

# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

**TNO | Kennis voor zaken**



# Projectgegevens

Auteurs	<b>Ir Bram van den Ende, Ir Peter Trommelen, Dr Adrian Pais</b>
Projecttitel	<b>Exploitiemogelijkheden 3.5 GHz frequentieband in Nederland</b>
Projectnummer	<b>035.33830</b>
Rapportnummer	<b>35402</b>
Versie	<b>1.0</b>
Opleverdatum	<b>Oktober 2010</b>
Opdrachtgever	<b>Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie</b>
Contactpersoon	<b>Mw mr S.M. Hannema</b>
Rubricering	<b>Geen</b>

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

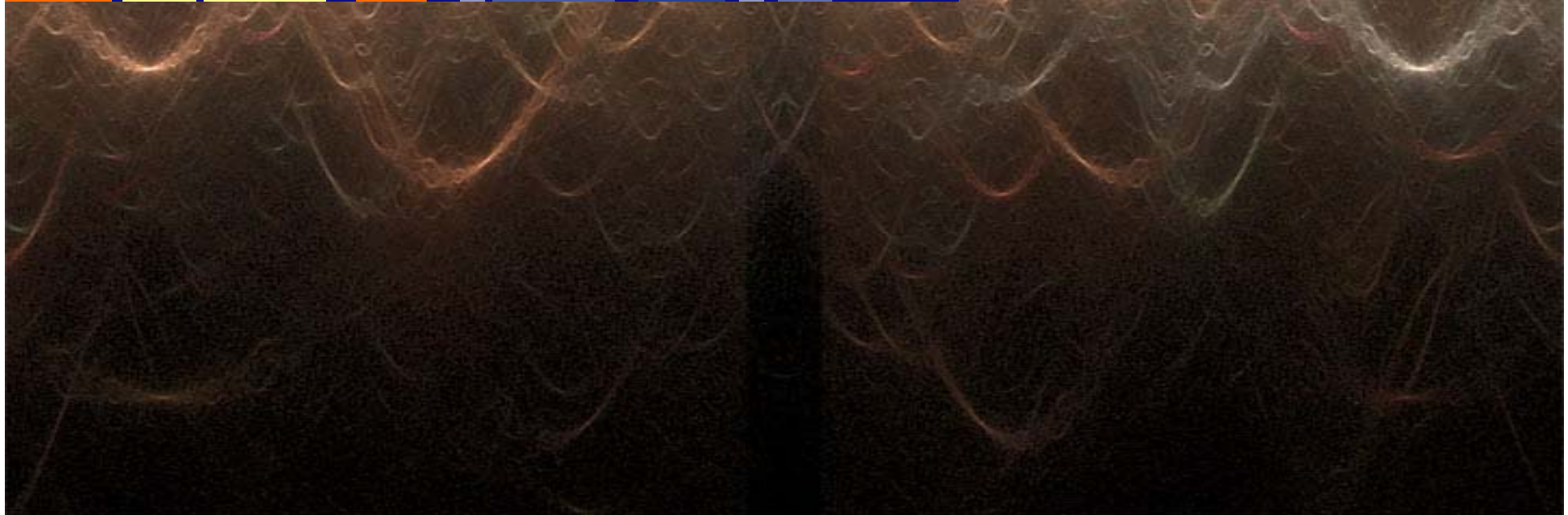
© 2010 TNO

*Model v1.2, kam, jan 2008*

# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 1. Management summary

**TNO | Kennis voor zaken**



# Inleiding

## Achtergrond

- Coëxistentie-onderzoeken door TNO in 2008 en 2009 voor de 3.5 GHz band wijzen op conflict tussen BWA-uitrol en NSO-grondstation te Burum.
- Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (ELI) besluit tot clausulering van de frequentieruimte tussen 3410 en 3600 MHz; aanpassing NFP.
- Restricties:
  - Boven lijn Amsterdam-Zwolle geen BWA uitrol
  - Beneden die lijn 15 dB onderdrukking uitgestraalde vermogen (uitgaande van WiMAX BS specificatie) in richting van Burum ( $\pm 1^\circ$ )
- Worldmax beschikt tot eind 2015 over licentie voor 3500-3580 MHz band. Restant komt op korte termijn in aanmerking voor uitgifte.
- Nederland dient bij de Europese Commissie haar intenties met deze band spoedig verhelderen.



# Inleiding

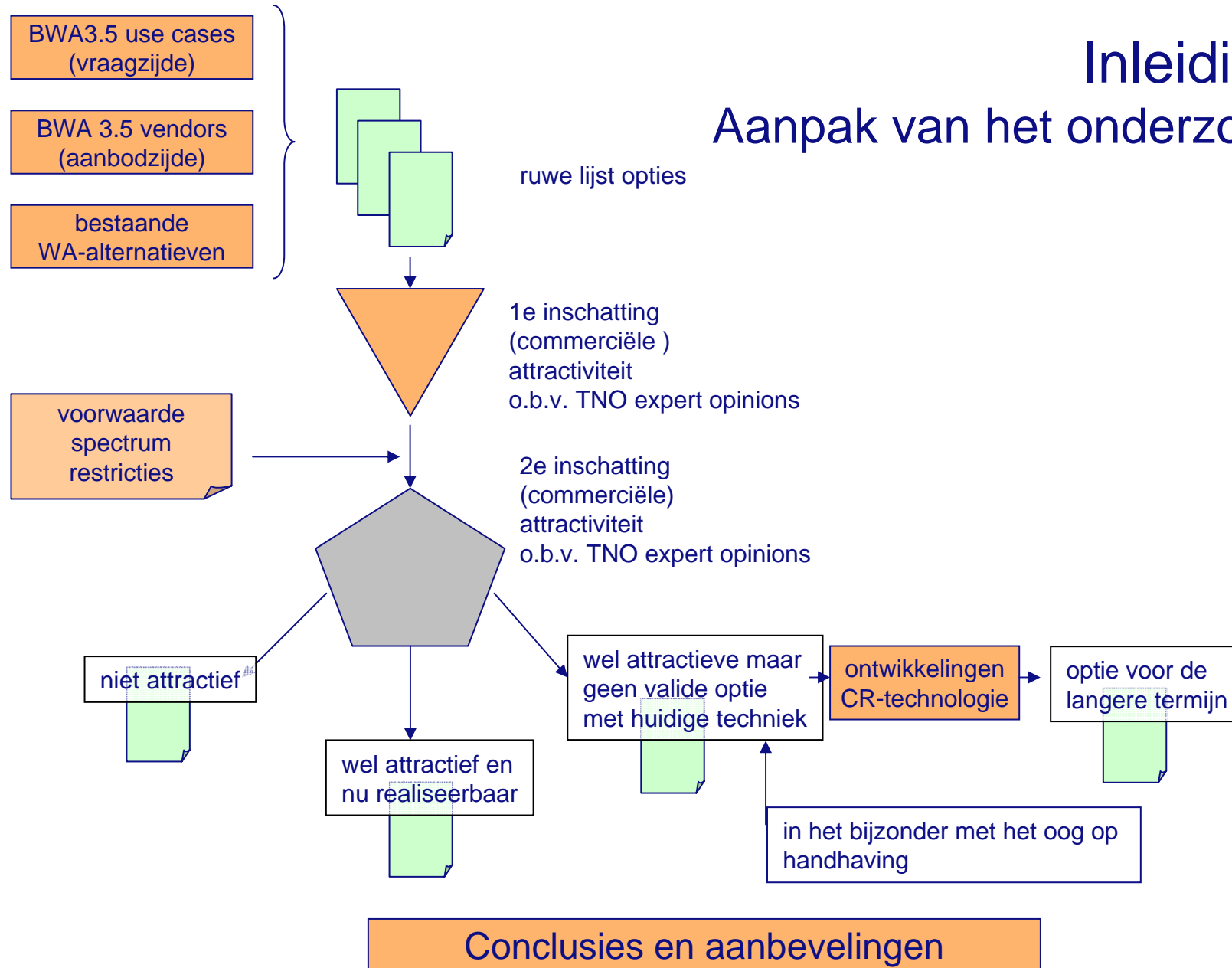
## Vraagstelling ELI aan TNO

*Is het 3410-3500 MHz spectrum en 3580-3600 MHz spectrum (nog) geschikt om binnen 2 jaar vanaf heden uit te geven aan een commerciële marktpartij om dit spectrum gedurende ca. 15-20 jaar succesvol te exploiteren, rekening houdend met:*

- *de geldende restricties voor deze band*
- *verschillende potentiële toepassingsmogelijkheden*
- *de commerciële attractiviteit*
- *internationale ontwikkelingen (technologie)*
- *handhaafbaarheid van de voorwaarden*

# Inleiding

## Aanpak van het onderzoek



# Hoofdbevindingen




































## Conclusies

- De 3.5 GHz band is een internationaal geharmoniseerde IMT band. In Europa staat de BWA allocatie nog op gespannen voet met bestaand gebruik (FSS). Deze situatie zal zich niet op afzienbare termijn wijzigen en coördinatiemaatregelen zijn onontbeerlijk. De situatie in Nederland wijkt af in de zin dat voor SGS Burum een specifiek nationaal protectiecriterium is vastgesteld ivm militaire interceptiefunctie, wat tot de clausulering heeft geleid.
- WiMAX is en blijft voorlopig de exclusieve technologie voor de 3.5 GHz band. Op termijn zal waarschijnlijk ook LTE apparatuur voor deze band op de markt verschijnen. WiMAX slaat in West-Europa echter niet goed aan (geen schaalvergroting).
- De clausulering vergt toezicht. Nieuwe technologie helpt dit mogelijk te maken, doch is voorlopig daarnaast actief toezicht d.m.v. monitoring en steekproefsgewijze inspecties noodzakelijk.
- Het belang van de 3.5 GHz band voor publieke operators is zeker op de korte termijn gering. De clausulering is niet zozeer bepalend als wel de huidige situatie in het spectrum- en technologielandchap. Op langere termijn zal deze situatie veranderen i.v.m. de verwachte sterke groei in mobiel breedband. Dit vindt zijn weerslag in een overwegend matige beoordeling van de huidige toepassingsmogelijkheden van de 3.5 GHz band voor publiek breedband.
- Het nut van de 3.5 GHz band voor breedband connectiviteit in diverse sectoren (zogenaamde niches) is op een enkele uitzondering na overwegend positief beoordeeld. Met name lokale toepassingen zijn haalbaar en naar ons oordeel ook maatschappelijk-economisch gewenst.

# Hoofdbevindingen

## Beoordeling attractiviteit (I)



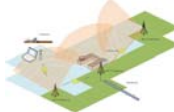






















In onderstaande tabellen (legenda achter deze slides) is de beoordeling van de attractiviteit (ongeclausuleerd en geclausuleerd) samengevat weergegeven.

3.5 GHz voor publiek breedband			
	Optie	Ongeclausuleerd	Impact clausulering
	FWA particulier	   	 / 
	FWA zakelijk	 → 	 / 
	Hotspots/Campus	   	 / 
	Femtocells	   	
	Residential gateways	 → 	
	Wireless backhaul	   	



# Hoofdbevindingen

## Beoordeling attractiviteit (II)

3.5 GHz voor specifieke sectoren			
	Optie	Ongeclausuleerd	Impact clausulering
	Mobiliteit (auto)		Niet relevant
	Mobiliteit (vaart)		Niet relevant
	Haven/Logistiek		
	OOV	  	Niet relevant
	Beveiliging		
	Media		 / 
	Industrie		
	Landbouw		 / 

# Hoofdbevindingen

## Legenda bij beoordeling



### Kolom “Ongeclausuleerd”:



gunstig perspectief; attractief



perspectief onzeker/onbepaald (‘vriezen/dooien’)



perspectief ongunstig; niet attractief

### Kolom “Impact clausulering”:



geringe of matige impact



significante impact

# Hoofdbevindingen

## Beantwoording van de hoofdvraag

### *Hoofdvraag:*

- *Is het 3410-3500 MHz spectrum en 3580-3600 MHz spectrum (nog) geschikt om binnen 2 jaar vanaf heden uit te geven aan een commerciële marktpartij om dit spectrum gedurende ca. 15-20 jaar succesvol te exploiteren, rekening houdend met diverse factoren?*

### *Beantwoording:*

- *Op grond van onze bevindingen vinden wij een dergelijke uitgifte momenteel niet opportuun. Voor een periode van 5 tot 7 jaar (wellicht met uitloop naar 10 jaar) is een andere benutting van dit spectrum te prefereren.*

# Hoofdbevindingen

## Aanbevelingen

- Het ministerie van ELI wordt aanbevolen een marktconsultatie te organiseren met betrekking tot de benutting van de nog beschikbare ruimte in deze band in de komende 5-10 jaar.
- Anticiperend op een voorlopig matige belangstelling voor inzet van deze band voor publiek breedband, wordt ELI en AT aanbevolen de mogelijkheden te onderzoeken voor een pluriformer benutting van de band in Nederland gedurende een bepaalde vooraf vastgestelde periode.
- ELI en AT wordt aanbevolen de kans te benutten om de mogelijkheden van nieuwe technologie (CR&IT) af te tasten in de verstrekking van licenties en de handhaving van de condities.

# Opbouw van deze rapportage

1. Achtergrond, inleiding en samenvatting van bevindingen
2. Inventarisatie toepassingsmogelijkheden
3. Karakterisering van de 3.5 GHz band, mede in samenhang met andere banden voor mobiel breedband (spectrumlandschap)
4. Beschouwing van de huidige dominante technologieopties voor mobiel breedband
5. Toezicht op de clausulering; mogelijkheden met nieuwe (CR-) technieken
6. Inschatting attractiviteit van de 3.5 GHz band (ongeclausuleerd en geclausuleerd) op korte en middellange termijn
7. Eindconclusies en aanbevelingen
8. Gebruikte afkortingen
9. Geraadpleegde bronnen
10. Annex: Advanced Antenna Solutions





# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 2. Inventarisatie toepassingsmogelijkheden

**TNO | Kennis voor zaken**



# Inventarisatie 3.5 GHz toepassingsmogelijkheden

## Inhoudsopgave

- Dit onderdeel omvat een inventarisatie van diverse toepassingsmogelijkheden voor de 3.5 GHz frequentieband
- De inventarisatie is als volgt ingedeeld:
  - Toepassingsmogelijkheden in publieke breedbandnetwerken (zogenaamde *Horizontal Markets*)
  - Toepassingsmogelijkheden in specifieke sectoren (zogenaamde *Vertical Markets*)



# 3.5 GHz band voor publiek breedband FWA voor de particuliere markt

Fixed Wireless Access (FWA)-residentieel

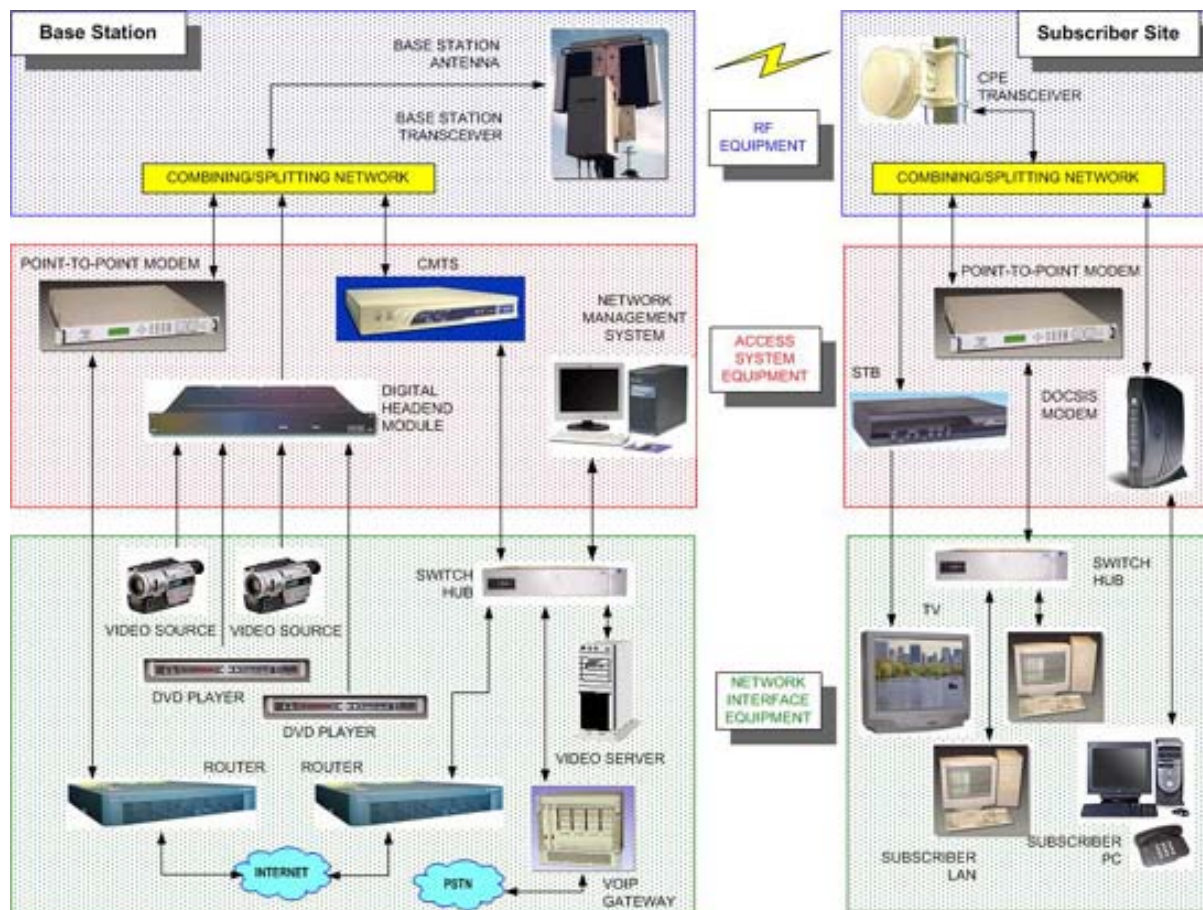
- Mogelijk alternatief voor DSL, Kabel of Glas
- Gericht op huishoudens (consumenten)
- Diensten: Alle diensten (t/m triple play)
- Vaste dakantenne of via spriet antenne (nomadisch)
- Non-LOS verbindingen mogelijk in deze band
- Mogelijke incentives:
  - concurrerend alternatief voor bestaande DSL of Kabel aansluiting
  - substitoot in gebieden waar DSL of Kabel aansluiting niet aanwezig is
  - vergroting redundantie (nog geen issue bij consumenten)



# 3.5 GHz band voor publiek breedband FWA voor de particuliere markt



Triple play services op basis van BWA



Bron: CableAML.com



# 3.5 GHz band voor publiek breedband FWA voor de zakelijke markt (algemeen)

## FWA-zakelijk

- Breedband connectiviteit is essentieel voor het bedrijfsleven
- Trend naar grotere behoefte aan symmetrische diensten
- Huidige BB-aansluiting veelal op basis van xDSL, de kabel of glas. Omvang (MKB of Corporate) en lokatie van het bedrijf is belangrijke factor (binnenstad, suburbaan, separaat bedrijventerrein).
- Er is een bestaande (beperkte) markt in Nederland voor aansluiting bedrijven op basis van FWA. Inzet van WiFi-technologie of gelicenseerde straalverbindingen
- Incentives zijn met name leveringssnelheid en concurrerende tarieven





# 3.5 GHz band voor publiek breedband Hotspots / Campus deployments

## BWA hotspots

- Lokaal grote capaciteit aanbieden
- Als aanvulling op mobiel macronetwerk (3G/4G op 800, 900, 1800, 2100 MHz)
- Voor mobiele datadiensten; exploitatie door WISP's
- Momenteel in West-Europa overwegend op basis van WiFi



# 3.5 GHz band voor publiek breedband

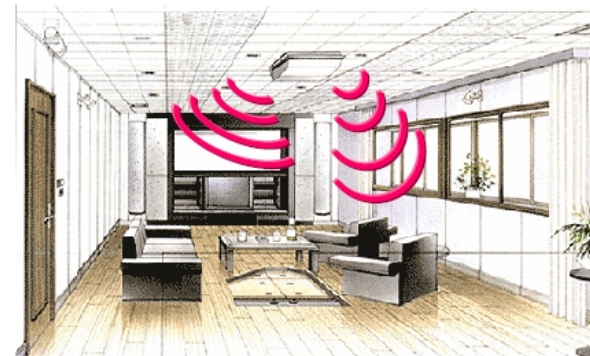
## Indoor wireless: femtocellen (mobiel)

### Mobiele communicatie: 65 – 70% van het verkeer is indoor

- Femto cellen zijn miniatuur base stations bedoeld voor indoor gebruik en die de bewoner/gebruiker zelf aanschaft en installeert. Toepassing zowel in huizen als in bedrijven.
- Femtocellen verbeteren de indoordekking van het macro-mobiele netwerk (outdoor), hetgeen in belangrijke kostenbesparingen in het netwerk kan resulteren. Met name in gebieden met een marginale buitendeckking biedt dit voor abonnees een belangrijke verbetering van de mobiele telefonieservice.
- Femtocellen maken het tevens mogelijk dataverkeer dat veel netwerkcapaciteit vraagt via een vast aansluitnetwerk te routeren. Dit voorkomt dure ingrepen in het mobiele netwerk om de capaciteit op te hogen. De sterke opkomst van smartphones leidt tot een zeer sterke toename in de capaciteitsvraag.

### Femtocellen worden reeds toegepast

- Femtocellen zijn geen volledig nieuwe ontwikkeling, maar worden reeds door sommige operators toegepast/ondersteund, zoals Vodafone (Sure Signal product) en AT&T.
- Femtocellen werken typisch in de banden waarin ook de macronetwerken functioneren. Immers, in die banden werken ook de mobiele terminals die verbinding moeten kunnen maken met een femtocel. Dual-mode toestellen zijn op deze manier niet noodzakelijk.
- Femtocellen bestaan voor diverse radiointerfaces nl UMTS, WiMAX, GSM en LTE.
- Femtocellen kunnen zijn geïntegreerd in home/residential gateway systemen die op DSL of Kabel is aangesloten en verkeer routeert.



# 3.5 GHz band voor publiek breedband

## Indoor wireless: femtocellen (vast/residential gateways)

### Draadloos internet en TV-distributie in huis

- WiFi in ongelicenseerde band (2.4 of 5 GHz) is momenteel meest in zwang voor (breedbandig) draadloos Internet toegang binnenshuis. PLC voldoet vaak niet. DECT beperkt zich tot telefonie.
- Diverse Home / residential gateway systemen die op DSL of Kabel zijn aangesloten hebben WiFi (+router) geïntegreerd.
- Voor breedbandige multimedia content is Wireless HDMI beter gepositioneerd.

### Tragedy of the commons?

- In WLAN band ontstaan congestierisico's; tragedy of the commons nabij?
- Mogelijk interessante propositie voor vaste netwerk operator om In-home broadband wireless in gelicenseerd spectrum te faciliteren (low power).
- Toepassing WiMAX gebaseerde Femtocellen in de 3.5 GHz band is potentiële mogelijkheid.

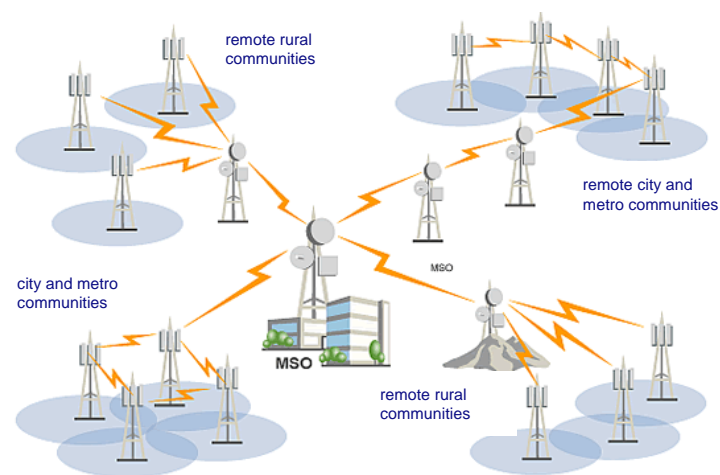


# 3.5 GHz band voor publiek breedband

## Wireless backhaul in mobiele en WiFi netwerken

### Wireless Backhaul

- In mobiele communicatienetwerken is wireless backhauling een belangrijke optie voor die situaties waar niet rechtstreeks of eenvoudig/kosteneffectief toegang tot het vaste netwerk mogelijk is.
- Hetzelfde geldt voor WiFi access points die aan de back-bone infrastructuur moeten worden gekoppeld.
- Met de sterke groei van mobiel dataverkeer wordt (lokale) netwerkverdichting (micro en picocellen) c.q. de realisering van hotspots belangrijk en daarmee ook de wireless backhaul optie.

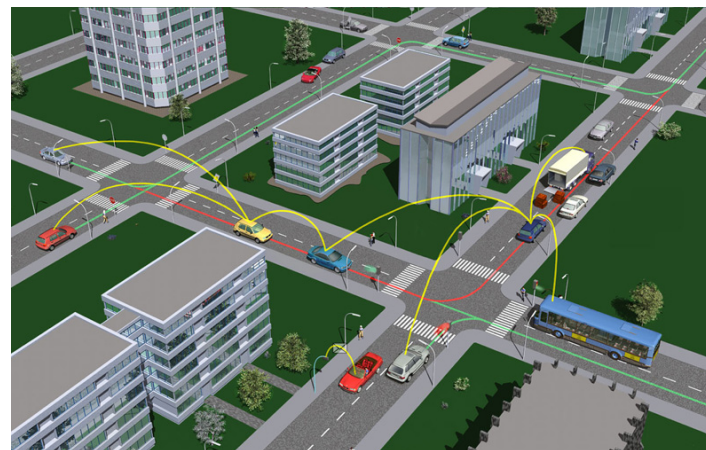


# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Mobiliteit

### Car-2-Roadside

- Verkeersmanagement en overige informatiediensten voor automobilisten.
- Dekking langs wegen realiseren met BWA-technologie.
- BWA in de 3.5 GHz band zou een goede optie kunnen zijn, maar internationale standaardisatie is echter gericht op de 5.855 GHz en 5.925 GHz banden.
- NL specifieke ontwikkeling is in deze markt niet aan de orde.



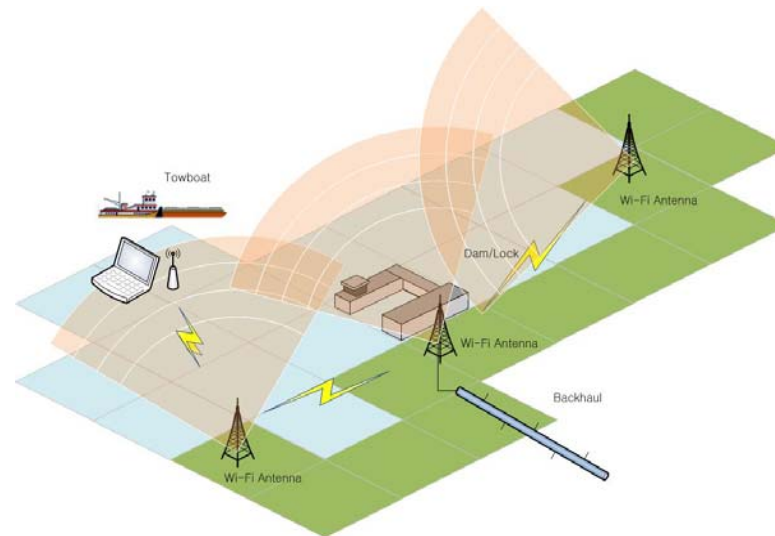


# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Vervoer&Logistiek (I)

### River Information Services

- Broad band services voor de binnenvaart
- Veiligheidstoepassingen: walradar aan boord, gevaarlijke stoffen
- Bedrijfsvoering: lading, planning, registratie
- Dekking van publieke commerciële mobiele netwerken nog onvoldoende
- BWA in de 3.5 GHz band is in beginsel een mogelijke optie
- Specifiek Nederlandse oplossing is echter ongunstig gezien het feit dat meer dan 80% van de binnenvaart een internationaal karakter heeft (bron: Beleidsstrategie binnenvaart, 2007)



# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Vervoer&Logistiek (II)

### Havengebied / Luchthaven / Logistiek

- Nu veel datacommunicatie op basis van 2,4 GHz WLAN (zie o.a use case ECT op volgende slide)
- WiFi is echter storingsgevoelig
- Behoeft aan 'schoon' spectrum voor betrouwbare communicatie
- Communicatieverbindingen binnen gesloten netwerk
- BWA technologie in de 3.5 GHz band is hier mogelijke kandidaat. Propagatie is mogelijk aandachtspunt



# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Vervoer&Logistiek (III)



### Usecase ECT (bron: CR platform)

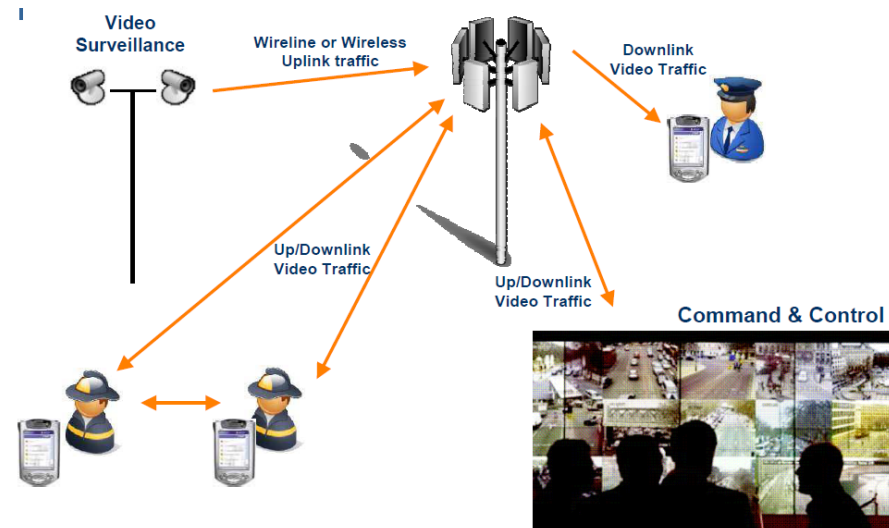
- ECT werkt momenteel met een Frequency Hopping systeem in de 2.4 GHz band zoals gedefinieerd in de IEEE 802.11 standaard met een overdrachtsnelheid van 1 Mbit/s. Dit systeem wordt niet meer ondersteund door de fabrikant.
- Omdat het gebruik maakt van shared spectrum is de beschikbaarheid soms beneden de benodigde waarde door bezoekers of door burelen. Door de populariteit van Wi-Fi is dit probleem met de tijd groter geworden.
- Bij het zoeken naar een nieuw systeem is een vereiste dat een node minstens 300 mobiele stations moet kunnen onderscheiden en is een beschikbaarheid van 99.9 % vereist. In principe zijn de kosten geen issue.
- De groep speelde met een aantal mogelijkheden zoals spectrum “lenen” van andere gebruikers; Wi-Fi apparatuur (aantrekkelijk vanwege de lage kostprijs en de standaard interface) om laten zetten op andere, daarbij behorende, frequenties; hybriditeit en cognitiviteit met medegebruik van civiel spectrum; etc.

# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Veiligheid (OOV)

### Openbare orde en veiligheid

- Momenteel veel aandacht voor additioneel spectrum beneden de 1 GHz (m.n. Digitaal Dividend band), maar er is tevens een requirement boven de 1 GHz (CEPT FM38, ETSI)
- *"Local Area Mobile Ad Hoc Systems" for rapid expanding high speed communication needs in incidents (events, disasters and so on) on frequencies above 1 GHz.*
- Banden in de 5 GHz range (5.1-5.2 en 4.9 GHz) lijken als eerste optie te worden onderzocht (Zie ECC\REC(08)04))



bron: Thales

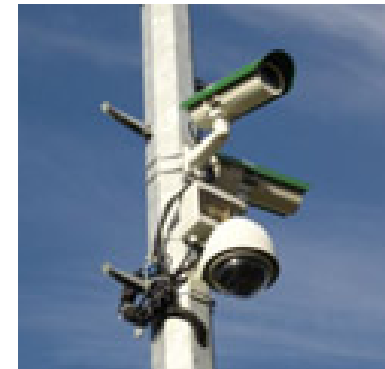
# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Veiligheid (bedrijven)

### Beveiliging van bedrijfsterreinen

- Aansluiten van CCTV\* camera's voor de bewaking
- Netwerkcapaciteit tevens gebruiken voor andere diensten (VoIP, internet, data)
- Oude business van Enertel (voordat de draadloze tak naar Worldmax overging)
- <http://www.vog.nl/nieuws/nieuwsbericht/article/wimax-van-enertel-ontsluit-bedrijventerreinen.html>
- Deze activiteit kan in handen zijn van een landelijke service provider, van een gespecialiseerd beveiligingsbedrijf maar ook door individuele bedrijventerreinen.

\*) CCTV: Closed Circuit TV





# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Media

### Professionele (live) productie van TV content

- Toepassingen: wireless camera's, mobiele video transmissie
- Beschikbaarheid van frequenties boven de 1 GHz staat onder druk
- Systemen voor de 3.5 GHz band zijn beschikbaar in de markt
- (<http://www.vislinknews.com/Collateral/Documents/English-Vislinknews/L1500-12.pdf>)
- Toepassing o.a. in de UK (3500 – 3600 MHz toegewezen aan PMSE)



# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Industrie

### Sensor netwerken

- Vraag vanuit de (proces-) industrie om meer betrouwbare sensor communicatie
- Zigbee en Bluetooth functionaliteit
- Zelfde functionaliteit gewenst maar dan in exclusieve frequentieband
- Flinke schaduwwerking in de propagatie, maar tegelijk multipath gain in omgevingen met veel metaal. Onduidelijk of dit per saldo tot een goede coverage propositie leidt.
- In ieder geval nog geen ontwikkelingen in de 3.5 GHz band bekend



# 3.5 GHz band in publieke breedbandnetwerken

## Land- en tuinbouw

### Breedband voor land- en tuinbouw

- Speciale case van FWA-zakelijk
- Breedband belangrijk voor bedrijfsvoering in agrarische sector en communicatie met de overheid
- Motie Atsma: subsidie beschikbaar vanaf begin 2010
- <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2010-5084.pdf>
- <http://www.landbouwfilmmpjes.nl/mediadetails.php?key=6ff30ec1e8ae54048265>

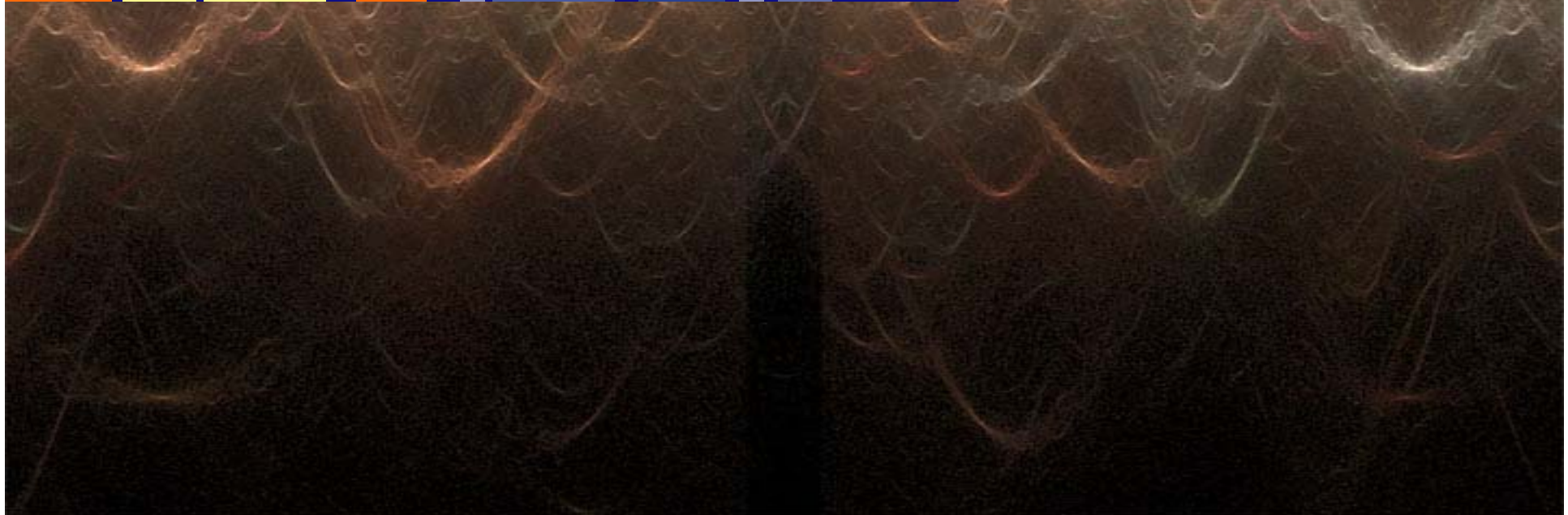


 Naar slide 1

# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 3. Karakterisering van de 3.5 GHz frequentieband

**TNO | Kennis voor zaken**



# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Inhoudsopgave

- De exploitatiemogelijkheden van de 3.5 GHz frequentieband staan niet op zichzelf, maar moeten worden gezien in nauwe relatie tot zowel de beschikbaarheid van spectrum in andere frequentiebanden (met name voor mobiel) als tot de beschikbaarheid van technologie.
- In dit hoofdstuk wordt een nadere karakterisering gegeven van de 3.5 GHz band (Europa/NL), mede in relatie tot andere banden.
- Het hoofdstuk sluit af met subconclusies



# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

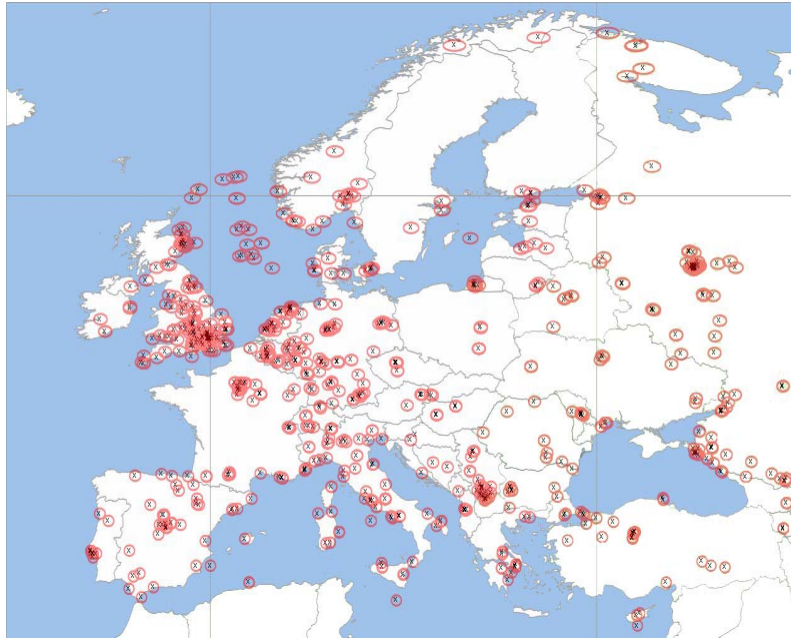
## Algemeen

- Breder beschouwing van de situatie in de 3400-3800 MHz band is hier relevant.
- Band oorspronkelijk bestemd (Europa) voor vaste verbindingen, fixed satellite services (beide co-primair), en mobiel en radar (beide secundair).
- NJFA exclusieve requirement voor radar tussen 3400 en 3410 MHz. Vanaf 3410 tot 3500 MHz radar op secundaire basis.
- Belangrijke mijlpaal is WRC-07 beslissing voor opname van een footnote in de RR over co-primaire allocatie van 3400-3600 MHz voor Mobile services (IMT) in Regio 1 (incl. Europa).
- Tweede relevante mijlpaal is EC besluit van 21 mei 2008 om 3400-3800 MHz band in Europa te harmoniseren voor Broadband Wireless Access (vast, nomadisch, mobiel) toepassingen.
- In alle Regio 2 landen (Amerika) heeft BWA co-primaire status in de 3500-3700 MHz band. In aantal Regio 2 landen is ook sprake van co-primaire status voor BWA in 3400-3500 MHz band.
- Asia-Pacific landen (Regio 3) hebben co-primaire allocatie in 3400-3600 MHz. Japan is sterk voorstander van verruiming tot 4200 MHz.
- Conclusie: De 3400-3800 MHz band is gezien de wereldwijde harmonisatie een serieuze kandidaat band voor IMT.



# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Coëxistentie met satelliet grond stations (FSS in C-band)



- EU-beleid 3400-3800 MHz gericht op BWA
- Belang van coördinatie met FSS (80 stations binnen Europa) wordt echter onderkend
- Overlegproces o.l.v. de RSC
- ECC Decision in de maak met coördinatie-richtlijnen
- Significante rol voor nationale regulators
- CEPT en ITU-R werken aan meer flexibele bandplannen (CEPT-plan wordt verwacht in januari 2011).
- Mitigatiemaatregelen op basis van Cognitieve Radio technologie worden overwogen
- Conclusie: FSS blijft voorlopig een relevante factor in een pan-Europese BWA-uitrol.

Zie ook 2 volgende slides

# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Internationale richtlijnen voor sharing BWA-FSS (I)

- Binnen de Radio Spectrum Committee van de EC is coördinatie tussen BWA en FSS geïdentificeerd als issue dat Europees speelt (RSC 2008 - heden).
- Gericht op Fixed Satellite Service down-link en niet specifiek op interceptie. De coördinatiemaatregelen zijn daarmee niet automatisch ook geschikt voor SGS Burum.
- Doelstelling Commission Decision (2008/411/EC) is om de harmonisatie van 3400 – 3800 MHz voor BWA zo goed mogelijk implementeren, met bescherming van de bestaande diensten.
- RSC geeft guidelines voor coördinatie, maar deze activiteit wordt beschouwd als een taak van de nationale overheden. Zie ook de volgende slide.
- RSC guidelines opgesteld in samenwerking met stakeholders, WiMax forum en SAP REG (Satellite Action Plan Regulatory Group). Geen support van GSM Association en UMTS Forum.
- De guidelines zijn toegevoegd aan de EC decision '*on the harmonisation of the 3 400-3 800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community*' (2008/411/EC).
- De guidelines kunnen ook als basis dienen voor de regeling in NL.
- Bescherming van interceptie zou onder de guidelines gebracht kunnen worden.

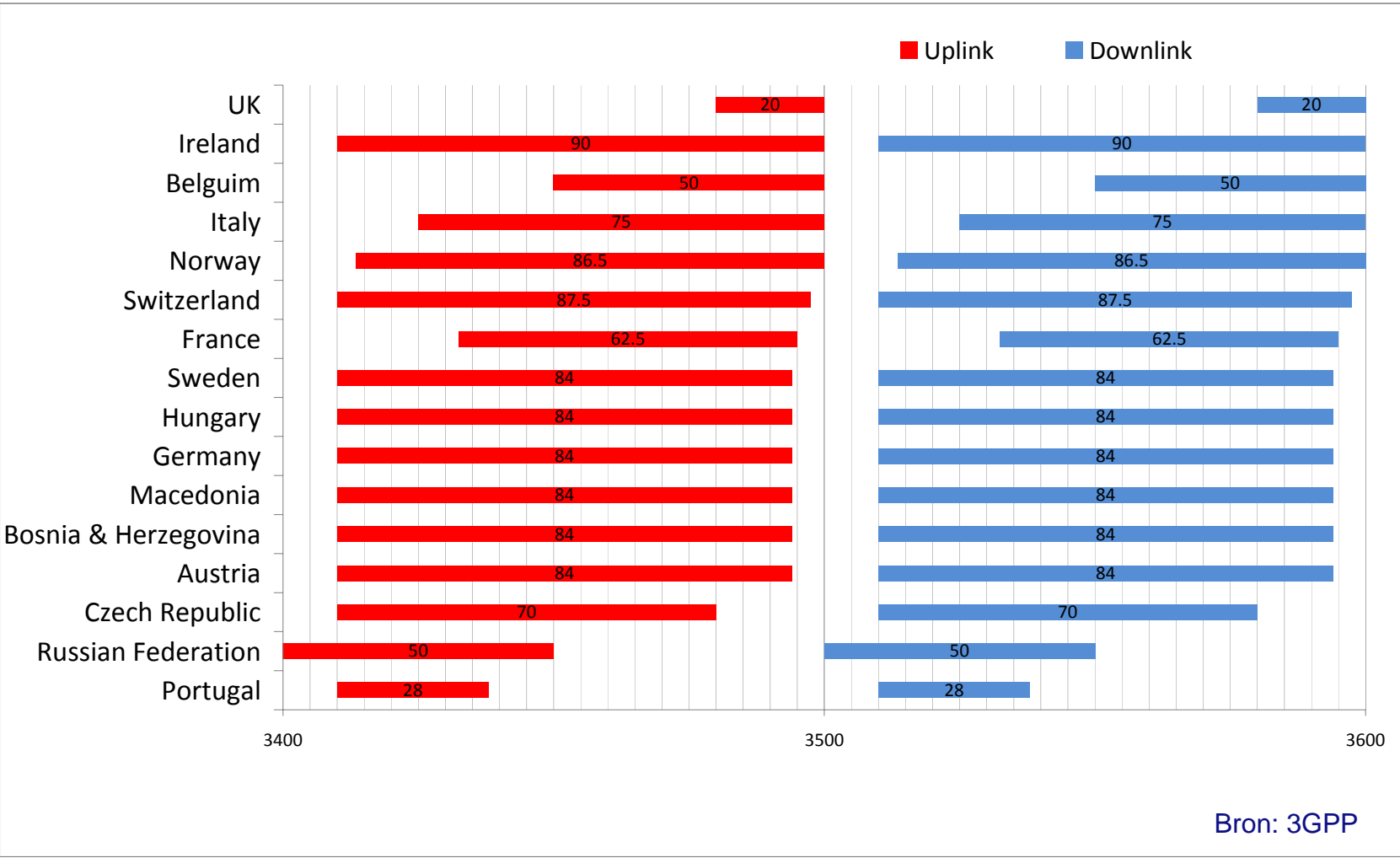
# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Internationale richtlijnen voor sharing BWA-FSS (II)

- 1. Frequency coordination is primarily concerned with local implementation, local propagation conditions and local licensed use of the shared band. This is best dealt with by national administrations;
- 2. Some administrations have effective co-ordination arrangements in place. The implementation of these guidelines is at the discretion of the national administrations to the extent this may help them;
- 3. The key objectives of co-ordination processes are maximising efficient use of the available spectrum for the benefit of the EU whilst protecting existing licensed uses of the band;
- 4. Coordination processes and associated protection should only apply to registered/licensed spectrum users;
- 5. Data exchange and coordination processes are mutual and reciprocal to all band users;
- 6. Data on registered use of the band should be available to all users under relevant legal protections and confidentiality obligations;
- 7. The coordination process must be both accurate and fast to enable all operators to efficiently plan spectrum utilisation and network deployments;
- 8. Operators should have access to registered band usage to maximise the successful coordination of spectrum through propagation modelling without physical measurement at the planning stage;
- 9. All parties are responsible for the efficient use of spectrum. In deploying new BWA stations and new FSS Earth stations, operators should be cognisant of the need to minimise constraints on the other service;
- 10. These guidelines primarily relate to co-ordination within national boundaries. For the situation where BWA and FSS stations are within the territories of different administrations, the use of these guidelines within bilateral agreements may help to expedite cross border coordination;
- 11. Both parties should undertake reasonable efforts to successfully complete the coordination exercise as quickly as possible;
- 12. Either party has the inherent right to refer the co-ordination to the relevant NRA(s) if agreement cannot be reached.

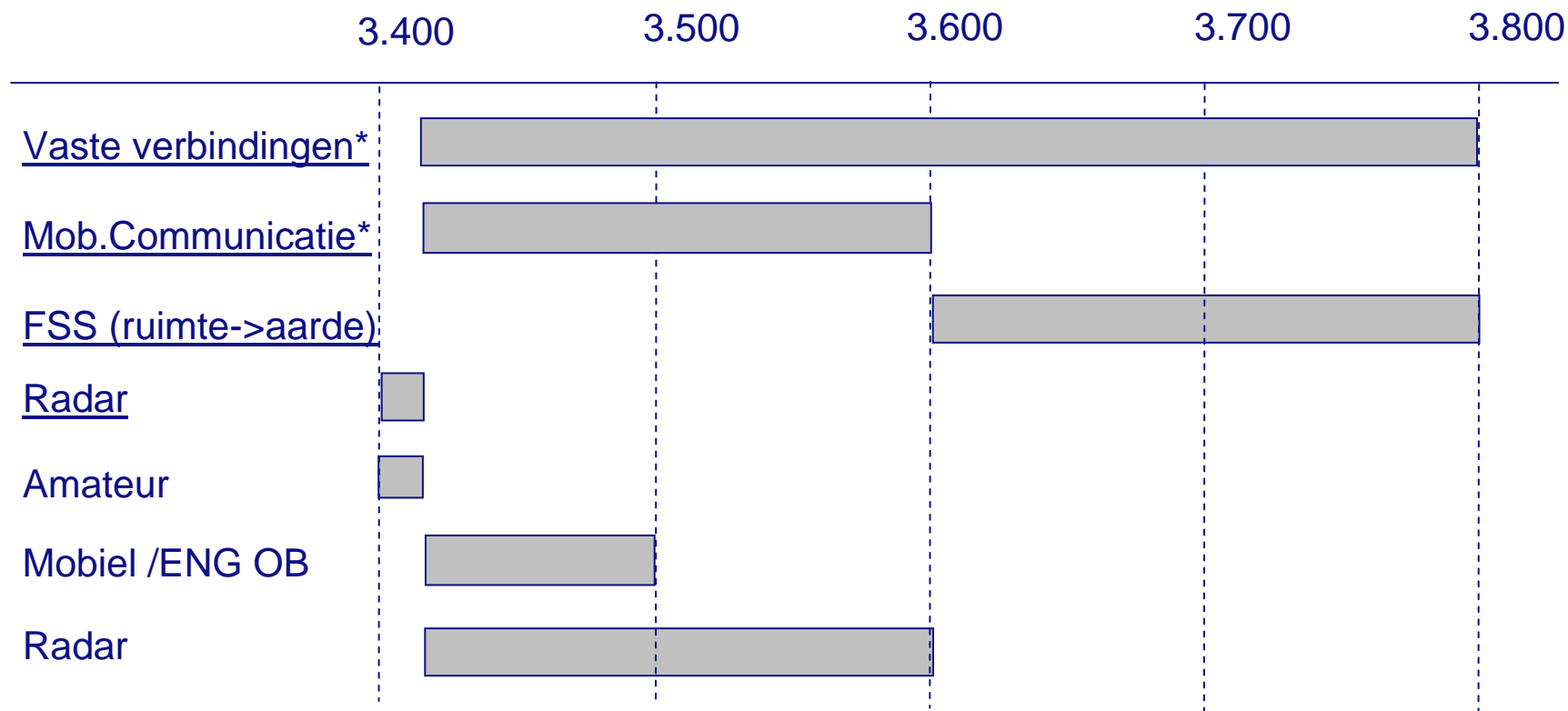
# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Band arrangementen in Europa (m.u.v. NL)



# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Situatie in Nederland (na NFP-wijziging)



ENG-OB: Electronic News Gathering – Outside Broadcasting  
 FSS: Fixed Satellite Services

Primair gebruik is onderstreept  
 \*) met restricties; zie volgende slides

# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Beschikbare ruimte voor BWA in Nederland (I)

- De Fa Worldmax beschikt over een vergunning voor FWA in de frequentieband 3500-3580 MHz. Deze licentie loopt eind 2015 af.
- In mei 2010 is door ELI een NFP ontwerpbesluit gepubliceerd dat drie doelen beoogde:
  1. bescherming bieden aan veiligheids- en defensietaken die worden uitgeoefend in de frequentieband 3400 – 3800 MHz. Dit heeft geresulteerd in nadere restricties (zie volgende slide)
  2. flexibilisering van het gebruik van de frequentieruimte tussen 3410 en 3600 MHz; Transitie van FWA naar BWA.
  3. Beperking/afbouw van de inzet van vaste verbindingen in deze band
- Tot 31 december 2015 zijn de nog beschikbare spectrumdelen voor BWA:
  - 3410-3500 MHz
  - 3580-3600 MHz



# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Beschikbare ruimte voor BWA in Nederland (II)

In Nederland worden restricties van toepassing op BWA in de 3410-3600 MHz band:

1. Geografische restrictie voor de band 3410-3600 MHz (zie figuur). BWA-uitrol boven lijn Amsterdam-Zwolle niet toegestaan
2. EIRP restrictie in de richting van Burum ( $-15 \text{ dB} \pm 1^\circ$ )



Coördinaten

Punt 0:  $52^\circ 25' 31''$  N en  $3^\circ 03' 46''$  O

Punt 1:  $52^\circ 25' 31''$  N en  $4^\circ 33' 23''$  O

Punt 2:  $52^\circ 25' 31''$  N en  $4^\circ 58' 28''$  O

Punt 3:  $52^\circ 37' 40''$  N en  $6^\circ 42' 36''$  O

Bron: NFP Ontwerpbesluit, mei 2010

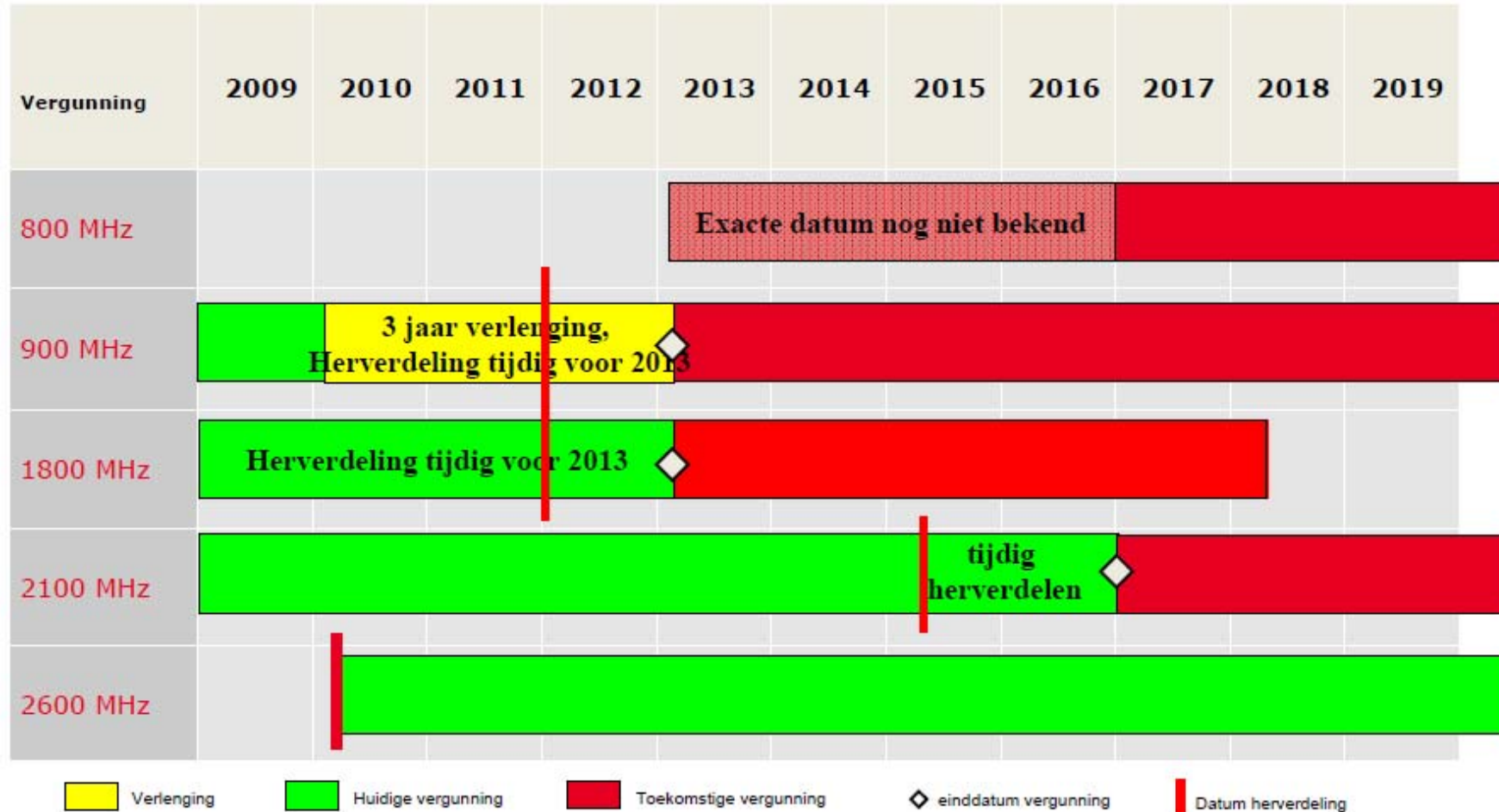
# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Beschikbare ruimte voor BWA in Nederland (III)

- De nu nog beschikbare BWA-ruimte heeft een aantal nadelen:
  - landelijke presence is niet mogelijk (inperking markt bereik)
  - bruto beschikbare ruimte ligt tussen 3410-3500 MHz met een veel smaller stuk hoger in de band tussen 3580 en 3600 MHz. De vraag is of FDD gebaseerd netwerk voldoende interessant is. Mogelijk is TDD in de 3410-3500 MHz een serieuzere optie.
  - richtingsafhankelijke EIRP restrictie verhoogt uitrolkosten (om effect te repareren)

# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Status overige banden (mobiel) in Nederland



Bron: Ministerie van Economische Zaken

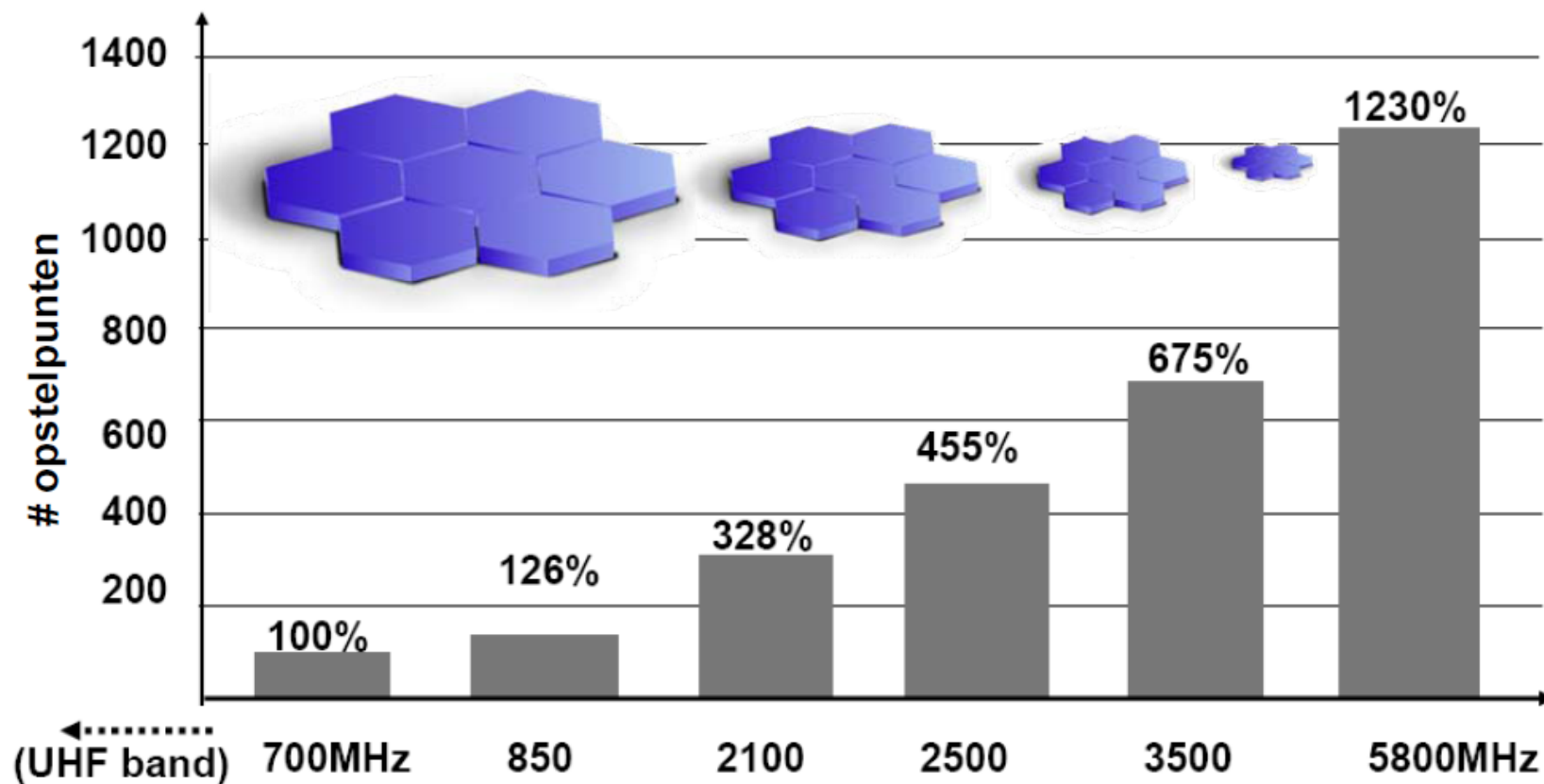
# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Status overige banden (mobiel) in Nederland

- Het belang van de 3.5 GHz band voor operators in de komende ca 5 jaar moet worden afgewogen tegen de huidige en voorziene opties in de lagere banden. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen bestaande spelers en nieuwe toetreders (beide met landelijke ambities)
  - Voor nieuwe toetreders is de 3.5 GHz i.h.a. geen aantrekkelijke optie omdat in de opbouwfase van een mobiel netwerk dekking prioriteit heeft t.o.v. capaciteit. Daarvoor zijn juist lage frequenties van belang.(zie ook volgende slide)
  - Twee nieuwe toetreders (Ziggo 4 en Tele 2 in de rol van MNO) hebben zeer recentelijk reeds geïnvesteerd in 2.6 GHz frequenties. Behoeftte aan 3.5 GHz frequenties ligt voorlopig niet voor de hand
  - De bestaande spelers (KPN, Vodafone, T-Mobile) hebben eveneens 2.6 GHz frequenties geacquireerd. Behoeftte op afzienbare termijn aan 3.5 GHz spectrum ligt niet voor de hand.
- Op wat langere termijn zal het belang van de 3.5 GHz band beslist toenemen i.v.m. capaciteitsbehoefte van 4G-netwerken.

# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

3.5 GHz is geen voorkeursoptie voor realiseren van dekking



Bron: Ericsson

# Nadere karakterisering van de 3.5 GHz band

## Subconclusies

- De 3400-3800 MHz band is gezien de wereldwijde harmonisatie een serieuze kandidaat band voor IMT.
- In Europa stuit de ambitie van de Europese Commissie voor een BWA-bestemming op de 3.5 GHz band op coördinatieissues met FSS (bestaand gebruik). Hiervoor worden nu richtlijnen opgesteld die door nationale regelgevers kunnen worden toegepast. Dit is een factor waar operators in Europa voorlopig rekening mee moeten houden.
- In Nederland is een specifieke situatie aan de orde met SGS Burum dat niet alleen voor commerciële FSS services wordt gebruikt, maar ook voor militaire interceptiedoeleinden. De voor BWA in Nederland afgekondigde restricties (clausulering) dienen ter bescherming van die functie.
- De belangstelling in Nederland voor de 3.5 GHz band zal, ongeacht de clausulering, voorlopig beperkt zijn is onze inschatting. Op termijn zal deze belangstelling zeker aantrekken.

 Naar slide 1



# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 4. Technologieopties wireless/mobiel breedband

**TNO | Kennis voor zaken**



# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## Inhoudsopgave

- De exploitatiemogelijkheden van de 3.5 GHz band staan niet op zichzelf, maar moet worden gezien in nauwe relatie tot zowel de beschikbaarheid van spectrum in andere frequentiebanden (met name voor mobiel) als tot de beschikbaarheid van technologie.
- In dit hoofdstuk wordt het technologielandchap voor mobiel breedband geschetst. In het bijzonder wordt ingegaan op de technologie-opties WiMAX, UMTS/HSPA en LTE.
- Hoofdstuk sluit af met subconclusies.



# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

- **800 MHz**
  - Kandidaattechnologieën: LTE and WiMax
  - Work item in oprichting in 3GPP
- **900 MHz**
  - GSM, HSPA (apparatuur reeds beschikbaar)
  - LTE (gespecificeerd)
- **1800 MHz**
  - GSM (apparatuur reeds beschikbaar)
  - LTE (gespecificeerd en waarschijnlijk in ontwikkeling)
- **2100 MHz**
  - HSPA (apparatuur reeds beschikbaar)
- **2600 MHz**
  - LTE (hoofdband voor LTE, vroege releases van apparatuur beschikbaar)
  - WiMax (apparatuur reeds beschikbaar)
- **3500 MHz**
  - WiMax (apparatuur reeds beschikbaar)
  - LTE (work item in 3GPP)
  - HSPA (work item in 3GPP)

Technologieën worden hierna in meer detail besproken

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## Enkele internationale trends

### Digitaal dividend

- Herallocatie van vrijgekomen spectrum dat oorspronkelijk in gebruik was voor omroep (tussen 200 MHz en 1 GHz).
- In 2009 hebben diverse Europese landen de 790-862 MHz band gealloceerd voor breedband 4G diensten.
- Oproep voor geharmoniseerde technische randvoorwaarden in Europa (GSMA).

### Spectrum refarming

- Uitrol van breedbandtechnologieën zoals UMTS en/of LTE in de 900 en 1800 MHz banden.
  - UMTS 900 is reeds uitgerold in diverse landen (bijv. Nieuw Zeeland)
  - De 900 en 1800 MHz banden zijn momenteel in gebruik door GSM operators.



# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## WiMAX

- Mobiele breedbandtechnologie welke spraak-, data- en multimediasdiensten ondersteunt.
- De eerste WiMAX versie dateert van 2004 en is gebaseerd op de IEEE 802.16d standaard en wordt meestal als “Fixed WiMAX” aangeduid daar ondersteuning van mobiliteit ontbreekt.
- In December 2005 accordeerde de IEEE een herziene standaard IEEE 802.16e waarin onder andere de ondersteuning van mobiliteit is gespecificeerd.
- Inmiddels is een opvolgende versie van Mobile WiMAX technologie gebaseerd op de IEEE 802.16m standaard in ontwikkeling (WiMAX 2.0). De IEEE 802.16m standaard ondersteunt nieuwe functies en een hogere efficiëntie ten behoeve van IMT-Advanced (4G) netwerken.

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## Ondersteuning WiMAX m.b.t. frequentiebanden

Band Klasse	Frequency band	Bandwidth	Duplex Technology
1	2.3 - 2.4 GHz	5, 8.75 and 10 MHz	TDD
2	2.305 - 2.320 GHz and 2.345 - 2.360 GHz	3.5, 5 and 10 MHz	TDD
3	2.496 - 2.690 GHz	5 and 10 MHz	TDD
4	3.3 - 3.4 GHz	5, 7 and 10 MHz	TDD
5	3.4 - 3.5 GHz	5, 7 and 10 MHz	TDD

- WiMAX Versie 1.0 ondersteunt uitsluitend the time-division duplex (TDD) mode en geen frequency-division duplex (FDD) welke in IEEE 802.16e eveneens gespecificeerd is.
- Deze voorkeur voor TDD wordt gemotiveerd door de technische voordelen van TDD waaronder een flexibele allocatie van capaciteit voor upstream- en downstreamverkeer en de mogelijkheid om bundelvorming en Multiple Input Multiple Output (MIMO) technologie toe te passen.



# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

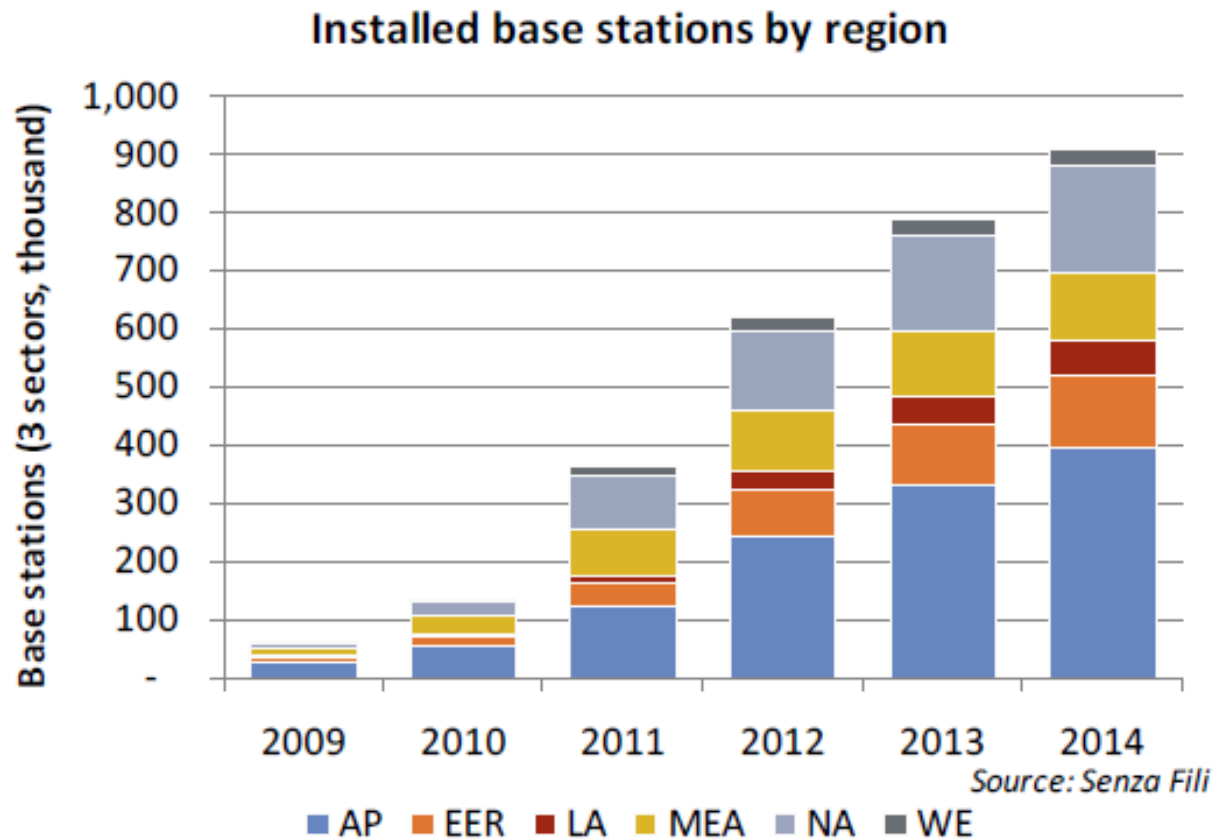
## Voorbeelden van huidige WiMAX netwerken in 3.5 GHz

- **Imagine Communication Group** rolt een nationaal mobile WiMAX netwerk uit in Ierland in de 3.5GHz band. Het netwerk omvat een end-to-end WiMAX oplossing van Motorola voor de levering van spraak en breedband datadiensten aan residentiële gebruikers en aan MKB. Tevens biedt het netwerk mobiliteit in stedelijke centra, op basis van USB dongles.
- **Clearwire** heeft aangekondigd dat zij volgend jaar een 3.5 GHz mobile WiMAX netwerk in Malaga en Sevilla, Spain gaan uitrollen, gebruikmakend van RAN-apparatuur van Alvarion en ZTE.
- **Unwired Australia Pty Ltd** is een Australisch bedrijf dat zich richt op een FWA-netwerk waarmee carrier grade Internet diensten worden geleverd. Zij bieden momenteel dekking in Melbourne en Sydney. Unwired heeft 52.320 abonnees.(Maart 2010). De toegepaste technologie is geleverd door Amerikaanse leverancier Navini networks en Venturi Wireless Solutions. Unwired klanten gebruiken externe modems voor de verbinding met het vaste netwerk. De technologie is portable maar niet mobiel (technologie werkt niet goed als de ontvanger is bewegings is). Het netwerk werkt in de 3.5 GHz band binnen een spectrumband dat is exclusief wordt gebruikt door Unwired.
- Momenteel worden bestaande netwerken in de 3.5 GHz band voornamelijk gebruikt voor BWA-diensten in sterk afgebakende gebieden (stedelijk gebied).

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband WiMAX perspectief (bron: Senza Fili Consulting)

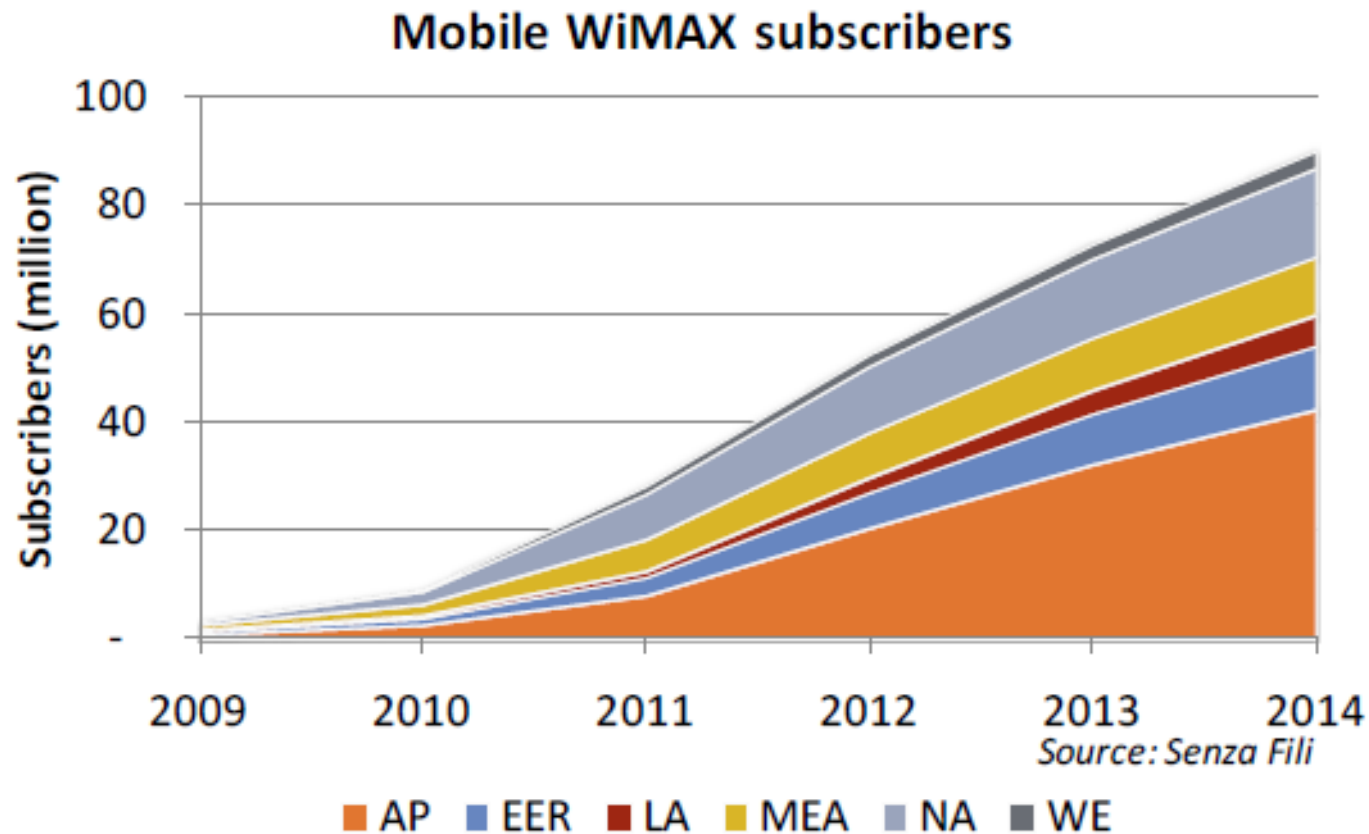
- Wereldwijd speelt WiMAX overwegend een rol als FWA-technologie (66%).
- Grootste groei in de adoptie van WiMAX technologie vindt plaats in de zgn emerging economies (niet-Westerse landen). West-Europese markt wordt als meest problematisch gezien. Voor de 2.6 GHz band wordt LTE als aantrekkelijker optie gezien (in Europa), waarmee alleen de 3.5 GHz als kandidaatband overblijft. Deze band wordt door de geïnterviewde operators echter als minder optimaal beschouwd voor mobiliteit support buiten dicht-verstedelijkt gebied. Tevens is de prijsconcurrentie in verstedelijkt gebied i.h.a. groot. E.e.a. resulteert in West-Europa in zgn Tier-2 operators die met name vaste diensten aanbieden in gebieden die matig worden bediend door grote landelijke operators.
- Wereldwijd wordt binnen de WiMAX community een sterke groei verwacht in de adoptie van Mobile WiMAX (incl beschikbaarheid van randapparatuur), zeer waarschijnlijk geconcentreerd in het 2.3 – 2.7 GHz frequentiebereik. West-Europa wordt echter niet als groeimarkt gezien.
- WiMAX 2.0 (IEEE 802.16m) moet het antwoord worden op LTE. Industriële steun voor WiMAX 2.0 zal toekomst van WiMAX gaan bepalen.
- Verwachte ARPU-erosie zal mee gaan bepalen waar WiMAX technologie kosteneffectief kan worden ingezet. Dit kan betekenen dat WiMAX in West-Europa alleen potentieel aantrekkelijk is in zogenaamde Vertical Markets.

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband WiMAX perspectief (I)



Grafiek illustreert een verwachte zeer beperkte uitrol van WiMAX  
in West-Europa richting 2014

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband WiMAX perspectief (II)



Grafiek illustreert dat de verwachte boost m.b.t. Mobile WiMAX aan West-Europa voorbijgaat

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## UMTS/HSPA

- UMTS/HSPA is een cellulaire digitale technologie voor spraak, data en multimedia diensten over publieke mobiele netwerken.
- UMTS/HSPA wordt gestandaardiseerd door het 3rd Generation Partnership Project (3GPP) en is één van de internationale derde-generatie (3G) technologieën voor mobiele telecommunicatie.
- UMTS is de meest wijdverbreide 3G technologie. In april 2010 werd het gebruikt door 325 mobiele operators in 135 landen. HSPA wordt gebruikt door 315 operators in 133 landen en HSPA+ door meer dan 41 operators.

Technologie	Nederland	Europa	Wereld
UMTS/HSPA	7.3 miljoen / 43.4%	207 miljoen / 34.2%	420 miljoen / 6.1%

Bron: Monitor Draadloos (TNO) nog niet gepubliceerd

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## Ondersteuning UMTS/HSPA m.b.t. frequentiebanden

- UMTS/HSPA wordt gebruikt in gelicenseerde frequentiebanden, die verschillen per regio.
- In Europa wordt UMTS/HSPA van origine gebruikt in de 2100 MHz band (uplink: 1920-1980 MHz; downlink: 2110-2170 MHz).
- Daarnaast wordt het nu in sommige Europese landen (Finland, België, IJsland]) ook toegepast in de 900 MHz band (Uplink: 880-915 MHz; Downlink: 925-960 MHz).
- In Nederland wordt UMTS/HSPA tot op heden alleen gebruikt in de 2100 MHz band, waarvoor de licenties in 2017 zullen verlopen. De bandbreedte van een UMTS kanaal is 5 MHz in zowel uplink als downlink.



# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## LTE

- LTE is een publieke, cellulaire digitale landmobiele technologie voor spraak, data en multimedia diensten.
- Begonnen in 2004 binnen het 3rd Generation Partnership Project (3GPP), richt het Long Term Evolution (LTE) project zich op het verbeteren van de Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) en het optimaliseren van de architectuur van het radio aansluitnet.
- LTE is technisch gereed voor commerciële roll-out, zoals blijkt uit het TeliaSonera netwerk.
- Verwacht wordt dat eind 2010 22 LTE netwerken operationeel zullen zijn, met een groei naar 39 of meer eind 2012. Eind 2010 / begin 2011 zullen de meeste relevante fabrikanten LTE chipsets kunnen leveren.
- Nederland heeft nog geen operationeel LTE netwerk, maar op de 2.6 GHz spectrum veiling in april 2010 is door 5 partijen spectrum aangekocht dat in een aantal gevallen (zeker de nieuwe partijen Tele2 en Ziggo 4) gebruikt zal gaan worden voor LTE .
- Voor LTE in de 3.5 GHz band is een 3GPP work item gedefinieerd (zie latere slide)



# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## Ondersteuning LTE m.b.t. frequentiebanden

LTE werkt in gelicenseerde frequentiebanden, die verschillen per regio. In Europa kan de FDD mode van LTE in principe gebruikt worden in de volgende banden:

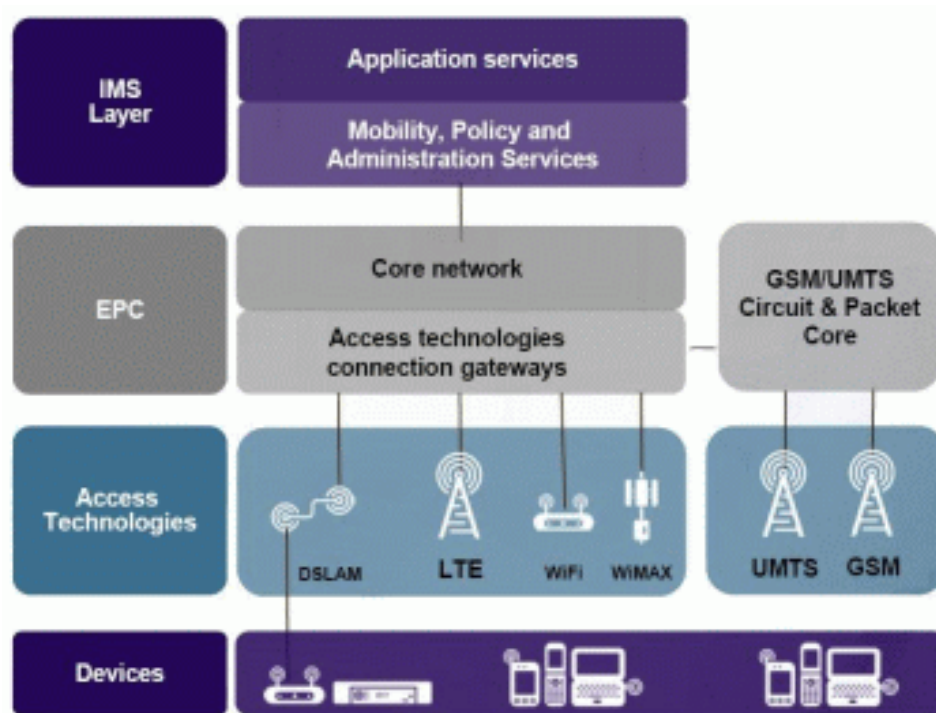
- 900 MHz (uplink: 880-915 MHz; downlink: 925-960 MHz);
- 1800 MHz (uplink: 1850-1910 MHz; downlink: 1930-1990 MHz);
- 2100 MHz (uplink: 1920-1980 MHz; downlink: 2110-2170 MHz);
- 2.6 GHz (uplink: 2500-2570 MHz; downlink: 2620-2690 MHz).

LTE ondersteunt schaalbare bandbreedtes van 1.4, 3, 5, 10, 15 of 20 MHz



# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## Evolutie 3GPP architectuur



- Met Evolved Packet Core (EPC) claimt 3GPP 'seamless' koppeling van diverse RAN's, waaronder LTE en WiMAX. Voice verkeer wordt apart afgehandeld.
- Ergo, toekomstige operators zullen zelfstandig, of gezamenlijk in staat zijn meerdere RAN's (in meerdere frequentiebanden) te benutten en optimaal in te zetten (traffic management)

bron: UMTS Forum

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## Voorsortering UMTS&LTE voor de 3.5 GHz band

In 3GPP wordt een study item (R4-103160) opgestart, gericht op bestudering van UMTS-LTE in de 3.5 GHz band:

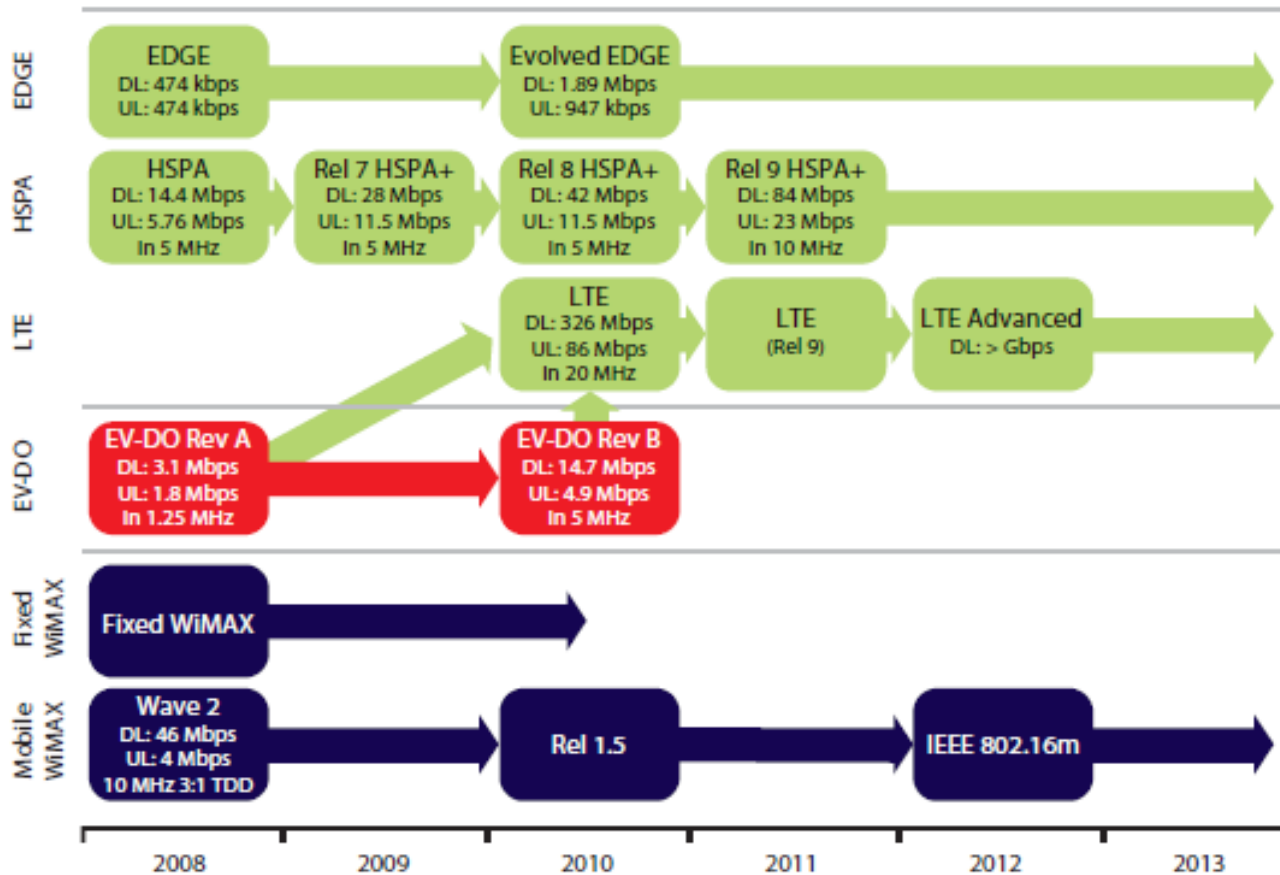
- TeliaSonera, Motorola, en Ericsson dragen hieraan bij
- Vaststelling van 3.5 GHz band plannen voor verschillende regio's in de wereld (volledig).
- UTRA eisen (onderweg) zoals UE en BS RF requirements, UTRA kanaalraster en nummering, signaleringseisen.
- 3410-3500 MHz gepaard met 3510-3600 MHz (FDD) wordt als basis uitgangspunt genomen voor verder onderzoek.
- Vereiste aanpassingen aan de standaarden zijn reeds voorgesteld.
- Verwachte voltooiing van het proces van standaardisatie eind 2010.
- Verwachte beschikbaarheid van apparatuur: 2012 op zijn vroegst.

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband

## Subconclusies

- WiMAX biedt nu en op termijn een propositie voor zowel de 2.6 GHz als de 3.5 GHz banden. Verwacht wordt dat MobileWiMAX vooral in de 2.3-2.7 GHz zal worden uitgerold, maar de 3.5 GHz band is en blijft een core band voor WiMAX.
- LTE is daarentegen nog niet beschikbaar in de 3.5 GHz maar initiatieven daartoe zijn door 3GPP gestart. Verwacht wordt dat er in 2012 LTE-apparatuur voor de 3.5 GHz op de markt komt.
- In West-Europa en in het bijzonder in Nederland gaat de aandacht van operators (horizontale markt) nu vooral uit naar benutting van de 2.6 GHz band op basis van voornamelijk LTE-technologie. Tevens is er in de 2.6 GHz band nog TDD spectrum te vergeven. Derhalve schatten wij in dat de belangstelling van publieke operators in Nederland voor 3.5 GHz spectrum sowieso (nog los van de clausulering) de komende paar jaren buitengewoon klein zal zijn. Op langere termijn zal die belangstelling zeker aanwakkeren, vanwege de verwachte verkeersgroei en de off-loading potentie van een 3.5 GHz RAN. LTE zal dan voor 3GPP georiënteerde operators wel de voorkeursoptie zijn, verwachten wij.
- Bij toepassing van BWA door WISP's of bij toepassingen in verticale markten is WiMAX wel een reële optie maar alleen daar waarbij WiMAX (in de 3.5 GHz band) duidelijk meerwaarde biedt t.o.v. WiFi (in de 2.4 of 5 GHz band).

# Technologieopties voor wireless/mobiel breedband Roadmap (UMTS Forum)



Notes: Throughput rates are peak theoretical network rates. Radio channel bandwidths indicated.

◀ Naar slide 1

# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

5. Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

**TNO | Kennis voor zaken**





# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Wat betekent het criterium precies?

- Van hinderlijke interferentie is sprake indien het maximaal uitgestraald vermogen bij elk opstelpunt in de richting ( $\pm 1^\circ$ ) van Burum ( $53^\circ 17' 05''$  N en  $6^\circ 12' 50''$  O) in het horizontale vlak niet ten minste 15 dB lager is dan het maximaal uitgestraald vermogen dat met de betreffende antenneconfiguratie te realiseren is.
- De NFP tekst geeft met deze formulering nog geen volledig uitsluitel over de directionele EIRP limiet die hier aan de orde is. Dit is een aandachtspunt.



# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## ITU-werk t.a.v. coördinatie guidelines & mitigatietechnieken

- ITU WP5D werkt aan een Draft New Recommendation IMT Mitigation waarin de coördinatie tussen BWA en FSS wordt behandeld
- Maatregelen ter beperking van interferentie van BWA op de satellietontvangst die in het draft ITU document worden genoemd zijn:
  - Sector disabling
  - Adaptive beamforming / Multiple Input Multiple Output (MIMO)
  - Antenna down-tilting
  - Dynamic Spectrum Access technieken:
    - Gebruik van een beacon signaal
    - Databases in combinatie met geolocatie
    - Cognitive radio
- De analyse van de mitigatietechnieken is nog erg summier; verdere uitwerking en kwantificering is nodig
- Dynamic Spectrum Access / CR gebaseerde mitigatie methoden staan nog aan het begin van de ontwikkeling. Databases in combinatie met geolocatie lijkt de meest realistische optie voor de middellange termijn

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Toetsing 3.5 GHz deployment varianten

- Vanuit de inventarisatie van toepassingsmogelijkheden voor de 3.5 GHz band komen de volgende deployment varianten naar voren:
  - A) Basisstation met mobiele terminals
    - microcells voor het realiseren van lokale hoge capaciteit als aanvulling op publiek mobiel netwerk
    - public hotspots / campus deployments
    - lokale gesloten netwerken
  - B) Basisstation met fixed terminals; Point-to-MultiPoint (PMP)
  - C) Straalverbindingen; Point-to-Point (PP)
  - D) Indoor FEMTO cells
- Voor de verschillende varianten is nagegaan op welke manier kan worden voldaan aan de criteria die worden gesteld in de clausulering

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Aanbevolen basisfilosofie

- Internationaal wordt de 3.5 GHz band beschouwd als een frequentieband voor gelicenseerd gebruik.
- Er zijn, buiten Ultra Wide Band (UWB), geen licentievrije toepassingen gesignaleerd.
- Om controle te houden op het gebruik van de 3.5 GHz band en overtreding van de gestelde criteria te voorkomen zijn volledig licentievrije toepassingen niet geschikt.
- Ook autonome of ad-hoc netwerk applicaties zijn ongewenst.
- Er moet uitgegaan worden van toepassingen waarbij één partij (operator) controle heeft over zowel de ontplooiende basisstations als terminal devices.

# Toelichting op clausulering; nieuwe technieken

## Variant A) Basisstation met mobiele terminals (I)

- De optie waarbij de 3,5 GHz band wordt voor commerciële BWA netwerken is internationaal het meest gangbaar.
- De grenslijn (Amsterdam – Zwolle) kan worden gehandhaafd door:
  - in een eventuele landelijke licentie de restrictie op te nemen;
  - regionale licenties uit te geven waarbij voldoende afstand tot Burum wordt gehouden;
  - er in de handhaving op toe te zien dat er geen basisstations geplaatst worden ten noorden van de betreffende lijn;
  - eventueel een voorwaarde op te nemen dat iedere basisstation vanaf een bepaalde lokatie zich moet melden aan het AT met opgave van zijn lokatie.
- Limitering van de EIRP in de richting van Burum is nodig; deze kan gerealiseerd worden door:
  - sector disabling
  - blanking in een smalle bundel
  - slimme antennetechnologie: MIMO, Beamforming (zie bijlage)

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Variant A) Basisstation met mobiele terminals (II)

- Voor handhaving van de criteria is belangrijk dat het BWA netwerk volledig onder controle is van een operator / beheerder
  - Terminals zenden alleen als ze geassocieerd zijn met een basisstation (controle signalen worden ontvangen)
  - geen autonome ad-hoc mode van communicatie tussen terminals
- Controle van 15 dB reductie van het zendvermogen richting Burum:
  - Door steekproeven waarbij de antenne-installaties worden geïnspecteerd
  - Eventueel incidentele metingen ter verificatie

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Variant B) Basisstation met fixed terminals

- In essentie geldt in dit geval hetzelfde als voor BWA netwerken voor mobiele communicatie:
  - De basisstations zouden op een zelfde manier behandeld moeten worden.
  - Terminals voor fixed wireless access hebben in potentie een hoger zendvermogen dan mobiele terminals.
  - Net als voor basisstations is ook van belang om bij terminals de 15 dB onderdrukking in de richting van Burum te bewerkstelligen:
    - Dit kan door in de licentievoorwaarden een maximum te stellen aan het maximale uitgezonden vermogen van een terminal. Dit zou met name betrekking hebben op fixed terminals met een sterk gerichte outdoor antenne;
    - Wanneer het maximaal uitgestraalde vermogen van fixed terminalstations even groot is als dat van een basisstation zou ook hiervoor de demping in de richting van Burum worden gerealiseerd.

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Variant C) Straalverbindingen

- Mogelijk licentieuitgifte per point-to-point verbinding
  - Op dezelfde manier als voor alle straalverbindingen
  - Terug naar de vroegere manier van het gebruik van de band: voor Fixed Service
- Mogelijk coördinatie door het AT via planningstool en database
- Geen uitgifte van licenties in het gebied boven de lijn Amsterdam – Zwolle
- Beneden deze lijn case by case coördinatie zodat de 15 dB onderdrukking wordt gerealiseerd



# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Variant D) Femtocells (en daarmee vergelijkbaar) (I)

- Femto cells zullen een aanzienlijk lager zendvermogen hebben in vergelijking met een BWA basisstation
  - Het verschil in zendvermogen ligt al in de grootteorde van 15 dB
  - BS ~ 30 W (45 dBm) , Femto cell naar verwachting ~ 1 W (30 dBm)
- Femto cells is een typische vorm van indoor use
  - Demping door muren/ramen zorgt voor een extra onderdrukking
- De 15 dB onderdrukking in de richting zou makkelijk moeten kunnen worden gehaald

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Variant D) Femtocells (II)

- Om gebruik boven de lijn Amsterdam – Zwolle te voorkomen zouden Femto cells alleen geactiveerd moeten kunnen worden als de locatie bekend is
- In het cell concept wordt voorzien dat de Femto cell apparatuur onder operator control zijn vanwege de volgende redenen:
  - Femto cells werken in gelicenseerd spectrum (samen met macro cells)
  - Femto cells worden aangesloten op publieke mobiele netwerk van een operator
  - Femto cells verwerken verkeer van het mobiele netwerk
- De operator zorgt voor configuratie en activering van de Femto cell
- Er worden in de apparatuur verschillende methoden voorzien om de locatie van gebruik vast te stellen
  - GPS
  - Ontvangen signalen van BS uit macro netwerk
  - IP adres DSL aansluiting
- Met deze methoden moet het mogelijk zijn om te voorkomen dat Femto cells worden geactiveerd binnen het uitgesloten gebied (zie ook de volgende slides)

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Variant D) Femtocells (III)

Algemene redenen voor de implementatie van locatiebepaling in Femto cells:

- **Emergency Call Location:** Operators are required to report the location of emergency calls, so that assistance can be dispatched to the correct address. By ensuring that the femtocell only operates when at the specified location, it enforces that any moves to a new address are properly registered and tracked.
- **Spectrum Use:** Femtocells used licensed frequencies and form part of the operator's live network. They must be used at the correct frequencies for the area they are located, and be disabled when away from licenced territories (e.g. taken abroad on a business trip).
- **Commercial:** Operators may decide they can justify charging an additional fee to process a femtocell relocation, including updating the registered operating address.

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Variant D) Femtocells (IV)

- **Methoden van locatiebepaling in Femtocells in internationale standaardisatie**
- **Femtocells are connected via broadband IP and are associated with an IP address.** Where both the wired broadband and the femtocell are provided by the same provider, it may be possible to associate the IP address with a registered physical address. Most domestic customers are allocated dynamic IPv4 addresses rather than static ones, which would restrict the identification to the area served by that pool of IP addresses (for example a DSLAM or Central Office).
- **Sniffing external 2G and 3G cellsites.** Many femtocells can often detect external 2G and 3G cellsites (especially 2G operating at lower frequencies, which penetrate inbuilding better). They can remember the cellsite IDs, which should not change frequently.
- **GPS:** Although located indoors, femtocells, can include a GPS receiver. This is used for both location purposes (and therefore able to lookup what frequencies are licenced for use) and long term frequency clock accuracy. Modern GPS chipsets are remarkably low power and sensitive, so they even work indoors. Currently included in CDMA femtocells (US)

# Toezicht op clausulering; nieuwe technieken

## Subconclusies

- De directionele EIRP-restrictie zoals in de voorgestelde NFP-wijziging geformuleerd verdient nadere uitwerking om als bruikbaar criterium te kunnen fungeren.
- Toezicht op de clausulering betekent dat de toelating van volledig licentievrije toepassingen, alsmede toepassingen met een volledig ad-hoc c.q. mobiel karakter moet worden afgeraden. Pas op langere termijn is CR-technologie zover volwassen dat self-regulation langs technische weg een optie wordt. Los daarvan leidt handhaving van deze restricties via self-regulation voor genoemde typen toepassingen tot onwenselijke effecten vanuit gebruikersperspectief.
- BWA in de reguliere zin is wel mogelijk (inclusief P2P straalverbindingen). Geografische clausulering kan a priori in de vergunning worden opgenomen (eventuele regionale of site licenties). Als zelf-regulering niet voldoende wordt geacht, is actief toezicht mogelijk d.m.v. elektronische melding van vast opgestelde actieve apparatuur (mits kan worden voldaan aan integriteit van informatie) en/of steekproefsgewijze inspectie. De EIRP-restrictie dient zo duidelijk mogelijk in de vergunning te worden opgenomen. Hier is toezicht realiseerbaar op basis van controlemetingen in den lande in combinatie met steekproefsgewijze inspecties.
- Toelating van femtocellen is eveneens mogelijk mits onder operator controle, omdat anders immers sprake is van een oncontroleerbare ontplooiing. Hier is vooral toezicht op handhaving van de geografische restrictie aan de orde omdat het indoor gebruik in combinatie met lage EIRP waarden de EIRP restrictie er niet meer toe doet. Met technische middelen is het mogelijk om de femtocell lokatie vast te stellen. Uiteraard is van belang dat de verstrekte informatie integer is.



# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 6. Beoordeling attractiviteit mogelijke toepassingen

**TNO | Kennis voor zaken**



# Beoordeling attractiviteit mogelijke toepassingen

## Inhoudsopgave

- Dit hoofdstuk omvat een beoordeling van de (commerciële) attractiviteit van eerder geïdentificeerde toepassingsmogelijkheden voor de 3.5 GHz frequentieband.
- De beoordeling is een inschatting op basis van de huidige inzichten van TNO interne experts en op basis van kwalitatieve argumenten (geen business case analyses).
- De behandeling volgt de volgende indeling:
  - Inzet van de 3.5 GHz band in publieke breedbandnetwerken (zgn *Horizontal Markets*)
  - Inzet van de 3.5 GHz band in specifieke sectoren (zgn. *Vertical Markets*)
- In de beoordeling wordt wat betreft de 3.5 GHz band onderscheid gemaakt tussen ongeclausuleerd en geclausuleerd.



## 3.5 GHz band voor publiek breedband FWA voor de particuliere markt



### Evaluatie attractiviteit (ongeclassificeerde band):

- FWA (Wireless Local Loop) is in het verleden niet aangeslagen in Nederland, voornamelijk vanwege (1) de uitstekende dekking van bestaande vaste aansluitnetwerken, (2) de felle concurrentie tussen DSL en Kabel (gunstige prijsontwikkeling) en (3) de mede hierdoor ongunstige business case voor WLL (retailprijzen onder druk & hoge apparatuur/netwerk kosten)
- Perspectief voor FWA (klassieke WLL toepassing) blijft twijfelachtig. Een en ander hangt af van de wijze waarop de vaste breedband infra zich in Nederland verder gaat ontwikkelen. In het in 2010 uitgebrachte NGI rapport van TNO wordt bepleit dat een concurrerend aanbod van breedband via vaste breedbandnetwerken overal in Nederland minder vanzelfsprekend wordt i.v.m. hoge investeringen. Hier ontstaat mogelijk een 'gat in de markt' voor FWA. Bij uitstek is dit aan de orde in rurale gebieden, maar ook gebieden die minder aantrekkelijk zijn voor VDSL2 uitrol.
- Het perspectief voor BWA (inclusief nomadisch gebruik gericht op de residentiële markt) is gunstiger, de 3.5 GHz band is daarvoor op zich geschikt, maar is niet de voorkeursoptie (wel de 2.6 GHz of lager)
- Met betrekking tot de ontwikkeling van nieuwe ICT-diensten en toepassingen (zorg, energie) wordt rekening gehouden met specifieke eisen aan het (aansluit-) netwerk zoals betrouwbaarheid, netneutraliteit of symmetrie. Het is denkbaar dat BWA hier op termijn van belang wordt als deze eisen door de vaste operators niet of niet snel genoeg kunnen worden geadresseerd. Het is wederom de vraag of de 3.5 GHz optie dan de meest logische is.

## 3.5 GHz band voor publiek breedband FWA voor de particuliere markt



### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- De impact van de geografische beperking is in eerste instantie inperking van het markt bereik. Noord-Nederland is een regio waar BWA in een behoefte kan voorzien. Voor landelijk opererende operators is de inperking een duidelijk nadeel (landelijke advertenties), maar niet bepalend voor de business case.
- De EIRP-restrictie is bij FWA goed hanteerbaar omdat het vaste verbindingen betreft. In geval van BWA (nomadisch gebruik verondersteld in en rond het huis) kunnen woningen met een ongunstige ligging t.o.v. het basisstation nadeel ondervinden. Dit moet bij de acceptatie van de klant worden bekeken (soort postcode check). Zie verder de bevindingen onder toepassing 3.5 GHz band in publieke netwerken.

## 3.5 GHz band voor publiek breedband FWA voor de zakelijke markt (algemeen)



Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- Gegeven de omvang van de FWA-markt gericht op bedrijven, die naar onze verwachting in Nederland niet substantieel zal groeien, is en blijft de 3.5 GHz band een redelijk aantrekkelijke optie naast de veel gebruikte 2.4 GHz band. Op nieuwe bedrijventerreinen waar (nog) geen glas naar de individuele bedrijven ligt, is een P-MP configuratie interessant (zie ook sector beveiliging). Men zal vandaag de dag kiezen voor IEEE802.16-2004 (Fixed WiMAX) technologie. In alle andere gevallen zullen separate P2P verbindingen de voorkeur genieten. Geen sterk groeipotentieel.
- BWA biedt de extra mogelijkheid van nomadisch gebruik (op bedrijfsp perceel). Deze propositie, waarvoor de operator de complexere IEEE802.16<sup>e</sup> moet uitrollen, moet concurreren met WiFi en Femtocells. Dit is een ongunstige positie.

## 3.5 GHz band voor publiek breedband FWA voor de zakelijke markt (algemeen)



### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- De negatieve impact van de clausulering op FWA-toepassing is beperkt. Uitsluiting van Noord Nederland leidt weliswaar tot inperking van het marktgebied maar impact op de business case voor de operator is gering. De EIRP restrictie kan worden meegenomen in de planning van de verbindingen.
- De negatieve impact van de clausulering op BWA-toepassing (inclusief nomadisch gebruik) is eveneens beperkt. Dekking voor nomadisch gebruik is met name relevant op de lokatie(terrein) van het aangesloten bedrijf. Bij de acceptatie van een aan te sluiten klant moet rekening worden gehouden met eventuele impact van de EIRP-restrictie (onderdeel van de site survey), afhankelijk van BS-lokatie en lokatie van het bedrijf. Zie ook de overige bevindingen onder toepassing 3.5 GHz band in publieke netwerken en onder toepassing 3.5 GHz voor specifieke sectoren.

# 3.5 GHz band voor publiek breedband Hotspots / Campus deployments



## Evaluatie attractiviteit (ongeclassificeerde band):

- Lokale breedbandige hotspots aantrekkelijk:
  - voor mobiele operators in verband met de mogelijkheid tot traffic offloading van het macronetwerk. Dit houdt in dat breedband dataverkeer via een ander wireless kanaal wordt gerouteerd en naar het vaste netwerk wordt geleid en vice versa. Dit is een interessante aanvulling op bestaande macro mobiele netwerken. Momenteel komt WiFi daarvoor nadrukkelijk in aanmerking. Gelicenceerd spectrum in de 3.5 GHz (of 2.6 GHz) biedt echter betere QoS mogelijkheden, zeker als capaciteitsbeslag in WiFi banden zijn tol gaat eisen.
  - voor WISPs die op belangrijke locaties 'high grade' wireless Internet services via gelicenceerd spectrum willen bieden (in concurrentie met mobiele providers)
- Oplossing in de 3.5 GHz band is attractief mits aan aantal voorwaarden is voldaan:
  - renderende netwerkexploitatie, dus concurrerende CAPEX en OPEX niveaus.
  - indien/zodra lagere banden, met name 2.6 GHz, hiervoor niet (meer) beschikbaar zijn
  - indien/zodra 3.5 GHz radio-interface is geïntegreerd in voldoende devices (laptops, ipads, smartphones, etc). Multiband oplossing
  - indien radio-interface TDD mogelijkheid\* biedt
- Het is de vraag of WiMAX (Mobile) in de 3.5 GHz band op dit moment c.q. op korte termijn een voldoende overtuigende optie is voor operators die deze diensten willen bieden.

## 3.5 GHz band voor publiek breedband Hotspots / Campus deployments



### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Hotspots/campus deployments hebben een lokale functie, primair outdoor. Uitsluiting van Noord-Nederland perkt weliswaar markt bereik in, maar demografisch criterium is hier eerder doorslaggevend. Met de volledige randstad beneden beneden de A'dam-Zwolle grenslijn is potentiële klantpopulatie nog heel behoorlijk
- De EIRP-restrictie zou in principe nadelige gevolgen kunnen hebben voor de gebruikersbeleving van ongunstig gesitueerde gebruikers. Reparatiemaatregelen zijn mogelijk. Kosten afhankelijk van de gekozen maatregel.

## 3.5 GHz band voor publiek breedband

### Indoor wireless: femtocellen (mobiel)



Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- Femtocellen zijn conceptueel een aantrekkelijke optie voor mobiele operators. Toch is er in West-Europa nog geen sprake van een sterke uptake van femtocellen door mobiele operators in navolging van Vodafone (januari 2010). Dit komt omdat het femtocell concept nog een aantal issues kent die een snelle adoptie in de weg staan. Een belangrijk issue is een haperende business case.
- De noodzaak om Femtocellen in aparte frequentiekanalen te laten functioneren (of zelfs separate banden) verdwijnt geleidelijk omdat er, althans in 3GPP kader, goede ervaringen worden opgedaan met cochannel gebruik in combinatie met interferentiemitigatietechnieken. Daarmee is frequentiecompatibiliteit tussen de femtocell en het mobiele toestel gegarandeerd en dat is een belangrijk voordeel. Omdat 3GPP nog maar net is gestart met bestudering van de specificaties voor LTE in de 3.5 GHz band, speelt deze frequentieband voorlopig nog geen rol in mobiele netwerken die uit deze familie komen zoals in Nederland het geval is. Dit geldt daarmee automatisch ook voor femtocellen voor deze band. Femtocellen uit de Worldmax familie en werkend in de 3.5 GHz band zijn er wel, maar deze zijn voor Nederlandse mobiele operators beslist niet aantrekkelijk om in te zetten.



## 3.5 GHz band voor publiek breedband

### Indoor wireless: femtocells (mobiel)



#### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Uitgaande van de veronderstelling dat er in Nederland uiteindelijk een markt zou ontstaan voor femtocellen voor mobiele abonnees in de 3.5 GHz band, dan zou de clausulering slechts een beperking van het markt bereik tot gevolg hebben (afvallen Noord-Nederland). Wel is van belang dat de geografische inperking voor deze apparatuur kan worden gehandhaafd. De EIRP restrictie heeft geen impact gezien de typisch lage EIRP-waarden die voor femtocellen worden toegepast.

## 3.5 GHz band voor publiek breedband

### Indoor wireless: residential gateways



#### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- Voor vaste netweroperators kan toepassing van 3.5 GHz femtocellen voor betrouwbaar inhuis draadloos breedband potentieel interessant zijn. Daarvoor moet aan de volgende voorwaarden zijn voldaan:
  - CPE-apparatuur die geschikt is om te kunnen worden gemanaged vanuit het NOC van de vaste operator (DSL of Kabel)
  - Oplossing kostentechnisch concurrerend met huidige WiFi gebaseerde oplossingen.
  - Adequaat frequentie management (self organizing, cognitieve technieken) om interferentie tussen naburige systemen te voorkomen
- Het is op dit moment niet te zeggen of nu danwel op korte termijn aan al deze voorwaarden kan worden voldaan.

## 3.5 GHz band voor publiek breedband

### Indoor wireless: residential gateways



#### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Uitgaande van de veronderstelling dat er in Nederland serieuze belangstelling ontstaat voor deze toepassing, dan zou de clausulering slechts een beperking van het markt bereik tot gevolg hebben (afvallen Noord-Nederland). Wel is van belang dat de geografische inperking voor deze apparatuur kan worden gehandhaafd. De EIRP restrictie heeft geen impact gezien de typisch lage EIRP-waarden die voor femtocellen worden toegepast.

# 3.5 GHz band voor publiek breedband

## Wireless backhaul in mobiele en WiFi netwerken



### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- Voor backhaul van reguliere base stations zijn P2P verbindingen effectiever en goedkoper, zo blijkt uit ervaring. Opstelpunten zijn i.h.a. hoger waardoor relatief goedkope microwave verbindingen kunnen worden gerealiseerd.
- Voor de aansluiting van picocellen, femtocellen en WiFi access points ligt dit anders. Niet zelden zijn hier lage opstelpunten aan de orde, waardoor vaak NLOS situaties aan de orde zijn. Hier kan een P-MP systeem in de 3.5 GHz band zeker soelaas bieden.

### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Deze toepassing wordt in geringe mate negatief beïnvloed door de clausulering. Immers, Operators kunnen het concept in een groot deel van Nederland toepassen (incl randstad). Voor Noord-Nederland moet men uitwijken naar een alternatief. Met de EIRP-restrictie kan rekening worden gehouden in de projectering van de verbindingen.

## 3.5 GHz band voor specifieke sectoren Mobiliteit (car2roadside)



### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

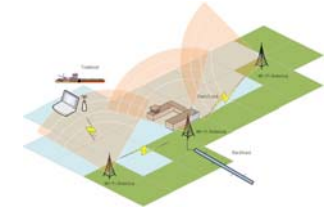
- Internationale standaardisatie is voor deze toepassing cruciaal (massamarkt)
- Standaardisatie / Industry support voor 3.5 GHz is niet aanwezig
- Dit is derhalve geen serieuze optie

### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Op grond van de voorgaande conclusie zijn uitspraken over het effect van clausulering verder niet zinvol.

# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Vervoer&Logistiek



### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- 3.5 GHz BWA (WiMAX) is een principiële mogelijkheid, maar als dekking het primaire probleem is, dan is 3.5 GHz oplossing beslist geen optimale keuze
- Geboden bandbreedte waarschijnlijk overkill
- Business case exploitatie is ongunstig (zonder subsidies)
- Cross border issues (Europese oplossing belangrijk)

### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Op grond van de voorgaande conclusie zijn uitspraken over het effect van clausulering niet zinvol.

## 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

### Vervoer&Logistiek (2)



#### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- Dit beoordelen we als een potentieel interessante niche applicatie, waarbij wel moet worden gekeken of met een dergelijke infrastructuur alle ICT toepassingen ter plaatse kunnen worden bediend (zodat er geen parallelle infrastructuur is vereist). De business case is waarschijnlijk relatief gunstig. Van belang is de beslissing of men de infrastructuur in eigen beheer houdt of uitbested aan een system integrator.
- Op de korte/afzienbare termijn biedt WiMAX technologie de beste optie, maar private LTE in deze band is ook een mogelijkheid, mits/zodra dit voor de 3.5 GHz band beschikbaar komt.

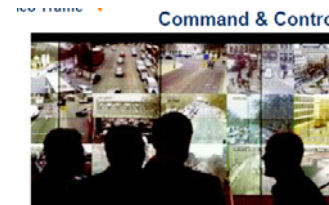
#### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- De clausulering in geografische zin heeft een beperkte impact omdat de meeste van de hier bedoelde locaties in Nederland beneden de lijn Amsterdam-Zwolle liggen. De EIRP restrictie is wel een aandachtspunt omdat goede dekking uit oogpunt van bedrijfszekerheid essentieel zal zijn, dus reparatiemaatregelen zijn nodig om de EIRP reductie op te vangen. Het is van belang dat dit juist gebeurt. Via verstrekking van een site-licentie kunnen hier kwaliteitseisen aan worden gesteld.



# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Veiligheid (OOV)



### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- 3.5 GHz oplossing op basis van WiMAX is op zichzelf een relevante optie voor lokale breedband connectiviteit (portable base station) in geval van calamiteiten.
- CEPT en ETSI zien 4.9 GHz optie als eerste keuze, dus dit zou een typisch Nederlandse oplossing impliceren. Niet uit te sluiten dat 3.5 GHz optie alsnog op de agenda komt.

### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- De clausulering is nadelig op grond van de veronderstelling dat dergelijke systemen hun meerwaarde bewijzen in ad-hoc situaties, waar ook in Nederland. Zowel de geografische restrictie als ook de EIRP restrictie zijn belemmerend bij ad-hoc inzet.

## 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

### Veiligheid (bedrijven)



#### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- BWA in de 3.5 GHz band voor camerabeveiliging is bij uitstek aantrekkelijk. Het betreft lokale dekking, noodzaak voor flexibele ophangpunten en behoefte aan relatief breedbandige upstream kanalen. BWA-infrastructuur kan ook in eventuele downstream behoefte voorzien (zie ook FWA zakelijk). TDD optie biedt flexibiliteit om upstream en downstream behoeften op elkaar af te stemmen.

#### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Clausulering heeft beperkte impact op de attractiviteit. Indien dit door een landelijke service provider wordt opgepakt, ervaart hij een niet-substantiële inperking van het markt bereik. In de projectering van camera-opstelpunten kan rekening gehouden worden met de EIRP restrictie. Indien site-licenties worden verstrekt aan individuele bedrijventerreinen (of aan een beveiligingsbedrijf), dan kan op die wijze de geografische begrenzing worden gehandhaafd. Eisen kunnen worden gesteld aan installatiekwaliteit i.v.m. naleving EIRP restrictie.

# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Media



### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band)

- Gezien het verlies aan spectrumruimte beneden de 3 GHz voor ENG/OB toepassingen wordt inzet van de 3.5 GHz band belangrijker.
- Band geschikt voor wireless camera's, maar in principe ook voor videolinks over langere afstanden. Kan alleen een serieuze kans krijgen indien deze band internationaal voor ENG/OB (incl mobiele videolinks) mag worden gebruikt.

### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Het effect van de clausulering op de attractiviteit van de band ligt genuanceerd. De geografische inperking is zonder meer nadelig bij deze toepassing met een sterk mobiel/ad-hoc karakter. T.a.v. EIRP geldt dat het gebruik van videolinks van de heli naar cameramotoren überhaupt uit den boze is. De video-uplinks zijn daarentegen juist gunstig. Het is denkbaar dat de EIRP-restrictie in dit scenario zelfs zou kunnen worden weggelaten. In de wireless camera toepassing zijn de opstelpunten op manshoogte zodat ook hier de EIRP-restrictie minder van belang is.

# 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

## Industrie



### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- In ieder geval aantrekkelijke optie voor camerasensoren
- Voor low data rate sensortoepassingen zijn frequenties in lagere banden waarschijnlijk beter geschikt (VHF, lage UHF)

### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- De clausulering heeft een geringe negatieve invloed op de gebruiksmogelijkheden. Een en ander vergelijkbaar met de case van bedrijfsbeveiliging.

## 3.5 GHz band voor specifieke sectoren

### Land- en tuinbouw



#### Evaluatie attractiviteit (ongeclausuleerde band):

- Gezien de te verwachten geografische spreiding is deze band commercieel niet attractief ivm kosten voor dekking in relatie tot verwachte revenuen. Subsidieinstrument zou zijn vereist.
- Alternatieven die commercieel attractiever zijn, zijn de toepassing van P2P straalverbindingen (kan in deze band of in hogere banden), of de uitrol van LTE in de 900 MHz band in Nederland (combinatie van goede dekking en breedband capaciteit).



















#### Evaluatie attractiviteit (geclausuleerde band):

- Indien via overheidssubsidie de inzet van deze band toch zou worden gestimuleerd, dan is de impact van de clausulering redelijk beperkt. Het is een nadeel dat inzet in het agrarisch georiënteerde noorden van Nederland niet mogelijk is. Met de EIRP-restrictie kan rekening worden gehouden in de projectering van de verbindingen.

# Beoordeling attractiviteit mogelijke toepassingen




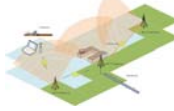





























## Samenvatting

In onderstaande tabellen (legenda achter deze slides) is de beoordeling van de attractiviteit (ongeclausuleerd en geclausuleerd) samengevat weergegeven.

3.5 GHz voor publiek breedband			
	Optie	Ongeclausuleerd	Impact clausulering
	FWA particulier		
	FWA zakelijk		
	Hotspots/Campus		
	Femtocells		
	Residential gateways		
	Wireless backhaul		

# Beoordeling attractiviteit mogelijke toepassingen

## Samenvatting

3.5 GHz voor specifieke sectoren			
	Optie	Ongeclausuleerd	Impact clausulering
	Mobiliteit (auto)	 → 	Niet relevant
	Mobiliteit (vaart)	 → 	Niet relevant
	Haven/Logistiek	 → 	
 Command & Control	OOV	   	Niet relevant
	Beveiliging	 → 	
	Media	 → 	 / 
	Industrie	 → 	
	Landbouw	 → 	 / 



# Beoordeling attractiviteit mogelijke toepassingen

## Samenvatting – legenda tabel



### Kolom “Ongeclausuleerd”:



gunstig perspectief; attractief



perspectief onzeker/onbepaald (‘vriezen/dooien’)



perspectief ongunstig; niet attractief

### Kolom “Impact clausulering”:



geringe of matige impact



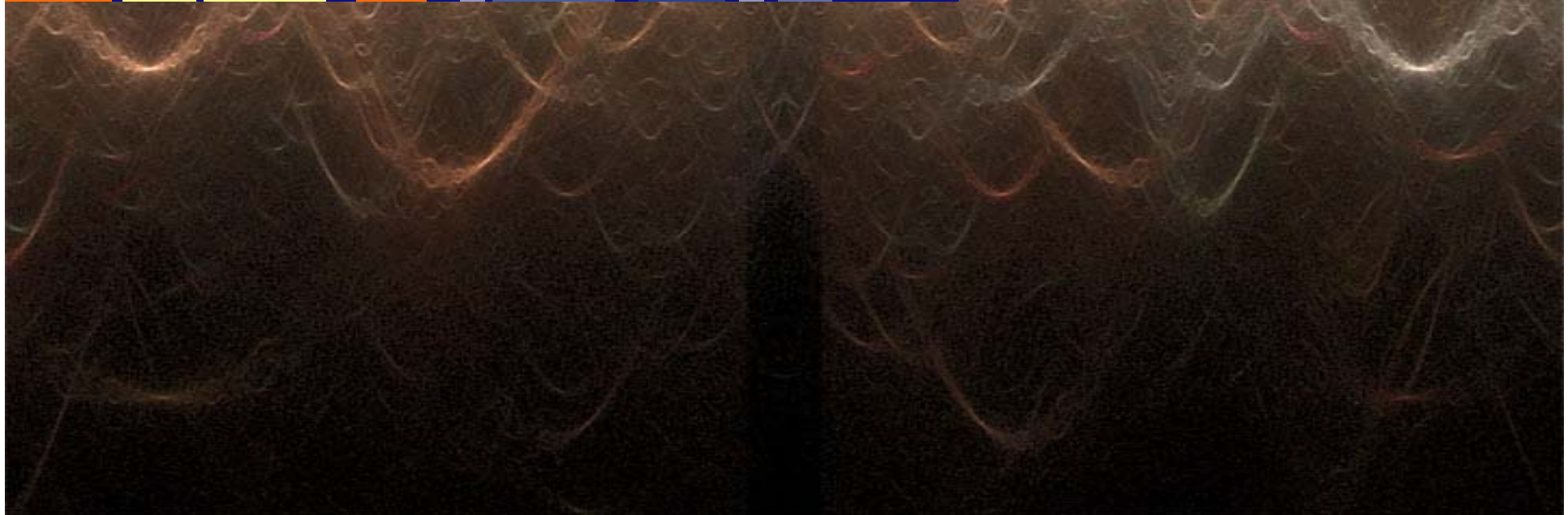
significante impact

 Naar slide 1

# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 7. Eindconclusies en aanbevelingen

**TNO | Kennis voor zaken**



# Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band

## Eindconclusies

- De 3.5 GHz band is een internationaal geharmoniseerde IMT band. In Europa staat de BWA allocatie nog op gespannen voet met bestaand gebruik (FSS). Deze situatie zal zich niet op afzienbare termijn wijzigen en coördinatiemaatregelen zijn onontbeerlijk. De situatie in Nederland wijkt af in de zin dat voor SGS Burum een specifiek nationaal protectiecriterium is vastgesteld ivm militaire interceptiefunctie, wat tot de clausulering heeft geleid.
- WiMAX is en blijft voorlopig de exclusieve technologie voor de 3.5 GHz band. Op termijn zal waarschijnlijk ook LTE apparatuur voor deze band op de markt verschijnen. WiMAX slaat in West-Europa echter niet goed aan (geen schaalvergroting).
- De clausulering vergt toezicht. Nieuwe technologie helpt dit mogelijk te maken, doch is voorlopig daarnaast actief toezicht d.m.v. monitoring en steekproefsgewijze inspecties noodzakelijk.
- Het belang van de 3.5 GHz band voor publieke operators is zeker op de korte termijn gering. De clausulering is niet zozeer bepalend als wel de huidige situatie in het spectrum- en technologielandchap. Op langere termijn zal deze situatie veranderen i.v.m. de verwachte sterke groei in mobiel breedband. Dit vindt zijn weerslag in een overwegend matige beoordeling van de huidige toepassingsmogelijkheden van de 3.5 GHz band voor publiek breedband.
- Het nut van de 3.5 GHz band voor breedband connectiviteit in diverse sectoren (zogenaamde niches) is op een enkele uitzondering na overwegend positief beoordeeld. Met name lokale toepassingen zijn haalbaar en naar ons oordeel ook maatschappelijk-economisch gewenst.

# Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band

## Aanbevelingen

- Het ministerie van ELI wordt aanbevolen een marktconsultatie te organiseren met betrekking tot de benutting van de beschikbare ruimte in deze band in de komende 5-10 jaar.
- Anticiperend op een voorlopig matige belangstelling voor inzet van deze band voor publiek breedband, wordt ELI en AT aanbevolen de mogelijkheden te onderzoeken voor een pluriformer benutting van de band in Nederland gedurende een bepaalde vooraf vastgestelde periode.
- ELI en AT wordt aanbevolen de kans te benutten om de mogelijkheden van nieuwe technologie (CR&IT) af te tasten in de verstrekking van licenties en de handhaving van de condities.

 Naar slide 1



# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 8. Gebruikte afkortingen

**TNO | Kennis voor zaken**



# Gebruikte afkortingen

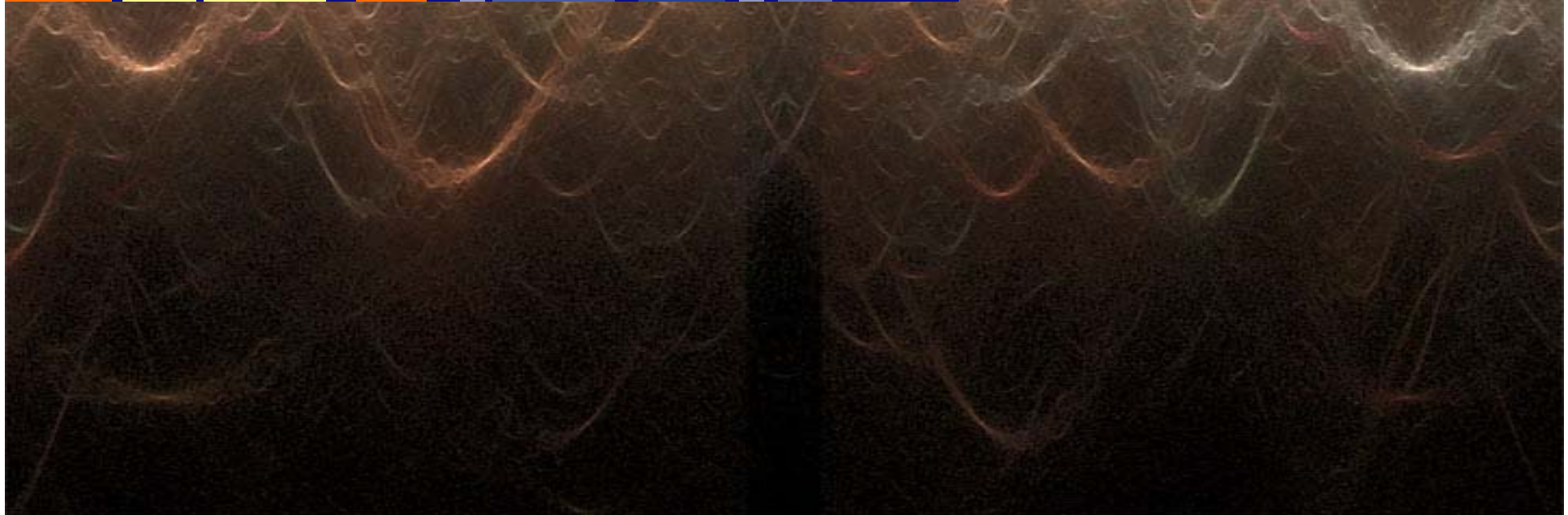
 Naar slide 1

ARPU	Average Revenue Per User	ITU	International Telecommunication Union
AT	Agentschap Telecom	LTE	Long Term Evolution
BS	Base Station	MKB	Midden en Klein Bedrijf
BWA	Broadband Wireless Access	MIMO	Multiple Input Multiple Output
CDMA	Code Division Multiple Access	MNO	Mobile Network Operator
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations	NJFA	NATO Joint Frequency Agreement
CPE	Customer Premises Equipment	NOC	Network Operations Centre
CR	Cognitive Radio	OOV	Openbare Orde en Veiligheid
DECT	Digital Enhanced Cordless Telephony	P-MP	Point – Multi Point
DSL	Digital Subscriber Line	P2P	Peer to Peer
DSLAM	DSL Access Multiplexer	PLC	Power Line Communications
EC	European Commission	PMSE	Programme Making and Special Events
ECC	Electronic Communications Committee	RAN	Radio Access Networks
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power	RSC	Radio Spectrum Committee
ELI	Economische Zaken, Landbouw en Innovatie	SGS	Satelliet Grond Station
ENG/OB	Electronic News Gathering / Outside Broadcasting	TDD	Time Division Duplex
ETSI	European Telecommunication Standards Institute	UHF	Ultra HighFrequency
FDD	Frequency Division Duplex	UK	United Kingdom
FSS	Fixed Satellite Services	UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
FWA	Fixed Wireless Access	US	United States (of America)
GPS	Global Positioning System	UTRA	Universal Terrestrial Radio Access
GSM	Global System for Mobile communications	VDSL	Very-high-bitrate DSL
HDMI	High Definition Multi-Media Interface	VHF	Very High Frequency
HSPA	High Speed Packet Access	VoIP	Voice over IP
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	UWB	Ultra Wideband
IMT	International Mobile Telecommunications	WISP	Wireless Internet Service Provider
IP	Internet Protocol	WRC	World Radio Conference
IT	Information Technology		

# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 9. Geraadpleegde bronnen

**TNO | Kennis voor zaken**





# Geraadpleegde bronnen(1)

- Billquist, *IMT in extended C-band still a questionmark following WRC-07 decision*, October 11th, 2010, [www.policytracker.com](http://www.policytracker.com)
- Billquist, *LTE Advanced frequency arrangements and specs move forward for 3.4 GHz bands*, October 11th, 2010, [www.policytracker.com](http://www.policytracker.com)
- RSC, *Effective Implementation of Commission Decision 2008/411/EC on 3400-3800 MHz*, Brussels, 14 June 2010, RSCOM-28
- BP Tiwari, *WiMAX 2.0 for operators*, white paper, 24 March 2010., [www.beyond4g.org](http://www.beyond4g.org)
- BP Tiwari, *Global 4G Operators Update, brief report tracking global 4G operator plans, deployment status and strategy, first half 2010 update*, [bptiwari@beyond4g.org](mailto:bptiwari@beyond4g.org)
- Senzafili Consulting, *Reaching sustained growth in the WiMAX market, a survey of WiMAX operators with a subscriber forecast for 2009-2014*, published in 2010, [www.senzafiliconsulting.com](http://www.senzafiliconsulting.com)
- Ministerie van Economische Zaken, *Consultatiedocument met betrekking tot Strategische Nota Mobiele Communicatie*, Den Haag, juni 2010
- Nortel Networks, *Considerations for deploying mobile WiMAX at various frequencies*, white paper, 2006
- TNO, *Monitor Draadloos*, November 2010 (nog niet gepubliceerd).
- Ministerie van Economische Zaken, *Nationaal Frequentieplan*, Den Haag, augustus 2010
- Ministerie van Economische Zaken, *NFP Ontwerpbesluit wijziging 3.5 GHz*, mei 2010
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, *Beleidsstrategie Binnenvaart*, 2007
- Intel, Product brief, *Intel® Centurion® Advanced-N + WiMax 6250*, juni 2010
- Femto Forum, *Regulatory aspects of Femtocells*, 2008
- Femto Forum, *Reply to ITU-R Working Party 5D Request for Information on Femtocells*, Prof. S. Saunders, April 2009
- GSMA, *GSMA Femtocell Project - A coordinated approach for the mobile industry*, februari 2009
- Aricent Whitepaper, *Wimax Femtocell*, 2008

## Geraadpleegde bronnen(2)

- IEEE802.16 working group, *Future 802.16 Networks: Challenges and Possibilities*, maart 2010
- Platina (EU FP7 supported) , *STRATEGIC RESEARCH AGENDA I FOR INLAND WATERWAY TRANSPORT*, 2010
- ETSI TR 102 628, *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); System reference document; Land Mobile Service; Additional spectrum requirements for future Public Safety and Security (PSS) wireless communication systems in the UHF frequency range*, 2010
- WIK Consult , Aegis, *European and Global Harmonisation of Spectrum for Public Protection and Disaster Relief (PPDR)*, 2010
- Huawei Technologies, White paper, *WiMAX terminal spurs industry development*, 2008
- Vislink, product sheet, *L1500 Wireless SD/HD Transmitter*, 2010
- EU, Radio Spectrum Committee, RSCOM10-28, Working document, *Effective implementation of Commission Decision 2008/411/EC on 3400-3800 MHz*, 2010
- ECC Decision of 27 June 2008 on the harmonisation of frequency bands for the implementation of digital Public Protection and Disaster Relief (PPDR) radio applications in bands within the 380-470 MHz range
- VTSPN, *Public safety Radio communication in Europe*, Hans Borgonjen, 2010
- ECC WG FM Workshop on Spectrum Harmonisation for Public protection and Disaster Relief, March 2010



Naar slide 1

# *Verkenning exploitatiemogelijkheden 3.5 GHz band in Nederland*

## 10. Annex: advanced antenna solutions

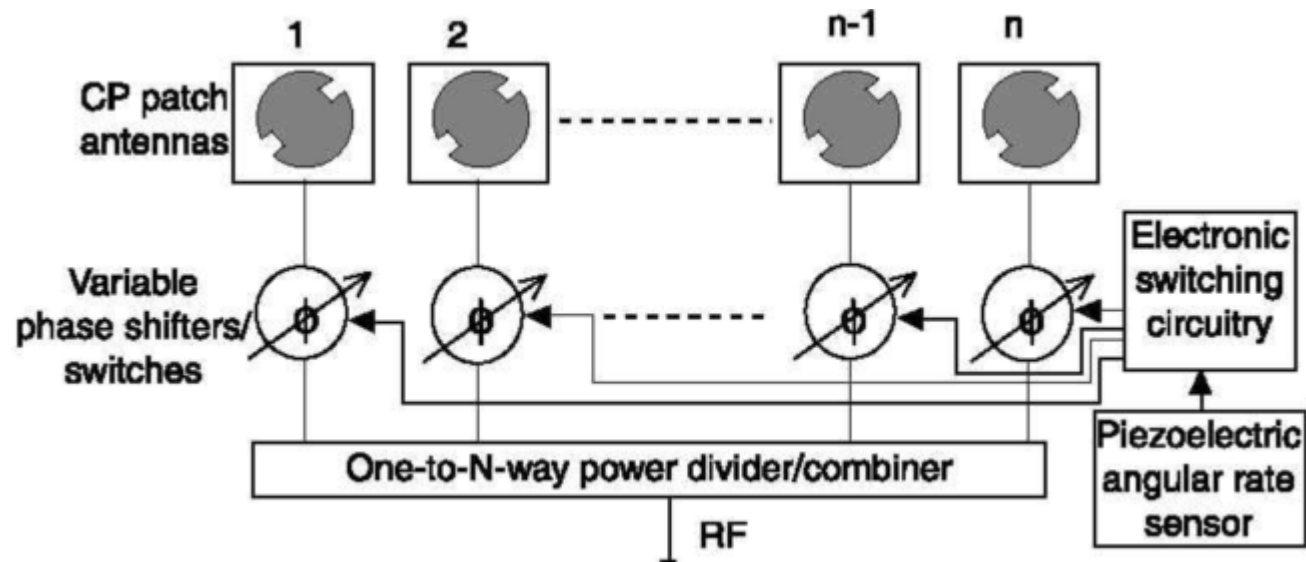
**TNO | Kennis voor zaken**



# Phased array antennas

- **A phased array is a group of antennas in** which the relative phases of the respective signals feeding the antennas are varied in such a way that the effective radiation pattern of the array is reinforced in a desired direction and suppressed in undesired directions.
- Extensively used in radar, military, and satellite systems.
  - e.g. Object tracking (e.g. radar systems to detect aircraft).
- Potential application: to create an antenna pattern with a null in the direction of Burum.
- No known usage in mobile communication systems to-date and no known products/solutions.
  - Expensive
  - More elements are required to for more accurate beam shaping, which creates mechanical complexity and higher expense.

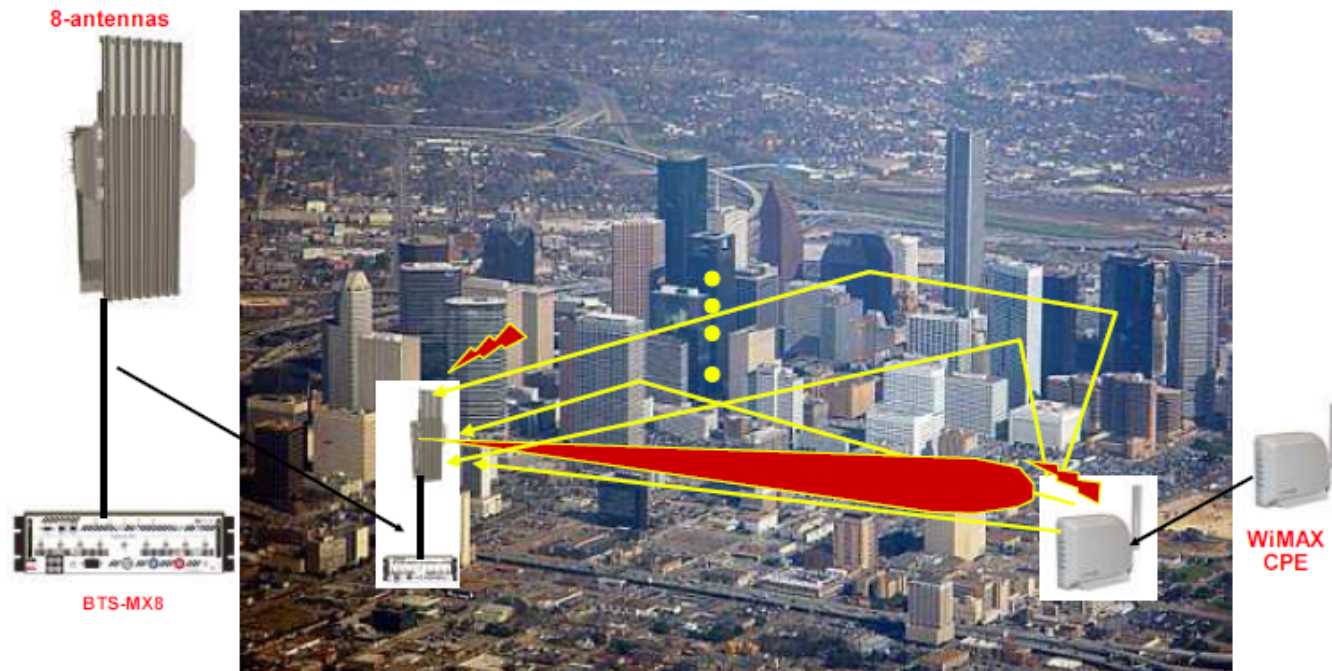
# Phased array antenna block diagram





# Navini / CISCO smart antenna product

## How Beamforming Works



- Signal from CPE bounces off of buildings & arrives at the 8-antenna system.
- Each antenna "sees" the signal a bit differently.
- All 8 signals are manipulated to have the equivalent effect of an antenna system with a very narrow beam pointing exclusively at that particular CPE.

# Market scenario – smart antennas

- Navini Networks is combining MIMO and beamforming in its adaptive antenna system arrays and base station
- CalAmp's smart antenna development has resulted in beamforming technology that can be leveraged to enhance the performance and coverage of wireless networks such as WiFi (802.11) and WiMAX (802.16).
- DDI has implemented 3000 ArrayCom base stations.
- Worldwide, WLL markets offer good targets for smart antennas. Mobile networks in regions such as Asia Pacific and Eastern Europe, are slowly becoming good markets.
- Airgain, Inc., a developer of high-performance smart antenna solutions for the WLAN market.
- Airgain, Inc. launched A2475 Smart Antenna, solution for wireless access points, routers and gateway devices.





# Summary

- Advanced antenna techniques being developed for mobile communication systems tend to focus on optimising the antenna pattern to cover CPEs/mobile receivers rather than creating a null in a specific direction (as would be desired in Burum).
- Phased array antennas tend to be expensive and come with mechanical complexities (e.g. weight). There does not appear to be a demand for them in fixed or mobile wireless networks.

 Naar slide 1