



GEO-INFO

VAKBLAD VAN GEO-INFORMATIE NEDERLAND



DRONE-INSPECTIES DELTAWERKEN

GEBRUIKERSONDERZOEK
RD NAP

RIVM EN GELUID

JW'S WERELDATLAS
OPEN DATA

DRONE-INSPECTIES LEVEREN WIN-WINSITUATIE OP VOOR RIJKSWATERSTAAT

Antea Group inspecteert Deltawerken met dijk van een innovatie

“Reken gerust op driekwart jaar”, schatte Jacco Faasse, senior adviseur Assetmanagement bij Rijkswaterstaat. Die tijd zou het kosten om 140 hectare kreukelberm bij de Deltawerken volledig handmatig te inspecteren. Het klinkt bijna onwerkelijk, want Antea Group klaarde deze complexe klus voor Rijkswaterstaat in slechts 17 dagen. Het geheim? Drones en fotogrammetrie.

— DOOR JACCO FAASSE, PIETER GROENENDIJK EN LUKK VAN GORP

We schrijven augustus 2023 als Antea Group en Rijkswaterstaat de eerste drone laten opstijgen. Deze dronevlucht markeert het begin van een onderzoek naar verplaatsingen van stortstenen op 140 hectare kreukelberm bij twee Deltawerken: de Brouwersdam en de Oosterscheldedeking. Deze grote stukken steen liggen tegen de voet van een dijklichaam en hebben een belangrijke functie, legt adviseur Luuk van Gorp van Antea Group uit. “Een kreukelberm bestaat uit stortstenen die een dijklichaam – in dit geval de Deltawerken – beschermen tegen de enorme kracht van het water. Op die manier voorkomen ze dat een dijk verzakt als gevolg van erosie.”

VEILIGHEID WAARBORGEN

Rijkswaterstaat is er alles aan gelegen dat deze stenen op hun plek blijven, benadrukt Luuk. “Stortstenen bestaan uit basalt. Onder bepaalde omstandigheden kan dat materiaal splijten. Dat noemen we degradatie: de stenen worden kleiner en kunnen makkelijker door het water worden meegevoerd. Als dat met één of twee stortstenen gebeurt, is er niets aan de hand. Maar zodra een grote hoeveelheid stortstenen lager komt te liggen dan de voet van de dijk, komt de voet van de dijk bloot te liggen. Het water beukt dan rechtstreeks tegen de voet van de dijk, waardoor

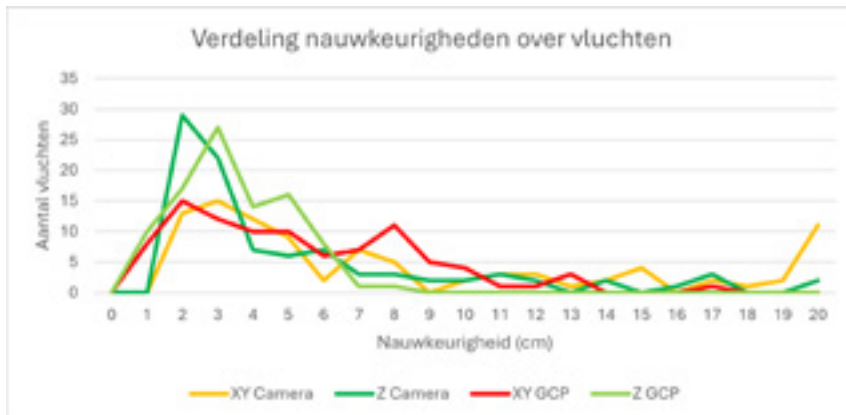


erosie ontstaat. Dat kan uiteindelijk leiden tot verzakking van de dijk, met alle risico's van dien. Om de stabiliteit van de dijk – en daarmee onze veiligheid – te waarborgen, is het dus belangrijk om regelmatig te controleren of de stortstenen nog goed op hun plek liggen.”

HAKEN EN OGEN

Deze metingen werden altijd handmatig uitgevoerd, vertelt Pieter Groenendijk, civiel adviseur bij Rijkswaterstaat. “Mensen liepen over de dijk en inspec-

teerden de verzakking van de stortstenen. Dat leverde in grote lijnen best een aardig beeld op, maar tegelijk zat er ook een aantal haken en ogen aan. Neem alleen al het feit dat een visuele inspectie erg foutgevoelig is, simpelweg omdat het menselijke waarnemingen zijn. Je kunt met het blote oog hooguit zien dát de stenen te laag liggen, maar je ziet nooit om hoeveel centimeter het precies gaat.” Collega Jacco valt hem bij: “Wat je ook niet moet vergeten, is dat een visuele inspectie niet reproduceerbaar is. Om betrouwbaar te kunnen



Grafiek met nauwkeurigheden per dronevlucht. Bij 77% van alle vluchten bedroeg de nauwkeurigheid minder dan vijf centimeter, wat ruim binnen de gewenste nauwkeurigheid van tien centimeter is. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen horizontale (XY) en verticale (Z) beweging enerzijds, en tussen camera en GCP (Ground Control Points) anderzijds. De verticale beweging is hierin het belangrijkste; we willen namelijk zien hoeveel het stortsteen zakt. De GCP zegt het meest over absolute nauwkeurigheid en de camera over relatieve nauwkeurigheid.

meten en de ontwikkeling te volgen, is die reproduceerbaarheid juist een belangrijke vereiste van een onderzoek.”

PRAKTISCHE UITDAGINGEN

Ook praktisch brachten de visuele inspecties de nodige uitdagingen met zich mee, weet Pieter. “Stortstenen liggen verspreid over kilometers afstand. Voor alle kreukelbermen bij elkaar praat je dus over een enorme totaaloppervlakte. Alleen al bij de Brouwersdam en de Oosterscheldekering gaat het om in totaal 140 hectare.” Jacco: “Wil je dat volledig handmatig meten, dan kun je daar rustig driekwart jaar voor uittrekken. Tel daarbij op dat sommige plekken zo moeilijk bereikbaar zijn dat het sowieso niet veilig en verantwoord is om daar mensen heen te sturen. Als we de mensen er überhaupt al voor beschikbaar hebben, want ons areaal is zo groot dat we genoodzaakt zijn om slim om te gaan met onze tijd en de inspecties die we inzetten.”

INNOVATIEF, SLIM EN EFFICIËNT WERKEN

Tegelijkertijd zien Jacco en Pieter de onderhoudsbehoefte van de Oosterscheldekering toenemen. “Daar sluiten we onze ogen niet voor. We nemen graag onze verantwoordelijkheid om de Deltawerken in goede conditie te houden”, onderstreept Jacco. “Dat we

niet over de personele capaciteit beschikken om ons complete areaal 24/7 in het oog te houden, zette ons aan het denken. We wilden andere, innovatieve manieren inzetten om slimmer en efficiënter te werken. Zo raakten we met Antea Group in gesprek. Daar hadden we vanuit een eerder project al uitstekende ervaringen mee. Hun brede expertise en innoverend vermogen zijn heel waardevol voor ons, maar ook het feit dat ze een stuk eigenaarschap tonen voor het werk dat ze op ons areaal verrichten, overtuigde ons. Met Antea Group hebben we een deskundige en toegewijde opdrachtnemer. Een partij die ons kan helpen om onze vragen scherp te formuleren én te beantwoorden.”

‘MENSEN INSPECTEERDEN DE VERZAKKING VAN STORTSTENEN. DAT LEVERDE EEN AARDIG BEELD OP, MAAR ER ZATEN OOK HAKEN EN OGEN AAN’

PASSENDE TECHNIEK VOOR HET PROBLEEM

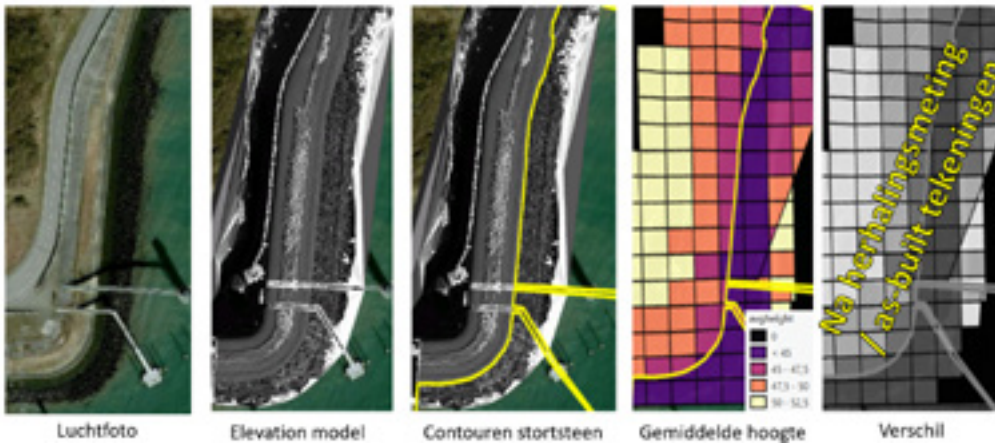
Antea Group en Rijkswaterstaat trokken intensief met elkaar op om gezamenlijk na te denken over manieren waarop de verzakking van kreukelbermen nauwkeurig en efficiënt kan worden gemeten. “We kwamen tot de conclusie dat drones een perfect middel zijn om daar inzicht in te krijgen”, blikt Luuk terug. “De handmatige inspecties zoals die tot nu toe plaatsvonden, leggen het eigenlijk op alle fronten af tegen drones. Ga maar na: met een drone overbrug je niet alleen veel sneller een grote afstand, maar kom je ook op moeilijk bereikbare plekken. En vanuit mijn vakgebied Data & Informatie is het natuurlijk een extra interessant gegeven dat we met drones in staat zijn om veel nauwkeuriger te meten.”

FOTOGRAMMETRIE

Om die nauwkeurigheid te waarborgen, moest er ook een waarheidsgetrouw 3D-model komen. “Dat hebben we met behulp van fotogrammetrie gerealiseerd. Met deze techniek kunnen we van meerdere dronefoto’s een nauwkeurig, waarheidsgetrouw 3D-model van de omgeving maken. Fotogrammetrie herkent overeenkomsten in pixels tussen twee foto’s. Door iedere dronefoto een stukje te laten overlappen met de aangrenzende foto kunnen we alle foto’s uiteindelijk aan elkaar koppelen tot een 3D-model. Dat hebben we vervolgens naast het Digitaal Topografisch Bestand van Rijkswaterstaat gelegd om te valideren of het model correspondeert met de realiteit.”

MINUTIEUS VOORBEREID

Antea Group en Rijkswaterstaat hebben de drone-inspecties minutieus voorbereid samen met Wageningen University & Research, die ook bij het onderzoek betrokken was. Luuk: “Een goede voorbereiding is natuurlijk het halve werk. We hebben daarom niets aan het toeval overgelaten. Het uitgebreide nulmetingrapport dat we hebben opgesteld, laat dat mooi ▶



Het analyseproces, van foto tot hoogteverschil. Om de verplaatsing van stortsteen uiteindelijk te analyseren, is het vooral belangrijk om de grote bewegingen in kaart te brengen. Als één stortsteen een meter opschuift, is dat geen probleem. Daarom wordt in de analyse-stap gefocust op de grens tussen stortsteen en niet-stortsteen, evenals de verzakking van steen in grotere vakjes. Deze grens wordt nu in samenwerking met Wageningen University Research bepaald met behulp van AI-technieken.

zien. In dit rapport is de hele werkwijze tot in detail vastgelegd. Er staat bijvoorbeeld in welke meetmethodes en welke hard- en software we hebben gebruikt, maar ook hoe we de volgende metingen het best kunnen uitvoeren. Zo houden we het onderzoek zuiver, want vertekende resultaten willen we uiteraard voorkomen.”

JACCO FAASSE

is senior adviseur Assetmanagement bij Rijkswaterstaat.

PIETER GROENENDIJK

is civiel adviseur bij Rijkswaterstaat.



LUUK VAN GORP

is adviseur Digitale Ruimte bij Antea Group.
Luuk.vanGorp@Anteagroup.nl

VÓÓR HET BROEDSEIZOEN KLAAR

Ook de dronevluchten zelf werden zorgvuldig voorbereid, vertelt Luuk. “Er zijn zoveel factoren waar je rekening mee moet houden. De waterstand bijvoorbeeld: als de stortstenen onder water staan, kun je niet meten. Daarom hebben we steeds rondom de laagste waterstand geïnspecteerd. Ook de temperatuur speelde een rol. Bij lage temperaturen raakt de batterij van de drone snel leeg. Daardoor konden we in december niet vliegen. Tegelijkertijd wilden we wel bewust vóór het broedseizoen klaar zijn, om flora en fauna niet te verstoren. Gelukkig hebben we dat gered: in maart 2024 was de laatste dronevlucht.”

VOGELPOEP

Aan één van zijn collega's heeft Luuk tijdens de voorbereiding bijzonder veel gehad. “Er werkt hier iemand die enorm veel weet over stortstenen. Samen hebben we over allerlei praktische aspecten nagedacht: van de juiste vlieghoogte tot de ideale vluchtroute, en van de juiste nauwkeurigheid tot de geschikte Ground Control Points (GCP's). Deze referentiepunten waarborgen dat de meetpunten in het 3D-model op de juiste plek staan. We hadden uiteindelijk maar weinig GCP's

nodig om aan de gestelde nauwkeurigheidseisen te voldoen. Een paar natuurlijke referentiepunten waren voldoende: denk aan hoekjes van beton, lantaarnpalen en zelfs vogelpoep.”

ENORME TIJDBESPARING

Dankzij de drone werd de nulmeting van 140 hectare kreukelberm uiteindelijk in slechts zeventien meetdagen voltooid. “Een enorme tijdbesparing”, glundert Pieter. “En de metingen zijn ook veel nauwkeuriger”, vult Jacco aan. “Tien centimeter nauwkeurigheid was het doel, maar vaak kwamen we zelfs tot twee centimeter.” De nulmeting leverde 1,2 terabyte aan data op. “Deze nulmeting heeft een sterke basis gelegd om de metingen van volgende inspecties te vergelijken en ontwikkelingen te volgen. De eerstvolgende inspectie staat gepland voor 2028. De werkwijze helpt ons om de impact van water op de kreukelbermen goed scherp te krijgen. Ons areaal bevat een aantal kwetsbare gebieden die we op deze manier perfect kunnen inspecteren om te bepalen of het nodig is om stortstenen aan te vullen”, aldus Jacco.

SUCCESVOLLE SAMENWERKING

Jacco, Pieter en Luuk kijken unaniem terug op een succesvolle samenwerking. “Het resultaat is nog beter dan we vooraf hadden verwacht en gehoopt”, deelt Jacco. “We hebben de scope goed afgebakend, de onderzoeksmethode samen doorleefd en intensief samen opgetrokken. Antea Group is vanaf het eerste moment actief betrokken geweest, en met gezamenlijk enthousiasme en uitstekende communicatie hebben we samen echt iets moois neergezet. De winst in snelheid, efficiëntie en nauwkeurigheid geeft ons zoveel energie!” Pieter droomt al voorzichtig hardop over een vervolg: “Antea Group beschikt over zoveel kennis en kunde in de breedte én in de diepte, dat we nog veel meer elementen kunnen meten. Hun expertise is voor ons van grote meerwaarde.”