SPACE DOMAIN AWARENESS

SPACE, DAT IS OUD NIEUWS!?

Maj D.A.M.M. (David) Otten, Stafofficier Space; Koninklijke Landmacht vertegenwoordiger binnen de sectie Space van de Koninklijke Luchtmacht

Space is niet nieuw. Het gebruik van het *Space domain* ook niet. De ruimtewedloop die in 1957 van start ging met de lancering van de Russische Spoetnik-1 heeft de mensheid heel veel gebracht[1]. De lijst met technologische ontwikkelingen die allemaal dankzij en vanaf de ruimtewedloop ontwikkeld zijn wordt met de dag langer. Een mooi voorbeeld is het *Global Positioning System* (GPS), primair een militair systeem bedoeld voor navigatie en *targetting*. Inmiddels gebruiken we het om onze gezondheid op peil te houden wanneer we onze hardlooptraining vastleggen, onze veiligheid te vergroten middels het doorgeven van onze locatie in noodsituaties en om onze pakketjes van Bol.com te kunnen *tracken* en *tracen*. Maar ook infrarood oorthermometers, CAT-scanners, draadloze headsets, LED verlichting, diepvriesmaaltijden en zelfs de kruimeldief zijn allemaal in eerste instantie ontwikkeld binnen de diverse ruimteprogramma's[2]. →

Figuur 1 - Deelname van een NLD Space Support Coordination Element (SpSCE) aan de oefening Global Sentinal 2019.

Kortom in de huidige Westerse samenleving is gebruik van het ruimtedomein niet meer weg te denken. Het gros van de mensen denkt daar überhaupt niet bij na omdat het bijna vanzelfsprekend is, maar steeds meer organisaties gaan hier wel bewust mee om. Zo ook het *Defence Space Security Centre* i.o. (DSSC) binnen CLSK. In 2019 heeft de NAVO *Space* als het vijfde operationele domein uitgeroepen en ook het DSSC werkt hard om dit domein op de kaart te zetten. Om dit te bereiken is samenwerken en een integrale aanpak van cruciaal belang. Om dit duidelijk te maken moeten we wat dieper ingaan op wat *Space* behelst.

Wat is de ruimte?

Wanneer iemand een universeel geaccepteerde definitie van het ruimtedomein zoekt komt men bedrogen uit[3]. Over het algemeen wordt de zgn. Kármánlijn aangehouden. Vanaf 100km hoogte boven het aardoppervlakte is de atmosfeer dusdanig ijl, dat de aerodynamisch eigenschappen van een vleugel geen lift meer genereren. Althans, zo dacht Von-Kármán. In 2018 is dit in twijfel getrokken[4] door J.C. McDowell nadat hij statistisch aantoonde dat deze lijn eigenlijk op 80km hoort te liggen[5]. Vanaf deze lijn (waar deze ook ligt) is een vorm van voortstuwing het enige dat kan voorkomen dat iets uiteindelijk omlaag stort. Toch zeggen sommige wetenschappers dat de ruimte pas begint daar waar de atmosfeer eindigt. In dat geval is zelfs Neil Armstrong nog niet buiten de aardatmosfeer geweest[6]. Dat een satelliet, in tegenstelling tot een vliegtuig, zich in de ruimte bevindt is duidelijk en de laagste satellieten zitten in de zgn. *Low Earth Orbit* (LEO) vanaf 200km.

Het feit dat er geen eenduidige natuurkundige definitie is over waar de atmosfeer eindigt en de ruimte begint heeft echter nog meer gevolgen. In de bestaande internationale ruimtewetgeving *(Space Law)* wordt nergens expliciet aangegeven wat

Figuur 2 - Deze foto is gemaakt vanuit het International Space Station en laat de verschillende lagen van de atmosfeer van de Aarde zien. Bron: NASA.

nu de definitie van *Space* is. Het onderscheid tussen *Air* en *Space* is echter essentieel omdat *Space* van niemand is. Vanuit *Space* kan men dus onbeperkt overvliegen en waarnemen zonder iemands soevereiniteit te schenden en dit wordt internationaal ook geaccepteerd. Een concrete omschrijving van *Space Law* blijft echter lastig[7]. Op het wereldtoneel zien we dan ook dat partijen te pas en te onpas verschillende definities hanteren afhankelijk van hun agenda of project[8].

Wanneer we dit vertalen naar het militaire denken, dan maakt dit de zaak niet duidelijker. Als militair streven wij duidelijkheid na en zitten wij niet te wachten op een vergroting van de *Fog of War* door zoiets ogenschijnlijk triviaals als onduidelijkheid waar het *Air Domain* overgaat in het *Space Domain*. Gelukkig zijn wij met de intrede van cyber als erkend domein bewust geworden van het feit dat zoiets als cyber zich niet laat beperken tot een begrip als *ground, air* of *maritime*. Cyber loopt dwars door alle domeinen. Zo ook met *Space*. Wanneer wij ons namelijk verdiepen in de invloed van het ruimtedomein dan komen wij al snel tot de conclusie dat dit overal verweven zit. Militair gezien is de ruimte niet enkel een *Force Multiplier*, maar een essentiële *Force Enabler*.

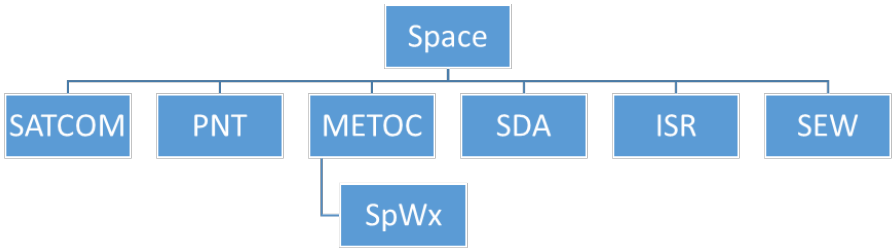
Dit maakt het evident dat *Space* heel breed is. Om het belang van samenwerking en de integrale aanpak duidelijk te maken gaan we daarom in op de verschillende *capabilities* die het ruimtedomein ons kan bieden.

Space Capabilities

De verwevenheid van het ruimtedomein blijkt al snel wanneer wij dit gaan onderverdelen in functiegebieden. De NAVO hanteert daarvoor een mooi overzicht met wat zij definiëren als de zes *Space Capabilities*[9].

Satellietcommunicatie (SATCOM)

Communicatie *beyond line-of-sight* (BLOS) doen we het liefst over een kabel. En bij voorkeur optisch. Bij gebrek aan kabels is het enige alternatief dat



Figuur 3 - NATO Space Capabilities

voldoende bandbreedte voor BLOS communicatie kan leveren via de satelliet, zowel met commerciële als militaire middelen (via UHF, SHF, EHF), met tal van militaire toepassingen waaronder: voice en data communicatie, BLOS *Command and Control*, Gateway voor diverse communicatie en informatie systemen (CIS) en het aansturen van *Remotely Piloted Vehicles* (RPV) of het ontvangen van sensordata zoals de MQ-9 Reaper.

Position, Navigation and Timing (PNT)

Ondanks dat de meeste mensen direct aan GPS denken, is PNT meer dan dat. Plaatsbepaling, navigatie en tijdsbepaling kan namelijk door diverse *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS) worden uitgevoerd[10]. Los van het feit dat voor de huidige generatie, of mensen die het al enige tijd niet meer gedaan hebben, navigeren vanaf een kaart lastig is, wordt slechts een klein deel van het GPS-signaal gebruikt voor navigatie. Het merendeel wordt gebruikt voor tijdsynchronisatie van smartphones tot krachtcentrales en ontelbare computerservers wereldwijd.

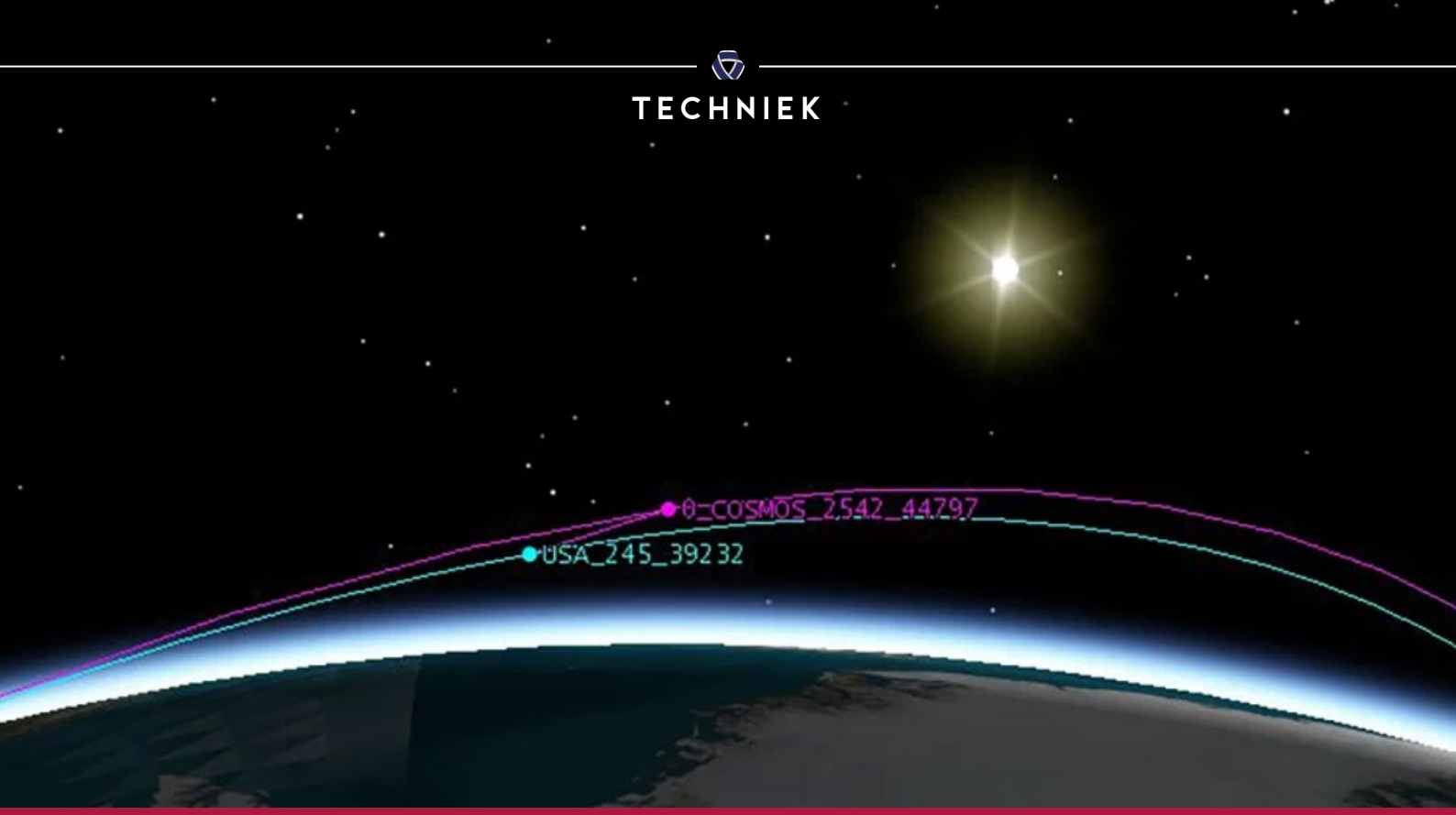
Meteorological and Oceanographic (METOC)

Actuele weersinformatie en weersverwachtingen, binnen het landoptreden valt dit onder inlichtingen (toestand terrein, weer en vijand), binnen het luchtdomein is dit een *Ops* aangelegenheid. Naast het controleren van het weerbericht (vandaag wel of geen paraplu meenemen?) is binnen militaire context het weer van grote invloed op de besluitvorming van een militaire operatie. Niet alleen het aardse weer, maar ook *Space Weather* (SPWX) is hier van grote invloed op, ondanks dat dit buiten de CIS community nog relatief onbekend is. Gelukkig weet de ervaren 'verbindelaar' wat te doen wanneer door zonneactiviteiten de eigenschappen van de ionosfeer meer dan normaal fluctueren. De gemiddelde manoeuvreman/vrouw verwacht simpelweg dat het verbindingspook op magische wijze omzeild wordt zodat 'de radio het doet' en dat iemand vertelt of de storingen door natuurverschijnselen of vijandig optreden worden veroorzaakt.

Space Domain Awareness (SDA)

Bij SDA draait het allemaal om *awareness* in het ruimtedomein. Wie lanceert wat? Vanuit waar wordt iets gelanceerd (heeft invloed op de uiteindelijke baan)? Wat kan het (welke systemen zijn aan boord van een satelliet)? Waar wordt het op papier voor gebruikt en waar kan het in de praktijk voor gebruikt worden?[11] En tegenwoordig is het steeds belangrijker om ook in de gaten te houden waar iets blijft[12]. Het voorbeeld van de Russische *'inspector'* satelliet Cosmos 2524 toont dit aan. Ondanks dat figuur 4 kan suggereren dat het een *'close call'* was en Cosmos 2524 toevallig dicht in de buurt van US245 passeerde, valt uit verdere analyse van het gedrag van Cosmos 2524 duidelijk af te lezen dat het hier minimaal om spionagepraktijken gaat.

Aan de andere kant is SDA ook belangrijk om inzicht te hebben in eigen middelen en die van partnerlanden. Zo kan een ingeschoten *Request for Information* (RFI) in de inlichtingenkanalen een stuk vlotter verlopen wanneer men exact weet wanneer een eigen satelliet een bepaalde foto van een gebied kan



Figuur 4 - Middels satellietvolgsystemen zien we de Russische satelliet Cosmos 2542 vlakbij de Amerikaanse KH-11 satelliet USA245. Bron: Michael Thompson.

maken en hier ook concreet om kan vragen. Sterker nog, de operatie kan hier wellicht in tijd op worden aangepast.

Intelligence, Surveillance and reconnaissance (ISR)

Het vergaren van informatie en dit vertalen naar inlichtingen voor het besluitvormingsproces en tijdens de uitvoering van operaties. Al decennia wordt deze informatie ook verzameld in of via het ruimtedomein, maar tegenwoordig met veel meer potentie. De firma *Planet* beschikt over een vloot van meer dan 120 satellieten die middels elektro-optische sensoren de aarde waarnemen. Alleen *Planet* is al in staat om iedere plek op onze planeet tussen de 2 en 12 x per dag te fotograferen[13]. Daarnaast zijn er voor ieder deel van het elektromagnetisch spectrum wel satellieten met de juiste sensoren in een baan om de aarde. Van het oppikken van radarstraling, bosbranden, radio-uitzendingen tot het meten van het zoutgehalte in oceanen en het bepalen van de oorsprong van het staal[14] van een object, het kan allemaal en nog veel meer.

Shared Early Warning (SEW)

Om de reactietijd bij een (intercontinentale) ballistische raketaanval op de Verenigde Staten zo kort mogelijk te maken, en daarmee een succesvolle Amerikaanse Nucleaire *Counterstrike* als *deterrent* geloofwaardig te maken, is een constellatie van verschillende satellieten ontworpen[15]. In de laatste 50 jaar is deze combinatie van *Space and Ground Based* sensoren bekend komen te staan onder SEW. Ondanks dat dit een militair systeem van de VS is, en in tegenstelling tot GPS heeft SEW geen publiekelijk beschikbaar deel, kunnen verschillende partnerlanden ten tijde van Joint Operaties gebruik maken van SEW. Zo heeft de NAVO recent nog de data van SEW beschikbaar gesteld voor Nederlandse eenheden. Dit was in 2013-2014 tijdens de Nederlandse Patriotinzet in Turkije waarbij wij de miljoenenstad Adana beschermden tegen mogelijke ballistische raketaanvallen vanuit Syrië.

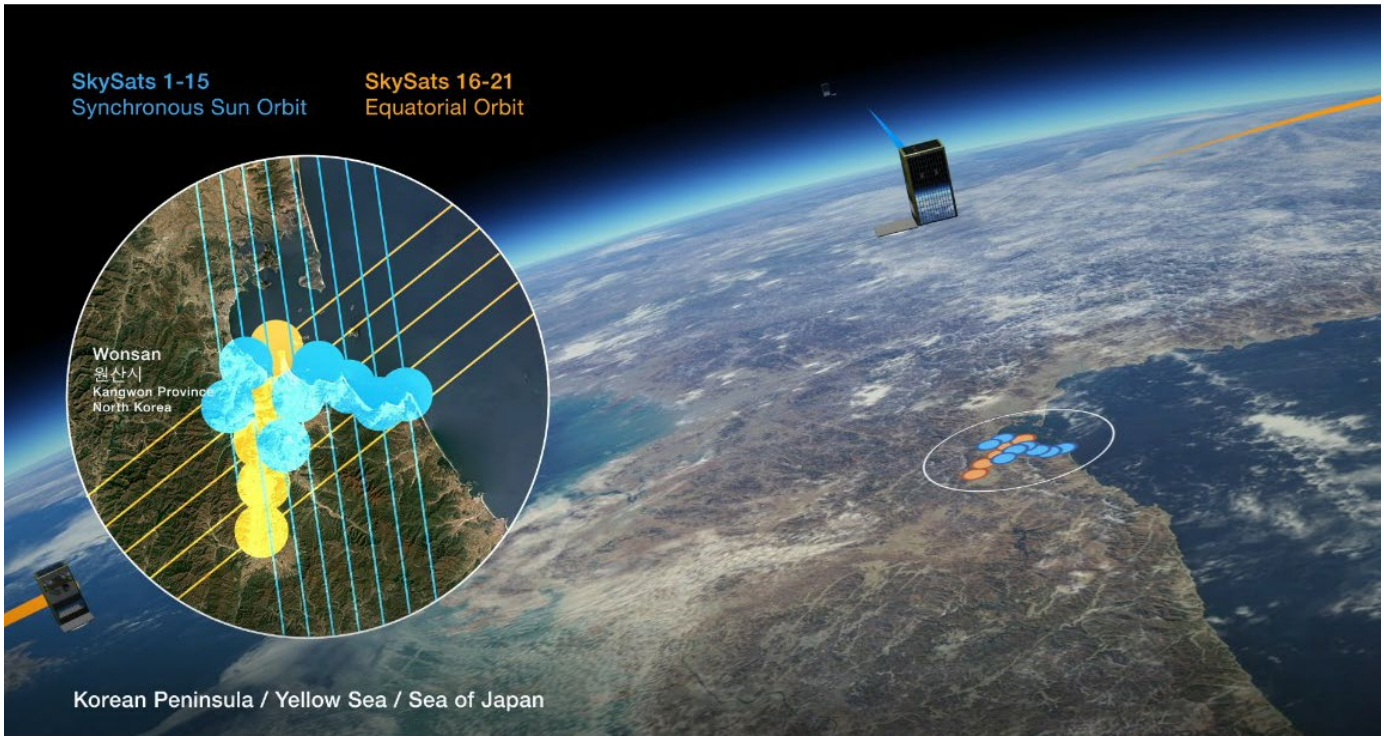
Overige capabilities

Kanttekening bij dit overzicht is dat NAVO geen eigen *Space assets* heeft, maar volledig terugvalt op partnerlanden. Het DSSC zoekt daarom naar manieren om optimaal gebruik te maken van de functiegebieden ter ondersteuning van militaire operaties en zeker te stellen dat deze beschikbaar blijven in tijden van conflict. Het is juist binnen deze context dat het DSSC zoekt naar de mogelijkheden voor Nederland om een relevante bijdrage te kunnen leveren aan de ondersteuning van de militaire operatie en de coalitie. Door de *gaps* in de beschikbare capaciteiten te identificeren en samen met de kennisinstituten en de hightech Nederlandse *Space* industrie hier oplossingen voor aan te dragen. Door slim samen te werken in internationaal verband kunnen dan met relatief kleine budgetten relevante capaciteiten ontwikkeld worden.

Connect, Share, Learn

Wanneer we bovenstaande NAVO functiegebieden vertalen naar eenheden en capaciteiten binnen de Nederlandse krijgsmacht, dan wordt meteen duidelijk waarom *Space*, net zoals cyber, overal in verweven zit.

Er is geen enkele eenheid die geen gebruik maakt van een van de *Space Capabilities*. Daarnaast is de verantwoordelijkheid van zowel de operationele inzet als de kennisborging van deze capaciteiten verspreid over de gehele krijgsmacht.



Figuur 5 - Verschillende partijen gebruiken een combinatie van verschillende orbits en meer satellieten per orbit om een hoger aantal revisits per dag over een bepaald gebied (Gele Zee) te behalen. Bron: Planet.

Bij sommige *capabilities*, zoals METOC, zijn de verantwoordelijkheden scherp; de Joint Meteorologische Groep (JMG) van CLSK is sinds 2011 hier krijgsmachtbreed verantwoordelijk voor[16].
Bij SEW is dit minder duidelijk. Zowel het Defensie Grondgebonden Luchtverdedigingscommando (DGLC, vallende onder het CLAS) als de luchtverdedigings- en commandofregatten (LCF) van het CZSK houden zich hiermee bezig. En welk element binnen de Nederlandse krijgsmacht maakt zich druk om de operationele inzet, afhankelijk- en kwetsbaarheden alsmede de langetermijnvisie van het gebruik van PNT? Daar waar het gros van de militairen SATCOM los zou zien van METOC of ISR, is *Space* toch echt wel de gemene deler. En dan komt het DSSC om de hoek kijken.

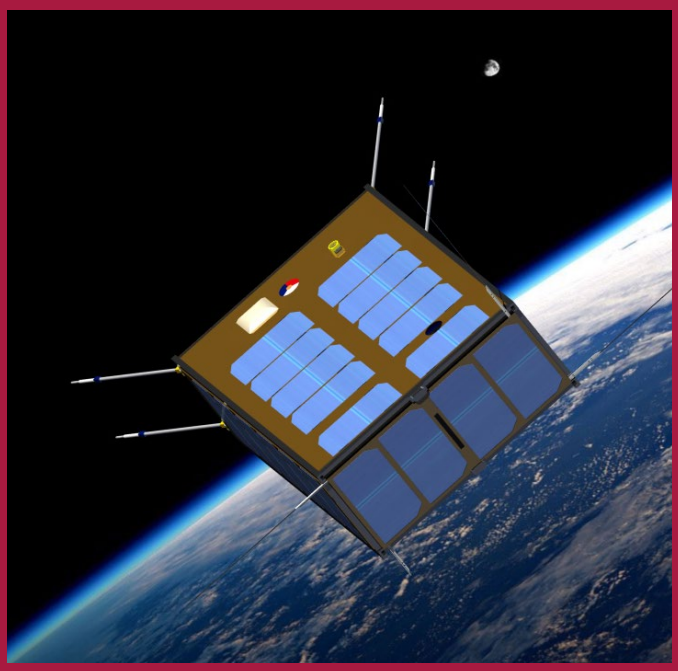
Voor het DSSC is het helder dat de Nederlandse maatschappij en krijgsmacht sterk afhankelijk zijn van het ruimtedomein. Onze potentiële tegenstanders hebben de Westerse afhankelijk van het ruimtedomein echter ook onderkend[17] en zijn ons daarboven momenteel volop aan het ondermijnen[18].

Figuur 6 - Het logo van het Defence Space Security Centre

Bovendien hebben we al gesteld dat de Nederlandse expertise op alle verschillende *Space Capabilities* verspreid liggen over de krijgsmacht. Dit maakt het dat samenwerking en een integrale aanpak cruciaal zijn om de kansen van het ruimtedomein optimaal te benutten en de bedreigingen die hiervan uit gaan zo adequaat mogelijk weerstand te bieden. Om dit te bereiken poogt het DSSC om alle *Space*-gerelateerde effort, projecten en eenheden met elkaar in verbinding te brengen, te luisteren naar wat er op dit gebied leeft binnen eenheden en bij projecten zoveel als mogelijk de expertise van de diverse eenheden te betrekken. Zo zijn er al diverse kennisnetwerken ontstaan waarbij integraal wordt meegedacht en wordt meebeslist over ontwikkelingen in het ruimtedomein.

Wat kan Space voor mij betekenen?

Het is een directe bedreiging voor ons militaire vermogen wanneer, door optreden van een tegenstander, een of meerdere van de *Space Capabilities* in het geding komt (*denied, degraded or disrupted*)[19]. Om ons hier tegen te wapenen moeten wij onszelf bewust zijn van de manier waarop een tegenstander ons probeert te ondermijnen. Op dit gebied wordt al snel duidelijk dat we in bepaalde gevallen hier al procedures voor hebben en vergroot het juist het bewustzijn waarom die procedures er zijn en het belang om deze ook door te voeren. Een mooi voorbeeld hiervan is de PACE[20] planning bij het opstellen van een communicatieplan waarbij het wel leuk klinkt wanneer er vier verschillende communicatiesystemen gebruikt worden, maar dat dit weinig effect heeft



Figuur 7 - Illustratie van de BRIK-II. Bron: Ir. Bas Stijnen

wanneer ze uiteindelijk allemaal gebruik maken van een vorm van SATCOM in dezelfde band. Op andere gebieden ligt het antwoord niet zo voor de hand zoals bij PNT waarbij het gros van defensie volledig op GPS draait. Al zou men op beleidsniveau bepalen dat wij gaan migreren naar een *dual-GNSS* oplossing waarbij naast GPS ook Galileo wordt gebruikt, dan nog is het een uitdaging (danwel een onmogelijke taak) om een Europese Galileo ontvanger in een *US-made* F-35 te krijgen. Daarbij komt nog het feit dat GPS en Galileo beide *space-based* systemen zijn en daarmee beide soortgelijke limitaties en zwakheden hebben.

Gelukkig doen zich ook veel kansen voor op dit gebied. Zo hebben recente ontwikkelingen bij de Dienst Geografie (DGEO) ervoor gezorgd dat satellietbeelden voor veel militairen makkelijk toegankelijk zijn geworden. Veel militairen die luchtfoto's of satellietbeelden nodig hebben, gebruiken Google Maps of een soortgelijke applicatie. Hierbij is vaak lastig vast te stellen wanneer de betreffende foto gemaakt is en of deze bewerkt is. Bovendien is door externe partijen via het cyberdomein vast te stellen in welke gebieden de Nederlandse militair aan het zoeken is. Dankzij DGEO is het nu mogelijk voor alle defensiemedewerkers (met toegang tot MULAN) om het product OneAtlas[21] te benaderen waarbij de gehele wereld in hoge resolutie satellietbeelden is weergegeven.

Een andere ontwikkeling vindt plaats dankzij samenwerking van het DSSC en Thales. Tijdens de ontwikkeling van haar SMART-L *Multi Missie Radar* is onderzocht in hoeverre de radar ook kan bijdragen aan het leveren van *Space Situational Awareness*. De resultaten hiervan waren bijzonder goed want de SMART-L MM Radar blijkt in staat om in gehele *Low Earth Orbit* (200km t/m 2000km AGL) objecten binnen haar bereik te kunnen *tracken*. Hiermee heeft Nederland een niche capaciteit in handen gezien de SMART-L MM Radar niet alleen op een vaste locatie ten behoeve van de Nederlandse luchtruimbewaking staat, maar ook op diverse fregatten van CZSK wordt geïnstalleerd. Hiermee beschikt Nederland uiteindelijk over fregatten die ook als mobiel SSA platform kunnen dienen.

Ondanks dat de lijst met mogelijkheden nog veel groter is, moet nog de ontwikkeling van de eerste Nederlandse militaire satelliet genoemd worden. Vernoemd naar het eerste Nederlandse militaire vliegtuig 'de Brik' dat in 1913 de stap van het grond- naar het luchtdomein mogelijk maakte, zal de BRIK-II de stap naar het ruimtedomein realiseren. De BRIK-II valt in de categorie *Cube-satellite* waarbij de industrie de Cube hanteert als eenheidsmaat binnen de steeds kleiner wordende satellieten. Eén Cube is gelijk aan één unit (=U) en heeft het formaat van 10cm x 10cm x 10cm. De BRIK-II is een cube-sat van 6U en is daarmee slechts het formaat van een 10cm dikke laptop. Als *technology demonstrator* zal de BRIK-II de mogelijkheden van betaalbare Cube-sat technologie aantonen[22]. Er zijn diverse *payloads* aan boord waaronder een SATCOM-module en een instrument om fluctuaties in de ionosfeer te registreren[23]. Inmiddels is de satelliet gereed en de lancering staat gepland voor het eerste kwartaal in 2021.

So what?!?

Het DSSC staat voor een flinke uitdaging. Een gehele krijgsmacht krijg je nu eenmaal niet van het ene op het andere moment *Space Domain Aware*. Beetje bij beetje komt het besef van die enorme afhankelijkheid van het ruimtedomein. En dan komen ook de vragen. Dit is weer een uitgelezen kans voor het DSSC om actief *'Connect, Share and Learn'* uit te dragen. Wij gaan actief op pad om eenheden te informeren over de kansen en bedreiging vanuit het ruimtedomein. Dit kan zowel op uitnodiging van eenheid als op initiatief van het DSSC wanneer we in de opstart van een nieuw project naar belanghebbenden zoeken. Als DSSC zijn wij immers geen behoeftesteller, maar zijn wij wel in staat om bestaande behoeften te vertalen naar benodigde sensoren en processen om een behoefte te realiseren. Dan zal het DSSC die partijen opzoeken, informeren over de stand van zaken en betrekken in het project.

Tijdens een voorlichtingsessie over het ruimtedomein worden standaard vervolgafspraken gemaakt om bepaalde onderwerpen dieper te behandelen of af te stemmen op de behoeftes van een vakgebied. Ook passen wij zonder probleem een presentatie aan de wensen van de klant aan. Want alleen zo wordt *Space* een besproken onderwerp en gaat het leven.

Maar wij verkondigen de *Space*-boodschap niet alleen tijdens presentaties, projecten of cursussen[24]. Zo levert het DSSC expertise tijdens inzet, oefeningen en trainingen. Daarnaast lopen ontwikkelingen in samenwerking met het Defensie In-

Figuur 8 - Binnen het SpSCE wordt de situatie aan de Nederlandse Space Operations Mission Commander voorgelegd zodat er beslist kan worden welke middelen worden aangewend. Bron: Staff Sgt. Justin Armstrong (US Space Command).

lichtingen & Veiligheid Instituut (DIVI) om zowel een algemene *Space*-introductie te verzorgen als specifieke lessen waarin de intel-stafmedewerker de nodige tools krijgt aangereikt om een gedegen stafadvies te kunnen geven indien zij *Space*-gerelateerde informatie onder ogen krijgen tijdens de planning- of uitvoering van een militaire inzet.
Zo blijven we zoeken naar laagdrempelige manieren om de *Space*-olievlek uit te breiden. Als DSSC beseffen we ons maar al te goed dat we, in een organisatie met duizenden vacatures en gevoelsmatig ook vaak evenveel lopende projecten, niet nog even met *Space* overal doorheen moeten fietsen. Dus brengen wij *Space* met name daar waar de kansen zich voordoen of waar de behoeftes liggen.

Heeft u na het lezen van dit artikel ook interesse om vanuit uw eenheid of organisatie meer te weten te komen over het ruimtedomein? Neem dan contact op met het DSSC en wij gaan met u in gesprek. U kunt contact opnemen via damm.otten@mindef.nl.

Noten

1 https://wetenschap.infonu.nl/ruimtevaart/165483-spoetnik-een-nieuw-tijdperk-in-de-ruimte.html
2 https://now.northropgrumman.com/how-technology-from-the-space-race-changed-the-world/#:~:text=The%20list%20of%20technology%20from,space%20technology%20research%20and%20development.
3 https://www.quest.nl/natuur/sterrenkunde/a25470048/begin-ruimte/
4 https://www.kuuke.nl/de-ruimte-is-20-kilometer-dichter-bij-de-aarde-gekomen/
5 https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.07.003
6 https://www.newscientist.nl/nieuws/de-maan-bevindt-zich-in-de-atmosfeer-van-de-aarde/
7 https://www.spacelegalissues.com/space-law-the-definition-of-space-law/
8 https://djilp.org/the-bogota-declaration-and-the-curious-case-of-geostationary-orbit/
9 NATO Space Handbook – Guide to Space Support in NATO Operations – July 2017
10 GNSS's: GPS (USA), Galileo (EU), GLONASS (RUS) en Beidou (CHN).
Ondanks dat andere landen (India, Japan) ook positiebepalingsystemen in de ruimte hebben, zijn deze niet globaal dekkend.
11 https://www.npr.org/2020/07/23/894905696/u-s-space-force-accuses-russia-of-in-orbit-testing-of-anti-satellite-weapon?t=1596186705939
12 https://time.com/5779315/russian-spacecraft-spy-satellite-space-force/
13 https://www.planet.com/products/hi-res-monitoring/
14 https://pdfs.semanticscholar.org/f38b/79e6c0a85f7c470333a4c6fe3d3e2693cf3c.pdf
15 https://foxtrotalpha.jalopnik.com/these-are-the-doomsday-satellites-that-detected-the-exp-1737434876
16 https://nl.wikipedia.org/wiki/Joint_Meteorologische_Groep
17 Challenges to security in Space (02-01-2019), pagina 3. https://www.dia.mil/Portals/27/Documents/News/Military%20Power%20Publications/Space_Threat_V14_020119_sm.pdf
18 https://www.c4isrnet.com/battlefield-tech/space/2020/07/23/russia-conducted-anti-satellite-test-in-space-says-us-space-command/
19 https://usacac.army.mil/sites/default/files/publications/18-28.pdf
20 Primary, Alternate, Contingency, Emergency.
21 https://oneatlas.airbus.com/
22 https://www.ad.nl/binnenland/simpele-satelliet-maar-vol-speciale-snufjes~ac67a642/
23 https://magazines.defensie.nl/vliegendehollander/2017/12/satelliet
24 De 3-daagse cursus Fundamentals of Space Operations is een door het DSSC ontwikkelde en door de NATO erkende opleiding. Peoplesoft cursuscode 048154.