



Agentschap Telecom
Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

Bestaand gebruik in de 3,5 GHz band

Onderzoek naar mogelijkheden migratie naar alternatieve banden

Colofon

Aan	DE
Van	AT
Nummer	3.0 Openbare versie
Datum	...
Leden	Projectgroep

Copyright

Agentschap Telecom ©2022

Versiebeheer

Revisiegeschiedenis

Versie	Datum	Aanpassing
0.1	05-06-2019	Eerste versie van de resultaten van het onderzoek in rapport vorm.
0.2	19-07-2019	Aangepaste versie, diverse interne commentaren en toevoegingen verwerkt
0.3	25-07-2019	Aanvullingen projectgroepleden
0.4	26-07-2019	Aanvullingen projectgroeplid en AT collega
0.5	12-08-2019	Aanvullingen AT collega
0.6	16-08-2019	Redactie
0.7	23-08-2019	Schone versie van 0.6
0.8	30-08-2019	Verwerking commentaar DE
0.9	16-09-2019	Verwerking verdere input projectgroepleden
0.95	27-09-2019	Definitieve laatste concept versie na verwerking input projectleden
0.97	11-11-2019	Input DE verwerkt plus nadere invulling hoofdstuk 4
1.0	20-11-2019	Aanvullingen hoofdstuk 4. Definitieve versie
1.1	19-12-2019	Opmerkingen van DE verwerkt
2.0	13-01-2020	Definitieve versie vastgesteld
2.0	17-12-2021	Openbare versie van 2.0

Distributiegeschiedenis+

Versie	Datum	Aan
0.1		projectgroep
0.2		projectgroep
0.3		projectgroep
0.4		projectgroep
0.5		projectgroep
0.6		projectgroep
0.7		DE en Hoofd S-netwerken
0.8		Projectgroep
0.9		Projectgroep
0.95		Projectgroep en DE
0.97		Projectgroep
1.0		MT-S en DE
1.1		Projectgroep en DE

Inhoud

Colofon		1
Inhoud		3
Samenvatting		5
Inleiding		7
1	1900-1920 MHz	9
1.1	Bestemming en bestaand gebruik	9
1.2	Beschikbare bandbreedte	9
1.3	Nabuurgebruik en bescherming	9
1.4	TDD of FDD	9
1.5	Apparatuur	9
1.6	Toekomstverwachting	10
1.7	Conclusie	10
2	2300 – 2400 MHz	11
2.1	Bestemming en bestaand gebruik	11
2.2	Beschikbare bandbreedte	12
2.3	Nabuurgebruik en bescherming	14
2.3.1	Onderkant van de 2300 MHz band	14
2.3.2	Bovenkant van de 2300 MHz band	14
2.3.3	Binnen de band	14
2.3.4	Landsgrens	15
2.4	TDD of FDD	15
2.5	Apparatuur	16
2.6	Toekomstverwachting	16
2.7	Conclusie	16
3	26 GHz band en 28 GHz band	17
3.1	26 GHz (24,25 – 27,5 GHz)	18
3.1.1	Bestemming en gebruik	18
3.1.2	Bandbreedte en TDD/FDD	18
3.1.3	Mogelijke NFP wijzigingen	19
3.2	Mogelijkheden voor migratie naar de 28 GHz (27,5 – 29,5 GHz)	19
3.3	Conclusie voor de 26 GHz en 28 GHz band	20
4	Korte inventarisatie 3800 – 4200 MHz band	21
4.1	Aandachtspunten	21
4.2	Ontwikkelingen 5G in 3800-4200 MHz band in andere landen	22
4.2.1	Europa	22
4.2.2	Andere werelddelen	22
4.3	Beschikbaarheid van apparatuur	23
4.4	Bestemming van de 3800 – 4200 MHz band in de RR, ECA en NFP	24
4.4.1	Radio Regulations	24
4.4.2	European Common Allocation table	25
4.4.3	Nationaal FrequentiePlan	26

5	Conclusies	27
Bijlage 1		28
Bijlage 2		29

Samenvatting

Dit onderzoek is een vervolg op een eerder onderzoek van het agentschap: "Evaluatie van het frequentiegebruik in de 3,5 GHz band en mogelijke migratie van bestaand gebruik". DE heeft naar aanleiding van dit onderzoek het agentschap de volgende aanvullende onderzoeksvraag gesteld:

"Onderzoek te doen naar de bruikbaarheid van alternatieve frequentiebanden en hoe bestaande systemen hiernaartoe kunnen worden gemigreerd."

In de 3,5 GHz band is nu 235 MHz beschikbaar voor lokale breedbandtoepassingen en dit zal in 2022 moeten inkrimpen naar, in de praktijk, minder dan 100 MHz. De huidige toepassingen zijn onder te verdelen in mobiel, vast en nomadisch gebruik.

Voor de mogelijkheden van het migreren van het huidige gebruik in de 3,5 GHz band zijn, uitgaande van het eerdere onderzoek, onderstaande frequentiebanden onderzocht.

1900 – 1920 MHz;

2300 – 2400 MHz;

24,25 – 27,5 GHz (26 GHz band);

27,5 – 29,5 GHz (28 GHz-band).

In aanvulling op de opdracht is door het agentschap besloten om ook een korte inventarisatie te maken voor de 3800 – 4200 MHz band, omdat deze band in onder meer het Verenigd Koninkrijk (eind 2019) beschikbaar is voor lokale bedrijfstoepassingen. Tevens is gebruik gemaakt van het Rapport Onderzoek naar vergunningsvrij gebruik in de 2100 MHz band Versie v1.1 8 september 2017, Strict Consultancy¹, waarin ook is onderzocht welke 3GPP frequentiebanden geschikt zou zijn voor private netwerken. Op basis van deze inventarisatie en dit onderzoek zijn er naar het oordeel van het agentschap geen andere banden geschikt om al het huidige gebruik in de 3,5 GHz band naar te migreren.

Frequentiebanden tot grofweg 6 GHz zijn geschikt voor migratie van mobiele toepassingen. Frequentiebanden die daarboven liggen kunnen gebruikt worden om vaste of nomadische toepassingen naartoe te migreren.

Geconcludeerd wordt dat de 1,9 GHz band ongeschikt is als migratieband. Er is te weinig bandbreedte en er zijn te veel beperkende voorwaarden vanwege de noodzakelijke bescherming van het naastliggende gebruik. Ook is er momenteel geen apparatuur voor deze band verkrijgbaar in Europa.² Daarnaast zijn er drie kandidaat gebruikers voor deze band, wat het langdurig gebruik van deze band door bedrijfsspecifieke toepassingen onzeker maakt. Het gaat hierbij om aanvullende frequentieruimte voor LTE-rail voor de spoorwegen, en voornamelijk remote en control voor UAV³-gebruik en uitbreiding aanliggende DECT band voor breedbandtoepassingen.

¹ <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/09/20/rapport-onderzoek-naar-vergunningvrij-gebruik-in-de-2100-mhz-band>

² Er is niet verder onderzocht of er apparatuur beschikbaar is in andere werelddelen. Indien het geval zal deze apparatuur nog wel eerst aan Europese regelgeving moeten voldoen voordat deze inzetbaar is.

³ Unmanned Aerial Vehicles

In de 2300 - 2400 MHz-band is sprake van conflicterende belangen met het bestaande gebruik. Hierdoor is het onzeker of langdurig gebruik van deze band door gemigreerde gebruikers uit de 3,5 GHz band mogelijk is. Daarnaast lijkt de beschikbaar te maken ruimte beperkt en is het de vraag of dit voor de huidige gebruikers in de 3,5 GHz band afdoende is, aangezien deze nu veelal meer frequentieruimte vergund hebben gekregen in de 3,5 GHz band dan wat in deze band beschikbaar lijkt te zijn. Dit blokkeert of beperkt een eventuele migratie van mobiele toepassingen van de 3,5 GHz naar de 2300 -2400 MHz band.

De 26 en 28 GHz band bieden voldoende ruimte om het gebruik in de 3,5 GHz band te migreren. Echter, gezien de aard van deze frequentiebanden is het alleen mogelijk om vast, zoals cameratoezicht, en nomadisch gebruik te migreren. De frequentieruimte in de 28 GHz is echter op dit moment nog geen alternatief, omdat er nog geen TDD⁴-apparatuur beschikbaar is.

Uit de korte inventarisatie blijkt dat gezien de ontwikkelingen in onder meer het Verenigd Koninkrijk het toepassen van lokale bedrijfstoepassingen in 3800- 4200 MHz band met een beperkt vermogen mogelijk lijkt, met behoud van het satellietgebruik in de hele band op de huidige bekende locaties. Nader onderzoek is echter nodig om hierover meer zekerheid te verkrijgen, maar dit kan gevoelig liggen gelet op het huidige gebruik. Beleidsmatig zal eerst moeten worden bepaald of nader onderzoek, waarbij ook stakeholders worden benaderd, opportuun is.

Als gevolg van bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de beschikbare alternatieve frequentieruimte voor toepassingen in de 3,5 GHz banden beneden de 6 GHz zeer beperkt is. Er zijn daarmee, buiten de 3,8 – 4,2 GHz band, vrijwel geen alternatieven voor het mobiele gebruik in de 3,5 GHz band. Voor vast en nomadisch gebruik, mits de te overbruggen afstanden beperkt zijn, is voldoende ruimte in de 26 en 28 GHz band. De resterende frequentieruimte in de 3,5 GHz band voor bedrijfsspecifieke toepassingen zal dan ook (zo veel mogelijk) gereserveerd moeten worden voor die toepassingen, waarvoor migratie naar de 26 en/of 28 GHz band geen optie is. Uitgifte van nieuwe vergunningen in de 3,5 GHz band voor deze bedrijfsspecifieke toepassingen zal pas plaats kunnen vinden als na migratie van het huidige gebruik blijkt dat daarvoor dan voldoende frequentieruimte beschikbaar is. Dit kan betekenen dat hier pas voldoende duidelijkheid over ontstaat na 2026 wanneer de huidige vergunningen zijn afgelopen.

⁴ TDD staat voor Time Division Multiplexing. Om een tweeweg verbinding mogelijk te maken, zonder elkaars signaal te verstoren, wordt met deze techniek in tijd gescheiden steeds heen en weer gezonden. Dit in tegenstelling tot FDD (frequency Division Multiplexing), waarbij twee verschillende frequentiebanden, in plaats van een bij TDD, worden gebruikt voor het heen en weer zenden van signalen.

Inleiding

Door de komst van landelijke mobiele netwerken in de 3,5 GHz band, zal een groot deel van het bestaande gebruik door bedrijven van breedbandtoepassingen moeten worden gemigreerd. Omstemming naar de banddelen in de 3,5 GHz band die niet aan mobiele operators zullen worden uitgegeven, zal, i.v.m. de beperkte overblijvende ruimte, slechts voor een deel van de bestaande toepassingen een oplossing bieden. De directie Digitale Economie heeft daarom het agentschap de volgende onderzoeksvraag gesteld:

“Onderzoek te doen naar de bruikbaarheid van alternatieve frequentiebanden en hoe bestaande systemen hiernaartoe kunnen worden gemigreerd.”

Dit onderzoek is een vervolg op een eerder onderzoek van het agentschap: “Evaluatie van het frequentiegebruik in de 3,5 GHz band en mogelijke migratie van bestaand gebruik”.

Om een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag zijn de navolgende alternatieve frequentiebanden verkend:

- 1900 – 1920 MHz;
- 2300 – 2400 MHz;
- 24,25 – 27,5 GHz (26 GHz band);
- 27,828 – 27,940 GHz (28 GHz-band).

Deze banden werden in het Evaluatierapport van het agentschap over de 3,5 GHz band genoemd als mogelijke alternatieve banden. De mogelijkheden zijn op verzoek van het ministerie in dit rapport nader verkend.

In aanvulling op het verzoek van het ministerie is ook een korte inventarisatie gemaakt van de voor- en nadelen van het gebruik van de band 3800 – 4200 MHz. De reden voor deze aanvulling is, dat deze band eind 2019 in het VK en later mogelijk in andere landen beschikbaar komt voor lokale breedbandtoepassingen.

Bij het onderzoek naar de mogelijkheden van iedere frequentieband komen steeds de volgende onderwerpen aan de orde:

- Bestemming en bestaand gebruik;
- Beschikbare bandbreedte;
- Nabuurgebruik en bescherming;
- TDD of FDD;
- Beschikbaarheid apparatuur;
- Toekomstverwachting.

Huidige gebruik in de 3,5 GHz band

In de 3,5 GHz band is nu 315 MHz beschikbaar⁵ voor lokale breedbandtoepassingen en dit zal moeten inkrimpen naar minder dan 100 MHz⁶. In de Nota Mobile

⁵ Bruto is er 390 MHz beschikbaar. Tussen de acht blokken van steeds 40 MHz is 10 MHz gereserveerd voor indoor picocellen. Een blok heeft een bandbreedte van 35 MHz. Dit levert een totale bandbreedte van 315 MHz.

⁶ Het gaat in de praktijk naar verwachting om minder dan 100 MHz omdat rekening gehouden moet worden met de situatie dat synchronisatie met het nabuurgebruik niet mogelijk is (als gevolg van verschillende technologieën of omdat de up- en downloadbehoefte te veel van elkaar verschilt) en guard bands toegepast moeten worden.

Communicatie⁷ is als uitgangspunt genomen dat alleen de frequentieruimte tussen 3400 – 3450 MHz en de frequentieruimte tussen 3750 – 3800 MHz vanaf september 2022 voor lokale breedbandtoepassingen in gebruik kan blijven.

Ongeveer 16% van het gebruik in de 3,5 GHz band betreft video, zoals het cameratoezicht in de stadscentra van Amsterdam, Eindhoven en Utrecht. Het gaat hier om 28 vergunningen. Dit betreft uplinkcapaciteit in stedelijk gebied en is daarmee moeilijk te synchroniseren met landelijke publieke netwerken, die vooral downloadcapaciteit gaan bieden. Hogere banden zoals de 26 en 28 GHz kunnen een alternatief bieden voor dit gebruik. Daar blijft ook na 2026 nog ruimte beschikbaar.

Ongeveer 46% van het gebruik in de 3,5 GHz band betreft FWA (internet). Dit wordt vooral ingezet in landelijk gebied. Het downlink en uplink karakter komt waarschijnlijk redelijk in de buurt van de landelijke publieke netwerken zoals ze nu in diverse banden worden gebruikt. De eerste fase van de uitrol van de landelijke publieke netwerken zal mogelijk niet in deze landelijke gebieden plaatsvinden. Daarmee kan de eerste jaren samenleving met landelijke publieke netwerken een optie zijn, mits deze hiermee instemmen. De vergunningen vervallen na 2026. Mogelijk zijn er daarnaast afspraken te maken tussen de huidige gebruikers en de landelijke publieke netwerkoperators, dat de laatste deze FWA dienst op termijn overnemen.

De resterende 38% van het gebruik in de 3,5 GHz band wordt voor een belangrijk deel ingezet op lokale bedrijfsterreinen. Deels is dit FWA en deels mobiel. De eerste fase van de uitrol van de landelijke publieke netwerken zal naar verwachting niet in de omgeving van deze lokale bedrijfsterreinen plaatsvinden⁸, mogelijk met uitzondering van Schiphol. Het downlink en uplink karakter is onduidelijk. Een deel zal mogelijk kunnen synchroniseren met landelijke publieke netwerken. Maar er zal waarschijnlijk ook een deel zijn dat niet kan samenleven met de landelijke publieke netwerken. Het is daarom belangrijk deze groep beter in kaart te brengen.

Indeling rapport

In de hiernavolgende hoofdstukken komen de bevindingen van de verschillende onderzoeken achtereenvolgens aan de orde. In ieder hoofdstuk wordt de primaire onderzoeksvraag beantwoord en wordt tevens de impact die dit heeft op het mobiel gebruik in de 3,5 GHz band weergegeven. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen, waarbij ook de samenhang tussen de verschillende onderzoeken nader belicht wordt.

⁷ Nota Mobile Communicatie is te downloaden van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/06/11/nota-mobiele-communicatie>

⁸ Voor dit type gebruik is een separatie afstand van 15 km veelal afdoende, i.p.v. de 60 km die nodig is tussen mobiele netwerken.

1 1900-1920 MHz

1.1 Bestemming en bestaand gebruik

Volgens het Nationaal Frequentieplan (NFP) is de huidige bestemming van deze band mobiele communicatie en het verdeelbeleid is vergunningverlening via veiling of vergelijkende toets. Er is in Nederland momenteel geen bestaand gebruik in de frequentieruimte tussen 1900 en 1920 MHz.

1.2 Beschikbare bandbreedte

In beginsel is er 20 MHz aan bandbreedte beschikbaar. Er moet echter rekening gehouden worden met toe te passen guardbands aan zowel de onder- als bovenzijde. Zie hiervoor paragraaf 1.3. Daardoor zal in de praktijk de werkelijk te gebruiken bandbreedte teruglopen tot 10 MHz.

In vergelijking met de 40 MHz of zelfs tweemaal 40 MHz die gebruikers nu in de 3,5 GHz band tot hun beschikking hebben, is de effectief beschikbare bandbreedte in deze band beperkt. De mogelijkheid bestaat dat niet alle gebruikers de aan hun vergunde frequentieruimte in de 3,5 GHz-band daadwerkelijk gebruiken en dat de in deze band beschikbare frequentieruimte voor hun doeleinden afdoende is. Dit zal echter niet eenvoudig op voorhand vast te stellen zijn en alleen door de vergunninghouder zelf aangegeven kunnen worden. Door de beperkte bandbreedte geeft deze band daarnaast geen ruimte voor verdere groei in behoefte van een dergelijke vergunninghouder.

1.3 Nabuurgebruik en bescherming

Het frequentiedeel 1900–1920 MHz ligt ingeklemd tussen DECT⁹-kanaal 10, met een centerfrequentie 1897,344 MHz aan de onderzijde van de onderzochte band en de uplink-frequenties van Vodafone, te weten 1920–1934,4 MHz, grenzend aan de bovenzijde van de onderzochte band. Vodafone gebruikt dit banddeel afwisselend voor LTE en UMTS en hoeft, logischerwijs gezien haar vergunning, geen guardband aan te houden. Dit heeft als gevolg dat toekomstig gebruik in de 1900–1920 MHz wel rekening moet houden met dit bestaande en blijvende nabuurgebruik en er naast een guardband mogelijk ook sprake zal zijn van vermogensrestricties en/of een Block Edge Mask. Dit is echter nog onderwerp van onderzoek in SE7¹⁰. Zie hiervoor paragraaf 1.6.

1.4 TDD of FDD

Uitgaande van de LTE of een vergelijkbare technologie kan, gelet op de beperkte bandbreedte, het gebruik van deze band alleen op basis van TDD plaatsvinden.

1.5 Apparatuur

Deze band is opgenomen in de frequentierange die door 3GPP¹¹ wordt aangehouden als het gaat om de ontwikkeling van de New Radio standaards voor TDD-toepassingen. Dat doet vermoeden dat de verkrijgbaarheid en keuze in apparatuur voldoende is, echter Strict Consultancy heeft in 2017 onderzoek gedaan naar het

⁹ Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT)

¹⁰ SE7 is projectteamnr 7 van Spectrum Engineering van de ECC. SE7 doet onderzoek naar de compatibiliteit van mobiele toepassingen. Meer informatie over SE7 staat op <https://www.cept.org/ecc/groups/ecc/wg-se/se-7/client/introduction/>

¹¹ Wereldwijde standaardisatie organisatie voor mobiele systemen, zoals GSM, UMTS, LTE en 5G.

vergunningsvrij gebruik in de 2100 MHz band¹². In hun onderzoek hebben zij ook gekeken naar alternatieve banden voor private netwerken en dat betrof ook de band 1900 – 1920 MHz. De band 1900 – 1920 MHz is 3GPP band 33 en wordt in China gebruikt. Strict verwacht dat randapparatuur niet op de Europese markt zal komen, omdat de import van dergelijke apparatuur niet ondersteund zal worden door de Europese vertegenwoordiging van de betreffende fabrikanten en er daardoor onderhoud- en lifecycle problemen ontstaan.

1.6 Toekomstverwachting

Het banddeel 1900-1920 MHz staat in Europa ook in de belangstelling voor drie andere toepassingen. Dit zijn:

- aanvullend spectrum voor de spoorwegen in Europa. Hoofdzakelijk als aanvullend spectrum voor extra capaciteit op grote stations, drielandenpunten en rangeergebieden. Voor dit onderwerp heeft de ECC een mandaat van de EC verstrekt en wordt behandeld in ECC FM56;
- spectrum voor remote control van Unmanned Aerial Vehicles. Dit onderwerp wordt behandeld in ECC FM61.
- Uitbreiding van de frequentieruimte van naastgelegen DECT band (1880-1900 MHz) voor o.a. breedbanddata.

Naar verwachting zal in de tweede helft van 2020 bekend worden welke toepassing in de band ondergebracht wordt. Vanwege het EC mandaat zal de discussie hierover ook in het Radio Spectrum Committee van de EC gevoerd worden.

1.7 Conclusie

Deze band heeft een beperkte bandbreedte, uitgaande van de bandbreedtes die nu vergund zijn in de 3,5 GHz band voor bedrijfsspecifieke toepassingen¹³. Daarnaast worden er verschillende nieuwe toepassingen voorzien in deze band, die mogelijk ook voor Nederland van belang zijn en is er vooralsnog geen geschikte apparatuur verkrijgbaar in Europa. Deze band lijkt daarmee niet geschikt als migratieband voor het huidige gebruik in de 3,5 GHz band.

¹² Rapport Onderzoek naar vergunningsvrij gebruik in de 2100 MHz band Versie v1.1 8 september 2017, Strict Consultancy: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/09/20/rapport-onderzoek-naar-vergunningvrij-gebruik-in-de-2100-mhz-band>

¹³ Mogelijk dat een individuele vergunninghouder hier voldoende aan kan hebben, echter dit blijkt niet uit de frequentieruimtes die nu vergund zijn.

2 2300 – 2400 MHz

2.1 Bestemming en bestaand gebruik

In het NFP is de 2300 MHz band opgedeeld in twee stukken. Dat ziet er schematisch als volgt uit:

2300	2310	2320	2330	2340	2350	2360	2370	2380	2390	2400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		<ul style="list-style-type: none"> - Mobiele communicatie -> aangewezen voor Defensie - ENG/OB¹⁴ - Op afstand bestuurdde luchtvaartuigen 								
		<ul style="list-style-type: none"> - Mobiele communicatie -> aangewezen voor Defensie en Justitie & Veiligheid - ENG/OB - Op afstand bestuurdde luchtvaartuigen - Amateurs: secundaire status 								

Vergunningverlening voor ENG/OB en op afstand bestuurdde luchtvaartuigen vindt op volgorde van binnenkomst plaats. Radiozendamateurs hebben een registratie voor persoonlijk gebruik of hebben een vergunning op volgorde van binnenkomst nodig voor relaisstations, bakens en hogere zendvermogens.

Naast het gebruik volgens de bestemmingen uit het NFP worden in deze frequentieband ook regelmatig vergunningen voor evenementen uitgegeven¹⁵ en incidenteel vergunningen voor experimenten.

Per gebruikscategorie vindt in deze band het volgende plaats:

- ENG/OB en evenementen: dit gebruik is op twee manieren vastgelegd. Namelijk in het LSA-boekingssysteem (vier kanalen: 3, 4, 9 en 10) en via vergunningen (overige zes kanalen). Uit analyse blijkt dat de hoogste drie kanalen (van 2370 – 2400 MHz) op dit moment het minst gebruikt worden. De reden hiervoor is dat de gebruikers storing door het gebruik van Wifi willen ontlopen. Het LSA gebruik is lokaal en verspreid over het hele land, maar er blijkt vooral een concentratie in de regio Amsterdam.
- Defensie: gebruik is vertrouwelijk
- JenV gaat gebruik maken van Licensed Shared Access (LSA) voor video (o.a. crowd control) en dit toekomstig gebruik zal de beschikbare bandbreedte te veel beperken voor andere toepassingen. Radiozendamateurs: radiozendamateurs hebben een secundaire status in deze band en hebben de plicht om geen storingen te veroorzaken op het andere gebruik en moeten storingen accepteren. Over het feitelijke gebruik door radiozendamateurs zijn geen meet- en andere data voorhanden, omdat deze frequentieband zich niet leent voor monitoring op afstand en het verzamelen

¹⁴ Definitie ENG/OB in NFP – Electronic News Gathering/Outside Broadcasting / Omroep-gerelateerde activiteiten voor programmavervaardiging op locatie.

¹⁵ Conform paragraaf 8.4 van het NFP kan voor evenementen worden afgeweken van het toegestane gebruik zoals vastgelegd in het NFP. De wettelijke basis hiervoor is artikel 3.12, derde lid Telecommunicatiewet.

van gebruiksgegevens daarmee specialistisch veldwerk op afroep is. Radiozendamateurs werken doorgaans op basis van een (vrijwillig en zelf bepaald) internationaal afgestemd bandplan, zie hiervoor bijlage 1. Bepaalde vormen van spectrumgebruik, zoals amateurtelevisie, concentreren zich daardoor in delen van de band. Naast nationale verbindingen, zijn veel radiozendamateurs er ook op uit om verbindingen te maken met radiozendamateurs in andere landen. Op dit moment zijn er zeven vergunningen uitgegeven voor relaisstations bedoeld voor de doorgifte van amateurtelevisie. Er zijn ook relaisstations van radiozendamateurs actief die alleen signalen ontvangen in deze band. De frequentie wordt dan gebruikt als ingangsfrequentie. De (her)uitzendingen van het relaisstation vinden dan plaats in bijvoorbeeld de 10 GHz band, terwijl de individuele radiozendamateur het relaisstation aanstraalt gebruikmakend van 2300-2400 MHz. De relaisstations maken doorgaans gebruik van een aanzienlijke hoogte (35 tot 100 meter¹⁶). Met regelmaat worden er nu al zendbeperkingen opgelegd aan de radiozendamateurs i.v.m. de secundaire status ten opzichte van het ENG/OB-gebruik.

2.2 Beschikbare bandbreedte

Er zijn grofweg twee manieren om een deel van het lokale gebruik uit de 3,5 GHz te migreren naar de 2300-2400 MHz (mits er voldoende ruimte is).

- Het gebruik onderbrengen in de vrije ruimten tussen het gebruik van de huidige gebruikers (eventueel met het efficiënter plannen¹⁷ van het huidige gebruik). Er wordt dan geen volledig banddeel vrijgemaakt en beschikbaar gesteld voor het te migreren gebruik. Voor elk nieuw gebruik wordt afzonderlijk onderzocht of het in te passen is. Voorwaarde hiervoor is dat het LSA-systeem dat op dit moment wordt ontwikkeld in productie is en de huidige gebruikers bedient.¹⁸ Voordeel is dat er niet specifiek ruimte vooraf vrijgemaakt hoeft te worden en deze ruimte langer beschikbaar blijft voor het huidige gebruik. Aan de andere kant geeft het minder zekerheid vooraf, omdat moeilijker inzichtelijk te maken is hoeveel vrije ruimte er nog over is. Bovendien is het arbeidsintensiever dan het werken met algemene planningscriteria. Ook is het van belang de prioritering van alle gebruikers goed vast te leggen. Daarin zijn nog verschillende varianten mogelijk, mede afhankelijk van de mogelijkheden bij de nieuwe gebruikers.
- Het volledig vrijmaken van een deel van de band van het huidige gebruik en beschikbaar stellen voor het te migreren gebruik. Een efficiëntere variant is om dit specifieke banddeel met voorrang aan te wijzen voor bedrijfsspecifieke toepassingen (waarbij de niet gebruikte frequentieruimte nog steeds tijdelijk beschikbaar is voor de overige gebruikers). Voordeel van deze variant is dat er snel duidelijkheid is over de beschikbare ruimte.

Vooralsnog is het onzeker of deze twee vormen van gebruik van de 2300 – 2400 MHz band combineerbaar zijn met de (toekomstige) frequentiebehoefte van JenV en Defensie en past binnen het LSA-systeem. Nader overleg is hiervoor noodzakelijk en is reeds gestart in het kader van de implementatie van nieuwe LSA software..

¹⁶ Op Gerbrandy toren in IJsselstein wordt voor de ontvangst in de 2.3 – 2.4 GHz zelfs gebruik gemaakt tot een hoogte van 220 meter.

¹⁷ Bijvoorbeeld kanalen meer aaneengesloten uitgeven zodat er ook meer aaneengesloten bandbreedte vrij is.

¹⁸ Naar verwachting is het LSA systeem medio 2020 zover gereed, dat dergelijk gebruik meegenomen zou kunnen worden in het systeem.

2.3 Nabuurgebruik en bescherming

Uit de compatibiliteitsstudie van de ECC report 172 blijkt dat breedbandcommunicatiesystemen (BWS) in de 2300 MHz in het algemeen goed samen kunnen gaan met gebruik door andere toepassingen als er mitigerende maatregelen worden genomen. Zie voor een nadere uitwerking paragraaf 2.3.3. Hiermee kan in een aantal gevallen zelfs gebruik op dezelfde frequentie en locatie mogelijk zijn met uitzondering van medegebruik met telemetrie-/UAV-systemen (drones), alsmede het gebruik van videoverbindingen vanuit helikopters. Bij deze systemen is er een grote separatieafstand nodig.

2.3.1 Onderkant van de 2300 MHz band

Aan de onderkant grenst de band aan een frequentieband die is aangewezen voor Defensie voor mobiele communicatie en ENG/OB (beperkte vergunningverlening op volgorde van binnenkomst). De compatibiliteit met het gebruik in deze band is vergelijkbaar met het gebruik binnen de band (zie paragraaf 2.3.3)¹⁹.

2.3.2 Bovenkant van de 2300 MHz band

De bovenkant van de band grenst aan frequentieband 2400-2450 MHz. Deze band is bestemd voor zowel ENG/OB en in Nederland op afstand bestuurbare luchtvaartuigen, waarbij vergunningverlening voor beide categorieën op volgorde van binnenkomst plaatsvindt²⁰, amateursatelliet en vergunningsvrij gebruik voor korte-afstandsapparatuur. Voor vergunningsvrij gebruik geldt het volgende:

- Bluetooth: toepassing van bluetooth en BWS toepassingen binnen één apparaat vraagt om mitigerende maatregelen, die door de fabrikant van het apparaat zelf opgelost kunnen worden, aangezien deze beide toepassingen bij de ontwikkeling van het apparaat zelf kan ontwerpen.
- Wifi: bij indoor antennes, lager dan 1,5 meter, is co-existentie haalbaar. Outdoor Wifi antennes, met een hoogte van 10 meter hebben een grotere kans op interferentieproblemen. Gebruik van Wifi kanaal 5 (2422- 2442 MHz voor 802.11g/n) i.p.v. 1 (2402-2422 MHz voor 802.11g/n) vermindert de onderlinge interferentie sterk en maakt co-existentie tussen BWS en Wifi beter mogelijk. Alleen de eigenaar op een bedrijventerrein die in staat is het Wifi gebruik hierop in te richten, kan hier gebruik van maken.

Voor ENG/OB en op afstand bestuurbare luchtvaartuigen gelden dezelfde mitigatie voorwaarden als voor hetzelfde gebruik binnen de band. Dit staat beschreven in de volgende paragraaf.

2.3.3 Binnen de band

Hieronder worden op basis van ECC report 172 de mogelijkheden voor medegebruik van breedbandsystemen met andere toepassingen binnen de band kort weergegeven.

- *BWS onderling*: voor basisstations die dicht bij elkaar staan (adjacent frequency blocks) is er synchronisatie nodig bij gebruik van hoge vermogens en antennes. Zonder onderling gesynchroniseerde basisstations moet een deel van de beschikbare bandbreedte worden opgeofferd voor guard band wat resulteert in verminderde capaciteit (ten aanzien van throughput). Ook kan het dan noodzakelijk worden om enkel lagere dan de gebruikelijke vermogens toe te

¹⁹ In het rapport is ook onderzoek gedaan naar co-existentie met satelliet grondstations. Omdat die in NL niet in deze band opereren, is dit hier niet verder toegelicht.

²⁰ Er zijn slechts 2 vergunningen verleend. Het merendeel van de professionele UAV-apparatuur maakt tot nu toe gebruik van frequentieruimte die als vergunningsvrij is aangemerkt. In FM59 is verkenning gaande naar een geharmoniseerde spectrumruimte voor professionele UAV's in Europa.

staan. Dit heeft als nadeel dat de reikwijdte van het betreffende basisstation kleiner wordt.

- *Draagbare videolinks*: hier worden twee situaties onderscheiden. Gebruik van een draadloze camera en gebruik van een draagbare videolink. Voor de draadloze camera (in Nederland het meest gangbare gebruik) is co-existentie haalbaar in naastgelegen kanalen. Per situatie moet beoordeeld worden of er maatregelen nodig zijn, maar een separatieafstand van 400 meter lijkt voldoende. Voor co-channel gebruik zijn er mitigerende maatregelen nodig om interferentie te voorkomen. In dat geval is een separatieafstand van circa 4 km nodig. Voor de draagbare videolink zijn de benodigde maatregelen zwaarder, respectievelijk 30 km (co-channel) en 2 km (adjacent en alternate channel) separatieafstand.
- *videolink helikopter*: met een guard band van meer dan 20 MHz kan de videolink helikopter zonder maatregelen samen gaan met een BWS systeem. Als deze guard band niet gehanteerd wordt, zijn er andere coördinatie maatregelen nodig zoals een protectiezone of andere mechanismen. De benodigde separatieafstand voor adjacent channel gebruik kan oplopen tot 43 km. Voor co-channel situaties kan dit zelfs oplopen tot meer dan 500 km.
- *Telemetriesystemen en op afstand bestuurde luchtvaartuigen (drones)*: Telemetriesystemen worden in Nederland niet gebruikt in deze band. Maar UAV-gebruik is wel mogelijk. Daarbij bestaat er wat meer onzekerheid over de mogelijkheden voor medegebruik, want BWS en UAV gaan niet samen op co-channel basis. Medegebruik wordt pas mogelijk als er gekeken wordt naar aanliggende kanalen, geografische scheiding, time sharing of een combinatie van deze maatregelen.
- *Radiozendamateurs*: In ECC report 172 is alleen gekeken naar co-channel gebruik. Daarbij kunnen mitigerende maatregelen nodig zijn. Zie voor de bandinrichting bijlage 1. Maar gelet op de secundaire status van de radiozendamateurs zou dit gebruik in de praktijk beperkt kunnen worden.

2.3.4

Landsgrens

Er is coördinatie nodig als er aan weerszijden van de grens BWS-netwerken worden toegepast. De meest efficiënte maatregel is synchronisatie. Dit vraagt nadere afstemming tussen de verschillende gebruikers in beide landen. Indien dit niet mogelijk is moet er gedacht worden aan guard bands, filtering, verminderd zendvermogen etc.. Voor nadere informatie volstaan wij hiervoor te verwijzen naar het onderzoek synchronisatie²¹.

In Duitsland wordt de 2300 – 2400 MHz band gebruikt voor tijdelijke mobiele videoverbindingen. In België is de 2300 – 2400 MHz toegewezen aan het ministerie van Defensie. Het gebruik van deze band wordt momenteel wederzijds alleen afgestemd op het moment dat er evenementen zijn die de landsgrenzen passeren.

2.4

TDD of FDD

In de 2300 – 2400 MHz band kan voor BWS alleen gebruik gemaakt worden van TDD. Er is, net als in de 3,5 GHz band, mogelijk synchronisatie nodig als BWS-gebruikers op korte afstand van elkaar zitten. Afhankelijk van de parameters, zoals

²¹ Dit onderzoek is, evenals onderhavig rapport, een vervolg op een eerder onderzoek "Evaluatie van het frequentiegebruik in de 3,5 GHz band en mogelijke migratie van bestaand gebruik" van het agentschap. Het onderzoek synchronisatie wordt ook uitgevoerd in het kader van het onderzoek naar de mogelijkheden voor het vrijmaken van frequentieruimte voor mobiele operators in de 3,5 GHz band in opdracht van AT.

antennehoogte en zendvermogen, kan er sprake zijn van aanzienlijke herhaalafstanden. Zover bekend, is hier in ECC-verband nog geen onderzoek naar gedaan.

2.5 **Apparatuur**

Deze band is geharmoniseerd voor mobiele communicatie. In het Verenigd Koninkrijk is een deel van deze band (2350-2390 MHz) uitgegeven voor mobiele communicatie. Er is daarom in Europa apparatuur voor deze band beschikbaar.

2.6 **Toekomstverwachting**

Nederland heeft voornamelijk het standpunt ingenomen dat de band nodig is voor het huidige gebruik, zoals ENG/OB, Radiozendamateurs en Defensie en J&V gebruik. De verwachting van de huidige overheidsgebruikers is dat het gebruik toeneemt en dat hiervoor meer frequentieruimte nodig is.

Uit interviews met de MNO's in het kader van LSA bleek dat zij op dit moment maar in beperkte mate geïnteresseerd waren in het gebruik van de 2300-2400 MHz. De MNO's richten zich op dit moment op de bestaande 5G-band en de komende MBV. Eén MNO gaf nog wel aan de band interessant te vinden voor extra capaciteit bij evenementen, maar juist daar conflicteert het gebruik met ENG/OB en lijkt dit in de praktijk niet verenigbaar.

2.7 **Conclusie**

Het gebruik van deze band is op dit moment nog niet zeer groot, maar kenmerkt zich wel door een grote diversiteit aan gebruikers. Voor ENG/OB is dit een belangrijke band en Defensie en J&V maken ook gebruik van de band. Indien er in de 2300 MHz band ruimte vrijgemaakt moet worden om een deel van het bestaande gebruik in de 3,5 GHz te migreren, dan biedt de bovenste 20-30 MHz van deze band hiervoor de beste mogelijkheden, vanwege de naastliggende Wifi band. De locatie van het te migreren gebruik en mogelijk te nemen mitigerende maatregelen voor co-existentie zijn echter sterk van invloed op de werkelijke toepasbaarheid. Daarnaast zullen deze bovenste kanalen minder goed bruikbaar zijn, omdat deze grenzen aan de Wifi-band en de eigenaar van een bedrijventerrein niet altijd controle heeft over dit gebruik aangezien het vergunningsvrij is. Het (LTE) gebruik kan storen op Wifi, maar Wifi kan ook storing veroorzaken op LTE in deze band, hoewel dit laatste waarschijnlijk goed beheersbaar is, als de eigenaar van een bedrijventerrein controle heeft over het Wifi gebruik in zijn omgeving²². Zij kunnen er dan bijvoorbeeld voor kiezen om Wifi alleen in de 5 GHz te gebruiken of in ieder geval naar kanaal 5 i.p.v. 1 te switchen omdat dan de kans op interferentie kleiner is.

De mogelijk inzetbare 20-30 MHz bandbreedte in het bovenste deel van de 2300 – 2400 MHz band, is minder dan de 40 MHz bandbreedte die de meeste vergunninghouders in de 3,5 GHz band nu hebben. Het is niet bekend of die 40 MHz in de praktijk ook altijd echt nodig is en of vergunninghouders genoeg willen nemen met minder als er geen andere alternatieven meer zijn. Hier meer inzicht in verkrijgen kan alleen als hier per vergunninghouder nadere gesprekken over gehouden worden. Deze gesprekken ziet het agentschap als een onderdeel van het opstellen van een migratieplan.

²² Zie onderzoek door i.o.v. de OFCOM naar de storende effecten van LTE-apparatuur op WiFi: https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0021/77034/arqiva_annex_report.pdf

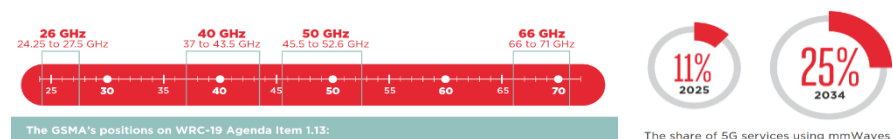
3 26 GHz band en 28 GHz band

De propagatie-omstandigheden in de 26 GHz (24,25- 27,5 GHz) en 28 GHz (27,5 – 29,5 GHz) band zijn beduidend minder gunstig dan in de 3,5 GHz band. Als gevolg hiervan kunnen er minder grote afstanden overbrugd worden dan in de 3,5 GHz band. Daarnaast dempen obstakels, zoals bomen en muren, het signaal veel meer dan in de 3,5 GHz band. Dit betekent dat het niet realistisch is om mobiele toepassingen²³ onder te brengen in deze banden, anders dan over zeer korte afstanden. Deze band is daarmee ongeschikt voor bijvoorbeeld mobiele toepassingen zoals die nu in de 3,5 GHz gebruikt worden in het havengebied van Rotterdam. Deze banden lenen zich wel voor statische of nomadische toepassingen zoals punt-multipunt bij cameratoezicht.

Binnen 3GPP is de definitie voor wat verstaan wordt onder de 26 GHz en 28 GHz band afwijkend van de door de ITU gehanteerde grenzen. Volgens de definitie van 3GPP overlappen beide banden tussen de 26,5 en 27,5 GHz. Dit is weergegeven in onderstaande afbeelding. Om verwarring te voorkomen wordt in dit rapport uitgegaan van de bandgrenzen volgens de ITU.



De hogere mmWave²⁴ banden, zie onderstaande afbeelding, zijn met name geschikt voor het realiseren van diensten met een meer nomadisch of statisch karakter zoals HD camera's voor toezicht op specifieke locaties of (semi) permanente punt (multi-) punt verbindingen. Deze systemen zullen zich blijven ontwikkelen en goed inpasbaar zijn in 5G/6G netwerken. Fabrikanten en mobiele-operators, via GSMA²⁵, stellen in hun WRC19 input document²⁶ dat in 2034 voor een kwart van alle netwerkcapaciteit deze mmWave banden nodig zullen zijn.



²³ Specifiek gebruik, bijvoorbeeld in de vorm van een complementaire downlink is wel denkbaar. In het bijzonder als het gaat om een grote hoeveelheid data in korte tijd te down streamen op een daartoe geschikte tijdelijke vaste locatie.

²⁴ De 26 en 28 GHz banden en hoger worden ook wel mmWave, of wel millimeter golflengte, banden genoemd. Bij deze hoge frequenties is de golflengte enkele millimeters (bij 26 GHz is dit ongeveer 11 millimeter).

²⁵ GSM Association: oorspronkelijk Europese handelsorganisatie om de belangen van mobiele operators te verwoorden. Inmiddels is dit een wereldwijde organisatie, waar ook niet Europese operators, inmiddels zo'n 800, lid van zijn. Zo'n 300 andere bedrijven, waaronder fabrikanten, hebben een geassocieerd lidmaatschap.

²⁶ bron: <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/07/Agenda-Item-1.13-for-5G.pdf>

3.1 26 GHz (24,25 – 27,5 GHz)

De gehele 26 GHz band zal naar verwachting op termijn aangewezen worden voor 5G. In eerste instantie betreft dit echter alleen het beschikbaar maken van 1 GHz in de band 26,5 - 27,5 GHz in 2020. Deze subband is volgens de 3GPP definitie zowel het bovenste deel van de 26 band als ook het onderste onderdeel van de 28 GHz band. Deze band sluit aan op de 28 GHz band (27,5- 29,5 GHz) die op meerdere plaatsen buiten Europa al is toegewezen aan 5G. Fabrikanten van apparatuur zullen zich daarom vooral richten op de band 26,5-29,5 GHz. De band 26,5-27,5 GHz is nu binnen Europa voornamelijk toegewezen aan Defensie.

3.1.1 Bestemming en gebruik

De 26 GHz band is een van de belangrijke frequentiebanden voor straalverbindingen, ook wel vaste verbindingen genoemd. Hiervoor is 2x532 MHz bandbreedte bestemd voor de uitgifte van vergunningen voor straalverbindingen²⁷. Mobile operators gebruiken deze zogenaamde backhaul-verbindingen voor verbindingen tussen het vaste glasvezelnet en basisstations op locaties waar geen glas beschikbaar is. Dit betreft ongeveer 30% van alle basisstations. 5G biedt aanzienlijk meer datacapaciteit dan 4G. Hiervoor zullen straalverbindingen ook meer capaciteit aan de betreffende basisstations moeten kunnen leveren. Om die reden zullen operators straalverbindingen aanvragen met een grotere spectrale bandbreedte dan de huidige. Hiervoor is aanvullend spectrum nodig wat deels gevonden kan worden in de 26 GHz. Hiervoor zou bijvoorbeeld 2x112 MHz, die nu nog beschikbaar is, extra ingezet kunnen worden.

Daarnaast is in deze band 2x140 MHz²⁸, aangrenzend aan de band voor straalverbindingen met dezelfde duplex afstand, ingezet voor lokale Fixed Wireless Access (FWA) of Point-Multi-Point-toepassingen. Dit zijn vooral toepassingen voor HD-cameratoezicht. ProRail is een van de partijen die hiervoor vergunningen heeft voor de inzet van videotoezicht op NS-stations en toezicht op het spoor. Het betreft hier conventionele FDD-technologie waarvoor al jaren apparatuur op de markt is. In de 26 GHz band zijn daarmee de volgende banddelen nog beschikbaar:

- 24,25 – 24,437 GHz: 187 MHz
- 24,437 – 24,549 en 25,445 – 25,557 GHz: 2x112 MHz
- 24,689 – 24,913 en 25,697 – 25,921 GHz: 2x224 MHz
- 26,453 – 26,5 GHz: 47 MHz

In het frequentiebereik 24,25 – 26,5 GHz zijn in totaal 638 vergunningen²⁹ verleend. Het gaat om de volgende voortrollende vergunningen, die verschillende afloopdata hebben en telkens van rechtswege met vijf jaar verlengd worden, tenzij ze uiterlijk twee jaren voor afloop actief niet verlengd worden:

- ProRail heeft 142 vergunningen ten behoeve van GSM-Rail en cameratoezicht op stations en spoor.
- Tele2/T-Mobile heeft 462 vergunningen voor straalverbindingen.
- 34 vergunningen verleend aan diverse partijen.

3.1.2 Bandbreedte en TDD/FDD

De huidige vergunningen voor cameratoezicht worden verleend binnen een frequentiebereik van 2x140 MHz (24,549–24,689 en 25,557-25,697 GHz). In deze band is, afhankelijk van de locatie, nog ruimte voor ander gebruik. Bovendien is

²⁷ Het gaat om het banddeel 24,913-25,445 en 25,921 – 26,453 GHz. Het betreft hier FDD technologie, waardoor er twee in frequentie gescheiden banden nodig zijn om verbinding te realiseren.

²⁸ Zie bijlage 2: 24,549–24,689 en 25,557-25,697 GHz

²⁹ Peildatum 8-7-2019

voor FDD voldoende apparatuur op de markt beschikbaar voor vaste opstellingen van ENG/OB-toepassingen of HD-cameratoezicht. Daarnaast is er nog 2x112 en 2x224 MHz beschikbaar voor FDD-toepassingen. Naast FDD is er in het totaal 234 MHz (187 + 47 MHz) beschikbaar voor TDD. Voor TDD is in deze band de apparatuur nog in een ontwikkelingsfase. Onbekend is wanneer deze TDD-apparatuur in voldoende mate beschikbaar komt.

3.1.3 *Mogelijke NFP wijzigingen*

In de 26 GHz band is nu 2x140 MHz beschikbaar voor FWA vergunningverlening per basispost en op volgorde van binnenkomst van de aanvraag. In deze band zijn o.a. voor ProRail, lokale punt-multipunt netwerken gerealiseerd. Aangrenzend aan deze band is in het NFP nog 2x224 MHz (24,689-24,913 en 25,697-25,921 GHz) bestemd voor FWA op basis van veiling of vergelijkbare toets. Deze sub-band is eerder vergund geweest voor landelijke vergunningen voor FWA gebruik door mobiele operators. FWA als landelijke toepassing is achterhaald en wordt nu niet meer gebruikt. Het is daarom gewenst om het verdeelmechanisme aan te passen.

Voor cameratoezicht zijn er op dit moment per locatie maximaal twee vergunninghouders met elk 40 MHz bandbreedte. Om aan de behoefte van migratie uit de 3,5 GHz te voldoen lijkt het voldoende dit in de 26 GHz onder te brengen in de reeds beschikbare 2x140 MHz. Cameratoezicht vindt echter veelal plaats in stadscentra en aanvullende frequentieruimte kan daar gewenst zijn. Hiervoor kan in de 26 GHz band, aangrenzend aan de huidige 2x140 MHz, 2x112 MHz beschikbaar gemaakt worden. Hiervoor zijn in principe twee opties: 2x112 MHz aansluitend aan de onderkant van de huidige 2x140 MHz of 2x112 MHz aansluitend aan de bovenkant. De uitgifte van vergunningen kan dan op deze zelfde basis als in de 3,5 GHz, namelijk vergunningverlening per basispost op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.

Er is daarnaast in de 26 GHz ook behoefte aan aanvullend 2x112 MHz spectrum voor straalverbindingen 5G backhaling. De bovenste 2x112 MHz van de nu nog vrije 2x224 MHz zou hiervoor ingezet kunnen worden, aangezien dit dan grenst aan de huidige band voor straalverbindingen.

Met deze twee toepassingen kan op doelmatige wijze invulling gegeven worden aan het nu ongebruikte banddeel in de 26 GHz, waarbij dan nog 2x112 MHz FDD en 187 MHz tezamen met 47 MHz TDD beschikbaar blijft.

3.2 **Mogelijkheden voor migratie naar de 28 GHz (27,5 – 29,5 GHz)**

De 28 GHz band is in het NFP opgesplitst tussen satelliet gebruik (uplink) en straalverbindingen op basis van ECC/DEC/(05)01 (27,5-29,5 GHz). In 2005 is geconcludeerd dat ongecoördineerd satelliet gebruik (uplink) en gecoördineerde straalverbindingen niet konden samenleven in de zelfde banddelen. In 2018 is er binnen ECC een studie opgestart om te onderzoeken of deze samenleving met aanvullende maatregelen wel mogelijk is.

In Europa is de 28 GHz band (27,5-29,5 GHz) niet aangewezen voor 5G maar er is wel apparatuur voor op de markt verkrijgbaar.

Voor Nederland werkt AT aan de voorbereidingen van de vergunningsvoorwaarden om voor gecoördineerde satellietstations op secundaire basis vergunningen te verlenen in het banddeel wat tot nu toe uitsluitend ingezet werd voor straalverbindingen. Straalverbindingen blijven hun primaire status behouden in overeenstemming met ECC/DEC/(05)01. Het NFP zal hier nog op aangepast moeten worden.

In het aan straalverbindingen gealloceerde deel van de 28 GHz is 112 MHz (27,828-27,940 MHz) beschikbaar voor TDD-toepassingen in de vorm van punt-multipunt-verbindingen. Omdat hiervoor nog geen apparatuur beschikbaar is, is dit deel van

het spectrum nu nog onbenut. De 28 GHz band is op meerdere plaatsen buiten Europa in andere delen van de wereld toegewezen aan 5G. De verwachting is dan ook dat op korte termijn TDD-apparatuur beschikbaar gaat komen. Daarmee biedt de 28 GHz band mogelijk een alternatief voor het onderbrengen van ENG/OB-toepassingen of HD-cameratoezicht dat nu in de 3,5 GHz is ondergebracht.

Er ligt een beleidsvoornemen³⁰ om deze 112 MHz te delen met gecoördineerd breedband satelliet up-link toepassingen. Indien het gebruik uit de 3,5 GHz band wordt gemigreerd naar deze band zal hiermee mogelijk rekening gehouden moeten worden. In dat geval moet overwogen worden om deze 112 MHz de zelfde primaire status te geven als straalverbindingen in deze band zodat deze band op alle locaties beschikbaar is voor migratie uit de 3,5 GHz band.

3.3

Conclusie voor de 26 GHz en 28 GHz band

Zowel de 26 GHz als de 28 GHz bieden frequentieruimte voor migratie van toepassingen die nu in de 3,5 GHz band zijn ondergebracht. Vanwege de aard van de 26 GHz frequentieband zal dit niet voor alle toepassingen een geschikte band zijn. Voor met name vaste of nomadische verbindingen over korte afstand kunnen deze banden een goed alternatief zijn. Voor de 26 GHz is apparatuur op de markt verkrijgbaar en is ook meer spectrumruimte beschikbaar dan in de 3,5 GHz band. Voor de 28 GHz komt apparatuur binnenkort op de markt. Mocht de hele 26 GHz band op termijn ingezet worden voor 5G toepassingen, dan zal er naar verwachting ook voldoende ruimte zijn voor o.a. nieuwe generaties van HD camera toezicht.

³⁰ Op verzoek van een satelliet operator is er een voornemen om de bestemming voor de satellietdienst in de 28GHz band uit te breiden.

4 Korte inventarisatie 3800 – 4200 MHz band

Er zijn ontwikkelingen in Europa en daar buiten op basis waarvan het agentschap heeft besloten om in aanvulling op de opdracht ook een korte inventarisatie te maken voor de band 3800 – 4200 MHz. Deze band is bestemd voor vaste verbindingen en vaste satellietverbindingen (ruimte naar aarde). Er zijn in deze band geen vergunningen uitgegeven voor vaste verbindingen.

In het kader van dit onderzoek is alleen een eerste inventarisatie gemaakt van de voor- en nadelen. Overwogen kan worden om de mogelijkheden van migratie naar deze band nader te onderzoeken. Dit is echter een beleidsmatige keuze.

4.1 Aandachtspunten

- Er is 5G NR apparatuur voor breedbandtoepassingen beschikbaar in deze band;
- Afhankelijk van locatie en parameters kan er 400 MHz additioneel beschikbaar komen voor lokale breedband;
- Er kan, mits de netwerken een beperkt gebied beslaan, frequentiematig en geografisch een grotere afstand genomen worden tot andere breedbandnetwerken, waardoor er geen onderlinge synchronisatie nodig is;
- Er is geen synchronisatie vereist met het mobiel gebruik in de 3,5 GHz band.
- Er zijn aaneengesloten bandbreedtes mogelijk van 100 MHz, waardoor 5G voor lokale breedbandnetwerken maximaal ingezet kan worden.
- Het satellietgebruik in de 3800-4200 MHz band vindt op de zelfde locaties plaats als in de 3400-3800 MHz band. Het huidige bedrijfsspecifieke gebruik in deze band houdt hier reeds rekening mee, waardoor migratie naar de 3800 – 4200 MHz band van dit gebruik goed mogelijk is. Toekomstig bedrijfsspecifiek gebruik wat hier geen rekening mee houdt (b.v. boven de lijn Amsterdam - Zwolle), kan niet plaatsvinden in deze band.
- Zowel in Nederland³¹ als binnen de CEPT is besloten dat de 3800 – 4200 MHz band gehandhaafd blijft voor de Fixed Satellite Services (FSS). Het NFP heeft nu geen mobiele bestemming voor deze band;
- De band 3800-4200 MHz wordt nu gebruikt als migratie mogelijkheid voor FSS vanuit de band 3400-3800 MHz (o.a. locatie Biddinghuizen);
- De beschermingslijn voor Burum is alleen afgesproken voor de 3,5 GHz band. Dergelijke afspraken zullen ook voor de 3800 – 4200 MHz band gemaakt moeten worden.
- De C-band heeft gunstige eigenschappen m.b.t. rain attenuation. Voor de FSS zijn niet meer van dit soort banden beschikbaar. Met de huidige klimatologische ontwikkelingen (harde intensieve regenbuien) zijn deze banden van belang om beschikbaarheid van de satellietdiensten te garanderen;
- Het samenlevingsscenario voor de 3800-4200 MHz is gelijk aan die van de band 3400-3800 MHz; het toepassen van hoge zendvermogens van basisstations is hierdoor niet of slechts beperkt mogelijk. Lokale breedbandtoepassingen gebruiken in de regel lagere zendvermogens dan de netwerken van de MNO's;

³¹ In de kamerbrief van 24 december 2018 over de 3,5 GHz is aangegeven dat de band 3800 – 4200 MHz beschikbaar blijft voor FSS.

- Breedbandtoepassingen leveren forse beperkingen op voor mogelijke toekomstige satelliet grondstations op locaties anders dan de locaties waar nu C-band grondstations staan opgesteld;
- Nadere afspraken met buurlanden over de bescherming van satellietgrondstations in die landen zijn noodzakelijk. De uitkomst hiervan is vooralsnog onzeker.

4.2 Ontwikkelingen 5G in 3800-4200 MHz band in andere landen

4.2.1

Europa

In Europa zijn er in vier landen, Verenigd Koninkrijk, Zweden, Litouwen en België, ontwikkelingen in de 3800-4200 MHz band voor wat betreft 5G. De ontwikkelingen in deze landen komen achtereenvolgens aan de orde.

Verenigd Koninkrijk (VK): In het VK komt de band 3800-4200 MHz eind 2019 beschikbaar voor lokale breedband toepassingen. Ofcom³² heeft hierover de markt geconsulteerd en heeft in juli het besluit genomen om de band te openen voor lokale bedrijfstoepassingen³³. De vergunningen worden verleend op volgorde van binnenkomst van de aanvraag en kunnen sinds eind juli 2019 aangevraagd worden. Het betreft vergunningen voor laag vermogen binnen of buitenshuis in gebieden met een straal van 50m. Er kan een aanvraag ingediend worden voor meerdere gebieden om dekking te realiseren op een bedrijventerrein of groot gebouw. Het is tevens mogelijk om vergunningen met een hoger vermogen aan te vragen in landelijke gebieden. De landelijke gebieden waarin zo'n aanvraag ingediend kan worden zijn door de Ofcom gespecificeerd. In alle gevallen zal Ofcom plannings uitvoeren om te bepalen of er geen storing wordt veroorzaakt op het bestaande gebruik.

Zweden: Zweden heeft in juni 2019 een voorstel geconsulteerd³⁴ om de band 3800 – 4200 MHz te openen voor PMSE video en 5G toepassingen. Het resultaat is dat de band 3800 – 3900 MHz beschikbaar zal komen voor Video PMSE en dat de administratie overleg gaat voeren met het ministerie van Defensie voor het uitfasen van hun gebruik in deze band. Het gebruik van de band door Defensie is niet compatibel te maken met het 5G gebruik.

Litouwen: Op basis van informatie van het Global mobile Suppliers Association (GSA) rapport "5G Spectrum C-Band Snapshot" oktober 2019, GSA³⁵ heeft in 2018 in Litouwen een consultatie plaatsgevonden voor 5G toepassingen in de band 3400 – 4200 MHz. Op de website van RRT³⁶ staat het consultatiedocument. Bij navraag bij de Litouwse collega's bleek dat er in de markt geen behoefte was naar spectrum in de 3800 – 4200 MHz band. Litouwen is voorstander om deze band als kandidaat IMT-band naar voren te schuiven voor WRC-23.

België: In België worden voor lokale breedband toepassingen vergunningen verleend in de 3800 – 4200 MHz band. Dit is bevestigd door een collega van het BIPT. Hij had nog geen nadere informatie beschikbaar en ze hopen binnenkort een consultatie te starten.

4.2.2

Andere werelddelen

Buiten Europa zijn er in de 3800 - 4200 MHz band op diverse plekken ontwikkelingen t.a.v. 5G.

³² Ofcom is de regelgevende instantie in de UK voor telecommunicatiediensten en post

³³ Document van Ofcom met de voorwaarden voor vergunningverlening:

https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf

³⁴ Consultatie document en reacties (Zweeds): <https://pts.se/sv/dokument/remisser/radio/2019/samrad-av-forstudierapport-38--42-ghz-3800--4200-mhz/>

³⁵ <https://gsacom.com/technology/5g/>

³⁶ <https://www.rtt.lt/rrt-skelbia-viesaja-apklausa-del-3400-4200-mhz-radijo-dazniu-juostos-naudojimo-perspektyvu/>

Verenigde Staten: De FCC heeft op 3 juni 2019 een consultatie³⁷ gehouden voor het beschikbaar krijgen van de 3700 – 4200 MHz band voor 5G toepassingen. De band is nog niet opengesteld voor 5G toepassingen

Canada: In Canada is in 2018 een eerste consultatie³⁸ geweest over de toekomst van de 3700 – 4200 MHz band met de mogelijkheid om de band te openen voor 5G toepassingen. De resultaten van de consultatie zijn in 2019 bekend gemaakt³⁹. Er zal nog een tweede consultatie plaats vinden met een nadere uitwerking van het toekomstig gebruik, bandplan etc. Doel is om de band in 2022 beschikbaar te stellen voor 5G toepassingen.

Japan: In het GSA rapport "Spectrum for Terrestrial 5G Networks: Licensing Developments Worldwide", juli 2019⁴⁰ blijkt dat Japan vergunningen heeft verstrekt voor de 3900 – 4100 MHz band voor 5G in april 2019. De vergunninghouders moeten binnen 2 jaar dienstverlening starten met gebruikmaking van deze frequentieruimte.

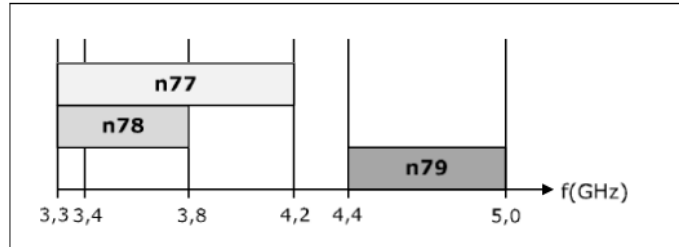
Australië: Australië onderzoekt de mogelijkheden om 5G toepassingen in de band 3700 – 4200 MHz onder te brengen. Zij hebben hierover in augustus van dit jaar een consultatie⁴¹ gehouden met daarin diverse scenario's op het gebied diensten, geografie en vergunningsverlening. Er waren 23 reacties waaronder die van satellietorganisaties, operators en fabrikanten. Er is nog geen beslissing genomen.

4.3 Beschikbaarheid van apparatuur

In de standaardisatie is een aantal frequentiebanden voor 5G NR gedefinieerd. De band nummers n77 en n78 zijn relevant voor de 3 GHz range:

NR band n77: 3,3 – 4,2 GHz

NR band n78: 3,3 – 3,8 GHz



Voor de frequentieband van 3800 – 4200 MHz is 5G NR band n77 relevant. Op basis van GSA rapport "5G Device Ecosysteem" oktober 2019 zijn er ruim 20 apparaten op de markt voor de 3800 - 4200 MHz band (n77) .

³⁷ <https://www.federalregister.gov/documents/2019/06/03/2019-11448/international-bureau-and-wireless-telecommunications-bureau-see-focused-additional-comment-in-37-42>.

³⁸ <http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11401.html#s7.3>

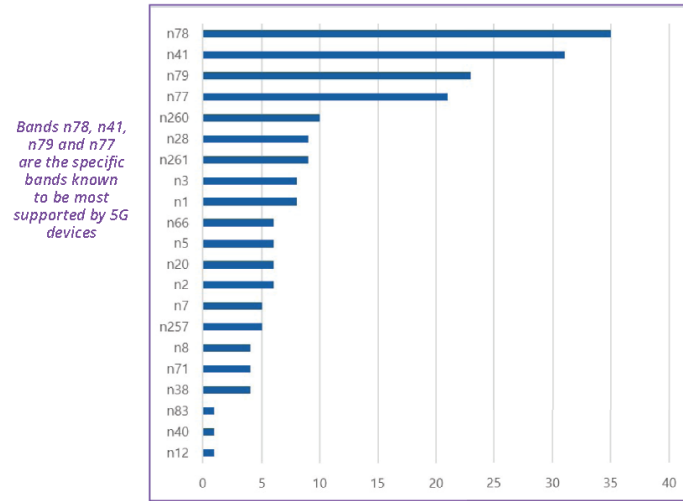
³⁹ <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11437.html#s7.1>

⁴⁰ <https://gsacom.com/technology/5g/>

⁴¹ <https://www.acma.gov.au/consultations/2019-09/planning-3700-4200-mhz-band-consultation-272019>

The bands known to be most supported by announced 5G devices are n78, n41, n79 and n77.

Figure 4: Announced devices with known spectrum support, by specific band (data not available for all devices)



Opm.: band n41 betreft de 2,6 GHz band.

In het algemeen is het de verwachting dat het aantal apparaten voor 5G NR snel zal toenemen.

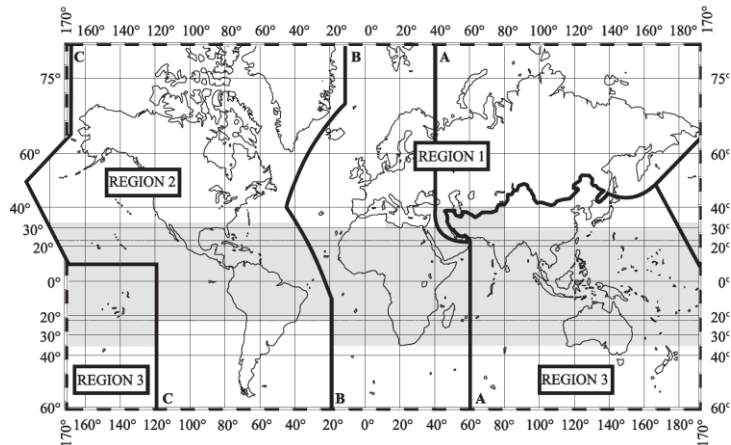
4.4 Bestemming van de 3800 – 4200 MHz band in de RR, ECA en NFP

Internationaal en nationaal zijn er afspraken gemaakt op basis waarvan toepassingen al dan niet ondergebracht mogen worden in bepaalde frequentiebanden. Mondiaal worden de afspraken vastgelegd in de Radio Regulations, Europees in de European Common Allocation table en Nationaal in het Nationaal FrequentiePlan. Lokale breedbandtoepassingen, zoals nu in de 3,5 GHz zijn ondergebracht, vallen onder de mobiele dienst. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de bestemming van de 3800 – 4200 MHz band op mondiaal, Europees en nationaal niveau en dat deze band gebruikt mag worden voor mobiele diensten zoals lokale breedbandtoepassingen.

4.4.1 Radio Regulations

De Radio Regulations (RR) is een verdrag waar Nederland aan gebonden is. Artikel 4 van de RR biedt landen de ruimte af te wijken van de tabel in de RR, zolang dit geen effect heeft op het frequentiegebruik in de buurlanden. In de RR is de wereld in 3 regio's verdeeld.

5.2 For the allocation of frequencies the world has been divided into three Regions as shown on the following map and described in Nos. 5.3 to 5.9:



Nederland behoort tot regio 1 en in de tabel met de bestemmingen van de frequentiebanden naar Radiodiensten is daarmee de kolom voor Regio 1 voor Nederland relevant.

De band 3600 – 4200 MHz is in Regio 1 bestemd voor:

3 600-4 800 MHz		
Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
3 600-4 200 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) Mobile	3 600-3 700 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile 5.434 Radiolocation 5.433	3 600-3 700 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile Radiolocation 5.435
	3 700-4 200 FIXED FIXED-SATELLITE (space-to-Earth) MOBILE except aeronautical mobile	

Waarbij FIXED overeenkomt met straalverbindingen of punt multipunt systemen, FIXED-SATELLITE (space to Earth) vaste satellietverbindingen (ontvangst van de signalen uitgezonden door de satelliet) zijn en Mobile mobiele diensten, zoals 4G/5G.

De Straalverbindingen en Satellietverbindingen hebben een primaire status en zijn weergegeven met hoofdletters, de mobiele dienst heeft secundaire status en is weergegeven met kleine letters. Secundaire status betekent dat storing van de diensten met primaire status geaccepteerd moet worden en er geen storing veroorzaakt mag worden op de diensten met een primaire status. De RR geldt tussen landen. Een land mag hiervan afwijken zolang dat maar geen effect heeft op andere landen.

4.4.2 European Common Allocation table

De European Common Allocation table (ECA) is opgesteld door de ECC en heeft geen formele status. Deze tabel wordt echter door veel Europese landen als leidraad gebruikt voor het opstellen van hun nationale frequentietabel.

In onderstaande afbeelding is het deel van de ECA weergegeven voor de 3600-4200 MHz band.

3600 MHz - 4200 MHz

Approved October 2018

ERC REPORT 25
Page 117 / 275

RR Region 1 Allocation and RR footnotes applicable to CEPT	European Common Allocation and ECA	Footnotes	ECC/ERC harmonisation measure	Applications	Standard	Notes
FIXED FIXED-SATELLITE (SPACE-TO-EARTH) Mobile	FIXED FIXED-SATELLITE (SPACE-TO-EARTH) MOBILE	ECA37	ECC/DEC/(05)09	-	EN 301 447	In some countries the mobile service may be on secondary basis
			ERC/REC 12-08	FSS Earth stations	EN 301 443	Within the band 3700-4200 MHz
			ECC/DEC/(11)08 ECC/REC/(15)01	Fixed MFCN	EN 302 217 EN 301 908	Priority for civil networks Medium/high capacity fixed Within the band 3400-3800 MHz
			ECC/DEC/(05)04 ECC/REC/(11)09 ECC/REC/(11)10	UWB applications	EN 302 065	Generic UWB, Location Tracking Type 2 (LT2), Location Application for Emergency Services (LAES)

De eerste kolom geeft de bestemming van de band weer zoals deze staat in de RR voor Regio 1. De tweede kolom is Europese bestemming van de band. Hier is een duidelijk verschil te zien met de RR, want de Mobiele dienst heeft in Europa een primaire status in de 3600 – 4200 MHz band. De reden hiervoor is dat in Europa de band 3400 – 3800 MHz is aangewezen als de core-band voor 5G.

4.4.3

Nationaal FrequentiePlan

Het Nationaal FrequentiePlan (NFP) is leidend voor het frequentiegebruik in Nederland. Vergunningen voor een bepaalde toepassing in een bepaalde band kunnen alleen uitgegeven worden als de toepassing binnen de bestemming valt zoals deze in het NFP is vastgelegd.

In het NFP is de 3800 – 4200 MHz band alleen bestemd voor straalverbindingen en satellietverbindingen. Conclusie: zonder wijziging van het NFP is het niet mogelijk om vergunningen te verstrekken voor lokale breedbandtoepassingen met uitzondering van experimenten/evenementen.

Hieronder is een extract van het NFP voor 3800-4200 MHz band weergegeven.

10. De frequentietabel	ITU dienst	Bestemming	Verdeelmechanisme
Bandgrens			
3800 MHz			
	FS	Vaste verbindingen	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.
	FSS_SE	Vaste satellietverbindingen (ruimte naar aarde)	Vergunningverlening is niet van toepassing.
4200 MHz			

5 Conclusies

Voor het migreren van het huidige gebruik in de 3,5 GHz band zijn de daarvoor meest relevante frequentiebanden onderzocht. Frequentiebanden tot grofweg 6 GHz zijn geschikt voor migratie van mobiele toepassingen. Frequentiebanden die daarboven liggen kunnen gebruikt worden om vaste opgestelde toepassingen naartoe te migreren.

Geconcludeerd wordt dat de 1,9 GHz band ongeschikt is als migratieband. Er is te weinig bandbreedte en er zijn te veel beperkende voorwaarden vanwege de bescherming van het naastliggende gebruik. Ook is er momenteel geen apparatuur verkrijgbaar in Europa. Daarnaast zijn er drie kandidaat gebruikers voor deze band. Het gaat hierom om aanvullende frequentieruimte voor LTE-rail voor de spoorwegen, voornamelijk remote en control voor UAV-gebruik en uitbreiding van DECT.

In de 2300 - 2400 MHz is sprake van conflicterende belangen met het bestaande en verwachte gebruik. Hierdoor is het onzeker of langdurig gebruik, bijvoorbeeld 10 jaar of meer, van deze band door gemigreerde gebruikers uit de 3,5 GHz mogelijk is. Daarnaast lijkt de beschikbaar te maken ruimte beperkt en is het de vraag of dit voor de huidige gebruikers in de 3,5 GHz band afdoende is. Dit blokkeert of beperkt een eventuele migratie van mobiele toepassingen van de 3,5 GHz naar de 2300 - 2400 MHz band.

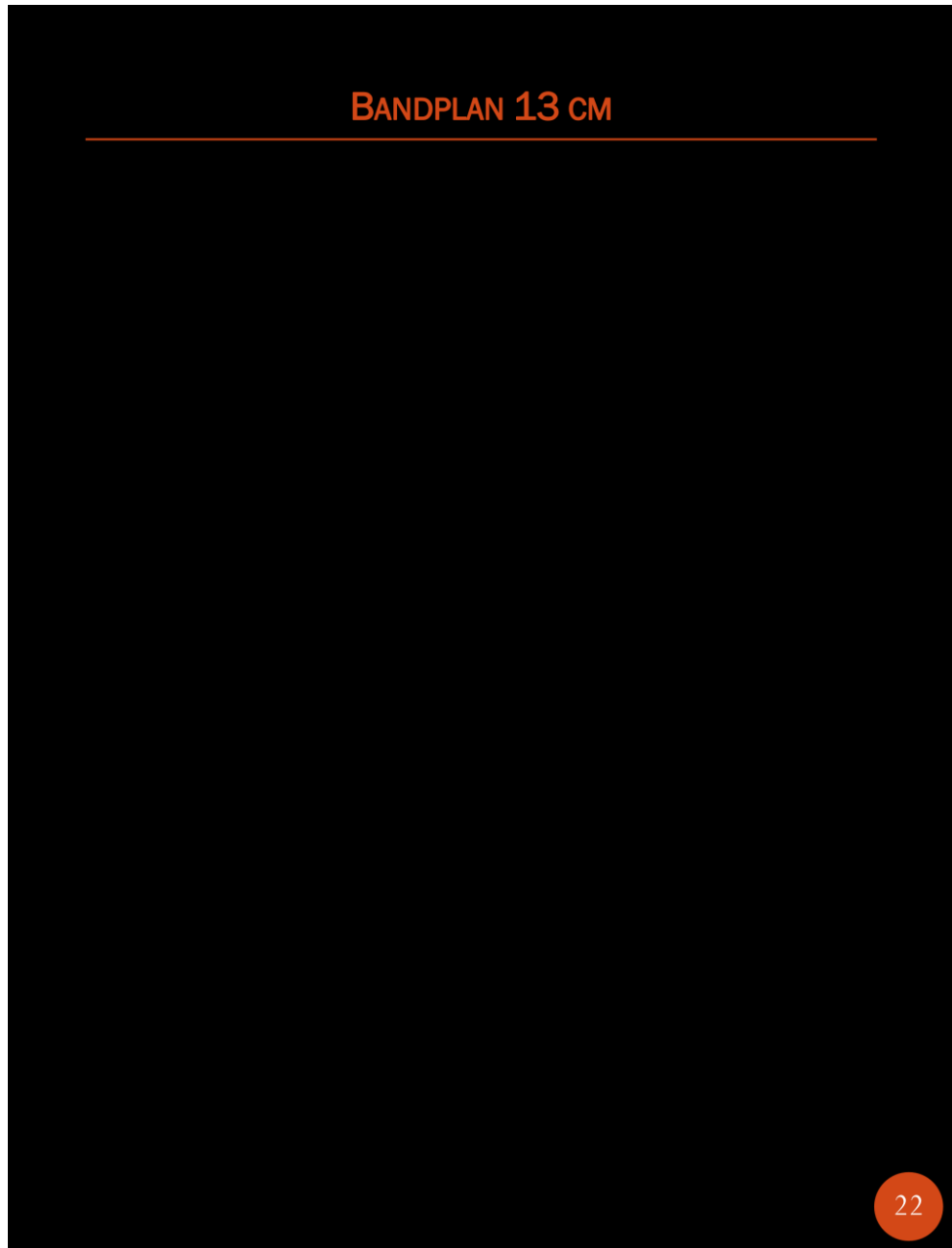
De 26 en 28 GHz band bieden voldoende ruimte om het gebruik in de 3,5 GHz band te migreren. Echter gezien de aard van deze frequentiebanden is het alleen mogelijk om vast, zoals cameratoezicht gebruik te migreren. De frequentieruimte in de 28 GHz is echter op dit moment nog geen alternatief, omdat er nog geen TDD-apparatuur beschikbaar is.

In de 3800 - 4200 MHz band lijken, gezien de ontwikkelingen in andere landen, lokale bedrijfstoepassingen met een beperkt vermogen toegepast te kunnen worden, met behoud van het satellietgebruik in de hele band op de huidige bekende locaties. Beleidsmatig zal eerst moeten worden bepaald of het opportuun is om de mogelijkheden van lokale bedrijfstoepassingen in deze band nader te onderzoeken, waarbij ook stakeholders worden benaderd.

Als gevolg van bovenstaande kan geconcludeerd worden dat de beschikbare alternatieve frequentieruimte voor toepassingen in de 3,5 GHz beneden de 6 GHz vooralsnog beperkt is. Er zijn daarmee, buiten de 3800 - 4200 MHz band, weinig alternatieven voor het mobiele gebruik in de 3,5 GHz band. Voor vast en nomadisch gebruik, mits de te overbruggen afstanden beperkt zijn, is voldoende ruimte in de 26 en 28 GHz band. De resterende frequentieruimte in de 3,5 GHz voor bedrijfsspecifieke toepassingen zal dan ook (zo veel mogelijk) gereserveerd moeten worden voor die toepassingen, waarvoor migratie naar de 26 en/of 28 GHz band geen optie is.

Bijlage 1

Bandplan zendamateurs 2300 – 2400 MHz



Bron: www.ham-radio.nl

Bijlage 2

24,25 GHz					
	FS	Vaste verbindingen	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.	Ruimte voor FWA	
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.	TDD?	
24,437 GHz		Mogelijk in Duplex met GAP (25445-25557)???			0,187
24,45 GHz					
	FS	Vaste verbindingen	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.	Mogelijk FWA FDD?	
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		
24,549 GHz		Duplex=	1,008		0,112
	FS	Vaste verbindingen, FWA. Duplex met 25,557-25,697 GHz	Vergunningverlening per FWA basispost op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.	Onderband FDD FWA	
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		
24,65 GHz					
	FS	Vaste verbindingen, FWA. Duplex met 25,657-25,697 GHz	Vergunningverlening per FWA basispost op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		
24,689 GHz					0,14
	FS	Vaste verbindingen, FWA. Duplex met 25,697-25,921 GHz.	Vergunningverlening via veiling of vergelijkende toets.	112/112 optie FWA/FS	
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		
24,75 GHz					
	FS	Vaste verbindingen, FWA. Duplex met 25,697-25,921 GHz	Vergunningverlening via veiling of vergelijkende toets.		
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		0,224
24,913 GHz					
	FS	Vaste verbindingen	Vergunning verlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		
25,25 GHz					
	FS	Vaste verbindingen 5.536A	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
25,445 GHz	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		0,532
25,5 GHz		Duplex gap 25445-25557			
25,557 GHz	FS	Vaste verbindingen.	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		0,112
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur 5.536A	Zonder vergunning, onder voorwaarden.	Mogelijk FWA FDD?	
25,557 GHz					0
	FS	Vaste verbindingen, FWA. Duplex met 24,549-24,689 GHz	Vergunning verlening per FWA beasisstation op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.	Bovenband FDD FWA	
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		
25,697 GHz					0,14
	FS	Vaste verbindingen, FWA. Duplex met 24,689-24,913 GHz	Vergunningverlening via veiling of vergelijkende toets.	112/112 optie FWA/FS	
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur 5.536A	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		0,224
25,921 GHz					
	FS	Vaste verbindingen	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur 5.536A	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		
26,033 GHz					
	FS	Vaste verbindingen 5.536A	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur 5.536A	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		0,579
26,5 GHz					
	FS	Vaste verbindingen 5.536A	Aangewezen voor Defensie en overigens vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.	1GHz voor 5G	
	MS	Mobiele communicatie 5.536A	Aangewezen voor Defensie.		
	/ms/	Mobiele communicatie, kortefstandapparatuur 5.536A	Zonder vergunning, onder voorwaarden.		
27 GHz					
	FS	Vaste verbindingen	Aangewezen voor Defensie en overigens vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
	MS	Mobiele communicatie	Aangewezen voor Defensie.		
27,5 GHz					1

27,5 GHz					1
	FSS_ES	Vaste satellietverbindingen (aarde naar ruimte) 5.484A 5.516B 5.538 5.539 5.540	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		0,3285
27,8285 GHz					TDD
	FS	Vaste verbindingen 5.538 5.540	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		Ruimte voor FWA
27,9405 GHz					0,112
	FS	Vaste verbindingen. Duplex met 28.9485 – 29.0605 GHz 5.538 5.540	Aangewezen voor Veiligheid en Justitie.		
28,0525 GHz					0,112
	FS	Vaste verbindingen. Duplex met 29.0605 – 29.4525 GHz 5.538 5.540	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
28,4445 GHz					0,392
	FSS_ES	Niet gecoördineerde vaste satellietverbindingen (exclusief, aarde naar ruimte) 5.484A 5.516B 5.538 5.539 5.540	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
28,5 GHz					
	FSS_ES	Niet gecoördineerde vaste satellietverbindingen (exclusief, aarde naar ruimte). Randapparaten 5.484A 5.516B 5.539 5.540	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag. Randapparaten zonder vergunning.		
28,9485 GHz					0,504
	FS	Vaste verbindingen. Duplex met 27.9405 – 28.0525 GHz 5.540	Aangewezen voor Veiligheid en Justitie en overigens vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
29,0605 GHz					0,112
	FS	Vaste verbindingen. Duplex met 28,0525-28,4445 GHz 5.516B 5.535A 5.539 5.540 5.541A	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
29,1 GHz					
	FS	Vaste verbindingen. Duplex met 28,0525-28,4445 GHz 5.540	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.		
29,4525 GHz					0,392
	FSS_ES	Niet gecoördineerde vaste satellietverbindingen (exclusief, aarde naar ruimte). Randapparaten 5.516B 5.535A 5.539 5.541A	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag. Randapparaten zonder vergunning.		
29,5 GHz					
	FSS_ES	Vaste satellietverbindingen (aarde naar ruimte). LEST/HEST 5.484A 5.516B 5.539 5.540	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.LEST/HEST zonder vergunning, onder voorwaarden.		
29,9 GHz					
	FSS_ES	Vaste satellietverbindingen (aarde naar ruimte). LEST/HEST 5.484A 5.516B 5.525 5.538 5.539 5.540	Vergunningverlening op volgorde van binnenkomst van de aanvraag.LEST/HEST zonder vergunning, onder voorwaarden.		
30 GHz					0,5475
	FSS_ES	Vaste satellietverbindingen (aarde naar ruimte) 5.338A	Aangewezen voor Defensie.		
	MSS_ES	Mobiele satellietverbindingen (aarde naar ruimte)			