

Overwegingen uitgifte 3,5 GHz spectrum



RAPPORT

Rapport uitgebracht aan het ministerie van
Economische Zaken

Hilversum, november 2014

Inhoud

Inhoud	2
1 Inleiding	3
1.1 Introductie.....	3
1.2 Verkenning 3,5 GHz (2010/2011)	3
1.3 Onderzoeksvraag.....	4
2 Technologische trends en ontwikkelingen	5
2.1 WiMAX	5
2.2 Ontwikkelingen LTE	6
2.3 Relevante LTE-TDD Netwerken.....	9
2.4 WiFi	9
2.5 Gepaard of ongepaard gebruik	10
3 Beschikbaarheid apparatuur voor 3,5 GHz band	11
3.1 Mobiele apparatuur	11
3.2 Modems/Routers	12
4 Trends en ontwikkelingen in het buitenland	13
4.1 Besluit EU	13
4.2 Nederlands beleid en regelgeving	13
4.3 Situatie in andere landen.....	14
5 Toepassingsgebieden.....	17
5.1 Openbare aanbieders: Gebruik voor mobiele netwerken	17
5.2 Openbare aanbieders: Gebruik voor BWA	18
5.3 Industriële toepassingen.....	18
5.4 Private LTE	20
6 Overwegingen uitgifte en vergunningsvoorwaarden	21
6.1 Marktverhoudingen	21
6.2 Technische Afwegingen	22
6.3 Afwegingen Vergunningsvoorwaarden	23
6.4 Uitgifte van vergunningen.....	25
7 Samenvatting	26
8 Beantwoording van de vraagstelling	29
Annex A Overzicht apparatuur.....	31
Annex B Spectrum voor openbare mobiele telecommunicatie diensten.....	33
Annex C LTE banden	34

1 Inleiding

1.1 Introductie

Het ministerie van Economische Zaken overweegt de her-uitgifte van het spectrumbanddeel 3410 – 3600 MHz. In 2003 is het spectrum van 3500 MHz -3580 MHz in Nederland vergund met de bedoeling een WiMAX netwerk uit te rollen. De huidige vergunning is momenteel in handen van IP specials en loopt af op 15 december 2015. Het ministerie wil voor het aflopen van de vergunning duidelijkheid bieden over het nieuwe plan van uitgifte voor deze hele band. Dit spectrum kan boven de lijn Amsterdam-Zwolle niet gebruikt worden in verband met storing op systemen van het ministerie van Defensie.

In 2008 werd door de Europese Commissie¹ besloten de frequenties tussen 3400 MHz en 3800 MHz (de zogenaamde 3,5 GHz band) te harmoniseren voor Broadband Wireless Access (BWA), dus ten behoeve van draadloze communicatieverbinding om gebruikers van (breedband) internet te voorzien. De meest gebruikte technologie in deze band was destijds WiMAX.

Sinds 2008 is er een verschuiving gaande voor de 3,5 GHz band van "Broadband Wireless Acces" richting mobiel gebruik. Beide gebruikstypen zijn nog in gebruik in deze band. In de jaren na 2008 werd langzaam duidelijk dat de toenmalige telecomoperators LTE technologie kozen als opvolger van UMTS in plaats van WiMAX. Daarmee bleef het gebruik van WiMAX technologie beperkt.

Er zijn voor de 3,5 GHz band verschillende gebruikscases denkbaar, zoals in 2010/2011 ook al door TNO aangegeven. In dit rapport onderscheiden we op hoofdlijnen vanuit een business perspectief enerzijds aanbieders van (openbare) telecomdiensten (waaronder mobiele operators en aanbieders van BWA-diensten), en aan de andere kant industriële en zakelijke partijen met een spectrumbehoefte voor eigen gebruik.

Omdat de 3,4-3,6 GHz band vergelijkbare karakteristieken heeft als de 3,6-3,8 GHz band speelt bij bestemming van de 3,4-3,6 GHz band het reeds beschikbaar zijn van deze hogere band ook een rol.

1.2 Verkenning 3,5 GHz (2010/2011)

In de periode 2010² en 2011³ heeft TNO in opdracht van het ministerie van Economische Zaken gekeken naar de toekomstige inzet en behoefte van het spectrum tussen 3400 MHz en 3800 MHz. Er werd gekeken naar landelijke exploitatiemogelijkheden in de 3410-3800 MHz band, en naar de specifieke spectrumbehoefte in bepaalde industrieën of sectoren.

¹ Richtlijn 2008/411/EC, *on the harmonisation of the 3400-3800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communication services in the community*

² TNO (2010) *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3,5 GHz band in Nederland*, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken

³ TNO (2011) *Peiling belangstelling 3,5 GHz band in Nederland*, in opdracht van het ministerie van Economische Zaken

In de verkenning werd over toepassing door publieke operators onder meer geconcludeerd dat op korte termijn de belangstelling gering was. Er waren op dat moment weinig exploitatiemogelijkheden, onder meer door de beperkte beschikbaarheid van apparatuur. Tevens werd gesteld dat de 3,5 GHz band na een aantal jaar beter bruikbaar zal zijn.

Uit beide onderzoeken werd wel duidelijk dat er mogelijke interesse was voor dit spectrum voor niche-toepassingen, waaruit naar voren kwam dat er vanuit verschillende industrieën en bedrijfstakken behoefte was aan additioneel spectrum voor allerlei breedbandige draadloze communicatie, maar ook hier werd het gebrek aan apparatuur als beperking genoemd. Ook werd de vergunningsduur van 5 à 7 jaar als te kort bevonden.

Al met al werd duidelijk dat zowel door de operators als door de niche-gebruikers enkele belemmeringen werden genoemd. Als redenen werden vooral genoemd:

- 1) Gebrek aan apparatuur en technologie ("technologielandchap"),
- 2) De beperkte voorgestelde vergunningsduur van 5 à 7 jaar.

1.3 Onderzoeksvraag

Het ministerie van Economische Zaken wil graag inzicht verwerven in de veranderingen die sinds de vorige onderzoeken hebben plaatsgevonden, en of dit impact heeft op de toen gestelde conclusies. Specifiek vraagt het ministerie:

- 1) In hoeverre is er voor de 3,5 GHz-band apparatuur beschikbaar voor FDD en TDD en dient er bij de indeling van de genoemde frequentieband een keuze gemaakt te worden om het spectrum efficiënt te gebruiken?*
- 2) Is er vanuit economisch perspectief een gewijzigde marktvraag, daarbij ook rekening houdende met de beperkingen die t.b.v. de bescherming van het ministerie van Defensie nodig zullen blijven in de 3,5 GHz-band?*
- 3) In hoeverre moet bij het bepalen van het beleid van uitgifte van het banddeel 3410 – 3600 MHz rekening gehouden worden met ontwikkelingen rond small cell-technologie en in hoeverre is de 3,5 GHz-band daarvoor een geschikte frequentieband?*

2 Technologische trends en ontwikkelingen

De afgelopen jaren kenmerken zich door een sterke groei in het gebruik van allerlei datatoepassingen, waardoor er een stijgende behoefte is aan aanbod van bandbreedte via vaste⁴ en draadloze netwerken. Mobiel internet speelt hierin een rol: Waar 15 jaar geleden nog lang niet iedereen een (simpele) mobiele telefoon had, is er sindsdien sprake van een groei in gebruik van mobiel internet door consumenten en zakelijke gebruikers.

Niet alleen de bandbreedte, maar ook het aantal aangesloten apparaten neemt toe, bijvoorbeeld door een sterke groei aan geautomatiseerde toepassingen die gebruik maken van allerlei vormen van draadloze digitale communicatie (soms aangeduid als machine-to-machine-communicatie of als "the Internet of Things"). Voorbeelden zijn vele sensoren en locatiedetectoren bij logistieke processen en alarmering die via een IP netwerk worden verbonden.

De draadloze netwerktechnologieën bieden steeds hogere bandbreedtes en steeds lagere netwerkvertragingen (latency), waardoor steeds meer applicaties zowel draadloos als via een vast netwerk goed functioneren. Gebruikers merken (vanuit technisch perspectief) steeds minder verschil tussen vast en draadloos. Met andere woorden, 'draadloos' en 'vast' gebruik groeit naar elkaar toe, en het gebruik van draadloze en mobiele data via UMTS of LTE, maar ook via WiFi, stijgt.

Er is dan ook een groeiende behoefte aan capaciteit voor draadloze netwerken. De capaciteit kan worden uitgebreid door het inzetten van meer spectrum, door de ontwikkeling van nieuwe, slimmere technologieën en protocollen, door verdichting van het netwerk, of een combinatie van deze zaken.

2.1 WiMAX

WiMAX (IEEE 802.16e) is een draadloze 4G technologie voor het aanbieden van hoge snelheden internet in relatief grote cellen in de orde van honderden meters tot enkele kilometer (dus groter dan WiFi en geschikt om een groot gebied te bestrijken). WiMAX wordt in het algemeen gebruikt voor het aanbieden van internet hotspots in drukke gebieden of voor breedband internet als alternatief voor vast (BWA).

De nieuwe WiMAX standaard⁵ brengt een aantal verbeteringen, zoals verbeterde MIMO mogelijkheden en ondersteuning van bredere (20MHz) kanalen, waardoor hogere bitrates mogelijk worden voor het aanbieden van 4G dienstverlening.

Verdere standaardisatie⁶ is gericht op het mogelijk maken van gecombineerde WiMAX/TD-LTE RAN infrastructuur, waardoor in grotere mate dezelfde RAN apparatuur kan worden ingezet voor WiMAX als die voor LTE wordt ingezet.

⁴ Zoals particuliere internetverbindingen over DSL, kabel of glasvezel, waar steeds hogere IP-bandbreedtes worden aangeboden en gebruikt

⁵ 802.16-2012 (omvat onder meer 802.16m) zie o.a. Cisco, "WiMAX Act 2: 802.16m Provides Evolution Path to 4G"

Fabrikanten bieden nu reeds netwerkapparatuur in de vorm van 'single RAN oplossingen' die zowel LTE als WiMAX aan kunnen⁷, en er is steeds meer CPE-apparatuur (routers en WiFi accesspoints) die zowel WiMAX aankunnen als LTE⁸.

Markontwikkelingen

Door de komst van WiMAX als breedbandig draadloos netwerk speelde zich tussen 2005 en 2010 een strijd af tussen WiMAX en LTE om de facto standaard voor 4G als opvolger van de UMTS-netwerken te worden. Uiteindelijk kreeg LTE de overhand, en voor nieuwe netwerken wordt vooral voor LTE gekozen.

Hoewel WiMAX in Nederland niet meer in een openbare telecomdienst wordt aangeboden, wordt het elders in de wereld wel toegepast, met name in landen of gebieden waar vaste infrastructuur niet of nauwelijks aanwezig is. In de EU is in onder andere Frankrijk een aantal WiMAX netwerken uitgerold. Hierdoor is er nog steeds apparatuur beschikbaar voor de 3,5 GHz band voor WiMAX. Operators en fabrikanten zetten steeds meer in op een (toekomstige) transitie naar LTE. Doordat er apparatuur beschikbaar is die zowel LTE als WiMAX ondersteunen, kan een operator tijdens een transitiefase eerst een aantal jaar dergelijke 'dual-mode' apparatuur kan uitgeven om een latere overstap zonder disruptie mogelijk te maken en een gedwongen (snelle) afschrijving en desinvestering te voorkomen.

Een aantal WiMAX operators, bijvoorbeeld Bolloré Telecom in Frankrijk en UK Broadband in het Verenigd Koninkrijk overweegt om (of is bezig met) over te stappen van WiMAX op LTE in de 3400 - 3600 MHz band⁹.

Er is een duidelijke trend ten gunste van LTE. Het is niet de verwachting dat nieuwe operators nog WiMAX zullen uitrollen, maar dat eventuele nieuwe operators met een mobiel of BWA businessmodel naar verwachting LTE zullen in zetten.

2.2 Ontwikkelingen LTE

2.2.1 Huidige uitrol en LTE banden in Nederland

LTE wordt door mobiele operators wereldwijd ingezet als 4G technologie en opvolger van de huidige 3G technologieën (UMTS/HSDPA) om breedbandig draadloos internet te bieden. LTE is geschikt voor de banden waar voorheen al GSM of UMTS werd ingezet in Nederland. Om aan de stijgende vraag te voldoen, wordt overwogen anderen banden zoals de 700 MHz 'vrij' te maken ten behoeve van LTE inzet.

KPN was begin 2014 de eerste partij die nagenoeg landelijke LTE dekking bood, gevolgd door Vodafone. Ook zijn T-Mobile en Tele2 bezig met uitrol van hun nieuwe LTE netwerken. De

⁶ Release 2.2: Heavy Reading (2013), *WiMAX Advanced to Harmonize With TD LTE in the 2.3, 2.5 & 3.5GHz Bands*, white paper

⁷ <http://www.huawei.com/en/solutions/broader-smarter/hw-076562-wimax-telecom-grade-evolution-.htm>

⁸ Bijvoorbeeld de *Greenpacket "Dualmode WiMAX / LTE CPE"* en de *Telrad "CPE7000"*

⁹ <http://www.scrip.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=40158>

en

<http://www.channelconnect.nl/nieuws/30006/intel-trekt-zich-terug-uit-wimax.html>

dekking van KPN en Vodafone wordt op dit moment vrijwel volledig gerealiseerd met 800 MHz spectrum, dat bij uitstek geschikt is voor het creëren van grote cellen.

De verwachting is dat de operators de komende jaren hun netwerk ook verder zullen verdichten ten behoeve van hogere capaciteiten (meer 'bits per seconde') door gebruik te maken van 1800 MHz en/of 2,6 GHz spectrum. Ook kan op termijn spectrum dat nu voor UMTS (2100 MHz) wordt ingezet, voor LTE worden ingezet waardoor extra capaciteit ontstaat. De huidige vergunning van de 2100 MHz verloopt namelijk in 2017. Daarnaast is er dus wellicht de 3,5 GHz band beschikbaar (afhankelijk van het besluit hierover), en zijn er nog een aantal ongepaarde banden ongebruikt.

Het zal daarom een aantal jaren duren voordat het gebruik van de 3,5 GHz voor capaciteit noodzakelijk wordt.

2.2.2 Carrier Aggregation

Carrier aggregation (CA) is een techniek waarbij meerdere radiokanalen tegelijk worden gebruikt om de verbinding te realiseren. Voor het bereiken van hogere performance is dit noodzakelijk omdat op deze manier effectief meer bandbreedte voor een enkele gebruiker kan worden gerealiseerd.

Op dit moment wordt nog geen carrier aggregation op grote schaal toegepast, maar worden er wel testen uitgevoerd. De verwachting is dat in eerste instantie vooral met de reeds bestaande banden zoals die in Europa in gebruik zijn zal worden uitgerold, en pas later ook in combinatie met de 3,5 GHz band (band 42). Deze band wordt namelijk nauwelijks gebruikt door reguliere operators in Europa.

Carrier aggregation is handig voor partijen met spectrum in meerdere banden die ze in combinatie willen of kunnen inzetten, en past dan ook vooral in een gebruikerscase van de mobiele operator.

Carrier aggregation past minder (vooral in de context van de 3,5 GHz discussie) in de BWA of industriële gebruikerscase omdat het aannemelijker is dat dergelijke partijen een beperkt netwerk uitrollen op beperkte locatie en niet beschikken over meerdere banden¹⁰.

Carrier aggregation is vooral van belang voor mobiele operator om het 3,5 GHz spectrum te kunnen gebruiken in combinatie met het overige spectrum. Op dit moment zijn er nog geen clients of netwerken die CA in combinatie met de 3,5 GHz band toepassen.

2.2.3 'Small Cells' binnen mobiele netwerken

Een trend, ingegeven door de steeds grotere vraag naar data, is toepassing van kleinere cellen, die nauw met elkaar samenwerken voor een optimale inzet van het netwerk. Binnen een gebied wordt dan een combinatie van grotere en kleinere cellen ingezet, en er wordt dynamisch ingespeeld op basis van bezetting (drukke in een cel) en de vraag naar connectiviteit om de juiste capaciteit aan te bieden.

¹⁰ Alhoewel je ook bij een dergelijke toepassing meerdere banden zou kunnen 'aggregeren' om meer bandbreedte te bieden ligt gebruik van aaneengesloten spectrum voor de hand.

Vooral mobiele operators hebben baat bij deze manier van gebruik omdat de small cells een onderdeel vormen van het grotere (macro) netwerk.

Intraband-backhaul

'Small cells' kunnen via een vaste verbinding met het netwerk worden verbonden, maar ook kan 'intraband-backhauling' worden toegepast, waarbij de small cell wordt verbonden met het grote netwerk door middel van een draadloze verbinding. Hierbij wordt een deel van het spectrum gebruikt voor de radioverbinding tussen gebruikers en het basisstation, en een ander deel van het spectrum (in dezelfde band) als 'backhaul' tussen de 'small cell' en de centrale 'macro cell'. 'Intraband-backhauling' is vooral interessant over kleine afstanden en kan worden toegepast binnen toekomstige 'heterogeneous network'-concepten.

Intraband-backhauling is met name interessant voor mobiele operators met small cells op plekken waar een vaste backhaul niet mogelijk of praktisch is.

2.2.4 Heterogeneous networks

In de volgende releases van LTE zullen verschillende soorten cellen steeds beter gaan samenwerken met elkaar, in de vorm van macro cellen aangevuld met kleinere cellen (de 'small cells') en het slim coördineren van afhandeling van het verkeer afhankelijk van de drukte binnen de verschillende delen van het netwerk.

Het belangrijkste kenmerk is dat binnen een dergelijke constructie het spectrum en capaciteitsgebruik steeds binnen het netwerk wordt geoptimaliseerd om op deze manier in drukke gebieden betere databandbreedtes te kunnen bieden, onder meer door middel van 'inter-cell interference coordination' om spectrumgebruik dynamisch af te stemmen.

De ontwikkeling van een overgang naar meer heterogene netwerken¹¹, zal naar verwachting in de komende 5 tot 10 jaar plaatsvinden. Het ligt dan ook voor de hand dat op die termijn ook de small cells, in onder meer de 3,5 GHz band, een rol kunnen spelen en dat interesse in dit spectrum zal toenemen.

2.2.5 Voice over LTE (VoLTE)

Voor gebruik van LTE als volwaardige opvolger van GSM en UMTS is het van belang dat ook spraak kan worden afgehandeld¹². Voor een nieuwe mobiele operator die zich richt op LTE is VoLTE van belang, terwijl dit voor een aanbieder van BWA minder van belang is omdat deze zich zal richten op het aanbieden van internettoegang.

VoLTE is een algemene LTE ontwikkeling: de mogelijkheid tot gebruik van VoLTE wordt in de core van het netwerk geregeld en is onafhankelijk van de specifieke frequentieband die wordt gebruikt.

¹¹ Zie onder meer <http://nbn.com/portfolio/solutions/heterogeneous-networks>
<http://www.ericsson.com/ourportfolio/telecom-operators/heterogeneous-networks>
<https://www.qualcomm.com/media/documents/files/lte-heterogeneous-networks.pdf>

¹² Momenteel wordt gebruikt gemaakt van "Circuit Switched FallBack" (CSFB), waarbij er wordt overgeschakeld op een GSM of UMTS netwerk in een andere band. VoLTE is een standaard om spraak over LTE af te handelen.

Het vraagstuk of er VoLTE beschikbaar is speelt niet specifiek een rol bij de interesse van partijen in van de 3,5 GHz band.

2.3 Relevante LTE-TDD Netwerken

Er zijn momenteel volgens de GSA 38 netwerken die gebruik maken van LTE-TDD¹³ waarvan er 23 'stand alone' TDD netwerken zijn, dus van operators die daarnaast geen LTE-FDD netwerk bezitten.

De meeste TDD netwerken die er nu zijn maken gebruik van het 2.6 GHz TDD spectrum. Er zijn tenminste 6 netwerken die LTE-TDD in de 3,5 GHz band operationeel hebben; Dit betreft BLite (België), UK Broadband (VK), ABCCommunicatins (Canada), NeoSky (Spanje), en een netwerk in de Filipijnen en Bahrein.

Daarnaast zijn er nog zo'n 40 LTE-TDD netwerken aangekondigd of in voorbereiding, waarvan er twaalf de 3,5 GHz band zullen gaan gebruiken. Het merendeel van deze netwerken bevindt zich in Europa.

Er kan gesteld worden dat LTE-TDD aan een opmars bezig is. Waar de interesse voor TDD enkele jaren geleden beperkt was wordt TDD nu steeds vaker toegepast als apart netwerk of als aanvulling op een bestaand mobiel (FDD) netwerk.

Het aantal netwerken dat TDD in 3,5 GHz band gebruikt is vooralsnog beperkt, maar de aandacht en interesse voor TDD in deze band neemt wereldwijd snel toe.

2.4 WiFi

Naast het spectrum voor mobiele netwerken is WiFi een zeer populaire techniek in de banden 2.4 GHz (2,4 – 2,49 GHz), 5 GHz (5,15 – 5,725 GHz) en tussen 3,655–3,695 GHz in de VS (802.11y-2008), voor het realiseren van draadloos internet. De technologie (toegangspunten en modems) is 'off the shelf' beschikbaar en er is geen spectrumvergunning nodig.

WiFi wordt dan ook grootschalig toegepast voor zowel zakelijk als particulier gebruik. Daarnaast zijn er vele WiFi toegangspunten in horeca, vergaderlocaties, winkelcentra, en bedrijven die veelal 'gratis' draadloos internet bieden aan klanten of bezoekers voor laptops, tablets en smartphones. WiFi vormt daarmee ook een veel gebruikte internet toegangstechnologie voor thuis en voor nomadisch buitenshuis gebruik.

Voor bepaalde gebruiksscenario's is WiFi een concurrent voor de UMTS/LTE databundels van mobiele operators. Consumenten zullen steeds een afweging maken tussen een grotere mobiele databundel, of waar mogelijk gebruik maken van WiFi hotspots¹⁴. Ten opzichte van de LTE netwerken van mobiele operators is een nadeel dat er geen 'seamless' handovers zijn, en dat er geen sprake is van landelijke dekking.

¹³ GSA (2014) *Status of the Global LTE TDD Market report*, <http://www.gsacom.com/>

¹⁴ ACM (2013) *WiFi als alternatief voor mobiel breedband*, <http://jaarverslag.acm.nl/>

2.5 Gepaard of ongepaard gebruik

Spectrum voor (tweeweg) datacommunicatie kan zowel 'gepaard' worden ingezet, waarbij het verdeeld is in een deel voor uplink en een deel spectrum voor downlink, als ongepaard worden ingezet. Er is dan geen vaste verhouding tussen up- en downlink, waardoor inzet flexibel is en afhankelijk van de behoefte op dat moment kan worden toegekend.

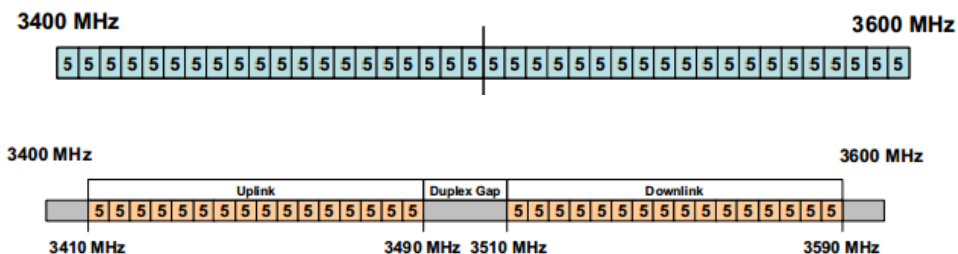
De huidige mobiele GSM, UMTS en LTE netwerken maken voor het overgrote deel gebruik van gepaard spectrum. De ongepaarde banden worden in Nederland momenteel (vrijwel) niet gebruikt¹⁵, terwijl er wel een aantal vergeven is.

Ongepaard spectrum wordt voor TDD netwerken gebruikt. Dit vormt een nieuwe manier van werken voor de meeste operators die vooralsnog vrijwel uitsluitend FDD spectrum inzetten.

Een nadeel van TDD is de noodzaak tot synchronisatie en coördinatie met naburige netwerken. Dit is niet alleen een technische uitdaging, maar vergt ook overleg en coördinatie tussen de exploitanten van het spectrum.

TDD of FDD voor de 3,5 GHz band

Voor het spectrum in de 3,5 GHz band is binnen 3GPP voor LTE zowel een TDD band (band 42, 3400 MHz -3600 MHz), als een FDD band (band 22, 3410 MHz -3490 MHz en 3510 MHz -3590 MHz) gedefinieerd. In de figuren hieronder staan deze verhoudingen voor een mogelijke indeling weergegeven:



Figuur 1: TDD en FDD indeling van de 3,5 GHz band¹⁶

Alhoewel partijen verschillen van mening over de vraag of indeling voor TDD of FDD gewenst is, is inmiddels internationaal een trend zichtbaar om steeds meer LTE-TDD in te gaan zetten, onder andere in de 3,5 GHz band. Toepassing van TDD voor de 3,5GHz band past in het karakter van deze band die het geschikt maakt voor capaciteit gebruik in plaats van dekking. Bovendien is er geen duplex gap nodig waardoor de gehele band bruikbaar is.

¹⁵ Het 'ecosysteem' voor LTE (en voor GSM en UMTS), dat wil zeggen het geheel van clients en netwerkapparatuur, was dan ook tot nog toe voornamelijk gericht op gebruik van FDD.

¹⁶ CEPT (2014) *Technical conditions regarding spectrum harmonisation for terrestrial wireless systems in the 3400-3800 MHz frequency band*, Report 49 to the European Commission in response to the Mandate

3 Beschikbaarheid apparatuur voor 3,5 GHz band

Voor gebruik van de 3,5 GHz band is van belang of er 'standaard' beschikbare apparatuur is. Er is in de afgelopen 24 maanden geleidelijk een toename in het aantal apparaten gekomen die gebruik (kunnen) maken van dit spectrum (voornamelijk van TDD), van onder meer Huawei, WNC, Mitra, en FIC, zie Appendix A voor een overzicht van beschikbare devices. Een deel hiervan is ook geschikt voor gebruik in de naburige band 3600-3800 MHz-band. Ook is er steeds meer netwerkapparatuur beschikbaar van diverse fabrikanten.

Er is meer aandacht voor TDD en er komt steeds meer LTE-TDD apparatuur beschikbaar, en alhoewel dit veelal nog LTE-TDD voor de 2,6 GHz banden betreft, betekent dit (mede dankzij single-RAN oplossingen waarbij de processing is losgekoppeld van het radiogedeelte) dat ook inzet van LTE-TDD in de 3,5 GHz sneller geïntroduceerd kan worden.

Hierbij zal voor de toepassingsgebieden onderscheid gemaakt moeten worden tussen de beschikbaarheid van *modems/routers* (en andere 'vastere' clients), en de beschikbaarheid van *mobiele apparatuur* (zoals reguliere smartphones en tablets) die gebruik kunnen maken van deze band.

3.1 Mobiele apparatuur

Voor gebruik voor de massamarkt is met name de beschikbaarheid van 'reguliere' apparatuur zoals smartphones, laptops, en tablets van belang voor het inzetten van de 3,5 GHz band.

Combinatie 3410-3600 MHz band en andere banden

Voor gebruik van de 3410-3600 MHz band (band 42) in de reguliere markt is het van belang dat deze band gebruikt kan worden in combinatie met de andere in Nederland beschikbare banden¹⁷. Gebruikers van mobiele netwerken verwachten van de operators een 'seamless' overgang door heel Nederland. Om dit te realiseren zal naast band 42 ook een aantal banden in lager spectrum, zoals de 800 MHz, de 900 MHz en de 1800 MHz band en/of eventueel ander 'capaciteitsspectrum', zoals band 2600 en 2100, ondersteund moeten worden, zodat een mobiel toestel gebruik kan maken van band 42 voor het leveren van 'extra capaciteit' in een druk gebied, terwijl handovers naar andere banden buiten dit gebied mogelijk zijn.

Op dit moment is het aantal *mobiele apparaten* dat gebruik maakt van band 42 nog zeer beperkt. Wel is er de afgelopen maanden een aantal aankondigingen geweest, zoals de 'Altair tablet' die in juni 2014 in Tokyo is geïntroduceerd¹⁸.

Voor regulier mobiel gebruik is het de verwachting dat het nog 2 tot 5 jaar zal duren voordat er voldoende beschikbaar is om interessant te zijn voor mobiele operators.

¹⁷ De hoge frequenties (waaronder band 42) lenen zich niet voor landelijke dekking. Operators zullen deze band gebruiken als aanvulling op andere (lagere) banden.

¹⁸ <http://www.marketwatch.com/story/altair-and-fic-introduce-worlds-first-35ghz-lte-tablet-2014-06-16>

3.2 Modems/Routers

Voor gebruik door industriële toepassingen of voor BWA is vooral de beschikbaarheid van modems/routers¹⁹ van belang. LTE wordt hierbij in feite gebruikt als 'last mile' technologie, terwijl de 'eindgebruikers' op eigen wijze (WiFi of Ethernet) contact maken met het toegangspunt. Ook kunnen dergelijke modems als industriële modem worden ingebouwd in toepassingen.

De meeste van de genoemde aanbieders (o.a. Huawei, WNC, Greenpacket, NetComm, Mitra) bieden voornamelijk dergelijke modems/routers voor industriële of voor BWA toepassingen. Op dit gebied zijn er devices van verschillende vendors beschikbaar.

Er is met name al aanbod van LTE-TDD modems/routers voor de 3,5 GHz band, waardoor deze band nu reeds ingezet kan worden voor het bieden van BWA en industriële toepassingen.

¹⁹ In de vorm van toegangspunten voor draadloos (WiFi) of bedraad (ethernet)

4 Trends en ontwikkelingen in het buitenland

4.1 Besluit EU

In 2008 heeft de EC het besluit genomen om de 3400-3800 MHz te harmoniseren²⁰. Het geharmoniseerd gebruik was destijds gebaseerd op Broadband Wireless Access (BWA) als toepassing met WiMAX als achterliggende en meest gebruikte technologie. De band werd officieel technologie neutraal uitgegeven:

"The designation of the 3 400-3 800 MHz band for fixed, nomadic and mobile applications is an important element addressing the convergence of the mobile, fixed and broadcasting sectors and reflecting technical innovation. The services provided in this frequency band should mainly target end-user access to broadband communications." Article 2, 2008/411/EC

Europese lidstaten, waaronder Nederland, hebben hun wetgeving aangaande dit spectrum grotendeels gebaseerd op dit besluit.

In de jaren na 2008 werd duidelijk dat de meeste operators niet voor BWA-businessmodellen op basis van WiMAX hebben gekozen, maar voor mobiele netwerken op basis van LTE. Dit heeft uiteindelijk geleid tot noodzaak van het wijzigen van het in 2008 genomen besluit²¹. De Europese Commissie heeft dit ook door CEPT laten onderzoeken en uiteindelijk de aanbevelingen van het CEPT 49 rapport²² grotendeels overgenomen. De Europese Commissie voorziet hiermee in een beweging van BWA toepassing richting mobiel gebruik.

In mei 2014 hebben een aantal wijzigingen plaatsgevonden in het nieuwe Europees besluit 2014/276/EU²³, waarbij de Europese Commissie de voorkeur heeft voor allocatie gebaseerd op TDD boven een FDD-gebaseerde allocatie, om aansluiting tussen Europese en niet-Europese netwerken te garanderen, met een kanaalbreedte van veelvoud van 5 MHz.

4.2 Nederlands beleid en regelgeving

Een van de doelstellingen van het Nederlandse frequentiebeleid is het streven naar efficiënt spectrumgebruik. Dit wil zeggen dat er niet meer spectrum gebruikt wordt per toepassing dan nodig en dat frequentieruimte door gebruikers of toepassingen wordt gedeeld waar het mogelijk blijkt te zijn om een optimale inzet te bewerkstelligen.

In Nederland is in juli 2014 een wijziging in het nationaal frequentie plan (nfp) doorgevoerd²⁴ waarbij het 3,6-3,8 GHz spectrum bestemd wordt voor gebruik op lokaal niveau voor mobiele

²⁰ 2008/411/EC, *on the harmonisation of the 3400-3800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community*

²¹ RSCOM13-47, *Considerations regarding the amendment of Commission Decision 2008/411/EC on the 3.4-3.8 ('3.6') GHz frequency band*, 11 October 2013

²² CEPT ECC (2013), *CEPT Report 49*, corrected on 14 March 2014

²³ 2014/276/EU, *on amending Decision 2008/411/EC on the harmonisation of the 3 400-3 800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community*

²⁴ NFP tussentijdse wijziging pakket 2014-1 (Stcrt 2014 – 18153)

communicatie. De bescherming van de satellietgrondstations van het ministerie van Defensie boven de lijn Amsterdam-Zwolle blijft intact. Het besluit is mede gebaseerd op de uitkomsten van de TNO onderzoeken uit 2010 en 2011 en de marktconsultaties in 2012 en 2014. Met dit besluit is het de bedoeling zowel lokaal breedband als mobiel gebruik te faciliteren.

De band is opgedeeld in 2 delen van ieder 100 MHz, waarvan het onderste deel bedoeld is voor mobiele communicatie en het bovenste deel voor gebruik in besloten netten *„..waarbij enerzijds algemeen mobiel gebruik wordt toegelaten in het banddeel 3600 – 3700 MHz en anderzijds lokale breedbandtoepassingen voor besloten communicatienetwerken worden toegelaten in het banddeel 3700 – 3800 MHz.”*

4.3 Situatie in andere landen

Naar aanleiding van het EC besluit in 2008 hebben veel landen licenties uitgegeven in de 3,5 GHz band die bedoeld zijn voor zogenaamde last mile toepassingen ten behoeve van draadloos braadband (BWA)²⁵. In de praktijk werd voor deze netwerken vooral WiMAX technologie gebruikt. De meeste licenties zijn gepaard vergund op basis van FDD, maar er zijn een aantal TDD licenties vergeven. De successen van WiMAX voor 'last mile' toepassingen zijn wisselend, maar de technologie wordt nog steeds in een aantal landen ingezet. In een ECO rapport uit 2013²⁶ staat een overzicht van de vergeven licenties en gebruikte technologieën in onder andere de 3,5 GHz band.

De tendens overigens is dat het gebruik van WiMAX (FDD) vervangen wordt door LTE-TDD toepassingen. Dat is in lijn met de conclusies uit het CEPT 49 rapport uit 2014 en de beschikbaarheid van de technologie.

In deze paragraaf wordt de situatie, trends en de regelgeving in een drietal landen uiteengezet.

4.3.1 Groot Brittannië

In Groot Brittannië wordt een deel van de 3,5 GHz band gebruikt door UK Broadband (2x 20 MHz), en de rest van het spectrum in deze band door Defensie. In september 2013 heeft het Britse ministerie van Defensie besloten 150 MHz van het spectrum tussen 3400 en 3600 (3410-3480 MHz en 3500-3580 MHz) voor civiel gebruik uit te geven²⁷.

Mogelijkheden voor uitgifte, voorwaarden en andere beslissingen zijn in oktober 2013 geconsulteerd aan marktpartijen, gevolgd door een technische consultatie in februari 2014 om co-existentie met andere technieken te onderzoeken.

In de consultatie ging Ofcom uit van de volgende vergunningsvoorwaarden:

- een initiële vergunningsduur van 20 jaar, met uitzicht op onbepaalde tijd, waarbij de vergunning verhandelbaar is;

²⁵ Ook aangeduid als Wireless local loop (WLL) en fixed wireless access

²⁶ ECO report 03 (Cept, September 2014) *the licensing of 'Mobile bands'*

²⁷ <http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/2.3-3.4-ghz/summary/2.3-3.4-ghz.pdf>

- een geografisch gebied voor de vergunning voor geheel Groot-Brittannië met uitzondering van Noord-Ierland;
- vergunningshouder moet eenmalig een bedrag betalen voor gebruik van het spectrum. Eventuele jaarlijkse vergoedingen zullen later bepaald worden;
- verplichting om informatie te geven over het gebruik van het spectrum, maar er is geen ingebruiknameverplichting.

De vroegst mogelijk datum voor uitgifte stelt Ofcom in 2015/2016²⁸. Ofcom verwacht dat de band vooral interessant is voor mobiele netwerk operators voor het aanbieden van 4G-toegang en op basis van LTE TDD gebruikt zal worden.

Ofcom houdt met het uitgeven van ongepaard spectrum ook rekening met de huidige licentie van UK Broadband. Hoewel UK Broadband gepaard spectrum heeft waar vroeger WiMAX uitgerold was²⁹, maakt het bedrijf nu al gebruik van LTE-TDD systemen in deze band³⁰.

4.3.2 Frankrijk

In Frankrijk zijn vijf licenties uitgegeven in de 3,4-3,6 GHz band waarvan er drie verlopen in september 2015 en de andere twee pas in juli 2026³¹. Ze betreffen BWA-aanbieders waarbij via draadloze (Wireless local loop) verbindingen vast breedband wordt verzorgd op plaatsen waar geen ADSL, kabel of glasvezel beschikbaar is.

Een jaar geleden (2013) heeft de ARCEP (de Franse regulator) een consultatie gehouden om de drie te verlopen licenties te verlengen tot juli 2026 om de harmonisatie in deze band te waarborgen, hierdoor komt in 2026 de hele band tegelijk vrij. Alle vijf operators gebruiken op dit moment WiMAX (FDD), hoewel operators zoals Bolloré Telecom in 2013 aan het onderzoeken zijn of backhauling en mobiel breedband gebaseerd op CEPT/ECC PT-1 band (TDD) mogelijk is binnen de hun gegeven licentie om hun huidige activiteiten aan te vullen³².

February 19, 2014: ARCEP grants the request to Orange conduct an experiment for the mobile broadband based on LTE Advanced technology. The experiment should, through the aggregation of a 2x20 MHz channel in the 2.6 GHz band and the same channel in the 3.5 GHz band (currently used for wireless local loop) to provide a theoretical maximum throughput of 300 Mbit / s double the theoretical maximum speeds currently achievable on 4G networks^{33 34}

4.3.3 Duitsland

De 3400-3800 MHz band in Duitsland is vergeven in vier verschillende FDD-licenties. De uitgifte is tussen 2006 en 2008 gebeurd en was bedoeld voor regionaal of lokaal gebruik op

²⁸ <http://stakeholders.ofcom.org.uk/consultations/2.3-3.4-ghz/summary>

²⁹ <http://licensing.ofcom.org.uk/radiocommunication-licences/mobile-wireless-broadband/cellular-wireless-broadband/policy-and-background/broadband-fixed-wireless/>

³⁰ <http://www.ukbroadband.com/about-us/press-releases/press-release-1>

³¹ http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/consult-renouv-AUF-BLR-outra-mer-juil2013.pdf

³² http://www.whitepapers.lightreading.com/pdf_whitepapers/approved/1383671986_hr_ltetdd.pdf (zie pagina 8).

³³ ARCEP (februari 2014) *L'ARCEP autorise Orange à mener une expérimentation sur la technologie LTE Advanced* Communiqué de presse

³⁴ ARCEP (18 februari 2014) Décision n° 2014-0194

basis voor Wireless Local Loop (WLL). De gebruikers hebben uiteindelijk door middel van meerdere regionale licenties een nationaal dekkend netwerk uitgerold. De licenties zijn tot december 2022 geldig. Aan de 3600-3800 MHz vergunningen zijn beperkingen gekoppeld in verband met interferenties met vaste satelliet verbindingen, en zijn dan ook alleen voor lokaal of regionaal gebruik beschikbaar.

Op dit moment worden zowel WiMAX (FDD) als WiMAX (TDD) gebruikt in deze band op zowel regionale als nationale basis. De Bundesnetzagentur vindt een studie naar werkelijk gebruik en behoefte nuttig, maar laat dat afhangen van het nieuwste EC besluit (2014/276/EU). De Bundesnetzagentur was vooralsnog niet van plan om iets te veranderen aan het huidige gebruik van dit spectrum³⁵.

The band 3400 - 3800 MHz is to remain available for BWA in the long term. There are no plans to reallocate it at either national or international level.

³⁵ Bundesnetzagentur (2013) *Strategic Aspects of the Availability of Spectrum for Broadband Rollout in Germany*

5 Toepassingsgebieden

In dit hoofdstuk wordt een aantal toepassingsgebieden besproken waarbinnen de 3410-3600 MHz band gebruikt kan worden³⁶.

Op hoofdlijnen onderscheiden we vanuit een business perspectief enerzijds *aanbieders van (openbare) telecomdiensten* (waaronder mobiele operators en aanbieders van BWA-diensten), en aan de andere kant *industriële en zakelijke partijen* met een spectrumbehoefte.

Binnen de aanbieders van telecomdiensten zijn er typisch twee casussen te onderscheiden: (1) gebruik als aanvulling op het netwerk door middel van small cells door mobiele operators, en (2) gebruik door aanbieders van BWA toegang.

Binnen de industriële en zakelijke partijen zijn er meerdere kleinere en vaak wat bijzondere casussen waarbij de 3,5 GHz band op een redelijke wijze kan worden ingezet.

5.1 Openbare aanbieders: Gebruik voor mobiele netwerken

Small cells als aanvulling voor mobiele netwerken

De 3,5 GHz band kan worden ingezet als aanvulling op de huidige mobiele netwerken om de capaciteit te vergroten. Dit kan door small cells in te zetten in drukke gebieden. Gebruikers kunnen dan 'seamless' overgaan vanaf een groter netwerk zodra ze een hotspot-gebied betreden.

In veel landen worden 'hoge' banden zoals de 1800, 2100, en de 2600 MHz FDD al ingezet voor LTE (of deels nog voor UMTS) om de netwerkcapaciteit te vergroten. Ook in Nederland wordt LTE in een aantal banden (met name de 1800 en de 2600 MHz banden) uitgerold, al is de inzet van dit hoge spectrum voor LTE vooralsnog beperkt. Telecom operators gaan uit van een verdere groei van het dataverkeer in de komende 10 jaar, waardoor deze huidige capaciteitsbanden straks druk bezet zullen zijn. De 3,5 GHz band wordt gezien als aanvulling om de toekomstige groei op te kunnen vangen.

Gebruik als backhaul

Een andere toepassing is gebruik van het spectrum als 'backhaul' tussen (kleine) cellen en het centrale opstelpunten indien een vaste verbinding niet efficiënt is aan te brengen. Met een backhaul op de 3,5 GHz worden verschillende elementen van het netwerk met elkaar verbonden. Er hoeven bij deze toepassing geen handheld toestellen op deze band te werken. Het gebruik als 'intra-band backhaul' past vooral bij 'heterogenous networks'.

³⁶ De toepassingsgebieden zijn op basis van interviews, publieke informatie en deskresearch. Deze lijst is niet uitputtend.

5.2 Openbare aanbieders: Gebruik voor BWA

'Vaste' breedbandverbindingen in buitengebied (BWA)

Binnen dit gebruiksmodel wordt spectrum ingezet ten behoeve van breedbanddiensten aan huishoudens en bedrijven als alternatief voor een 'vaste' verbinding. Dit is met name interessant in gebieden met gebrekkige vaste internetvoorzieningen (voornamelijk in de buitengebieden), waar geen kabel of glasvezel is en waar over DSL slechts enkele Mb/s of minder kan worden gerealiseerd. Dit spectrum kan dan worden gebruikt om bewoners van deze gebieden, de zogenaamde witte gebieden, te voorzien van internet-toegang die vele malen beter is dan men in sommige gevallen nu kan verkrijgen. In Nederland biedt onder meer Greenet dergelijke diensten. Dit model wordt ook in Duitsland en Frankrijk gebruikt in deze band, waarbij voornamelijk WiMAX wordt ingezet.

Mobiele datadiensten via een 'hotspot' model

Het spectrum kan ingezet worden voor het aanbieden van mobiele internet toegang via een 'LTE-hotspot' model. Een nieuwe netwerkoperator, die geen andere spectrum heeft, kan de 3,5 GHz ook gebruiken om datadiensten aan te bieden in drukke gebieden om op deze manier toe te treden op de telecommarkt. Waar voorheen een nieuwkomer tenminste landelijke dekking moest bieden zijn er thans verschillende hybride business-modellen denkbaar, waarbij een nieuwkomer begint met lokale hotspots terwijl voor landelijke dekking als MVNO wordt geopereerd³⁷. Dit model is een tussenvorm tussen het BWA model en de klassieke operator model. Het gaat hier om nomadisch gebruik waarbij een eindtoestel geen gebruik hoeft te maken van zogenaamde handovers.

5.3 Industriële toepassingen

Voor veel industriële toepassingen is draadloze (data) communicatie noodzakelijk. Hierbij wordt een veelheid aan technologieën toegepast, zoals gebruik van video voor bewakingscamera's of voor procesdoeleinden, voor het uitlezen van sensors en meters en het aansturen van apparaten. Voor dergelijke toepassingen is ook eigen spectrum nodig, en ook in deze industriële toepassingen is er een behoefte aan steeds grotere bandbreedtes. Voorheen werd waar mogelijk gebruik gemaakt van bijvoorbeeld datatoepassingen op de 2,4 GHz band, maar door het vol raken van deze band door steeds populairder wordende WiFi, worden bedrijfsprocessen mogelijk gestoord.

De industrie heeft daarom behoefte aan spectrum waar ze met een zekere garantie eigen private netwerken kunnen inrichten op een bedrijventerrein of gebouw om in te zetten voor hun kritische toepassingen.

In het TNO onderzoek "*Peiling belangstelling 3,5 GHz band in Nederland*" (2011) is een aantal industrieën onderzocht. Dit zijn, zoals deze in het TNO rapport zijn onderverdeeld, onder andere de sectoren Vervoer en Opslag (waar Schiphol, ECT en het havenbedrijf Rotterdam onder vallen) en de sector ICT leveranciers. Ook nu nog is er in diverse sectoren behoefte aan eigen spectrum. Het lijkt er op dat het belangrijkste bezwaar (beschikbaarheid

³⁷ Zo biedt Ziggo/UPC mobiele telecomdiensten als MVNO, maar overwegen ze ondertussen het inrichten van eigen netwerken door middel van de 2,6 GHz spectrum en/of inzet van hun WiFi-hotspots.

van apparatuur) inmiddels steeds minder geldt. Wel vormt de beperkte vergunningsduur en daarmee beperkte zekerheid over investeringen nog een drempel.

Daarnaast zien we tijdens dit onderzoek nog een aantal toepassingsgebieden, zoals toepassingen ten behoeve van openbare orde en veiligheid, van verkeerssystemen en videotoeepassingen. Deze worden hieronder verder toegelicht.

Openbare orde en veiligheid

Voor het handhaven van openbare orde en veiligheid kunnen in de 3,5 GHz band camera's worden gebruikt die met een dataverbinding in contact zijn met bijvoorbeeld een centrale meldkamer. De voordelen zijn een betrouwbaar gesloten netwerk en dat het goedkoper kan zijn dan aanleggen van vaste verbindingen naar verschillende locaties in de grote steden. Ook kunnen draadloze camera's eenvoudig verplaats worden.

Verschillende gemeentes maken al gebruik van draadloze camera's voor handhaving van openbare orde en veiligheid. Denk aan camera's in drukke straten, in de buurt van voetbalstadions of bij verlaten parkeerplaatsen. Deze toepassing is echter niet alleen interessant voor gemeentes, maar ook voor de nationale politie. Op dit moment coördineren gemeentes en regionale politiekorpsen het plaatsen van camera's onderling.

Bij openbare orde en veiligheid kan ook gedacht worden aan straat- of gebiedsverlichting. Hoewel voor deze toepassing nog geen apparatuur beschikbaar is.

Verkeerstoepassingen

Het regelen van verkeer wordt steeds slimmer. Verkeerssystemen maken veelvoudig gebruik van IT en telecommunicatie. Denk aan slimme groene golf, parkeerverwijzing en algemene bediening van verkeerslichten. Hierdoor neemt het datagebruik toe voor deze systemen. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu zet momenteel in op de stimulans van het gebruik van deze systemen in het *Beter Benutten* project.

Glasvezelaanleg naar alle locaties (zoals naar ieder verkeerslicht) is een dure aangelegenheid, en vaak wordt in de 'last mile' gekozen voor draadloze toepassingen. Voor dergelijke systemen, die meestal worden beheerd door gemeentes, is dan ook behoefte aan mogelijkheden van ongestoorde draadloze toegang.

Video toepassingen/PMSE

In de media wordt mede gebruik gemaakt van draadloze verbindingen, en met name worden in dynamische omgevingen vaak ook draadloze camera's ingezet. Denk aan PMSE toepassingen of het (live) verslaan van grote evenementen zoals sportevenementen. Bij dit soort evenementen is er een draadloze verbinding nodig tussen de camera's op de grond en regiewagen of helikopter. De toegenomen kwaliteitseisen die gesteld worden aan het beeld vergt steeds betere verbindingen. Voor dit soort toepassingen worden diverse banden gebruikt³⁸, en er is apparatuur beschikbaar voor gebruik in onder andere de 3,5 GHz band.

³⁸ Zie "Spectrum use and future requirements for PMSE", ECC Report 204

Dit spectrum (of een deel daarvan) wordt in een aantal landen dan ook ingezet voor draadloze videoverbindingen.

5.4 Private LTE

Op dit moment zijn er bedrijven die eigen private GSM netwerken opzetten voor spraakdiensten op het eigen bedrijventerrein. Hiervoor wordt de vergunningsvrije ruimte in de 1800 MHz band gebruikt. Steeds vaker is er ook behoefte aan betere dataverbindingen en bedrijven kunnen ook hun eigen private datanetwerken op basis van LTE opzetten. Het doel hiervan kan zijn om bijvoorbeeld intern te komen tot een enkele oplossing (in plaats van een pGSM/LTE netwerk naast een eigen WiFi netwerk), of de kosten van mobiel bellen omlaag te brengen. De noodzaak hiertoe is met de komst van onder andere steeds betere WiFi oplossingen, ook in de 5 GHz band, steeds minder geworden, en wordt ook spraak over WiFi vaker overwogen.

De beschikbaarheid van 'off the shelf' terminals is vrij beperkt in de 3,5 GHz band. Hierdoor is de bruikbaarheid van deze band op korte termijn op dit gebied kleiner dan private LTE in de 1800 MHz band. Dit zal veranderen zodra er meer apparatuur beschikbaar komt.

6 Overwegingen uitgifte en vergunningsvoorwaarden

Bij het uitgeven van de vergunningen voor gebruik van het 3,5 GHz spectrum zal een aantal aspecten afgewogen moeten worden. Door de juiste set van uitgifte- en vergunningsvoorwaarden te kiezen, kan er een balans gecreëerd worden in de telecommarkt waarbij spectrum efficiënt gebruikt wordt door verschillende partijen en tegelijkertijd het strategisch opkopen tegen wordt gegaan.

6.1 Marktverhoudingen

De 3,5 GHz band wordt door de huidige stand van de techniek en de manier waarop datatoepassingen gebruikt worden, steeds aantrekkelijker voor zowel operators als voor niche gebruik. Een aspect bij verdeling van spectrum is de marktverhouding. Hierbij kan juist spectrum worden bestemd en uitgegeven voor niche bedrijfstoeepassingen, voor een nieuwe operator worden gereserveerd, of het kan zo uitgegeven worden dat vooral de huidige grote telecomoperators het zouden kunnen verkrijgen.

Verschillende soorten bedrijven kunnen spectrum gebruiken, de telecomoperators hebben reeds toegang tot spectrum, maar verwachten in de toekomst nog extra spectrum nodig te hebben. Telecomoperators gaven ook aan dat de interesse voor de 3,5 GHz pas in de toekomst ligt. Een veiling voor deze band ligt daarom nu niet voor de hand.

Partijen met bepaalde 'niche' toepassingen kunnen telecomdiensten afnemen bij telecomoperators, maar soms hebben ze speciale eisen waaraan telecom operators niet eenvoudig kunnen voldoen. Niche gebruikers hebben sinds kort toegang tot de 3,6-3,8 GHz spectrum, maar hebben ook interesse in deze band.

Omdat de 3,5 GHz band door de hoge frequentie niet geschikt is voor landelijke dekking lijkt reservering voor een nieuwkomer die beoogt een landelijk dekkend netwerk te realiseren niet nuttig, en bovendien kan dit spectrum niet landelijk gebruikt worden. Een dergelijke landelijke nieuwkomer (als deze er al zou zijn) zou eerder behoefte hebben aan laag (eventueel in combinatie met 'hoog') spectrum³⁹.

Een nieuwkomer met een 'hotspot'-model waarbij men alleen in drukke gebieden een mobiele dienst aanbiedt is wel mogelijk in deze band. Echter is voldoende spectrum beschikbaar dat daar naar verwachting niet speciaal een reservering voor nodig zal zijn.

Bij de uitgifte zal rekening gehouden moeten worden met mogelijk strategisch gedrag bij het verkrijgen van spectrum: partijen zullen wellicht voor zichzelf toekomstig spectrum willen zekerstellen als er een kans is dat ze er bijvoorbeeld later geen aanspraak meer op kunnen maken. Een verplichting tot ingebruikname kan voorkomen dat spectrum om strategische redenen achter de hand wordt gehouden.

³⁹ Zie ook "Onderzoek tijdstip heruitgifte 2100 MHz vergunningen", Stratix (2014)

6.2 Technische Afwegingen

6.2.1 Hoeveelheid spectrum

Het hoge spectrum is bij uitstek geschikt voor het bieden van capaciteit in netwerken. Het is voor de exploitant van het spectrum efficiënter om grotere blokken aaneengesloten spectrum te gebruiken, dan om spectrum verdeeld over meerdere banden samen te hebben. Carrier-aggregation tussen banden is weliswaar mogelijk, maar vergt extra rekenkracht en vraagt dus meer van toestellen⁴⁰. Door bijvoorbeeld 20 MHz of meer (in stappen van 5 MHz) aaneengesloten beschikbaar te maken voor breedbandige toepassingen, wordt deze band beter geschikt voor optimaal gebruik van draadloos breedband.

6.2.2 TDD of FDD

Internationaal lijkt de trend naar TDD in deze band zichtbaar, zoals ook blijkt uit de plannen en gedachten van fabrikanten en vanuit de EC (zie HS 2 en 3).

De meeste geïnterviewde personen hebben ook aangegeven de voorkeur te hebben voor TDD gebruik van deze band. Voor telecomoperators is het in sommige gevallen technisch handiger om FDD spectrum te hebben, omdat dat aansluit bij hun huidige werkwijze, maar tegelijkertijd zijn er operators in Nederland die al met TDD werken.

Omdat deze band vooral ingezet zal worden voor het verkrijgen van extra bandbreedte, en deze bandbreedte naar verwachting niet symmetrisch of constant zal worden ingezet, en om aan te sluiten bij de internationale trend, ligt het voor de hand deze band ongepaard (TDD) in te gaan zetten.

6.2.3 Samenhang met 3600-3800 MHz

Per 1 september 2014 is het nieuwe besluit omtrent bestemming van het spectrum 3600-3800 MHz in werking getreden. Partijen kunnen dit spectrum inzetten voor diverse (lokale) netwerken en mobiele diensten. Een deel van de afwegingen voor de 3410-3600 MHz band geldt ook voor de 3600-3800 MHz band. Dit komt doordat de technische eigenschappen van beide banden vergelijkbaar zijn en apparatuur veelal voor beide banden wordt gemaakt.

Een afweging voor bestemming van de huidige 3410-3600 MHz band zou dan ook idealiter samen met de inzet van de 3600-3800 MHz band bekeken moeten worden.

De 3600-3800 MHz band is net als de 3410-3600 MHz band in te zetten voor diverse (industriële) toepassingen. Het voornaamste bezwaar momenteel daarbij is de beperkte zekerheid in verband met de korte vergunningsduur. Afhankelijk van het aantal aanvragen van spectrum in de 3600-3800 MHz band kan gekeken worden hoe met het spectrum in de 3410-3600 MHz band het beste omgegaan kan worden. Mocht de hoge band direct veel vraag (en snel daarna ook inzet) kennen, dan ligt het voor de hand hier bij de bestemming van de laagste band bij aan te sluiten. Mocht de vraag echter laag blijven, bijvoorbeeld vanwege de beperkte vergunningsduur, dan ligt het voor de hand met geïnteresseerde

⁴⁰ Daarnaast is samenvoegen van meerdere (kleine) carriers weer lastiger dan samenvoegen van enkele (grotere) carriers.

partijen in gesprek te treden en te overwegen of er meer zekerheid over continuering van vergunningen kan worden gegeven (in de 3410-3600 MHz band, of bijvoorbeeld toch in de 3600-3800 MHz band).

6.3 Afwegingen Vergunningsvoorwaarden

6.3.1 Vergunningsduur

Vergunningsduur is een belangrijk aspect voor de bruikbaarheid van dit spectrum. Mobiele operators, maar ook industriële en zakelijke operators verwachten bepaalde zekerheid met een bepaalde terugverdientijd voordat ze in infrastructuur investeren.

Het eerst testen, en dan uitrollen van een nieuwe technologie door geleidelijk oude apparatuur te vervangen door nieuwe (zowel aan het netwerk als aan de applicatie zijde) zal tenminste 12 tot 24 maanden in beslag nemen. Dit betekent dat bij een vergunningsduur van 7 jaar er nog maar vijf jaar over is waarbij het netwerk volledig operationeel is.

Ook zal men in de praktijk na de initiële uitrol van een netwerk nieuwe toepassingen willen aansluiten op het netwerk, en wanneer een latere investering gedaan wordt, wil men dat ook deze weer tenminste een aantal jaren mee kan gaan. Een lange vergunningsduur is nodig om de investeringen in een nieuwe netwerktechnologie terug te kunnen verdienen en om desinvestering te voorkomen. Zowel bij bedrijfsprocessen als bij openbare diensten wordt een termijn van 10 à 15 jaar gezien als de minimale reële tijd om investeringskosten die worden gemaakt terug te kunnen verdienen.

Telecom operators moeten na de uitrol van een netwerk de juiste type telefoons en bijbehorende toepassingen gaan uitgeven aan hun klanten, waardoor dan pas het netwerk echt terugverdiend kan gaan worden. Veel van de vergunningen voor operators zijn ook voor ten minste 15 jaar uitgegeven. Bedrijven met niche toepassingen hebben voor investeringen in hun eigen netwerkinfrastructuur ook een langere terugverdienperiode nodig.

Zoals ook in de TNO marktpelling (2011) naar voren kwam wordt een vergunningsduur van 5 à 7 jaar voor veel toepassingen als te kort bevonden. Deze korte vergunningsduur vormt een belemmering voor inzet van dit spectrum voor zowel industriële exploitanten als voor openbare aanbieders van mobiele netwerkdiensten.

Om deze belemmeringen te reduceren kan worden overwogen om voor een deel van het spectrum een langere vergunningsduur te hanteren, desnoods door daar ook strengere (ingebruikname) verplichtingen tegenover te stellen om te voorkomen dat spectrum voor langere tijd onbenut blijft.

6.3.2 Exclusief gebruik versus gedeeld of vergunningsvrij

Onder bepaalde voorwaarden kan vergunningsvrij gebruik van spectrum worden toegestaan. Het voordeel van de mogelijkheid tot vergunningsvrij gebruik is dat de drempels laag zijn waardoor innovatie en creatief gebruik kan worden gestimuleerd. Het succes van bijvoorbeeld WiFi is een voorbeeld hiervan, waarbij er innovatie op de technologie zelf

plaatsvindt en er sprake is van een zeer grote mate van WiFi gebruik voor allerlei netwerken en toepassingen.

Er blijkt ook behoefte aan spectrum voor specifieke toepassingen waarbij de gebruiker zich beschermd ziet tegen verstorend gebruik van anderen. Momenteel hebben veel professionele toepassingen in de 2,4 GHz band bijvoorbeeld last van het toenemend aantal gebruikers van WiFi.

Daar komt bij dat (net als bij andere banden) voor de LTE-TDD netwerken in de 3,5 GHz band een mate van coördinatie nodig is, en dat bescherming van gebruik boven de lijn Amsterdam-Zwolle lastiger kan worden gewaarborgd bij vergunningvrij gebruik.

Het is daarom aan te bevelen rekening te houden met de coördinatie-problematiek. Uitgifte door middel van (lokale) vergunning ligt voor de hand zodat duidelijk is wie welke rechten heeft en met wie gecoördineerd dient te worden. Er kan overwogen worden om een splitsing van gebruikersgroepen in openbare en private netwerken op te nemen om onderling overleg in drukke gebieden te vergemakkelijken.

6.3.3 Geografische scope

Een ander aspect is de geografische scope van de vergunningen. Aangezien de 3,5 GHz vanwege de clausulering niet geschikt is voor het uitrollen van landelijke netwerken, maar eerder ingezet kan worden voor het realiseren van extra capaciteit op hotspots of voor speciale lokale toepassingen, ligt het voor de hand de vergunningen ook op basis van enkelvoudige verbindingen (punt-punt) of gebied toe te kennen.

Om gebruikspartijen de meeste flexibiliteit te bieden kan gekeken worden naar de mogelijkheid om de vergunning per (beperkt) gebied uit te geven (zoals een bedrijventerrein of per geografische regio zoals een stad of een gemeente), waarbinnen de vergunninghouder naar eigen inzicht het netwerk kan inrichten. Dit geeft meer flexibiliteit dan het uitgeven per cel, omdat bij het vergunnen per cel eerst de geschikte locatie gevonden dient te zijn. Bedrijven 'scouten' namelijk pas na het verwerven van een spectrumvergunning naar geschikte locaties.

Voor industriële toepassingen geldt dat men netwerken soms inricht in (elektromagnetisch) lastige omgevingen. In een aantal gevallen zullen zij vele access-points met lage vermogens nodig hebben om alle delen van een terrein of fabriek van goede dekking te kunnen voorzien. Deze partijen worden geholpen indien zij op eigen terrein binnen een vergunning flexibel te werk kunnen gaan bij de inrichting van netwerken.

Handhaving van een vergunningen per gebied is echter lastiger indien niet per opstelpunt een licentie wordt gegeven. Agentschap Telecom zal bij uitgifte per opstelpunt wel steeds aan dezelfde partij binnen hetzelfde gebied hetzelfde spectrum toe willen kennen, dus ook voor additionele opstelpunten. Een andere partij die actief is binnen of aangrenzend aan dezelfde regio zal (zolang daar voldoende spectrum voor is) steeds een ander blok toegekend krijgen, zodat de gebruikers wel flexibiliteit behouden binnen het eigen gebied en het eigen spectrum.

6.3.4 Ingebruiknameverplichting

Om speculatie en 'strategisch inkopen' van spectrum te voorkomen en tegelijkertijd de daadwerkelijke inzet van het spectrumgebruik te bevorderen ligt het voor de hand een ingebruiknameverplichting te overwegen waarbij wordt gekeken naar daadwerkelijk gebruik van het spectrum. Een vergunninghouder kan eventueel spectrum teruggeven wanneer het na een bepaalde tijd 'op de plank blijkt te liggen', zodat een andere partij er gebruik van kan maken.

Tegelijkertijd moet de ingebruiknameverplichting redelijk zijn en geen onnodige belemmering vormen: er moet rekening worden gehouden dat het opzetten van een netwerk, ook lokaal, tijd vergt. Denk aan netwerkplanning, inkopen van nieuw apparatuur en het eventueel vervangen van een oud netwerk. Dat laatste gebeurt vaak geleidelijk en kan zelfs jaren duren, en partijen moeten ook geleidelijk een nieuwe toepassing kunnen uit rollen zonder direct zware consequenties als een deel van het verworven spectrum niet direct volledig benut wordt.

6.4 Uitgifte van vergunningen

Afhankelijk van de verwachte interesse in spectrum kunnen diverse instrumenten worden ingezet voor het uitgeven van een vergunning. Alhoewel er behoefte is aan spectrum in de 3,4-3,6 GHz band kan een deel van deze behoefte ook worden ingevuld door spectrum in de 3,6-3,8 GHz band, en zal interesse vanuit operators voor small cells pas over enkele jaren spelen.

Bij deze band is er aantal zaken waar het ministerie rekening mee kan houden bij het uitgeven van een vergunning. Door de vergunningsvoorwaarden van te voren duidelijk te maken wordt er voor gezorgd dat potentiële gebruikers een goede inschatting maken van de bruikbaarheid van spectrum.

6.4.1 Ordening ten behoeve van netwerkfstemmen en voorkomen van interferentie

Voor netwerken met aangrenzende spectrum-inzet is afstemming vaak nodig. Omdat op voorhand niet duidelijk is welke partijen straks spectrum in deze band zullen willen gebruiken kan overwogen worden het spectrum te splitsen per gebruikstype.

Door een slimme 'ordering' kan het voor partijen duidelijker worden met welke andere partijen ze mogelijk hun netwerkinzet moeten coördineren om interferentie te voorkomen.

Een mogelijkheid is om het lage deel van het spectrum toe te kennen aan publieke mobiele operators die al een spectrumvergunning hebben in andere banden, zodat de mobiele operators hun small cells in dezelfde drukke gebieden met elkaar afstemmen. Lokale netwerken en bedrijven met niche toepassingen zouden bijvoorbeeld het hoge spectrum binnen deze band kunnen verkrijgen: hier speelt voornamelijk lokale onderlinge afstemming tussen naburige netwerken. Het is mogelijk het spectrum in tweeën te delen, zoals nu het geval is bij de 3,6-3,8 GHz, maar andere of zelfs flexibele verdeling waarbij gaandeweg naar de vraag wordt gekeken is ook denkbaar.

7 Samenvatting

Uit eerder inventarisatie door TNO (2010/2011) werd duidelijk dat er op dat moment voor de 3,5 GHz band weinig interesse was, waarbij beperkte beschikbaarheid van apparatuur en de beperkte vergunningsduur van 5-7 jaar een bezwaar vormden. Inmiddels is er een aantal zaken wezenlijk veranderd. De beschikbare technologie, maar ook de vraag naar meer capaciteit en de verscheidenheid aan toepassingen maken de 3,5 GHz aantrekkelijk voor diverse partijen.

Gebruiksmogelijkheden 3,5 GHz

Momenteel ligt de focus van operators op het realiseren van LTE-dekking door middel van het uitrollen op de 800 MHz. Mobiele aanbieders willen ook in de toekomst voldoende capaciteit kunnen blijven aanbieden op hun netwerken, en hoewel het huidige spectrum nog niet volledig is benut, verwacht men dat er over enkele jaren behoefte zal zijn aan extra spectrum. Mobiele operators kunnen capaciteit van het huidige netwerk op plaatsen waar veel behoefte is verder vergroten door middel van kleinere cellen (small cells) in het 3,5 GHz spectrum. Omdat capaciteitsuitbreiding naar verwachting eerst in de 2,6 GHz en/of de 1800 MHz plaats vinden kan grootschalige behoefte aan dit extra spectrum vanuit operators nog wel enige jaren op zich laten wachten.

Voor toepassing als 'last mile' voor BWA is dit spectrum interessant om breedbandige internetdiensten aan te bieden. Waar elders met name WiMAX werd ingezet voor BWA-toegang is het niet te verwachten dat nieuwe aanbieders nog WiMAX netwerken zullen uitrollen, maar dat ook voor dergelijke business case vaker LTE ingezet zal worden.

Vanuit industrie en lokale overheden is interesse in spectrum voor diverse toepassingen, zoals inzet op het gebied van camera's voor openbare orde en veiligheid, verkeersregeling, onbemande wagens, en diverse andere industriële toepassingen. Partijen hebben daartoe behoefte aan spectrum waar zij zonder interferentie gebruik van kunnen maken.

Ontwikkelingen Apparatuur

Er is de afgelopen jaren een groei geweest in beschikbaarheid van apparatuur voor LTE in de 3,5 GHz band. Er zijn op dit moment voornamelijk WiFi-LTE modems/routers en industriële modems beschikbaar, waardoor deze band interessant is voor BWA en industriële toepassingen.

Het aantal 'reguliere' mobiele apparaten (zoals smartphones en tablets) voor de 3,5 band is op dit moment nog beperkt, maar het is de verwachting dat op termijn (3-5 jaar) steeds meer mobiele apparaten beschikbaar komen waardoor deze band interessant wordt als aanvullende 'small cell' technologie voor capaciteitsuitbreiding van mobiele netwerken.

Uitgifte van de 3,5 GHz band

Voor de voorziene toepassingen kan toekenning voor exclusief gebruik, bijvoorbeeld door middel van (lokale) vergunningen of anderzijds, zorgen voor bescherming tegen ongewenste interferentie te genieten. Bij het plannen en exploiteren van TDD netwerken zal onderlinge afstemming tussen de verschillende netwerken met aansluitend spectrum moeten

plaatsvinden. Er kan overwogen worden om een splitsing van gebruikersgroepen in openbare en private netwerken op te nemen om onderling overleg in drukke gebieden te vergemakkelijken.

Vergunningsduur

Voor zowel mobiele operators als voor industriële en zakelijke gebruikers wordt een termijn van 10 (à 15) jaar gezien als een reële tijd om investeringskosten die worden gemaakt terug te kunnen verdienen. Het is dan ook aan te bevelen te kijken welke mogelijkheden er zijn om spectrum voor langere periode te vergeven.

Lokaal gebruik

Een deel van de toepassingen heeft een lokaal karakter. Uitgifte op 'lokaal' niveau ligt voor de hand indien zowel operators (voor small cells) als anderen gefaciliteerd moeten worden binnen de 3,5 GHz band. Hierbij spreekt een aantal partijen de voorkeur uit de uitgifte niet zo zeer per opstelpunt, maar per gebied te doen plaatsvinden. Opstelpunt moeten vaak nog geworven worden, en uitgifte per geografisch af te bakenen gebied kan een uitkomst zijn. Handhaving is echter wel lastiger dan handhaving per opstelpunt.

Samenhang met 3,6-3,8 GHz

De 3600-3800 MHz band en de 3410-3600 MHz band zijn technisch met elkaar vergelijkbaar en kunnen deels worden ingezet voor dezelfde toepassingen. Afhankelijk van het aantal aanvragen van spectrum in de 3600-3800 MHz band kan gekeken worden hoe met het spectrum in de 3410-3600 MHz band het beste omgegaan kan worden. Mocht de hoge band direct veel vraag (en snel daarna ook inzet) kennen, dan ligt het voor de hand hier bij de bestemming van de laagste band bij aan te sluiten. Mocht de vraag echter laag blijven, bijvoorbeeld vanwege de beperkte vergunningsduur bij de 3600-3800 MHz, dan ligt het voor de hand met geïnteresseerde partijen in gesprek te treden en te overwegen te kijken naar langere vergunningsduur of het geven van meer zekerheid over verlenging .

Ingebruikname

Om strategisch 'verzamelen' van spectrum tegen te gaan en toe te kennen aan partijen die het vervolgens daadwerkelijk (efficiënt) inzetten kan een ingebruikname-verplichting of het vragen van een nadere behoefte-onderbouwing worden vereist.

Conclusies en aanbevelingen

Er is een algemene trend om 3,5 GHz in te zetten voor LTE, en er is reeds in beperkte mate apparatuur beschikbaar, met de verwachting dat er meer zal komen in de komende jaren door de toegenomen aandacht voor deze band. Het ligt voor de hand bij uitgifte van dit spectrum aan te sluiten bij deze algemene trend en het is niet de verwachting dat operators nieuwe WiMAX netwerken zullen gaan uitrollen.

Interesse vanuit zowel industrie en zakelijke gebruikers als vanuit operators

Er is vanuit zowel mobiele operators als vanuit bedrijven interesse voor diverse toepassingen in (capaciteits)spectrum waarin zij bescherming genieten tegen medegebruik of storingen, en het 3,4-3,6 GHz spectrum is zowel interessant voor diverse industriële toepassingen als voor (mobiele) breedband diensten en capaciteitsuitbreiding door middel van small cells.

Overweeg vergunningsduur langer dan 7 jaar

Voor de potentiële gebruiksgroepen geldt dat een vergunningsduur van 7 jaar vaak te kort is om een zekere business case op te bouwen. Het is dan ook aan te bevelen te kijken welke mogelijkheden er zijn om spectrum voor langere periode (bijvoorbeeld voor 10 jaar of langer) uit te geven, ook voor industriële gebruikers.

Beschouw 3,4-3,6 GHz spectrum in samenhang met 3,6-3,8 GHz spectrum

Een aantal van de toepassingen voor de 3,5 GHz band kunnen ook terecht in de 3,6-3,8 GHz band. Bij een afweging over uitgifte van de 3,4-3,6 GHz band zal ook de 3,6-3,8 GHz band en de gebruiksmogelijkheden van deze band betrokken moeten worden. Ook voor lokale uitgifte speelt de samenhang met het andere spectrum. Indien zowel lokale industrieën en bedrijven, als landelijke operators gefaciliteerd moeten worden binnen de 3,5 GHz band dan ligt lokale uitgifte (van tenminste een deel van het spectrum) voor de hand. Indien de eerste groep echter voldoende gebruiksmogelijkheden heeft in de hogere band dan kan deze situatie anders komen te liggen.

8 Beantwoording van de vraagstelling

1) In hoeverre is er voor de 3,5 GHz-band apparatuur beschikbaar voor FDD en TDD en dient er bij de indeling van de genoemde frequentieband een keuze gemaakt te worden om het spectrum efficiënt te gebruiken?

Er is steeds meer aandacht voor gebruik van de 3,5 GHz band als nieuwe 'capaciteits-band' voor LTE netwerken, en geleidelijk is het aantal clients de afgelopen tijd ook gegroeid, en er zijn van diverse fabrikanten speciale data-clients voor gebruik van deze band voor LTE-TDD beschikbaar. Hierbij zien we een verschil tussen toepassingen die speciaal voor deze band zijn gemaakt en meer generieke clients zoals smartphones die naast deze band ook andere banden ondersteunen.

Vooraf voor de eerste categorie zijn steeds meer clients beschikbaar, zoals apparatuur voor last mile verbindingen (WBA) zoals WiFi-modems en dongles, en draadloze camera's en draadloze modems voor industrie toepassingen.

Reguliere mobiele apparatuur, zoals smartphones en tablets, die de 3,5 GHz band (officieel band 42) naast andere banden ondersteunen zijn nog maar in zeer beperkte aantallen beschikbaar, en deze band is dan ook naar verwachting voor de komende paar jaar nog niet zo waardevol als aanvulling op de mobiele LTE netwerken. Door de toegenomen aandacht voor LTE-TDD is de algemene verwachting echter dat het aantal toestellen dat gebruik kan maken van deze band sterk zal toenemen in de komende jaren, waarna het belang van deze band zal toenemen.

Er dient bij de indeling en de uitgifte van deze band een keuze gemaakt te worden tussen gepaard en ongepaarde gebruik. Bij gepaarde inzet is de beweegruijnte beperkt, terwijl flexibiliteit juist van belang kan zijn: Denk aan extra 'downlink' capaciteit voor mobiel internet in drukke gebieden, maar ook tegelijk extra 'uplink' capaciteit voor bijvoorbeeld camera's in andere locaties.

Gezien de beschikbaarheid van apparatuur en de internationale tendens (zoals EU regelgeving) ligt het voor de hand deze band te bestemmen volgens een TDD indeling. De verwachting is dat wereldwijd deze band voornamelijk voor LTE-TDD ingezet zal worden, en dit geeft de meeste flexibiliteit voor inzet van dit spectrum.

2) Is er vanuit economisch perspectief een gewijzigde marktvrraag, daarbij ook rekening houdende met de beperkingen die t.b.v. de bescherming van het ministerie van Defensie nodig zullen blijven in de 3,5 GHz-band?

Draadloos datagebruik wordt steeds vaker ingezet door bedrijven, hetzij voor kritische bedrijfstoepassingen of voor regulier datagebruik door eigen personeel of eigen klanten in het geval van mobiele operators. Beide toepassingen maken nu vaak gebruik van andere banden. Voor industriële toepassingen wordt onder meer de 2,4 GHz band toegepast. Deze band wordt ook gebruikt voor WiFi ten behoeve van internettoegang, maar sommige niche spelers zetten dit spectrum in voor andere draadloze toepassingen. De operators bieden WiFi netwerken en mobiel internet via LTE in diverse banden (anders dan de 3,5 GHz band).

Door de populariteit van WiFi en de enorme toename van het aantal handheld apparaten per persoon is er toenemende drukte op de 2,4 GHz band. Voor allerlei bedrijf kritische toepassingen die voorheen gebruikmaakten van deze band wordt het mede daardoor steeds meer van belang de beschikking te hebben over 'eigen' spectrum. De 3,5 GHz band, of bijvoorbeeld de 3,6-3,8 GHz band, vormen een aantrekkelijke optie voor dergelijke toepassingen.

Voor de openbare telecom operators is de toenemende drukte op hun netwerk een reden om de capaciteit op hun netwerk te vergroten. Hoog spectrum zoals de 3,5 GHz band is geschikt voor het vergroten van de capaciteit en daarom is het ook voor de operators een aantrekkelijke band geworden. Operators hebben keuze tussen het verdichten van het netwerk door meer antennes te plaatsen of het gebruiken van meer spectrum. Meestal doen ze beide, maar inzet van meer spectrum is vanuit economisch perspectief de eenvoudigste manier om hogere capaciteiten te bieden.

De toename van beschikbaarheid van apparatuur die in de 3,5 GHz band werkt en de flexibiliteit van het LTE technologie heeft geleid tot een grotere interesse in deze band vergeleken met de interesse in de periode 2010/2011. De operators verwachten dan ook dat deze band in de toekomst nuttig en effectief kan worden ingezet voor bijvoorbeeld small cells ten behoeve van extra capaciteit in drukke gebieden. Momenteel richten de operators zich vooral op inzet van andere banden (zoals de 2,6 GHz band), maar de verwachting is dat ze op termijn behoefte zullen hebben aan additioneel spectrum.

De relatief korte vergunningsduur van 7 jaar biedt voor veel partijen (zowel industriële partijen als operators) niet voldoende zekerheid om een investeringsbeslissing op te baseren. Naar verwachting zal een langere vergunningsduur de nodige zekerheid bieden om het spectrum aantrekkelijker te maken voor zowel industriële gebruikers als voor mobiele operators en zal dus de barrières voor gebruik die er nu zijn verder verminderen.

3) In hoeverre moet bij het bepalen van het beleid van uitgifte van het banddeel 3410 – 3600 MHz rekening gehouden worden met ontwikkelingen rond small cell-technologie en in hoeverre is de 3,5 GHz-band daarvoor een geschikte frequentieband?

De 3,5 GHz band is een band die geschikt is voor 'small cells', en deze apparatuur is beschikbaar en/of wordt momenteel ontwikkeld. Small cells als toevoeging op een mobiel netwerk zijn bedoeld voor het vergroten van capaciteit, en de combinatie van de hoge frequentie, de mogelijkheid om relatief veel spectrum in te zetten, en het kleine bereik zorgen dat small cells in deze band het mogelijk maken het netwerk in drukke gebieden verder te verdichten.

Pico cells (in zeker zin ook een 'small cell') bieden dezelfde voordelen voor in pandige netwerken ter vergroting van de aanwezige capaciteit (al dan niet in de vorm van een private LTE netwerk).

Toepassing van 'small cells' voor LTE ligt dan ook voor de hand voor deze (of andere) hoge frequentiebanden.

Annex A Overzicht apparatuur

Voor de mogelijkheden van gebruik van het spectrum in de band 3,4-3,6 is het aanbod van verschillende type gebruiksequipment van belang. Van belang is niet alleen de hoeveelheid apparatuur, maar ook dat meerdere partijen actief zijn bij het aanbieden omdat dit een indicatie is van de breedte van het eco-systeem. Er zijn diverse manufacturers die apparatuur maken voor gebruik van dit spectrum, zie onderstaande tabel voor een overzicht. Hierbij dient onderscheid gemaakt te worden tussen verschillende typen apparatuur.

CPE-routers en modems

Er is vooral CPE-achtige apparatuur beschikbaar, zoals LTE-toegangspunten (WiFi- of ethernet routers en toegangspunten) die door middel van LTE met het netwerk worden verbonden. Dit type equipment is vooral interessant voor gebruik van dit spectrum voor BWA en voor bepaalde industriële toepassingen.

Ook zijn er een aantal "mobiele WiFi hotspots (draagbare "WiFi" accesspoints) beschikbaar.

Draagbaar/Mobiel

Wat opvalt is dat er op dit moment slechts enkele 'mobieltjes' zijn, waaronder een tablet, en er dus nog geen (ruime) keuze is omdat het overgrote deel nog niet beschikt over de mogelijkheid ook 3,5 GHz spectrum te gebruiken.

Manufacturer	Naam	Type	Band
WNC (WNC/ Altair)	LTE-Router		42
Altair / FIC	Elija TF9300, Tablet	Tablet	42
Huawei	B2268s 4G TD-LTE Outdoor CPE	CPE	42 , 43 , (38, 40)
Huawei	B593 4G LTE CPE Industrial WiFi Router	CPE	
Huawei	B222 LTE Outdoor CPE	CPE	42
Huawei	E5776s-42	CPE	42,43
Greenpacket	Multi Mode LTE & WiMAX Indoor Modem	CPE	42 , 43 , Wimax and LTE
NetComm	Wireless WNTD-4243 Outdoor modem	CPE	42,43 (38,40,41)
Mitra	Indoor LTE CPE	CPE	42/43 (38,40,41, 7,3/7/20, 4/13)
Mitra	LTE Portable Device (Portable wifi accespoint)	Mobile WiFi hotspots	42/43 (38,40,41)
Mitra	Outdoor LTE CPE	CPE	42/43 (38,40,41)
Alvarion	4G CPE		
Telrad (/Alvarion)	CPE7000	CPE	42 (43?), Wimax and LTE

Daarnaast valt op dat veel van de apparatuur geschikt is voor zowel band 42 als band 43, waardoor dus van beide banden gebruik kan worden gemaakt, en deze banden dus deels vergelijkbaar zijn.

Netwerk apparatuur

Aan de netwerkkant zijn er diverse manufacturers die reeds apparatuur voor LTE 3,5 netwerken aanbieden, zie een (niet-uitputtend) overzicht van de aanbieders die dit actief promoten:

Fabrikant		Type
Airspan	Air4G	
Airspan	AirSynergy 3000	Pico basestation
Accelleran	M101	TD LTE small cell
Huawei	SingleRAN LTE	
Huawei	SingleRAN WiMAX/LTE p	
Telrad	BreezeCOMPACT 3000	Outdoor base station
ZTE	3.5GHz high-power TD-LTE base station.	
Ericsson	RBS 6402	Multi-standard indoor pico base station
SpiderCloud	SCRN-310	
Airvana		

Annex B Spectrum voor openbare mobiele telecommunicatie diensten

Voor de *openbare mobiele telecommunicatienetwerken* (GSM, UMTS en LTE) zoals deze door de mobiele operators worden ingezet worden verschillende banden ingezet. Momenteel zijn er in Nederland vijf partijen met spectrum voor 'mobiele diensten'. In onderstaande tabel staat een overzicht het spectrum dat voor deze toepassingen wordt toegepast.

	<i>Laag</i>		<i>Hoog</i>		
	800 MHz band	900 MHz band	1800 MHz band	2,1 GHz MHz band	2,6 GHz band
Totaal	2x30 MHz	2x35 MHz	2x70 MHz	2x60 MHz	2x65 MHz

Tabel 1: Overzicht huidige gepaard spectrum (afgerond op hele MHz)

	<i>Hoog (ongepaard)</i>		
	1900-1920 MHz	2010-2025 MHz	2565-2620 MHz
Totaal	20 MHz	15 MHz	55 MHz

Tabel 2: Overzicht huidige ongepaard spectrum (afgerond op hele MHz)⁴¹

Naast dit spectrum wordt overwogen ook spectrum in de 700 MHz (694 - 790 MHz) band, nu nog in gebruik voor DVB-T, in de toekomst vrij te maken voor het aanbieden van mobiele breedbanddiensten⁴².

⁴¹ <http://www.frequentieland.nl/wie.htm>

⁴² Europese Commissie, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-957_en.htm

Annex C LTE banden

In onderstaande tabellen zijn de ETSI TS 136 106 V12.1.0 (2013-09) LTE banden⁴³ weergegeven. Voor dit onderzoek zijn onder meer band 22, 42 en 43 relevant en in de tabellen gearceerd.

Band	NL gebruik/ naamgeving	Uplink MHz		Downlink MHz		Bandwidth MHz	
1	2100 MHz band	1920	1980	2110	2170	2x60	
2		1850	1910	1930	1990	2x60	
3	1800 MHz band	1710	1785	1805	1880	2x75	
4		1710	1755	2110	2155	2x45	
5		824	849	869	894	2x25	
6	2,6 GHz band	830	840	875	885	2x10	
7		2500	2570	2620	2690	2x70	
8		900 MHz band	880	915	925	960	2x35
9		1749,9	1784,9	1844,9	1879,9	2x35	
10		1710	1770	2110	2170	2x60	
11	800 MHz band	1427,9	1447,9	1475,9	1495,9	2x20	
12		699	716	729	746	2x18	
13		777	787	746	756	2x10	
14		788	798	758	768	2x10	
15*		1900	1920	2600	2620	2x20	
16*		2010	2025	2585	2600	2x15	
17		704	716	734	746	2x12	
18		815	830	860	875	2x15	
19		830	845	875	890	2x15	
20		832	862	791	821	2x30	
21	1447,9	1462,9	1495,9	1510,9	2x15		
22		3410	3490	3510	3590	2x80	
23		2000	2020	2180	2200	2x20	
24		1626,5	1660,5	1525	1559	2x34	
25		1850	1915	1930	1995	2x65	
26		814	849	859	894	2x35	
27		807	824	852	869	2x17	
28		703	748	758	803	2x45	
29**				717	728	2x11	
30		2305	2315	2350	2360	2x10	
31		452,5	457,5	462,5	467,5	2x5	
32**				1452	1496	44	

* geen 3GPP band, door ETSI gedefinieerd voor Europa

** downlink only

⁴³ Zie http://niviuk.free.fr/lte_band.php

Relevante TDD banden:

Band	NL gebruik/ naamgeving			Bandwidth MHz
33		1900	1920	20
34		2010	2025	15
35		1850	1910	60
36		1930	1990	60
37		1910	1930	20
38		2570	2620	50
39		1880	1920	40
40		2300	2400	100
41		2496	2690	194
42		3400	3600	200
43		3600	3800	200
44		703	803	100

CONTACT

Stratix

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

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