



Rijksinspectie Digitale Infrastructuur
Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Adviesdocument 28 GHz

Van de Rijksinspectie Digitale Infrastructuur (voorheen Agentschap Telecom)
aan EZK-DE

Colofon

Aan
Van
Nummer
Datum
Leden

EZK-DE
Agentschap Telecom
2.0
30 maart 2022



Adviesdocument 28 GHz

Inhoud

1	Opdracht—5
2	Managementsamenvatting—7
3	Doel—9
4	Randvoorwaarden en uitgangspunten—10
5	Huidige situatie—11
5.1	Straalverbindingen—11
5.2	Satellietcommunicatie—13
5.2.1	Satellieten—13
5.2.2	Satellietdiensten—15
5.2.3	Satellietgrondstations—15
5.3	Europese situatie m.b.t 28 GHz-band—16
5.4	Bandindeling 28 GHz in het Nationaal Frequentieplan—18
5.5	Nota Frequentiebeleid over doelmatig frequentiegebruik—20
5.6	Uitvoeringbesluit van de Commissie voor de 26 GHz—20
5.7	Onderzoek uitgiftebeleid 28 GHz in andere landen—20
6	Opties voor gedeeld gebruik van FS en FSS—22
6.1	Optie a: FSS als secundaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden—22
6.2	Optie b: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan deel van de FS-subbanden—25
6.3	Optie c: FSS als primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - onder geografische beperkingen—29
6.4	Optie d: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - verdeling op basis van FCFS—35
6.4.1	Interferentieonderzoek—35
6.4.2	Statistisch onderzoek—37
6.5	Optie e: Combinatie van opties a en d—40
6.6	Optie f: Combinatie van opties b en c—41
6.7	Optie g: Combinatie van opties c en d—46
7	Resultaten onderzoek interferentie FS versus FSS-satellieten—49
8	Visie stakeholders—50
9	Behoeftelinventarisatie—52
9.1	FS—52
9.2	FSS—53
10	Conclusies/Aanbevelingen—54
10.1	Waarom dit onderzoek—54
10.2	Waardering van de opties—54
10.2.1	In welke mate wordt er in de behoefte voorzien van FSS?—54

- 10.2.2 In welke mate wordt de sharingsdoelstelling gehaald?—54
- 10.2.3 Wat is de uitvoerbaarheid van de optie?—55
- 10.2.4 Wat is het perspectief voor FS?—55
- 10.3 Aanbeveling—56
- 10.3.1 Voorkeursoptie—56
- 10.3.2 Voorwaarden FSS antenne—56
- 10.3.3 Aanvullend onderzoek—56

Bijlage—57

1.ECC Decision (05)01, Annex 1: Band segmentation for FSS and FS in the band 27,5-29,5 GHz (Bron: ECC)—57

2.Optie c: middelpunten van negen cirkels—58

3.Interferentie-onderzoek FS-FSS—58

Scenario's GSO—59

Scenario's NGSO—69

4.Kansberekening—78

5.Visie Stakeholders—79

Adviesdocument 28 GHz

Inleiding

Dit werkdokument dient als kapstok voor het 28 GHz-project als voorbereiding voor alle technische en beleidsvoorbereidende aspecten die van toepassing kunnen zijn voor besluitvorming van een mogelijke NFP-wijziging van delen van het frequentiegebied 27,5-29,5 GHz. Als resultaat is het beleidsadvies aan DE geformuleerd.

De genummerde hoofdstukken hierna kunnen als kapstok dienen voor het beleidsadvies van AT aan DE. Voor de werkzaamheden ter voorbereiding van dit beleidsadvies zullen Vragen moeten worden gedefinieerd, en kunnen Actiepunten worden gebruikt om de beantwoording verder vorm te geven. Een Actiepunt wordt gekoppeld aan een deelnemer die verantwoordelijk is voor de beantwoording van deze vraag.

Onderstaande vragen zijn dynamisch van karakter, en zijn in dit stadium gebaseerd op een inventarisatie van de e-mailwisseling die tot nu toe binnen de projectgroep is gevoerd. Deze zullen naar alle waarschijnlijkheid niet volledig of toereikend zijn voor het uiteindelijke beleidsadvies, en zullen waar nodig door de projectgroepsleden moeten worden aangevuld.

Per optie zijn de uitgangspunten van de herinrichting van de 28 GHz-band beschreven. De werkgroep heeft vervolgens ter verduidelijking per optie vragen geïnventariseerd en heeft deze daarna beantwoord.

1 Opdracht

Door EZK/DE wordt een aantal werkzaamheden gevraagd om te komen tot een aantal opties ter verruiming van het spectrum voor satellietcommunicatie in de 28 GHz-band.

Daarnaast speelt nog de oorspronkelijke opdracht voor dit project: het kunnen verlenen van vergunningen voor satellietgrondstations in de voor Fixed Satellite Service toegewezen subbanden in de 28 GHz-band, na de publicatie van een NFP-wijziging.

Een aantal acties uit de oorspronkelijke opdracht kunnen worden gecontinueerd omdat daar geen beleidsbeslissing vanuit EZK/DE aan ten grondslag ligt. Andere acties zullen worden opgepakt in een volgende fase nadat EZK/DE een beslissing heeft genomen over de bandindeling in de 28 GHz-band.

In dit document worden de termen "Fixed Service (FS)" en "straalverbindingen" door elkaar gebruikt, maar hebben dezelfde betekenis. Hetzelfde geldt voor de termen "Fixed Satellite Service (FSS)" en "satellietverbindingen" of "satellietgrondstations".

Acties uit de oorspronkelijke opdracht zijn:

1. Vergunningsvoorwaarden voor het primair, co-primair en secundair gebruik van de subbanden door satellietgrondstations opstellen;
2. Bepalen van de criteria waarmee satellietgrondstations kunnen worden opgenomen in de frequentieplanningstool, ten behoeve van de compatibiliteit met bestaande en toekomstige FS-systemen en nieuwe FWA-systemen;
3. Juist aangepaste ICT-systemen t.b.v. de vergunningverlening, met name de frequentieplanningstool;
4. Opstellen van informatiedocumenten voor frequentieplanners, vergunningsverleners, toezichthouders en aanvragers;
5. Controle of bestaande aanvraagformulieren voor satellietgrondstations kunnen worden gebruikt voor aanvragen in de 28 GHz. Zo niet, dan wordt er een aanvraagformulier ontwikkeld waarbij ook rekening wordt gehouden met de toekomstige digitalisering.

Parallel aan het uitvoeren van deze acties vraagt EZK/DE:

6. Onderzoek te doen naar óf en op welke wijze ruimer frequentiegebruik voor FSS in de 28 GHz-band kan worden gefaciliteerd.
7. Te onderzoeken welke verschillende opties/scenario's er zijn, met uitgewerkte (technische) voor- en nadelen. Werk die opties uit met karakteristieken ten behoeve van een praktische implementatie in het NFP (als dat voor een specifieke optie mogelijk is).
8. Een kwalitatieve analyse (een analyse op hoofdlijnen) op het vlak van interferentieaspecten aan te vullen met een kwantitatieve analyse (een analyse gericht op de technische aspecten, ter onderbouwing van de kwalitatieve analyse), waar dat nodig en mogelijk is.
9. Te onderzoeken of bij de implementatie van een optie rekening gehouden moet worden met huidig gebruik in de 28 GHz-band. Geef daarover nader advies, met name als dit beperkingen geeft bij het op termijn ruimer kunnen faciliteren van FSS in de 28 GHz-band.
10. Om in de gevraagde onderzoeken, niet benoemde maar door AT relevant geachte aspecten mee te nemen.

11. Om in de benodigde activiteiten de punten en vragen onder de gegeven beleidsmatige randvoorwaarden en beleidsuitgangspunten mee te nemen.
12. Om alle opties die essentieel zijn voor toekomstig draagvlak bij alle stakeholders vooraf in een vroeg stadium te bespreken met de belanghebbenden (FS en FSS)

2 Managementsamenvatting

In opdracht van EZK/DE heeft AT-onderzoek verricht naar een sharingsmogelijkheid van vaste communicatie met satellieten (FSS), zowel stationair als non-stationair, en met straalverbindingen (FS) in de 28 GHz-band.

Onderzocht is hoe de extra spectrumbehoefte voor FSS in de frequentieband 27,5–29,5 GHz kan worden gehonoreerd. Er is rekening gehouden met de beschikbaarheid van FS in deze band voor toekomstig gebruik, waaronder cameratoezicht voor gemeentelijke Openbare Orde en Veiligheid (hierna: 'OOV'). De spectrumbehoefte voor de langere termijn in deze frequentieband is inzichtelijk gemaakt.

Hiertoe is een zestal opties onderzocht:

Optie a: FSS als secundaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden;

Optie b: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan een deel van de FS-subbanden;

Optie c: FSS als primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - onder geografische beperkingen;

Optie d: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - verdeling op basis van FCFS;

Optie f: Combinatie van opties b en c;

Optie g: Combinatie van opties c en d.

De bovenstaande opties zijn gewogen in de mate waarin aan de behoefte van FSS wordt voldaan, de sharingsdoelstelling wordt gehaald en de opties uitvoerbaar zijn. De weging is in onderstaande tabel weergegeven.

Optie	Behoefte FSS	Sharing	Uitvoerbaarheid
a	★★★★☆☆	★★★★★☆☆	★★★★☆☆
b	★★★★☆☆	★★★★☆☆	★★★★★★
c	★★★★☆☆	★★★★☆☆	★★★★☆☆
d	★★★★★★	★★★★★☆☆	★★★★★★
f	★★★★☆☆	★★★★☆☆	★★★★☆☆
g	★★★★★☆☆	★★★★★☆☆	★★★★☆☆

Graag maken we de directie Digitale Economie erop attent dat opties c, f en g ingrijpende aanpassingen van de frequentieplanningssoftware vragen. Ook wordt een lange uitroltijd van die software voorzien. Hierdoor scoren deze opties lager ten aanzien van de uitvoerbaarheid.

Optie d scoort op alle drie aandachtsgebieden het hoogst en prevaleert daarom als advies aan de directie Digitale Economie. Onze conclusie is dat deze optie voorziet in gelijkwaardige toegang tot het spectrum in de 28 GHz voor zowel FSS- als FS-gebruikers en is bovendien goed uitvoerbaar.

Satellietoperators willen op korte termijn gebruik maken van de volledige 28 GHz-band verspreid over verschillende locaties door heel Nederland.

FS-stakeholders geven aan ook op middellange termijn behoefte te hebben aan capaciteit in de 28 GHz-band. Voor de keuze van de locaties voor satellietgrondstations verdient het de voorkeur dat rekening worden gehouden met de huidige straalverbindingen in de 26 GHz, zodat deze gemigreerd kunnen worden naar de 28 GHz, i.v.m. de introductie van mobiele communicatie (5G) in de 26 GHz. Daarnaast worden er ook Punt-MultiPunt verbindingen verwacht in de 28 GHz in verband met de migratie vanuit de 3.5 GHz-band van het cameratoezicht ten behoeve van de gemeentelijke openbare orde en veiligheidstaken.

Frequentieplanningstools kunnen rekening houden met andere netwerken, mits de technische parameters daarvan beschikbaar zijn. Een compatibiliteitsonderzoek m.b.t. specifiek het cameratoezicht valt buiten de scope van dit project, maar zou inzichtelijk kunnen maken hoe groot de belasting op het spectrum wordt. Opgemerkt moet worden dat de 28 GHz-band zich bij uitstek leent om met directionele antennes te werken en daarom zou de nodige aandacht moeten worden besteed aan o.a. de ontwikkeling van een passende netwerktopologie voor cameranetwerken.

AT heeft alle stakeholders individueel gesproken en geïnformeerd over de opties die zijn uitgewerkt in dit onderzoek. Hen is tevens gevraagd naar hun visie over de toekomst van de 28 GHz-band.

Op basis van dit onderzoek adviseert het agentschap de directie Digitale Economie om:

1. de Fixed Satellite Service FSS als co-primaire radiodienst toe te voegen aan alle Fixed Service subbanden in de 28 GHz-band;
2. een verdeling toe te passen op basis van vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag (optie d).

3 Doel

De hoofdvraag die in dit onderzoek beantwoord moet worden is: of en op welke manier kan de extra spectrumbehoefte voor de dienst FSS voor het gebruik van de frequentieband 27,5–30 GHz worden gefaciliteerd, waarbij rekening wordt gehouden met de beschikbaarheid van deze band voor het huidige en toekomstige gebruik van Fixed Service (FS).

4 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Volgend uit de opdracht zijn in het plan van aanpak de volgende randvoorwaarden en uitgangspunten opgenomen:

- De Satcom-sector moet op redelijke wijze aannemelijk kunnen maken dat er meer ruimte voor FSS in de 28 GHz nodig is, en zo mogelijk ook op welke termijn. Voer indien nodig hierover aanvullend overleg met relevante Satcom-partijen.
- De (ongestoorde) straalverbindingen voor mobiele operators en [REDACTED] als gevolg van migratie uit de 26 GHz en mogelijk nieuwe opstelpunten i.v.m. de uitrol van IMT in de frequentiebanden 3.5 GHz en de 26 GHz moet zeker gesteld worden. Voer indien nodig hierover aanvullend overleg met relevante belanghebbenden.
- Neem ook gebruik van de 26 GHz door andere partijen dan de genoemde mee in de vraagstelling (met name eventuele migratieaspecten).
- Neem ook specifiek het gemeentelijk OOV-cameragebruik, dat uit de 3,5 GHz-band dient te migreren, mee in de analyse.
- De uitkomsten van reeds gehouden overleggen met de stakeholders dienen meegenomen te worden in de analyses en overwegingen.
- De noodzaak van de inzet van de 28 GHz voor straalverbindingen en Punt-MultiPunt dient in breder perspectief gezien te worden betreffende de beschikbaarheid van mogelijk andere banden die ingezet kunnen worden voor straalverbindingen.
- Houd rekening met de huidige en mogelijk toekomstige behoefte en gebruik van de 28 GHz-band door Satcom-operators (dus ook eventuele nieuwkomers naast de huidige).
- Bezie meerdere opties/scenario's, die eventueel ook gecombineerd kunnen worden.
- Zorg voor zoveel mogelijk stabiliteit in het Nationaal Frequentieplan voor de komende 5-10 jaar.
- Haalbaarheid qua interferentie aspecten op basis van een technische analyse. Daarbij aandacht voor interferentie-aspecten binnen de 28 GHz-band.
- Duidelijkheid op welke termijn een optie geïmplementeerd zou kunnen worden.
- Houd rekening met de ontwikkelingen en (wijze van) implementatie van de relevante ECC-Decisions op dit gebied in de Europese lidstaten en probeer zoveel mogelijk tot een geharmoniseerde aanpak te komen.

In dit document wordt de situatie van de 28 GHz-band beschreven. Dit is de uplinkband van de satellietgrondstations naar de satellieten. De 18 GHz-band is de corresponderende downlink van de satellieten naar de satellietgrondstations. De behandeling van de 18 GHz-band valt buiten de scope van de projectopdracht.

5 Huidige situatie

5.1 Straalverbindingen

MNO's zijn grootverbruikers van straalverbindingen. Er zijn aan hen samen bijna 8300 vergunningen¹ verleend. Deze worden gebruikt voor het opereren van een deel van de bijna 16.500 antenne-installaties.

Glas- en straalverbindingen

beschikken over een uitgebreide glasinfrastructuur voor hun backbone netwerk. is meer afhankelijk van straalverbindingen. Straalverbindingen hebben een dynamisch karakter met betrekking tot de levensduur/gebruiksdur. Een vergunning voor straalverbindingen is voortrollend en wordt elke vijf jaar automatisch verlengd. Mobiele operators trekken gemiddeld na drie jaar hun vergunning alweer in. Een deel van de straalverbindingen wordt dan vervangen door een glasvezelverbinding, en een ander deel heeft meer bandbreedte nodig voor meer capaciteit en vraagt daarom een nieuwe vergunning aan. Een straalverbinding is ook meer dynamisch wat betreft het snel kunnen realiseren van een backbone verbinding. Een straalverbinding kan binnen twee maanden operationeel zijn terwijl voor glasvezelverbinding tenminste anderhalf jaar gerekend moet worden.

Bezetting per band rondom de 26 GHz

Straalverbindingen die nu in de 26 GHz zijn vergund moeten over enkele jaren migreren naar andere naastgelegen frequentiebanden die ook voor straalverbindingen zijn aangewezen. Uit onderstaand tabel blijkt dat de 28 GHz-band een goede kandidaat is omdat deze nu weinig bezet is. Tevens ligt de band qua frequentieruimte dicht bij de 26 GHz-band en zijn de propagatiecondities nagenoeg gelijk.

Vergunninghouder	Frequentieband				
	18 GHz	23 GHz	26 GHz	28 GHz	32 GHz
	17404 - 18952 MHz	22004 - 23289 MHz	24500 - 26505 MHz	27548 - 29453 MHz	31800 - 33400 MHz
	1412	1258	303	129	1184

Meetdatum: 18 mei 2022

Bron:
Frequentieplanningstool

Andere vergunninghouders zijn buiten beschouwing gelaten

¹ Bron: Aan de 3 MNO's zijn voor de frequentiebanden: 18-, 23-, 26-, 28-, 32 GHz-band 4286 vergunningen verleend in. (bron: Frequentieplanningstool, 18 mei 2022).

Frequentieband	van	tot	Totaal (MHz)	Aantal SV	Dichtheid
18 GHz	17.700	19.700	2000	1513	0,76
23 GHz	22.000	23.600	1600	1284	0,8
26 GHz	24.931	26.500	1569	309	0,2
28 GHz			1120	129	0,12
32 GHz	31.800	33.400	1600	1199	0,75

Tabel: Relatieve dichtheid van verleende vergunningen in banden rond 26 GHz

Bovenstaande tabel toont de relatieve dichtheid van verleende vergunningen in diverse frequentiebanden. Dit is echter niet meer dan een indicatie want er is hiermee niet iets te zeggen over de hoeveelheid beschikbare spectrum op een bepaalde locatie. Omdat de maximaal overbrugbare afstand per frequentieband verschilt zal de ene band meer in bebouwd gebied ingezet worden dan de andere band. De kolom met relatieve dichtheid laat zien dat de 28 GHz nu de laagste dichtheid kent voor het aantal vergunningen dat is verleend t.o.v. de beschikbare bandbreedte. Wanneer het huidige gebruik in de 26 GHz-band volledig migreert naar de 28 GHz-band stijgt de landelijke relatieve dichtheid van 0,12 naar 0,39.

Toewijzing van frequentieruimte

De planningsstrategie voor straalverbindingen is gebaseerd op het 'far most' principe. Bij de keuze welk kanaal wordt toegewezen wordt steeds het kanaal met het laagste nummer gekozen totdat er onacceptabele interferentie wordt berekend op beide locaties met andere straalverbindingen in de omgeving op datzelfde kanaal. In dat geval wordt het eerstvolgende kanaal toegewezen. En dit proces herhaalt zich bij elke aanvraag totdat ook het kanaal met het hoogste kanaalnummer wordt toegewezen op een specifieke locatie. Drukke locaties zullen als eerste tegen deze situatie aanlopen. Echter, congestie op hub-locaties komt in een enkel geval alleen voor in de lagere frequentiebanden 13, 15 en 18 GHz. Een alternatieve frequentieband biedt voor die situaties uitkomst.

Behoeft aan grotere bandbreedte

Straalverbindingen worden hoofdzakelijk gebruikt door MNO's voor de aansluiting van de basisstations op hun backbone netwerk. Door de introductie van 5G moet de datacapaciteit en daarmee de bandbreedte van straalverbindingen worden vergroot. In de tijd van GSM werden straalverbindingen ingezet met kanalen van 8 of 14 MHz bandbreedte. De trend is dat er steeds meer straalverbindingen met kanalen van 56 of 112 MHz bandbreedte of zelfs groter. Er zijn twee manieren om dit te realiseren:

- 1: kanalen met grotere bandbreedte in één band
- 2: het gebruik van twee banden (dual-band met 80 GHz)

Ad1) De vergroting van de bandbreedte (MHz) per kanaal veroorzaakt dat het aantal mogelijk inzetbare kanalen in een frequentieband zal verminderen. Ter illustratie een simpel voorbeeld: in een frequentieband van 100 MHz breed zijn er 10 kanalen van 10 MHz mogelijk terwijl er maar 2 kanalen van 50 MHz mogelijk zijn. Op een specifieke locatie kunnen zo minder vergunningen dus een groter beslag op de maximaal beschikbare frequentieruimte leggen in die band.

Ad2) Om een zeer grote datacapaciteit (8Gb/s) te realiseren kan ook gebruik worden gemaakt van zogenaamde Band and Carrier Aggregation (BCA). Hierbij wordt een

breed kanaal (112 MHz) in een relatief lage frequentieband (o.a. 18, 23, 26 en 28 GHz) band gecombineerd met een breed kanaal (1 GHz) in een hoge frequentieband (80 GHz). Er zijn vergelijkbare afstanden te overbruggen, maar door de grotere gevoeligheid voor regen van de hoge frequentieband zal de verbinding in deze hoge band sneller beperkingen laten zien of zelfs uitvallen. De verbinding in de lage frequentieband blijft echter werken. De datacapaciteit van de gecombineerde verbinding zal dan afnemen, maar niet uitvallen. In het geval van 112 MHz brede kanalen in de lage frequentieband zal er een minimum capaciteit van 1 Gb/s overblijven.

Afname aantal straalverbindingen mede door fusies MNO's

De afgelopen 10 jaar is de algemene trend dat het aantal vergunningen voor straalverbindingen afneemt. Eind 2011 waren er in totaal 10.739 vergunningen voor straalverbindingen en eind 2020 waren dat er nog 7875. De afname van het aantal straalverbindingen wordt mede veroorzaakt door fusies van MNO's.

Punt-MultiPunt en OOV camera's

Punt-MultiPunt (P-MP)² is net als straalverbindingen onderdeel van de ITU dienst Vaste verbindingen en in het Nationaal Frequentieplan aangeduid met de radiodienst FS. Het karakter van P-MP is dusdanig dat op dezelfde locatie geen gebruik gemaakt kan worden van de frequentiekanalen die worden gebruikt door straalverbindingen of andere P-MP-netwerken. In tegenstelling tot straalverbindingen worden bij P-MP-netwerkanennes met een grote openingshoek (sectorantenne) gebruikt. Binnen zo'n sector bevinden zich in het algemeen meerdere vast opgestelde terminals, die de capaciteit van één frequentiekanaal delen. In het geval van OOV-camera's zijn de terminals de camera's. Dit kunnen permanent opgestelde camera's zijn, maar ook transportabele camera's voor toezicht bij evenementen. P-MP-frequentiekanalen worden exclusief toegewezen voor een bepaald gebied. Om die reden is een opdeling gemaakt in frequentiekanalen voor enerzijds straalverbindingen en anderzijds P-MP. Het beschikbaar komen van de aan JenV toegewezen frequenties in de 28 GHz vormt een ideale situatie voor migratie van OOV-camera's in de 3,5 GHz-band.

Als de migratie van de OOV-camera's uit de 3,5 GHz-band gaat plaatsvinden, dan legt dat extra beslag op het spectrum, maar de negatieve spin-off is dat het spectrum minder toegankelijk wordt voor medegebruik. Het gebruik van antennes met een grote openingshoek en hoge opstelpunten, zoals gebruikelijk bij het huidige cameratoezicht, resulteert in een onnodig grote footprint. De 28 GHz-band leent zich bij uitstek om met directionele antennes te werken en daarom zou de nodige aandacht moeten worden besteed aan de ontwikkeling van o.a. een passende netwerktopologie.

5.2

Satellietcommunicatie

Satellietcommunicatie betreft verbindingen waarbij gebruik wordt gemaakt van satellieten die in een specifieke baan om de aarde zweven. Er zijn diverse vormen van satellietcommunicatie en enkele vormen zijn: omroepsatelliet, meteorologische satellietwaarnemingen, mobiele satellietverbindingen, radionavigatie met satellieten etc. Dit rapport heeft het over de vaste satellietdienst (Fixed Satellite Service – FSS). De vaste satellietdienst betreft een verbinding tussen vaste grondstations op aarde die via een satelliet tot stand wordt gebracht.

In de Radio Regulations wordt onder Artikel 5, de zogenaamde "Table of Frequency Allocations" (frequentie-allocatie tabel), aangegeven welke frequentiebanden er voor welke radiodiensten bestemd zijn, en onder welke voorwaarden. De band 27,5295 GHz is in de gehele wereld primair bestemd voor de uplink van de vaste satelliet dienst (Fixed Satellite Service - FSS), en tevens primair voor straalverbindingen (Fixed Service – FS) en mobiele communicatie (Mobile Service – MS). In de band 28,5-30 GHz is op secundaire basis ook ruimte voor aardobservatie. Verder is er in de band 29,5-30 GHz ruimte voor zowel FSS als voor de Mobiele satellietdienst (MSS).

Het FSS-spectrum kan gebruikt worden met satellietnetwerken in zowel de Geostationary Orbit (GSO) als de Non Geostationary Orbit (NGSO). Ten behoeve van uplink power control, door toepassing van adaptive power control (APC), kunnen satellieten in de band ook zg. beacon-uitzendingen doen.

5.2.1

Satellieten

² P-MP wordt ook wel Fixed Wireless Access of Wireless Local Loop genoemd

GSO

Veel communicatiesatellieten zijn actief in een baan om de aarde, die zich op een hoogte van 35.800 km bevindt in het vlak van de evenaar. Deze baan om de aarde wordt de "Geostationary Orbit" (GSO) genoemd. Satellieten die een positie hebben in die baan ("orbital slot") worden geostationaire satellieten genoemd en lijken, vanaf de aarde gezien, op een vaste plaats in de ruimte te staan. De antennes van een satellietgrondstation zijn in Nederland dan op een "vast" punt naar de zuidelijke hemel gericht. Geostationaire satellieten staan relatief ver van de aarde en daarom is er enige vertraging (latency) in de communicatie.

NGSO

Er zijn ook satellietnetwerken die gebruik maken van banen buiten de geostationaire baan, dit zijn meestal banen die lager gelegen zijn dan de GSO. Ze vliegen in een zogenaamde niet-geostationaire baan (NGSO) om de aarde. Met name in de lage banen neemt het gebruik de laatste jaren toe door de toename van het aantal toepassingen van kleine(re) of nano-satellieten (satellieten van <500 Kg). Vanwege de korte afstand tot de aarde is de vertraging in de communicatie marginaal en nauwelijks merkbaar. Omdat de satellieten niet op een "vaste plaats" in de ruimte staan, is er een antenne nodig die de satellieten actief kan volgen (directieve tracking-antenne) in hun baan om de aarde. Gecoördineerde satellietgrondstations, waarvoor dit rapport wordt opgesteld, maken alleen gebruik van directieve trackingantennes. Voor het niet-gecoördineerde deel van het spectrum³ kunnen satellietgrondstations gebruik maken van antennes met een grote openingshoek.

5.2.2 Satellietdiensten

Zoals in de inleidende paragraaf is aangegeven, kan de band 27,5-30 GHz, op basis van de ITU Table of Allocations, worden gebruikt voor verschillende diensten. In Nederland zijn de satellietdiensten beperkt tot FSS.

FSS is een radiocommunicatiedienst tussen grondstations op een gegeven positie en één of meer satellieten. De gegeven positie van het grondstation kan een vaste geografische positie zijn of een (mobiele) terminal binnen een aangegeven gebied⁴. De vaste satellietdienst in de 28 GHz kan ook van toepassing zijn op zogenaamde feederlinks voor andere satelliet radiocommunicatiediensten. Deze uplinks voorzien de satelliet van audio- en video-data voor uitzendingen in de Broadcasting Satellite Service (BSS).

5.2.3 Satellietgrondstations

Vast opgestelde satellietgrondstations

Telecomoperators hebben behoefte aan een wereldwijde telecommunicatie-infrastructuur. Om continenten met elkaar te verbinden maken ze gebruik van satellieten. Een zg. HUB-station verbindt een satellietnetwerk met het aardse netwerk. Voor grondstations die voldoen aan de uitgangspunten uit de Regeling gebruik van frequentieruimte zonder vergunning en zonder meldingsplicht 2015, geldt een vrijstelling van het vergunningvereiste (denk daarbij aan beperkingen t.a.v. bijvoorbeeld zendlocatie en zendvermogen).

Ook de satellietoperators willen hun satellietnetwerk gekoppeld hebben aan de aardse infrastructuur. Hierdoor wordt onder andere het internet voor gebruikers overal in de wereld ontsloten. Voor deze satellietgrondstations is ook een vergunning nodig.

Bedrijven maken ook gebruik van satellietgrondstations ten behoeve van (breedbandige) datacommunicatie via de satelliet. Vaak wordt deze techniek gebruikt om de meer afgelegen locaties van de onderneming te koppelen aan het bedrijfsnetwerk of te voorzien van toepassingen zoals internet en e-mail. Een groot deel van deze satellietgrondstations kan, omdat ze onder controle staan van het satellietnetwerk en door toepassing van strikte geharmoniseerde voorwaarden, zonder vergunning worden gebruikt.

Nomadische/mobiel gebruik van satellietgrondstations

In toenemende mate wordt in de vaste satellietdienst gebruik gemaakt van satellietgrondstations aan boord van mobiele platforms, zoals vliegtuigen, schepen of treinen. Vroeger was dit nomadische gebruik uitsluitend voorzien voor de mobiele satelliet dienst (MSS). Maar omdat satellietgrondstations zeer nauwkeurig kunnen uitzenden richting hun eigen satellietnetwerk, én ook alleen maar in één richting,

³ Dit betreft de banden: 27,5 tot 27,825 GHz, 28,4445 tot 28,9485 GHz en 29,4525 tot 30 GHz. (Bron: Nationaal Frequentieplan.)

⁴ Voor gebruik van mobiele terminals onder een FSS allocatie geldt dat deze terminals moeten opereren binnen de technische parameters (envelope) van de filing bij de ITU voor de FSS-dienst.

wordt het gebruik van satellietgrondstations op mobiele platforms steeds meer toegepast.

Van satellietgrondstations die zonder vergunning kunnen worden gebruikt, weten wij de gebruikerslocatie niet. Daarom moeten deze stations voldoen aan strikte voorwaarden, zodat er geen verstoring kan ontstaan bij andere gebruikers van hetzelfde spectrum. In de 28 GHz-band worden deze nomadische/mobiele satellietgrondstations daarom gebruikt in de subbanden die niet worden gebruikt door straalverbindingen.

Frequentiecoördinatie

Voordat satellietgrondstations in gebruik genomen kunnen worden dient internationaal afstemming plaats te vinden over het beoogd frequentiegebruik. Dit coördinatietraject heeft tot doel dat er internationaal frequentiegebruiksrechten ontstaan.

Omdat van satellietgrondstations, waarvoor geen vergunning is vereist, de zendlocatie onbekend is, wordt dit internationale coördinatieproces niet uitgevoerd. De satellietgrondstations staan onder supervisie van het satellietnetwerk en kunnen alleen maar uitzenden als het satellietnetwerk daarvoor toestemming geeft. Omdat er geen internationale afstemming heeft plaatsgevonden, opereren deze zg. niet-gecoördineerde satellietgrondstations op NIB-basis. De gebruiker kan om die reden geen ongestoord frequentiegebruik claimen. Ook geldt voor deze grondstations dat zij geen verstoring mogen veroorzaken aan andere primaire gebruikers in de band of aan satellietgrondstations waarvoor wél de internationale coördinatieprocedure (Art. 9 RR) is doorlopen.

5.3

Europese situatie m.b.t 28 GHz-band

De Electronic Communications Committee (ECC) van de CEPT is een samenwerkingsverband 48 landen met als doel het gebruik van frequentieruimte in Europa zoveel mogelijk te harmoniseren. De ECC stelt rapporten, recommandaties en besluiten (verder: Decisions) op. Een Decision heeft de hoogste harmonisatiegraad. De aangesloten landen geven per Decision aan of ze deze gaan implementeren of niet. Een land is niet verplicht om een ECC Decision te implementeren.

De ECC heeft voor de 28 GHz-band een aantal Decisions opgesteld die van belang zijn voor dit onderzoek. Het betreffen:

- ECC Decision (05)01
- ECC Decision (05)08

Voor de volledigheid zijn ook alle andere 28 GHz Decisions opgenomen die niet relevant zijn voor dit onderzoek. De niet-relevantie wordt in de beschrijving toegelicht.

- ECC Decisions (06)02 en (06)03
- ECC Decision (13)01
- ECC Decision (15)04

ECC Decision (05)01

De basis voor Europese harmonisatie van het banddeel 27,5-29,5 GHz voor FSS is o.a. ECC Decision (05)01. ECC Decision (05)01 dateert van 8 maart 2005 en is bijgewerkt op 8 maart 2019. De Decision beoogt vrije circulatie en gebruik van ongecoördineerde FSS-grondstations en de Decision als geheel heeft geen verplichtende werking voor ieder CEPT-land. De Decision is door Nederland geïmplementeerd door inpassing in het Nationaal Frequentieplan.

De Decision heeft betrekking op het gebruik van de frequentieband 27,5-29,5 GHz voor de FS en ongecoördineerde FSS-grondstations. In deze Decision (zie Bijlage 1) worden subbanden voor FS en ongecoördineerde FSS-grondstations vastgesteld, rekening houdend met de bestaande kanaalregeling voor het FS, zoals beschreven in CEPT-recommandatie T/R 13-02. In deze Decision staat dat administraties

gecoördineerde FSS-grondstations volgens nationale coördinatieprocedures kunnen onderbrengen in de hele band 27,5-29,5 GHz.

ECC Decision (05)08

ECC Decision (05)08 spreekt over de beschikbaarheid van verschillende frequentiebanden voor High Density toepassingen in de FSS (HDFSS); waaronder de band 27,5-29,5 GHz. Verwachting is dat er grote aantallen user terminals op de markt komen om breedband communicatie voor consumenten beschikbaar te maken. Deze HDFSS-terminals zijn o.a. de ongecoördineerde satellietgrondstations in die banddelen die niet worden shared met FS, zoals bedoeld in de Decision (05)01.

Daarom kunnen we concluderen dat de band-identificatie in deze Decision niet van toepassing is op het onderzoek naar verruiming van de mogelijkheden voor gecoördineerde satellietgrondstations in banddelen die wél worden gebruikt door FS. De Decision is door Nederland geïmplementeerd (zie ECO-website⁵).

ECC Decisions (06)02 en (06)03

Deze Decisions omvat de voorwaarden waaronder Low EIRP Satellite Terminals (LEST) en High EIRP Satellite Terminals (HEST) zonder vergunning gebruikt kunnen worden in o.a. de frequentieband 29,5-30 GHz. Omdat in deze frequentierange geen FS-stations operationeel zijn en strikt genomen ook buiten de frequentierange ligt van het 28 GHz project, zijn deze Decisions niet relevant voor ons onderzoek naar verruiming van de mogelijkheden voor FSS. Beide Decisions zijn door Nederland geïmplementeerd (zie ECO-website).

ECC Decision (13)01

ECC Decision (13)01 omvat de voorwaarden waaronder satellietgrondstations, die met GSO-satellieten communiceren, op mobiele platforms kunnen worden gebruikt, in de frequentieband 27,5-30 GHz, zonder frequentievergunning in de subbanden die in desbetreffend land opengesteld zijn voor dit gebruik. Omdat ons onderzoek zich richt op vast opgestelde satellietgrondstations, is deze Decision nu niet relevant. De Decision is door Nederland geïmplementeerd (zie: ECO-website).

ECC Decision (15)04

ECC Decision (15)04 omvat de voorwaarden waaronder satellietgrondstations, die communiceren met een NGSO-netwerk, zonder frequentievergunning op mobiele platforms kunnen worden gebruikt, in de frequentieband 27,5-29,1 en 29,5-30 GHz. Omdat ons onderzoek zich richt op vast opgestelde satellietgrondstations, is deze Decision nu niet relevant. De Decision wordt binnen afzienbare tijd door Nederland geïmplementeerd, zodra een reeds voorbereid voorstel voor wijziging van de Regeling⁶ wordt gepubliceerd.

5.4

Bandindeling 28 GHz in het Nationaal Frequentieplan

De 28 GHz-band is al sinds 2002 in het Nationaal Frequentieplan (NFP) verdeeld in subbanden voor Fixed Service (FS) en Fixed-Satellite Service (FSS). Voor de implementatie van de ECC Decision (05)01 van 18 maart 2005 hoefde weinig te worden gewijzigd. ECC Decision (05)01 heeft betrekking op het gebruik van de frequentieband 27,5-29,5 GHz voor de Fixed Service (FS) en ongecoördineerde satellietgrondstations in de Fixed Satellite Service (FSS). In deze Decision wordt de 28 GHz-band ingedeeld in subbanden voor FS en subbanden voor FSS. Tevens is in de Decision aangegeven dat gecoördineerde satellietgrondstations op basis van nationale coördinatie-afspraken gebruik konden maken van de band. In 2005 waren er nationaal dus geen bestaande coördinatie-afspraken, anders dan de verdeling van de band in subbanden voor FS en FSS. Dit zou een verklaring kunnen zijn dat niet de gehele band in het NFP beschikbaar is voor satelliet (FSS). Dat in tegenstelling tot de situatie in de nationale frequentietabellen van diverse andere Europese landen.

⁵ <https://docdb.cept.org/implementation/overview>

⁶ Regeling gebruik frequentieruimte zonder vergunning en zonder meldingsplicht 2015

In de meeste Europese landen is er namelijk voor gekozen om een gesharede primaire allocatie voor FSS en FS te laten bestaan, zoals deze sowieso al sinds ITU RR 2000 bestaat in RR Art. 5 bestaat.

Ook heeft CEPT aangegeven supportive te zijn in bestemmen van de 28 GHz-band voor breedband satellietcommunicatie ECC Newsletter December 2016 - Special Edition on 5G (cept.org).

NL koos voor een andere inrichting.

Nationaal Frequentieplan 2014 aangevuld met relevante informatie

Bandgrens van (GHz)	Bandgrens tot (GHz)	Bandbreedte (MHz)	ITU dienst	Verdeelmechanisme
27,5	27,8285	328,5	FSS_ES	First Come First Served (FCFS) Niet gecoördineerde satellietgrondstations zonder vergunning, onder voorwaarden.
27,8285	27,9405	112	FS	FCFS
27,9405	28,0525	112	FS, ten behoeve van de openbare orde en veiligheid. Duplex met 28,9485 - 29,0605 GHz	FCFS
28,0525	28,4445	392	FS	FCFS

			Duplex met 29,0605 - 29,4525 GHz	
28,4445	28,5	55,5	FSS_ES	FCFS Niet gecoördineerde satellietgrondstations zonder vergunning, onder voorwaarden.
28,5	28,9485	448,5	FSS _ES	FCFS Niet gecoördineerde satellietgrondstations zonder vergunning, onder voorwaarden. Eindapparaten zonder vergunning.

28,9485	29,0605	112	FS, ten behoefte van de openbare orde en veiligheid. Duplex met 27,9405 – 28,0525 GHz	FCFS
29,0605	29,1	39,5	FS Duplex met 28,052528,4445 GHz	FCFS
29,1	29,4525	352,5	FS Duplex met 28,052528,4445 GHz	FCFS
29,4525	29,5	47,5	FSS_ES	FCFS Niet gecoördineerde satellietgrondstations zonder vergunning, onder voorwaarden. Eindapparaten zonder vergunning.

5.5

Nota Frequentiebeleid over doelmatig frequentiegebruik

De centrale doelstelling van het Nederlandse Frequentiebeleid is doelmatig frequentiegebruik. Effectief en efficiënt gebruik van het spectrum moet o.a. worden gerealiseerd door frequentieruimte meer te delen tussen verschillende gebruikers en toepassingen, om op die wijze te voorzien in de groeiende behoefte aan draadloze communicatie. In het beleid is onderkend dat satellietcommunicatie ook in Nederland een oplossingsrichting kan zijn voor het gebrek aan connectiviteit in de buitengebieden en worden de netwerken van de mobiele operators in die gebieden competitief geacht met satellietnetwerken.

Nieuwe technologische ontwikkelingen gaan bijdragen aan efficiëntere benutting van het frequentiespectrum, waardoor schaarste afneemt. In de Nota Frequentiebeleid is o.a. geschreven dat het Frequentiebeleid dient te borgen dat de grote diversiteit aan frequentiegebruik ondersteund wordt. De overheid moet goed nadenken over de beste manier om beschikbare instrumenten in te zetten, en die waar nodig aanpassen. Aangegeven is dat de overheid niet alleen kijkt of de regels worden nageleefd, maar ook naar manieren om efficiënter gebruik van frequentieruimte te faciliteren. En een voorbeeld daarvan is LSA.

5.6

Uitvoeringsbesluit van de Commissie voor de 26 GHz

In het uitvoeringsbesluit (EU) 2020/590 van de Commissie van 24 april 2020 tot wijziging van Uitvoeringsbesluit (EU) 2019/784 wat betreft een actualisering van relevante technische voorwaarden voor de frequentieband 24,25-27,5 GHz worden lidstaten verplicht tot: "toewijzing en de beschikbaarstelling, op niet-exclusieve basis, van de frequentieband 24,25-27,5 GHz aan aardse systemen die draadloze breedbanddiensten voor elektronische communicatie kunnen leveren".

Richtlijn (EU) 2018/1972 van het Europees Parlement en de Raad van 11 december 2018 tot vaststelling van het Europees wetboek voor elektronische communicatie verplicht lidstaten in artikel 54 "het gebruik mogelijk te maken van ten minste 1 GHz in de band van 24,25 tot 27,5 GHz, mits er sprake is van een duidelijke

marktvraag en er geen aanzienlijke beperkingen zijn voor de migratie van bestaande gebruikers of het vrijmaken van banden.”

Voorgaande maakt duidelijk dat rekening gehouden moet worden met het mogelijk maken van de gehele 26 GHz-band voor draadloze elektronische breedband communicatie. Als gevolg hiervan dient het bestaande gebruik uit de 26 GHz-band te worden gemigreerd en/of uitgefaseerd. Een logische keuze daarvoor lijkt de 28 GHz-band.

5.7

Onderzoek uitgiftebeleid 28 GHz in andere landen

Aan een aantal administraties (Duitsland, Polen, Oostenrijk, Frankrijk en Zwitserland) zijn eind 2020 vragen gesteld over de wijze waarop men in die landen nationale en internationale regelgeving voor deze frequentieband hanteert. In de vraagstelling is rekening gehouden met de reacties van deze landen op de questionnaire van de RSPG inzake de 26 GHz van 15 juni 2020.

Vier van de vijf aangeschreven administraties hebben gereageerd op onze vragen. Hieronder een korte impressie, gevolgd door onze eigen interpretatie van de reactie van de administraties:

Oostenrijk

In Oostenrijk is een duidelijke scheiding in de 28 GHz-band. Strikt gescheiden kan FSS de band nu al volledig op specifieke locaties gebruiken en daar kan geen 28 GHz FS-link worden gebruikt. Verder zijn er ideeën voor volledig geshared gebruik tussen beide diensten, alleen dient dit dan te gebeuren op basis van vergunningverlening en onderlinge coördinatie. FS-stations worden op dit moment door de MNO's zelf gepland (blokallocatie) en dat wil de Oostenrijkse administratie ook zo houden. De Oostenrijkse administratie vreest dat het overall faciliteren van FSS-stations zal leiden tot restricties voor het gebruik van FS en heeft hierover nog geen beslissing genomen.

Duitsland

In Duitsland wordt de hele 28 GHz-band geshared. Verstoring van FSS in de 18 GHz (in de downlink) wordt waarschijnlijker geacht dan verstoring van FS door FSS-grondstations. De MNO's worden beschouwd als de partijen die in staat zijn om schadelijke interferenties te voorkomen c.q. op te lossen. Hierbij wordt o.a. de beschikbaarheid van alternatieve frequentiebanden voor FS als reële oplossing genoemd.

Frankrijk

In Frankrijk is de 28 GHz-band niet beschikbaar voor FS. Vooralsnog is de verwachting dat de migratie van 26 GHz-straalverbindingen zal plaatsvinden naar de 32 GHz. De administratie verwacht dat de migratie zelf door de MNO's zal worden opgepakt, zodra de 26 GHz beschikbaar moet komen en dat kan zomaar nog een aantal jaren duren. Mocht in Frankrijk sharing tussen FS en FSS in de 28 GHz plaatsvinden, dan is de verwachting dat dan op dezelfde wijze wordt gehandeld als in andere frequentiebanden. Daar wordt vastgesteld welke afstand zal moeten worden gehanteerd tussen "nieuwkomers" en bestaande opstelpunten. Basis voor die analyse ligt in ITU REC SF.1707.

Zwitserland

Zwitserland ziet de 18 GHz en 32 GHz als alternatieve banden voor FS-links in de 26 GHz. Dat zijn er niet veel, maar deze banden zijn geschikt voor de betreffende linklengtes. Hoewel de 28 GHz in Zwitserland beschikbaar is voor FSS, is voor FSS-grondstations nog geen vergunning verleend. Omdat er nog geen afspraken zijn gemaakt over de relevante technische parameters, gaat daar op dit moment intern de discussie over.

Conclusies

We kunnen hieruit concluderen dat deze administraties geen concrete migratieplannen uitwerken om de straalverbindingen uit de 26 GHz te verplaatsen naar de 28 GHz-band. Verondersteld wordt dat verplaatsing van de straalverbindingen op een min of meer organische wijze zal plaatsvinden. De 28

GHz-band is voor de bovengenoemde administraties niet vanzelfsprekend de alternatieve band voor het huidige FS-gebruik in de 26 GHz. Vaker worden de 18 en 32 GHz-band als alternatieven genoemd. Opgemerkt mag worden dat de 18 GHz-band (FSS-downlink) gepaard is met de FSS-uplink in de 28 GHz. Sharing in de 28 GHz-band is volgens deze administraties goed mogelijk en wederzijdse bescherming is te realiseren door de geografische afstand tot nieuwkomers vast te stellen. Hierdoor komen nieuwe FSS-grondstations niet te dicht bij FS-stations en vice versa.

6 Opties voor gedeeld gebruik van FS en FSS

Een viertal basis-opties staan in dit hoofdstuk beschreven waar het gedeeld gebruik van de FS-segmenten wordt voorgesteld. Bij elk van de opties staat een principiële omschrijving genoemd met daarbij de voor- en nadelen in relatie tot de andere opties. Daarnaast is nog een drietal opties genoemd die een combinatie vormen van de basis-opties.

- a FSS als secundaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden, zie paragraaf 6.1
- b FSS als co-primaire dienst toevoegen aan een deel van de FS-subbanden, zie paragraaf 6.2
- c FSS als co-primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden – onder geografische beperkingen, zie paragraaf 6.3
- d FSS als co-primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - verdeling op basis van FCFS, zie paragraaf 6.4
- e Combinatie van de opties a en d, zie paragraaf 6.5 f Combinatie van de opties b en c, zie paragraaf 6.6 g Combinatie van de opties c en d, zie paragraaf 6.7

6.1 Optie a: FSS als secundaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden

In deze optie is het uitgangspunt dat huidige en toekomstige straalverbindingen in de 28 GHz-band geen enkele kans hebben op beperkingen of storingen, die ontstaan door de beschikbaarheidstelling van de gehele 28 GHz-band voor satellietverbindingen. Medegebruik van FSS kan gerealiseerd worden door de huidige subbanden in het NFP, die nu alleen bestemd zijn voor FS met een primaire status, tevens te bestemmen voor FSS met een secundaire status.

In het NFP zijn er ITU-radiodiensten⁷ (bijvoorbeeld FS of FSS) met een primaire status en een secundaire status. Een frequentieband kan bestemd zijn voor een radiodienst met een primaire status en dezelfde frequentieband kan ook bestemd zijn voor een andere radiodienst met een secundaire status. Een radiodienst met een primaire status heeft hogere rechten dan een radiodienst met secundaire status. Radiodiensten met een secundaire status mogen geen storing veroorzaken op het frequentiegebruik met een primaire status, en moeten alle eventuele storingen van het primaire gebruik accepteren. In deze optie worden subbanden van de 28 GHz die nu alleen bestemd zijn voor FS ook bestemd FSS met een secundaire status.

Vergunningen voor zowel straalverbindingen (FS) als voor satellietgrondstations (FSS) worden verleend op volgorde van binnenkomst van de aanvraag. Voorafgaand aan vergunningverlening zal het agentschap een frequentieplanning uitvoeren. In het geval van een vergunningsaanvraag voor een satellietgrondstation zal er nagegaan worden of deze geen storing gaat veroorzaken op bestaande straalverbindingen. Is dat niet het geval dan kan er een vergunning worden verstrekt. De 28 GHz-band is een uplink band voor satellietverbindingen, hetgeen betekent dat het satellietgrondstation geen storing kan ondervinden van straalverbindingen.

In het geval van een vergunningsaanvraag voor een straalverbinding zal er worden nagegaan of deze storing zal ontvangen van een bestaand satellietgrondstation. Is dat het geval en het satellietgrondstation maakt gebruik van de gehele 28 GHz-band en de aanvrager heeft geen mogelijkheid voor het gebruik van een andere frequentieband voor zijn straalverbinding, dan zal er een vergunning voor de

⁷ In de ITU zijn een aantal radiodiensten gedefinieerd en elke radiodienst heeft zijn eigen specifieke afkorting. In het NFP worden de ITU-radiodiensten per frequentieband gespecificeerd. Voorbeelden van ITU-radiodiensten zijn de Fixed Service (FS) en Fixed Satellite Service (FSS) en in de bestemmingskolom van het NFP wordt dat in het Nederlands respectievelijk Vaste verbindingen en Vaste Satellietverbindingen.

straalverbinding worden verleend. De vergunninghouder van het satellietgrondstation zal gesommeerd worden dat hij het gebruik van de 28 GHz-band dusdanig moet beperken (onverwijld) dat er geen storing ontstaat op de nieuwe straalverbinding.

Op deze wijze kunnen satellietgrondstations gebruik maken van de gehele frequentieband op het moment dat ze geen storing veroorzaken op huidige of toekomstige straalverbindingen. Dit betekent echter dat een satellietgrondstation niet de zekerheid heeft gedurende de looptijd van de vergunning dat de gehele frequentieband gebruikt kan worden. De vergunninghouder van een satellietverbinding kan dit risico verkleinen door de locatie van het grondstation dusdanig te kiezen dat de kans op een straalverbinding gering is. Het agentschap kan dit faciliteren door op basis van de huidige straalverbindingen een overzicht te maken van gebieden waarin de kans op een nieuwe straalverbinding gering is, maar niet uitgesloten. Dit kunnen de gebieden zijn zoals genoemd in optie c, zie paragraaf 6.3

Voor- en nadelen vanuit verschillend perspectief

Vanuit perspectief van	Voordelen	Nadelen
FS belanghebber	- Geen storing door FSS - Hoeft geen rekening te houden met FSS - In relatie tot FSS zekerheid dat frequentieruimte beschikbaar is en blijft	- Mogelijk verzoek (niet dwingend) tot gebruik andere FS-band - Ten opzichte van de huidige situatie is er incidenteel kans op een langere doorlooptijd voor vergunningverlening, door extra werkzaamheden t.g.v. sharing van de band
FSS belanghebber	Hebben beschikking over de gehele frequentieband in gebieden zonder veel straalverbindingen	- Mogelijkheden afhankelijk van nieuwe FS-verbindingen - Blijvende onzekerheid of frequentiegebruik mogelijk blijft in geval van nieuwe FS-verbindingen
Agentschap Telecom	Frequentieruimte wordt efficiënter gebruikt	Ten opzichte van aparte subbanden voor FS en FSS, moeten er nu berekeningen uitgevoerd worden tussen FS en FSS

Algemene vragen

- Houdt deze optie rekening met de ontwikkelingen en (wijze van) implementatie van de relevante Decisions op dit gebied in de Europese lidstaten en draagt deze optie bij aan een geharmoniseerde aanpak?
De huidige ECC Decisions (zie paragraaf 5.3) en de European Common Allocation tabel (ERC report 25) staan deze optie niet in de weg. Dit rapport betreft gecoördineerde vast opgestelde satellietgrondstations. Er is in Europa geen geharmoniseerde aanpak van dit soort gebruik in de 28 GHz-band.
- In welke mate houdt deze optie rekening met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden?
Deze optie is geheel in lijn met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden. Zie het Nationaal Frequentiebeleid 2016.

- c. Dekt de potentieel beschikbaar gestelde ruimte ook de behoefte voor de huidige FSS-belanghebbenden?

In beginsel dekt deze optie de frequentiebehoefte van de huidige FSS-belanghebbenden. Er is onzekerheid over het al dan niet (gedeeltelijk) moeten beëindigen van de uitzendingen als gevolg van nieuwe FS-verbindingen. In welke mate dit invloed heeft op de business case zal per belanghebbende verschillen.

- d. Wat is de mate van acceptatie voor deze optie bij de FS- en FSS-sector?
Aan stakeholders is hun visie over de opties gevraagd. De verslaglegging hiervan is opgenomen in Bijlage 4.

- e. Binnen welk termijn kan optie a voor FSS worden gerealiseerd?

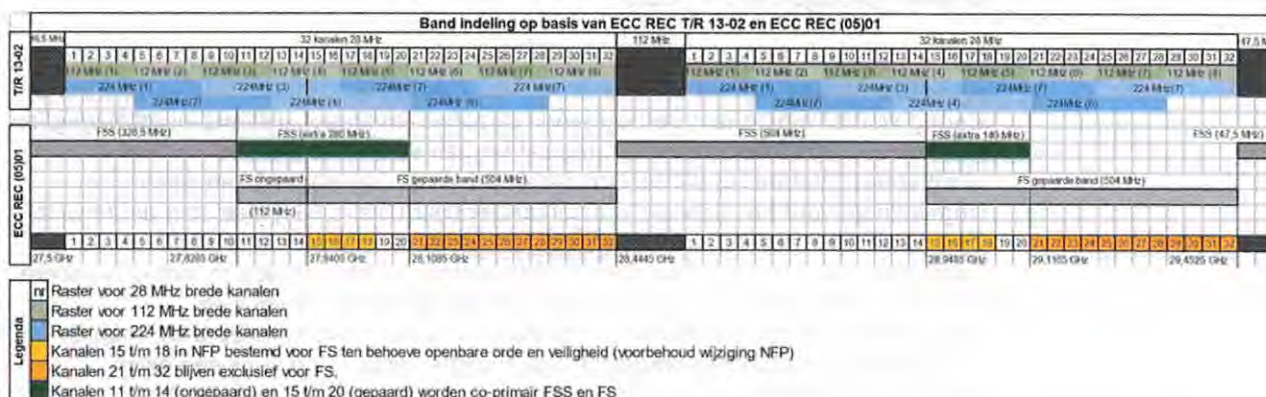
Om deze optie te realiseren is zijn een aantal werkzaamheden nodig:

- Wijziging van het NFP
- Inrichting van de planningstools en processen binnen AT
- Dit is voor enkele opties het geval en realisatie zou in 2022 mogelijk moeten zijn.

6.2

Optie b: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan een deel van de FS-subbanden. In deze optie is het uitgangspunt om huidige en toekomstige straalverbindingen in de 28 GHz-band zeker te stellen, door een deel van de FS-subbanden, exclusief en primair voor FS te blijven behouden. Het overige deel wordt co-primair aan FSS toegevoegd.

Op basis van de 28 MHz kanaalindeling worden de kanalen 11 t/m 14 (ongepaard laag; $4 \times 28 \text{ MHz} = 112 \text{ MHz}$) en de kanalen, 15 t/m 20 (gepaard; $12 \times 28 \text{ MHz} = 336 \text{ MHz}$) toegevoegd aan de huidige FSS-frequentieruimte. FSS krijgt evenals FS co-primaire gebruiksrechten op deze toegevoegde kanalen. De keuze om voorgenoemde kanalen voor FSS beschikbaar te maken is gemaakt zodat voor FS de kanalen 21 t/m 32 beschikbaar blijven. Door deze keuze zijn er voor FS-links nog 3 kanalen van 112 MHz beschikbaar en zijn er 2 kanalen van 224 MHz beschikbaar met een verschoven raster. Er wordt hiermee tegemoet gekomen aan de stijgende behoefte van de bandbreedte per link. Schematisch is de nieuwe bandindeling te zien in onderstaand overzicht. Hierdoor komt 448 MHz extra beschikbaar voor FSS en is er totaal 1328 MHz beschikbaar voor FSS. Voor FS blijft $2 \times 336 \text{ MHz}$ exclusief beschikbaar. Dit zijn drie 112 MHz-kanalen of twee kanalen van 224 MHz maar met een overlap. In totaal is er voor FS dan 1120 MHz beschikbaar.



Hieronder staat per subband beschreven op welke wijze wordt omgegaan met aanvragen voor vergunningen. Er zijn drie verschillende soorten subbanden:

- exclusieve subbanden voor FSS
- exclusieve subbanden voor FS
- gedeelde subbanden FS en FSS met elk een primaire status

Exclusieve subbanden FSS (27,5–27,8285 GHz en 28,4445–28,9485 GHz en 29,4525–29,5000 GHz)

Met optie b verandert er in de bestaande exclusieve subbanden voor FSS niets aan het vergunningverleningsbeleid. In de subbanden worden alleen vergunningen op volgorde van binnenkomst van de aanvraag uitgegeven voor satellietgrondstations. Op het moment dat de satellietgrondstations gericht zijn op een andere satelliet zullen zij op elkaar geen storing veroorzaken. Straalverbindingen zijn in deze band niet ondergebracht en hier hoeft geen rekening mee gehouden te worden. Eventueel kunnen er berekeningen worden uitgevoerd of de ongewenste uitstraling in de zijbanden van een nieuw satellietgrondstation geen storing veroorzaakt op straalverbindingen in de naastliggende subband. De kans op storing is gering vanwege het veel lagere signaalniveau van de ongewenste signalen en de richtantennes van het satellietgrondstation en de straalverbinding. Mocht dit onverhoopt wel het geval zijn, dan kan de vergunning voor het satellietgrondstation toch verleend worden met extra beperkingen ten aanzien van de ongewenste uitstraling.

Exclusieve subbanden FS (28,1085–28,4445 GHz en 29,1165–29,4525 GHz)

In deze duplex-gepaarde subband worden, net als voorheen, alleen vergunningen op volgorde van binnenkomst van de aanvraag uitgegeven voor straalverbindingen. Bij de planning van een nieuwe aanvraag voor een straalverbinding zullen er alleen berekeningen uitgevoerd moeten worden met bestaande straalverbindingen in deze

subband. Eventueel kunnen er berekeningen worden uitgevoerd of de ongewenste uitstraling van een bestaand satellietgrondstation in de naastliggende subband storing veroorzaakt op de nieuwe straalverbinding. De kans op storing is gering vanwege het veel lagere signaalniveau van de ongewenste signalen uit de aanliggende FSS-subband en de sterke richtwerking van de antennes van het satellietgrondstation en de straalverbinding. Mocht er wel sprake zijn van storing dan zal de vergunning voor de straalverbinding niet worden verleend.

Gedeelde subbanden FS-FSS (27,8285-28,1085 GHz en 28,9485-29,1165 GHz)

De feitelijke wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie worden in deze alinea beschreven. Vergunningen voor zowel straalverbindingen (FS) als voor satellietgrondstations (FSS) worden verleend op volgorde van binnenkomst van de aanvraag. Voorafgaand aan vergunningverlening wordt er een frequentieplanning uitgevoerd. In het geval van een vergunningsaanvraag voor een satellietgrondstation zal er nagegaan worden of deze geen storing gaat veroorzaken op bestaande straalverbindingen. Is dat niet het geval dan kan er een vergunning worden verstrekt. De 28 GHz-band is een uplink band voor satellietverbindingen, hetgeen betekent dat het satellietgrondstation geen storing kan ondervinden van straalverbindingen in deze band.

In het geval van een vergunningsaanvraag voor een straalverbinding wordt er nagegaan of deze storing zal ontvangen van bestaande straalverbindingen en/of er storing wordt veroorzaakt op bestaande straalverbindingen. Tevens wordt nagegaan of de nieuwe straalverbinding storing zal krijgen van een bestaand satellietgrondstation. Is dat laatste het geval en de aanvrager heeft geen mogelijkheid voor het gebruik van een ander (exclusieve FS-) deel van de 28 GHz-band voor zijn straalverbinding, dan zal de aanvrager worden gevraagd om de verbinding, via een extra hop (een tussenstation) te laten verlopen, om een andere locatie voor het geïnterfereerde opstelpunt aan te vragen of voor de straalverbinding een andere frequentieband te gaan gebruiken. Op deze manier wordt de straalverbinding omgeleid. Een tweede vergunning voor een extra straalpad kan een eventuele consequentie zijn. Deze procedure is bij de vergunninghouders voor straalverbindingen bekend (zie Bandplan (gepubliceerde Versie 1.7), paragraaf 4.3 Hoog-laag conflict) als gevolg van storing tussen straalverbindingen onderling, of als gevolg van een obstakel (bebouwing) die zich (later) op het straalpad voordoet.

Voor- en nadelen vanuit verschillend perspectief

Vanuit perspectief van	Voordelen	Nadelen
FS belanghebber	Een gedeelte van beide FS-subbanden blijft exclusief en primair voor FS: Het betreft 336 MHz duplex bruikbaar voor 3 aparte 112 MHz-kanalen of 2 gedeeltelijk overlappende 224 MHz-kanalen.	FS zal minder spectrum exclusief beschikbaar hebben. Er moet 168 MHz duplex frequentieruimte co-primair gedeeld worden met FSS.
FSS belanghebber	FSS krijgt 448 MHz extra spectrum met co-primaire status.	Er is voor FSS extra spectrum beschikbaar, maar niet de volledige 28 GHz-band.
Agentschap Telecom	Frequentieruimte wordt efficiënter gebruikt.	Ten opzichte van aparte subbanden voor FS en FSS, moeten er nu berekeningen uitgevoerd worden tussen FS en FSS.

Algemene vragen

- a. Houdt deze optie rekening met de ontwikkelingen en (wijze van) implementatie van de relevante Decisions op dit gebied in de Europese lidstaten en draagt deze optie bij aan een geharmoniseerde aanpak?

De huidige ECC Decisions (zie paragraaf 5.3) en de European Common Allocation tabel (ERC report 25) staan deze optie niet in de weg. Dit rapport betreft gecoördineerde vast opgestelde satellietgrondstations. Er is in Europa geen geharmoniseerde aanpak van dit soort gebruik in de 28 GHz-band.

- b. In welke mate houdt deze optie rekening met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden?
Deze optie is in lijn met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden. Zie het Nationaal Frequentiebeleid 2016. In deze optie wordt minder spectrum geshared dan bij optie a.

- c. Dekt de potentieel beschikbaar gestelde ruimte ook de behoefte voor de huidige FSS-belanghebbenden?

Deze optie dekt de frequentiebehoefte van de huidige FSS-belanghebbenden gedeeltelijk. FSS-belanghebbenden willen de beschikbaarheid van de gehele band en dat wordt met deze optie niet gerealiseerd. In welke mate dit invloed heeft op de business case zal per belanghebbende verschillen.

- d. Wat is de mate van acceptatie voor deze optie bij de FS en FSS-sector?

Aan stakeholders is hun visie over de opties gevraagd. De verslaglegging hiervan is opgenomen in Bijlage 4.

- e. Binnen welk termijn kan optie 6.2 voor FSS worden gerealiseerd?

Om deze optie te realiseren is zijn een aantal werkzaamheden nodig:

-Wijziging van het NFP

-Inrichting van de planningstools en processen binnen AT

Dit is voor enkele opties het geval en realisatie zou in 2022 mogelijk moeten zijn.

Specifieke vragen

- a. Welke wijzigingen zijn het gevolg voor optie 6.2 nu de toewijzing van JenV uit BOP2021 komt te vervallen?

De frequentieruimte die voorheen exclusief was voor Veiligheid en Justitie kan ook gebruikt worden voor FSS-toepassingen. Het onderbrengen van FSS-toepassingen in dit deel van de frequentieband zal de migratie van OOV gerelateerde toepassingen uit de 3,5 GHz-band niet in de weg zitten, aangenomen dat vergunningen voor gemigreerde gemeentelijke OOV gerelateerde toepassingen eerder kunnen worden verstrekt dan vergunningen voor FSS-grondstations. Bij vergunningverlening van FSS moet met het bestaande gebruik rekening gehouden worden. Beide toepassingen hebben alleen lokaal invloed, dus alleen op lokaal niveau kan er in de toekomst een vorm van schaarste ontstaan.

- b. Kan P-MP in de 26 GHz-band migreren naar TDD in de 28 GHz-band? Huidige toewijzingen in de 26 GHz-band zijn paired (FDD).

P-MP in de 26 GHz-band kan migreren naar de ongepaarde frequentieruimte in de 28 GHz-band (kanalen 11 t/m 14 in overzicht). Deze frequentieruimte komt in deze optie ook beschikbaar voor FSS-toepassingen. Echter het aantal grondstations is beperkt en door het gebruik van richtantennes blijft hun invloed op ander gebruik beperkt. Het is niet logisch om P-MP op basis van TDD-technologie te gaan migreren naar de 28 GHz-band. Naar verwachting komt de gehele 26 GHz-band op termijn voor TDD gebruik beschikbaar en zal er ook een deel beschikbaar komen voor lokale netwerken. Deze frequentieruimte in de 26 GHz zal veel groter zijn dan dat er in de 28 GHz-band beschikbaar is. De P-MP toewijzingen op basis van FDD in 26 GHz kunnen op termijn migreren naar een TDD in de 26 GHz-band. Dit betekent vervanging van apparatuur, maar dat zal ook het geval zijn bij een migratie naar de 28 GHz-band.

- c. Wanneer ten behoeve van [REDACTED] een BOP-verzoek wordt ingediend, is een aanwijzing aan de minister van IenW en overigens vergunningverlening op

volgorde van binnenkomst van de aanvraag dan voldoende? Of wordt met deze optie het huidige gebruik van [REDACTED] in de 28 GHz-band ook gemigreerd naar eenduidig(e) kana(a)l(en)?

Deze vraag kan nu nog niet beantwoord worden. Er wordt gewerkt aan de analyse van de ingediende BOP's. Dit is een zelfstandig proces en het resultaat wordt aan DE aangeboden, die een beslissing zal nemen over de benodigde wijzigingen in het NFP. Het huidige gebruik door [REDACTED] in de 28 GHz-band hoeft niet gemigreerd te worden. Het is bestaand gebruik met een primaire status.

Optie c: FSS als primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden – onder geografische beperkingen

Geografische separatie

Net als frequentiescheiding kan geografische separatie een mogelijkheid bieden om zowel FS⁸ als FSS een primaire status te geven zonder dat beide diensten elkaar storen. Geografische separatie betekent dat beide diensten de maximaal beschikbare frequentieruimte in kunnen zetten binnen de toegewezen gebieden. Het houdt echter ook in dat geen van beide diensten volledig landelijk inzetbaar is.

Beschrijving optie

In deze optie wordt een cirkelvormig gebied met een straal van 15 km in het NFP vastgelegd. In zo'n cirkelvormig gebied heeft FSS een primaire status in de gehele frequentieband van 27,5–29,5 GHz en FS een *secundaire status*. Buiten het gebied blijft zowel FS als FSS zijn primaire status in hun eigen subbanden behouden. Beide primaire diensten, FSS in de cirkelvormige gebieden en FS buiten de cirkelvormige gebieden, mogen geen storing op elkaar veroorzaken. FCFS (first come first served) is het uitgangspunt voor de verdeling. Dit komt overeen met de regels die de Radio Regulations stelt tussen twee primaire diensten in twee verschillende landen.

In 2020 is er een behoeftepeiling onder FS-vergunninghouders uitgevoerd. De aangegeven behoefte van één van de FS-vergunninghouders heeft geleid tot een optie met (een) mogelijke geografische cirkelvormige verdeling(en) binnen Nederland. Dit zijn negen gebieden waar minder behoefte wordt verwacht aan FS-verbindingen en bevinden zich buiten de drukbevolkte gebieden. Met deze negen cirkelvormige gebieden zou aan de behoefte kunnen worden voldaan van enerzijds de beschikbaarheid van het 28 GHz-spectrum voor FS in drukbevolkte gebieden en anderzijds de beschikbaarheid van het volledige 28 GHz-spectrum voor FSS in een beperkt aantal cirkelvormige gebieden. Het kan zijn dat er nog een beperkt aantal cirkelvormige gebieden kunnen worden toegevoegd.

De straal van 15 km is aangereikt omdat eerste inschattingen aangaven dat dit een separatie-afstand is waarmee geen storingen te verwachten zijn tussen een straalverbinding en een grondstation. Dit is een ruwe inschatting en is in de praktijk afhankelijk van de toegepaste frequentietechnische parameters van zowel de FS als FSS verbinding. De FSS-grondstations zullen in het gehele cirkelvormige gebied geplaatst kunnen worden en niet alleen in het middelpunt. Bij de aanvraag van nieuwe FSS en FS-verbindingen zullen er altijd berekening moeten worden uitgevoerd. Een illustratie van de cirkelvormige gebieden in Nederland is hieronder te zien. In bijlage 11.1 staat een overzicht van het middelpunt van de 9 cirkels met een straal van 15 km.

⁸ De cameratoepassingen voor de gemeentelijke openbare orde en veiligheid zijn P-MP toepassingen en vallen onder de FS dienst



Resumerend:

- Binnen de cirkelvormige gebieden: FSS-grondstations primair en FS-verbindingen secundair.
- Buiten de cirkelvormige gebieden: alleen primaire FS-verbindingen

Binnen de cirkelvormige gebieden: primaire FSS-grondstations

Binnen de cirkelvormige gebieden is FSS mogelijk en heeft een primaire status in de gehele 27,5–29,5 GHz-band. Een FSS-grondstation zendt in de richting van de betreffende satelliet. Indien de FS-verbinding exact over het FSS-grondstation gaat (of in het verlengde daarvan ligt) kan een straalverbinding in een uitzonderlijk geval tot ongeveer 40 km afstand storing ondervinden. Ook als beide systemen niet naar elkaar gericht staan bestaat er kans op storing tot op enkele kilometers afstand, want een richtantenne is helaas nooit perfect. Een deel van het uitgestraald vermogen wordt 'verspilt' naar alle andere richtingen en dus ook in het horizontale vlak. Na een aanvraag voor een FSS-grondstation in een cirkelvormig gebied zullen er berekeningen uitgevoerd moeten worden of dit nieuwe FSS-grondstation storingen gaat veroorzaken op bestaande primaire straalverbindingen buiten de cirkelvormige gebieden. Is dat niet het geval dan kan er een vergunning verleend worden. Indien er wel storingen ontstaan dan zal de aanvrager hierover worden geïnformeerd en als er mitigerende maatregelen aan de zijde van het FSS-grondstation genomen kunnen worden om de storingen te voorkomen dan kan alsnog een vergunning verleend worden. Zijn mitigerende maatregelen niet mogelijk dan wordt de aanvraag van het FSS-grondstation afgewezen.

Er worden ook berekeningen uitgevoerd tussen het FSS-grondstation en bestaande (NB: bestaande FS-verbindingen zijn na de NFP-wijziging binnen de cirkel secundair geworden = statuswijziging) secundaire FS-verbindingen in het desbetreffende cirkelvormige gebied. Indien uit de berekeningen blijkt dat het FSS-grondstation interferentie veroorzaakt, dan wordt de vergunninghouder van de gestoorde FS-verbinding geïnformeerd. Het is aan de vergunninghouder van het FS-station om deze storing te accepteren of de vergunning in te trekken en/of uit te wijken naar een andere frequentieband.

Binnen de cirkelvormige gebieden: secundaire FS-verbindingen

FS-verbindingen in de cirkelvormige gebieden hebben een secundaire status. De secundaire status geldt voor beide opstelpunten zodra één opstelpunt van de FS-verbinding zich binnen het cirkelvormig gebied bevindt. Vergunninghouders van deze FS-verbindingen moeten storingen accepteren van FSS-grondstations en van FS-verbindingen buiten de cirkelvormige gebieden. De secundaire FS-verbindingen mogen geen interferentie veroorzaken op bestaande en toekomstige primaire FS-verbindingen.

Buiten de cirkelvormige gebieden: primaire FS-verbindingen

De FS-verbindingen hebben een primaire status als beide opstelpunten zich buiten de cirkelvormige gebieden bevinden ongeacht of het straalpad het cirkelvormig gebied doorsnijdt. Na een aanvraag van een nieuwe FS-verbinding buiten de

cirkelvormige gebieden worden er allereerst berekeningen uitgevoerd op bestaande primaire FS-verbindingen. Dit is de standaardprocedure zoals voor alle FS frequentiebanden wordt uitgevoerd. Wanneer deze optie in het NFP wordt opgenomen zullen nieuwe FS-verbindingen binnen de cirkels een secundaire status krijgen.

Ook worden er een berekeningen uitgevoerd met bestaande secundaire FS-verbindingen (geheel of gedeeltelijk binnen de cirkel). Blijkt uit de berekeningen dat een bestaande secundaire FS-verbinding storing gaat veroorzaken op de nieuwe FS-verbinding dan moet de vergunning van de secundaire FS-verbinding worden gewijzigd of ingetrokken.

Bij de aanvraag van een nieuwe FS-verbinding buiten de cirkelvormige gebieden worden tevens berekeningen uitgevoerd op bestaande primaire FSS-grondstations, die opgesteld zijn in de cirkelvormige gebieden. Blijkt dat de nieuwe FS-verbinding verstoring kan gaan ondervinden van de bestaande primaire satellietgrondstations, dan zal de aanvraag moeten worden afgewezen. De bestaande FSS-grondstations in de cirkelvormige gebieden hebben oudere primaire rechten en gaan daarmee voor op de nieuwe FS-verbinding buiten de cirkelvormige gebieden. Dit is een standaardprincipe in de Radio Regulations (RR) zoals die gelden tussen twee landen met elk een primaire dienst overeenkomstig de frequentietabel van de RR. Als één land al gebruik met een primair recht heeft genotificeerd, dan gaat dat voor op nieuw gebruik in het naburige land op dezelfde frequentie ondanks dat het nieuwe gebruik in het naburige land valt onder een dienst met een primaire status.

Bestaande FS-verbindingen bij introductie van cirkelvormige gebieden De bestaande FS-verbindingen die na introductie van de cirkelvormige gebieden met minimaal 1 opstelpunt in het cirkelvormige gebied komen te liggen behouden tot de aflooptdatum van hun vergunning de primaire status. Mocht gedurende de vergunningsduur een FSS-grondstation interferentie veroorzaken dan moeten deze FS-verbindingen wijken en kunnen zij een claim indienen voor nadeelcompensatie.

Voor- en nadelen vanuit verschillend perspectief

Vanuit perspectief van	Voordelen	Nadelen
FS belanghebbert	- De veranderingen gelden alleen voor de toegepaste cirkelvormige gebieden. - FS behoudt buiten de cirkelvormige gebieden de toegang tot het huidige spectrum en de gebruiksrechten.	- In de cirkelvormige gebieden krijgt FS secundaire gebruiksrechten. - Nieuwe FS aanvragen in en buiten de cirkelvormige gebieden worden getoetst aan bestaande FSS-gebruik in cirkelvormige gebieden. De laatste hebben de oudste primaire rechten en dat kan een nieuwe FS aanvraag blokkeren. - Wijziging van uitgiftebeleid moet goed uitgelegd worden. Het lijkt simpeler dan het is.

FSS belanghebber	- FSS heeft primair gebruiksrecht voor de volledige 28 GHz-band. - Het is duidelijk waar het volledige spectrum beschikbaar is voor satellietcommunicatie.	- Alleen in de cirkelvormige gebieden is er toegang tot de volledige 28 GHz-band. - De geografische gebieden zijn wellicht niet de meest geschikte voor de satellietoperator. - Het aantal cirkelvormige gebieden voldoet mogelijk niet aan de (toekomstige) vraag. - Wijziging van uitgiftebeleid moet goed uitgelegd worden. Het lijkt simpeler dan het is.
Agentschap Telecom	Frequentieruimte wordt in de cirkelvormige gebieden efficiënter gebruikt.	- Impact van deze maatwerk aanpassing van de planningstools (ICT doorlooptijd en toekomstige onderhoudsrisico's en -kosten) naar een nieuw conceptueel model. - Het agentschap moet rekening houden met verschillend gebruik, zowel primair als secundair afhankelijk van het gebied.

Algemene vragen

- a. Houdt deze optie rekening met de ontwikkelingen en (wijze van) implementatie van de relevante Decisions op dit gebied in de Europese lidstaten en draagt deze optie bij aan een geharmoniseerde aanpak?
De huidige ECC Decisions (zie paragraaf 5.3) en de European Common Allocation tabel (ERC report 25) staan deze optie niet in de weg. Dit rapport betreft gecoördineerde vast opgestelde satellietgrondstations. Er is in Europa geen geharmoniseerde aanpak van dit soort gebruik in de 28 GHz-band.
- b. In welke mate houdt deze optie rekening met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden? Er zou gesteld kunnen worden dat deze optie schaarste in de hand werkt, omdat de frequentieruimte in verschillende gebieden slechts voor één service beschikbaar is.
Deze optie is geheel in lijn met het Frequentiebeleid waarin wordt bepaald dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden. Zie het Nationaal Frequentiebeleid 2016. De stelling dat deze optie schaarste in de hand werkt is niet correct. Het delen van frequentieruimte zorgt er voor dat de frequentieband efficiënter wordt gebruikt. Lokaal kan het dan zijn dat er schaarste kan ontstaan. Landelijk gezien wordt de frequentieband veel beter benut dan in het geval de frequentieband niet gedeeld zou worden.
- c. Dekt de potentieel beschikbaar gestelde ruimte ook de geografische behoefte voor de huidige FSS-belanghebbenden? Als het aantal gebieden beperkt blijft tot 9, dan kunnen we stellen dat hiermee in de behoefte van de FSS-belanghebbenden niet wordt voorzien.
Deze optie dekt de frequentiebehoefte van de huidige FSS-belanghebbenden gedeeltelijk. Er zijn inderdaad FSS-belanghebbenden die meerdere locaties willen gebruiken. Voor een aantal zal 9 gebieden voldoende zijn en voor een aantal niet. In welke mate dit invloed heeft op de business case zal per belanghebbende verschillen.
- d. Binnen welk termijn kan optie c voor FSS worden gerealiseerd?
Om deze optie te realiseren is zijn een aantal werkzaamheden nodig:
- Wijziging van het NFP

- Inrichting van de processen binnen AT

- Vanwege een nieuw conceptueel uitgangspunt is maatwerk van de planningstools noodzakelijk

Deze optie is voor de realisatie sterk afhankelijk van externe partijen, want de frequentieplanningstool moet aparte geografische gebieden kunnen onderscheiden met verschillende criteria voor FS en FSS. Dit is minder het geval voor de opties a, b en d. Het is de vraag of voor opties c, f en g realisatie in 2022 wel een reële verwachting is gezien de huidige problemen die de ICT dienstverlener heeft met het aanbieden van een stabiele ICT-omgeving voor de planningstool voor straalverbindingen. Een opdracht voor aanpassing moet ook nog plaatsvinden. Zo'n aanpassing zal ook veel tijd en geld kosten.

e. Wat is de mate van acceptatie voor deze optie bij de FS- en FSS-sector?

Aan stakeholders is hun visie over de opties gevraagd. De verslaglegging hiervan is opgenomen in Bijlage 4.

Specifieke vragen

a. Zijn er genoeg cirkels om in de behoefte van FSS te voorzien? Een FSS belanghebbende heeft aangegeven 20 satellietgrondstations te willen plaatsen met een onderlinge separatie-afstand van 40 kilometer.

Het is duidelijk dat deze optie niet voldoet voor desbetreffende FSS-belanghebber, maar deze optie zal qua te plaatsen aantallen met de kennis van nu wel voldoen voor andere FSS-belanghebbenden

b. Is hiermee genoeg ruimte gewaarborgd voor eventuele nieuwkomers?

Ja, want FSS-grondstations kunnen dicht bij elkaar gepland worden en meer dan enkele tientallen zullen het er in de nabije toekomst niet worden

c. Kunnen de cirkels ook kleiner? Toelichting: Hierdoor zijn er meer locaties voor grondstations beschikbaar en zijn er meer gebieden waar FS gebruikt kan worden.

Ongetwijfeld kunnen de cirkels kleiner en kunnen er in bepaalde gebieden worden toegevoegd. Het voorstel is om deze negen cirkels nu als uitgangspunt te nemen, en als de keuze van DE op deze optie valt, om daarna na te gaan of het verder verfijnd kan worden naar meer gebieden en eventueel kleiner van omvang.

d. In hoeverre vallen de huidige straalverbindingen in de 28 GHz samen met de geïllustreerde geografische locaties voor FSS?

In de cirkelvormige gebieden zijn er ongetwijfeld een aantal vergunningen uitgegeven zijn voor straalverbindingen. Totdat een keuze is gemaakt voor deze optie en het definitief in het NFP is vastgelegd zal dit aantal wijzigen. Op welke wijze met bestaande vergunningen in de cirkelvormige gebieden wordt omgegaan staat beschreven in de optie.

e. Wanneer er een flexibele benadering (ook buiten de cirkels) mogelijk is, en de interferentie tussen stations met verschillende diensten kan worden berekend, wat zijn dan de criteria en argumenten waarmee de verdeling met geografische beperking als mechanisme wordt vastgesteld?

Er is niet gekozen voor een flexibele benadering om onduidelijkheid te voorkomen.

f. En hoe is het in deze optie buiten de cirkels gesteld met FSS, is het daar ook mogelijk om FSS uit te oefenen maar dan secundair?

Nee, er is gekozen om FSS buiten de cirkels niet toe te staan om geen onduidelijkheid te creëren over de status tussen FSS en FS

6.4

Optie d: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - verdeling op basis van FCFS

In deze optie is het uitgangspunt om de frequentieruimte in de 28 GHz-band van de huidige en toekomstige straalverbindingen, zonder geografische beperkingen vooraf en met gelijke rechten, te delen met satellietgrondstations.

Medegebruik van FSS kan gerealiseerd worden door de huidige subbanden in het NFP, die nu alleen bestemd zijn voor FS met een primaire status, tevens primair te bestemmen voor FSS.

FSS zal in de nabije toekomst bandbreedtes gebruiken die de gehele 28 GHz-band omvatten. Het gedeeld gebruik van de 28 GHz-band tussen FSS en FS is dan alleen mogelijk door voldoende geografische scheiding en/of voldoende ontkoppeling veroorzaakt door de gebruikte antennekarakteristieken zoals openingshoek en antennerichting.

Vergunningen voor zowel straalverbindingen (FS) als voor satellietgrondstations (FSS) worden verleend op volgorde van binnenkomst van de aanvraag. Voorafgaand aan vergunningverlening zal het agentschap een frequentieplanning uitvoeren. In het geval van een vergunningsaanvraag voor een satellietgrondstation zal er nagegaan worden of deze geen storing gaat veroorzaken op bestaande straalverbindingen. Is dat niet het geval dan kan er een vergunning worden verstrekt. De 28 GHz-band is voor satellietverbindingen een uplink band, hetgeen betekent dat het satellietgrondstation geen storing kan krijgen van straalverbindingen.

In het geval van een vergunningsaanvraag voor een straalverbinding wordt nagegaan of deze storing ontvangt van bestaande straalverbindingen en/of er storing wordt veroorzaakt op bestaande straalverbindingen. Tevens wordt nagegaan of de nieuwe straalverbinding storing krijgt van een bestaand satellietgrondstation. Is het laatste het geval en maakt het satellietgrondstation gebruik van de gehele 28 GHz-band en de aanvrager heeft geen mogelijkheid voor het gebruik van een andere frequentieband voor zijn straalverbinding, dan zal de aanvrager worden gevraagd om de straalverbinding, eventueel via een extra hop (een tussenstation), op een andere locatie aan te vragen. Op deze manier wordt de straalverbinding omgerouteerd. Een tweede vergunning voor een extra straalpad kan een eventuele consequentie zijn.

Deze procedure is bij de vergunninghouders voor straalverbindingen ook bekend (zie [Bandplan](#)⁹ (gepubliceerde versie V1.7), paragraaf 4.3 Hoog-laag conflict) als gevolg van storing tussen straalverbindingen onderling, of als gevolg van een obstakel (bebouwing) die zich (later) op het straalpad voordoet.

De beperkingen op FS-gebruik door de co-primaire status FSS is gering:

6.4.1

Interferentieonderzoek

Er is onderzoek gedaan in welke mate een primaire allocatie voor FSS en uitgifte van vergunningen op volgorde van binnenkomst van de aanvraag er voor zorgt dat het niet meer mogelijk is om toekomstige straalverbindingen in deze band onder te brengen.

Om de mogelijkheid van een co-primaire status van FSS in de gehele 28 GHz-band te onderzoeken heeft het agentschap berekeningen uitgevoerd om te bepalen wanneer er theoretisch storing op kan treden tussen FS en FSS, uitgaande van worstcase situaties met behulp van het frequentieplanningstool voor FS-

verbindingen. Deze planningstool is tevens geschikt om de compatibiliteit met FSS te berekenen.

Uit de resultaten van het interferentieonderzoek kan een inschatting worden gemaakt van de geografische onderlinge afstand die ten minste nodig is om een

⁹

<https://www.agentschaptelecom.nl/documenten/richtlijnen/2017/11/20/bandplanstraalverbindingen>

straalverbinding (FS) naast een satellietgrondstation (FSS) te kunnen laten functioneren. Alle gecoördineerde satellietgrondstations maken alleen gebruik van directieve (tracking) antennes. Hierbij is geen rekening gehouden met morfologische informatie of afscherming die aanvullend kan worden toegepast.

Inleiding

Frequentieplanning voorziet in hergebruik van frequenties (in afstand of in tijd) waardoor het frequentiespectrum optimaal wordt benut. Frequentieplanning tussen FS en FSS is gebruikt om daarmee bepalen in welke mate FSS-verbindingen storing zouden kunnen veroorzaken op FS-verbindingen. Omgekeerd, FS op FSS-grondstations is niet relevant omdat FSS in de 28 GHz-band enkel uitzendt. Er is gebruik gemaakt van de bestaande frequentieplanningstool voor FS-verbindingen. Deze planningstool moest om de berekeningen correct uit te kunnen voeren, door de leverancier eerst worden aangepast.

Voor de karakteristieken van de FS-verbindingen werd gebruik gemaakt van de karakteristieken zoals die nu ook voor de frequentieplanning tussen FS-verbindingen worden gebruikt. Voor FSS-verbindingen zijn parameters gebruikt die zijn aangeleverd door satellietoperators. De parameters van zowel FS als FSS werden gemodelleerd en gebruikt in de berekeningen.

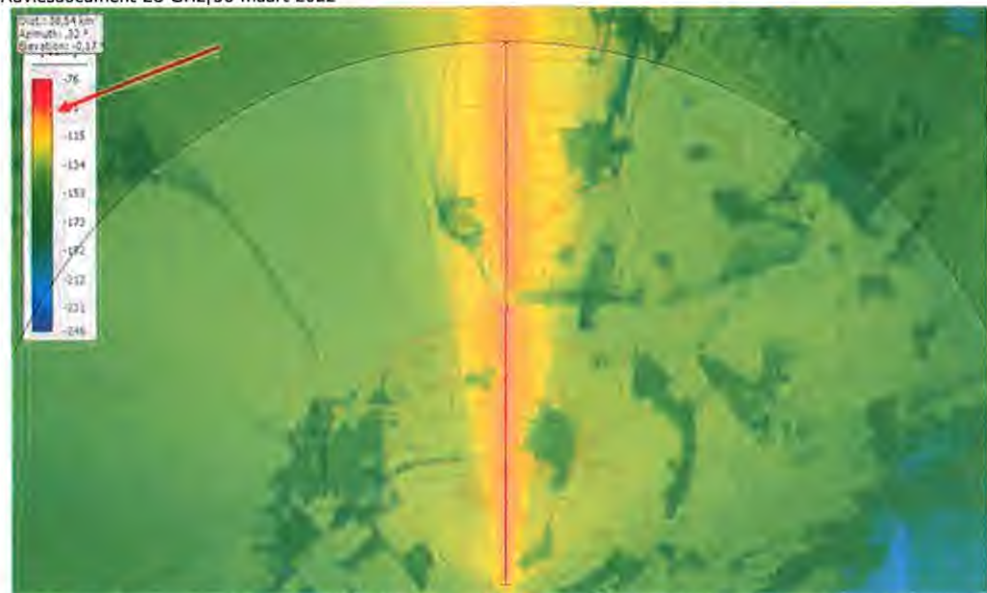
Resultaat

In de berekeningen is rekening gehouden met de horizontale en verticale antennerichtingen waarin het satellietgrondstation naar satellieten straalt. De worstcase situatie komt voor als een FSS-grondstation (precies) in het verlengde staat van het straalpad van een FS-verbinding. Voor deze berekeningen maakt AT geen gebruik van de specificaties van apparatuurgegevens, maar van de Europese normen ETSI EN 302 217-02 en ETSI TR 101 854.

Het resultaat is dat er:

- geen vermindering van de performance van de FS-verbinding (=interferentie buiten de afgesproken tolerantie) optreedt als een GSO-grondstation op een afstand van 35,7 kilometer staat en wanneer de ontvangstantenne van de FS-verbinding op 60 meter hoogte staat. Bij een zijwaartse verplaatsing van het FSS-grondstation van 455 meter, loodrecht op de centrale as van de bundel van de straalverbinding wordt er geen storing meer veroorzaakt.
- geen vermindering van de performance van de FS-verbinding (=interferentie buiten de afgesproken tolerantie) optreedt als een NGSO-grondstation na een afstand van 38,5 kilometer staat en wanneer de ontvangstantenne van de FS-verbinding op 60 meter hoogte staat. Bij een zijwaartse verplaatsing van het FSS-grondstation van 450 meter, loodrecht op de centrale as van de bundel van de straalverbinding wordt er geen storing meer veroorzaakt.

Een voorbeeld van een bundel van een straalverbinding is te zien in de figuur hieronder; het oranje gekleurde gedeelte binnen de cirkel geeft aan waar geen FSS-grondstation zou mogen staan omdat het anders storing veroorzaakt op de FS-verbinding. De rode pijl in de legenda geeft een indicatie van het corresponderende vermogen weer.



Zie voor meer resultaatdetails: Bijlage 2. Interferentie-onderzoek FS-FSS.

6.4.2

Statistisch onderzoek

Tevens is er door het agentschap een statistisch onderzoek uitgevoerd (zie Bijlage 3) waarin is onderzocht wat de kans is dat er een storsingssituatie tussen FS en FSS zal ontstaan waardoor een vergunningaanvraag afgewezen zou worden. Hierbij is als uitgangspunt genomen dat FSS de gehele band gebruikt en dat er 25 FSS-grondstations in Nederland worden geïnstalleerd. Met 25 satellietgrondstations wordt een realistisch toekomstig scenario ingeschat. In de meeste gevallen zullen FSS operators maar één grondstation willen plaatsen, echter een enkele FSS operator heeft aangegeven om er meerdere te willen plaatsen. Het statistisch onderzoek laat zien dat er een kans is dat in 3,8 van 10.000 (tienduizend) mogelijke aanvragen voor een FS-verbinding zich een situatie zou kunnen voordoen waarin de FS-verbinding storing zal ondervinden van een FSS grondstation. In het geval dat deze kleine kans optreedt, is de impact van de storing beperkt tot een zeer lokaal geografisch gebied. Dit zal voorafgaand aan vergunningverlening door het agentschap duidelijk worden bij frequentieplanning en op basis hiervan kunnen er acties genomen worden zoals in voorgaande alinea zijn beschreven.

Voor aanvragers van FS en FSS-verbindingen kan het gunstig zijn dat zij voorafgaand aan hun vergunningaanvraag inzicht hebben in de bestaande FS en FSS-verbindingen op de locatie waarvoor zij hun aanvraag indienen. Dan kunnen zij vooraf een inschatting maken over mogelijke problemen. De straalverbindingen zijn opgenomen in het Antenneregister. De vergunninghouders van straalverbindingen maken van deze informatie gebruik voor het ontwerp van hun netwerk (zie [Bandplan](#)¹⁰ (gepubliceerde Versie 1.7), paragraaf 4.3 Hoog-laag conflict). Het kan meerwaarde hebben voor belanghebbenden dat ook satellietgrondstations als medegebruiker in het antenneregister worden opgenomen¹¹. Het draagvlak voor medegebruik wordt daarmee vergroot.

¹⁰

<https://www.agentschaptelecom.nl/documenten/richtlijnen/2017/11/20/bandplanstraalverbindingen>

¹¹ Satellietgrondstations worden nu nog niet in het antenneregister opgenomen.

Voor- en nadelen vanuit verschillend perspectief

Vanuit perspectief van	Voordelen	Nadelen
FS belanghebbende	- Door frequentieplanning geen storing door FSS.	- Moet naast FS-gebruik ook rekening houden met FSS-gebruik. - De beschikbaarheid van frequentieruimte zal voor FS in relatie tot FSS alleen lokaal verminderen.
FSS belanghebbende	- FSS heeft waar mogelijk de beschikking over de gehele frequentieband. - Zekerheid dat ze ongestoord gebruik kunnen blijven maken van de frequentieruimte in het geval van nieuwe FS-verbindingen.	- Mogelijkheden voor toegang tot de gehele frequentieruimte op een bepaalde locatie is afhankelijk van de op dat moment aanwezige FS-verbinding in directe omgeving van de locatie.
Agentschap Telecom	Frequentieruimte wordt efficiënter gebruikt.	Er moeten berekeningen uitgevoerd worden tussen FS en FSS.

Algemene vragen

- a. Houdt deze optie rekening met de ontwikkelingen en (wijze van) implementatie van de relevante Decisions op dit gebied in de Europese lidstaten en draagt deze optie bij aan een geharmoniseerde aanpak?

De huidige ECC Decisions (zie paragraaf 5.3) en de European Common Allocation tabel (ERC report 25) staan deze optie niet in de weg. Dit rapport betreft gecoördineerde vast opgestelde satellietgrondstations. Er is in Europa geen geharmoniseerde aanpak van dit soort gebruik in de 28 GHz-band. Deze optie komt wel meer overeen met de situatie in andere Europese landen (zie paragraaf 5.7).

- b. In welke mate houdt deze optie rekening met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden?
Deze optie is geheel in lijn met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden. Zie het Nationaal Frequentiebeleid 2016.

- c. Het vergroten van het aantal potentiële gebruikers leidt in beginsel tot meer schaarste. Wanneer er sprake is van grote schaarste kan de Minister daarvoor maatregelen treffen. Vaak zijn er nog alternatieve oplossingen denkbaar. Bijvoorbeeld het uitwijken naar een alternatieve band.

De kans dat deze band op landelijk niveau schaars zal worden is verwaarloosbaar klein. In de 28 GHz band worden zeer directieve antennes gebruikt. Lokaal kan er wel schaarste ontstaan. FS-verbindingen kunnen gebruik maken van een andere frequentieband. FSS-verbindingen zijn afhankelijk van de satelliet voor de gebruikte frequentieband en kunnen lokale schaarste omzeilen door een andere locatie te kiezen voor FSS grondstation.

- d. Binnen welk termijn kan optie d voor FSS worden gerealiseerd?

Om deze optie te realiseren zijn een aantal werkzaamheden nodig: -
Wijziging van het NFP

- Inrichting van de planningstools en processen binnen AT

Dit is voor bijna alle opties het geval en realisatie zou in 2022 mogelijk moeten zijn.

e. Wat is de mate van acceptatie voor deze optie bij de FS en FSS-sector?

De MNO's hebben aangegeven dat de beschikbaarheid van het spectrum in de 28 GHz voor hen van belang is.

Vanuit de satellietoperators is positief gereageerd. Hun insteek voor de keuze van een zendlocatie is dat ze rekening houden met het bestaande FS gebruik in zowel de 26- als 28 GHz-band.

Specifieke vragen

a. Is er voldoende geografische ruimte beschikbaar voor FS wanneer FSS co-primair gebruik kan maken van de huidige FS segmenten?

Uit de resultaten van het onderzoek interferentie FS versus FSS (zie Bijlage 2) blijkt dat er voldoende geografische ruimte is. De berekeningen tonen aan dat het effect van FSS op FS zeer beperkt is. En uit het statistisch onderzoek blijkt de kans op een storingssituatie tussen en FS en FSS gering is.

b. Kan de impact van het satellietgrondstation op de straalverbinding (en vv.) op basis van de huidige vigerende modellen worden berekend?

Op het moment van het schrijven van dit rapport wordt hier hard aan gewerkt en lijkt het haalbaar om met de huidige planningstools berekeningen uit te kunnen voeren. De berekeningen voor GSO (en NGSO) grondstations tonen aan dat de impact van FSS op FS zeer beperkt is. Opgemerkt dient te worden dat er maar een beperkt aantal satellietgrondstations verwacht worden.

c. Welke beschermingscriteria worden hiervoor gehanteerd?

d. Voor de storing van FSS op FS worden dezelfde beschermingscriteria gebruikt als die gelden tussen FS-verbindingen. De standaard beschikbaarheidscriteria voor FS-verbindingen worden gebruikt. Welke vuistregel kan er voor een geografische marge worden gehanteerd tussen FS en FSS?

Buiten een worstcase scenario (hoofdstraalrichting FSS in het verlengde van een FS-straalpad) is een afstand van meer dan 450 meter uit het midden van het straalpad van een FS-verbinding voldoende.

6.5

Optie e: Combinatie van opties a en d

Deze optie is een combinatie van de opties a en d.

- Optie a is: FSS als secundaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden
- Optie d is: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - verdeling op basis van FCFS

De combinatie van deze twee opties leidt tot optie e en geeft: FSS als secundaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - verdeling op basis van FCFS

Conclusie: Deze optie verschilt niet met optie a. In optie a worden vergunningen voor FS en FSS ook op basis van FCFS verleend. Bij de verlening wordt rekening gehouden met de primaire status van FS ten opzichte van de secundaire status van FSS. Dit is in deze optie ook het geval en daarmee is optie e gelijk aan optie a.

Optie f: Combinatie van opties b en c

Deze optie is een combinatie van de opties b en c.

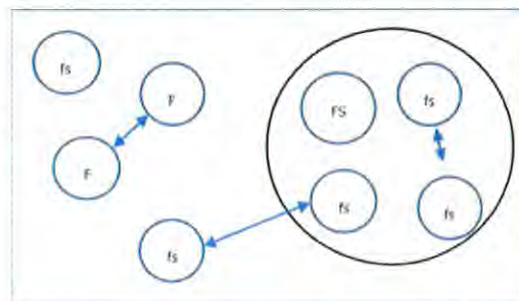
Optie b luidt: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan een gedeelte van de huidige FS-subbanden. Hierdoor blijft er voor FS landelijk frequentieruimte bestemd en wordt uitgesloten dat FS uit de band wordt verdrongen door een eventuele sterke groei van FSS. Toegevoegd aan de huidige FSS-frequentieruimte worden FS kanalen 11 t/m 14 (ongepaard) en 15 t/m 20 (gepaard). FSS krijgt op deze kanalen primaire gebruiksrechten waardoor FS en FSS alleen op deze kanalen co-primair zijn.

Optie c luidt: In geografisch afgebakende gebieden wordt FSS voor de gehele 28 GHz-band (27,5–29,5 GHz) een primaire dienst. In deze (vooralsnog 9) gebieden krijgt de FS-dienst secundaire gebruiksrechten. Secundaire rechten krijgen ook die FS-verbindingen waarvan één van de opstelpunten buiten afgebakend gebied ligt. Buiten deze geografische gebieden blijft alles bij het oude: FS en FSS elk met primair gebruiksrecht in een eigen subband.

Door opties b en c te combineren ontstaat combinatie-optie f: De afgebakende gebieden uit optie c waardoor FSS daarin de gehele 28 GHz-band kan gebruiken en buiten afgebakend gebied geldt de indeling volgens optie b waardoor FSS een beperkte hoeveelheid extra frequentieruimte krijgt. De belangrijkste doelen van beide opties zijn zo verenigd.

Binnen afgebakend gebied krijgt FSS primair gebruiksrecht en FS secundair gebruiksrecht. De gehele FS-verbinding waarvan één van de opstelpunten in afgebakend gebied staat krijgt een secundair gebruiksrecht.

Voor deze optie geldt dat buiten het afgebakende gebied FS het huidige primaire gebruiksrecht en het bestaande spectrum behoudt, maar moet het een deel van het spectrum delen met FSS. In optie b heeft FSS het primaire gebruiksrecht in het gedeelde spectrum, maar in deze optie is gekozen om dit gebruiksrecht secundair te maken. Hierover verderop meer.



Figuur 1: Illustratie van combinatie-optie f. (De presentatie van de gebruiksrechten zijn gelijk aan de notatiewijze van het Nationaal Frequentie Plan weergegeven met hoofdletters (primaire rechten) en kleine letters (secundaire rechten)).

Het voordeel van deze combinatie-optie is dat er aanzienlijk meer spectrum voor de FSS dienst beschikbaar komt: Binnen de afgebakende gebieden kan FSS de gehele 28 GHz-band gebruiken en daarbuiten krijgt FSS ook extra spectrum erbij. FS houdt hieraan minder exclusief gebruiksrecht over dan in de huidige situatie maar heeft ze wel.

Binnen afgebakend gebied

Zie figuur 2, FSS is in afgebakend gebied primair voor de gehele 28 GHz-band, FS is daar secundair (= fs) en behoudt de huidige spectrumhoeveelheid. FSS-stations kunnen in de 28 GHz-band enkel zenden waardoor FSS geen interferentie kan ondervinden van FS.

- In de situatie van een aangevraagd FS-station bij een zittend FSS station kan uit planningsberekeningen blijken dat de nieuwe FS-verbinding storing zal ondervinden. In dat geval wordt de aanvrager hierover geïnformeerd en wordt de aanvraag afgewezen.
- In de situatie van een aangevraagd FSS station bij een zittend FS-station binnen het afgebakend gebied dient FS met secundaire status (binnen het afgebakend gebied) alle interferentie te accepteren. FS kan geen storing veroorzaken op FSS.



Figuur 2: Verdeling in afgebakend gebied

De derde mogelijke situatie is dat een FS-verbinding één opstelpunt binnen afgebakend gebied heeft staan en het andere verbonden opstelpunt niet. In dat geval wordt deze verbinding als secundair aangemerkt. Blijkt uit planningsberekeningen dat deze verbinding een andere buiten het afgebakend gebied gelegen FS-verbinding met primaire rechten stoort, dan wordt de vergunning niet verleend. Mocht uit de berekeningen blijken dat een primaire FS-verbinding storing veroorzaakt op het aangevraagde secundaire FS-station, dan wordt de aanvraag afgewezen.

Ook kunnen in afgebakend gebied twee secundaire FS-verbindingen elkaar storen. Blijkt uit planningsberekeningen dat de zittende FS-verbinding storing zal ondervinden, dan moet de aanvrager voldoende mitigerende maatregelen treffen of anderszins wordt de vergunning niet verleend.

Buiten afgebakend gebied

FSS zou (optie b volgend) buiten het afgebakend gebied primair gebruiksrecht krijgen, echter hieronder staat beschreven waarom dit tot een conflict leidt met de belangen van FS.



Figuur 1: Verdeling buiten afgebakend gebied

Co-primair

In figuur 3 is met groene kleur de extra spectrumruimte voor FSS aangegeven. De FS-dienst heeft primair gebruiksrecht buiten de afgebakende gebieden en binnen afgebakend gebied heeft FSS primair gebruiksrecht. Er ontstaat dan rond de afgebakende gebieden een co-primair situatie tussen FS en FSS. Het FCFS mechanisme bepaalt dan dat wanneer uit planningsberekeningen storing blijkt, dat de nieuwe aanvraag niet kan worden verleend. Buiten het afgebakend gebied krijgt FSS het secundaire gebruiksrecht voor de extra frequentieruimte, zodat er voldoende ruimte overblijft voor FS.

Samenvatting

Deze optie komt in belangrijke mate tegemoet de behoefte van de FSS-operators; in voorlopig 9 afgebakende gebieden kan FSS met primaire gebruiksrechten gebruik maken van de gehele 28 GHz-band en buiten deze gebieden is er meer frequentieruimte beschikbaar op secundaire basis. FS behoudt de bestaande gebruiksmogelijkheden maar deze mogelijkheden zullen niet dusdanig afnemen dat er naar alternatieven moet worden gezocht.

FS krijgt in deze afgebakende gebieden (cirkels met een straal van 15 km hebben) secundair gebruiksrecht en moet alle ondervonden storing accepteren. FSS kent dit probleem voor de grondstations niet, want die kunnen alleen zenden in de 28 GHz-band.

Buiten de zones behoudt FSS haar huidige spectrum en krijgt ook hier extra spectrum toegewezen, maar niet zoveel als in de zones. Dit extra spectrum wordt gedeeld met FS. Buiten de zones zijn voor het extra spectrum de gebruikersrechten omgekeerd: FSS is secundair en FS primair.

Uiteraard moet voor nieuwe aanvragen wel rekening gehouden worden met primaire rechten van FS buiten de zones, en de primaire rechten van FSS binnen de zones. Door FSS buiten de zones secundaire gebruiksrechten toe te kennen op het extra spectrum, kan FS in haar bestaande spectrum verbindingen blijven realiseren waar en wanneer het wil.

Voor- en nadelen vanuit verschillend perspectief

Vanuit perspectief van	Voordelen	Nadelen
FS belanghebbende	- Verbinding is overal mogelijk. - De veranderingen gelden alleen voor de toegepaste cirkelvormige gebieden. - FS behoudt buiten de cirkelvormige gebieden de toegang tot een deel van het huidige spectrum en de gebruiksrechten.	Op relatief kleine oppervlaktes (binnen de cirkelvormige gebieden) kan FS niet worden gebruikt.
FSS belanghebbende	- FSS heeft primair gebruiksrecht voor de volledige 28 GHz-band. - Het is duidelijk waar het volledige spectrum beschikbaar is voor satellietcommunicatie.	- Alleen in de cirkelvormige gebieden is er toegang tot de volledige 28 GHz-band. - Het aantal cirkelvormige gebieden voldoet mogelijk niet aan de (toekomstige) vraag. - Buiten de cirkelvormige gebieden is voortbestaan van het gebruik van het extra spectrum uiterst onzeker. - Wijziging van uitgiftebeleid moet goed uitgelegd worden. Het lijkt simpeler dan het is.
Agentschap Telecom	AT voorziet deels in de behoefte van FSS.	- Deze optie heeft impact op de planningstool en zal een maatwerk aanpassing zijn (ICT doorlooptijd en toekomstige onderhoudsrisico's en -kosten) naar een nieuw conceptueel model.

Algemene vragen

- a. Houdt deze optie rekening met de ontwikkelingen en (wijze van) implementatie van de relevante Decisions op dit gebied in de Europese lidstaten en draagt deze optie bij aan een geharmoniseerde aanpak?

De huidige ECC Decisions (zie paragraaf 5.3) en de European Common Allocation tabel (ERC report 25) staan deze optie niet in de weg. Dit rapport betreft gecoördineerde vast opgestelde satellietgrondstations. Er is

in Europa geen geharmoniseerde aanpak van dit soort gebruik in de 28 GHz-band.

- b. In welke mate houdt deze optie rekening met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden?

Deze optie is in lijn met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden. Zie het Nationaal Frequentiebeleid 2016.

- c. Dekt de potentieel beschikbaar gestelde ruimte ook de behoefte voor de huidige FSS-belanghebbenden?

In beginsel dekt deze optie de frequentiebehoefte van de huidige FSS-belanghebbenden. Er is onzekerheid over het al dan niet (gedeeltelijk) moeten beëindigen van de uitzendingen als gevolg van nieuwe FS-verbindingen voor een FSS station buiten de afgebakende gebieden. In welke mate dit invloed heeft op de business case zal per belanghebbende verschillen.

- d. Wat is de mate van acceptatie voor deze optie bij de FS en FSS-sector?

Aan stakeholders is hun visie over de opties gevraagd. De verslaglegging hiervan is opgenomen in Bijlage 4.

- e. Binnen welk termijn kan optie f voor FSS worden gerealiseerd?

Om deze optie te realiseren is zijn een aantal werkzaamheden nodig:

- Wijziging van het NFP
- Inrichting van de processen binnen AT
- Vanwege een nieuw conceptueel uitgangspunt is maatwerk van de planningstools noodzakelijk

Deze optie is voor de realisatie sterk afhankelijk van externe partijen, want de frequentieplanningstool moet aparte geografische gebieden kunnen onderscheiden met verschillende criteria voor FS en FSS. Dit is minder het geval voor de opties a, b en d. Het is de vraag of voor opties c, f en g realisatie in 2022 wel een reële verwachting is gezien de huidige problemen die de ICT dienstverlener heeft met het aanbieden van een stabiele ICT-omgeving voor de planningstool voor straalverbindingen. Een opdracht voor aanpassing moet ook nog plaatsvinden. Zo'n aanpassing zal ook veel tijd en geld kosten.

6.7

Optie g: Combinatie van opties c en d

Deze optie is een combinatie van de opties c en d en heeft tot doel om op de lange termijn de gehele 28 GHz-band co-primair beschikbaar te stellen aan FSS. Deze optie is bedoeld als een soort interim oplossing, voor het geval dat de uitvoering van optie d extra tijd gaat vragen.

- Optie c is: FSS als primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden – onder geografische beperkingen
- Optie d is: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - verdeling op basis van FCFS

Het beschikbaar stellen van de gehele 28 GHz-band kan gedoseerd worden gedaan om daarmee extra tijd te hebben voor het uitwerken van optie d. Gedoseerd betekent dat op vooraf in het NFP gestelde tijdstippen steeds meer regio's worden toegevoegd waarin FSS ook een primaire status krijgt. Op den duur heeft FSS landelijk co-primaire status.

Het rekenen aan potentiële interferentie scenario's kan wellicht extra aandacht vragen, bijvoorbeeld omdat voor sommige stakeholders onduidelijk is of hun beoogd frequentiegebruik wel kan samenleven met FSS-grondstations en dat daarom extra uitleg of onderzoek wordt gevraagd. Door de combinatie van opties c en d, voorziet optie g in een oplossing op korte termijn, waarbij op een negental locaties, in landelijk gebied, de hele 28 GHz-band beschikbaar komt voor FSS. Gedurende deze vastgestelde periode kan de roll-out van straalverbindingen in de 28 GHz-band in stedelijk gebied ook vorm krijgen en kunnen straalverbindingen zonder belemmeringen van FSS-stations migreren vanuit de 26 GHz. Tevens kunnen alle relevante zaken, die uitvoering geven aan optie d, worden uitgewerkt. Na deze termijn kan, afhankelijk van de ontwikkelingen op het gebied van FS, de hele 28 GHz-band beschikbaar komen voor FSS op basis van een FCFS verdeling, en zijn exclusieve zones niet meer van toepassing.

In de negen cirkelvormige gebieden krijgt FS vanaf aanvang een secundaire status waardoor in deze cirkels vanaf aanvang optie c aan de orde is. Wordt op een gegeven moment besloten om uitvoering te geven aan optie d, waarna de gehele band beschikbaar komt voor FSS op basis van een FCFS verdeling dan zullen de secundaire FS-verbindingen die geen storing veroorzaken en niet verstoord worden een primaire status krijgen.

Deze optie voorziet in de eerste fase niet in de volledige vraag van de verschillende satellietoperators. De mogelijke frequentiebehoefte van de MNO's kan in deze eerste fase (met uitzondering van de negen cirkel vormige gebieden) onverkort worden gefaciliteerd.

Voor- en nadelen vanuit verschillend perspectief

Vanuit perspectief van	Voordelen	Nadelen

FS belanghebber	Hoeft in de eerste periode geen rekening te houden met FSS buiten de 9 regio's.	- FSS krijgt afhankelijk van de ontwikkelingen de mogelijkheid van het gebruik van de hele band in het gehele land. - Wijziging van uitgiftebeleid moet goed uitgelegd worden. Het lijkt simpeler dan het is.
FSS belanghebber	Heeft beschikking over de gehele frequentieband in gebieden met weinig straalverbindingen.	- Het is onbekend wanneer de cirkelvormige gebieden voor FSS komen te vervallen. (zie hierboven) - Wijziging van uitgiftebeleid moet goed uitgelegd worden. Het lijkt simpeler dan het is.
Agentschap Telecom	Er zal een duidelijk kantelmoment zijn waarna frequentieruimte landelijk efficiënter kan worden gebruikt.	- Deze optie heeft impact op de planningstool en zal een maatwerk aanpassing zijn (ICT doorlooptijd en toekomstige onderhoudsrisico's en kosten) naar een nieuw conceptueel model. - Administratief moet bijgehouden worden wanneer een vergunning wijzigt van secundaire status naar primaire status.

Algemene vragen

- Houdt deze optie rekening met de ontwikkelingen en (wijze van) implementatie van de relevante Decisions op dit gebied in de Europese lidstaten en draagt deze optie bij aan een geharmoniseerde aanpak?
De huidige ECC Decisions (zie paragraaf 5.3) en de European Common Allocation tabel (ERC report 25) staan deze optie niet in de weg. Dit rapport betreft gecoördineerde vast opgestelde satellietgrondstations. Er is in Europa geen geharmoniseerde aanpak van dit soort gebruik in de 28 GHz-band.
- In welke mate houdt deze optie rekening met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden?
Deze optie is in lijn met het Frequentiebeleid waarin wordt gesteld dat frequentieruimte zoveel mogelijk gedeeld moet worden. Zie het Nationaal Frequentiebeleid 2016. De uiteindelijke implementatie van optie d (waarmee beide diensten co-primair gemaakt worden) wordt met deze optie g pas op termijn (met een nog nader vast te stellen datum) bereikt.
- Dekt de potentieel beschikbaar gestelde ruimte ook de behoefte voor de huidige FSS-belanghebbenden?
Deze optie dekt de frequentiebehoefte van de huidige FSS-belanghebbenden in de eerste fase gedeeltelijk. Er zijn FSS-belanghebbenden die meerdere locaties willen gebruiken. Voor een aantal

zal 9 gebieden voldoende zijn en voor een aantal niet. In welke mate dit invloed heeft op de business case zal per belanghebbende verschillen. Als de hele band in het gehele land beschikbaar komt zal het voldoen de behoefte van alle FSS belanghebbende

- d. Wat is de mate van acceptatie voor deze optie bij de FS en FSS-sector?
Aan stakeholders is hun visie over de opties gevraagd. De verslaglegging hiervan is opgenomen in Bijlage 4.
- e. Binnen welk termijn kan optie g voor FSS worden gerealiseerd?
Om deze optie te realiseren is zijn een aantal werkzaamheden nodig:
- Wijziging van het NFP
 - Inrichting van de processen binnen AT
 - Vanwege een nieuw conceptueel uitgangspunt is maatwerk van de planningstools noodzakelijk

Deze optie is voor de realisatie sterk afhankelijk van externe partijen, want de frequentieplanningstool moet aparte geografische gebieden kunnen onderscheiden met verschillende criteria voor FS en FSS. Dit is minder het geval voor de opties a, b en d. Het is de vraag of voor opties c, f en g realisatie in 2022 wel een reële verwachting is gezien de huidige problemen die de ICT dienstverlener heeft met het aanbieden van een stabiele ICT-omgeving voor de planningstool voor straalverbindingen. Een opdracht voor aanpassing moet ook nog plaatsvinden. Zo'n aanpassing zal ook veel tijd en geld kosten.

7 Resultaten onderzoek interferentie FS versus FSS satellieten

De 28 GHz-band is een ontvangstband voor satellieten. Om satellieten te beschermen tegen straalverbindingen is er een richtlijn voor coördinatie tussen FS en FSS vastgesteld in ITU-R SF.765. Deze richtlijn dient ter bescherming van GSO-satellieten en moet voorkomen dat FS-antennes naar de geostationaire satellietbaan wijzen.

Overeenkomstig Radio Regulations artikel S21.3 mag het equivalent isotropisch uitgestraald vermogen (EIRP) van een FS-station maximaal 55 dBW bedragen. Als gevolg daarvan moeten de locaties voor FS-stations met een dergelijk maximale EIRP zodanig worden gekozen dat de stralingshoek voldoende is gescheiden van een GSO satelliet zodat deze waarde niet wordt overschreden.

Deze uitvoering is effectief, want tot nu heeft Nederland nog geen Report of Harmful Interference ontvangen van satellietorganisaties die gebruik maken van de 28 GHz-band.

8 Visie stakeholders

De beschreven opties zijn in individuele informatiesessies voorgelegd aan zeven stakeholders¹² van de 28 GHz-band. Deze sessies hebben plaatsgevonden tussen 22 februari 2022 en 8 maart 2022 en hadden een overwegend informeel karakter met de mogelijkheid voor stakeholders om op elke optie te reageren. De stakeholders zijn geïnformeerd over 'work in progress'. Van elke sessie is een verslag beschikbaar waarvan een afschrift naar de stakeholders is gegaan waarop men kon reageren. De definitieve versies zijn als bijlage opgenomen. Een overzicht van de belangrijkste reacties:

Mobiele Netwerk Operators

█ gaven aan de snelheid van de vergunningverlening zeer belangrijk te vinden en vragen hier aandacht voor. Dit gaven zij aan als reactie op de getoonde voor- en nadelen tabellen waarin als nadeel is opgenomen dat het moeten doen van frequentieplanning tussen beiden diensten mogelijk tot een langere doorlooptijd leidt.

█ zou, als er cirkelvormige gebieden ingevoerd worden, deze bij voorkeur zien in stedelijk gebied omdat zij daar voldoende glasvezel kan gebruiken. █ geeft daarentegen de voorkeur aan voor invoering in buitengebieden omdat zij daar gebieden voorziet waar geen straalverbindingen worden verwacht.

█ is bezorgd over de migratie uit de 26 GHz-band. De reden voor deze bezorgdheid is de tijdslijn waarop eerst de 28 GHz NFP-wijziging wordt doorgevoerd en pas geruime tijd later de migratie. De operator benadrukt dat de eindpunten van 26 GHz-straalverbindingen vastliggen en er alleen naar de 28 GHz gemigreerd zou kunnen worden¹³. Zij vreest dat er in de tijd tussen de 28 GHz NFP-wijziging en de migratie naar de 28 GHz-band door derden vergunningen voor de 28 GHz-band aangevraagd worden (dit kan zowel FS als FSS zijn) die de operator verhinderen om 1-op-1 vanuit de 26 GHz naar de 28 GHz-band te kunnen migreren. Of FSS beperkingen geeft hangt af van de gekozen optie.

█ vroegen zich af of FS in eventuele navolging van FSS ook van de gehele 28 GHz-band gebruik zou kunnen maken¹⁴.

█ gaven aan dat de 32 GHz-band onvoldoende extra capaciteit kan bieden als vervanging van de 28 GHz-band en als onderdeel van een multiband met hoger gelegen banden.

Satelliet operators

Optie a: FSS als secundaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden Twee van de drie satellietoperators vinden optie a minder aantrekkelijk omdat hiermee door het secundaire gebruiksrecht blijvend onzekerheid bestaat over het kunnen gebruiken van het voor FSS bestemde extra spectrum.

¹²

¹³ Ook de andere frequentiebanden staan open voor migratie.

¹⁴ Nee, want het huidige FSS spectrum wordt door ongecoördineerde stations gebruikt (vergunning vrij). Dat wil zeggen dat er geen zicht is op deze groep gebruikers en daardoor interferentie niet kan worden uitgesloten door het doen van frequentieplanning.

Optie b: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan een deel van de FS-subbanden
vindt optie b "difficult" omdat hiermee geen toegang tot de volledige 28 GHz-band wordt geboden. vindt optie b een verbetering ten opzichte van optie a.

Optie c: FSS als primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden – onder geografische beperkingen

Voor is optie c waarin negen cirkels worden voorgesteld niet voldoende. Naar aanleiding van de presentatie heeft informatie toegestuurd over 19 locaties. zou Burum graag in een cirkelvormig gebied zien liggen.

Optie d: FSS als co-primaire dienst toevoegen aan alle FS-subbanden - verdeling op basis van FCFS

kan zich volledig vinden in optie d en zegt dat een co-primaire bestemming tussen FS en FSS geen hindernis van betekenis is gelet op de kleine kans op interferentie tussen beide diensten.

Optie f: Combinatie van opties b en c

zou graag zien dat het eenvoudig is om nieuwe cirkelvormige gebieden te kunnen toevoegen of dynamisch (verplaatsing/kleiner/groter) te laten zijn voor bijvoorbeeld nieuwkomers.

Optie g: Combinatie van opties c en d

vindt dit een prima optie omdat het, weliswaar langzamer, uiteindelijk leidt naar hetzelfde resultaat als van optie d.

9 Behoeftelinventarisatie

9.1

FS

Er zijn onder de stakeholders behoeften waargenomen die te verdelen zijn naar behoeften voor de korte en middellange termijn. De informatie is tijdens het overleg met de stakeholders geverifieerd.

Korte termijn (van 0 tot 2 jaar vanaf heden)

Op de korte termijn is er geen extra behoefte bij de MNO's aan straalverbindingen in de 28 GHz-band. [REDACTED]

Op korte termijn is te verwachten dat er gebruik vanuit de 3.5 GHz-band naar de 28 GHz-band zal verplaatsen. Onderdeel hiervan is de NFP wijziging van begin 2022.

Middellange termijn (2 tot 10 jaar)

Drie FS-vergunninghouders geven aan behoefte te hebben aan capaciteit in de 28 GHz-band.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

9.2

FSS

De korte termijn behoefte is vooral aanwezig bij satellietoperators die nu al gebruik maken van ongecoördineerde sub-banden in de 28 GHz-band. Een van deze operators zou het liefst op zeer korte termijn al gebruik willen gaan maken van de volledige 28 GHz-band. In totaal hebben alle satellietoperators interesse in gebruikmaking van de volledige 28 GHz-band op momenteel gezamenlijk 20 nieuwe locaties voor satellietgrondstations. Het totaal aantal locaties voor satellietgrondstations dat nu is voorzien komt daarmee op 22¹⁵. Het beoogde gebruik is voorzien voor een looptijd van 15 tot 20 jaar.

¹⁵ Op één locatie kunnen meerdere satellietgrondstations worden geplaatst.

In dit hoofdstuk wordt het resultaat van de weging van bovenstaande hoofdstukken door AT als advies aan DE opgenomen. Onderdeel hiervan is de uitvoerbaarheid van de voorgestelde opties en de combinaties daarvan.

10.1

Waarom dit onderzoek

De vraag die beantwoord moet worden is op welke manier de extra spectrumbehoefte voor de dienst FSS voor het gebruik van de frequentieband 27,5– 29,5 GHz kan worden gehonoreerd, waarbij rekening wordt gehouden met de beschikbaarheid van deze band voor toekomstig gebruik van Fixed Service (FS, waaronder OOV cameratoezicht).

Inzichtelijk moet worden gemaakt wat de spectrumbehoefte in deze frequentieband is voor de langere termijn. Ten aanzien van de wijze waarop de verdeling tot stand komt dient rekening te worden gehouden met flexibiliteit voor toekomstig FS en FSS gebruik.

10.2

Waardering van de opties

Verschillende invalshoeken geven een beeld van de kwaliteit van de opties. De invalshoeken zijn hieronder te onderscheiden in welke mate er aan de FSS behoefte wordt voldaan, de sharingsdoelstelling wordt gehaald en de optie uitvoerbaar is. Voor de volledigheid is in de laatste sub-paragraaf het perspectief voor de FS-gebruikers weergegeven.

10.2.1

In welke mate wordt er in de behoefte voorzien van FSS?

- Optie a geeft FSS secundaire status in FS-banddelen.
Deze optie voorziet in de behoefte van FSS maar geeft onvoldoende zekerheid voor FSS.
- Optie b geeft FSS primaire status in een gedeelte van FS-banddelen.
Deze optie voorziet met ongeveer de helft in het aan FS toegewezen spectrum in de behoefte en biedt meer zekerheid dan optie a.
- Optie c geeft FSS primaire status in FS-banddelen in negen cirkelvormige gebieden.
Deze optie voorziet voor ongeveer de helft in de gewenste locatiebehoefte waar in elke cirkel de volledige spectrumbehoefte van FSS wordt ingevuld. Deze optie biedt meer zekerheid dan optie a.
- Optie d geeft FSS primaire status in FS-banddelen.
Deze optie voorziet in de volledige behoefte van FSS.
- Optie f geeft FSS primaire status in FS-banddelen binnen de negen cirkelvormige gebieden en een secundaire status in een gedeelte van FS-banddelen buiten de cirkelvormige gebieden.
Deze optie biedt meer locaties dan optie c maar biedt minder zekerheid voor het spectrum buiten de cirkels.

- Optie g geeft FSS primaire status in FS-banddelen in negen cirkelvormige gebieden en op termijn ook buiten de cirkelvormige gebieden.

Deze optie voorziet op langere termijn in de volledige behoefte van FSS.

10.2.2

In welke mate wordt de sharingsdoelstelling gehaald?

De Nota Frequentiebeleid 2016 geeft aan dat een oplossing voor het verdelen van frequentieruimte gezocht moet worden in verbeterde 'sharing' methoden en technieken, waarbij onderlinge interferentie moet worden voorkomen met "slimme", op compatibiliteitsstudies gebaseerde, gebruiksvoorwaarden die rekening houden met te verwachten gebruikersdichtheden. Het spectrum wordt in de 28 GHz-band in de huidige situatie niet geshared tussen de radiodiensten FS en FSS. Dit onderzoek verkent met de verschillende opties de mate waarin sharing mogelijk is.

De mate waarin sharing per optie wordt gerealiseerd kan als volgt worden samengevat:

- Optie a: Sharing is generiek mogelijk, maar op niet-gelijkwaardige basis.
- Optie b: Sharing is in ongeveer de helft van het beschikbare spectrum op gelijkwaardige basis mogelijk.
- Optie c: Sharing wordt geografisch beperkt en is deels op ongelijkwaardige basis mogelijk.
- Optie d: Sharing is generiek en op gelijkwaardige basis mogelijk.
- Optie f: Sharing is in ongeveer de helft van het beschikbare spectrum op gelijkwaardige basis mogelijk. In de overige helft van het beschikbare spectrum wordt sharing geografisch beperkt en is daar deels op ongelijkwaardige basis mogelijk.
- Optie g: Sharing wordt in eerste instantie geografisch beperkt en is daarbij deels op ongelijkwaardige basis mogelijk. Op termijn zal de geografische beperking worden opgeheven en wordt sharing generiek en op gelijkwaardige basis mogelijk.

10.2.3

Wat is de uitvoerbaarheid van de optie?

- De uitvoerbaarheid van optie a sluit aan bij de huidige processen. Voor het beoordelen en verwerken van scenario's rond een secundaire status zal een nieuwe procedure moeten worden ingericht.
- De uitvoerbaarheid van optie b sluit aan bij de huidige processen.
- Voor de uitvoerbaarheid van optie c zal het planningstool moeten worden aangepast naar een nieuw conceptueel model.
- De uitvoerbaarheid van optie d sluit aan bij de huidige processen.
- Voor de uitvoerbaarheid van optie f zal het planningstool moeten worden aangepast naar een nieuw conceptueel model.
- Voor de uitvoerbaarheid van optie g zal het planningstool moeten worden aangepast naar een nieuw conceptueel model.

10.2.4

Wat is het perspectief voor FS?

Over het algemeen kan worden gesteld dat er een zeer geringe kans is dat FS verbindingen hinder kunnen ondervinden van een FSS grondstation a.g.v. het directieve gebruik door beide diensten. Als onderdeel van de beoordeling van alle vergunningaanvragen wordt het interferentiescenario onderzocht, zodat er geen vergunningen worden uitgegeven met kans op interferentie.

- Optie a laat het huidige spectrum beschikbaar voor FS, maar het kan voorkomen dat het agentschap vraagt om op vrijwillige basis rekening te houden met de aanwezigheid van een FSS-grondstation.
- Optie b laat het huidige spectrum beschikbaar voor FS. Een deel is exclusief beschikbaar voor FS en een ander deel wordt op basis van FCFS (co-primair) uitgegeven. Een aanvrager van een nieuwe vergunning in de gesharede band kan, in uitzonderlijk geval, een mitigerende maatregel moeten treffen.
- Optie c geeft FS exclusief toegang tot het huidige spectrum, behalve in de cirkelvormige gebieden. In die cirkelvormige gebieden is er uitsluitend op secundaire basis toegang. Storing door FSS gebruik in de cirkelvormige gebieden wordt door frequentieplanning voorkomen. Ook FS-gebruik in de nabijheid van de cirkelvormige gebieden, zou in beperkte mate beperkingen kunnen ondervinden van het FSS-gebruik.
- Optie d laat het huidige spectrum beschikbaar voor FS, maar het wordt gedeeld (co-primair) met FSS op basis van FCFS. Storing door FSS wordt door frequentieplanning voorkomen. In deze optie is er geen exclusief spectrum voor FS.
- Optie f geeft FS toegang tot het huidige spectrum. In de cirkelvormige gebieden is er uitsluitend op secundaire basis toegang. Storing door FSS-gebruik wordt door frequentieplanning voorkomen.
- Optie g laat het huidige spectrum beschikbaar voor FS, maar het wordt in de cirkelvormige gebieden gedeeld (co-primair) met FSS op basis van FCFS en op termijn overal. Storing door FSS wordt door frequentieplanning voorkomen. Op termijn is er geen exclusief spectrum voor FS.

10.3

Aanbeveling

10.3.1 Voorkeursoptie

Optie	Behoefte FSS	Sharing	Uitvoerbaarheid
a	★★☆☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆☆
b	★★★★☆☆	★★☆☆☆☆	★★★★★★
c	★★★★☆☆	★★★★☆☆	★★☆☆☆☆
d	★★★★★★	★★★★★★	★★★★★★

f	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
g	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆

10.3.2 Voorwaarden FSS antenne

Om sharing met FS te optimaliseren adviseert AT dat er voorwaarden worden verbonden aan de vergunningverlening voor satellietgrondstations¹⁶, door het stellen van eisen aan de kwaliteit en de elevatiehoek van de FSS-antenne. Deze voorwaarden kunnen worden vastgelegd in een nog op te stellen beleidsregel of in een document dat beschikbaar is via de website van Agentschap Telecom.

10.3.3 Aanvullend onderzoek

Uit de inventarisatie met de stakeholders beveelt AT DE aan om in aansluiting op het te nemen besluit over de 28 GHz-band een aanvullend onderzoek te doen naar toekomstige frequentiebehoeften in de bestaande frequentiebanden 23-, 26-, 32 GHz. Wellicht dat het ongebruikte TDD spectrum ook aan dit aanvullende onderzoek kan worden toegevoegd:

- 27,8285-27,9405 GHz (CEPT/ECC/REC/(01)05)
- 31-31,3 GHz (CEPT/ECC/REC/(02)02)

¹⁶ In deze tekst betreft het grondstations die bij een eventuele NFP wijziging kunnen worden vergund in de frequentiebanddelen die nu exclusief beschikbaar zijn voor FS.

Bijlage

1. ECC Decision (05)01, Annex 1: Band segmentation for FSS and FS in the band 27,5-29,5 GHz (Bron: ECC)

[illegible]



2. Optie c: middelpunten van negen cirkels

In onderstaand Excel document staan plaatjes gemaakt vanuit Google Earth met de negen cirkelvormige gebieden met hun middelpunten.



Optie c middelpunten

3. Interferentie-onderzoek FS-FSS

Om te onderzoeken welke ruimte er in de 28 GHz-band beschikbaar is voor een primaire FSS dienst, is er een interferentieonderzoek uitgevoerd. Hieruit volgt een inschatting van de geografische onderlinge afstand die ten minste nodig is om een straalverbinding (FS) naast een satellietgrondstation (FSS) te kunnen laten functioneren. Het onderzoek is uitgevoerd met het frequentieplanningstool dat dagelijks gebruikt wordt voor het plannen van straalverbindingen. Deze planningstool is in aanleg ook geschikt om interferentieberekeningen uit te voeren tussen satellietverbindingen en straalverbindingen. Gedurende de looptijd van dit project zijn in het frequentieplanningstool door de leverancier enkele verbeteringen aangebracht.

Een aantal satellietoperators hebben belangstelling getoond voor het gebruik van de gehele 28 GHz-band. Het type grondstation kan worden onderverdeeld in GSO en NGSO.

Geostationary Satellite Orbit (GSO)

De meeste operators willen 1 of 2 grondstations plaatsen die communiceren met een satelliet boven de evenaar (GSO). Een enkele operator is voornemens om 19 grondstations te plaatsen. Voor het interferentie-onderzoek in relatie met GSO-grondstations is daarom gekozen om de karakteristieken van een dergelijk grondstation als uitgangspunt te nemen. Als FSS impact heeft op FS, dan zal deze met het grootste aantal grondstations de grootste impact hebben.

Deze operator maakt gebruik van een geostationaire satelliet en daarmee staan de antennes van de grondstations gericht op één vast punt op de zuidelijke horizon. Karakteristieken van satellietgrondstations t.b.v. geostationaire satellieten zijn veelal vergelijkbaar en daarmee zijn de uitkomsten representatief voor grondstations van andere operators die gebruik maken van geostationaire satellieten.

Non-Geostationary Satellite Orbit (NGSO)

Daarnaast wordt belangstelling getoond voor het gebruik van één of twee locaties voor satellietgrondstations t.b.v. een non-geostationair satellietnetwerk in de gehele 28 GHz-band. De antenne van dit type grondstation volgt niet-geostationaire satellieten in een gedeelte van zijn baan om de aarde. De elevatiehoek waaronder het satellietgrondstation uitzendt zal nooit lager zijn dan 25 graden ten opzichte van

de horizon. Waarbij in zuidelijke richtingen (azimut) de mate waarin de antenne naar boven straalt (= elevatie van de hoofdstraalrichting) steeds hoger komt te liggen, om de satellieten in een geostationaire baan boven de evenaar te beschermen. Op deze manier zal de elevatie van een grondstation t.b.v. non-geostationaire satellieten in zuidelijke richting altijd hoger liggen dan de elevatie van een grondstation t.b.v. geostationaire satellieten.

Het interferentiegebied tussen het satellietgrondstation en de straalverbinding is ellipsvormig. Om dit te beschrijven zijn de maximale afstanden van noord naar zuid en de breedte van het interferentiegebied in onderstaande scenario's uitgewerkt.

Beschrijving uitgangspunten

a Antennediscriminatie

Het interferentieonderzoek is uitgevoerd met het planningstool dat AT gebruikt voor het toewijzen van frequentieruimte voor straalverbindingen. De figuren die hieronder zijn weergegeven zijn screen shots uit het gebruikte planningstool. Bij het berekenen van interferentie tussen straalverbindingen onderling wordt alleen gebruik gemaakt van het antennediagram in het horizontale vlak. Antennes van satellietgrondstations hebben een elevatie van 25 graden of meer naar boven en daarom is het belangrijk om de antennekarakteristieken in het verticale vlak ook mee te nemen bij de berekeningen. Voor dit onderzoek wordt dus rekening gehouden met antennestralingsdiagrammen in het horizontale en verticale vlak. In het geval dat de antennegegevens van een straalverbinding geen informatie bevat over het stralingsdiagram in het verticale vlak, zijn de gegevens van de horizontale doorsnede voor het verticale vlak overgenomen. Dit is mogelijk omdat de stralingsdiagrammen voor het verticale en horizontale vlak van paraboolantennes identiek zijn. De introductie van deze methodiek maakt het mogelijk om antennediscriminatie calculaties uit te voeren die semi-3D genoemd kunnen worden.

b Clutter

In dit interferentiescenario is ten behoeve van berekeningen voor een worst-case benadering geen rekening gehouden met de aanwezige clutter. Wanneer de aanwezigheid van clutter wel wordt meegenomen zal het ontvangen stoorsignaal kleiner worden, doordat dit vanaf een zendhoogte van 3 meter door de aanwezige omgevingsfactoren zoals begroeiing wordt gedempt.

Scenario's GSO

Voor het onderzoek zijn er twee straalverbindingen gepland met een linklengte van 7 km. Deze linklengte is genomen, omdat dit de maximale linklengte is die in de 28 GHz-band door MNO's worden gebruikt. Er is een Noord-Zuid link genomen en een Oost-West link. In het midden van beide straalpaden is het satellietgrondstation opgesteld met een zuidelijke antenne-oriëntatie (180 graden). De ontvangers van de opstelpunten Es-P580-test en Es-P580-test2 zijn co-channel met de zendfrequentie van het satellietgrondstation. Deze situatie wordt in het onderstaande plaatje weergegeven. Ons land is voor het grootste deel vlak en het maakt voor de berekeningen niet veel uit in welk gebied de berekeningen worden uitgevoerd.



Er zijn voor de opstellpunten Es-P580-test en Es-P580-test2 berekeningen uitgevoerd met een schotelantenne van 60 cm en 30 cm, respectievelijk variant 1 en variant 2. De interferentieberekeningen zijn uitgevoerd uitgaande van een bandbreedte van 28 MHz zowel voor de straalverbindingen als voor de satellietverbinding.

Parameters satellietgrondstation

Hieronder staan de gegevens die voor het satellietgrondstation zijn gebruikt. De antennekarakteristieken zijn representatief voor het grondstation. Het satellietgrondstation maakt gebruik van een schotelantenne met een diameter van 2,4 meter en staat 3 meter boven het maaiveld. Voor de berekeningen is uitgegaan van de gemiddelde richting die een grondstation in Nederland kan hebben naar een satelliet op de geostationaire baan. De azimut en elevatie van de antenne is afhankelijk van de locatie van het basisstation in Nederland en varieert in ons voorbeeld respectievelijk van 166,9 tot 171,7 graden en van 28,7 tot 31,2 graden. De satelliet straalt dus niet exact 180 graden naar het zuiden, maar naar een werkelijke satellietpositie van 169,3 graden. Voor satellietcommunicatie wordt circulaire polarisatie toegepast, echter in onze berekeningen is voor een worst case scenario eenzelfde polarisatie gebruikt als bij de straalverbinding.

Station / Area Editor

Location

Name: 28 GHz - GSO

Remarks: GSO
Azimuth range in the Netherlands, deg 166.9 to 171.7
Elevation range in the Netherlands, deg 28.7 to 31.2

Site: SA - test1+2

Coordinates: 52° 30' 00" N 4° 11' 00" E

Coordinate System: Longitude - Latitude - WGS 84

Ground Height: 0 m Use Map Height: 0 m

Technical Data

Frequency Type: ☒ TX/RX Frequencies ☐ Frequency Range

Frequency: Lower: 28136,5 MHz Upper: 28164,5 MHz

Device: 28G028M128QAM

Antenna: 2-4_m interpolated

Antenna Gain: 52 Antenna Height: 3 m

Azimuth: 169,3 Elevation: 29,95

Polarization: V Bandwidth: 28 MHz

Power: 46,3 Threshold: -62 dBm

Antenna Editor

Essentials Advanced

Name: 2-4_m interpolated

State: ☒ Enabled

Manufacturer: [Redacted]

Variant Name:

Diameter: 60 cm

Min. Freq.: 27500 MHz

Max. Freq.: 30000 MHz

Antenna Gain: 52

Pattern Cut: Azimuth

Provision: ☒ Provisioned

Overview H-Co H-Cross V-Co V-Cross

Antenna Editor

Essentials Advanced

Name: 2-4_m interpolated

State: ☒ Enabled

Manufacturer: [Redacted]

Variant Name:

Diameter: 30 cm

Min. Freq.: 27500 MHz

Max. Freq.: 30000 MHz

Antenna Gain: 52

Pattern Cut: Elevation

Provision: ☐ Provisioned

Overview H-Co H-Cross V-Co V-Cross

Parameters straalverbindingen

Hieronder staan de gegevens die voor de straalverbindingen zijn gebruikt. Er zijn twee straalverbindingen gepland. Er is een Noord-Zuid link en een Oost-West link. Van de Noord-Zuid link luistert het zuidelijke opstelpunt op de frequentie waarop het satellietgrondstation zendt. Voor de Oost-West link is dat het oostelijk opstelpunt. De linklengte voor beide straalverbindingen is 7 km en de gebruikte bandbreedte is 28 MHz (op de center frequentie, zie figuur) wat overeen komt met de frequentie range (van Lower- tot Upper Frequency) van het satellietgrondstation.

Tevens staan hieronder de karakteristieken van de schotelantennes met een diameter van 60 cm en 30 cm respectievelijk variant 1 en variant 2.

Noord-Zuid

Name: 6479318001 - test	Operator: Naam 2	Oper. Mode:	Type:
Text 1:	Status: Operational	License:	License:
Text 2:	Lic. Date: 20-10-2010	Capex/Opex:	Capex/Opex:
Text 3:	Freq. Plan: 280.028	Distance: 6,998 km	
Remark:			

Technical Data			
Frequency: L22	28150,5	Frequency: U22	29158,5
Polarization: V	Power: 32	ATPC:	ATPC:
Ant. Height: 60	Azimuth: 180,00	Elevation: -0,02	Ant. Height: 60
Azimuth: 180,00	Elevation: -0,02	Ant. Height: 60	Azimuth: 0,00
Elevation: -0,02			Elevation: -0,02

Site Summary			
Name: Ode - test	Name: Es-P580 - test		
Code Name: codenaam 9173	Site ID 1:	Code Name: codenaam 9172	Site ID 1:
Longitude: 005° 39' 40,00"	Height: -4m	Longitude: 005° 39' 40,00"	Height: -4m
Latitude: 52° 29' 46,59"	Building Height:	Latitude: 52° 28' 00,00"	Building Height:

Device Summary	
Name: 28G028M128QAM	Name: 28G028M128QAM
Variant: 28 MHz	Variant: 28 MHz

Antenna Summary	
Name: A06283P	Name: A06283P
Gain: 42,4 dBi	Gain: 42,4 dBi

Insertion Losses	
Additional:	Total: 0 dB

Oost-West

Link Data: H0L201010108C7010401			
Name: 6479318001 - test2	Operator: Naam 2	Oper. Mode:	Type:
Text 1:	Status: Operational	License:	License:
Text 2:	Lic. Date: 20-10-2010	Capex/Opex:	Capex/Opex:
Text 3:	Freq. Plan: 280.028	Distance: 7,007 km	
Remark:			

Technical Data			
Frequency: L22	28150,5	Frequency: U22	29158,5
Polarization: V	Power: 32	ATPC:	ATPC:
Ant. Height: 60	Azimuth: 89,96	Elevation: -0,02	Ant. Height: 60
Azimuth: 89,96	Elevation: -0,02	Ant. Height: 60	Azimuth: 273,04
Elevation: -0,02			Elevation: -0,02

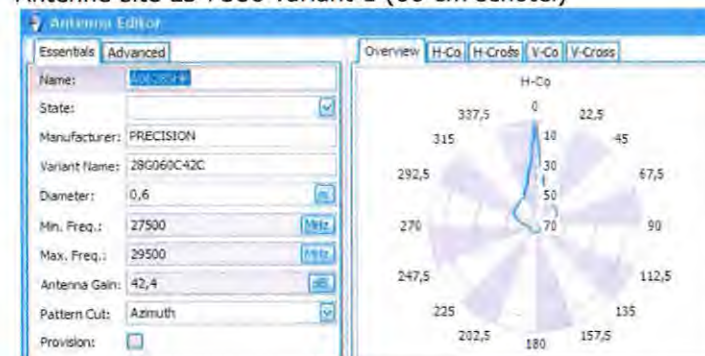
Site Summary			
Name: Ode - test2	Name: Es-P580 - test2		
Code Name: codenaam 9173	Site ID 1:	Code Name: codenaam 9172	Site ID 1:
Longitude: 005° 06' 33,80"	Height: -4m	Longitude: 005° 42' 46,20"	Height: -4m
Latitude: 52° 27' 53,50"	Building Height:	Latitude: 52° 27' 53,50"	Building Height:

Device Summary	
Name: 28G028M128QAM	Name: 28G028M128QAM
Variant: 28 MHz	Variant: 28 MHz

Antenna Summary	
Name: A06283P	Name: A06283P
Gain: 42,4 dBi	Gain: 42,4 dBi

Insertion Losses	
Additional:	Total: 0 dB

Antenne site Es-P580 variant 1 (60 cm schotel)



Antenne site Es-P580 variant 2 (30 cm schotel)



Parameters interferentieberekening

De parameters die voor de interferentieberekeningen zijn gebruikt maken onderdeel uit van het interferentierapport die aan ieder scenario in pdf-format is toegevoegd.

Satellietgrondstation in het midden van het straalpad

Uitgangssituatie: Het satellietgrondstation is halverwege de straalverbinding gepositioneerd. Dit wordt hieronder in het plaatje geïllustreerd.



De satelliet straalt niet exact 180 graden naar het zuiden, maar naar een werkelijke satellietpositie van 169,3 graden. Daarna wordt het totale geografische gebied waarbinnen zich interferentie kan voordoen door iteratieve verplaatsing van het satellietgrondstation in kaart gebracht.

Antenne site Es-P580 variant 1

Onderstaand de resultaten van de berekeningen van het effect op de Noord-Zuid link en de Oost-West link. De straalverbindingen maken gebruik van een schotelantenne met een diameter van 60 cm. In beide gevallen is te zien de gewenste T/I van de straalverbinding niet wordt bereikt. In de onderstaande berekeningsresultaten is 'Separation angle' (= hoek tussen 'Azi. want. RX' en 'Azi. to aff. RX') de afwijking van de antenne van het FSS-grondstation in de richting (horizontale vlak) van de ontvangstantenne van de FS-verbinding.



SA -



SA -



SA -



SA -

AzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylind

Onderstaand de resultaten van de berekeningen van het effect op de Noord-Zuid link en de Oost-West link. De straalverbindingen maken gebruik van een schotelantenne met een diameter van 30 cm. In beide gevallen is te zien de gewenste T/I van de straalverbinding niet wordt bereikt.

Antenne site Es-P580 variant 2



SA -



SA -



SA -



SA -

AzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylind

Oost-West link interferentievrij wanneer

Een interferentievrije situatie wordt bereikt wanneer het satellietgrondstation uit de hoofdstraalrichting van de straalverbinding wordt geplaatst. De link is interferentievrij nadat het satellietgrondstation minstens 250 meter naar het noorden werd geplaatst. Dit is zowel het geval voor de straalverbindingen met een antenne met een diameter van 60 cm(1) als voor 30 cm(2). In beide gevallen werd de gewenste T/I voor de straalverbinding bereikt. Zie onderstaande plaatje en berekeningen. Het plaatje geeft de verschuiving van het satellietgrondstation aan ten opzichte van de centrale positie om een storingsvrije situatie te bereiken. De radius van de cirkel om het verplaatste grondstation is 250 meter.



SA -



SA -



SA -



SA -

AzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylind AzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylind
1. 2.

De link is ook interferentievrij nadat het satellietgrondstation ca. 200 meter naar het zuiden werd geplaatst. Dit is zowel het geval voor de straalverbindingen met een antenne met een diameter van 60 cm(1) als voor 30 cm(2). In beide gevallen werd de gewenste T/I voor de straalverbinding bereikt. Zie onderstaande plaatje en berekeningen. Het plaatje geeft de verschuivingen van het satellietgrondstation aan ten opzichte van de centrale positie om een storingsvrije situatie te bereiken. De radius van de cirkel om het verplaatste grondstation is 194 meter.



SA -



SA -



SA -



SA -

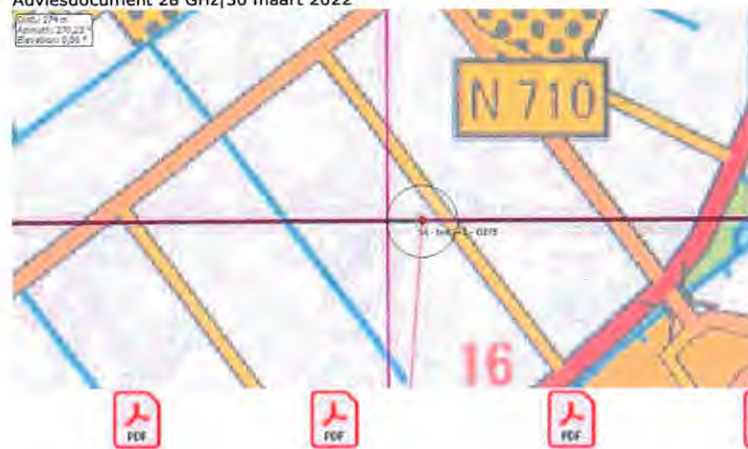
AzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylind AzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylind
1. 2.

Bij de Oost-West link is (zonder gebruik van clutterinformatie) een padbreedte van ca. $250+200 \approx 450$ meter waarbinnen er theoretisch sprake kan zijn van een mate van interferentie.

Noord-Zuid link interferentievrij wanneer

Een interferentievrije situatie wordt bereikt wanneer het satellietgrondstation uit de hoofdstraalrichting van de straalverbinding wordt geplaatst.

De link is interferentievrij nadat het satellietgrondstation 275 meter naar het oosten werd geplaatst. Dit is zowel het geval voor de straalverbindingen met een antenne met een diameter van 60 cm(1) als voor 30 cm(2). In beide gevallen werd de gewenste T/I voor de straalverbinding bereikt. Zie onderstaande plaatje en berekeningen. Het plaatje geeft de verschuivingen van het satellietgrondstation aan ten opzichte van de centrale positie om een storingsvrije situatie te bereiken. De radius van de cirkel om het verplaatste grondstation is 274 meter.



SA -

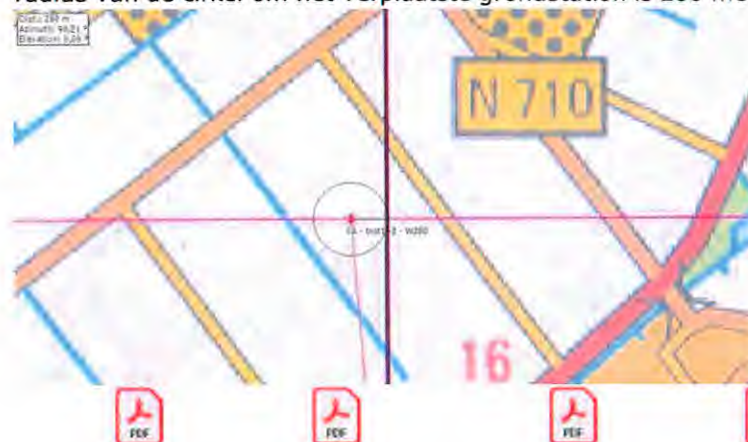
SA -

SA -

SA -

1. AzimuthElevationCylind 2. AzimuthElevationCylind

De link is ook interferentievrij nadat het satellietgrondstation ca. 280 meter naar het westen werd geplaatst. Dit is zowel het geval voor de straalverbindingen met een antenne met een diameter van 60 cm(1) als voor 30 cm(2). In beide gevallen werd gewenste T/I voor de straalverbinding bereikt. Zie onderstaande plaatje en berekeningen. Het plaatje geeft de verschuivingen van het satellietgrondstation aan ten opzichte van de centrale positie om een storingsvrije situatie te bereiken. De radius van de cirkel om het verplaatste grondstation is 280 meter.



SA -

SA -

SA -

SA -

1. AzimuthElevationCylind 2. AzimuthElevationCylind

Bij een Noord-Zuid link is (zonder gebruik van clutterinformatie) een padbreedte van ca. $275+280 \approx 550$ meter waarbinnen er theoretisch sprake kan zijn van een mate van interferentie.

Satellietgrondstation in het verlengde van het straalpad op grote afstand van de straalverbindingen

Om de effecten ook in het verlengde van het straalpad van de straalverbinding in kaart te brengen is het grondstation naar het noorden verplaatst. De verplaatsing is dusdanig dat bij een nog grotere afstand er geen vermindering is van de performance van de straalverbindingen (= interferentie buiten de afgesproken tolerantie conform ETSI EN 302 217-02) bij een hoogte van een ontvangstantenne van de FS-verbinding op 60 meter¹⁷. De afstanden van het satellietgrondstation tot aan de straalverbinding zijn dan:

¹⁷ De gemiddelde antennehoogte in de 26 GHz en 28 GHz-band is 36,5m.

- 35,7 kilometer (60 cm schotel)



SA - AzimuthElevationCylind

- 31,2 kilometer (30 cm schotel)



SA -

AzimuthElevationCylind

Vervolgens is ook op ongeveer halverwege die afstand (18 en 15,5 km) een berekening gemaakt over welke afstand het satellietgrondstation verplaatst zou moeten worden om geen storing op de straalverbindingen te veroorzaken. Wanneer er rekening gehouden wordt met de gemiddelde ontvangsthoopte van een FS-verbinding (=36,5 meter) wordt de storingsafstand (mede door de topografische situatie) beperkt tot ca. 22,4 km.



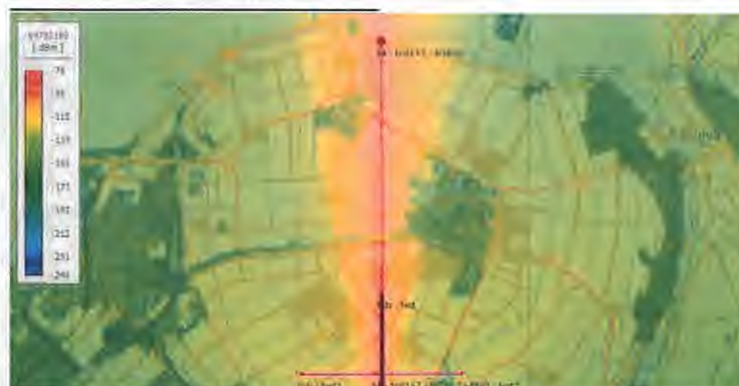
SA -

AzimuthElevationCylind

60 cm Schotel (variant 1) - Locatie satellietgrondstation 18 km noordelijk (halfweg)

De locatie van het satellietgrondstation is ca. 18 km ten noorden van de straalverbindingsopstelpunt Es-P580. De locatie ligt in het verlengde van de hoofdstraalrichting van deze post. De ontvangstantenne van de straalverbinding kijkt direct in de richting van de antenne van het satellietgrondstation. Uit berekeningen blijkt dat als het grondstation 410 meter naar het oosten wordt verplaatst of 420 meter naar het westen dat er geen storing meer ontstaat op de straalverbindingen. In beide gevallen werd gewenste T/I voor de straalverbinding bereikt. Zie onderstaande plaatjes en berekeningen.

De berekeningen zijn uitgevoerd zonder clutterinformatie. Zou dat wel worden gebruikt dan zullen de afstanden naar alle waarschijnlijkheid nog kleiner worden. De plaatjes geven de verschuivingen van het satellietgrondstation aan ten opzichte van de centrale positie om een storingsvrije situatie te bereiken. De radius van de cirkel om het verplaatste grondstation is respectievelijk 411 en 417 meter.



SA -

AzimuthElevationCylind

Interferentievrij na verplaatsing 410 meter Oost



SA -
AzimuthElevationCylind

Interferentievrij na verplaatsing 420 meter West

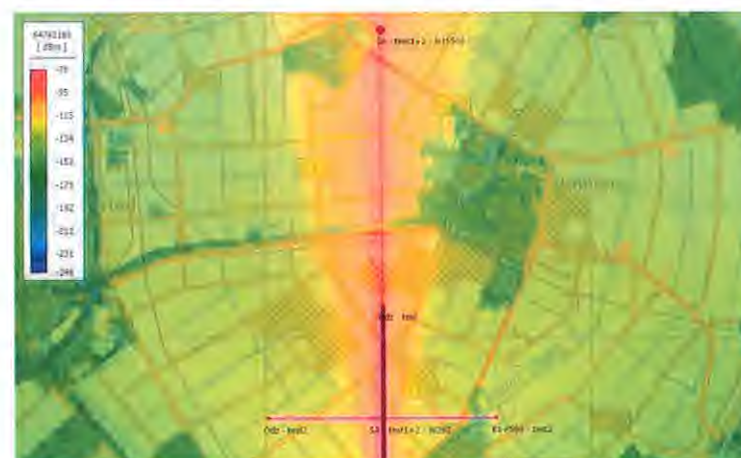


SA -
AzimuthElevationCylind

Bij een Noord-Zuidlink van de straalverbinding is op ca. 18 kilometer afstand (zonder gebruik van clutterinformatie) de padbreedte ca. $410+420 \approx 830$ meter waarbinnen er theoretisch sprake kan zijn van een mate van interferentie.

30 cm Schotel (variant 2) - locatie satellietgrondstation ca. 15,5 km noordelijk (halfweg)

De locatie van het satellietgrondstation is ca. 15,5 km ten noorden van de straalverbindingsofstelpunt Es-P580. De locatie ligt in het verlengde van de hoofdstraalrichting van deze post. De ontvangstantenne van de straalverbinding kijkt direct in de richting van de antenne van het satellietgrondstation. De link is ook interferentievrij nadat het satellietgrondstation 455 meter naar het oosten of 450 meter naar het westen werd geplaatst. In beide gevallen werd gewenste T/I voor de straalverbinding bereikt. Zie onderstaande plaatje en berekeningen. De berekeningen zijn uitgevoerd zonder clutterinformatie. Zou dat wel worden gebruikt dan zullen de afstanden naar alle waarschijnlijkheid nog kleiner worden. De plaatjes geven de verschuivingen van het satellietgrondstation aan ten opzichte van de centrale positie om een storingsvrije situatie te bereiken. De radius van de cirkel om het verplaatste grondstation is respectievelijk 455 en 449 meter.



SA -
AzimuthElevationCylind

Interferentievrij na verplaatsing 455 meter Oost



SA -
AzimuthElevationCylind

Interferentievrij na verplaatsing 450 meter West



SA -
AzimuthElevationCylind

Bij een Noord-Zuid link van de straalverbinding is op ca. 18 kilometer afstand (zonder gebruik van clutterinformatie) de padbreedte ca. $455+450 \approx 900$ meter waarbinnen er theoretisch sprake kan zijn van een mate van interferentie.

60 en 30 cm Schotel (variant 1 en 2) - locatie satellietgrondstation ca. 10 meter zuidelijk

Interferentievrij



SA -

AzimuthElevationCylind

1.



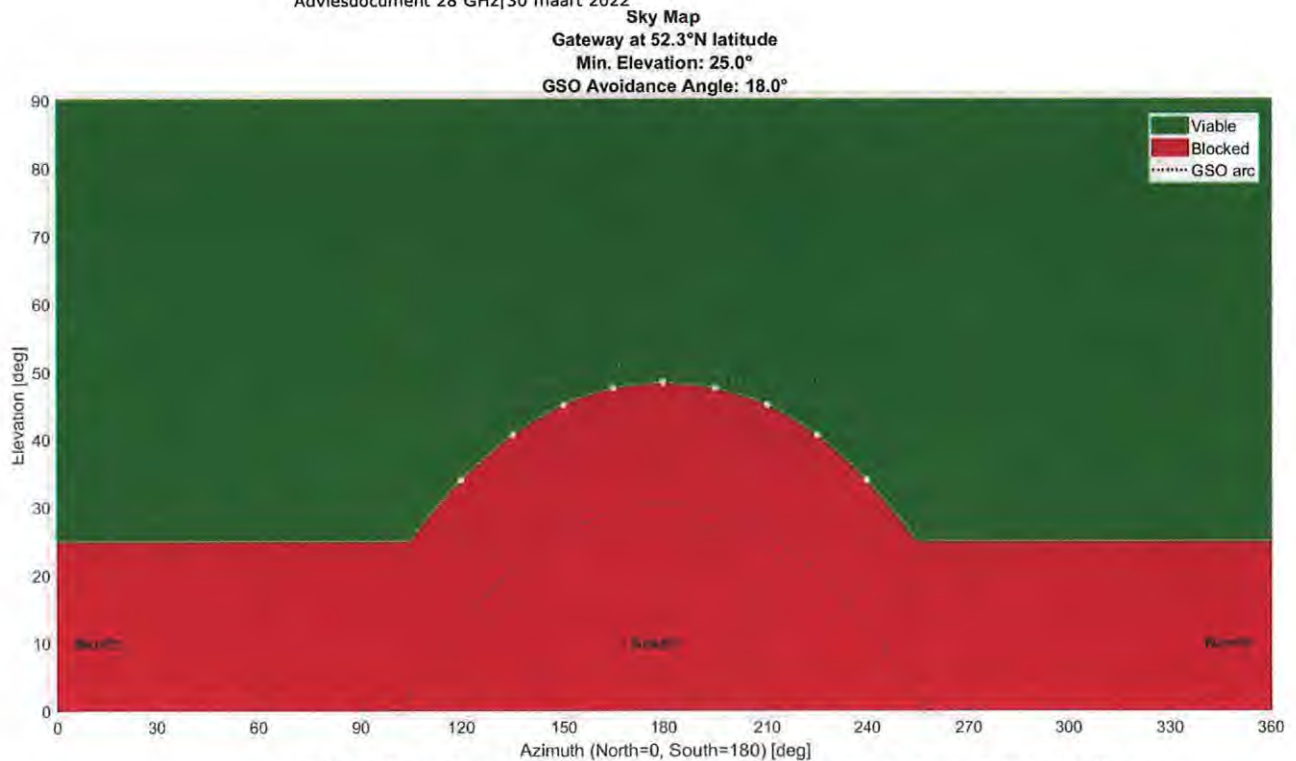
SA -

2.

Scenario's NGSO

Het NGSO-grondstation bestaat uit verschillende antennes die elk een sector van de verschillende satellietbanen bestrijkt. De antenne die de satelliet volgt zal als gevolg daarvan slechts een deel van de tijd op een straalverbinding kunnen interfereren. De revisit time is echter dusdanig beperkt dat dit niet als argument voor vermindering van het stoorsignaal kan worden gebruikt.

NGSO systemen beschermen in zuidelijke richtingen de satellieten in een geostationaire baan boven de evenaar door de mate waarin de antenne naar boven straalt (= elevatie van de hoofdstraalrichting) steeds hoger te leggen. Daarmee genieten ook de straalverbindingen zuidelijk van het satellietgrondstation ook bescherming. De figuur hieronder (de zogenaamde Sky Map) is hiervan een schematische weergave.



Het stralingsdiagram van de antenne dat voor dit onderzoek is gebruik, is samengesteld uit de antennedetailgegevens van een stakeholder en de beperkte stralingsrichtingen van de Sky Map hierboven.

Uitgezonderd het satellietgrondstation zelf, zijn de uitgangspunten van het scenario voor het interferentie-onderzoek FS-FSS (NGSO) identiek aan de scenario's voor geostationaire grondstations. Echter, om voor dit onderzoek de impact van NGSO op een straalverbinding worstcase te simuleren is gekozen om de hoofdstraalrichting te richten naar de geaffecteerde straalverbinding. Dit houdt in dat de azimuth iteratief voor iedere nieuwe positie van het grondstation opnieuw handmatig moest worden berekend om tot determinatie van het interferentiegebied te kunnen komen.

Parameters NGSO satellietgrondstation

Hieronder staan de gegevens die voor het NGSO-satellietgrondstation zijn gebruikt. De antennekarakteristieken zijn door een stakeholder aangeleverd. De azimuth en elevatie van de antenne varieert met de positie van een satelliet die een baan rond de aarde aflegt; respectievelijk rondom en met een minimale van 25 graden volgens de Sky Map. ***In de berekeningen is geen rekening gehouden met de bescherming die afscherming kan leveren.***

Location

Name: 28 GHz - NGSO

Remarks: NGSO
Elevation range in the Netherlands according to Sky Map

Site: SA - test1+2

Coordinate System: Longitude - Latitude - WGS 84

Technical Data

Frequency Type: ☒ TX/RX Frequencies ☐ Frequency Range

Frequency: Lower: 28136,5 Upper: 28164,5

Device: 28G928M128QAM

Antenna: [Redacted]

Antenna Gain: 50 Antenna Height: 3

Azimuth: 180 Elevation: 25

Polarization: V Bandwidth: 28

Power: 31 Threshold: -62

Antenna Editor

Essentials Advanced

Name: [Redacted]

State: [Redacted]

Manufacturer: [Redacted]

Variant Name: [Redacted]

Diameter: [Redacted]

Min. Freq.: 27500 Max. Freq.: 30000

Antenna Gain: 50

Pattern Cut: Azimuth

Provision: ☐

Overview H-Co H-Cross V-Co V-Cross

H-Co

Antenna Editor

Essentials Advanced

Name: [Redacted]

State: [Redacted]

Manufacturer: [Redacted]

Variant Name: [Redacted]

Diameter: [Redacted]

Min. Freq.: 27500 Max. Freq.: 30000

Antenna Gain: 50

Pattern Cut: Elevation

Provision: ☐

Overview H-Co H-Cross V-Co V-Cross

H-Co

Parameters straalverbindingen

Identiek aan paragraaf 2.1 Scenario's GSO

Parameters interferentieberekening

De parameters die voor de interferentieberekeningen zijn gebruikt maken onderdeel uit van het interferentierapport die aan ieder scenario in pdf-format is toegevoegd.

Satellietgrondstation in het midden van het straalpad

Uitgangssituatie: Het satellietgrondstation is halverwege de straalverbinding gepositioneerd. Dit wordt hieronder in het plaatje geïllustreerd.



Antenne site Es-P580 variant 1

Onderstaand de resultaten van de berekeningen van het effect op de Noord-Zuid link en de Oost-West link. De straalverbindingen maken gebruik van een schotelantenne met een diameter van 60 cm. In beide gevallen is te zien de gewenste T/I van de straalverbinding niet wordt bereikt. In de onderstaande berekeningsresultaten is 'Separation angle' (= hoek tussen 'Azi. want. RX' en 'Azi. to aff. RX') de afwijking van de antenne van het FSS-grondstation in de richting (horizontale vlak) van de ontvangstantenne van de FS-verbinding.



SA -



SA -



SA -



SA -

AzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylind

Antenne site Es-P580 variant 2

Onderstaand de resultaten van de berekeningen van het effect op de Noord-Zuid link en de Oost-West link. De straalverbindingen maken gebruik van een schotelantenne met een diameter van 30 cm. In beide gevallen is te zien de gewenste T/I van de straalverbinding niet wordt bereikt.



SA -



SA -



SA -



SA -

AzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylindAzimuthElevationCylind

Oost-West link interferentievrij wanneer

De link is ook interferentievrij nadat het satellietgrondstation 250 meter naar het noorden of zuiden werd geplaatst. Dit is zowel het geval voor de straalverbindingen met een antenne met een diameter van 60 cm als voor 30 cm. In beide gevallen werd de gewenste T/I voor de straalverbinding bereikt. Zie onderstaande plaatje en berekeningen. Het plaatje geeft de verschuivingen van het satellietgrondstation aan ten opzichte van de centrale positie om een storingsvrije situatie te bereiken. De radius van de cirkel om het verplaatste grondstation is 250 meter.



SA - AzimuthElevationCylind 1. SA - AzimuthElevationCylind 2.

Bij de Oost-West link is (zonder gebruik van clutterinformatie) een padbreedte van ca. $2 \times 250 = 500$ meter waarbinnen er theoretisch sprake kan zijn van een mate van interferentie.

Noord-Zuid link interferentievrij wanneer

Een interferentievrije situatie wordt bereikt wanneer het satellietgrondstation uit de hoofdstraalrichting van de straalverbinding wordt geplaatst.

De link is ook interferentievrij nadat het satellietgrondstation 250 meter naar het oosten of westen werd geplaatst. Dit is zowel het geval voor de straalverbindingen met een antenne met een diameter van 60 cm als voor 30 cm. In beide gevallen werd gewenste T/I voor de straalverbinding bereikt. Zie onderstaande plaatje en berekeningen. Het plaatje geeft de verschuivingen van het satellietgrondstation aan ten opzichte van de centrale positie om een storingsvrije situatie te bereiken. De radius van de cirkel om het verplaatste grondstation is 249 meter.



130 maart 2022



SA -

AzimuthElevationCylind

1.



SA -

AzimuthElevationCylind

2.

Bij een Noord-Zuid link is (zonder gebruik van clutterinformatie) een padbreedte van ca. $2 \times 249 \approx 500$ meter waarbinnen er theoretisch sprake kan zijn van een mate van interferentie.

Satellietgrondstation in het verlengde van het straalpad op grote afstand van de straalverbindingen

Om de effecten ook in het verlengde van het straalpad van de straalverbinding in kaart te brengen is het grondstation in het verlengde van de hoofdstraalrichting van de site Es-P580-test naar noordelijke richting verplaatst. De verplaatsing is dusdanig dat bij een nog grotere afstand er geen vermindering is van de performance van de straalverbindingen (= interferentie buiten de afgesproken tolerantie conform ETSI EN 302 217-02) bij een hoogte van een ontvangstantenne van de FS-verbinding op 60 meter¹⁸. De afstanden van het satellietgrondstation tot aan de straalverbinding zijn dan:

- 38,5 kilometer (60 cm schotel)
- 28 kilometer (30 cm schotel)

Vervolgens is ook op ongeveer halverwege die afstand (ca. 19 en 15 km) een berekening gemaakt over welke afstand het satellietgrondstation verplaatst zou moeten worden om geen storing op de straalverbindingen te veroorzaken.

Afscherming door de kromming van de aarde beperkt de storingsafstand tot 38,5 km (zie hieronder pdf1.) wanneer de hoogte van een ontvangstantenne van de FS-verbinding op 60 meter staat. Wanneer rekening houden met de **gemiddelde** ontvangsthoogte van een FS-verbinding (=36,5 meter) wordt de storingsafstand beperkt tot ca. 28 km (zie hieronder pdf2).



SA -

AzimuthElevationCylind

1.



SA -

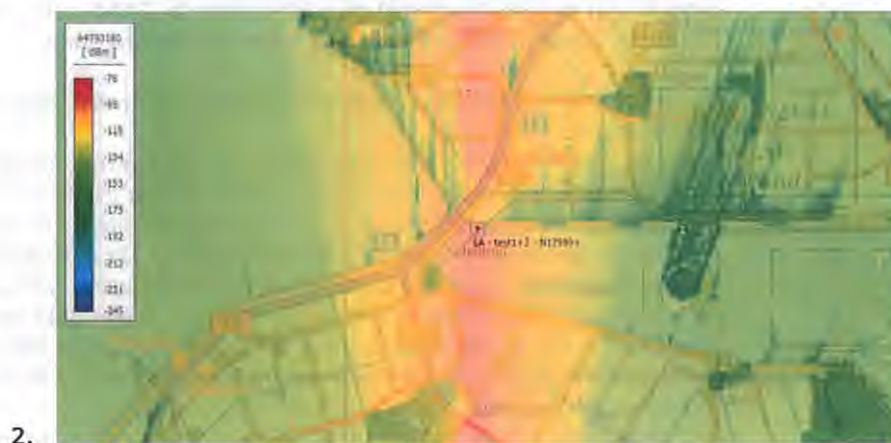
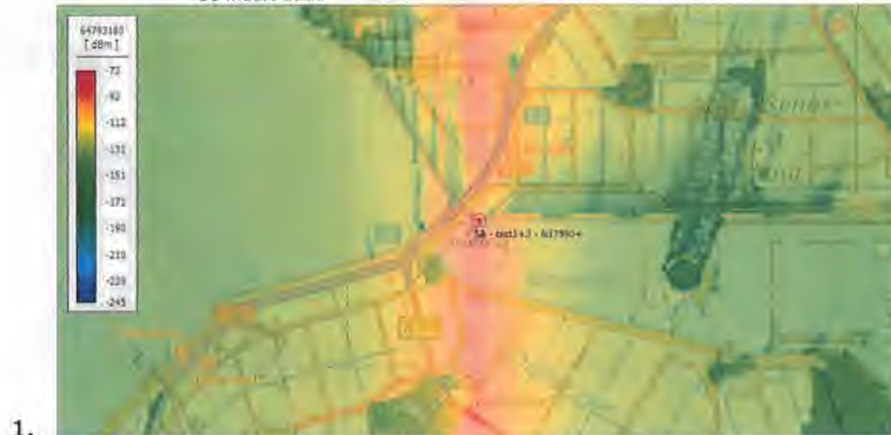
AzimuthElevationCylind

2.

Ter illustratie zijn hieronder twee plaatjes te zien met de area berekeningen van het zendsignaal van het zuidelijke opstelpunt Es-P580 van de straalverbinding (Noord-zuid link) met een 60cm schotelantenne (1) en een 30 cm schotelantenne (2). Het satellietgrondstation staat op 19 km afstand op de rand van Flevoland. Op de plaatjes is het zendsignaal te zien van Es-P580 op een ontvangsthoogte van 3m, waarbij te zien is dat de bundelbreedte van het 30cm antenne breder is dan voor de 60 cm antenne. Deze bundelbreedte is voor het zendsignaal van het opstelpunt van de straalverbinding, maar geldt omgekeerd ook voor ontvangst.

¹⁸ De gemiddelde antennehoogte in de 26 GHz en 28 GHz-band is 36,5m.

30 maart 2022



60 cm schotel (variant 1) - locatie satellietgrondstation ca. 19 km noordelijk (halfweg)

De locatie van het satellietgrondstation is ca 19 kilometer ten noorden van de straalverbindingsofstelpunt Es-P580. De locatie ligt in het verlengde van de hoofdstraalrichting van deze post. De ontvangstantenne van de straalverbinding kijkt direct richting de antenne van het satellietgrondstation. Uit berekeningen blijkt dat als het NGSO-grondstation 374 meter naar het oosten of westen wordt verplaatst er geen storing meer ontstaat op de straalverbinding. Een en ander blijkt uit onderstaande berekeningen en bijbehorend plaatje. De berekeningen zijn uitgevoerd zonder clutterinformatie. Zou dat wel worden gebruikt dan zullen de afstanden naar alle waarschijnlijkheid nog kleiner worden.

De radii van de cirkels om het verplaatste grondstation zijn respectievelijk 374 en 449 meter.

Variant 1: Interferentievrij na verplaatsing 374 meter Oost of West



130 maart 2022

Ter vergelijking met Variant 2: Interferentievrij na verplaatsing 449 meter Oost of West



Bij een Noord-Zuid link van de straalverbinding is op ca. 20 kilometer afstand (zonder gebruik van clutterinformatie) de padbreedte ca. $2 \cdot 449 \approx 900$ meter waarbinnen er theoretisch sprake kan zijn van een mate van interferentie.

30 cm schotel (variant 2) - locatie satellietgrondstation ca. 15 km noordelijk (halfweg)

De locatie van het satellietgrondstation is ca. 15 km ten noorden van de straalverbindingsopstelpunt Es-P580. De locatie ligt in het verlengde van de hoofdstraalrichting van deze post. De ontvangstantenne van de straalverbinding kijkt direct in de antenne van het satellietgrondstation. Uit berekeningen blijkt dat als grondstation 420 meter naar het oosten of westen wordt verplaatst dat er geen storing meer ontstaat op de straalverbindingen. Een en ander blijkt uit onderstaande berekeningen en bij behorende plaatjes. De berekeningen zijn uitgevoerd zonder clutterinformatie. Zou dat wel worden gebruikt dan zullen de afstanden naar alle waarschijnlijkheid nog kleiner worden.

De radii van de cirkels om het verplaatste grondstation zijn respectievelijk 417 en 361 meter.



Interferentievrij na verplaatsing ca. 420 meter Oost



Ter vergelijking met Variant 1: Interferentievrij na verplaatsing 360 meter Oost of West



Bij een Noord-Zuid link van de straalverbinding is op 15 kilometer afstand (zonder gebruik van clutterinformatie) de padbreedte ca. $2 \times 420 \approx 840$ meter waarbinnen er theoretisch sprake kan zijn van een mate van interferentie.

60 en 30 cm Schotel (variant 1 en 2) - locatie satellietgrondstation ca. 30 meter zuidelijk

Interferentievrij



SA -

AzimuthElevationCylind

1.



SA -

2.

Verhouding schotelvarianten

Uit bovenstaande interferentiescenario's met verschillende schotelgroottes (60 en 30 cm) in vlak poldergebied geldt een interferentie-oppervlak tussen satellietgrondstations en straalverbindingen in de volgende percentageverhouding:

- Variant 1 (60 cm schotel): 71% van de straalverbindingen kent een worstcase interferentie-oppervlak van 38,5 bij 0,9 km.
- Variant 2 (30 cm schotel): 29% van de straalverbindingen kent een worstcase interferentie-oppervlak van 31 bij 0,9 km.

4. Kansberekening

Op basis van door de projectgroep afgesproken criteria, is aanvullend op ECC Report 304 door een statisticus binnen het agentschap een analyse¹⁹ uitgevoerd waardoor zichtbaar is gemaakt hoe groot de kans is dat het straalpad van een nieuwe, willekeurig te plaatsen straalverbinding precies óver een satellietgrondstation zal gaan. Als dat gebeurt, is de kans op verstoring heel groot.

Voor de analyse zijn dezelfde generieke criteria gebruikt als in ECC Report 304. Voor de satellietgrondstations is zowel in ECC report 304 als voor de kansberekening een opstelhoogte gehanteerd van 10 meter.

Onderzoek criteria

Algemeen

- Gemiddelde linklengte: 5.9 km;
- Kortste en langste linklengte: respectievelijk 2,5 en 15 km;
- Er is een kans op verstoring wanneer beide FS-stations van een link (die voldoet aan het offsetcriterium) zich op een afstand van 0 tot maximaal 40 km van het satellietgrondstation bevinden;
- Het scenario wordt bekeken voor 15, 20 en 25 grondstations.

Offset criterium

De afstanden van een FS-station tot het satellietgrondstation met bijbehorende offset staan in onderstaande tabel. De offset in graden geeft de hoek aan tussen de hoofdstraalrichting van het satellietgrondstation en het FS-station.

40 km	0-5 graden
30 km	5-10 graden
18 km	10-15 graden
11 km	15-20 graden
8 km	20-25 graden
6 km	25-30 graden

Straalpadcriterium

Voor het straalpad wordt over de hele lengte een breedte van 750 meter gehanteerd.

Resultaat

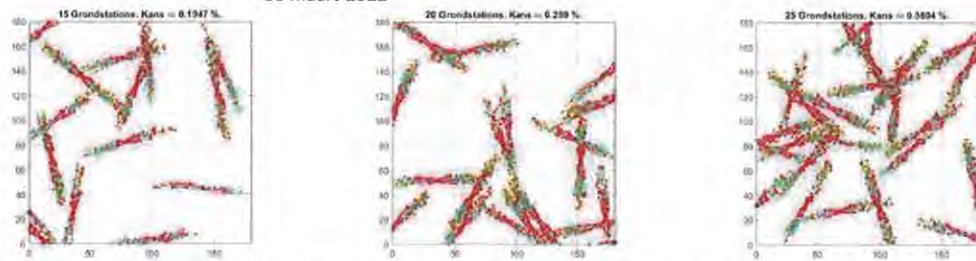
Generiek

Bij gebruik van 15 satellietgrondstations, is er een kans is dat 2 van 1000 straalverbindingen mogelijk verstoring ondervinden. Bij gebruik van 20 satellietgrondstations, is er een kans dat 3 van 1000 straalverbindingen mogelijk verstoring ondervinden. En bij 25 grondstations 4 van de 1000.

Deze 1000 straalverbindingen staan in het scenario op willekeurige plekken. In de realiteit zal er waarschijnlijk meer clustering zijn van vaste verbindingen, bv doordat bepaalde hoge plekken door meerdere vaste verbindingen worden gebruikt. Een grondstation kan wellicht meer impact hebben als deze in de buurt van zo'n potentiële concentratieplek staat, maar het kan ook juist gunstig uitpakken als die concentratieplek niet in de buurt staat. Het fenomeen 'concentratieplek' is niet in de simulatie meegenomen. Onze statisticus verwacht dat per saldo de simulatie iets ongunstiger uitpakt dan de werkelijkheid.

¹⁹ 19 Monte Carlo simulatie

30 maart 2022



Figuur Kans: In deze plaatjes is de oppervlakte van Nederland gesteld op 180x180km. In het eerste plaatje zijn 15 satellietgrondstations opgesteld en in het tweede en derde plaatje respectievelijk 20 en 25. De satellietgrondstations zijn de centrale punten in de groen/rood gekleurde gebieden. De gekleurde locaties zijn representatief voor de gebieden waarin er een kans bestaat dat straalverbindingen gestoord zullen worden. Boven de plaatjes staat de kans waarop dit het geval is.

Specifiek

Omdat in het kader van het 28 GHz-project ook wordt onderzocht of er voordeel is te behalen met het gebruik van meer specifieke technische parameters, is ook een analyse gedaan met meer specifieke karakteristieken van de FSS-opstelpunten van één specifieke satellietoperator. Als deze technische parameters generiek voor alle satellietgrondstations zouden worden toegepast, dan wordt de kans op verstoring 10 keer kleiner.

Bij 25 grondstations berekent de simulatie dan dat er mogelijk 3.8 op de 10000 straalverbindingen verstoring zullen ondervinden van de satellietgrondstations.

5. Visie Stakeholders

FS en FSS stakeholders zijn door Agentschap Telecom (hierna: AT) uitgenodigd om kennis te kunnen nemen van een verkennend onderzoek dat AT momenteel verricht in opdracht van de beleidskern in Den Haag (EZX-DE) naar uitbreiding van frequentiespectrum voor de Fixed Satellite Service (FSS) in de 28 GHz-band.

Met behulp van een PowerPoint presentatie legt AT uit waarom onderzoek wordt verricht en waarom we stakeholders over de voortgang van dit onderzoek willen informeren. De kern van de presentatie bestond uit het toelichten en bespreken van zes opties waarmee de FSS dienst over meer spectrum kan beschikken.

Op dit moment hebben de enige twee aanwezige diensten in de 28 GHz-band (FS en FSS) elk een hoeveelheid spectrum exclusief tot hun beschikking. Als meer spectrum voor FSS beschikbaar gemaakt moet worden, betekent dit dat beide diensten na de NFP-wijziging spectrum met elkaar zullen moeten gaan delen. Het hangt van de door EZX-DE gekozen oplossingsoptie af om hoeveel spectrum het dan precies gaat.

De gebruiksrechtenverdeling tussen beide diensten kan daardoor veranderen. Beide diensten zijn nu primair in hun eigen spectrum, maar zodra FSS extra spectrum krijgt kan voor dit extra spectrum (dat overlapt met spectrum voor FS) een andere gebruiksrechtenverhouding gaan gelden.

Deelnemers krijgen de presentaties toegestuurd zodra alle presentaties zijn gehouden.