



16



TERUG NAAR OVERZICHT

ENEXIS BESPAART 118 MILJOEN EURO MET NIEUWE GENERATIE SLIMME METERS

14 januari 2016

Enexis kiest als eerste netbeheerder voor slimme meters met LTE-technologie (4G). Netbeheerder Enexis heeft Sagemcom en Elster in een Europese aanbesteding geselecteerd als leveranciers voor de ontwikkeling, productie en levering van een nieuwe generatie slimme elektriciteitsmeters. Voor de nieuwe slimme gasmeters zijn in een eerder stadium Itron en Elster als leverancier geselecteerd. Enexis gaat de komende tien jaar in totaal twee miljoen slimme elektriciteitsmeters en 1,7 miljoen slimme gasmeters van deze leveranciers afnemen.

De netbeheerder bespaart met de nieuwe generatie slimme meters in totaal 118 miljoen euro ten opzichte van de huidige generatie meters. Daarmee speelt deze aanbesteding een belangrijke rol in het betaalbaar houden van de energievoorziening.

De nieuwe slimme energiemeters worden voor het eerst uitgerust met Long Term Evolution (LTE) communicatietechnologie – beter bekend als 4G - voor het op afstand uitlezen van de meterstanden. Met de overstap naar LTE kiest Enexis bewust voor een toekomstbestendige technologie die goed past bij de overgang naar een duurzaam en decentraal energiesysteem. Doordat deze technologie ook voordeliger is dan de huidige technologie, speelt deze aanbesteding een belangrijke rol voor Enexis om haar tarieven ook in de toekomst zo laag mogelijk te houden.

Omdat dit jaar de contracten van Enexis met de huidige leveranciers van de slimme elektriciteits- en gasmeters aflopen, zijn in twee Europese aanbestedingen nieuwe contracten voor de ontwikkeling, productie en levering van slimme energiemeters gegund. Het komende jaar zal Enexis de nieuwe slimme energiemeters samen met de geselecteerde partijen verder ontwikkelen, zodat de netbeheerder deze eind 2016 kan aanbieden aan haar eerste klanten in haar verzorgingsgebied.

GROOTSCHALIGE AANBIEDING

In 2015 is door alle regionale netbeheerders gestart met het grootschalig aanbieden van slimme elektriciteits- en gasmeters aan alle huishoudens in Nederland. De grootschalige aanbidding is onderdeel van de overgang naar een duurzaam en decentraal energiesysteem. De slimme energiemeters helpen hierbij door consumenten inzicht te geven in hun energieverbruik en netbeheerders meer mogelijkheden te geven om regionale energiestromen af te stemmen. Inmiddels heeft Enexis 662.000 huishoudens voorzien van een slimme meter.



DEEL DEZE PAGINA



TERUG NAAR OVERZICHT



Duurzaam ondernemen

Investor relations

Pers & nieuws

Privacy

BREEAM certificering

Educatie

CONTACT

Neem **contact** met ons op
of volg ons via:

[enexisnetbeheer.nl](https://www.enexisnetbeheer.nl) [fudura.nl](https://www.fudura.nl) [enexishuis.nl](https://www.enexishuis.nl)

Copyright Enexis Holding N.V. 2019

Marktonderzoek professionele mobiele communicatie in de 450-470 MHz PAMR-band

In opdracht van:

Ministerie van Economische Zaken

Projectnummer:

2016.148

Publicatienummer:

2016.148.1706 v1.00.5

Datum:

Utrecht, 13 juni 2017

Auteurs:

ir. ... se
jr. ...

Inhoudsopgave

Managementsamenvatting	5
1 Introductie	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Onderzoeksvragen	10
1.3 Methodologie.....	11
2 Behoefte aan professionele mobiele communicatie	15
2.1 Historische ontwikkeling	15
2.2 Huidige vraag.....	16
2.3 Vraagontwikkeling	25
2.4 Conclusie	29
3 Technologie voor professionele mobiele communicatie	31
3.1 Huidige technologieën	31
3.2 Technologieontwikkeling	35
3.3 Conclusie	39
4 Spectrum voor professionele mobiele communicatie	41
4.1 Huidig spectrum	41
4.2 Internationale vergelijking	45
4.3 Spectrumontwikkeling	48
4.4 Conclusie	50
5 Aanbod van professionele mobiele communicatiediensten	51
5.1 Historische ontwikkeling	51
5.2 Huidig aanbod	53
5.3 Internationale vergelijking	55
5.4 Aanbodontwikkeling	57
5.5 Conclusie	60
6 Toekomstig gebruik van de PAMR-band	61
6.1 Vraag versus aanbod: geschiktheid dienstenmodellen	61
6.2 Technologiekeuze	65
6.3 Haalbare business cases voor aanbieders.....	66
6.4 Toekomstige bestemming	71
7 Beantwoording onderzoeksvragen	77
7.1 Beantwoording hoofdvraag	77
7.2 Beantwoording deelvragen	78
Referenties	85
Bijlage 1. Mogelijke indelingen voor de PAMR-band	89
Bijlage 2. Overzicht dienstenaanbieders in het 450-470 MHz-spectrum	103
Bijlage 3. Overzicht interviewrespondenten	105

Managementsamenvatting

In 2005 heeft de Minister van Economische Zaken 2x 3 MHz gepaarde frequentieruimte beschikbaar gesteld in het 450-470 MHz-spectrum voor PAMR (Public Access Mobile Radio)-dienstverlening.¹ Een PAMR-dienst is een mobiele, elektronische communicatiedienst bedoeld voor professionele gebruikers in besloten groepen. Voorbeelden van toepassingen zijn spraakcommunicatie tussen medewerkers op een bedrijfsterrein, communicatie tussen taxi's en taxicentrale, of het op afstand uitlezen en besturen van apparatuur. Gezien het aflopen van de huidige frequentievergunning in 2020 zal het Ministerie een beslissing moeten nemen over de toekomst van de PAMR-band. Dialogic is gevraagd marktonderzoek te doen.

Dit onderzoek beschrijft de huidige en toekomstige behoefte aan professionele mobiele communicatie in Nederland, en in hoeverre deze kan worden ingevuld binnen de PAMR-band. Het onderzoek is afgebakend tot de periode tot en met 2025, en gebaseerd op literatuurstudie en interviews met afnemers, stakeholders en experts.

We bespreken hieronder allereerst het antwoord op de hoofdonderzoeksvraag. Vervolgens bespreken we in meer detail (1) hoe de marktbehoefte voor professionele communicatie eruit ziet, (2) hoe deze zich ontwikkelt, en (3) hoe toekomstig gebruik van de PAMR-band er gezien deze ontwikkelingen uit kan komen te zien.

Welke behoefte bestaat er in de markt voor professionele mobiele communicatie aan dienstverlening in de PAMR-band?

In de markt bestaat een stabiele behoefte aan kritieke spraakcommunicatie en missiekritische datacommunicatie, en een licht groeiende vraag naar bedrijfskritische datacommunicatie.

Een afnemer heeft een keuze te maken tussen *make* (eigen netwerk) of *buy* (communicatiedienst inkopen). We constateren dat afnemers van kritische data- of spraakcommunicatie, ondanks een vaak geziene voorkeur voor het inkopen van communicatie als dienst, vaak kiezen voor een eigen netwerk om de volgende redenen: (1) controle over het netwerk, met name ten aanzien van de planning van dekking en capaciteit, (2) controle over de technologie, en met name de levenscyclus daarvan, (3) afhankelijkheden van andere systemen en het lichtnet en (4) (gepercipieerde) veiligheid en scheiding van publieke infrastructuur.

Een PAMR-dienst kan landelijke behoefte voor spraak en data vervullen en daarbij, in vergelijking met diensten over generieke mobiele netwerken, beter tegemoet komen aan bovenstaande aspecten. In geografisch afgebakende scenario's, zoals communicatie op een bedrijfsterrein, concurreert een PAMR-dienst met eigen PMR-netwerken en directe communicatie, en is de relatieve meerwaarde van een PAMR-dienst op bovengenoemde aspecten beperkt.

De Nederlandse markt voor professionele mobiele *spraak*communicatie op basis van PAMR is redelijk verzadigd. Een business case voor het aanbieden van PAMR-*data*diensten in Nederland is, naar verwachting, tussen 2017 en 2025 alleen haalbaar wanneer de aanbieder een bepaald volume kan behalen (ordegrootte honderdduizend tot een miljoen of meer, primair afhankelijk van de betalingsbereidheid van afnemers).

¹ De PAMR-band betreft het spectrum tussen 451,76-454,77 MHz en 461,76-464,76 MHz.

De markt voor (missie- en bedrijfs-)kritische mobiele datacommunicatie is op dit moment klein. Het aantal afnemers dat landelijke (niet-afgebakende) kritieke datadiensten vraagt, is eveneens relatief klein.

De belangrijkste factoren en onzekerheden die de vraag naar, en levensvatbaarheid van, diensten in de PAMR-band in de periode 2017-2025 zullen beïnvloeden, zijn de volgende:

- De geschiktheid van diensten op basis van generieke mobiele netwerken ten behoeve van professionele gebruikers, waarvan een PAMR-dienst concurrentie zal ondervinden. Bepalende factoren zijn (1) de mate waarin operators van generieke mobiele netwerken zullen voorzien in specifieke behoeften van afnemers, bijvoorbeeld door het uitrollen van functionaliteiten voor professionele gebruikers, en (2) de mate waarin operators van mobiele netwerken investeren in de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van het netwerk (zoals bijvoorbeeld onafhankelijkheid van het lichtnet) en vervolgens strengere Service Level Agreements (SLA's) aanbieden.
- Internet of Things (IoT) zorgt, binnen de onderzochte tijdsperiode, indirect voor een toename van de vraag naar kritische datacommunicatie. De operators die nu IoT-connectiviteit bieden zullen hier naar verwachting geleidelijk op inspelen, waardoor onzeker is of er een specifieke rol voor dienstverlening vanuit de PAMR-band bestaat. Daarnaast is de mate waarin de behoefte aan IoT-connectiviteit groeit en verschuift van niet-kritisch naar bedrijfskritisch een bepalende factor.
- De uitrol van een nieuwe dienst brengt een risico ten aanzien van technologiekeuze met zich mee. Inzet van LTE ligt het meest voor de hand, maar beschikbaarheid van apparatuur is nog beperkt. De bepalende factoren zijn (1) of standaardisatie van de volledige PAMR-band binnen LTE plaatsvindt (naar verwachting binnen twee tot drie jaar), en (2) of een levendig ecosysteem voor LTE-apparatuur ontstaat die in de band kan werken.

De markt voor professionele mobiele communicatie

Behoefte van professionele eindgebruikers

- Gebruikers van professionele mobiele communicatie vragen, ten opzichte van reguliere gebruikers, primair (1) beschikbaarheid en (2) specifieke functionaliteit ten behoeve van effectieve communicatie (zoals 'push to talk' en groepsgesprekken). Ook zekerheid (ten aanzien van levensduur, aanbod, ondersteuning, opbouw van het netwerk, beveiliging) speelt een grote rol.
- De diversiteit in eindgebruikers van professionele communicatie en hun behoefte is groot. De behoeften van eindgebruikers verschillen in (1) de mate waarin de communicatie kritisch is (niet-kritisch, bedrijfskritisch of missiekritisch) en (2) geografische afbakening (landelijk of afgebakend).
- Voor afnemers speelt een *make or buy-beslissing*. Gezien de specialistische kennis die benodigd is voor het realiseren en beheren van eigen netwerken, hebben afnemers vaak een voorkeur voor het inkopen van een communicatiedienst. Het aanbod van mobiele communicatiediensten voldoet echter niet in alle gevallen, met name op het vlak van Service Level Agreements (SLA's), scheiding en onafhankelijkheid van andere openbare infrastructuur (zoals van het internet en het lichtnet), of vertrouwen in de geboden oplossing.

Technologieën en standaarden voor professionele communicatie

- Een vijftal technologieën is relevant voor dienstverlening in de PAMR-band in de periode tot 2025. TETRA, DMR en NXDN bieden spraakcommunicatie en functionaliteit voor professioneel gebruik. CDMA en LTE zijn 'breedbandige' standaarden en bieden



voornamelijk meerwaarde ten opzichte van de smalbandige standaarden bij datacommunicatie.

Aanbod van diensten voor professionele communicatie

- In Nederland zijn een landelijke PAMR-datadienst (op basis van Mobitex) en een landelijke PAMR-spraakdienst (op basis van TETRA) beschikbaar in het 410-430 MHz spectrum.
- In diverse landen is de 450 MHz-band in gebruik genomen ten behoeve van nutsbedrijven. Ruraal internet is eveneens een veel geziene toepassing, vooral in Scandinavische landen, maar dit gebruik neemt af.

De ontwikkelingen in de markt voor professionele mobiele communicatie tot 2025

Behoefte van professionele eindgebruikers

- De behoefte aan *spraak*communicatie stabiliseert. De opkomst van IoT leidt in de periode tot 2025 tot een groeiende behoefte aan *data*communicatie, maar deze toepassingen hebben in eerste instantie veelal een niet-kritisch karakter. Op de langere termijn kunnen de toepassingen kritischer worden, en groeit de behoefte aan bedrijfskritische datacommunicatie.

Technologieën en standaarden voor professionele communicatie

- In de industrie heerst consensus over convergentie naar LTE op de langere termijn. Het ecosysteem voor LTE is omvangrijk, maar er is nog weinig apparatuur op de markt die de 450 MHz-band ondersteunt. LTE heeft sinds kort ondersteuning voor missiekritische (spraak)functionaliteit (MCPTT), welke naar verwachting binnen twee jaar op netwerken wordt uitgerold. NB-IoT is een recente toevoeging aan de LTE-standaard voor datacommunicatie in smaller spectrum, welke ook toegepast zou kunnen worden in de PAMR-band. In tegenstelling tot LTE wordt CDMA niet verder doorontwikkeld.

Aanbod van diensten voor professionele communicatie

- Ten aanzien van datadiensten hebben Nederlandse mobiele operators aangegeven NB-IoT of LTE-M uit te zullen rollen. Een van de operators opereert daarnaast een LoRa-netwerk. Ten aanzien van spraakdiensten verwachten we uitrol van professionele functionaliteiten op de mobiele netwerken.

De toekomstige mogelijkheden voor gebruik van de PAMR-band

De geschiktheid van een PAMR-dienst ten opzichte van andere dienstenmodellen

- Een PAMR-dienst concurreert primair met (1) eigen (PMR-)netwerken, al dan niet in beheer van een derde partij, en (2) generieke mobiele netwerken. In geografisch afgebakende gebruiksscenario's kan communicatie zónder netwerk ook een alternatief zijn.
- Een PAMR-dienst is goed geschikt om behoefte aan professionele *spraak*communicatie in alle gebruiksscenario's in te vullen. Het relatieve voordeel van PAMR ten opzichte van PMR is voornamelijk landelijke dekking. Ten opzichte van generieke mobiele netwerken biedt PAMR specifieke functionaliteit en hogere (gepercipieerde) betrouwbaarheid en veiligheid.
- Een PAMR-dienst is tevens geschikt om een behoefte aan *data*communicatie in te vullen. Gezien het beperkte spectrum in de PAMR-band zal het daarbij gaan om smalbandige toepassingen (korte berichten- of M2M-communicatie). Ten opzichte van de alternatieve dienstenmodellen biedt PAMR meerwaarde in landelijke, kritische gebruiksscenario's.

Technologiekeuze voor een toekomstige PAMR-dienst

- Voor het bieden van spraakdiensten in de PAMR-band zijn vooral TETRA en recentere digitale smalbandige technologieën (met name DMR, NXDN) geschikt. Voor datacommunicatie in de PAMR-band ligt LTE het meest voor de hand. Er kan voor smalbandige (IoT-achtige) scenario's gebruik worden gemaakt van NB-IoT en LTE-M.

Haalbare business cases voor een PAMR-dienst

- Operators van generieke mobiele netwerken zijn niet altijd in staat aan de door professionele gebruikers gevraagde randvoorwaarden te voldoen. Wanneer dit wel mogelijk is speelt vertrouwen bij de selectie een niet te onderschatten rol. Voor een PAMR-dienst ligt hier een marktkans.
- Een PAMR-dienst is rendabel wanneer sprake is van een groot *aantal* terminals, of hoge *betalingsbereidheid per terminal*. We voorzien in de periode 2020-2025 een beperkte vraag naar landelijk dekkende, kritische datacommunicatie met hoge betalingsbereidheid per terminal. IoT kan er op langere termijn voor zorgen dat grote aantallen terminals een steeds kritischere communicatiebehoefte krijgen. Bij een PAMR (M2M-)datadienst gaat het, bij een betalingsbereidheid van maximaal €10,- per terminal per maand, om circa 125.000 terminals (± 60.000). Bij een betalingsbereidheid van maximaal €10,- per terminal per *jaar* is de business case haalbaar vanaf circa 1,5 miljoen terminals (± 700.000). Hierbij zijn kosten voor verkrijging van het spectrum buiten beschouwing gelaten, en is uitgegaan van een landelijk buitenshuis dekkend netwerk.
- De markt voor professionele mobiele *spraak*communicatie op basis van PAMR lijkt op dit moment redelijk verzadigd. Het potentieel voor substitutie (vanuit PMR of de andere PAMR-band) is beperkt.

Gebruiksvoorwaarden en verkaveling van de PAMR-band

- De huidige gebruiksvoorwaarden voor de PAMR-band vormen geen beperking voor invulling van de behoefte uit de markt. Wel zouden de voorwaarden meer zekerheid kunnen geven ten aanzien van de bestemming van de band voor kritisch gebruik.
- De PAMR-band biedt technologie-neutraal ruimte aan maximaal twee breedbandige kavels. Bij twee kavels is twee keer LTE uitgesloten op basis van de huidige standaarden, en ontstaan beperkingen in grensgebieden. Bij meerdere kavels is een landelijke dekkingseis daarnaast in onze ogen niet redelijk.
- Aanpassing van de band ('refarming') zou bredere inzet van LTE (volgens 'band 31') mogelijk maken, maar ligt nu niet voor de hand. Refarming is complex vanwege het huidige gebruik van het aanvullend benodigde spectrum. Daarnaast wordt door 3GPP mogelijk binnen 2 á 3 jaar een bredere LTE-band gestandaardiseerd, waardoor in de toekomst de gehele PAMR-band ingezet kan worden voor LTE.



1 Introductie

In 2005 is in Nederland spectrum beschikbaar gesteld voor PAMR (Public Access Mobile Radio)-dienstverlening. Een PAMR-dienst is een mobiele, elektronische communicatiedienst bedoeld voor professionele gebruikers in besloten groepen. [76] Specifiek gaat het om de frequentieband tussen 451,76875 - 454,76875 MHz (uplink) en 461,76875 - 464,76875 MHz (downlink), gezamenlijk hierna de 'PAMR-band' genoemd. In dit onderzoek analyseren we de huidige en toekomstige behoefte aan professionele mobiele communicatie in de PAMR-band.

1.1 Achtergrond

De PAMR-band van vandaag heeft in het verleden divers ander gebruik gekend. In 1985 werd de frequentieruimte voor het eerst in gebruik genomen ten behoeve van ATF-2 – een analoog netwerk voor autotelefonie.² De ATF-2-frequentieband was breder dan de huidige PAMR-band. ATF-2 was gebaseerd op het NMT-450-systeem, dat in Scandinavië werd ingezet. Het net was zeer succesvol, maar moest uiteindelijk het veld ruimen voor het modernere en digitale GSM, dat begin 1992 beschikbaar kwam, en vanaf 1994 in Nederland door de PTT werd uitgerold. Eind 1999 werd het ATF-2-net gesloten en kwam de ATF-2-frequentieband vrij. [17]

In 1995 werd de TETRA-standaard uitgebracht. TETRA bracht de voordelen van digitale mobiele communicatie naar gebruikers van professionele mobilofonie, die tot dan toe waren aangewezen op analoge systemen. In Nederland vormt TETRA de basis voor het C2000-netwerk, dat uitsluitend toegankelijk is voor hulpdiensten. Eind 2001 werd het ATF-2-spectrum in twee kavels beschikbaar gesteld voor openbare dienstverlening op basis van TETRA (de 'TETRA-band'). Het ging destijds om twee kavels van elk 2x 2,2 MHz³.

Hoewel er in 2000 werd verwacht dat er ook daadwerkelijk interesse zou zijn voor de twee vergunningen werd er uiteindelijk slechts één vergunning verleend: in januari 2002 verkreeg Mirem (een dochter van het bedrijf Inquam) een vergunning. Een jaar later werd de vergunning echter op verzoek van Mirem zelf alweer ingetrokken. [8]

In 2003 vond daarop een consultatie plaats waarin de behoefte van de markt voor frequentieruimte in (onder andere) de TETRA-band in kaart werd gebracht. [8] In dit onderzoek werd de volgende behoefte geïdentificeerd:

- Landelijke digitale audioverbindingen (4x (2x 25 kHz); interesse vanuit het NOB)
- Landelijke frequenties voor lokale portofoonnetwerken (o.a. Nokia)
- Tijdelijke verhuur van portofoons (interesse van KPN BRS; circa 20 simplex en 10 duplexkanalen á 12,5 kHz benodigd)

² Het betrof een iets bredere frequentieband dan de huidige, welke volledig overlapt met de huidige band.

³ In dit rapport gebruiken we de notatie '2x ... MHz' om een hoeveelheid gepaard spectrum aan te geven. Bij '2x 2,2 MHz' is er dus in totaal sprake van 4,4 MHz spectrum, waarvan 2,2 MHz voor de uplink en 2,2 MHz voor downlink. Twee specifieke gepaarde banden noteren we als "A - B MHz / C - D MHz".



- Proefnemingen met dynamische technologieën, zoals *agile radio*, *meshnetwerken* en *ultra-wide broadband* (KPN).
- Landelijke PAMR-diensten (Mirem, T-Mobile). Hiervoor zou idealiter 2x 2,5 MHz en minimaal 2x 1,25 MHz benodigd zijn.

De TETRA-band is in 2005 technologie-neutraal bestemd voor PAMR (de band is hierbij 'vernauwd' tot de huidige breedte van 2x3 MHz). Eind 2005 verkreeg Nozema Services de vergunning voor een bedrag van bijna 5,1 miljoen euro. [83] Begin 2006 nam KPN Nozema over en verwierf bijgevolg de vergunning voor de PAMR-band.

In de periode tussen 2007 en 2010 heeft KPN enkele pogingen gedaan om een sluitende business case te realiseren voor dienstverlening in de PAMR-band. KPN zou onder andere hebben gekeken naar het inzetten van de band voor het realiseren van internetconnectiviteit in treinen. In augustus 2010 werd bekend dat KPN een CDMA-netwerk in de band uitrolt ten behoeve van machine-to-machinecommunicatie (M2M). Ten opzichte van de op dat moment beschikbare M2M-diensten zou het netwerk meer capaciteit bieden, waardoor nu ook (bijvoorbeeld) het streamen van bewakingsbeelden tot de mogelijkheden zou behoren. Daarnaast zou KPN in samenwerking met netbeheerder Liander een proef uitvoeren waarbij in verschillende provincies slimme meters zouden worden uitgelezen over het CDMA-netwerk. [85]

In 2012 draagt KPN het netwerk en de vergunning voor de PAMR-band formeel over aan Utility Connect, een spin-off van Liander die het CDMA-netwerk zal opereren ten behoeve van de netbeheerder. KPN blijft wel betrokken bij het onderhoud en beheer van de infrastructuur. In 2014 maakt ook Stedin bekend gebruik te gaan maken van het netwerk van Utility Connect, en treedt zij (althans het moederbedrijf Eneco) toe als aandeelhouder. In mei 2016 neemt Utility Connect het CDMA-netwerk officieel in gebruik. Het netwerk dekt het leveringsgebied van Liander en Stedin en een deel daarbuiten.

Sinds de bestemming van de huidige PAMR-band voor PAMR in 2005 is één vergunning verleend; deze is geldig tot en met 17 november 2020. [11] Het Ministerie van Economische Zaken zal, gezien het naderende aflopen van de genoemde PAMR-vergunning, een beslissing nemen over de toekomst van de bestemming. Dit marktonderzoek vormt een eerste stap voor deze beleidsvorming.

1.2 Onderzoeksvragen

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt:

Welke behoefte bestaat er in de markt voor professionele mobiele communicatie aan dienstverlening in de PAMR-band (451,76–454,77 / 461,76–464,76 MHz)?

In het onderzoek analyseren we allereerst de behoefte aan *professionele mobiele communicatie*. Vervolgens bekijken we in hoeverre deze behoefte kan worden ingevuld in de PAMR-band, en in hoeverre de PAMR-band daarbij meerwaarde biedt.

De deelvragen zijn zowel marktgerelateerd, spectrumgerelateerd als technisch van aard:

1. Hoe ziet de markt voor mobiele communicatiediensten die specifiek zijn bedoeld voor professionele gebruikers er in Nederland uit?
2. Binnen deze markt, wat is de rol van dienstverlening in de PAMR-band?
3. Wat zijn technisch gezien de mogelijkheden binnen de PAMR-band?



- a. Welke technologieën kunnen worden ingezet in de PAMR-band, hoe verloopt de doorontwikkelingen en standaardisatie daarvan, en hoe is de beschikbaarheid van apparatuur?
 - b. Wat zijn mogelijke indelingen van de frequentieband?
 - c. Aan hoeveel gebruikers kan de PAMR-band ruimte bieden (in termen van gelijktijdig aantal *frequentiegebruikers* / mogelijk aantal 'kavels')?
4. Welke belangstelling hebben aanbieders (zoals mobiele operators en niche spelers) voor de frequentieruimte?
- a. In hoeverre is deze schaars?
5. In hoeverre zijn de gebruiksmogelijkheden van de frequentieruimte - zoals in 2005 vastgelegd in de vergunning - nog passend?
- Dit gelet op de uitkomst van bovenstaande onderzoeksvragen, en gelet op de centrale doelstelling van het frequentiebeleid: effectief en efficiënt frequentie-gebruik. Beschrijf mogelijk alternatieve gebruiksvoorwaarden.
6. Welke Europese landen hebben de frequentieband op soortgelijke wijze bestemd en hoe wordt de frequentieband daar gebruikt?
7. Zijn er (toekomstige) internationale afspraken over bestemming van de frequentieband?

1.2.1 Afbakening

De huidige vergunning voor het gebruik van de PAMR-band zal aflopen op 17 november 2020. De behoefte vanuit de markt rond en voorbij 2020 staat daarom centraal. We hanteren een tijdshorizon tot en met eind 2025. Daarbij merken we op dat het voorspellen van de behoefte aan connectiviteit met steeds meer onzekerheden gepaard gaat naarmate verder in de toekomst wordt gekeken.

Als geografische afbakening geldt dat we primair kijken naar Nederland. We zullen, met name als het gaat om technische ontwikkelingen, standaardisatie en harmonisatie, uiteraard de Europese, en waar nodig mondiale context meenemen.

In dit onderzoek laten we de behoefte vanuit sectoren aan wie op dit moment al specifiek(er) spectrum is toegewezen, buiten beschouwing. Hieronder vallen onder meer de Openbare Orde en Veiligheid (OOV)-sector⁴, de luchtvaart, de scheepvaart en de spoorwegen. De behoeften van deze groepen worden in andere onderzoeken belicht (zie bijvoorbeeld [82]).

1.3 Methodologie

In dit onderzoek staat de huidige en toekomstige behoefte aan professionele mobiele communicatiediensten in de PAMR-band centraal. Een logisch vertrekpunt voor het in kaart brengen van de behoefte is de huidige bestemming. Een belangrijk onderdeel van dit onderzoek is dan ook het bevragen van de markt ten aanzien van de verwachte ontwikkeling van de vraag naar de 'traditionele' PAMR-diensten.

⁴ We definiëren de OOV-sector voor dit onderzoek als de huidige gebruikers van het C2000-netwerk: politie, brandweer, ambulancediensten en de marechaussee.

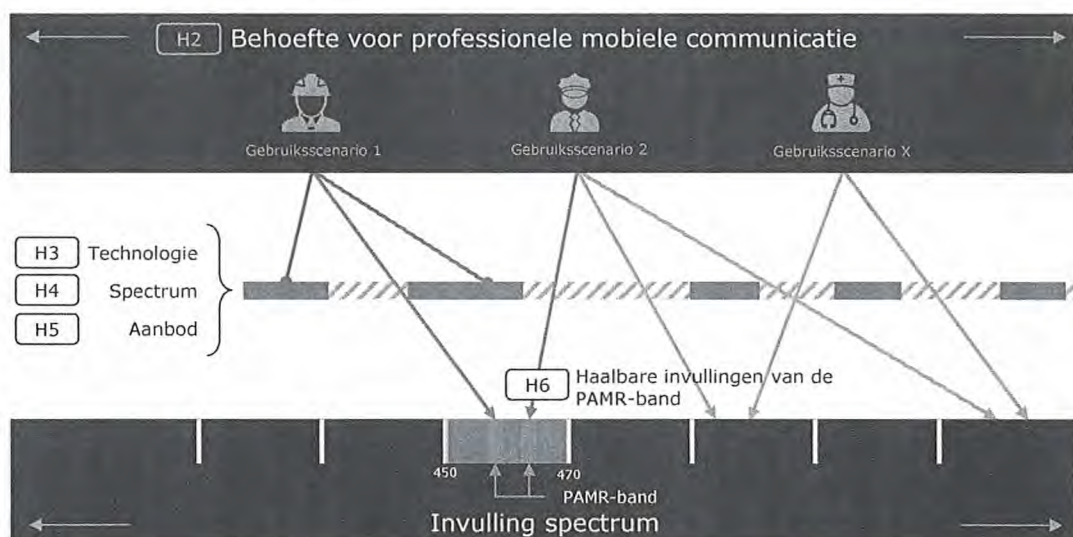
Omdat in dit onderzoek wordt gevraagd naar de behoefte in de bredere markt voor professionele communicatie, is het van belang om niet alleen te vertrekken vanuit het bestaande gebruik, maar ook te kijken naar nieuwe vormen van gebruik van de PAMR-band. De vraag die in dit onderzoek moet worden beantwoord, is welk deel van de totale behoefte aan professionele mobiele communicatie in de toekomst (deels of geheel) kan worden ingevuld in de PAMR-band. De afbakening van 'de markt' voor professionele mobiele communicatie in de PAMR-band is daarmee geen gegeven, maar een onderzoeksuitkomst.

1.3.1 Conceptueel kader

We verwachten dat er grote verschillen bestaan ten aanzien van de functionele behoeften van gebruikers van professionele mobiele communicatie. Om aan deze gevarieerde behoefte recht te doen, starten we het onderzoek met het karakteriseren en segmenteren van de markt op basis van gebruiksscenario's. Per gebruiksscenario bekijken we vervolgens of en hoe de behoefte op basis van de PAMR-band kan worden ingevuld.

Of een bepaalde behoefte kan worden ingevuld op basis van de PAMR-band hangt af van een drietal aspecten. Allereerst moet de *technologie* in staat zijn de behoefte in te vullen in de band. Niet alle technologieën zijn geschikt of gestandaardiseerd voor de PAMR-band, of bieden de gevraagde functionaliteit. Ook moet er een *ecosysteem* bestaan waarin de benodigde apparatuur voor zowel de dienstenleverancier als de afnemer beschikbaar is (en blijft over de investeringsperiode van afnemer en aanbieder). Daarnaast moet de technologie inzetbaar zijn gezien het ten aanzien van de band van toepassing zijnde *frequentiebeleid*. Sommige technologieën hebben bijvoorbeeld meer spectrum nodig dan er beschikbaar is.

Wanneer een behoefte kan worden ingevuld in de PAMR-band, is de volgende vraag of er een business case bestaat voor een aanbieder om dat daadwerkelijk te doen. Deze business case is afhankelijk van de omvang van de markt, het deel van de markt dat diensten zal gaan afnemen, en de prijzen die de aanbieder voor de dienst kan rekenen. Alle factoren zijn afhankelijk van de aanwezigheid van alternatieven van andere aanbieders en in andere delen van het spectrum.



Figuur 1 Conceptueel kader behoefte-onderzoek PAMR-band

Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van het gehanteerde conceptueel kader. Dit onderzoeksrapport is tevens ingedeeld volgens de in Figuur 1 getoonde onderdelen. We

beginnen met een beschrijving van de behoefte aan professionele mobiele communicatie (hoofdstuk 2). Vervolgens bespreken we de modererende factoren: technologie (hoofdstuk 3), frequentiebeleid (hoofdstuk 4) en aanbod (hoofdstuk 5) In hoofdstuk 6.3 bespreken we de resulterende (mogelijke) gebruiksvormen. Beantwoording van de hoofd- en deelvragen volgt in hoofdstuk 6.4.2.

1.3.2 Onderzoeksaanpak

Voor dit onderzoek is een aanpak gekozen die bestaat uit een combinatie van onderzoekstechnieken, waarmee de verschillende aspecten worden uitgediept:

- Op basis van literatuuronderzoek brengen we standaard- en technologieontwikkeling ten aanzien van professionele mobiele communicatie in kaart.
- Op basis van interviews met afnemers, dienstenaanbieders en tussenpartijen brengen we in kaart hoe de vraag- en aanbodzijde van de markt voor professionele mobiele communicatie (in brede zin) eruit ziet. We gebruiken ook interviews om zicht te krijgen op het huidige gebruik van de PAMR-band, en de huidige wijze waarop de vraag naar 'traditionele' PAMR-diensten wordt ingevuld in ander spectrum.
- Enkele kwantitatieve analyses (onder andere op basis van het vergunningenbestand voor de 450-470 MHz-band) geeft aanvullend inzicht in de huidige gebruikers en de impact van eventuele wijzigingen in de bestemming van spectrum.
- Technische experts beoordelen de mogelijke combinaties van functionele vraag, technologie en spectrum.
- Een internationale vergelijking, op basis van literatuurstudie en gesprekken met experts, vormt de basis voor het in beeld krijgen van de specificiteit van de Nederlandse situatie. Daarnaast geven de verschillende landen een beeld van mogelijke alternatief gebruik van de PAMR-band.

2 Behoefte aan professionele mobiele communicatie

In dit hoofdstuk analyseren we de vraag naar professionele mobiele communicatie in Nederland. Toekomstig gebruik van de PAMR-band kan mogelijk in (een deel van) deze behoefte voldoen. Hoewel het onderzoek specifiek betrekking heeft op de PAMR-band beschouwen we om deze reden de bredere markt voor professionele mobiele communicatie. Uit interviews blijkt dat professionele gebruikers op dezelfde wijze naar de markt kijken: de functionele eisen staan centraal, en men kijkt vervolgens welke invullingen aan deze eisen kunnen voldoen. In de afweging tussen de invullingen wordt bepaald met welke techniek en in welk spectrum het best aan de behoefte tegemoet kan worden gekomen.

We kijken niet alleen naar de huidige situatie, maar analyseren ook de ontwikkeling van de vraag in de toekomst. Voorafgaand bespreken we, om context te geven aan de vraagontwikkeling, kort de historische ontwikkelingen op het gebied van professionele mobiele communicatie in Nederland.

2.1 Historische ontwikkeling

Professionele gebruikers behoren tot de allereerste gebruikers van radiocommunicatie. In de jaren negentig was de lijst gebruikers lang en divers: politie, marechaussee, ambulance, brandweer, GGD's, gevangenissen, civiele luchtvaart, spoorwegen en spoorwegpolitie, streekvervoer en stadsvervoer, wegenwacht, Rijkswaterstaat, taxi's en anderen hadden in een vroeg stadium behoefte aan draadloze communicatie. Voor een belangrijk deel van de 20^e eeuw was deze groep toonaangevend voor technologische ontwikkelingen in het mobiele communicatie domein, en de specifieke behoefte van deze gebruikers leidde onder andere tot technieken zoals het zogenaamde *trunking* (dynamische toewijzing van gebruikers aan radiokanalen voor de duur van een gesprek).

Met de ontwikkeling van cellulaire, publieke mobiele telefoonnetwerken, vond een kentering plaats in de voorlopersrol van de professionele gebruikers. In de markt voor publieke mobiele telefonie zijn de schaalvoordelen van een heel andere orde, wat leidde tot een nieuwe generatie van technologische ontwikkelingen: digitalisering, cellulaire netwerken met roaming en hand-over, de commerciële ontwikkeling van nieuwe multiple access-protocollen als TDMA, CDMA, OFDMA, en meer. Deze ontwikkelingen maakte de overstap van een eigen of PAMR-netwerk naar generieke operators financieel interessant voor veel gebruikersgroepen.

Naast deze digitalisering van netwerken speelt aan de vraagkant de digitalisering van bedrijfsprocessen. Steeds meer processen worden digitaal aangestuurd, waarbij machines autonoom met elkaar communiceren. Zowel de generieke netwerken als de specifieke netwerken werden geschikt gemaakt voor dergelijke vormen van datacommunicatie. Bedrijven als Datatrak boden tot circa 2010 dergelijke dienstverlening aan over private netwerken; op dit moment zijn alleen RAM Mobile Data en Utility Connect op dit vlak actief. Het netwerk van Utility Connect is geoptimaliseerd voor dataoverdracht tussen smart meters en de digitale infrastructuur van energiebedrijven.

De vier mobiele operators met landelijke dekking (KPN, Vodafone, T-Mobile en Tele2), en diverse virtuele operators op deze netwerken, bieden diensten aan op basis van GPRS en EDGE (GSM), UMTS en LTE. De generieke netwerken kenmerken zich door snelle technologische ontwikkelingen, enorme groei van capaciteit en datasnelheden, en dalende prijzen.



Bij de generieke netwerken speelt een sterke vraag naar capaciteit. Om aan de explosieve groei van de vraag naar datacommunicatie vanuit (voornamelijk) consumenten te kunnen voldoen zullen de operators in de nabije toekomst de oudere, inefficiënte technologieën (deels) moeten inruilen voor 4G en 5G-technologie.

De recente opkomst van het Internet of Things leidt tot een vraag naar draadloze connectiviteit naar een zeer groot aantal apparaten, met lage capaciteit, en hoge eisen ten aanzien van energiezuinigheid. In dit segment zien we initiatieven in vergunningvrije banden (SIG-FOX van Aerea, LoRaWAN-netwerken van KPN en The Things Network). Ook worden in de generieke netwerken IoT-connectiviteitsopties geboden, op basis van LTE-M (KPN) en NB-IoT (T-Mobile, Vodafone).

2.2 Huidige vraag

Professionele mobiele communicatie kan plaatsvinden op basis van verschillende technologieën, spectrum en diensten. We starten met een beschrijving van algemene karakteristieken van de vraag en de verschillende typen huidige eindgebruikers. Waar relevant diepen we specifieke groepen gebruikers nader uit.

Vrijwel alle professionele gebruikers hebben behoefte aan generieke zakelijke mobiele communicatie. Het gaat hierbij om een behoefte die sterk lijkt op de behoefte vanuit de consumentenmarkt. In de markt wordt deze behoefte dan ook in ruime mate voorzien door de verschillende mobiele operators. De zakelijke gebruikers maken gebruik van hetzelfde netwerk als consumenten, en krijgen daarbij beperkt beschikking over aanvullende functionaliteiten of afwijkende commerciële condities. In dit onderzoek zijn we geïnteresseerd in de behoefte die vanuit de PAMR-band zou kunnen worden ingevuld. Vanuit dat oogpunt kijken we in dit onderzoek daarom uitsluitend naar de behoefte aan diensten die *specifiek* bedoeld zijn voor professionele gebruikers, en aan deze gebruikers een meerwaarde biedt.

2.2.1 Eindgebruikers

De diversiteit in eindgebruikers van professionele communicatie is groot. Dit beeld komt naar voren in de gegevens over huidige vergunninghouders, gesprekken met de markt, en literatuur. We beschrijven de ontwikkelingen in de periode 2020-2025 waarvan we verwachten dat deze voor verschuivingen in de vraag kunnen zorgen. Een aantal van deze ontwikkelingen betreft algemene trends; een aantal andere trends zijn sectorspecifiek.

Algemeen beeld

Voor afnemers speelt een *make or buybeslissing* (eigen netwerk of communicatie als dienst inkopen). In het laatste geval bestaat de vervolgkeuze tussen een generiek en een specifiek netwerk. Gezien de specialistische kennis die benodigd is voor het opereren van een eigen netwerk geven afnemers in de regel de voorkeur aan het inkopen van een communicatiedienst. Veel grote organisaties in de industrie, transport, handel en zorg hebben vanuit historie echter een grote verscheidenheid aan private spraaknetwerken op hun eigen terrein. Voor nieuwe toepassingen werd in het verleden vaak een nieuw eigen netwerk uitgerold.

Over tijd zijn door ontwikkelingen in netwerkapparatuur steeds betere generieke oplossingen beschikbaar gekomen. Afnemers geven aan dat beperkingen in het aanbod ertoe leiden dat ze zich alsnog vaak genoodzaakt voelen een eigen netwerk te gebruiken. De redenen hiervoor zijn verschillend:

- De eindgebruikers zijn soms dusdanig verspreid over de organisatie dat niet altijd duidelijk is wie wat gebruikt.

- Het betreft zeer oude systemen die weliswaar aan vervanging toe zijn, maar nog steeds naar behoren werken (en slechts incidenteel worden gebruikt). Het is daarom lastig(er) om een migratie op gang te krijgen.
- Een migratie is in sommige gevallen complex vanwege de sterke verwevenheid in primaire bedrijfsprocessen en met verschillende systemen.

Agentschap Telecom geeft eveneens aan dat vrijwel alle grote afnemers nog losse licenties voor zeer specifieke toepassingen hebben en dat deze naar verwachting nog voor lange tijd operabel blijven.

Sectorbreed speelt al lange tijd een verschuiving van niet-kritieke toepassingen naar generieke mobiele netwerken of eigen Wi-Fi- en DECT-netwerken. Deze migratie brengt een significante kostenbesparing met zich mee. Organisaties experimenteren voor kritieke datacommunicatie met het gebruik van data over TETRA, Wi-Fi, en het gebruik van generieke IoT-netwerken. Knelpunten waar zij tegenaan lopen zijn gebrek aan capaciteit (TETRA) of beschikbaarheid als gevolg van gedeeld spectrumgebruik (Wi-Fi, LoRa).

Een andere trend is de overgang van semafoon (pagers) naar oproepsystemen en generieke mobiele netwerken. Gebruikers geven aan dat semafoon een dure toepassing is die intern kan worden vervangen door een oproepsysteem op basis van DECT. Extern is communicatie over een publiek mobiel netwerk vaak ook een afdoende oplossing.

Sectorspecifiek beeld

In verschillende sectoren speelt een specifieke vraag ten aanzien van professionele mobiele communicatie. We bespreken hieronder de sectoren die in ons onderzoek naar voren komen als grootgebruikers van professionele mobiele communicatie. Tabel 1 geeft een overzicht van deze sectoren. Per sector geven we aan welk type bedrijf/bedrijven binnen deze sector typisch gebruiker is. Ook geven we een indicatie van de geschatte relatieve omvang. Dit cijfer zegt iets over de hoeveelheid *vergunningen* (en daarmee slechts indirect iets over het aantal gebruikers en intensiteit van gebruik)⁵.

Tabel 1 Sectoren waarin professionele communicatiediensten worden afgenomen

Sector	Typische gebruikers	Geschatte relatieve omvang
Zorg	Ziekenhuizen, zorginstellingen, klinieken, begeleid woongroepen	20-25%
Industrie	Voedselverwerking, petrochemische verwerking, offshore	10-15%
Overheid	Gemeenten, overheidsgebouwen	10-15%
Onderwijs	Universiteiten, hogescholen, ROC's	5-10%
Recreatie en sport	Vakantieparken, recreatieparken, zwembaden, schouwburgen, musea, (grotere) sportclubs, stadions	5-10%
Beveiliging	Gebouwbeveiliging, brandbeveiliging	0-5%
Bouw	Aannemers, kraanbedrijven en kraanverhuur	0-5%

⁵ Het betreft een handmatige labeling op basis van een bestand met namen van vergunninghouders voor frequenties tussen 450-470 MHz, februari 2017. Bron: Agentschap Telecom. Hoewel het hier weliswaar een weergave van een *deel* van de invulling van de behoefte aan professionele mobiele communicatie betreft is het getoonde beeld bevestigd in de andere onderzoeksstappen.

Sector	Typische gebruikers	Geschatte relatieve omvang
Financiële dienstverlening	Banken, verzekeraars, Belastingdienst	0-5%
Horeca	Hotels, uitgaansgelegenheden	0-5%
Landbouw	Loonbedrijven	0-5%
Media	Productiebedrijven, omroepen	0-5%
Openbare gebouwen	Facilitair beheer, vastgoedbeheer, ministeries, rechtbanken	0-5%
Openbare ruimte	Parkeerbeheer, bedrijfsterreinen, gemeenten	0-5%
Retail en handel	Supermarktketens, handelshuizen	0-5%
Transport en logistiek	Vervoersbedrijven, expresdiensten, distributiecentra, havenbedrijven, opslagcentra	0-5%
Utiliteiten	Energieproducenten, netbeheerders	0-5%
Wonen	Woonbedrijven	0-5%

Zorg

Opvallend is het relatief groot aantal zorginstellingen dat professionele communicatie gebruikt. In deze sector wordt nog veel gebruik gemaakt van 'piepers' voor het oproepen van personeel. Tellen we deze niet mee, dan heeft de sector een relatieve omvang van 10-15% (wederom in termen van vergunningen).

Grote ziekenhuizen gebruiken vaak meerdere communicatiesystemen. Alleen de ambulancedienst heeft toegang tot het C2000-netwerk. Voor een aantal kritieke diensten als beveiliging en BHV worden PMR-netwerken gebruikt. Hiernaast gebruiken ziekenhuizen PMR- of PAMR-netwerken voor beveiliging, logistiek en bedrijfsvoering, hoewel deze toepassing net als in andere sectoren steeds vaker over generieke netwerken of eigen netwerken in licentievrij spectrum gaat. Sommige ziekenhuizen geven aan dat ze pagingsystemen alleen nog gebruiken voor zeer specifieke doelgroepen, bijvoorbeeld hartchirurgen die altijd snel oproepbaar moeten zijn.

In de zorg zien we een sterke groei van data-intensieve toepassingen; het uitwisselen van digitale patiëntinformatie, audiovisueel materiaal (zoals foto's en scans) en het gebruik van videoverbindingen wordt steeds meer gemeengoed. [31] Op dit moment wordt voor dit soort verkeer gebruik gemaakt van de interne LAN- en Wi-Fi-netwerken. Zorginstellingen zijn nu op zoek naar werkbare oplossingen voor deze nieuwe datastromen, en geven daarbij aan dat er voor breedbandige kritische mobiele communicatie geen duidelijke oplossing is, maar ook dat nog niet duidelijk is in welke mate hier vraag naar zal zijn.

Daarnaast verwachten experts dat zorg op afstand in de toekomst een belangrijke rol zal spelen, hoewel deze tot op heden gering is [67]. Dit zou in kunnen houden dat patiëntmonitoring zoals deze nu in ziekenhuizen plaatsvindt via een landelijk dekkend netwerk moet kunnen verlopen.

Overheden

Relatief veel overheden zijn afnemer van professionele communicatie. Kijkend naar de vergunningen zien we dat deze zowel op gemeentelijk, provinciaal als ministerieel niveau worden geregistreerd. Aan de registraties is lastig te zien hoe de professionele communicatie wordt gebruikt; het kan gaan om gebouwbeveiliging van een ministerie, maar het kunnen



ook vergunningen zijn die door een uitvoerend onderdeel (bijvoorbeeld de politie, of parkeerbeheer) worden gebruikt. We vermoeden verder dat een aantal vergunningen wordt ingezet voor beheer van openbaar toegankelijke gebouwen (bijvoorbeeld de Tweede Kamer).

Transport en logistiek

In de transport en logistiek zien we verschillende typen eindgebruikers. We bespreken de in onze ogen meest karakteristieke daarvan: (1) dienstverlening op locatie, (2) luchtvaart- en scheepvaarthavens, en (3) personenvervoerders.

Dienstverlening op locatie

Dit betreft een groep commerciële en publieke gebruikers die door Nederland diverse diensten leveren. Deze groep gebruikers heeft met name communicatie nodig vanuit auto's of andere voertuigen. Denk bijvoorbeeld aan pechhulpdiensten, post- en koeriersdiensten, leasemaatschappijen en autoverhuurbedrijven.

In veel gevallen is de uit te wisselen informatie beperkt tot locatiegegevens (van de auto) en gegevens over de 'volgende klant' ten behoeve van de chauffeur. In een aantal gevallen zien we hier dat generieke communicatie wordt ingezet, waarbij een specifiek netwerk wordt gebruikt als terugvaloptie.

Luchtvaart- en scheepvaarthavens

Schiphol, Eindhoven Airport en de haven van Rotterdam zijn voorbeelden van eindgebruikers met een grote communicatiebehoefte in de transport- en logistieksector. Kenmerkend is dat in tegenstelling tot andere gebruikers in deze sector de behoefte zich grotendeels beperkt tot een afgebakend geografisch gebied.

Op luchthavens wordt het vliegverkeer vanuit de luchtverkeersleiding georganiseerd op specifiek daarvoor bestemde frequenties. Bij incidenten maken de veiligheidsdiensten gebruik van C2000. Voor minder kritische bedrijfsvoering, zoals *ground handling* van vliegtuigen, het loodswezen, bagage- en passagiersafhandeling en andere operationele aspecten van de (lucht)haven worden eigen mobiele communicatienetwerken gebruikt.

Naast een opkomende behoefte aan datacommunicatie door consumenten op luchthavens stellen we een toenemende behoefte aan M2M-communicatie vast. Denk hierbij aan locatiebepaling van bagage, containers en vaar- en voertuigen, aansturing van autonome vaar- en voertuigen, weersensoren en andere sensoren ten behoeve van gebouwautomatisering (deuren, liften, klimaatbeheersing, et cetera). Deze toepassingen kunnen bedrijfskritisch zijn wanneer ze directe invloed hebben op de logistieke processen in de haven.

Personenvervoerders

Binnen de sector voor (openbaar) personenvervoer zien we een soortgelijke verdeling van communicatiebehoefte als we hiervoor binnen de luchtvaart- en scheepvaarthavens hebben vastgesteld. We zien vanuit met name de veiligheidsmedewerkers een behoefte die vrijwel gelijk is aan die van de OOV-sector, waarbij er voor de veiligheid mogelijkheden moeten zijn voor push-to-talk, beschikbaarheid tijdens calamiteiten en groepsgesprekken. Naast deze missiekritische communicatie in mogelijk levensbedreigende situaties zien we een grote behoefte aan bedrijfs- en procesondersteunende communicatie. Denk hierbij bijvoorbeeld aan locatiebepaling van voertuigen, spraakcommunicatie met de centrale aansturing en de verkeersinformatie voor passagiers.

Tot slot zien we vanuit de landelijke transportdiensten over land- en waterwegen een duidelijke vraag naar locatiebepalingsdiensten, communicatie met (meld)centrales en algemene spraak en datadiensten voor de bestuurder. Daarbij stellen we een ontwikkeling naar steeds

autonomere vervoerssystemen vast, welke internationaal onder de noemer 'Cooperative Intelligent Transport Systems' (C-ITS) worden ondergebracht. Naast actuele verkeersinformatie vragen dergelijke diensten om betrouwbare communicatie tussen de voertuigen onderling en tussen de voertuigen en de wegkant. Zowel de voertuigtechnologie als de standaardisatie van de communicatietechnologie bevinden zich op internationaal vlak echter nog in de test- en ontwikkelfase. We verwachten hierbij een stapsgewijze introductie van dergelijke systemen, waarbij de voertuigbeheersing steeds meer verschuift van de bestuurder naar het voertuig zelf. De afhankelijkheid van de (data)communicatie verschuift navenant mee. [81]

Communicatie bij de Nederlandse Spoorwegen

In het specifieke geval van de Nederlandse Spoorwegen is het van belang om onderscheid te maken tussen de communicatie ten behoeve van spoorveiligheid en de communicatie ten behoeve van sociale veiligheid en bedrijfsvoering. De spoorveiligheid wordt volledig via het GSM-R netwerk van ProRail gewaarborgd, andere communicatie gebeurt over PMR, PAMR of mobiele netwerken. Onder de netwerken in gebruik vallen *standalone* PMR-installaties op de stations, analoge portofoons op de trein en het PAMR netwerk van Entropia. Voor al deze communicatiebehoefte heeft de NS op dit moment de Hyperconnect-aanbesteding uitgezet [68]. Opvallend hierbij is dat de Nederlandse Spoorwegen een leverancier zoekt die alle communicatiediensten in een pakket kan leveren.

Een belangrijke parallelle ontwikkeling vindt plaats binnen het Future Railway Mobile Communication System (FRMCS)-programma [58]. Hierin worden zowel de eisen vanuit de spoorbeheerder (ten behoeve van opvolging van GSM-R) als de behoeften vanuit de vervoerder gearticuleerd. Het doel is om deze eisen onder te brengen in de LTE Release 15, zodat er een hoge mate van internationale harmonisatie bereikt kan worden. Hierdoor zal er sprake zijn van compatibiliteit van systemen bij internationaal vervoer. Daarbij draagt het bij aan het ontstaan van een breder ecosysteem van *common off-the-shelf (COTS)* netwerk- en randapparatuur, doordat vervoerders en beheerders overal dezelfde technologie inzetten.

Utiliteitssector

In de utiliteitssector zien we drie voorname toepassingsgebieden van professionele communicatie: (1) ten behoeve van de bedrijfsvoering, (2) calamiteitencommunicatie, en (3) netwerkmonitoring- en besturing.

Bedrijfsvoering

In de utiliteitssector wordt mobiele spraakcommunicatie gebruikt voor het aansturen van monteurs en het uitvoeren van ander regulier onderhoud. Het betreft hierbij zowel lokale communicatie als met centrale bedrijfsvoeringscentra.

Calamiteitencommunicatie

In geval van calamiteiten hebben de utiliteiten (met name netbeheerders) behoefte aan spraak- en datacommunicatie. Traditioneel hebben zij voor spraakcommunicatie satelliettelefoons 'op de plank liggen'.

Netwerkmonitoring en -besturing

In de elektriciteitssector vragen ontwikkelingen rondom duurzame energie en elektrische auto's om een elektriciteitsnet dat kan omgaan met wisselende vraag en aanbod (een 'smart grid'). In het kader van deze transitie heeft de Europese Unie diverse richtlijnen ingesteld die de invoering van (bijvoorbeeld) dynamische tarifiering mogelijk maken. Een van de maatregelen is dat tegen 2020 80% van alle consumenten in Europa de beschikking dient te



hebben over een slimme meter. [69] Uit deze vereiste volgt een omvangrijke connectiviteitsbehoefte; alle meters dienen op afstand uitgelezen te kunnen worden. Op dit moment zijn de Europese netbeheerders bezig met de uitrol van slimme meters. [54] Hierbij worden verschillende vormen van connectiviteit ingezet.

Nederlandse netbeheerders begonnen in 2012 met de grootschalige uitrol van slimme elektriciteits- en gasmeters naar alle Nederlandse huishoudens en bedrijfslocaties. Voor besturing van het netwerk is daarnaast connectiviteit nodig naar alle schakelstations. Alle Nederlandse netbeheerders hebben voor het laagspanningsdeel en de connectiviteit naar afnemerlocaties (uiteindelijk) gekozen voor een draadloze oplossing. Op de hogere netvlakken (midden- en hoogspanning) wordt vrijwel uitsluitend gewerkt met (redundant uitgevoerde) glasvezelaansluitingen.

Ook in de gas- en watersector wordt steeds meer gebruik gemaakt van dergelijke vormen van monitoring en sturing. In deze sectoren geeft men aan dat er een iets lagere tijdsdruk is (in tegenstelling tot in elektriciteitsnetten kan minder snel worden geschakeld en moet bij een geconstateerd probleem vrijwel altijd een monteur 'het veld in').

Verhuurbedrijven

Behalve de directe afnemers van professionele communicatie zien we een aantal verhuurbedrijven. Zij verhuren portofoons en andere communicatiemiddelen aan afnemers. Een aantal bedrijven specialiseert zich daarbij in evenementen en mediaproducties.

Deze bedrijven leveren portofonie als dienst, met contracten tot een aantal jaar. In sommige gevallen zijn ook bedrijven met een eigen netwerkklant, wanneer zij behoefte hebben aan extra portofooncapaciteit.

De vooruitblik uit 2004

In 2004 onderzocht VKA de markt voor PAMR-dienstverlening. In haar rapport noemde zij sectoren vergelijkbaar met de hierboven genoemde. Ten opzichte van het onderzoek van VKA (zie Tabel 6) valt op dat in onze analyse de groepen 'taxi' en 'waardetransport' ontbreken. Deze afnemers zijn in de hier gehanteerde indeling terug te vinden in de categorie 'transport en logistiek'. Uit interviews kregen we daarnaast signalen dat met name in de taxibranche steeds vaker gebruik wordt gemaakt van data-oplossingen op basis van publieke commerciële netten. VKA kwam destijds ten aanzien van PMR (Figuur 6) eveneens tot de conclusie dat er sprake is van een 'long tail'. [88]

2.2.2 Functionele en commerciële eisen

Gebruikers van professionele mobiele communicatie ervaren een aantal functionele eigenschappen van de gebruikte netwerken en technologieën als cruciaal en onderscheidend van generieke netwerken en technologieën. Deze eisen zijn primair te herleiden naar (1) beschikbaarheid en (2) effectiviteit van communicatie.

Beschikbaarheid

De maximale 'downtime' van een netwerk (tijd dat de communicatie het maximaal niet mag doen op jaarbasis) en de daarover af te sluiten SLA's⁶ zijn belangrijk voor professionele

⁶ Service Level Agreement. Overeenkomst tussen afnemer en leverancier van een dienst met afspraken ten aanzien van de kwaliteit van de geleverde dienst, en vergoeding in geval dit niveau niet wordt gehaald.

gebruikers. Deze twee parameters op zichzelf doen echter geen recht aan de vereisten ten aanzien van beschikbaarheid van professionele gebruikers. Wanneer we kijken naar deze eisen vallen de volgende factoren op:

- Professionele gebruikers vragen een combinatie van *lage faalkans (MTBF) met snelle reparatie (MTTR)*⁷. Dit is in tegenstelling tot andere gebruikers die mogelijk met een van beiden genoegen kunnen nemen (en zich bijvoorbeeld kunnen beroepen op redundante alternatieven).
- *Vertrouwen in het communicatiesysteem*. Hoewel de boeteclausules en garanties in SLA's hoog kunnen zijn, staan deze in geen verhouding tot het mogelijke verlies van mensenlevens (en overige voortvloeiende schade). Voor afnemers van kritieke communicatie telt uiteindelijk niet de papieren, maar de daadwerkelijk gerealiseerde betrouwbaarheid. We merken dat, naast SLA's, vertrouwen in de gehanteerde oplossing een belangrijk criterium is dat meespeelt bij selectie door afnemers.
- *Beschikbaarheid bij calamiteiten*. Vaak is van belang dat de communicatie *juist* in het geval van calamiteiten beschikbaar is, op het moment dat veel andere infrastructuren mogelijk niet meer beschikbaar zijn. Diezelfde calamiteit kan uiteraard ook de oorzaak zijn van een gelijktijdige communicatiestoring. Denk bijvoorbeeld aan een overstroming die tevens het datacentrum treft waar een telefooncentrale is gehuisvest. Tussen gebruikers kunnen er verschillen bestaan in de mate waarin een bepaalde calamiteit relevant is.

In de 'normale' telecommunicatiewereld wordt in SLA's de beschikbaarheid bij calamiteiten vaak uitgesloten, maar voor afnemers van professionele mobiele communicatie is dat niet acceptabel. Eventuele storingen van de communicatiedienst mogen niet gecorreleerd zijn met het optreden van een calamiteit. Ook een verlaging van het dienstenniveau tijdens een calamiteit (door overbelasting van het netwerk) is absoluut ongewenst.

- *Direct mode-communicatie*. Voor sommige gebruikers is het van belang dat communicatie ook mogelijk is als er geen netwerkdekking beschikbaar is. Bijvoorbeeld omdat (portofoon)dekking in een bepaald gebied beperkt is, of omdat ze 'diep' in gebouwen of kelders gaan. Ook kan het zijn dat het netwerk, of een deel ervan, is uitgevallen - bijvoorbeeld in geval van een brand waarbij ook de (indoor) basisstations niet meer werken. Voor deze gebruikers is *direct mode* een belangrijke functionaliteit - de handset kan daarbij direct met andere handset communiceren zonder betrokkenheid van het netwerk. (Een gerelateerde variant is de 'relay mode', waarmee een handset communiceert met een tweede handset, die op zijn beurt weer een verbinding met het netwerk realiseert).

Effectieve spraakcommunicatie

Professionele gebruikers hebben behoefte aan effectieve communicatie tussen meerdere gebruikers en/of binnen een beperkte tijd. Dat leidt ertoe dat een aantal functionaliteiten wordt gevraagd bovenop traditionele spraakdiensten:

- *Groepsgesprekken*. Dit heeft grote voordelen voor kritische communicatie omdat informatie snel naar alle belanghebbende kan worden gestuurd.

⁷ MTTR: Mean Time To Repair; MTBF: Mean Time Between Failure



- *Push-to-talk.* Het gebruik van push-to-talk waarbij een verbinding wordt gemaakt door het indrukken van een knop levert tijdswinst op. De functionaliteit kan ook praktisch gezien nodig zijn (gebruiker heeft niet de handen vrij of de tijd om een nummer te kiezen).
- *Snelle verbindingsofbouw.* Het verschil tussen seconden en milliseconden tot een gespreksopbouw kan in noodgevallen significant zijn. Daarnaast een snelle opbouw van belang bij zeer frequente communicatie zoals die bij push-to-talk voorkomt.
- *Prioriteitsoproepen.* Moderne PMR-technologie heeft uitgebreide mogelijkheden tot het maken van geavanceerde gebruikersgroepen en het toekennen van 'spreekrechten'. Dit maakt het mogelijk om hiërarchische groepsgesprekken te maken waarbij sommige gebruikers (bijvoorbeeld de bedrijfsbrandweer) altijd voorrang hebben boven andere. Ook prioritering van gescheiden gesprekken onderling is een gevraagde functionaliteit: zo kan prioriteit worden gegeven aan noodoproepen.

Zekerheden betreffende netwerk en technologie

Gebruikers van professionele communicatie hebben naast specifieke functionele behoeften in veel gevallen ook te maken met een lange tijdshorizon. Met name de grotere gebruikers stellen daarbij eisen ten aanzien van de zekerheden die ze hebben met betrekking tot de geleverde dienst en de technologie:

- *Levensduur, aanbod en ondersteuning.* Voor veel gebruikers is het van belang dat beschikbaarheid van apparatuur (o.a. handsets), kennis en specifieke expertise ook op lange termijn gewaarborgd is. Dit kan een reden zijn om voor een eigen netwerk (PMR) te kiezen.
- *Opbouw van het netwerk.* Het (laten) bouwen van een eigen netwerk heeft als belangrijk voordeel dat technische aspecten zoals de plaatsing van masten, optimalisatie voor bepaalde scenario's, locaties of gebruikers, en bijvoorbeeld redundantie van stroomvoorziening kunnen worden bepaald. In een gedeeld netwerk zal de operator moeten balanceren tussen de wensen van verschillende gebruikers en kan de afnemer moeilijker controleren of aan overeengekomen invulling wordt voldaan. Ook zal de aanbieder minder snel dekking of specifieke features of configuraties voor een bepaalde gebruiker willen uitrollen. Aanbieders van specifieke netwerken lijken hiertoe overigens eerder geneigd dan aanbieders van generieke netwerken.
- *Beveiliging.* Bij datatoepassingen speelt dat afnemers de voorkeur hebben voor een gescheiden systeem. Een eigen (of tenminste niet-publieke of niet-gedeelde dienst) is overzichtelijker en kan als gevolg eenvoudiger worden gecontroleerd op beveiligingsproblemen. Daar staat tegenover dat de grotere aanbieders wellicht meer expertise in huis hebben ten aanzien van beveiliging, meer ervaring hebben met (omgang met) beveiligingsrisico's en -incidenten, en sneller kunnen reageren op incidenten.

Kritische datatoepassingen

Bedrijfs- en missiekritische datatoepassingen hebben tot nu toe veelal een klein volume – er worden meetwaarden, locaties of alarmsignalen verstuurd. We onderscheiden een viertal vormen. Tussen deze vormen bestaan grote verschillen ten aanzien van de gevraagde functionaliteit:

- *H2H (mens-tot-mens) berichtencommunicatie.* Hierbij gaat het om SMS-achtig verkeer. Bij dit dataverkeer speelt volume nauwelijks een rol (het gaat om maximaal enkele honderden karakters). Snelle en gegarandeerde aflevering speelt vaak een grote rol. In de praktijk wordt H2H-verkeer veelal geïmplementeerd als onderdeel van een spraakdienst,

en de meeste technologieën voor spraakdiensten bieden ook een H2H-berichtendienst. We laten H2H daarom buiten beschouwing wanneer we kijken naar datasценario's.

- *H2H (mens-tot-mens) videocommunicatie.* In de OOV-sector wordt een groot deel van de vraag naar kritieke mobiele communicatie in termen van volume gedreven door het gebruik van video: een centralist moet op afstand kunnen meekijken met *bodycams* en helikopterbeelden. Het belang van deze videobeelden zal, naarmate het gebruik wijder verspreid raakt, steeds verder toenemen. Ook in andere sectoren zijn toepassingen te verwachten waarbij video een steeds grotere rol zal spelen, waarbij onder andere gedacht kan worden aan zorg op afstand.
- *M2M (machine-to-machine)-communicatie.* Hierbij wisselen sensoren meetwaarden uit met een regelsysteem, of worden actuatoren aangestuurd door een regelsysteem. Ook hier gaat het meestal om beperkte datavolumes. Snelle, gegarandeerde aflevering zijn van groot belang. Daarnaast speelt de beveiliging van het verkeer (confidentialiteit en, integriteit) een belangrijke rol. Onder M2M valt een categorie datacommunicatie die we als 'IoT' benoemen: een veelheid aan (vaak simpele en goedkope) sensoren stuurt data naar een centraal systeem. Daarbij speelt betrouwbaarheid een veel kleinere rol: de uitval van (communicatie naar een) klein aantal sensoren is op te vangen.
- *H2M (human-to-machine)-communicatie.* Hierbij wordt het datakanaal gebruikt om informatie op te zoeken (denk aan het opzoeken van een planning, kaart, raadplegen van een database, et cetera). Het datavolume is hier mogelijk groot wanneer afbeeldingen of zelfs video worden overgedragen. In een aantal gevallen is de communicatie echter minder kritiek.

2.2.3 Gebruikssценario's

Op basis van onze analyse van de markt en literatuuronderzoek komen we tot een indeling in gebruikssценario's langs twee assen: de mate waarin de communicatie kritisch is, en de geografische afbakening.

Mate waarin de communicatie kritisch is

Allereerst onderscheiden gebruikssценario's zich op het gebied van *de mate waarin de communicatie kritisch is*. We zien hier drie categorieën:

- *Missiekritische communicatie:* Uitval van de communicatie leidt direct tot mogelijk levensgevaar. In veel gevallen gaat het om communicatie die uitsluitend plaatsvindt wanneer er sprake is van een calamiteit.
- *Bedrijfskritische communicatie:* De communicatiebehoefte is essentieel voor de bedrijfsvoering en wordt daarvoor continu gebruikt. Uitval leidt direct tot (grote) bedrijfseconomische schade, maar niet tot direct mogelijk levensgevaar.
- *Niet-kritieke communicatie:* de communicatiebehoefte ontstaat uit de bedrijfsvoering, maar is niet essentieel. Als communicatie kortstondig niet mogelijk is, dan leidt dat niet direct tot problemen (bijvoorbeeld omdat er een terugvaloptie is) of slechts beperkte bedrijfseconomische schade.

Bovenstaande indeling wordt breed in de markt herkend (zie o.a. [23] [82] [73]). Het is belangrijk te vermelden dat 'missiekritisch' en communicatie voor OOV twee verschillende, deels overlappende, groepen zijn. Niet alle OOV-communicatie is missiekritisch, en niet alle missiekritische communicatie bevindt zich in de OOV-sector.



Geografische afbakening

Een tweede as waarlangs we de verschillende scenario's voor professionele mobiele communicatie plaatsen, is de geografische afbakening. We zien hier twee categorieën:

- *Binnen een afgebakend geografisch gebied.* De communicatie vindt plaats binnen een pand, meerdere panden of op een terrein (campus, industrieterrein, luchthaventerrein, booreiland, et cetera) waarover de eindgebruiker controle heeft.
- *Landelijk (openbare ruimte).* De communicatie vindt (naast eventueel op eigen terrein/binnen eigen panden) plaats op locaties waarover geen controle bestaat.

Dit onderscheid is relevant omdat het bepalend is voor het antwoord op de vraag of in het scenario het aanleggen van een eigen netwerk een mogelijkheid is. Ook heeft het consequenties voor de vraag welk spectrum in aanmerking komt. Zo zou het toepassen van vergunningvrij spectrum op een volledig door de gebruiker gecontroleerd terrein veel hogere zekerheid kunnen bieden dan daarbuiten. Het onderscheid werd eerder ook door VKA gemaakt in haar analyse uit 2004 [88] – daar werd gesproken van 'local area' versus 'wide area'. We formuleren het onderscheid hier net iets anders: voor een spoorwegbedrijf is de communicatie 'wide area', maar kan in onze ogen sprake zijn van een afgebakend gebied.

We komen, door combinatie van beide assen, tot de volgende gebruiksscenario's voor professionele communicatie (Tabel 2). In onze ogen geeft deze indeling een goede categorisering van de behoefte naar professionele mobiele communicatie. De groepen zijn fundamenteel verschillend van elkaar en vragen ieder een andere invulling. De indeling sluit daarnaast aan bij de segmentering zoals deze door aanbieders wordt gehanteerd.

Tabel 2 Gebruiksscenario's voor professionele mobiele communicatie

	Binnen afgebakend gebied	Landelijk
Missiekritisch	[A] Bedrijfshulpverlening Private hulpverlening op industrieterreinen en -panden. 	[B] Landelijke calamiteitencommunicatie Sturing van /onderhoud aan grootschalige infrastructuur (gas-, water- en elektriciteitsnetten, transport). Openbare orde- en veiligheidsdiensten (buiten scope onderzoek) 
Bedrijfskritisch	[C] Interne (productie-) processen Communicatie ten behoeve van productieprocessen binnen bedrijfspand, -terrein of -campus. 	[D] Externe (productie-) processen Communicatie ten behoeve van bedrijfsprocessen die zich door het hele land (kunnen) afspelen. 
Niet-kritiek	[E] Facilitair Ondersteunende communicatie binnen bedrijfspand, -terrein of -campus. 	[F] Monitoring Het meten van productie-gerelateerde zaken ter verbetering/optimalisatie van processen. 

2.3 Vraagontwikkeling

Aan de vraagzijde van professionele mobiele communicatie zien we een aantal trends. We constateren dat de trends van toepassing zijn op alle in de voorgaande paragraaf gedefiniëerde gebruiksscenario's. We zien daarnaast geen reden om aan te nemen dat er

fundamentele wijzigingen aan de vraagzijde zullen optreden die een andere indeling noodzaakt. Tabel 3 geeft een overzicht van de trends; we bespreken iedere trend hieronder kort afzonderlijk.

Tabel 3 Overzicht trends vraagzijde professionele mobiele communicatie

Trend	Start (mainstream)	Eind (mainstream)
Stabilisering behoefte professionele spraakcommunicatie	Reeds zichtbaar	n.v.t.
Groei bedrijfskritische datacommunicatie	Reeds zichtbaar	~5 á 10 jaar
Integratie met generieke communicatienetwerken	Reeds zichtbaar	~2 á 3 jaar
Integratie van niet-kritieke communicatie op de terminal	Reeds zichtbaar	~2 á 3 jaar
Vervanging van legacytechnologieën	Reeds zichtbaar	~5 á 10 jaar
Internet of Things	Reeds zichtbaar	~5 á 10 jaar
'Smart grids' in de utiliteitssector	Reeds zichtbaar	~5 á 10 jaar

Stabilisering behoefte professionele spraakcommunicatie

Kijken we naar de vraag op het gebied van spraakcommunicatie, dan zien we dat deze de afgelopen jaren nagenoeg stabiel is gebleven, zowel in termen van volume als functionele. Dit beeld wordt bevestigd door de aanbieders van professionele (spraak)communicatie, die aangeven veelal klanten te bedienen die voor langere tijd een ongewijzigde vraag hebben. We verwachten dan ook dat daar de komende jaren geen tot weinig verandering in zal komen.

Integratie met generieke communicatienetwerken

We zien in de markt steeds meer handsets verschijnen met ondersteuning voor zowel TETRA als (generieke) LTE-netwerken. Een dergelijke hybrideoplossing is ook in gebruik bij de spoorwegen, waar GSM-R-toestellen in theorie kunnen terugvallen op generieke mobiele (GSM-)netwerken. De integratie ligt voor de hand vanuit het oogpunt van gebruiksgemak, redundantie, kosten en een toekomstige integratie van functionaliteiten tussen beiden.

Integratie van niet-kritieke communicatie op de terminal

In veel sectoren wordt gekeken naar het integreren van de bedrijfskritische communicatie met niet-kritische elementen. Het kan daarbij gaan om zowel spraak- als datacommunicatie. Een voorbeeld van het eerste is dat bedrijven handsets vragen die zowel werken op publieke mobiele netwerken als op de private, kritische netten. Het voordeel daarvan is voornamelijk gebruiksgemak, en mogelijk ook het efficiënter gebruik van de kritische netten (voor veel communicatie kan namelijk makkelijk worden overgeschakeld naar het generieke communicatiekanaal). Een voorbeeld van het tweede is integratie van breedbandtoepassingen. Met name wanneer er sprake is van een toepassing waarin video een rol speelt, wordt een tweede communicatiekanaal toegevoegd. Een derde vorm is het integreren van niet-kritieke communicatiediensten als terugvaloptie.

Vervanging van legacytechnologie

Een aandachtspunt is daarbij dat afnemers in sommige gevallen nog gebruik maken van zeer oude technologie. Mogelijk ontstaat er als gevolg van het einde van de levensduur daarvan of het wegvallen van ondersteuning een specifieke vraag naar diensten die de oudere diensten kunnen vervangen. Het gaat daarbij naar verwachting niet om afwijkende *functionele* eisen, maar een vraag naar een dienst die compatibel is of een migratiepad mogelijk maakt.



Afnemers blijken niet altijd op de hoogte te zijn van de voordelen van nieuwere systemen. De markt is complex en moeilijk te overzien voor kleine partijen, bovendien zijn de systemen vaak geen onderdeel van hun hoofdactiviteit. Maar ook grote afnemers geven aan na migratie naar een nieuw netwerk, onverwachte nieuwe mogelijkheden en kwaliteitsverbeteringen in het netwerk waar te nemen. Deze verbeteringen brengen procesverbeteringen, kostenbesparingen en een hogere spectrumefficiëntie.

Internet of Things

Met de opkomst van het Internet of Things wordt de vraag naar mobiele datacommunicatie verder aangewakkerd. In eerste instantie speelt hierbij vooral een zeer groot aantal te connecteren devices, en niet zozeer een vraag naar hoge bandbreedte. Een uitgebreide kwantitatieve analyse van het potentieel aantal te connecteren devices is te vinden in [34].

In deze context is een interessante observatie dat, terwijl de standaarden voor IoT-connectiviteit langzaam vorm krijgen, veel bedrijven experimenteren met IoT-connectiviteit op basis van technologieën als LoRa en SIGFOX, welke in de praktijk opereren in vergunningvrije banden (ISM-banden, met name rondom 433 en 868 MHz). Hierdoor liggen de prijzen voor dergelijke toepassingen laag – wanneer gelicenseerd spectrum zou worden ingezet zouden de kosten per device mogelijk in de orde van 1 á 2 euro per jaar omhoog gaan (voor de goedkoopste diensten).

Op dit moment zien we dat IoT-toepassingen in veel gevallen een niet-kritisch karakter hebben; ze vullen de kritische bedrijfsprocessen aan met (onder andere) beschikbaarheid van informatie die (bijvoorbeeld) kan worden ingezet om proactief te werk te gaan. Hoewel de kritische bedrijfsprocessen hier profijt van hebben is er niet direct schade bij uitval van de IoT-toepassing. We verwachten wel dat gebruikers van dergelijke IoT-toepassingen over een langere periode geleidelijk afhankelijker worden van de (voorheen niet-kritische) toepassing. [34] Dit zal onverminderd gelden voor IoT-toepassingen in het publieke domein ('smart cities') waarbij de maatschappelijke impact van uitval groot kan zijn. Op de langere termijn (over circa vijf jaar) leidt IoT daarmee tot een groei in de behoefte aan bedrijfskritische datacommunicatie (al zal dit niet gelden voor het *volledige* volume van IoT-toepassingen).

'Smart grids' in de utiliteitssector

In de utiliteitssector zien we dat distributienetten voor gas, water en licht in toenemende mate worden voorzien van intelligentie. Dat betekent dat deze netwerken in toenemende mate automatisch gemonitord en gestuurd worden. Zij vormen daarmee een opkomende doelgroep voor kritische professionele communicatie. Verderop zullen we zien dat in veel landen de 450 MHz-band hiervoor wordt ingezet. Om deze reden staan we in nader detail stil bij deze toepassing.

We lichten in deze paragraaf de elektriciteitssector uitgebreider toe dan de andere nutssectoren, omdat in deze sector het momentum voor 'verslimming' van de netten het grootst is. Anders dan in de gas- en watersector wordt de verslimming van elektriciteitsnetten sterk gedreven vanuit de aandacht voor duurzame energie, en de daaruit voortvloeiende toenemende variatie in vraag en aanbod van energie op de netten.

Gezien deze ontwikkelingen ligt het voor de hand dat in de toekomst meer communicatie plaatsvindt ten behoeve van de slimme netwerken. Zo zouden de meters in de toekomst bijvoorbeeld real-time tariefinformatie moeten kunnen ontvangen. Ook zouden steeds meer andere onderdelen van het energienetwerk worden geconnecteerd. In een onlangs gepubliceerd rapport van ETSI wordt een inschatting gemaakt van het verwachte aantal te connecteren apparaten per toepassing, en de daarvoor geldende vereisten ten aanzien van de connectiviteit. [53] Tabel 4 toont een overzicht per categorie.

Tabel 4 Verwachte telecommunicatiebehoefte van een elektriciteitsnetbeheerder in 2030 [53]

	Geschat aantal locaties ⁸	Doorvoersnelheid per locatie (kbit/s)	Maximale latency (ms)	Minimale beschikbaarheid
Cameratoezicht	150 - 500	256	1000	99 - 99,99%
In-home display	5.000.000	10	5 - 10 min	90%
Management	30 - 3.000	64 - 512	500	99,99%
Metering	5.000.000	10	1 - 30 min	90 - 95%
Protectie ⁹	15 - 200	64	5	99,99%
SCADA	60.000	64	100 - 1000	99 - 99,99%
Spraak	30 - 500	8 - 32	100 - 500	99 - 99,99%

Hoewel de netbeheerders een groot aantal aansluitingen vragen, is de gevraagde kwaliteit van deze aansluitingen relatief beperkt: vergeleken met wat in de markt beschikbaar is zou, op basis van mobiele netwerken, een beschikbaarheid van 99% te halen moeten zijn (dat betekent omgerekend dat de verbinding het maximaal 3,65 dagen per jaar niet doet). Ook de doorvoersnelheden, latency en het aantal devices zouden geen probleem moeten vormen. Opvallend is dat ETSI niet aangeeft dat slimme meters in de toekomst een grotere databehoeftte zullen krijgen.

Het EUTC¹⁰ lijkt de behoefte dan ook wat groter te presenteren dan deze volgens ETSI zou zijn; de criteria van EUTC komen redelijk overeen met de hoogste criteria van ETSI, welke echter zeker niet voor alle categorieën gelden. [55] Desondanks raadt ETSI toch aan spectrum te reserveren voor de utiliteitssector. Het argument daarvoor is met name het feit dat onafhankelijkheid van het lichtnet benodigd is; de niet-beschikbaarheid van de infrastructuur mag, in andere woorden, niet gecorreleerd zijn met de toepassing. ETSI merkt op dat 96 uur autonomie van het stroomnet benodigd is, en vermoedt dat de kosten voor eindgebruikers sterk zullen stijgen wanneer deze redundantie dient te worden gerealiseerd op generieke mobiele netwerken. Het EUTC geeft aan dat controle over de eigen infrastructuur het belangrijkste criterium is, waarbij het vooral gaat om de technologiekeuze in de context van een lange tijdshorizon. [55]

De behoefte aan datacommunicatie in de utiliteitssector blijft, als het aan ETSI ligt, tot en met 2030, op een beperkt niveau. De gevraagde datavolumes, doorvoersnelheden, maximale latency en beschikbaarheid zijn niet extreem hoog voor de categorieën toepassingen waarvoor een draadloze/mobiele oplossing voor de hand ligt. De groei die door ETSI wordt voorzien zit vooral in het aantal aan te sluiten apparaten. [53] Daarbij moet worden opgemerkt dat Nederland ten opzichte van andere Europese landen al relatief ver is met het uitrollen van slimme meters.

⁸ In het ETSI-rapport wordt uitgegaan van een typisch netwerk met vijf miljoen aansluitingen. In Nederland zijn circa 7,7 miljoen huishoudens.

⁹ In Nederland hebben de netbeheerders naar vrijwel alle locaties op het hoog- en middenspanningsvlak hoogwaardige, redundant uitgevoerde glasvezelverbindingen gelegd. Daarmee is de behoefte aan de toepassing 'protectie' ingevuld.

¹⁰ European Utilities Telecom Council



Conclusie

- Gebruikers van professionele mobiele communicatie vragen primair (1) beschikbaarheid en (2) effectiviteit van communicatie. Ook zekerheid (ten aanzien van levensduur, aanbod, ondersteuning, opbouw van het netwerk, beveiliging) speelt een grote rol. De behoeften van eindgebruikers laten zich onderverdelen naar (1) mate waarin de communicatie kritisch is en (2) de geografische afbakening.
- De behoefte aan *spraak*communicatie stabiliseert. Generieke netwerken raken verder geïntegreerd met specifieke diensten of ondersteunen de specifieke professionele functionaliteiten beter. IoT leidt tot een groeiende behoefte aan *data*communicatie, maar deze toepassingen hebben in eerste instantie veelal een niet-kritisch karakter. Op de langere termijn kunnen de toepassingen kritischer worden, en groeit de behoefte aan bedrijfskritische datacommunicatie.
- De diversiteit in eindgebruikers van professionele communicatie is groot. Het migreren naar generiekere connectiviteit blijkt in de praktijk geen sinecure.
- Voor afnemers speelt een *make or buy*beslissing. Gezien de specialistische kennis die benodigd is hebben afnemers vaak een voorkeur voor het inkopen van een communicatiedienst, maar voldoet het aanbod niet in alle gevallen.

3 Technologie voor professionele mobiele communicatie

Er is een aantal technologieën beschikbaar op de markt die gebruikt kan worden voor het realiseren van professionele mobiele communicatiediensten. In dit hoofdstuk beschrijven we de op de Europese markt beschikbare technologieën. We kijken vervolgens naar de verwachte ontwikkelingen ten aanzien van deze technologieën. In beide gevallen ligt de focus op de functionaliteit die kan worden geboden ter invulling van de eerder beschreven vraag op basis van spectrum in de PAMR-band.

3.1 Huidige technologieën

Een vijftal technologieën is relevant voor dienstverlening in de PAMR-band. Twee hiervan (CDMA en LTE) zijn origineel ontwikkeld als standaard voor generieke mobiele communicatie. TETRA en de diverse analoge- en digitale systemen zijn smalbandig en zijn van origine ontwikkeld voor professionele mobiele communicatie. Waar CDMA en LTE 'breedbandige' standaarden zijn welke typisch worden ingezet in spectrum breder dan 1 MHz, zijn de andere standaarden 'smalbandig'. Zoals we zullen zien hebben beide aspecten gevolgen voor de wijze waarop de technologieën dienstverlening in de PAMR-band kunnen invullen.

3.1.1 Analoge systemen

Analoge systemen voor mobilofonie bestaan al sinds lange tijd, en zijn bij de meeste gebruikers ervan al lange tijd in gebruik. Ondanks de ouderdom voldoet de techniek echter nog steeds voor een groot aantal toepassingen. De meest eenvoudige systemen zijn *simplex*, wat betekent dat verschillende terminals op hetzelfde frequentiekanaal zenden, en er niet tegelijk gezonden en ontvangen kan worden. Tegenwoordig zijn *duplex*systemen, waarbij tegelijk ontvangen en gezonden kan worden (op twee aparte frequenties) meer gangbaar.

In de categorie analoge systemen vinden we eveneens zogenaamde 'trunking' systemen. Hierbij is er sprake van een netwerk dat terminals dynamisch toewijst aan twee of meer radiokanalen. Hierbij wordt meestal van de MPT-1327-standaard gebruik gemaakt. Deze standaard is zowel voor PMR als voor PAMR-toepassingen geschikt (het KPN Traxys-netwerk werkte bijvoorbeeld op deze technologie). Op dit moment is er echter geen PAMR-netwerk op basis van analoge technologie (meer) actief in Nederland.

Verbeteringen in digitale standaardontwikkelingen maken dat analoge technologieën voor trunking op dit moment vaak niet meer worden gebruikt voor *nieuwe* PMR/PAMR-netwerken. Leveranciers nemen echter nog een sterke vraag naar analoge apparatuur waar voor het onderhoud en de uitbreiding van bestaande netwerken die aan de wensen van gebruiker voldoen. Een deel van deze vraag komt van PMR-gebruikers, die behoefte hebben aan een simpel en goedkoop systeem met slechts enkele terminals, en een relatief kleine dekking.

3.1.2 CDMA

Met CDMA verwijzen we in het verloop van dit document naar de cdma2000-standaardenfamilie. Deze is oorspronkelijk ontwikkeld voor publieke mobiele netwerken. Er bestaan verschillende versies van deze standaard, waarbij dezelfde standaard vaak onder meerdere namen bekend is. Ten aanzien van de PAMR-band is met name de CDMA2000 1X-variant

relevant – dit is de enige variant die op dit moment op grote schaal wordt toegepast in de 450-470 MHz-band.

Hoewel er op dit moment een levendig ecosysteem lijkt te bestaan (met name gefocust op de nutsbedrijven die van CDMA-netwerken gebruik maken) is de verwachting is dat het aanbod van apparatuur in de komende vijf jaar terugloopt. Operatoren van CDMA-450-netwerken geven aan de beschikbaarheid en ondersteuning van de apparatuur voor de komende 5 á 10 jaar te hebben vastgelegd.

3.1.3 LTE

LTE is een uiterst succesvolle standaard voor publieke mobiele telecommunicatie. In de meeste landen is LTE de standaard op basis waarvan publieke 4G-netwerken zijn uitgerold. In Nederland hebben KPN, Vodafone, T-Mobile en Tele 2 dergelijke netwerken, waarop deze partijen en diverse virtuele operators diensten aanbieden. Er bestaat daarnaast frequentieruimte waarin een privaat LTE-netwerk kan worden uitgerold. De standaard komt, als gevolg van doorontwikkeling van de standaard en het grote ecosysteem, steeds vaker in beeld voor toepassing in professionele scenario's.

In Nederland maken commerciële aanbieders van mobiele communicatie gebruik van de 2600 MHz band, de 1800 MHz band, en de 800 MHz band (Band 7, Band 3 en Band 20 respectievelijk). [1][2][32] In 2019-2020 wordt daar spectrum aan toegevoegd. De LTE-standaard zelf ondersteunt echter nog veel meer frequentiebanden (waarvan het feitelijk gebruik erg uiteenloopt).

LTE-M / MTC / eMTC¹¹

LTE-M is een gestandaardiseerde variant van LTE, geoptimaliseerd voor machinecommunicatie. Ten opzichte van 'normaal' LTE zijn de volgende verbeteringen doorgevoerd:

- LTE-M heeft minder 'signaling'-verkeer nodig, zodat het machineverkeer minder druk legt op het netwerk op momenten dat er geen nuttige data wordt verstuurd, maar de verbinding wel moet worden vastgehouden;
- LTE-M is energiezuiniger, wat een groot voordeel is wanneer de machines op batterijen werken (denk aan gas- en watermeters).
- LTE-M biedt (in specifieke varianten ervan) betere in-buildingpenetratie.

NB-IoT

NB-IoT is een variant van LTE die bedoeld is voor IoT-scenario's. Dat betekent dat een apparaat met laag energieverbruik kleine hoeveelheden data moet kunnen zenden en ontvangen. NB-IoT is zo ontworpen dat de kanalen (van 200 kHz breed) passen in ruimte die op dit moment voor GSM-kanalen in gebruik is, wat een migratiepad mogelijk maakt. Ten opzichte van 'regulier' LTE biedt NB-IoT betere in-buildingpenetratie.

Missiekritisch LTE

Release 13 van de LTE standaard, vastgesteld in voorjaar 2016 (en vermoedelijk in commerciële producten verkrijgbaar vanaf 2018), biedt een aantal nieuwe functionaliteiten die specifiek gericht zijn op besloten gebruikersgroepen en mission critical toepassingen, aangeduid als Mission-Critical PTT (MCPTT). Deze omvatten onder meer een 'push to talk'-modus

¹¹ Machine Type Communication

met snelle gespreksopbouw, direct mode- en relaycommunicatie¹², prioritering en isolatie¹³. [63] Een belangrijke drijfveer voor deze uitbreiding op LTE is de implementatie van Firstnet in de VS: een "*nationwide, high-speed, broadband network dedicated to public safety*". Dit netwerk van ongekeerde omvang wordt hoogstwaarschijnlijk op LTE gebaseerd. [57]

Vanwege het missiekritische karakter van MCPTT wordt in dit kader ook veel aandacht besteed aan de wijze waarop beschikbaarheid van het netwerk elders in de keten wordt gegarandeerd. Zo is het mogelijk om specifiek voor het missiekritisch gebruik een core netwerk in te richten, en alleen het radiotoegangsdeel in te kopen bij een marktpartij.¹⁴ [82]

In een aantal landen wordt missiekritisch LTE sinds kort toegepast (op basis van pre-standaard implementaties; zie onder andere [59]). De komende periode zal dus blijken hoe LTE in de praktijk standhoudt. Een belangrijke vraag is hoe de performance van LTE in de 450 MHz-band zal zijn. In deze band moeten de antennes een stuk groter zijn dan voor gebruik van de andere (hogere) LTE-banden. Met name de toepassing van MIMO blijkt daarmee te worden bemoeilijkt.¹⁵ Het toepassen van een lichtere vorm van MIMO¹⁶ zou voor M2M-toepassingen een acceptabele oplossing kunnen zijn. De consequentie is dat de in de praktijk haalbare capaciteit lager is dan wat in theorie mogelijk zou zijn. Ook zouden multibandantennes met ondersteuning voor de 450-band nog niet goed beschikbaar zijn.

3.1.4 Smalbandig digitaal

Een drietal standaarden voorziet in digitale spraakcommunicatie in smalbandig spectrum: DMR, dPMR en NXDN/NexEdge. We bespreken de afzonderlijke technologieën hieronder kort afzonderlijk. Omdat de technologieën voor wat betreft spectrumgebruik en functionaliteit sterk op elkaar lijken, behandelen we ze verderop in dit rapport als één groep.

DMR

DMR is een relatief nieuwe standaard, ontwikkeld binnen ETSI rond 2005 op initiatief van de industrie. De standaard is wereldwijd aan een opmars bezig; omdat de standaard open en minder complex is dan de TETRA-standaarden, is de apparatuur in theorie goedkoper. In de praktijk zien we dat ook TETRA-apparatuur de afgelopen jaren licht in prijs is gedaald. De DMR-standaard bestaat uit drie varianten: één voor gebruik in vrij spectrum (tier 1 in de PMR446-band), één voor gebruik in niet-missiekritische mobilofoniescenario's (tier 2) en één

¹² Direct Mode (DMO) biedt communicatie tussen terminals als er geen net-werkdekking is. Ten opzichte van TETRA is Direct Mode in LTE beperkt in bereik. Relaying verbindt gebruikers buiten bereik van het netwerk via een terminal die wel binnen bereik is aan het netwerk.

¹³ Alle gebruikers die binnen bereik zijn van een basisstation dat uitkomt bij dezelfde 'baseband unit' (BBU). Uiteraard moet de verbinding tussen BBU en het basisstation dan nog werken, wanneer de BBU wordt gedeeld tussen basisstations. Dit laatste is steeds gebruikelijker, omdat het geavanceerde technieken zoals *coordinated multipoint* (CoMP) en verdergaande interferentiereductie mogelijk maakt.

¹⁴ Hierbij blijft een basisstation werken wanneer de verbinding met het core netwerk wegvalt, en kunnen gebruikers binnen bereik van hetzelfde basisstation met elkaar blijven communiceren. Het missiekritische core-netwerk reikt hierbij tot aan de 'baseband unit' (BBU) van de marktpartij. Deze zorgt er, middels een specifieke configuratie van de *scheduler*, dat radiocapaciteit beschikbaar wordt gemaakt, en beschikbaar blijft in geval van overbelasting door overige gebruikers.

¹⁵ MIMO (Multiple Input Multiple Output) is een technologie waarbij meerdere antennes worden gebruikt om tegelijk te zenden en ontvangen. Hiermee worden verschillende propagatiepaden gebruikt om de transmissiecapaciteit te vergroten. In LTE wordt standaard gebruik gemaakt van 2x2 MIMO (zowel in de terminal als het basisstation twee antennes).

¹⁶ Bijvoorbeeld 2x1, zodat aan de terminalzijde slechts één antenne benodigd is.

voor missiekritische toepassingen (tier 3). DMR past in de kanalen voor analoge communicatie, wat migratie vanaf bestaande analoge netwerken eenvoudiger maakt. Hoewel het met DMR (tier 3) mogelijk is om een (regionaal of landelijk dekkend) PAMR-netwerk te realiseren, zien we dat in de praktijk niet gebeuren. De reden is dat de standaard relatief jong is, en dat deze weinig meerwaarde biedt ten opzichte van de nu beschikbare PAMR-diensten op basis van TETRA (noch voor de operator, noch voor de gebruiker).

dPMR

dPMR is een digitale standaard die met DMR concurreert, en tevens ontwikkeld door ETSI. Functioneel komen de twee standaarden grotendeels overeen – ze verschillen voornamelijk in de groep fabrikanten die de standaard ondersteunt. DMR is echter een stuk populairder dan dPMR, wat zichtbaar is in de beschikbaarheid van apparatuur.

NXDN en NexEdge

NXDN en zijn opvolger NexEdge zijn technologieën ontwikkeld voor de Amerikaanse markt. NXDN-apparatuur kan geconfigureerd worden om binnen de ETSI dPMR-kaders te werken en is op die manier ook te gebruiken op de Europese markt. NXDN is intussen geaccepteerd als internationale standaard door ITU. [86] Verschillende system integrators leveren in Nederland NXDN portofoons. Het succes van NXDN en NexEdge op de Amerikaanse markt betekent dat deze systemen waarschijnlijk langer worden ondersteund dan dPMR. Het aantal fabrikanten is echter substantieel lager dan dat voor DMR-toestellen.

3.1.5 TETRA

TETRA, ontwikkeld door internationale standaardisatie-organisatie ETSI, is een digitale standaard voor grotere PMR en PAMR-netwerken. Vergeleken met analoge systemen biedt TETRA een grotere systeemcapaciteit en betere bescherming tegen meeluisteren. In een aantal Europese landen zijn aanbieders van publieke PAMR-diensten op basis van TETRA actief. In Nederland biedt Entropia een op TETRA gebaseerde PAMR-dienst aan op basis van spectrum in de 410-430 MHz-band.

TETRA is gebaseerd op technologieën die ook in GSM worden gebruikt. Men hoopte bij de ontwikkeling profiteren van de kennis en schaal opgedaan met de ontwikkeling van GSM, maar deze voordelen zijn slechts ten dele gematerialiseerd. Oorzaak hiervan is onder andere de grote rol van openbare veiligheidsdiensten (en met name de politiediensten) in de ontwikkeling van de standaard. De OOV-sector is de belangrijkste afnemer van TETRA (onder andere het Nederlandse C2000 netwerk is op TETRA gebaseerd). De specifieke extreem hoge eisen van politiediensten dreven de kosten van apparatuur op en maakte deze steeds minder aantrekkelijk voor een grote groep minder kritische gebruikers. Deze gebruikers bleven liever een analoog netwerk gebruiken of migreerde naar een publieke mobiele aanbieder. Pas met de komst van goedkopere digitale technologieën (DMR, dPMR) migreren sommige van deze gebruikers naar eigen netwerken op basis van digitale standaarden.

Data over TETRA

Er is een tweetal standaarden ontwikkeld om data te versturen over TETRA-netwerken: TAPS (*TETRA Advanced Packet Service*) en opvolger TEDS (*TETRA Enhanced Data Service*). TEDS maakt het versturen van data als foto's, video's en bestanden mogelijk over een TETRA-netwerk. Het gebruik is ten opzichte van mobiele netwerken beperkt tot een bandbreedte van ongeveer 80 kbps. Voor gebruik van TEDS is aanvullend spectrum in de 380-430 band nodig. Het is onduidelijk of en in hoeverre de beide standaarden in de praktijk worden gebruikt en/of beschikbaar zijn bij de huidige aanbieder van PAMR TETRA. TEDS zou beschikbaar moeten zijn vanaf 2012, en TCCA lijkt een groei in de adoptie ervan te voorzien.



[73] Duidelijk is wel dat als dit het geval is, de ondersteuning aan de terminalzijde waarschijnlijk in beperkte mate beschikbaar is. Daarnaast is de capaciteit van beide oplossingen in termen beperkt vergeleken met hedendaagse standaarden.

3.1.6 Overig

Er zijn, naast de genoemde technologieën, nog diverse andere technologieën in gebruik voor professionele mobiele communicatie. Deze technologieën bedienen stuk voor stuk een kleine nichemarkt, of worden nauwelijks in Nederland toegepast:

- *LoRa, SIGFOX, Weightless*. Dit zijn standaarden voor LPWA IoT-toepassingen. Kenmerkend daarbij zijn het lage stroomgebruik van het device, en optimalisatie voor kleine databerichten.
- *Mobitex*. Mobitex is een standaard voor mobiele datacommunicatie. In een aantal landen, waaronder Nederland, is een PAMR-netwerk op basis van Mobitex actief. In Nederland wordt het netwerk uitgebaat door RAM Mobile Data, en zijn circa 20.000 apparaten aangesloten.
- *P25 (APCO)*. P25 is de Amerikaanse tegenhanger van de TETRA-standaard, deze standaard wordt in principe niet in Europa toegepast.
- *POCSAG, FLEX en ERMES* zijn standaarden voor paging. In Nederland is het P2000-netwerk (pagernetwerk onderdeel van C2000) gebaseerd op FLEX. Daarnaast is er een nationaal dekkend pagernetwerk actief van KPN (op basis van POCSAG). We vermoeden dat de standaarden ook nog worden gebruikt voor andere (private, lokale) oproepsystemen.
- *TETRAPOL*. TETRAPOL is functioneel vergelijkbaar met TETRA. Technisch zijn de standaarden echter compleet anders. Beide zijn rond dezelfde tijd ontwikkeld op basis van de wensen van OOV-gebruikers. Waar TETRA een ETSI standaard is, is TETRAPOL propriëtair, en (op dit moment) in handen van de Airbus-groep. Na een enigszins succesvolle start van TETRAPOL eind jaren negentig is TETRA dankzij de ondersteuning van een groter aantal fabrikanten de dominante Europese technologie voor missiekritische communicatie geworden.
- *Overige specifieke/propriëtaire standaarden*. Een voorbeeld hiervan is DGPS, een vorm van locatiebepaling die door een klein aantal vergunninghouders wordt gebruikt op basis van spectrum in de PMR-band. [77] Deze toepassing stelt specifieke eisen aan het radiosignaal, waardoor het gebruik van een generieke(re) standaard niet mogelijk is.

3.2 Technologieontwikkeling

Ten aanzien van de technologieën voor professionele mobiele communicatie zien we een aantal trends. Tabel 5 geeft een overzicht; vervolgens bespreken we iedere trend kort afzonderlijk.

Tabel 5 Overzicht trends technologieën voor professionele mobiele communicatie

Trend	Start (mainstream)	Eind (mainstream)
Voortzetting van TETRA	Reeds zichtbaar	> 15 jaar
Selectiefase digitale PMR-standaarden	Reeds zichtbaar	~5 jaar
Convergentie naar LTE	Reeds zichtbaar	~5 á 10 jaar
Opkomst en selectiefase IoT-standaarden	Reeds zichtbaar	~3 á 4 jaar
Inzet LTE voor missiekritische toepassingen	Reeds zichtbaar	~5 jaar
Doorontwikkeling van LTE	Reeds zichtbaar	~3 á 4 jaar
Introductie van 5G	~3 á 4 jaar	~4 á 5 jaar
Toename mogelijkheden virtualisering spectrum	~3 á 4 jaar	~4 á 5 jaar

Voortzetting van TETRA

Een aantal landen heeft de afgelopen jaren fors en voor langere termijnen (10-15 jaar) geïnvesteerd in TETRA. De technologie wordt daarnaast door veel grotere organisaties ingezet. De gebruikers lijken daarbij tevreden te zijn over de geboden functionaliteit en stabiliteit. TETRA heeft daarmee voorlopig voldoende kritieke massa waarmee een ecosysteem met tenminste twee á drie vendors de komende jaren in stand zou moeten kunnen blijven.

Selectiefase smalbandige digitale PMR-standaarden

We verwachten een toename in concurrentie tussen dPMR, NXDN/NexEdge en DMR. We verwachten niet dat een van de drie technologieën op korte termijn van het toneel verdwijnt, maar verwachten wel dat de ondersteuning op en het aanbod van apparatuur flink kan gaan afnemen voor één of twee van de genoemde standaarden. Het is onze inschatting dat DMR en NXDN/NexEdge nochtans de beste kaarten in handen lijkt te hebben.

Convergentie naar LTE

In de industrie lijkt consensus te bestaan over de toekomst van de verschillende standaarden: op de korte/middellange termijn zullen deze integreren met LTE, en op de langere termijn zal LTE de functionaliteiten overnemen. Met name dat laatste zal er dan wel toe leiden dat er een groot aantal varianten van LTE ontstaat; niet alle netwerken hoeven namelijk alle features van een bepaalde versie van LTE te ondersteunen.

Opkomst en selectiefase IoT-standaarden

Op het vlak van IoT-communicatie bestaat een relatief groot aantal standaarden. Gezien de grote prijsdruk en nadruk op volume verwachten we dat ook hier een strijd tussen standaarden zal plaatsvinden. LoRa en SIGFOX hadden tot nu toe (voor LPWA IoT) het voordeel eerder op de markt te zijn. NB-IoT en LTE-M zijn jonger, maar leunen op het veel grotere LTE-ecosysteem. Een belangrijk keuzepunt is of voor een toepassing een vergunningvrije band kan worden gebruikt, of dat een gelicenseerde band nodig is. Met name in dat laatste scenario zijn NB-IoT en LTE-M in het voordeel. [34]

Doorontwikkeling van LTE

De LTE-standaard wordt de komende jaren nog volop doorontwikkeld. De eerder besproken introductie van MCPTT, NB-IoT en LTE-M zullen vervolg krijgen in toekomstige releases van de standaard.

Ten aanzien van de PAMR-band is relevant dat er binnen de 3GPP initiatief bestaat om een groter deel van de 450-470 MHz-band te standaardiseren voor LTE, waardoor LTE in de gehele Nederlandse PAMR-band volgens standaard kan worden ingezet. Hoewel verschillende



initiatieven zijn opgestart is nog niet definitief bekend welke band precies wordt gestandaardiseerd. Eventuele standaardisatie zou in Release 15 plaatsvinden (deze zal in juni 2018 definitief vastgesteld worden). We verwachten dat apparatuur die werkt in band 31 daarna relatief snel (binnen een jaar) ondersteuning kan krijgen voor de 'uitgebreidere' band. We verwijzen in het vervolg van dit rapport naar deze toekomstige band als 'Band X'.

Ontwikkeling van 5G

Op dit moment wordt door diverse partijen gewerkt aan standaarden die voldoen aan de door ITU vastgestelde eisen voor 5G mobiele communicatie. De consensus lijkt te zijn dat 5G een evolutionaire opvolger van LTE wordt. Parallel aan de 5G-ontwikkelingen worden bruikbare delen ervan geleidelijk opgenomen in toekomstige LTE-releases, waardoor de overgang naar 5G geleidelijk zal verlopen.

In tegenstelling tot LTE, waarbij de hoofdrichting van de ontwikkeling steeds het vergroten van de capaciteit en efficiëntie van de netwerken was, richt 5G zich op het accommoderen van specifieke toepassingen die nu (nog) niet met de generieke LTE-standaard kunnen worden bediend. De 5G-standaard richt zich met name op de volgende drie gebruiksvormen:

- *Mobiel breedband.* De 5G-standaarden moet fors hogere doorvoersnelheden mogelijk maken, zodat kan worden voldaan aan de groeiende databehoeftes op (met name) de generieke publieke mobiele netwerken. Er wordt gekeken naar het inzetten van spectrum met veel hogere frequenties dan nu gebruikelijk is; daar is veel ruimte, maar het bereik van deze frequenties is een stuk lager.
- *Low-latencytoepassingen.* Voor specifieke, kritieke toepassingen is (zeer) lage latency nodig. 5G beoogt aan deze vereisten tegemoet te komen.
- *Low-powertoepassingen.* Met name in het kader van het Internet of Things wordt gevraagd om datacommunicatie op basis van laag stroomverbruik. Kenmerkend is dat de eisen ten aanzien van de hoeveelheid data (en veelal ook latency) een stuk lager liggen.

We verwachten dat er binnen de 5G-beweging in eerste instantie geen specifieke aandacht zal zijn voor *traditionele* (niet-low-latency, low-power of high-volume) professionele gebruiksscenario's – op dat punt zijn vooral de MCPTT-ontwikkelingen (in LTE) relevant, welke uiteindelijk hun weg ook in de 5G-standaard zullen vinden.

De eerste nieuwe features ten aanzien van het radio-toegangsdeel zijn te verwachten in Release 15. Volledige invulling van de ITU-vereisten (IMT-2020) wordt verwacht met de implementatie van Release 16, welke naar verwachting eind 2019 wordt vrijgegeven. Het is de verwachting dat fabrikanten direct rond dat moment ondersteuning zullen aankondigen in netwerkapparatuur en chipsets. Implementatie in netwerken en handsets zal vanaf dat moment nog circa anderhalf jaar duren.

Toename mogelijkheden virtualisering

Virtualisering van netwerken is een trend die waarneembaar is over de gehele breedte van het telecomdomein. [33] Relevante ontwikkelingen op dit vlak zijn de volgende:

- Zowel terminals als netwerkapparatuur ondersteunen steeds meer verschillende frequentiebanden, en kunnen daartussen flexibel wisselen. Welke band specifiek wordt gebruikt, maakt voor de bovenliggende dienst daarbij niet uit.
- De introductie van virtuele 'soft SIMs' maakt het daarbij mogelijk om te wisselen tussen netwerken zonder dat daarvoor fysiek een SIM-kaart hoeft te worden verwisseld in de terminal.



- In 5G wordt de mogelijkheid tot 'slicing' toegevoegd. Dat betekent dat een afnemer gedurende een bepaalde tijd exclusief de beschikking kan krijgen over een deel van het spectrum van een operator.

Alle bovenstaande ontwikkelingen maken het voor afnemers makkelijker te wisselen tussen aanbieder, fysieke infrastructuur, en spectrum.

Ecosysteemontwikkeling

Bij de ontwikkeling van standaarden komen vaak concurrerende versies gedreven door verschillende fabrikanten op de markt. Als een standaard een significant marktaandeel verwerft wordt deze over het algemeen dominant, omdat de hogere productievolumes tot een lagere prijs en een groter aanbod leiden.

Is de voor de dienst benodigde technologie in de markt verkrijgbaar, en zo ja, is dat onder de benodigde commerciële voorwaarden? Zoals besproken zijn technische levensduur en horizon belangrijke parameters. Tabel 6 geeft een overzicht van de relatieve merites van de technologieën op dit aspect. Hierin is aangegeven vanaf wanneer technologieën op grote schaal zijn toegepast voor PMR of PAMR-toepassingen in Nederland.

Tabel 6 Horizon voor ondersteuning en aanbod van apparatuur per technologiefamilie

Technologie	Opmerkingen	Start (main-stream)	Eind (main-stream)	Beschikbaar in 450-470 ¹⁷
5G	Er is nog weinig bekend over hoe en of de 5G-standaard geschikt wordt voor PMR/PAMR-netwerken.	~2025	n.v.t.	▲ Nee
Analoog / MPT-1327	Eenvoudige, wijdverspreide technologie, zeer goedkope terminals. Blijft door legacy voor PMR op de lange termijn in gebruik.	1950	Na 2030	Ja
CDMA	De huidige gebruiker geeft aan uiteindelijk te migreren naar LTE. Men heeft contracten voor supply van apparatuur van circa vijf jaar en ondersteuning tot 15 jaar.	~2016	~2020-2030	▼ Beperkt
DMR	Nieuwe digitale technologie, populair alternatief voor simpele netwerken. In toenemende mate is de bouw van complexe netwerken mogelijk.	~2010	Na 2030	Ja
dPMR	Nieuwe digitale technologie, wordt weinig toegepast.	n.v.t.	n.v.t.	Beperkt
LoRa	Nog niet gestandaardiseerd in de PAMR-band	n.v.t.	n.v.t.	Nee
LTE	Wordt gezien als de standaard waar andere toepassingen naartoe convergeren. Ondersteuning kan wel afhankelijkheid van specifieke features/de benodigde 'release'. Zo zou ondersteuning voor NB-IoT een andere horizon kunnen hebben dan die voor LTE-M.	~2020	Na 2040	▲ Beperkt
SIGFOX	Nog niet gestandaardiseerd in de PAMR-band	n.v.t.	n.v.t.	Nee

¹⁷ De pijlen in de kolom 'beschikbaar' zijn toegevoegd wanneer we verwachten dat beschikbaarheid toeneemt (▲) of afneemt (▼)

Technologie	Opmerkingen	Start (main- stream)	Eind (main- stream)	Beschik- baar in 450- 470 ¹⁷
TETRA	Grote investeringen van overheden (o.a. Duits- land) zorgen voor kritieke massa beschikbaarheid apparatuur.	~2003	Na 2030	Ja

Conclusie

- Een vijftal technologieën is relevant voor toekomstige dienstverlening in de PAMR-band. TETRA, DMR en NXDN bieden spraakcommunicatie en functionaliteit voor professioneel gebruik. CDMA en LTE zijn 'breedbandige' standaarden en bieden voornamelijk meerwaarde bij datacommunicatie.
- LTE wordt doorontwikkeld. In de industrie heerst consensus over convergentie naar LTE op de langere termijn. Het ecosysteem voor LTE is omvangrijk, maar voorlopig beperkt als het gaat om apparatuur die geschikt is voor de 450 MHz-band. LTE krijgt op korte termijn ondersteuning voor missiekritische (spraak)functionaliteit (MCPTT). Daarnaast biedt NB-IoT ondersteuning voor datacommunicatie in smaller spectrum. CDMA wordt niet verder doorontwikkeld.

4 Spectrum voor professionele mobiele communicatie

In dit hoofdstuk bespreken we welk spectrum op dit moment en in de toekomst in aanmerking komt voor invulling van (delen van) de behoefte aan professionele mobiele communicatie.

4.1 Huidig spectrum

De Nederlandse PAMR-band bestaat uit het (gepaarde) spectrum tussen 451,76 – 454,77 MHz (uplink) en 461,76 – 464,76 MHz (downlink). De PAMR-band biedt daarmee 2x 3 MHz aan frequentieruimte.

4.1.1 De PAMR-band

De PAMR-band is technologie-neutraal bestemd. Van zowel CDMA, LTE, TETRA als de diverse smalbandige spraaktechnologieën bestaan versies die werken in (delen van) de PAMR-band. In de PAMR-band gelden beperkingen ten aanzien van co-existentie en voorkeursafspraken in grensgebieden.

Co-existentie

Een beperkende factor voor de inzetbaarheid van een technologie in een band is ander, 'naastgelegen' gebruik van de band. Wanneer twee frequentiebanden dicht bij elkaar worden gebruikt, kunnen zij elkaar storen. Als gevolg van onnauwkeurigheid in de apparatuur en zaken als Dopplerverschuiving is enige 'speelruimte' noodzakelijk aan weerszijden van een kanaal. Een 'guard band' is een stuk spectrum dat bewust leeg wordt gehouden om storing tussen twee naastgelegen kanalen te voorkomen. Er zijn naast guard bands allerlei andere manieren om co-existentie mogelijk te maken, zoals het toepassen van steilere filtering, multiple access-methoden, power control, et cetera.

Voor de PAMR-band in Nederland geldt dat er 2x 3 MHz beschikbaar is. Eventuele benodigde guard bands moeten binnen deze band worden ingesteld. Wanneer meerdere kanalen *binnen* de 2x 3 MHz worden gebruikt moet mogelijk ook tussen deze kanalen scheiding worden aangebracht.

Spectrum in grensgebieden

In grensgebieden moet spectrum worden gedeeld met de buurlanden. Op basis van zogenaamde 'voorkeursafspraken' heeft ieder van de buurlanden dat betrokken is bij een situatie van overlappend spectrumgebruik het voorkeursrecht op een bepaald deel van het overlappende spectrum. Een situatie van overlap kan zich, afhankelijk van (onder andere) de hoogte van de zender en het zendvermogen, voordoen tot op een afstand van 30 kilometer tot de grens. Alleen de voorkeursfrequenties bieden de mogelijkheid voor volledig gebruik tot aan de grens.

Voor de PAMR-band geldt dat er langs de gehele landsgrens 1,46 MHz aan voorkeurspectrum beschikbaar is.¹⁸ [14] In de huidige situatie (één kavel) leidt dat al tot beperkingen in de grensgebieden (aangezien minder spectrum kan worden gebruikt is de capaciteit daar

¹⁸ Het betreft een derde van de band 451,3-455,74 / 461,3-465,74 MHz.

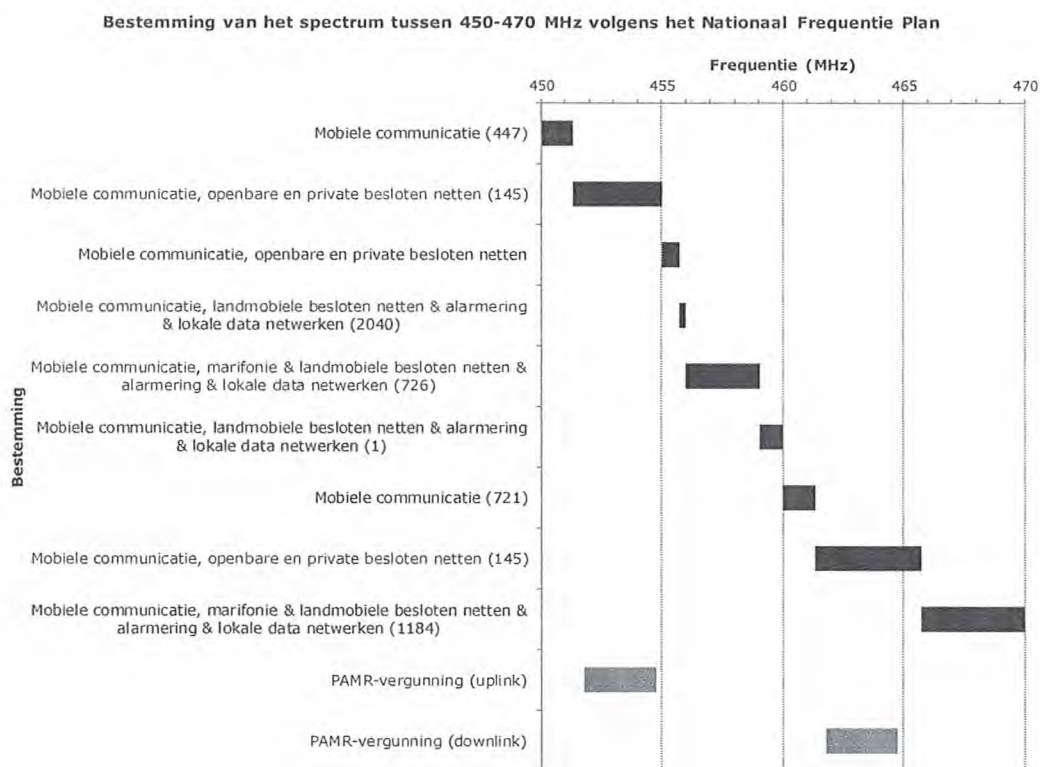


lager). Een bijkomende complicatie is dat de aan weerszijden gebruikte banden afwijken, en dat rondom de banden sprake is van PMR-gebruik. Dat laatste maakt omgang met storingen lastiger en geeft weinig flexibiliteit om het gebruik aan weerszijden op elkaar af te stemmen. Een indeling in twee kavels levert voor beide vergunninghouders aanvullende problemen op rond de landsgrens: afhankelijk van de voorkeursafspraken zullen ofwel beide kavels ten dele bruikbaar zijn in de grensgebieden, of is slechts één van de twee kavels bruikbaar in grensgebieden.

Aan een vergunninghouder kunnen aanvullende technische eisen worden gesteld ten aanzien van de omgang met buurlanden, teneinde het frequentiegebruik efficiënter te maken of de situatie in de grensgebieden te verbeteren. Dat vereist dan wel medewerking van het buurland. Wanneer aan beide zijden van de grens bijvoorbeeld CDMA wordt gebruikt, kan in plaats van een scheiding op basis van frequenties ook gewerkt worden met een scheiding op basis van CDMA *scrambling-codes* [41]. Ook bij LTE zijn (dynamische) systemen denkbaar op basis van een verdeling van resourceblokken.

4.1.2 Het 450-470 MHz-spectrum

De PAMR-band valt binnen het 450-470 MHz-. De 450-470 MHz-frequentieband is in Nederland bestemd voor PMR, PAMR en portofonie op schepen. Figuur 2 geeft een schematisch overzicht van de huidige bestemming van de band.

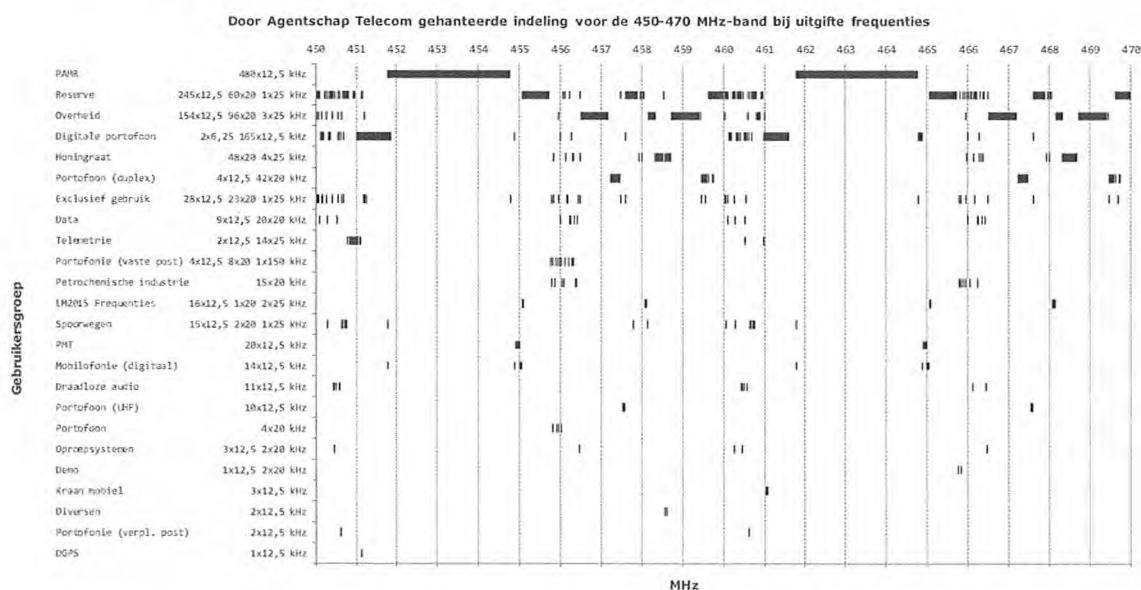


Figuur 2 Bestemming van het spectrum tussen 450-470 MHz¹⁹.

¹⁹ Bron: Agentschap Telecom, Nationaal Frequentieregister. Tussen haakjes is aangegeven hoeveel vergunning per categorie zijn verleend.

Binnen deze bestemmingskaders geeft het Agentschap Telecom vergunningen uit. Het Agentschap houdt daarbij rekening met diverse technische vereisten, zoals kanaalrasters en afstemming van gebruik in grensgebieden.

Figuur 3 toont de door Agentschap Telecom gehanteerde indeling voor de 450-470 MHz-band bij de uitgifte van frequenties. Dat betekent dat deze indeling wordt gebruikt om een frequentie toe te wijzen aan aanvragers die voldoen aan de in het beleid vastgelegde omschrijving voor PMR.



Figuur 3 De door Agentschap Telecom gehanteerde indeling van de 450-470 MHz-frequentieband bij uitgifte van frequenties

Enkele categorieën vallen op in Figuur 3. Een aantal delen van de band is uitgegeven onder een oud ('honingraat') of toekomstig ('LM2015') uitgiftemodel. Daarnaast is er aanzienlijk wat spectrum gemarkeerd als 'reserve'. Dit spectrum is echter niet zonder meer beschikbaar; sommige frequenties staan als reserve geadministreerd, maar zijn uitgegeven onder oudere planningsmethodieken (onder andere de 'honingraat') en lokaal nog in gebruik. Een reservefrequentie kan ook een ongebruikt kanaal van een duplexpaar betreffen. Tot slot zijn bepaalde frequenties als 'reserve' gemarkeerd om nieuwe toewijzingen van de frequentie te voorkomen. Verder bevinden er zich in de band aanzienlijk wat overheidsgebruikers; het betreft hier onder andere de politie, brandweer en gemeenten.

De meeste PMR-vergunningen in de band betreffen exclusief gebruik op een specifieke locatie. Op basis van de PMT-regeling zijn er circa 40 frequenties beschikbaar voor tijdelijk gebruik.²⁰ Voor deze frequentie worden permanente (voortrollende) vergunningen uitgegeven. Gebruikers moeten op locatie het gebruik van de frequenties onderling afstemmen.

Veruit de meeste kanalen in de 450-470 MHz-band zijn duplexkanalen. Dat betekent dat twee kanalen in de band altijd gepaard worden uitgegeven en gebruikt; de 'lage' voor verkeer van terminal richting basisstation, en de 'hoge' voor verkeer van basisstation naar terminal.

²⁰ De PMT-regeling (Portofoon Mobilofoon Tijdelijk gebruik) vervangt de oudere TGN-regeling. Via de TGN-regeling waren vijf portofoonfrequenties beschikbaar voor tijdelijk gebruik. Van deze frequenties werden twee ook gebruikt voor regulier portofoonverkeer. [18]

In de 450-470 MHz-band bevinden de uplinkkanalen zich in het bereik 450-460 MHz en de downlinkkanalen in 460-470 MHz. Simplexkanalen zijn in de gehele band te vinden.

4.1.3 Alternatief spectrum

Er zijn verschillende vormen van spectrumtoegang waarmee een professionele mobiele communicatiebehoefte kan worden ingevuld buiten de PAMR-band en het bredere 450-470 MHz-spectrum. We bespreken deze alternatieven omdat ze bepalend zijn voor de mate waarin de behoefte aan professionele mobiele communicatie neerslaat in de 450-470 MHz-band, en de rol die de PAMR-band daarin zou moeten spelen.

Gezien de afbakening van dit onderzoek laten we exclusief spectrum (zoals het spectrum toegewezen aan lucht- en scheepvaart en de OOV-sector) buiten beschouwing. De andere vormen van spectrumtoegang waarmee een professionele mobiele communicatiebehoefte zou kunnen worden ingevuld (vergunningplichtig, onderhands en vergunningvrij) bespreken we hieronder.

Vergunningplichtig spectrum

Net als de 450-470 MHz-band is de 410-430 MHz-band voornamelijk bestemd voor PAMR en PMR. In deze band zijn twee aanbieders van PAMR-diensten te vinden: RAM Mobile Data (landelijke datadienst op basis van Mobitex) en Entropia (landelijke spraakdienst op basis van TETRA). Voor PMR geldt in deze band een regime dat vergelijkbaar is met dat van de 450-470 MHz-band. We zien in de 410-430 MHz-band meer TETRA-gebruikers dan in de 450-470 MHz-band.

In Nederland is in de 1800 MHz-band op dit moment 2x 5 MHz vergunningvrij beschikbaar. Dit spectrum leent zich met name voor uitrol van netwerken op basis van GSM of LTE. [66]

Spectrum voor generieke mobiele netwerken

Een aanzienlijk deel van het spectrum is op dit moment bestemd voor en vergund aan publieke mobiele netwerken. Gezien de bestemming (publieke mobiele communicatie) en de hoge kosten van de betreffende vergunningen zijn deze frequenties buiten het bereik van partijen die private professionele mobiele communicatienetwerken zouden willen opzetten. Desondanks is het denkbaar dat de houders van de betreffende frequenties deze partijen toegang verlenen tot hun eigen spectrum. Dit kan plaatsvinden op een aantal manieren:

- De mobiele operator levert een professionele communicatiedienst op basis van het eigen netwerk en spectrum. Dit betekent dat de netwerkoperator aanpassingen aan het netwerk moet doen op de specifieke functionaliteiten te kunnen bieden en aan de gevraagde capaciteits- en beschikbaarheidsniveaus te kunnen voldoen.
- De mobiele operator geeft een derde partij op zeer 'laag' niveau toegang tot het eigen netwerk, zodat deze (op gezette tijden/locaties) eigen radiocapaciteit ter beschikking krijgt. In 5G wordt dergelijke functionaliteit verder uitgebreid en spreekt men van *slicing*.
- De mobiele operator 'maskeert' delen van het door hem gebruikte spectrum op bepaalde locaties/tijden. In de vrijgekomen ruimte kan een separaat netwerk worden gerealiseerd. De huidige bestemming betreft echter *publieke*, niet *private* mobiele communicatie.

Voor professionele communicatie zijn alle delen van het nu voor publieke mobiele communicatie bestemde spectrum interessant (het betreft voornamelijk spectrum in 800, 900, 1800, 1900, 2100 en 2600 MHz).

Vergunningvrije toegang

Professionele communicatie kan ook plaatsvinden in spectrum dat niet specifiek daaraan is toegewezen, zoals in de volgende banden:

- *PMR446 (446,0 – 446,2 MHz)*. Deze band is grotendeels geharmoniseerd binnen Europa. [43] Omdat het gebruik van de band vergunningvrij is, zijn er geen garanties ten aanzien van de beschikbaarheid van de spraakdienst (althans op het niveau dat geldt voor vergunningplichtige banden – ook daar kan uiteraard verstoring optreden). Aan het gebruik en de apparatuur worden diverse eisen gesteld.²¹
- *27 MC (26 – 27 MHz)*. Dit is een vergunningvrije band die veel wordt gebruikt voor (informeel) verkeer in de logistieke sector. In tegenstelling tot de andere vergunningvrije banden mag hierin met een relatief hoog vermogen worden gewerkt (4 watt). Er zijn in deze band twintig kanalen beschikbaar.
- *2x 5 MHz in de 1800 MHz-band*. De band tussen 1875 – 1880 en (duplex) 1780 – 1785 MHz is een frequentieband die vergunningvrij kan worden gebruikt voor mobiele communicatie (typisch op basis van GSM of LTE).²² [13]

4.2 Internationale vergelijking

In de meeste landen wordt het 450-470 MHz-spectrum voor zowel PAMR als PMR gebruikt. ITU definieert een aantal frequentiebanden in het 450-470 MHz-spectrum in een aanbevelingsdocument – in 2015 is daarvan de meest recente versie goedgekeurd. [61] De 450-470 MHz-frequentie band is in Europa al sinds lange tijd (circa 1990) bestemd voor PAMR en PMR. [37] In 2004 is eveneens het gebruik van breedbandige, digitale technologieën geharmoniseerd. [38] In 2006 werd ook het gebruik van smalbandige digitale technologie geharmoniseerd. [40] In 2016 is door de ECC een band gedefinieerd die kan worden gebruikt voor breedbandige toepassingen in de OOV-sector ([44], pagina 8) – de gedefinieerde band overlapt met de Nederlandse PAMR-band.²³

De bestemming voor PAMR- en PMR en de daaropvolgende harmonisatie van nieuwe vormen daarvan heeft er evenwel toe geleid dat er *binnen* de band een grote verscheidenheid is ontstaan van gebruikers en toepassingen. Nieuwe harmonisatiemaatregelen zijn daardoor lastig te nemen. Wel ligt er een voorstel om naast de bestaande gebruikers, breedband OOV-toepassingen via LTE toe te staan, uit onderzoek van CEPT blijkt interferentie met bestaande systemen (onder voorwaarden) minimaal.

²¹ Zo is het maximale zendvermogen 0,5 Watt, moet er sprake zijn van een mobiele zender, welke geen afneembare antenne mag hebben. Dat betekent onder andere dat geen repeaters kunnen worden gebruikt – het bereik van PMR446 is daarmee zeer beperkt (in dichtbebouwde gebieden hooguit 500 meter, in open veld hooguit 10 kilometer). Er is in de PMR446-band geen datacommunicatie toegestaan.

²² De band is een uitbreiding van de 'DECT guard band' (2x3 MHz). Toen in 2012 de frequenties voor mobiele netwerken in de 1800 MHz-band werden geveild is de band uitgebreid naar 2x 5 MHz.

²³ 450,5 – 456,0 MHz / 460,5 – 566,0 MHz en 452,0 – 457,5 / 462,0 – 467,5 MHz.



In Tabel 7 is te zien dat Nederland met PMR/PAMR-gebruik van het 450-470 spectrum binnen het ECC-kader opereert. Naast PMR en PAMR mag de band ook worden bestemd voor OOV-toepassingen en wordt het gebruik van de band voor vast-mobiele netwerken als gebruikt in Scandinavië niet zo bestemd, maar wel erkend. Daarnaast bestemt de ITU een deel van de band voor boordcommunicatie, militaire meteorologie toepassingen, ruimteonderzoek en observatiesatellieten. De laatste categorie is alleen toegestaan als deze systemen op aarde niet stoort. Omdat de toepassingen onderling niet compatibel zijn dienen landen onderling afspraken te maken over allocatie van de band.

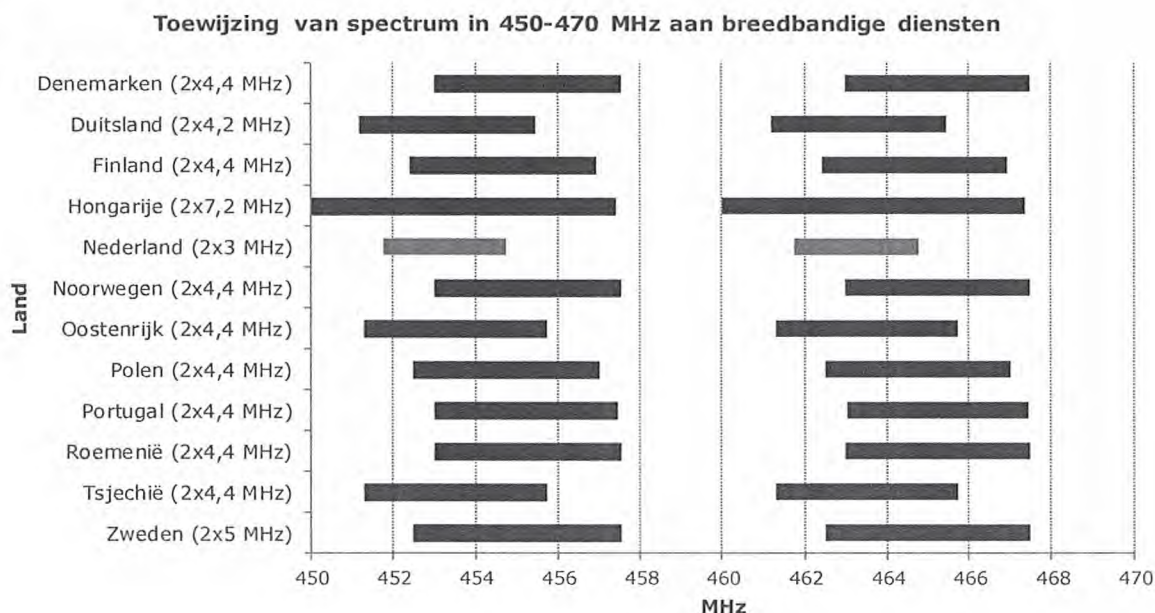
Tabel 7 Overzicht van huidige harmonisatie, op basis van spectrumindeling van het ECC [46]

Gebruik	Meest recente beslissing	Spectrum (ECC; MHz)				
		450 - 455	455 - 456	456 - 459	459 - 460	460 - 470
PMR/PAMR	ECC (06) 06 (2013)	✓	✓	✓	✓	✓
Mobiele netwerken	Erkend gebruik (ECC, ECA 2016)		✓	✓		✓
Vast-mobiele netwerken	Erkend gebruik (ECC, ECA 2016)	✓	✓	✓	✓	✓
Boordcommunicatie (schepen)	ITU (WRC, 2015)			✓	✓	✓
Meteorologie (militair)	ITU (WRC, 2015)					✓
Ruimteonderzoek	ITU (WRC, 2015)					✓
Observatiesatellieten	ITU (WRC, 2015)					✓
Breedband OOV-toepassingen	ECC (16) 02 (draft, 2016)	✓	✓			✓

Begin 2017 heeft Duitsland aangegeven van plan te zijn vanaf 2020 de 450-470 band uitsluitend voor kritische infrastructuur toepassingen te willen bestemmen [26]. Uitwerkingen van dit plan zijn nog niet beschikbaar en het is onduidelijk of vergunninghouders op tijd op de hoogte kunnen worden gesteld.

Figuur 4 geeft een overzicht van de delen van de 450-470 MHz frequentieband die in de verschillende Europese landen zijn toegewezen aan breedbandig gebruik. In een aantal landen, waaronder Nederland, wordt voor breedbandig PAMR een band gehanteerd die niet past binnen het ITU-bandplan voor IMT. Inmiddels overweegt ITU het toevoegen van een band ('D12': 450-455 / 460-465 MHz) welke in Nederland de PAMR-band zou omvatten. Het D12-initiatief komt uit China, waar deze band wordt ingezet voor uitrol van een LTE-netwerk [62].





Figuur 4 Toewijzing van spectrum tussen 450-470 MHz in verschillende landen

Voor de industrie is met name het standaardiseren van bandplannen voor de 450-470 MHz-band van belang. Hoewel apparatuur vaak in steeds bredere delen van het spectrum kunnen worden gebruikt is standaardisatie van belang om te kunnen profiteren van schaalvoordelen ten aanzien van radiomodules en chipsets. Ook wordt druk uitgeoefend op overheden om delen van de 450-470 MHz-band te bestemmen voor specifieke doeleinden (onder andere vanuit de utiliteitssector). Andersom is ook 'harmonisatie' aan de zijde van de afnemer van groot belang. Met name de Europese nutsbedrijven hebben zich als groep georganiseerd en lijken gezamenlijk in te zetten op de 450 MHz-band. [55]

De plannen van Duitsland ten aanzien van de 450-470 MHz-band

In Duitsland is 2x5,74 MHz in de 450-470 MHz-band bestemd voor draadloze nettoegang. Daarvan is 2x 1 MHz bestemd voor 'bedrijfscommunicatie' (circa 1.600 vergunningen, waarvan 400 alleen in het bovenste banddeel), en is 3x 2x 1,25 MHz vergund aan twee gebruikers (Deutsche Telekom en 450Connect).

Duitsland geeft aan in 2020, na het verlopen van de huidige PAMR-vergunningen in de 450-470 MHz-band, de band uitsluitend te willen bestemmen voor kritieke infrastructuur, waarbij energie, hulpdiensten en defensie als voorbeelden worden genoemd. [26] Figuur 5 toont de voorgestelde indeling van de band per 2020 in drie (gepaarde) kavels.



Figuur 5 De door BNetzA voorgestelde indeling van de 450-470 MHz-band in Duitsland na 2020 [26]

Er is nog veel onduidelijk rondom de precieze invulling en haalbaarheid van dit plan. Het 'refarmen' van de band is in Duitsland eenvoudiger dan in Nederland, omdat het aantal vergunningen voor bedrijfscommunicatie flink lager ligt dan het aantal PMR-vergunningen in de Nederlandse 450-470 MHz-Band (circa 5.400). Zowel 450Connect als Deutsche Telekom zijn van plan communicatienetten voor de energiesector te realiseren. [74] De kans is groot dat deze bedrijven dan ook zullen intekenen op de nieuwe kavels.

4.3 Spectrumontwikkeling

Ten aanzien van het spectrum voor professionele mobiele communicatie zien we een aantal trends, welke binnen en buiten Nederland spelen. Tabel 8 geeft een overzicht; vervolgens bespreken we iedere trend kort afzonderlijk.

Tabel 8 Overzicht trends spectrum voor professionele mobiele communicatie

Trend	Start (mainstream)	Eind (mainstream)
Aanpassingen 450-spectrum t.b.v. migratie CDMA naar LTE	~1 á 2 jaar	~ 4 á 5 jaar
Initiatieven harmonisatie IoT	Reeds zichtbaar	~ 4 á 5 jaar
Europese discussie spectrum nutsbedrijven	Reeds zichtbaar	~ 4 á 5 jaar
Toename mogelijkheden virtualisering spectrum	Reeds zichtbaar	~4 á 5 jaar

Aanpassingen 450-spectrum t.b.v. migratie van CDMA naar LTE

In de Europese landen waar gebruik wordt gemaakt van CDMA in de 450-band spelen plannen voor migratie naar LTE. Naar aanleiding hiervan voert het CEPT op dit moment onderzoek uit naar interoperabiliteit van LTE in het 450-spectrum met de andere gebruikers. De resultaten van de studie worden naar verwachting medio 2017 bekend, waarna een beslissing van het CEPT (ten aanzien van technische eisen voor co-existentie) wordt verwacht rond september 2017.

Vergunningvrij spectrum voor private netwerken

Initiatieven voor harmonisatie IoT-spectrum

Het ECC onderzoekt het harmoniseren van technische vereisten voor gebruik van LTE in de 450-470 MHz-band, met specifiek aandacht voor de inzet van NB-IoT. Het rapport wordt in september 2017 verwacht. [47]

Ten aanzien van IoT speelt internationaal gezien vooral een discussie rondom de vergunningvrije banden. Met name het spectrum rond 902 – 915 MHz zou daarvoor een interessante aanvulling kunnen zijn. [34]

Voor IoT in vergund spectrum verwachten we dat de operators vooral NB-IoT en LTE-M zullen uitrollen in de 'onderste' frequentiebanden die de operators reeds in hun bezit hebben. In Nederland gaat het concreet om Vodafone (NB-IoT, naar verwachting in 800 MHz-spectrum), T-Mobile (NB-IoT, waarschijnlijk 900 MHz) en KPN (LTE-M, waarschijnlijk 800 MHz). Vanaf 2020 komt daar spectrum in de 700 MHz-band bij. [66] In ITU-verband loopt er, vanwege de vergaande mate van harmonisatie van de 700 MHz-band, een initiatief om de band te verbreden en bepaalde delen van de band te bestemmen voor NB-IoT.

Spectrumvraag vanuit specifieke sectoren

In een aantal sectoren lijkt een groeiende vraag naar (eigen) spectrum te ontstaan. We zien specifiek groeiende vraag vanuit grotere organisaties (waarbij het met name gaat om private

mobiele netwerken) in de utiliteitssector en logistiek. De nutsbedrijven, verenigd in EUTC (European Utilities Telecom Council), pleiten voor het reserveren van 2x3 MHz aan spectrum in de 400-470 MHz-frequentieband²⁴. [55]

We merken op dat de sectoren een strategische drijfveer kunnen hebben om juist nu om spectrum te vragen. In Nederland en andere landen worden op dit moment diverse frequenties geveild ten behoeve van mobiele data. Verschillende afnemers geven aan dat zij vrezen dat de operators, net als tot nu toe het geval was, in beperkte mate tegemoet zullen komen aan de behoefte aan kritische mobiele communicatie. Ondanks dat de afnemers in sommige gevallen geen concrete casus hebben voor breedbandige mobiele kritische datatoepassingen beargumenteren zij dat deze in de toekomst zeer waarschijnlijk wél zal ontstaan, en dat dan geen mogelijkheid meer is tot het verkrijgen van het benodigde spectrum (of een dienst bij een operator die aan de eisen voldoet). Afnemers willen in andere woorden de ruimte blijven houden om een *make or buy*-beslissing te kunnen maken. Het is daarom belangrijk kritisch te blijven kijken naar de behoefte, en te beoordelen of deze niet op basis van het huidige aanbod kan worden ingevuld.

Toename mogelijkheden virtualisering spectrum

In paragraaf 3.2 hebben we reeds beschreven dat virtualisering maakt dat het voor eindgebruikers steeds minder relevant wordt welke onderliggende infrastructuur en spectrum worden ingezet om een bepaalde dienst te leveren. Ook vanuit het perspectief van spectrummanagement ontstaan mogelijkheden voor virtualisering. Op de lange termijn (10+ jaar) zien de vendors een situatie voor zich waarbij netwerken en terminals dynamisch toegang verkrijgen tot spectrum, al naargelang de behoefte en de toepassing. Hierin kan rekening worden gehouden met zaken als prioritering, in-buildingpenetratie (een gebruiker krijgt alleen een 'lage' frequentie als hij zich binnen bevindt) en 'quality of service'. Het grote voordeel hiervan is dat spectrum efficiënter en effectiever kan worden ingezet dan in de huidige situatie met statische toewijzing.

De eerste stappen op het gebied van virtualisering van spectrum worden op dit moment gezet. Een voorbeeld is het Amerikaanse CBRS-systeem (Citizen Broadband Radio Service). Hierbij is spectrum in de 3,5 GHz-band (3550-3700 MHz) beschikbaar voor privaat gebruik (typisch op basis van LTE in band 42 en 43). De CBRS-band is niet vergunningplichtig, maar ook niet volledig vergunningvrij: spectrum wordt dynamisch en geautomatiseerd beschikbaar gesteld en verdeeld onder aanvragende gebruikers. In het dynamische systeem is daarnaast voorrang geregeld voor bepaalde gebruikers en soorten gebruik: incumbent gebruikers (met name defensie en radar) en betalende organisaties krijgen onder bepaalde voorwaarden voorrang boven alle andere gebruikers. [56]

²⁴ In eerste instantie pleitte het EUTC voor 2 x 3 MHz in de 450-470 MHz-band. Vanwege beschikbaarheid van spectrum in de 410-320 MHz-band (in onder andere Ierland) houdt men nu vast aan 2 x 3 MHz in de 400-470 MHz-band.



Conclusie

- De 450-470 MHz-band is naast de 410-430 MHz-band de enige band waarin professionele gebruikers, aan wie geen specifiek spectrum is toegewezen, exclusief spectrum kunnen bemachtigen. De belangrijkste alternatieven zijn de 410-430 MHz-band, onderhandse toegang, en vergunningvrij spectrum.
- In de meeste andere landen wordt het 450-470 MHz-spectrum voor zowel PAMR als PMR gebruikt. Daarnaast mag de band ook worden bestemd voor OOV-toepassingen en wordt het gebruik van de band voor vast-mobiele netwerken erkend. In een aantal landen, waaronder Nederland, wordt een PAMR-band gehanteerd die niet past binnen het ITU IMT-bandplan. Er bestaan initiatieven voor wijziging van deze banden en de bandplannen binnen de standaarden.
- De PAMR-band kent beperkingen ten aanzien van gebruik in grensgebieden.

5 Aanbod van professionele mobiele communicatiediensten

In dit hoofdstuk gaan we in op het dienstenaanbod voor professionele mobiele communicatie in relatie tot de PAMR-band. De vraag die centraal staat, is welke *business cases* mogelijk zijn in de PAMR-band. Bij deze business cases speelt, zoals we zullen zien, het ecosysteem (beschikbaarheid van netwerkapparatuur en handsets) een belangrijke rol. We beginnen met een beschrijving van de geschiedenis van aanbod in de PAMR-band. Vervolgens beschouwen we het huidige aanbod in binnen- en buitenland, en sluiten we af met een vooruitblik naar toekomstig aanbod.

5.1 Historische ontwikkeling

In de jaren tachtig ontstond een tendens van migratie van netwerken in eigen beheer (PMR) naar publieke netwerken voor professionele gebruikers (PAMR). De publieke netten beloofde grotere (kosten)efficiency, grotere geografische dekking, lagere kosten, en nieuwe functionaliteiten en toepassingen. In Nederland opende de Koninklijke PTT in 1988 het Traxys-netwerk (op basis van de analoge MPT-1327 standaard). Het Belgische Entropia had tot 2014 een vergunning voor een landelijk MPT-1327-netwerk.

In de jaren negentig van de vorige eeuw kreeg het idee dat ook professionele gebruikers mee zouden kunnen profiteren van de technologische ontwikkelingen die publieke mobiele telefonie met zich mee had gebracht langzaam voet aan grond. Het Europese normalisatie-instituut ETSI ontwikkelde de TETRA-standaard, een digitaal systeem voor PMR- en PAMR-toepassingen dat sterk leunde op de technologie ontwikkeld voor GSM. In die tijd waren er grote verwachtingen voor TETRA: zowel ETSI als de Europese Commissie lieten marktstudies uitvoeren, die een markt van niet minder dan 6 miljoen terminals in 1995 voorspelden. [21]

Hoewel politiediensten initieel niet eens genoemd worden bij de ontwikkeling van TETRA bleken ze tijdens de ontwikkelingsperiode van deze standaard steeds nadrukkelijker aanwezig. De specifieke eisen van de politie (met name de wens dat mobilifoons ook konden communiceren als er geen netwerk beschikbaar was – direct mode) maakten TETRA complex en duur. Steeds meer potentiële gebruikers haakten ondertussen af, en daarmee ook steeds meer potentiële leveranciers van netwerken en terminals.

Commerciële PAMR-netwerken

In de daaropvolgende jaren leek de PAMR-markt te imploderen. Professionele gebruikers wisten hun functionele vereisten steeds vaker via generieke netwerken (GSM, UMTS, LTE) in te kunnen vullen. Grote professionele gebruikers bouwden eigen netwerken: in Nederland migreerden onder meer de politie, brandweer en ambulance naar C2000 (bestaande uit het P2000-pagernetwerk en het T2000 TETRA-netwerk), en de spoorwegen naar een netwerk gebaseerd op GSM-R.

Ook industriële en bedrijfsmatige gebruikers met hele specifieke eisen bouwen liever een eigen PMR-systeem. KPN sloot haar publieke Traxys-netwerk in 2005, en migreerde klanten zoveel mogelijk naar GSM en het net geopende UMTS netwerk. Net als veel grote telecom-bedrijven besloot KPN geen publiek TETRA-netwerk te bouwen, vermoedelijk omdat het de vraag onvoldoende interessant achtte.

In Nederland en in andere Europese landen probeerden een aantal niche-spelers publieke TETRA-netwerken op te zetten. Het bedrijf Dolphin bouwde TETRA-netwerken in Engeland, Duitsland, Frankrijk en België. In 2002 ging het bedrijf echter failliet. Het bedrijf Inquam kocht de netwerken over, maar schakelde ze in 2004 uiteindelijk definitief uit. Entropia opereert vandaag de dag het enige publiek toegankelijke, landelijk (outdoor) dekkend TETRA-netwerk in Nederland. [48]

De recente opkomst (na 2005) van nieuwe goedkopere industrie gedreven standaarden als dPMR en in het bijzonder DMR maakten het aanleggen van eigen netwerken voor minder kritische toepassingen financieel interessant. Dit leidde opnieuw tot een vermindering van de behoefte aan PAMR-diensten. Ook de opkomst van publieke, commerciële mobiele netwerken maakt dat de specifieke rol van PAMR-netwerken voor dataverkeer kleiner wordt.

Slimme meters als casus voor PAMR-datadiensten

In 2012 werd in de slimme meter een sluitende case voor PAMR-data gevonden. Netbeheerders Stedin en Alliander kozen voor een oplossing gebaseerd op CDMA-1X in de 450–470 MHz-band. Op zichzelf is de keuze voor CDMA opvallend, omdat het een relatief oude technologie was en is (>20 jaar) die tot dan toe niet in Nederland werd ingezet. De netbeheerders zagen de leeftijd van de technologie echter als een voordeel, omdat de benodigde apparatuur geacht werd volwassener en daarmee betrouwbaarder te zijn. Daarnaast heeft de technologie nog wel enige populariteit in de VS en in China, waardoor de prijzen voor apparatuur vergelijkbaar waren met die voor GPRS-terminals in Europa.

Een andere belangrijke reden om te kiezen voor een oplossing gebaseerd op CDMA-450 is het feit dat de frequentieband medio 2009 niet werd gebruikt. KPN stond daarbij voor de keuze om de band in gebruik te nemen, of 'terug te geven', waarbij het (waarschijnlijk anticiperend op inzet voor smart metering) heeft gekozen voor het eerste. We vermoeden dat de beschikbaarheid van relatief goedkope apparatuur en onvolwassenheid van LTE op dat moment de technologiekeuze in het voordeel van CDMA-450 heeft beslist. Interessant is tot slot de keuze voor het realiseren van een eigen, nieuw netwerk, nota bene in een band waarvan het gebruik slechts tot 2020 is gegarandeerd. Stedin en Alliander zagen zich ten tijde van deze keuze genoodzaakt te kiezen tussen twee 'kwaden': ofwel het risico dat de vergunning niet zou worden verlengd, ofwel het risico dat GPRS-dienstverlening (het enige dan beschikbare generieke alternatief) zou worden gestaakt.

De keuze van Enexis voor een generieke mobiele oplossing

Hoewel netbeheerder Enexis in eerste instantie van plan was gebruik te maken van communicatie over de elektriciteitsaansluiting zelf (zogenaamde *Power Line Communication*, PLC) koos deze uiteindelijk een oplossing op basis van GPRS en LTE, waarbij het middels een speciale constructie de mogelijkheid open hield om te kunnen switchen tussen aanbieders.²⁵ De belangrijkste redenen voor deze keuze lijken, afgaand op signalen uit de markt, de volgende te zijn:

- Enexis achtte publiek beschikbare diensten op basis van LTE en GPRS geschikt, terwijl Stedin en Alliander niet tot die conclusie kwamen. De reden hiervoor kan zijn dat Stedin en Alliander de toepassing kritischer achten (en al vooruitlopen op de *smart grid*) dan Enexis. Een andere reden kan zijn dat Enexis,

²⁵ Specifiek heeft Enexis een oplossing ontwikkeld op basis van een Private Virtual Network Operator (PVNO). Hierbij wordt een virtueel mobiel netwerk gebruikt, waarbij het niet uitmaakt door welke operator dit private virtuele netwerk wordt 'uitgezonden'. Het is daarmee mogelijk om op enig moment te switchen van aanbieder zonder wijziging van de apparatuur aan eindgebruikerszijde.



door het latere keuzemoment, beter de toekomstvastheid en geschiktheid van LTE kon beoordelen.

- Voor Enexis speelde, meer dan voor Stedin en Alliander, de dekking in grensgebieden een rol. Er bestond een risico dat het CDMA-netwerk van Utility Connect niet de benodigde dekking of capaciteit kon leveren rondom de grenzen. In de uiteindelijk gekozen oplossing zou Enexis gebruik kunnen maken van verschillende operators om dit risico te mitigeren.
- Enexis hechtte veel waarde aan de mogelijkheid te kunnen wisselen tussen aanbieders. Omdat het netwerk van Utility Connect gebaseerd is op CDMA zou dat in de praktijk niet mogelijk zijn. Enexis heeft die mogelijkheid nu in theorie wel.

Over de vraag of een commercieel netwerk op dit moment 'goed genoeg' is voor het aansluiten van de slimme meter en (in de toekomst) de *smart grid* lopen de meningen in het veld uiteen. Voorstanders van een separaat netwerk verwachten dat dekking en beschikbaarheid gedurende de piekuren van de openbare mobiele netten een probleem wordt. Aan de andere kant lijkt de oplossing op basis van commerciële netten een goede vanuit het perspectief van beschikbaarheid van (goedkope) apparatuur.

5.2 Huidig aanbod

5.2.1 Dienstenmodellen

Eindgebruikers kunnen kiezen uit verschillende aanbieders en modellen om professionele communicatiediensten af te nemen. Hierbij maakt een eindgebruiker verschillende afwegingen. De belangrijkste vraag die een afnemer moet beantwoorden is wie de netwerkconnectiviteit realiseert en beheert (indien netwerkconnectiviteit nodig is). De in de markt beschikbare oplossingen zijn als volgt in te delen:

- *Geen netwerk (PMR zonder basispost)*. Er is in dit geval geen communicatie met andere netwerken of communicatie over grotere afstanden mogelijk.
- *Eigen netwerk in eigen beheer (PMR)*. Een afnemer realiseert en beheert een eigen draadloos netwerk, inclusief alle benodigde infrastructuur (basisstations, antennes, stroomvoorziening, et cetera). In de regel zal het hier gaan om een PMR-netwerk. Het is echter ook mogelijk dat gebruik wordt gemaakt van andere (vergunningvrije) opties, zoals bijvoorbeeld een privaat LTE-netwerk in de daarvoor geschikte frequentiebanden.
- *Eigen netwerk, in beheer derde partij (PMR)*. Een afnemer vraagt een derde partij een eigen PMR-netwerk te realiseren en/of te onderhouden. Afhankelijk van de gemaakte afspraken kan een deel van het beheer bij de afnemer worden gelegd, en een deel bij de dienstverlener.
- *Specifiek mobiel netwerk van een operator (PAMR)*. De afnemer maakt gebruik van connectiviteit op basis van een bestaand, publiek toegankelijk mobiel netwerk dat specifiek is ingericht voor professionele mobiele communicatie (PAMR). We bedoelen hiermee een netwerk waarbij geen enkel deel van de netwerkinfrastructuur wordt gedeeld met niet-professionele communicatie (of het netwerk zo is ingericht dat het daar volledig los van staat; een stroomvoorziening mag bijvoorbeeld worden gedeeld

met andere niet-professionele gebruikers, zolang het professionele deel maar is voorzien van de nodige redundante voorzieningen).

- *Generieke mobiele netwerken.* De afnemer maakt gebruik van een bestaand, publiek toegankelijk, generiek mobiel netwerk. We bedoelen hiermee alle netwerken die niet vallen onder de eerder gedefinieerde groep 'specifieke' mobiele netwerken. Binnen deze generieke netwerken kunnen uiteraard wel enkele specifieke faciliteiten zijn opgenomen voor professionele gebruikers.

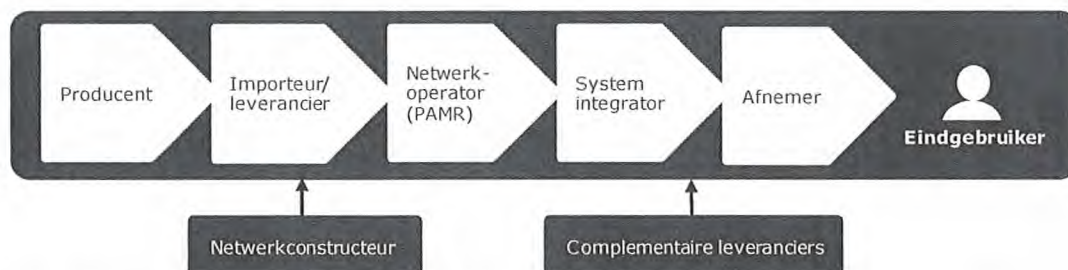
Een eigen netwerk kan financieel het aantrekkelijkst zijn voor gebruikers met een kleine vraag (één mast) en relatief lage beschikbaarheidseisen. Vaak ontbreekt het echter aan de benodigde kennis, en kopen afnemers (delen van) het eigen netwerk in. Eigen netwerken worden ook veel gebruikt door zeer grote gebruikers met zeer hoge beschikbaarheidseisen. Voor hen wegen de zekerheid van het eigen beheer, zekerheid over toekomstige ondersteuning van technologie, invloed op de inrichting van het netwerk en keuzevrijheid het zwaarst. Bij de grote afnemers zien we dat wanneer wordt gekozen voor een eigen netwerk, de realisatie en het onderhoud (als gevolg van de specialistische kennis die benodigd is) vaak wordt uitbesteed.

Wanneer communicatie benodigd is buiten (een klein aantal) specifieke locaties is het realiseren van een eigen netwerk vaak niet meer aan de orde. Taxibedrijven zullen eerder kiezen voor een regionaal of landelijk dekkend netwerk wanneer het dekkinggebied van de taxi's een bepaalde omvang overschrijdt. In sommige gevallen heeft een sector een zodanige omvang, dat (gezamenlijk) een eigen, specifiek netwerk wordt gebouwd (vergelijk bijvoorbeeld GSM-R, of het CDMA-netwerk van Utility Connect).

Grotere gebruikers hebben vaak meerdere verschillende netwerken in gebruik, enerzijds omdat niet alle gebruiksfuncties binnen het hoofdnetwerk te realiseren zijn, anderzijds omdat deze structuur historisch zo gegroeid is en lastig te veranderen blijkt.

5.2.2 Aanbieders

Vanuit de gevarieerde vraag naar professionele mobiele communicatie is een brede waardeketen ontstaan. Figuur 6 geeft een overzicht van de waardeketen en het ecosysteem van de PMR/PAMR- markt.



Figuur 6 Keten en ecosysteem van de Nederlandse markt voor professionele mobiele communicatie

In de waardeketen en het ecosysteem voor professionele mobiele communicatie zijn de volgende partijen te onderscheiden:

- *Producenten.* Er zijn verschillende, meestal wereldwijd opererende producenten die apparatuur ontwikkelen. De grootste producenten die in Nederland apparatuur leveren voor de 'specifieke' PMR/PAMR-technologieën (TETRA, DMR, dPMR, NXDN, analoog) zijn Motorola uit de VS, Kenwood, Vertex standard en ICOM uit Japan, Hytera uit China, TAIT uit Nieuwe Zeeland en Sepura uit het Verenigd Koninkrijk.

(voorheen Pye/Philips/Simoco). Producenten verlenen distributie- en verkooplicenties aan importeurs en leveranciers.

- *Importeurs/ distributeurs.* Er is een aantal importeurs actief in Nederland, welke over het algemeen van verschillende merken voeren. Sommige importeurs verkopen netwerkonderdelen direct aan afnemers, andere alleen aan leveranciers of (kleine) system integrators. Grote system integrators nemen direct van producenten af. Importeurs in Nederland zijn onder andere Smelt, Lumidee en AMCOM.
- *Netwerkoperatoren.* Entropia opereert een PAMR-netwerk op basis van TETRA in de 410-430 band met (bijna) landelijke of substantiële dekking in Nederland. Daarnaast zijn er een aantal PAMR-netwerken voor specifieke toepassingen, zoals het RAM-mobile netwerk op basis van Mobitex voor M2M toepassingen, het semaforie-netwerk van KPN voor paging en het netwerk van Utility Connect met CDMA-netwerk, gericht op smart metering.
- *System integrators.* System integrators ontwikkelen communicatie-oplossingen voor afnemers of basis van hun wensen. Ze verbinden verschillende actoren in de waardeketen en combineren communicatie en meldkamerapparatuur, accessoires en software tot een compleet product. Grote integrators die in Nederland actief zijn Koning en Hartman, Flash Services, ABIOM, SAIT en KPN Critical Communications. System integrators leveren naast PMR oplossingen vaak ook andere bedrijfscommunicatie netwerken als Private-GSM, DAS, Wi-Fi en DECT-systemen. Op deze manier kunnen bedrijven in overleg met een system integrator tot een totaaloplossing komen.
- *Complementaire leveranciers.* Naast de hoofdketen is er een markt van complementaire hardware en softwareleveranciers. Deze leveren apparatuur voor systeemintegratie (bijvoorbeeld DAS-systemen) of maken niche hardware en software producten, specifieke netwerkonderdelen als indoor repeaters, en specialistische terminals, bijvoorbeeld bodycams.

5.3 Internationale vergelijking

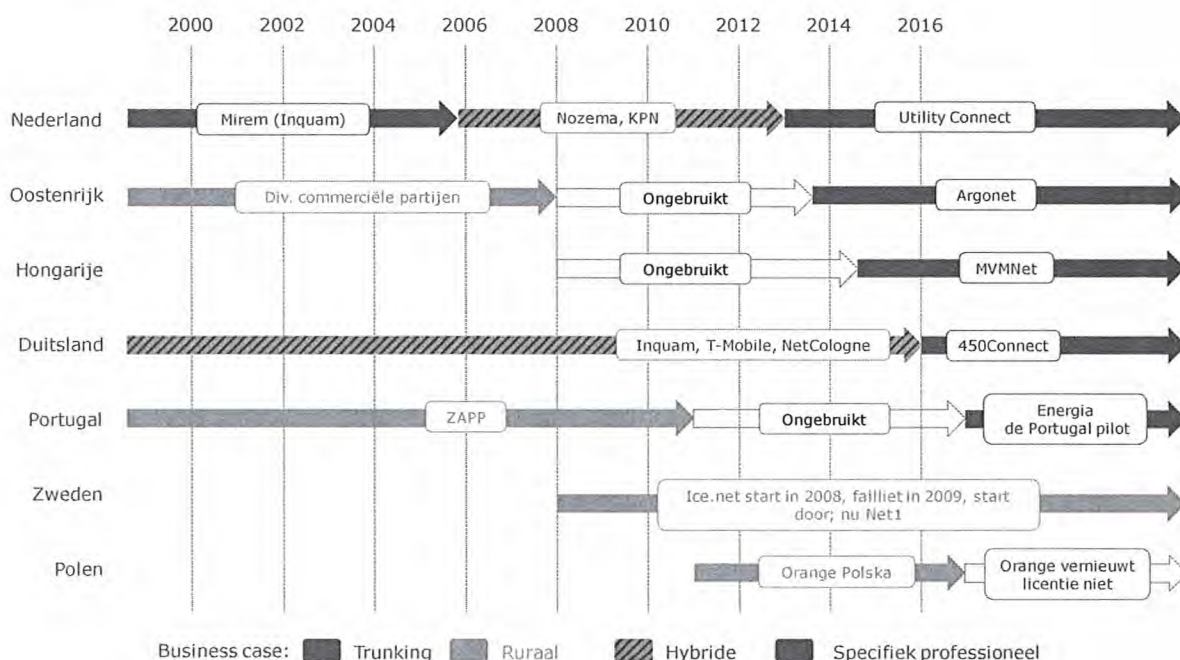
Net als in Nederland vinden we in andere (Europese) landen alle genoemde dienstenmodellen terug ter invulling van de vraag naar professionele mobiele communicatie. We richten ons in deze internationale vergelijking specifiek op dat deel dat in de andere landen wordt aangeboden binnen het 450-470 MHz-spectrum. **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** geeft een actueel overzicht van de aanbieders actief in de 450 MHz-band in verschillende relevante Europese landen. [27]

Het algemene beeld is dat de dynamiek rondom eigen (PMR-)netwerken nauwelijks afwijkt van dat in Nederland; op het vlak van breedbandige netwerken bestaan echter wel interessante verschillen tussen landen. In een groot aantal Europese landen worden in de 450-470 MHz-band breedbandige netwerken geopereerd. In een aantal landen speelt een (beoogde) migratie naar LTE, of een nieuwe vraag naar missiekritisch LTE in de 450-band. Hoewel de MCPTT-features pas in juni 2016 met Release 13 zijn gestandaardiseerd, lijkt er met name buiten Europa vraag te ontstaan naar de technologie. Onder meer Huawei leverde al voor standaardisatie apparatuur met de MCPTT-features, onder de naam LiTRA (LTE Integrated Trunked Radio). De technologie is onder andere in november 2016 uitgerold door Turkcell, en bedient daar vooral OOV-gebruikers. [59]

5.3.1 Business cases

In de verschillende Europese landen zien we, naast kritische communicatienetwerken, twee prominente business cases in het 450-470 MHz spectrum: (ruraal) internet (vast-draadloos, WLL) en netwerken voor specifieke professionele (data)communicatie. Daarnaast zijn er in de verschillende landen aanbieders die frequenties in eerste instantie hebben verkregen voor het aanbieden van *trunked* spraakdiensten, maar deze niet (meer) gebruiken.

Figuur 7 geeft een overzicht van de ontwikkeling van business cases in de 450-band in een aantal Europese landen.



Figuur 7 Geschiedenis van business cases in 450-spectrum in een aantal Europese landen

450 MHz-band voor (consumenten)internet buitengebied

Hierbij wordt spectrum in de 450 MHz-band ingezet voor het realiseren van mobiel of vast/nomadisch draadloos breedbandinternet (WLL, Wireless Local Loop). Het gaat hierbij evenwel niet om breedbandsnelheden die tegenwoordig worden gevraagd en verwacht. Het betreft daarom vooral een 'last resort'-oplossing in zeer uitgestrekte gebieden, waar draadloze oplossingen in andere frequentiebanden (vanwege slechtere propagatie daarvan) niet (kosteneffectief) mogelijk zijn. De belangrijkste aanbieder van ruraal internet in 450 MHz-spectrum is Net1, welke actief is in Zweden, Noorwegen en Finland.

In Duitsland verkreeg aanbieder NetCologne (actief in de regio Keulen) houder van een klein stuk spectrum in de 450-band (2x 1,25 MHz). Het is onduidelijk of, maar tevens onwaarschijnlijk dat NetCologne de frequenties op dit moment nog gebruikt. [24]

450 MHz-band voor specifieke professionele datacommunicatie

In een aantal landen is in het 450-spectrum een aanbieder te vinden die een dedicated netwerk opereert voor M2M-toepassingen van één of een klein aantal specifieke klanten (typisch in de utiliteitssector). We zien hier zowel eigen netwerken (van de afnemer) als netwerken die deels in eigendom of beheer zijn van commerciële telecompartijen. Twee landen zijn relevant vergelijkingsmateriaal voor Nederland:

- *Duitsland*. Het bedrijf 450Connect (in handen van Alliander) heeft beschikking over 2x 1,25 MHz en opereert daarin een netwerk op basis van CDMA. [24] Het netwerk dekt een tiental regio's in Duitsland van verschillende groottes. [6]
- *Oostenrijk*. Het bedrijf Argonet biedt in Oostenrijk een landelijk dekkend netwerk voor professionele en kritische communicatie, waarbij het zwaartepunt ligt op M2M. De operator geeft aan dat het ten opzichte van openbare mobiele netwerken meer garanties ten aanzien van capaciteit en kwaliteit kan geven, en dat afnemers daarnaast meer controle hebben over de technologie en de levenscyclus daarvan. Ten opzichte van traditionele radionetwerken (TETRA en DMR) onderscheidt Argonet zich naar eigen zeggen doordat deze technologieën niet kunnen voorzien in de (data)behoefte, en omdat de benodigde apparatuur hiervoor kostbaar is. [19]

Het netwerk van Argonet is op dit moment gebaseerd op CDMA. Argonet heeft de beschikking over 2x 4,44 MHz spectrum (451,2 – 455,8 MHz / 461,2 – 465,8 MHz). [20] Argonet lijkt daarbij uitsluitend netbeheerders tot haar klanten te rekenen.

In Frankrijk hebben diverse bedrijven met een kritische communicatiebehoefte de krachten gebundeld in het initiatief Agurre. Sinds 2015 beschikt Agurre over eigen spectrum (2x 5 MHz + 2x 3 MHz in de 700 MHz-band). [15] Agurre heeft zijn pijlen inmiddels gericht op het verkrijgen van spectrum in de 400 MHz-band of zelfs daaronder ("<380 MHz"). Agurre geeft aan dat dat met name nodig is voor lange-afstandscommunicatie.

5.4 Aanbodontwikkeling

De 450 MHz-band is commercieel interessant vanwege de 'perfecte' propagatie-eigenschappen – bij hetzelfde zendvermogen komt het signaal kort gezegd veel verder dan een signaal van een hogere frequentie. Dat heeft twee belangrijke consequenties:

- Een radionetwerk op basis van een lagere frequentie kan worden opgebouwd uit een kleiner aantal cellen (en daarmee basisstations) dan een netwerk in hogere frequenties. De initiële netwerkkosten, die sterk afhankelijk zijn van het aantal basisstations, zijn daarmee substantieel lager. Naarmate de gevraagde capaciteit groeit moeten overigens alsnog extra basisstations worden geplaatst, en verdwijnt het relatieve voordeel. Desondanks maakt dit de lagere frequenties interessant voor cases waarin het aantal afnemers (initieel) beperkt is.
- Lagere frequenties dringen beter door in gebouwen dan hoge.

Operators met spectrum in de 450 MHz-band zijn op zoek naar nieuwe bedrijfsmodellen die de gunstige karakteristieken van de 450-band exploiteren: goede dekking en indoorpeneetratie, gecombineerd met lage netwerkkosten vanwege het beperkt aantal uit te rollen sites. Daarbij heeft gestandaardiseerde, goed beschikbare apparatuur (zoals LTE) de voorkeur, vanwege de efficiëntie en beschikbaarheid van apparatuur in de markt.

5.4.1 PAMR-spraakdiensten

Voorafgaand aan de bestemming van de PAMR-frequentieband in Nederland onderzocht VKA de markt voor PMR en PAMR. [88] Het bureau stelde daarbij een aantal trends vast. VKA verwachtte in 2004 dat de behoefte aan PAMR-spraakdiensten over grotere afstanden zou gaan afnemen. Het onderliggende argument was dat een aanzienlijk deel van de gebruikers zou overstappen naar commerciële mobiele netwerken, die de nodige professionele functionaliteiten zouden gaan implementeren.

In de afgelopen jaren hebben we dat laatste echter slechts beperkt zien gebeuren. We zien nu wel hernieuwde aandacht voor het implementeren van professionele functionaliteit in de standaarden die op de commerciële netwerken worden toegepast (onder andere MCPTT voor LTE in Release 13). De reden hiervoor is dat met name de LTE-standaard door de vendors wordt gepusht voor het Amerikaanse *Firstnet*, waar deze functionaliteiten gevraagd worden. Desondanks is het de vraag of de specifieke features ook daadwerkelijk worden geïmplementeerd op de commerciële netten, en of daarbij ook de juiste commerciële randvoorwaarden worden voldaan (kunnen de commerciële netten bijvoorbeeld de gevraagde betrouwbaarheid leveren, en de garantie dat capaciteit beschikbaar blijft wanneer andere gebruikers het netwerk zwaar belasten?).

Wel constateren we dat ten opzichte van 2004 meer en goedkopere diensten op de markt zijn gekomen voor generieke spraakcommunicatie over commerciële netwerken. Met name in het minder kritieke segment zien we oplossingen zoals apps voor 'push to talk' over mobiele data hun intrede doen. Een voorbeeld is de taxibranche, waarin mobilofonie plaats heeft gemaakt voor een tablet met een dataverbinding over commerciële mobiele netten.

Met name de grotere en meer kritische gebruiker is daarmee nog steeds aangewezen op PMR of PAMR. Daarbij is de keuze tussen beiden een 'make or buy'-beslissing. Voor gebruik dat zich lokaal op een eigen terrein of binnen een eigen bedrijfspand bevindt, zijn de schaalvoordelen van een PAMR-netwerkaanbieder (die vaak alsnog moet investeren indoor dekking te realiseren op die locatie) beperkt ten opzichte van PMR. Daarnaast zien we in de markt voldoende beschikbaarheid van PMR 'als dienst'. De mogelijkheden voor specifieke aanpassingen die een eigen PMR-netwerk biedt ten opzichte van een PAMR-dienst kunnen voor bepaalde veeleisende gebruikers de doorslag geven. Het feit dat PAMR in Nederland (voor wat betreft spraak) door slechts één, relatief kleine partij wordt geleverd maakt dat gebruikers met hoge eisen ten aanzien van continuïteit alsnog kiezen voor een eigen netwerk, zelfs wanneer zij volledige uitbesteding prefereren.

5.4.2 PAMR datadiensten

In 2004 voorzag VKA een groei van de behoefte naar datadiensten over wide-area PAMR, gedreven door de digitalisering van bedrijfsprocessen en de samenleving als geheel. Sinds 2004 is het totale volume mobiele data inderdaad exponentieel gegroeid als gevolg van de introductie van de smartphone in 2007. Ook het aantal mobiele machine-to-machineaansluitingen is gegroeid. Tussen 2015 en 2016 groeide het aantal aansluitingen voor machine-to-machine met circa 35-40% op de generieke mobiele netten²⁶. ACM schrijft de groei toe aan toegenomen vraag naar Internet of Things-connectiviteit. [7] De groei lijkt echter vooral neer te zijn geslagen op de publieke mobiele netwerken – de operatoren van specifieke netwerken rapporteren dat de markt de afgelopen jaren stabiel is.

VKA concludeerde in 2004 dat er slechts een marginale business case bestond voor PAMR. [89] Die conclusie strookt met de situatie in Nederland tot circa 2012 – het bleek tot die tijd lastig om een business case rond te krijgen, noch voor spraak (Entropia bood inmiddels spraakdiensten aan over een nieuw TETRA-netwerk), noch voor data. Hoewel er een grote vraag leek te bestaan aan mobiele data, had deze niet de specifieke eisen die de inzet van een PAMR-netwerk vragen, of was het ecosysteem (met name de beschikbaarheid van apparatuur) niet voldoende.

²⁶ Afhankelijk van welke kwartalen worden vergeleken. De cijfers zijn afkomstig van ACM en gebaseerd op door operators gerapporteerde aantallen. Alleen de operatoren van publieke mobiele netwerken zijn opgenomen; RAM, Entropia en Utility Connect zijn niet meegenomen.

LPWA IoT

Verschillende operators spelen in op de groeiende vraag naar connectiviteit voor Internet of Things. Zoals eerder besproken gaat het om zeer grote aantallen apparaten waarvoor goedkope connectiviteit wordt gevraagd. De datavolumes zijn typisch laag en in veel gevallen gaat het om apparatuur die lange tijd autonoom op een batterij moet opereren. [34] De operators bieden hiervoor LPWA-diensten aan. We zien de volgende varianten in de markt:

- LPWA IoT in vergunningvrij spectrum. KPN heeft een landelijk dekkend netwerk op basis van LoRaWAN uitgerold (in het ISM-spectrum rond 868 MHz). Het initiatief The Things Network heeft ook een netwerk in dezelfde frequentie. Het bedrijf Aerea, van Franse origine, heeft een netwerk op basis van de SIGFOX-technologie (ultra-narrowband) in dezelfde frequentieband.
- Operators Vodafone en T-Mobile hebben aangekondigd NB-IoT uit te rollen op hun netwerken. Ook zijn de eerste modules voor NB-IoT op de markt verschenen. De verwachting in de markt is dat de prijzen van deze modules uiteindelijk op het niveau van LoRa en SIGFOX zullen uitkomen.
- KPN heeft, naast haar LoRa-netwerk, ingezet op LTE-M.

We verwachten (zie paragraaf 2.3) dat van de exponentiële groei van het aantal IoT-devices slechts een klein deel zal neerslaan in het segment voor kritische datacommunicatie en (daarmee) PAMR-dienstverlening.

Netwerkinfrastructuur

Op dit moment zijn vooral Huawei en ZTE actief als aanbieders van netwerkinfrastructuur voor CDMA-1X en CDMA-EVDO. LTE-450 wordt op dit moment door zowel Huawei, ZTE als Nokia uitgeleverd in Europa. LTE-M en NB-IoT zien we nog niet terug in de 450-band – deze technologieën worden eerst uitgerold in de bestaande banden voor mobiele netwerken (800-900 MHz).

Mogelijkerwijs ondersteunt een deel van de ('single RAN'-)netwerkapparatuur die nu in gebruik is bij operators, met enige aanpassing, de 450-band. Of dat het geval is hangt sterk af van de specifieke situatie (niet alleen de basisstations, maar ook de antennes en andere onderdelen van het netwerk moeten geschikt zijn).

Terminals

Aan de terminalzijde is de *chipset* de belangrijkste bouwsteen voor het kunnen toepassen van een technologie. Veelal worden de chipsets geïntegreerd met bijbehorende componenten (antennes, versterkers, et cetera) in een *wireless module*, die gemakkelijker in een apparaat is te integreren.

De chipsets voor LTE-450 worden geleverd door Altair, HiSilicon, GCT, Neul (Huawei), Qualcomm en ZTE. De meeste op dit moment beschikbare chipsets werken uitsluitend in LTE-band 31. De genoemde vendors hebben LTE-M en NB-IoT op hun roadmaps, maar er zijn nog niet op grote schaal modules beschikbaar voor beiden in de 450-band. De draadloze modules voor LTE-450 worden met name geleverd door AsiaTelco, Cellient, Hucom, Telit en ZTE. Vanwege de beperkte beschikbaarheid van chipsets voor LTE-M en NB-IoT in 450 MHz zien we hiervoor op dit moment eveneens geen draadloze modules op de markt.

Conclusie

- Een PAMR-dienst concurreert primair met (1) eigen (PMR-)netwerken, al dan niet in beheer van een derde partij, en (2) generieke mobiele netwerken. In specifieke gevallen vormt communicatie zonder netwerk een substituuut.
- In Nederland is een landelijke PAMR-datadienst (op basis van Mobitex) en een landelijke PAMR-spraakdienst beschikbaar (op basis van TETRA) in 410-430 MHz. De Nederlandse mobiele operators hebben aangegeven NB-IoT of LTE-M uit te zullen rollen. Een van de operators opereert daarnaast een LoRa-netwerk. Deze diensten vormen substituten voor een PAMR-dienst.
- In veel landen is de 450 MHz-band in gebruik genomen ten behoeve van nutsbedrijven. Ruraal internet was hiervoor eveneens een veel geziene toepassing. Ander gebruik lijkt niet van de grond te zijn gekomen.

6 Toekomstig gebruik van de PAMR-band

In dit hoofdstuk bespreken we welk toekomstig gebruik van de PAMR-band (tot en met tenminste eind 2025) mogelijk en realistisch is. Allereerst bespreken we de geschiktheid van PAMR voor verschillende gebruiksscenario's ten opzichte van alternatieve dienstenmodellen. Vervolgens kijken we naar de rol die de PAMR-band kan vervullen gegeven het spectrum en daarin bruikbare technologie. Op basis daarvan bespreken we de business case voor een dienst in de PAMR-band, waarmee we komen tot een aantal reële toekomstige gebruiksvormen. Tot slot reflecteren we op de bestemming van de band en gebruiksvoorwaarden in het licht van de gevonden reële toekomstige gebruiksvormen.

6.1 Vraag versus aanbod: geschiktheid dienstenmodellen

Allereerst kijken we naar de geschiktheid van de verschillende *dienstenmodellen* voor het voorzien van de behoefte in een bepaald gebruiksscenario (zoals besproken in hoofdstuk 2).

Spraakdiensten

Tabel 9 toont een overzicht van de relatieve geschiktheid van verschillende dienstenmodellen voor gebruik in verschillende gebruiksscenario's voor spraak.

Tabel 9 Vraag- versus aanbodvormen voor professionele spraakdiensten (++: zeer geschikt, --: zeer ongeschikt)

Vraag	A BHV	B Landelijke calamiteit en	C Productie intern	D Productie extern	E Facilitair	F Monitoring
Kritiekheid	Missiekr.	Missiekr.	Bedrijfskr.	Bedrijfskr.	Niet	Niet
Geografisch	Afgebakend	Landelijk	Afgebakend	Landelijk	Afgebakend	Landelijk
Aanbod						
Géén netwerk (alleen direct)	++	--	-	--	+	--
Eigen netwerk (PMR)	++	--	++	--	++	--
Specifiek publiek netwerk (PAMR)	+	++	+	++	+	++
Generiek netwerk	--	+	-	++	++	++

Tabel 9 geeft het volgende beeld:

- Directe communicatie (géén netwerk) is per definitie ongeschikt wanneer het gebruiksscenario *landelijk* is. Ook binnen afgebakende gebieden loopt het, vanwege beperkt bereik, snel tegen beperkingen aan. Het is echter wel een relatief goedkope oplossing voor niet-kritische communicatie. Daarnaast is de robuustheid in geval van calamiteiten een groot voordeel: zolang de terminals het doen is communicatie mogelijk. In alle andere scenario's biedt directe communicatie niet de typisch gevraagde mogelijkheden voor het kunnen sturen (prioriteren, groeperen, centraal beheren) van spraakverkeer.
- Een eigen netwerk maakt betrouwbare communicatie in geografisch *afgebakende* scenario's mogelijk. Afnemers geven aan de hoge mate van controle en onafhankelijkheid van andere systemen en het stroomnetwerk als groot voordeel te zien. Vanwege de hoge mate van controle kan het netwerk precies worden ontworpen naar de behoefte, waarbij de afnemer zelf een kosten/batenafweging kan maken. Een eigen netwerk is echter ongeschikt voor communicatie in *landelijke* scenario's.
- PAMR-diensten zijn, ten opzichte van eigen netwerken, meer '*one size fits all*', maar wel specifiek gericht op de professionele afnemer. De netwerken leveren op het gebied van spraak wat professionele gebruikers nodig hebben. Er is beperkte flexibiliteit ten aanzien van specifieke gebruikers. PAMR-aanbieders geven bijvoorbeeld aan het netwerk op vraag van afnemers te verbeteren (bijvoorbeeld door het bijplaatsen van een opstelpunt). Ook bieden PAMR-dienstverleners aanvullende diensten (zoals de mogelijkheid voor een afnemer om rechtstreeks te verbinden met het netwerk van de aanbieder, of apparatuur te plaatsen in het datacenter van de aanbieder). Desondanks hebben afnemers minder controle en zekerheid dan bij een eigen netwerk het geval is (ten aanzien van aspecten als redundantie, technologiekeuze, implementatie van nieuwere features, et cetera).

Ten opzichte van eigen netwerken is het grote voordeel dat PAMR-spraakdiensten kunnen voorzien in landelijke scenario's. Dienstverleners kunnen kritieke communicatie leveren, al zullen afnemers de aanbieders tot op zekere hoogte moeten 'vertrouwen', zelfs wanneer er goede SLA's zijn overeengekomen. De boeteclausules en garanties in SLA's kunnen hoog zijn, maar staan in geen verhouding tot het mogelijk verlies van mensenlevens (en overige voortvloeiende schade). Voor afnemers van kritieke communicatie telt uiteindelijk niet de papieren, maar de daadwerkelijk gerealiseerde betrouwbaarheid. In de selectie door afnemers lijkt dit 'vertrouwen' een niet te onderschatten rol te spelen.

- Generieke mobiele netwerken kunnen vooralsnog niet alle functionaliteiten en garanties leveren voor missiekritische spraakcommunicatie. Voor bedrijfskritische communicatie zijn zij (indien de specifiek gevraagde functionaliteit beschikbaar is) evenwel goed geschikt. We verwachten dat de operators MCPTT-functionaliteit op een gegeven moment zullen uitrollen. We verwachten tegelijkertijd dat de operators terughoudend zullen blijven met investeringen in het netwerk die de betrouwbaarheid substantieel verhogen.

In geval van calamiteiten zijn de (relatief complexe) generieke netwerken onderhevig aan uitval en overbelasting door andere gebruikers. Uitval wordt veroorzaakt doordat de netwerken slechts ten dele zijn beschermd tegen calamiteiten (zo zijn basisstations in Nederland niet voorzien van uitgebreide noodstroomvoorziening, en zijn mogelijk niet alle delen van het netwerk altijd redundant uitgevoerd). Overbelasting kan in principe worden voorkomen door prioritering te configureren in het



netwerk. De complexiteit maakt echter dat dit op veel punten in het netwerk moet worden ingeregeld en gecontroleerd. De bevroegde afnemers geven aan dat generieke mobiele operators in het algemeen beperkt mogelijkheden tot aanpassing van het netwerk aan een specifieke afnemer of toepassing bieden (beperkter dan de PAMR-aanbieders).

Datadiensten

Tabel 10 geeft een overzicht van de relatieve geschiktheid van verschillende dienstenmodellen bij verschillende gebruiksscenario's voor data.

Tabel 10 Vraag- versus aanbodvormen voor professionele datadiensten (++: zeer geschikt, --: zeer ongeschikt)

Vraag	A BHV	B Landelijke calamiteit en	C Productie intern	D Productie extern	E Facilitair	F Monitoring
Kritiekheid	Missiekr.	Missiekr.	Bedrijfskr.	Bedrijfskr.	Niet	Niet
Geografisch	Afgebakend	Landelijk	Afgebakend	Landelijk	Afgebakend	Landelijk
Aanbod						
Géén netwerk (alleen direct)	+	--	+	--	+	--
Eigen netwerk (PMR)	+	--	+	--	+	--
Specifiek publiek netwerk (PAMR)	+	++	+	++	+	+
Generiek netwerk	-	+	+	++	++	++

Kijken we naar datadiensten, dan zien we daarbinnen een vraag naar breedbandige en naar smalbandige communicatie. In het 'breedbandsegment' gaat het voornamelijk om streaming (live) video en grote datastromen. We zien hier op dit moment en de komende 2 á 3 jaar voornamelijk niet-kritische toepassingen. Het breedbandsegment kan, gezien de beperkte hoeveelheid spectrum, niet worden bediend vanuit de PAMR-band. Ten aanzien van PAMR gaat het dus vooral om smalbandige datadiensten. Zoals in hoofdstuk 2 besproken betreft dat voornamelijk (1) korte berichtencommunicatie gerelateerd aan spraakverkeer, en (2) M2M-communicatie. Uit Tabel 10 komt het volgende beeld naar voren:

- Directe datacommunicatie (zonder netwerk) speelt een beperkte rol. Als er al sprake is van directe datacommunicatie tussen mobiele gebruikers, dan is dat vaak in de context van een gesprek, en eerder aan toevoeging op de spraakdienst dan een losstaande dienst. We zien een dergelijke datadienst dan ook vaak uitgerold als onderdeel van een spraakdienst (bijvoorbeeld als 'short data service' bij TETRA). Op vlak van M2M-communicatie zal het typisch gaan om 'bedieningsverkeer' (bijvoorbeeld tussen een afstandsbediening en een kraan), waarvoor propriëtaire communicatie wordt gebruikt.

Tot 2025 zien we vooral ontwikkelingen op het vlak van directe missiekritische communicatie tussen voertuigen (vehicle-to-vehicle) waarbij directe communicatie wordt ingezet. Merk op dat het nog wel even zal duren voordat hier daadwerkelijk gesproken kan worden van missiekritische communicatie: in eerste instantie zal er bij zelfrijdende auto's altijd een terugvaloptie zijn. Ook meshnetwerken kunnen een rol gaan spelen in professionele scenario's. We zien dergelijke oplossingen echter nog beperkt terug in de markt.

- Een eigen netwerk kan prima worden ingericht voor professionele datacommunicatie binnen een afgebakend gebied. We zien gebruikers in de 450-470 MHz-band hiervoor op dit moment propriëtaire systemen gebruiken. Gestandaardiseerde systemen die passen in een PMR-frequentie en waarvoor apparatuur beschikbaar is, zijn er nog nauwelijks. In de vergunningvrije banden (onder andere in 1800 MHz) is wel de benodigde ruimte. Een grotere databehoeftte kan alleen worden ingevuld met een breedbandige oplossing, en daarvoor zijn alleen vergunningvrije frequenties beschikbaar (bijvoorbeeld 2x 5 MHz in de 1800 MHz-band).
- Specifieke publieke netwerken kunnen (bijvoorbeeld in het PAMR-spectrum) landelijke kritische datacommunicatie bieden – de netwerken zijn in de regel ontworpen met redundantie en operatie in geval van calamiteiten in het achterhoofd. Andere dienstenmodellen kunnen dit niet of niet landelijk bieden. De datacapaciteit van de specifieke publieke netwerken is evenwel beperkt (nu vanwege de gebruikte, oudere technologieën, en in de toekomst het feit dat de PAMR-band relatief smal is vergeleken bij het spectrum dat generieke mobiele netwerken tot hun beschikking hebben).
- Generieke mobiele netwerken zijn prima in staat om, en worden veel gebruikt voor, niet-kritische datacommunicatie te faciliteren. Ten opzichte van de alternatieven is de landelijke dienstverlening zeer kosteneffectief.

Kijken we naar de functionele eisen die worden gesteld aan bedrijfs- en missiekritische dienstverlening, dan zien we dat de commerciële netwerken prima in staat zouden moeten zijn hieraan te voldoen. [72] [53] De betrouwbaarheid van de netwerken en de mate van controle voor de afnemer vormen op dit moment de belangrijkste beperkingen. Er zijn echter mitigaties denkbaar waarmee de generieke netwerken in specifieke gevallen desondanks geschikt kunnen worden gemaakt voor kritische datacommunicatie. Een voorbeeld is het datanetwerk dat in België wordt gebruikt in aanvulling op het missiekritische ASTRID-netwerk; om het gewenste betrouwbaarheidsniveau te halen worden daar de generieke mobiele netwerken van drie operators gecombineerd gebruikt. [22] Zoals eerder beschreven gebruikt Enexis een PVNO-oplossing waarmee hetzelfde mogelijk zou moeten zijn. Ook maken sommige afnemers gebruik van buitenlandse SIM-kaarten zodat op de verschillende Nederlandse netwerken 'geroamd' kan worden.

Voor de operators van generieke mobiele netwerken is de markt voor afnemers van *missiekritische* datadiensten in volume relatief klein. De door deze groep gestelde eisen aan de dienst zijn daarnaast relatief hoog vergeleken met die van de andere afnemers. Een operator zou (meer nog dan voor bedrijfskritische toepassingen) allerlei zaken in het netwerk moeten veranderen om deze groep te accommoderen, terwijl de opbrengsten beperkt zijn. Het gaat in sommige gevallen om fundamentele veranderingen in het netwerk. [72]

- Voor locatiegebonden communicatie hebben de landelijke netwerken als nadeel dat een afnemer weinig invloed heeft op de dekking en performance van het netwerk op



de locatie, en kan deze (zonder specifieke configuratie van de aanbieder) negatieve invloed ondervinden van andere gebruikers.

Conclusie

- Een PAMR-dienst is goed geschikt om behoefte aan professionele *spraakcommunicatie* in alle gebruiksscenario's in te vullen. Het relatieve voordeel van PAMR is voornamelijk landelijke dekking, specifieke functionaliteit en het feit dat het een specifiek netwerk betreft.
- Een PAMR-dienst is geschikt om een behoefte aan *datacommunicatie* in te vullen. Gezien het beperkte spectrum in de PAMR-band zal het daarbij gaan om smalbandige toepassingen (datacommunicatie in de context van een gesprek of M2M-communicatie). Ten opzichte van alternatieve dienstenmodellen biedt PAMR meerwaarde in landelijke, kritische gebruiksscenario's. In de andere gebruiksscenario's zijn alternatieven (nog) beter geschikt.

6.2 Technologiekeuze

Een belangrijke factor bij toekomstig gebruik van de PAMR-band is de technologiekeuze.

Spraakdiensten

Alle in hoofdstuk 3 besproken technologieën komen in aanmerking voor het bieden van een spraakdienst. In de markt voor spraak zien we dat oude, beproefde technologieën populair zijn en voorlopig zullen blijven. In Nederland en andere Europese landen zien we aan de onderkant van de markt analoge systemen en een groeiend aantal digitale (naar verwachting voornamelijk op basis van DMR en NXDN). Aan de bovenkant van de markt is TETRA veel toegepast. Gezien de recente vernieuwing van het C2000-netwerk verwachten we dat deze rol voor TETRA gehandhaafd blijft. Wel is het mogelijk dat nieuwe gebruikers zullen uitwijken naar alternatieven (voornamelijk DMR of een generiek netwerk met LTE en de MCPTT-features).

Datadiensten

Voor een datadienst liggen op dit moment CDMA en LTE voor de hand. Zoals opgemerkt is de doorontwikkeling van CDMA gestaakt. De beschikbaarheid van apparatuur loopt de komende jaren terug, en daarna zal ook de ondersteuning op apparatuur moeilijker verkrijgbaar zijn in de markt. CDMA is voor veel afnemers echter geen haalbare keuze, en ook voor een nieuwe aanbieder is CDMA nauwelijks aantrekkelijk.

Voor een nieuwe dienst zou alleen nog LTE (in verschillende vormen) in aanmerking komen. Tot 2025 zullen daar (onder andere in het kader van 5G) nieuwe, beter geschikte versies van verschijnen. LTE is echter nog niet gestandaardiseerd voor de gehele PAMR-band, en apparatuur is nog slechts mondjesmaat beschikbaar. De uitrol van een dienst brengt dus een risico ten aanzien van technologiekeuze met zich mee. We verwachten op dit vlak overigens wel verbetering op korte termijn (2020 – 2021).

Terwijl de bredere markt voor mobiele communicatie standaardiseert op LTE zien we ook in het professionele segment integratie met LTE – zo zijn handsets op de markt gekomen die zowel TETRA als LTE ondersteunen. De LTE-functionaliteit voorziet in niet-kritische datacommunicatie, terwijl TETRA in gebruik blijft voor bedrijfskritische spraakcommunicatie en daaraan gekoppelde (beperkte) datacommunicatie.

Ten aanzien van professionele mobiele datacommunicatie vindt de meeste ontwikkeling plaats op het gebied van IoT – smalbandige, voornamelijk niet-kritische communicatie. Een aantal IoT-technologieën sluit naadloos aan bij LTE (NB-IoT, LTE-M), waarbij geprofiteerd kan worden van het grotere ecosysteem dat reeds bestaat voor LTE. De ontwikkeling maakt ook dat veel datacommunicatie zal worden ingevuld door generieke netwerken.

Voor bedrijfskritische datacommunicatie wordt in Europa door alle operators van CDMA-450-netwerken aangestuurd op een migratie in de komende jaren naar LTE-450. De nutsbedrijven geven aan dat LTE beperkte voordelen biedt ten aanzien van performance (dekking, doorvoersnelheid, lagere latency en stroomverbruik), maar dat aansluiting bij het ecosysteem (beschikbaarheid en ondersteuning van apparatuur, beschikbaarheid van expertise, *installed base*) doorslaggevend is.

Conclusie

- Voor het bieden van spraakdiensten in de PAMR-band zijn TETRA en recentere digitale smalbandige technologieën (met name DMR, NXDN) geschikt. Voor datacommunicatie in de PAMR-band ligt LTE het meest voor de hand. Er kan voor smalbandige (IoT-achtige) scenario's gebruik worden gemaakt van NB-IoT en LTE-M (de termijn waarop deze technologieën kunnen worden ingezet is afhankelijk van de verkaveling van de PAMR-band; zie verderop).
- De PAMR-band heeft goede radiotechnische eigenschappen, maar concurreert met ander spectrum als gevolg van een (vooralsnog) beperkt ecosysteem.

6.3 Haalbare business cases voor aanbieders

Zelfs wanneer een bepaald dienstenmodel in de PAMR-band technisch en commercieel een bepaalde behoefte zou kunnen invullen, betekent dat nog niet dat daar daadwerkelijk interesse voor zal zijn. De belangrijkste voorwaarde waaraan moet worden voldaan is de aanwezigheid van een *haalbare business case*. We analyseren de business case in isolatie: wat moet een operator van een dienst in de PAMR-band minimaal per klant verdienen om een sluitende business case te hebben?

6.3.1 Geïsoleerde business case

De belangrijkste parameters voor een business case voor een aanbieder van diensten in de PAMR-band zijn *volume* en *betalingsbereidheid per terminal*. Aangezien de investering van een aanbieder voor een groot deel uit vaste kosten bestaat zijn beiden grotendeels inwisselbaar. Een afnemer met een zeer kritische behoefte zal veel geld willen neerleggen per terminal, en de aanbieder van een (geschikte) dienst kan daardoor toe met een kleiner volume. Vanwege de vaste kosten is de verhouding tussen beiden niet recht evenredig – de marginale kosten dalen wanneer het aantal terminals stijgt.

Op basis van informatie uit de literatuur en gesprekken met aanbieders kunnen we een inschatting geven van de business case voor een potentiële toetredster. We redeneren hier vanuit een hypothetische situatie met één basisstation. In de praktijk zal een aanbieder (wellicht gedreven door een dekkingsverplichting vanuit de vergunning) een groot aantal basisstations plaatsen. De som van de business cases over al deze basisstations moet daarbij uiteraard positief zijn. Dat betekent dat een winstgevend basisstation een niet-rendabel basisstation kan financieren. Er spelen daarnaast ook schaalvoordelen ten aanzien van de vaste kosten die een aanbieder (los van het aantal basisstations) moet maken. De omvang van



deze vaste kosten hangen weer sterk samen met de uitgangspositie van de toetreder. Al deze factoren maken de business case beter haalbaar. Een aanbieder die reeds een ander mobiel netwerk opereert heeft uiteraard een veel positievere business case. Hetzelfde geldt voor een aanbieder die nu al opereert in de PAMR-band. We kiezen ervoor om te redeneren vanuit de business case voor een individueel basisstation en een 'greenfield'-situatie, omdat zo (1) deze verschillen buiten beschouwing kunnen worden gelaten, en (2) we gefundeerd een 'ondergrens' voor de business case kunnen bepalen.

Om een inschatting te kunnen maken van de ordegrrootte investeringsbedragen per basisstation kunnen we terugblikken op de publicaties van VKA over de business case van een PAMR-netwerk uit 2004 [88] en onderzoek van Stratix naar de realisatie van een LTE-netwerk ten behoeve van de OOV-sector in de 700 MHz-band [82].

Tabel 11 toont de gemiddelde CAPEX en OPEX²⁷ per basisstation, afgeleid uit beide onderzoeken. Er lijkt een substantieel verschil te bestaan in de berekende CAPEX per basisstation tussen de twee verkenningen. We schatten in dat dit ten eerste het gevolg is van de tijdperiode tussen de twee onderzoeken, die respectievelijk uit 2004 en 2017 dateren. Ten tweede is VKA uitgegaan van een zeer groot aandeel colocatie van basisstations op bestaande masten, waardoor de bouwkosten substantieel lager liggen dan bij de bouw van een volledig nieuw LTE700-netwerk. Verder is er sprake van verschillende netwerktechnologieën, waardoor er prijsverschillen in de benodigde netwerkapparatuur zullen optreden. Tot slot is er sprake van respectievelijk 30% en 15% OPEX per basisstation, waarbij we opmerken dat 15% dichterbij marktconforme aannames lijkt te liggen.²⁸ Naast een verschil in gekozen afschrijvingstermijn, kan men mogelijk gecompenseerd hebben voor de mate van efficiëntie van de betrokken beheerorganisatie. Deze is immers sterk schaalbaar en afhankelijk van de algehele professionaliteit van de organisatie, wat inherent tot een lagere gemiddelde OPEX per basisstation zal leiden.

Tabel 11. Eerder gehanteerde parameters in business cases voor PAMR-aanbieders

	PAMR [88]	LTE-700 [82]
Aantal basisstations	250 (90% colocatie ²⁹)	1.200 (0% colocatie)
CAPEX per basisstation (incl. core, netwerkapparatuur en organisatie)	€291.200	€625.000
OPEX jaarlijks per basisstation	€87.200 (30% van OPEX)	€92.750 (15% van OPEX)

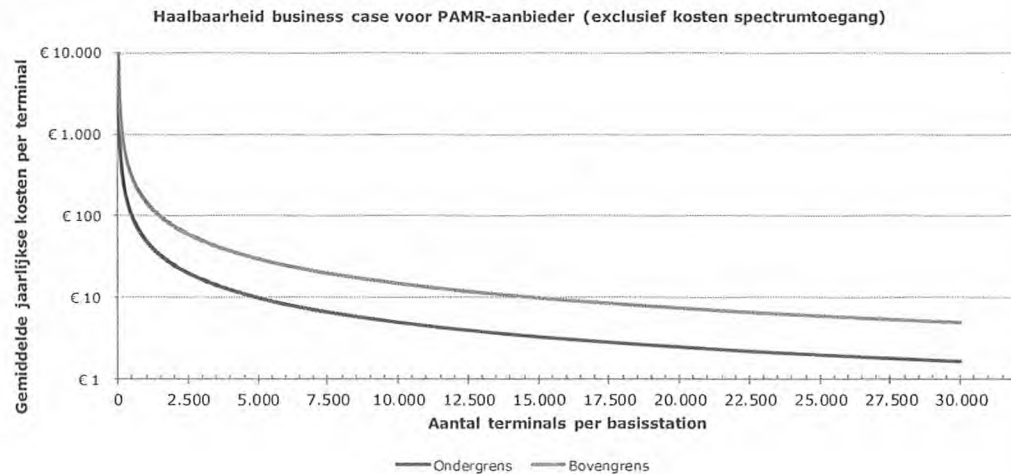
Voor onze inschatting bieden de getoonde resultaten echter waardevolle informatie. We zien de gepresenteerde bedragen voor zowel CAPEX als OPEX in deze schatting als onder- en bovengrens van de kosten waar de toetreder per basisstation rekening mee moet houden.

²⁷ CAPEX: Capital Expenditure (eenmalige kapitaalinvestering). OPEX: Operational Expenditure (operationele kosten, gegeven als jaarlijks bedrag of gesommeerd en verdisconteerd over een bepaalde looptijd).

²⁸ Hierbij is er namelijk sprake van een afschrijvingstermijn van 6 tot 8 jaar; jaarlijks respectievelijk 16,66% en 12,5% van de CAPEX ten behoeve van vervanging. Hierbij komen nog de kosten voor de organisatie, waarmee 15% dus een redelijke inschatting is.

²⁹ Mate waarin een PAMR-basisstation kan worden gerealiseerd op een bestand opstelpunt, waardoor geen nieuw opstelpunt hoeft te worden gerealiseerd.

Met de gegevens over de minimale en maximale investeringskosten en operationele kosten per basisstation kunnen op basis van het aantal terminals per basisstation een modellering doen van de geschatte gemiddelde kosten per terminal. We hanteren hierbij een disconto-voet van 6% per jaar en een tijdshorizon van 15 jaar. Daarmee komen we tot de bandbreedtes zoals deze in Figuur 8 zijn weergegeven.



Figuur 8. Modellering gemiddelde kosten per terminal gegeven een bepaald totaal aantal terminals per basisstation

Figuur 8 geeft antwoord op de vraag welke business case haalbaar is: wanneer in een business case het volume haalt waarbij het kostenniveau op een acceptabel niveau is, dan is de casus sluitend.

De in de grafiek getoonde aantallen terminals zijn te vertalen naar een 'dichtheid'. Wanneer bijvoorbeeld alle Nederlandse huishoudens een terminal zouden hebben, is het aantal terminals per basisstation (uitgaand van de eigenschappen van de 450 MHz-band) gemiddeld circa 26.000.³⁰ De gemiddelde kosten per terminal bedragen in dat geval tussen de €1,90 en €5,70 per jaar. Merk op dat er sprake is van sterke schaalvoordelen ten aanzien van het aantal terminals. Wanneer het aantal aan te sluiten terminals lager is (minder dan één terminal per huishouden³¹), dan zal de betalingsbereidheid (onevenredig) hoger moeten zijn, en andersom. Wanneer de operator voor de dienst een bedrag van tenminste €10,- per jaar kan vragen, dan zal deze een volume tussen de vijf en vijftienduizend terminals per basisstation moeten halen; bij 150 basisstations in totaal circa 1,5 miljoen terminals (± 700.000). kan de operator tenminste €10,- per maand vragen, dan zijn circa 125.000 terminals (± 60.000) benodigd.

Voorgaande verkenning van de businesscase van een toetreder geeft inzicht in de orde-grootte van de bedragen die gemoeid gaan met de realisatie en exploitatie van een nieuw netwerk. Wanneer de toetreder zijn potentiële marktaandeel of doelgroep goed in kaart kan

³⁰ Cijfer gebaseerd op inschattingen van experts en de huidige vergunninghouder. Het maximum aantal terminals dat door één basisstation bediend kan worden hangt sterk af van de gebruikte technologie. De IoT-technologieën (o.a. NB-IoT) zijn geoptimaliseerd voor scenario's met hoge aantallen terminals per basisstation. Zie [34] voor een nadere analyse van de capaciteit die deze netwerken kunnen leveren.

³¹ Uiteraard hoeft het geen toepassing te betreffen die gebonden is aan huishoudens. We maken hier de vergelijking met huishoudens om een idee te geven van de omvang.

brengen, kan op basis van een gelijksoortige modellering worden vastgesteld welke mogelijkheden de aanbieder heeft ten aanzien van de aanschaf van eigen spectrum tijdens een spectrumveiling.

6.3.2 Reële toekomstige business cases

In de invulling van de behoefte aan professionele mobiele communicatie concurreert een toekomstige dienst in de PAMR-band met alternatieven in de markt (directe communicatie, eigen netwerken en generieke netwerken). Afnemers zullen delen van het aanbod afwijzen op technische grond of het niet voldoen aan commerciële randvoorwaarden, en vervolgens een afweging maken tussen de overgebleven opties.

Wanneer de geïsoleerde business case voor een dienst in de PAMR-band bestaat, dan is de vraag of deze zou kunnen concurreren met het alternatieve aanbod. Hier gaat het om elasticiteit en substitutie: zijn afnemers bereid meer te betalen voor (en over te stappen naar) een PAMR-dienst, gegeven het kwaliteitsniveau wat deze dienst realiseert ten opzichte van goedkopere alternatieven?

Spraakdiensten

De markt voor professionele mobiele *spraak*communicatie op basis van PAMR lijkt op dit moment redelijk verzadigd. We zien geen aanleiding om hier in de toekomst, aan vraag- nog aanbodzijde, een trendbreuk te verwachten. De toekomstige PAMR-spraakdienst moet het opnemen tegen (1) de PAMR-dienst van Entropia, (2) eigen netwerken, en (3) generieke mobiele netwerken.

Entropia biedt op dit moment een landelijk dekkende dienst op basis van TETRA in de 410-430 MHz-band. Het netwerk heeft dekking in vrijwel het hele land, en loopt vooralsnog niet tegen capaciteitsgrenzen aan.

We zien daarnaast veel afnemers met een eigen netwerk. Veelal zijn deze netwerken relatief lang geleden gerealiseerd en is er (behalve het verouderd raken van de apparatuur) geen reden tot vervanging. Voor nieuwe afnemers is de reden om voor een eigen netwerk te kiezen niet zozeer gerelateerd aan de kwaliteit of de commerciële aspecten van de dienstverlening (van Entropia), maar aan de randvoorwaarden. Het is de vraag of een toekomstige aanvullende PAMR-spraakdienst daar dan wél aan zou kunnen voldoen.

Tot slot bieden de missiekritische uitbreidingen in LTE gevraagde spraakfunctionaliteiten op generieke mobiele netwerken – voor een deel van de markt zal dit dan een volwaardig alternatief zijn. We verwachten dat operators van generieke mobiele netwerken deze uitbreidingen zullen implementeren.

Datadiensten

De markt voor (missie- en bedrijfs-)kritische mobiele datacommunicatie is op dit moment klein vergeleken met de markt voor niet-kritische communicatie. De benaderde aanbieders geven aan dat de markt voor professionele, bedrijfskritische datacommunicatie al lange tijd stabiel is.

Ontwikkelingen als IoT zorgen, zo verwachten we, voor een substantiële toename in de vraag naar mobiele datacommunicatie. We verwachten dat een groeiende afhankelijkheid van in eerste instantie niet-kritische toepassingen zal leiden tot een groei van de behoefte aan bedrijfskritische communicatie. Een PAMR-datadienst biedt meerwaarde wanneer op deze geleidelijke overgang wordt aangesloten (bijvoorbeeld door gebruik van compatibele technologie).

Een PAMR-datadienst biedt vooral meerwaarde in *landelijke* scenario's. Daarbij concurreert het met de generieke mobiele netwerken. Functioneel gezien kunnen de generieke netwerken een vergelijkbare dienst leveren. We verwachten dan ook dat een toekomstige PAMR-dienst zich op technisch vlak beter zou kunnen aansluiten bij het levendige ecosysteem rondom LTE dan zich daarvan te differentiëren. Een PAMR-dienst kan echter op een aantal andere aspecten meerwaarde bieden ten opzichte van de generieke netwerken (zie eerder; flexibiliteit, in-buildingpenetratie en scheiding van publieke infrastructuur zijn de voornaamste).

Voor de generieke operators is het invullen van kritische behoefte vergeleken met de andere dienstverlening complexer en gaat het om kleinere aantallen. Een PAMR-dienst zou met name deze groep kunnen bedienen. We zien echter geen signalen die op een substantiële (toekomstige) groei in de behoefte aan missiekritische databehoeft zouden kunnen wijzen.

In andere landen zien we dat het aanbieden van internet in rurale gebieden in de 450-band een haalbare business case kan zijn. In Nederland worden dergelijke oplossingen succesvol gerealiseerd in 3,5 GHz-spectrum. Daar is, ten opzichte van de 450 MHz-band, veel meer spectrum beschikbaar. De te overbruggen afstanden zijn in Nederland daarnaast stukken kleiner dan in (bijvoorbeeld) Scandinavië, waardoor het relatieve voordeel van het gebruik van de 450-band beperkt is. De bandbreedte van het PAMR-spectrum is daarnaast te klein om de snelheden te kunnen bieden die vandaag de dag gevraagd worden.

In andere landen speelt net als in Nederland een behoefte vanuit de utiliteitssector, welke in veel landen wordt ingevuld in 450 MHz-spectrum. De behoefte van de utiliteitssector is, met één *smart meter* per huishouden, substantieel. De behoefte kan echter ook met generieke netwerken worden ingevuld. In-buildingpenetratie kan voor deze toepassing een belangrijk argument zijn om een PAMR-dienst in 450 MHz-spectrum te verkiezen boven een generieke dienst. Ook randvoorwaarden (met name controle en het langere-termijnperspectief van de technologie) spelen een nadrukkelijke rol. Mogelijke beperkingen in de grensstreken vormen een nadeel van de PAMR-dienst ten opzichte van een generiek mobiel netwerk.

We verwachten dat de behoefte vanuit de utiliteitssector in de komende jaren verder zal groeien, als gevolg van interesse van utiliteitsbedrijven in andere sectoren. Desondanks verwachten we niet dat het daar om dezelfde aantallen zal gaan als in de elektriciteitssector. Het uitlezen van gasmeters gebeurt op dit moment veelal via de (connectiviteit van de) elektriciteitsmeter. Voor zowel gas als water geldt dat het tempo waarmee het netwerk kan worden bijgestuurd inherent lager ligt dan bij het elektriciteitsnet, waardoor de communicatie uiteindelijk een minder kritisch karakter heeft.

Conclusie

- Operators van generieke netwerken kunnen niet altijd de gevraagde randvoorwaarden (SLA's, scheiding en onafhankelijkheid van andere infra) leveren. Wanneer dit wel mogelijk is speelt vertrouwen bij de selectie een niet te onderschatten rol. Voor een PAMR-dienst ligt hier een marktkans.
- Een PAMR-dienst is rendabel wanneer sprake is van een groot aantal terminals, ofwel hoge betalingsbereidheid per terminal. We voorzien vooralsnog een beperkte vraag voor landelijk dekkende, kritische datacommunicatie met hoge betalingsbereidheid. IoT kan er op langere termijn voor zorgen dat grote aantallen terminals een steeds kritischere communicatiebehoefte krijgen.
- De markt voor professionele mobiele *spraak*communicatie op basis van PAMR lijkt op dit moment redelijk verzadigd. Het potentieel voor substitutie is beperkt.

6.4 Toekomstige bestemming

Op basis van de hierboven beschreven technisch en economisch reële invullingen reflecteren we op de toekomstige bestemming en gebruiksvoorwaarden van de PAMR-band. We bespreken eerst onze visie op de voorwaarden die aan een toekomstige vergunning zouden moeten worden verbonden (gebruiksvoorwaarden). Vervolgens gaan we in op mogelijke verkavelingen van de band.

6.4.1 Gebruiksvoorwaarden

In 2005 zijn, in het besluit tot het beschikbaar stellen van frequentieruimte voor PAMR en in de vergunning, diverse voorwaarden vastgelegd die bepalend zijn voor het gebruik van de band. [80] In deze paragraaf gaan we in op de vraag of deze voorwaarden ten opzichte van 2005 nog passend zijn, gezien het beeld van de markt.

Huidige gebruiksvoorwaarden

Dekkingsverplichting

In de huidige vergunning zijn voorwaarden gesteld ten aanzien van het aantal basisstations dat de vergunninghouder, binnen een bepaalde tijd na het verstrekken van de vergunning, in gebruik dient te hebben genomen. [11] Dergelijke voorwaarden kunnen invloed hebben op de haalbaarheid van de business case voor een PAMR-dienst.

Een aanbieder die zich richt op *geografisch afgebakende* dienstverlening zal, zonder dekingsverplichting, 'cherry picken', en alleen basisstations plaatsen op de locaties waar de business case voor dat basisstation haalbaar is (zie paragraaf 6.3). Daarbij kan de operator niet-rendabele basisstations financieren uit marge op de rendabele basisstations. Hoe groter het aantal niet-rendabele basisstations, hoe hoger de benodigde marge. Een (hoge) dekingsverplichting leidt ertoe dat de business case voor het totale netwerk lastiger haalbaar en onzekerder wordt.

Een aanbieder die zich richt op *landelijke* dekking zal, zonder uitrol- of dekingsverplichtingen, een bepaald minimumaantal basisstations realiseren, en vervolgens (reactief) aanvullende basisstations plaatsen. Een dekingsverplichting zal in dit geval een beperkte invloed hebben; er is immers *a priori* sprake van een landelijk dekkende dienst.

Zoals hierboven aangegeven biedt een PAMR-dienst de meeste relatieve meerwaarde boven andere typen diensten in landelijke, kritische scenario's. De toekomstige gebruiker van de PAMR-band zal zich hier dan ook waarschijnlijk op richten. Een dekingsverplichting, mits niet te streng, levert daarbij geen noemenswaardige beperkingen op. Anders wordt het wanneer de PAMR-band in twee of meer kavels beschikbaar wordt gesteld. Wanneer de toekomstige diensten in deze kavels concurreren, daalt het aantal afnemers per dienst, en wordt de business case voor alle aanbieders onevenredig lastiger. Een (sterke) dekingsverplichting zou dan een beperking kunnen vormen bij differentiatie naar geografisch afgebakende dienstverlening. In onze ogen zou een dekingsverplichting in deze situatie proportioneel moeten zijn ten aanzien van het aantal concurrerende aanbieders.

Besloten, professioneel gebruik

Het begrip PAMR wordt in het uitgiftebesluit van 2005 omschreven als "*een openbaar elektronisch communicatienetwerk voor mobiele communicatiedienstverlening ten behoeve van besloten gebruikersgroepen*". [80] Onder besloten gebruikersgroepen worden groepen gebruikers verstaan die, als gevolg van een duurzame professionele relatie, de behoefte

hebben met elkaar te communiceren; daarbij noemt het besluit als voorbeelden taxibedrijven, beveiligings- en bedrijfsveiligheidsdiensten, havenbedrijven, nutsbedrijven en openbaar vervoersorganisaties.

In ons onderzoek hebben we geen signalen opgevangen waaruit blijkt dat de vereiste voor 'besloten gebruikersgroepen' een beperking oplevert voor potentiële gebruikers van de PAMR-band. Het feit dat PAMR-dienstverlening gescheiden is van publieke infrastructuur is voor veel afnemers een positieve en gevraagde onderscheidende factor. Wel stellen we vast dat in het huidige gebruik bij dataverkeer nauwelijks meer kan worden gesproken van 'gebruikers' op de manier zoals dat bij meer traditionele PAMR-spraakdiensten kan – het gaat eerder om 'toepassingen'.

In de huidige gebruiksvoorwaarden worden professionele gebruikers genoemd als doelgroep, maar wordt niet expliciet gemaakt dat de geleverde dienstverlening ook daadwerkelijk bepaalde kenmerken moet hebben die worden gevraagd door professionele afnemers. In de gebruiksvoorwaarden zou explicieter kunnen worden vereist dat een dienst in de PAMR-band hieraan tegemoet komt, en is ingericht om (bedrijfs- of missie-)kritische communicatie te faciliteren. Het netwerk moet daarnaast bijvoorbeeld geoptimaliseerd zijn voor grote aantallen apparaten (in tegenstelling tot meer generieke netwerken die op volume kunnen zijn geoptimaliseerd), moet specifieke prioriterings- en QoS-regels ondersteunen, en bijvoorbeeld voor langere tijd onafhankelijk kunnen werken van het lichtnet.

Nieuwe gebruiksvoorwaarden ter overweging

We constateren dat de CDMA-technologie die op dit moment wordt gebruikt in de PAMR-band sterk verouderd is. Het gebruik van CDMA maakt het lastig(er) voor andere partijen met een mobiele databehoeftte om gebruik te maken van de PAMR-dienst, aangezien de apparatuur slecht verkrijgbaar is, en er een behoorlijke massa nodig is om specifieke apparatuur geschikt te kunnen (laten) maken voor CDMA-450.

Uitgangspunt van het frequentiebeleid is efficiënt en effectief gebruik van spectrum. Het bestemmen van de PAMR-band aan een openbare dienst maakt efficiënt, gelijktijdig gebruik door meerdere verschillende gebruikers mogelijk. In de praktijk wordt deze efficiënte invulling beperkt door het beperkte ecosysteem van de gebruikte technologie. We geven daarom ter overweging mee criteria op te nemen ten aanzien van het ecosysteem van de gebruikte technologie. De voorkeur zou uit moeten gaan naar gebruik van de band op basis van een courante technologie, waarbij (gezien de behoefte) nog tenminste tien jaar het vooruitzicht op ondersteuning en levering bestaat.

6.4.2 Verkaveling

Tabel 12 geeft een overzicht van de minimale hoeveelheid spectrum die de technologieën nodig hebben om te kunnen werken in de PAMR-band. Omdat de bestemming van de PAMR-band technologieneutraal moet zijn, moeten de kavels zodanig worden gedefinieerd dat alle (relevante) technologieën kunnen worden gebruikt. Daardoor zijn scenario's uitgesloten waarin geen kavels beschikbaar zijn met een omvang van (tenminste) 1,4 MHz: in dat geval zou LTE namelijk worden uitgesloten.

Alternatief zou een indeling kunnen worden gekozen van één kavel van 1,4 MHz en een aantal kleinere kavels; de kleinere kavels zijn dan strikt gezien niet technologieneutraal, maar de verkaveling van de PAMR-band als geheel laat wel ruimte voor alle technologieën.



Tabel 12 Overzicht van technologieën en belangrijkste kenmerken specifiek voor de PAMR-frequentie-band

Technologie	Gestandaardiseerd (voor de PAMR-band)	Minimaal benodigd (MHz in PAMR-band)	Maximaal te gebruiken (MHz in PAMR-band)
Analoog simplex	Ja	1x 12,5 kHz	2x 3,0 MHz
Analoog duplex	Ja	2x 12,5 kHz	2x 3,0 MHz
TETRA	Ja	2x 25 kHz	2x 3,0 MHz
CDMA-1X	Ja	2x 1,25 MHz	2x 2,5 MHz
LTE / LTE-M (band 31)	Deels	2x 1,4 MHz	2x 1,4 MHz
LTE / LTE-M (band 'X')	Verwacht	2x 1,4 MHz	2x 3,0 MHz
NB-IoT (band 31)	Deels	2x 180 kHz	2x 2,2 MHz
NB-IoT (band 'X')	Verwacht	2x 180 kHz	2x 2,9 MHz
Smalbandig digitaal	Ja	2x 6,25 kHz	2x 3,0 MHz

De verschillende mogelijke indelingen per variant zijn uitgewerkt in Bijlage 1. We bespreken hieronder de drie logische verkavelingsopties: de huidige band met één technologie, de huidige band met meerdere technologieën naast elkaar, of aanpassing van de band.

Eén technologie in de huidige PAMR-band

De huidige vergunninghouder maakt gebruik van CDMA-1X, waarvan de opvolgers eventueel binnen hetzelfde spectrum kunnen werken. Binnen de band passen twee CDMA-carriers van 1,25 MHz-breed. Dat betekent dat er eventueel plaats is voor twee kavelen.

LTE past ook in de band, maar omdat de gestandaardiseerde LTE-band 31 daarvoor niet volledig overlapt met de PAMR-band, kan slechts een deel van de band worden gebruikt (tenzij van de standaard wordt afgeweken, of de gehele PAMR-band komt te vallen binnen een nog te standaardiseren band). Er is in dat geval dus slechts ruimte voor één kavel. Bij standaardisatie van een LTE-band die de PAMR-band volledig omvat ('band X') zouden twee LTE-carriers van 1,4 MHz óf één LTE-carrier van 3 MHz in de PAMR-band passen.³²

Voor NB-IoT gelden dezelfde beperkingen ten aanzien van het spectrum als voor LTE (dit is immers gebonden aan het LTE-bandplan). Omdat het om smallere kanalen gaat kunnen er binnen dezelfde ruimte uiteraard wel meer kanalen, en ook meerdere kavelen worden gerealiseerd.

TETRA, DMR, dPMR en NXDN zijn eveneens te gebruiken in de PAMR-band, omdat zij werken met een flexibel aantal smalbandige kanalen, en vrijwel allemaal geschikt zijn voor gebruik in spectrum breder dan de PAMR-band.

Meerdere technologieën in de huidige PAMR-band

Binnen de PAMR-band kunnen combinaties van technologieën worden gebruikt. De voor de hand liggende combinaties zijn de volgende:

³² Het is in sommige gevallen ook mogelijk om technologie buiten gestandaardiseerde banden in te zetten. Diverse vendors experimenteren hiermee om tegemoet te komen aan behoefte waaraan met gestandaardiseerd spectrum in bepaalde landen niet kan worden voldaan. Een dergelijke implementatie heeft echter noch de voorkeur van de afnemer, noch van de vendor.

- *CDMA met LTE.* Dit scenario is tevens het voor de hand liggende 'migratiescenario' vanuit een vertreksituatie met één CDMA-carrier in de PAMR-band. Het is mogelijk dat voor realisatie van dit scenario aanvullende guard bands nodig zijn ten opzichte van andere, 'hoger gelegen' gebruikers ten opzichte van de PAMR-band.
- *CDMA of LTE met smalbandige (spraak)technologieën (TETRA, DMR, etc.).* Smalbandige spraakkanalen kunnen eventueel ongebruikt spectrum flexibel opvullen. Co-existentievoorwaarden zijn of worden onderzocht door CEPT en ECC.
- *Volledige invulling door een combinatie van smalbandige (spraak)technologieën.* In dit geval wordt de PAMR-band in feite net zo ingevuld als de overige 450-470 MHz-band, en gelden daarom derhalve vergelijkbare voorwaarden.

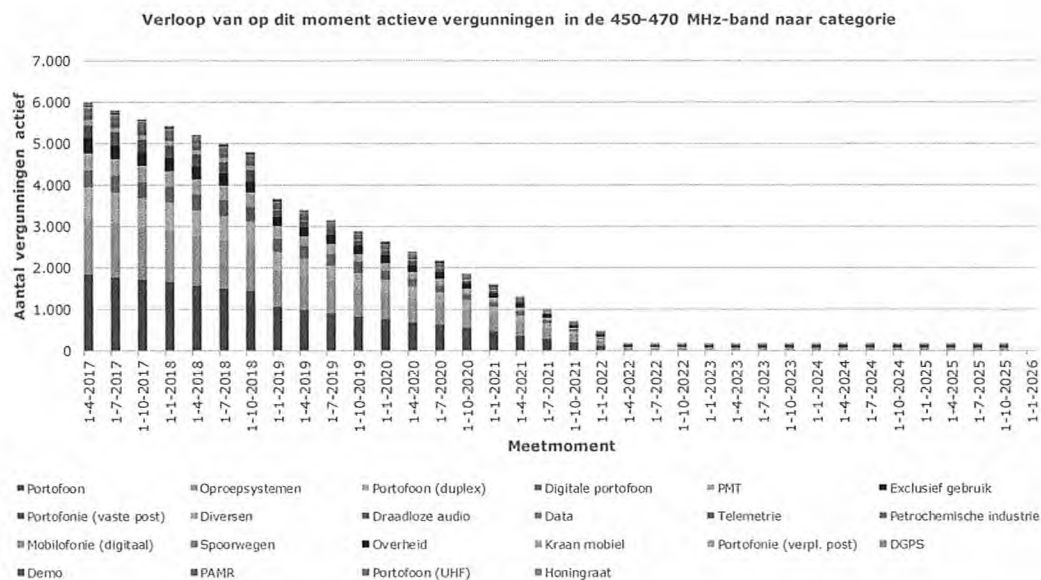
6.4.3 Refarming

Zoals hierboven opgemerkt wijkt de afbakening van de PAMR-band teveel af van de LTE-band 31 om alle opties daarbinnen te benutten. Het 'vergroten' of 'opschuiven' van de PAMR-band zou een groter deel van deze opties mogelijk maken. Een dergelijke actie vereist het 'verhuizen' van enkele gebruikers rondom de huidige PAMR-band – meer specifiek komt er (bij een uitlijning naar LTE-band 31) 740 kHz spectrum vrij aan de onderkant (van beide duplexbanden), en is aan de 'bovenkant' een hoeveelheid spectrum nodig die afhangt van de gewenste uitbreiding.

Het opnieuw toewijzen van de gebruikers is, gezien het aantal gebruikers, een complexe opgave. Bij dergelijke 'refarming' moeten de belangen van de zittende versus de toekomstige gebruikers zorgvuldig worden afgewogen. Ten overstaan van eventuele bezwaar makende partijen zal moeten worden aangetoond dat het belang van het nieuw beoogde gebruik groot is, en dat de band direct in gebruik zal worden genomen door deze gebruikers. We benoemen dit scenario evenwel omdat het een beleidsoptie kan zijn voor de langere termijn. In de komende periode zou bij uitgifte van frequenties hiermee rekening kunnen worden gehouden, waardoor een natuurlijk(er) verloop ontstaat en migratie in de toekomst eenvoudiger is uit te voeren.

Het verlopen van de huidige vergunningen biedt, in het meest optimistische scenario, op zijn vroegst mogelijkheden over circa vier jaar (in de praktijk waarschijnlijk enkele jaren later, om de hierboven genoemde redenen). Figuur 9 toont het aantal vergunningen dat per meetmoment actief zou zijn, wanneer vanaf februari 2017 geen nieuwe vergunningen meer zouden worden verstrekt en bestaande vergunningen niet worden verlengd. Een vergunning wordt meestal voor vijf jaar afgegeven, waardoor de meeste vergunningen uiterlijk eind 2021 zullen zijn verlopen.





Figuur 9 Theoretisch verloop van op dit moment actieve vergunningen wanneer per direct geen verlenging of nieuwe toekenning meer plaats zou vinden

Conclusie

- De gebruiksvoorwaarden voor de PAMR-band vormen geen beperking voor invulling van de behoefte uit de markt. Wel zouden de voorwaarden meer zekerheid kunnen geven ten aanzien van de bestemming van de band voor kritisch gebruik. Een eventuele dekkingverplichting moet in evenwicht zijn met het aantal beschikbaar gestelde kavels.
- De PAMR-band biedt ruimte aan maximaal twee breedbandige kavels. Bij twee kavels is twee keer LTE-M uitgesloten op basis van de huidige standaarden, en ontstaan beperkingen in grensgebieden. In de PAMR-band zou, naast één breedbandig kavel (LTE of CDMA) ruimte zijn voor een aantal smalbandigere kavels ten behoeve van smalbandig digitaal spraak of (NB-)IoT.
- Om inzet van de volledige LTE-band 31 mogelijk te maken is refarming noodzakelijk. Gezien het feit dat mogelijk binnen 2 á 3 jaar een bredere LTE-band wordt gestandaardiseerd, het ecosysteem daarvoor vergelijkbaar zal zijn met dat voor band 31, en de complexiteit van refarming, ligt refarming nu niet voor de hand.

7 Beantwoording onderzoeksvragen

In dit hoofdstuk beantwoorden we de hoofd- en deelvragen die centraal staan in dit onderzoek.

7.1 Beantwoording hoofdvraag

7.1.1 Welke behoefte bestaat er in de markt voor mobiele communicatie tussen professionele gebruikers aan dienstverlening in de PAMR-band?

In de markt bestaat een stabiele behoefte aan kritieke spraakcommunicatie en missiekritische datacommunicatie, en een licht groeiende vraag naar bedrijfskritische datacommunicatie.

Een afnemer heeft een keuze te maken tussen *make* (eigen netwerk) of *buy* (communicatiedienst inkopen). We constateren dat afnemers van kritische data- of spraakcommunicatie, ondanks een vaak geziene voorkeur voor het inkopen van communicatie als dienst, vaak kiezen voor een eigen netwerk om de volgende redenen:

- Controle over het netwerk, met name ten aanzien van de planning van dekking en capaciteit;
- Controle over de technologie, en met name de levenscyclus daarvan;
- Afhankelijkheden van andere systemen en het lichtnet;
- (Gepercipieerde) veiligheid en scheiding van publieke infrastructuur.

Een PAMR-dienst kan landelijke behoefte voor spraak en data vervullen en daarbij, in vergelijking met diensten over generieke mobiele netwerken, beter tegemoet komen aan bovenstaande aspecten. In geografisch afgebakende scenario's concurreert een PAMR-dienst met eigen PMR-netwerken en directe communicatie, en is de relatieve meerwaarde van een PAMR-dienst op bovengenoemde aspecten beperkt.

De Nederlandse markt voor professionele mobiele *spraak*communicatie op basis van PAMR is redelijk verzadigd. Een business case voor het aanbieden van PAMR-*datadiensten* in Nederland is, naar verwachting, tussen 2017 en 2025 alleen haalbaar wanneer de aanbieder een bepaald volume kan behalen. Bij een PAMR (M2M-)datadiens gaat het, bij een betalingsbereidheid van maximaal €10,- per terminal per maand, om circa 125.000 terminals (± 60.000). Bij een betalingsbereidheid van maximaal €10,- per terminal per *jaar* is de business case haalbaar vanaf circa 1,5 miljoen terminals (± 700.000). Hierbij zijn kosten voor verkrijging van het spectrum buiten beschouwing gelaten, en is uitgegaan van een landelijk buitenshuis dekkend netwerk.

Factoren die het behalen van het genoemde volume bemoeilijken zijn:

- De markt voor (missie- en bedrijfs-)kritische mobiele datacommunicatie is op dit moment klein in vergelijking met die voor niet-kritische datacommunicatie. De huidige aanbieders geven aan dat de markt voor kritische mobiele datacommunicatie al lange tijd stabiel is.
- IoT zorgt, binnen de onderzochte tijdsperiode, indirect voor een toename van de vraag naar kritische datacommunicatie. We verwachten dat in de periode tot 2025



een deel van de niet-kritische IoT-communicatiebehoefte verschuift naar een bedrijfskritische communicatiebehoefte. De operators die nu IoT-connectiviteit bieden zullen hier naar verwachting geleidelijk op inspelen, waardoor onzeker is of er een specifieke rol voor dienstverlening vanuit de PAMR-band bestaat.

- PAMR-datadienstverlening biedt relatief gezien de meeste meerwaarde wanneer het gaat om landelijke casussen. Het aantal afnemers dat landelijke (niet-afgebakende) *kritieke* datadiensten vraagt, is op dit moment relatief klein.
- De uitrol van een nieuwe dienst brengt een risico ten aanzien van technologiekeuze met zich mee (LTE ligt het meest voor de hand, maar beschikbaarheid van apparatuur is nog beperkt; een CDMA-dienst moet binnen 5 á 10 jaar worden gemigreerd naar LTE, omdat beschikbaarheid van apparatuur en ondersteuning terugloopt).
- De inzet van het PAMR-spectrum voor ruraal internet ligt in Nederland niet voor de hand, als gevolg van beschikbaarheid van alternatieven.

De belangrijkste factoren en onzekerheden die de vraag naar, en levensvatbaarheid van, diensten in de PAMR-band in de periode 2017-2025 zullen beïnvloeden, zijn de volgende:

- Mate waarin de behoefte aan IoT-connectiviteit verschuift van niet-kritisch naar bedrijfskritisch;
- De mate waarin operators van generieke mobiele netwerken zullen voorzien in specifieke behoeften van afnemers, bijvoorbeeld door het uitrollen van functionaliteiten voor professionele gebruikers;
- De mate waarin operators van mobiele netwerken investeren in de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van het netwerk (zoals bijvoorbeeld onafhankelijkheid van het lichtnet) en vervolgens strengere SLA's aanbieden;
- Standaardisatie van de volledige PAMR-band binnen LTE en het ontstaan van een levendig ecosysteem voor LTE-apparatuur die in de band kan werken.

7.2 Beantwoording deelvragen

7.2.1 Hoe ziet de markt voor mobiele communicatiediensten die specifiek zijn bedoeld voor professionele gebruikers er in Nederland uit?

Professionele mobiele communicatie wordt in vrijwel alle sectoren gevraagd. Vanaf een bepaalde omvang hebben organisaties behoefte aan communicatie voor (bijvoorbeeld) bedrijfshulpverlening, (gebouw- of campus-)beveiliging of een bedrijfsbrandweer. Professionele mobiele communicatie is in bepaalde sectoren prominenter aanwezig dan in andere: de 'usual suspects' zijn daarin, naast overheden en openbare veiligheidsdiensten, de industrie (grotere productiesites en campussen), recreatie en sport, bouw en transport en logistiek. Opvallend zijn de utiliteitssector (voornamelijk een grote vraag naar M2M-datacommunicatie) en de zorg (veel paging).

In een aantal sectoren (waaronder de utiliteiten en de logistieke sector) voorzien we een groeiende behoefte aan mobiele kritische datacommunicatie. We constateren daarbij dat bij *missiekritische* communicatie voornamelijk nog spraak met beperkte data wordt gevraagd, terwijl bij *bedrijfskritische* en *niet-kritische* communicatie de vraag zichtbaar stijgt. Vaak kan onderscheid worden gemaakt tussen een klein deel van de (data)communicatie dat écht missiekritisch is, een iets groter deel dat bedrijfskritisch is, en een groot resterend deel dat niet-kritisch is. In de spoorsector is de besturing van wissels en overwegen en communicatie



tussen beveiligings- en treinpersoneel (in noodgevallen) bijvoorbeeld missiekritisch, communicatie rondom planning en dienstregeling bedrijfskritisch, en het kunnen uitlezen van onderhoudsgegevens niet-kritisch.

7.2.2 Binnen deze markt, wat is de rol van dienstverlening in de PAMR-band?

De PAMR-band is, gezien zijn eigenschappen, uiterst geschikt voor het bieden van een landelijk dekkende spraak- of datadienst, met een goede indoorpenetratie bij een vergelijkbaar aantal basisstations. Een PAMR-dienst kan, vanwege de technische eigenschappen van de band en de voor de band beschikbare technologie, meerwaarde bieden in kritische gebruiksscenario's ten opzichte van andere typen diensten.

Ondanks de goede technische eigenschappen op papier blijkt het lastig om in de praktijk een business case rond te krijgen voor de band, om de volgende redenen:

- De markten voor professionele, kritische spraak groeien nauwelijks. Er is weinig potentieel voor substitutie vanuit PMR, wat betekent dat nieuwe klanten voor een spraakdienst in eerste instantie van de bestaande PAMR-aanbieder (in 410-430 MHz) moeten komen. Het is daarnaast lastig om een nieuwe spraakdienst onderscheidend te laten zijn, omdat vooral om TETRA(-functionaliteit) wordt gevraagd.
- Hoewel er een grote behoefte is aan professionele mobiele datacommunicatie, is die behoefte niet altijd kritiek. Een groot deel van de behoefte kan in eerste instantie worden ingevuld door generieke mobiele netwerken.
- Er zijn maar weinig potentiële gebruikers met een missiekritische mobiele databehoeft die tevens *landelijk* is. We zien vooralsnog geen aanwijzingen dat deze behoefte tot 2025 substantieel zal toenemen buiten de OOV-sector. Er bestaat (met name in de logistieke sector, de utiliteitssector en andere afnemers die diensten op locatie leveren) wel een landelijke behoefte aan bedrijfskritische mobiele data.
- Het invullen van een professionele mobiele databehoeft in de PAMR-band is lastiger dan in andere banden, omdat de meest voor de hand liggende technologie (LTE) nog niet werkt in de volledige band (althans volgens standaard) en de beschikbaarheid van apparatuur in algemene zin nog beperkt is.

Het aanbieden van een missie- of bedrijfskritische, landelijk dekkende datadienst met beperkte capaciteit (voor machine-to-machine) is daarmee een voor de hand liggende rol.

7.2.3 Wat zijn technisch gezien de mogelijkheden binnen de PAMR-band?

Welke technologieën kunnen worden ingezet in de PAMR-band?

De belangrijkste technologieën die in de PAMR-band kunnen worden ingezet zijn CDMA, LTE, NB-IoT en diverse smalbandige technologieën die primair op spraak zijn georiënteerd (zoals TETRA, DMR en dPMR).

CDMA

CDMA (specifiek CDMA-1X en revisies daarvan) wordt op dit moment gebruikt in de PAMR-frequentieband.

Standaardisatie op het gebied van CDMA ligt stil. De technologie die op dit moment wordt ingezet (CDMA-1X) heeft relatief recent nog wel enkele opvolgers gekregen (EV-DO en Advanced). Er lijkt in de industrie consensus te zijn dat de verschillende draadloze technologieën voor spraak en data op de lange termijn zullen convergeren naar (een toekomstige release van) LTE.

CDMA wordt in Europa voornamelijk door de utiliteitssector gebruikt. De sector heeft beschikbaarheid van apparatuur voor tenminste vijf jaar (tot circa 2022), en ondersteuning voor tien jaar (tot circa 2027; via contracten tussen vendors en netbeheerders) gewaarborgd. De verwachting is dat CDMA gedurende die periode langzaam wordt uitgefaseerd. Voor andere gebruikers is het verkrijgen van CDMA-apparatuur lastig, en gezien de uitfaseringsrichting geen voor de hand liggende optie.

LTE

LTE kan op dit moment worden ingezet in het deel van de PAMR-band dat overlapt met de gestandaardiseerde LTE-band 31 (maximaal 2x 1,4 MHz), mits hiervoor apparatuur op de markt komt.

Voor LTE loopt een aantal interessante standaardisatietrajecten met relevantie voor toepassing in de PAMR-band: in de komende 2-3 jaar komt in LTE ondersteuning voor missiekritische functionaliteit (MCPTT), IoT (NB-IoT) en mogelijk de volledige PAMR-band beschikbaar. De opkomst van een levendig ecosysteem voor LTE in 450 MHz biedt daarnaast mogelijk nieuwe kansen voor de markt. Als initiatieven binnen 3GPP voor het standaardiseren van een bredere band slagen, dan kan LTE in de gehele PAMR-band worden ingezet. Eventuele standaardisatie is binnen 2-3 jaar te verwachten.

LTE-apparatuur is breed beschikbaar, maar niet alle apparatuur ondersteunt (1) het 450-spectrum, en (2) de gevraagde functionaliteit. De beschikbaarheid van LTE-apparatuur (met name 'gewone' spraakterminals) in het 450-spectrum (band 31) is beperkt. Reguliere smartphones ondersteunen de band vooralsnog niet. Het aanbod zal naar verwachting de komende jaren groeien als gevolg van het momentum voor Firstnet (het Amerikaanse initiatief voor een op LTE-gebaseerd missiekritisch netwerk voor de OOV-sector). Omdat standaardisatie van de bredere 450-470 MHz-band nog tenminste één tot twee jaar op zich laat wachten, zijn afnemers nu aangewezen op non-standard implementaties van specifieke vendors. Ondersteuning voor de missiekritische features verwachten we in de komende 2 á 3 jaar in apparatuur.

NB-IoT

Binnen het deel dat overlapt met LTE-band 31 kunnen NB-IoT-carriers worden geplaatst. Deze kunnen echter niet (gestandaardiseerd) binnen een 1,4 MHz LTE-carrier worden geplaatst, waardoor alleen stand-alone toepassing zinvol lijkt (totdat de gehele PAMR-band is gestandaardiseerd in LTE).

NB-IoT is in juni 2016 in de LTE-standaard opgenomen, en we verwachten dat apparatuur geleidelijk in de komende 2 á 3 jaar beschikbaar komt. Een belangrijke onzekerheid is in hoeverre de apparatuur ook zal kunnen werken in (delen van de) 450 MHz-band.

Smalbandige technologieën die primair zijn georiënteerd op spraak

In de PAMR-band kunnen diverse smalbandige technologieën worden ingezet die primair zijn georiënteerd op spraak. TETRA, DMR, NXDN en dPMR zijn de meest voor de hand liggende technologieën. Deze technologieën worden ook reeds in andere banden ingezet (voor zowel PAMR als PMR). Voor al deze technologieën geldt dat het aantal kanalen dat zou kunnen worden gerealiseerd in de PAMR-band relatief flexibel is.

We constateren dat standaardisatie rondom TETRA vrijwel stilligt, maar er wel veel aandacht is voor integratie met LTE.

TETRA-apparatuur is algemeen beschikbaar en zal dat (als gevolg van grote investeringen in TETRA-netwerken in diverse landen ten behoeve van de OOV-sector) tenminste de komende 15 jaar blijven. De handsets zijn (als gevolg van concurrentie met DMR/dPMR) de



afgelopen tijd iets in prijs gedaald. We zien daarnaast dat in toenemende mate handsets beschikbaar zijn die zowel LTE als TETRA ondersteunen. DMR en NXDN-apparatuur is eveneens goed beschikbaar, en blijft dat naar verwachting tenminste tot 2025.

Wat zijn mogelijke indelingen van de frequentieband?

Er is op hoofdlijnen een drietal scenario's te onderscheiden:

- *De bestaande band indelen als één kavel.* Hieronder valt de huidige situatie. Binnen de band kan ook LTE worden ingezet, maar wanneer dit volgens de (huidige) standaard zou moeten, kan hiervoor slechts een deel van de band (2x 2,2 MHz van de in totaal 2x 3 MHz) worden gebruikt. Non-standard LTE en toekomstige standaardisatie maken bredere inzet van LTE mogelijk.
- *De bestaande band indelen met meerdere kavels.* In de band kunnen twee CDMA-kanalen worden toegepast. Ook CDMA naast LTE is mogelijk (mogelijk zijn wel extra guard bands aan de bovenzijde noodzakelijk). Gestandaardiseerde inzet van LTE (volgens 'band 31') kan met één kavel, waarnaast wel eventueel smalbandigere kavels (voor NB-IoT, of DMR/dPMR/NXDN/TETRA) zouden kunnen worden geplaatst. Tot slot zou de gehele PAMR-band kunnen worden ingedeeld voor smalbandig gebruik.
- *De band aanpassen.* Het voornaamste voordeel hiervan zou zijn dat LTE volgens de huidige standaard breder zou kunnen worden ingezet. Een aanpassing vereist 'verhuizing' van enkele gebruikers rondom de band, waarvan een groot deel tijdelijk lijkt te zijn. Daarnaast vindt binnen 2 á 3 jaar mogelijk standaardisatie van een breder deel van de band voor LTE plaats.

Aan hoeveel gebruikers kan de band ruimte bieden?

In deze deelvraag wordt niet gerefereerd aan de capaciteit van de netwerken (die in deze band met name een functie is van de dichtheid van de basisstations) maar het aantal *frequentiegebruikers*. Dit aantal wordt primair bepaald door het aantal kavels.

Uitgangspunt in het frequentiebeleid is de frequentieruimte technologieneutraal beschikbaar te stellen. Aangezien LTE in de markt wordt gezien als één van de geschikte technologieën voor gebruik in de band, maakt dat een kavel minimaal 1,4 MHz breed moet zijn om deze technologie niet uit te sluiten. Dat maximeert het aantal frequentiegebruikers op twee.

In grensgebieden dient rekening te worden gehouden met voorkeursafspraken tussen Nederland en de buurlanden. Dat betekent concreet dat in die gebieden slechts een deel van de frequentieruimte (circa 1,4 MHz) beschikbaar is. Wanneer wordt gekozen voor een indeling met twee breedbandige kavels (CDMA of LTE) levert dit beperkingen op voor de aanbieder.

7.2.4 Welke belangstelling hebben aanbieders (zoals mobiele operators en niche spelers) voor de frequentieruimte?

In ons onderzoek merken we een terughoudende belangstelling van partijen anders dan de huidige vergunninghouder. Meer specifiek is de belangstelling als volgt:

- *De huidige vergunninghouder* heeft interesse in het behouden van de frequentieruimte. In generieke zin streven nutsbedrijven naar het verkrijgen van 450-spectrum in de verschillende Europese landen, teneinde een zo groot mogelijke massa te creëren ten opzichte van vendors. De huidige vergunninghouder zou bij het niet meer gebruik kunnen maken van het spectrum te maken krijgen met omschakelkosten

(de op dit moment nieuw geïnstalleerde slimme meters ondersteunen alleen CDMA in de 450-band).

- *Potentiële aanbieders van spraakdiensten* in de 450-band hebben te maken met het feit dat zo'n dienst ook al in de 410-430 MHz-woordt geleverd, en de markt te klein is voor een tweede speler.
- *Operators van publieke mobiele netten* geven aan dat zij de gevraagde spraakfunctionaliteit en capaciteitsgaranties in principe kunnen aanbieden op basis van het bestaande netwerk. Afnemers geven daarbij aan dat de operators daar tot nu toe minder 'harde' garanties hebben willen afgeven dan gevraagd en mogelijk bij PAMR.

Voor operators van publiek-commerciële mobiele netwerken geldt dat de markt voor missiekritisch machine-to-machine te klein en niet interessant genoeg is om te bedienen via een (nieuw) 450-netwerk. Voor de bredere IoT-markt geldt dat het voor hen meer opportuun is om de bestaande netwerken daarvoor geschikt te maken (hiervoor is ook het ecosysteem beter).

- *Potentiële aanbieders van datadiensten* geven aan dat de markt met de specifieke eisen waaraan de 450-band kan voldoen (indoordekking, apparaten met relatief grote antenne, landelijk dekkend) op dit moment beperkt is, buiten de nutsbedrijven. Gezien de zeer lage kosten en beschikbaarheid van datadiensten over publiek-commerciële mobiele netwerken is de markt relatief klein.
- *Partijen die in het buitenland 450-netwerken opereren* geven aan interesse te hebben, maar zien niet direct een business case (ruraal internet in de 450-band is zoals gezegd niet aan de orde in Nederland, en de dienstverlening richting nutsbedrijven is reeds ingevuld door Utility Connect). Zij zouden wellicht wel een strategisch belang kunnen zien bij het verkrijgen van 450-frequenties in meerdere landen.

In Nederland en andere landen worden diverse frequenties geveild ten behoeve van mobiele data. Verschillende afnemers geven aan dat zij vrezen dat de mobiele operators, net als tot nu toe het geval was, in beperkte mate tegemoet zullen komen aan de behoefte aan kritische mobiele communicatie. We merken op dat afnemers een strategische drijfveer kunnen hebben om juist nu om spectrum te vragen.

Tot slot wordt door een enkele partij opgemerkt dat het voor sommige afnemers de voorkeur zou hebben wanneer niet een marktpartij, maar juist de overheid een missiekritische (data)dienst zou leveren in de PAMR-band (analoog aan C2000, maar met bredere doelgroep).

In hoeverre is de frequentieruimte schaars?

Technisch gezien is de PAMR-band een zeer gunstige band: er is relatief veel spectrum (2x 3 MHz) beschikbaar en de frequenties liggen een stuk lager dan de laagste die nu in gebruik zijn voor mobiele netwerken. Het aantal basisstations dat nodig is substantiële dekking te realiseren is, vergeleken met een mobiel netwerk in een hogere frequentieband, veel lager (circa 150 voor landelijke dekking). De band is, gekeken naar deze technische eigenschappen, een van de weinige in zijn soort (afhankelijk van de hoeveelheid benodigd spectrum is 410-430 MHz wellicht een alternatief).

Desondanks valt de interesse voor de band tegen. We onderscheiden de volgende groepen van mogelijk geïnteresseerde partijen:

- *Huidige aanbieders van PAMR- en PMR-diensten.* Zij zien geen reden om de bestaande spraakdienstverlening uit te breiden naar de PAMR-band. De capaciteit en



functionaliteit zijn voor hen op dit moment toereikend. Voor (traditionele) PAMR-datadienstverlening geldt hetzelfde.

- *Huidige mobiele operators.* De huidige mobiele aanbieders zijn geïnteresseerd in het bieden van mobiele (M2M-)datadiensten, maar rollen (omwille van het ecosysteem) eerst uit op basis van NB-IoT in het reeds beschikbare spectrum.
- *Toetreder(s).* De business case voor het bieden van PAMR-spraakdiensten door een toetreder is (zoals hierboven besproken) lastig haalbaar. Een PAMR-datadienst zou haalbaar kunnen zijn wanneer er een voldoende hoog volume kan worden behaald tegen het benodigde niveau van betalingsbereidheid.
- *Huidige gebruiker.* De huidige gebruiker heeft interesse in het voortzetten van het gebruik.

7.2.5 Welke Europese landen hebben de frequentieband op soortgelijke wijze bestemd en hoe wordt de frequentieband daar gebruikt?

In lijn met de Europese bestemming wordt de band in de meeste Europese landen net als in Nederland gebruikt voor PMR/PAMR-communicatie. We merken dat de Europese bestemming van deze band in beweging is. Waar de band in een aantal landen eerder ongebruikt was, en eerdere business cases niet sluitend bleken, hebben de utiliteitsbedrijven voldoende massa om de vergunningen voor de 450 MHz-band over te nemen en eigen netwerken op te zetten.

Op dit moment wordt de band, of een deel ervan, net als in Nederland gebruikt voor kritische M2M-toepassingen door in ieder geval Duitsland en Oostenrijk. In Duitsland heeft 450Connect (in handen van Alliander) de beschikking over 2x 1,25 MHz, en opereert daarin een netwerk op basis van CDMA. Het netwerk dekt een tiental regio's verspreid over het land. In Oostenrijk biedt Argonet een landelijk dekkend CDMA-netwerk voor professionele en kritische communicatie, waarbij het zwaartepunt ligt op M2M. Hiernaast wordt de band in ieder geval in België, Frankrijk, Hongarije, Frankrijk gebruikt voor kritische communicatietoepassingen. Duitsland overweegt om de 450-470 MHz-band per 2020 uitsluitend voor communicatietoepassingen gerelateerd aan kritische infrastructuur te gebruiken [26].

7.2.6 Zijn er (toekomstige) internationale afspraken over bestemming van de frequentieband?

De 450-470 MHz-frequentie band is in Europa al sinds lange tijd (circa 1990) bestemd voor PAMR en PMR. In 2004 is eveneens het gebruik van breedbandige, digitale technologieën in de band geharmoniseerd, en in 2006 werd ook het gebruik van smalbandige digitale technologie geharmoniseerd. In 2016 is door de ECC een band gedefinieerd die kan worden gebruikt voor breedbandige toepassingen in de OOV-sector – de gedefinieerde band overlapt met de Nederlandse PAMR-band.³³

De PAMR-band mag alternatief ingezet worden voor vast-draadloze internetaansluitingen in (met name) rurale gebieden. Het aantal landen waarin dit gebruik is terug te vinden, daalt geleidelijk. Ook kan de band bestemd worden voor gebruik door mobiele operators.

De belangrijkste beslissingen in de afgelopen jaren op Europees niveau zijn de volgende:

- EEC (06) 06, 2013 [40]. In deze beslissing wordt het gebruik van PMR en PAMR in de onder andere de 450-470 band vastgelegd.

³³ 450,5 – 456,0 MHz / 460,5 – 566,0 MHz en 452,0 – 457,5 / 462,0 – 467,5 MHz.

- EEC (16) 02, 2016 [44] Hierin wordt 450-470 MHz als optionele ruimte bestemd voor netwerken van publieke noodhulpdiensten. Onder andere Frankrijk is van plan van deze mogelijkheid gebruik te maken.

In de Europese landen waar gebruik wordt gemaakt van CDMA in de 450-band spelen plannen voor migratie naar LTE. Naar aanleiding hiervan voert het CEPT op dit moment onderzoek uit naar interoperabiliteit van LTE in het 450-spectrum met de andere gebruikers. De resultaten van de studie worden naar verwachting medio 2017 bekend, waarna een beslissing van het CEPT (ten aanzien van technische eisen voor co-existentie) wordt verwacht rond september 2017.

Hiernaast is afstemming met Duitsland en België van belang voor gebruik van deze band in verband met afspraken over spectrum deling langs grenzen.

7.2.7 In hoeverre zijn de gebruiksmogelijkheden van de frequentieruimte -zoals in 2005 vastgelegd in de vergunning - nog passend?

Dit gelet op de uitkomst van bovenstaande onderzoeksvragen, en gelet op de centrale doelstelling van het frequentiebeleid: effectief en efficiënt frequentie-gebruik. Beschrijf mogelijk alternatieve gebruiksvoorwaarden.

We hebben uit de markt geen signalen gekregen dat het gebruik van de band voor PAMR beperkt zou worden door de huidige gebruiksvoorwaarden. Wel geven we ten aanzien van toekomstige gebruiksvoorwaarden het volgende ter overweging mee:

- De dekkingsverplichting moet in evenwicht zijn met het aantal beschikbaar gestelde kavels. Wanneer één kavel beschikbaar wordt gesteld levert een landelijke dekkingseis geen noemenswaardige beperkingen op ten aanzien van de business case van een potentiële aanbieder. Gezien de business case is een landelijke dekkingseis onrealistisch bij twee of meer kavels.
- De bestemming voor dienstverlening aan gesloten gebruikersgroepen met een duurzame professionele relatie levert geen beperkingen op. Omdat gebruikers vragen om zekerheid ten aanzien van deze dienstverlening op langere termijn geven we ter overweging ook te vereisen dat een dienst functioneel aan het professionele, kritische gebruik tegemoetkomt. Het opnemen van dit aspect geeft daarnaast een duidelijk signaal naar de markt dat vanuit het beleid de inzet van de band voor kritieke communicatie voor langere tijd wordt ondersteund.
- Het opnemen van criteria ten aanzien van het ecosysteem van de gebruikte technologie. De voorkeur zou uit moeten gaan naar gebruik van de band op basis van een courante technologie, waarbij (gezien de behoefte) nog tenminste tien jaar het vooruitzicht op ondersteuning en levering bestaat.



Referenties

- [1] 3GPP (2015). *Technical Specification Group Radio Access Network; Base Station (BS) radio transmission and reception (FDD) (Release 13)* 3GPP TS 25.104 V13.0.0 (2015-09)
- [2] 3GPP (2015). *Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 13)*. 3GPP TS 36.104 V13.1.0 (2015-09)
- [3] 3GPP (2016). RP-162514. *450MHz E-UTRA FDD Band for LTE PPDR and PMR/PAMR in Europe*. [3gpp.org]
- [4] 3GPP (2017). *450 MHz Band for LTE in Region 3*. Work item 750273, RP-170159. [3gpp.org]
- [5] 3GPP2 (2008). *Band Class Specification for cdma2000 Spread Spectrum Systems*. TIA/EIA/IS-2000 3GPP2 C.P0057-C. [tiaonline.org]
- [6] 450Connect (2017). *Lösung: Aufbau*. [450connect.de]
- [7] ACM (2016). *Telecommonitor tweede kwartaal 2016*. [acm.nl]
- [8] Agentschap Telecom (2003). *Consultatie Mobiele UHF frequentiebanden*.
- [9] Agentschap Telecom (2014). *Geconsolideerde versie van de vergunning 5414887 februari 2014 RAM Mobile Data (Netherlands) BV*. [agentschaptelecom.nl]
- [10] Agentschap Telecom (2015). *Geconsolideerde versie van de trunking vergunning 6526029 december 2015 Entropia*. [agentschaptelecom.nl]
- [11] Agentschap Telecom (2016). *Geconsolideerde versie van de PAMR-vergunning februari 2016. Nationaal Frequentieregister, dossiernummer 5749257*. [agentschaptelecom.nl]
- [12] Agentschap Telecom (2016). *Geconsolideerde versie van de vergunning 7163055 december 2016 (Entropia)*. [agentschaptelecom.nl]
- [13] Agentschap Telecom (2016). *Nationaal Frequentieregister, bestemming 1875 – 1800 MHz* [agentschaptelecom.nl]
- [14] *Agreement on the coordination of the frequency band 410-430 MHz and 440-470 MHz band concluded between the administrations of Belgium, France, Germany, Luxembourg, The Netherlands and Switzerland*, Groningen, Oktober 2002.
- [15] Agurre (2015). *Bilan d'activité AGURRE à fin 2015*.
- [16] Agurre (2017). *Stratégie proposée*. [agurre.fr]
- [17] Anker, P. *Wegwijs in frequentieland: geschiedenis autotelefoon*. [frequentieland.nl]
- [18] Anker, P. *Wegwijs in frequentieland: portofoonssystemen*. [frequentieland.nl]
- [19] Argonet (2017). *Lösungen: 450 MHz-Funknetze*. [argonet.at]
- [20] Argonet (2017). *Spektrum: Österreich*. [argonet.at]
- [21] Bekkers, R.N.A. (2001). *Mobile Telecommunications Standards: GSM, UMTS, TETRA and ERMES*. Boston, MA: Artech House, pagina 397. [artechhouse.com]
- [22] BlueLight Mobile (2016). *Over ons*. [bluelightmobile.be]
- [23] BTG (2016). *Respons Nota Frequentiebeleid 9-9-2016*.
- [24] Bundesnetzagentur (2013). *Frequenzen im Bereich 450 MHz* [bundesnetzagentur.de]
- [25] Bundesnetzagentur (2014). *Verwaltungsvorschriften für Frequenzuteilungen im nichtöffentlichen mobilen Landfunk*. [bundesnetzagentur.de]
- [26] Bundesnetzagentur (2017). *Orientierungspunkte zur Bereitstellung von Frequenzen für den Ausbau digitaler Infrastrukturen* [bundesnetzagentur.de]
- [27] CDMA Development Group (2014). *Worldwide deployments of CDMA*. [cdg.org]
- [28] CEPT (2016). *Current Use, Future Opportunities and Guidance to Administrations for the 400MHz PMR/PAMR frequencies*. FM54 (16) 63. [cept.org]
- [29] CEPT (2017). *Broadband PMR/PAMR and NB-IoT sharing and compatibility studies in the bands 410-430 and 450-470 MHz*. [cept.org]
- [30] Chandler, Colin (2003). *CDMA 2000 and CDMA 450. IA 450 Presentation, ITU-BDT Sub-Regional Seminar, Ljubljana*. [itu.int]
- [31] Dialogic (2016). *De toekomst van digitale connectiviteit in Nederland*. [dialogic.nl]
- [32] Dialogic (2016). *Mobile network capacity model*.

- [33]Dialogic (2016). *The impact of network virtualisation on the Dutch telecommunications ecosystem: An exploratory study*. [\[dialogic.nl\]](http://dialogic.nl)
- [34]Dialogic (2016). *The wireless Internet of Things: Spectrum utilisation and monitoring*. [\[dialogic.nl\]](http://dialogic.nl)
- [35]Dialogic / Nederland ICT (2015). *Staat van Telecom. Dekking mobiele infrastructuur*. [\[staatvantelecom.nl\]](http://staatvantelecom.nl)
- [36]dPMR Association (2012). *dPMR Digital Whitepaper. 4 Level FSK/FDMA 6.25 kHz Technology*. [\[dpmr-mou.org\]](http://dpmr-mou.org)
- [37]ECC (1990). Recommendation T/R 25-08. *Planning criteria and coordination of frequencies for land mobile systems in the range 29.7-470 MHz*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [38]ECC (2004). Decision (04) 06. *The availability of frequency bands for the introduction of Wide Band Digital Land Mobile PMR/PAMR in the 400 MHz and 800/900 MHz bands*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [39]ECC (2004). Report 39. *The technical impact of introducing CDMA-PAMR on 12.5/25 kHz PMR/PAMR technologies in the 410-430 and 450-470 MHz bands*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [40]ECC (2006). Decision (06) 06. *The availability of frequency bands for the introduction of Narrow Band Digital Land Mobile PMR/PAMR in the 80 MHz, 160 MHz and 400 MHz bands*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [41]ECC (2007). Report 108. *Border code coordination between cdma2000 systems in 450 MHz band*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [42]ECC (2007). Report 97. *Cross border interference for land mobile technologies* [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [43]ECC (2015). Decision 15 (05). *The harmonised frequency range 446.0-446.2 MHz, technical characteristics, exemption from individual licensing and free carriage and use of analogue and digital PMR 446 applications*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [44]ECC (2016). Decision 16 (02). *Harmonised technical conditions and frequency bands for the implementation of Broadband Public Protection and Disaster Relief (BB-PPDR) systems*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [45]ECC (2016). Report 240. *Compatibility studies regarding Broadband PPDR and other radio applications in 410-430 MHz and 450-470 MHz and adjacent bands*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [46]ECC (2016). Report 25. *The European table of frequency allocations and applications in the frequency range 8.3 kHz to 3000 GHz (ECA table)*. [\[erodocdb.dk\]](http://erodocdb.dk)
- [47]ECC (2016). Work item FM54_03. *To consider harmonised technical conditions for MFCN in the band 450-470 MHz*. [\[cept.org\]](http://cept.org)
- [48]Entropia (2016). *Dekking 19 januari 2015*. [\[entropia.eu\]](http://entropia.eu)
- [49]ETSI (2002). TS 100 392-15 V1.2.1 (2002-04). *Terrestrial Trunked Radio (TETRA); Voice plus Data (V+D); Part 15: TETRA frequency bands, duplex spacings and channel numbering* [\[etsi.org\]](http://etsi.org)
- [50]ETSI (2005). EN 301 449 V1.1.1 (2005-05). *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Harmonized EN for CDMA spread spectrum base stations operating in the 450 MHz cellular band (CDMA 450) and 410, 450 and 870 MHz PAMR bands (CDMA-PAMR) covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive* [\[etsi.org\]](http://etsi.org)
- [51]ETSI (2013). TR 102 398 V1.3.1 (2013-01). *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Digital Mobile Radio (DMR) General System Design*. [\[etsi.org\]](http://etsi.org)
- [52]ETSI (2014). TS 136 101 V12.5.0 (2014-11). *LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (3GPP TS 36.101 version 12.5.0 Release 12)* [\[etsi.org\]](http://etsi.org)
- [53]ETSI (2016). TR 103 401 V1.1.1 (2016-11). *Smart Grid Systems and Other Radio Systems suitable for Utility Operations, and their long-term spectrum requirements*.
- [54]EU JRC (2017). *Smart Metering deployment in the European Union*. [\[europa.eu\]](http://europa.eu)
- [55]EUTC (2016). *Spectrum needs for utilities. EUTC position paper*. [\[utc.org\]](http://utc.org)
- [56]FCC (2017). *Electronic Code of Federal Regulations, part 96: Citizens Broadband Radio Service*. [\[ecfr.gov\]](http://ecfr.gov)
- [57]First Responder Network Authority (2014). *FirstNet and LTE overview*. [\[floridanet.gov\]](http://floridanet.gov)
- [58]FRMCS Functional Working Group (2016) *Future Railway Mobile Communication System - User Requirements Specification*.
- [59]Huawei (2016). *Turkcell and Huawei demonstratie 4.5G LiTRA application*. [\[huawei.com\]](http://huawei.com)
- [60]ITU (2013). *LTE 450 MHz technology for broadband services in rural and remote areas. Case study of Brazil* [\[itu.int\]](http://itu.int)



- [61]ITU (2015). *Recommendation M.1036-5 (10/2015)* [itu.int]
- [62]ITU (2017). TU-R WP5D Contribution 515. *Proposed modification of the 450 MHz band to the working document towards a preliminary draft revision of Recommendation ITU-R M.1036-5* [itu.int]
- [63]IWCE's Urgent Communications (2016). *3GPP approves standard for mission-critical PTT (MCPTT) over LTE in Release 13*. [urgentcomm.com]
- [64]Lee (2006). *Measured TCP Performance in CDMA 1x EV-DO Network*. [icir.org]
- [65]Ministerie van Economische Zaken (2017). *Internetconsultatie Wet ongewenste zeggenschap telecommunicatie* [internetconsultatie.nl]
- [66]Ministerie van Economische Zaken (2017). *Nota Mobiele Communicatie 2017 – consultatiedocument conceptregeling*. [internetconsultatie.nl]
- [67]NICTIZ (2016) *E-Health monitor*
- [68]NS (2016). *Selectieleidraad EA Hyperconnect*.
- [69]Publicatieblad van de Europese Unie (2012). L 315/1. *Richtlijn 2012/27/EU van het Europees Parlement en de Raad van 25 oktober 2012 betreffende energie-efficiëntie* [eur-lex.europa.eu]
- [70]Qualcomm (2011). *1X Advanced – Four-Fold Increase in Voice Capacity*. [qualcomm.com]
- [71]Roselli, M. (2016). *LTE Guard Band Calculation*. [laroccasolutions.com]
- [72]SCF Associates (2014). *Is Commercial Cellular Suitable for Mission Critical Broadband? Study on use of commercial mobile networks and equipment for "mission-critical" high-speed broadband communications in specific sectors*. [europa.eu]
- [73]Schiphol Telematics (2016). *Market Consultation for high performance, on premises Broadband Wireless solution for the integrated facilitation of airport related services*. Vertrouwelijk.
- [74]Sörries, B. (2014). *Private Funknetzplattform für energiewirtschaftliche Anwendungen*. IT@Energy
- [75]Staatscourant (2001). *Regeling aanvraag vergunning voor TETRA*. [officielebekendmakingen.nl]
- [76]Staatscourant (2005). *Frequentie-uitgifte voor Public Access Mobile Radio (PAMR)*. 22 augustus 2005/WJZ 5052800 [officielebekendmakingen.nl]
- [77]Staatscourant (2010), nr. 1154. *Vergunning voor het gebruik van frequentieruimte ten behoeve van een landelijk DGPS netwerk*. [officielebekendmakingen.nl]
- [78]Staatscourant (2011), nr. 16018. *Vergunning voor frequentieruimte ten behoeve van trunking (Entropia Digital B.V.)*. [officielebekendmakingen.nl]
- [79]Staatscourant (2012), nr. 24272. *Toestemming KPN B.V. voor overdracht PAMR vergunning aan Utility Connect B.V., Agentschap Telecom*. [officielebekendmakingen.nl]
- [80]Staatscourant (2015), nr. 169. *Frequentie-uitgifte voor Public Access Mobile Radio (PAMR)*. [officielebekendmakingen.nl]
- [81]Stratix (2015). *Wireless applications in Transport and Logistics Observations, trends, and potential vulnerabilities*. [agentschaptelecom.nl]
- [82]Stratix (2017). *Breedband voor de OOV sector in de 700 MHz band. Onderzoek naar behoefte aan mobiele breedband datacommunicatie*.
- [83]Telecompaper (2005). *Agentschap Telecom wijst PAMR vergunning toe aan Nozema*. [telecompaper.com]
- [84]T-Mobile Nederland (2016). *Zienswijze T-Mobile Netherlands op het consultatiedocument Inventarisatie overheidsbanden i.v.m. geschiktheid medegebruik of gedeeld gebruik marktpartijen van 7 december*.
- [85]Tweakers (2010). *KPN werkt in stilte aan uitrol landelijk cdma450-netwerk*. [tweakers.net]
- [86]Verbinding (2017). *ITU-R accepteert Nexedge/IDAS (NXDN) als internationale radiostandaard*. [verbinding.tv]
- [87]Verbinding (2017). *Veel onrust rond ARC, markt speculeert*. [verbinding.tv]
- [88]VKA (2004). *Marktonderzoek PMR/PAMR. Ontwikkeling van de markt voor commerciële professionele mobiele radiotoepassingen in Nederland*.
- [89]VKA (2004). *Vergunningverlening PAMR. Scan op kritische voorwaarden en beperkingen bij de voorgenomen vergunningverlening*.

Bijlage 1. Mogelijke indelingen voor de PAMR-band

In deze bijlage lichten we de in de eerdere hoofdstukken besproken indelingen voor de PAMR-band toe. Doel van de inventarisatie is te bepalen welke technische mogelijkheden er zijn bij het in de markt zetten van de PAMR-vergunning in verschillende vormen.

Overzicht

De meeste smalbandige technologieën (analoog, TETRA, DMR, dPMR en NXDN) hebben een vaste spectrumbreedte per kanaal, en ondersteunen een variabel aantal kanalen naast elkaar, tot een bepaalde maximale spectrumbreedte. Dat betekent dat deze technologieën vrij flexibel kunnen worden ingepast in de band. Breedbandige technologieën (CDMA en LTE) kennen vaak vaste breedtes voor een *carrier*, en vereisen daarnaast typisch dat de middenfrequentie van de carrier op een bepaalde veelvoud wordt geplaatst. De breedbandigere technologieën zijn daardoor moeilijker in te passen dan de smalbandigere.

Tabel 13 geeft een overzicht van de onderzochte indelingen voor het PAMR-spectrum. In dit onderzoek bekijken we drie indelingsvormen: (1) één technologie in de huidige PAMR-band, (2) een combinatie van technologieën in de huidige PAMR-band, en (3) mogelijkheden bij aanpassing van de band.

Tabel 13 Mogelijke indelingen van de PAMR-band

	Technologie	Indeling ³⁴	Kavels (max.)
Één technologie in bestaande PAMR-band			
A	CDMA	2x (2x 1,25 MHz)	2
B	LTE (band 31)	1x (2x 1,4 MHz)	1
B*	LTE ('band X')	2x (2x 1,4 MHz) / 1x (2x 3 MHz)	2
C	NB-IoT	12x (2x 180 kHz)	12
D	TETRA	120x (2x 25 kHz)	120
E	DMR/dPMR/NXDN	240x (2x 12,5 kHz)	240
Combinaties van technologieën binnen de PAMR-band			
A+B	CDMA + LTE (band 31)	(2x 1,25 MHz) + (2x 1,4 MHz)	2
A+S	CDMA/LTE + smalbandig	(2x 1,25 MHz) + Nx (2x 12,5 kHz)	>1
S+S	Smalbandig	Nx (2x 12,5 kHz)	>1
Aanpassing van de PAMR-band			
X1	LTE (band 31)	1x (2x 3 MHz)	1
X2	LTE (band 31)	2x (2x 1,4 MHz)	2
X3	LTE (band 31)	1x (2x 5 MHz)	1

³⁴ Hier geldt dat rekening dient te worden gehouden met frequentiehergebruik in cellulaire netwerken. Door hergebruik zal, gegeven een bepaalde hoeveelheid spectrum, de capaciteit van het netwerk lager zijn ten opzichte van indicaties waarin geen rekening wordt gehouden met hergebruik.

Eén technologie in de PAMR-band

[Indeling A] CDMA

Op dit moment wordt CDMA-1X toegepast in de PAMR-band. De technologie was tot enige tijd geleden de enige commercieel beschikbare en bewezen technologie voor breedbandige datacommunicatie de 450-470 MHz-band. Zoals beschreven in paragraaf 3.1.2 zijn er diverse opvolgers beschikbaar van CDMA, waarvan 'CDMA EV-DO' (revisie A en B) praktische opties zijn.

Plaatsing in het spectrum

Carriers van CDMA-1x zijn 1,25 MHz breed. Voor CDMA is het 450-spectrum opgenomen in 'Band 5' [5]. Deze CDMA-band is geschikt voor gebruik in Europa, Afrika en Azië. Tabel 14 toont de voor CDMA gedefinieerde blokken – de blokken die overlappen met de PAMR-band zijn groen gemarkeerd.

Tabel 14 Frequentieblokken binnen de 'Band class 5' van de cdma2000-standaard. De groen gemarkeerde overlappen met de PAMR-band [5]

Blok	Band-subklasse	Frequentieband zender (MHz)	
		Terminal	Basisstation
A	0	452.500–457.475	462.500–467.475
B	1	452.000–456.475	462.000–466.475
C	2	450.000–454.800	460.000–464.800
D	3	411.675–415.850	421.675–425.850
E	4	415.500–419.975	425.500–429.975
F	5	479.000–483.480	489.000–493.480
G	6	455.230–459.990	465.230–469.990
H	7	451.310–455.730	461.310–465.730
I	8	451.325–455.725	461.325–465.725
J	9	455.250–459.975	465.250–469.975
K	10	479.000–483.475	489.000–493.475
L	11	410.000–414.975	420.000–424.975

In de huidige situatie wordt in de 2x3 MHz-spectrumruimte gewerkt met twee naastgelegen CDMA-kanalen. De twee kanalen kunnen zonder tussenruimte 'naast elkaar' worden geplaatst. Figuur 10 geeft een schematische weergave van de indeling.



Figuur 10 Schematisch overzicht van het huidige gebruik van de PAMR-band op basis van CDMA

[Indeling B] LTE/LTE-M (band 31)

LTE kan in de 450-470 MHz-frequentieband worden toegepast. Er is op dit moment één band binnen dit stuk spectrum gestandaardiseerd voor gebruik met LTE ('band 31'). Deze is geschikt voor gebruik in Europa, Brazilië en enkele andere landen. Van de chipsets die LTE in de 450 MHz-band ondersteunen, ondersteunt de overgrote meerderheid band 31. Overigens wordt de 450-band door populaire chipsets (die bijvoorbeeld in smartphones worden gebruikt) vaak (nog) niet ondersteund. Band 31 overlapt slechts ten dele met de 'Band class 5' van CDMA, en slechts ten dele met de Nederlandse PAMR-band.

Plaatsing in het spectrum

Band 31 overlapt voor 2,2 MHz met het nu aan PAMR beschikbaar gesteld spectrum (451,76–454,77 / 461,76–464,76 MHz). Het bruikbare deel van de LTE-band 31 begint in deze situatie dus op 452,5 MHz (UL) en eindigt, gezien het kanaalraster, op 454,70 (452,5 MHz + 22 * 100 kHz). Bij inzet van LTE conform band 31 ontstaat aan de 'onderkant' van de PAMR-band dus altijd 740 kHz ruimte. Binnen de PAMR-band is zonder verdere aanpassing alleen uitrol van een 1,4 MHz LTE-kanaal mogelijk.³⁵

Vanaf Release 8 ondersteunt LTE zes verschillende bandbreedtes: 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz en 20 MHz. Deze bandbreedtes omvatten een veelvoud van een subkanalen (in LTE 'resource blocks' genoemd) en zijn inclusief 'interne' guard bands aan weerszijden. Ter voorkoming van storing van andere naastgelegen gebruikers zijn nog aanvullende 'externe' guard bands benodigd.

Tabel 15 Overzicht van de verschillende kanaalbreedtes ondersteund door LTE [71]

Kanaalbreedte:	1,4 MHz	3 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
Aantal 'resource blocks'	6	15	25	50	75	100
Maximale bezette bandbreedte (MHz)	1,08	2,70	4,50	9,00	13,50	18,00
Guard-band aan iedere zijde (kHz)	160	150	250	500	750	1000

Figuur 11 toont schematisch hoe een (stand alone) LTE-kanaal kan worden ingedeeld.

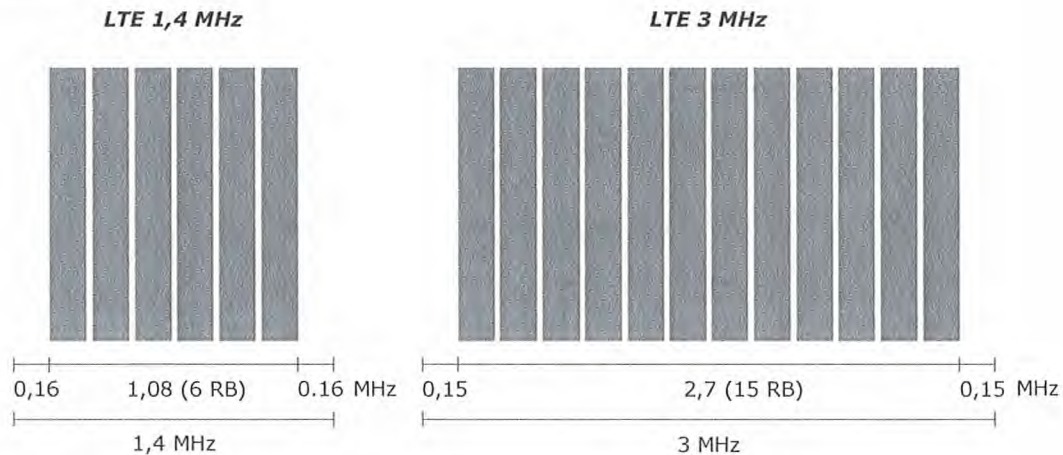
Alle hierboven genoemde LTE-varianten ondersteunen zowel spraak- als dataverkeer (merk op dat LTE geen 'native' spraak ondersteunt; er zijn echter diverse VoIP-standaarden die werken bovenop LTE, waaronder VoLTE). Er is op dit moment geen mogelijkheid voor aggregatie³⁶ van 1,4 MHz- en 3 MHz-carriers gestandaardiseerd voor LTE.

Onder de noemer 'LTE-M' is een profiel gedefinieerd voor M2M-apparaten, zodat deze efficiënter kunnen werken 'naast' de normale LTE-apparatuur en in bestaand LTE-spectrum. LTE-M is onderdeel van Release 13 van de LTE-standaard en definieert een profiel voor LTE-terminals met lage complexiteit, specifiek voor 'machine to machine' datacommunicatie. LTE-M kan worden ingezet in bestaand LTE-spectrum (zowel FDD als TDD). LTE-M is ontworpen

³⁵ Uplink: 452,5 – 453,9 MHz (middenfrequentie 453,2 MHz). Downlink: 462,5 – 463,9 (middenfrequentie 463,2 MHz).

³⁶ In Release 10 van de LTE-standaard werd de mogelijkheid geïntroduceerd om meerdere LTE-carriers te aggregeren. Maximaal vijf carriers kunnen tot een maximum van 100 MHz bandbreedte worden gecombineerd. De aggregatie is echter niet gedefinieerd in de standaard voor carriers van 1,4 en 3 MHz.

voor co-existentie met regulier LTE-verkeer (Cat. 0 en hoger). LTE-M kan echter niet co-existeren met 'regulier' LTE in een 1,4 MHz brede carrier. Een 'stand alone' LTE-M-carrier is echter ook mogelijk.



Figuur 11 Schematisch overzicht van LTE in een kanaal van respectievelijk 1,4 en 3 MHz

Duplex

De duplexfrequentie (ruimte tussen de uplink en downlink frequenties) zal bij toepassing van de 450-470 MHz-band in regel klein zijn, wat storingen kan opleveren en hoge eisen stelt aan apparatuur. [60] Ook zendt LTE apparatuur redelijk wat energie uit buiten de eigen bandbreedte, wat uitdagingen oplevert ten aanzien van gebruik in aanleunende banden.

Een aandachtspunt bij LTE in de 450 MHz-band is de duplexscheiding (de scheiding tussen de middenfrequenties van het uplink- en downlinkkanaal). Deze is voor LTE in band 31 gespecificeerd als 10 MHz ([52] tabel 5.7.4-1).³⁷ Het downlinkdeel van de PAMR-band bevindt zich precies 10 MHz hoger dan het uplinkdeel – aan deze eis kan dus in principe worden voldaan. Deze gespecificeerde scheiding ligt echter flink lager dan voor de andere banden (ter vergelijking, de duplexscheiding voor de veelgebruikte LTE-band 3 is 95 MHz). Dat betekent dat hogere eisen wordt gesteld aan de filters in de apparatuur.

[Indeling B*] LTE/LTE-M 'band X'

Op dit moment biedt een aantal vendors LTE-apparatuur aan die ook buiten de gestandaardiseerde band 31 kan werken in het 450-spectrum. Aan de handsetzijde is ondersteuning voor een dergelijke 'non-standaard' configuratie waarschijnlijk nog wel beperkt.

Binnen 3GPP bestaat initiatief om een uitgebreider deel van de 450-470 MHz-band te standaardiseren voor LTE.³⁸ Wanneer het initiatief wordt goedgekeurd zal naar verwachting de

³⁷ We gaan er hieronder vanuit dat de downlink steeds precies 10 MHz boven de uplink wordt geplaatst. We noemen hieronder steeds de frequenties voor de uplink; impliciet zijn de frequenties voor de downlinkcarrier de genoemde frequenties plus 10 MHz.

³⁸ Vanuit Frankrijk (o.a. Airbus) is de 3GPP voorgesteld een tweetal 2x5 MHz-banden óf één 2x7 MHz-band te definiëren die aansluit bij de indeling die in veel Europese landen wordt gehanteerd ten behoeve van PAMR tussen 451 – 456 / 461 – 466 MHz. De in het voorstel genoemde opties zijn: (1) 2x5 MHz in 450,5 – 456 MHz (UL) / 460,5 – 466 MHz (DL) én 2x5MHz in 452 – 457,5 MHz (UL) / 462 – 467,5 MHz (DL), of (2) 2x7 MHz: 450,5 – 457,5 MHz (UL) / 460,5 – 467,5 MHz (DL). [3] Meer recent heeft China Unicom (met ondersteuning van enkele andere initiatiefnemers) de 3GPP in maart 2017 gevraagd om een band te definiëren voor FDD 2x5 MHz (tussen 450-455 MHz up / 460-465 MHz down)

definitieve specificatie eind 2017 beschikbaar zijn, en onderdeel worden van de daarop volgende Release 15. [4]

Mocht de nieuwe band onderdeel worden van Release 15, dan betekent dat dat de gehele PAMR-band in theorie gebruikt zou kunnen worden voor LTE op basis van een gestandaardiseerd bandplan. Uiteraard is het dan wel van belang dat apparatuur de nieuwe band ondersteunt. We verwachten dat de meeste apparatuur die band 31 ondersteunt, uiteindelijk ook de nieuwe band zal ondersteunen. Zoals eerder opgemerkt is de beschikbaarheid van band 31-apparatuur echter ook nog een aandachtspunt.

[Indeling C] NB-IoT

NB-IoT is een in Release 13 van de LTE-standaard geïntroduceerde vorm voor een op IoT-toepassingen geënt smal datakanaal. Waar LTE-M gebruik maakt van dezelfde 'resource blocks' binnen een LTE-kanaal (maar met een beperkte totale breedte van het spectrum om de ontvanger eenvoudiger te kunnen laten zijn) maakt NB-IoT gebruik van een eigen kanaal. NB-IoT is evenwel zo ontworpen dat het kan worden geïntegreerd in een LTE-kanaal en kan samenwerken met de overige onderdelen van de LTE-standaard.

Plaatsing in het spectrum

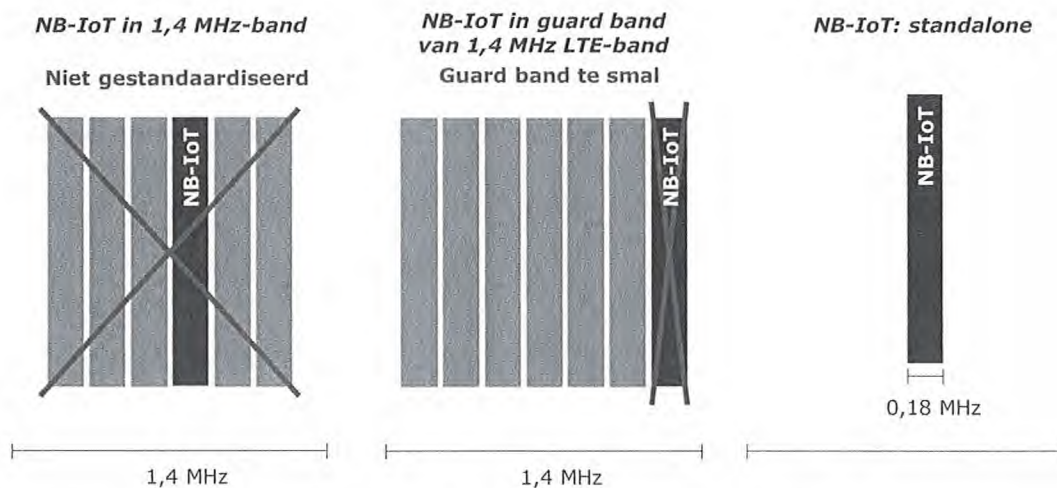
Een NB-IoT-carrier kan op verschillende plaatsen in het spectrum worden uitgerold:

- In een guard band van een LTE-carrier (*guard band deployment*)
- Ingebed in een 'normale' LTE-carrier (*in-band deployment*). Hierbij worden in feite de resource blocks die overlappen met de NB-IoT-carrier uitgeschakeld.
- Als een losstaand kanaal (*stand-alone deployment*).

In de Nederlandse situatie is, binnen de PAMR-band, alleen een stand-alone uitrol mogelijk. In-band uitrol is namelijk niet gestandaardiseerd voor LTE-banden van 1,4 MHz, wat (zoals eerder opgemerkt) de enige variant van LTE is die in de PAMR-band zou passen. Een uitrol in de guard band van een 1,4 MHz LTE-carrier is eveneens niet mogelijk, omdat deze guard band te smal is (zie Tabel 15: de guard band van een 1,4 MHz LTE-carrier is 160 kHz breed, terwijl de NB-IoT-carrier op zichzelf 180 kHz breed is). Losstaande NB-IoT-carriers kunnen zonder problemen worden gerealiseerd in de PAMR-band. Figuur 12 toont een schematisch overzicht van de verschillende varianten.

De PAMR-band overlapt voor 2,2 MHz (in beide duplexrichtingen) met LTE-band 31. Dat betekent dat maximaal 12 NB-IoT-kanalen kunnen worden gerealiseerd binnen de gestandaardiseerde band. Uitrol van NB-IoT buiten de gestandaardiseerde band is eveneens realistisch (zie de eerdere opmerkingen over niet-gestandaardiseerde realisatie van LTE buiten band 31).

voor gebruik in Azië. [4] Betrokkenen geven aan dat zij verwachten dat uiteindelijk wordt gekozen voor standaardisatie van de (gehele) 451 – 456 / 461 – 466 MHz band.



Figuur 12 Uitrolscenario's voor NB-IoT in de PAMR-band

[Indeling D] TETRA

De PAMR-band valt in de '0100₂'-frequentieband van TETRA. Daarvoor geldt dat de uplink plaatsvindt in het bereik 450-470 MHz en de downlink in 460-470 MHz, waarbij 400 MHz de referentiefrequentie is. ([49] tabel 1).

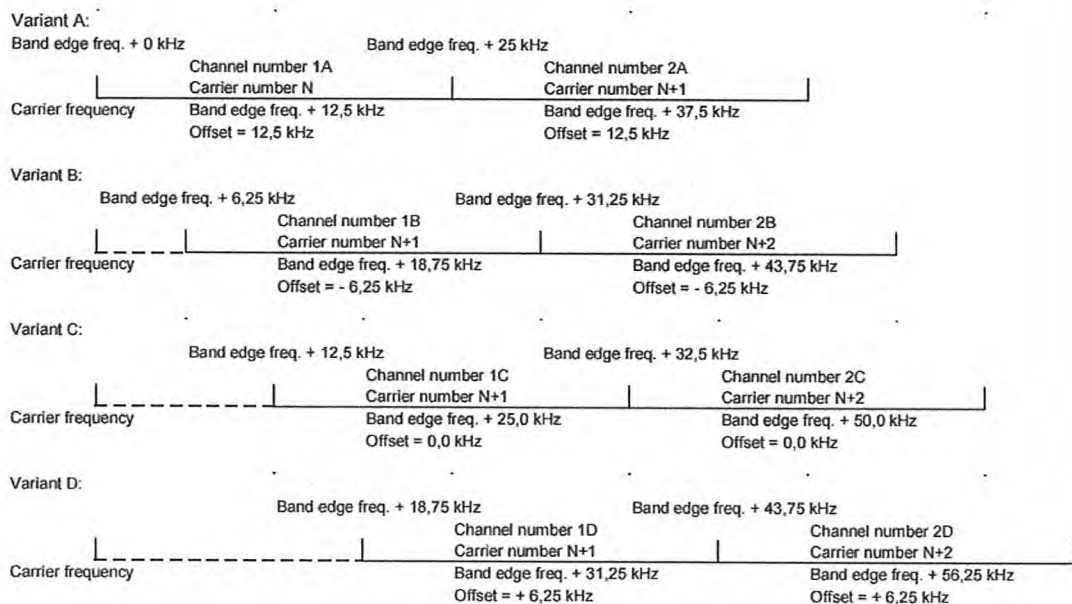
De duplex spacing (ruimte tussen het uplink- en downlinkkanaal) mag 10 MHz zijn. Het kanaalraster van TETRA is 25 kHz; de basisfrequentie (begin van het 'laagste' kanaal) mag daarbij $\pm 6,25$ kHz of $+12,5$ kHz zijn verschoven ten opzichte van de 'referentiefrequentie' voor de band. [49]

Voor TETRA zijn veelal terminals beschikbaar die zowel in de 410-430 MHz-band als in de 450-470 MHz-band kunnen werken. Mogelijk moet bij bestaande terminals de antenne worden verwisseld (deze is meestal afneembaar).

TETRA kan kortom worden ingepast in de PAMR-band; er passen in theorie 120 kanalen in de 3 MHz-ruimte (voor de uplink te starten vanaf 451,7625 MHz: 450 MHz + $120 \cdot 25$ kHz + 12,5 kHz offset). Er wordt daarbij voldaan aan de eis voor duplex spacing (de downlink bevindt zich precies 10 MHz hoger).

In de markt lijkt er behoefte te zijn aan TETRA voor PMR. Een PAMR-aanbieder is er reeds in de 410-430 MHz-band. De markt lijkt te klein voor twee aanbieders (zoals ook al geconcludeerd door VKA [89]). Daarnaast zou een nieuwe operator fors moeten investeren in een netwerk, terwijl deze zich lastig kan onderscheiden van de huidige aanbieder.

Ook de huidige aanbieder (Entropia) zou moeten investeren om het huidige netwerk geschikt te maken voor 450-470 MHz. Hoewel Entropia meer flexibiliteit zou hebben met meer spectrumruimte wegen deze investeringen niet op tegen de baten; het lijkt erop dat Entropia met de huidige hoeveelheid spectrum prima aan de vraag kan voldoen.



Figuur 13 Mogelijkheden voor kanaaltoewijzing bij TETRA (bron: [49] figuur 1)

[Indeling E] DMR, dPMR en NXDN

DMR werkt in theorie in frequenties tussen 30 MHz en 1 GHz, en is ontworpen om te passen in kanaalrasters van 12,5 kHz (zie [51], 5.2). DMR tier-2 en tier-3-systemen werken in de frequentiebanden aangegeven in ERC-rapport 25. [46] DMR ondersteunt simplex- en duplexcommunicatie, beiden zowel op basis van één of twee frequenties³⁹ ([51], tabel 5.2).

Een enkel dPMR-kanaal is 6,25 kHz breed. Het is mogelijk kanalen zonder verdere scheiding naast elkaar te gebruiken in een 12,5 kHz-kanaal. [36] Bij gebruik van een enkel kanaal zijn individuele duplexoproepen via een repeater niet mogelijk; voor groepsoproepen zijn meer dan twee kanalen nodig ([51], tabel 5.2).

Capaciteit

Tabel 16 toont een overzicht van indicatoren van capaciteit van CDMA en LTE in de hierboven getoonde indelingen. Het betreft hier deels resultaten van metingen aan netwerken en deels

³⁹ Een individuele duplexoproep via een repeater op basis van een enkele frequentie wordt niet ondersteund door DMR. Peer-to-peer is dit wel mogelijk. Voor duplex groepsoproepen zijn meer dan twee frequenties noodzakelijk. [51]

resultaten uit simulaties (zie [32] en [34] voor een uitgebreide behandeling van de capaciteit van mobiele netwerken en IoT-technologieën).

Tabel 16 Indicatie van de performance van CDMA en LTE in 450 MHz-spectrum.

Technologie	Spectrum	Piek-doorvoersnelheid /sector (downlink)	Piek-doorvoersnelheid /sector (uplink)
CDMA-1X	2x 1,25 MHz	400 kbit/s	
CDMA-EVDO	2x 1,25 MHz	800 kbit/s	
LTE	2x 1,4 MHz	1 Mbit/s	
LTE-M	2x 1,4 MHz	2,52 Mbit/s*	2,52 Mbit/s*
NB-IoT	2x 200 kHz	119 Kbit/s*	235 Kbit/s*

*: Theoretisch resultaat uit simulatie.

Combinaties van technologieën in de PAMR-band

Aangezien de hierboven besproken technologieën niet in alle gevallen de volledige PAMR-band (kunnen) vullen is het ook zinvol om te onderzoeken of combinaties van technologieën in de PAMR-band kunnen worden ingezet. Tabel 17 toont een overzicht van de verschillende onderzochte combinaties, waarbij reeds is aangegeven welke combinaties mogelijk zijn. Omdat de smalbandige technologieën (NB-IoT, TETRA, DMR, dPMR en NXDN) zich grotendeels gelijk gedragen 'naast' de breedbandigere technologieën (LTE, CDMA) groeperen we deze in de combinatiescenario's.

Tabel 17 Overzicht van onderzochte combinaties van technologieën binnen de PAMR-band

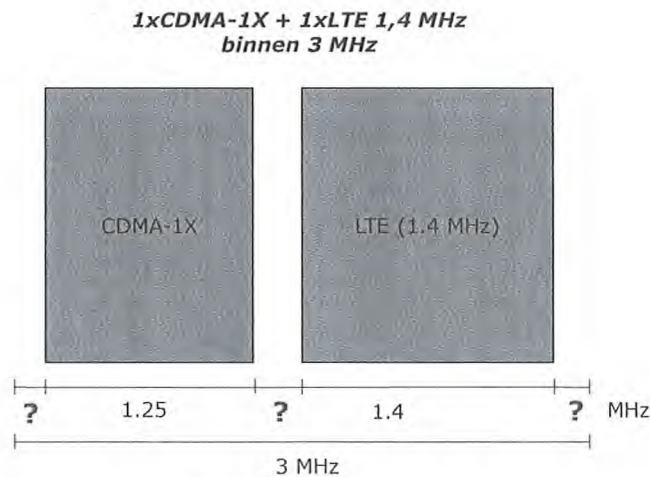
	CDMA	LTE	NB-IoT	TETRA	DMR dPMR NXDN
CDMA					
LTE	[AB]				
NB-IoT	[AS]	[AS]			
TETRA	[AS]	[AS]	[SS]		
DMR, dPMR, NXDN	[AS]	[AS]	[SS]	[SS]	[SS]

[Indeling AB] CDMA + LTE

Plaatsing in het spectrum

Een situatie waarin CDMA en LTE naast elkaar in de PAMR-band werken wordt door de huidige vergunninghouder gezien als een mogelijk migratiescenario. Van de huidige twee CDMA-kanalen wordt één kanaal (van 1,25 MHz) uitgeschakeld, om plaats te maken voor een 1,4 MHz LTE-kanaal. Figuur 14 geeft schematisch aan hoe een combinatie van CDMA en LTE naast elkaar kunnen worden ingedeeld in de PAMR-band.





Figuur 14 Schematisch overzicht van CDMA naast LTE in de PAMR-band

Co-existentie

De grote vraag bij deze combinatie is hoe groot de guard band moet zijn tussen (1) het CDMA- en het LTE-kanaal, en (2) het LTE-kanaal en de 'hoger gelegen' gebruikers.

De CDMA-standaard schrijft een demping van -60 dB voor per 30 kHz voorbij de carrier ([50], tabel 2). In de praktijk is het waarschijnlijk dat apparatuur zich beter zal gedragen dan deze bovengrens. Als de CDMA- en LTE-carrier niet vanaf dezelfde locatie worden gezonden, is het mogelijk dat interferentie van de een het signaal van de ander op bepaalde locaties overstemt. Wanneer de CDMA- en LTE-zender zich op dezelfde locatie bevinden, zal er in de downlink geen probleem ontstaan: beide signalen zijn dan overal sterk genoeg ten opzichte van elkaar.

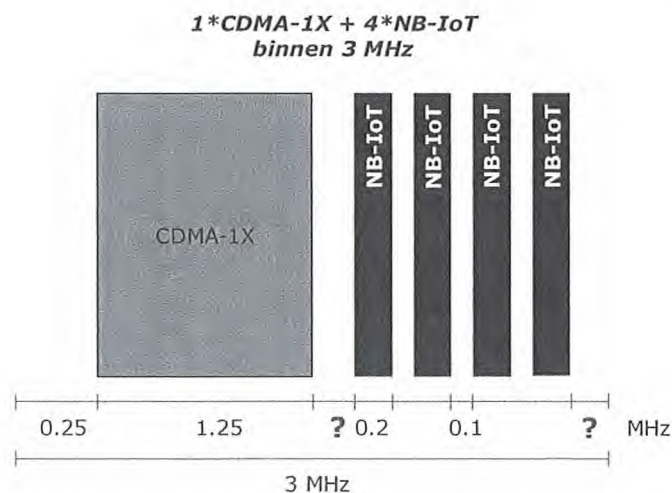
[Indeling AS] CDMA of LTE + smalbandige technologieën

Het is mogelijk om, naast een enkele CDMA-carrier, een aantal smalbandige kanalen te plaatsen.

Plaatsing in het spectrum

Figuur 15 geeft hiervan een schematisch voorbeeld. Voor deze indelingen geldt dat de breedte van de benodigde (interne en externe) guard bands het belangrijkste openstaande vraagstuk is.

Zoals eerder aangegeven is het realiseren van een NB-IoT-carrier binnen een 1,4 MHz LTE-carrier niet gestandaardiseerd. Wanneer een 1,4 MHz LTE-carrier wordt gerealiseerd in de PAMR-band blijft er aan de 'bovenkant' wel nog maximaal 860 kHz 'over', waarin uiteraard wel nog stand-alone NB-IoT carriers zouden kunnen worden geplaatst.



Figuur 15 Schematisch overzicht van indeling van de PAMR-band met één CDMA-carrier en meerdere NB-IoT-carriers.

Co-existentie

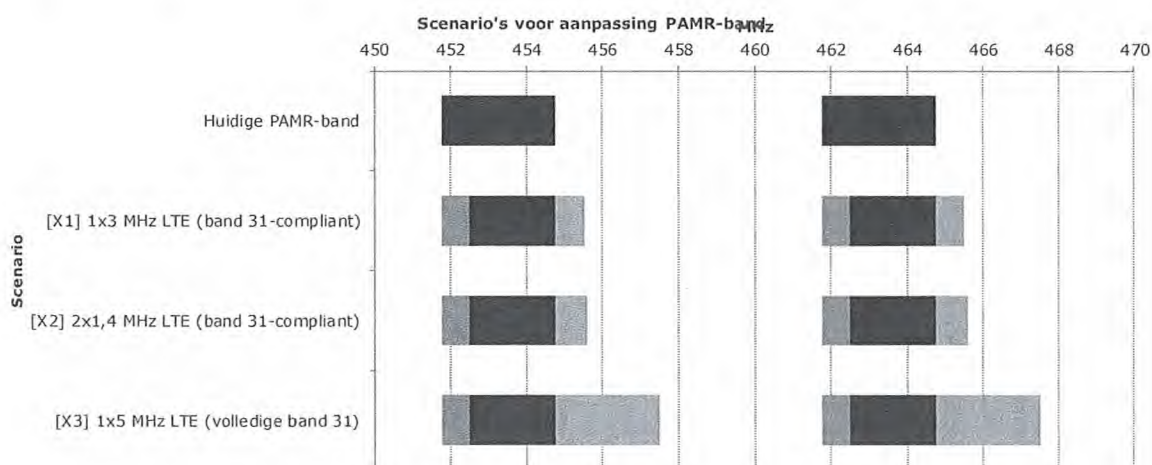
Co-existentie van smalbandige (IoT) naast breedbandig CDMA in de 450-band wordt op dit moment onderzocht door het CEPT. [29] Ten aanzien van co-existentie van TETRA met LTE in 410-430 / 450-470 MHz concludeert het ECC dat aanvullende filters nodig zijn. [45]

[Indeling SS] Combinaties van smalbandige technologieën

Uiteraard kan de PAMR-band tot slot in zijn geheel worden ingevuld met smalbandige technologieën. Daarmee wordt de situatie in de PAMR-band vergelijkbaar met de situatie in het overige deel van de 450-470 MHz-band, en zullen dezelfde plaatsings- en co-existentievoorwaarden gelden.

Aanpassing van de PAMR-band

Figuur 16 geeft een overzicht van de onderzochte opties voor aanpassing van de PAMR-band. Het blauwe deel geeft steeds aan welk deel van het op dit moment aan PAMR beschikbaar gesteld spectrum zou worden gebruikt. Het groene deel betreft het deel van het huidige PAMR-spectrum dat zou vrijkomen. Het lichtblauwe deel betreft spectrum dat per scenario zou moeten worden toegevoegd.



Figuur 16 Overzicht van de scenario's voor uitbreiding van de PAMR-band

[Indeling X1] 1x3 MHz LTE (band 31-compliant)

Wanneer de PAMR-band naar boven toe zou kunnen worden 'opgerekt' is een LTE-uitrol van één carrier van 3 MHz mogelijk. Deze carrier zou dan starten op 452,5 MHz (uplink; ondergrens LTE-band 31) en eindigen op 455,50 MHz.

Aan de 'bovenkant' van de PAMR-band is in dat geval 730 kHz extra benodigd. In dit deel van het spectrum bevinden zich diverse gebruikers. We vermoeden dat deze gebruikers analoge of digitale PMR gebruiken en eventueel gebruik zouden kunnen maken van de vrijgekomen 740 kHz 'onderaan' de PAMR-band (451,76 – 452,50 MHz / 461,76 – 462,50 MHz).

Tabel 18 geeft een overzicht van de betreffende vergunningen. Het gaat voornamelijk om vergunningen voor tijdelijk gebruik (PMT), bedoeld voor verhuurders van portofoons. De impact van een eventuele 'verhuizing' lijkt daar te overzien (zeker aangezien de verhuurbedrijven nu al frequenties moeten coördineren tussen huurders en instellen op de portofoons).

Tabel 18 Te verhuizen gebruikers bij uitbreiding van PAMR-band met 730 kHz (tot aan 455,5 MHz / 465,5 MHz).

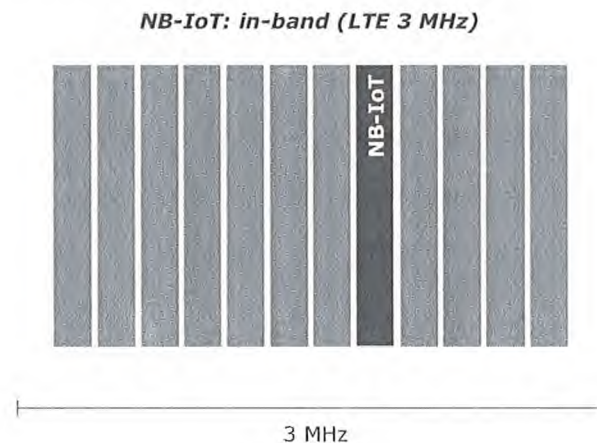
Categorie	Spectrum ingedeeld (overlap met 3 MHz LTE-31 UL) (kHz)	Spectrum ingedeeld (overlap met 3 MHz LTE-31 DL) (kHz)	Spectrum ingedeeld in 450-470 MHz (kHz)	Aantal vergunningen in 450-470 Mhz	% Spectrum geaffecteerd	Geschat aantal geaffecteerde vergunningen
PMT	150	100	250	417	100%	417
Mobilofonie (digitaal)	75	75	175	36	86%	31
Digitale portofoon	6	94	2.075	425	5%	20
Exclusief gebruik	13	13	835	402	3%	12
PAMR	3.000	3.000	6.000	1	100%	1
Reserve	688	688	4.288	-	32%	-
LM2015-frequenties	50	50	270	-	37%	-

Mocht LTE tegelijkertijd met PMR in dezelfde frequentieband worden gebruikt, dan zal het LTE-netwerk daar niet veel hinder van ondervinden; de apparatuur zal de betreffende banden (LTE resource blocks) niet gebruiken voor uplinkverkeer. In de downlink is het LTE-

signaal sterk genoeg waardoor alleen een gebruiker in directe nabijheid van een PMR-zender last kan ondervinden. PMR-gebruikers zullen uiteraard wel storing ondervinden van het LTE-downlinksignaal. Het is echter mogelijk om specifieke subbanden op specifieke locaties 'uit te schakelen' voor LTE-downlink, zodat PMR-gebruik kan worden voortgezet. Uiteraard vereist dit wel de nodige coördinatie tussen de vergunningverlener, vergunninghouder en de operator van het LTE-netwerk.

In-band NB-IoT

Hoewel het uitrollen van een NB-IoT-carrier in een 1,4 MHz brede LTE-carrier niet gestandaardiseerd is, kan een NB-IoT-carrier wel worden uitgerold in een 3 MHz brede LTE-carrier. Figuur 17 geeft hiervan een schematisch overzicht. Deze mogelijkheid geeft de operator aanvullende flexibiliteit ten aanzien van de te bedienen markt.



Figuur 17 Schematische weergave van in-band deployment van een NB-IoT-carrier in een 3 MHz brede LTE-carrier

[Indeling X2] 2x1,4 MHz LTE (band 31-compliant)

Mogelijk zou ook een uitrol van 2 carriers van 1,4 MHz LTE (al dan niet door verschillende operators) naast elkaar kunnen worden gerealiseerd.

De benodigde *nominale kanaalscheiding* (scheiding tussen de middenfrequenties van twee aangrenzende LTE-carriers) bij carriers van 1,4 MHz bedraagt:

- 1,4 MHz (zonder *carrier aggregation*⁴⁰). De scheiding kan worden aangepast in specifieke scenario's (klaarblijkelijk ook naar beneden). Dit heeft gevolgen voor de performance (en wellicht ook voor de benodigde kwaliteit van zendapparatuur).
- 1,2 MHz (met *carrier aggregation*). De standaard laat ruimte om deze scheiding met veelvouden van 300 kHz te verkleinen in specifieke scenario's. Dit heeft gevolgen voor de performance (en wellicht ook voor de benodigde kwaliteit van zendapparatuur).

⁴⁰ Bij *intra-band carrier aggregation* kunnen meerdere carriers binnen dezelfde band (in dit geval LTE-band 31) worden gebundeld.

In een hypothetisch scenario zonder kanaalscheiding is aan de 'bovenkant' van de PAMR-band 530 kHz extra benodigd. Het lijkt zinvol om veelvouden van 300 kHz kanaalscheiding aan te houden, tot maximaal 1,2 MHz. Bij een kanaalscheiding van 300 kHz is 830 kHz extra spectrum nodig. Ten opzichte van een uitrol van 2x3 MHz LTE wordt in deze gevallen meer spectrum gebruikt – de enige reden om voor een 2x 2x 1,4 MHz-indeling te kiezen, zou dan het kunnen verdelen van twee kavels zijn.

[Indeling X3] 1x5 MHz LTE (volledige band 31)

In deze indeling wordt de volledige LTE-band 31 ingevuld met een enkele 5 MHz LTE-carrier. Net als in de andere scenario's op basis van band 31 ontstaat hierbij ruimte aan de 'onderkant' (740 kHz vanaf 451,76 / 461,76 MHz). Aan de 'bovenkant' is 2,7 MHz uitbreiding van de PAMR-band noodzakelijk (tot aan 457,50 / 467,50 MHz).

Bijlage 2. Overzicht dienstenaanbieders in het 450-470 MHz-spectrum

In Europa

Tabel 19 Overzicht van aanbieders actief in de 450-470 MHz-band in geselecteerde EU-landen

Land	Netwerk (Eigenaar)	Spec-trum	Ver-gund vanaf	Tot	Tech.	Business case	Website
Dene-marken	Net1 (AINMT)	2x 1,8 2x 1,5	2007	2022	LTE	Ruraal	net1.dk
Duits-land	450Connect (Allian-der DE)	2x 2x 1,25			CDMA	Specifiek pro-fessioneel	450con-nect.de
Duits-land	Deutsche Telekom	2x 1,25			LTE	Specifiek pro-fessioneel	
Estland	Tele 2 Eesti AS	2x 4,475	2007				
Finland	Ukko Mobile	2x 4,5	2012	2025	LTE	Ruraal, Speci-fiek professioneel	ukkoverkot.fi
Frank-rijk					LTE	Specifiek pro-fessioneel (missiekri-tisch)	
Honga-rije	LTE-450 (MVM Net)	2x 4,4			LTE	Specifiek pro-fessioneel (missiekri-tisch)	mvm-net.hu
Letland	Triatel (Telekom Bal-tija)	2x 7,5	2009	2021	LTE	Specifiek pro-fessioneel	
Neder-land	Utility Connect (Alli-ander/Stedin/Eneco)	2x 3		2020	CDMA	Specifiek pro-fessioneel	utilitycon-nect.nl
Noor-wegen	Ice.Net (AINMT)	2x 4,5	2004	2020	LTE	Ruraal	ice.no
Oosten-rijk	ArgoNET (Schrack Mediacom GmbH)	2x 4,44	2013	2030	CDMA	Specifiek pro-fessioneel	argo-net.at
Polen	(Orange Poland)						
Slowa-kije	Slovak Telekom	2x 4,42	2008	2026			
Zweden	Net1 (AINMT)	2x 5	2005	2020	LTE	Ruraal, Speci-fiek professioneel	net1.se

In Nederland

Tabel 20 toont een overzicht van de door de verschillende Nederlandse aanbieders gehanteerde technische invulling. In de tabel zijn de grootste aanbieders opgenomen. Naast deze partijen zijn kleinere en specifiekere spelers actief in de markt. De partijen ABIOM, AEG Belgium, Hytera Mobilfunk, Lumidee en Vanderkooij Communicatie zijn bijvoorbeeld opgenomen als aanbieder in een raamcontract voor mobilofonie voor de politie. [87] Ook de

namen Hutronic, Repeater Media, AMCOM, SEAMCOM, EAL, 2-Way en Selecsys komen regelmatig terug in vakliteratuur.

Tabel 20 Overzicht huidige aanbieders van professionele mobiele communicatie in Nederland

Partij	Geen netwerk	Eigen netwerk, eigen beheer	Eigen netwerk, beheerd door derde	Specifiek mobiel netwerk	Generiek mobiel netwerk
Entropia				✓	
FLASH	✓	✓	✓		
Koning & Hartman	✓	✓			
KPN					✓
Radioaccess (K&H)			✓		
RAM Mobile Data				✓	
SAIT	✓	✓	✓		
SMELT Europe	✓	✓			
Tele2					✓
T-Mobile					✓
Utility Connect				✓	
Vodafone					✓

Bijlage 3. Overzicht interviewrespondenten

Organisatie	Naam	Functie
450 Connect	Carsten Ullrich	Managing director
Access Industries	Jorg Mohaupt	Head of TMT
Agentschap Telecom	Erik van Maanen	Technisch specialist
Agentschap Telecom	Peter Disseldorp	
Agentschap Telecom	Ton Zwiers	
AINMT	Gösta Kallner	Chief Technology Officer
AINMT	JD Fouchard	
BTG / UMC Utrecht	Jan van Alphen	Voorzitter gebruikersgroep kritieke communicatie / Clustermanager multimedia
Entropia Critical Concepts	François van Laarhoven	Technisch directeur
Entropia Critical Concepts	Ron Toma	Director Strategy and Innovation
Huawei	Jurjen Veldhuizen	Senior Marketing Manager
Huawei	Jeroen Thijsen	Product Manager Wireless Solutions
KPN	Marloes van Caspel	KPN Regulatory
KPN	Eric Smijtink	KPN CTO – Office
KPN	Jos Beren	
Motorola	Robbert Sliedrecht	Director Motorola Solutions Netherlands
Motorola	Jeppe Jeppsen	Director of International Business Relations
RAM Mobile Data	Wouter Levenbach	Director Technology
RAM Mobile Data	Rene Zwigelaar	
Rohill	Bert Bouwers	Chief Technology Officer
Rohill	Gerard van Hoeven	Corporate Sales Director
Rohill	Harry Muter	Chief Operations Officer
Rohill	Roland van der Boom	Chief Executive Officer
SSR Mainports / Rohill	Tjerk Hazeveld	Manager Operations
Schiphol Telematics	Teun ten Have	Manager Product Management & Design
Ulwimo / Schiphol Telematics	Koen Mioulet	Adviseur / marketing director
TSIJ Steel Europe	Frans de Vilder	Service Delivery Manager
Utility Connect	Arjan Olde Damink	Directeur
Utility Connect	Erik Moll	Telecom Policy Advisor



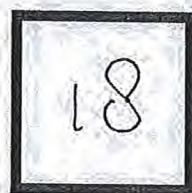
Contact:

Dialogic
Hooghiemstraplein 33-36
3514 AX Utrecht
Tel. +31 (0)30 215 05 80
Fax +31 (0)30 215 05 95
www.dialogic.nl

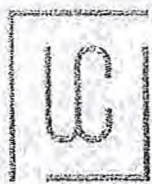


18

Productie



A



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

retouradres: Laanakkerweg 2d 4131 PA Vianen

Utility Connect B.V.

Laanakkerweg 2d

4131 PA Vianen

www.utilityconnect.nl

Ministerie van Economische Zaken
t.a.v. m... directie Telecommarkt
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Vianen, 26 september 2017

Onderwerp: Reactie van Utility Connect op
Dialogic-studie naar 450 – 470 MHz-band

Behandeld

door:

Telefoon

E-mail

Ons kenmerk

Geachte mevrouw

Allereerst wil ik u bedanken voor het plezierige gesprek dat wij op 11 juli jl. met u en uw collega's mw. Hannema en dhr. Rentmeester hebben gehad in het kader van onze wens om de vergunning van Utility Connect te verlengen.

Het CDMA-netwerk van Utility Connect wordt momenteel gebruikt door de energienetbeheerders Liander, Stedin en Westland Infra voor betrouwbare communicatie met diverse toepassingen. Naast slimme meters wordt het netwerk ook gebruikt voor diverse toepassingen op het gebied van energienetmanagement (sensoren voor metingen en alarmering, het uitlezen van apparatuur en het op afstand schakelen van bedrijfskritische randapparatuur). Ook partijen uit vergelijkbare sectoren als waterbedrijven en waterschappen zijn geïnteresseerd om gebruik te maken van het netwerk. Utility Connect heeft afgelopen jaren substantiële investeringen gedaan om een netwerk te realiseren waarmee regie op de datacommunicatie voor de genoemde kritische toepassingen wordt gerealiseerd.

Tijdens het gesprek op 11 juli hebben wij gesproken over het recente onderzoek van Dialogic. U bood ons de mogelijkheid een nadere reactie te geven op dit onderzoek. Zoals tijdens het gesprek aangegeven zijn wij van mening dat dit onderzoek een goed algemeen beeld schetst van de situatie in 450-470 MHz-band. Op een aantal punten zouden wij graag een aantal kanttekeningen willen plaatsen. In de bijlage bij deze brief treft u onze gedachten aan over verschillende uitspraken uit het Dialogic rapport. Onze opmerkingen zijn in de kaders samengevat.

Mocht u n.a.v. deze brief en de bijbehorende bijlage nog vragen hebben dan zijn wij uiteraard bereid een nadere toelichting te geven.

Met vriendelijke groet,

Directeur Utility Connect

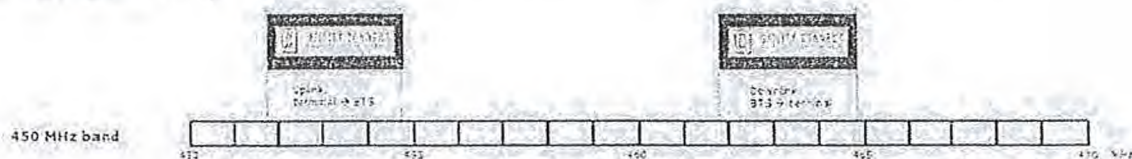
Utility Connect B.V. | K.v.K. Arnhem 57113645 | BTW
Laanakkerweg 2d | 4131 PA Vianen | n.v. Utility Connect B.V. te Vianen

Reactie van Utility Connect op Dialogic-studie naar 450 – 470 MHz-band

Bijlage – Reactie van Utility Connect op Dialogic-studie naar 450 – 470 MHz-band

1.1 Introductie

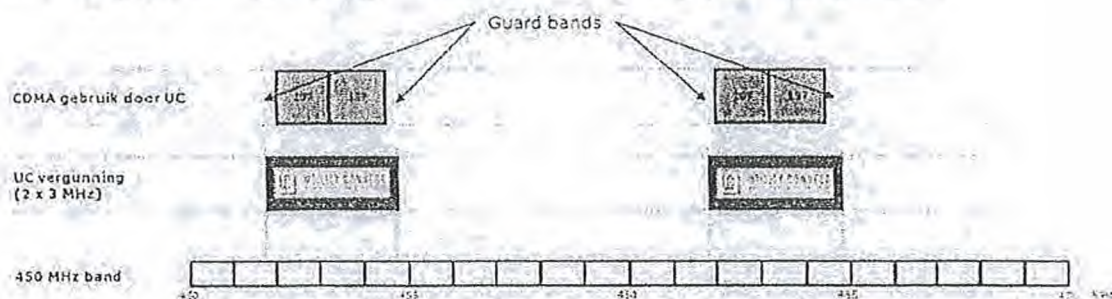
Het rapport van Dialogic omvat de gehele 450 – 470 MHz-band, binnen deze bandbreedte bevindt zich de vergunning van Utility Connect: 451,76875 – 454,76875 MHz & 461,76875 – 464,76875 MHz (2 maal 3 MHz).



Figuur 1 – de positionering van de UC-vergunning binnen de 450 – 470 MHz-band

1.2 Het huidige gebruik van de vergunning

Binnen de huidige vergunning maakt Utility Connect gebruik van de CDMA technologie. Deze technologie kent kanalen van 1,25 MHz. UC heeft deze kanalen in het 'midden' van de vergunning gepositioneerd zodat er, conform de vergunningseisen, aan weerszijden voldoende *guard bands* ($\pm 0,25$ MHz) zijn om gebruikers in aangrenzend spectrum te vrijwaren van verstoring.

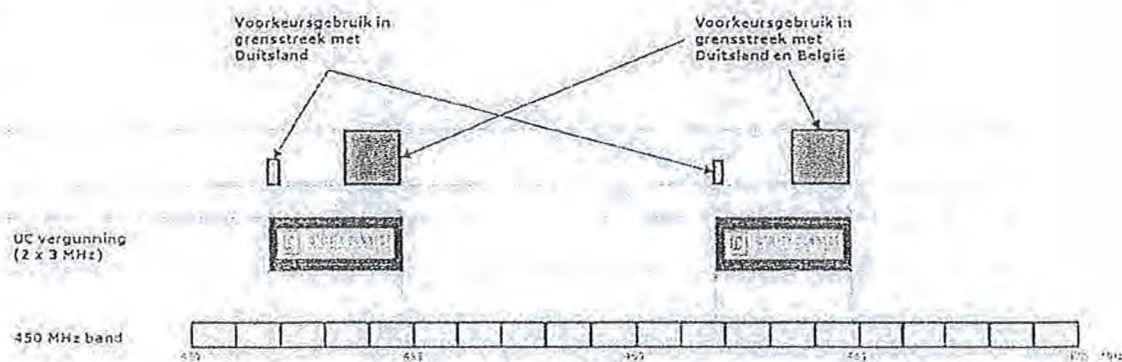


Figuur 2 – de positionering van de CDMA kanalen (107 & 157) binnen de UC-vergunning

1.3 Gebruik in de grensstreek

In lijn met internationale grensafspraken is Nederland met haar buurlanden een verdeling van voorkeursfrequenties overeengekomen. Deze zijn omschreven in de vergunning van Utility Connect.

Reactie van Utility Connect op Dialogic-studie naar 450 – 470 MHz-band



Figuur 3 – de positionering van voorkeursfrequenties binnen de UC-vergunning

Uit figuur 3 blijkt dat het er aan de 'bovenzijde' van de vergunning (453,51875 – 454,76875 MHz & 463,51875 – 464,76875 MHz) exact 1,25 MHz aan 'voorkeursfrequenties' beschikbaar zijn. Vanwege de eerder genoemde *guard bands* (figuur 2) ter bescherming van aangrenzende gebruikers en het gebruik van een technologie met kanalen van 1,25 MHz breed kan niet optimaal gebruik worden gemaakt van deze 'voorkeursfrequenties'. Het realiseren van dekking met een breedbandig systeem als CDMA in de grensstreken is als gevolg daarvan uitdaging.

Utility Connect is van mening dat het rapport van Dialogic de gevolgen van deze combinatie van factoren, te weten een breedbandig systeem, het hanteren van guard bands t.b.v. nationale aangrenzende gebruikers en het voldoen aan internationale grensafspraken, onvoldoende belicht (o.a. pagina 41). Utility Connect stelt voor dat bestudeerd wordt of de reeds geldende grenswaarden voor breedbandige systemen zoals die tussen Duitsland en België zijn overeengekomen (en ook tussen Oostenrijk, Tsjechië, Duitsland, Hongarije, Liechtenstein, Slowakije, Slovenië en Zwitserland) ook door Nederland met respectievelijk Duitsland en België overeengekomen kunnen worden. Ook de activiteiten binnen de CEPT, waar momenteel eveneens gesproken wordt over een nieuwe coördinatie procedure tussen smalbandige en breedbandige systemen, zijn in dit kader relevant.

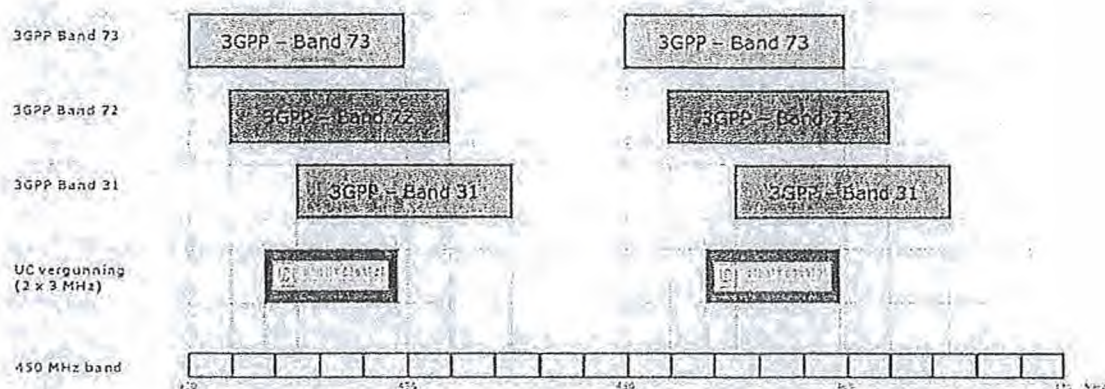
2.1 LTE ontwikkelingen

Het Dialogic-rapport gaat op diverse plaatsen in op de voor de 450 MHz-band relevante LTE-ontwikkelingen (o.a. pagina 37, 59, 60, 75 etc.). Hierbij wordt melding gemaakt van ontwikkelingen binnen de internationale standaardisatie gremia (in het bijzonder 3GPP) betreffende LTE in de 450 MHz-band en de ontwikkeling van LTE-M en LTE NB-IoT voor de 450 MHz-band.

Sinds de afronding van het rapport van Dialogic hebben ontwikkelingen niet stilgestaan. Binnen 3GPP worden er stappen gezet om verdere standaardisatie in de 450 MHz-band te realiseren. Zo zijn er inmiddels, naast 3GPP band 31 die deels overlapt met de vergunning van Utility Connect, twee nieuwe 3GPP-bandten gedefinieerd voor LTE in de 450 MHz-band: band 72 (gericht op de

Reactie van Utility Connect op Dialogic-studie naar 450 – 470 MHz-band

Europese allocaties) en band 73 (gericht op China). Deze banden overlappen wel geheel met de vergunning van Utility Connect.



Figuur 4 – 3GPP gestandaardiseerde LTE-banden in de 450 MHz-band

Deze ontwikkelingen in combinatie met signalen van fabrikanten van netwerken, chipsets en randapparatuur dragen bij aan een positief beeld van Utility Connect over de daadwerkelijke grootschalige beschikbaarheid van apparatuur voor de 450 MHz-band op de korte termijn. Hetzelfde geldt voor het beschikbaar komen van specifieke LTE-varianten, LTE-M en NB-IoT, in de 450 MHz-band.

Vanuit haar focus op machine-to-machine (M2M) communicatie is Utility Connect bijzonder geïnteresseerd in de mogelijkheden die LTE-M in de 450 MHz-band kan bieden. Deze variant die geoptimaliseerd is voor datacommunicatie maakt ook spraakcommunicatie mogelijk. Dit laatste is interessant aangezien spraakcommunicatie in noodsituaties (in het bijzonder de storingsdiensten van de vitale sectoren) een aanvulling op de dienstverlening van Utility Connect kan zijn. Op het gebied van reguliere of dagelijkse spraakcommunicatie ziet UC geen rol voor zichzelf weggelegd.

2.2 Migratie van CDMA naar LTE

De Dialogic-studie naar de 450 MHz-band is gericht op de technologische mogelijkheden voor de 'verkaveling' van de 450 MHz-band (pagina 72 e.v.). Het rapport beschrijft ook kort, het scenario "CDMA met LTE". In het rapport wordt gesteld dat voor een dergelijk scenario "mogelijk [...] aanvullende guard bands nodig zijn" (pagina 74) maar gaat daar niet verder

Reactie van Utility Connect op Dialogic-studie naar 450 – 470 MHz-band

op in. In het rapport wordt LTE als meest voor de hand liggende technologie gezien (pagina 65 en 66).

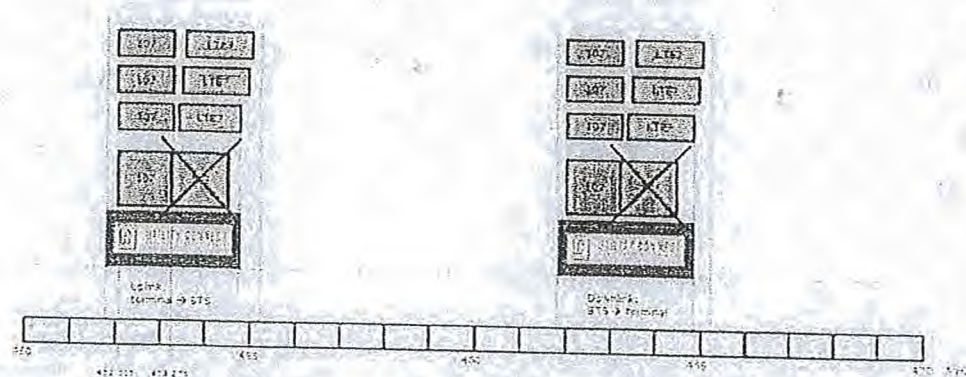
Utility Connect had graag gezien dat de benodigde randvoorwaarden om een migratie van CDMA naar LTE in de 450 MHz-band mogelijk te maken, waarbij rekening wordt gehouden met het bestaande gebruik door Utility Connect, verder zouden zijn uitgewerkt. Een dergelijke migratie vereist immers dat beide technologieën een langere periode naast elkaar beschikbaar zijn.

In vervolg op bovenstaande opmerking zal nader worden ingegaan op de randvoorwaarden om een migratie (met beschikbaarheid van beide technologieën) naar LTE mogelijk te maken.

Zoals weergegeven in figuur 2 heeft Utility Connect momenteel binnen de beschikbare frequentieruimte 2 CDMA-kanalen operationeel. Deze kanalen zijn benodigd om te voorzien in de capaciteit van de verwachte toepassingen (o.a. ± 5 miljoen slimme meters, diverse energiedistributie toepassingen (sensoren, besturing, schakelingen, etc.) en overige toepassingen). Een belangrijk kenmerk van de dienstverlening van Utility Connect is de langdurige beschikbaarheid van de CDMA-technologie. De reden hiervoor is dat zo voorkomen wordt dat randapparatuur, in het bijzonder slimme meters die bij consumenten in huis hangen, vanwege een technologieverandering vroegtijdig verwisseld moet worden. Naast de financiële gevolgen aan de zijde van de gebruikers (de netbeheerders – maatschappelijk geld) als gevolg van een dergelijke technologieverandering zijn er ook aan de zijde van het netwerk van Utility Connect substantiële investeringen gedaan.

Een migratie van CDMA naar LTE zal dus een lange periode van duale beschikbaarheid van zowel CDMA als LTE inhouden (*rolling technology*). Additioneel spectrum toevoegen aan de vergunning van Utility Connect t.b.v. een geheel LTE kanaal (inclusief *guard bands* vermoedelijk $2 \times \pm 1.75$ MHz in omvang) lijkt gezien de omvang en het diverse gebruik in de 450 – 470 MHz-band niet direct voor de hand te liggen. Het vervangen van een CDMA-kanaal door een LTE-kanaal lijkt daarentegen realistischer. Dit brengt echter wel een aantal vragen betreffende het resterende CDMA-kanaal met zich mee. Zo zal bezien moeten worden welke maatregelen getroffen kunnen worden om te voorkomen dat dit resterende CDMA-kanaal onvoldoende capaciteit zal bieden. Te denken valt aan het versneld overzetten op LTE van nog uit te rollen toepassingen (waaronder ook slimme meters, maar zeker ook toepassingen t.b.v. energiedistributie automatisering) en het verdichten van het netwerk in stedelijke gebieden.

Indien besloten wordt in plaats van een CDMA-kanaal een LTE-kanaal te plaatsen zijn er nog diverse vervolgvragen. De belangrijkste zijn: 1) de benodigde *guard band* tussen het CDMA-kanaal en het LTE-kanaal, 2) de benodigde *guard band* tussen het LTE-kanaal en de aangrenzende gebruikers en 3) de positionering van LTE-kanalen (volgens de standaard kennen de LTE-kanalen 'stapjes' van 100 kHz). Figuur 5 geeft een beeld van verschillende mogelijkheden als een CDMA-kanaal vervangen zou worden door een LTE-kanaal.



Figuur 5 – Vervanging van een CDMA-kanaal (1,25 MHz) door een LTE-kanaal (1,4 MHz)

Utility Connect had graag gezien dat in het rapport van Dialogic meer aandacht was besteed aan de feitelijke mogelijkheid om binnen de bestaande vergunning te kunnen migreren van CDMA naar LTE. Utility Connect is van mening dat bovenstaande uiteenzetting kan bijdragen aan inzichten omtrent de migratie van CDMA naar LTE en dat deze migratie kan worden ondersteund door de vergunning van Utility Connect uit te breiden met 400 kHz (duplex).

Utility Connect is voornemens in 2018 een *Proof-of-Concept* (PoC) met LTE-M te gaan uitvoeren om onder andere bovenstaande aannames met de netbeheerders nader te onderzoeken. Daarnaast lijken andere vitale sectoren ook geïnteresseerd om hierbij betrokken te zijn.

2.3 Refarming

Het rapport van Dialogic stelt dat *refarming* "niet voor de hand" ligt "vanwege het huidige gebruik van het aanvullende benodigde spectrum" (pagina 8). Utility Connect is van mening dat de conclusies van het rapport betreffende '*refarming*' nuancering behoeven.

In het rapport van Dialogic wordt gekeken naar het totale gebruik van de 450 – 470 MHz-band, hetgeen gezien de onderzoeksvraag ook terecht is. Vervolgens wordt in het kader van specifiekere opmerkingen over de vergunning van Utility Connect verwezen naar totale aantallen in de gehele 450 – 470 MHz-band. Zo meldt het rapport dat er ca. 5400 PMR vergunningen zijn vergeven in de 450 -470 MHz-band (pagina 48).

Dit beeld verandert echter wanneer er in het frequentieregister wordt gezocht naar aantallen vergunningen die feitelijk vergeven zijn in het spectrum dat is gelegen 'boven' de vergunning van Utility Connect. Zoals in sectie 2.2 is aangegeven zou in dat deel van het frequentiespectrum een kleine uitbreiding van de vergunning van Utility Connect met 400 kHz de introductie van LTE bespoedigen.

Reactie van Utility Connect op Dialogic-studie naar 450 – 470 MHz-band



Figuur 6 – Screenshot (d.d. 28/8/2017) van het nationaal frequentieregister

Uit figuur 6 valt af te leiden dat in het bereik 451,30 – 455,00 MHz (3,70 MHz) 146 vergunningen zijn vergeven. Eén vergunning betreft de vergunning van Utility Connect, de andere 145 vergunningen zijn verdeeld over de resterende 0,70 MHz spectrum. Daarnaast is het bereik 455,00 – 455,74 MHz (0,74 MHz) "aangewezen voor Defensie", het is niet duidelijk in hoeverre dat spectrum daadwerkelijk wordt gebruikt, er zijn geen vergunningen in vergeven.

In het bereik 461,30 – 465,74 (4,44 MHz) zijn eveneens 146 vergunningen vergeven, waarvan één die van Utility Connect betreft. In het resterende spectrum (1,44 MHz) zijn 145 vergunningen vergeven. Voor zover ons bekend betreft het hier vaak regionale of lokale vergunningen die voor een periode van 5 jaar zijn afgegeven (pagina 74).

Utility Connect is van mening dat bovenstaande inventarisatie van het frequentiespectrum mogelijkheden biedt om de in sectie 2.2. geopperde uitbreiding van het spectrum van Utility Connect met 0,4 MHz (duplex) te realiseren.

Mogelijk dat dit een periode van uitfasering van vergunningen en eventueel 'verhuizen' en mogelijk iets 'inschikken' van enkele gebruikers vereist. 'Verhuizing' van gebruikers lijkt overkomelijk aangezien, voor zover onze kennis reikt, de gebruikte apparatuur vaak in te stellen is binnen een bepaald bereik (*tunable*).

Utility Connect is van mening dat een dergelijke specifieke analyse mogelijk gevolgd door een beperkt migratieplan kan bijdragen aan de introductie van LTE binnen de vergunning van Utility Connect.

Reactie van Utility Connect op Dialogic-studie naar 450 – 470 MHz-band

Hiermee wordt ook invulling gegeven aan de suggestie van Dialogic om criteria op te nemen in de vergunning ten aanzien van het ecosysteem van de gebruikte technologie (LTE) (pagina 72).

3.1 Gebruiksvoorwaarden

In het rapport wordt ingegaan op verschillende gebruiksvoorwaarden die verbonden zijn aan de vergunning (pagina 71 e.v.). Het rapport stelt dat de "gebruiksvoorwaarden [...] geen beperking" vormen (pagina 75).

3.2 Looptijd van de vergunning

In het rapport wordt ingegaan op haalbare business cases. Geconcludeerd wordt dat een business case voor spraakcommunicatie lastig is, die voor datadiensten en in het bijzonder ten behoeve van de utiliteitssector is substantieel aldus het rapport (pagina 69 en 70).

s. In aanvulling hierop is het de ervaring van Utility Connect dat een belangrijk element voor de business case t.b.v. de utiliteitssector de levensduur van de dienstverlening is. Naast de gebruikte technologie (zie de opmerking in sectie 2.2 over duale beschikbaarheid van CDMA en LTE) heeft de looptijd van de vergunning een significante invloed op de business case. Utility Connect is van mening dat een lange looptijd (15 – 20 jaar) van de (verlengde) vergunning dan ook van significant belang is.

Utility Connect mist in de analyse van Dialogic het belang van lange looptijd van de (verlengde) vergunning.

3.3 Scope van de vergunning

Een ander element in het kader van de gebruiksvoorwaarden is de omschrijving "Openbaar elektronisch communicatienetwerk [...] t.b.v. besloten gebruikersgroepen". In het Dialogic-rapport staat dat deze vereiste voor "besloten gebruikersgroepen" geen beperking oplevert (pagina 72). In het licht van de Dialogic-analyse dat de business case voor utiliteitsbedrijven een (van de weinige) reële toekomstige business cases lijkt te zijn (pagina 69 / 6.3.2 e.v.) is Utility Connect van mening dat overwogen kan worden de scope van de vergunning te beperken. Hierbij kan gedacht worden aan een vernauwing richting "t.b.v. toepassingen gelieerd aan netwerk activiteiten (infrastructurele activiteiten)", "t.b.v. toepassingen gelieerd aan publieke en/of wettelijke taken" of "vitale sectoren". Een dergelijke specificering zou tot gevolg hebben dat het netwerk niet meer "openbaar" is met als gevolg dat de plichten verbonden aan openbare netwerken niet (meer) van toepassing zouden zijn.

Utility Connect mist in de analyse van Dialogic een verdergaande analyse van de scope van de vergunning.

Retouradres: Postbus 49, 3000 AA Rotterdam

Mr. A.F. Gaastra, directeur-generaal Energie,
Telecom en Mededinging,
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Stedin Holding N.V.

Blaak 8, 3011 TA Rotterdam
Postbus 49, 3000 AA Rotterdam

19

Datum 28 februari 2018

Kenmerk

Onderwerp Beleidsvoornemen van het Ministerie van
Economische Zaken en Klimaat inzake 450 –
470 MHz-band

Behandeld door

Telefoon

E-mail

nl

Geachte heer Gaastra,

In verband met de voorgenomen publicatie van het beleidsvoornemen over de 450 – 470 MHz frequentieband stuur ik u deze brief. Ik zou u willen verzoeken de voorgenomen publicatie en bijbehorende consultatie te heroverwegen. De reden hiervoor is dat ik van mening ben dat het beleidsvoornemen niet aansluit bij het belang van het gebruik van de frequentieruimte door netbeheerders Stedin, Alliander en Westland Infra. Het beleidsvoornemen raakt de continuïteit van de communicatie-infrastructuur voor onze energienetten en houdt geen rekening met het belang van deze communicatie-infrastructuur voor de energietransitie en de digitalisering van de lagere energienetvlakken.

Stedin en Alliander hebben gekozen voor een toegewijde communicatie-infrastructuur via deze frequentieband omdat deze het mogelijk maakt om:

1. te kunnen voldoen aan hoge eisen ten aanzien van veiligheid (*security*);
2. ook in situaties van stroomuitval beschikbaar te blijven, recente stroomstoringen hebben laten zien dat veel commerciële communicatienetwerken nauwelijks over *powerautonomie* beschikken;
3. te kunnen voldoen aan de eisen gesteld vanuit de energietransitie (o.a. congestiemanagement, *demand response* en flexibilisering): monitoring en besturing van de energienetten op de lagere netvlakken (o.a. door middel van de slimme meter en diverse sensoren in de netten) wordt cruciaal voor de transitie.

De voorgestelde korte verlenging gevolgd door een nieuwe verdeling van de vergunning leidt tot grote onzekerheid. Mocht de vergunning na de korte verlenging in andere handen terecht komen dan zijn de omschakelkosten enorm: de benodigde vervangingsoperatie zou een enorme inspanning vragen, zowel financieel (maatschappelijk geld) als wat betreft tijd en capaciteit van technisch personeel, daarnaast kunnen wij dan niet meer voldoen aan de hoge eisen zoals bovenstaand beschreven. Dit terwijl onze sector voor een grote opdracht staat om onze infrastructuur te moderniseren en de energietransitie te faciliteren c.q. te versnellen. Tegelijkertijd staat de sector voor de opgave te zorgen voor een betaalbaar en betrouwbaar elektriciteitssysteem aldus de recente kabinetsnotitie in het kader van het klimaatbeleid.

Op grond van bovenstaande uiteenzetting zou ik u willen vragen het voorgenomen beleidsvoornemen te heroverwegen. Mijn voorkeur gaat uit naar een verlenging voor een periode van minimaal 10 tot 15 jaar. Een dergelijke verlenging doet recht aan het belang van het gebruik en is gezien de afwezigheid van schaarste in deze band ook verdedigbaar. Uiteraard zijn mijn medewerkers, evenals die van Utility Connect, bereid nader met uw collega's van gedachten te wisselen over mogelijke alternatieven.

Hoogachtend,

[Mede namens Mw. I Thijssen CEO van Alliander,]

M. van der Linden,
CEO Stedin Netbeheer



DGEM 29

52 ENK3700 027

A0800 #6641X0X#00#0000#





Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

Dhr. M. van der Linden
CEO Stedin Netbeheer
Stedin Holding N.V.
Postbus 49, 3000 AA Rotterdam

20

**Directoraat-generaal
Energie, Telecom &
Mededinging**
Directie Telecommarkt

Bezoekadres
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Postadres
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Overheidsidentificatienr

T 070 379 8911 (algemeen)
F 070 378 6100 (algemeen)
www.rijksoverheid.nl/ezk

Behandeld door

T

Ons kenmerk

Uw kenmerk

Bijlage(n)

Datum - 09 APRIL 2018 -

Betreft Reactie op uw brief over Beleidsvoornemen van het Ministerie van
Economische Zaken en Klimaat inzake 450 - 470 MHz-band

Geachte heer Van der Linden,

Op 5 maart 2018 heb ik uw brief van 28 februari jl. ontvangen. In deze brief
schrijft u over de zgn. PAMR-frequentievergunning in de 450 - 470 MHz-
frequentieband en vraagt u het ministerie van Economische Zaken en Klimaat
(EZK) om voorgenomen beleid en openbare consultatie daarvan te
heroverwegen. Dit beleidsvoornemen is eerder informeel met uw medewerkers
gedeeld. Inmiddels heeft EZK besloten om het beleidsvoornemen te publiceren en
te starten met consultatie ervan.

Zoals u weet is de vergunning uitgegeven tot en met 17 november 2020 en door
middel van een veiling verleend, waarna deze op grond van wet- en regelgeving in
beginsel opnieuw moet worden geveild. EZK is nu voornemens om de huidige
vergunning eerst te verlengen met vier jaar (t/m 17 november 2024) alvorens de
frequentieruimte opnieuw te verdelen.

In uw brief geeft u aan dat het beleidsvoornemen niet aansluit bij het belang van
het gebruik van de frequentieruimte door netbeheerders Stedin, Alliander en
Westland Infra, en dat het beleidsvoornemen de continuïteit raakt van de
communicatie-infrastructuur voor uw energienetten en geen rekening houdt met
het belang daarvan voor de energietransitie.

Ik wil u – alsook Alliander en Westland Infra – uitnodigen uw belangen en
argumenten nader kenbaar te maken via de lopende consultatie, zodat deze
zorgvuldig kunnen worden meegewogen in de verdere besluitvorming. Reageren
kan online via de webpagina <http://www.internetconsultatie.nl/pamr>. Uw
medewerkers zijn hier ook op geattendeerd.

Hoogachtend,

mr. A.F. Gaastra
Directeur-Generaal Energie, Telecom en Mededinging

retouradres: Laanakkerweg 2d 4131 PA Vianen

Utility Connect B.V.
Laanakkerweg 2d
4131 PA Vianen
www.utilityconnect.nl

21

Agentschap Telecom
t.a.v. Spectrummanagement, afd. netwerken
postbus 450
9700 AL Groningen

Vianen, 26 juni 2018
Subject: verzoek tot wijziging van
vergunning (naam houder:
Utility Connect, relatienummer:)

Behandeld door:
Telefoon
E-mail
Ons kenmerk

Geachte heer/mevrouw,

Door middel van dit schrijven zou ik graag een wijziging van de vergunning voor gebruik van frequentieruimte van Utility Connect willen aanvragen.

De achtergrond van dit verzoek tot wijziging is gelegen in de wens van Utility Connect om binnen de huidige vergunning voor het gebruik van de frequentieruimte 451,76875-454,76875 / 461,76875-464,76875 MHz. een Proof of Concept met LTE-technologie uit te voeren. Een belangrijk kenmerk van deze LTE-technologie is dat de bandbreedte van de beschikbare kanalen (1,4 MHz) groter is dan de volgens de vergunning toegestane bandbreedte van 1,25 MHz (Bijlage 1 van de vergunning stelt dat "Het maximale kanaalraaster is 1,25 MHz en de centerfrequenties moeten voldoen aan aanbeveling T/R25-08").

Vanwege bovenstaande overwegingen en het principe van technologieneutraliteit zou ik u willen verzoeken het vereiste omtrent de maximale toegestane bandbreedte uit de vergunning van Utility Connect te schrappen (schrapping van de eerste frequentietechnische voorwaarde in Bijlage 1 van de vergunning).

Uiteraard ben ik bereid een ander nader toe te lichten.

Hoogachtend,

Arjan Olde Damink, directeur Utility Connect B.V.

Utility Connect B.V.
(KvK nr. 57113645, EZ/AT relatienummer), vergunning
Laanakkerweg 2D
3141 PA Vianen

AGENTSCHAP TELECOM / GN			
REG. NR.			
DOSSIER			
DATUM	28 JUN 2018		
ROUTING ORIGINEEL		ARCHIEF	



Agentschap Telecom
Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat

> Retouradres Postbus 450 9700 AL Groningen

Utility Connect B.V.
T.a.v.
Laanakkerweg 2-d
4131 PA VIANEN UT

22

Emmasingel 1
9726 AH Groningen
Postbus 450
9700 AL Groningen
T (050) 587 74 44
F (050) 587 74 00
www.agentschaptelecom.nl
info@agentschaptelecom.nl

Contactnummers

T

Ons kenmerk

Uw kenmerk

Bijlagen

1

Datum 13 juli 2018
Betreft Wijziging vergunning 5749257 PAMR

Geachte heer (

Op 28 juni ontving ik uw verzoek om de vergunning van Utility Connect B.V. te wijzigen. Het betreft de vergunning voor het gebruik van frequentieruimte ten behoeve van Public Access Mobile Radio (PAMR). U verzoekt om het voorschrift over het maximale kanaalraster te verwijderen uit de vergunning.

Onderbouwing

De achtergrond van uw verzoek is gelegen in de wens van Utility Connect om binnen de huidige vergunning voor het gebruik van frequentieruimte 451,76875-454,76875/461,76875-464,76875 MHz een Proof of Concept met LTE-technologie uit te voeren. In de huidige vergunning is de toegestane bandbreedte 1,25 MHz (bijlage 1 van de vergunning). Bij het gebruik van LTE-technologie is de bandbreedte echter 1,4 MHz en dus groter dan de toegestane bandbreedte in de vergunning. Om die reden verzoekt u om aanpassing van de vergunning in die zin dat het maximale kanaalraster uit de bijlage van de vergunning geschrapt wordt.

Overwegingen

Het uitgangspunt bij het verlenen van de PAMR-vergunning in 2005 was dat de vergunning technologie-neutraal diende te zijn en bij de oorspronkelijke uitgifte van de PAMR-vergunning werd daar ook aan voldaan. Echter, bij het opstellen van de vergunning werd destijds geen rekening gehouden met de ontwikkeling van nieuwe technologieën met een bandbreedte van meer dan 1,25 MHz. Aangezien nieuwe technologieën in ontwikkeling zijn met een grotere bandbreedte dan 1,25 MHz en er geen aanleiding is om het kanaalraster nog langer te beperken tot 1,25 MHz, zie ik geen redenen om het maximale kanaalraster van 1,25 MHz in stand te houden. De totale hoeveelheid frequentieruimte die u op basis van uw vergunning mag gebruiken wijzigt hiermee niet.

Besluit

Gelet op het bovenstaande en gelet op uw verzoek besluit ik om uw vergunning te wijzigen¹ in die zin dat het maximale kanaalraster wordt verwijderd uit de vergunning. In de bijlage heb ik de geconsolideerde versie van uw vergunning bijgevoegd.

¹ Telecommunicatiewet, artikel 3.19, derde lid jo. eerste lid, onder a.

Uw vergunning is tevens geactualiseerd naar de laatste stand van zaken. De belangrijkste wijziging daarbij betreft de Berlijnovereenkomst van 13 februari 2014. In artikel 3 van de oorspronkelijke vergunning was gesteld dat u bij de frequentieplanning de Berlijnovereenkomst 2003 in acht dient te nemen. Deze overeenkomst is bij de wijziging in 2005 van naam veranderd en heet nu HCM overeenkomst. De wijziging in 2005 bestond hoofdzakelijk uit afspraken tussen de administraties van de nationale overheden. Artikel 3 is dienovereenkomstig gewijzigd. Aspecten die u als frequentiegebruiker aangaan, betreffen voornamelijk de berekening van veldsterktes op de grenslijnen. De maximale veldsterktes op de grenslijnen van nieuwe of gewijzigde basisstations moeten berekend worden met de waarden uit de HCM overeenkomst. Voor Utility Connect heeft deze wijziging van de vergunning alleen effect bij frequentieomstemming of herplanning van uw netwerk of delen daarvan. Deze wijzigingen hebben voor het overige geen gevolgen voor u als vergunninghouder.

Van dit besluit wordt mededeling gedaan in de Staatscourant.

Besluit vergoeding

Voor de wijziging van de vergunning bent u een vergoeding² verschuldigd die wordt vastgesteld op grond van de daarvoor vastgestelde uurtarieven³. De werkzaamheden bestaan uit de beoordeling van uw aanvraag, het opstellen van het besluit en de verwerking van de wijziging in de administratieve systemen. Deze vergoeding bedraagt €464,-. U ontvangt voor dit bedrag een factuur.

Bezwaarclausule

Als u bezwaren hebt, kunt u binnen zes weken na de verzenddatum van deze beschikking een gemotiveerd bezwaarschrift indienen bij Agentschap Telecom, ter attentie van de afdeling Juridische Zaken, Postbus 450, 9700 AL GRONINGEN. Dit bezwaarschrift bevat tenminste:

1. uw naam en adres;
2. de datum van uw bezwaarschrift;
3. een omschrijving (of kopie) van het besluit waartegen u bezwaar maakt;
4. de gronden van uw bezwaar;
5. uw handtekening.

Het indienen van een bezwaarschrift heeft geen schorsende werking.

Indien u zich laat vertegenwoordigen door een gemachtigde, wordt van hem/haar in beginsel een schriftelijke machtiging verlangd.

Hoogachtend,
De Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat,
namens deze,

inw. mr. Y. Veenstra-Knop
Hoofd Netwerken
Agentschap Telecom

² Regeling vergoedingen Agentschap Telecom 2018, artikel 6.

³ Regeling vergoedingen Agentschap Telecom 2018, Bijlage 2.

Datum

Ons kenmerk



Geconsolideerde versie van de PAMR-vergunning van Utility Connect BV juli 2018

Emmasingel 1
9726 AH Groningen
Postbus 450
9700 AL Groningen
T (050) 587 74 44
F (050) 587 74 00
www.agentschaptelecom.nl
info@agentschaptelecom.nl

Onderwerp	Geconsolideerde vergunning PAMR
Plaats	Groningen
Datum	13 juli 2018
Ons kenmerk	
Dossiernummer	

DE STAATSECRETARIS VAN ECONOMISCHE ZAKEN EN KLIMAAT,

Gelezen de aanvraag van Nozema Services N.V. (thans: Utility Connect B.V.);

Gelet op artikel 3.13 en 3.14 van de Telecommunicatiewet en op artikel 17 van het Frequentiebesluit 2013;

BESLUIT:

§1 Begripsbepalingen

Artikel 1

In deze beschikking wordt verstaan onder:

- PAMR netwerk: Public Access Mobile Radio-netwerk, een openbaar elektronisch communicatienetwerk voor mobiele communicatiedienstverlening ten behoeve van besloten gebruikersgroepen;
- besloten gebruikersgroep: een besloten gebruikersgroep bestaat uit gebruikers van elektronische communicatiediensten die onderling een duurzame professionele relatie hebben en daardoor binnen de groep een communicatiebehoefte hebben die voortvloeit uit het gemeenschappelijke belang dat aan deze duurzame relatie ten grondslag ligt. De duurzame professionele relatie omvat meer dan alleen het gezamenlijk afnemen van elektronische communicatiediensten en de besloten gebruikersgroep is niet uitsluitend opgezet om elektronische communicatiediensten af te nemen;
- basisstation: een radioapparaat of een samenstel van radioapparaten dat op een vaste plaats is opgesteld;
- CEPT: Conférence Européenne des Postes et des Télécommunications;
- Radioreglement: Radioreglement 2000 met bijlagen, behorende bij de op 6 november 1998 te Minneapolis tot stand gekomen Internationale Constitutie en Conventie van de Internationale Telecommunicatie Unie (Trb. 2004,48).
- voorkeursfrequentie: een frequentie die op basis van afspraken met de buurlanden bij voorkeur tot op de landgrens kan worden ingezet, teneinde storing zo veel mogelijk te voorkomen.

§2 Verlening

Artikel 2

Aan Nozema Services N.V. (thans: Utility Connect B.V.), ingeschreven bij de Kamer van Koophandel te Utrecht onder nummer 57113645, hierna te noemen: de vergunninghouder, wordt een vergunning verleend voor het gebruik van de frequentieruimte: 451,76875 – 454,76875 MHz / 461,76875 – 464,76875 MHz ten behoeve van een PAMR netwerk.

Datum
13 juli 2018

Ons kenmerk

Dossiernummer

§3 Voorschriften en beperkingen

Artikel 3 Termijn ingebruikneming frequentieruimte

- a. de vergunninghouder neemt binnen 1 jaar na vergunningverlening frequentieruimte door middel van ten minste 15 basisstations in gebruik en houdt deze in gebruik;
- b. de vergunninghouder neemt binnen 4 jaar na vergunningverlening frequentieruimte door middel van ten minste 50 basisstations in gebruik en houdt deze in gebruik;
- c. de vergunninghouder biedt binnen 5 jaar na vergunningverlening in elke provincie zijn diensten aan met aan hem vergunde frequentieruimte in elk van deze provincies.

Artikel 4 Gebruik frequentieruimte

- a. Het gebruik van de frequentieruimte vindt plaats met inachtneming van de in de bijlage opgenomen frequentietechnische voorwaarden;
- b. voor zover daarvan in de vergunning niet wordt afgeweken, vindt het gebruik van de frequentieruimte plaats in overeenstemming met de aanbeveling T/R 25-08 van de CEPT en de volgende multilaterale overeenkomsten met de buurlanden;
 - Agreement on the co-ordination of the frequency bands 410 – 430 MHz and 440 – 470 MHz concluded between the Administrations of Belgium, France, Germany, Luxembourg, The Netherlands and Switzerland;¹
 - Agreement between the administrations of Austria, Belgium, the Czech Republic, Germany, France, Hungary, the Netherlands, Croatia, Italy, Liechtenstein, Lithuania, Luxembourg, Poland, Romania, the Slovak Republic, Slovenia, and Switzerland, on the co-ordination of frequencies between 29.7 MHz and 43.5 GHz for the fixed service and the land mobile service (HCM Agreement);²
 - Agreement between the Telecommunications Administrations of the Belgium, France, Germany, Luxembourg, The Netherlands and Switzerland, concerning the approval of planning arrangements between operators of terrestrial systems capable of providing electronic communication services.³

¹ De overeenkomsten tussen de administraties zijn te vinden via de website van Agentschap Telecom

² De HCM overeenkomst is te raadplegen via: <http://www.hcm-agreement.eu/>

³ De overeenkomsten tussen de administraties zijn te vinden via de website van Agentschap Telecom



Artikel 5 Storing

- a. Het signaal van het gebruikte radioapparaat mag geen storing of belemmering veroorzaken in het etherverkeer en in radioapparaten. Eventueel noodzakelijke guardbands liggen binnen de toegewezen frequentieruimte.
- b. Het bepaalde in het vorige lid is niet van toepassing indien:
 1. In het Radioreglement of in het *Nationaal Frequentieplan* anders is bepaald;
 2. het radioapparaat dat storing of belemmering ondervindt, niet voldoet aan hetgeen ten aanzien daarvan is bepaald bij of krachtens de *Telecommunicatiewet*.

Datum
13 juli 2018

Ons kenmerk

Dossiernummer

§4 Slotbepaling

Artikel 6 Duur van de vergunning

Deze beschikking treedt in werking met ingang van 17 november 2005 en geldt tot en met 17 november 2020

De Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat,
namens deze,

— mw. mr. Y. Veenstra-Knop
Hoofd Netwerken
Agentschap Telecom

bijlage

Frequentietechnische voorwaarden

Datum
13 juli 2018

Ons kenmerk

Dossiernummer

behorend bij

Vergunning voor frequentieruimte ten behoeve van
van een PAMR netwerk.

De frequentietechnische voorwaarden bedoeld in artikel 4, lid a van de vergunning zijn:

- De basisstations zenden in de 461,76875 – 464,76875 MHz band en de mobiele terminals zenden in de 451,76875 – 454,76875 MHz band.

Frequentiegebruik in de grensgebieden

frequenties (MHz)		VOORKEUR in grensgebied		
Onderband van - tot	Bovenband van - tot	BEL/D/HOL	D/HOL	BEL/HOL
451,76875 – 452,04375	461,76875 – 462,04375	BEL	HOL	BEL
452,04375 – 452,78125	462,04375 – 462,78125	BEL	D	BEL
452,78125 – 453,51875	462,78125 – 463,51875	D	D	BEL
453,51875 – 454,76875	463,51875 – 464,76875	HOL	HOL	HOL

De in de tabel genoemde grensgebieden zijn slechts een indicatie; de grootte van de gebieden is afhankelijk van de toe te passen parameters (zie onderstaande voorwaarden).

De gebiedsindicatie BEL/D/HOL betreft globaal Limburg.

De gebiedsindicatie D/HOL betreft globaal Oost-Nederland.

De gebiedsindicatie BEL/HOL betreft globaal Zuid-Nederland.

Voor systemen met een kanaalraster kleiner of gelijk aan 25 kHz geldt:

- Op een voorkeurfrequentie mag de veldsterkte op 40 km afstand in het buurland en bepaald op 10 m hoogte niet meer bedragen dan 20 dBµV/m (voor analoge systemen: 50% plaats- en 10% tijdwaarschijnlijkheid, voor digitale systemen: 50% plaats- en 1% tijdwaarschijnlijkheid)
- Op een niet-voorkeurfrequentie mag de veldsterkte op de grens met het buurland en bepaald op 10 m hoogte niet meer bedragen dan 20 dBµV/m (voor analoge systemen: 50% plaats- en 10% tijdwaarschijnlijkheid, voor digitale systemen: 50% plaats- en 1% tijdwaarschijnlijkheid)

Voor systemen met een kanaalraster groter dan 25 kHz gelden voornoemde voorwaarden eveneens, maar de maximale veldsterkte van 20 dBµV/m mag verhoogd worden met $6 \times \log_{10} (\text{kanaalraster (in kHz)} / 25 \text{ kHz}) \text{ dB}$.

De vergunninghouder kan afwijken van de voorwaarden voor het frequentiegebruik in de grensgebieden voor zover wordt voldaan aan de voorwaarden vermeld in 'Agreement between the Telecommunications Administrations of the Belgium, France, Germany, Luxembourg, The Netherlands and Switzerland, concerning the approval of planning arrangements between operators of terrestrial systems capable of providing electronic communication services'.

Beleidsvoornemen Toekomst PAMR-vergunning in de 450 – 470 MHz frequentieband

23

1. Inleiding

1.1. Aanleiding

Op grond van de Telecommunicatiewet is de minister van Economische Zaken en Klimaat (verder: EZK) in Nederland verantwoordelijk voor het frequentiebeleid d.w.z. het bestemmen en verdelen van frequentieruimte.

In 2005 heeft de minister frequentieruimte in de 450 - 470 MHz-band ter beschikking gesteld voor de exploitatie van een zogenaamd Public Access Mobile Radio (afgekort: PAMR) netwerk, een openbaar elektronisch communicatienetwerk voor mobiele communicatiedienstverlening ten behoeve van besloten gebruikersgroepen zoals taxicentrales, beveiligingsdiensten en nutsbedrijven.¹ Het gaat daarbij nadrukkelijk om professionele gebruikers en niet om dienstverlening aan consumenten. Via een veiling werd één landelijke vergunning uitgegeven aan Nozema, dat later werd overgenomen door KPN. In 2012 is deze vergunning overgenomen door Utility Connect B.V. De huidige vergunninghouder exploiteert een communicatienetwerk gericht op communicatie tussen apparaten (machine-to-machine) met name binnen het energiedomein.

De PAMR-vergunning loopt, na een termijn van vijftien jaar, af op 17 november 2020.² Met afloop van deze vergunning moet een besluit worden genomen over de toekomst van deze frequentieruimte gegeven de vraag in de markt en de technologische ontwikkelingen. In de eerste helft van 2017 heeft EZK extern onderzoek laten verrichten naar de behoefte in de markt aan professionele mobiele communicatie en PAMR in het bijzonder. Gelet op de uitkomsten van het onderzoek is het voorgenomen beleid geformuleerd dat hieronder wordt toegelicht.

1.2. Doel van dit beleidsvoornemen

Dit document schetst het voorgenomen beleid t.a.v. de toekomst van de PAMR-vergunning. EZK wil marktpartijen tijdig informeren en in de gelegenheid stellen hun zienswijze te geven, zodat het ministerie alle belangen kan afwegen en tot een zorgvuldig afgewogen besluitvorming kan komen (naar verwachting medio 2018).

Het beleidsvoornemen ligt nu ter consultatie voor. Partijen kunnen uiterlijk 23 april 2018 reageren via www.internetconsultatie.nl/pamr.

1.3. Leeswijzer

Hoofdstuk twee beschrijft de huidige markt voor professionele communicatie in Nederland en de visie van EZK daarop. Vervolgens worden een aantal beleidskeuzes besproken: hoofdstuk drie gaat in op het handhaven van de bestemming van de PAMR-band, waarna hoofdstuk vier en vijf ingaan op de keuze om de vergunning eerst te verlengen en daarna opnieuw uit te geven.

¹ Staatscourant 22 augustus 2005/WJZ 5052800. De frequentieruimte betreft 2 x 3 MHz, up link 451,76875 – 454,776875 MHz en down link 461,76875 – 464,76875 MHz.

² Vergunning met nummer AT-EZ/7178472.

2. Markt voor professionele mobiele communicatie

2.1. Behoeft in Nederland aan professionele mobiele communicatie

Bedrijven en andere organisaties worden steeds meer afhankelijk van draadloze communicatie. In dat verband wordt wel van 'professionele communicatie' of 'bedrijfskritische communicatie' gesproken. Zonder de beschikking over communicatie staan bedrijfsprocessen stil of worden deze hierdoor op zijn minst gehinderd. Van oudsher betreft dat (spraak)communicatie tussen medewerkers die met elkaar moeten kunnen communiceren, ook bij calamiteiten. Tegenwoordig gaat het ook steeds vaker om geautomatiseerde processen in de zorg, industrie, zee- en luchthavens, zakelijke dienstverlening, de utiliteitssector, enzovoorts. De groter wordende afhankelijkheid zorgt ervoor dat aan communicatiesystemen specifieke eisen worden gesteld zoals bijvoorbeeld een zeer hoge mate van beschikbaarheid en betrouwbaarheid van netwerken.

Zoals eerder geschetst is de PAMR-vergunning in 2005 uitgegeven om te voorzien in de behoefte aan professionele mobiele communicatie. Uit marktconsultaties bleek destijds dat bedrijven en organisaties behoefte hadden aan gespecialiseerde mobiele communicatiedienstverlening met een hoge betrouwbaarheid, functionaliteiten voor groepscommunicatie, enz. Dit aanvullend op de mogelijkheid om zelf een lokaal netwerk te bouwen (PMR) en aanvullend op het generieke (openbare) aanbod van mobiele diensten in de markt waaronder GSM- en UMTS-diensten. Om gespecialiseerde, landelijke dienstverlening door een openbare aanbieder (PAMR) mogelijk te maken werd één landelijke vergunning uitgegeven.

Om meer inzicht te krijgen in de huidige marktsituatie en behoeften van eindgebruikers heeft EZK onderzoek laten verrichten.

2.2. Uitkomsten marktonderzoek

Onderzoeksbureau Dialogic heeft marktonderzoek gedaan naar de behoefte aan PAMR-diensten in de 450-470 MHz band.³ Het onderzoek beschrijft de huidige en toekomstige behoefte aan professionele mobiele communicatie in Nederland en in hoeverre deze kan worden ingevuld binnen de PAMR-band. Het onderzoek is afgebakend tot de periode tot en met 2025. De bevindingen zijn gebaseerd op literatuurstudie en interviews met afnemers, aanbieders en experts.

Samenvatting van de uitkomsten van het onderzoek:

- Professionele mobiele communicatie wordt in vrijwel alle bedrijfssectoren gevraagd. Vanaf een bepaalde omvang hebben organisaties behoefte aan (bijvoorbeeld) communicatie voor bedrijfshulpverlening of beveiliging. In een aantal sectoren, waaronder de utiliteiten en de logistieke sector, voorziet Dialogic een groeiende behoefte aan kritische datacommunicatie. De behoeften verschillen in de mate waarin de communicatie kritisch is – voor de bedrijfsvoering of bij calamiteiten – en in de geografische afbakening: landelijk of afgebakend gebruik.
- Afnemers van kritische communicatie kiezen, ondanks een vaak geziene voorkeur voor het inkopen van communicatie als dienst, vaak voor het aanleggen van een eigen netwerk om de volgende redenen: (1) controle over de dekking en capaciteit van het netwerk, (2) controle over de technologie en de levenscyclus daarvan, (3) afhankelijkheden van andere systemen en het lichtnet en (4) (gepercipieerde) veiligheid en scheiding van publieke infrastructuur.
- Een PAMR-dienst kan landelijke behoefte aan (kritische) spraak en data vervullen en daarbij, in vergelijking met generieke mobiele diensten, beter tegemoet komen aan bovenstaande aspecten.
- De Nederlandse markt voor professionele mobiele *spraak*communicatie op basis van PAMR is redelijk verzadigd. De markt voor kritische mobiele *data*communicatie is op dit moment klein. Een business case voor het aanbieden van PAMR-datadiensten (smalbandig) in Nederland is, naar verwachting, tussen 2017 en 2025 alleen haalbaar wanneer de aanbieder een bepaald

³ Dialogic (2017), *Marktonderzoek professionele mobiele communicatie in de 450-470 MHz PAMR-band*.
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2017/06/15/marktonderzoek-professionele-mobiele-communicatie-in-de-450-470-mhz-pamr-band>

volume kan behalen (ordegrootte honderdduizend tot een miljoen of meer, primair afhankelijk van de betalingsbereidheid van afnemers).

- De belangrijkste factoren en onzekerheden die de vraag naar, en levensvatbaarheid van, diensten in de PAMR-band in de periode 2017-2025 zullen beïnvloeden, zijn:
 - o De geschiktheid van diensten ten behoeve van professionele gebruikers via de generieke mobiele netwerken. Daarvan zal een PAMR-dienst concurrentie ondervinden.
 - o De mate waarin Internet of Things (IoT) zorgt voor een toename van de vraag naar *kritische* datacommunicatie, en de mate waarin operators hierop zullen inspelen.
 - o Inzet van moderne 4G LTE-technologie ligt het meest voor de hand, maar beschikbaarheid van apparatuur is nog beperkt. Bepalend zijn of standaardisatie van de volledige PAMR-band binnen LTE plaatsvindt (naar verwachting binnen twee tot drie jaar) en of een levendig ecosysteem voor LTE-apparatuur ontstaat die in de band kan werken.⁴

2.3. Conclusies

Op basis van het onderzoek trekt EZK een aantal conclusies:

- De ontwikkeling van een LTE-ecosysteem in de 450 MHz-band biedt op termijn nieuwe mogelijkheden voor gebruikers en aanbieders van professionele mobiele communicatie.⁴ Daarbij is de vraag of en hoe LTE technologie precies gebruikt kan gaan worden in de (huidige) Nederlandse PAMR-band en welke apparatuur daarvoor beschikbaar komt. De verwachting is dat dit binnen 1 à 2 jaar duidelijk wordt.
- De markt biedt op dit moment geen ruimte voor een brede PAMR-aanbieder van mobiele spraak- en datadiensten aan besloten gebruikersgroepen, zoals in 2005 door EZK voorzien. Op basis van de gehouden interviews zijn er geen indicaties dat er momenteel naast de huidige vergunninghouder andere (potentiele) aanbieders zijn die belangstelling hebben in de frequentieruimte (onder de huidige gebruiksvoorwaarden). Wel zal de belangstelling naar verwachting groeien wanneer LTE ingezet kan worden in de PAMR-band.
- De PAMR-vergunning kan gaan voorzien in een behoefte aan smalbandige kritische communicatie. Het gaat dan in het bijzonder om datacommunicatie ten behoeve van Internet of Things-toepassingen die in diverse sectoren een vlucht nemen. Er wordt momenteel veel geëxperimenteerd, bijvoorbeeld door steden, waterbedrijven en op het spoor. Toepassingen kunnen op termijn kritisch worden voor de bedrijfsvoering. De markt zal dan moeten voorzien in kritische datacommunicatie oplossingen. De PAMR-vergunning vervult daar een rol in. Voor deze niche kan in de komende jaren een commerciële business case ontstaan. Overigens kan een spraakdienst daar ook onderdeel van uitmaken gezien de recente ondersteuning van missiekritische spraak in mobiele standaarden. Dit alles is afhankelijk van bovengenoemde factoren en onzekerheden; de marktontwikkelingen zijn nog pril, over 2 jaar zou meer duidelijk moeten zijn.

3. Voornemen om de PAMR-band beschikbaar te houden voor professionele mobiele communicatie

In dit hoofdstuk wordt eerst een aantal beleidskeuzes gemaakt t.a.v. het toekomstig gebruik (de bestemming) van de PAMR-band in Nederland.

⁴ Er bestaan verschillende technologieën en standaarden voor (professionele) mobiele communicatie. In de industrie heerst consensus over convergentie naar LTE op de langere termijn. LTE (Long Term Evolution) is de internationale standaard voor de vierde generatie mobiele netwerken (4G), CDMA is een eerdere standaard voor 3G netwerken. In tegenstelling tot LTE wordt CDMA niet verder doorontwikkeld. Het ecosysteem voor LTE is omvangrijk, maar er is nog weinig apparatuur op de markt die de 450 MHz-band ondersteunt. LTE heeft sinds kort ondersteuning voor missiekritische spraak (MCPTT) welke naar verwachting binnen twee jaar op netwerken wordt uitgerold. Daarnaast zijn er recente toevoegingen aan de standaard (LTE-M en NB-IoT) voor datacommunicatie tussen apparaten ofwel machine-to-machine communicatie, welke ook toegepast zou kunnen worden in de PAMR-band.

3.1. Beleidskader bestemmen en verdelen van frequentieruimte

De Nota Frequentiebeleid 2016 bevat de algemene doelstelling en uitgangspunten voor het frequentiebeleid, dat wil zeggen voor het bestemmen, verdelen en het gebruik van frequentieruimte.⁵ In algemene zin streeft de overheid ernaar dat frequenties efficiënt en effectief worden gebruikt. Efficiëntie houdt in: niet meer frequentieruimte dan noodzakelijk voor een bepaalde toepassing. Effectiviteit houdt in: voldoende frequentieruimte om de beoogde economische en maatschappelijke doelen te kunnen verwezenlijken. In eerste instantie is het aan de markt om dit te borgen, de overheid stelt waar nodig regels om maatschappelijke en publieke belangen te borgen.

Verder benoemt de Nota Frequentiebeleid 2016 de prioriteiten voor het beleid in de komende periode. Hier met name relevant zijn:

Faciliteren bedrijfsspecifieke toepassingen

EZK zal de groeiende behoefte aan draadloze communicatieoplossingen voor bedrijfsspecifieke toepassingen faciliteren. Bedrijven worden steeds meer afhankelijk van draadloze communicatie. Verondersteld wordt dat, gelet op toekomstige technologische ontwikkelingen, de vraag naar bedrijfsspecifieke toepassingen grotendeels via mobiele aanbieders kan worden afgewikkeld, maar dat daarnaast juist ook andere partijen, zogenaamde niche-spelers, een rol spelen. Juist dit soort partijen kunnen specifieke oplossingen bieden voor bedrijfsspecifieke toepassingen waardoor verbreding van de markt optreedt en daarmee ook concurrentie op die markt. Het beschikbaar stellen van frequentieruimte voor bedrijfsspecifieke toepassingen kan hierbij helpen. Dit geeft niche-spelers een kans om specifieke diensten aan te kunnen bieden, op basis van eigen infrastructuur dan wel als dienstenaanbieder op infrastructuur van een infrastructuuraanbieder. EZK zal waar nodig en mogelijk frequentieruimte beschikbaar stellen voor bedrijfsspecifieke toepassingen. Daarbij zal zo veel mogelijk worden aangesloten op de bestaande ecosystemen voor mobiele communicatie (bijvoorbeeld LTE).

Zo breed mogelijk bestemmen van frequenties

De mate van gedetailleerdheid van de bestemming kan flink verschillen, bijvoorbeeld ten aanzien van de specifieke toepassing en dienst. Om de markt zo veel mogelijk de ruimte te geven om zijn werk te doen is de bestemming in het Nationaal Frequentieplan (NFP) zo technologie- en dienstonafhankelijk als mogelijk. EZK zal frequentieruimte dus zo breed mogelijk bestemmen. Wel kan het nodig zijn om bestemmingen specifiek in te vullen om tegemoet te komen aan maatschappelijke en culturele belangen.

Voorspelbaar beleid t.a.v. schaarse vergunningen

EZK zal tijdig en daarmee voorspelbaar de doelstellingen van verdelingen en de concrete uitwerking helder maken, zodat de markt zich beter kan voorbereiden op investeringsbeslissingen. Schaarse vergunningen worden geveild en slechts bij uitzondering verlengd indien er een publiek belang mee is gemoeid (zie verder paragraaf 4.1). Om publieke belangen te borgen, kan de overheid eisen stellen en voorzieningen treffen. Het gaat dan bijvoorbeeld om (in casu relevant):

- ingebruiknameverplichtingen,
- regels ten aanzien van de continuïteit van dienstverlening (bij heruitgifte van vergunningen), en om
- diensten- en/of technologievoorschriften.

Deze kunnen alleen bij wijze van maatwerk en goed beargumenteerd ingezet worden. Het moet expliciet duidelijk worden gemaakt dat zonder deze voorzieningen publieke belangen niet zonder meer geborgd zijn.

3.2. Belangen bij het gebruik van de PAMR-band

Met name (eind)gebruikers en aanbieders van mobiele communicatie hebben een belang bij het gebruik van de PAMR-band. Daarnaast is er mogelijk ook sprake van een maatschappelijk belang in het energiedomein gezien de activiteiten van de huidige vergunninghouder.

⁵ Kamerstukken II 2016/17, 24 095, nr. 409.

Eindgebruikers en aanbieders van professionele mobiele communicatie

Voor professionele (eind)gebruikers is van belang dat in hun specifieke communicatiebehoefte wordt voorzien. In dit geval gaat het vooral om *kritische* communicatie. Uit het marktonderzoek blijkt dat gebruikers (op termijn) in toenemende mate behoefte hebben aan kritische, smalbandige datacommunicatiediensten, en dat die behoefte vooralsnog niet (geheel) door andere netwerken en aanbieders wordt vervuld. De PAMR-band speelt daar een rol. Daarbij maakt een vergunningenregime met exclusieve frequentiegebruiksrechten kritische dienstverlening mogelijk.

Belangen in het energiedomein

De huidige vergunninghouder, Utility Connect B.V., exploiteert een landelijk communicatienetwerk, primair om slimme meters en andere elementen in het elektriciteitsnetwerk (zoals storingsverklappers) van een draadloze verbinding te voorzien.⁶ Het netwerk werkt op basis van specifieke CDMA-technologie.

Bij de grootschalige aanbidding van de slimme meter (en breder: bij de transitie naar slimme energienetten) speelt een maatschappelijk belang in het energiedomein. Echter, dit belang is niet uitsluitend gekoppeld aan het frequentiegebruik in de PAMR-band omdat er meer mogelijkheden zijn om de slimme meter van een draadloze verbinding te voorzien, bijvoorbeeld via generieke mobiele netwerken. Netbeheerders zijn sinds enkele jaren wettelijk verplicht om de slimme meter grootschalig aan te bieden. Eind 2020 moeten zij de slimme meter aan alle kleinverbruikers aangeboden hebben. Daarbij bepaalt een netbeheerder zelf welke communicatieoplossing(en) hij gebruikt. Dat varieert. Tot op heden zijn enkele miljoenen slimme meters geïnstalleerd bij kleinverbruikers op basis van GSM/GPRS via mobiele operators. Sinds eind 2016 sluiten netbeheerders Liander en Stedin (alsook de kleinere netbeheerder Westland Infra) nieuwe slimme meters aan op het CDMA-netwerk van Utility Connect. De derde grote netbeheerder in Nederland, Enexis, koos in 2016 voor een overstap naar het LTE-netwerk van KPN.

Opgemerkt wordt dat naar schatting reeds 0,7 miljoen CDMA-slimme energiemeters zijn geïnstalleerd bij kleinverbruikers en dit aantal groeit. Deze slimme meters werken alléén op een CDMA-netwerk zoals dat van de huidige vergunninghouder. Een eventuele afschakeling vergt fysieke vervanging van de gehele meter door de netbeheerder. Dat is tijds- en kostenintensief.

3.3. Beleidskeuzes

Gelet op bovengenoemde beleidsdoelen en belangen maakt EZK een aantal beleidskeuzes over het toekomstig gebruik van de PAMR-band.

i. EZK wil de PAMR-band beschikbaar houden voor professionele mobiele communicatie en voor gespecialiseerde, openbare dienstverlening.

De huidige PAMR-vergunning is er op gericht om te voorzien in de communicatiebehoefte van professionele gebruikers in allerlei sectoren, van beveiligings- tot nutsbedrijven. De vraag naar bedrijfstoepassingen neemt naar verwachting toe.

Voor EZK was, is en blijft professioneel mobiel gebruik daarom het uitgangspunt in de PAMR-band. EZK wil daarmee ook in de toekomst bedrijfsspecifieke toepassingen faciliteren. Dit past binnen het in de Nota Frequentiebeleid 2016 geformuleerde beleidsdoel om bedrijfsspecifieke toepassingen te faciliteren. Belangrijk is de bestemming zo breed mogelijk te houden om de communicatiebehoeften van verschillende sectoren te kunnen absorberen. De bestemming wordt dus niet beperkt tot een bepaalde sector of toepassing.

⁶ De slimme meter is een digitale meter die terug levering en afname van elektriciteit registreert, waarbij deze data op afstand door de netbeheerder uitgelezen kan worden en met toestemming van de consument gedeeld kan worden met derden (energieleveranciers en -adviseurs). Hierdoor worden bijvoorbeeld dynamische leveringstarieven mogelijk, geeft het de netbeheerder data voor een efficiënt beheer van zijn net, en maakt het inzicht voor consumenten mogelijk op het eigen verbruik.

Daarbij zal EZK de PAMR-band beschikbaar houden voor gespecialiseerde, openbare (mobiele) dienstverlening. Uit het marktonderzoek van Dialogic blijkt dat afnemers van kritische communicatie voorkeur hebben voor het inkopen van communicatie als dienst. Gespecialiseerde aanbieders spelen hierin een belangrijke rol omdat zij, zoals hierboven geschetst, specifieke oplossingen kunnen bieden voor professionele mobiele communicatie, aanvullend op de diensten die over generieke mobiele netwerken worden geleverd. In algemene zin is er zeer beperkt frequentieruimte beschikbaar voor gespecialiseerde diensten. Om in de markt ruimte te houden voor dit type dienstverlening blijft de PAMR-band daarvoor beschikbaar. Het uitgangspunt daarbij is commerciële, landelijke dienstverlening met bijpassende vergunningsvoorwaarden zoals openbare dienstverlening en een ingebruiknameverplichting. Met een openbare (elektronische) communicatiedienst wordt bedoeld dat de desbetreffende dienst in beginsel openbaar wordt aangeboden en beschikbaar is voor een ieder die van dat aanbod gebruik wil maken. Dat neemt niet weg dat de aanbieder zijn aanbod kan richten op een bepaalde groep van gebruikers en zijn dienst onder bepaalde condities kan aanbieden. Doordat op een openbaar netwerk meerdere eindgebruikers (klanten) zijn aangesloten, is er per definitie sprake van gedeeld frequentiegebruik, wat bijdraagt aan efficiënt frequentiegebruik. Mocht bij (de voorbereiding van) een toekomstige verdeling blijken dat er geen belangstelling is van marktpartijen om de rol van gespecialiseerde aanbieder in te vullen, dan zal EZK bezien hoe de frequentieruimte alternatief ingezet kan worden ten behoeve van professionele gebruikers, bijvoorbeeld in de vorm van regionaal of lokaal gebruik (PMR-netwerken).

ii. EZK acht het noodzakelijk om de (technische) gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band nader te onderzoeken en waar mogelijk te optimaliseren.

Aandachtspunt is de aansluiting van de PAMR-band op bestaande ecosystemen voor mobiele communicatie, in het bijzonder LTE, dat nieuwe mogelijkheden biedt. Het marktonderzoek concludeert dat de inzet van moderne LTE-apparatuur voor professionele gebruikers het meest voor de hand ligt, maar dat nog onduidelijk is in hoeverre apparatuur beschikbaar komt die in de (Nederlandse) PAMR-band kan werken. Dat zal deels afhangen van discussies over de mogelijkheden van inzet van LTE in de 450-470 MHz binnen 3GPP (standaardisatie)⁷ en CEPT-ECC (sharing studies en inpassing binnen bandplannen). Verder hangt dit samen met de betreffende frequentieruimte die in Nederland beschikbaar is namelijk 2 x 3 MHz (up link 451,76875 – 454,776875 MHz en down link 461,76875 – 464,76875 MHz). Tenslotte zijn relevant de afspraken met buurlanden over grenscoördinatie. Mogelijk kunnen die geoptimaliseerd worden voor breedbandige systemen zodat deze in grensgebieden beter kunnen werken.

EZK zal dit uiterlijk 2020 nader onderzoeken en zal bij heruitgifte van de vergunning zo mogelijk maatregelen nemen om de aansluiting van de PAMR-band op bestaande ecosystemen voor mobiele communicatie (in het bijzonder LTE) te verbeteren.

iii. EZK concludeert dat de continuïteit van de CDMA-dienstverlening (t.b.v. reeds aangesloten slimme energiemeters) een aandachtspunt is maar geen specifieke voorzieningen vergt.

Zoals hierboven opgemerkt zijn netbeheerders voor de communicatie met slimme meters niet exclusief afhankelijk van de PAMR-band. Wel dient rekening gehouden te worden met grote aantallen reeds geplaatste slimme meters die afhankelijk zijn van een CDMA-verbinding. Die meters werken alleen op een specifiek CDMA-netwerk zoals dat van de huidige vergunninghouder; men kan niet wisselen van netwerk of aanbieder zoals dat bij generieke mobiele netwerken vaak wél kan. Een eventuele afschakeling vergt fysieke vervanging van de gehele meter door de netbeheerder. Dat is tijds- en kostenintensief. Gezien de maatschappelijke relevantie moet voorkomen worden dat meters zonder draadloze verbinding komen te zitten. Continuïteit van de CDMA-dienstverlening is daarmee een aandachtspunt, in ieder geval op de korte termijn. Dit is

⁷ Recentelijk is binnen 3GPP een nieuwe 'band 72' gedefinieerd die overlapt met de volledige Nederlandse PAMR-band. In principe kan daarmee LTE-apparatuur ontwikkeld worden die in de PAMR-band werkt.

voldoende geborgd bij een verlenging van de vergunning (zie hoofdstuk 4) want die geeft de huidige vergunninghouder de gelegenheid om eventueel maatregelen te nemen voor de langere termijn.

4. Voornemen verlengbaar maken van de vergunning

EZK heeft de mogelijkheid om de huidige PAMR-vergunning eerst – bij wijze van uitzondering – te verlengen alvorens de frequentieruimte opnieuw te verdelen / uit te geven. De verlengbaarheid wordt hieronder afgewogen.

4.1. Beleidskader schaarse vergunningen

Het vertrekpunt is dat de PAMR-vergunning een *schaarse* vergunning is. In 2005 werd de PAMR-vergunning geveild voor een periode van 15 jaar. Meerdere partijen brachten een bod uit.

Uitgangspunt van het frequentiebeleid is dat schaarse vergunningen eindig zijn. Dat wil zeggen dat ze niet worden verlengd, tenzij naar het oordeel van de Minister het maatschappelijk, economisch of cultureel belang beter gediend wordt met een verlenging. In beginsel wordt de frequentieruimte waar de schaarse vergunningen betrekking op hebben na afloop van de vergunningen dus opnieuw verdeeld, met toepassing van een van de procedures, bedoeld in artikel 3.10, eerste lid, onderdelen b tot en met f, van de Telecommunicatiewet. Dit creëert mogelijkheden voor toegang tot de markt voor alle partijen, zowel bestaande als nieuwkomers.

Indien de Minister van EZK vaststelt dat het algemeen maatschappelijk, economisch, of cultureel belang beter gediend is bij een verlenging van schaarse vergunningen, dan biedt het tweede lid van artikel 18 Frequentiebesluit 2013 hem de mogelijkheid om die vergunningen verlengbaar te maken. Bij het maken van die afweging moet de Minister alle betrokken belangen afwegen. Het betreft dan zowel het algemeen maatschappelijk, economisch, of cultureel belang, als ook de meer individuele belangen van de betreffende vergunninghouders, andere potentieel geïnteresseerden, en eindgebruikers. Bij het besluit of opnieuw wordt verdeeld dan wel (gedeeltelijk) wordt verlengd, kan ook gewicht worden toegekend aan de gevolgen die een dergelijk besluit naar verwachting zal hebben op de markt.⁸

4.2. Schaarste afweging

EZK beschouwt de PAMR-band en –vergunning vooralsnog als schaars. In het Nationaal Frequentieplan (NFP) luidt het verdeelmechanisme voor de PAMR-band: "Voor commerciële telecommunicatiedienstverlening aan derden via veiling of vergelijkende toets". In de veiling van 2005 brachten meerdere partijen een bod uit. Daarentegen geeft het recente marktonderzoek geen indicaties dat er naast de huidige vergunninghouder (potentiele) aanbieders zijn die op dit moment interesse hebben in de frequentieruimte onder de huidige gebruiksvoorwaarden. Echter, niet alle mogelijke marktpartijen zijn geïnterviewd, en bovendien moet er rekening mee gehouden worden dat binnen enkele jaren de belangstelling toeneemt door de genoemde marktontwikkelingen zoals inzetbaarheid van moderne LTE-technologie in de PAMR-band. EZK ziet daarom onvoldoende aanleiding om nu het verdeelmechanisme in het NFP te herzien.

4.3. Belangen van marktpartijen

Voorgaande betekent dat de frequentieruimte in beginsel opnieuw wordt verdeeld. Echter, zoals in 4.1 beschreven, weegt de minister ook een eventueel algemeen maatschappelijk, economisch, of cultureel belang van verlenging alsook de meer individuele belangen.

⁸ Staatsblad 2014, 277, p. 5.

Eindgebruikers van professionele mobiele communicatie

Voor professionele (eind)gebruikers is van belang dat in hun specifieke communicatiebehoefte wordt voorzien. De PAMR-vergunning speelt daar een rol door te voorzien in kritische, smalbandige datacommunicatiediensten, een behoefte die vooralsnog niet (geheel) door andere aanbieders wordt vervuld. Echter, voor veel gebruikers speelt dit belang niet op de korte termijn, omdat hun behoefte vooralsnog klein is en omdat er momenteel onzekerheden zijn t.a.v. gebruik van LTE technologie in de PAMR-band.

Huidige vergunninghouder

De bestaande vergunninghouder heeft de PAMR-vergunning in 2012 overgenomen van KPN. Sindsdien heeft hij geïnvesteerd in het aanleggen van een eigen, landelijk communicatienetwerk op basis van CDMA-technologie. Verder gebruikt de vergunninghouder het netwerk primair om slimme energiemeters te voorzien van een draadloze verbinding. Zoals eerder opgemerkt vormt continuïteit van de CDMA-dienstverlening een aandachtspunt welke gediend is met verlenging.

Potentiële nieuwkomers en andere vergunninghouders van frequenties bestemd voor professionele mobiele communicatie

Ook de belangen van potentiële nieuwkomers dienen meegewogen te worden. Door eerder genoemde marktontwikkelingen kan op termijn de 2 x 3 MHz frequentieruimte waardevol en interessant worden voor (potentiele) aanbieders van mobiele diensten. Het gaat dan niet alleen om geheel nieuwe partijen in de Nederlandse markt maar ook om de reeds bestaande gespecialiseerde aanbieders, waaronder andere PAMR-aanbieders en aanbieders van (smalbandige) machine-to-machine communicatiediensten.

Voor nieuwkomers lijkt een verdeelmoment nu te vroeg te komen. Wanneer EZK besluit om nu te gaan verdelen dan zou dat redelijkerwijs al in 2019 moeten plaatsvinden. Uit het marktonderzoek volgt dat (pas) rond 2020 jaar meer duidelijk is over eerdergenoemde ontwikkelingen en onzekerheden in de markt, meer specifiek: inzetbaarheid van LTE-technologie in de PAMR-band, de vraagontwikkeling rond kritische IoT-connectiviteit en de mate waarin mobiele operators op specifieke behoeften gaan inspelen. Gezien deze onzekerheden kan van een nieuwkomer redelijkerwijs niet worden verwacht dat hij op korte termijn een investeringsbeslissing neemt. Tenslotte is relevant dat de afgelopen periode marktpartijen niet hebben aangegeven dat zij een snelle verdeling wensen.

4.4. Verlengbaar maken van de vergunning

Alles in samenhang beziend en alle belangen wegend concludeert EZK dat de markt beter gediend is met een verdeelmoment op een later moment en dus met (korte) verlenging van de vergunning. Zo wordt nadrukkelijk rekening gehouden met de belangen van (potentiele) nieuwkomers, voor wie de PAMR-band op termijn waardevol kan worden. Anders gezegd is verdelen op een later moment wenselijk want dit creëert de beste mogelijkheden voor toegang tot de markt voor professionele mobiele communicatie – voor alle partijen, zowel bestaande als nieuwkomers. Het frequentiebeleid streeft nadrukkelijk naar gelijke kansen op toegang tot spectrum. Dit bevordert tevens de efficiënte allocatie van spectrum. Tenslotte lijkt een verlenging niet in te gaan tegen de belangen van eindgebruikers en het belang van de huidige vergunninghouder.

- iv. EZK concludeert dat de markt beter gediend is met een verdeelmoment op een later moment waarbij er sprake is van een (breder) economisch belang in de zin van artikel 18 van het Frequentiebesluit 2013, tweede lid. Daarom is EZK voornemens om bij wijze van uitzondering de vergunning voor een korte periode verlengbaar te maken.**

4.5. Duur van de verlenging

EZK overweegt de vergunning verlengbaar te maken voor een periode van vier jaar, dus tot 17 november 2024. Het is de verwachting dat er begin 2020 voldoende duidelijkheid is over de

ontwikkelingen in de markt en de inzetbaarheid van LTE-technologie. EZK zal dan bezien of en hoe het de (technische) gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band kan optimaliseren. Daarna volgt de voorbereiding van een verdeelmoment inclusief nadere behoeftepeiling in de markt. Dit betekent dat de uiteindelijke (her)verdeling van de vergunning behoudens onvoorziene ontwikkelingen plaats kan vinden in 2022. Ten slotte wordt rekening gehouden met een transitieperiode van 1-2 jaar (zoals gebruikelijk bij mobiele vergunningen) voor het geval het frequentiegebruik overgaat naar een nieuwe vergunninghouder. Alleszins is een verlengingsduur van vier jaar dan redelijk. Bijkomend effect is dat huidige vergunninghouder voor de duur van de verlenging de continuïteit van de huidige CDMA-dienstverlening kan voorzetten en ruimte heeft om eventueel maatregelen te nemen voor de langere termijn.

4.6. Wijzigingen in de vergunning

EZK constateert dat het huidige frequentiegebruik mogelijk niet volledig aansluit bij het gebruiksdoel en de vergunningsvoorwaarden zoals in 2005 geformuleerd of dat hier onduidelijkheid over kan bestaan. Om de huidige vergunning te kunnen verlengen acht EZK het daarom nodig om deze alsook het Nationaal Frequentieplan (NFP) aan te passen en in overeenstemming te brengen met het daadwerkelijke gebruik – voor de duur van de verlenging.

Ten eerste beperkt het huidige gebruik zich nu tot hoofdzakelijk netbeheerders. Daarom wordt overwogen om de vergunning hierop beter te laten aansluiten:

- Schrappen van de verplichting tot openbare dienstverlening.⁹
- Het gebruik wordt ingeperkt tot mobiele dienstverlening t.b.v. de utiliteitssector.

Na de verlenging zal de frequentieruimte weer uitgegeven worden voor brede, openbare dienstverlening, zoals in H.3 aangegeven.

Ten tweede komt het bij mobiele communicatie steeds meer voor dat gecommuniceerd wordt tussen apparaten, zgn. machine-to-machine communicatie. Daarbij kan een eindapparaat, bijvoorbeeld een slimme meter, ook op een vaste plek staan en niet in beweging (mobiel) zijn. Dit speelt niet alleen bij deze PAMR-vergunning maar breder bij mobiele (radio)diensten. Daarom zal in het NFP worden verduidelijkt dat onder mobiele (radio)dienst ook wordt verstaan de communicatie tussen land stations. Verder beschrijft Dialogic in haar onderzoeksrapport dat in het huidige gebruik bij dataverkeer nauwelijks meer kan worden gesproken van 'gebruikers' zoals bij meer traditionele PAMR-spraakdiensten. Daarom wordt overwogen om in de vergunning de term en definitie van 'besloten gebruikersgroep' te vervangen door 'besloten netten' (in lijn met de bestemming in het NFP).

4.7. Eenmalig bedrag verlengen

Bij verlenging van een schaarse vergunning wordt doorgaans een verlengingsprijs in rekening gebracht als bedoeld in artikel 3.15 van de Telecommunicatiewet. Bij verlenging is de vergunninghouder een vergoeding verschuldigd over de verlengingsperiode. Deze vergoeding dient een optimaal gebruik van de frequentieruimte te waarborgen. EZK zal extern onderzoek laten doen naar de marktwaarde die de PAMR-vergunning vertegenwoordigt.

5. Verdeelbeleid na de verlengingsperiode

EZK vindt het belangrijk om marktpartijen ook duidelijkheid te geven over het gebruik van de PAMR-band na de verlengingsperiode (dus na november 2024). Zoals in hoofdstuk 3 aangegeven, blijft de frequentieruimte beschikbaar voor gespecialiseerde, openbare dienstverlening aan professionele gebruikers. Daarbij zijn de uitgangspunten voor het verdeelbeleid:

⁹ Bij PAMR-diensten gaat het om openbare elektronische communicatiediensten die worden aangeboden aan het publiek. Daarmee wordt bedoeld dat de desbetreffende dienst door een onderneming in beginsel openbaar wordt aangeboden en beschikbaar is voor elke besloten gebruikersgroep die van dat aanbod gebruik wil maken. Zie aanvraagregeling PAMR-vergunning, Staatscourant 1 september 2005 /WJZ 5048103.

- Hanteren van een vergunningenregime want dit is noodzakelijk voor professionele (kritische) communicatie die hoge eisen stelt aan de beschikbaarheid van de verbinding.
- EZK zal een verdeelmoment creëren. Daarvoor wordt t.z.t. een nadere behoeftepeiling in de markt gedaan.
- Er wordt in beginsel één landelijke vergunning uitgegeven, tenzij blijkt dat het wenselijk en mogelijk is om meerdere vergunningen uit te geven in de betreffende frequentieruimte (mogelijk kan de frequentieruimte worden verkaveld door de 2 x 3 MHz op te splitsen en/of door lokale of regionale vergunningen uit te geven).
- Aan de vergunning worden bijpassende voorwaarden gesteld waaronder een ingebruiknameverplichting.

Ministerie van Economische Zaken

T.a.v.

ingestuurd : www.internetconsultatie.nl/pamr

24

Betr.: consultatie toekomst PAMR banden

Driebergen, 24 april 2018

Geachte

Zoals gisteren per mail door u aangegeven, maken wij gebruik van de mogelijkheid vandaag een reactie in te dienen op uw consultatie 'toekomst van de PAMR-vergunning in de 450 – 470 MHz band'.

Zoals bekend is BTG de branchevereniging van de zakelijke ICT en telecom grootgebruikers in Nederland. BTG is zeer begaan met het onderwerp bedrijfskritische mobiele communicatie omdat meer en meer van haar leden ondervinden hoezeer mobiele communicatie een essentieel bedrijfsproces is geworden of gaat worden. Om die reden heeft BTG dan ook onder haar leden een expertgroep opgericht geheten KMBG: Kritische Mobiele Breedband Gebruikers. Deze expertgroep bevat een aantal van de BTG leden alsmede een aantal derden bedrijven, voor wie mobiele communicatie een bedrijfskritisch middel is geworden.

Zoals u weet heeft BTG vanuit deze achtergrond al gereageerd op uw Nota Frequentie beleid¹ en uw Nota Mobiele Communicatie².

Wij verwijzen hierna in hoge mate naar deze al ingediende zienswijzen en consultaties en plaatsen onze reactie op de voorliggende PAMR consultatie sterk in de kaders van de al afgeleverde indieningen. Wij brengen graag nogmaals onze beide voornoemde uitgebreide reacties op uw consultaties onder de aandacht omdat ze zeer nauwkeurig aangeven voor welke strategische keuzes bedrijven staan en welke lange termijn strategieën bedrijven zien voor hun bedrijfskritische mobiele communicatie.

Teneinde op smalbandig PAMR in te gaan, schetsen wij de globale context van de vaak aangehaalde migratie van spraak en smalband naar breedband data en LTE

Algemeen migratie scenario

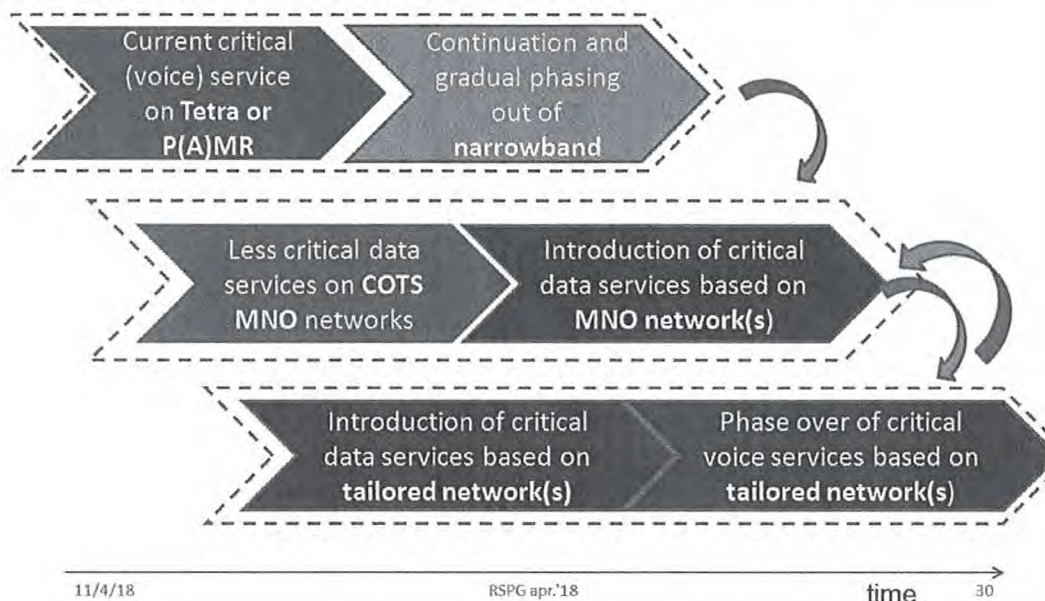
In onze stukken als voornoemd heeft BTG gewag gemaakt van de lange termijn migraties die een aantal van haar leden voorzien naar bedrijfskritisch LTE, middels eigen netwerken dan wel diensten van derden. Zoals in genoemde eerdere indieningen betoogd zal in het algemeen voor bedrijfskritische gebruikers gelden dat zij een zeer geleidelijke en gecontroleerde migratie voorzien, komende van meestal enige vorm van smalbandige spraak als PMR, PAMR of smalbandige data diensten. Zoals al betoogd in genoemde indieningen, kan het hierbij gaan om eigen netwerk alsook om diensten van derden (aaS) en combinaties hiervan (hybride scenario's)

¹ Onze respons nota frequentiebeleid dd 9-9-'16

² Onze reactie nota mobiele communicatie dd 10-3-'17

De meeste van de bedrijven waarover het hier gaat, hebben al jaren of zelfs decennia spraaksystemen als Tetra, DMR of analoog waar de gebruikers zeer content mee zijn en waar de bedrijfsvoering een betrouwbare basis mee heeft. De migraties die bedrijven voorzien zijn daarom geleidelijk, beheerst, met lange instandhouding van de bestaande dienst en zeer behoedzame conversie naar breedband en LTE alsook spraak daarop. Middels recent op de markt verschenen dual mode terminals (Tetra/LTE of DMR/LTE) is het voor bedrijven mogelijk groepen gebruikers van kritisch mobiel te migreren, maar ook waar nodig terug te vallen op de vertrouwde en bestaande smalbandige spraak en data diensten.

Onderstaand daarvan een algemeen, gestileerd schema uit een recente RSPG presentatie:



Wij schetsen deze algemene context omdat deze alles te maken heeft met de kijk van BTG en haar leden op de genoemde consultatie voor de PAMR banden. Wij zien PMR en PAMR dan ook als onderdeel van de voornoemde totale migratie naar bedrijfskritisch mobiel breedband, waarbij deze diensten een paar nuttige rudimentaire eigenschappen hebben. Daarover hierna meer in onze reactie.

Reactie op uw algemene vraag 1 inzake het beleidsvoornemen

Uw vraag naar de algehele reactie op het beleidsdocument beantwoorden wij positief en bevestigend. Naar onze mening hebt u uw voornemen gestaafd met relevant onderzoek en documenteert en beargumenteert u de beleidskeuze. Vanuit ons BTG perspectief en de geschetste algemene lange termijn migratie naar bedrijfskritisch breedband zien wij met name de volgende, ons inziens relevante aspecten vernoemd:

- Het eco systeem voor LTE voorziet nog in beperkte mate in apparatuur voor de bedoelde banden ('band 72')
- De vraag naar dergelijke smalbandige diensten beperkt zich vooralsnog tot utiliteiten en logistiek, maar zal waarschijnlijk met de tijd toenemen
- Daarbij is de rol van het LTE eco-systeem (LTEmtc, nbIoT) nog in ontwikkeling
- Aanbieders anders dan de huidige licentiehouder Utility Connect zijn nog niet manifest, maar wij verwachten hier wel een toename van gespecialiseerde niche aanbieders voor verticals en bedrijfskritisch mobiel.

Het recent opgerichte Priocom is daarvan een voorbeeld en de fusie tussen Entropia en RAM Mobile data geeft ook een richting aan. Het is dus belangrijk deze nakende ontwikkeling te faciliteren.

- Het beleid dient rekening te houden met een te verwachten forse groei van bedrijfskritische mobiel spraak en data behoefte en -diensten en dito aanbieders op dat gebied

Met al deze argumenten tezamen lijkt ons met u de tijdelijke voortzetting van de licentie en een hernieuwde toekenning over een paar jaar een gepaste maatregel.

Gelet op de geschilderde lange termijn migraties die bedrijven voorzien, is smalbandige spraak en data een soort *backbone* en *fall back* dienst voor iedere toekomstige migratie. Juist vanwege de gunstige propagatie en indoor eigenschappen van het spectrum, zijn dit de diensten waar bedrijven nog jaren op zullen willen terugvallen als in de migratie naar andere vormen van LTE en 5G en andere spectra diensten (nog) niet stabiel blijken of prestaties tegenvallen. Teneinde bedrijfsprocessen te waarborgen zal dan met name naar smalband spraak, data, Tetra, PMR etc worden teruggegrepen. Vanuit dit perspectief zijn die diensten dus de terugval optie voor borging van continuïteit.

Reacties op uw specifieke vragen 2 tm 5

Uw vraag 2: LTE eco systeem

LTE – en opvolgend 5G – zijn dermate sterk in ontwikkeling, dat een verruiming van het LTE eco systeem ook voor de PAMR banden te verwachten valt. Van de 5 voor LTE gestandaardiseerde bandbreedtes voldoen er 2 aan de bandbreedte van de PAMR band. Inherent aan het beperkte spectrum is dat deze LTE-vorm spraak, smalband data en IoT zal kunnen ondersteunen, maar niet meer. Met het toenemen van het eco-systeem enerzijds en de vraag anderzijds, licht het voor de hand dat nieuwe aanbieders ook zullen ontstaan. BTG en haar leden zijn zeer gebaat bij dat aanbod.

Uw vraag 3: bedrijfskritische M2M communicatie

De PAMR band kan nu en toekomstig voorzien in - een deel van - bedrijfskritische *machine to machine* communicatie. Er zullen evenwel ook tal van andere M2M banden en diensten binnen LTE en 5G hiervoor ontstaan. Voor BTG is met name het genoemde *fall back* aspect en de superieure propagatie hier relevant.

Uw vraag 4: beschikbaar houden voor gespecialiseerde diensten

Uw voornemen om de band nog 4 jaar voor gespecialiseerde en openbare diensten beschikbaar te houden steunt BTG. Echter, wij zijn het niet eens met uw clausuleren van de licentie waarbij u die beperkt tot utiliteiten en daarmee de bredere verplichting tot openbare dienstverlening te beperken (“schrappen” in uw termen). Als de licentiehouder de dienst continueert en er recent blijk van heeft gegeven deze ook aan sectoren buiten de utiliteit aan te bieden en ook EZ verwacht dat de vraag manifester wordt over de komende jaren; ligt het niet voor de hand het gebruik in te perken. BTG bepleit algemene beschikbaarheid van de dienst voor alle verticals over de verlengde periode.

Uw vraag 5: verlenging met 4 jaar.

Gelet op de geschetste ontwikkelingen en verwachtingen is 4 jaar een redelijke termijn voor de verlenging en aansluitend de herverdeling van de frequentieruime aan de aldan te verwachten bredere schare van aanbieders.

Wij vertrouwen hiermee adequate input op uw vagen te hebben gegeven en de kaders van onze eerdere indieningen te hebben versterkt. Voor vragen over deze consultatie kunt u contact opnemen met onze Managing Director P via het BTG Verenigingsbureau,

Met vriendelijke groet,

Eric Reij
Voorzitter BTG

Reactie T-Mobile Netherlands B.V. op openbare consultatie "Toekomst PAMR-frequentievergunning"

25

23 april 2018

Hierbij reageert T-Mobile op het door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (hierna: EZK) voorgelegde beleidsvoornemen ten aanzien van de toekomst van de PAMR-vergunning in de 450-470 MHz band. Allereerst wil T-Mobile benadrukken dat zij niet betrokken is geweest bij het onderzoek dat Dialogic heeft uitgevoerd en dat zij dat betreurt.

Alvorens in te gaan op de specifieke vragen, wil T-Mobile er op wijzen dat de noodzaak van een gespecialiseerd fysiek netwerk voor professioneel gebruik in de toekomst af zal nemen met de introductie van op 5G standaard gebaseerde mobiele netwerken.

Deze netwerken bieden de mogelijkheid om het vereiste niveau van dienstverlening aan te bieden op basis van een virtueel netwerk binnen de LTE en 5G netwerken van een mobiele operator, een zogenaamde "network slice". Deze virtualisatie zal de behoefte aan gespecialiseerde netwerken, zoals dat van Utility Connect, verminderen. Daarnaast zal deze ontwikkeling ook het bedrijfsmodel van de dienstaanbieders veranderen: nu combineren dienstaanbieders veelal het aanbieden van diensten met het opereren van een infrastructuur. In de toekomst zullen de dienstaanbieders kunnen kiezen tussen 5G netwerken en een eigen infrastructuur. De LTE-netwerken zullen steeds beter in staat zijn om de huidige toepassingen voor professioneel gebruik in de PAMR band over te nemen. LTE wordt dus op niet al te lange termijn een alternatief voor de toepassingen die momenteel in de PAMR-band worden aangeboden. Dit geldt zowel voor toepassingen op het gebied van Machine Type Communications als ook voor business of mission critical communications.

Op beide gebieden heeft T-Mobile onlangs dienstverlening in de markt gezet:

- T-Mobile heeft op het gebied van Machine Type Communications als eerste een landelijk NB-IoT netwerk gelanceerd met een zeer hoge dekkingsgraad.
- **[bedrijfsvertrouwelijk:** T-Mobile heeft op basis van een wholesale overeenkomst een aanbieder van business critical communications services, te weten Priocom/Flash, toegang gegeven tot haar netwerk.]

Tegelijk herkent T-Mobile de noodzaak om de huidige dienstverlening van Utility Connect aan netbeheerders van energienetwerken te continueren voor de korte termijn. T-Mobile onderschrijft dan ook het voorstel in paragraaf 4.6 van het beleidsvoornemen om de vergunning hierop beter te laten aansluiten:

- Schrappen van de verplichting tot openbare dienstverlening.
- Het gebruik wordt ingeperkt tot mobiele dienstverlening t.b.v. de utiliteitssector.

Bij dit laatste punt wijst T-Mobile erop dat het gaat om de huidige klanten in de utiliteitssector en dat het begrip utiliteitssector niet verder mag worden opgerekt dan de netbeheerbedrijven. De reden voor de verlenging is immers om de huidige dienstverlening aan de huidige klanten te continueren. Het gaat dus niet om een uitbreiding van de dienstverlening of uitbreiding naar andere klantgroepen. Dergelijke uitbreidingen zouden immers aanleiding kunnen zijn tot een volgende verlenging.

Dit moet helder en eenduidig worden vastgelegd in de vergunning.

In hoeverre herkent u dat ontwikkelingen op het gebied van LTE-communicatietechnologie nieuwe mogelijkheden zullen scheppen voor professioneel gebruik in de PAMR-frequentieband? Op welke termijn verwacht u dat?

T-Mobile herkent de ontwikkeling dat de aanbieders van professionele diensten steeds meer gebruik zullen gaan maken van LTE-communicatie technologie. Dit geldt echter ook voor andere frequentiebanden dan alleen de PAMR frequentieband.

De LTE standaard is ook gespecificeerd voor de 450-470 MHz band, LTE band 72.

T-Mobile heeft geen informatie wanneer LTE apparatuur voor deze band beschikbaar zal komen, maar verwacht dat deze apparatuur op de markt zal verschijnen indien meerdere landen in Europa diensten op basis van LTE op deze band zullen gaan inzetten. In dat verband zou afstemming tussen diverse Europese landen zinvol zijn. Dat zal ook duidelijkheid geven voor welk toepassingsgebied, Machine Type Communications of voor business critical communications, binnen Europa de meeste belangstelling zal bestaan.

In hoeverre herkent u dat de PAMR-band (in de toekomst) met name kan voorzien in de behoefte aan kritische datacommunicatie / machine-to-machine communicatie?

Gezien de beperkte hoeveelheid frequentiespectrum en de uitstekende propagatie op deze band ligt inzet voor zowel kritische communicatie als machine-to-machine communicatie voor de hand. Daarnaast ziet T-Mobile ook op het gebied van PPDR mogelijkheden, bijvoorbeeld voor direct-mode communicatie tussen terminals, zonder tussenkomst van een mobiel netwerk.

Wat vindt u van de keuze om de PAMR-band beschikbaar te houden voor gespecialiseerde, openbare dienstverlening?

T-Mobile ondersteunt deze keuze voor nu, maar maakt daarbij wel de volgende opmerkingen: de huidige dienstverlening is gericht op openbare dienstverlening aan besloten gebruikersgroepen. T-Mobile is van mening dat aan deze bestemming strikt moet worden vastgehouden. Er moet worden vermeden dat er oneerlijke concurrentie ontstaat met de openbare dienstverlening van mobiele operators.

- Door de MNOs is fors geïnvesteerd in het voldoen aan hoge dekkingseisen en het verwerven van spectrum voor LTE. Naar verwachting zullen voor 5G opnieuw hoge investeringen nodig zijn.
- Daarnaast dienen MNOs zich te houden aan regelgeving rond net-neutraliteit, die de mogelijkheden om gespecialiseerde diensten te leveren juist kan beperken.

Bovendien verwacht T-Mobile dat in de toekomst de noodzaak om een band beschikbaar te houden voor PAMR-diensten zal verdwijnen. Bij de voorbereiding van een uitgifte in 2022 zal voorafgaand opnieuw een gedegen onderzoek van de behoeften van afnemers en de mogelijkheden van aanbieders moeten worden uitgevoerd. T-Mobile merkt daarbij op dat zij voor het onderliggende Dialogic onderzoek niet is gehoord en dat zij ervan uitgaat dat zij bij het volgende marktonderzoek wel betrokken zal worden.

Wat vindt u van de voorgestelde verlengingstermijn van 4 jaar?

T-Mobile steunt de voorgestelde verlengingstermijn tot 17 november 2024, onder de voorwaarde van de aanpassing van de vergunningsvoorwaarden zoals voorgesteld:

- Geen openbare dienstverlening
- Gebruik ingeperkt tot mobiele dienstverlening t.b.v. de utiliteitssector.

Bovendien moet duidelijk zijn dat er geen verdere verlenging zal worden gegeven, zodat de huidige houder van de vergunning, Utility Connect, met het aanbieden van haar diensten rekening moet houden met een beëindiging van haar huidige dienstverlening na 2024. Dat betekent dat Utility Connect voorbereiding moet treffen om continuïteit van haar dienstverlening op een andere manier voort te zetten na de verlengingsperiode.

Het beleidsvoornemen gaat uit van een transitieperiode van 1-2 jaar. Een periode van 1-2 jaar is gebruikelijk voor mobiele netwerken en zou voor alle frequentie-vergunningen moeten gelden. Niet alleen voor deze band, maar ook voor de 2100MHz band bijvoorbeeld, indien een van de huidige vergunninghouders niet opnieuw spectrum verwerft in de 2100MHz band.

Tot slot vindt T-Mobile het belangrijk dat Nederland zo veel mogelijk in de pas loopt met Europees beleid, ook voor deze band.



26

ZIENSWIJZE VODAFONEZIGGO OP BELEIDSVOORNEMEN TOEKOMST PAMR-VERGUNNING IN DE 450 – 470 MHZ FREQUENTIEBAND

Ingediend via: <https://www.internetconsultatie.nl/pamr>

Amsterdam, 24 april 2018

Het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat heeft partijen in de gelegenheid gesteld om een reactie in te dienen op consultatieversie Beleidsvoornemen Toekomst PAMR-vergunning in de 450 - 470 MHz frequentieband, hierna "Beleidsvoornemen". De uiterste reactietermijn was 23 april 2018, maar deze is vanwege een technische storing van de website <https://www.internetconsultatie.nl/pamr> verlengd tot 24 april 2018.

VodafoneZiggo dankt u voor de gelegenheid om haar zienswijze in te dienen.

Schaarste afweging

EZK beschouwt de PAMR-band en –vergunning vooralsnog als schaars en ziet nu onvoldoende aanleiding om nu het verdeelmechanisme voor deze band in het NFPO te herzien. VodafoneZiggo is het met deze schaarste-afweging eens, gelet op het feit dat er de komende 1 á 2 jaar meer duidelijkheid wordt verwacht of en hoe LTE-technologie precies gebruikt kan gaan worden in de (huidige) Nederlandse PAMR-band, welke apparatuur daarvoor beschikbaar komt en welke marktvraag er zal kunnen ontstaan.

Duur van de verlenging:

De huidige PAMR-vergunning loopt op 17 november 2020 af. EZK is voornemens de vergunning met een periode van vier jaar, dus tot 17 november 2024 te verlengen. De noodzaak tot verlenging van een vergunning moet zorgvuldig worden onderzocht, evenals de voorgestelde duur van de verlenging. Bij de afweging van belangen dient het efficiënt gebruik van spectrum steeds voorop



te staan. De 450 MHz band is door de lage frequentie en daarmee de uitstekende propagatie-karakteristieken potentieel een interessante band voor het aanbieden van diensten in landelijke gebieden en op plaatsen waar deep-indoor coverage noodzakelijk is.

EZK stelt voor de vergunningen met een termijn van vier jaar te verlengen. VodafoneZiggo is van mening dat een periode van vier jaar, gelet op de ontwikkelingen in de telecomsector te lang is. Er is nog niet voldoende duidelijk welke technologieën de komende tijd beschikbaar zullen komen voor gebruik in de 450 MHz band en tot welke ontwikkelingen aan de vraagzijde dit zal leiden. In de toelichting op het beleidsvoornemen (hierna "Toelichting") geeft EZK argumenten op basis waarvan zij verwacht dat binnen 1 à 2 jaar duidelijk wordt of en hoe LTE-technologie precies gebruikt kan gaan worden in de (huidige) Nederlandse PAMR-band, welke apparatuur daarvoor beschikbaar komt en welke marktvraag er zal kunnen ontstaan:

- "De ontwikkeling van een LTE-ecosysteem in de 450 MHz-band biedt op termijn nieuwe mogelijkheden voor gebruikers en aanbieders van professionele mobiele communicatie. Daarbij is de vraag of en hoe LTE-technologie precies gebruikt kan gaan worden in de (huidige) Nederlandse PAMR-band en welke apparatuur daarvoor beschikbaar komt. De verwachting is dat dit binnen 1 à 2 jaar duidelijk wordt.
- De markt biedt op dit moment geen ruimte voor een brede PAMR-aanbieder van mobiele spraak- en datadiensten aan besloten gebruikersgroepen, zoals in 2005 door EZK voorzien. Op basis van de gehouden interviews zijn er geen indicaties dat er momenteel naast de huidige vergunninghouder andere (potentiele) aanbieders zijn die belangstelling hebben in de frequentieruimte (onder de huidige gebruiksvoorwaarden). Wel zal de belangstelling naar verwachting groeien wanneer LTE ingezet kan worden in de PAMR-band.
- De PAMR-vergunning kan gaan voorzien in een behoefte aan smalbandige kritische communicatie. Het gaat dan in het bijzonder om datacommunicatie ten behoeve van Internet of Things-toepassingen die in diverse sectoren een vlucht nemen. Er wordt momenteel veel geëxperimenteerd, bijvoorbeeld door steden, waterbedrijven en op het spoor. Toepassingen kunnen op termijn kritisch worden voor de bedrijfsvoering. De markt zal dan moeten voorzien in kritische datacommunicatie oplossingen. De PAMR-vergunning vervult daar een rol in. Voor deze niche kan in de komende jaren een commerciële business case ontstaan. Overigens kan een spraakdienst daar ook onderdeel van uitmaken gezien de recente ondersteuning van missiekritische spraak in mobiele standaarden. Dit alles is afhankelijk van bovengenoemde factoren en onzekerheden; de marktontwikkelingen zijn nog pril, over 2 jaar zou meer duidelijk moeten zijn."

(Toelichting par 2.3, onderstreping door VodafoneZiggo)

EZK acht het noodzakelijk om de (technische) gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band nader te onderzoeken en waar mogelijk te optimaliseren. In de Toelichting (par 3.3. sub ii) wordt



aangegeven dat specifiek aandachtspunt hierbij de aansluiting van de PAMR-band op bestaande ecosystemen voor mobiele communicatie vormt, in het bijzonder LTE, dat nieuwe mogelijkheden biedt. Het marktonderzoek concludeert dat de inzet van moderne LTE-apparatuur voor professionele gebruikers het meest voor de hand ligt, maar dat nog onduidelijk is in hoeverre apparatuur beschikbaar komt die in de (Nederlandse) PAMR-band kan werken. EZK wil dit uiterlijk 2020 nader onderzoeken en zal bij heruitgifte van de vergunning zo mogelijk maatregelen nemen om de aansluiting van de PAMR-band op bestaande ecosystemen voor mobiele communicatie (in het bijzonder LTE) te verbeteren.

Gelet op deze argumenten kan VodafoneZiggo niet volgen waarom – als er al over 1 á 2 jaar (dus in 2019- 2020) meer duidelijkheid wordt verwacht over of en hoe LTE-technologie precies gebruikt kan gaan worden in de (huidige) Nederlandse PAMR-band; welke apparatuur daarvoor beschikbaar komt en welke marktvraag er zal kunnen ontstaan – de PAMR vergunning die in 2020 afloopt met een periode van vier jaar (dus tot 2024) verlengd zou moeten worden. VodafoneZiggo is dan ook van mening dat (a) deze termijn te lang is omdat hiermee een niet onderbouwd voorschot genomen wordt die technologische en marktontwikkelingen in Nederland zou kunnen belemmeren.

Wijziging in de vergunning en verdeelbeleid na de verlengingsperiode

EZK stelt voor om de huidige PAMR-vergunning te wijzigen door de verplichting tot openbare dienstverlening te schrappen en het gebruik te beperken tot mobiele dienstverlening t.b.v. de utiliteitssector. VodafoneZiggo vraagt EZK nader te verduidelijken waarom zij in par. 4.6 voorstelt om bij de verlenging de verplichting tot openbare dienstverlening te schrappen, terwijl in par. 5 wordt gesteld dat na de verlengingsperiode "(...) de frequentieruimte beschikbaar [blijft] voor gespecialiseerde, openbare dienstverlening aan professionele gebruikers."

VodafoneZiggo wijst er op dat het soort specifiek op de wensen van bepaalde gebruikersgroepen toegesneden diensten die via de PAMR-vergunning aangeboden kunnen worden, in toenemende mate ook door de mobiele operators verzorgd kunnen worden. Zo worden push-to-talk diensten al via openbare mobiele netwerken aangeboden. Met 5G wordt het mogelijk om diensten op maat voor verschillende "industry verticals" te gaan bieden met specifiek op de gebruiker toegesneden Quality of Service (QoS) karakteristieken zoals bit rate, latency, betrouwbaarheid en snelheid. Hierdoor zal naar verwachting de vraag naar klant specifieke toepassingen voor het overgrote deel door de mobiele operators kunnen worden vervuld.

Zoals in het Beleidsvoornemen wordt uitgelegd, kunnen Internet-of-Things toepassingen zoals slimme meters voor hun connectiviteit gebruik maken via de openbare mobiele netwerken van de operators, specifieke IoT netwerken of via de PAMR-band. Dit betekent dat de huidige gebruikers van de PAMR-vergunning niet uitsluitend afhankelijk zijn van deze band omdat er alternatieven



beschikbaar zijn. VodafoneZiggo is van mening dat een bijzondere behandeling de gebruikers van deze band daarom niet voor de hand te ligt.

Eenmalig bedrag verlengen:

De prijs die voor de verlenging moet worden betaald moet zorgvuldig worden vastgesteld en gericht te zijn op het efficiënt gebruik van spectrum. De verlengingsprijs zal samenhangen met de duur van de verlenging en de te verwachten marktvraag en daarmee marktwaarde.

Als het rapport van Dialogic wordt gevolgd is de belangstelling (en daarmee de marktwaarde) voor deze vergunning op dit moment beperkt. Echter, als er uit de onderzoeken die de komende 1 á 2 jaar uit gevoerd zullen worden blijkt dat er voor deze band LTE-apparatuur beschikbaar zal komen, kan de belangstelling voor deze band, en daarmee de marktwaarde, gaan toenemen. Aangezien dit nu nog niet bekend is, kan de toekomstige waarde van de vergunning niet bepaald worden. Dit is reden te meer om de vergunning met een kortere periode dan vier jaar te verlengen.

--



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

27

Utility Connect reactie op Beleidsvoornemen toekomst PAMR-vergunning in de 450 – 470 MHz frequentieband

Ingediend via: www.internetconsultatie.nl/pamr (niet openbare reactie)

Inleiding

Utility Connect ("UC") heeft met belangstelling kennisgenomen van het consultatiedocument waarin het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat ("het Ministerie") haar beleidsvoornemen met betrekking tot de toekomst van de zogenoemde PAMR-vergunning in de 450 – 470 MHz frequentieband kenbaar maakt.

Als houder van de betreffende vergunning voor het gebruik van deze frequentieruimte (451,76875-454,76875 MHz gepaard met 461,76875-464,76875 MHz) zijn de keuzes die worden voorgesteld in het beleidsvoornemen van directe invloed op UC en raken zij de kern van de bedrijfsvoering van UC en haar (vitale infrastructuur) klanten.

Het door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat opgestelde beleidsvoornemen komt in hoofdlijnen neer op:

- a) Het verlengbaar maken van de vergunning van UC en deze verlengen voor de korte periode van 4 jaar; en wijzigingen in de vergunning van het gebruiksdoel (beperking tot utiliteitssector) en de definitie van besloten netten (is momenteel een besloten gebruikersgroep);
- b) Een nieuwe verdeling van de vergunning van UC op een later moment (in 2022) voor de periode na november 2024.

UC is het niet eens met het beleidsvoornemen om de vergunning voor zo'n korte periode verlengbaar te maken. Hiermee wordt het algemene belang niet gediend en wordt het individuele belang van UC ernstig geschaad. UC is van mening dat haar vergunning voor een periode van minimaal 10 jaar verlengd dient te worden.

Hieronder zal een nadere en gedetailleerde toelichting worden verstrekt op de zienswijze van UC aangaande het beleidsvoornemen van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Uiteraard is UC bereid deze zienswijze in een gesprek toe te lichten.

Voorgeschiedenis

Utility Connect is ontstaan in 2012 als dochteronderneming van KPN. Deze dochteronderneming, inclusief de PAMR-vergunning en het volgens de vergunning vereiste netwerk, is vervolgens in 2013 overgenomen door Alliander. In oktober 2014 is Stedin medeaandeelhouder van Utility Connect geworden.



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

Ten tijde van de overname van Utility Connect en de bijbehorende vergunning door Alliander (2012 – 2013) had KPN conform de vergunningsvoorwaarden de vereiste masten gerealiseerd en aanbiedingen gedaan. KPN was echter niet in staat een afnemer te vinden, waardoor zij de vergunning niet heeft kunnen exploiteren. Alliander zag, anders dan KPN, wel mogelijkheden voor de exploitatie van de vergunning ten behoeve van dataverkeer. Alliander heeft vervolgens na zowel mondeling als schriftelijk overleg met het Ministerie van EL&I en na deugdelijk (financieel) onderzoek besloten tot overname van het bedrijf inclusief de PAMR-vergunning, hoewel er reeds ruim 7 jaren van de looptijd van de vergunning verstreken waren. Bij deze besluitvorming is Alliander er, op basis van de gevoerde mondelinge en schriftelijke communicatie, wel van uitgegaan dat er langdurig, zeker tot ruim na 2020, van de frequentieband gebruik kon worden gemaakt. In de veelvuldige contacten met het Ministerie was immers gebleken dat het Ministerie begrip had voor de keuze, de bedenkingen ten aanzien van de beperkte resterende looptijd van vergunning in relatie tot de noodzakelijke investeringen begreep en bereid was mee te werken aan oplossingen.

In de daarop volgende periode (2013 – 2014) is diverse malen overleg geweest met diverse betrokken ambtenaren van het Ministerie (EL&I en later EZ) over de mogelijke omgang met de vergunning. In deze gesprekken zijn door het Ministerie drie varianten geschetst die een antwoord op de wensen ten aanzien van de beperkte vergunningsduur zouden kunnen bieden:

- A. De vergunning (voorlopig) houden zoals die is en dan later een verlenging van de vergunning aanvragen;
- B. De bestemming waarbinnen de vergunning is uitgegeven wijzigen; en
- C. De vergunning omwisselen van commercieel naar niet-commercieel.

Ten aanzien van optie A, de vergunning laten zoals die is en later in de tijd een verlenging aanvragen, heeft het Ministerie aangegeven dat er een wijziging van beleid aan zat te komen die het mogelijk maakte vergunningen voor een lange periode te verlengen (bijv. 10 jaar)¹. De door EZ gepresenteerde slides tijdens een overleg op 25 maart 2014 waarin melding is gemaakt van de mogelijkheid de vergunning te verlengen voor bijvoorbeeld 10 jaar zijn bijgevoegd (bijlage 1). EZ benadrukte dat optie A de mogelijkheid bood om meteen aan de slag te kunnen gaan en er een succes van te maken, terwijl opties B en C vertraging zouden opleveren. Daarnaast zouden opties B en C inhouden dat EZ op basis van voornemens veranderingen zou moeten voorstellen en in gang zou moeten zetten daar waar een verlenging (optie A) gebaseerd zou kunnen worden op daadwerkelijk gebruik met een economisch en maatschappelijk belang.

In dezelfde periode (2014) gaf Stedin aan ook van de diensten van UC gebruik te willen maken en een belang in UC te willen verwerven. Voor Stedin waren langetermijnperspectieven omtrent de vergunning zeer relevant bij de besluitvorming over de deelname in UC. Dit heeft ook geresulteerd in een gesprek in juni 2014 tussen vertegenwoordigers van het Ministerie van Economische Zaken, Stedin en Alliander. Tijdens dit gesprek is door Stedin en Alliander aangegeven dat optie A) de voorkeur genoot, de door EZ geschetste situatie dat er bij verlenging rekening gehouden zal worden met het maatschappelijke en economische belang en dat verlenging voor een periode van minimaal 10 jaar mogelijk zal zijn, hebben hiertoe geleid. De uitspraken gedaan door vertegenwoordigers van het Ministerie tijdens dit gesprek in juni 2014 hebben

¹ Opgemerkt dient te worden dat deze aangekondigde wijziging ook daadwerkelijk is doorgevoerd.



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

Stedin, Alliander en UC gesterkt in het gevoel dat, als er in voldoende mate gebruik gemaakt wordt van de frequentievergunning, een verlenging van de vergunning voor langere tijd (10, mogelijks zelfs 15 jaar) in de rede lag. Op grond hiervan zijn eveneens significante investeringsbeslissingen genomen. Zo is er besloten het netwerk te vernieuwen zodat het netwerk kon voldoen aan de specifieke eisen van de klanten. Hierbij moet gedacht worden aan hoge (cyber) security eisen, goede dekking diep binnenshuis, een hoge betrouwbaarheid van het netwerk (*redundancy* en powerautonomie) en garanties over langdurige beschikbaarheid van de gekozen communicatietechnologie. Bij elkaar opgeteld is sinds 2013 door UC voor ruim 47 miljoen euro geïnvesteerd in het mastenpark, het communicatienetwerk en aanvullende (beheer)systemen.

In de daarop volgende jaren is er nog regelmatig contact geweest tussen medewerkers en directie van UC en medewerkers en MT-leden van het Ministerie. Tijdens deze gesprekken is de voortgang ten aanzien van de verdere uitrol van het netwerk en diverse toepassingen die van het netwerk gebruik maken met het Ministerie gedeeld. Op basis van deze gesprekken heeft UC tot vrij recent steeds het volste vertrouwen gehad in een verlenging van de vergunning tot tenminste 2030. Het was tot februari 2018 geheel niet voorzienbaar noch voorspelbaar voor UC dat het Ministerie een geheel afwijkende weg in zou slaan, namelijk slechts een korte verlenging. UC kan zich dan ook niet vinden in het beleidsvoornemen, voor zover het voornemen is de vergunning te verlengen voor slechts 4 jaar. UC is van mening dat het Ministerie te weinig oog heeft voor de specifieke omstandigheden die in deze relevant zijn voor de verlengingsduur. Daarnaast is UC van mening dat het beleidsvoornemen een aantal tegenstrijdigheden bevat. Deze punten zullen hieronder nader toegelicht worden.

Telecombeleid en -wetgeving

Artikel 3.17 van de Telecommunicatiewet stelt dat vergunningen worden verleend voor een bij die vergunning te bepalen termijn die gerelateerd is aan de betrokken dienstverlening, het met de vergunningverlening nagestreefde doel en rekening houdend met een passende periode die nodig is voor de afschrijving van investeringen. Artikel 18 lid 2 van het Frequentiebesluit 2013 biedt bovendien expliciet de mogelijkheid een eerder verleende vergunning te verlengen indien dat het algemeen maatschappelijk of economische belang dient. In de Nota van toelichting (Stb 2014, 277, blz. 5) is hierover het volgende opgemerkt: *"Verder voorziet dit besluit in de mogelijkheid dat de minister vanaf twee jaar voor de afloop van de vergunningen ambtshalve kan besluiten om tot verlenging, voor een nader te bepalen termijn, van de vergunningen over te gaan in het belang van de continuïteit van de dienstverlening. Zo kan worden voorkomen dat (...), het algemeen belang en/of de belangen van de eindgebruikers in het geding komen, bijvoorbeeld bij vergunningen voor mobiele (tele)communicatie."*

Zoals opgemerkt heeft UC veel geïnvesteerd (ruim 47 miljoen euro) in de veronderstelling dat de vergunning met minstens tien jaar verlengd zal worden. Een business case voor het aanbieden van deze diensten is namelijk alleen haalbaar wanneer de aanbieder een groot volume kan bedienen gedurende een realistische en lange periode. Dit wordt ook onderschreven door het Dialogic rapport waarnaar in het beleidsvoornemen wordt verwezen. Dat rapport onderschrijft bovendien dat vanaf 2013 – 2014 pas een (rendabele) exploitatie van diensten is opgezet door UC en dat de terugverdientijd daardoor in feite met 8 tot 9 jaar is vertraagd. Niet vanaf 2005, maar pas vanaf 2014 is daadwerkelijk business gecreëerd, en wel in het algemeen belang. Op grond van het feit dat de investeringen sinds 2014 zijn gedaan in combinatie met het bepaalde in artikel 3.17 van de Telecommunicatiewet is UC van mening dat de vergunning verlengd zal dienen te worden met tenminste 10 jaar.



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

Uit het Dialogic rapport blijkt bovendien dat als gevolg van de lastige business case in deze frequentieband, de interesse voor het aanbieden van diensten tegenvalt en er momenteel geen potentiële andere aanbieders of geïnteresseerden zijn. Ook vanuit deze argumentatie bestaat er geen noodzaak om de vergunning slechts voor een korte periode te verlengen. Gelet op de sinds 2014 gedane investeringen, de onvoorzienbaarheid van dit beleidsvoornemen voor wat betreft de voorgestelde korte verlengingsperiode en het feit dat er geen potentiële andere geïnteresseerden zijn (in feite is er geen sprake van schaarste), ziet UC niet in waarom de vergunning, in lijn met de eerdere gedane uitspraken door het Ministerie, niet met tenminste 10 jaar kan worden verlengd.

In het beleidsvoornemen wordt aangegeven dat de belangstelling naar verwachting zal groeien indien te zijner tijd LTE zou kunnen worden ingezet. Naast de vraag in hoeverre de nadruk die het Ministerie legt op een specifieke technologie te rijmen valt met het beginsel van technologie-neutraliteit, dient ook opgemerkt te worden dat eerdere voorspellingen voor deze frequentieband gedaan in de periode 2004 -2005, niet zijn uitgekomen. Het is dan ook zeer discutabel om nu op basis van een in ontwikkeling zijnde technologie (LTE) die voor de betreffende frequentieband nog verder ontwikkeld moet worden wederom uit te gaan van verwachtingen of voorspellingen. In aanvulling daarop is juist UC één van de partijen die de genoemde ontwikkeling probeert te stimuleren. De voorgestelde verlenging van 4 jaar zal voor UC geen stimulans zijn om druk te blijven zetten op de ontwikkeling van de LTE-450. In aanvulling daarop dient ook opgemerkt te worden dat voor een gezonde businesscase voor diensten in deze frequentieband extreem grote aantallen aansluitingen benodigd zijn.

Ook is UC erg verbaasd over de nadruk die in het beleidsvoornemen wordt gelegd op potentiële nieuwkomers. De voorgestelde korte periode van verlenging lijkt hiermee samen te hangen. Bij eerdere verdeling van frequentievergunningen is nadrukkelijk beleid gevoerd om nieuwe toetreders de ruimte te bieden. Ook tijdens de consultaties voorafgaand aan de verdelingen werd geschermd met de plannen van potentiële nieuwe toetreders of potentiële nieuwe diensten. In de praktijk is dit nooit daadwerkelijk ingevuld. Ook tijdens de verdeling in 2012/2013 is expliciet ruimte gemaakt voor nieuwe toetreders, vervolgens volgt hier toch weer een consolidatie op. Toch wordt er in het beleidsvoornemen rekening gehouden met partijen die zich nog niet hebben aangediend (blijkend uit het onderzoek van Dialogic) en mogelijk simpelweg niet bestaan. En als ze al bestaan dient de vraag gesteld te worden of dergelijke partijen hun interesse ook serieus (businessplan, financieel, operationeel, etc.) kunnen onderbouwen en waarmaken. In dit kader dient ook opgemerkt te worden dat UC zichzelf, gezien de beperkte omvang van haar frequentievergunning en recente toetreding tot de markt, nog steeds als nieuwkomer beschouwt. Daarnaast wordt voorbijgegaan aan het feit dat potentiële nieuwkomers, net als UC heeft gedaan, via het marktmechanisme (verhandelbaarheid van vergunningen) toegang tot spectrum kunnen verwerven. UC is dan ook van mening dat de nadruk die in het beleidsvoornemen wordt gelegd op de mogelijkheden voor nieuwkomers niet terecht is. Utility Connect heeft met haar diensten bewezen een specifieke markt te bedienen en daarmee een duurzame 'nieuwe' toetreder te zijn.

Wijzigingen in de gebruiksvoorwaarden van de vergunning

Naast de voorgestelde verlenging voor een korte periode worden in het beleidsvoornemen nog enkele wijzigingen in de vergunning voorgesteld. Zo wordt voorgesteld het gebruiksdoel te beperken tot *“mobiele dienstverlening t.b.v. de utiliteitssector”*. Allereerst valt een dergelijke beperking niet te rijmen met hoofdstuk 3.1 van hetzelfde beleidsvoornemen waarin staat dat frequentieruimte zo breed mogelijk wordt bestemd.



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

Daarnaast is de definitie van “utiliteitssector” onduidelijk en vaag. UC voert momenteel pilots uit en heeft (contract-)gesprekken met partijen (o.a. Rijkswaterstaat, diverse waterschappen, ProRail en andere aan het publieke domein gelieerde partijen) die mogelijk buiten de reikwijdte van die definitie zouden kunnen liggen. In een eerder stadium heeft UC aangegeven dat een beperking van de scope overwogen zou kunnen worden. De nu voorgestelde beperking lijkt echter te rigoreus. Zoals reeds eerder aangegeven zou overwogen kunnen worden te denken aan een beperking als “t.b.v. toepassingen gelieerd aan netwerkactiviteiten (infrastructurele activiteiten)” of “t.b.v. toepassingen gelieerd aan publieke en/of wettelijke taken of vitale sectoren”. Een dergelijke definitie sluit beter aan bij de huidige marktvraag en daarmee bij huidige, toekomstige en potentiële klanten van UC in combinatie met de specifieke eigenschappen van het netwerk.

Ook wordt in het beleidsvoornemen voorgesteld de verplichting tot openbare dienstverlening te schrappen, iets waar UC niet direct bezwaren tegen heeft. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de continuering van het gebruik van de mobiele netwerkcode (MNC #66) geborgd dient te worden. Het IMSI-nummerplan² biedt het kader voor de toewijzing van MNCs.

De voorgestelde verduidelijking in het NFP, ook voor mobiele diensten, evenals de aanpassing van de term en definitie van “besloten gebruikersgroep” in de vergunning lijken vooralsnog geen problemen op te leveren. Met het oog op mogelijke miscommunicatie is het wellicht goed hier nader overleg over te voeren.

Als laatste wil UC graag opmerken dat zij de voorgestelde optimalisatie van afspraken met buurlanden over grenscoördinatie ondersteunt. UC zou graag zien dat Nederland zich constructief en positief opstelt in de lopende internationale initiatieven op dit gebied in CEPT-verband. Spoedige optimalisatie van deze afspraken is cruciaal om in de grensgebieden goede dienstverlening te kunnen aanbieden.

Utility Connect dienstverlening

Met behulp van het netwerk van UC worden inmiddels diensten, gebaseerd op CDMA-communicatietechnologie, geleverd aan de netbeheerders Liander, Stedin en Westland Infra. Daarnaast voeren waterschappen en Rijkswaterstaat pilots uit om de geschiktheid van de UC-diensten voor hun toepassingen nader te onderzoeken. Deze pilots zijn succesvol verlopen en hebben ertoe geleid dat er inmiddels gesprekken worden gevoerd over de bij de dienstverlening behorende contracten. Deze ontwikkelingen dragen bij aan de toenemende interesse in de dienstverlening van UC. Het netwerk van UC is uitgereid tot één van de omvangrijkste IoT-netwerken in Europa.

De klanten Liander, Stedin en Westland Infra maken intensief gebruik van de diensten van UC ten behoeve van het uitlezen van slimme energiemeters en Power Quality-meters (meten van de energiestromen), en schakeling van openbare verlichting en distributieautomatisering toepassingen. Hiermee kunnen handelingen (o.a. schakelingen in de elektriciteitsnetten) en metingen (sensors en waarden) in middenspanningsruimtes op afstand worden uitgevoerd. Het ondersteunende netwerk van UC is essentieel voor de netbeheerders om de technische aanpassingen mogelijk te maken die nodig zijn om de energietransitie te faciliteren. De aantallen aangesloten slimme meters nemen wekelijks met ongeveer 15.000 stuks toe en naar verwachting zullen er eind 2018 ruim 1.300.000 slimme meters communiceren via het CDMA-netwerk van UC. Daarnaast zijn er inmiddels ruim 3000 schakelaars voor openbare verlichting die aangestuurd worden via het CDMA-netwerk van UC en reeds enkele honderden distributieautomatisering

² Nummerplan voor identiteitsnummers ten behoeve van internationale mobiliteit (IMSI-nummers)



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

toepassingen. Deze volumes zijn mede het gevolg van het vertrouwen dat UC heeft verworven bij haar klanten en de goede kwaliteit van het netwerk. Ook deze klanten gaan er vanuit dat (gebruik van) hun apparatuur tot minstens 2030 is gewaarborgd.

In het beleidsvoornemen wordt terecht opgemerkt dat een eventuele afschakeling van het netwerk van UC als gevolg van verlies van de vergunning fysieke vervanging van de diverse toepassingen aan de zijde van de klanten noodzakelijk maakt. De kosten en lasten voor de klanten zijn als gevolg van de aantallen, de locatie van deze aantallen, de benodigde tijd en logistiek en het belang van de toepassingen voor de bedrijfsvoering zeer hoog. Op basis van de huidige inzichten schat UC dat de kosten voor de gezamenlijke klanten van UC bij de voorgestelde korte verlenging van de vergunning op kunnen lopen tot anderhalf en mogelijk zelfs twee miljard euro. UC is dan ook van mening dat het Ministerie deze impact zwaar onderschat. Het ligt immers niet voor de hand dat een eventuele nieuwe vergunninghouder tot na 2024 een CDMA-netwerk zal aanbieden. Zoals in het Dialogic rapport wordt opgemerkt is deze technologie uitontwikkeld, hetgeen inhoudt dat een nieuwe vergunninghouder een nieuwe keuze uit de dan beschikbare communicatietechnologieën zal maken. Het gevolg hiervan is dat miljoenen toepassingen van klanten, die essentieel zijn voor een veilige, betrouwbare en betaalbare bedrijfsvoering van die klanten, niet meer gebruikt kunnen worden. In de Nota van Toelichting³ wordt aangegeven dat continuïteit een maatschappelijk belang is, hetgeen naar de mening van UC niet alleen een langere verlenging rechtvaardigt, maar ook vereist.

In navolging op bovenstaande heeft UC, om tegemoet te komen aan de eisen van haar klanten, haar netwerk dusdanig ontworpen en ingericht dat zij meer controle heeft op het gebied van privacy, data-integriteit en (cyber)security. Ook deze aspecten, die speciaal geïntroduceerd zijn voor haar klanten die veelal kunnen worden gekenmerkt als beheerders van een vitale infrastructuur, vertegenwoordigen een groot maatschappelijk belang.

De Nota frequentiebeleid 2016 (blz. 24) geeft aan dat bij (schaarse) vergunningen onder meer de volgende publieke belangen een rol spelen:

- betaalbaarheid en beschikbaarheid van de aangeboden telecommunicatiediensten;
- voorop blijven lopen wat betreft de beschikbaarheid van up-to-date netwerken; er moeten prikkels zijn die innovaties stimuleren;
- beschikbaarheid en dekking vormen in steeds sterkere mate publieke belangen;
- ook de veiligheid en betrouwbaarheid dienen publiek geborgd te zijn.

Gelet op de business case voor diensten in de 450 MHz frequentieband en het ontbreken van potentiële aanbieders acht Utility Connect het niet aannemelijk dat andere partijen binnen een tijdsbestek van 10-15 jaar de frequentie op rendabele wijze kunnen exploiteren. De belangen van betaalbaarheid, beschikbaarheid, betrouwbaarheid, continuïteit, veiligheid, alsmede innovatie zijn het meest gediend met het – in lijn met de door het Ministerie gewekte verwachtingen – voor een langere termijn (minstens 10 jaar) verlengen van de vergunning van UC.

³ Stb. 2014, 277, blz. 5



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

Specifieke vragen in het kader van de consultatie

Op de consultatiewebsite stelt het Ministerie een vijftal specifieke vragen waarop in het bijzonder een reactie wordt gevraagd. De reactie van UC op vragen 1 en 5 is in het voorgaande reeds uitgebreid aan de orde gekomen. De reactie van UC op vragen 2, 3 en 4 is ook aan bod gekomen, maar minder nadrukkelijk. Vandaar dat hieronder, in aanvulling op hetgeen reeds is toegelicht, nog een korte beantwoording van die vragen wordt gegeven.

Vraag 2 van het Ministerie betreft de ontwikkelingen op het gebied van LTE-communicatietechnologie en of deze nieuwe mogelijkheden zullen scheppen voor professioneel gebruik in de betreffende frequentieband. In aanvulling op de eerder in dit document geuite twijfel over verenigbaarheid met technologieneutraliteit en het baseren van beleid op verwachtingen of voorspellingen, kan worden opgemerkt dat er nog veel onzekerheden over de ontwikkeling van LTE zijn. In het bijzonder in de betreffende frequentieband. Zo kent LTE verschillende sub-varianten, die zich in een verschillende fase van ontwikkeling bevinden. Het is lang niet zeker dat al deze varianten ook daadwerkelijk in de 450 MHz band beschikbaar zullen komen en uitgebreid ondersteund zullen worden door producenten van netwerken en randapparatuur. Het is dan ook onduidelijk of deze communicatietechnologie 'nieuwe mogelijkheden zal scheppen voor professioneel gebruik', zeker in het licht van de conclusies van het rapport van Dialogic, en deze conclusies onderschrijft UC, dat de business case voor het leveren van diensten lastig is, er zijn immers extreem grote aantallen aansluitingen (klanten, toepassingen) benodigd.

Vraag 3 van het Ministerie betreft de vraag in hoeverre de betreffende frequentieband kan voorzien in de behoefte aan kritische communicatie. UC is van mening dat deze frequentieband zeker een belangrijke rol kan spelen in de behoefte aan kritische communicatie, in het bijzonder de behoefte aan kritische communicatie voor partijen met vitale infrastructuren en andere (publieke) partijen. In deze band kan, zoals UC heeft gedaan, een separaat netwerk worden uitgerold dat kan voldoen aan de specifieke eisen van dergelijke partijen (hoge (cyber) security eisen, goede dekking diep binnenshuis, een hoge betrouwbaarheid van het netwerk (*redundancy* en *powerautonomie*) en garanties over langdurige beschikbaarheid van de gekozen communicatietechnologie).

Vraag 4 van Ministerie betreft de keuze om de betreffende frequentieband beschikbaar te houden voor 'gespecialiseerde, openbare dienstverlening'. UC is van mening dat zij binnen een dergelijke brede definitie haar diensten gericht en aantrekkelijk voor een kleinere subset van partijen kan aanbieden. Zoals hiervoor aangegeven zou een beperking van de scope overwogen kunnen worden, mits die niet te beperkt wordt waardoor partijen met vergelijkbare behoeftes als de huidige klanten van UC buiten de scope zouden vallen. Eerder in dit document zijn reeds suggesties gedaan voor een mogelijke vernauwing van de scope. Eveneens kan nog worden opgemerkt dat de afgelopen jaren, zowel in Nederland als in de rest van Europa, de markt voor openbare dienstverlening in deze frequentieband niet erg aantrekkelijk is gebleken.

Conclusie

UC is van mening dat een deugdelijke belangenafweging niet kan leiden tot het beleidsvoornemen om de vergunning voor zo'n korte periode verlengbaar te maken. Daarmee worden immers het algemene belang en



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

maatschappelijke belang niet gediend en wordt het individuele belang van de vergunninghouder ernstig geschaad.

Het beleidsvoornemen van het Ministerie vloeit evenmin voort uit het in opdracht van het Ministerie uitgevoerde onderzoek door Dialogic, met als gevolg dat UC onaangenaam verrast is over het gewijzigde inzicht van het Ministerie ten aanzien van de duur van de verlenging. UC en haar klanten zullen hier buitenproportioneel veel schade van ondervinden. Maatschappelijk zal dit echter ook tot problemen leiden. UC is van mening dat het beleidsvoornemen in strijd is met algemene beginselen van behoorlijk bestuur, waaronder in het bijzonder het proportionaliteitsvereiste, het vertrouwensbeginsel en het rechtszekerheidsbeginsel. UC verzoekt het Ministerie dan ook om het beleidsvoornemen ten aanzien van de duur (van het overigens terechte voornemen tot verlengbaarheid) te heroverwegen en te wijzigen naar tenminste 10 jaar. Niet alleen voor UC, maar voor alle klanten, komt anders de continuïteit van de dienstverlening en operatie in gevaar. Daarmee is geen enkel algemeen belang gediend.

Het is volgens UC ook in strijd met de Nota Frequentiebeleid 2016 om een goed werkend, *state of the art*, telecomnetwerk (wat een verdienste is van inspanningen en investeringen door UC) dat een belangrijke bijdrage levert aan diverse grote maatschappelijke ontwikkelingen teniet te doen. Het gaat hierbij over onmisbaar frequentiegebruik en de noodzaak om publieke belangen te dienen en te borgen.

Wij willen daarom nogmaals benadrukken dat wij uiteraard bereid zijn deze zienswijze in een gesprek nader toe te lichten.

Met vriendelijke groet,

Arjan Olde Damink, Directeur Utility Connect

Sandra Hartog, Financieel directeur Utility Connect



UTILITY CONNECT
smart dedicated network

Bijlage 1 – slides zoals gepresenteerd door het Ministerie van Economische Zaken (25 maart 2014)





UTILITY CONNECT
smart dedicated network



Toelichting op de opties (1)

1.A De huidige commerciële vergunning blijft zoals deze is.

- besluit over verlenging/verdeling op zijn vroegst over 3 jaar
- herverlening voor een lange periode wordt mogelijk, bijv. 10 jaar
- wetgeving nog niet afgerond (zomer 2014);
- Alliander kan de frequentieruimte breder blijven inzetten
- Voorwaarden en beperkingen kunnen worden veranderd bij verlenging;
- mogelijk ook inzet financieel instrument bij verlenging (standpunt FIN?)

De toelichting is niet uitputtend

3

Ministerie van Economische Zaken
15 april 2014



Toelichting op opties (2)

1.B De bestemming van de frequentieruimte veranderen.

- marktonderzoek/behoeftepeiling nodig
- publieke consultatie van wijzigingsvoornemen
- aanpassing NFP, niet eerder dan in 2015
- niet-commercieel inzetbaar meer buiten de NFP-bestemming
- vergunning intrekken of doorlopen tot afloop, gevolgd door verlening nieuwe vergunning

1.C Vergunningwissel: van commercieel naar niet-commercieel.

- marktonderzoek/behoeftepeiling nodig
- Al in 2014, maar ook niet commercieel inzetbaar meer
- Normaal 5 jaar, van rechtswege verlenging. Tenzij...
- Vooraf afstemming nodig over het moment van inlevering en inwisseling

De toelichting is niet uitputtend

4

Ministerie van Economische Zaken
15 april 2014

28

Verslag van de internetconsultatie

Beleidsvoornemen Toekomst PAMR-frequentievergunning

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat consulteerde van 26 maart tot en met 24 april 2018 een beleidsvoornemen over de toekomst van de PAMR-vergunning in de 450 – 470 MHz-frequentieband. Het ging om een informele consultatie waarbij (markt)partijen werden uitgenodigd om hun zienswijze te geven, dit ten behoeve van een zorgvuldige belangenafweging bij en besluitvorming over de zgn. PAMR-vergunning.¹

Het beleidsvoornemen beschrijft de (voorgenomen) beleidskeuzes ten aanzien van het toekomstig gebruik van de PAMR-band, namelijk dat de Staatssecretaris: (1) de PAMR-band ook in de toekomst beschikbaar wil houden voor professionele mobiele communicatie en voor gespecialiseerde, openbare dienstverlening, (2) het noodzakelijk acht om de (frequentie-technische) gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band nader te onderzoeken en waar mogelijk te optimaliseren, en (3) de continuïteit van de huidige dienstverlening t.b.v. reeds aangesloten slimme energiemeters een aandachtspunt vormt maar vooralsnog geen specifieke voorzieningen vergt. Verder werd voorgesteld om eerst de huidige PAMR-vergunning te verlengen voor een periode van vier jaar (tot en met 17 november 2024) alvorens de frequentieruimte opnieuw te verdelen.

Verslag over de resultaten van de consultatie

De 17 consultatiereacties waren voor het overgrote deel vertrouwelijk. Hierdoor kan niet ten volle worden ingegaan op individuele reacties. Om deze reden wordt in de toelichting op dit besluit zover als mogelijk niet herleidbaar tot individuele partijen ingegaan op de betreffende reacties. Omdat voorts voor een groot deel van de reacties geldt dat ze gedeeld werden door meerdere partijen zal per consultatievraag een korte weergave worden gegeven van die gedeelde noties.

Reacties zijn ontvangen van verschillende categorieën van (potentieel) belanghebbende partijen. Die betreffen netbeheerders, mobiele operators, belangengroepen die zich richten op missie- en bedrijfskritische toepassingen, een enkele overheidspartij en organisaties die specifiek gebruik (willen) maken van frequenties in de 450-470 MHz PAMR-band.

De consultatievragen waren te onderscheiden in een algemene vraag en een viertal meer specifieke vragen. Bij de samenvatting van de reacties is gekozen om niet alleen een eventueel breed draagvlak te beschrijven, maar ook zoveel als mogelijk de dilemma's en belangentegenstellingen te schetsen.

1. Algemeen: Wat vindt u van het beleidsvoornemen "Toekomst van de PAMR-vergunning in de 450-470 MHz band"?

Veel reagerende partijen spreken hun waardering uit voor de mogelijkheid die is geboden om te kunnen reageren op het beleidsvoornemen. De reacties verschillen daar waar het de motivering van de verlenging betreft. Sommige partijen stellen dat reeds gepleegde investeringen, de life-cycle van die investeringen en de maatschappelijke waarde die het huidige en toekomstige gebruik levert bijvoorbeeld ten behoeve van de energietransitie, ook moeten meewegen bij de argumentatie voor een adequate verlenging. Partijen onderschrijven veelal dat terecht nadere duidelijkheid over gebruiksmogelijkheden, binnen 1 à 2 jaar wordt afgewacht voor nadere oordeelsvorming over het uitgiftebeleid. Een enkele partij stelt dat dit in zekere zin inconsistent is: als die duidelijkheid op een dergelijke korte termijn al verwacht wordt, waarom is een verlenging van de vergunning dan aan de orde? In het algemeen is er echter over een brede lijn steun voor een verlenging. Voorts stellen sommige partijen dat het soort specifiek op de wensen van bepaalde gebruikersgroepen toegesneden diensten die via de PAMR vergunning worden aangeboden, in

¹ Zie verder <https://www.internetconsultatie.nl/pamr>

toenemende mate ook door mobiele operators verzorgd kunnen worden. Daar wordt door anderen tegenin gebracht dat dit tot ongewenste lock-in kan leiden. Tenslotte wordt aandacht gevraagd om in geval van verlengen een adequate verlengingsprijs in rekening te brengen.

2. *Specifiek: In hoeverre herkent u dat ontwikkelingen op het gebied van LTE-communicatietechnologie nieuwe mogelijkheden zullen scheppen voor professioneel gebruik in de PAMR-frequentieband? Op welke termijn verwacht u dat?*

Op zich worden deze ontwikkelingen door veel partijen herkend, maar ze leiden tot (sterk) verschillende opvattingen wat daar dan de consequenties van zijn. Zo wordt door een aantal partijen gesteld dat dit tot ertoe leidt dat ook andere toepassingen dan smart-metering plaats zouden kunnen krijgen bijvoorbeeld voor deep -indoordekking van mobiele diensten. Anderen achten het juist bij uitstek geschikt voor een landelijk dekkend netwerk voor datakritische IoT toepassingen in de publieke sector. Weer andere partijen noemen de grote onzekerheid over de precieze ontwikkeling van LTE en de omvorming naar 5G. Enkele partijen vragen aandacht voor mogelijke storing van LTE op frequentiegebruik in de nabij gelegen banden.

Men verwacht ontwikkeling van het LTE-ecosysteem voor de PAMR-band, maar over de termijn waarop LTE-apparatuur beschikbaar komt die in de PAMR band kan werken bestaat nog veel onduidelijkheid. Veel partijen onderschrijven dat een nader onderzoek gewenst is, zoals door EZK voorgesteld uiterlijk in 2020. Op basis van zo'n onderzoek zou dan een nadere keuze kunnen worden gemaakt over de bestemming en uitgifte van de band, waarbij een enkele partij suggereert dat dan zou kunnen worden geconcludeerd dat wederom een verlenging van de vergunning op zijn plaats zou zijn.

3. *Specifiek: In hoeverre herkent u dat de PAMR-band (in de toekomst) met name kan voorzien in de behoefte aan bedrijfskritische datacommunicatie / machine-to-machine communicatie?*

Dit wordt breed herkend. Een aantal partijen legt er sterke nadruk op dat de PAMR-band bij uitstek geschikt is voor kritische communicatie, waarbij een aantal reacties dit verbijzondert tot missie-kritische communicatie voor partijen met vitale infrastructuren en andere publieke partijen. Enkele partijen noemen ook spraakcommunicatie.

4. *Specifiek: Wat vindt u van de keuze om de PAMR-band beschikbaar te houden voor gespecialiseerde, openbare dienstverlening?*

Er is brede steun voor het voornemen om de PAMR-band (in de toekomst) beschikbaar te houden voor professionele communicatie. Over het precieze gebruik verschillen de opvattingen, zie ook vragen 2 en 3. Er wordt op gewezen dat bij een verruiming van het LTE-ecosysteem voor de PAMR-band het voor de hand ligt dat dit samen met een toenemende vraag zal leiden tot nieuwe aanbieders. Anderen betwijfelen dit vanwege de lastige business case. Een aantal partijen merkt tenslotte op dat de noodzaak om een band beschikbaar te houden voor PAMR-diensten zal verdwijnen omdat deze in toenemende mate door mobiele operators verzorgd kunnen worden.

5. *Wat vindt u van de voorgestelde verlengingstermijn van 4 jaar?*

Slechts één partij is van mening dat een verlenging niet nodig is. Alle andere reacties bieden steun aan een verlenging, maar laten grote verschillen zien wat betreft de verlengingsduur. Die lopen uiteen van een niet nader gespecificeerde kortere termijn dan 2 jaar tot een termijn van 10 à 20 jaar.

Meerdere partijen reageren op het wijzigen van de vergunningsvoorwaarden bij verlenging. Er is in het algemeen breed begrip voor het voornemen om het gebruik van het verlengd frequentiegebruik te beperken tot dat voor de utiliteitssector. Een enkele partij stipt aan dat er geen eenduidige definitie is van het begrip 'utiliteitssector'. Sommigen stellen dat aan de huidige bestemming, die gericht is op openbare dienstverlening aan besloten gebruikersgroepen, strikt moet worden vastgehouden. Voorkomen moet worden dat er oneigenlijke concurrentie met algemene openbare dienstverlening optreedt.



29

Kennisgeving van de Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat over de start van een openbare voorbereidingsprocedure in de zin van afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht inzake het ontwerpbesluit tot verlengbaarheid van de PAMR-vergunning in de 450 – 470 MHz-band

De Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat;

Gelet op artikel 3:10 van de Algemene wet bestuursrecht en artikel 18 van het Frequentiebesluit 2013;

Maakt bekend:

Ten behoeve van het voornemen om de PAMR-vergunning in de 450 – 470 MHz-frequentieband verlengbaar te maken, wordt het ontwerpbesluit inzake:

- de keuze om de PAMR-vergunning verlengbaar te maken met een periode van vier jaar tot en met 17 november 2024,
- de wijziging van de aan die vergunning verbonden voorschriften en beperkingen, voorbereid overeenkomstig de uniforme voorbereidingsprocedure, bedoeld in afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht.

Het ontwerpbesluit is gepubliceerd op de site www.internetconsultatie.nl. Eenieder kan hier zijn zienswijze op het ontwerpbesluit kenbaar maken.

De termijn voor het naar voren brengen van zienswijzen in het kader van de openbare voorbereidingsprocedure in de zin van afdeling 3.4 van de Algemene wet bestuursrecht, bedraagt zes weken en vangt aan met ingang van de publicatiedatum van deze kennisgeving.

Het ontwerpbesluit ligt gedurende de consultatie ter inzage bij het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, Bezuidenhoutseweg 73, 2594 AC, Den Haag, op de gebruikelijke kantooropeningsdagen.

U kunt ook een schriftelijke reactie per post sturen naar:

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Directie Telecommarkt

t.a.v. dhr. R. Rentmeester

kamer D-passage 3

Postbus 20401

2500 EK Den Haag

Indien u uw zienswijze mondeling naar voren wilt brengen, dient u dit uiterlijk binnen drie weken na publicatie van deze kennisgeving kenbaar te maken door een e-mail te sturen naar

onder vermelding van de namen van de personen die een mondelinge zienswijze wensen te geven alsmede van de namen van de personen die anderszins aanwezig zullen zijn. Indien u een ander (rechtspersoon, natuurlijke persoon) vertegenwoordigt, wordt u verzocht om per post of e-mail documenten mee te sturen waaruit blijkt dat u bevoegd bent om die ander te vertegenwoordigen. U ontvangt per e-mail een uitnodiging voor een afspraak. De afspraak voor het naar voren brengen van de zienswijze zal tijdens de zienswijzetermijn in Den Haag plaatsvinden. Partijen worden niet in elkaars aanwezigheid gehoord, om uitwisseling van concurrentiegevoelige informatie te voorkomen.

**Besluit van de Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat van
[invullen datum] [invullen nr.], inzake verlengbaarheid van de vergunning voor
Public Acces Mobile Radio in de 450 – 470 MHz-band (Besluit verlengbaarheid
PAMR-vergunning 2018)**

30

De Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat,

Gelet op artikel 18, tweede, derde en vierde lid van het Frequentiebesluit 2013;

Besluit:

Artikel 1

De vergunning met dossiernummer 5749257 voor het gebruik van de frequentieruimte 451,76875 - 454,76875 MHz / 461,76875 - 464,76875 MHz ten behoeve van PAMR (Public Acces Mobile Radio) is verlengbaar om redenen van algemeen maatschappelijk en economisch belang als bedoeld in artikel 18, tweede lid, onderdeel a, van het Frequentiebesluit 2013.

Artikel 2

De vergunning, bedoeld in artikel 1, is verlengbaar voor een vaste periode die aanvangt op 18 november 2020 en loopt tot en met 17 november 2024.

Artikel 3

De vergunning, bedoeld in artikel 1, wordt met ingang van 18 november 2020 gewijzigd overeenkomstig de wijzigingen aangegeven in bijlage 1.

Artikel 4

Dit besluit treedt in werking met ingang van de dag na de datum van uitgifte van de Staatscourant waarin het wordt geplaatst.

Artikel 5

Dit besluit wordt aangehaald als: Besluit verlengbaarheid PAMR-vergunning 2018.

Dit besluit zal met de toelichting in de Staatscourant worden geplaatst.

's-Gravenhage,

*De Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat,
M.C.G. Keijzer*

[invullen beroepsclausule bij vaststelling besluit]

BIJLAGE 1 WIJZIGINGEN TE VERLENGEN PAMR-VERGUNNING

De artikelen behorende bij de vergunning, bedoeld in artikel 1 van het besluit, worden als volgt gewijzigd:

A

Artikel 1 wordt als volgt gewijzigd:

1. In onderdeel a, wordt "een openbaar elektronisch communicatienetwerk voor mobiele communicatiedienstverlening ten behoeve van besloten gebruikersgroepen" vervangen door "een elektronisch communicatienetwerk voor mobiele communicatiedienstverlening ten behoeve van besloten netten in de utiliteitssector."

2. In onderdeel b, wordt de omschrijving van "besloten gebruikersgroep" vervangen door "besloten net in de utiliteitssector: besloten radiocommunicatienetwerk in de utiliteitssector. Met utiliteitssector wordt hier specifiek bedoeld (semi-)publieke organisaties die actief zijn in de energievoorziening."

B

In artikel 7 wordt "17 november 2020" vervangen door "17 november 2024".

TOELICHTING

1. Inleiding

In 2005 heeft de toenmalige Minister van Economische Zaken frequentieruimte in de 450 - 470 MHz-band ter beschikking gesteld voor de exploitatie van een Public Access Mobile Radio (afgekort: PAMR) netwerk, een openbaar elektronisch communicatienetwerk voor mobiele communicatiedienstverlening ten behoeve van besloten gebruikersgroepen zoals taxicentrales, beveiligingsdiensten en nutsbedrijven. Het ging daarbij nadrukkelijk om professionele gebruikers en niet om dienstverlening aan consumenten. Via een veiling werd één landelijke vergunning uitgegeven aan Nozema, dat later werd overgenomen door KPN. In 2012 is deze vergunning overgenomen door Utility Connect B.V. De huidige vergunninghouder exploiteert een communicatienetwerk gericht op communicatie tussen apparaten (machine-to-machine), met name binnen het energiedomein. Op 17 november 2020 verstrijkt de looptijd van de zogenoemde PAMR-vergunning na een vergunningstermijn van 15 jaar.

Met afloop van de PAMR-vergunning in zicht, neemt ingevolge de huidige portefeuilleverdeling de Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat (hierna: de Staatssecretaris) nu een besluit over de verlengbaarheid van deze frequentievergunning, gelet op de vraag in de markt en de technologische ontwikkelingen. Uitgangspunt is dat een geveilde (schaarse) frequentievergunning niet wordt verlengd, tenzij dit het algemeen maatschappelijk, economisch of cultureel belang dient.

Ter voorbereiding van een besluit heeft de Staatssecretaris in 2017 extern onderzoek laten verrichten naar de behoefte in de markt aan professionele mobiele communicatie en PAMR in het bijzonder.¹ Daarbij zijn de technologische en marktontwikkelingen in kaart gebracht.

Vervolgens is in maart-april 2018 een beleidsvoornemen over de toekomst van de PAMR-band (informeel) geconsulteerd, dit ten behoeve van een zorgvuldige belangenafweging en besluitvorming.² Dit beleidsvoornemen vat de technologische en marktontwikkelingen samen en beschrijft vervolgens de (voorgenomen) beleidskeuzes ten aanzien van het toekomstig gebruik van de PAMR-band, namelijk dat de Staatssecretaris: (1) de PAMR-band ook in de toekomst breed beschikbaar wil houden voor professionele mobiele communicatie en voor gespecialiseerde, openbare dienstverlening, (2) het noodzakelijk acht om de (frequentie-technische) gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band nader te onderzoeken en waar mogelijk te optimaliseren, en (3) de continuïteit van de huidige dienstverlening aan energie-netbeheerders t.b.v. reeds aangesloten slimme energiemeters een aandachtspunt vormt maar vooralsnog geen specifieke voorzieningen vergt. Verder werd voorgesteld om eerst de huidige PAMR-vergunning, bij wijze van uitzondering, te verlengen voor een periode van vier jaar (tot en met 17 november 2024) alvorens de frequentieruimte opnieuw te verdelen. Verschillende categorieën van (potentieel) belanghebbende partijen hebben hierop gereageerd: energie-netbeheerders, mobiele operators, belangengroepen die zich richten op missie- en bedrijfskritische telecommunicatie, een enkele overheidspartij en organisaties die specifiek gebruik (willen) maken van frequenties in de 450-470 MHz-band. De reacties illustreren de uiteenlopende belangen en opvattingen. Zie verder het consultatieverslag.² De reacties zijn, voor zover relevant voor dit besluit, meegewogen en verwerkt. Dit heeft overigens niet geleid tot voorname wijzigingen in het beleid.

¹ Dialogic (2017), *Marktonderzoek professionele mobiele communicatie in de 450-470 MHz PAMR-band*. Dit rapport is te vinden op rijksoverheid.nl en op te vragen bij het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

² *Beleidsvoornemen Toekomst PAMR-frequentievergunning in de 450-470 MHz-band*. Dit document alsook het verslag van de reacties zijn te vinden via <https://www.internetconsultatie.nl/pamr>.

2. Verlengbaarheid van de vergunning

Een besluit over verlengbaarheid van frequentievergunningen wordt genomen op grond van artikel 18, tweede lid, van het Frequentiebesluit 2013. Hierin is bepaald dat geveilde (schaarse) vergunningen niet worden verlengd, tenzij naar het oordeel van de Minister het maatschappelijk, economisch of cultureel belang beter gediend wordt met een verlenging. Uitgangspunt in het frequentiebeleid is namelijk dat schaarse vergunningen eindig zijn. Na afloop van de betreffende vergunningstermijn kan dan weer een nieuwe uitgifte plaatsvinden, gericht op een doelmatige verdeling binnen eventueel door de overheid te stellen randvoorwaarden en vergunningsvoorschriften.

Na het wegen van de betrokken belangen en gelet op de uitkomsten van het marktonderzoek uit 2017 en de consultatiereacties, is besloten om de PAMR-vergunning verlengbaar te maken met een periode van vier (4) jaar, tot 17 en met november 2024.

Geconcludeerd wordt dat, waar in principe bij afloop van een vergunningstermijn een nieuwe uitgifte van de betreffende frequenties aan de orde is, verlenging van de huidige vergunning meer het algemeen maatschappelijk en economisch belang dient dan het op korte termijn (opnieuw) verdelen van de PAMR-vergunning voor de periode na 17 november 2020. Gelet op de technologische en marktontwikkelingen is de markt namelijk beter gediend met uitstel van het verdeelmoment met een beperkt aantal jaren. Op basis van het marktonderzoek wordt verwacht dat over 1 à 2 jaar meer duidelijk is over de impact van de ontwikkelingen, waarna een doelmatig verdeelmoment georganiseerd kan worden. Dit geeft de overheid tevens de gelegenheid om de (frequentie-technische) gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band nader te onderzoeken en waar mogelijk te optimaliseren. Met de verlenging wordt rekening gehouden met de belangen van alle relevante marktpartijen, zowel de bestaande vergunninghouder als potentiële nieuwkomers. Voor allen zal immers in de komende jaren duidelijker worden welke gebruikstoepassingen mogelijk gaan worden, hoe waardevol de PAMR-band is en welke concrete interesse in deze frequenties dit tot gevolg heeft. Daarmee sluit uitstel van een verdeelmoment ook beter aan op het frequentiebeleid, dat nadrukkelijk streeft naar gelijke kansen op toegang tot spectrum. Dat bevordert de efficiënte allocatie van spectrum en een doelmatig gebruik van frequentieruimte.³ In de consultatiereacties op het beleidsvoornemen onderschrijven partijen veelal dat de overheid nadere duidelijkheid over gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band 1 à 2 jaar afwacht voor nadere oordeelsvorming over het uitgiftebeleid. Tenslotte lijkt een verlenging niet in te gaan tegen de individuele belangen van eindgebruikers. Verlenging van de huidige vergunning dient derhalve het algemeen maatschappelijk en economisch belang in de zin van artikel 18, tweede lid, van het Frequentiebesluit 2013. Daarbij wordt opgemerkt wordt dat het huidige gebruik in het energiedomein (primair de draadloze communicatie met slimme meters) op zich gediend is met continuïteit en dus met een verlenging, maar dat dit niet doorslaggevend is om tot een besluit van verlengbaarheid te komen.

Waarschijnlijk zal in 2022 de frequentieruimte dan opnieuw worden verdeeld voor het gebruik na de verlengingsperiode (dus na 17 november 2024). Het uitgangspunt daarbij is de frequentieruimte opnieuw beschikbaar te stellen voor professionele mobiele communicatie en voor openbare, landelijke (mobiele) communicatiedienstverlening. Ter voorbereiding van het verdeelbeleid zal t.z.t. een nadere behoeftepeiling in de markt worden gedaan.

Een verdere toelichting op dit verlengbaarheidsbesluit, inclusief de voorwaarden die zijn verbonden aan de verlenging, wordt hierna gegeven.

³ De Nota Frequentiebeleid 2016 bevat de algemene doelstelling en uitgangspunten voor het frequentiebeleid, dat wil zeggen voor het bestemmen, verdelen en het gebruik van frequentieruimte. Kamerstukken II 2016/17, 24 095, nr. 409.

2.1 Juridisch kader schaarse vergunningen

Het vertrekpunt is dat de PAMR-vergunning een schaarse vergunning is. In 2005 werd de PAMR-vergunning geveild voor een periode van 15 jaar. Meerdere partijen brachten een bod uit. Ten tijde van de uitgifte was er dus sprake van schaarste.

Uitgangspunt van het frequentiebeleid is dat schaarse vergunningen eindig zijn. Geveilde vergunningen worden niet verlengd, tenzij naar het oordeel van de Minister het maatschappelijk, economisch of cultureel belang beter gediend wordt met een verlenging. In beginsel wordt de frequentieruimte waar de schaarse vergunningen betrekking op hebben na afloop van de vergunningen dus opnieuw verdeeld, met toepassing van een van de procedures, bedoeld in artikel 3.10, eerste lid, onderdelen b tot en met f, van de Telecommunicatiewet. Dit creëert mogelijkheden voor toegang tot de markt voor alle partijen, zowel bestaande als mogelijke nieuwkomers (andere ondernemingen dan de huidige vergunninghouder(s)).

Indien de Minister van Economische Zaken en Klimaat vaststelt dat het algemeen maatschappelijk, economisch, of cultureel belang beter gediend is bij een verlenging van schaarse vergunningen, dan biedt het tweede lid van artikel 18 Frequentiebesluit 2013 hem de mogelijkheid om die vergunningen verlengbaar te maken. Bij het maken van die afweging moet de Minister alle betrokken belangen afwegen. Het betreft dan zowel het algemeen maatschappelijk, economisch, of cultureel belang, als ook de meer individuele belangen van de betreffende vergunninghouders, andere potentieel geïnteresseerden, en eindgebruikers. Bij het besluit of opnieuw wordt verdeeld dan wel (gedeeltelijk) wordt verlengd, kan ook gewicht worden toegekend aan de gevolgen die een dergelijk besluit naar verwachting zal hebben op de markt.

2.2 Weging ontwikkelingen in markt en technologie

Dit verlengbaarheidsbesluit houdt expliciet rekening met de ontwikkelingen in de markt en technologie voor professionele mobiele communicatie zoals die naar voren komen in het marktonderzoek uit 2017 (zie het onderzoeksrapport voor een gedetailleerde beschrijving van de betreffende ontwikkelingen¹) alsook in de consultatiereacties.

Nadrukkelijk weegt mee dat binnen enkele jaren de marktvraag en gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band naar verwachting toenemen. De PAMR-vergunning werd in 2005 uitgegeven om te voorzien in de communicatiebehoefte van professionele gebruikers in allerlei sectoren. Dit is onverminderd actueel want de afhankelijkheid van draadloze communicatie binnen bedrijven en organisaties groeit. In dat verband wordt wel gesproken van (bedrijfs)kritische communicatie met een hoge mate van beschikbaarheid en betrouwbaarheid. Gezien deze maatschappelijke ontwikkeling is beleidsmatig van belang dat er voldoende frequentieruimte is voor kritische communicatie zodat gespecialiseerde aanbieders de kans hebben om in de marktvraag te kunnen voorzien. Het faciliteren van bedrijfsspecifieke toepassingen is dan ook een van de prioriteiten van de Nota Frequentiebeleid 2016.³ De vraag in de markt naar kritische communicatie neemt toe, blijkt ook uit het marktonderzoek en de reacties van marktpartijen op het beleidsvoornemen. De PAMR-vergunning speelt hier een rol. Daarbij wordt opgemerkt dat er in de huidige marktsituatie geen ruimte lijkt voor een brede PAMR-aanbieder van mobiele spraak- en datadiensten aan besloten gebruikersgroepen, zoals in 2005 voorzien. De PAMR-vergunning kan vooral (gaan) voorzien in datacommunicatiediensten (smalbandig) ten behoeve van Internet of Things-toepassingen die in diverse sectoren een vlucht nemen. Voor deze niche kan in de komende jaren een commerciële business case ontstaan, maar dit is nog onzeker en afhankelijk van de hier genoemde ontwikkelingen.

Daarbij is een zeer relevante ontwikkeling de inzetbaarheid van moderne (4G) LTE-communicatietechnologie. De ontwikkeling van een LTE-ecosysteem in de 450 MHz-band biedt op termijn nieuwe mogelijkheden voor gebruikers en aanbieders van professionele mobiele communicatie. Daarbij is nog de vraag hoe LTE-technologie precies ingezet kan gaan worden in de

Nederlandse PAMR-band en welke apparatuur daarvoor beschikbaar komt. De verwachting is dat dit binnen 1 à 2 jaar duidelijk wordt.⁴ Daarbij zal de Staatssecretaris in aanloop naar een herverdeling t.z.t. de (frequentie-technische) gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band nader onderzoeken en waar mogelijk optimaliseren. Het gaat dan onder meer om de afspraken met buurlanden over grenscoördinatie. Die kunnen geoptimaliseerd worden voor breedbandige systemen zodat deze in grensgebieden beter kunnen samenwerken.

Concluderend zijn er op dit moment onzekerheden in de markt over het toekomstige gebruik van de PAMR-band. Het is wenselijk de genoemde ontwikkelingen 1 à 2 jaar af te wachten om de impact ervan nader te bezien, alvorens de frequentieruimte opnieuw te verdelen. Een besluit tot verlengbaarheid voorziet hierin.

2.3 Belangenafweging marktpartijen

Reeds toegelicht is waarom het algemeen maatschappelijk of economisch belang gediend is bij het verlengbaar maken van de PAMR-vergunning. Hierna wordt toegelicht hoe een dergelijk besluit zich verhoudt tot de belangen van de betrokken belanghebbenden en dat deze niet (onevenredig) worden benadeeld.

2.3.1 Eindgebruikers van professionele mobiele communicatie

Professionele mobiele communicatie wordt in vrijwel alle bedrijfssectoren gevraagd. Als (potentiele) eindgebruikers of afnemers van PAMR-diensten hebben zij een belang bij het gebruik van de PAMR-band. Zoals in 2.2 beschreven groeit de afhankelijkheid van draadloze communicatie binnen bedrijven en andere organisaties. Vanaf een bepaalde omvang hebben organisaties behoefte aan (bijvoorbeeld) communicatie voor bedrijfshulpverlening of beveiliging. Verder wordt in een aantal sectoren, waaronder de utiliteiten en de logistieke sector, een groeiende behoefte aan (smalbandige) kritische datacommunicatie voorzien. Het gaat dan vooral om datacommunicatie ten behoeve van Internet of Things-toepassingen die in diverse sectoren een vlucht nemen. Er wordt momenteel veel geëxperimenteerd, bijvoorbeeld door steden, waterbedrijven en op het spoor. Wat betreft de technologiekeuze werd zowel in het marktonderzoek als in de consultatiereacties benadrukt dat voor professionele (eind)gebruikers de inzet van LTE-communicatietechnologie het meest voor de hand ligt gezien de schaalvoordelen en toekomstvastheid. Binnen de industrie heerst consensus over convergentie naar LTE op de langere termijn en professionele eindgebruikers zoeken naar mogelijkheden om te migreren.

Professionele (eind)gebruikers zijn gebaat bij een gespecialiseerd aanbod in de markt dat voorziet in hun specifieke communicatiebehoefte. Een PAMR-dienst kan landelijke behoefte aan kritische spraak en data (smalbandig) vervullen, een behoefte die vooralsnog niet (geheel) door andere aanbieders wordt vervuld. Daarbij schept inzetbaarheid van LTE in de PAMR-band naar verwachting nieuwe gebruiksmogelijkheden. Tenslotte noemen gebruikers de gunstige propagatie-eigenschappen van de 400 MHz-band namelijk dat de relatief lage frequenties ver reiken en goed door muren heendringen. Echter, voor veel gebruikers speelt dit belang niet op de korte termijn, omdat hun behoefte t.a.v. de PAMR-band vooralsnog klein is en omdat het LTE-ecosysteem voor de 450 – 470 MHz-band nog in ontwikkeling is.

2.3.2 Huidige vergunninghouder

De bestaande vergunninghouder Utility Connect B.V. heeft de PAMR-vergunning in 2012 overgenomen van KPN. Op dat moment was ruim 7 jaar van de vergunningsduur (van 15 jaar) verstreken. Sindsdien heeft de vergunninghouder geïnvesteerd in het aanleggen van een eigen, landelijk communicatienetwerk op basis van (3G) CDMA-technologie. Het verlengbaar maken van de PAMR-vergunning geeft hem de gelegenheid om zeker te stellen dat hij voor de periode van de verlenging de dienstverlening kan voortzetten en tevens om eventueel maatregelen te nemen voor

⁴ Dat zal deels afhangen van discussies over de mogelijkheden van inzet van LTE in de 450-470 MHz binnen 3GPP (standaardisatie) en CEPT-ECC (sharing studies en inpassing binnen bandplannen). Verder hangt dit samen met de betreffende frequentieruimte die in Nederland beschikbaar is namelijk 2 x 3 MHz (up link 451,76875 – 454,776875 MHz en down link 461,76875 – 464,76875 MHz).

de langere termijn. Betoogd kan worden dat verlenging van de vergunning zijn belang dient, omdat het zekerheid biedt voor de periode van de verlengbaarheid.

De vergunninghouder gebruikt het netwerk primair om slimme energiemeters (van netbeheerders Liander, Stedin en Westland Infra) te voorzien van een draadloze verbinding, zodat verbruiksgegevens kunnen worden uitgelezen. In de consultatie van het beleidsvoornemen benadrukte een aantal partijen de maatschappelijke waarde van dit gebruik in het energiedomein. Zij vinden dat dit zwaar mee moet wegen bij de verlenging. Zoals in het beleidsvoornemen opgemerkt vormt continuïteit van de dienstverlening een aandachtspunt. Netbeheerders zijn voor de communicatie met slimme meters echter niet exclusief afhankelijk van de PAMR-band: er zijn ook alternatieve communicatieoplossingen voor handen. Wel dient rekening gehouden te worden met grote aantallen reeds geplaatste slimme meters die afhankelijk zijn van de CDMA-verbinding in de PAMR-band. Die meters werken alleen op een specifiek netwerk zoals dat van de huidige vergunninghouder; men kan niet wisselen van netwerk of aanbieder zoals dat bij generieke mobiele netwerken vaak wél kan. Een eventuele afschakeling vergt fysieke vervanging (geheel of gedeeltelijk) van de meter door de netbeheerder. Dat is tijds- en kostenintensief. Gezien de maatschappelijke relevantie moet voorkomen worden dat meters zonder draadloze verbinding komen te zitten. Continuïteit van de CDMA-dienstverlening is daarmee een aandachtspunt, in ieder geval op de korte termijn. Die continuïteit is gediend met verlenging want deze kan voor de periode van verlenging zeker worden gesteld. Dit is echter, zoals eerder aangegeven, niet van doorslaggevend belang om tot een besluit van verlengbaarheid te komen.

2.3.3 Potentiële nieuwkomers en andere vergunninghouders van frequenties bestemd voor professionele mobiele communicatie

Ook de belangen van potentiële nieuwkomers dienen voor zover mogelijk meegewogen te worden. Door eerder genoemde technologische en marktontwikkelingen kan op termijn de 2 x 3 MHz frequentieruimte waardevol en interessant worden voor (potentiele) aanbieders van mobiele diensten. Het gaat dan niet alleen om geheel nieuwe partijen in de Nederlandse markt maar ook om de reeds bestaande aanbieders, waaronder andere PAMR-aanbieders en gespecialiseerde aanbieders van (smalbandige) machine-to-machine communicatiediensten. Hoewel er op dit moment geen indicaties zijn dat zij de frequentieruimte (onder de huidige gebruiksvoorwaarden) snel willen verwerven, kan niet uitgesloten worden dat zij binnen enkele jaren wel degelijk serieus geïnteresseerd zullen zijn in het verwerven van de PAMR-vergunning, te meer omdat dergelijke frequentieruimte in algemene zin zeer beperkt beschikbaar is.

Voor potentiële nieuwkomers lijkt een verdeelmoment nu te vroeg te komen. Als zou worden besloten om op korte termijn te gaan verdelen (via veiling of anderszins) dan zou dat redelijkerwijs al in 2019 moeten plaatsvinden. Uit het marktonderzoek volgt dat (pas) rond 2020 meer duidelijk is over eerdergenoemde ontwikkelingen en onzekerheden in de markt. Het gaat dan om de inzetbaarheid van LTE-technologie in de PAMR-band, de vraagontwikkeling rond kritische IoT-connectiviteit en de mate waarin mobiele telecomaandbieders op specifieke behoeften gaan inspelen. Gezien deze onzekerheden kan van een potentiële nieuwkomer redelijkerwijs niet worden verwacht dat hij op korte termijn een weloverwogen investeringsbeslissing neemt. Nieuwkomers hebben dus baat bij uitstel. Tenslotte weegt mee dat de afgelopen periode marktpartijen niet hebben aangegeven dat zij een snelle (her)verdeling wensen. Het is dus onwaarschijnlijk dat er potentiële vergunninghouders zijn wiens individuele belang wordt geschaad bij verlenging.

3. Duur van de verlenging

De vergunning wordt verlengbaar gemaakt voor een periode van vier jaar, dus tot en met 17 november 2024. Het is de verwachting dat er begin 2020 voldoende duidelijkheid is over de ontwikkelingen in de markt en de inzetbaarheid van LTE-technologie. EZK zal dan bezien of en hoe het de (frequentie-technische) gebruiksmogelijkheden van de PAMR-band kan optimaliseren. Dit zal op dat moment nader worden onderzocht waarna een besluit zal worden genomen het verdeelbeleid van de PAMR-band. Ook een nadere behoeftepeiling in de markt zal hier deel van uitmaken. Dit betekent dat de uiteindelijke (her)verdeling van de vergunning behoudens onvoorziene ontwikkelingen plaats kan vinden in 2022. Teneinde tijdig duidelijkheid te geven aan

de nieuwe vergunninghouder, en zodat deze een adequate (investerings)tijd wordt geboden om zijn netwerk en dienstverlening in te richten op de periode vanaf 17 november 2024, is alleszins een verlengingsduur van vier jaar redelijk. Bijkomend effect is dat huidige vergunninghouder voor de duur van de verlenging de continuïteit van de huidige CDMA-dienstverlening kan voorzetten en ruimte heeft om eventueel maatregelen te nemen voor de langere termijn.

4. Eenmalig bedrag

Bij verlenging van de vergunning wordt een verlengingsprijs in rekening gebracht als bedoeld in artikel 3.15 van de Telecommunicatiewet. Hiertoe zal een Regeling eenmalig bedrag worden opgesteld. Bij verlenging is de vergunninghouder dan een vergoeding verschuldigd over de verlengingsperiode. Deze vergoeding dient een optimaal gebruik van de frequentieruimte te waarborgen. De methodiek zal nader moeten worden bepaald. Daarbij zal worden gekeken of de waarde van de huidige vergunningen en/of de eventuele waardederving die potentiële andere gebruikers ondervinden als gevolg van een latere uitgifte van de frequenties, tot een adequate verlengingsprijs leiden. EZK laat hiernaar extern onderzoek doen.

5. Wijzigingen in de vergunning

De Staatssecretaris constateert dat het huidige frequentiegebruik niet volledig aansluit bij het gebruiksdoel en de vergunningsvoorwaarden zoals in 2005 geformuleerd of dat hier onduidelijkheid over kan bestaan.

Ten eerste beperkt het huidige gebruik zich nu tot hoofdzakelijk netbeheerders. Om de vergunning hierop beter te laten aansluiten wordt deze als volgt gewijzigd:

- Schrapen van de verplichting tot openbare dienstverlening.⁵
- Het gebruik wordt ingeperkt tot mobiele dienstverlening ten behoeve van (besloten netten in) de utiliteitssector. Met de utiliteitssector wordt hier bedoeld de sector waarin diensten van algemeen belang worden geleverd door (semi-)publieke organisaties. Specifiek wordt bedoeld de energievoorziening. Bij het frequentiegebruik gaat het primair om besloten (radiocommunicatie)netwerken ten behoeve van het beheer van de energie-infrastructuur.

Verder kan in het huidige gebruik bij dataverkeer nauwelijks meer kan worden gesproken van 'gebruikers' zoals bij meer traditionele PAMR-spraakdiensten. Daarom wordt in de vergunning de term en definitie van 'besloten gebruikersgroep' vervangen door 'besloten netten', in lijn met de bestemming in het Nationaal Frequentie Plan.

Deze wijzigingen brengen de huidige vergunning – voor de duur van de verlenging – beter in overeenstemming met het daadwerkelijke gebruik ervan.

6. Aanvraag tot verlenging

Onder verwijzing naar artikel 18, vijfde en zesde lid, van het Frequentiebesluit zal een eenvoudige aanvraagprocedure worden gehanteerd, die vergelijkbaar is met de procedure die gold bij de verlenging van de 2.100 MHz-vergunningen die eind 2016 afliepen. Hiertoe zal een Regeling aanvraag worden opgesteld. Dit betekent dat na eventuele vaststelling van het eenmalig bedrag voor de verlenging een aanvraagprocedure wordt opengesteld van enkele weken. Voor de aanvraag zelf wordt een aanvraagformulier opgesteld, waarin aangegeven dient te worden of voor de vergunning verlenging wordt aangevraagd. Deze aanvraag dient tijdig te worden ingediend en bevoegd te worden ondertekend.

Een verlengde vergunning kan krachtens artikel 3.19, eerste lid, onderdeel a, van de Telecommunicatiewet op verzoek van de vergunninghouder worden ingetrokken bij Agentschap

⁵ De huidige vergunning schrijft voor dat de mobiele dienstverlening openbaar moet zijn. Daarmee wordt bedoeld dat de desbetreffende dienst door een onderneming in beginsel openbaar wordt aangeboden en beschikbaar is voor elke besloten gebruikersgroep die van dat aanbod gebruik wil maken. Zie aanvraagregeling PAMR-vergunning, Staatscourant 1 september 2005 /WJZ 5048103.

Telecom. Alsdan vindt er geen restitutie plaats van het eventuele eenmalig bedrag of de in rekening gebrachte uitvoerings- en toezichtskosten.

Op het moment dat er geen aanvraag volgt voor verlenging van de PAMR-vergunning, dan zal opnieuw worden gezien hoe uitgifte van de PAMR-vergunning zal worden vormgegeven. Dit zal t.z.t. beoordeeld worden, indien deze situatie zich voordoet.

*De Staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat,
M.C.G. Keijzer*