



Onderzoek

Redelijke termijn voor het uitfaseren van satellietontvangst in de 3,8 – 4,2 GHz-band

Auteurs

Ir. Tommy van der Vorst

Ir. Vincent Mosmuller

Ir. Menno Driesse

Ir. Jan van Rees

Ir. ing. Reg Brennenraedts MBA

Onderzoek

Redelijke termijn voor het uitfasen van satellietontvangst in de 3,8 – 4,2 GHz-band

Auteurs

Ir. Tommy van der Vorst

Ir. Vincent Mosmuller

Ir. Menno Driesse

Ir. Jan van Rees

Ir. ing. Reg Brennenraedts MBA

Opdrachtgever

Ministerie van Economische Zaken

Publicatienummer

2025.109-4004

Citeren als

Dialogic: van der Vorst, T., Mosmuller, V., Driesse, M., van Rees, J. & Brennenraedts, R. (2026). *Redelijke termijn voor het uitfasen van satellietontvangst in de 3,8 – 4,2 GHz-band*. In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken.

Datum

26 maart 2026

Beeld omslag

Jan Buwalda ([CC0 1.0 Universal, Agentschap Telecom](#))

Inhoud

1	Inleiding	4
	1.1 Achtergrond	4
	1.2 Onderzoeksvraag	5
	1.3 Onderzoeksaanpak	6
2	Huidig gebruik	11
	2.1 Grondstations	11
3	Migratiemogelijkheden	15
	3.1 Migratieroutes	15
	3.2 Doorlooptijden van migraties	18
4	Migratietermijn	20
	4.1 Vrijheidsgraden	20
	4.2 Realistische termijnen	23
	4.3 Conclusie	30
5	Conclusie	32
	5.1 Beantwoording onderzoeksvragen	32
	Verwijzingen	36
	Bijlage 1. Overzicht respondenten	37
	Interviewrespondenten	37

1 Inleiding

Leeswijzer

In dit hoofdstuk beschrijven we de achtergrond van het onderzoek, de onderzoeksvraag en de onderzoeksaanpak. In hoofdstuk 2 beschrijven we de huidige satellietontvangst in de 3,8 – 4,2 GHz-band in Nederland, en het gebruik dat daarmee wordt gefaciliteerd. In hoofdstuk 3 beschrijven we de mogelijkheden die er zijn om deze ontvangst en/of het afhankelijke gebruik te migreren uit de 3,8 – 4,2 GHz-band. In hoofdstuk 4 gaan we in op de vraag wat een redelijke termijn daarvoor is. Tot slot beantwoorden we in hoofdstuk 5 de onderzoeksvragen.

1.1 Achtergrond

Het ministerie van Economische Zaken (EZ) is in 2023 gestart met een beleidstraject om de 3,8 - 4,2 GHz-band geschikt te maken voor mobiel gebruik. In andere landen is deze band al beschikbaar gesteld, en een EU-besluit hierover wordt binnenkort verwacht.

Het Nederlandse bedrijfsleven heeft behoefte aan meer draadloze bandbreedte voor bedrijfsspecifieke toepassingen. Onderzoek van Dialogic in opdracht van EZ wijst uit dat dergelijk mobiel gebruik economisch waarschijnlijk beduidend meer oplevert dan de huidige satelliettoepassingen, waarvan de gebruikers vooral in het buitenland zitten. Daarnaast hebben deze gebruikers naar verwachting diverse alternatieven tot hun beschikking. [1] Om een concurrentienadeel voor het Nederlandse bedrijfsleven ten opzichte van andere EU-landen te voorkomen, streeft EZ naar herbesteding van de band binnen een redelijke termijn, waarbinnen de huidige gebruikers hun dataverkeer kunnen omleiden.

Het simpelweg toevoegen van mobiel gebruik als bestemming in het Nationaal Frequentieplan is niet mogelijk vanwege het bestaande gebruik door satellietgrondstations. Deze grondstations ontvangen in de 3,8 – 4,2 GHz-band (een deel van de voor satellietcommunicatie ingezette C-band) relatief zwakke signalen van satellieten. Vanwege de hoge ontvangstgevoeligheid ontvangt een dergelijk grondstation daardoor al snel radiosignalen van mobiel gebruik in dezelfde band¹ op de grond, zelfs wanneer

¹ Wanneer de andere gebruiker zendt in een frequentie die overlapt met de ontvangsfrequentie van het grondstation, dan wordt gesproken van *co-channel* interferentie. Wanneer de andere gebruiker zendt in een frequentie die relatief dicht bij of naast de ontvangsfrequentie ligt, dan is sprake van *adjacent* interferentie. Dergelijke *adjacent* signalen kunnen niet geheel worden uitgefilterd door de ontvanger, en kunnen zo de ontvanger 'oversturen'.

dit gebruik zich op tientallen kilometers afstand bevindt. De Nederlandse topografie maakt dat dergelijke signalen niet of nauwelijks worden tegengehouden door bijvoorbeeld een heuvel. Daarnaast is bekend dat ontvangst ook midden in Nederland plaatsvindt, wat zou betekenen dat gelijktijdig mobiel gebruik in grote delen van de Randstad sterk beperkt of uitgesloten zou zijn.

1.2 Onderzoeksvraag

De onderzoeksvraag die centraal staat in dit onderzoek, is de volgende:

Kunt u ons verrijken met input op basis waarvan EZ een termijn kan bepalen voor het laten vervallen van de primaire bestemming in Nederland ten behoeve van satellietcommunicatieverkeer via private grondstations in de 3,8 - 4,2 GHz-band, waarbij eindgebruikers in staat worden gesteld om - mits zij rationeel en doortastend handelen - niet zonder (vitale²) communicatiefunctionaliteit komen te zitten?

Ter beantwoording van deze hoofdvraag zijn de volgende deelvragen gedefinieerd:

1. Is er sprake van *vitale afhankelijkheid*? Zijn er eindgebruikers die voor het functioneren van een vitaal proces uitsluitend afhankelijk zijn van communicatie via Nederlandse grondstations in de 3,8–4,2 GHz-band?
2. Welke typen eindgebruikers maken gebruik van communicatie via de satellietgrondstations in Nederland? - Welke sectoren, functies of klantgroepen maken gebruik van deze Nederlandse grondstations, en in welke mate is dit gebruik vitaal?
3. Welke alternatieven zijn er voor deze gebruikers (zoals gevonden bij deelvraag 1 en 2) beschikbaar? - Denk aan het gebruiken van satellietcommunicatie in andere frequentiebanden, gebruik maken van buitenlandse grondstations, of inzet van terrestrische netwerken.
4. Wat is een realistische overstaptermijn voor de gebruikers (geïdentificeerd in deelvraag 1 en 2)? Binnen welk tijdsbestek kunnen eindgebruikers, uitgaande van redelijke inspanning en redelijke kosten, overstappen? Hierbij kunnen ook afruilen inzichtelijk worden gemaakt tussen hoogte van de kosten en doorlooptijden.

² Onder vitale communicatie verstaan wij hier connectiviteit en toepassingen die essentieel zijn voor het veilig en continu functioneren van vitale processen in een organisatie of samenleving, vooral tijdens crises of noodsituaties.

5. Wat zijn mogelijke belemmeringen bij een overstap voor de geïdentificeerde gebruikers? Zijn er technische, contractuele, organisatorische of andere factoren die overstap bemoeilijken?
6. Wat zijn de gevolgen van *te vroege* uitfasering? - Voor zover de alternatieven niet op dit moment beschikbaar zijn, wat zijn de risico's of negatieve effecten als het gebruik beëindigd wordt?

Merk op dat vragen 1 en 2 betrekking hebben op het *huidige gebruik* (hoofdstuk 2), vragen 3 en 5 zien op migratiescenario's (hoofdstuk 3) en vragen 4 en 6 op de migratietermijn (hoofdstuk 4).

EZ geeft een aantal belangrijke overwegingen mee die de scope van het onderzoek verder verduidelijken:

- Met 'vitale afhankelijkheid' bedoelt EZ dat een organisatie, voor het uitvoeren van vitale processen, duidelijk afhankelijk is van satellietcommunicatie in de 3,8 - 4,2 GHz-band via een Nederlands grondstation. Voor dat gebruik wordt onderzocht binnen welke redelijke termijn een alternatieve oplossing georganiseerd kan worden (waaronder, maar niet uitsluitend, herrouteren naar een grondstation buiten NL of inzet van andere band). In overleg met EZ willen we bepalen of we ons hierbij ook nog specifiek willen beperken tot vitale processen in maatschappelijke zin of dat we de ogenschijnlijk brede scope van EZ aanhouden.
- Vaste schotels (bijv. op daken van gebouwen) hebben bescherming in het NFP en hebben een vergunningplicht voor hun uplink-verbinding, maar mobiele of verplaatsbare schotels (zoals op schepen of voertuigen) hebben die bescherming en plicht niet (voor zover zij C-band inzetten). Deze laatste categorie betreft in principe alleen eindgebruikers. Hoewel de focus ligt op de grondstations vraagt EZ om ook aandacht voor deze gebruikersgroep te hebben, aangezien ook zij hinder kunnen ondervinden als er mobiele netwerken in dezelfde band worden uitgerold. De verwachting is overigens dat eindgebruikers zich vooral buiten Nederland zullen bevinden.
- Gebruik door andere ministeries is in scope van de vraag, en zal zo nodig in samenwerking met EZ worden onderzocht. In dit rapport wordt niet specifiek ingegaan op dit gebruik.

1.3 Onderzoeksaanpak

Het onderzoek is op twee manieren benaderd: via (1) een *bottom-up benadering*, waarbij we informatie uitvragen bij de (bekende) exploitanten van satellietontvangststations in de 3,8 -4,2-band in Nederland, en (2) een *top-down benadering*, waarbij we op basis van marktinformatie en inzichten van experts een inschatting van het geheel maken.

1.3.1 Bottom up-benadering

Bij deze benadering vragen we informatie uit bij de exploitanten van grondstations in Nederland waarvan het sterke vermoeden bestaat dat deze afhankelijk zijn van ontvangst in de 3,8 – 4,2 GHz-band. We noemen deze in het rapport de *huidige gebruikers*.

Specifiek gaat het om de grondstations waarvoor door de RDI een vergunning is afgegeven voor uitzenden van signalen in de 5,850 - 7,025 GHz-band. Deze band wordt internationaal gebruikt voor uplinkverkeer binnen de vaste satellietdienst (FSS). In Nederland is deze band gekoppeld aan de downlinkband 3,8 - 4,2 GHz (FSS, ruimte naar aarde). Het hebben van een zendvergunning in de 5,850-7,025 GHz-band is een *indicatie* dat het grondstation mogelijk ook afhankelijk is van ontvangst in de 3,8 - 4,2 GHz-band. Het is uiteraard denkbaar dat er ook ontvangst plaatsvindt in de 3,8 – 4,2 GHz-band zónder dat wordt gezonden in de 6 GHz-band. We achten het aannemelijk dat gebruikers voor wie dit geldt, op de hoogte zouden moeten zijn van de aandacht van EZ voor de 3,8 –4,2 GHz-band (getuige onder andere het recente onderzoek van Dialogic [1] en mededelingen bij het Stakeholderoverleg Frequentiebeleid) en inmiddels dus ook in beeld zouden moeten zijn gekomen.

EZ heeft de bij RDI bekende vergunninghouders op 16 september 2025 een brief gestuurd waarin zij aankondigt voornemens te zijn de 3,8 – 4,2 GHz-band te herbestemmen. In deze brief wordt ook het informatieverzoek van Dialogic aangekondigd. Dialogic heeft diezelfde vergunninghouders op 16 september 2025 eveneens een brief gestuurd met het concrete informatieverzoek.

Het informatieverzoek bestond uit twee delen: een *organisatiedeel* en een *contractdeel*. In het organisatiedeel vragen we informatie uit over de uitwijkmogelijkheden van de exploitant van het grondstation – welke andere grondstations binnen en buiten Nederland zijn eventueel beschikbaar als alternatief? In het *contractdeel* vragen we de exploitant om per klantcontract de volgende gegevens aan te leveren:

- Of het contract loopt op 1 februari 2026 (en niet voor die tijd opzegbaar is), de gehanteerde peildatum.
- Of de exploitant voor het voldoen aan het contract afhankelijk is van ontvangst in de 3,8 – 4,2 GHz-band.
- Wat de condities zijn voor het voortijdig opzeggen van het contract.
- Wat de aard is van de dienst die wordt geleverd (missie- of bedrijfskritisch, ten behoeve van internationaalrechtelijke verplichtingen, en de relatie van de exploitant tot de eindgebruiker).
- Of de exploitant de onder het contract geleverde diensten zodanig kan migreren zodat geen grondstations in Nederland worden gebruikt. Allereerst vragen we of er al migratieplannen zijn, en of migratie binnen zes maanden kan worden uitgevoerd. Als dat zo is, eindigt de vragenlijst hier. Wanneer een van beide niet aan de orde is, vragen we door op de volgende migratiescenario's:

- Migratie van de ontvangst naar een ander (eigen) grondstation buiten Nederland;
 - Migratie van de ontvangst naar een ander grondstation buiten de eigen organisatie en buiten Nederland;
 - Migratie naar andere oplossingen (zonder gebruik van C-band satellietontvangst, zoals LEO-satellietdiensten, GEO/MEO-satellietcommunicatie in bijvoorbeeld de Ku-band, aardgebonden openbare mobiele communicatienetwerk, besloten aardgebonden netwerken, vaste bekabelde verbindingen, vaste draadloze verbindingen, of anders).
- De geschatte kosten van de migratie.

Het uitvraagformulier was in het Nederlands opgesteld. Aan de vergunninghouders zijn (informatie) vertalingen in het Engels ter beschikking gesteld. Daarnaast zijn de vergunninghouders in de gelegenheid gesteld tot het plannen van een 'technische briefing' waarin het informatieverzoek met de onderzoekers werd besproken. De informatieaanvraag was voorzien van een geheimhoudingsverklaring, waarin de onderzoekers verklaren dat de informatie vertrouwelijk wordt behandeld, en niet-herleidbaar zal worden gerapporteerd. In totaal hadden de vergunninghouders zes weken de tijd om het informatieverzoek in te vullen.

Na afloop van de termijn is van alle vergunninghouders een reactie ontvangen. Eén vergunninghouder heeft aangegeven niet te willen meewerken aan het onderzoek. Deze vergunninghouder geeft aan de ontvangstactiviteiten in de C-band in Nederland op korte termijn te zullen beëindigen. De resterende vergunninghouders hebben ieder ons informatieverzoek volledig beantwoord. Twee vergunninghouders betreffen dezelfde organisatie, zij hebben gezamenlijk gereageerd.

Naar aanleiding van de aangeleverde informatie hebben we de vier vergunninghouders (in de praktijk drie organisaties) schriftelijk aanvullende vragen gesteld, met een termijn van 5 dagen voor beantwoording. Vervolgens zijn drie bilaterale gesprekken gepland ter toelichting van de vragen en bespreking van de antwoorden. De organisaties hebben na afloop van deze gesprekken schriftelijke antwoorden aangeleverd.

Borging van betrouwbaarheid van de uitkomsten

In dit deel van het onderzoek maken we gebruik van informatie van organisaties die een belang hebben bij de uitkomsten. Het is belangrijk dat in dit deel van het onderzoek informatie wordt opgehaald **compleet** is. Dit betekent dat (1) alle relevante huidige gebruikers moeten zijn aangeschreven, en (2) dat deze gebruikers meewerken en een *volledig* (en waarheidsgetrouw) overzicht aanleveren van hun afhankelijkheid van ontvangst in de 3,8 – 4,2 GHz-band.

Ten aanzien van de eerste aanname is door Dialogic al in 2023 geïnventariseerd welke mogelijke gebruikers er zouden kunnen zijn. [1] Hierbij werd onder meer gekeken naar

de inventarisatie van TNO uit 2021. [2] Vanuit het Ministerie van EZ is ook geïnformeerd bij andere departementen. Omdat satellietontvangst niet vergunningplichtig is, valt niet uit te sluiten dat gebruikers zijn gemist. Aangenomen wordt dat het aantal *eindgebruikers* in Nederland beperkt is. Aannemelijk is dat sommige ambassades en schepen die Nederland aandoen gebruik maken van C-bandontvangst. Aangezien grondstations voor het *zenden* in de 6 GHz-band een vergunning nodig hebben, zou het hooguit zo kunnen zijn dat grondstations waarop alleen ontvangen wordt, gemist zijn. Het bestaan van dergelijke grondstations is bij geen van de onderzoekers nog gesproken personen bekend.

Ten aanzien van de tweede aanname is denkbaar dat niet alle afhankelijkheden zijn aangeleverd in de aanvraag door de geïdentificeerde huidige gebruikers. Naast strategische overwegingen is het denkbaar dat geheimhoudingsafspraken met afnemers van satellietcommunicatiediensten een rol spelen. Bij de onderzoekers is één dergelijke casus bekend. Op basis van nadere toelichting van de gebruiker mag voor deze casus worden aangenomen dat deze geen relevante impact heeft op de haalbaarheid en redelijkheid van de gevonden migratietermijnen, mits voor deze casus C-bandontvangst op andere teleports in Europa beschikbaar is.

De uitvraag vond plaats op voorwaarde van vertrouwelijkheid. De door de huidige gebruikers aangeleverde informatie werd alleen gedeeld met het onderzoeksteam. Dit is in onze ogen noodzakelijk om de vergunninghouders zoveel als mogelijk de vrijheid te geven om relevante informatie met de onderzoekers te delen. Tegelijkertijd zijn we ons ervan bewust dat de vertrouwelijkheid beperkend werkt ten aanzien van de mate van detail waarin we de resultaten kunnen rapporteren en onderbouwen.

Tot slot merken we op dat de huidige gebruikers die informatie hebben aangeleverd, dat hebben gedaan in de context van dit onderzoek. Voor de meeste gebruikers geldt dat er nog geen concrete migratieplannen zijn. De aangeleverde informatie is op basis van wat deze huidige gebruikers nu bekend is. De medewerking moet niet worden geïnterpreteerd als een 'commitment' van deze gebruikers aan de hier genoemde termijnen of migratieroutes.

1.3.2 Top down-benadering

Aanvullend inventariseren we de problematiek op basis van een *top-downbenadering*, waarbij wij op basis van al beschikbare informatie (bijvoorbeeld over klantprofielen voor C-band dienstverlening) een inschatting maken van de inspanningen die nodig zijn om het verkeer te migreren/herrouteren. Met deze twee sporen zorgen we ervoor dat relevante huidige gebruikers actief betrokken worden in het proces, zonder (uitsluitend) te afhankelijk te zijn van hun input en eventuele vertragingstactieken. De top down-benadering bestaat uit een aantal onderzoeksstappen:

- We hebben diverse teleports in Europa benaderd, met de vraag of er capaciteit beschikbaar is op de grondstations waarvan gebruik kan worden gemaakt ten behoeve van diensten die op dit moment via Nederlandse grondstations verlopen.
- We hebben diverse experts ten aanzien van satellietcommunicatie benaderd. Deze oproepen hebben geen (relevante) respons opgeleverd.
- We hebben bestaande literatuur bestudeerd ten aanzien van de Nederlandse situatie (o.a. eerder onderzoek van TNO [2]) en materiaal van o.a. ECC ten aanzien van co-existentie. Daarnaast is informatie verzameld over de algemene ontwikkelingen en trends in de markt voor C-band satellietcommunicatie.

Een overzicht van respondenten is te vinden in Bijlage 1.

2 Huidig gebruik

In dit hoofdstuk gaan we in op deelvragen 1 en 2, die betrekking hebben op de huidige situatie ten aanzien van grondstations in Nederland waar ontvangst plaatsvindt in de 3,8 – 4,2 GHz-band. We beschrijven allereerst de belangrijkste feiten ten aanzien van de grondstations – hun locatie en de satellieten waarmee wordt gecommuniceerd. Vervolgens gaan we in op de *eindgebruiker* en de bijbehorende toepassingen.

2.1 Grondstations

Vier houders van een vergunning voor *zenden* in de C-band (6 GHz) hebben informatie aangeleverd over hun afhankelijkheid van *ontvangst* van satelliet signalen in de 3,8 - 4,2 GHz-band. Zij maken voor deze ontvangst gebruik van grondstations op drie locaties in Nederland. Figuur 1 toont deze grondstations in Nederland en een indicatie van de richting waaruit de signalen worden ontvangen (c.q. hoe de schotel is 'gericht'). Deze informatie is grotendeels openbaar vindbaar (zie [2, 1]) en is in lijn met hetgeen is gedeeld in de uitvraag voor dit onderzoek.



Figuur 1 Relevante C-band grondstations in Nederland, en een indicatie van de belangrijkste richting waaruit signalen in de 3,8 – 4,2 GHz-band worden ontvangen. Bron onderlaag kaart: PDOK, CBS.

Burum

Vanaf het grondstation in Burum worden signalen ontvangen in zuidwestelijke richting bij een relatief lage *elevatie* van ongeveer 8 graden. De satellietshotel 'kijkt', anders gezegd, relatief laag over de horizon over Den Helder heen.

Amsterdam

De satellietontvangst in Amsterdam betreft één gebruiker en toepassing. Deze ontvanger 'kijkt' in de zuidoostelijke richting met een elevatie van ongeveer 18 graden. Deze lijn loopt dus tussen Utrecht en Amersfoort door tot het noorden van Nijmegen. TNO merkt op dat deze ontvanger zich waarschijnlijk op een hoog gebouw bevindt. [2]

Biddinghuizen

De satellietontvangst in Biddinghuizen betreft primair dienstverlening ten behoeve van een tiental klanten. Er wordt voornamelijk gebruik gemaakt van één satelliet in zuid-zuidwestelijke richting onder een elevatie van 29 graden. Men gebruikt in totaal een substantiële transpondercapaciteit (tot 300 MHz) die de gehele 3,8 – 4,2 GHz-band bestrijkt.

2.1.1 Gebruikers

De huidige gebruikers hebben in totaal informatie aangeleverd over 14 geleverde diensten (contracten met eindgebruikers en/of eigen gebruik). Het betreft in totaal een transpondercapaciteit van ongeveer 345 MHz. De geleverde diensten hebben betrekking op de volgende typen verbindingen:

- Eén TT&C-dienst³ voor een satelliet;
- Twaalf direct geleverde diensten, geleverd onder contract aan eindgebruikers;
- Eén dienst geleverd onder contract aan een reseller.

In elf gevallen betreft het de levering van zowel internetconnectiviteit als besloten communicatie. In één geval wordt uitsluitend internetconnectiviteit geleverd, en in één geval uitsluitend besloten communicatie. Tot slot is er dan nog de TT&C-verbinding, waarmee we op het totaal van 14 verbindingen komen.

2.1.2 Vitale afhankelijkheid

Per geleverde dienst is uitgevraagd in hoeverre deze een vitale afhankelijkheid heeft van communicatie via Nederlandse grondstations in de 3,8 - 4,2 GHz-band. Hierbij maken we onderscheid tussen twee typen dienstverleningen:

³ De Telemetry, Tracking and Control (TT&C)-verbinding voor satellieten is de communicatieverbinding waarmee (geredeneerd vanuit het grondstation) statusgegevens van de satelliet worden ontvangen, baan en positie worden gevolgd en besturingscommando's worden verstuurd naar de satelliet.

- **Missiekritische communicatie:** er bestaat een verlies op mensenlevens of letsel wanneer de communicatiedienst niet meer naar behoren functioneert (ongeacht de mate waarin de verbinding redundant is uitgevoerd).
- **Bedrijfskritische communicatie:** er bestaat een risico op economische schade, maar geen verlies van mensenlevens of letsel wanneer de communicatiedienst niet naar behoren functioneert (ongeacht de mate waarin de verbinding redundant is uitgevoerd)

Alle contracten die zijn opgegeven door de satellietdienstverleners vallen onder bedrijfskritische communicatie. Verder zijn dertien contracten ook bestempeld als missiekritische verbindingen door de huidige gebruikers.

Verder is er ook expliciet uitgevraagd in hoeverre een contract communicatie ten behoeve van **internationaalrechtelijke verplichtingen** bedient. In elf gevallen betreft het contract een internationaalrechtelijke verplichting. In reacties is verder niet uitgelicht wat de exacte aard van deze internationaalrechtelijke verplichtingen is. Uit gesprekken is wel bevestigd dat het ging om directe of indirecte activiteiten die ten behoeve zijn van onder andere noodcommunicatie en missiekritische communicatie.

Mondiale trends ten aanzien van C-band satellietcommunicatie

Een blik op de internationale ontwikkelingen rondom het gebruik van C-band satellietcommunicatie laat zien dat deze markt lijkt te krimpen. Enerzijds komt dit doordat landen (delen van) de C-band herbestemmen voor 5G en lokale draadloze diensten. Deze ontwikkelingen maken de C-band minder interessant voor zowel satellietpartijen als hun klanten. Tegelijkertijd groeit de beschikbaarheid van alternatieve satellietcapaciteit. De groeiende behoefte naar 'High Throughput Satellites' (HTS), waarbij veel hogere capaciteit het uitgangspunt is, stuwt de markt voor o.a. Ku- en Ka-band satellieten. [3] Parallel hieraan groeit het gebruik van niet-geostationaire constellaties in LEO en MEO snel, vooral voor breedbanddiensten en mobiele backhaul. Starlink breidt zijn operationele aanwezigheid momenteel actief uit in Afrika, waarbij het bedrijf in een groeiend aantal landen licenties verkrijgt om commerciële diensten aan te bieden. [4] Tegelijk positioneren MEO-systemen, zoals O3b mPOWER, zich ook steeds meer als alternatief voor huidig C-band gebruik in o.a. Afrika.⁴

Zowel de druk op het spectrum als het groeiende aanbod naar en gebruik van alternatieve satellietoplossingen zorgen dus voor een dalende vraag naar C-bandcapaciteit. Een studie van Euroconsult naar satellietcommunicatie in de EMEA-regio liet in 2022 al zien dat ongeveer 70% van de satellieten die momenteel met C-banddekking in dit

⁴ Zie bijv. [\[ses.com\]](https://www.ses.com)

gebied opereren naar verwachting niet meer operationeel zal zijn in 2030.⁵ Dit lijkt te wijzen op een structurele afbouw van C-bandcapaciteit richting de toekomst. Deze effecten zijn ook te zien in de wereldwijde prijzen voor data- en backhaulcapaciteit, waar de C-band onder andere voor wordt ingezet. Deze prijzen zijn in de periode 2019-2025 met ongeveer 70% gedaald als gevolg van het groeiende aanbod van HTS-, LEO- en MEO-systemen.⁶ De data laten dus zien dat de traditionele C-band satellietcommunicatie in een mondiaal dalende trend zit door de opmars van alternatieve oplossingen.

⁵ Zie [news.satnews.com]

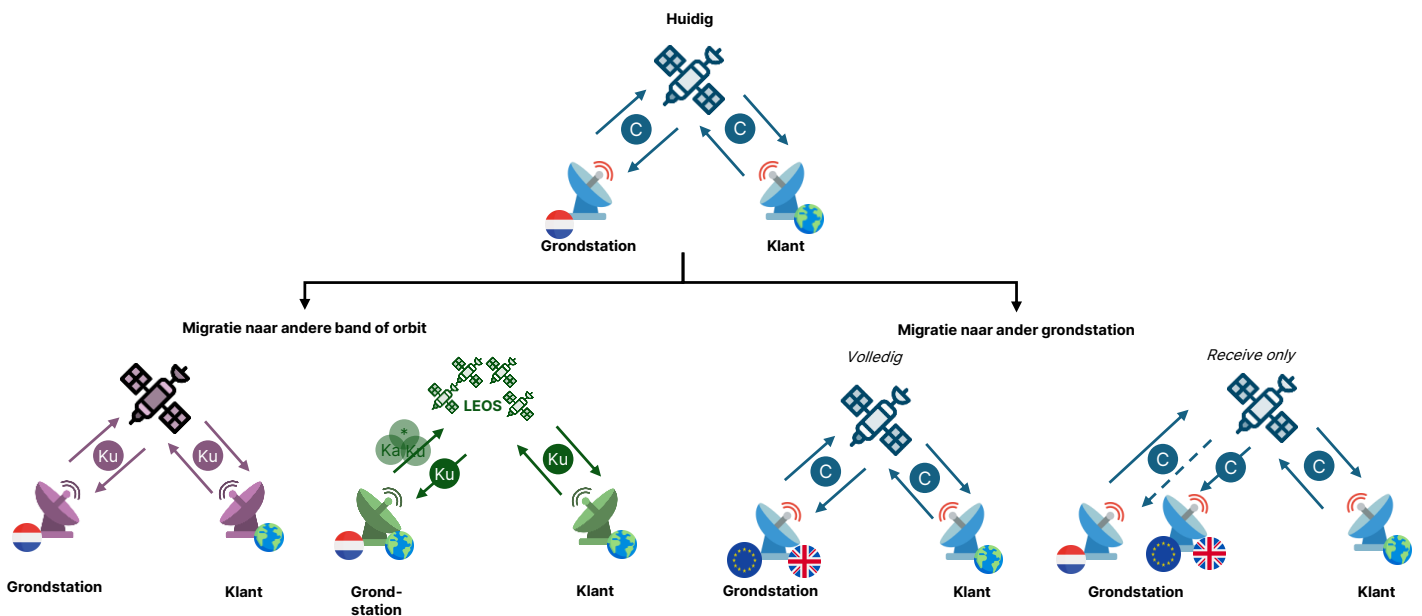
⁶ Zie [satelliteprome.com]

3 Migratiemogelijkheden

In het onderzoek hebben wij de verschillende relevante migratiemogelijkheden geïnventariseerd. Deze routes hebben wij zowel in de bottom-up als de top-down aanpak gehanteerd en gevalideerd. Daarbij hebben wij ook inzicht gekregen in de verwachte doorlooptijd van de migratieroutes.

3.1 Migratieroutes

Figuur 2 toont vereenvoudigd de mogelijkheden voor migratie van de huidige C-satellietontvangst in Nederland, uitgaande van de situatie dat er aan de klantzijde behoefte blijft bestaan aan de daarmee gefaciliteerde satellietcommunicatiedienst (en overstap naar aardgebonden draadloze of bedrade connectiviteit niet opportuun is) en de ontvangstbescherming in de 3,8-4,2 GHz-band voor heel Nederland komt te vervallen.



Figuur 2 Migratiemogelijkheden voor C-band satellietverkeer

Migratie uit de C-band naar een andere band (en andere orbit)

Hierbij vindt er een migratie plaats naar een andere (geostationaire) satellietband, zoals de Ku-band of gebruikers maken de overstap naar communicatie via satellietconstellaties op kortere afstanden tot de aarde (zoals de low orbit systemen van Starlink), die uiteraard niet geostationair zijn.

In feite wordt hiermee een compleet nieuwe satellietverbinding gerealiseerd, met benodigde aanpassingen aan de kant van het grondstation (andere schotel en/of kijkrichting), satelliet (andere satelliet en/of transponder) en op de klantlocatie(s) (andere schotel en/of kijkrichting). De mate waarin deze nieuwe banden of systemen geschikt zijn aan de klantzijde is sterk afhankelijk van de specifieke klantbehoefte. Zo

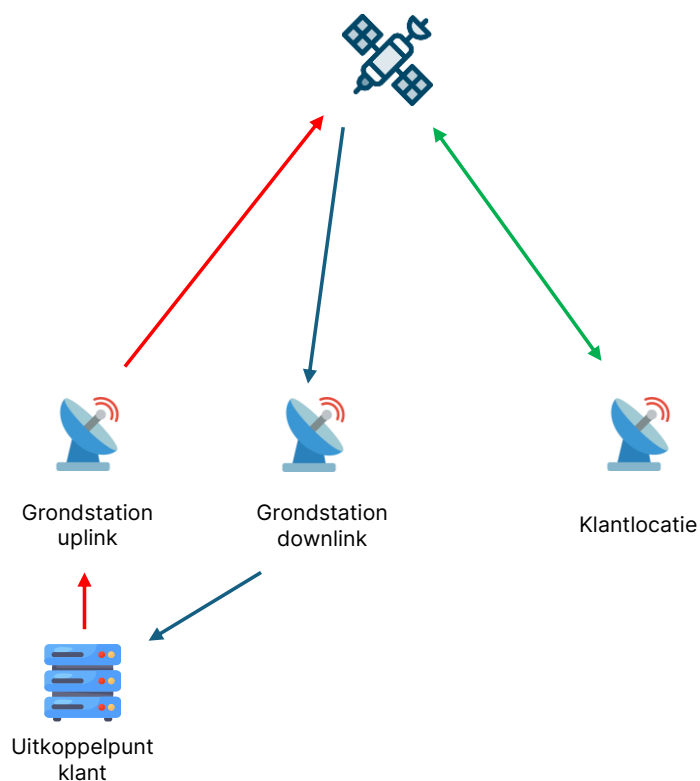
is de Ku-band een stuk gevoeliger voor weersomstandigheden en is Starlink vooral geschikt voor generieke internettoepassingen (en dus minder voor specials en bijv. interne bedrijfscommunicatie)

Migratie naar een ander grondstation (met behoud van C-band)

In dit geval wordt de communicatie verplaatst naar een ander grondstation buiten Nederland. We voorzien hierin een aantal vrijheidsgraden/scenario's. Het belangrijkste onderscheid is of (1) alleen de *downlink* wordt verplaatst, of (2) zowel de downlink als uplink worden verplaatst. Binnen deze routes zijn diverse keuzes mogelijk. We bespreken beide hieronder.

Alleen de downlink wordt verplaatst

Dit wordt ook wel *receive only, remote receive of diversity receive* genoemd. Dit is in principe technisch goed mogelijk. Hierbij moet wel rekening gehouden met de timingverschillen die ontstaan tussen de up- en de downlink als gevolg van het feit dat verschillende paden worden gebruikt. Onderstaande Figuur 3 illustreert dit. Wanneer de grondstations zich op enige afstand van elkaar bevinden, zal de looptijd van het signaal van en naar de satelliet marginaal verschillen (deze looptijd is al relatief hoog vanwege de te overbruggen afstand). De looptijd van het pad tussen de beide grondstations naar het uitkoppelpunt van de kant kan afhankelijk van de afstand relatief sterker verschillen.

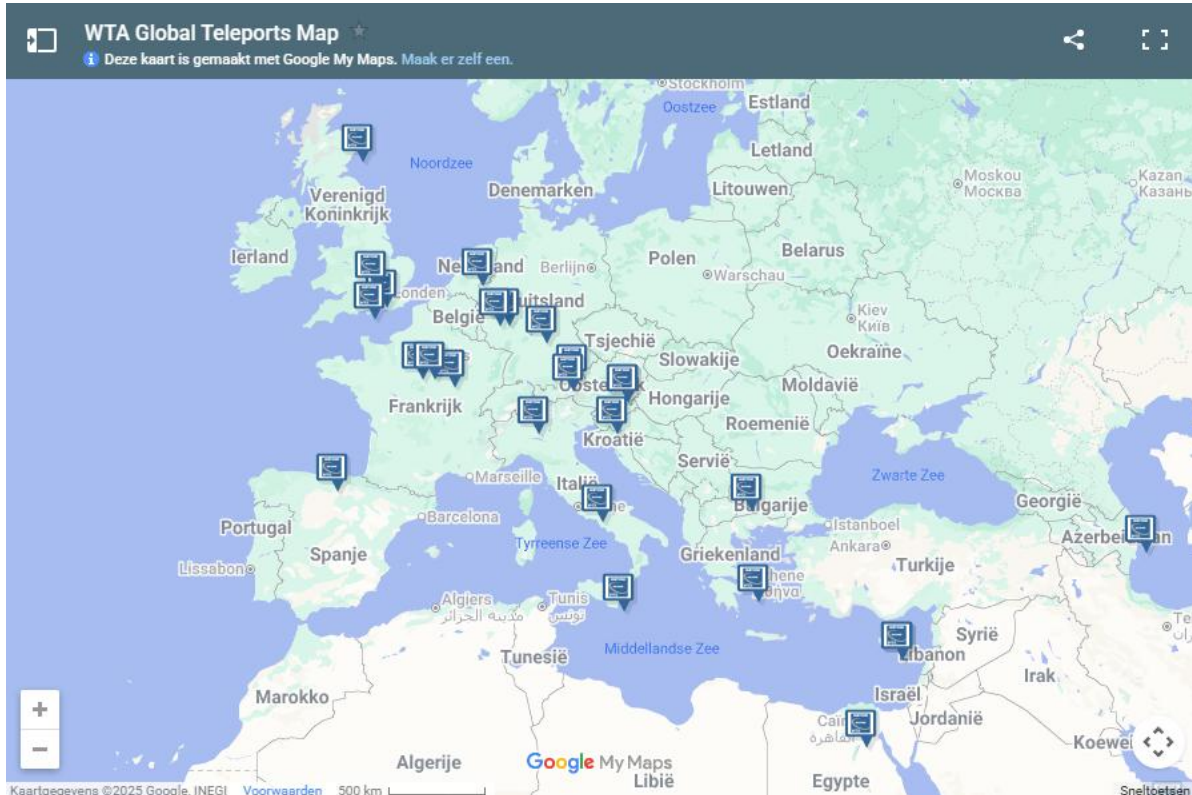


Figuur 3 De paden voor uplink en downlink (rood en blauw) verschillen in lengte. Dit leidt tot verschillen in latency tussen beide

Er kan in dit scenario sprake zijn van een volledige migratie van het downlinksignaal, of in de vorm van een back-upvoorziening waar alleen gebruik van gemaakt wordt als er interferentie in Nederland optreedt. In onze gesprekken hebben wij gemengde reacties ontvangen op dit laatste migratiescenario, variërend van (geparafraseerd) *'geen enkel probleem'*, *'zou moeten kunnen, we doen het op dit moment niet'* tot *'dat gaat niet werken en hebben we al eens getest op een andere route'*. De verschillen komen mogelijk voort uit de specifieke toepassing en gehanteerde apparatuur. De vergunninghouders lijken de voorkeur te geven aan een gecombineerde migratie van uplink en downlink.

Zowel de downlink- als de uplink worden samen verplaatst

Hierbij is sprake van een volledige migratie (eventueel met een periode van overlap). De migratie kan naar een ander eigen grondstation of naar een grondstation van een derde partij (al dan niet een bestaande partner), zoals weergegeven in Figuur 4 hieronder. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van een bestaande schotel op de nieuwe locatie, een fysieke verhuizing van de bestaande schotel naar het buitenland, of volledige nieuwbouw. Ook zal er een verbinding over land ingekocht moeten worden van het uitkoppelpunt van de klant (bijv. een internet exchange of andere peeringlocatie) naar deze nieuwe locatie, waarbij we ervan uit kunnen gaan dat alle grondstations al een goede en vaak meervoudige glasvezelontsluiting hebben. Zolang dezelfde band en satelliet ingezet kan worden, hoeven er aan de klantzijde geen fysieke wijzigingen doorgevoerd te worden.



Figuur 4 Selectie van grondstations in Europa op de World teleport map [5]

De (on)mogelijkheden en doorlooptijden van de migratie naar een ander grondstation hangen sterk af van de precieze (contract)voorwaarden, bijvoorbeeld of de afwikkeling van het verkeer binnen de EU moet gebeuren (relevant voor teleports in het VK), de satellietkeuze (met name of deze vanaf het nieuwe grondstation nu al wordt gebruikt, en van welke aanbieder het grondstation en de satelliet zijn) en de huidige bezetting van schotels en ruimte. Ten aanzien van dat laatste hebben wij (mede op basis van de gevoerde gesprekken) de indruk dat er bij de meeste relevante grondstations voldoende ruimte beschikbaar is en uitbreidingsmogelijkheden bestaan. In het volgende hoofdstuk gaan wij, op basis van de verkregen input over specifieke klantcases, nader in op deze termijnen en mogelijkheden.

Tot slot merken wij op dat de buitenlandse grondstations die wij hebben gesproken of eerder hebben onderzocht (in het kader van het behoefteonderzoek [1]) ofwel een gunstige ligging met natuurlijk barrières tegen interferentie hebben, of vanuit overheidswege goed beschermd worden tegen externe storingsbronnen (bijvoorbeeld omdat er ook overheidsgebruik op dezelfde locatie plaatsvindt).

3.2 Doorlooptijden van migraties

Op basis van zowel de bottom-up als top-down uitvraag hebben wij (op hoofdlijnen) de stappen in kaart gebracht die gepaard gaan met een migratie naar een andere band of grondstation. Op een enkele huidige gebruiker na zijn nog geen definitieve beslissingen genomen over het te volgen migratietraject. Om die reden is op dit moment nog niet exact aan te geven wat per casus de doorlooptijd zal zijn. Op basis van de opgehaalde informatie kunnen we wel ingaan op de te verwachten doorlooptijden.

De migraties kennen technische en niet-technische aspecten. Wij hebben de indruk dat de niet-technische aspecten voor de langste doorlooptijd zullen zorgen.

Technisch gezien, zijn de voorgestelde migratieroutes in principe overzichtelijk (los van voorgaande discussie over (on)mogelijkheid van de *remote receive* oplossing). Deze werkzaamheden zouden ons inziens niet meer dan enkele maanden hoeven kosten. Met name de situaties waarbij dezelfde transponder in gebruik blijft, er geen uitbreiding op de nieuwe grondstation-locatie nodig is en er aan de klantzijde geen werkzaamheden uitgevoerd hoeven te worden, kunnen snel worden gemigreerd. Een verhuizing naar een eigen alternatief grondstation is de snelste route. Een aantal van de huidige gebruikers is daarnaast gewend aan kortlopende / seizoensgebonden contracten, zoals ten behoeve van cruiseschepen, waarbij regelmatig verbindingen op- en afgeschaald worden.

De voornaamste uitdagingen verwachten wij bij de complexere migraties en als gevolg van de niet-technische aspecten van de verhuizing. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de contractonderhandeling met de eindklant (bijvoorbeeld over *change windows* voor onderhoud), eventuele benodigde bouwactiviteiten op de nieuwe teleportlocatie

(fundering, bouw/installatie van de schotel, connectiviteit, realiseren stroomaansluiting), aanvraagprocedures bij lokale overheden van de klantlocaties (met name bij migratie naar de Ku-band), logistieke uitdagingen bij moeilijk bereikbare locaties (zoals boorplatforms), herbouw op klantlocaties, inkoopprocedures (voor de hardware en connectiviteit over land) en het testen (acceptatietesten en tijdelijke parallel gebruik van de oude en nieuwe locatie).

De huidige gebruikers geven wat ons betreft goede argumenten waarom de migratie in bepaalde gevallen tot wel een jaar of anderhalf jaar kan duren. We schatten in dat de huidige gebruikers aan de (voor hen) veilige kant zijn gaan zitten in de doorlooptijden, maar er is naar onze indruk anderzijds geen sprake van buitensporige overschattingen. De huidige gebruikers wijzen op de strikte contractvoorwaarden vanuit hun typische klantgroepen (grote bedrijven in o.a. de olie- en gasector, en overheden), waarbij deze klanten hoge eisen stellen aan de beschikbaarheid van de verbinding en beperkingen opleggen qua (eenzijdige) wijzigingen. Ook wanneer er sprake is van (veel) klantlocaties op moeilijk bereikbare gebieden, dan heeft dit haar weerslag op de ombouwtijd (m.n. bij de stap naar Ku of LEOS). Er kan hierbij zelfs sprake zijn van export- en inreisbeperkingen.

Impact herbestemming Upper-6 GHz

De Radio Spectrum Policy Group heeft recent advies [6] uitgebracht over de mogelijke herbestemming van de zogenoemde Upper-6 GHz band. In dit advies stuurt de RSPG aan op prioritering van deze band voor mobiele communicatie, initieel in het banddeel van 6.585 MHz tot 7.125 MHz met een guard band tussen 6.425 MHz en 6.585 MHz. Na WRC-27 kan worden bepaald of guard band naar WAS/RLAN of ook naar IMT kan gaan. De standaard C-band uplink van de bestaande gebruikers loopt tot 6.425 MHz. Sommige van de door de RDI verleende vergunningen komen nét boven de 6.425 MHz uit, waardoor ze alsnog geraakt worden door deze discussie.⁷

⁷ Afgaand op informatie van de RDI zijn ook vergunningen verleend boven deze grens (tot 6.500 MHz), wat opvallend is. Dit zou kunnen duiden op *extended* C-band downlink-gebruik, wat nuttig kan zijn in lastigere weersomstandigheden. Hier is in de gesprekken echter niet op gewezen, en dit laten we dus verder buiten beschouwing.

4 Migratietermijn

In dit hoofdstuk gaan we in op de tijd die nodig is voor de huidige gebruikers die op dit moment gebruik maken van ontvangst van satelliet signalen in de 3,8 – 4,2 GHz-band om hun afhankelijkheid van deze ontvangst op te heffen. In het voorgaande hoofdstuk zijn we ingegaan op de mogelijkheden die daarvoor bestaan. In dit hoofdstuk combineren we deze paden met de opgehaalde informatie over de huidige gebruikers en geven we weer welke overwegingen er voor de beleidsmaker kunnen spelen.

4.1 Vrijheidsgraden

Bij het bepalen van een redelijke migratietermijn zijn er wat ons betreft, op basis van de opgehaalde informatie en analyse, twee relevante vrijheidsgraden voor de beleidsmaker: de mate waarin met het beleid *tijdsdruk* wordt uitgeoefend, en de vraag of het acceptabel is om de band *gefaseerd* te migreren.

Tijdsdruk

De hoofdvraag van dit onderzoek impliceert min of meer dat er een bepaalde 'redelijke termijn' bestaat die objectief kan worden bepaald, waarbij enerzijds de band zo snel als mogelijk vrijkomt voor nieuw gebruik, en anderzijds de (vitale) communicatie die de huidige gebruikers met ontvangst in de band faciliteren, niet in de knel komt. We stellen, op basis van de opgehaalde informatie, vast dat er enige keuzeruimte bestaat op dit aspect: de migratietermijn die de beleidsmaker uiteindelijk stelt, is een *uitruil* of compromis tussen enerzijds de snelheid waarmee de band beschikbaar komt voor ander gebruik, en anderzijds mogelijke (negatieve) impact op (vitale) communicatie. Daarnaast spelen bij een kortere migratietermijn over het algemeen hogere complexiteit en hogere kosten een rol. Onzes inziens is het relevant om drie varianten te onderscheiden binnen deze keuzeruimte:

- **Natuurlijk verloop / 'sterfhuisconstructie'**. Hierbij is het uitgangspunt dat de huidige gebruikers niet worden gedwongen om de band eerder te verlaten dan dat zij, zonder een gestelde harde migratietermijn, zouden doen. Het is relevant om naar deze variant te kijken, omdat het de vraag beantwoordt *of* het wel nodig is een migratietermijn te stellen. Zoals opgemerkt zien we wereldwijd een terugloop van het gebruik van C-band satellietcommunicatie. Daarnaast hebben de relevante satellieten een beperkte levensduur, die maakt dat aanbieders van satellietcommunicatie bepaalde 'natuurlijke' momenten hebben om te heroverwegen welke frequentieruimte zij inzetten voor satellietcommunicatie. Een derde aspect hierbij zijn de einddata van de lopende contracten voor de door de huidige gebruikers geleverde diensten.
- **Basispad**. Hierbij is het uitgangspunt dat de gebruikers zélf (op basis van kennis van hun eigen situatie en andere lopende trajecten) een voor hen haalbare

migratietermijn bepalen. In het vorige hoofdstuk hebben we, per migratiescenario, een indicatie gegeven van de doorlooptijden die daarbij realistisch zijn. Het is echter denkbaar dat aanbieders een *langere* termijn voorstellen, bijvoorbeeld omdat er afhankelijkheden zijn van andere plannen of activiteiten binnen de organisatie. Een voorbeeld zou kunnen zijn dat een huidige gebruiker al een migratie heeft voorzien om andere redenen, en wil vasthouden aan dit tijdspad. Deze variant is relevant omdat het een 'bovengrens' geeft voor de migratietermijn: er is geen reden om de migratie langer te laten duren dan wat de huidige gebruikers zélf als haalbaar zien.

- **Zo snel als mogelijk.** Hierbij is het uitgangspunt dat de gebruikers alles op alles zetten om de migratie zo snel mogelijk te realiseren. In plaats van het voor de satellietgebruikers 'ideale' (of 'minst vervelende') scenario uit het basispad, worden bestaande plannen aangepast en waar mogelijk (tijdelijke) tussenoplossingen toegepast om dit doel te realiseren. In dit scenario is ook aannemelijk dat bepaalde vormen van (niet-vitale) communicatie voortijdig worden onderbroken (waarbij de impact op de eindgebruiker, oftewel de klant van het grondstation, afhangt van de mate waarin de verbinding een primaire of secundaire/back-up verbinding betreft). Deze variant is relevant wanneer de beleidsmaker een zo snel mogelijke migratie voor ogen heeft. Hierbij is de vraag *hoeveel* sneller de huidige gebruikers kunnen migreren dan in het basispad, en welke (mogelijk negatieve) gevolgen die versnelling dan heeft.

Fasering

Een tweede aspect dat relevant is bij het bepalen van de migratietermijn, is de vraag hoe *vér* de migratie moet zijn bij het verstrijken van de termijn. Een logisch antwoord op deze vraag is dat de band *volledig* vrij moet zijn gemaakt voor ander gebruik. Er kan echter ook worden gekozen voor een *gefaseerde* aanpak. In plaats van één termijn worden dan twee of meer termijnen bepaald, waarbij (bijvoorbeeld) delen van de frequentieruimte (spectrum in een bepaald gebied) eerder dan andere delen beschikbaar komen. Er is, anders gezegd, niet één moment waarop de band 'schoon' wordt opgeleverd door de bestaande gebruikers.

Er is wat ons betreft een aantal relevante redenen om een gefaseerde variant te verkennen. De belangrijkste is dat er verschillen in migratietempo zijn tussen de huidige gebruikers. Het is daardoor aannemelijk dat delen van de band eerder kunnen worden opgeleverd dan andere. Ook kunnen bestaande gebruikers, in afwachting van de definitieve migratie, wellicht al het een en ander 'schuiven' in hun frequentiegebruik.

Onder andere ECC en TNO hebben onderzoek uitgevoerd naar co-existentie van satellietgebruik met aards IMT-gebruik. [2] Op hoofdlijnen is de conclusie dat *co-channel* gebruik (ander gebruik van dezelfde frequenties) al snel leidt tot verstoring van de satellietontvangst. Dit zou betekenen dat er grote 'uitsluitingsgebieden' zijn waarbinnen de frequenties voor satellietontvangst niet kunnen worden gebruikt voor andere

doeleinden, totdat de gebruiker is gemigreerd. Anderzijds is *adjacent channel* gebruik (waarbij frequenties vlak boven of onder de frequenties voor satellietontvangst worden gebruikt) binnen bepaalde kaders goed te faciliteren. Wanneer er een voldoende afstand wordt aangehouden tussen het frequentiegebruik (een zgn. *guard band* van bijvoorbeeld 50 MHz) en er sprake is van een bepaalde afstand (afhankelijk van toegepaste filtering, maar tussen de 15-30 km) zijn er nauwelijks beperkingen.

In het TNO-rapport is voor de hier besproken grondstations (gegeven het frequentiegebruik destijds) al geanalyseerd waar *co-channel* en *adjacent* gebruik van de band wel en niet mogelijk zou zijn. Voor *adjacent* gebruik zijn, kort samengevat, exclusiezones van ongeveer 30 km aan de orde rond Amsterdam, Biddinghuizen en Burum. [2, p. 48 Figure 3.16].⁸ Voor *co-channel* gebruik is, alleen al ter bescherming van de ontvangst in Biddinghuizen, sprake van exclusie in vrijwel héél Nederland. [2, p. 40 Figure 3.9]

Nagegaan moet worden wat in de praktijk haalbaar is, al dan niet met maatwerk. Het maakt in de praktijk immers uit wáár het andere gebruik plaatsvindt in relatie tot de kompashoek waarin de satellietontvangst plaatsvindt, in relatie tot de afstand tussen beiden en elevatiehoek van het grondstation. Voor Burum is door een huidige gebruiker aangegeven dat *adjacent* gebruik (in de blokken van 100 MHz aangrenzend aan het blok waarin ontvangen wordt) alleen werkbaar is als dat plaatsvindt onder de denkbeeldige lijn van Amsterdam naar Zwolle. Deze inschatting is pessimistischer over de mogelijkheden van *adjacent* gebruik dan de bovengenoemde studies, die uitgaan van een exclusiezone van ongeveer 30 kilometer.

De vraag of 'schoon' opleveren van de band wenselijk is, is aan de beleidsmaker. In de 3,5 GHz-band, waarin migratie van satellietcommunicatie ten behoeve van NSV speelde, is hier nadrukkelijk voor gekozen. [7] Aannemelijk is dat deze voorkeur bestond omdat het voornemen was de band uiteindelijk te veilen ten behoeve van openbare mobiele communicatie, en het 'niet schoon' veilen van de band zou kunnen leiden tot substantieel lagere waarde van de band (en daarmee ook lagere betalingsbereidheid bij de potentiële vergunninghouders). Welke vorm van toekomstig gebruik van de 3,8 - 4,2 GHz-band de beleidsmaker beoogt kan dus bepalend zijn voor deze keuze. Als het voornemen is om vooral locatiegebonden (niet-landelijke) vergunningen af te geven in de 3,8 - 4,2 GHz-band (in lijn met ECC-beslissing 24(01) [8]) en/of er

⁸ Een andere relevante analyse is te vinden in ECC Report 100. [12] Ander breedbandig *adjacent* gebruik met 60 dBm EIRP op 5° buiten de openingshoek van het grondstation vereist een minimale afstand van 10,89 km tussen beiden. Bij 15° is de minimale afstand nog slechts 2,76 km. Het vermogen dat in het rapport wordt verondersteld is beduidend hoger dan wat kan worden verwacht in de praktijk (38 dBm/5 MHz [8], bij 100 MHz is dat 51 dBm); voor openbare mobiele netwerken ligt het vermogen wel hoger (op >78 dBm). Een grondstation zou op basis hiervan geen last moeten hebben van een privaat 5G-netwerk op 10 - 40 km afstand, noch van een eindgebruikersapparaat op kortere afstand (enkele kilometers). Vergelijkbare resultaten worden gegeven in een studie van de ITU. [13]

een onderbouwde behoefte voor overheidsgebruik bestaat voor de band (zie [1], afhankelijk van de onlangs ingediende BOP's) dan bestaat mogelijk méér flexibiliteit ten aanzien van de (gefaseerde) ingebruikname van de band dan in de 3,5 GHz-band.

Bestaande, externe beperkingen

Ook wanneer de 3,8 – 4,2 GHz-band per direct beschikbaar zou komen voor ander gebruik, spelen er 'externe' beperkingen ten aanzien van het gebruik van de band. Hoewel de scope van dit onderzoek zich specifiek richt op het bepalen van een redelijke migratietermijn voor de bestaande gebruikers, willen we deze afhankelijkheden hier toch kort meegeven aan de beleidsmakers. Zo kunnen hoogtemeters van luchtvaartuigen worden gestoord door aards gebruik van (met name het bovenste deel van de) 3,8 – 4,2 GHz-band. Deze problematiek zal worden opgelost door het aanbrengen van filters bij de radiohoogtemeters op de luchtvaartuigen, wat uiteraard tijd kost. [1] Concreet zou dit betekenen dat tot die tijd vermogens beperkt zijn rondom luchthavens, ook als de 3,8 – 4,2 GHz-band voor ander gebruik beschikbaar is gekomen. [9, 2]

Een andere 'afhankelijkheid' die wij met het oog op de fasering voorzien is de beschikbaarheid van netwerkapparatuur voor de nieuwe voorziene gebruikers (lokale private 5G-netwerken). Op basis van de gesprekken die wij eerder binnen het behoefteonderzoek [1] voerden hebben wij het beeld dat deze apparatuur sneller beschikbaar kan komen voor het onderste (3,8 – 4,0 GHz) dan het bovenste (4,0 – 4,2 GHz) banddeel. Het 3,8-4,2 GHz ecosysteem lijkt al verder ontwikkeld door de inzet van ditzelfde banddeel (bij pilots) in andere landen en de dichtere positionering ten opzichte van de lager C-band, het deel van 3,4 GHz tot 3,8 GHz (in Nederland beter bekend als de 3,5 GHz-band. Tegelijkertijd voorziet de eerdergenoemde ECC-beslissing wel de inzet van de hele 3,8-4,2 GHz band voor private netwerken in alle Europese lidstaten en zal hier dus, onder voorbehoud van de adoptiegraad, mettertijd vanzelf een volwassen ecosysteem ontstaan.

4.2 Realistische termijnen

Op basis van de opgehaalde informatie kunnen we, per combinatie van vrijheidsgraden, een aantal termijnen bepalen. Tabel 1 toont de door ons bepaalde termijnen. We lichten deze uiteraard hieronder nader toe.

Tabel 1 Termijnen gegeven verschillende keuzes ten aanzien van de afruil op gebied van tijdsdruk en fasering van de migratie

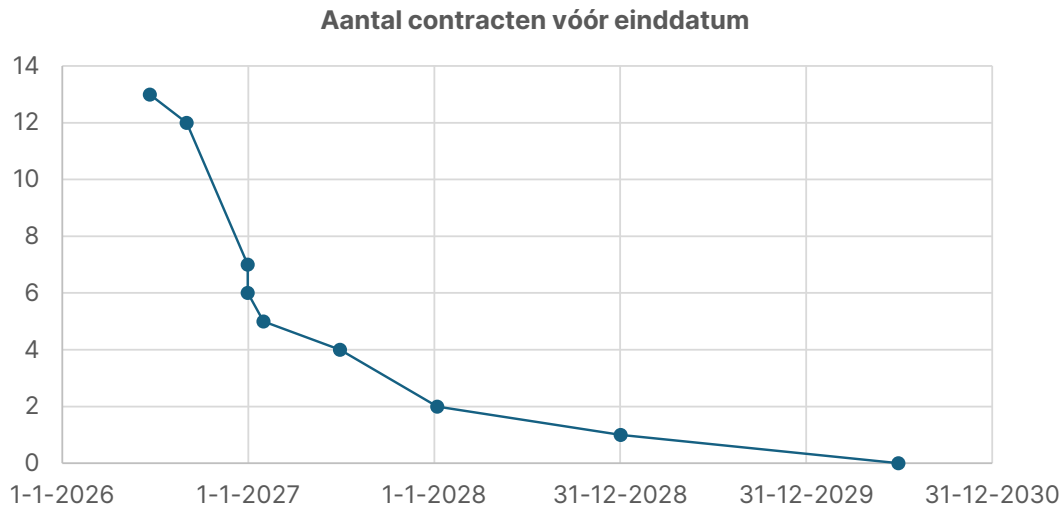
Tijdsdruk:	Fasering:	Band volledig leeg	Band gedeeltelijk leeg
Natuurlijk verloop		> 2040	< 2040 bij afname gebruik
Basispad		1 maart 2028 (26 maanden na 1 februari 2026)	12 tot 18 maanden na formele aankondiging
Zo snel als mogelijk		1 augustus 2027 (18 maanden na 1 februari 2026)	4 tot 18 maanden vanaf formele aankondiging

4.2.1 Natuurlijk verloop

Een uitgangspunt ten aanzien van ‘tijdsdruk’ zou het natuurlijke verloop kunnen zijn: kan de beleidsmaker, zodra de beslissing is genomen om de band anders te bestemmen, niet simpelweg *wachten* tot de gebruikers van de C-band zijn gemigreerd? Aangenomen mag worden dat de huidige gebruikers naar aanleiding van een dergelijke aankondiging in ieder geval terughoudend zullen zijn met het aannemen van nieuwe (langdurige) klanten. Bij een dergelijke ‘sterfhuisconstructie’ zou vervolgens kunnen worden gekeken naar twee aspecten: (1) de huidige einddata van contracten en (2) de levensduur van de betreffende satellieten.

Einddata van de lopende contracten

Aan de huidige gebruikers is gevraagd om de einddata te geven voor de lopende klantcontracten. Specifiek is gevraagd om de datum waarop het contract voor het eerst eenzijdig door de huidige gebruiker kan worden beëindigd (meestal door niet te verlengen) zonder dat dat leidt tot boetes of andere beperkingen. Onderstaande Figuur 5 toont het aantal contracten dat vóór de einddatum zal zijn, door de tijd heen. Vanaf 30 juni 2030 zijn alle einddata van de huidige klantcontracten verstreken.



Figuur 5 Verloop van contracten op basis van de eerst mogelijke eenzijdige beëindigingsdatum, zonder boete (bron: aangeleverde informatie vergunninghouders)

Levensduur van de satellieten

Voor de aanbieders van satellietcommunicatie speelt de (voorziene) levensduur van de gebruikte satellieten een belangrijke rol. De levensduur is onder andere bepalend voor de einddata (c.q. andere condities) in contracten met afnemers, en bepaalt onder andere of en wanneer een aanbieder grondstations moet aanpassen of migreren. Een migratietermijn die aansluit bij de levensduur van een satelliet heeft ten opzichte van andere (kortere) termijnen de laagste impact: het is immers al een moment waarop de satellietaanbieder (weliswaar lang van tevoren) rekening moet houden met een eventuele migratie.

Op basis van de opgehaalde informatie stellen we vast dat de Nederlandse grondstations in de 3,8 – 4,2 GHz-band signalen ontvangen van een beperkt aantal satellieten. Voor wat betreft de termijnbepaling is daarbij in feite alleen de AMOS 17-satelliet relevant. Deze satelliet werd gelanceerd in augustus 2019 [10] en heeft een verwachte levensduur tot (ten minste⁹) 2040. De hoeveelheid transpondercapaciteit die vanaf de Nederlandse grondstations wordt gebruikt, is groot en bestrijkt de hele 3,8 – 4,2 GHz-

⁹ Voor satellieten geldt dat de levensduur niet met volledige zekerheid vooraf kan worden vastgesteld. Veelal is er een levensduur bepaald waarbij de verwachting is dat de satelliet volledig blijft functioneren. Ook ná deze 'end-of-life'-datum kan de satelliet vaak echter nog enige tijd nuttig worden gebruikt, maar zullen gebruikers met hoge eisen willen zijn overgestapt.

band. Het andere gebruik betreft satellieten met een kortere levensduur (variërend van 2026 tot 2028¹⁰) en veel kleinere delen van het spectrum.

Zoals eerder aangegeven is met name co-channel gebruik van de frequenties problematisch. Eén Nederlands grondstation ontvangt signalen van een satelliet met zeer lange resterende levensduur én doet dit in vrijwel de gehele band. Simpelweg wachten tot het natuurlijke moment leidt tot een zeer lange migratietermijn van 14 jaar voor het 'schoon' opleveren van de gehele band.

4.2.2 Basispad

In de informatie-uitvraag is aan de huidige gebruikers de vraag gesteld wat *de eerst mogelijke* datum is waarop zij hun satellietontvangst in de 3,8 – 4,2 GHz-band 'ordentelijk' kunnen hebben gemigreerd (zonder daarbij de dienstverlening voor de klant te verstoren). We gaan er hierbij van uit (en zulks is ook bevestigd in de bilaterale gesprekken) dat de huidige gebruikers hierbij rekening hebben gehouden met bestaande roadmaps en andere voor hen relevante overwegingen. Dit betekent dat het basispad dus niet per definitie het *kortst mogelijke* pad is wanneer uitsluitend en in isolatie naar de specifiek te migreren dienstverlening wordt gekeken.

Migratie in 12 tot 18 maanden (drie huidige gebruikers)

Op basis van de aangeleverde informatie stellen we vast dat drie van de vier huidige gebruikers kunnen migreren in (maximaal) 18 maanden. Eén van de huidige gebruikers kan zelfs binnen 3 á 4 maanden migreren. Een deel van de geleverde diensten van een andere huidige gebruiker kan al binnen 12 maanden gemigreerd zijn. Hierdoor zou een deel van de frequentieruimte al eerder dan pas na 18 maanden kunnen worden vrijgespeeld. Het is relevant om op te merken dat voor de huidige gebruikers die aan derden satellietcommunicatiediensten leveren, het migratiepad per klant/per contract verschillend kan zijn, en dat de bevroegde huidige gebruiker niet in alle situaties weet welk pad door de betreffende klant gewenst is.

Op basis van de aangeleverde informatie en de antwoorden op verdiepende vragen in de bilaterale gesprekken die daarop volgden, stellen we vast dat deze opgegeven termijnen realistisch zijn.

In de beantwoording zien we dat zowel overstap naar alternatieven voor C-band satellietcommunicatie als migratie van het grondstation naar een andere teleportlocatie

¹⁰ Hierna zijn de satellieten mogelijk nog enige tijd in "inclined orbit" beschikbaar. Inclined orbit betekent dat de satelliet niet langer stabiel in een positie ten opzichte van de aarde blijft staan (geostationair) maar gaat "wiebelen", waardoor de schotels zich continu moeten bijstellen om gericht te blijven op de satelliet ('tracking'). Bij een teleport is er sowieso vaak sprake van tracking, maar afgelegen schotels van eindgebruikers hebben dat veelal niet, waardoor de satelliet alleen nog bruikbaar is voor eindgebruikers die een auto-tracking schotel hebben.

wordt overwogen. Zoals eerder opgemerkt is een migratietermijn van 12 maanden voor een migratie van het grondstation naar een andere teleport een aannemelijke ondergrens. De beschikbaarheid van ruimte bij teleports (binnen Europa of in het VK) lijken daarbij geen noemenswaardige beperking te vormen.

Een 'gesplitste' migratie (alleen downlink migreren) zien deze huidige gebruikers zelf over het algemeen niet zitten, met name vanwege de technische complexiteit die het oplevert.

De doorlooptijd bij migratie naar een andere teleport ontstaat met name doordat een inkoopprocedure moet worden opgezet (voor in ieder geval de benodigde ontvangst-apparatuur) waarbij speelt dat het voor een deel van de gebruikers om relatief 'oude' technologie gaat (de AMOS-17 daargelaten). Afhankelijk van de keuze kan het zo zijn dat niet alleen ontvangstapparatuur moet worden geplaatst en ingericht, maar er ook een schotel moet worden geplaatst (wanneer de teleport de gewenste satelliet(en) nog niet aanstraalt). Internationale coördinatie kan hierbij nog aanzienlijke impact hebben qua doorlooptijd, het is ons niet bekend of de betrokken huidige gebruikers dit hebben ingecalculiseerd. Tot slot moet ook de connectiviteit vanaf het grondstation naar andere infrastructuur op de grond worden gerealiseerd en aangepast (over het algemeen zijn de kandidaat-teleports goed voorzien als het gaat om glasvezelconnectiviteit). In één casus vormt dit de belangrijkste factor in de doorlooptijd (hiervoor geraamd op 3-4 maanden).

Bij vervanging door een *andere oplossing* dan C-band satellietcommunicatie speelt met name dat een aantal contracten communicatie in de olie- en gassector betreft. Deze klanten stellen om veiligheidsredenen zeer hoge eisen aan de communicatie. Daarnaast zijn er vaste momenten waarop onderhoud kan plaatsvinden, en liggen de locaties waarop (bij toepassing van een alternatief) andere apparatuur moet worden geplaatst, op slecht bereikbare plaatsen (met name offshoreplatforms).

Migratie in 26 maanden (1 huidige gebruiker)

Voor één huidige gebruiker geldt dat er 26 maanden nodig zijn voor de migratie. Deze gebruiker heeft (om andere redenen) al plannen om op 1 maart 2028 gemigreerd te zijn. Omwille van de overeengekomen vertrouwelijkheid kunnen we hier niet te diep ingaan op deze specifieke casus. Het is echter wel relevant om hier te vermelden dat dit gebruik een zeer beperkt deel van het spectrum betreft. Het is met name vanwege deze casus dat een gefaseerde aanpak in dit 'basispad' een relevante mogelijkheid is. De delen van de band rond het gebruik van deze gebruiker kunnen in een gefaseerd scenario namelijk al na maximaal 18 maanden worden gebruikt (*adjacent channel co-existence*), terwijl er voor de volledige band een concrete einddatum ligt.

Relevant bij deze casus is dat het gaat om een controle/besturingsfunctie van een satelliet die wordt gebruikt voor noodverkeer onder internationaalrechtelijke verplichtingen. Hoewel dit verkeer zélf niet via het Nederlandse grondstation verloopt,

zou het wegvallen van het Nederlandse grondstation (zonder migratie) deze diensten wel direct in gevaar brengen.

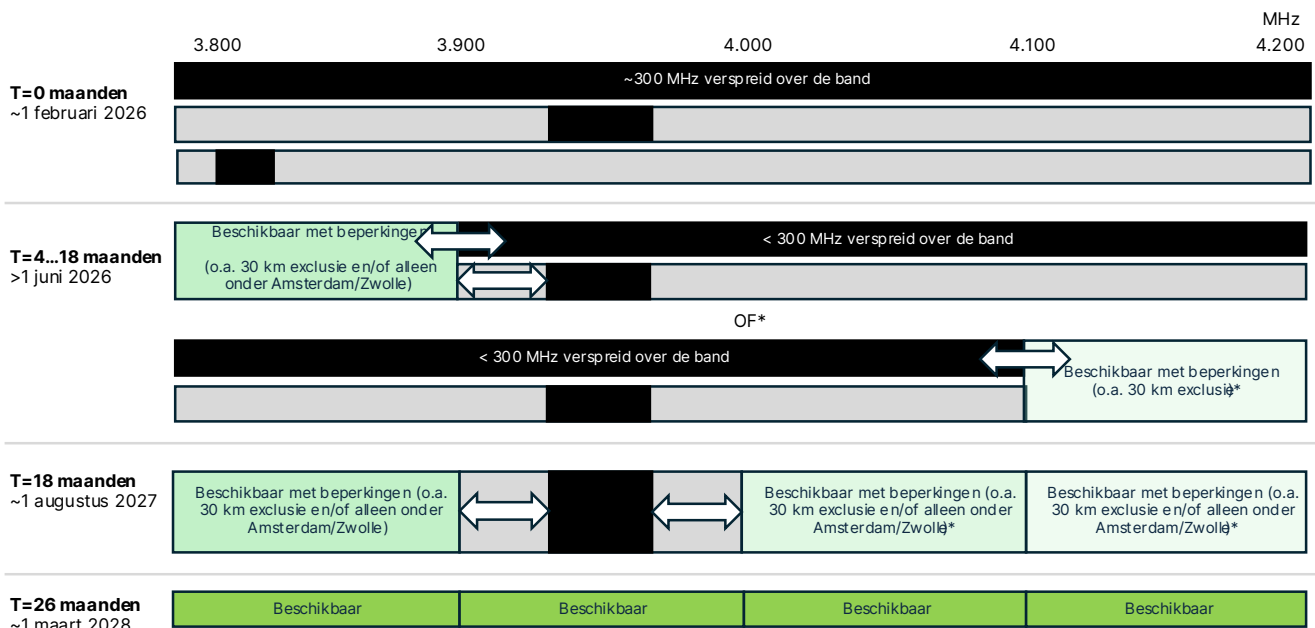
Fasering

Gezien de hierboven geschetste situatie ligt in het basispad gefaseerde migratie voor de hand. Figuur 6 toont de mogelijkheden schematisch:

- De huidige situatie is dat er drie huidige gebruikers zijn, waarvan één relatief veel transpondercapaciteit gebruikt, die binnen 18 maanden kunnen migreren. Daarnaast is er een casus die in 26 maanden kan migreren, en slechts een klein deel van de band gebruikt.
- Als het de huidige gebruiker die relatief veel transpondercapaciteit gebruikt lukt om het onderste banddeel (3.800 – 3.900 MHz)¹¹ vrij te maken, én een tweede gebruiker in 3-4 maanden kan migreren, dan wordt de inzet van dat blok op korte termijn mogelijk. Dergelijk gebruik in de Randstad of de Rotterdamse haven zou zich op voldoende afstand bevinden om dat (*adjacent co-existence*) mogelijk te maken.
- Vanaf ongeveer 18 maanden is alleen de langer durende casus nog over, en kunnen ook de banddelen 3.800 – 3.900 MHz en 4.000 – 4.200 MHz worden ingezet, mits op voldoende afstand. Deze afstand is (afgaand op eerder onderzoek) minimaal 30 kilometer tot het grondstation. De huidige gebruiker geeft aan dat *adjacent* gebruik mogelijk is, in het bijzonder als dat plaatsvindt ten zuiden van de denkbeeldige lijn tussen Amsterdam en Zwolle. Nader onderzoek moet uitwijzen wat in de praktijk (al dan niet met maatwerk) haalbaar is.
- Vanaf 26 maanden is de gehele band beschikbaar.

Relevant hierbij is nog op te merken dat er, naast het migreren van huidige gebruikers, andere beperkingen kunnen spelen die inzet van de band (tijdelijk) kunnen beperken. Een voorbeeld is dat er voor het banddeel 4.100 – 4.200 MHz nog enige tijd beperkingen kunnen spelen vanwege gebruik door hoogtemeters van luchtvaartuigen.

¹¹ Hetzelfde zou kunnen worden gesteld voor een hoger blok in de band. Technisch gezien is het vrijmaken van het onderste blok echter het best haalbaar, omdat kan worden gewerkt met hoogdoorlaatfilters. Daarnaast heeft een nieuwe gebruiker in het blok 4.100 – 4.200 MHz mogelijk nog te maken met (vermogens)beperkingen in relatie tot de hoogtemeters, terwijl dat niet geldt voor het blok 3.800 – 3.900 MHz.



NB: de figuur toont niet de exacte plaatsing van de partijen, omwille van vertrouwelijkheid. *: Zie voetnoot

Figuur 6 Schematisch overzicht van het 'basispad' en eventueel fasering daarvan. Meerdere regels per tijdstipmoment zijn getoond wanneer de situatie verschilt tussen locaties¹²

4.2.3 Zo snel als mogelijk

Kan het hierboven beschreven 'basispad' ook sneller worden doorlopen? In de gesprekken die na de informatie-uitvraag plaatsvonden met de huidige gebruikers, is deze vraag uitvoerig aan bod gekomen, en hebben we doorgevraagd op de argumenten die werden aangevoerd bij de opgegeven haalbare termijn. Op basis hiervan komen we tot de conclusie dat er beperkt ruimte is voor versnelling. Het is opnieuw relevant om onderscheid te maken tussen de drie huidige gebruikers die in 12 tot 18 maanden kunnen migreren, en de huidige gebruiker die 26 maanden nodig heeft.

Migratie van 12 tot 18 maanden versnellen

Zoals hierboven toegelicht is een migratietermijn van 12 maanden, primair om praktische redenen, een ondergrens voor migraties die de geleverde dienst niet (of minimaal) negatief beïnvloeden. Voor de migraties die aanvullende tijd nodig hebben (tot 18 maanden) zijn de opgevoerde argumenten wat ons betreft logisch en onderbouwd. Zoals eerder opgemerkt hebben de huidige gebruikers te maken met hoge eisen en onderhoudsintervallen van een aantal veeleisende klanten, met name in de olie- en gasector.

¹² Zoals eerder toegelicht verschillen de beperkingen tussen de beschikbaar gemaakte blokken enigszins. Voor 4.100 – 4.200 MHz spelen mogelijke (vermogens)beperkingen i.r.t. radiohoogtemeters. Daarnaast kan bij beschikbaarstelling van de bovenste blokken niet worden gewerkt met hoogdoorlaatfilters bij de satellietontvangst, waardoor gebruik van het blok 4.000 – 4.100 MHz mogelijk iets strengere beperkingen zouden kunnen gelden dan voor het blok 3.800 – 3.900 MHz.

De contracten die aanvullende tijd nodig hebben kunnen volgens de satellietdienstverleners ook niet vroegtijdig ontbonden worden, zowel zonder als met boete. Voor alle contracten geldt dat alleen klanten eenzijdig het contract kunnen opzeggen. Dit betekent dat de huidige gebruikers genoodzaakt zijn een alternatieve gelijkwaardige dienstverlening te verschaffen. Zoals aangegeven, achten wij een termijn van tussen de 12 en 18 maanden als realistisch.

Migratie van 26 maanden versnellen

Voor de huidige gebruiker die 26 maanden nodig heeft om te migreren, zijn bestaande plannen bepalend geweest voor de opgegeven termijn. Gevraagd naar de mogelijkheden om deze termijn te verkorten geeft deze gebruiker aan dat dit technisch gezien zou kunnen, tot een termijn van ten minste 18 maanden. Daarbij wordt aangegeven dat in een dergelijk scenario de bestaande plannen niet worden gewijzigd. Om de migratie te verkorten van 26 tot (minimaal) 18 maanden zou een aanvullende tussenoplossing moeten worden gerealiseerd. Het is voor ons voldoende aannemelijk dat deze tussenoplossing complex is (zeker aangezien het relatief oude apparatuur betreft, die dan opnieuw zou moeten worden ingekocht en ingeregeld op een nieuwe locatie) en ook kostbaar, gelet op de korte tijdsperiode waarin deze tussenoplossing daadwerkelijk uitkomst biedt ($26 - 18 = 8$ maanden).

4.3 Conclusie

In de onderzoeksvraag wordt geschetst dat een migratietermijn moet worden gevonden die (1) (vitale) communicatie niet in gevaar brengt, en (2) past bij een rationeel en doortastend handelende huidige gebruiker van het spectrum.

Uit onze analyse wordt duidelijk dat het stellen van een termijn korter dan het natuurlijk verloop *nodig* is om de band binnen een periode van 2 á 3 jaar beschikbaar te kunnen maken voor ander gebruik. Drie van de vier huidige gebruikers geven zélf aan dat een termijn van maximaal 18 maanden realistisch is. Onze indruk hierbij is dat deze termijnen en de onderliggende argumenten daarvoor realistisch zijn, en dat er beperkt ruimte is voor versnelling hiervan.

Eén huidige gebruiker geeft aan 26 maanden nodig te hebben, op basis van bestaande plannen. We zien beperkt ruimte om deze termijn te verkorten – er zou een relatief hoge investering (100.000 tot 250.000 euro) moeten plaatsvinden om voor korte duur een tijdelijk alternatief te realiseren. Omdat deze gebruiker slechts een klein deel van de frequentieband gebruikt, lijkt het ons daarom relevant om een gefaseerde aanpak te overwegen, waarbij een termijn van 18 maanden redelijk is voor de overige huidige gebruikers, en met de laatste gebruiker een harde einddatum van 1 maart 2028 kan worden overeengekomen.

Overige aandachtspunten

In een reactie wordt benoemd dat het ten behoeve van co-existentie wenselijk is als er tijdig (voorstel acht maanden van tevoren) informatie wordt gegeven over de technische parameters van het andere gebruik. De gebruiker kan dan tijdig zorgen voor eventuele benodigde aanpassingen.

Tot slot wordt door één van de huidige gebruikers in reactie op onze vragen een vergelijking gemaakt met het tijdspad bij migratie in de 3,5 GHz-band. Daar speelde dat een grondstation in Burum moest worden verplaatst naar een locatie in Griekenland. De doorlooptijd van deze migratie was eveneens ongeveer 18 maanden (afhankelijk van wat als startdatum wordt gezien).

5 Conclusie

5.1 Beantwoording onderzoeksvragen

Vanwege de aard van de hoofdvraag beantwoorden we in het conclusiehoofdstuk uitsluitend de zes geformuleerde deelvragen.

1. Is er sprake van *vitale afhankelijkheid*? Zijn er vitale eindgebruikers die voor het functioneren van een vitaal proces uitsluitend afhankelijk zijn van communicatie via Nederlandse grondstations in de 3,8-4,2 GHz-band? *en*

2. Welke typen eindgebruikers maken gebruik van communicatie via de satelliet-grondstations in Nederland? - Welke sectoren, functies of klantgroepen maken gebruik van deze Nederlandse grondstations, en in welke mate is dit gebruik vitaal?

Op hoofdlijnen zien we drie categorieën eindgebruikers van diensten van de hier onderzochte huidige gebruikers:

- **De internationale lucht- en zeevaart** maakt gebruik van noodcommunicatie via satelliet, op basis van internationaalrechtelijke verplichtingen. Eén van de satellieten die hiervoor wordt gebruikt, is afhankelijk van *tracking & control* vanuit Nederland. Deze afhankelijkheid kan als vitaal worden gezien.
- **Eindgebruikers in de olie- en gasector.** Deze gebruiken satellietcommunicatie voornamelijk voor het connecteren van offshoreplatforms. Het gaat om omgevingen die lastig bereikbaar zijn, en waar hoge eisen worden gesteld aan veiligheid en continuïteit. Onderhoud kan in beperkte intervallen plaatsvinden en (geplande of niet-geplande) niet-beschikbaarheid van communicatie is kostbaar.
- **Overig civiel/commercieel gebruik** van satellietcommunicatie, zoals ten behoeve van cruiseschepen en NGO's. Deze gebruiken de satellietcommunicatie onder andere voor reguliere internetconnectiviteit. Voor deze gebruikers zijn er diverse alternatieven beschikbaar (die soms ook al gelijktijdig worden ingezet), zoals LEO-internetconnectiviteit.

Ten aanzien van de compleetheid van de informatie is bij de onderzoekers bekend dat, ondanks de overeengekomen vertrouwelijke behandeling van ontvangen informatie, de mogelijkheid bestaat dat bepaalde vormen van gebruik niet zijn doorgegeven.

3. Welke alternatieven zijn er voor deze gebruikers (zoals gevonden bij deelvraag 1 en 2) beschikbaar? - Denk aan het gebruiken van satellietcommunicatie in andere frequentiebanden, gebruik maken van buitenlandse grondstations, of inzet van terrestrische netwerken.

De olie- en gasector en cruiseschepen vertegenwoordigen samen de meerderheid van de gebruikers (in aantal contracten en gebruikte transpondercapaciteit). Deze groep blijft behoefte hebben aan satellietcommunicatie. Voor de olie- en gasector ligt migratie naar een oplossing op basis van dezelfde satelliet in de C-band maar met een

ander grondstation het meest voor de hand: dan zijn er geen of nauwelijks wijzigingen nodig aan de terminalzijde, die lastig bereikbaar is. Cruiseschepen en NGO's hebben een iets grotere keuzevrijheid. Op cruiseschepen wordt naar verwachting al gebruik gemaakt van een combinatie van vormen van satellietconnectiviteit, zoals LEO-satellietconstellaties.

Voor het gevonden TT&C-gebruik is het alternatief alleen het verplaatsen van deze functie naar een ander grondstation, voor de resterende levensduur van de satelliet. Het migreren van deze functie is complex omdat het een primair onderdeel is van de operatie van de satelliet.

Tot slot is relevant te vermelden dat alle gebruikers de voorkeur geven aan een gecombineerde migratie van zowel de uplink als downlink (en geen *gesplitste* migratie, waarbij de uplink op de bestaande locatie achterblijft).

4. Wat is een realistische overstaptermijn voor de gebruikers (geïdentificeerd in deelvraag 1 en 2)? Binnen welk tijdsbestek kunnen eindgebruikers, uitgaande van redelijke inspanning en redelijke kosten, overstappen? Hierbij kunnen ook afruilen inzichtelijk worden gemaakt tussen hoogte van de kosten en doorlooptijden.

Uit onze analyse wordt duidelijk dat het stellen van een termijn korter dan het natuurlijk verloop nodig is om de band binnen een periode van 2 á 3 jaar beschikbaar te kunnen maken voor ander gebruik. Drie van de vier huidige gebruikers geven zélf aan dat een termijn van maximaal 18 maanden realistisch is. Onze indruk hierbij is dat deze termijnen en de onderliggende argumenten daarvoor realistisch zijn, en dat er beperkt ruimte is voor versnelling hiervan.

Eén huidige gebruiker geeft aan tot 1 maart 2028 nodig te hebben, op basis van bestaande plannen (dit komt overeen met 26 maanden geteld vanaf 1 februari 2026). We zien beperkt ruimte om deze termijn te verkorten – er zou een relatief hoge investering (ten minste enkele tonnen) nodig zijn om voor korte duur een tijdelijk alternatief te realiseren. Omdat deze gebruiker slechts een klein deel van de frequentieband gebruikt, lijkt het ons daarom relevant om een gefaseerde aanpak te overwegen, waarbij een termijn van 18 maanden realistisch is voor de overige gebruikers, en met de laatste gebruiker een 'harde' einddatum van 1 maart 2028 kan worden overeengekomen.

Wanneer wordt gekozen voor een gefaseerde migratie is het wenselijk om de huidige gebruikers tijdig op de hoogte te stellen van de parameters van het nieuwe *adjacent* gebruik in de band, zodat eventuele co-existentieproblemen op tijd kunnen worden geadresseerd.

5. Wat zijn mogelijke belemmeringen bij een overstap voor de geïdentificeerde gebruikers? Zijn er technische, contractuele, organisatorische of andere factoren die overstap bemoeilijken?

Alle behalve één huidige gebruiker hebben te maken met contracten met eindgebruikers, waarin opzegtermijnen en boetes bij voortijdige opzegging zijn opgenomen. Met deze termijnen is rekening gehouden in de voornoemde migratietermijnen.

Bij een migratie naar een ander C-band grondstation speelt dat processen als het selecteren van een nieuwe teleportlocatie, inkoop van nieuwe apparatuur, het eventueel plaatsen van een nieuwe satellietstation, et cetera, doorlooptijd kennen van meerdere maanden. In de bovengenoemde migratietermijnen zijn deze termijnen meegenomen. De enige (voor ons) onbekende factor betreft de doorlooptijd van eventuele internationale coördinatie.

Voor eindgebruikers die gebruik maken van de AMOS-17 satelliet lijkt het er vooralsnog op dat er binnen Europa voldoende alternatieve grondstations zijn. Deze grondstations kunnen dezelfde transpondercapaciteit benutten om de huidige diensten te continueren.

Voor andere satellieten, zoals de Russische Yamal 601, is dit mogelijk lastiger. Het is waarschijnlijk lastiger om een teleportlocatie te vinden in Europa die deze satelliet wil aanstralen. Daarnaast heeft deze satelliet een *footprint* (bereik) die grotendeels buiten Europa ligt. Dat betekent dat hiervoor minder (op C-band satellietcommunicatie gebaseerde) alternatieven zijn, die vanaf Europese grondstations kunnen worden ingezet.

Geen van de belemmeringen zijn onoverkomelijk, mits er voldoende tijd is voor de migratie (zie hierboven).

6. Wat zijn de gevolgen van *te vroege* uitfasering? - Voor zover de alternatieven niet op dit moment beschikbaar zijn, wat zijn de risico's of negatieve effecten als het gebruik beëindigd wordt?

Een *te vroege* uitfasering betekent dat de huidige gebruikers vóór de bovengenoemde migratietermijn(en) geen (of niet meer betrouwbaar) satellietsignalen kunnen ontvangen in de 3,8 – 4,2 GHz-band. Dit zou voor de verschillende dienstverleners verschillende consequenties hebben:

- Voor één huidige gebruiker zou dit betekenen dat zij geen goede *tracking & control* meer kan uitvoeren van een satelliet. Deze functie is cruciaal om de satelliet in de goede baan te houden.
- De overige huidige gebruikers moeten lopende contracten voortijdig onderbreken. Dit betekent dat de communicatiedienstverlening wordt opgeschort en dat de huidige gebruiker een boete moet betalen aan de afnemer.

De consequenties van bovenstaande voor eindgebruikers zijn als volgt:

- De satelliet waarvoor *tracking & control* plaatsvindt vanuit Nederland, wordt onder andere gebruikt voor noodverkeer (lucht/zeevaart) op basis van internationaalrechtelijke verplichtingen. Deze dienstverlening zou door een voortijdige uitfasering in gevaar komen.
- Eindgebruikers van de door de huidige gebruikers geleverde satellietdiensten, met name die in de olie- en gasector, kunnen geen gebruik meer maken van satellietcommunicatie tot een alternatief is gevonden. Omdat er strenge eisen worden gesteld aan de beschikbaarheid van communicatie met offshoreplatforms, kan dit betekenen dat activiteiten daar moeten worden stilgelegd totdat een alternatief is gerealiseerd.

Verwijzingen

- [1] Dialogic, Driesse, M., van der Vorst, T., Brennenraedts, R., Mosmuller, V., en van Rees, J. (2024). *Frequentiebehoefte en maatschappelijke waarde van de 3,8-4,2 en 26 GHz frequentiebanden (lopend)* Den Haag: Ministerie van Economische Zaken.
- [2] TNO, Dekker, H., van Heijster, R., en van Sambeek, M. (2021). *Technical feasibility study on coexistence of private IMT networks and satellite ground stations in the 3800-4200 MHz band and interference study on radar altimeters in the 4200-4400 MHz band* [repository.tno.nl] Den Haag: TNO.
- [3] Strategic Market Research (2025). *High Throughput Satellites (HTS) Market Report 2030* [www.strategicmarketresearch.com]
- [4] Report, T.A. (2025). *Is Elon Musk's Starlink staging a comeback in Africa?* [www.theafricareport.com]
- [5] WTA (2025). *Global teleports map 3.1* [www.worldteleport.org]
- [6] Radiospectrum Policy Group (2025). *Long-term vision for the upper 6 GHz band* [radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu] Brussel: Europese Commissie.
- [7] de Jong, H., Smolders, B., Velthuisen, J.W., Wolswinkel, J., en Garrelts, D. (2022). *Een band scheppen. NSV-communicatie en de uitrol van 5G in de 3.5 GHz-band geborgd* [www.rijksoverheid.nl]
- [8] ECC (2024). *ECC Decision 24(01). Harmonised technical conditions for the shared use of the 3800-4200 MHz frequency band by low/medium power terrestrial wireless broadband systems (WBB LMP) providing local-area network connectivity* [docdb.cept.org]
- [9] EC (2024). *EU Roadmap. For Ensuring Safe Coexistence Between Mobile Networks and Aircraft Radio Altimeters Within the Frequency Range 3.4-4.4 GHz in the Union* [circabc.europa.eu] Brussel,
- [10] AMOS Spacecom (2019). *AMOS-17* [amos-spacecom.com]
- [11] ECC (2007). *Compatibility studies in the band 3400- 3800 MHz between Broadband Wireless Access (BWA) systems and other services* [docdb.cept.org]
- [12] ITU-R (2015). *Sharing studies between IMT-Advanced systems and geostationary satellite networks in the fixed-satellite service in the 3 400-4 200 MHz and 4 500-4 800 MHz frequency bands in the WRC study cycle leading to WRC-15* [www.itu.int] Geneve: ITU.

Bijlage 1. Overzicht respondenten

Interviewrespondenten

Met de volgende personen/organisaties is in het kader van dit onderzoek gesproken of schriftelijk informatie gewisseld (top-downbenadering).

In aanvulling op de hier genoemde respondenten is gesproken met personen die de huidige gebruikers vertegenwoordigen.

Organisatie	Rol
Goonhilly Earth Station	Head Of Engineering Department, Satellite and Deep Space Communications team leader
Telespazio (Fucino teleport)	Head of Satellite Operations, Program Manager
A1 Telekom Austria (Aflenz teleport)	Technical Project and Presales Support Broadcast & SAT Solutions

dialogic

Onderzoek voor *onderbouwd* beleid.

Dialogic innovatie & interactie

Hooghiemstraplein 33

3514 AX Utrecht

030-2150580

www.dialogic.nl