

Impressie van een minisatelliet in een baan rond de aarde.

HOE MINISATELLIETEN DE RUIMTE VEROVEREN

Klein maar fijn

Minisatellieten worden een steeds populairder alternatief voor logge, dure, grote ruimtesondes. Dankzij de lage prijs en de vele toepassingen kiezen steeds meer ruimtevaartbedrijven voor deze optie. En Nederland loopt voorop in de ontwikkeling. tekst Marc Seijlhouwer MSc

Het was een vreemd gezicht, het filmpje dat in februari verscheen. Een raket die in de ruimte een constante stroom van satellieten uitpoept; elke vijf seconden één. Het was de grootste operatie in zijn soort ooit: in totaal begonnen 101 satellieten die dag aan hun ruimteavontuur. Het geeft ons een glimp van de toekomst van de ruimtevaart: minisatellieten.

'Ze zijn vaak zo klein als een melkpak en maximaal zo groot als een bierkrat', vertelt ir. Jeroen Rotteveel. De mede-oprichter en CEO van ISIS (Innovative Solutions In Space) weet het

idee van de minisatelliet goed te verkopen. Hij moet ook wel; zijn dagelijkse werk is het aan de man brengen van de onbekende minisatellieten aan bedrijven en instellingen die vaak gewend zijn om peperdure reuzensatellieten de ruimte in te sturen. 'Het is een conservatieve wereld, dus er is veel overredingskracht nodig. Maar we hebben een goed verhaal.'

Mini-niche

Rotteveel bestiert zijn bedrijf vanuit een onopvallend kantoorgebouw, vlakbij station Delft Zuid. Van binnen gebeurt er in dit grauwe gebouw ech-

ter veel meer dan in een gemiddeld accountantskantoor: het Delftse ISIS-hoofdkwartier is tegelijkertijd onderzoekslaboratorium, reisbureau en fabriek. Op de begane grond zijn labs met soldeerstations waar aan satellieten wordt gewerkt. In een gang staat een testapparaat voor zonnecellen. En op de hogere verdiepingen zitten de ingenieurs die de hele dag nieuwe ontwerpen maken en de reisagenten die zorgen dat er een raket klaarstaat om de satellieten, als die eenmaal af zijn, de ruimte in te brengen.

ISIS regelt dus alle aspecten van de minisatellietenwereld. Doordat het

Medewerkers van het Delftse bedrijf ISIS zetten een minisatelliet in elkaar.

bedrijf alles doet, kon het ook snel groeien. In totaal werken er nu 75 mensen, na een tijd met veel vacatures. 'Vanaf nu zal het bedrijf rustiger groeien, aan de hand van de hoeveelheid werk.'

Rotteveel overtuigt iedereen snel van het belang van zijn handel: 'Een kleine satelliet is zoveel goedkoper en je hebt zoveel sneller een nieuwe missie opgezet. Waarom zou je het niet doen als het technisch gezien kan? Dat is wat ik mijn potentiële klanten altijd vertel.' Die klanten lijken het verhaal te geloven en te onderbouwen, want ISIS is succesvol. Het Nederlandse bedrijf is het derde ter wereld op het gebied van kleine satellieten.

Rotteveel kwam op een gelukkig moment in de wereld van de minisatellieten. Hij werkte voor zijn afstuderen bij de TU Delft aan de minisatelliet Delfi C³. Na afronding wilden de groepsleden eigenlijk door en daarom richtten ze ISIS op. Al snel werd duidelijk wat voor bedrijf het moest worden. 'Er bestonden in 2006 vrijwel geen bedrijven gespecialiseerd in minisatellieten. Ontwerpen, bouwen, lanceren en opereren; we zagen een kans om alles in één keer aan te bieden.' Ook vangt ISIS de satellietgegevens op en stuurt die desgewenst door naar hun klanten.

Meeliften

De raket die in februari vanuit India vertrok, was een voorlopig hoogtepunt voor ISIS. De grote satelliet waarvoor de lancering vooral bestemd was, nam niet alle ruimte en al het laadvermogen in beslag. Omdat het zonde is om een halflege raket de lucht in te laten gaan, zorgde ISIS ervoor dat elk stukje open ruimte werd gevuld met minisatellieten. Ze bouwden drie van de 104 satellietjes zelf, en regelde van het leeuwendeel het plekje aan boord.

'Eigenlijk wilden we veel van de satellieten al eerder lanceren. Maar toen werd het vertrek van een raket die we op het oog hadden uitgesteld. Een bekend probleem in de ruimtevaart, dat ons werk weleens lastig maakt.' Doordat grote satellieten enorm veel kosten, mogen ze absoluut niet mislukken. Daarom worden lanceringen regelmatig uitgesteld of zelfs helemaal afgeblazen.

Ook los daarvan is het niet makkelijk om iets de ruimte in te krijgen, zegt Rotteveel. 'Flexibel opereren is lastig, bijvoorbeeld door bureaucratische of juridische aspecten van lanceringen. Maar het gaat steeds beter; we weten een nieuwe minisatelliet tegenwoordig regelmatig binnen een halfjaar te lanceren.'

Voor iedereen die interesse heeft in een plekje in de ruimte zijn de minisatellieten goed nieuws.



De kosten lopen uiteen van 0,5 tot 2,5 miljoen, en dan regelt ISIS alles. Het enige wat de klant hoeft te doen, is vertellen wat hij met de satelliet wil. 'Onze klanten komen uit allerlei hoeken', vertelt Rotteveel. 'De start-up Planet uit Silicon Valley gebruikt bijvoorbeeld minisatellieten om een *realtime* Google Maps-dienst op te zetten.' Met grote satellieten zou dat veel te veel kosten. Dankzij ISIS kregen ze bij de Indiase lancering 88 satellieten in één keer in de lucht. Het begin van hun droom om een constant geüpdatete, gedetailleerde satellietkaart te maken.

Eiwitten vouwen

Ook Defensie kijkt met veel interesse naar de satellieten. Een land als Nederland krijgt nu vooral informatie via satellieten van grotere landen. Zelf iets lanceren is budgettair moeilijk. Maar met een simpele camerasatelliet wordt het plotseling wel mogelijk om belangrijke gebieden periodiek in de gaten te houden. Dat kan de troepen enorm helpen, vertelde majoor Hans Klinkenberg tijdens een symposium over minisatellieten. 'Berichten overbrengen via een beveiligde verbinding, luchtafweergeschut opsporen zodat onze vliegtuigen het kunnen omzeilen ... Er zijn veel toepassingen van kleine satellieten.' Defensie wil binnenkort een proefsatelliet aanschaffen om het nut van de innovatie aan te tonen en om duidelijk te krijgen wat voor wensen de militairen precies hebben.

Er zijn ook onverwachte partijen die behoefte hebben aan een apparaat in de ruimte. Denk bijvoorbeeld aan medicijnontwikkelaars. 'In één van onze satellieten zit een proefopstelling waarmee onderzoek is te doen voor nieuwe medicatie. Middels proeven in de ruimte, in gewichtloosheid, leren de onderzoekers hoe bepaalde processen werken, zoals hoe eiwitten zich precies opvouwen, zonder de overheersende invloed van de zwaartekracht op het experiment. Vandaag de



foto ISIS

dag is het mogelijk om dergelijk onderzoek snel en betaalbaar uit te voeren met kleine satellieten; een wezenlijk verschil met tien jaar geleden.'

Een farmacologiebedrijf is een typisch voorbeeld van een gebruiker die voor de komst van minisatellieten nooit zou overwegen zelfstandig iets te lanceren. Grote, complexe satellieten met een lange ontwikkeltijd kosten tientallen miljoenen en blijven vaak nog een zaak van overheidsgestuurde programma's, zeker voor onderzoek.

'We ontwerpen onze systemen zo robuust en simpel mogelijk'

Met minisatellietmissies van slechts een paar miljoen euro verandert dat. Rotteveel: 'Vroeger werd onze niche van experimentele, gespecialiseerde satellietmissies vervuld door satellieten van 100 tot 150 kg, maar door miniaturisering zijn ze pakweg tien keer lichter en betaalbaarder geworden.'

Aardse chips en sensoren

Hoe komt het dat een satelliet ter grootte van een melkpak een groter, complexer en duurder apparaat op sommige vlakken voorbij streeft? Rotteveel noemt de auto- en telefoonindustrie. 'Dankzij de enorme sprongen die daar zijn gemaakt op het gebied van kleine, goedkope en betrouwbare elektronica kunnen wij bestaan. Waar grote satellieten

allemaal op maat gemaakte techniek gebruiken, of systemen waarvan bekend is dat ze goed werken in de ruimte, kunnen ISIS' apparaatjes toe met bekende chips en sensoren uit de aardse industrie. Bij de grote jongens zit je vast aan een ontwikkeltijd van decennia. En daardoor is de techniek in die satellieten ook zo oud. Wij kunnen het nieuwste van het nieuwste pakken door andere industrieën in de gaten te houden.'

Niet alles werkt, geeft Rotteveel toe. 'Soms blijken onderdelen niet bestand tegen de enorme temperatuurschommelingen in de ruimte, functioneren ze niet goed in vacuüm of hebben ze last van de kosmische straling. Dat testen we allemaal op aarde, en we gebruiken alleen de dingen die het wel aankunnen.'

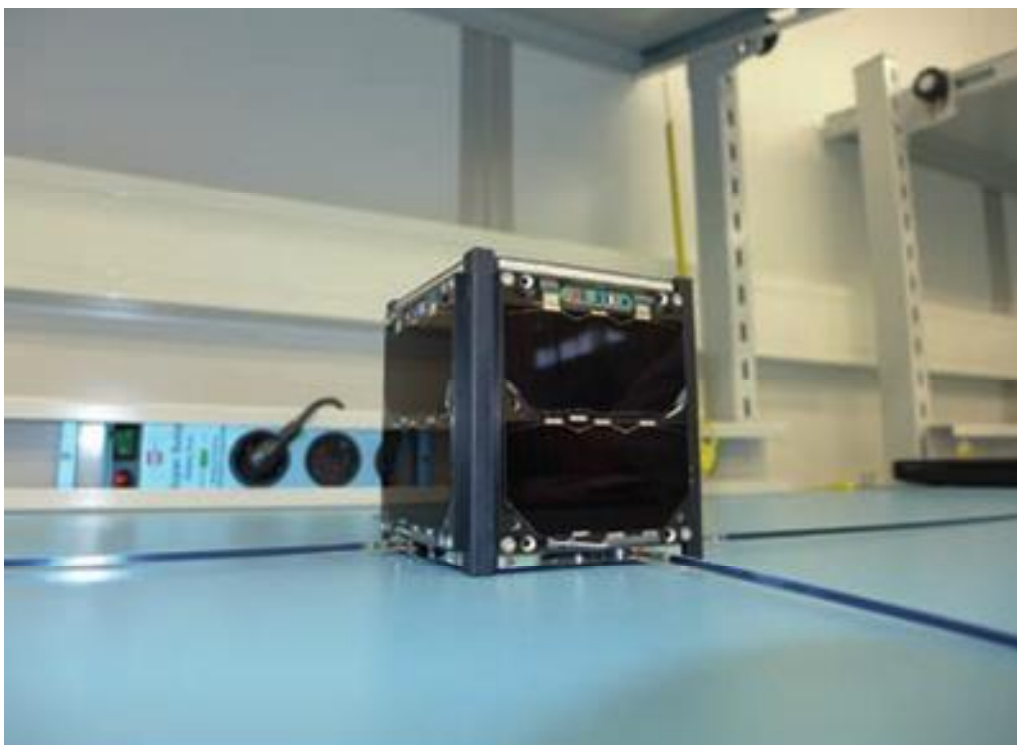
De innovatie komt niet van de onderdelen, maar van de ingenieurs. Zij bedenken namelijk hoe de bestaande technologie goed kan werken in een satelliet. Rotteveel: 'Een telefoon loopt nog weleens vast. Bij een satelliet mag dat absoluut niet gebeuren. Dus ontwerpen en bouwen we onze systemen zo robuust en simpel mogelijk.' Dat betekent dat ze het liefst niet meer dan één instrument per satelliet hebben. Dan kan er immers zo min mogelijk stuk gaan en zullen de algoritmes nooit onvoorspelbaar gedrag vertonen doordat twee processen elkaar bijvoorbeeld overschrijven.

'Als je al meer instrumenten wilt, zorgen we dat ze niet tegelijk, maar na elkaar werken,' zegt Rotteveel. 'Zo maak je de werking van een apparaat zo voorspelbaar mogelijk. Daarnaast is het 'standaardpakket' in de satelliet, de onderdelen die hoe dan ook nodig zijn om hem te laten functioneren, voorzien van software en simpele sensoren die in de gaten houden of een onderdeel op het punt staat kapot te gaan. Als dat zo is, zorgt de satelliet dat het kapotte onderdeel buiten werking wordt gesteld om erger te voorkomen.'

Studentenproject

Het is een intelligente manier van ontwerpen, grotendeels ontstaan door de voorwaarden die een minisatelliet aan het design stelt. De methode staat echter haaks op de 'alles-in-een'-aanpak van de klassieke ruimtevaart. 'We moeten onze klanten telkens laten nadenken over wat ze écht nodig hebben voor hun ruimtemissie. Vaak willen ze meer dan wij kunnen of willen bouwen in één satelliet.'

De lancering van 101 minisatellieten in India was een record: nog nooit gingen er zoveel sondes mee in één raket. ISIS is echter vooral trots op de drie satellieten die het bedrijf zelf ontwierp,



Een van de drie ISIS-minisatellieten die eerder dit jaar aan boord van een Indiase raket de lucht in gingen.

bouwde en bestuurde. Twee van de ingenieurs die de projecten leidden, ir. Eric Bertels en Wouter Weggelaar BEng, vertellen vol trots over het succes van de lancering. Bertels toont een demonstratiemodel van een minisatelliet: een wirwar van printplaten en draadjes. 'Het ziet er misschien complex uit, maar we kennen deze architectuur inmiddels van haver tot gort. We weten dat hij werkt en weten dus ook precies wat we ermee kunnen doen.' Bertels en Weggelaar konden bijvoorbeeld exact uitrekenen hoeveel energie een satelliet nodig heeft en aan de hand daarvan beslissen hoeveel zonnepanelen er op de buitenkant moesten komen.

Camera's vreten stroom en er is niet veel ruimte voor energieopwekking

Nu bevinden de drie satellieten van de Indiase lancering zich allemaal in een baan rond de aarde. Bertels pakt zijn laptop erbij, tikt een internetadres in en laat een pagina vol data zien. 'Kijk maar, hij doet het', vertelt hij. Een kaartje toont waar de satelliet het laatst werd gezien, met daarbij een heleboel gegevens over de temperatuur, de oriëntatie ten opzichte van de aarde, enzovoort.

Een van de drie satellieten ontwierpen de twee ingenieurs overigens samen met een universiteit uit de Verenigde Arabische Emiraten. Dat gebeurt vaker; door de relatief lage kosten worden studentprojecten plotseling veel spannender, omdat ze echt aan iets werken.

Gyroscopische wielen

Het klinkt bijna te mooi om waar te zijn, de minisatelliet. Goedkoop, veelzijdig en betrouwbaar. Wat kan een ondernemer in de ruimte zich meer wensen? Er zijn echter nog wel wat hobbels te nemen. Het besturen van de apparaten is bijvoorbeeld ingewikkeld. Raketmotoren die de

satelliet de juiste kant op stuwen, nemen veel ruimte in en zijn relatief kwetsbaar. In plaats daarvan gebruiken veel van ISIS' minisatellieten nu elektromagneten die het magneetveld van de aarde benutten om zichzelf en daarmee ook hun antenne de goede kant op te richten. Met die antenne ontvangen ze data en verzenden ze data naar de aarde.

Satellieten met ook een camera aan boord moeten echter veel nauwkeuriger gericht worden om het gewenste stuk van de aarde in beeld te krijgen. Dan zijn er extra systemen nodig, zoals gyroscopische wielen, en dat soort systemen is op dit moment nog minder ver ontwikkeld. 'Maar die techniek wordt ook steeds verfijnder en de afwijkingen worden daarmee kleiner.'

Toch blijven camera's en andere complexere sensoren ingewikkeld. Ze vreten stroom en veel ruimte voor energieopwekking is er niet op een minisatelliet. Daarnaast genereren ze veel data die weer naar de aarde moet worden gestuurd. Miniaturisering en betere zonnepanelen moeten dat probleem oplossen. En diezelfde miniaturisering zal waarschijnlijk ook zorgen voor zuinigere, betere camera's.

Echt grote problemen lijken er niet te zijn, als je het aan ISIS vraagt. Ze hebben een gat in de markt gevonden waar ze nu goed in zitten. Alleen die naam is in deze tijden van terreur wellicht wat ongelukkig. Veranderen vindt Rotteveel echter geen optie: 'We geven niet toe aan terrorisme. We hebben in tien jaar een sterk merk opgebouwd dat hopelijk ook weer een positieve associatie aan de naam ISIS gaat geven in Nederland.' |