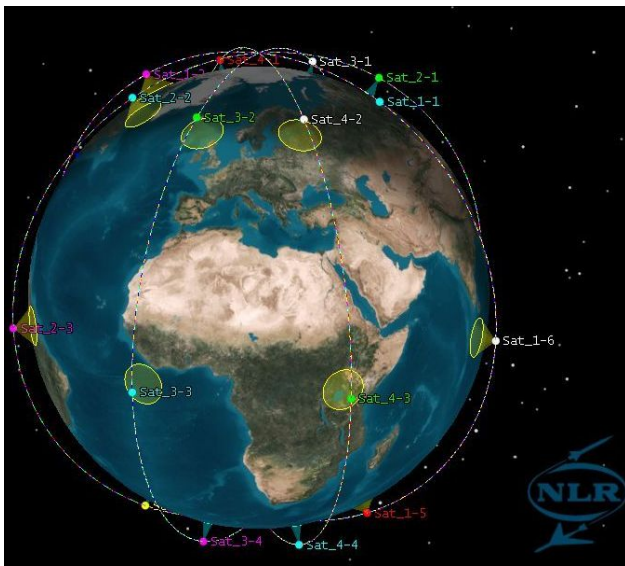




## Managementsamenvatting

# Een toekomst voor nationale kleine satellietmissies: van droom naar werkelijkheid



### Rapportnummer

NLR-TP-2011-542

### Auteur(s)

P. Dieleman  
B.A. Oving  
J.J.M. Prins

### Rubricering rapport

ONGERUBRICEERD

### Datum

december 2011

### Kennisgebied(en)

Ruimtevaartinfrastructuur en  
-payloads

### Trefwoord(en)

SmallSat  
constellations

### Probleemstelling

In dit artikel wordt ingegaan op de achtergronden van de sterk toegenomen belangstelling voor kleine satellieten en de kansen die dit voor Nederlandse partijen biedt.

Steeds meer bedrijven in Nederland kijken serieus naar de mogelijkheden die kleine satellieten bieden.

Om die reden is een deel van de werkzaamheden bij het NLR gericht op technologieontwikkeling voor kleine satellieten. Dit artikel geeft daarvan een beknopt overzicht.





NLR-TP-2011-542

## Een toekomst voor nationale kleine satellietmissies: van droom naar werkelijkheid

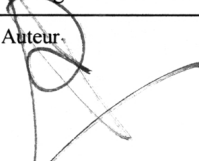
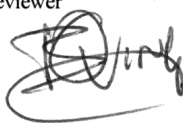
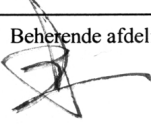
P. Dieleman, B.A. Oving en J.J.M. Prins

Dit rapport is verschenen als artikel in het blad "Ruimtevaart" nummer 2011-2 van de NVR.

Uit dit rapport mag worden geciteerd onder de voorwaarde dat volledige bronvermelding plaatsvindt.

Opdrachtgever	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Contractnummer	- - -
Eigenaar	NLR
NLR Divisie	Aerospace Systems and Applications
Verspreiding	Onbeperkt
Rubricering titel	Ongerubriceerd december 2011

Goedgekeurd door:

Auteur 	Reviewer 	Beherende afdeling 
---	---	---

## **Contents**

<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>Kleine satellieten: waarom eigenlijk?</b>	<b>3</b>
<b>Kleine satellieten en NLR: een terugblik</b>	<b>4</b>
<b>Kleine satellieten en NLR: een vooruitblik</b>	<b>6</b>
<b>Conclusies</b>	<b>8</b>

## **Inleiding**

In dit artikel wordt ingegaan op de achtergronden van de sterk toegenomen belangstelling voor kleine satellieten en de kansen die dit voor Nederlandse partijen biedt. Steeds meer bedrijven in Nederland kijken serieus naar de mogelijkheden die kleine satellieten bieden. Om die reden is een deel van de werkzaamheden bij het NLR gericht op technologieontwikkeling voor kleine satellieten. Dit artikel geeft daarvan een beknopt overzicht.

### **Kleine satellieten: waarom eigenlijk?**

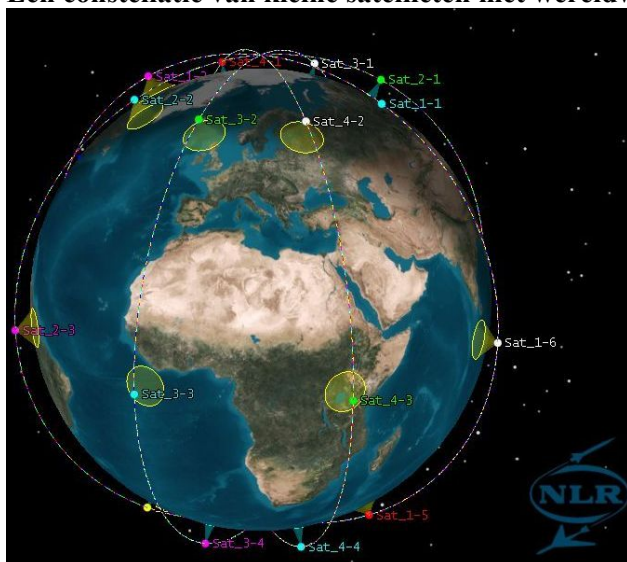
In toenemende mate worden de mogelijkheden die satellieten bieden gewaardeerd door partijen die hun toepassingen hierop deels of geheel baseren. Waar in eerste instantie de toepassingen van wetenschappelijke aard waren, zijn er inmiddels legio toepassingen voor data afkomstig van aardgerichte satellieten van institutioneel of commercieel belang. De industrie is na ruim 50 jaar ruimtevaart in staat betrouwbare satellietsystemen te bouwen. De technologie ontwikkelt zich gestaag. Het prijskaartje voor satelliet, lancering en operaties blijft echter in veel gevallen te hoog voor een gezonde commerciële business case, en in vrijwel alle gevallen wordt geleund op de overheid als financier. Gaat de opkomst van kleine satellieten dit plaatje veranderen?

Miniaturisatie van de noodzakelijke technologie maakt het mogelijk om satellieten te bouwen die - zowel wat betreft platform als instrument - beperkt zijn qua massa, volume en gebruik van elektrisch vermogen. Hiermee kunnen missies worden uitgevoerd met voor diverse toepassingen acceptabele prestaties. Het grote voordeel van miniaturisatie in dit opzicht is dat de kosten van de lancering van de satelliet worden gereduceerd. Verder neemt het toepassen van, en het vertrouwen in, commercieel verkrijgbare componenten voor kleine satellieten toe. Dit levert ook een aanzienlijke kostenbesparing op. Daarnaast is er nog winst te behalen in het ontwikkelproces, bijvoorbeeld door minder te testen. Dit geeft weliswaar meer onzekerheid over de betrouwbaarheid van de satelliet, maar dit is minder van belang omdat vervanging relatief goedkoop is.

Kleine, goedkope satellieten zijn uitermate geschikt om ingezet te worden in constellaties, waarbij meerdere satellieten rond de aarde draaien. Dan wordt het zinvol om serieproductie toe te passen, waardoor de maakkosten per satelliet wederom dalen. Een constellatie van satellieten in lage aardbanen heeft de potentie om wereldwijd *near real-time* informatie aan gebruikers te verschaffen. Dit kan gebruikt worden voor monitoring, detection & surveillance toepassingen, bijvoorbeeld om de ontwikkeling van de pluim met vulkanas bij uitbarstingen te volgen. Een

ander voordeel van een constellatie is dat het uitvallen van een enkele satelliet niet noodlottig is voor de missie, maar hooguit een verslechtering van de service betekent.

### Een constellatie van kleine satellieten met wereldwijde dekking [NLR]



Bij dit verhaal moet wel worden opgemerkt dat een instrument of sensor aan boord van de satelliet fysiek aan een aantal randvoorwaarden moet voldoen om een specifieke resolutie of bandbreedte mogelijk te maken, met de daarbij behorende gevolgen voor het satellietplatform. Er zijn dus zeker beperkingen aan wat met een “kleine” satelliet mogelijk is. Momenteel kunnen kleine satellieten bijvoorbeeld niet het benodigde elektrisch vermogen opwekken voor een actief instrument als een radar. Verder zijn geminiaturiseerde optische instrumenten beperkt qua resolutie.

### Kleine satellieten en NLR: een terugblik

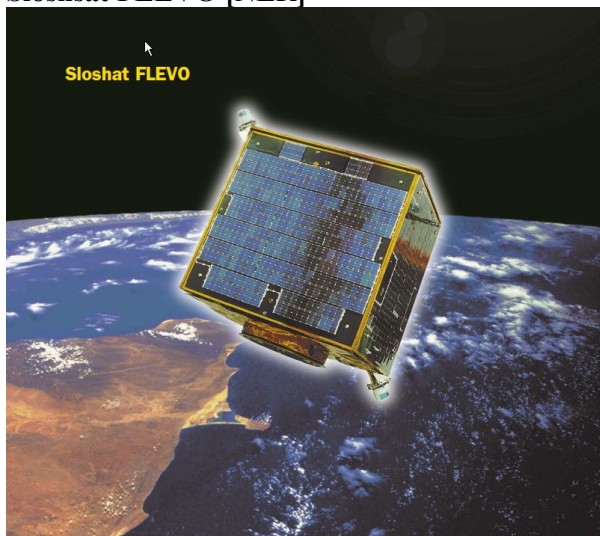
Feitelijk was de eerste (wetenschappelijke) satelliet die met Nederlandse en NLR betrokkenheid werd gebouwd en geopereerd een kleine (mini-)satelliet: [ANS](#), lancering 1974, 130 kg, 1 m<sup>3</sup>, 80 W.

### **Astronomische Nederlandse Satelliet [NLR]**



In de jaren 90 werd onder leiding van NLR in samenwerking met nationale en internationale partners de kleine satelliet Sloshsat FLEVO (Facility for Liquid Experimentation and Verification in Orbit) ontworpen en voor onderzoek aan vloeistofdynamica in gewichtloze omstandigheden. Deze satelliet bevatte een vat met een inhoud van 87 liter, gevuld met 33,5 liter water, waarmee klots-experimenten werden uitgevoerd.

### **Sloshsat FLEVO [NLR]**



De satelliet werd in beweging gebracht door een koud-gas aandrijfsysteem. De invloed van het klotsende water op de rotatie en translatie bewegingen van de satelliet werd met gyroscopen en versnellingsmeters vastgelegd. De satelliet woog inclusief vloeistof 129 kg met een afmeting van minder dan 1 m<sup>3</sup>. SlosSat werd in 2005 gelanceerd met een testvlucht van de Ariane-5 raket, en met succes in een GEO-transfer baan gebracht (*zie Ruimtevaart, april 2005*).

SlosSat was een uitdagend project waarin veel ervaring is opgedaan van missie analyse, (sub)systeemontwerp en systeem-integratie, tot en met de lancering en operaties.

### **Kleine satellieten en NLR: een vooruitblik**

In Nederland zijn sinds enige jaren diverse bedrijven geïnteresseerd in de ontwikkeling van kleine satellieten met als doel een op kleine satellieten gebaseerde infrastructuur te realiseren, op basis waarvan diensten aangeboden kunnen worden. Voorbeelden van deze bedrijven zijn ISIS en Satellite Services. Daarnaast zijn er bedrijven die geïnteresseerd zijn in de levering van componenten en subsystemen, inclusief instrumenten. Naast genoemde bedrijven zijn dat bijvoorbeeld Bradford Engineering en Cosine.

Het NLR werkt met deze bedrijven samen met focus op de ontwikkeling van de benodigde technologie, en op de kwalificatie van deze technologie. In eerste instantie betekent dit kwalificatie op component-, subsysteem- en satellietniveau op basis van Engineering Modellen in een laboratoriumomgeving, waarna gezocht kan worden naar mogelijkheden de technologie daadwerkelijk *in-flight* te kwalificeren. Met name deze stap blijkt moeilijk en kostbaar en is in veel gevallen alleen mogelijk op basis van ondersteuning vanuit de overheid of op basis van internationale samenwerking.

Voorbeelden van technologiegebieden waarop het NLR actief is, zijn: warmtehuishouding, structuur, standregeling, voorstuwing, on-board data processing en antennes. De insteek is om kleine satellieten tegen lage kosten, en daarom zo veel mogelijk op basis van off-the-shelf technologie, te realiseren. Betrouwbaarheid is echter wel gewenst en veiligheid speelt ook een belangrijke rol, zowel vanuit het oogpunt van de leverancier en klant als vanuit het maatschappelijk perspectief.

Het NLR is bezig met het ontwerpen van een kleine satelliet, waarbij het 'low cost' aspect de belangrijkste drijfveer is. Dit houdt onder andere in: goedkope componenten, eenvoudige integratie, meer simulatie en minder testen, minder documentatie. De drie-assig gestabiliseerde



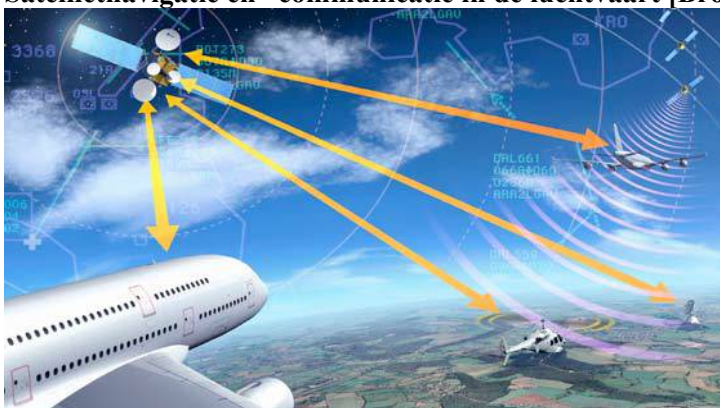
satelliet van ca. 20 kg richt zich op kleine instrumenten met een verbruik van minder dan 15 W continu.

Een speciaal project dat momenteel wordt uitgevoerd betreft een haalbaarheidsonderzoek naar en voorontwerp van een systeem dat kleine satellieten kan lanceren vanaf een vliegtuig. Deze zogeheten air launch lijkt aantrekkelijk alternatief te kunnen bieden voor de bekende *piggy-back* lancering waarbij kleine satellieten meeliften bij de lancering van grotere satellieten.

Naast deze technologiegeoriënteerde activiteiten is het NLR ook betrokken bij het definiëren van satellietmissies en het uitwerken van bijbehorende business cases. Van primair belang is hierbij natuurlijk het gebruikersperspectief, maar daarnaast is er aandacht voor zaken zoals de lancering, operaties, aspecten gerelateerd aan het gebruik van het frequentiespectrum (ITU) en toepassing van de Ruimtevaartwet gerelateerd aan minimalisering van ruimtepuin en aspecten van veiligheid.

Een voorbeeld monitoring missie is onderzocht, op basis van een constellatie van 15 baanvlakken elk met 15 satellieten. Elke satelliet heeft, naast een sensor, een communicatielink met de satelliet vóór zich. Dit sensor web is in staat om een waarneming te maken van elk willekeurig gebied op aarde binnen een half uur (en vaak nog sneller). Daarnaast kan het command & control netwerk op de grond sterk gereduceerd worden, doordat via de inter-satelliet communicatie elke satelliet te allen tijde bereikt kan worden. De inter-satelliet communicatie maakt ook het instantaan opvragen van data mogelijk (*satellite-as-a-service*).

#### Satellietnavigatie en –communicatie in de luchtvaart [Bron: ESA]



Voorbeelden van missies waar het NLR met partners naar kijkt, zijn missies gerelateerd aan de luchtvaart gekoppeld aan tracking & tracing van vliegtuigen via ADS-B, missies voor waterbeheer in het kader van het nationaal Convenant Water, missies gericht op monitoring van



de atmosfeer in het kader van weer, vervuiling & milieu, en missies ten bate van defensie en veiligheid in kader van Rapid Response/ORS systemen.

### **Conclusies**

Er lijkt een toenemende interesse vanuit de globale markt te bestaan voor gebruik van satellietdata en daarop gebaseerde diensten op basis van systemen bestaande uit 1 of meer kleine satellieten. Dit heeft de belangstelling bij nationale ruimtevaartbedrijven gewekt voor het leveren van passende producten, van satelliet tot dienst. Het NLR ondersteunt bedrijven met de benodigde technologieontwikkeling op diverse terreinen op vanuit haar ervaring, kennis- en technologiebasis. Middels een goede samenwerking met de diverse stakeholders en ondersteuning vanuit de overheid kan dit resulteren in het gewenste resultaat: *small satellites from a small country providing dedicated data to global customers.*