiewaterkeringen.nl

7

BRONNENLIJST

Bij het samenstellen van deze verkenning hebben de auteurs een aantal externe bronnen geraadpleegd die ook relevant zijn voor de lezer. Deze zijn:

- Ministerie I&M, www.ilent.nl
- Darpas (branche organisatie): www.darpas.nl
- Luchtverkeersleiding Nederland <http://www.lvnl-ohd.nl/>
- UAS maintenance Valley: www.rpascenter.nl

Andere informatiebronnen die zijn aangehaald in deze handreiking zijn:

- www.stowa.nl met online bibliotheek
- www.inspectiewaterkeringen.nl
- Presentaties op de themadag drones 11 - 06 - 2014 - Youtube kanaal: STOWAvideo (www.tinyurl.com/stowadrone14)
- Presentaties en handout op de afsluitende bijeenkomst UAS Maintenance Valley 10 - 12 - 2014 (<http://rpascenter.nl/rpas-kenniscentrum/downloads>)

Veel gebruikte afkortingen in de Aviation Industry:

AGL	Above ground level (hoogte meting gerekend vanaf het grond niveau).
BVLOS	Beyond Visual Line of Sight (het vliegtuig is niet meer zichtbaar voor de vlieger).
CTR	Control Zone. Gecontroleerd luchtruim rondom burger- of militair vliegveld. Om daarin te mogen vliegen gelden andere regels dan erbuiten.
DARPAS	Dutch Association for Remotely Piloted Aircraft Systems.
DOA	Design Organisation Approval. Een EASA goedkeuring dat het bedrijf volgens vastgestelde bemande vliegtuigeisen een onbemand vliegtuig kan en mag ontwerpen.
EASA	European Aviation Safety Agency.
EHD	Europe Holland Danger. Een luchtgebied in Nederland dat gevaar oplevert voor luchtverkeer.
EHP	Europe Holland Prohibited. Een luchtgebied in Nederland dat verboden is voor alle luchtverkeer.
EHR	Europe Holland Restricted. Een luchtgebied in Nederland dat beperkt (bepaald door LVNL) toegankelijk is voor luchtverkeer.
ICAO	International Civil Aviation Authority.
IFR	Instrumental Flight Rules. Scheiding luchtvaartverkeer op basis van opgelegde routes en hoogten die via de instrumenten worden gemonitord.
ILT	Inspectie Leefomgeving & Transport. Geeft ontheffingen af.
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland.
MOA	Maintenance Organisation Approval. Een EASA goedkeuring dat het bedrijf volgens vastgestelde bemande vliegtuigeisen een onbemand vliegtuig kan en mag onderhouden.

NOTAM	Notice To Air Man: een gecodeerd bericht aan alle luchtruimgebruikers om iets bijzonders (een RPAS-vlucht wordt (nog) zo beschouwd), kenbaar te maken.
OM	Operations Manual
POA	Production Organisation Approval. Een EASA goedkeuring dat het bedrijf volgens vastgestelde bemande vliegtuigeisen een onbemand vliegtuig kan en mag produceren.
RPAS	Remotely Piloted Aircraft Systems. In deze publicatie wordt de voorkeur aan deze term gegeven, boven UAV en UAS.
SMS	Safety Management System.
TSA	Temporary Segregated Airspace. Tijdelijk door LVNL bepaald luchtruim voor speciale doeleinden.
TUG	Tijdelijk en Uitzonderlijk Gebruik: een regeling om het – na goedkeuring door de provincie – mogelijk te maken om met een luchtvaartuig buiten een vliegveld op te stijgen en te landen.
UAS	Unmanned Aerial Systems.
UAV	Unmanned Aerial Vehicles.
VFR	Visual Flight Rules. Alle regels die gelden bij het vliegen waarbij je als vlieger zelf verantwoordelijk bent voor het voorkomen van botsingen door goed rond te kijken.
VLOS	Visual Line of Sight (het vliegtuig wordt binnen het zicht van de vlieger gehouden).
WA	Wettelijke aansprakelijkheid waarbij het minimaal verzekerde bedrag nu wordt bepaald door een gewichtsklasse uit de bemande luchtvaart (alles tot 500 kg) en circa één miljoen euro bedraagt.