Stratix

# Breedband voor de OOV sector in de 700 MHz band

*Onderzoek naar behoefte aan mobiele breedband datacommunicatie*

RAPPORT

Rapport uitgebracht aan:
Het ministerie van Economische Zaken
en het ministerie van Veiligheid en Justitie
Hilversum, februari 2017

# Management samenvatting

De samenleving wordt in het algemeen steeds afhankelijker van mobiele data. Die ontwikkeling geldt in het bijzonder ook voor organisaties die een vitale rol vervullen voor de Openbare Orde en Veiligheid (OOV). Waar deze organisaties in het verleden voor de kritieke communicatie vooral gebruik maakten van spraak en korte berichten, is er steeds meer behoefte aan breedbandige data.

Het ministerie van Economische Zaken werkt momenteel aan een nota Mobiele Communicatie. Deze nota raakt onder andere aan de verdeling van de 700-MHz band, die momenteel nog voor omroep wordt gebruikt maar in 2020 voor mobiele communicatie beschikbaar komt en in 2019 zal worden geveild.

Op Europees niveau is overwogen om een deel van de 700-MHz band te bestemmen voor de OOV sector. Uiteindelijk is besloten dat dit aan de individuele landen is; wel zijn er binnen CEPT enkele opties geformuleerd voor de eventuele bestemming van frequenties voor Openbare Orde en Veiligheid.

Het ministerie van Economische Zaken en het ministerie van Veiligheid en Justitie willen nu in beeld krijgen hoeveel spectrum de OOV-sector vanaf 2020 nodig zal hebben voor mobiele breedbandcommunicatie, en in hoeverre het nodig is om hiervoor een apart stuk spectrum uit de 700 MHz band te bestemmen. Belangrijke vraag daarbij is of commerciële partijen in staat en bereid zijn om aan de gebruikers in de OOV-sector in Nederland de vereiste hoogwaardige diensten aan te bieden, en of er in dat geval nog apart spectrum nodig is.

De OOV sector blijkt een aantal gemeenschappelijke behoeften te hebben, die verder gaan dan beschikbare commerciële diensten. Een belangrijk element daarbij is dat communicatie voor OOV moet blijven werken, juist bij grootschalige incidenten waarbij bestaande commerciële netwerken overbelast of niet beschikbaar kunnen zijn. Tevens is er een groot verschil in capaciteitsbehoefte tussen het dagelijkse werk en de hulpverlening tijdens een onvoorziene incident of een ramp.

Het is lastig te voorspellen hoe breedbandige applicaties in de toekomst gebruikt zullen worden; een applicatie die nu “nice to have” is, kan straks kritisch blijken voor de bedrijfsprocessen van de hulpverleningsdiensten zowel tijdens reguliere als bijzondere situaties.

Het huidige C2000 systeem geeft enig beeld van de behoefte van de OOV sector in termen van beschikbaarheid en betrouwbaarheid. Voor de toekomstige capaciteitsvraag geeft dit echter geen houvast, aangezien nog niet duidelijk is welke applicaties relevant zullen blijken en hoeveel bandbreedte deze nodig zullen hebben. Een voorbeeld is het gebruik van bodycams: er is, in elk geval bij de politie, een behoefte aan bodycams waarbij de meldkamers “live” mee kunnen kijken, maar het is nog onduidelijk of deze bodycams de komende jaren op grote schaal ingezet zullen worden. Aangezien massaal gebruik van

bodycams meer data zou genereren dan alle huidige applicaties bij elkaar, levert dit een grote onzekerheid op in de uitkomst.

Aan de andere kant lijken de technische ontwikkelingen in de komende jaren rijp voor gebruik van op LTE gebaseerde applicaties door de OOV sector. De 700 MHz band leent zich goed voor zowel dekking als capaciteit in LTE netwerken, en is daarom een zeer relevante band om nader te bestuderen.

In Europees verband worden er verschillende opties besproken voor de inzet van de 700 MHz band voor de OOV sector, waaronder opties om spectrum te reserveren vlak onder en/of vlak boven de commerciële 700 MHz band. Voor het spectrum vlak onder de commerciële band zijn op dit moment in Europa echter geen toestellen te krijgen. Als een aantal grotere Europese landen hier gebruik van gaat maken (Frankrijk en Duitsland hebben hier al voor gekozen), dan zal dat naar verwachting verbeteren.

Ook de markt lijkt rijp voor het integreren van OOV functionaliteit in bestaande netwerken. Dit komt door de ontwikkelingen rond de volgende generatie LTE, mede ingegeven door behoeftestellers vanuit de OOV sector. Maar tegelijkertijd heeft de markt op dit moment niet direct een antwoord op sommige eisen vanuit de sector, zoals de behoefte om ook bij overstromingen of andere natuurrampen gegarandeerde communicatie te behouden.

Er zijn verschillende modellen denkbaar om de OOV sector in de toekomst van breedbanddiensten te voorzien, variërend van een volledig eigen netwerk tot volledig gebruik van commercieel beschikbare diensten. Ook diverse tussenvormen zijn mogelijk, waarbij de OOV sector centrale delen van een OOV netwerk zelf in beheer heeft (of door een derde laat beheren) en verder geheel of gedeeltelijk gebruik maakt van bestaande radionetwerken.

Bij een eigen netwerk is eigen spectrum essentieel, maar ook bij andere modellen is eigen spectrum een groot voordeel. De sector zou dit spectrum zelf in kunnen zetten, of in kunnen brengen bij de verwerving van mobiele diensten bij commerciële aanbieders. Bij gebruik van commerciële netwerken zullen er situaties zijn waar eigen spectrum nuttig is, bijvoorbeeld bij gebruik van “rapid deployment” oplossingen in situaties waar andere diensten niet beschikbaar zijn.

## Aanbevelingen

### De OOV sector:

- De OOV sector moet eerst goed voor zichzelf bepalen welke behoefte aan mobiel breedband bij welke gebruikers na 2020 bestaat, in functionele termen, ook na afloop van de levensduur van het C2000 netwerk (rekening houdend met looptijden van de commerciële vergunningen van twintig jaar).
- OOV gebruikers doen er goed aan om aansluiting te zoeken bij toekomstige OOV gebruikers in het buitenland (met name in Frankrijk en Duitsland) om gezamenlijk op te trekken en een gezamenlijke vraag te ontwikkelen.

### Het ministerie van Veiligheid en Justitie:

- Het ministerie van V&J zal goed moeten onderbouwen waarom eigen spectrum nodig is, en hoe dat dan ingezet zal gaan worden. Een eerste indicatie is dat de 2x8 MHz spectrum die nu overwogen wordt niet voldoende zal zijn voor met name het OOV piekgebruik, maar wel een waardevolle toevoeging kan zijn, in combinatie met gebruik van commerciële diensten.
- Het ministerie van V&J zal de dialoog tussen OOV gebruikers en marktpartijen moeten stimuleren, zodat er op korte termijn duidelijkheid ontstaat over de specifieke behoeften van de sector en de mogelijkheden van MNO's om die in te vullen.
- Het ministerie van V&J zou het voortouw moeten nemen om te komen tot een hybride oplossing, waarbij ten minste een deel van de behoefte van de OOV sector ingevuld wordt door commerciële netwerken en commerciële frequenties.

### Het ministerie van Economische Zaken:

- Het ministerie van EZ zal de 2x8 MHz die nu overwogen wordt, voorlopig voor OOV gereserveerd houden tot het ministerie van V&J hier een concrete behoefte voor kan onderbouwen.
- Aanvullend eigen spectrum uit de 2x30 MHz, dat bestemd is voor commercieel mobiel breedband, aanwijzen voor OOV is niet efficiënt en wordt dan ook niet geadviseerd.

Stratix

# Inhoud


Management samenvatting ..... 2

Inhoud ..... 5

1 Inleiding ..... 7

1.1 Aanleiding ..... 7

1.2 Vraagstelling ..... 8

1.3 Onderzoeksmethode ..... 11

1.4 Leeswijzer ..... 11

2 Behoefte OOV sector ..... 13

2.1 Wie is de OOV sector? ..... 13

2.2 Toenemend gebruik van breedband in OOV ..... 13

2.3 Verschil tussen “mission critical” en reguliere behoefte ..... 16

2.4 “Mission critical” spraak voorlopig nog via C2000 ..... 19

2.5 Robuustheid en veiligheid ..... 19

2.6 Vraagarticulatie kolommen ..... 20

2.7 Samengevat ..... 20

3 Spectrum opties ..... 23

3.1 Huidige spectrumgebruik OOV ..... 23

3.2 Spectrumbehoefte voor breedband OOV ..... 23

3.3 Europese ontwikkelingen ..... 25

3.4 Situatie in andere landen ..... 27

4 De mogelijkheden in de markt ..... 30

4.1 OOV kan al gebruik maken van verbeterde LTE technieken ..... 30

4.2 Standaardisatie en beschikbaarheid apparatuur ..... 32

4.3 Mogelijkheden huidige marktaanbieders (MNO’s en fabrikanten) ..... 33

5 Implementatieopties ..... 34

5.1 De onderdelen van een netwerk ..... 34

5.2 Afwegingen ..... 35

5.3 Eigen netwerk ..... 36

5.4 Volledig gebruik van commerciële netwerken ..... 39

5.5 Hybride modellen ..... 43

5.6 De modellen samengevat ..... 46

5.7 Borging van de belangen van de OOV sector ..... 48
6 Conclusies en aanbevelingen ..... 51
6.1 Functionele behoefte ..... 51
6.2 Spectrum behoefte ..... 51
6.3 Marktaanbod ..... 52
6.4 Strategische opties ..... 53
6.5 Vervolgstappen ..... 55
Literatuurlijst ..... 56
Annex A 3GPP bandplannen ..... 60
Annex B OOV Roadmap in Europa ..... 62
Annex C Beantwoording van de vragen ..... 65

# Lijst met figuren

Figuur 1: Optie B van de ECC Rapport 218 [2] ..... 9
Figuur 2: Onderzoeksmethode HyperDelphi ..... 11
Figuur 3: Voorspelling Ericsson[5] ..... 14
Figuur 4: Mobiele data volumes per applicatie [5] ..... 15
Figuur 5: Stijgende capaciteitsbehoefte in minuten na incident. bron: Motorola [8] ..... 16
Figuur 6: Verschil in capaciteitsbehoefte OOV per situatie volgens Australische studie [10] 17
Figuur 7: 700 MHz spectrum opties volgens ECC218 [2] ..... 25
Figuur 8: Duitse reservering voor OOV [17] ..... 28
Figuur 9: Overzicht van PPDR toekomst in 3GPP [25] ..... 31
Figuur 10: GSA banden en beschikbare toestellen per januari 2017 ..... 32

# Lijst met tabellen

Tabel 1: vergelijking in OOV behoefte tussen gebruiksscenario's ..... 21
Tabel 2: celgrootte per gebiedstype, 700 MHz [9] ..... 24

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Het ministerie van Economische Zaken heeft in december 2016 een nieuwe Nota Frequentiebeleid gepubliceerd [1]. De groeiende maatschappelijke afhankelijkheid van draadloze communicatie en een efficiënt werkende markt staan hierin centraal. Aanvullende regels dienen ter ondersteuning van maatschappelijke ontwikkelingen en borging van publieke belangen.

De toenemende afhankelijkheid van mobiele data doet zich ook voor bij de uitvoerders van vitale publieke taken. In toenemende mate wordt mobiele data een essentieel onderdeel van de bedrijfsvoering, een (r)evolutie van "nice to have" naar "need to have". De behoefte aan leveringszekerheid van *'mission critical'* (MC) mobiele data in de publieke sector, met name in de Openbare Orde en Veiligheid (OOV), zal een zeer sterke toename vertonen.

Leveringszekerheid impliceert hoge eisen aan continuïteit van MC verbindingen. Juist als het erop aankomt, bij grootschalige incidenten of calamiteiten, moet het mobiele verkeer van de OOV-diensten ongehinderd verlopen. De vraag doet zich voor of openbare mobiele telecommunicatiediensten in de toekomst de benodigde serviceniveaus (zoals landelijke radiodekking, minimum datasnelheid en uptime) zullen kunnen garanderen.

Tot op heden zijn OOV-diensten voor de MC communicatie aangewezen op gebruik van eigen frequentieruimte en eigen mobiele netwerken met genormeerde beschikbaarheid. Deze onderscheiden zich van de openbare netwerken door:

- Volledige scheiding van het verkeer via de openbare netwerken;
- Energierobuustheid: voorzieningen (tijdelijk) doorwerken bij uitval van de openbare elektriciteit;
- OOV-geschikt: voldoen aan specifieke functionele eisen van OOV-gebruikers.

Dit onderscheid maakt van de MC communicatie een niche markt met, in vergelijking met de massamarkt, hoge prijzen van apparatuur en diensten en beperkte, dan wel trage implementatie van ontwikkelingen in technologie en diensten.

Vanuit het perspectief van het frequentiebeleid is een vast gereserveerde ruimte voor OOV effectief, maar tegelijkertijd ook inefficiënt. Veel ethercapaciteit, schaarse en kostbare frequentieruimte, wordt ongebruikt in een dergelijk model in reserve gehouden voor grootschalige operaties.

De algemene opvatting in de internationale en nationale OOV-wereld is dat de OOV sector voor mobiele breedbandcommunicatie zo veel mogelijk gebruik zou moeten maken van dezelfde technologie (LTE) als de massamarkt. Daardoor kan de sector profiteren van de

snelle innovatie die in de massamarkt plaatsvindt. De vraag is of commerciële partijen in Nederland in staat en bereid zijn om de vereiste hoogwaardige diensten aan te bieden aan de MC gebruikers. De Nederlandse Mobiele operators hebben in reacties naar aanleiding van de consultatie van de nieuwe Nota Frequentiebeleid 2016 aangegeven op termijn te kunnen leveren, maar er is meer duidelijkheid nodig over de mate waarin, de termijn waarop en de voorwaarden waaronder mobiele operators dit zullen kunnen invullen.

In de in voorbereiding zijnde nieuwe Nota Mobiele Communicatie worden de uitgangspunten uit de Nota Frequentiebeleid verder geconcretiseerd, specifiek voor mobiele communicatie. De nieuwe nota [1] ligt tot en met 10 maart 2017 ter consultatie voor[1]. Een belangrijk thema in deze nota is het voor mobiel breedband beschikbaar komen van de 700 MHz band, die momenteel primair nog voor digitale televisieomroep wordt gebruikt.

Bij de Europese afstemming over de bestemming van de 700 MHz band is rekening gehouden met gebruik van een deel van deze band voor de OOV sector [2]. Daarbij zijn verschillende opties geformuleerd, waarbij de OOV sector spectrum vlak onder en/of vlak boven het voor MNO's bestemde deel van de 700 MHz band zou kunnen krijgen. Ook is een optie genoemd om de commerciële band kleiner te maken en daarmee meer ruimte voor OOV te creëren. De voorgestelde Nota Mobiele Communicatie sluit deze laatste optie uit, maar laat de ruimte open om voor één van de andere opties te kiezen.

Het onderhavige onderzoek beoogt meer zekerheid te verschaffen over de behoefte van de OOV sector en over de vraag of commerciële partijen in staat en bereid zijn om aan de Nederlandse OOV-sector de vereiste hoogwaardige diensten aan te bieden. Daaraan gekoppeld is onderzocht in hoeverre eigen spectrum voor de OOV sector redelijkerwijs nodig is.

## 1.2 Vraagstelling

### *1.2.1 Behoefte OOV sector*

De 700 MHz-frequentieband is Europees vanaf 2020 bestemd voor mobiele datacommunicatie. De Europese OOV-gemeenschap wil een deel van deze band gebruiken voor Mission Critical communicatie.

Onderwerp van onderzoek is de vraag of de functionele OOV-behoefte in Nederland (ECC-rapport 199) als redelijk mag worden bestempeld, bezien vanuit nationaal en Europees perspectief en rekening houdend met de behoeften van andere spectrumgebruikers.

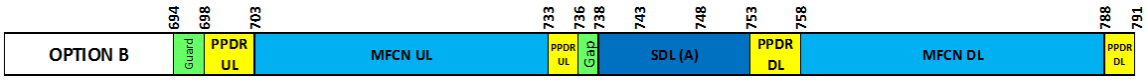
[1] Zie https://www.internetconsultatie.nl/nota_mobiele_communicatie

Subvragen:

- Welke landen in Europa bestemmen de 700 MHz-band voor OOV-diensten en wijzen dat deel toe aan de overheid? Welk deel, voor welke diensten en karakteristieken? Wat is anderszins de aanpak voor ondersteuning van toekomstige Mission Critical communicatie?
- Is de 700 MHz exclusief noodzakelijk of kunnen ook andere frequentiebanden van belang zijn voor de OOV/Mission Critical behoefte vanaf 2020? Wat is het meest efficiënt en proportioneel, gelet op het belang van de mobiele telecommunicatiesector en het belang van OOV in Nederland? C2000 kan nog tot 2027 voorzien in Mission Critical spraak.
- In hoeverre brengt de ontwikkeling van 5G nieuwe kansen voor OOV? Moet daarmee nu al rekening worden gehouden? In hoeverre kunnen de uitkomsten van 'Horizon 2020', het 8ste framework programme van de Europese Commissie een rol spelen?

### *1.2.2 Aanbodzijde; technische achtergrond*

Uitgaande van (1) geen eigen frequentieruimte voor de OOV-sector na 2020 en (2) toewijzing van 2x 5MHz direct onder en 2x 3MHz direct boven het voor openbare mobiele communicatie bestemde spectrum in de 700 MHz-band (zie figuur 1), hoe groot schat men de kans dat de industrie een (redelijke) vraag naar specifieke OOV/Mission Critical-producten en -diensten kan invullen?




**Figuur 1: Optie B van de ECC[2] Rapport 218 [2]**

Subvragen:

- Is een commercieel dienstenaanbod te verwachten voor de functionele OOV-behoefte? Zijn er aanwijzingen dat een dergelijke markt in Europa zich reeds ontwikkelt en hoe kan Nederland/de OOV-sector hiervan profiteren? Kan de markt zich flexibel aanpassen aan veranderende OOV-behoefte (op langere termijn)?
- Is het aannemelijk dat aanbieders de juiste release van de 3GPP-standaard zullen voeren? Hoe hebben de operators dat de afgelopen jaren uitgevoerd en wat zegt dat over de verwachting voor de toekomst?
- Wat is te verwachten m.b.t. Security (by design)? Zowel de inhoud van de communicatie als de metadata (o.a. locatie-informatie, waar en wanneer wordt er gecommuniceerd en met wie) is vertrouwelijk. Kan de markt voldoende garanderen dat deze informatie is afgeschermd en in Nederland blijft?

[2] ECC staat voor Electronic Communications Committee.

### 1.2.3 MNO perspectief

Het inschakelen van commerciële dienstverleners voor de OOV-behoefte vereist een markt met volwassen mededinging. Idealiter zullen Mobiele Network Operators (MNO's) elkaar beconcurreren om de gunst van (een deel van) de OOV-opdracht. Wat maakt, vanuit MNO-perspectief, de Nederlandse OOV markt aantrekkelijk voor zoveel mogelijk mededingers?

Subvragen:

- Ziet de onderzoeker meerdere partijen in Nederland die op deze markt gaan opereren?
- Presenteer uw visie op inrichting van een MVNO speciaal bedoeld voor Mission Critical mobiel breedband in Nederland, met roaming over alle nationale netten (MVO's). Het betreft een mogelijk deel van de totaaloplossing, waarbij een (overheids-) MVNO commerciële roamingafspraken maakt met de MNO's.
- Leent het gezamenlijke vitale overheidsgebruik (o.m. railvervoer, energiesector en defensie communicatie) zich voor vermarkten van gebundelde vraag? Is dit aantrekkelijk vanuit MNO perspectief? Past dit in eerder genoemde MVNO-constructie?

### 1.2.4 Strategische opties

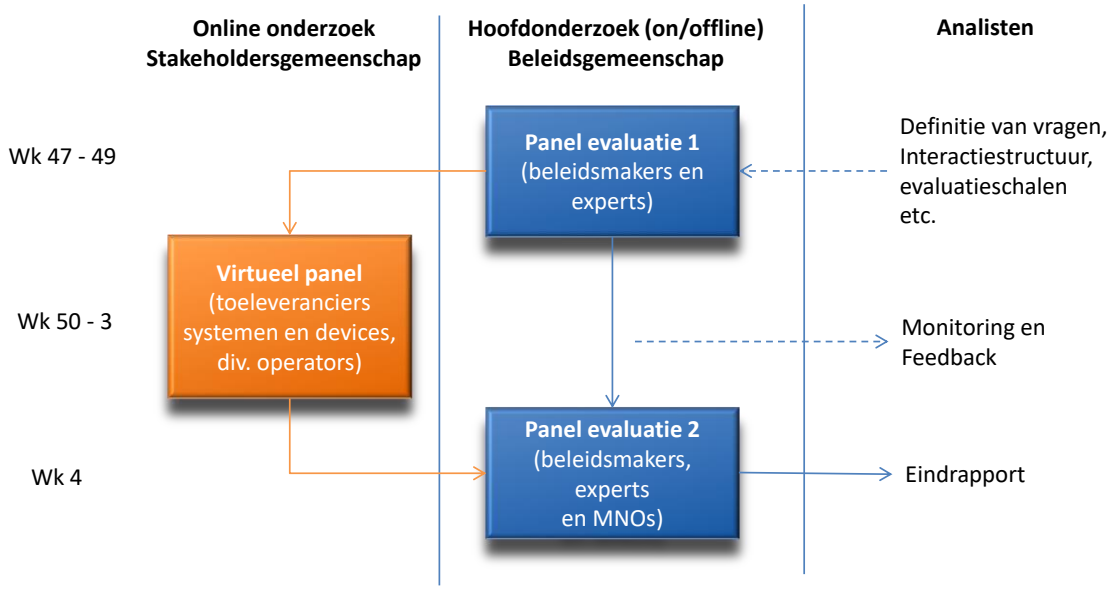
Het onderzoek dient enige strategische opties voor de overheid op hoofdlijnen uit te werken aangaande de inschakeling van marktpartijen voor de mobiele breedband datacommunicatie behoefte van de OOV sector in Nederland.

Subvragen:

- Onderzoek kansen voor een aantrekkelijke(r) business case voor MNO's door het inbrengen van assets zoals een masten-infrastructuur (C2000) en/of GSM-rail-sites en frequentieruimte in de 700 MHz-band (2 x 5 MHz). Neem hierin mee de bepalingen in de Telecomwet over het medegebruik van opstelpunten en antennes.
- Welke overige strategische opties zijn naar aanleiding van het onderzoek aan te geven?

## 1.3 Onderzoeksmethode

De gehanteerde onderzoeksmethode is een "HyperDelphi" proces, waarin kennis van experts, beleidsmakers en marktpartijen wordt samengebracht in een interactief proces, met het doel meerwaarde te creëren uit de confrontatie van de expertise van de deelnemers. Het gehanteerde HyperDelphi proces is weergeven in figuur 2.




**Figuur 2: Onderzoeksmethode HyperDelphi**

In de eerste workshop (Panel evaluatie 1) is de structuurvraagstelling met beleidsmakers en experts uitgewerkt tot vragen voor de enquête en de nog resterende interviews. De te interviewen personen en de respondenten van de enquête vormden het Virtueel Panel die de uitgewerkte onderzoeksvragen ter beantwoording kregen voorgelegd. De uitkomsten van de vraagstelling aan het Virtueel Panel zijn behandeld in een tweede workshop (Panel evaluatie 2), waarin beleidsmakers, experts en MNO's de resultaten van het Virtueel Panel bespreken en gebruiken om tot een verrijkte uitspraak te komen over de ontwikkeling van de markt voor mobiele breedbanddiensten voor de OOV-sector.

Na Panel evaluatie 2 zijn met behulp van de verworven kennis de onderzoeksvragen in dit eindrapport beantwoord.

## 1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van dit rapport beschrijft de behoefte vanuit de OOV sector in functionele zin. In Hoofstuk 3 wordt deze behoefte vertaald naar een behoefte aan spectrum, en gerelateerd aan de mogelijkheden van de 700-MHz band. Hoofdstuk 4 beschrijft de mogelijkheden van moderne 4G netwerken in verhouding tot de functionele behoefte, en Hoofstuk 5 beschrijft enkele implementatieopties voor verschillende combinaties van publieke en private invulling

van de behoefte. Hoofdstuk 6 geeft tot slot de conclusies en enkele aanbevelingen. In Annex C worden de onderzoeksvragen kort beantwoord in vorm van samenvatting.

# 2 Behoefte OOV sector

## 2.1 Wie is de OOV sector?

Om de behoefte van de OOV sector in kaart te brengen is het noodzakelijk om eerst af te bakenen welke organisaties tot deze sector behoren. OOV staat voor Openbare Orde en Veiligheid, maar er is geen officiële definitie waaruit blijkt welke organisaties hier bij horen. In het algemeen worden in elk geval de huidige C2000 gebruikers gerekend tot de OOV sector. Dit zijn niet alleen de politie, brandweer, ambulancediensten, en Defensie (Marechaussee), maar ook diverse organisaties die met deze "aangewezen gebruikers" samenwerken op het gebied van openbare orde en veiligheid[3].

Een ruimere definitie van OOV is: alle partijen die (zeer) kritische diensten verlenen voor het functioneren van de Nederlandse maatschappij en waarvan het uitvallen ernstige risico's oplevert voor de openbare orde en veiligheid. In die ruime definitie zouden bijvoorbeeld ook waterleidingbedrijven, netbeheerders, en luchthavens onder OOV kunnen worden geschaard. Dergelijke gebruikers hebben echter in veel gevallen andere functionele eisen dan de hulpdiensten, waardoor het beeld in dit onderzoek te diffuus zou worden. Om die reden wordt in de rest van dit rapport met "de OOV sector" verwezen naar de huidige groep C2000 gebruikers, eventueel aangevuld met direct daaraan gelieerde instellingen met vergelijkbare taken en communicatiebehoeften.

## 2.2 Toenemend gebruik van breedband in OOV

Wereldwijd stijgt het gebruik van breedbandige applicaties, zowel in de consumentenmarkt, de zakelijke markt als specifiek in de OOV sector. Deze stijging zal in de komende jaren doorzetten, volgens de forecast van Ericsson [5] tot 22 GB per smartphone per maand in 2022. Dat is 10 keer zoveel als het gebruik in 2016. De stijging is voor het grootste deel toe te schrijven aan intensief gebruik van video in allerlei applicaties.

De stijging in breedbandige behoefte kunnen we ook doortrekken naar de OOV sector. Ook hier wordt voorzien dat het gebruik van video de grootste impact zal hebben op de toename van breedband behoefte[1] [6]. Andere applicaties die belangrijk zullen zijn, zijn locatie data, uploaden van informatie, kantoorapplicaties en andere online operationele applicaties.

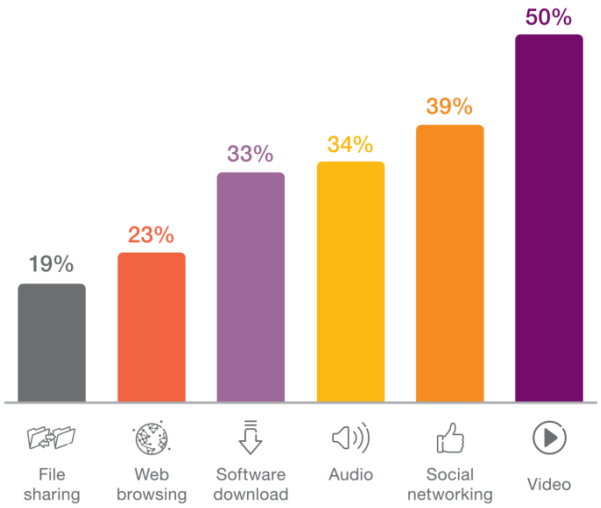
### *2.2.1 Toenemend belang van video*

Conform de voorspellingen van bedrijven als Ericsson en ook Cisco (zie bijvoorbeeld het mobility rapport van Ericsson dat elk kwartaal wordt uitgebracht) is de groei van video gebruik de allesbepalende factor in de groei van het totale datagebruik. De ervaring uit veel

[3] De regels voor toelating van dergelijke gebruikers op het netwerk zijn vastgelegd in de Beleidsregels Toelating en gebruik C2000 door derden [4].

sectoren is dat het gebruik in de consumentensector vroeger of later ook overgenomen wordt in de bedrijven. Dit geldt ook voor de OOV sector. Gebruik van social media applicaties als WhatsApp, Facebook, en YouTube is daarom een goede indicatie voor de te verwachten behoefte in de OOV sector. Een voorbeeld is een wijkagent die twittert en die daarbij foto's maakt, maar die ook gegevens zendt of ontvangt via een buurt app die rondom WhatsApp is gecreëerd.

Uit de genoemde rapporten blijkt dat er een enorme groei verwacht wordt in diverse vormen van video gebruik, en dat vrijwel alle andere vormen van communicatie qua bandbreedte gebruik ondergeschikt zijn aan dit video gebruik. Figuur 1 laat dat zien. In hetzelfde figuur zien we dat social networking een groot aandeel heeft; dit komt omdat binnen deze applicaties ook veel video gebruikt wordt.



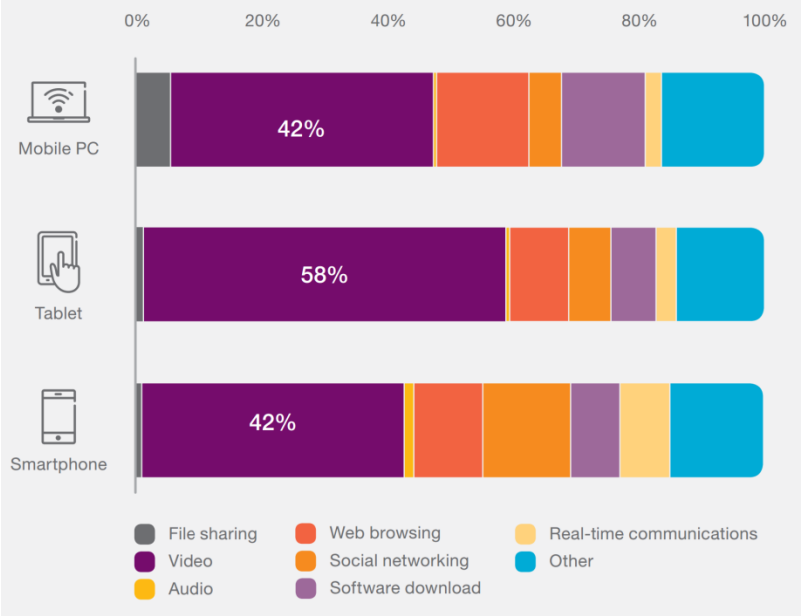

**Figuur 3: Voorspelling Ericsson[5]**

Ook blijkt dat de meldkamers graag willen meekijken met een agent of politieauto die uitgerust is met een camera [7]. Men kan zo meekijken met het incident en bepalen of er versterking moet komen, maar er kunnen ook handelingen worden vastgelegd die later bij een eventuele rechtszitting gebruikt kunnen worden. Andere voorbeelden zijn een ambulance die tijdens de rit beelden[4] overbrengt van een patiënt naar het ziekenhuis, of een brandweerauto die met camera's is uitgerust. Ook de brandweerman met bodycam (infrarood) is een voor de hand liggende mogelijkheid.

Spraakcommunicatie blijft uiterst belangrijk. De bandbreedte die hierdoor wordt ingenomen groeit echter nauwelijks. Tot 2027 kan het C2000 netwerk (na de nu lopende vernieuwing) nog voorzien in de operationele spraakbehoefte, ook bij geplande evenementen en onvoorziene incidenten.

[4] De ritbeelden kunnen ook als middel tegen mishandeling van hulpverleners gebruikt worden.

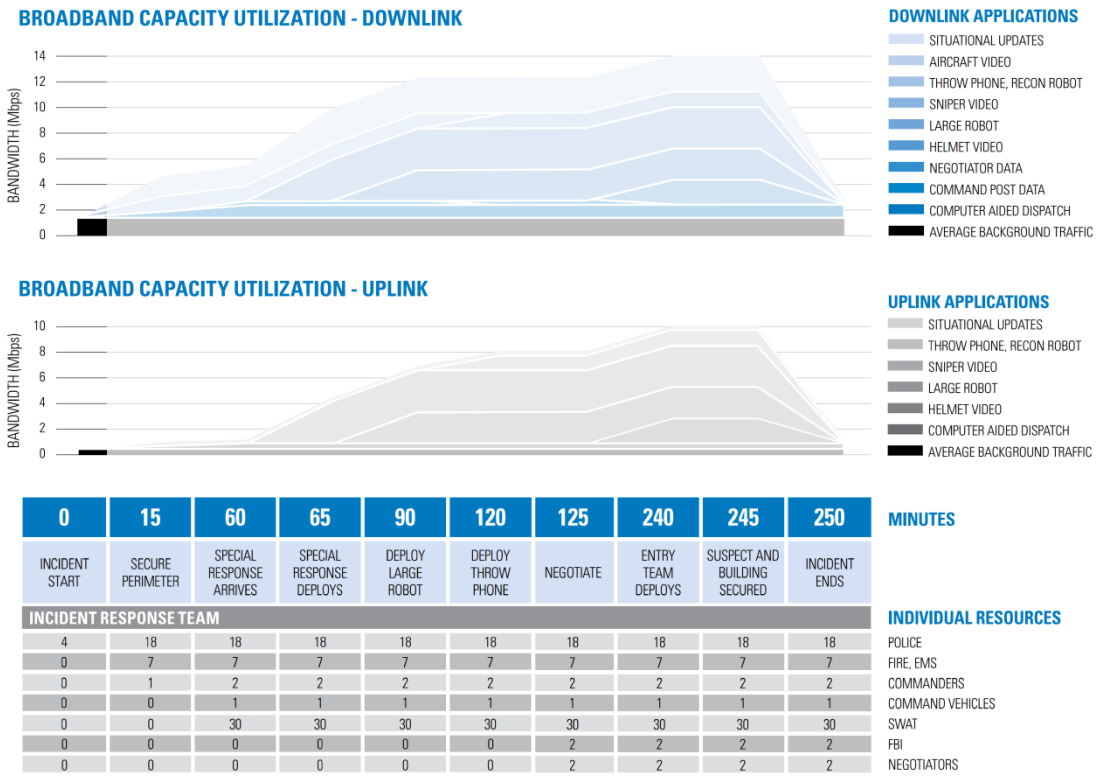
Maar ook hier is/wordt video een dominante capaciteitsfactor. E-Mail, word processing en web browsing maken nog maar een zeer klein deel uit van het totale capaciteitsbeslag van netwerken. Een algemeen overzicht van het mobiel gebruik in 2016, gemeten door Ericsson, is weergegeven in figuur 4.




**Figuur 4: Mobiele data volumes per applicatie [5]**

### *2.2.2 Dynamische breedbandige behoefte*

In de OOV sector is er een zeer sterke variatie in de verwachte behoefte aan capaciteit. Niet alleen is de variatie in de capaciteitsbehoefte per situatie verschillend, maar ook gedurende een incident kan de behoefte aan bandbreedte variëren. Bij een calamiteit kan de capaciteitsvraag op locatie binnen enkele minuten een factor 10 tot 100 toenemen ten opzichte van de reguliere vraag. In figuur 5 wordt tijdens een (hypothetisch) incident de benodigde breedband capaciteit ingeschat en uitgezet in minuten vanaf de 1-1-2 oproep tot het eind van het incident. De (downlink) capaciteitsbehoefte neemt in dit voorbeeld toe van 2 Mbps aan het begin tot 12 Mbps na 90 minuten, dat is een stijging van bijna een factor 15. De toename van de capaciteitsbehoefte komt vooral doordat er steeds meer OOV partijen (personen, voertuigen, en apparatuur) op de locatie verschijnen die informatie willen zenden en ontvangen en mogelijk ook afwijkende applicaties gebruiken.



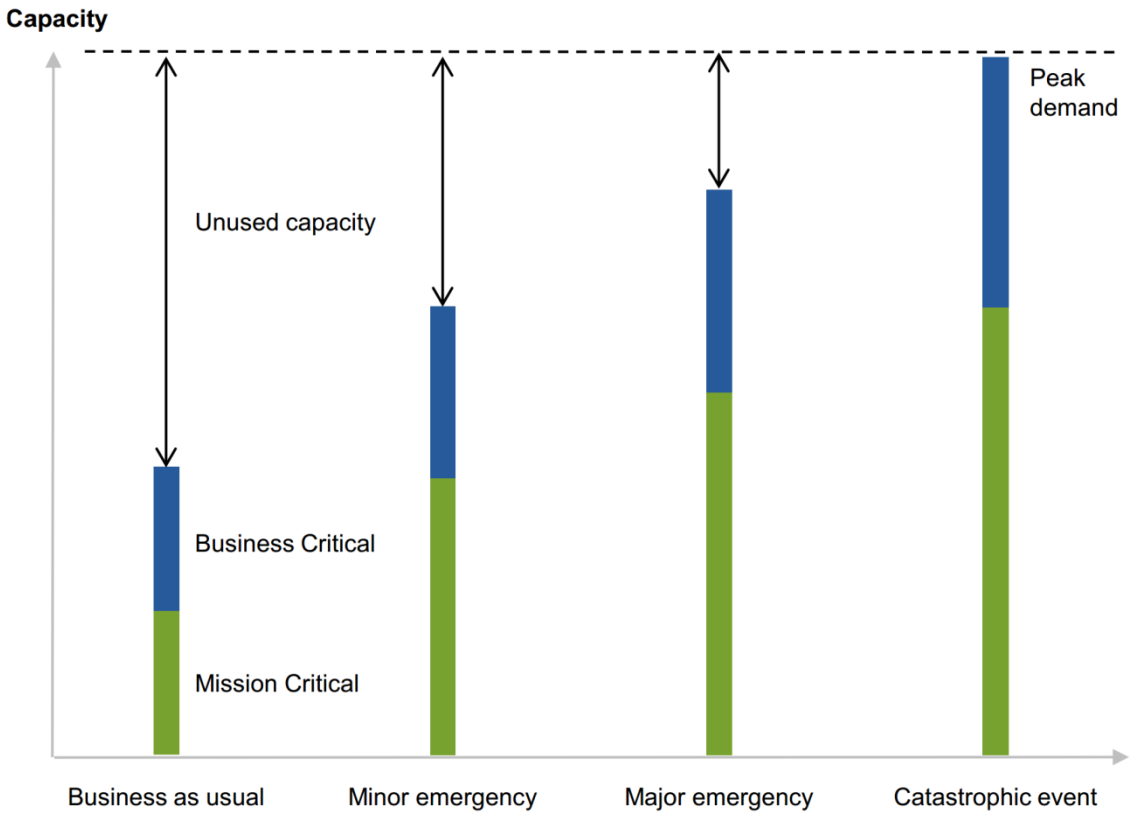

| 0 | 15 | 60 | 65 | 90 | 120 | 125 | 240 | 245 | 250 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INCIDENT START | SECURE PERIMETER | SPECIAL RESPONSE ARRIVES | SPECIAL RESPONSE DEPLOYS | DEPLOY LARGE ROBOT | DEPLOY THROW PHONE | NEGOTIATE | ENTRY TEAM DEPLOYS | SUSPECT AND BUILDING SECURED | INCIDENT ENDS | |
| 4 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | POLICE |
| 0 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | FIRE, EMS |
| 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | COMMANDERS |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | COMMAND VEHICLES |
| 0 | 0 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | SWAT |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | FBI |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | NEGOTIATORS |

**Figuur 5: Stijgende capaciteitsbehoefte in minuten na incident. bron: Motorola [8]**

De groei van de capaciteit is ook afhankelijk van hoe bepaalde applicaties worden gebruikt. Een bodycam heeft bijvoorbeeld de optie om video en geluid op te nemen maar er kan ook worden gekozen om de beelden realtime te verzenden. De optie realtime verzenden vereist veel grotere bandbreedte dan de optie opnemen en later synchroniseren. Dat heeft een grote invloed, zeker als er een groot aantal bodycams wordt gebruikt.

## 2.3 Verschil tussen "mission critical" en reguliere behoefte

Gebruikers in de OOV-sector onderscheiden verschillende soorten gebruik als het gaat om breedband. We hebben gekozen voor vier verschillende scenario's, namelijk; bedrijfsvoering, dagelijkse gebruik in actie, gebruik tijdens een gepland evenement, en gebruik tijdens een niet-gepland groot incident. Andere internationale studies hebben vaak vergelijkbare situaties uitgekozen om het verschil in breedband behoefte te schetsen. Zo is in Europees verband door de ECC (Electronic Communications Committee) van de CEPT onderzocht wat de toekomstige breedband behoefte is van de OOV-sector. Dit om toekomstige spectrumharmonisatie op dat gebied mogelijk te maken. De breedbandbehoefte is onderzocht in het ECC report 199 uit 2013 [9], en de harmonisatie is in het ECC report 218 uit 2015 [2] aan de orde gekomen. We baseren onze bevindingen grotendeels op het ECC 199 rapport. Een Australische studie [10] laat hieronder ook zien wat het verschil kan zijn in capaciteitsbehoefte in vier verschillende situaties, zie figuur 6.




**Figuur 6: Verschil in capaciteitsbehoefte OOV per situatie volgens Australische studie [10]**

### *2.3.1 Bedrijfsvoering*

Het gaat hierbij om mobiel intranet gebruik, maken van rapportages, en de gewone bedrijfsvoeringsapplicaties zoals tekstbewerking en boekhouding. In toenemende mate is dat gebruik ook mobiel draadloos, maar een deel daarvan zal afgewikkeld worden via de WiFi netwerken. De Nationale Politie wil voor de komende vier jaar dat alle "kantoor" applicaties ook onderweg gebruikt kunnen worden door agenten met smartphone of tablet. Daarom is de behoefte van dit scenario ook voor mobiel gebruik relevant.

De breedband behoefte in bedrijfsvoering komt sterk overeen met normaal zakelijk gebruik zoals we dat ook in andere sectoren tegenkomen. Ook de urgentie of de behoefte aan robuustheid of prioritering zal voor dit scenario minder zijn dan in de volgende scenario's.

### *2.3.2 Dagelijks gebruik in actie*

Dagelijks gebruik in actie door brandweerlieden, politie en ambulances wordt in toenemende mate bepaald door de beschikbare (draadloze) IT faciliteiten. Men maakt video's, maakt foto's, schrijft verslagen, verzendt röntgenfoto's, hartfilmpjes etc. Ook hier is het gebruik

van bewegende beelden die realtime moeten worden overgestuurd de alles bepalende factor in het gebruik van bandbreedte. Dit gebruik kent wederom piekmomenten.

Het ECC report 199 rapport [9] neemt een auto-ongeval als voorbeeld voor piekgebruik. Hierbij moet alle informatie over het ongeval worden gecommuniceerd naar de noodhulp en medische diensten. Informatie van de patiënt wordt doorgestuurd naar de controlekamer die het vervolgens weer doorstuurt naar een ambulance. Verder moet het mogelijk zijn om video beelden van de patiënt door te zenden naar het ziekenhuis. Op basis van dit voorbeeld is de piekgebruik geschat op ongeveer 1,3 Mbit/s.

### 2.3.3 Gebruik tijdens een gepland evenement

Geplande evenementen, zoals sportwedstrijden, koningsdag, en grote demonstraties, leggen vaak een groot beslag op de bandbreedte, maar vanwege de planbaarheid kan hier goed op worden geanticipeerd.

De applicaties die men dan veel gebruikt is (naast de reguliere) vooral meer langdurige video en audio-streams. Men wil dan alles "in de gaten" houden, en in het commandocentrum worden de beelden bekeken. In toenemende mate worden hier ook geautomatiseerde applicaties voor gebruikt, die vreemd gedrag van mensen signaleren en dit door middel van alerts onder de aandacht brengen van het aanwezige personeel.

De bandbreedte behoefte die uit dergelijke evenementen voortkomt, is ook in de huidige situatie goed op te vangen door het tijdelijk bijplaatsen van apparatuur. Tijdens zulke evenementen zijn breedbandige applicaties als proximity services (directe verbindingen tussen de eindtoestellen, en buiten het netwerk om) en Rapid Deployment (gebruik van een voertuig als tijdelijke antenne opstelpunt om het plaatselijk bereik van het netwerk te vergroten) belangrijk als aanvulling op de capaciteit van het commerciële mobiele netwerk.

De benodigde bandbreedte is in dit scenario aanzienlijk groter dan bij dagelijks gebruik in actie. Het ECC199 rapport heeft een inschatting van ongeveer 4,7 Mbit/s gemaakt aan capaciteitsbehoefte. Hier is meegenomen:1 hoofd videostream, 4 videostreams voor beveiliging, elke minuut worden er hoge resolutie omgevingsfoto’s verzonden via een helikopter naar de agenten, en alle agenten dragen een GPS die elke 5 seconden de locatie van de agenten doorgeeft.

### 2.3.4 Gebruik tijdens een niet-gepland groot incident

Het grootste capaciteitsvraagstuk en de grootste uitdaging voor de OOV sector is een niet gepland groot incident, zoals het neerstorten van het Turkish Airline vliegtuig, de ramp in Enschede, de vliegtuigcrash met de Hercules in Eindhoven of de brand in Volendam. Van iets andere orde was de dreigende dijkdoorbraak in de Betuwe of de dijkdoorbraak door de droogte in Zuid Holland. In de ECC studie wordt uitgebreid aandacht besteed aan dergelijke incidenten.

In dergelijke situaties worden in principe dezelfde applicaties gebruikt als bij kleinere incidenten, alleen de schaal is veel groter. Situational awareness[5] is in dergelijke situaties cruciaal. Te verwachten is dat er ook in die situaties in de toekomst een zeer grote behoefte zal zijn aan incidentele video verbindingen voor OOV, terwijl de aanwezige publieke netwerken ter plaatse ook massaal gebruikt zullen worden door bijvoorbeeld de toeschouwers die ter plekke zijn.

Het scenario dat in het ECC199 (2013) rapport is beschreven gaat uit van stadsrellen (op basis van de rellen in Londen in 2011). Op basis van dit scenario is een bandbreedte van rond de 4 Mbps ingeschat. In het rapport wordt echter geen rekening gehouden met massale inzet van bodycams waarbij een aanzienlijk gedeelte van de hulpverleners of agenten uitgerust zijn met een live streaming bodycam; een dergelijke inzet wordt in Nederland momenteel wel overwogen.

Het moeilijke van deze situatie is dat de capaciteit niet van te voren in te plannen is, omdat men niet weet waar, wanneer en hoe lang zo'n incident gaat plaatshebben.

## 2.4 "Mission critical" spraak voorlopig nog via C2000

Voor mission critical spraak is C2000 voorlopig nog afdoende. De apparatuur is beschikbaar, het netwerk wordt vernieuwd en kan er vervolgens weer acht tot tien jaar tegenaan, de dekking is op acceptabel niveau en wordt waar nodig uitgebreid, en de beheersorganisatie is ingespeeld [11]. Er is dan ook geen urgente reden om deze dienst met de mobiele breedbanddienst te integreren.

Integratie tussen spraak- en breedbandtoepassingen kunnen op den duur echter aanleiding geven om ook spraak via breedbandige netwerken te transporteren. Dit valt verder buiten het bestek van dit onderzoek.

## 2.5 Robuustheid en veiligheid

Robuustheid en veiligheid zijn belangrijke aspecten voor de OOV sector, in nog grotere mate dan voor andere gebruikers. Afhankelijk van de mate van belang hiervan voor een specifieke doelgroep binnen OOV wordt door verschillende OOV gebruikers echter meer of minder waarde aan deze aspecten toegekend. Bijvoorbeeld een rechercheteam vindt beveiliging belangrijker dan een wijkagent of een brandweerman. Onmiskenbaar is de toenemende dreiging van cyberspionage en criminaliteit. Oplossingen dienen hiertegen adequate beveiliging te bieden.

---

[5] Met situational awareness wordt bedoeld dat een agent of een hulpverlener op een bepaald moment moet kunnen weten wat er om hem heen gebeurt. Dat wil zeggen dat locatiegegevens van andere hulpverleners belangrijk zijn, maar ook videobeelden, kaartgegevens of bouwtekeningen kunnen zeer relevant zijn.

De beschikbaarheid van elk netwerk wordt in hoge mate bepaald door de stroomvoorziening en zijn back-ups. In het algemeen is het relatief eenvoudig om de centrale en backbone voorzieningen in een netwerk te voorzien van noodstroom; de stroomvoorziening van de base stations is in het algemeen veel lastiger om te borgen. Aangezien stroomstoringen in Nederland sporadisch voorkomen en in het algemeen van korte duur zijn, hebben de openbare aanbieders weinig aanleiding om meer dan nodig te investeren in uitgebreide noodstroomvoorzieningen op hun vele duizenden base stations.

Het huidige C2000 heeft een norm van 4 uur stroomvoorziening bij uitval van het stroomnetwerk, hetgeen aanzienlijk meer is dan bij de huidige commerciële netten. Als wens wordt door de OOV sector zelfs een noodstroomvoorziening voor 48 uur bij uitval van het stroomnetwerk geformuleerd.

## 2.6 Vraagarticulatie kolommen

Dit hoofdstuk behandelt de verwachte, gezamenlijke behoefte aan breedbandige communicatie in de OOV sector. Uit de gesprekken en de enquête is gebleken dat de precieze invulling en kwantificering van deze behoefte enigszins verschilt per kolom.

Bij een afweging om deze behoefte zelf in te vullen of in te kopen is het noodzakelijk dat de OOV kolommen gezamenlijk tot een set van wensen en eisen komen. De individuele kolommen hebben, mogelijk met uitzondering van de politie, een te kleine schaal om een eigen oplossing te implementeren of om zeker te stellen dat marktpartijen een voor hen geschikte dienstverlening zullen invoeren.

Deze gekwantificeerde eisen kunnen dienen als basis voor een eventueel gesprek met de markt (MNO's en fabrikanten) om uiteindelijk tot een invulling of oplossing te komen voor mobiele breedband in de OOV sector.

## 2.7 Samengevat

In voornoemde scenario's is gekeken welke applicaties en diensten worden toegepast bij bepaalde evenementen/incidenten en hoeveel bandbreedte daarvoor nodig kan zijn. Naast deze punten zijn de robuustheid, dekking en prioritering, aspecten die bij alle scenario's een belangrijke rol spelen. Echter kan de urgentie, tijdsduur en omvang en dus de behoefte verschillen per scenario.

Zo is bijvoorbeeld bij een dijkdoorbraak de robuustheid van groot belang, omdat de hulpdiensten toegang moet hebben tot het netwerk, ondanks het feit dat een deel van het land en daardoor een deel van het netwerk onder water staat.

De dekkingsbehoefte is in alle scenario's maximaal, omdat de OOV sector in alle gevallen en overal toegang moet hebben tot hun netwerk om goed en snel hulp te kunnen bieden.

Prioritering is een aspect waar rekening mee gehouden moet worden. Zoals eerder aangegeven in hoofdstuk 2.2.2 kan de behoefte aan toegang en capaciteit op locatie binnen enkele minuten van een factor 10 tot 100 toenemen. Dit komt bijvoorbeeld doordat verschillende hulpdiensten in fases arriveren op de plaats van een incident of evenement. De capaciteitsvraag verschilt per hulpdienst, mede omdat elke partij een eigen applicatie heeft. Zo heeft een brandweerman sensoren in hun pakken om oververhitting te voorkomen [12] of heeft een ambulance speciale apparatuur die een patiëntgegevens kan scannen. Niet alle applicaties zijn even belangrijk voor de hulpverlening, en als de totale capaciteit ontoereikend is dan moeten de belangrijkste applicaties in elk geval blijven werken.

In de volgende tabel is een vergelijking tussen de vier gebruiksscenario's waarbij zichtbaar is waar de verschillen tussen de scenario's vooral zitten. Dit geeft een indicatie van de gemeenschappelijke behoefte voor de gehele OOV sector.

**Tabel 1: vergelijking in OOV behoefte tussen gebruiksscenario's**

| | Bedrijfsvoering | Dagelijks gebruik in actie | Gebruik tijdens een gepland evenement | Gebruik tijdens een niet-gepland groot incident |
|---|---|---|---|---|
| **Dekking** | + | ++ | ++ | ++ |
| **Capaciteit** | + | ++ | +++ | +++ |
| **Prioriteit** | + | + | ++ | +++ |
| **Security (veiligheid)** | ++ | ++ | ++ | ++ |
| **Robuustheid** | + | ++ | ++ | +++ |
| **Apparaat keuze** | ++ | ++ | ++ | ++ |
| **Internationale interoperabiliteit** | - | + | + | ++ |

### Dekking

Net als andere gebruikers wil de OOV sector een ruime dekking in Nederland. De wens is 100% buitenhuis, en minstens 99 % binnenshuis[6]. Ook op "lastige" plekken waar een relatief grote kans op incidenten is, zoals tunnels en parkeergarages, zou dekking moeten zijn. Dekking is in alle scenario's even belangrijk. Het is voor bedrijfsvoering iets minder belangrijk omdat er op "kantoor" gebruik gemaakt kan worden van WiFi.

### Capaciteit

Er is een groot verschil tussen operationeel (dagelijks) gebruik en piekgebruik (ongepland incident / gepland evenement). Wanneer er bijvoorbeeld sprake is van een klein ongeval dan

[6] 100% dekking is feitelijk niet mogelijk, maar gebruikers willen er zo dicht mogelijk bij komen zodat ze in de praktijk altijd kunnen communiceren.

is 1,3 Mbit/s voldoende voor, zie 2.3.1, video en data. Bij grotere evenementen of incidenten dan komen er al gauw meer video streams en applicaties aan de orde om de situatie te coördineren, de behoefte groeit dan tot 5 Mbit/s, zie 2.3.4. Verder kan de breedband behoefte in fases stijgen als er meer hulpdiensten op de plaats van een incident arriveren. Dit allemaal zonder rekening te houden met toenemend gebruik van bodycams. Naar verwachting zal de benodigde capaciteit in de komende 10 jaar nog verder toenemen.

Gegarandeerde toegang en capaciteit, vooral bij calamiteiten waarbij commerciële netwerken overbelast raken, is van groot belang. In geval de beschikbare capaciteit dan alsnog te weinig is, moeten ook binnen de OOV sector groepen gebruikers of applicaties aangewezen kunnen worden die prioriteit hebben boven andere.

### Veiligheid

Criminelen en statelijke actoren mogen nooit toegang kunnen krijgen tot gegevens (ook metagegevens) van de OOV gebruikers. In verband met dreiging vanuit statelijke actoren dient alle data binnen Nederland verwerkt te worden.

### Robuustheid

Vooral bij grote evenementen en ongeplande grote incidenten is robuustheid van het netwerk erg belangrijk.

- Mobiele communicatie moet blijven werken als (een deel van) het land onderloopt.
- Stroomuitval / battery back-up: de OOV sector wil minstens 4 uur, maar bij voorkeur 48 uur lang bestand zijn tegen stroomuitval.

### Apparaatkeuze

State of the art (goedkope) end user terminals, rugged en normaal, nu en in de toekomst.

### Internationale interoperabiliteit

Vooral in de grensgebieden is het belangrijk dat gebruikers ook aan de andere kant van de grens kunnen communiceren.

# 3 Spectrum opties

## 3.1 Huidig spectrumgebruik OOV

### *3.1.1 C2000*

"Mission Critical" spraakdiensten voor de OOV sector in Nederland worden momenteel geleverd via het C2000 netwerk. Dit netwerk heeft eigen basisstations (ongeveer 600) en eigen spectrum.

Op basis van de NATO Joint Civil/Military Frequency Agreement (NJFA) mag de OOV sector een deel van de NATO UHF band gebruiken, maar alleen voor een gecoördineerde toewijzing en alleen voor een internationaal geharmoniseerde smalbandige standaard (lees: TETRA dan wel TETRApol). De band is dus niet beschikbaar om voor LTE te gebruiken, ook niet na het eind van de levensduur van C2000.

C2000 beschikt over 2 x 5 MHz in de 380-400 MHz band, onderdeel van de NATO UHF band (225-400 MHz). Met het beschikbare spectrum kan C2000 overal in Nederland groepscommunicatie leveren, zij het met een beperkte capaciteit. Tijdens grote incidenten is de capaciteit in het verleden onvoldoende gebleken [13] ; om die reden wordt de capaciteit momenteel uitgebreid met de 410-430 MHz band.

C2000 wordt op dit moment vernieuwd. Naar verwachting kan het vernieuwde netwerk nog tot 2027 voorzien in Mission Critical spraakdiensten voor de OOV sector. Voor breedbandige diensten (waaronder video) is het netwerk echter niet geschikt.

### *3.1.2 Overig OOV spectrum*

Naast het genoemde spectrum voor C2000 maakt de Nederlandse OOV sector gebruik van een groot aantal specifieke frequenties voor diverse toepassingen. Enkele voorbeelden:

- Sommige brandweerkorpsen gebruiken DMR objectportofoons in de 400-470 MHz band;
- De WAS palen (burgeralarmering) gebruiken de frequenties van het vroegere 3A analoge portofoonnetwerk, eveneens in de 400-470 MHz band [14];
- C2000 levert, naast spraakdiensten, ook alarmeringsdiensten (paging); dit vindt plaats in de 160-170 MHz band.

## 3.2 Spectrumbehoefte voor breedband OOV

Om invulling te kunnen geven aan de behoefte, zoals geschetst in het vorige hoofdstuk, is een breedbandig radionetwerk nodig. De hoeveelheid benodigd spectrum voor een dergelijk

netwerk hangt niet alleen af van de capaciteitsbehoefte maar ook van de gebruikte techniek en de dichtheid van het netwerk (aantal masten/antennes).

Voor de **capaciteitsbehoefte** lijkt de 5 Mbit/s uit het vorige hoofdstuk een redelijke aanname, met de kanttekening dat hier nog verdere groei te verwachten is. De behoefte is vrijwel symmetrisch met evenveel bandbreedte voor de uplink en downlink. Het gaat hier dan om een piekbehoefte die beperkt in locatie en tijd is en dus niet altijd overal nodig.

Qua **techniek** ligt het voor de hand om aan te sluiten bij de modernste standaarden; dat wil zeggen LTE met een doorgroeimogelijkheid naar LTE-Advanced en "5G".

De **dichtheid** van het netwerk zal sterk afhangen van het implementatiescenario; bij gebruik van commerciële netwerken kan de sector beschikken over een groot aantal masten (minstens 4000), terwijl een volledig eigen netwerk niet snel een dergelijke schaal zal kunnen halen, of alleen tegen hoge kosten.

In het eerder genoemde ECC Report 199 wordt hiervoor een aanname gedaan: de dichtheid van een OOV netwerk wordt gesteld op het minimum dat bij gebruik van LTE nodig is om een goede, betrouwbare verbinding te krijgen. Voor verschillende typen gebieden komt dit bij gebruik van de 700 MHz band op het volgende:

**Tabel 2: celgrootte per gebiedstype, 700 MHz [9]**

| Gebiedstype | Stedelijk (urban) | Voorstedelijk (sub-urban) | Landelijk (rural) |
|---|---|---|---|
| **Celgrootte in km$^2$** | 4,0 | 13,7 | 149,7 |

Dit komt voor Nederland ongeveer overeen met 1200 masten[7].

Uitgaande van bovenstaand aannames komt de spectrum efficiëntie (het aantal bits per seconde dat met één Herz aan spectrum vervoerd kan worden) in het slechtste geval op 0,31 bit/s/Herz. Dat leidt tot een spectrum behoefte van 5 / 0,31 = 16,1 MHz per richting, oftewel 2 x 16,1 MHz in totaal. Dit geldt echter alleen voor incidenten die plaatsvinden op de rand van een cel (het ongunstigste geval); bij een mix van incidenten waarvan een deel dichterbij de mast plaatsvindt, komt de behoefte op ongeveer 2 x 10 MHz.

Bij een netwerk met een veel hogere dichtheid (circa 4000 masten) kan dezelfde behoefte ingevuld worden met 2 x 5 MHz aan spectrum. Daar komt nog bij dat de kans dat er meerdere incidenten gelijktijdig binnen een cel plaatsvinden kleiner wordt, waardoor de behoefte gemiddeld lager zal zijn.

[7] Schatting gebaseerd op CBS Statline gegevens over stedelijkheid en oppervlakte.

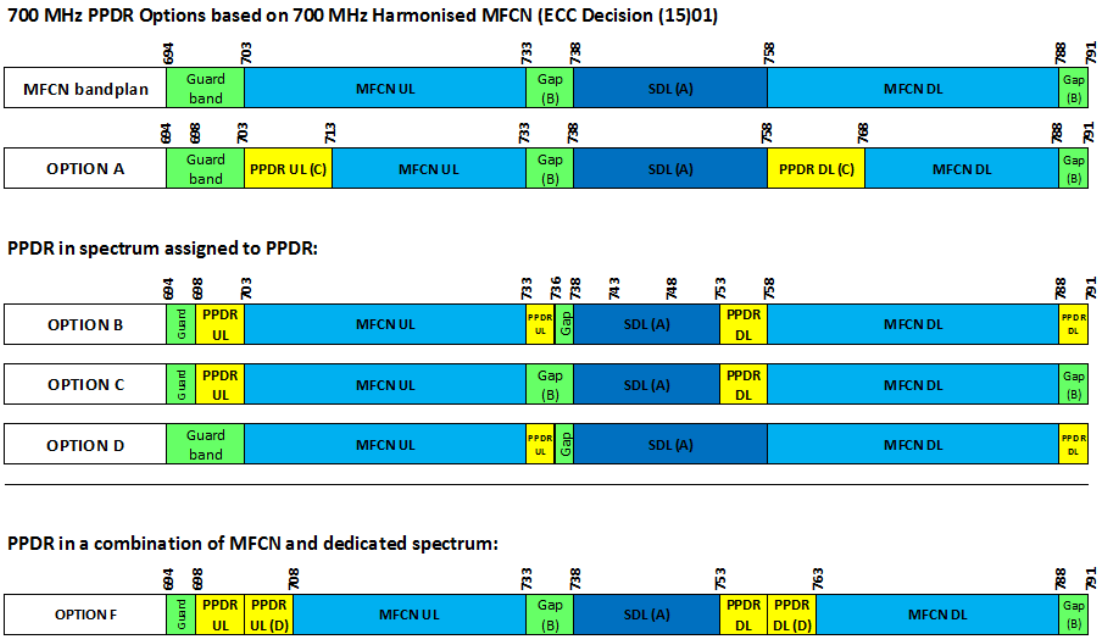
## 3.3 Europese ontwikkelingen

### *3.3.1 De 700 MHz band*

Dit onderzoek concentreert zich op de 700 MHz band, om precies te zijn de 649-791 MHz band.

#### ECC rapport 218

Het ECC rapport 218 onderzoekt opties om de 700 MHz band in te zetten voor OOV, zie de volgende figuur:




**Figuur 7: 700 MHz spectrum opties volgens ECC218 [2]**

Bovenaan staat het oorspronkelijke bandplan (MFCN[8]) zonder OOV. De figuur toont de basis MFCN band (lichtblauw), de toekomstige SDL[9] band (donkerblauw), en de ruimte tussen de verschillende blokken (groen).

Vervolgens geeft de figuur de volgende opties voor OOV (PPDR in het Engels) weer:

Optie A, waarbij 2x 10 MHz (wat volgens het ECC 199 rapport voldoende zou moeten zijn voor het OOV sector) uit het commerciële deel gehaald worden voor het OOV sector.

[8] MFCN: Mobile/Fixed Communication Network, generieke term voor mobiele en vaste netwerken.
[9] SDL: Supplementary Downlink, een techniek binnen LTE om meer data op de "downlink" (naar het mobiele apparaat) te versturen.

Optie B, waarbij een block van het toekomstige SDL spectrum (1x 5 MHz) en een block uit de guardbands (2x 3 MHz + 1x 5 MHz) gehaald wordt voor gebruik door het OOV.

Opties C en D zijn varianten van optie B, waarbij slechts een deel van de genoemde blokken voor OOV wordt gebruikt (2 x 5 MHz of 2 x 3 MHz).

Optie F (er is geen optie E) combineert opties A en C.

Optie A biedt het voordeel dat het spectrum gestandaardiseerd is en dat het voldoende lijkt voor een eventueel dedicated OOV netwerk. Het nadeel echter is dat er door deze reservering minder spectrum beschikbaar is voor de openbare commerciële netwerken.

Optie B heeft als voordeel dat het in de meeste gevallen voldoende spectrum biedt, in totaal 8 MHz. Het blok van 2x 5 MHz valt echter buiten het tot nog toe voor Europa gestandaardiseerde spectrum. Dit kan nadelen bieden als het gaat om de beschikbaarheid van eindapparatuur. Het voordeel van deze optie is dat de 2x 30 MHz voor openbare commerciële netwerken intact blijft.

### Bandplannen en beschikbaarheid randapparatuur

De bruikbaarheid van de genoemde blokken hangt samen met de standaardisatie van de "bandplannen" rond de betreffende frequenties in 3GPP. Apparatuur, en met name de randapparatuur, is beter beschikbaar naarmate bandplannen gestandaardiseerd zijn en daadwerkelijk gebruikt worden. De basis van de 700 MHz band is de lichtblauwe band in het MFCN bandplan in voorgaande figuur (MFCN UL + MFCN DL). Deze band is deel van een gestandaardiseerde 3GPP band (band 28), die tot nu toe met name in Azië werd gebruikt. Het gebruik van dit deel van band 28 is nu ook in Europa geharmoniseerd, en in diverse Europese landen is dit deel ook al geveild.

Het 2x 3MHz blok uit optie B is eveneens deel van band 28, en biedt dus goede perspectieven voor wat betreft de beschikbaarheid van apparatuur.

Het 2x 5MHz blok uit optie B is deel van een gestandaardiseerde band (band 68). Deze band is alleen in enkele Arabische landen in gebruik, en de specificaties van de band komen niet overeen met wat er in Europa nodig zou zijn om de band te kunnen gebruiken. Aangezien verschillende landen overwegen om deze band voor OOV in te zetten, ligt er echter wel een verzoek bij 3GPP om de specificaties hierop aan te passen. Daarmee is het wel waarschijnlijk dat er randapparatuur voor band 68 beschikbaar zal komen, maar niet met dezelfde "economies of scale" als voor band 28. Zelfs als de gehele EU band 68 zou gebruiken voor OOV, zal die markt nooit dezelfde aantallen halen als de consumentenmarkt in band 28.

### 3.3.2 Andere banden

Naast de 700 MHz band wordt in het ECC 218 rapport ook de 400 MHz band genoemd. In de 400 MHz band[10] kunnen volgens het rapport maximaal 2x 5 MHz vrij gemaakt worden voor OOV; hieraan hangen echter wel interferentie problemen met PAMR en Digitale TV. In de 400 MHz band bestaan er eventueel mogelijkheden tot spectrum sharing met het huidige militaire spectrum.

Het OOV kan in principe gebruik maken van elke band waar LTE mogelijk is, hetzij dedicated of commercieel. Uiteindelijk zal de adoptie van banden in eindgebruikersapparatuur doorslaggevend zijn voor het succes van de verschillende banden.

Naast de 400 MHz en de 700 MHz band, is er in het verleden ook gekeken naar de banden in de 5 GHz range, dat zijn de 4940-4990 MHz en 5150-5250 MHz banden. De 5 GHz is een vrij hoge band (een andere deel van de 5 GHz wordt in Nederland gebruikt voor WiFi). De nadelen van hoge banden in het algemeen is dat er moeilijk landelijke dekking te bereiken hiermee is. Echter kan deze band gebruikt worden als ondersteunend voor extra capaciteit. Volgens het ECC 218 (2015) rapport wordt de 5150-5250 MHz band in diverse Europese landen al ingezet voor OOV doeleinden. De 4940-4990 MHz wordt vaker buiten Europa ingezet voor OOV.

## 3.4 Situatie in andere landen

### 3.4.1 Onderzoeksvraag

Welke landen in Europa bestemmen een deel van de 700 MHz-band voor OOV-diensten en wijzen dat toe aan de overheid? Welk deel en voor welke diensten en karakteristieken? Indien niet de 700 MHz band hiervoor wordt toegewezen, wat is dan de aanpak in de belangrijkste EU-landen ten aanzien van de ondersteuning van toekomstige MC communicatie?

Bij de beantwoording van deze vraag kijken wij tevens naar belangrijke landen buiten de EU, omdat de beschikbaarheid van eindgebruikersapparatuur mogelijk niet alleen door de OOV-markt in Europa kan worden gedragen. In het volgende beschrijven wij de situatie in de belangrijkste EU-markten en in grote markten buiten Europa. Inzet 700 MHz voor OOV-toepassingen in Europa

#### Frankrijk

Frankrijk heeft gekozen voor de optie B volgens het ECC 218 (2015) rapport. De overheid wijst 2x 5 MHz en 2x 3 MHz in de 700 MHz band toe aan gebruik voor een breedband netwerk voor PPDR (Public Protection and Disaster Relief). Daarnaast houdt men rekening met de noodzaak van extra frequentieruimte in de 400 MHz band, mede uit economische

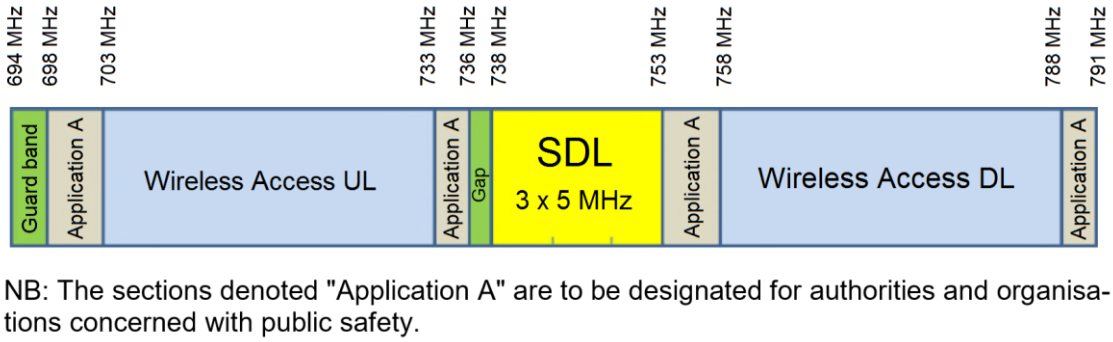
[10] 410-430 MHz en 450-470 MHz.

overwegingen [15]. In Frankrijk is de 2x 30 MHz (de 703-733 MHz en 758-788 MHz) al geveild aan de Franse MNO's.

### Duitsland

In Duitsland is het TETRA netwerk in de 400 MHz band juist voltooid. Beleidsopties voor de langere termijn worden nog verkend, inclusief de 700 MHz band. Het grootste deel van de 700 MHz band (de 703-733 MHz en 758-788 MHz) is in 2016 al geveild[16] in Duitsland aan de Duitse MNO's zonder daar stukken voor de OOV sector te reserveren.

Duitsland overweegt optie B uit ECC218 (de 2x5 MHz plus de 2x3 MHz) te reserveren voor de OOV sector, zie figuur 8. Deze overweging ligt nog ter consultatie tot 1 maart 2017 [17].




**Figuur 8: Duitse reservering voor OOV [17]**

### België

In België treedt ASTRID, de operator van het landelijk dekkende TETRA netwerk voor de OOV, op als MVNO. Via Blue Light Mobile geeft ASTRID de hulp- en veiligheidsdiensten de mogelijkheid gebruik te maken van de commerciële 3G-netwerken. ASTRID verwacht op een later tijdstip over te gaan van 3g naar LTE (4g).

### Zweden

Zweden maakt nu gebruik van Rakel, het Zweedse TETRA netwerk in de 380-400 MHz band, voor OOV doeleinden. Deze band is onafhankelijk van commerciële netwerken en uitermate geschikt voor de huidige communicatie behoefte, maar ze zijn ontoereikend om aan de groeiende data behoefte van de OOV organisaties te voldoen. Er wordt nu onderzocht naar de OOV mogelijkheden in de 700 MHz band[18].

### Finland

In november 2016 zijn er in Finland drie licenties geveild voor gebruik van de 700 MHz band. Ook hier is het gehele 2x 30 MHz (703-733 MHz en 758-788 MHz) naar de MNO's gegaan, zonder extra reserveringen voor de OOV sector[20]. In Finland is het zover we kunnen vinden, nog geen sprake van spectrum reservering voor de OOV sector in de 700 MHz band.

Wel werkt Finland aan een stapsgewijze overgang van Tetra naar LTE voor de OOV communicatie. Het uiteindelijke model zal bestaan uit het eigen dedicated netwerk en

spectrum van de huidige Tetra operator VIRVE gecombineerd met commerciële netwerken en de spectrum daarvan. Deze gefaseerde overgang zal tot ruim in 2030 plaats vinden, zoals aangekondigd in twee publicatie, zie [21] en [22].

#### Verenigd Koninkrijk

Het resultaat van aanbesteding door het UK Home Office voor het Emergency Services Network (ESN) in de 800MHz band wordt gebouwd door EE, op 3800 opstelpunten in het VK. EE voegt 500 extra opstelpunten toe aan zijn bestaande netwerk om landelijke dekking te bewerkstelligen (97%). EE is een commerciële operator (MNO) die het ESN op zijn eigen infrastructuur bouwt, naast de publieke mobiele communicatiediensten die het exploiteert. Verder wordt er gekeken naar de mogelijkheden om de Spectrum Access te variëren naar 800MHz/2.6 GHz en 1800 MHz voor LTE (4g) toepassingen [23]. Deze banden zijn vooral nodig voor de implementatie van ESN Gateway devices, waarmee op locatie de dekking (bijv. door middel van voertuigen) kan worden uitgebreid.

### *3.4.2 Enkele andere landen*

#### USA

In de Verenigde Staten is FirstNet het netwerk voor OOV diensten. FirstNet opereert in de 700 MHz band, waarin men spectrum heeft toegewezen (band 14, 2x10MHz) voor landelijk OOV gebruik. Deze band is specifiek voor Noord-Amerika, waardoor producten uit het bestaande LTE ecosysteem niet bruikbaar zijn. In landelijk gebied werkt men samen met commerciële operators, dit maakt LTE toegang mogelijk, in een hybride model en heeft geen spectrum gereserveerd.

#### Australië

ACMA (Australian Communications and Media Authority) heeft de 700 MHz band in april 2016 geveild. PPDR toepassingen op basis van LTE zullen waarschijnlijk niet in deze band worden toegelaten. Er is besloten om OOV diensten aan te bieden op commerciële netwerken [24].

#### Canada

De Canadese overheid heeft 10 MHz in 700 MHz band voor OOV communicatie gereserveerd. Nog eens 10 MHz van de 700 MHz band wordt toegewezen om een OOV breedband netwerk op te zetten voor het rampenbestrijding.

#### Zuid Korea

Zuid Korea heeft 2x 10 MHz toegewezen uit band 28 in de 700 MHz range aan PPDR toepassingen in een landelijk dekkend LTE netwerk. Verder wordt er gewerkt aan een compleet nieuw LTE netwerk die voor de OOV sector zal worden ingezet en beheerd door mobiele operators. Doelstelling is eind 2017 landelijke dekking gerealiseerd te hebben.

# 4 De mogelijkheden in de markt

## 4.1 OOV kan al gebruik maken van verbeterde LTE technieken

### *4.1.1 Standaardisatie*

Door middel van standaardisatie worden er specificaties ontwikkeld voor systemen voor mobiele communicatie in het algemeen. Zo hebben we in het verleden GSM, UMTS, en nu LTE gekregen. Standaardisatie is een feite een set van afspraken op het gebied van:

- Technische werking, met name op de grensvlakken tussen verschillende onderdelen van het netwerk.
- Spectrum, bijvoorbeeld welke stukken spectrum voor LTE gebruikt worden, en welke voor digitale televisie. Ook worden afspraken gemaakt over uit te zenden vermogens en interferentie met andere banden.
- Apparatuur, dus ook die gebruik maakt van spectrum, wordt ontwikkeld door wereldwijde spelers en wordt vaak zo ontworpen dat het wereldwijd werkt. De apparatuur werkt alleen op de banden (delen van het spectrum) waar de standaardisatiegroepen (zoals de 3GPP) al afspraken hebben gemaakt.

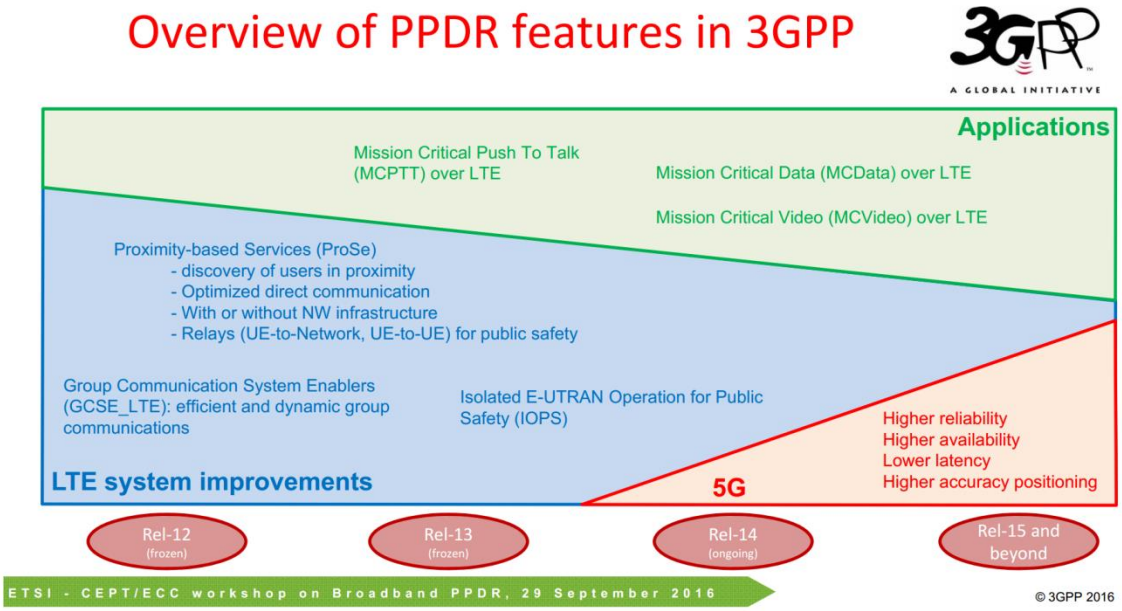
De mobiele netwerk operators (MNO's), leveranciers van netwerkapparatuur en van eindapparatuur stemmen hun producten en businessplannen af op wat er in de standaardisatiegroepen afgesproken wordt. Hier profiteert de consumentenmarkt van omdat apparatuur op grote schaal geproduceerd worden en omdat dezelfde apparatuur ook in het buitenland of zelfs wereldwijd werkt.

De OOV functionele eisen worden steeds meer ook in de standaard meegenomen. Hiervoor is een speciaal werkgroep gestart die zich hiermee bezig houdt. Het voordeel hiervan is, dat de industrie OOV functionaliteit, zoals proximity services en push to talk, in principe mee kan nemen in de standaard netwerk-, en eindapparatuur. Het hoeft echter niet te betekenen dat de industrie dit ook werkelijk gaat doen, maar het is wel mogelijk. De volgende paragraaf gaat verder hierop in.

### *4.1.2 Trends, release 13/14/15, invloed OOV via SA6*

De standaardisatie van de mobiele communicatie systemen zoals GSM, UMTS, LTE en 5G vindt plaats in 3GPP. Daarbinnen is een speciale werkgroep die zich bezig houdt met mission critical communication, 3GPP WG SA6. Op basis van de input vanuit de wereldwijde OOV sector, de industrie en de operators worden functionaliteiten die van belang zijn voor mission critical communication gestandaardiseerd.

De ontwikkeling vindt plaats in "releases", waarin een aantal benodigde functies wordt gebundeld tot een consistente versie van het hele systeem. Onderstaande figuur geeft een indruk van de lopende ontwikkelingen, specifiek in relatie tot het OOV.




**Figuur 9: Overzicht van PPDR toekomst in 3GPP [25]**

Veel van de OOV functionaliteit is al geïntegreerd in het huidige 4G LTE standard (release 12). Niet alle functionaliteit is al geïmplementeerd door de MNO's. In de volgende releases (die nog niet geïmplementeerd zijn) zal LTE nog meer voorzien zijn van extra OOV functionaliteit:

### Release 13 (maart 2016)

- 3GPP Release 13 biedt de benodigde basis OOV functionaliteiten zoals Mission Critical Push To Talk, mogelijkheden voor RAN sharing (gedeeld netwerkgebruik) met de benodigde prioriteit en capaciteitsafspraken/-garanties.

- 3GPP Release 13 standaardiseert tevens directe terminal-to-terminal communicatie (ook wel "Proximity Service" of "Direct Mode Operation"); dat garandeert echter niet dat er terminals voor komen.

### Release 14

- 3GPP Release 14 bevat verbeteringen voor de prioriteitsmechanismen, mission critical data, en mission critical video functies.

## 4.2 Standaardisatie en beschikbaarheid apparatuur

In annex B wordt een volledig overzicht gegeven van de 3GPP band plannen per eind 2016. Gegeven het grote aantal band plannen wordt er in mobiele telefoons vaak een flink aantal banden ondersteund, 10 of meer banden is vrij gebruikelijk. Echter de minder gangbare bandplannen worden lang niet in alle mobiele telefoons ondersteund.

GSA.COM [26] geeft een overzicht van het aantal toestellen wat bepaalde bandplannen ondersteund. De Nederlandse MNO's gebruiken momenteel bandplannen 1 (2100 MHz), 3 (1800 MHz), 7 (2600 MHz), 8 (900 MHz) en 20 (800 MHz).

Uit dit overzicht blijkt dat er een groot aantal mobiele telefoons/randapparaten is waarin de huidige commercieel gebruikte bandplannen ondersteund wordt.

In de 700 MHz is een aantal bandplannen die vrij specifiek voor de VS zijn. Band 28 is het bandplan wat brede wereldwijde steun kent in Azië, Midden-Oosten, Zuid en Centraal Amerika en Europa.

In de 700 MHz band wordt er voor de commerciële mobiele netwerken in Europa dan ook uitgegaan van het gebruik van de onderste 2x30 MHz van de 3GPP band 28. Veel moderne mobiele telefoons ondersteunen deze band 28 al.

| LTE FDD | |
|---|---|
| 1800 MHz band 3 | 4,305 devices |
| 2600 MHz band 7 | 3,891 devices |
| 2100 MHz band 1 | 3,408 devices |
| 800 MHz band 20 | 2,378 devices |
| 800/1800/2600 tri-band | 2,261 devices |
| 850 MHz band 5 | 1,927 devices |
| AWS band 4 | 1,776 devices |
| 900 MHz band 8 | 1,701 devices |
| 1900 MHz band 2 | 1,538 devices |
| 700 MHz band 17 | 1,382 devices |
| 700 MHz band 13 | 743 devices |
| APT700 band 28 | 550 devices |
| 700 MHz band 12 | 470 devices |
| 1900 MHz band 25 | 336 devices |

| LTE TDD | |
|---|---|
| 2300 MHz band 40 | 2,161 devices |
| 2600 MHz band 38 | 1,720 devices |
| 2600 MHz band 41 | 1,599 devices |
| 1900 MHz band 39 | 1,358 devices |
| 3500 MHz band 42 | 96 devices |
| 3600 MHz band 43 | 76 devices |

*January 2017 © GSA – Global mobile Suppliers Association*

**Figuur 10: GSA banden en beschikbare toestellen per januari 2017**

De bovenste 2x3 MHz deel dat voor PPDR voorzien is in Europa valt binnen band 28 en heeft dus als voordeel een breed en bestaand ecosysteem aan randapparatuur. Het onderste 2x5 MHz deel dat voor PPDR voorzien is in Europa valt echter net buiten de band 28. Daarvoor is band 68 het aangewezen bandplan. Dat heeft echter wel als consequentie dat de markt voor randapparatuur die band 68 ondersteunt nog ontwikkeld moet worden en afhankelijk is van de wereldwijde vraag naar randapparatuur voor dat bandplan. Nederland alleen heeft daarvoor te weinig schaalgrootte en samenwerking met Frankrijk, Duitsland en mogelijk andere landen ligt voor de hand om een potentiële markt voor band 68 te creëren.

Omdat band 68 [27] en band 28 voor een groot deel overlappen bestaat er in de 3GPP standaarden in principe wel een mogelijkheid om toestellen met band 68 toe te staan op het overlappende deel van band 28 middels de zogenaamde multi band frequency indicator (MBFI). Die wordt ook gebruikt in de VS 700 MHz band om toestellen met band 12 toe te staan op de qua spectrum overlappende band 17 netwerken.

## 4.3 Mogelijkheden huidige marktaanbieders (MNO's en fabrikanten)

De huidige marktaanbieders zijn bereid aan de OOV-behoeften aangepast aanbod te leveren. Technisch en theoretisch is al veel mogelijk, maar het is noodzakelijk te testen. De vraag blijft of dit aanbod tegen een voor de OOV sector een acceptabele prijs kan.

Een aantal fabrikanten, zoals Alcatel Lucent, Nokia [28], Motorola en Ericsson is al bezig met pilots (al dan niet met de MNO's) en studies rondom het onderwerp mission critical en OOV. Dit gebeurt zowel op nationale als internationale schaal.

Testen en pilots samen met de Nederlandse OOV sector zijn goede maar ook de enige mogelijkheden om erachter te komen of vereiste functionaliteit ook daadwerkelijk geleverd kan worden.

# 5 Implementatieopties

Voor de OOV-sector zijn er verschillende mogelijkheden om de behoefte aan mobiel breedbandcommunicatie te vervullen. De keuze tussen eigen spectrum, een eigen radio access network (RAN) en mobile core network of het gebruik van commercieel beschikbare netwerken en diensten of een combinatie daarvan, is een afweging tussen kosten, toekomstige ontwikkelingsmogelijkheden en beschikbaarheid. In de afweging moeten alle elementen (core, RAN en spectrum) uit mobiele netwerken meegenomen worden. Hierbij zou voor elk element de keuze gemaakt moet worden tussen het zelf doen (of eigenaar van zijn) of het volledig in te kopen bij een commerciële aanbieder. Problematisch voor beleidsmakers is dat de afweging niet rechtlijnig is, dus het hebben van eigen spectrum, RAN of mobile core hoeft niet te betekenen dat er hogere kosten zijn, of dat er per definitie een hogere beschikbaarheid of betere dienstverlening is. De waarheid ligt waarschijnlijk in het midden, waarbij een volledig eigen netwerk vergelijkbaar met C2000 of een volledig commerciële inkoop beide leiden tot een sub-optimaal resultaat. Het hebben van een eigen OOV-netwerk zou veel geld en kostbare spectrum kosten terwijl de volledige commerciële oplossing wellicht tot afhankelijkheid van de markt zou leiden. Keuzes die vandaag gemaakt worden zullen vooral de flexibiliteit in de toekomst bepalen.

## 5.1 De onderdelen van een netwerk

Voor een mobiel netwerk zijn er op hoofdlijnen drie hoofdelementen[11]nodig:

- Core (technische kern, servers)
- RAN (masten, antennes en bijbehorende apparatuur)
- Spectrum

De kern van het netwerk (de core) is waar afhandeling van de “calls”, authenticatie en billing gebeurt. De core levert ook het grootste deel van de functionaliteiten.

De core bevat ook de database met gegevens over gebruikers en bijbehorende diensten.

Een Radio Access Netwerk (RAN) is het geheel aan opstelpunten, basisstations antennes en verbindingen waarmee het netwerk toegang biedt voor mobiele randapparatuur. Het RAN bepaalt een groot deel van de kosten van een netwerk, met name als er hoge eisen aan dekking en capaciteit gesteld worden.

Er zijn verschillende mogelijkheden om onderdelen van een RAN met anderen te delen, variërend van het delen van torens en opstelpunten, tot gezamenlijk gebruik van het hele RAN door meerdere operators. Dit laatste gebeurt nog nauwelijks op grote schaal, maar is wordt wel mogelijk gemaakt door de LTE standaard. In moeilijk toegankelijke locaties, zoals

[11] Dit is een vereenvoudiging van de werkelijkheid.

tunnels, vliegvelden en winkelcentra gebeurt het wel al, en in sommige landen ook in buitengebieden, waar de aanleg van afzonderlijke RAN's te duur zou worden.

Spectrum heeft een veelheid aan natuurkundige kenmerken en is ingedeeld naar band en gebruik. Hierbij worden delen van dat spectrum juridisch toegewezen aan gebruikers. De natuurkundige eigenschappen van verschillende delen van het spectrum zorgen ervoor dat ze meer of minder waardevol, en dus nodig, voor gebruikers zijn. Het hebben van eigen spectrum kan een voordeel zijn, omdat de gebruiker zelf invloed heeft op hoe dit spectrum ingezet wordt, met welke toepassingen en wie de eindgebruikers zijn (dit alles binnen de formele bestemming van het spectrum, zonder derden te storen).

## 5.2 Afwegingen

Bij het afwegen tussen "zelf doen" of inkopen spelen meer aspecten dan bij het inkopen van bestaande diensten zoals telefonie, sms of mobiele data. De voor de OOV sector belangrijke extra eisen voor hoogwaardige dienstverlening zijn veelal nog niet geïmplementeerd in het standaard aanbod van de MNO's. De volgende zaken verdienen aandacht bij de keuze voor een implementatiemodel:

- Prioritering: het is technisch mogelijk om OOV gebruikers prioriteit te geven bij incidenten. De OOV sector wil een gegarandeerde capaciteit, ook tijdens een ramp en ook wanneer anderen (gewone burgers) ook willen communiceren. De mate waarin een aanbieder hierin kan en wil voorzien is een belangrijke afweging voor de sector.
- Robuustheid/beschikbaarheid: De mobiele beschikbaarheid/ dekking is in het algemeen erg goed in Nederland. De OOV sector stelt echter nog hogere eisen, bijvoorbeeld dat er nog steeds mobiele communicatie is tijdens een stroomstoring (minstens 4 uur, bij voorkeur 48). De huidige mobiele netwerken zijn hier niet standaard in voorzien.
- Apparatuurkeuze: de OOV sector wil graag met de trends en innovaties van de huidige smartphone mee kunnen gaan. Ook is de wens in de toekomst (na 2027) niet langer met twee handheld apparaten uitgerust te zijn (C2000 en LTE). De beschikbaarheid en de betaalbaarheid van de apparatuur spelen ook een rol in de keuze. Gebruik van specifieke OOV banden kan hierin voor beperkingen zorgen.

## 5.3 Eigen netwerk

| Eigen Core | Eigen RAN | Eigen spectrum |
|---|---|---|

Een eigen OOV netwerk, bestaande uit een eigen core en een eigen radio netwerk (RAN) in de 700 MHz band, is technisch mogelijk maar vraagt wel meer opstelpunten dan het huidige C2000 netwerk. C2000 heeft momenteel ca 600 opstelpunten[12]; een dekkend 700 MHz OOV-netwerk zou minstens 1200 opstelpunten nodig hebben, en bij voorkeur 2000 of meer. Ter vergelijking, de MNO's hebben ieder ca. 3000 – 4000 opstelpunten met LTE in een frequentieband onder de 1 GHz[13]. Het netwerk zal slechts deels gebruik kunnen maken van de bestaande C2000 masten; de huidige structuur die ontworpen is voor de 380 MHz band zal niet één op één passen in een 700 MHz cel. structuur Ook is het huidige C2000 netwerk niet gebouwd voor breedbandige toepassingen. De verbindingen tussen de masten en de kern van het netwerk (de zogenaamde backhaul) is nu van koper, terwijl er glasvezel nodig is om breedband te kunnen aanbieden via de masten. Hoewel er 700 MHz antennes aan de C2000 masten gehangen kunnen worden, is het dan nog steeds niet (of minder) mogelijk om video te streamen via dezelfde masten, door het ontbreken van glasvezel in de backhaul. Het vervangen van het koperen netwerk met een glasvezel netwerk vergt een extra investering. We schatten de investeringen in het opbouwen van een eigen 700 MHz RAN als volgt:

| | Toelichting | Schatting bedrag |
|---|---|---|
| **CAPEX: RAN**<br><br>**Bouwen van antenne opstelpunten** | 500.000 Euro per mast (gebaseerd op ervaring bij het uitbreiden van C2000 netwerk, plus de kosten van de glasvezelaansluiting) x 1200 masten[14]. | 600 miljoen Euro eenmalig[15] |
| **CAPEX: Core** | De schatting is gebaseerd op eigen ervaring en het Australisch rapport [10]. | 150 miljoen Euro eenmalig |
| **OPEX** | Het is gebruikelijk 15% van het CAPEX is rekenen voor OPEX. | 113 miljoen Euro per jaar |

[12] https://www.c2000.nl/
[13] bron: http://4gmasten.nl/ op basis van het antenneregister van Agentschap Telecom
[14] Enige voordelen kunnen behaald worden doordat de 400 huidige sites alleen verbeterd hoeven te worden in plaats van opnieuw gebouwd.
[15] Dit bedrag word ook bevestigd in het rapport van de Europese Commissie "Is Commercial Cellular Suitable for Mission Critical Broadband?" (2014), tabel 4.4.

## Onderdelen van het netwerk

### Eigen core

Het hebben van een eigen core netwerk biedt voordelen voor OOV omdat daarmee volledige controle komt over het gebruikersbestand (HSS/AuC), nieuwe diensten en ook over zaken zoals versleuteling, toegang tot locatie en verbruik gegevens en te bieden diensten. Hiermee wordt het OOV minder afhankelijk van de technische mogelijkheden van een commerciële operator, waardoor een overstap tussen de MNO's gemakkelijker wordt aan het eind van een contracttermijn[16]. Bovendien kunnen op deze manier gevoelige gegevens beschermd worden van eventuele overname van een MNO door een ongewenste partij. Het core netwerk kan door de OOV sector zelf beheerd worden (eigen expertise) of kan beheerd worden door gespecialiseerde netwerkbedrijven.

### Eigen RAN

De OOV sector houdt in dit model het gehele RAN netwerk in eigen handen, zoals nu het geval is bij de C2000 netwerk. Dat heeft als voordeel dat ten aanzien van aantal opstelpunten, locaties, stroomvoorziening en te gebruiken apparatuur eigen keuzes gemaakt kunnen worden. Het nadeel hiervan is dat voor breedbandige LTE toepassingen er meer capaciteit nodig is dan bij de C2000 netwerk (dat alleen spraak doet).

### Eigen spectrum

Het toewijzen van spectrum aan de OOV-sector geeft deze sector een mogelijkheid om eigen spectrum in te zetten voor breedbandige communicatie zonder dat derden van dat spectrum gebruik maken. Vergelijkbaar met een eigen baan op een snelweg. Op zich lijkt dat mooi, maar het is in de praktijk afhankelijk van de RAN en Core functionaliteit en de commerciële beschikbaarheid van apparatuur die van deze banden gebruik maakt. Wanneer aan de beschikbaarheid voor een RAN, mobile core en apparatuur voldaan is, kan specifiek spectrum voor de OOV-sector een belangrijke rol spelen. Zo zullen gewone capaciteitsproblemen in commerciële netwerken minder tot problemen voor de OOV-sector leiden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan Koningsdag in Amsterdam als een miljoen mensen door de straten lopen. Dan kan het moeilijk zijn voor consumenten om een goed werkende verbinding te realiseren. Het dataverkeer van de OOV sector heeft dan nog een alternatief beschikbaar.

Bij gebruik van het spectrum uit optie B (2x5 + 2x3 MHz) zal het netwerk zonder aanvullende opties niet de gewenste capaciteit kunnen bieden. Opties kunnen zijn het bijplaatsen van (veel) masten (minstens 3000), of het medegebruik maken van de masten van een MNO.

[16] We bedoelen hiermee het vermijden van Vendor Lock-in.

Afwegingen ten aanzien van OOV behoefte

| Afweging | Eigen netwerk (core, RAN en spectrum) |
|---|---|
| **Kosten (RAN)** | De investeringen in het bouwen van opstelpunten en het verbeteren van het huidige backhaul hebben het grootste aandeel in de kosten. Na het opzetten van het netwerk zal ook rekening gehouden moeten worden met het operationeel beheren daarvan als blijvende kostenpost.<br><br>Ruwe schatting (bij 1200 opstelpunten): 750 M€ investering en 113 M€ per jaar exploitatie. |
| **Capaciteit** | Bij de huidige berekening van het aantal opstelpunten (1200) is alleen rekening gehouden met dekking, maar nog geen capaciteit. Dat wil zeggen dat de cellen snel vol zitten in geval van incidenten waarbij meerder OOV personen en objecten aanwezig zijn of bij gebruik van hoog breedbandige toepassing zoals Video. Uitgaande van 2x5 + 2x3 MHz zal de capaciteit niet voldoende zijn voor de geformuleerde behoefte. |
| **Veiligheid** | Bij een eigen netwerk, zal de veiligheid, zowel fysiek als digitaal, gewaarborgd kunnen worden. Wel vergt de beveiliging continue aandacht aangezien alles in eigen beheer gebeurt. |
| **Robuustheid** | Als het netwerk voldoet aan de huidige C2000 netwerkeisen, dan wel. Hier moet wel toegevoegd worden dat waterbestendigheid nog niet in het huidige eisenpakket zit. Bij het toevoegen van deze eis, zullen de kosten aanzienlijk omhoog gaan. |
| **Dekking** | Goed |
| **Prioritering** | Goed omdat er geen concurrentie is van andere gebruikers. Prioriteit tussen OOV gebruikers of applicaties onderling is binnen de standaard goed te regelen. |
| **Efficiënt gebruik van spectrum** | Bij het volledig eigen netwerk is de verwachting dat de OOV sector 2x 10 MHz tot 2x 16 MHz (zie 3.2) nodig heeft. De sector heeft niet altijd de volledige bandbreedte van het spectrum nodig en daarom zou het niet efficiënt zijn om zoveel spectrum apart te houden voor de OOV. Dit is vooral het geval als het gereserveerde spectrum geheel of gedeeltelijk in de commerciële banden zou liggen. |

## 5.4 Volledig gebruik van commerciële netwerken

| | | |
|---|---|---|
| ~~Eigen Core~~ | ~~Eigen RAN~~ | ~~Eigen spectrum~~ |

Het volledig gebruik maken van een commercieel netwerk heeft het voordeel dat er geen spectrum gereserveerd hoeft te worden. Bovendien hoeft er dan ook niet geïnvesteerd te worden in een netwerk. Alle MNO's in Nederland bieden landelijke dekking en hebben bezit van verschillende blokken spectrum, zowel hoog als laag. De capaciteit is voor consumenten en zakelijke gebruikers prima. Meer en meer zijn er ook ontwikkelingen om bepaalde klanten geprioriteerde toegang tot het netwerk te geven. In nieuwe releases van de 4G en 5G standaarden zijn er ook ontwikkelingen voorzien waarbij network slices met andere karakteristieken mogelijk worden. Uit de interviews is gebleken dat het mogelijk is om prioriteitsgroepen aan te maken in mobiele netwerken. Deze dienst is recent gevraagd bij een overheidsaanbesteding[17] waarbij onder andere burgemeesters prioriteit hebben in geval van overbelasting van het netwerk en bij heractivatie van de dienstverlening.

De MNO's hebben tijdens gesprekken en in de enquête aangegeven bereid zijn oplossingen te bieden voor de OOV sector, ook wanneer het nodig is om het netwerk of een deel ervan robuuster te maken. De gemaakte afspraken moeten een deel zijn van een commerciële deal en niet van de vergunningsvoorwaarden, vinden de operators.

Ook binnen de commerciële optie zijn er verschillende varianten te bedenken. De OOV-sector kan zijn connectiviteitsbehoefte volledig inkopen bij één MNO en na 2025 (na de verwachte afloop van het huidige C2000 netwerk) dit ook continueren door het C2000 netwerk (de infrastructuur) in te brengen in de commerciële deal. Het voordeel voor de OOV sector hier is dat ze volledig "ontzorgd" wordt. Het nadeel is weinig (eigenlijk geen) controle over het netwerk en te veel afhankelijkheid van één partij. Voor de markt heeft deze vorm de uitdaging dat één partij in één klap een deal van 80.000+ abonnementen (plus voorzieningen) maakt. Tegelijkertijd gebeurt dat wel eens vaker bij grote inkooptrajecten, denk aan de OT2017, waarbij voor veel overheidsinstellingen in één keer ingekocht wordt.

Problematisch is wel dat eventuele problemen in het netwerk zoals storingen zich ook vertalen naar de OOV-sector. Zo hebben in de afgelopen jaren, alle commerciële netwerken wel een vorm van netwerk-uitval gehad. Een dergelijke uitval kan voor de OOV-sector kritieke gevolgen hebben. Voor kortstondige uitval zijn er geen uitwijkprocedures naar andere mobiele netwerken voorzien. Pas wanneer de uitval langdurig is, is het mogelijk om een noodprocedure in te roepen bij Vereniging COIN om regionale roaming mogelijk te maken[18].

---

[17] VNG aanbesteding uit april 2016: http://www.gemeentelijketelecommunicatie.nl/cbo-controleert-werking-preferente-netwerktoegang-opdrachtnemers/

[18] Regional Roaming is alleen voor spraak: https://www.coin.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=341&lang=nl

Om de afhankelijkheid van de beschikbaarheid van één netwerk te verminderen zou gedacht kunnen worden aan roaming. Met een roaming overeenkomst kan er hoofdzakelijk gebruikt worden van 1 netwerk, maar wanneer deze uitvalt of wanneer er geen bereik is, heeft de OOV-sector op deze manier een ander netwerk achter de hand. Deze variant is niet veel anders dan hoe buitenlandse operators roamen mogelijk maken voor hun klanten. Er zijn operators die deze vorm van dienstverlening al bieden door hun SIM-kaarten te laden met een Nederlandse en een buitenlandse identiteit. In geval van netwerkproblemen wordt de buitenlandse identiteit geladen en gebruik gemaakt van het netwerk van andere operators in het land. Een nadeel hier is dat de OOV sector voor bepaalde robuustheid voorzieningen wellicht 2x moet betalen, namelijk voor het hoofdnetwerk en voor de back-up netwerk. Een ander nadeel is dat dekking van commerciële netwerken erg veel op elkaar lijkt, waardoor op de Veluwe (bijvoorbeeld) door de meeste netwerken niet voldoende dekking en/of beschikbaarheid van het netwerk zal zijn. De in de concept-nota mobiel voorgestelde dekkingseisen kunnen hierin verbetering brengen.

Een verder gaande vorm van commerciële inkoop is een eigen virtueel netwerk (Mobile Virtual Network Operator). Dit is vergelijkbaar met hoe operators als Albert Heijn, Lebara en Tele2 (voor het een eigen netwerk kreeg) opereren. De wijze van implementatie kan variëren van een situatie waarbij de MNO eigenlijk alles verzorgt, tot een situatie waarbij de MVNO een eigen mobile core heeft en een vast deel van de capaciteit van de MNO gebruikt.[19]

Hoewel het niet gebruikelijk is in Nederland, zijn er in het buitenland voorbeelden bekend van MVNOs die gebruik maken van meerdere mobiele netwerken. Zo maakt Project Fi, de MVNO van Google, gebruik van de netwerken van Sprint, T-Mobile en US Cellular in de Verenigde Staten en ASTRID, de OOV MVNO in België, gebruik van alle beschikbare commerciële aanbieders in België. Op deze wijze kan het zowel dekking als qua beschikbaarheid verbeteren. Klanten worden dynamisch toegewezen aan het netwerk dat op die locatie de beste dekking heeft.[20] De oplossing die Project Fi gekozen heeft, lijkt echter wel gebonden zijn aan de gebruikte telefoons. Het is ook aannemelijk dat Google hiervoor haar eigen mobile core gebruikt.

De optie om een commercieel netwerk voor OOV te gebruiken zonder reservering van spectrum is door de het Verenigd Koninkrijk gekozen om de OOV dienstverlening in de toekomst te waarborgen. In de VK is er extra geld gegeven aan één operator om de OOV te bedienen met netwerk. Deze operator is geselecteerd na een openbare aanbesteding. Meer details staan in H4.

[19] Deze vergaande vorm is in Nederland niet gebruikelijk, maar bv in Duitsland bij de fusie tussen E-Plus en Telefonica aan het gefuseerde bedrijf opgelegd. De Duitse MVNO Drillisch maakt er gebruik van.
[20] https://fi.google.com

## Onderdelen van het netwerk

### Core inkoop

Een ingekochte core netwerk bij een MNO heeft als voordeel dat de investerings-, en beheerkosten niet gemaakt hoeven te worden. Voor het beheer hoeft ook geen kennis van systemen ingewonnen te worden door de OOV. Met een MNO core kan de OOV sector sneller mee liften met bepaalde innovaties (vooral die innovaties die meer gericht zijn op de massamarkt). Nadelen zijn het verlies van controle en het moeten delen van "gevoelige" gegevens van de gebruikers met een commerciële partij.

### RAN inkoop

In het geval van volledig inkoop van RAN hoeven er voor het eigen netwerk of eigen opstelpunten geen investeringen gedaan te worden. Het nadeel is dat de netwerken van MNO's nu nog niet geschikt zijn voor OOV in termen van robuustheid (batterij back-up bij stroomstoringen) en fysieke veiligheid. Aanpassingen zijn mogelijk in delen van het netwerk zijn mogelijk volgens de MNO's, maar waarschijnlijk prijzig.

### Spectrum inkoop

De openbare netwerk operators bezitten een grotere verscheidenheid aan spectrum dan "dedicated" OOV spectrum. Ze bezitten zowel hoge als lage spectrum en ook grotere stukken per soort. Bovendien maken de MNO's gebruik van bandplannen die wereldwijd gestandaardiseerd zijn, dat geldt nog niet voor de meeste voor de hand liggende spectrumbanden die door de EU nu aangewezen zijn als *potentieel OOV spectrum*. Door toegang te hebben tot commercieel spectrum kan de OOV profiteren van goedkopere eindapparatuur en kan de sector ook mee liften met de snelle innovaties van de massamarkt.

### Afwegingen ten aanzien van OOV behoefte

| Afweging | Volledig commercieel |
|---|---|
| **Kosten (RAN)** | Ingeschatte kosten voor een MNO (CAPEX/OPEX) zijn 1/3$^{e}$ van kosten van eigen (CAPEX en OPEX) van RAN<br><br>Het inkopen ervan zal waarschijnlijk rond 40% zijn, want de MNO moet ook marge hebben [10]. |
| **Capaciteit** | Goed; eventueel minder in onrendabele gebieden |
| **Veiligheid** | Goed, maar MNO('s) kunnen meekijken. |
| **Robuustheid** | Nog niet goed. Vergt veel investeringen |
| **Dekking** | Goed mogelijk, behalve in enkele minder rendabele gebieden. Met de huidige dekkingseis in Nota Mobiele communicatie zal de dekking nog meer verbeterd worden. |
| **Prioritering** | Mogelijk in nieuwe versie standaard, maar nog niet in |

| | |
|---|---|
| | commerciële netwerken geïmplementeerd |
| **Efficiënt gebruik van spectrum** | Goed |

## 5.5 Hybride modellen

| | | |
|---|---|---|
| Eigen Core | ~~MNO RAN Slicing, eigen ad-hoc RAN~~ | ~~Shared Spectrum (spectrum ingebracht)~~ |
| Eigen Core | ~~Gedeeltelijk eigen RAN~~ | Eigen spectrum |

Uit de voorgaande secties blijkt dat de mogelijke configuraties van een toekomstig OOV-netwerk in de 700Mhz legio zijn. Het kan variëren van een volledig eigen netwerk, met eigen spectrum, eigen RAN en eigen core, tot een volledig ingekochte dienst, zonder enig onderscheid voor de OOV-sector alsmede gezien de verwachte kosten. Echter gezien de eisen vanuit en de voorziene toepassingen voor de OOV-sector, is een hybride model het meest logisch.

Daarin zijn vele varianten mogelijk en er staat in de literatuur, onder andere in het rapport van de Europese Commissie (2014) "Is Commercial Cellular Suitable for Mission Critical Broadband?", het rapport van de Australische overheid (december 2015) "Public Safety Mobile Broadband" en een aantal publicaties over het Finse model (zie 3.4) veel mogelijke hybride varianten beschreven. Uit de literatuurstudie, de eigen ervaring en wat we in de markt en de OOV-sector hebben gehoord achter we de volgende twee varianten als het meest waarschijnlijke voor de Nederlandse situatie:

- Eigen core met een slice
- Eigen core met een RAN

In beide gevallen wordt uitgegaan van een eigen core, hetgeen het mogelijk maakt voor de OOV-sector om haar eigen dienstverlening te ontwikkelen, onafhankelijk van de mogelijkheden welke door MNOs geactiveerd worden. Het verschil is hoe het spectrum geactiveerd wordt. In het geval van een slice kan er gekozen worden om in het geheel geen spectrum voor de OOV sector te reserveren, of om spectrum van de OOV sector in te brengen. Dit betekent dat het netwerk van de OOV overeenkomt qua dekking met dat van de MNO. In het geval van een eigen RAN is het OOV-deel praktisch gescheiden van het netwerk van de MNO, dit geeft de OOV sector ook de mogelijkheid om haar RAN onafhankelijk van de MNO uit te breiden, maar heeft zij geen toegang tot het spectrum van de MNO.

In beide gevallen zal de OOV-sector met haar eigen core, SIM-kaarten, beveiliging, dienstverlening kunnen roamen op de netwerken van andere MNOs.

### 5.5.1 Eigen core met een slice

Een eigen core met een slice is een optie die in nieuwe netwerken op basis van 4G en 5G mogelijk wordt. Een eigen slice (plak) betekent dat het host-netwerk (het netwerk van de MNO) de OOV-sector als gast een deel van haar netwerk geeft. In dit deel kunnen andere parameters voor latency en prioriteit gelden dan voor de rest van het netwerk. Het is mogelijk om deze slice te koppelen aan het gebruikte spectrum, maar het is waarschijnlijk om de slice een combinatie te laten zijn van spectrum en capaciteit van het host-netwerk. Op deze wijze kan de OOV-sector toegang hebben tot 700 MHz spectrum dat ze zelf inbrengt, maar ook tot het 800, 900, 1800, 2100 en 2600 MHz spectrum van het host-netwerk.

Het voor de OOV gereserveerde spectrum kan via ad-hoc netwerken of een eigen eenvoudige RAN infrastructuur (bijvoorbeeld small cells voor extra inhouse dekking of antennes op voertuigen) ingezet worden voor speciale functionaliteit zoals Rapid Deployment. Dit wordt mogelijk gemaakt door de combinatie met de eigen core.

Het is het host-netwerk dat bepaalt hoe het radio-netwerk in de praktijk functioneert. De belangrijkste beperking zal zijn dat het netwerk niet eenvoudig verder kan reiken dan de dekking van het host-netwerk. Waar zij dekking hebben, daar heeft de OOV-sector dekking. Additionele dekking die voor de OOV-sector benodigd is zal dus ook beschikbaar komen voor de MNO en voor diens andere klanten. Een dergelijk netwerk is vergelijkbaar met het netwerk dat nu in het Verenigd Koninkrijk gerealiseerd wordt voor de OOV sector.

Een dergelijk netwerk kan, ook als het eerlijk is aanbesteed, nog wel voor discussies over marktverstoring zorgen. Zo heeft EE in het Verenigd Koninkrijk enkele honderden extra opstelpunten gerealiseerd om in de behoefte van de OOV-sector te voorzien. Dat betekent echter ook dat haar commerciële dienstverlening in die gebieden significant beter is dan die van haar concurrenten, of andersom dat zij in tegenstelling tot haar concurrenten de kosten van die additionele dekking geheel of gedeeltelijk kan afwentelen op de OOV-sector. Een verzoek van de OOV-sector om de dekking in bepaalde gebieden te verbeteren is ook weer afhankelijk van de welwillendheid van de MNO.

In deze variant blijft roaming een achtervang voor het geval het de slice in het RAN van de dienstverlenende MNO uitvalt. In dit geval zullen de apparaten een ander netwerk zoeken dat hen kan accepteren. Waarschijnlijk kan roaming dan alleen geschieden binnen de parameters van een gewone commerciële aanbieding, dus zonder prioritering of slicing. Echter er blijft wel een verbinding bestaan.

### 5.5.2 Een eigen core gecombineerd met RAN sharing

Een andere optie is om het RAN netwerk te delen met één of meer MNO's. Dit kan variëren van het delen van masten en locaties tot het gebruik maken van dezelfde antennes en backhaul. Dit kan tot significante besparingen leiden en dit is ook de reden dat deze optie door veel MNOs gebruikt is. De Telecomwet kent de verplichting te voldoen aan redelijke verzoeken tot medegebruik.

Het lijkt erop dat bestaande antenne systemen en bijbehorende controllers wel in staat zullen zijn om te zenden en ontvangen op de voor de OOV-sector gereserveerde frequenties. Op deze wijze zou het mogelijk kunnen zijn om op iedere antennesite van een MNO ook de 700 MHz frequenties van de OOV-sector te activeren, waardoor een zeer fijnmazig netwerk kan ontstaan.

RAN sharing vereenvoudigt de end-to-end versleuteling van verbindingen tussen een eigen OOV core en OOV terminals en minimaliseert de metadata die in systemen van de MNO's komt.

Voordeel van het hebben van een eigen RAN is dat de OOV-sector ook kan kiezen voor Rapid Deployment[21] Units. In dit geval kan in kritische situaties of bij grote evenementen een aantal RAN-nodes bijgeplaatst worden door de OOV-sector. Op deze wijze kan de capaciteit van het netwerk verder vergroot worden.

Een nadeel kan echter zijn dat het niet mogelijk is om op hetzelfde randapparaat het OOV spectrum en het MNO spectrum tegelijk te gebruiken.

Een vereiste in deze optie is om als onderdeel van de commerciële RAN sharing deal ook roaming afspraken te maken met de desbetreffende MNO(s) en dat te gebruiken als overflow. Bij roaming zijn zaken als prioritering momenteel nog technisch lastig te regelen.

Dit betekent dat in dit model de capaciteit van de OOV-netwerk in eerste instantie beperkt zal blijven tot het eigen spectrum, maar dat de capaciteit wel groter zal zijn dan wanneer het OOV voor een volledig eigen oplossing zou kiezen, omdat er meer antennes en dus een veel fijnmazigere netwerk tot de beschikking van de OOV-sector zal zijn.

Het inbrengen van de C2000 masten infrastructuur kan wel een positieve bijdrage leveren, maar het is ook duidelijk dat MNO's voor een groot deel hun bestaande opstelpunten zullen willen gebruiken in deze casus en dat slechts een klein deel van de C2000 en/of GSM rail opstelpunten zal passen in de bestaande structuur van opstelpunten van de MNO's. Ook hier adviseren wij om een roaming mogelijkheid met één of meer andere MNO's te regelen, in het geval dat het netwerk van de hoofdleverancier uitvalt. Waarschijnlijk kan roaming in dat geval alleen geschieden binnen de parameters van een gewone commerciële aanbieding, dus zonder prioritering. Echter er blijft wel een verbinding bestaan.

Afwegingen ten aanzien van OOV behoefte

| Afweging | Slice + Roaming | RAN sharing + roaming |
|---|---|---|
| **Kosten** | Hoger dan commerciële inkoop en afhankelijk van aantal sites specifiek voor OOV | Vergelijkbaar met Slice, maar afhankelijk van het aantal MNO's waarmee roaming plaatsvindt. |
| **Capaciteit** | Goed; eventueel minder in onrendabele gebieden | Afhankelijk van aantal sites. |
| **Veiligheid** | Goed, door eigen core en encryptie | Goed, door eigen core en encryptie |
| **Robuustheid** | Nog niet goed. Vergt veel investeringen | Afhankelijk van gekozen MNOs en interconnectie |
| **Dekking** | Goed, behalve in enkele minder rendabele gebieden | Mogelijk zeer hoog door combineren van meerdere MNOs |
| **Prioritering** | Mogelijk via slicing | Mogelijk in het eigen RAN |
| **Efficiënt gebruik van spectrum** | Goed | Goed, hoewel hier een klein stuk spectrum voor OOV gereserveerd wordt. |

## 5.6 De modellen samengevat

Als we de vier modellen naast elkaar plaatsen in termen van kosten, capaciteit, veiligheid, etc. voldoet geen enkele van de vier modellen aan alle door de OOV gestelde eisen, althans niet zonder extra investeringen of maatwerkoplossing. Het eigen netwerk variant is kostbaar en levert niet voldoende capaciteit, de commerciële variant is minder gewenst vanwege de veiligheid en bij vrijwel alle modellen moeten investeringen gedaan worden aan uitbereiding van de RAN of het vergroten van robuustheid van het netwerk.

| Afweging | Eigen netwerk | Volledig commercieel | Slice + Roaming | RAN sharing + roaming |
|---|---|---|---|---|
| **Kosten (RAN)** | Ingeschatte kosten van 750 miljoen CAPEX en 113 miljoen OPEX per jaar. | Ingeschatte kosten voor een MNO (CAPEX/OPEX) zijn 1/3$^{e}$ van kosten van eigen (CAPEX en OPEX) van RAN<br><br>Het inkopen ervan zal waarschijnlijk rond 40% zijn, want de MNO moet ook marge hebben [10]. | Hoger dan commerciële inkoop en afhankelijk van aantal sites specifiek voor OOV | Vergelijkbaar met Slice, maar afhankelijk van het aantal MNOs dat gebruikt wordt. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Capaciteit** | Bij 1200 masten nog niet voldoende bij grote incidenten. | Goed; eventueel minder in onrendabele gebieden | Goed; eventueel minder in onrendabele gebieden | Afhankelijk van aantal sites. |
| **Veiligheid** | Goed, door eigen core en encryptie | Goed, maar MNO('s) kunnen meekijken. | Goed, door eigen core en encryptie | Goed, door eigen core en encryptie |
| **Robuustheid** | Als het netwerk voldoet aan de huidige C2000 netwerkeisen, dan wel. Hier moet wel toegevoegd worden dat waterbestendigheid nog niet in het huidige eisenpakket zit. Bij het toevoegen van deze eis, zullen de kosten aanzienlijk omhoog gaan. | Nog niet goed. Vergt veel investeringen | Nog niet goed. Vergt veel investeringen | Afhankelijk van gekozen MNOs en interconnectie |
| **Dekking** | Goed | Goed, behalve in enkele minder rendabele gebieden | Goed, behalve in enkele minder rendabele gebieden | Mogelijk zeer hoog door combineren van meerdere MNOs |
| **Prioritering** | Goed omdat er geen concurrentie is van andere gebruikers. | Mogelijk in nieuwe versie standaard, maar nog niet in commerciële netwerken geïmplementeerd | Mogelijk via slicing | Mogelijk in het eigen RAN |
| **Efficiënt gebruik van spectrum** | Niet goed. Dit is vooral het geval als het gereserveerde spectrum (tot 2x 16 MHz) geheel of gedeeltelijk in de commerciële banden zou liggen. | Goed | Goed | Goed, hoewel hier een stuk spectrum voor OOV gereserveerd wordt. |

De keuze voor een bepaald model, zal altijd een compromis zijn tussen de verschillende eisen en wensen van de OOV-sector aan de ene hand, en de kosten (voor de OOV-sector of maatschappelijk) aan de andere hand.

We zouden het eigen netwerk model afraden, omdat dit model hoge investeringen met zich meebrengt voor het bouwen en onderhouden van het RAN netwerk. Bovendien moet in dit model 2x10 tot 2x16 MHz aan spectrum voor de OOV sector gereserveerd worden. Dit spectrum zal een groot deel van de tijd niet volledig gebruikt worden, waarmee het model niet voldoet aan het doel van efficiënt gebruik van spectrum.

De volledige commerciële optie zouden we ook niet aanraden. Hoewel dit model qua kosten en efficiënt gebruik van spectrum de meest gunstige optie is, heeft ook een aantal nadelen. Het belangrijkste nadeel is een verlies aan controle met betrekking tot functionaliteit, gebruikersbeheer, en prioritering. Daar komt bij dat de MNO toegang heeft tot de gegevens

(in elk geval de metadata). Ook schuilt hier een risico van een vendor lock-in. Als een aanbieder eenmaal deze dienstverlening in handen heeft, kan de OOV-sector niet zomaar wisselen van aanbieder na de contracttermijn.

We zouden een hybride optie adviseren waarbij de OOV-sector een eigen core heeft, network slicing (zie tabel kolom slice) op het RAN van één operator, en een roaming mogelijkheid op één of meerdere additionele operators. Dit zou gecombineerd moeten worden met eigen faciliteiten en een eigen stuk spectrum voor bijzondere functionaliteit zoals rapid deployment. Het grootste voordeel van deze optie is dat de kosten beperkt blijven tot een klein deel van de radiofaciliteiten, want voor het grootste gedeelte zal gebruik gemaakt worden van het commerciële netwerk. De roaming mogelijkheid biedt een extra back-up bij storingen aan het netwerk. Een eigen core biedt niet alleen veiligheid en versleuteling, maar verkleint de vendor lock-in en maakt het makkelijker om functionaliteit te implementeren die niet beschikbaar is in het MNO netwerk. De andere hybride optie, zie tabel kolom RAN sharing+roaming, heeft dezelfde voordelen wat betreft de eigen faciliteiten en eigen core, maar heeft het voornaamste nadeel dat het spectrum van de MNO niet volledig gebruikt kan worden. Hoewel hier een roaming afspraak gemaakt wordt met de desbetreffende MNO, zijn de technische mogelijkheden van roaming beperkter dan met slicing. Zo kan het eigen spectrum capaciteit niet zonder opgeteld worden met die van de MNO, er kan immers maar één netwerk tegelijk werken op randapparatuur. Bovendien zijn opties zoals prioritering vrij lastig te regelen in een roaming model.

In deze optie gebruikt de OOV-sector alleen het eigen spectrum, maar dan op het netwerk van een MNO. Dit levert wel besparing op ten opzichte van het volledig zelf moeten bouwen van een RAN netwerk en een grotere capaciteit vergeleken met de optie om een volledig netwerk zelf te realiseren omdat de OOV-sector dan gelijk een fijnmaziger netwerk tot zijn beschikking heeft[22].

## 5.7 Borging van de belangen van de OOV sector

Alle beschreven modellen, met uitzondering van een volledig eigen OOV netwerk, vereisen verregaande medewerking van de betreffende MNO('s), die daarvoor flinke investeringen moeten doen.

Er zijn in principe verschillende manieren om te borgen dat de MNO's de benodigde investeringen zullen doen om aan de gestelde eisen te kunnen voldoen:

- Via vergunningsvoorwaarden, dan wel via wetgeving;
- Door middel van contractuele afspraken.

[22] Met meer antennes kan je met dezelfde hoeveelheid spectrum meer capaciteit bereiken, zie de berekening in 3.2.

### Vergunningsvoorwaarden of wetgeving

In principe is het mogelijk om via de vergunningsvoorwaarden of wetgeving vast te leggen dat de aanbieder zijn netwerk geschikt moet maken voor de eisen vanuit de OOV sector. De gewijzigde Machtigingsrichtlijn benoemt in dit opzicht specifiek de communicatie tussen hulpdiensten onderling en met het publiek tijdens grote rampen of nationale noodsituaties als een mogelijke voorwaarde die de overheid aan aanbieders op kan leggen.

Een groot risico van het vastleggen in vergunningsvoorwaarden of wetgeving is de lange looptijd van de vergunningen (20 jaar) tegenover de veranderende technologie en de daarbij behorende wensen en eisen van de OOV sector. Het is ondoenlijk om de eisen voor twintig jaar vast te leggen, terwijl een generieke voorwaarde om aan veranderende eisen te voldoen dan wel een regelmatig veranderende wetgeving teveel onzekerheid voor de aanbieder zou creëren.

Vergunningsvoorwaarden bij alle uit te geven vergunningen dan wel wettelijke eisen aan alle aanbieders zouden bovendien disproportioneel kunnen zijn, wanneer de dienst uiteindelijk alleen wordt ingekocht bij één MNO terwijl de verplichtingen voor alle MNO's gelden.

Een mogelijk alternatief is om slechts één vergunning uit te geven met "speciale" voorwaarden[23], maar in dat geval zou de OOV-sector in het nadeel komen door verplicht te worden in te kopen bij de desbetreffende aanbieder. Ook is het mogelijk dat geen enkele aanbieder op de "speciale" kavel biedt.

Het is ook mogelijk voorwaarden of wettelijke eisen toe te passen die nog niet tot investeringen leiden (bijvoorbeeld een plicht om tegen reële kosten mee te werken op het moment dat de overheid daar om vraagt), maar een dergelijk algemeen geformuleerde verplichting levert zowel voor de OOV sector als voor de MNO veel onzekerheid op. Bovendien levert een dergelijke meewerkverplichting in de praktijk veel discussie op, op het moment dat de verplichting wordt afgeroepen.

Het ligt anders bij verplichtingen die de overheid aan alle MNO's op zou willen leggen. In een dergelijk geval heeft de overheid immers geen inkoopmacht, want niemand hoeft de aanbesteding te winnen. Daarom is een vergunningsvoorwaarde wel een goed middel om bijvoorbeeld dekkings- en robuustheidsverplichtingen uit algemeen maatschappelijk belang op te leggen (waar OOV dan ook baat bij heeft). Dergelijke maatregelen zijn in de conceptnota Mobiele Communicatie al aangekondigd.

### Contractuele afspraken

Gezien de lange looptijd van de vergunningen en het dynamische karakter van de benodigde dienstverlening ligt het voor de hand om de eisen vanuit de OOV-sector zoveel mogelijk contractueel te regelen; dit levert de meeste flexibiliteit om veranderende eisen mee te nemen.

---

[23] Mits juridisch mogelijk; dit zou eerst uitgezocht moeten worden.

Bij een commerciële onderhandeling/aanbesteding wordt er veel meer druk gelegd op een aanbieder om tegen minimale kosten aan de voorwaarden te voldoen dan bij een algemene "meewerkverplichting".

Uit de ervaring in de VK, en uit de gesprekken met marktpartijen, lijkt het er op dat marktpartijen best mee willen werken, zolang de sector maar betaalt voor de benodigde investeringen. Er is dus geen dwingende reden om dit van te voren vast te leggen.

Ook biedt het regelen via inkoop de mogelijkheid om de eisen en ook de aanbieder te veranderen aan het einde van de contract looptijd. Een contract voor bijvoorbeeld vijf jaar geeft al veel meer flexibiliteit dan een vergunning met een looptijd van twintig jaar.

# 6 Conclusies en aanbevelingen

## 6.1 Functionele behoefte

Uit hoofdstuk 2 blijkt dat de OOV behoefte aan breedbandige toepassingen aan het toenemen is. De toename is vooral te wijten aan de toename van video, en vooral van streaming video (binnen verschillende applicaties). Naast voldoende capaciteit willen OOV gebruikers een robuust en betrouwbaar netwerk, met voldoende dekking. Bij gebruik van commerciële netten is de sector vooral bezorgd om de robuustheid en de beschikbaarheid van het netwerk. De capaciteitsbehoefte neemt namelijk toe tijdens grote incidenten, en de sector is vooral bang dat commerciële netwerken overbelast zullen zijn waardoor de OOV gebruiker niet altijd toegang krijgt tot het netwerk. Daarom is prioritering een van de belangrijkste vereisten van de OOV.

Naast de eisen aan het netwerk, heeft de OOV sector andere functionaliteiten nodig, die normaal niet voor de massamarkt geïmplementeerd worden. Denk hierbij aan Rapid Deployment, groupcalling, en proximity services. Ook veiligheid en versleuteling van gegevens zijn voor OOV belangrijke eisen die nu niet standaard in het aanbod van MNO's zitten.

De sector wil ook graag mee profiteren van innovatie in de toekomst, en daarom is het gebruik van commercieel beschikbare toestellen (al dan niet aangepast) ook erg belangrijk. De OOV sector bevindt zich namelijk nu in een niche markt, waardoor innovatie uit andere markten slechts langzaam overgenomen kan worden.

De precieze en kwantificeerbare behoefte is nu nog niet duidelijk bij de OOV kolommen in Nederland. Het is zaak om deze behoefte goed in kaart te brengen, eventueel in overleg met de aanbieders, alvorens met de MNO's over concrete voorstellen te spreken.

## 6.2 Spectrum behoefte

In hoofdstuk 3 hebben wij de capaciteitsbehoefte vertaald in spectrum behoefte. Deze berekening is uiteindelijk afhankelijk van hoe fijnmazig het RAN netwerk (de masten) gebouwd wordt. Uitgaande van een eigen netwerk met 1200 masten, zou de OOV sector een behoefte hebben aan 2x 16 MHz in een worst case scenario. Normaal gebruik zou voldoende moeten hebben aan de in het ECC rapport 199 aangegeven behoefte van 2x 10 MHz.

De door CEPT voorgestelde opties [2] [30] [31] voor spectrum harmonisatie in de 700 MHz bieden een handvat voor keuzes in Nederland. Gezien het belang van de telecommunicatiesector ligt het niet voor de hand om spectrum uit een commerciële band exclusief voor OOV te reserveren (optie A). Enig eigen spectrum voor OOV is echter wel noodzakelijk, in elk geval voor bijzondere toepassingen zoals ad-hoc netwerken, en afhankelijk van het implementatiemodel ook voor een OOV netwerk. Hoewel de 2x5 + 2x3

MHz uit optie B niet voldoende is om alle behoeften af te dekken (met name de piekbehoeften), kan hiermee wel voor een groot deel aan de behoeften van de sector tegemoet gekomen worden zonder een disproportioneel beslag op spectrum te leggen.

Ten aanzien van optie B, 2x 5 en 2x 3 MHz zijn er twee opmerkingen te maken:

1. De totaal 2x 8 MHz (als we optie B bij elkaar optellen) is niet altijd en overal voldoende. Het ECC rapport rekent dat de OOV sector een behoefte heeft van 2x 10 MHz. Dit rapport houdt ook geen rekening met eventueel het invoeren van bodycams wat momenteel serieus overwogen wordt door de nationale politie. Dat zeggende, de aanbevolen hoeveelheid uit ECC Report 199 is niet altijd nodig, en daarom zou een toewijzing van meer dan 2x 10 MHz niet efficiënt zijn, aangezien het dan een groot deel van de tijd niet geheel gebruikt wordt. Als de 2x 8 MHz aangevuld wordt met spectrum uit de commerciële netwerken, dan is de totale hoeveelheid bruikbaar spectrum meer dan voldoende. Hierbij moet wel een opmerking gemaakt worden dat de controle over het commercieel spectrum uiteraard niet hetzelfde is als het hebben van eigen spectrum en netwerk. Hier zullen dus goede afspraken over gemaakt moeten worden met de desbetreffende provider(s).
2. Hoewel de *hoeveelheid* spectrum, aangevuld met commercieel spectrum, voldoende lijkt voor de OOV-sector, is bij optie B het probleem dat 5 MHz van de 8 MHz buiten de commerciële bandplannen valt. Dit betekent dat het aanbod qua eindapparatuur in deze band beperkt is. Dit vermindert de bruikbaarheid van de band. Ons advies hierbij is om internationale harmonisatie na te streven, in samenwerking met andere landen die deze band in willen gaan zetten (met name Frankrijk en Duitsland), zodat er een ecosysteem ontstaat waarbij band 68 (waar de het stuk van 2x5 MHz in valt) opgenomen wordt in breed beschikbare devices. De OOV sector wil altijd de zogenaamde ruggedized apparatuur met extra opties, wat de toestellen duurder maakt, maar in de basis kunnen dat commerciële toestellen zijn, met een andere uitvoering.

## 6.3 Marktaanbod

Uit hoofdstuk 4 blijkt dat LTE als technologie veel mogelijkheden biedt voor de OOV sector. In de LTE standaard worden steeds meer relevante OOV functionaliteit meegenomen.

Niet alle OOV functionaliteit is al geïmplementeerd in MNO netwerken, maar MNO's blijken wel bereid te zijn om deze, onder redelijke voorwaarden, te implementeren.

In Nederland kunnen de MNO's, de fabrikanten en leveranciers van netwerk-, en eindapparatuur voor een groot gedeelte voldoen aan de vragen van de OOV sector. Wel is het duidelijk dat verbeteringen aan het netwerk qua beschikbaarheid en robuustheid veel investeringen zullen vergen.

## 6.4 Strategische opties

In hoofdstuk 5 hebben we vier strategische opties uitgewerkt; een volledige eigen netwerk, een volledig commercieel netwerk en twee hybride modellen. Hierbij zijn de behoeftes van de OOV sector tegen deze opties uitgezet:

| Afweging | Eigen netwerk | Volledig commercieel | Slice + Roaming | RAN sharing + roaming |
|---|---|---|---|---|
| **Kosten (RAN)** | Ingeschatte kosten van 750 miljoen CAPEX en 113 miljoen OPEX per jaar. | Ingeschatte kosten voor een MNO (CAPEX/OPEX) zijn 1/3$^{e}$ van kosten van eigen (CAPEX en OPEX) van RAN<br><br>Het inkopen ervan zal waarschijnlijk rond 40% zijn, want de MNO moet ook marge hebben [10]. | Hoger dan commerciële inkoop en afhankelijk van aantal sites specifiek voor OOV | Vergelijkbaar met Slice, maar afhankelijk van het aantal MNOs dat gebruikt wordt. |
| **Capaciteit** | Bij 1200 masten nog niet voldoende bij grote incidenten. | Goed; eventueel minder in onrendabele gebieden | Goed; eventueel minder in onrendabele gebieden | Afhankelijk van aantal sites. |
| **Veiligheid** | Goed, door eigen core en encryptie | Goed, maar MNO('s) kunnen meekijken. | Goed, door eigen core en encryptie | Goed, door eigen core en encryptie |
| **Robuustheid** | Als het netwerk voldoet aan de huidige C2000 netwerkeisen, dan wel. Hier moet wel toegevoegd worden dat waterbestendigheid nog niet in het huidige eisenpakket zit. Bij het toevoegen van deze eis, zullen de kosten aanzienlijk omhoog gaan. | Nog niet goed. Vergt veel investeringen | Nog niet goed. Vergt veel investeringen | Afhankelijk van gekozen MNOs en interconnectie |
| **Dekking** | Goed | Goed, behalve in enkele minder rendabele gebieden | Goed, behalve in enkele minder rendabele gebieden | Mogelijk zeer hoog door combineren van meerdere MNOs |
| **Prioritering** | Goed omdat er geen concurrentie is van andere gebruikers. | Mogelijk in nieuwe versie standaard, maar nog niet in commerciële netwerken geïmplementeerd | Mogelijk via slicing | Mogelijk in het eigen RAN |

| Afweging | Eigen netwerk | Volledig commercieel | Slice + Roaming | RAN sharing + roaming |
|---|---|---|---|---|
| **Efficiënt gebruik van spectrum** | Niet goed. Dit is vooral het geval als het gereserveerde spectrum (tot 2x 16 MHz) geheel of gedeeltelijk in de commerciële banden zou liggen. | Goed | Goed | Goed, hoewel hier een stuk spectrum voor OOV gereserveerd wordt. |

We zouden een hybride optie adviseren waarbij de OOV-sector een eigen core heeft, network slicing (zie tabel kolom slice) op het RAN van één operator, en een roaming mogelijkheid op één of meerdere additionele operators, te gebruiken wanneer de omstandigheden dat vergen. Dit zou gecombineerd moeten worden met eigen faciliteiten en eigen stuk spectrum voor bijzondere functionaliteit zoals rapid deployment. Het grootste voordeel van deze optie is dat de kosten beperkt blijven tot een klein deel van de radiofaciliteiten, want voor het grootste gedeelte zal gebruik gemaakt worden van het commerciële netwerk. De roaming mogelijkheid biedt een extra back-up bij storingen van het netwerk. Het eigen core biedt niet alleen veiligheid en versleuteling, maar verkleint de vendor lock-in en maakt het makkelijker om functionaliteit te implementeren die niet beschikbaar is in het MNO netwerk. Dit is echter onafhankelijk van de spectrum keuze.

Als deze optie uitgevoerd wordt in combinatie met optie B (ECC218) dan zou Nederland en vooral de OOV-sector hier op internationale harmonisatie moeten aansturen om de juiste eindapparatuur te krijgen. Dit om te vermijden dat de OOV-sector straks opnieuw met een niche markt te maken heeft voor eindapparatuur.

Gesteld dat geheel of gedeeltelijk voor een commerciële dienst wordt gekozen, zijn er verschillende manieren om te borgen dat de MNO's de benodigde investeringen zullen doen om aan de gestelde eisen te kunnen voldoen: door middel van contractuele afspraken, via vergunningsvoorwaarden, of via wetgeving. Gezien de lange looptijd van de vergunningen en het dynamische karakter van de benodigde dienstverlening ligt het voor de hand om de eisen vanuit de OOV-sector zoveel mogelijk contractueel te regelen; dit levert de meeste flexibiliteit om veranderende eisen mee te nemen.

Alleen in het geval dat er eisen zijn die aan alle MNO's gesteld moeten worden en die niet contractueel kunnen worden uit onderhandeld, kan het nodig zijn om deze via wetgeving of vergunningsvoorwaarden, voor zo ver mogelijk binnen de Europese kaders, te borgen, aangezien de vraagkant in dat geval geen onderhandelingsruimte heeft om deze eisen contractueel vast te leggen. Dit zou bijvoorbeeld gelden bij een model waarbij het verkeer over de operators verdeeld wordt: in dat geval heeft een MNO geen incentive om beter dan de anderen aan de gestelde eisen te voldoen. In het door ons voorgestelde model is dit echter niet aan de orde.

## 6.5 Vervolgstappen

Voor de OOV sector moeten de "make or buy" afwegingen in kaart worden gebracht. Bovenstaande beschouwing kan hiervoor een eerste aanzet zijn.

De OOV kolommen zullen gezamenlijk een duidelijk, gekwantificeerd eisenpakket samen moeten stellen. Dit eisenpakket zal vervolgens besproken moeten worden met de markt. De volgende zaken kunnen worden meegenomen:

- Borging capaciteit
- Mate van eigen controle
- Leveringszekerheid (ook bij buitenlandse eigenaar?)
- Kosten (ook die van eindapparatuur)
- Efficiënt spectrum gebruik

De OOV-sector kan zich ook inmengen met de Europese standaardisatiegroepen om apparatuur voor band 68 internationaal beschikbaar te krijgen, met name om apparatuur te krijgen waarin zowel band 68 als band 28 werkt.

# Literatuurlijst


[1] Ministerie van Economische Zaken. (2017) "Nota Mobiele Communicatie 2017". https://www.internetconsultatie.nl/nota_mobiele_communicatie

[2] CEPT. (2015, October) ECC Report 218: "Harmonised conditions and spectrum bands for the implementation of future European Broadband Public Protection and Disaster Relief (BB-PPDR) systems".

[3] Ministerie van Economische Zaken. (2016) "Nota Frequentiebeleid 2016". https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2016/12/07/de-nota-frequentiebeleid-2016/de-nota-frequentiebeleid-2016.pdf

[4] Staatscourant. (2009, 21 december) "Beleidsregels van de Minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties van 2 december 2009, nr. DGV/DVB/VIT, over de toelating en het gebruik van het radiocommunicatienetwerk C2000 door derden".

[5] Ericsson. (2016, November) "Western Europe Ericsson mobility report".

[6] Politie, Hans Borgonjen. (2014, September) Presentation: "European Public Safety situation on mobile (data) communications Mobidig March Catwick" www.cept.org/documents/fm-49/1860/fm49.

[7] Politie. (2017, 5 januari) "Politie start proeven met bodycams", https://www.politie.nl/nieuws/2017/januari/5/politie-start-proeven-met-bodycams.html

[8] Motorola. (2011) "Barricaded Suspect Incident Analysis: Enhancing critical incident response with public safety LTE" https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/business/_documents/application_briefs/static_files/motorola_barricaded_suspect_analysis.pdf

[9] CEPT. (2013, May) ECC Report 199: "User requirements and spectrum needs for future European broadband PPDR systems (Wide Area Networks)".

[10] Australian Government (December 2015) "Public Safety Mobile Broadband". http://www.pc.gov.au/inquiries/completed/public-safety-mobile-broadband/report

[11] Het ministerie van Veiligheid en Justitie (2015) "Implementatie vernieuwing C2000 (IVC)" Jaarverslag C2000 https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/jaarverslagen/2017/01/26/jaarverslag-c2000-in-2015/Jaarverslag+C2000+in+2015.pdf

[12] TNO. (2006, december) "Nieuw pak waarschuwt brandweerman bij te grote hitte". http://www.trouw.nl/tr/nl/4324/Nieuws/article/detail/1492279/2006/10/11/Nieuw-brandweerpak-waarschuwt-bij-oververhitting.dhtml

[13] De onderzoeksraad voor veiligheid. (2009, 25 februari) "Hulpverlening na vliegtuigongeval Turkish Airlines, Haarlemmermeer". https://www.onderzoeksraad.nl/uploads/items-docs/791/Rapport_TA_Hulpverlening.pdf

[14] Tweede kamer de Staten-Generaal, Brief aan de voorzitters van de Veiligheidsregio's (Veiligheidsberaad) (September 2016) "Alarmering en Informeren van de bevolking" https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2016D40300&did=2016D40300

[15] Mika Aalto (2015, 27 December) "Spectrum for Public Safety LTE" http://lteps.blogspot.nl/2015/12/spectrum-for-public-safety-lte-legacy.html

[16] Bundesnetzagentur (2016) "Mobile Broadband - Project 2016" Resultaten van de spectrum veiling https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/Companies/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/MobileBroadbandProject2016/project2016_node.html

[17] Bundesnetzagentur (2016, 20 December) "Points of Orientation", p.29 https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/BNetzA/Areas/Telecommunications/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/PointsOfOrientation.pdf?__blob=publicationFile&v=1

[18] Nodnet, Virve, Rakel. (2016, January) Joint White Paper: "Access to the 700-MHz frequency and is required for next generation Mission Critical Radio Communication systems". http://www.dinkom.no/Global/Dokumenter/Nordic%20white%20paper%20on%20access%20to%20the%20700-MHz%20frequency%20band.pdf

[19] Mission critical communications (2016, January) "Nordic Countries Emphasize Importance of 700 MHz Dedicated PPDR Spectrum" http://www.rrmediagroup.com/News/NewsDetails/newsID/13846

[20] Viestintavirasto (2016, 25 November) "703–733 MHz/758–788 MHz spectrum auction" resultaten 700 MHz veiling Finland https://www.viestintavirasto.fi/en/spectrum/radiospectrumuse/spectrumauction.html

[21] Erillisverkot (2015) "5 Steps to Critical Broadband – Finland's Hybrid Approach to LTE" Radio Expo 2015 October 7th, 2015, Warsaw http://radioexpo.pl/prezentacje-2015/VIRVE-Finland-Juho-Luoma-Erillisverkot-Group.pdf

[22] Airbus Defense and Space (2015) "Finland – Hybrid Network in use: Hybrid network covers mobile broadband needs of mission critical users" *Stapsgewijze invoering van hybride OOV network Finland* http://www.securelandcommunications.com/hubfs/pdf/VIRVE_Hybrid_Network_Success_Story.pdf?t=1486307203875

[23] Ofcom. (2016, 30 September) "EE application for license variations in support of enhanced mobile communications for the emergency services". https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-2/EE-licence-variation-1990-1920MHz

[24] Mission critical communications, Sandra Wendelken. (2017, 23 January) "Australia to Auction 700 MHz Licenses, No Dedicated Access for Public Safety", http://www.rrmediagroup.com/Features/FeaturesDetails/FID/720/

[25] 3GPP - Yannick Lair (2016) "3GPP activities for BB-PPDR" ETSI - CEPT/ECC workshop on Broadband PPDR, 29 September 2016 https://docbox.etsi.org/Workshop/2016/201609_PPDR_WORKSHOP/S02_STANDARDIZATION_ACTIVITIES/3GPP_BBPPDR_ACTITIES_YANNICK_LAIR_3GPP_SA6_CHAIR_LG.pdf

[26] GSACOM Report (2017, 13 January) "Status of the LTE Ecosystem report: 7,037 LTE devices announced by 517 suppliers" http://gsacom.com/paper/status-lte-ecosystem-report-7037-lte-devices-announced-517-suppliers/

[27] TetraToday.com (2016, 8 October) "PPDR broadband spectrum: Watch this space" issue 34 http://www.tetratoday.com/news/ppdr-broadband-spectrum-watch-this-space

[28] Telegeography.com (2017, 17 February) "Elisa and Nokia test prioritisation of government services over commercial 4G infrastructure" https://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2017/02/17/elisa-and-nokia-test-prioritisation-of-government-services-over-commercial-4g-infrastructure/

[29] European Union (2014) "Is Commercial Cellular Suitable for Mission Critical Broadband? "SCF Associates LTD, a study for the European Commission http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/FinalReportEN.pdf

[30] CEPT. (2016, Maart) ECC Report 60: "to develop harmonised technical conditions for the 6941-790 MHz ('700 MHz') frequency band in the EU for the provision of wireless broadband and other uses in support of EU spectrum policy objectives" http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/CEPTREP060.PDF

[31] CEPT. (2014, November) ECC Report 53: "To develop harmonised technical conditions for the 6941-790 MHz ('700 MHz') frequency band in the EU for the provision of wireless broadband and other uses in support of EU spectrum policy objectives" http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/CEPTREP053.PDF

[32] TCCA. (2016, 20 July) "A review of the Spectrum Status for Broadband PPDR in Europe".

[33] TCCA, version 5.1. (2016, October) "A discussion on the use of commercial and dedicated networks for delivering Mission Critical Mobile Broadband Services?"

[34] TNO. (2016, oktober) "Monitor Draadloze Technologie"

[35] Tweede kamer de Staten-Generaal, G.A. van der Steur. (2016, 25 oktober) "Veiligheidsregio's".

[36] Tweede kamer de Staten-Generaal, A. Th. B. Bijleveld-Schouten. (2001, 9 november) "Brief van de staatssecretaris van binnenlandse zaken en koninkrijksrelaties".

[37] Alcatel-Lucent. (2014) "Strategic White Paper: Ultra-Broadband PMR: Five business models for enhanced mission critical operations".

[38] Cisco. (2016, 1 June) White Paper: "Cisco VNI Forecast and Methodology, 2015-2020".

[39] NATO. (2014) "NATO Joint Civil/Military Frequency Agreement (NJFA)".

[40] Emmanuelle Villebrun, Mol France, version 5.0. (2016, 10 October) "New services and business opportunities for critical communications and Public Safety".

[41] Mika Aalto. (2016, 25 November) BLOG: "Public Safety LTE: The Emperor's New Clothes", http://lteps.blogspot.nl/2016/11/the-emperors-new-clothes.html

# Annex A 3GPP bandplannen

**Table 5.5-1 E-UTRA frequency bands[24]**

| E-UTRA Operating Band | Uplink (UL) operating band | | | Downlink (DL) operating band | | | Duplex Mode |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | BS receive | – | UE transmit | BS transmit | – | UE receive | |
| | $F_{UL_low}$ | – | $F_{UL_high}$ | $F_{DL_low}$ | – | $F_{DL_high}$ | |
| 1 | 1920 MHz | – | 1980 MHz | 2110 MHz | – | 2170 MHz | FDD |
| 2 | 1850 MHz | – | 1910 MHz | 1930 MHz | – | 1990 MHz | FDD |
| 3 | 1710 MHz | – | 1785 MHz | 1805 MHz | – | 1880 MHz | FDD |
| 4 | 1710 MHz | – | 1755 MHz | 2110 MHz | – | 2155 MHz | FDD |
| 5 | 824 MHz | – | 849 MHz | 869 MHz | – | 894MHz | FDD |
| 6 (NOTE 1) | 830 MHz | – | 840 MHz | 875 MHz | – | 885 MHz | FDD |
| 7 | 2500 MHz | – | 2570 MHz | 2620 MHz | – | 2690 MHz | FDD |
| 8 | 880 MHz | – | 915 MHz | 925 MHz | – | 960 MHz | FDD |
| 9 | 1749.9 MHz | – | 1784.9 MHz | 1844.9 MHz | – | 1879.9 MHz | FDD |
| 10 | 1710 MHz | – | 1770 MHz | 2110 MHz | – | 2170 MHz | FDD |
| 11 | 1427.9 MHz | – | 1447.9 MHz | 1475.9 MHz | – | 1495.9 MHz | FDD |
| 12 | 699 MHz | – | 716 MHz | 729 MHz | – | 746 MHz | FDD |
| 13 | 777 MHz | – | 787 MHz | 746 MHz | – | 756 MHz | FDD |
| 14 | 788 MHz | – | 798 MHz | 758 MHz | – | 768 MHz | FDD |
| 15 | Reserved | | | Reserved | | | FDD |
| 16 | Reserved | | | Reserved | | | FDD |
| 17 | 704 MHz | – | 716 MHz | 734 MHz | – | 746 MHz | FDD |
| 18 | 815 MHz | – | 830 MHz | 860 MHz | – | 875 MHz | FDD |
| 19 | 830 MHz | – | 845 MHz | 875 MHz | – | 890 MHz | FDD |
| 20 | 832 MHz | – | 862 MHz | 791 MHz | – | 821 MHz | |
| 21 | 1447.9 MHz | – | 1462.9 MHz | 1495.9 MHz | – | 1510.9 MHz | FDD |
| 22 | 3410 MHz | – | 3490 MHz | 3510 MHz | – | 3590 MHz | FDD |
| 231 | 2000 MHz | – | 2020 MHz | 2180 MHz | – | 2200 MHz | FDD |
| 24 | 1626.5 MHz | – | 1660.5 MHz | 1525 MHz | – | 1559 MHz | FDD |
| 25 | 1850 MHz | – | 1915 MHz | 1930 MHz | – | 1995 MHz | FDD |
| 26 | 814 MHz | – | 849 MHz | 859 MHz | – | 894 MHz | FDD |
| 27 | 807 MHz | – | 824 MHz | 852 MHz | – | 869 MHz | FDD |
| 28 | 703 MHz | – | 748 MHz | 758 MHz | – | 803 MHz | FDD |
| 29 | N/A | | | 717 MHz | – | 728 MHz | FDD (NOTE 2) |
| 30 | 2305 MHz | – | 2315 MHz | 2350 MHz | – | 2360 MHz | FDD |
| 31 | 452.5 MHz | – | 457.5 MHz | 462.5 MHz | – | 467.5 MHz | FDD |

[24] Overzicht van de 3GPP LTE Band plannen: Groen = In gebruik door MNO's, Geel = relevante bandplannen in de 700 MHz

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | N/A | | | 1452 MHz | – | 1496 MHz | FDD (NOTE 2) |
| 33 | 1900 MHz | – | 1920 MHz | 1900 MHz | – | 1920 MHz | TDD |
| 34 | 2010 MHz | – | 2025 MHz | 2010 MHz | – | 2025 MHz | TDD |
| 35 | 1850 MHz | – | 1910 MHz | 1850 MHz | – | 1910 MHz | TDD |
| 36 | 1930 MHz | – | 1990 MHz | 1930 MHz | – | 1990 MHz | TDD |
| 37 | 1910 MHz | – | 1930 MHz | 1910 MHz | – | 1930 MHz | TDD |
| 38 | 2570 MHz | – | 2620 MHz | 2570 MHz | – | 2620 MHz | TDD |
| 39 | 1880 MHz | – | 1920 MHz | 1880 MHz | – | 1920 MHz | TDD |
| 40 | 2300 MHz | – | 2400 MHz | 2300 MHz | – | 2400 MHz | TDD |
| 41 | 2496 MHz | – | 2690 MHz | 2496 MHz | – | 2690 MHz | TDD |
| 42 | 3400 MHz | – | 3600 MHz | 3400 MHz | – | 3600 MHz | TDD |
| 43 | 3600 MHz | – | 3800 MHz | 3600 MHz | – | 3800 MHz | TDD |
| 44 | 703 MHz | – | 803 MHz | 703 MHz | – | 803 MHz | TDD |
| 45 | 1447 MHz | – | 1467 MHz | 1447 MHz | – | 1467 MHz | TDD |
| 46 | 5150 MHz | – | 5925 MHz | 5150 MHz | – | 5925 MHz | TDD (NOTE 3, NOTE 4) |
| 47 | 5855 MHz | – | 5925 MHz | 5855 MHz | – | 5925 MHz | TDD |
| 48 | 3550 MHz | – | 3700 MHz | 3550 MHz | – | 3700 MHz | TDD |
| 65 | 1920 MHz | – | 2010 MHz | 2110 MHz | – | 2200 MHz | FDD |
| 66 | 1710 MHz | – | 1780 MHz | 2110 MHz | – | 2200 MHz | FDD (NOTE 5) |
| 67 | N/A | | | 738 MHz | – | 758 MHz | FDD (NOTE 2) |
| 68 | 698 MHz | – | 728 MHz | 753 MHz | – | 783 MHz | FDD |
| 69 | N/A | | | 2570 MHz | – | 2620 MHz | FDD (NOTE 2) |
| 70 | 1695 MHz | – | 1710 MHz | 1995 MHz | – | 2020 MHz | FDD[6] |

NOTE 1: Band 6, 23 are not applicable.

NOTE 2: Restricted to E-UTRA operation when carrier aggregation is configured. The downlink operating band is paired with the uplink operating band (external) of the carrier aggregation configuration that is supporting the configured Pcell.

NOTE 3: This band is an unlicensed band restricted to licensed-assisted operation using Frame Structure Type 3.

NOTE 4: In this version of the specification, restricted to E-UTRA DL operation when carrier aggregation is configured. Band 46 is divided into four sub-bands as in Table 5.5-1A.

NOTE 5: The range 2180 – 2200 MHz of the DL operating band is restricted to E-UTRA operation when carrier aggregation is configured.

NOTE 6: The range 2010-2020 MHz of the DL operating band is restricted to E-UTRA operation when carrier aggregation is configured and TX-RX separation is 300 MHz. The range 2005-2020 MHz of the DL operating band is restricted to E-UTRA operation when carrier aggregation is configured and TX-RX separation is 295 MHz.

NOTE 7: No BS requirement is defined for this band.

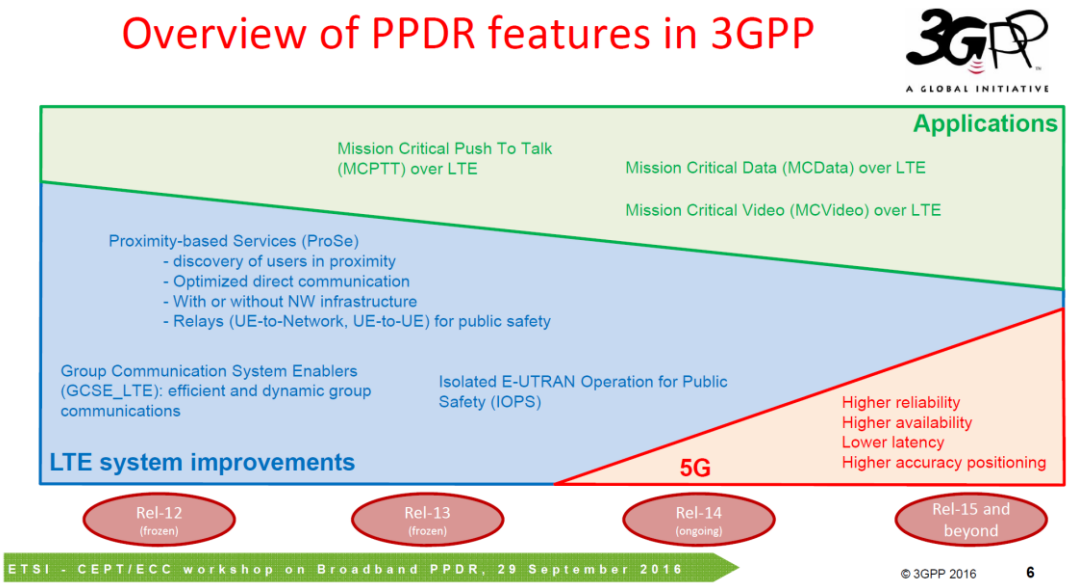
Bron: 3GPP TS 36.104 V14.2.0 (2016-12)

# Annex B OOV Roadmap in Europa

De ontwikkeling van de mobiele communicatie systemen zoals GSM, UMTS, LTE en 5G vindt plaats in 3GPP. Daarbinnen is een speciale werkgroep die zich bezig houdt met mission critical communication, 3GPP WG SA6. Op basis van de input vanuit de wereldwijde OOV sector, de industrie en de operators worden functionaliteiten die van belang zijn voor mission critical communication gestandaardiseerd.

3GPP Release 12 (2015) en Release 13 (midden 2016) bevatten belangrijke functionaliteiten t.b.v. LTE voor OOV zoals groep communicatie, ProSe (proximity services; directe communicatie tussen randapparatuur buiten het netwerk om), autonoom opererende LTE systemen (zoals wenselijk in rampen scenario's) en mission critical push to talk (MCPTT). Ook mechanismes voor priorisering van verkeer t.b.v. OOV zijn gestandaardiseerd.

In 3GPP Release 14 komen daar bij mission critical data en mission critical video over LTE en verdere verbeteringen van eerdere functionaliteiten bij. 3GPP Release 14 wordt in 2017 verwacht.




*Bron: 3GPP activities for BB-PPDR*

Binnen Europa wordt al langere tijd gewerkt aan het harmoniseren van het spectrum gebruik voor de OOV sector om te komen tot een betere samenwerking over de landsgrenzen en economies of scale.

**2008**

Harmonisatie van OOV toepassingen in de 380-470 MHz band en een aanzet tot harmonisatie van de 5 GHz band voor breedbandige toepassingen:

- ECC Decision (08)05, The harmonisation of frequency bands for the implementation of digital Public Protection and Disaster Relief (PPDR) narrow band and wide band radio applications in bands within the 380-470 MHz range, 2008, update juni 2016
- ECC Recommendation (08)04, The identification of frequency bands for the implementation of broadband disaster relief (BBDR radio applications in the 5 GHz frequency range, 2008

**2012**

In 2012 was de ca drie-vier jaarlijkse ITU World Radiocommunication Conference waarin het wereldwijde gebruik van spectrum wordt besproken. Het gebruik van de 700 MHz band voor mobiele diensten was daarbij een van de belangrijke onderwerpen.

**2013**

Een studie naar de toekomstige spectrum behoefte van OOV gebruikers in Europa:

- ECC Report 199, User requirements and spectrum needs for future European broadband PPDR systems (Wide Area Networks), 2013
- Start van het driejarige SALUS project onder het 7de Europese framework programma: Design, implement and evaluate a next generation communication network concept for Public Protection and Disaster Relief (PPDR) agencies, supported by network operators and industry, which will provide security, privacy, seamless mobility, QoS and reliability support for mission-critical PMR voice and broadband data services. Dit project heeft een roadmap opgeleverd voor de integratie van TETRA en LTE en het gebruik van zowel private als publieke LTE netwerken

**2015**

Op basis van de WRC-2012 besluitvorming is er een Europees besluit genomen m.b.t. een geharmoniseerd gebruik van de 700 MHz voor mobiele communicatie:

- ECC Decision (15)01, Harmonised technical conditions for mobile/fixed communications networks (MFCN) in the band 694-790 MHz including a paired frequency arrangement (Frequency Division Duplex 2x30 MHz) and an optional unpaired frequency arrangement (Supplemental Downlink), 2015

Tevens is er een studie gedaan naar toekomstig geharmoniseerd OOV gebruik van spectrum:

- ECC Report 218, Harmonised conditions and spectrum bands for the implementation of future European Broadband Public Protection and Disaster Relief (BB-PPDR) systems, 2015

Eind 2015 was de ca drie-vier jaarlijkse ITU World Radiocommunication Conference waarin het wereldwijde gebruik van spectrum wordt besproken. De 700 MHz band was daarbij wederom een van de belangrijke onderwerpen.

**2016**

De resultaten van de SALUS project zijn opgeleverd en de mogelijkheden zijn deels middels prototypes gedemonstreerd. Verdere besluiten m.b.t. harmonisatie van de 400 en 700 MHz banden t.b.v. OOV en harmonisatie van de 700 MHz band voor mobiele breedband diensten zijn genomen:

- DECISION (EU) 2016/687, on the harmonisation of the 694-790 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing wireless broadband electronic communications services and for flexible national use in the Union, April 2016
- ECC Decision (16)02, Harmonised technical conditions and frequency bands for the implementation of Broadband Public Protection and Disaster Relief (BB-PPDR) systems, June 2016
- ECC Recommendation (16)03, Cross-border coordination for Broadband Public Protection and Disaster Relief (BB-PPDR) systems in the frequency band 698 to 791 MHz, October 2016

**Begin 2017**

3GPP Release 13 is sinds 2016 beschikbaar en de markt voor LTE gebaseerde OOV oplossingen inclusief specifieke OOV functionaliteiten begint wereldwijd van de grond te komen met projecten in de VS en Korea. In het Verenigd Koninkrijk wordt gewerkt aan de implementatie van een oplossing voor OOV middels het gebruik van het LTE netwerk van één van de mobiele operators.

De 700 MHz band komt in steeds meer landen beschikbaar voor mobiele breedband diensten.

3GPP Release 14 komt er aan en vordert met de standaardisatie van mission critical data en video communication.

# Annex C Beantwoording van de vragen

- *Vraagzijde: In internationaal verband is besloten om de 700 MHz-frequentieband in te gaan zetten voor de levering van mobiele datacommunicatie. De Europese OOV-gemeenschap heeft aangegeven een deel van deze band te willen gebruiken voor MC communicatie.*
- *Voor de functionele OOV-behoefte in Nederland wordt verwezen naar ECC-rapport 199 (zie bijlage). Is dat een redelijke behoefte, bezien vanuit nationaal en Europees perspectief en rekening houdend met de behoeften van andere spectrumgebruikers?*

  ECC rapport 199 concludeert dat 2x10MHz voldoende is voor de meeste (maar niet alle) OOV gebruiksscenario's. Dit onderzoek bevestigt die conclusie, met drie kanttekeningen:

  - ECC rapport 199 houdt nog onvoldoende rekening met het gebruik van bodycams. Het is nog zeer onzeker hoe en hoeveel deze gebruikt zullen worden; dit kan leiden tot een aanzienlijk grotere behoefte dan nu beschreven.
  - De behoefte van 2x10MHz is berekend exclusief spraakdiensten, AGA (Air-Ground-Air), direct mode operation en ad-hoc netwerken. Als deze elementen meegenomen worden, komt de behoefte hoger uit.
  - De vertaling van benodigde bandbreedte naar spectrum is bepaald aan de hand van een netwerk met een minimale dichtheid. Met een hogere dichtheid is er voor dezelfde behoefte minder spectrum nodig.

- *Welke landen in Europa bestemmen een deel van de 700 MHz-band voor OOV-diensten en wijzen dat toe aan de overheid? Welk deel en voor welke diensten en karakteristieken? Zo nee wat is dan de aanpak ten aanzien van de ondersteuning van toekomstige MC communicatie?*

  Tot nu toe heeft alleen Frankrijk besloten een deel van de 700 MHz aan OOV toe te kennen (optie B, dus 2x5 en 2x3 MHz). Duitsland heeft het voornemen om hetzelfde te doen, en de VK heeft besloten om geen spectrum aan OOV toe te kennen. Andere landen hebben nog geen besluit genomen over OOV spectrum, maar zijn in veel gevallen wel bezig om de 700 MHz band te veilen waardoor optie A (OOV reservering in de commerciële band) in elk geval uitgesloten is.

  Frankrijk onderzoekt nog of het mogelijk is de OOV allocatie met andere (overheids-) gebruikers te delen, maar heeft hier nog geen besluit over genomen.

  De VK heeft de LTE dienst voor OOV geheel uitbesteed aan commerciële partijen, waardoor deze dienst geheel in commercieel spectrum terecht komt.

- *Is de 700 MHz exclusief noodzakelijk of kunnen ook andere frequentiebanden van belang zijn voor de OOV/MC behoefte vanaf 2020?*

  De 700 MHz band is niet de enige mogelijkheid, maar deze band biedt wel grote voordelen ten opzichte van andere banden. Om voldoende randapparatuur beschikbaar te hebben is het noodzakelijk om gebruik te maken van Europees geharmoniseerde

banden; voor eigen OOV spectrum komen daarvoor de 700 MHz en de 400 MHz band in aanmerking. Binnen de 400 MHz band is het niet mogelijk om voldoende ruimte te maken, zodat deze alleen in combinatie met een andere band te gebruiken valt.

*Wat is het meest efficiënt en proportioneel, gelet op het belang van de mobiele telecommunicatiesector en het belang van OOV in Nederland?*

Gezien het belang van de telecommunicatiesector ligt het niet voor de hand om spectrum uit een commerciële band exclusief voor OOV te reserveren (optie A). Enig eigen spectrum voor OOV is echter wel noodzakelijk, in elk geval voor bijzondere toepassingen zoals ad-hoc netwerken, en afhankelijk van het implementatiemodel ook voor een OOV netwerk. Hoewel de 2x5 + 2x3 MHz uit optie B niet voldoende is om alle behoeften af te dekken, kan hiermee wel aan de behoeften van de sector tegemoet gekomen worden zonder een disproportioneel beslag op spectrum te leggen.

*C2000 kan nog tot 2027 voorzien in MC spraak. In hoeverre brengt de ontwikkeling van 5G nieuwe kansen voor OOV? Moet daarmee nu al rekening worden gehouden?*

De ontwikkeling van 5G is een evolutionaire verbetering van de huidige 4G techniek, en voert in dit opzicht niet tot andere conclusies. Wel zal 5G nieuwe mogelijkheden met zich meebrengen, met name voor lokale ad-hoc netwerken. Hiervoor zullen hogere frequentiebanden nodig zullen zijn. De behoefte aan spectrum voor landelijke netwerken zal hierdoor echter niet minder worden.

*In hoeverre kunnen de uitkomsten van 'Horizon 2020', het 8ste framework programme van de Europese Commissie een rol spelen?*

Binnen Horizon 2020 (en daarvoor binnen FP7) lopen verschillende projecten die voor dit onderwerp van belang zijn; tot nu toe bevestigen de resultaten van deze projecten het beeld dat in dit rapport geschetst wordt. Enkel Horizon 2020 projecten hebben tot doel om betere en efficiëntere mobiele netwerken mogelijk te maken; het is niet uit te sluiten dat de spectrum behoefte hierdoor af kan nemen. Waarschijnlijker is echter dat de bandbreedte behoefte van gebruikers hierdoor verder zal stijgen, en de spectrum behoefte daarbij gelijk blijft of zelfs nog toeneemt.

- *Aanbod: Hoe wordt de kans ingeschat dat de industrie tegemoet kan komen aan een (redelijke) vraag aan specifieke OOV/MC- producten en diensten na 2020? Als uitgangspunt dient hierbij te worden genomen (1) het model dat aan de OOV-sector geen enkele frequentieruimte wordt toegewezen in de 700 MHz-band of (2) het model waarbij de OOVsector 2x5 MHz direct onder en 2x3 MHz direct boven het voor openbare mobiele communicatie bestemde spectrum in de 700 MHz-band krijgt toegewezen (zie afbeelding hieronder).*

  In beide gevallen zijn aanbieders bereid om de benodigde OOV/MC-producten en diensten te leveren, op basis van realistische contractuele voorwaarden. Dat is ook in de

VK gebleken (met de kanttekening dat daar slechts één operator bereid was om in te schrijven).

Een eigen spectrum allocatie versterkt de positie van de OOV sector bij het tot stand komen van een dergelijke overeenkomst, en biedt mogelijkheden voor bijzondere toepassingen zoals AGA en ad-hoc netwerken.

- *Kan en wil de markt aan de functionele OOV-behoefte voldoen op basis van een commercieel dienstenaanbod? Zijn er aanwijzingen dat een dergelijke markt in Europa reeds tot stand aan het komen is en hoe kan Nederland/de OOV-sector hiervan profiteren? Kan de markt flexibel meegroeien als de OOV-behoefte mocht veranderen (op langere termijn)?*

  Marktpartijen zijn bereid om aan de functionele OOV-behoefte te voldoen op basis van een commercieel dienstenaanbod. Een dergelijk aanbod zal niet eenzijdig vanuit de markt tot stand komen, maar kan ontwikkeld worden in een dialoog tussen vraag- en aanbodkant.

  Vooralsnog zijn er weinig aanwijzingen dat een dergelijke markt in Europa al tot stand aan het komen is; wel zijn er voorlopers in de vorm van maatwerkoplossingen voor specifieke OOV vragen. Dat de markt nog niet verder ontwikkeld is, heeft diverse oorzaken; onder andere is de stand der techniek nog niet ver genoeg gevorderd, en is de benodigde standaardisatie nog niet afgerond.

  De Nederlandse OOV sector zou van de ontwikkelingen kunnen profiteren door een actieve rol te nemen in de standaardisatie, en daarbij samen op te trekken met OOV partijen in grote landen als Duitsland en Frankrijk om de benodigde aanpassingen te realiseren.

  De markt kan zeker flexibel meegroeien met de veranderende behoefte; dit vereist wel aandacht voor de vorm waarin de benodigde diensten ingekocht worden (kortlopende contracten zijn vaak inefficiënt, langlopende contracten kunnen veranderingen gedurende de looptijd lastiger maken).

  - *Het is van belang dat de juiste release van de 3GPP-standaard wordt gevoerd door de aanbieders. Wat is de inschatting van onderzoeker dat dit zal plaatsvinden? Hoe is dat in de afgelopen jaren uitgevoerd door de operators en wat zegt dat over de toekomstige verwachtingen?*

    Operators implementeren nieuwe releases van de 3GPP standaard niet in één keer in hun netwerk, maar geleidelijk en op basis van benodigde functionaliteit. De verwachting is dat een operator die diensten aan de OOV sector levert (of wil leveren) tijdig de juiste releases of delen daarvan zal implementeren, in het algemeen zes maanden na het definitief worden van de betreffende release.

  - *Security (by design). Niet alleen de inhoud van de communicatie is vertrouwelijk van aard, ook de signaleringsgegevens (o.a. locatie-informatie, waar en wanneer*

*wordt er gecommuniceerd en met wie) die MC gebruikers opwekken is vertrouwelijk. Kan de markt voldoende garanderen dat deze informatie is afgeschermd en in Nederland blijft?*

Marktpartijen zijn bereid om veiligheidsmaatregelen te treffen om de communicatie en metagegevens te beschermen. Voor zover dat onvoldoende zou zijn, zou een eigen OOV core netwerk met toegang tot een commerciële RAN extra veiligheid kunnen bieden.

- *Het is wenselijk om de OOV-dienstverlening onder concurrentie aan te besteden. Ziet de onderzoeker meerdere partijen in Nederland die op deze markt gaan opereren?*

  Ja, in principe zijn alle Nederlandse operators bereid om een dergelijke dienstverlening, onder de juiste voorwaarden, aan de OOV sector aan te bieden. Er is dus zeker concurrentie mogelijk.

- *Wat is de visie van de onderzoeker op de inrichting van een MVNO met roaming over alle nationale netten speciaal bedoeld voor MC mobiel breedband in Nederland? Het betreft een mogelijk deel van de totaaloplossing, waarbij een (overheids)MVNO commerciële roamingafspraken maakt met de MNO's.*

  Een MVNO/roaming model is een effectieve manier om diensten van meerdere operators te bundelen en aan gebruikers aan te bieden.

  Met name voor de OOV sector zou dat een goede eerste stap kunnen zijn richting mission critical breedbanddiensten (naar analogie van A.S.T.R.I.D. in België). Als uiteindelijke oplossing is het echter niet ideaal, omdat een roaming model niet dezelfde mate van controle over de dienst levert als een "network slicing" model. In dat laatste geval heeft de MVNO meer controle; dit werkt echter alleen op één mobiel netwerk. Met de andere operators kunnen dan alsnog roaming afspraken gemaakt worden.

  - *Legt een vraagbundeling van al het vitale overheidsgebruik (denk bijvoorbeeld ook aan rail en bepaalde defensiecommunicatie) voldoende gewicht in de schaal om het voor marktpartijen aantrekkelijker te maken om een passend aanbod te doen voor MC breedband communicatie? Past dit in de MVNO-constructie?*

    Een vraagbundeling van alleen de OOV sector is al voldoende om een passend aanbod uit de markt te kunnen krijgen. Dit kan zowel voor een MVNO constructie als voor een eigen netwerk of een network slicing model. Een uitbreiding naar ander vitaal overheidsgebruik is mogelijk maar niet noodzakelijk; een risico is dat de eisen van deze gebruikers dusdanig afwijken van die van het OOV dat de uiteindelijke dienst te complex wordt.

- *Welke kansen ziet de onderzoeker t.a.v. het inbrengen van assets zoals een masteninfrastructuur (C2000) en/of GSM-rail-sites en frequentieruimte in de 700 MHz-band (2 x 5 MHz) om zo de businesscase voor operators aantrekkelijker te maken? Dit mede in het licht van de bepalingen in de Telecomwet voor het medegebruik van opstelpunten en antennes.*

Het inbrengen van assets kan de deal met de operators voor beide partijen aantrekkelijker maken. De genoemde assets hebben echter ieder enige beperkingen: de C2000 masten hebben slechts beperkt ruimte voor extra antennes, en staan vaak ook niet op gunstige locaties. Bovendien zijn de masten ook nu al toegankelijk voor de operators, voor zover er ruimte is; het inbrengen voegt dan voor de middellange termijn weinig toe (wellicht wel voor de periode na C2000). Ook de GSM-rail sites hebben beperkte capaciteit.

Het inbrengen van spectrum kan zeker nuttig zijn, maar de betreffende 2x5MHz zitten niet in een bandplan waar de huidige consumentenapparatuur mee kan werken. Of dat op den duur wel zo zal zijn valt nu nog niet met zekerheid te zeggen. Daarmee heeft dit blok vooralsnog weinig waarde voor operators; het ligt dan ook meer voor de hand om het blok te reserveren voor specifieke behoeften van de OOV sector (zoals ad-hoc networks, direct mode of AGA).

- *Heeft de onderzoeker vanuit zijn eigen expertise en ervaring zelf nog suggesties of alternatieve opties met betrekking tot de in dit onderzoek centraal staande problematiek?*

  In de hoofdtekst en in de overige antwoorden zijn enkele alternatieven meegenomen die geen deel waren van de vraagstelling. Naast een MVNO model is er gekeken naar een network slicing model, en aanvullend op een landelijke dienstverlening zijn enkele andere gebruiksvormen gesignaleerd die ook spectrum nodig hebben: AGA, ad-hoc netwerken en direct mode.

CONTACT

**Stratix B.V.**
Villa Hestia - Utrechtseweg 29
1213 TK Hilversum

Telefoon: +31.35.622 2020
E-mail: office@stratix.nl
URL: http://www.stratix.nl