



Ontwikkeling van satelliettechnologie in Singapore

Artikel | 15 maart 2017

Marijke ten Haaf & Astrid Seegers

De ontwikkeling van satellieten en bijbehorende technologie heeft de afgelopen jaren grote vooruitgang geboekt in Singapore. De Office for Space Technology and Industry (OSTIn) is opgericht in 2013 met het oog op de ontwikkeling van de ruimtevaartindustrie. Eind 2015 zijn de eerste zes Singaporese satellieten succesvol gelanceerd vanuit India en in januari 2017 volgde de zevende satelliet, gelanceerd vanuit het International Space Station. De Singaporese satellieten worden ingezet voor toepassingen in telecommunicatie, gps en aardobservaties.

Meer aandacht voor de ruimtevaartsector in Singapore

OSTIn valt onder de Economic Development Board (EDB), een instantie van het ministerie van Handel en Industrie. Het is de coördinerende organisatie in Singapore op het gebied van ruimtevaarttechnologie en staat in direct contact met de verschillende onderzoeksgroepen binnen de Nanyang Technological University (NTU) en de National University of Singapore (NUS). OSTIn vormt de verbinding tussen de universitaire onderzoeksgroepen en de toepassing van het onderzoek voor de industrie. Het is geïnteresseerd in het gebruik van satellietdata en de ontwikkeling van nieuwe applicaties om de verkregen data zo efficiënt en effectief mogelijk in te zetten. Een ander aandachtspunt is het creëren van de juiste wet- en regelgeving om de ruimtevaartsector te laten groeien.

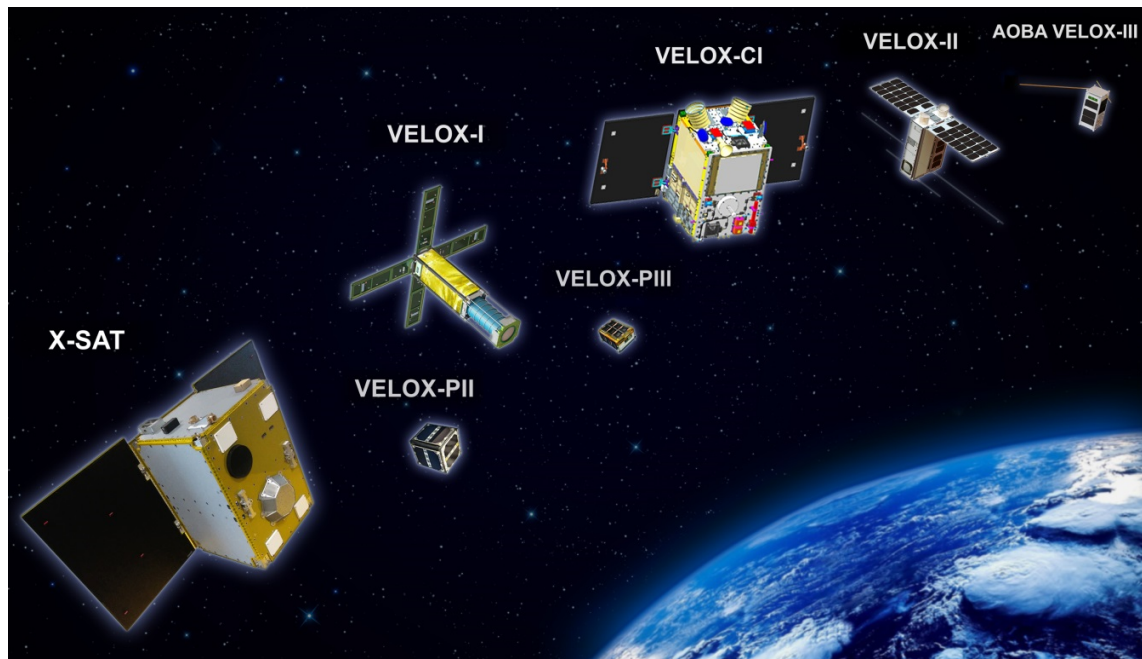
De Singapore Space and Technology Association (SSTA) is een non-profit organisatie in Singapore gericht op de ontwikkeling van de ruimtevaartindustrie. Zij biedt een neutraal platform om overheid, wetenschap en de industrie te verbinden in de uitwisseling van informatie en op daarmee de ruimtevaartindustrie te versterken. Jaarlijks organiseert SSTA de Global Space and Technology Convention om deze partijen samen te brengen. Onderdeel hiervan is een grote beurs met een forum waar gesproken wordt over de nieuwste ontwikkelingen in ruimtevaarttechnologie, toepassingen en innovatieve mogelijkheden.

De afgelopen drie jaar heeft OSTIn een aantal tenders uitgeschreven voor onderzoeksvoorstellen naar satelliet-gerelateerde technologie zoals software, algoritmes en satelliet-subsystemen. Tijdens de Global Space and Technology Convention (GSTC) 2017 benadrukte minister Iswaran van het ministerie van Handel en Industrie dat Singapore blijft investeren in onderzoek en ontwikkeling van kleinere satellieten, maar dat het gaat inzoomen op een aantal deelgebieden. OSTIn zal samen met industriële spelers en overheid bepalen wat de belangrijkste technologische gebieden zijn en aan de hand daarvan nationale onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma's opzetten. Deze aanpak moet leiden tot verbetering van samenwerking tussen publieke onderzoeksinstellingen en de industrie enerzijds en de commercialisering van onderzoek anderzijds.

Lancering van eerste zes Singaporese satellieten

Een grote stap in de ruimtevaartambitie van Singapore was de lancering van zes Singaporese satellieten vanuit India in december 2015. Deze satellieten zijn ontworpen voor verschillende toepassingen. De grootste is de **TeLEOS-1** (400 kg), geproduceerd door het Singaporese bedrijf ST Electronics (Satellite Systems). Dit bedrijf is een joint venture waar de Nanyang Technological University (NTU) ook deel van uitmaakt. Daarnaast heeft NTU twee van de andere gelanceerde satellieten gebouwd: de **VELOX-CI** (123 kg) en de **VELOX-II** (12 kg). Ook de National University of Singapore (NUS) heeft twee satellieten gemaakt: de **Galassia** (2 kg) en de **Kent Ridge 1** (77,2 kg). De zesde satelliet is de **Athenoxat-1**, gebouwd door de Singaporese startup Microspace. Alle zes satellieten zijn succesvol naar een baan om de aarde gebracht op ongeveer 550 km hoogte.

Begin 2017 is de zevende Singaporese satelliet gelanceerd, voor het eerst vanuit het International Space Station (ISS). Het ISS is een ruimtestation dat in een baan om de aarde draait en door verschillende landen is gebouwd, bemand en bekostigd. De **AOBE-VELOX-3** is gebouwd door de NTU in samenwerking met het Japanse Kyushu Institute of Technology. De AOB-VELOX-3 is naar het ISS gebracht door het ruimtevaartuig HTV6. Een Japanse astronaut heeft de satelliet vervolgens gelanceerd in een baan om de aarde op ongeveer 400 km hoogte.



Overzicht van ontwikkelde en gelanceerde satellieten in Singapore (bron: Satellite Research Centre SaRC)

Singaporese bedrijven en satelliettechnologie

ST Electronics is het grootste Singaporese bedrijf betrokken bij satellieten en verantwoordelijk voor de ontwikkeling en lancering van de eerste commerciële satelliet voor aardobservaties in Singapore (TeLEOS-1-project). De TeLEOS-1 is ontworpen rondom een gestabiliseerde SS-400 satelliet bus, met een ontwerplevensduur van vijf jaar. Vier zonnepanelen leveren de energie voor de satelliet; gedurende deze vijf jaar is dat minimaal 680 watt. De TeLEOS-1 heeft een grondresolutie van één meter en kan drie afbeeldingsmodi ondersteunen:

- een modus waarin de satelliet continu een 12 km brede strook van het oppervlak in beeld brengt met een maximum van 200 km;
- een modus waarin het ruimtevaartuig zich heroriënteert en meerdere afbeeldingen maakt met een straal van 12 km rondom een bepaald punt;
- een modus waarbij de satelliet drie aangrenzende stroken afbeeldt van 12 bij 36 km zodat uiteindelijk een vierkante afbeelding ontstaat van 36 bij 36 km.

ST Electronics werkt samen met het Defence Science and Technology Agency (DSTA) aan de bouw van TeLEOS-2. DSTA is een instantie van het Singaporese ministerie van Defensie gericht op ontwikkeling en aankoop van technologie. De TeLEOS-2 wordt uitgerust met een in Singapore ontwikkeld radarsysteem voor hoge resolutie en kan hierdoor een dikke bewolkingslaag doordringen. Ook krijgt de TeLEOS-2 de beschikking over 500 GB aan dataopslag en een 800 Mb/s connectie met het grondstation. DSTA zal de gegevens van de satelliet gebruiken ter ondersteuning van een aantal overheidsinstanties, waaronder het National Environment Agency (NEA), de autoriteit voor milieu, om smog te monitoren en de Maritime and Port Authority, de autoriteit voor haven en maritiem, om olievlekken te monitoren. iDirect, een onderdeel van ST Engineering, werkt daarnaast aan de verbetering van de communicatie tussen satellieten. Dit bedrijf heeft een netwerk ontwikkeld voor directe communicatie tussen satellieten zonder tussenkomst van het grondstation. Dergelijke technologie is vooral interessant voor militaire doeleinden en spraaktoepassingen.

Naast ST Electronics is een aantal kleinere Singaporese bedrijven actief in deze sector, bijvoorbeeld Microspace, een startup die een eigen satelliet heeft gebouwd (de Athenoxat-1). De Athenoxat-1 test een afbeeldingssysteem met nachtvizier dat observatieafbeeldingen levert van de nachtkant van de aarde.

Onderzoek en satellieten

De twee grootste universiteiten van Singapore, de NUS en de NTU, hebben nu in totaal vijf satellieten ontwikkeld en gelanceerd, waarbij verschillende onderzoeksgroepen zijn betrokken.

Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing

De NUS heeft een onderzoekscentrum dat gericht is op de ruimte en satellieten: het Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP). CRISP doet onderzoek naar het verwerken, analyseren en toepassen van remote sensing-data afkomstig van satellieten. Het remote sensing-grondstation van CRISP is in staat om beelden te verwerven van het aardoppervlak binnen een straal van ongeveer 3000 km (door satellieten op een hoogte van ongeveer 800 km) of 2300 km (door satellieten op een hoogte van ongeveer 700 km), waardoor ze heel Zuidoost-Azië dekken. Het grondstation ontvangt data van meer dan twaalf satellieten, waarvan twee satellieten van de NUS zelf.

Galassia-satelliet

De Galassia-satelliet van de NUS is ontwikkeld door onderzoekers van CRISP in samenwerking met de Faculteit Bouwkunde en heeft twee onderzoeksdoelen. Het eerste onderzoeksdoel is het bestuderen van de geleidbaarheid van de ionosfeer van de aarde op basis van de totale hoeveelheid elektronen (TEC: *Total Electron Count*).

Aangezien de ionosfeer invloed heeft op radiosignalen, kan de verkregen kennis worden ingezet om bijvoorbeeld GPS-navigatie of radiocommunicatie te verbeteren. Het tweede onderzoeksdoel is een experiment in kwantumcommunicatie met gebruik van een Small Photon Entangling Quantum System (SPEQS). SPEQS bevat technologie die gecorreleerde fotonen kan creëren, de voorloper op verstrengelde fotonen (twee fotonen die zich in precies dezelfde kwantumtoestand bevinden). Verstrengelde fotonen kunnen worden ingezet om informatie uit te wisselen op lange afstanden, waardoor het onderzoek een eerste kleine stap zet om in de toekomst bijvoorbeeld internet via kwantumtechnologie in de ruimte te gebruiken.

Kent Ridge-satelliet

De Kent Ridge-satelliet is de tweede satelliet van de NUS, ontwikkeld door CRISP in samenwerking met het Department of Electrical and Computer Engineering (ECE). Het is een microsateelliet met twee hyper-spectrale camera's met een grondresolutie van 44 en 110 meter en een spanwijdte van 48 en 56 km respectievelijk. Deze satelliet maakt gebruik van spectrale banden, afgebakende segmenten van golflengtes binnen het elektromagnetisch spectrum (dat door de zon wordt verspreid). Hyper-spectrale beelddata kunnen zo worden verzameld in meer dan honderd smalle, opeenvolgende spectrale banden tegelijkertijd. Voor elke pixel in een beeld registreert de sensor de intensiteit door middel van verschillende spectrale banden. Hiermee kan een continu spectrum voor elke pixel in beeld worden gebracht. Hoe groter het aantal banden, des te groter is de spectrale resolutie en des te meer informatie kan worden ontleend.

Door middel van hyper-spectrale sensoren kunnen gedetailleerdere spectrale signaturen worden gemaakt om verschillende landschapselementen en objecten te onderscheiden. Deze techniek kan veranderingen in vegetatie, bodem, vulkanen, watertemperatuur en vuur detecteren. De meeste hyper-spectrale camera's zijn groot, duur en zwaar, maar de Kent Ridge 1 is een microsateelliet, weegt slechts 77 kg en is veel kleiner dan conventionele hyper-spectrale satellieten. De satelliet blijft twee jaar in de lucht om de camera's te testen en te optimaliseren, zodat ze in de toekomst kunnen worden ingezet voor de monitoring van het milieu of bij rampen zoals aardbevingen en overstromingen.

Satellite Research Centre

Aan de NTU is het Satellite Research Centre (SaRC) gespecialiseerd in nanosatelliettechnologieën en ruimtevaartmissies voor remote sensing en communicatieapplicaties. Ze ontwikkelen en onderzoeken Low Earth Orbit- of LEO-satellieten (satellieten die zich tussen ongeveer 350 en 1400 km boven het aardoppervlak bevinden) en doen innovatief onderzoek naar ruimtevaarttechnologieën voor aardobservaties en communicatiedoeleinden.

AOBE-VELOX-3

De AOB-VELOX-3 is een gezamenlijk project van de NTU en het Kyushu Institute Japan of Technology (Kyutech). De satelliet weegt twee kg en test drie nieuwe systemen ontwikkeld door de twee instellingen. Eén daarvan is een micro-voortstuwingssysteem ontwikkeld door de NTU, een systeem dat een kleine hoeveelheid stuwkracht genereert met behulp van gepulst plasma. Dit zorgt ervoor dat de satelliet ieder uur van de vlucht tweehonderd meter wordt opgetild. Normaal gesproken verliest een satelliet die in een lage baan om de aarde is gebracht naar verloop van tijd hoogte door luchtweerstand in de omringende atmosfeer. Het micro-voortstuwingssysteem stelt de satelliet in staat om in plaats van drie maanden ongeveer zes maanden in dezelfde baan in de ruimte te blijven. Op de satelliet is ook een draadloos communicatiesysteem van Kyutech bevestigd, dat gebruikt maakt van betaalbare wifi-technologie die al veel wordt gebruikt voor mobiele telefoons en routers. Dit systeem wordt getest tijdens de missie en zal bij goed gevolg ingezet worden om verschillende systemen op een satelliet met elkaar te laten communiceren zonder de noodzaak om allerlei draden aan deze systemen te koppelen. Daarnaast worden er via de satelliet experimenten gedaan om de duurzaamheid van bestaande microprocessoren in de ruimte te evalueren.

VELOX-II

De VELOX-II is ontwikkeld om een Inter-Satellite Data Relay System (IDRS) te testen. Het IDRS is ontwikkeld door

het middelgrote Singaporese bedrijf Addvalue Innovation, een dochterbedrijf van Addvalue Technologies, gericht op LEO-satellieten. Satellieten moeten rechtstreeks zicht hebben op het grondsegment voordat zij de verzamelde gegevens kunnen doorsturen. Voor satellieten in een lage baan, zoals LEO-satellieten, betekent dit dat zij slechts enkele minuten per omloop de tijd hebben om informatie te versturen naar het grondstation. Het IDRS verstuurt de informatie continu naar het grondstation via communicatiesatellieten die zich in de geostationaire baan bevinden (36.000 km boven aarde). De LEO-satelliet kan hierdoor 24/7 informatie ontvangen en versturen.

VELOX-CI

De VELOX-CI is een grotere satelliet van de NTU die wordt gebruikt om het tropische klimaat te bestuderen. Dit project wordt gefinancierd door de Economic Development Board (EDB). De satelliet verzamelt data zoals de temperatuur, luchtvochtigheid en luchtdruk binnen de atmosfeer.

Aardobservaties

Naast de onderzoekscentra op gebied van satellieten heeft de NTU een onderzoekscentrum in Singapore dat zich richt op aardobservaties, het Earth Observatory Singapore (EOS). Het EOS doet geen onderzoek naar satellieten of de applicaties op satellieten, maar gebruikt verkregen satellietdata voor onderzoek. Het verricht fundamenteel onderzoek naar aardbevingen, vulkaanuitbarstingen, tsunامي's en klimaatverandering in de buurt van Zuidoost-Azië voor een veiligere en duurzamere samenleving. Het EOS richt zich op drie onderwerpen: tektoniek, vulkanen en klimaat. De onderzoeksgroepen gericht op tektoniek en vulkanen zijn het grootst en de meeste onderzoeken vallen onder deze twee afdelingen. De kleinere klimaatafdeling is bezig met een uitbreiding door meer wetenschappers aan te trekken met expertise op dit gebied. Binnen het EOS is professor Tapponnier de specialist op het gebied van tektonisch onderzoek door middel van het observeren en analyseren van satellietafbeeldingen om zo landschappen te 'lezen'. Hierbij maakt Tapponnier onder andere gebruik van *lidar* (Light Detection And Ranging): een remote sensing-techniek waarbij de afstand tot objecten wordt gemeten. Aan de hand van conclusies over het verleden doet hij voorspellingen voor ontwikkelingen in de toekomst.

A*STAR

A*STAR, de overkoepelende organisatie voor toegepast onderzoek in Singapore, heeft geen eigen satelliet gelanceerd zoals de NUS en de NTU. Wel heeft A*STAR onderzoeksinstellingen die zich hebben gespecialiseerd in satelliet-gerelateerde diensten en satellietcomponenten. Door de snelle ontwikkeling van satellietssystemen, waarbij die steeds intelligenter worden en meer data verzamelen, wordt het verwerken van al deze data steeds belangrijker. A*STAR's Infocomm Research Institute (i2R) en Institute of High Performance Computing (IHPC) zijn beide gespecialiseerd in applicatieontwikkeling op het gebied van signaalverwerking, datamanagement en data-analyse. Daarnaast zijn het Data Storage Institute (DSI) en het Institute of Microelectronics (IME) beide onderzoeksinstellingen van A*Star gespecialiseerd in micro-elektromechanische systemen (MEMS) en eindversterkers. Bedrijven kunnen met deze onderzoeksinstellingen samenwerken om op MEMS gebaseerd niet-vluchtig geheugen (computergeheugen dat de opgeslagen informatie kan bewaren, ongeacht of de computer is in- of uitgeschakeld) en hoogfrequente vermogensversterkers voor de ruimtevaart te ontwikkelen.

Kansen voor Nederland

De ruimtevaartsector in Singapore is nog sterk in ontwikkeling. Er is de afgelopen jaren veel geïnvesteerd in het verzamelen van kwalitatief goede data, onder andere afkomstig van eigen satellieten die de afgelopen jaren zijn gelanceerd. De toekomstige ontwikkelingen liggen voornamelijk in het optimaal toepassen en inzetten van de verkregen data. Een ander aandachtsgebied is de wet- en regelgeving die benodigd is om de satellietindustrie te stimuleren en op de juiste wijze te laten groeien om zo de ruimtevaartsector te versterken. Singapore is geïnteresseerd in bestaande goede voorbeelden uit andere landen. In januari en februari wordt in Singapore jaarlijks de door de SSTA georganiseerde Global Space and Technology Convention gehouden. Tijdens deze conferentie komen bedrijven, overheid en wetenschap samen om te spreken over de nieuwste ontwikkelingen in ruimtevaarttechnologie, toepassingen en innovatieve mogelijkheden.

Meer informatie?

Neem dan contact op met de innovatieadviseurs in Singapore via sin-ia@minbuza.nl.
Website: www.ianetwerk.nl

Bronnen

Informatie	Bron
Algemene informatie over satellieten, aardobservaties en ontwikkelingen in Singapore	Interview met Mr. Wee Wei Tat, Assistant Manager, Office for Space Technology and Industry (OSTIn), 27-07-2016 https://www.mti.gov.sg/NewsRoom/Pages/Speech-by-Min-Iswaran-at-The-Global-Space-And-Technology-Convention-2016.aspx http://www.hcss.nl/reports/aardobservatie-op-de-kaart/199/ http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_NL/SEM1GABE8JG_0.html Websites geraadpleegd op 08-09-2016
Lancering van de satellieten	http://www.channelnewsasia.com/news/singapore/6-singapore-satellites/2352288.html https://www.nasaspaceflight.com/2015/12/indian-pslv-six-singaporean-satellites/ Websites geraadpleegd op 08-09-2016
Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP)	http://crisp.nus.edu.sg/~research/ http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/spot.htm Websites geraadpleegd op 13-09-2016
Satellite Research Centre (SARC)	http://www.sarc.eee.ntu.edu.sg/Pages/Home.aspx Website geraadpleegd op 13-09-2016
Earth Observatory Singapore (EOS)	Gesprek met Prof. Taponnier van het EOS, 23-06-2017 http://www.earthobservatory.sg/ Website geraadpleegd op 13-09-2016
Singapore Space & Technology Association (SSTA)	http://www.space.org.sg Website geraadpleegd op 14-02-2017
A*STAR	https://www.a-star.edu.sg/Portals/65/Documents/Media%20Coverage/Spore%20Target%20Satellite%20and%20Space%20Tech%20Ind.pdf https://www.a-star.edu.sg/Portals/65/Documents/Media%20Coverage/2014.06.24_Moneylife_Singapore%20Offers%20Incentives%20to%20Entice%20Space%20Companies.pdf Website geraadpleegd op 15-02-2017
Speech minister Iswaran, Minister for Trade and Industry	https://www.mti.gov.sg/NewsRoom/Pages/Speech-by-Minister-Iswaran-at-the-Global-Space-and-Technology-Convention-2017-.aspx Website geraadpleegd op 01-03-2017

Satelliet	Informatie over satelliet, specificaties en toepassing verkregen via:
TeLEOS-1	http://space.skyrocket.de/doc_sdat/teleos-1.htm https://www.nasaspaceflight.com/2015/12/indian-pslv-six-singaporean-satellites/ http://www.stengg.com/about-us/companies/electronics/-3 Websites geraadpleegd op 14-09-2016

TeLEOS-2	http://www.channelnewsasia.com/news/singapore/st-electronics-to-build-2nd-singapore-made-earth-observation/3543244.html Website geraadpleegd op 01-03-2017
Athenoxat-1	http://space.skyrocket.de/doc_sdat/athenoxat-1.htm https://www.nasaspaceflight.com/2015/12/indian-pslv-six-singaporean-satellites/ http://www.micro-space.org/classic/athenox.html Websites geraadpleegd op 14-09-2016
Galassia	http://space.skyrocket.de/doc_sdat/galassia.htm https://news.nus.edu.sg/press-releases/9797-nus-launches-satellites https://www.nasaspaceflight.com/2015/12/indian-pslv-six-singaporean-satellites/ http://www.science.nus.edu.sg/newshub/1734-singapore-built-quantum-satellite-device-tests-technology-for-global-quantum-network http://www.math.ru.nl/~landsman/bestaattoeval.pdf https://www.newscientist.nl/nieuws/ronald-hanson-bewijst-quantumverstrengeling/ Websites geraadpleegd op 14-09-2016
Kent Ridge 1	http://space.skyrocket.de/doc_sdat/kent-ridge-1.htm http://www.spaceoffice.nl/nl/Satelliettoepassingen/Technologie/Passieve-remote-sensing/Multi-spectraal-en-hyperspectraal/ https://news.nus.edu.sg/press-releases/9797-nus-launches-satellites http://www.spaceoffice.nl/nl/Satelliettoepassingen/Technologie/Electromagnetisch-spectrum/ Websites geraadpleegd op 14-09-2016
VELOX-II	http://space.skyrocket.de/doc_sdat/velox-2.htm https://www.nasaspaceflight.com/2015/12/indian-pslv-six-singaporean-satellites/ http://www.sarc.eee.ntu.edu.sg/Research/Projects/Pages/VELOX-II.aspx Websites geraadpleegd op 14-09-2016
VELOX-CI	http://space.skyrocket.de/doc_sdat/velox-c1.htm https://www.nasaspaceflight.com/2015/12/indian-pslv-six-singaporean-satellites/ http://www.sarc.eee.ntu.edu.sg/Research/Projects/Pages/VELOX-CI.aspx Websites geraadpleegd op 14-09-2016
AOBE-VELOX-3	http://www.straitstimes.com/singapore/first-singapore-satellite-launched-from-the-international-space-station http://www.yellowpages.com.sg/article/ntu-launches-first-satellite-international-space-station-southeast-asia http://space.skyrocket.de/doc_sdat/aoba-velox-3.htm http://media.ntu.edu.sg/NewsReleases/Pages/newsdetail.aspx?news=e2b14e35-a882-4fca-8488-f70c0d633d0f Websites geraadpleegd op 09-02-2017