



# LOW EARTH ORBIT SATELLIET-DIENSTEN

Ing. J.C. (John) Stroosnijder, Sr innovatie-manager CD&E, DMO/JIVC/KIXS/I&O

**JIVC** **KIXS**

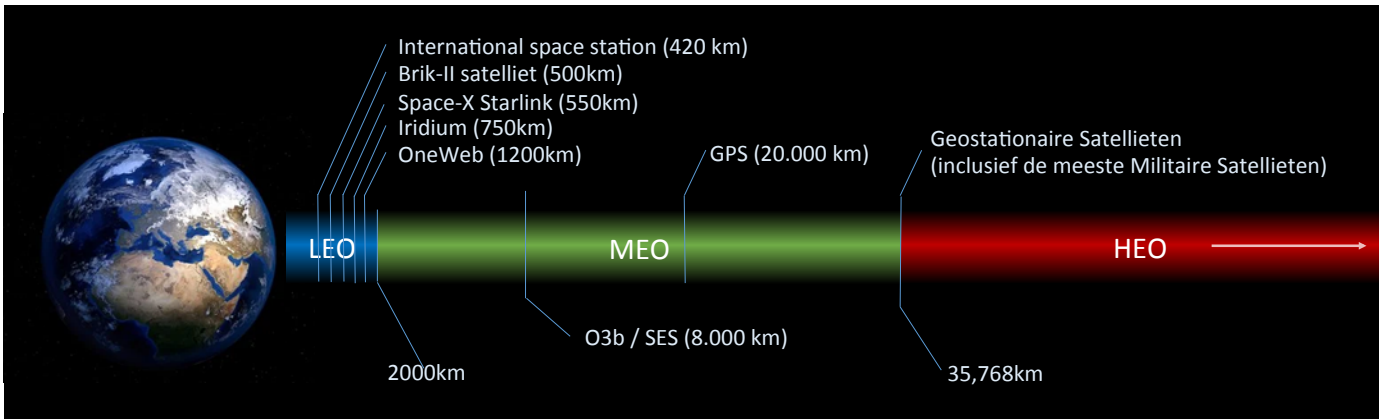
## Kansen voor defensie voor wereldwijde breedbandige communicatie.

Stel je voor dat je overal ter wereld razendsnel internet kan gebruiken met een handzame satellietschotel? Wat zou dat potentieel betekenen voor defensie? Dit lijkt misschien niet realistisch, maar het is nu dichterbij dan ooit!

Door technische ontwikkelingen op het gebied van kleine satellietsystemen en de steeds lagere kosten voor zowel de productie als het lanceren van dergelijke satellieten, worden in toenemend tempo satellieten in een lage baan om de aarde gelanceerd. Deze *Low Earth Orbit* (LEO) satellieten kunnen ingezet worden als sensor of voor (data-)communicatie.

In dit artikel kijken we naar de communicatiemogelijkheden op basis van LEO-satellieten. Deze ontwikkeling belooft veel bandbreedte voor een lage prijs en een wereldwijde breedbandige netwerkdekking met weinig vertraging. Dit lijkt op een gouden greep voor veel organisaties die op locaties werken waar verbinding helemaal niet vanzelfsprekend is, denk aan de offshore en mijnbouwsector. Dit geldt natuurlijk ook voor defensie, omdat defensie wereldwijd informatiegestuurd moet optreden. →





Figuur 1: Satellietzones (bron: auteur, o.b.v. <https://pixabay.com/illustrations/earth-planet-world-globe-1617121/>)

Maar waar hebben we het nu precies over, wat zijn de voordelen en de nadelen van deze ontwikkeling? Is dit wel iets waar defensie op in moet zetten of juist vandaan moet blijven? Dit artikel zal u wegwijs maken in het onderwerp, waarmee u een goed beeld krijgt van de mogelijkheden en aandachtspunten en hier zelf over kan oordelen. Starlink wordt als voorbeeld gebruikt, omdat dit als dienst al leverbaar is en is getest door JIVC/KIXS.

### Inleiding in de satellieten en banen om de aarde

Satellieten kunnen in verschillende banen om de aarde gebracht worden. Er wordt een indeling in drie zones gemaakt:

- HEO-zone: *High Earth Orbit*. Dit is de zone vanaf 35.786 km van de aarde. Op 35.786 km afstand bevinden zich de geostationaire (GEO) satellieten, waaronder diverse militaire satellietssystemen;
- MEO-zone: *Medium Earth Orbit* satellieten. Deze satellieten bevinden zich tussen de 2.000 en 35.786km hoogte. Onder andere gps-satellieten, Galileo en enkele communicatiediensten zoals O3b van de leverancier SES bevinden zich in deze zone;
- LEO-zone: *Low Earth Orbit* satellieten: Deze satellieten bevinden zich onder de 2000 km hoogte. Hier is nu volop ontwikkeling te zien, met Iridium als oudgediende uit de jaren-90 van de vorige eeuw en Starlink als koploper van de nieuwe generatie.

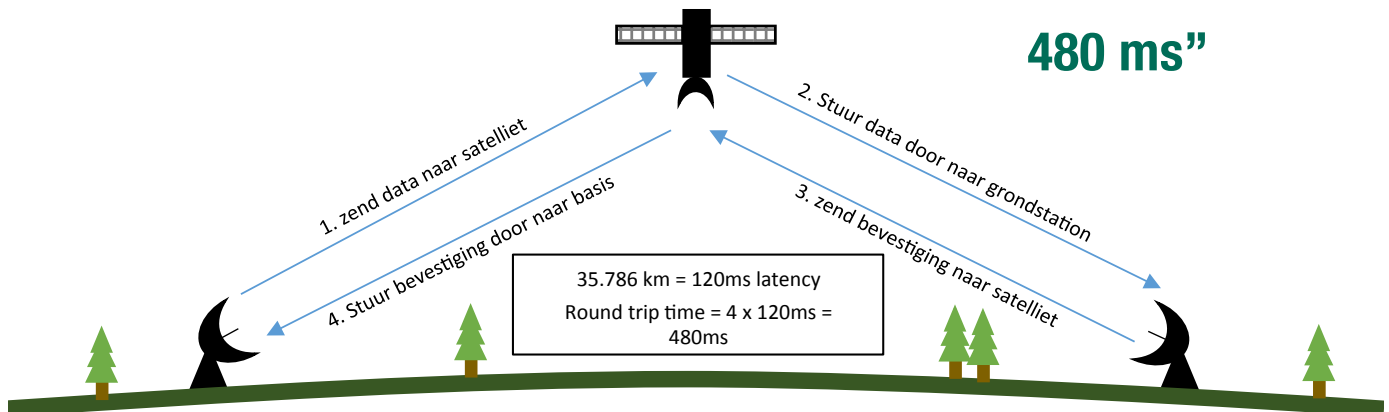
### Vertraging

De afstand tot de aarde is een belangrijke factor voor de snelheid van een satelliet, of beter gezegd, de vertraging in het netwerk. Dit noemen we de *latency* en deze wordt bepaald door de tijd die nodig is om de satelliet te bereiken. Uitgaande van de lichtsnelheid duurt een enkele reis naar een GEO-satelliet op 35.762 km hoogte ongeveer 120 ms (milliseconde). Een LEO-satelliet op 600 km kan je in 2 ms bereiken. Het verschil is groot, maar 120 ms lijkt nog steeds heel snel. Voor computers en diverse netwerkprotocollen is 120 ms echter een eeuwigheid en vormt hoge *latency* een groot probleem. Zeker als je je realiseert dat een protocol veelal op bevestiging moet wachten. Dan krijg je de *latency* vier keer: omhoog naar de satelliet, omlaag naar de ontvanger in een grondstation, dan de bevestiging weer via het zelfde pad terug. Dit heet de *round trip time* (rtt).

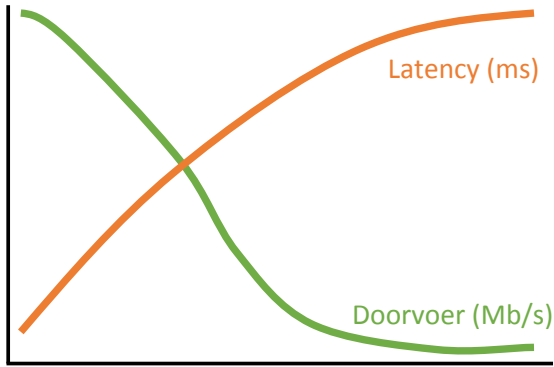
Als de *latency* te hoog wordt, zal de verbinding steeds slechter gaan presteren omdat de doorvoer van data stagneert. Een zo laag mogelijke *latency* is daarom heel veel waard.



“heen en  
weer in  
480 ms”



Figuur 2: Round trip time



Figuur 3: Latency vs doorvoer

**Dekking**

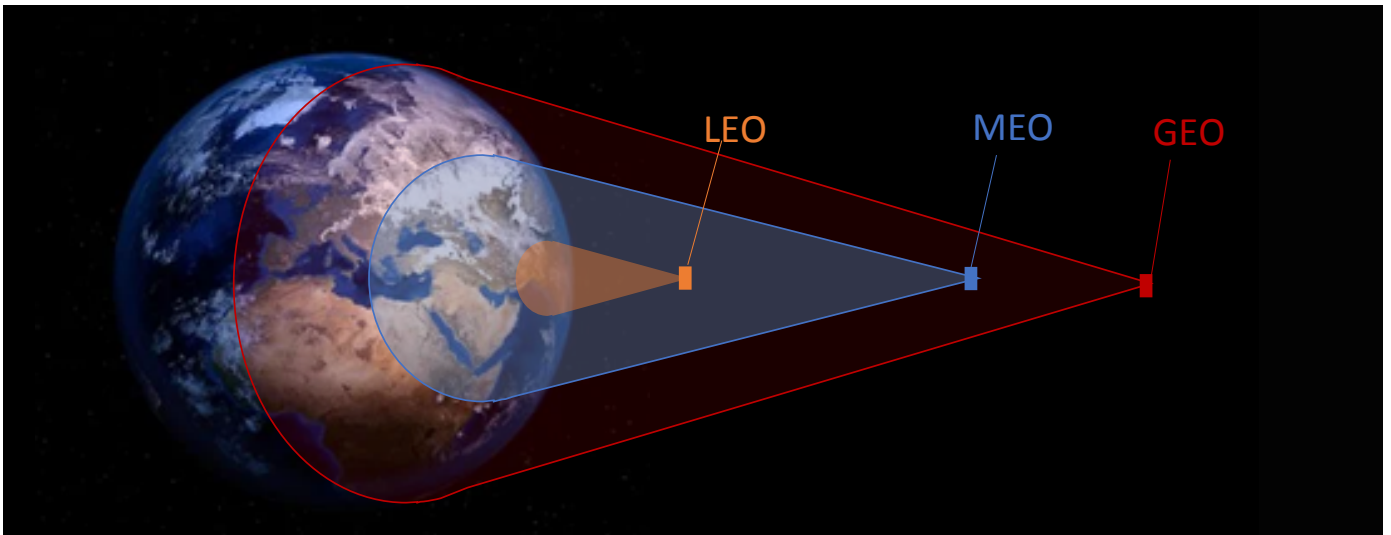
Hoe verder een satelliet van de aarde staat, hoe groter het oppervlakte dat een satelliet van diensten kan voorzien. Een GEO-satelliet dekt ongeveer 1/3<sup>e</sup> van de aarde. Met slechts drie satellieten heb je dan al een wereldwijd dekkend netwerk. Bij MEO-satellieten dek je maar (ongeveer) 1/6<sup>e</sup> van de aarde af. Bij LEO-satellieten is de dekking per satelliet weer een heel stuk klei-

ner en heb je tientallen satellieten nodig voor een dekkend netwerk. Dit was tot voor kort nauwelijks rendabel, maar met de huidige stand van de techniek en met dank aan bedrijven als Virgin, Orbit en SpaceX die grote aantallen satellieten voor een lage prijs lanceren, wordt dit realistisch.

**Satelliet tracking**

De banen die de GEO-, MEO- en LEO-satellieten volgen verschillen in omloopsnelheid. GEO-satellieten ‘hangen’ als het ware op een vaste plek boven de evenaar. Ze zijn daardoor makkelijk te vinden, je kan er letterlijk op richten. MEO-satellieten bewegen sneller. Bijvoorbeeld gps-satellieten maken in 24 uur twee rondjes om de aarde. LEO-satellieten gaan nog sneller rond de aarde, soms wel twaalf keer per dag of meer.

De verbinding moet daarom in geval van MEO- en LEO-satellieten regelmatig overschakelen naar een andere satelliet, omdat satellieten uit je *line of sight* verdwijnen, achter de horizon. Om dit soepel en zonder verlies van de verbinding te doen moet je de satellieten actief volgen, oftewel *tracken* en razendsnel overschakelen.



Figuur 4: Dekking van satellieten (bron: auteur, obv <https://pixabay.com/illustrations/earth-planet-world-globe-1617121/>)

**Samengevat**

De genoemde eigenschappen van afstand tot de aarde, snelheid en dekkingsgraad van de satellieten biedt een aantal inzichten:

| Type | Afstand (km)   | Dekking                     | Satellieten nodig        | Satelliet tracking    | Latency (rtt) | Bandbreedte (indicatief) |
|------|----------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------|
| GEO  | 35.786         | Groot:<br>1/3 van de aarde  | ≥ 3                      | Eenvoudig (richten)   | 480 ms        | Enkele Mbit/s            |
| MEO  | 2.000 – 35.786 | Middel:<br>1/6 van de aarde | ≥ 6                      | Complex (volgen)      | 30 – 300ms    | Tientallen Mbit/s        |
| LEO  | 200 – 2.000    | Klein                       | Tientallen tot honderden | Zeer complex (volgen) | 5 – 30 ms     | Honderden Mbit/s         |

Vergelijk GEO, MEO en LEO

### LEO-satellieten

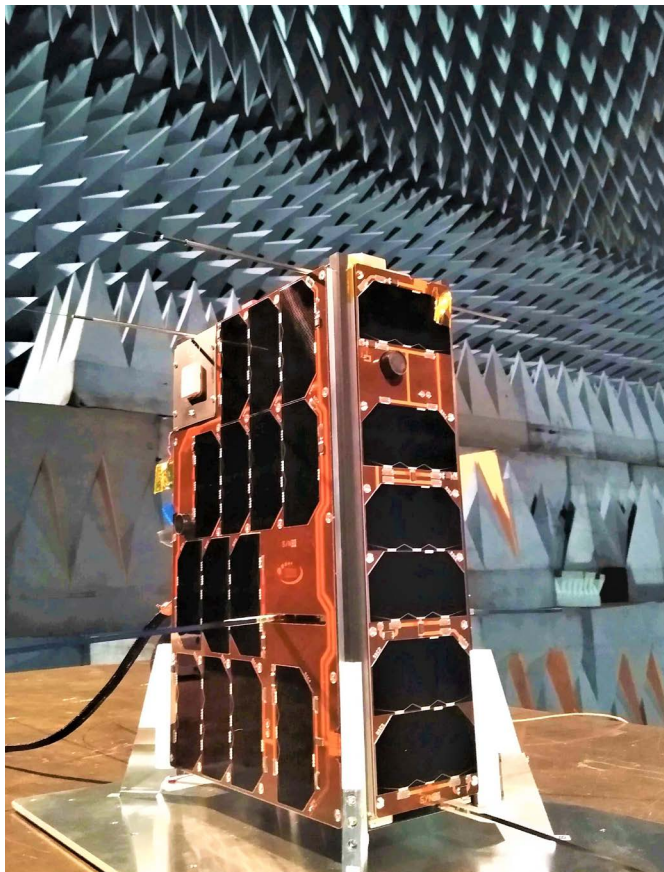
Er zijn diverse bedrijven actief bezig met het opbouwen van LEO-constellaties. In sommige gevallen gaat het om duizenden satellieten. Er zijn grofweg twee types satellieten te onderkennen:

- Satellieten met diverse sensoren of camera's. Hier gaat dit artikel kort op in;
- Satellieten voor (data-)communicatie. Hier zal dit artikel zich verder op richten.

### LEO-sensoren

De satellieten met sensoren of camera's kunnen ingezet worden voor allerlei vraagstukken. Denk aan geografische toepassingen door het in kaart brengen van gebieden met diverse typen camera's of sensoren voor bijvoorbeeld radiosignalen. Dit zijn *use-cases* waar defensie ook voordeel uit kan halen. Zo is het verkrijgen van een actueel beeld van een gebied met dergelijke satellieten snel te realiseren en kunnen sensoren in de ruimte defensie helpen om een beter actueel inzicht te krijgen in wat er zich in een gebied afspeelt. Veel landen en organisaties investeren daarom op dit moment in dergelijke satellieten. Ook zijn er aanbieders van *Satellite-as-a-Service*-diensten die op verzoek onderzoek kunnen doen vanuit de ruimte met specifieke sensoren.

Ons eigen *Defence Space Security Center* (DSSC) besteedt veel aandacht aan deze mogelijkheden en werkt hier ook al mee in de praktijk, met een eigen satelliet genaamd de Brik-II. De Brik-II-satelliet van defensie is een goed voorbeeld van een LEO-satelliet die voorzien is van diverse sensoren.



Figuur 5: Brik-II (30 x 20 x 10cm) (Bron: Defensie)

### LEO-communicatie

LEO-satellieten voor datacommunicatie zijn prominent in het nieuws. Een aantal aanbieders wil internet brengen naar alle uithoeken van de wereld. Deze ontwikkeling is vooral bekend vanwege Starlink, de satelliet-internetdienst van SpaceX, het ruimtebedrijf van Elon Musk (bekend van Tesla). SpaceX heeft naast dit satellietnetwerk ook eigen raketten om de satellieten te lanceren en is daarom al heel ver met hun netwerk. Naast SpaceX zijn meer spelers actief in deze sector. Een goed voorbeeld hiervan is OneWeb. Daarnaast is ook Amazon van plan om een eigen LEO-satellietconstellatie op te bouwen.

### Starlink in detail

Starlink biedt internet via de satelliet. Een gebruiker kan met een goed betaalbare schotel (€480) en abonnement (€85 per maand) het internet op zonder datalimiet. Daarmee maakt Starlink internet toegankelijk op plekken waar dat normaal gesproken problematisch is. Het netwerk is nog in opbouw, waardoor er nog geen wereldwijde dekking is. Maar dit wordt wel verwacht in de loop van 2023.

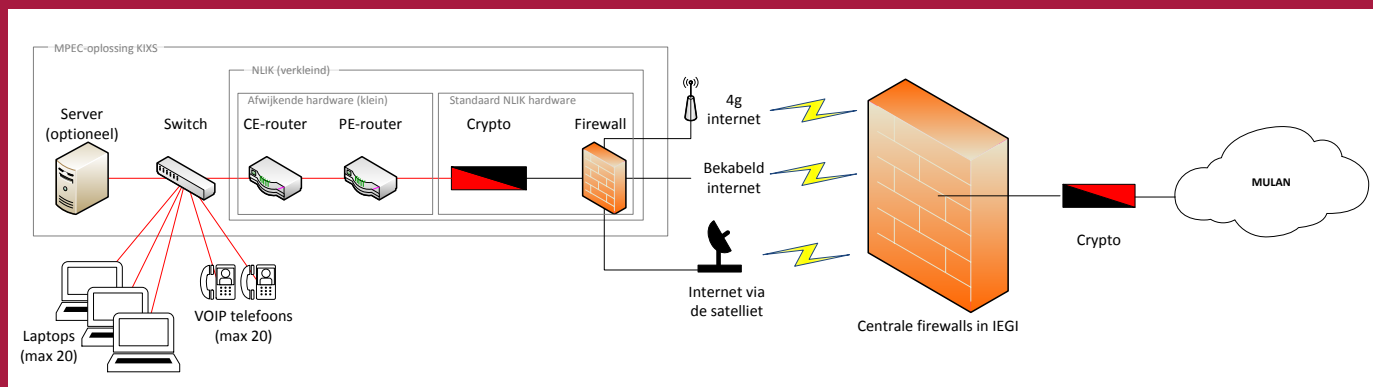
De manier waarop Starlink internet via de satelliet biedt, is revolutionair te noemen. Het komt in de buurt van grote disruptieve ontwikkelingen in de markt, zoals de opkomst van smartphones en tablets of hoe Netflix de wereld van tv en film heeft veranderd en hoe Uber een revolutie in de taxiwereld teweeg heeft gebracht. Het is kinderlijk eenvoudig: plaats de satellietontvanger op een open plaats, sluit het systeem aan, wacht een paar minuten en het werkt!

### Starlink testen

Omdat Starlink al heel ver is met het netwerk en de schotels gewoon te koop zijn, weten we hier al relatief veel van. De Starlink-schotels zijn al beproefd binnen defensie door de afdeling JIVC/KIXS, in samenwerking met DMO/MIND en het DSSC. Er is getest met een aantal systemen van defensie:

- MULAN: in combinatie met de dienst NLIK (NAFIN LAN Interconnect Koppeling) en een kleine experimentele serverbox van nog geen 20 kg van de afdeling JIVC/KIXS (de *Multi Purpose Edge Computing Kit*) is gekeken of op remote locaties verbinding gemaakt kan worden met MULAN voor gebruik van SAP, e-mail en telefoniediensten. Dit werkt goed, maar vereist nog handmatige aanpassingen. Het is nog niet plug-and-play, daar wordt nog aan gewerkt;
- LRC (*Long Range Communications*): De LRC-dienst wordt gebruikt om C2-applicaties van defensie te gebruiken in het veld. LRC is ontworpen om met *any internet* te werken. De initiële testen met LRC en Starlink waren daarom ook direct succesvol: het is plug-and-play;
- Titaan: Titaan staat nog op de planning om nader te onderzoeken. In combinatie met de tunnelboxen van Titaan, zou dit ook met Starlink kunnen werken, net als NLIK en LRC.

Als voorbeeld ziet u in figuur 6 een illustratie van de MULAN (NLIK) koppeling met Starlink.



Figuur 6

### Starlink voor defensie?

Er wordt naar aanleiding van de testen met defensiesystemen nagedacht hoe Starlink (en later ook andere LEO-satellietaanbieders) ingezet kan worden binnen defensie. Dit wordt vanuit drie perspectieven bekeken:

1. Vanuit inkoop: welke abonnementsvormen zijn er, wat kost het en hoe kunnen we het op een goede manier verwerven?
2. Vanuit de techniek: hoe werkt deze dienst en wat zijn de voor- en nadelen?
3. Vanuit beveiliging: in welke mate is het wel of niet verantwoord om deze techniek in te zetten?

### Starlink: inkoop

Starlink biedt momenteel vier abonnementsvormen:

- *Residential*: voor thuisgebruik op een vast adres;
- *RV*: voor gebruik op wisselende locaties;
- *Business*: bedrijfsmatig abonnement met beter support en snellere verbinding;
- *Maritime*: voor gebruik op open zee, met twee schotels.

De eerste twee abonnementsvormen zijn voor consumenten bedoeld. Ze zijn alleen met een creditcard of met iDeal te betalen via de Starlink website. Het kan niet op rekening gekocht worden. Daarmee is het voor defensie lastig om dit in te kopen.

De business en maritieme variant zijn wel bedrijfsmatig aan te schaffen op basis van een rekening. Deze abonnementsvormen bieden ook aanvullende voordelen, zoals een gegarandeerde minimum snelheid van 150 Mbit/s, 7x24 support en een vast IP-adres. De business en maritieme varianten zijn echter nog niet verkrijgbaar in Europa.

Om toch nu al Starlink te kunnen gebruiken wordt door JIVC/KIXS in samenwerking met inkoop gekeken of ze via een partner (marktpartij) aangeschaft kunnen worden. Op basis van deze eerste inkoopronde zal bekeken worden hoe dit als standaard af te roepen artikel in het assortiment opgenomen kan worden, bijvoorbeeld in combinatie met een goede koffer om de hardware in op de bergen en voor transport.

### Starlink: techniek

Starlink gebruikt een satellietconstellatie met duizenden satellieten. Op het moment van schrijven betreft dit rond de 3.000 satel-

lieten en SpaceX wil groeien tot zeker 12.000 en mogelijk nog meer in de toekomst. Met alleen satellieten is het netwerk nog niet compleet. Er zijn ook grondstations nodig om de satellietconstellatie te koppelen aan het internet. Hiervoor bouwt SpaceX wereldwijd tientallen grondstations. Om internet te kunnen bieden op zeer afgelegen locaties waar geen grondstation in de buurt is, zoals midden op zee, in de woestijn of dicht bij de polen, wordt gewerkt aan communicatie tussen satellieten onderling op basis van laser.

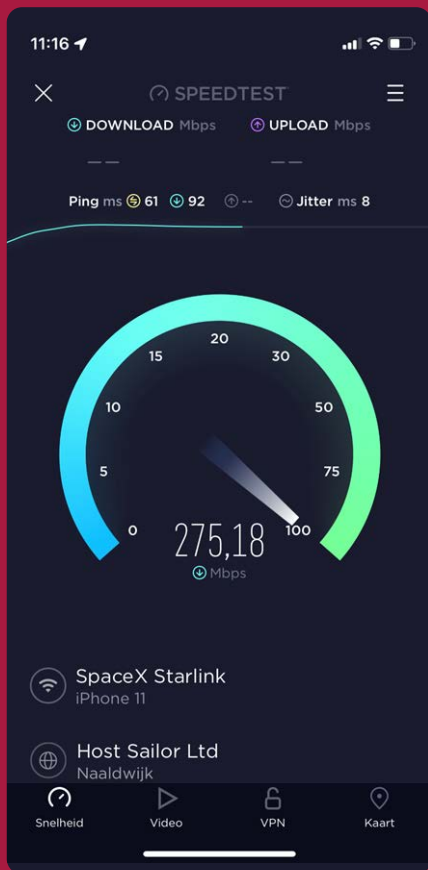
Aan de gebruikerskant is een satellietontvanger (schotel) nodig. De eerste versie van Starlink was rond met een diameter van 59 cm en woog 7 kg. De huidige versie is rechthoekig (30x50 cm) en weegt slechts 4 kg.

Het gebruik van de schotels is zeer eenvoudig. De schotel wordt aangesloten op een door Starlink meegeleverde wifi-hotspot en via power-over-ethernet voorzien van stroom. Het aantal kabels is daardoor zeer beperkt. De schotel zoekt daarna zelf zijn eigen positie op via gps en Galileo en op basis hiervan kan de schotel de satellieten vinden en deze actief gaan volgen.

De residential en RV abonnementen bieden geen garantie op snelheid. Dit kan fluctueren op basis van drukte in het gebied waar de schotel wordt gebruikt. Testen door JIVC/KIXS kwamen veelal boven de 100 Mbit/s uit, met pieken tot aan 300 Mbit/s.



Figuur 7: Starlink schotels (bron:starlink.com)



Figuur 8

Om een dergelijke snelle verbinding te realiseren heeft de schotel 1280 kleine antennes aan boord. Deze antennes zijn zogenaamde *phased array* antennes die werken op een frequentie van rond de 12 Ghz. De antennes kunnen individueel aangestuurd worden. Een deel kan zenden, een ander deel kan ontvangen naar keuze. Door een techniek toe te passen die *beam forming* heet, kunnen meerdere satellieten actief gevolgd worden vanaf één schotel zonder de schotel te hoeven bewegen.

### Starlink: beveiliging

Een ander belangrijk aspect is de beveiliging. Is het verantwoord om Starlink in allerlei defensiescenario's te gebruiken? Om daar antwoord op te geven moet je kijken naar de drie aspecten van beveiliging: beschikbaarheid, exclusiviteit en integriteit.

Omdat Starlink 'vuil internet' aanbiedt kan het niet zomaar gebruikt worden voor defensiedoeleinden. Exclusiviteit en integriteit kunnen niet gegarandeerd worden. Voor ongeclassificeerde informatie, waar-

onder ook e-welfare valt, kan het overwogen worden met minimale maatregelen. Zodra de data gemerkt of gerubriceerd is, is het zeker niet *out-of-the-box* bruikbaar. Er zijn dan aanvullende maatregelen nodig. Starlink wordt in voorkomend geval ingezet als 'zwart' transmissiemiddel en de verbinding wordt veilig genoeg gemaakt voor de inzet (voor rood verkeer) door goedgekeurde cryptografische oplossingen. Daarmee zijn exclusiviteit en integriteit grotendeels gewaarborgd. Maar er zijn nog wat aanvullende vragen te beantwoorden:

- Kan SpaceX zien waar de schotels gebruikt worden?
- Hoe zit het met de beschikbaarheid van Starlink in het algemeen?
- Zitten er kwetsbaarheden in het systeem, waarmee de beschikbaarheid in het geding komt?
- Is het mogelijk om het signaal te verstoren (jamming)?
- Hoe zit het met de afhankelijkheid van gps? Wat als het gps-signaal verstoord wordt?
- Is het signaal van de schotels door een vijand uit te peilen?

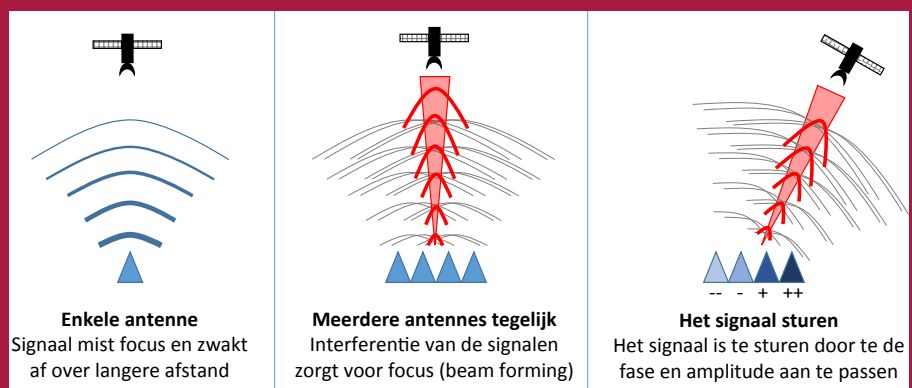
Ondanks bemoedigende berichten over het gebruik van Starlink in het conflict tussen Oekraïne en Rusland, is dat niet direct een groen licht voor inzet van Starlink in alle situaties. Een aanpak op basis van een goede risicoafweging is daarom in beeld voor de korte termijn, waarbij op de langere termijn, als er meer informatie beschikbaar is, mogelijk wel gekozen kan worden voor Starlink als standaard transmissiemiddel voor een bepaalde inzet of om te kiezen voor een andere aanbieder.

Vooraf het prijsgeven van je eigen locatie is nog een aandachtspunt, want soms wil defensie niet opvallen. Het prijsgeven van je locatie is echter niet altijd een even groot risico. Soms is algemeen bekend dat defensie ergens actief is en is het risico nihil. Aan de andere kant is niet kunnen communiceren als het er echt toe doet natuurlijk ook een groot operationeel risico. De voors en tegens moeten daarom goed afgewogen worden. Dit leidt tot de matrix van figuur 10, waarin operationeel belang en risico afgewogen moeten worden aan de hand van een checklist. Daarbij moet opgemerkt worden dat het gebruik van LEO-satellieten voor communicatie nu nog nieuw en beperkt is, waardoor je mogelijk heel erg opvalt in het elektromagnetische spectrum. Maar over de tijd zullen dergelijke systemen meer en meer ingezet worden en val je minder op in het spectrum: het wordt dan voor de vijand zoeken naar de spreekwoordelijke speld in een hooiberg.

### Starlink: doorkijk op doorontwikkelingen

Starlink gaat voorlopig door met het uitbreiden van hun netwerk en grondstations. Ze mikken op wereldwijde dekking, inclusief de poolgebieden, voor het eind van 2023. Daarnaast zijn er indicaties dat de snelheid van de dienst op termijn omhoog kan naar 1 Gbit/s of mogelijk nog meer.

Verder is er een interessante ontwikkeling op het gebied van mobiele telefonie, omdat Starlink een overeenkomst heeft afgesloten met T-Mobile voor een meerjarige samenwerking om via de satellieten van Starlink een data-dienst voor mobiele telefoons aan te gaan bieden. Als dat zich



Figuur 9



| Inzetmatrix                   | In Nederland / vreedstijd | Grote (bekende) missies | Special operations / heimelijke operaties |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|---|
| Unclass (inclusief e-welfare) | Geen issues               | Geen issues             | Uitgebreide checklist                     |
| LGI (laag gerubriceerd)       | Geen issues               | Korte checklist         | Uitgebreide checklist                     |
| HGI (hoog gerubriceerd)       | Korte checklist           | Korte checklist         | Uitgebreide checklist                     |

Figuur 10: Checklist high-level

ontwikkelt zoals verwacht, kan op termijn met een mobiele telefoon via Starlink gecommuniceerd worden. De schotel is dan niet meer nodig. De snelheid van deze mobiele dienst zal wel lager zijn en initieel zullen alleen kleine berichten (denk aan SMS) ondersteund worden, daarna volgt spraak en weer later data. Ook is er veel interesse en samenwerking vanuit de Amerikaanse overheid, waaronder ook defensie. Een militaire variant van Starlink is al genoemd, al zijn dat onbevestigde berichten. Gezien de inzet van Starlink in Oekraïne en de positieve geluiden daarover, is dit natuurlijk wel een aannemelijke en logische vervolgstap voor SpaceX. Ook wordt nagedacht over het gebruik van de duizenden Starlink satellieten voor positiebepaling als alternatief voor onder andere gps.

#### Andere aanbieders

Iridium bestaat al sinds de jaren-90 van de vorige eeuw en biedt wereldwijde dekking met 66 satellieten in een lage baan om de aarde (750 km). Deze dienst is echter bij lange na niet zo snel als bijvoorbeeld Starlink of andere toetreders in de LEO-markt. We praten dan over enkele tientallen kilobits in plaats van honderden megabits.

Naast Iridium en sinds kort Starlink zien we echter veel bedrijvigheid in de LEO-zone. Voorbeelden hiervan zijn Telesat (188 satellieten), Oneweb (700+ satellieten) en Amazon's project Kuiper (3000+ geplande satellieten). Van al deze projecten is Oneweb het verst gevorderd en bijna gereed voor productieve dienstverlening.

#### Oneweb

Oneweb wordt gedreven door een consortium van bedrijven uit onder andere India, het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Japan en Zuid-Korea. Het project was in 2020 door de coronacrisis bijna failliet, maar is door investeringen vanuit India en het Verenigd Koninkrijk doorgestart. Ook het Franse Eutelsat is bij Oneweb aangesloten. Op de achtergrond is Airbus Defence and Space betrokken bij de productie van de satellieten.

Omdat Oneweb nog in ontwikkeling is, is nog niet alles duidelijk over de aanstaande dienstverlening en kosten. Wel is duidelijk dat OneWeb op een ander klantsegment mikt, waar Starlink zich primair richt op consumenten en nu ook voorzichtig richting de zakelijke markt kijkt, zal Oneweb zich puur op de zakelijke klanten richten en ook specifiek daarin defensieklanten gaan bedienen. Daarbij leveren ze niet alleen vuil internet, maar ook een zoge-

naamde *Software Defined Wide Area Network* (SD-WAN) dienst. Dit sluit beter aan bij veel overheidsinstellingen die liever een koppeling met het eigen netwerk maken via SD-WAN, dan dit via internet oplossen. Oneweb's satellieten hangen iets hoger in hun baan om de aarde (1200 km). De *latency* zal daarom iets hoger zijn en de snelheden die worden aangegeven zullen iets lager zijn dan Starlink (tot 195 Mbit/s). Maar, door hun focus op zakelijke klanten, is het een dienstverlener die mogelijk beter past bij de use-cases van defensie.

#### Kansen voor defensie

De ontwikkelingen rondom datacommunicatie via LEO-satellieten zijn erg interessant voor defensie, omdat er op korte termijn (binnen een paar jaar) meerdere dienstverleners actief zullen zijn in dit segment en heel veel bandbreedte kunnen bieden voor een relatief lage prijs.

Restricties op het gebied van beperkte verbindingen die voorheen als waarheid werden aangenomen zijn binnenkort verleden tijd. Communicatie naar alle uithoeken van de wereld wordt straks net zo snel als het internet in een gemiddeld Nederlands huishouden. Voor de ambities van defensie op het gebied van informatiegestuurd optreden lijkt dit een zegen!

Hierdoor kan mogelijk anders omgegaan worden met ontplooiende inzet: Als de verbindingen dermate snel en stabiel zijn, eventueel door meerdere commerciële en militaire satelliet providers te combineren, is een ontplooiende inzet *always connected* en kan met minder IT-middelen in het inzetgebied gewerkt worden. Alleen de essentiële IT-services neem je mee, de rest kan via de satelliet afgenomen worden vanuit het Defensie Private Cloud Platform dat het programma GrIT gaat opbouwen in Nederland. Dit zal niet over één nacht ijs gaan, maar is wel iets om nu al over na te denken.

Voor de korte termijn is enige voorzichtigheid nog wel geboden. We weten nog niet alle ins-en-outs van de LEO-satellietproviders en hun diensten en de eventuele risico's die hier aan kleven. Hier zal de komende periode ongetwijfeld steeds meer duidelijk over worden en kunnen we op korte termijn al de eerste LEO-satellietdiensten verwachten binnen de organisatie. JIVC/KIXS houdt de ontwikkelingen in ieder geval goed in de gaten en kan samen met de JIVC-collega's die werken aan SatCom en de diverse specialisten van onder andere MULAN, TITAN en LRC de organisatie met raad en daad bijstaan in deze ontwikkelingen. 