



Brassersplein 2
Postbus 5050
2600 GB Delft

www.tno.nl

T +31 15 285 70 00
F +31 15 285 70 57
info-ict@tno.nl

TNO-rapport

Co-existentie Kabel- en Mobiele Netwerken

Behoud van een ongestoorde relatie

Datum 15 Oktober 2010
Rapportnummer 35374
Auteur(s)

Exemplaarnummer
Oplage
Aantal pagina's 37
Aantal bijlagen
Opdrachtgever NLkabel
Projectnaam
Projectnummer

Alle rechten voorbehouden.

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

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoekopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belang-hebbenden is toegestaan.

© 2010 TNO

Inhoudsopgave

Management samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 De ether	8
2.1 Ontwikkeling en maatschappelijke relevantie van het dienstenaanbod via de ether	8
2.2 Revisie van het gebruik van het etherspectrum	9
2.3 Maatschappelijke relevantie mobiele gebruik van de 800 MHz etherband	10
3 De kabel	12
3.1 De technische ontwikkeling van de kabelnetwerken in Nederland.....	12
3.2 Het spectrumgebruik op de kabel	14
3.3 Co-existentie en elektromagnetische compatibiliteit	15
3.4 Ontwikkeling en maatschappelijke relevantie dienstenaanbod op kabel	16
3.5 Conclusie	17
4 Co-existentie tussen ether en kabel verstoord	18
4.1 Elektronische informatiediensten in 470 - 862 MHz band bedreigd	18
4.2 Resultaten van interferentie studies	19
4.3 De stoorkans in geval van co-channel interferentie	21
4.4 Het klantperspectief	22
4.5 Het operator perspectief	25
4.6 Conclusie	28
5 Bestendiging van de co-existentie	29
5.1 Oplossingselementen	29
5.2 Implementatie-uitdagingen en regie	34
Referenties	36

Management samenvatting

Historisch gezien zijn de radiofrequenties tussen 470 en 862 MHz in Europa altijd gebruikt voor analoge televisie via de ether*. Echter, met de steeds verder voortschrijdende digitalisering van de elektronische signalen, verloor de analoge ethertelevisie aan belang. In 2012 zal de analoge televisie via de ether in Europa in zijn geheel zijn stopgezet (analogue switch-off). In Nederland gebeurde dit reeds in 2006, waarna een deel van de vrijgekomen frequenties is ingezet voor digitale televisie via de ether (KPN Digitenne). De Europese uitfasering van analoge ethertelevisie in de 470 – 862 MHz band biedt de mogelijkheid een deel van dit spectrum, het digitaal dividend, te herbestemmen voor andere diensten dan digitale ethertelevisie.

Al vanaf een vroeg stadium is er voor gepleit om een band in dit spectrum te reserveren voor mobiele diensten, naar verwachting op basis van de nieuwe 4G technologie LTE. Zoals ook in Europees verband is geconstateerd, heeft de inzet van dit digitale dividend spectrum voor mobiele diensten via de ether veel maatschappelijke voordelen, waaronder de mogelijkheid om in landelijke gebieden breedbanddiensten te leveren daar waar dit momenteel ontbreekt. Overigens zijn sommige van deze voordelen voor de Nederlandse situatie minder van belang dan voor andere lidstaten omdat er bijvoorbeeld minder sprake is van witte vlekken in de mobiele en vaste breedbanddekking.

Met de ingebruikname van dit spectrum voor mobiele diensten via de ether ontstaat echter een nieuwe ‘technische realiteit’. Dit heeft alles te maken met het feit dat de signalen van de nieuwe mobiele diensten technisch heel anders van aard zijn dan de signalen van analoge ethertelevisie. Daarmee kunnen ook de regels uit de Europese standaardisatie niet langer als leidraad dienen, om te garanderen dat de nieuwe mobiele diensten in de ether op goede voet samen gaan met reeds bestaande diensten op infrastructuur zoals de kabel. Het mobiel gebruik van de 800 MHz bedreigt daarmee de co-existentie tussen de diensten geleverd via de ether en via kabelnetwerken.

Inmiddels is uit metingen vast komen te staan dat de inzet van mobiele diensten in de 790 – 862 MHz band kabeldiensten op deze frequenties verstoort. Deze verstoring betreft zowel analoge en digitale kabeltelevisie als ook internetdiensten. De storing manifesteert zich via de apparatuur bij de consument en via zijn inhuur netwerk. Een recente studie van het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente laat zien dat er een grote kans bestaat op verstoring van de kabeldienst als de frequenties van de kabeldienst en mobiele dienst samenvallen (co-channel interferentie).

De daadwerkelijke impact op klanten en dienstverlening en het vraagstuk in hoeverre dit aanvaardbaar is dient in een maatschappelijk en bedrijfseconomisch kader te worden geplaatst. Een herverdeling van de televisiezenders op de kabel zodat de meest bekeken programma's niet in de 800 MHz band worden doorgegeven voorkomt niet dat andere kabeldiensten die op deze frequenties worden doorgegeven wel storing van mobiele diensten ondervinden. Een herschikking van de televisiezenders verschuift het probleem

* In deze whitepaper spreken we over “ethertelevisie” of “televisie via de ether” ter onderscheid van kabeltelevisie en televisie via de kabel. Dit is een terminologie die afwijkt van de gebruikelijke term “aardse televisie”. Daar deze whitepaper over het gebruik van het radiospectrum van de vrije ether en van de kabelnetwerken gaat, kan het woord “aards” aanleiding geven tot verwarring daar “aards” ook ondergronds suggereert, en daarmee juist naar de kabelnetwerken verwijst.

naar een weliswaar kleinere doelgroep, die echter een premiumdienst tegen betaling afneemt. Omdat ook de internettechnologie van de kabel gevoelig blijkt te zijn voor storingen is het verschuiven van breedbanddienst naar deze frequenties ook niet zonder gevolgen.

Door het voorgenomen gebruik van de 800 MHz band voor mobiele diensten zal een situatie ontstaan waarbij co-existentie tussen mobiele diensten door de ether en diensten via kabel niet langer gegarandeerd kan worden, ondanks het feit dat de kabelsector en de wereldwijde industrie van consumenten-electronica zich aan de betreffende regelgeving en standaardisatie hebben gehouden. Wanneer naast de band 790-862 MHz ook frequenties tussen de 470-790 MHz ingezet gaan worden voor mobiele dienstverlening, zoals is voorgesteld, is te voorzien dat zonder maatregelen de problematiek toeneemt, waardoor of nog meer klanten te maken gaan krijgen met deze storingsproblematiek of de kabeloperator nog meer belemmerd wordt in zijn bedrijfsvoering.

In acht nemende dat deze problematiek meerdere domeinen beslaat (ether met mobiele diensten, kabelnetwerken voor triple-play en het inhuus domein van de consument) zijn er ook verschillende oplossingsrichtingen denkbaar. Hoewel in het rapport een aantal richtingen en bijbehorende tijdslijnen geschetst worden, is op dit moment niet aan te geven welke oplossing (en in welk domein) voldoende bescherming biedt om een goed samengaan van nieuwe diensten te kunnen garanderen.

Om te zorgen dat de maatschappelijke belangen van ICT niet in het gedrang komen is regie van de overheid gewenst bij het vinden van afdoende oplossingen voor co-existentie. Enkele van deze oplossingen hebben een relatief lange doorlooptijd. Ook is het gewenst dat, voorafgaand aan de veiling van de 800 MHz frequenties, duidelijk is welke aanpak zal worden gevolgd om de co-existentie tussen de ether en de kabel te bestendigen.

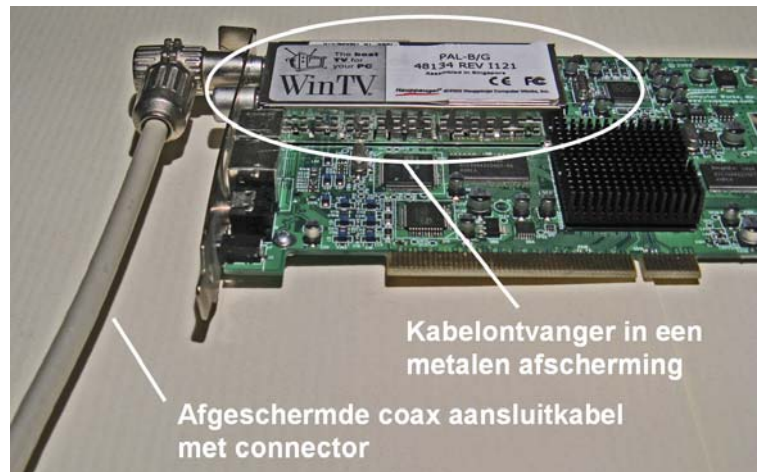
1 Inleiding

Elektronische communicatie draadloos via de ether is één van de grote ontwikkelingen van de vorige eeuw¹. Met een zender wordt elektronische informatie op een draaggolf gemoduleerd en uitgezonden in de vrije ether. Vervolgens kan de elektronische informatie elders met een ontvanger weer uit de lucht worden ontvangen. Deze technologie heeft in de vorige eeuw een reeks van innovaties gegenereerd, van radiotelegrafie, via radio en televisieomroep, tot de huidige mobiele netwerken. Elk van deze innovaties heeft de informatievoorziening aan en communicatiebehoefte van burgers, overheid en bedrijven revolutionair veranderd, met een grote sociaal-maatschappelijke, culturele en economische impact. Radiospectrum moet aldus als een meest waardevolle grondstof worden gezien, nodig voor het transport van informatie door de ether. Een grondstof met een, maatschappelijk en economische gezien, grote toegevoegde waarde.

Radiospectrum is een schaars goed. Radiospectrum loopt weliswaar van enkele kHz tot boven de 100 GHz, echter, veel spectrum is in gebruik en kan niet gelijktijdig voor een andere dienst worden gebruikt, of is om diverse redenen economisch niet rendabel te gebruiken. Spectrum tot 1 à 2 GHz is voor veel draadloze diensten het meest geschikt en dus ook meest begeerd.

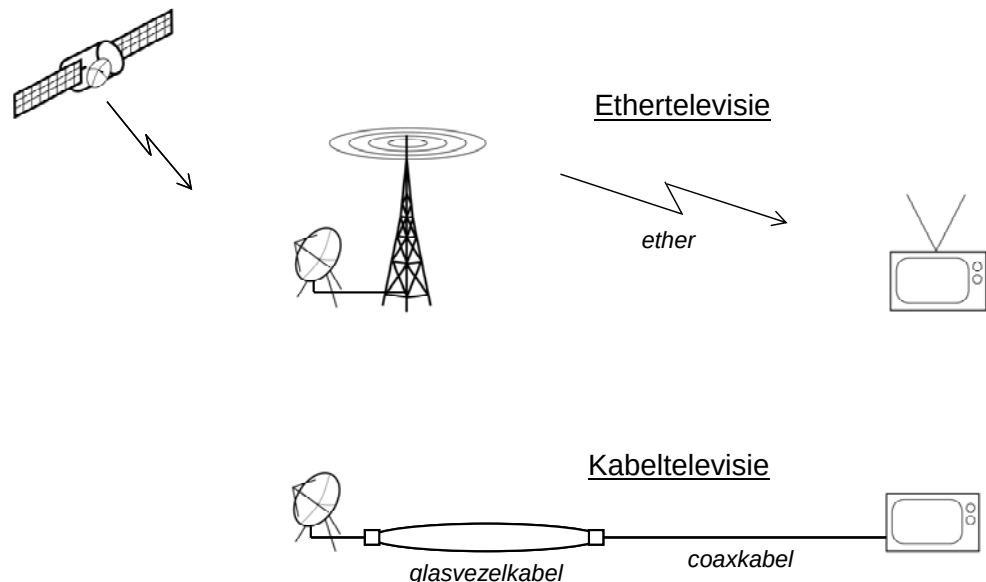
Dezelfde frequenties die voor mobiele of draadloze diensten in de ether gebruikt worden, kunnen eveneens gebruikt worden binnen vaste kabelnetwerken. Door het gehele signaalpad vanaf zender tot ontvanger met een metalen omhulling af te schermen, is het mogelijk het elektronisch signaal in de coaxkabel af te schermen zodat er slechts een gering signaal naar de ether lekt. Omgekeerd wordt de instraling van ethersignalen van buiten naar binnen sterk onderdrukt. Figuur 1 toont op een foto hoe de afscherming wordt gerealiseerd. Hiermee is het concept van kabelnetwerken geboren waarbij afgeschermd zenders en ontvangers via afschermende coaxkabels zijn verbonden. In de vrije ether kan informatie draadloos van zender naar ontvanger worden overgedragen, terwijl gelijktijdig, op dezelfde plaats en op dezelfde frequentie andere elektronische informatie via het kabelnetwerk kan worden verzonden. De radiosignalen via de ether en via de kabel interfereren niet of slechts in geringe mate met elkaar zodat een goede en grootschalige televisiedienstverlening via de ether en de kabel op een economische basis mogelijk is gebleken. Weliswaar is daarbij af en toe en lokaal sprake geweest van storing, maar in de praktijk is die gevallen altijd een adequate oplossing mogelijk gebleken.

¹ Veelal wordt dit gebruik van de “ether” als “aards” gebruik aangeduid, dit ter onderscheid van “satelliet” gebruik van de ether. Deze terminologie is bijvoorbeeld terug te vinden in de begrippen “aardse analoge televisie” en “aardse digitale televisie”. Daar echter, deze whitepaper ingaat op het gebruik van het radiospectrum van de vrije ether en van de kabelnetwerken, kan het woord “aards” aanleiding geven tot verwarring daar “aards” ook ondergronds suggereert, en daarmee juist naar de kabelnetwerken verwijst. Om deze verwarring te voorkomen, hanteren we in deze whitepaper de begrippen “ether” en “kabel”. We spreken over “ethertelevisie”, “televisie via de ether”, “etherfrequenties” ter onderscheid van “kabeltelevisie”, “televisie via de kabel” en “kabelfrequenties”.



Figuur 1 Het kabelconcept: de zender, het signaalpad en de ontvanger zijn volledig afgeschermd met een metalen afscherming, zodat signalen van buiten niet kunnen instralen. De foto toont een kabelontvanger waarbij de afscherming van de coaxkabel direct aansluit op de metalen behuizing waarin de kabelontvanger is gemonteerd.

Door de grootschalige aanleg van kabelnetwerken kreeg Nederland in de vorige eeuw de beschikking over twee landelijke infrastructures om televisiesignalen te distribueren. Enerzijds was er het netwerk van Nozema waarmee analoge televisie via de ether werd gedistribueerd. In 2006 is deze infrastructuur geschikt gemaakt voor de distributie van digitale televisiesignalen via de ether. Anderzijds waren er de kabelnetwerken waarmee televisiesignalen via afgeschermd glasvezel- en coaxkabels worden gedistribueerd. In beide netwerken worden zoals gezegd dezelfde radiofrequenties gebruikt, maar door de afscherming van de coaxkabels en zenders en ontvangers kunnen beide netwerken naast elkaar opereren. Figuur 2 illustreert beide netwerkconcepten.



Figuur 2 Netwerkconcepten voor televisie via de ether (boven) en televisie via de kabel (onder). De netwerkoperator ontvangt de televisiesignalen en distribueert de signalen via haar netwerk naar de klant. Een deel van de televisie-signalen wordt door bv. MediaGateway in Hilversum via vaste netwerken aangeleverd (niet in de figuur aangegeven).

In Nederland heeft zich op basis van het kabelconcept een hoogwaardige dienstverlenende industrie ontwikkeld welke met het radiospectrum tot 862 MHz 5,6 miljoen klanten bedient. Momenteel leveren de kabeloperators radio, televisie, HD-televisie, telefonie, video-on-demand, interactieve televisie en breedband internet tot meer dan 100 Mbps in vrijwel geheel Nederland. Hun kabelnetwerken zijn goed gepositioneerd om de concurrentie aan te gaan met de DSL- en FttH netwerken en zijn daarmee van essentieel belang voor de maatschappelijke en economische ontwikkeling van Nederland.

Hergebruik van radiospectrum in vaste netwerken vertegenwoordigt een grote toegevoegde waarde. Een goede afscherming tussen ether- en kabelsignalen is daarbij noodzakelijk. Het is juist deze goede afscherming die de co-existentie van de ether en kabel mogelijk maakt.

Tot op heden zijn de etherfrequenties van 790 – 862 MHz in gebruik voor de distributie van televisiesignalen. De Nederlandse overheid heeft het voornemen om deze 800 MHz band toe te wijzen aan mobiele diensten [1]. Deze allocatie aan een andere dienst via de ether schept voor de kabelnetwerken een nieuw interferentiescenario, waarbij sprake is van een veel hoger inhuys signaalniveau van de etherdienst met als gevolg verstoring van de kabeldiensten [2]. De co-existentie tussen de ether- en kabeldiensten wordt beschadigd, hetgeen de ontwikkeling van de dienstverlening van de kabeloperator zal belemmeren.

In dit whitepaper analyseren we de oorzaak en de omvang van de beschadiging van het kabelspectrum als in de 800 MHz etherband mobiele diensten worden gelanceerd en de mogelijke oplossingen om de co-existentie te behouden, inclusief de impact van de maatregelen. Om de problematiek in de juiste maatschappelijke en economische context te plaatsen, geven we tevens de historische achtergrond en ontwikkeling van de ether en kabel en hun diensten.

2 De ether

Het etherspectrum vertegenwoordigt een grote economische en maatschappelijke waarde, nu en in het verleden. In de vorige eeuw is een zeer groot deel van het etherspectrum tot 1 GHz in gebruik genomen voor de distributie van radio en televisiesignalen via de ether. In dit hoofdstuk gaan we in op het maatschappelijk en economisch belang van het etherspectrum en de daaruit voortvloeiende overweging om etherspectrum dat historische aan analoge televisie was toegewezen in de toekomst voor mobiele diensten te gebruiken.

2.1 Ontwikkeling en maatschappelijke relevantie van het dienstenaanbod via de ether

De ontginning van het etherspectrum heeft zich feitelijk binnen een eeuw voltrokken, hetgeen als een indicatie van de maatschappelijke en economische waarde kan worden gezien. Aan het begin van de 20e eeuw was de ether leeg en aan het einde was al het economisch bruikbare spectrum in gebruik genomen en was er een schaarste ontstaan.

De eerste helft van de 20e eeuw wordt gekarakteriseerd door een zeer snelle ontwikkeling van radio: lange golf radio, middengolf radio en korte golf radio, inclusief de Wereldomroepen. De behoefte aan radio was om sociale reden groot, elk land claimde meerdere radiozenders hetgeen in de toewijzing van verschillende banden resulteerde. In 1952 wordt de etherband van 87 tot 100 MHz aan FM radio toegewezen [3]². Met FM radio kon zowel de kwaliteit van radio als ook het aantal zenders per land sterk worden uitgebreid.

In 1952 worden eveneens twee frequentiebanden (Band I: 47 – 68 MHz en Band III: 174 – 230 MHz) aan televisiediensten via de ether toegewezen, voldoende voor één televisieomroep per land [3]. Hoewel de eerste experimentele televisie-uitzendingen al eind jaren '20 plaats vonden en de technologie in de jaren dertig ontwikkeld is, ontwikkelde ethertelevisie zich pas in de tweede helft van de jaren 50 tot een landelijk medium [4]. In Nederland is televisie in Eindhoven begonnen, waar in 1948 Philips begon met het uitzenden van televisieprogramma's voor 400 kijkers. Vanaf de tweede helft van de jaren '50 ontwikkelde ethertelevisie zich snel. Eind 1962 was televisie uitgegroeid tot een nationale dienst met een bereik van een miljoen huishoudens [5]. Gezien dit succes en de daaruit groeiende behoefte aan meer zenders, is in 1961 in Stockholm aanvullend etherspectrum van 470 – 862 MHz toegewezen [6]³. Met dit extra spectrum konden in Nederland nog twee zenders worden uitgerold, Nederland 2 (1964) en Nederland 3 (1988).

Een derde sociaaleconomische succesverhaal betreft de mobiele netwerken. In Nederland werden in 1994 de eerste GSM netwerken voor mobiele telefonie uitgerold, waarmee mobiele bereikbaarheid voor velen werd gerealiseerd. In eerste instantie was er alleen gepaard spectrum⁴ in de 900 MHz band (890 – 915 / 935 – 960 MHz) beschikbaar, maar om meerdere aanbieders te faciliteren en de netwerkcapaciteit uit te

² Voor Band II (87,5 – 100 MHz) is gedurende dezelfde conferentie een toewijzing van de frequenties voor FM radio overeengekomen. In 1984 is deze Band II met 8 MHz uitgebreid tot de huidige 87,5 – 108 MHz.

³ Dit betreft de zogeheten Band IV (470 – 582 MHz) en Band V (582 – 862 MHz).

⁴ Mobiele communicatiediensten vereisen een gecombineerde uplink en downlink verbinding. In veel radiotechnologieën (GSM en UMTS) wordt voor de uplink en de downlink verschillende frequentiekanalen gebruikt; een kanaal voor de uplink, en een voor de downlink.

breiden is in 1998 de 900 MHz GSM band uitgebreid (880 – 915 / 925 – 960 MHz) en is er een tweede 1800 MHz GSM band (1710 – 1785 / 1805 – 1880 MHz) toegevoegd.

De opkomst en ontwikkeling van internet-gebaseerde diensten en bedrijfstoeepassingen in het vaste domein creëerde de behoefte tot mobiele toegang tot deze diensten en toepassingen. In eerste instantie werd hiertoe GSM uitgebreid met een smalbandige datatoepassing, GPRS. In 2004 worden de UMTS netwerken uitgerold waarmee commercieel een bitrate tot 384 kbps kan worden geleverd. Voor UMTS is nieuw spectrum aan de markt ter beschikking gesteld, de gepaarde 1920 – 1980 / 2110 – 2170 MHz band. Sinds de uitrol van deze eerste UMTS netwerken is de UMTS technologie verder geëvolueerd naar high – speed packet access (HSPA) waarmee de klant een veel hogere up- en downstream bitrate kan worden geleverd en recentelijk is er een nieuwe frequentieband 2500 – 2690 MHz gecreëerd en aan de markt uitgegeven.

Het hierboven geïllustreerde spectrumbehoefte onderschrijft het grote maatschappelijke en economische belang van de mobiele netwerken. De groeiende behoefte aan etherspectrum is daarbij niet alleen de resultante van het toenemend aantal gebruikers, maar eveneens van een veranderend gebruik. Was GSM bedoeld voor spraakdiensten met als grote meerwaarde een verbeterde bereikbaarheid vergeleken met vaste telefonie, nu bieden de mobiele netwerken het grote voordeel van een betere beschikbaarheid van internetdiensten voor de gewone burger; deze heeft met zijn “ Smartphone” en “ tablet PC” ‘s overal en altijd toegang tot de internetdiensten.

2.2 Revisie van het gebruik van het etherspectrum

Rond de eeuwwisseling ontwikkelt zich geleidelijk aan de technische mogelijkheid om analoge ethertelevisie te vervangen door digitale ethertelevisie. Digitalisering biedt daarbij twee maatschappelijke voordelen. Enerzijds is etherspectrum schaars en biedt digitalisering uitzicht op een beter gebruik van de ether. Anderzijds is het analoge zenderaanbod via de ether te klein om te kunnen concurreren met alternatieve televisienetwerken zoals satelliet en kabel, met een afnemend aantal kijkers als gevolg. Gezien de grote omvang van het televisiespectrum in de ether (47 – 68 MHz, 176 – 230 MHz en 470 – 862 MHz) en de beschikbaarheid van goede alternatieven, was dit gebruik op termijn economisch en maatschappelijk niet te verantwoorden. In Nederland werd de analoge ethertelevisie in 2006 volledig uitgefaseerd; uiterlijk 2012 zal in alle Europese landen analoge televisie via de ether worden uitgefaseerd.

Bij de uitfasering van de analoge ethertelevisie rijst de vraag of het frequentiespectrum dat vrij komt geheel aan digitale ethertelevisie moet worden toegekend, of dat het wenselijk en mogelijk is, een deel van het etherspectrum voor nieuwe diensten zoals mobiele televisie en mobiele communicatie te reserveren. De Radio Spectrum Comité van de Europese Unie onderkende deze beleidsvraag en adviseerde in het voorjaar van 2004 om naar een geharmoniseerde Europese oplossing te streven [7]. Ook andere spelers, zoals de mobiele operators, raakten betrokken bij de discussie. Er is dan weliswaar sprake van nieuw etherspectrum voor mobiele communicatie in de 2.6 GHz en 3.5 GHz banden, maar het radiobereik in deze banden is beperkt. Etherspectrum onder de 1 GHz daarentegen is aantrekkelijker voor mobiele netwerken vanwege het grotere bereik en de betere dekking. In januari 2005 stelt het UMTS Forum voor om een etherband van 2 x 30 MHz te toe te wijzen aan mobiele diensten [8].

De feitelijke capaciteit van de 470 – 862 MHz band van de ether is geen politieke, maar een technische en economische aangelegenheid. Onder de hoede van de World Radio Conference hebben beleidsvertegenwoordigers en radio-ingenieurs van de Europese, Aziatische en Afrikaanse landen tijdens de Regional Radio Conference 2006 (RRC06) te Geneve een nieuw frequentieplan opgesteld [9]. Deze planning gaat vooralsnog uit van het gebruik van het etherspectrum voor digitale televisiediensten, maar biedt wel de ruimte om nationaal en supranationaal het spectrum te gebruiken voor communicatiediensten, zolang de vastgestelde radioplannings-regels worden gerespecteerd. In de praktijk betekent dat, dat nabuurlanden op basis van bi- en multilaterale afspraken hun frequentiegebruik op de ether nader moeten afstemmen.

Conform haar bevoegdheden neemt de Europese Commissie bij monde van het Radio Spectrum Comité het initiatief om dit proces te sturen en te coördineren [7] en draagt de CEPT op, om de mogelijkheid te onderzoeken of een subband van de 470 – 862 MHz etherband kan worden gebruikt voor mobiele communicatie [10], [11], [12]. Parallel aan dit onderzoek wordt op de World Radio Conference 2007 besloten de 790 – 862 MHz etherband tevens toe te wijzen aan mobiele diensten [13].

Aansluitend op deze technische ontwikkeling, stelt de Europese Commissie dat de allocatie van een subband voor mobiele diensten als een win-win situatie moet worden gezien, met ruimte voor groei van zowel digitale ethertelevisie als ook van mobiele communicatie [14].

Mei 2010 besluit de Europese Commissie op grond van haar bevoegdheden de technische condities ten behoeve van elektronische communicatie systemen in de 790 – 862 MHz etherband te harmoniseren [15]. Dit houdt in dat de lidstaten die ervoor kiezen dit etherspectrum aan vaste of mobiele communicatiediensten toe te wijzen, dit alleen mogen doen op basis van de van de geharmoniseerde technische parameters.

Het consortium Analysys Mason, Econ en Hagon & Hartson heeft in opdracht van Europese Commissie onderzocht hoe het etherspectrum van 470 – 862 MHz vanuit een maatschappelijk en economisch perspectief het best kan worden benut⁵ [16]. Op basis van haar bevindingen adviseert het consortium om naast de 800 MHz etherband, in de verdere toekomst, een tweede band toe te wijzen aan mobiele communicatie. Tevens beveelt ze aan, richtlijnen te ontwikkelen voor nieuwe draadloze inhuishuis netwerktechnologieën gebaseerd op cognitieve radio die zullen opereren in het frequentiespectrum van 470 – 700 MHz⁶.

2.3 Maatschappelijke relevantie mobiele gebruik van de 800 MHz etherband

De Commissie ziet het 800 MHz etherspectrum als instrumenteel voor de overbrugging van de digitale tweedeling van Europa, de “digital divide”, in het bijzonder in afgelegen landelijke gebieden [14]. In haar onderzoek voor de Europese Commissie beschouwt het consortium Analysys Mason Limited, DotEcon Limited en Hogan & Hartson diverse mogelijke toepassingen voor het gebruik van de 470 – 862 MHz band,

⁵ In haar rapport geeft het consortium aan, dat het probleem dat mobiele diensten in de 800 MHz band kabeldiensten kunnen verstoren laat onder haar aandacht kwam en dat om die reden de impact van de verstoring van kabeldiensten in haar economische en maatschappelijke kosten en baten analyse niet is meegenomen.

⁶ Deze band van 470 – 700 MHz zal dan primair voor digitale aardse televisie worden gebruikt en secundair voor de genoemde draadloze inhuishuis netwerktechnologie.

waaronder vast en mobiel draadloos breedband⁵ [16]. In haar streven naar consensus, afstemming en draagvlak heeft het consortium in het voorjaar van 2009 enkele workshops georganiseerd om de relevante belanghebbenden, waaronder de Europese lidstaten, in haar onderzoek betrekken. Op basis van haar onderzoek en consultaties wijst het consortium vaste digitale ethertelevisie en draadloze breedband communicatie aan als meest maatschappelijk gewenste diensten. Aanbieders beschikken veelal over spectrum in de 2.1 GHz band (UMTS) om mobiele diensten aan te bieden. Daarnaast wordt met de 3.5 GHz band in verschillende Europese landen vaste breedbanddiensten aangeboden als alternatief voor DSL van het telefonienetwerk⁷.

Zakelijk gezien zijn deze hoge frequenties minder aantrekkelijk voor de draadloze netwerken (mobiel of vast) in landelijke gebieden met weinig bewoners en een geringe economische activiteit. Het radiobereik van hogere frequenties is geringer dan van lagere frequenties zodat er relatief veel radiocellen nodig zijn om een gebied volledig te bedekken. In landelijke gebieden met geringe economische activiteit leidt dit ertoe dat de netwerkcapaciteit onderbenut blijft. De operator wordt zodoende met hoge netwerkkosten geconfronteerd die hij niet kan terugverdienen. Het grotere bereik van spectrum onder de 1 GHz zal hem in staat stellen met minder cellen een gebied te bedekken. Dit maakt het mogelijk om in (landelijke) gebieden waar draadloze diensten economisch met hoge frequenties niet rendabel leverbaar zijn, op een gezonde basis in draadloze netwerken, mobiel of draadloos, te investeren. Gezien echter de hoge bevolkingsdichtheid en hoge economische activiteit in Nederland, zal deze beperking voor Nederland in mindere mate van toepassing zijn dan voor ander Europese landen waar relatief veel grote rurale gebieden te vinden zijn zoals Spanje, Frankrijk, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk.

⁷ Dit betreft een vaste maar draadloze dienstverlening waarbij de klant met een vaste (buiten)antenne verbinding maakt met het basisstation van de breedband aanbieder. Clearwire biedt deze diensten aan in België, Spanje, Denemarken en Ierland.

3 De kabel

In het verleden heeft de kabel zich in een goede harmonie ontwikkeld met de ethertelevisie. Ook hier is sprake van een sociaaleconomisch succesverhaal: de kabel ontwikkelde zich in Nederland binnen enkele decennia van een netwerk voor de distributie van enkele zenders tot een hoogwaardig telecommunicatie infrastructuur met vrijwel landelijke dekking, die door miljoenen huishoudens wordt gebruikt voor uiteenlopende maatschappelijke en entertainmenttoepassingen.

In dit hoofdstuk gaan we in op de historische ontwikkeling van de kabelnetwerken en van de dienstverlening van de kabel. Tevens belichten we de historische rol van de overheid als regelgever en toezichthouder betreffende de kabelnetwerken en het spectrumgebruik op de kabel.

3.1 De technische ontwikkeling van de kabelnetwerken in Nederland

Zoals in paragraaf 2.1 geschetst, ontwikkelde ethertelevisie in Nederland zich snel tot een massamedium. Echter, niet iedereen kon het signaal goed ontvangen. Deze uitsluiting van bewoners heeft tot de aanleg van de kabelnetwerken geleid.

In meerlaagswoningen en flats was ethertelevisie vaak moeilijk te ontvangen daar het signaal te zwak was, of omdat er geen buitenantenne kon of mocht worden geplaatst. Om het signaal toch te ontvangen, werd daarom een antenne op het dak van het pand geplaatst, waarna het signaal werd versterkt en met coaxkabels aan de verschillende woningen werd gedistribueerd. In 1970 was er sprake van 18.500 van zulke gemeenschappelijke antenne inrichtingen (GAI) welke signaal aan zo'n 1.200.000 huizen leverden [5].

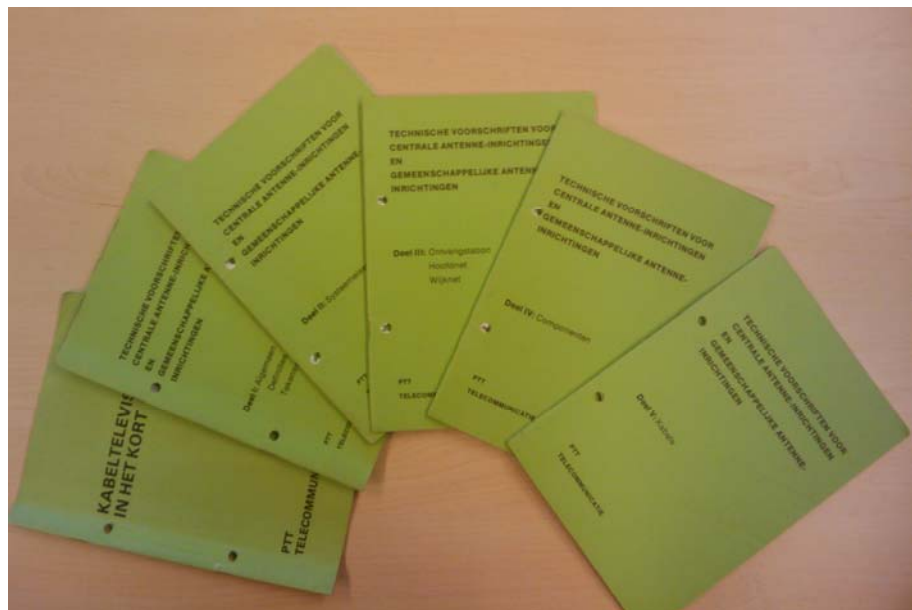
Wettelijk gezien waren deze GAI-en alle illegaal omdat alleen het Staatsbedrijf der Posterijen, Telegrafie en Telefonie (PTT) bevoegd was netwerken voor draadomroep aan te leggen en te beheren [17]. Niettemin werden deze netwerken door de PTT gedoogd, daar zij zelf niet de mogelijkheid had om de aanleg ter hand te nemen. Wel stelde de PTT beperkingen aan de grootte van deze GAI-en: ze mochten hooguit 100 huizen van signaal voorzien en kruisingen van een openbare weg waren alleen toegestaan indien het signaal niet werd versterkt [5].

In 1969 gaat de Kamer akkoord met een wetswijziging op voorwaarde dat naast de PTT ook anderen de mogelijkheid krijgen om op basis van een machtiging een inrichting voor draadomroep aan te leggen en te exploiteren. In 1970 vaardigde de minister van Verkeer en Waterstaat twee beschikkingen uit. In de eerste beschikking van 27 juli 1970 wees de minister twee type draadomroepinrichtingen aan waarvoor geen concessie van de Nederlandse overheid vereist was:

- Gemeenschappelijke antenne-inrichtingen kleiner dan 100 huizen en
- Centrale antenne-inrichtingen (CAI-en) van lokale omvang.

Deze beschikking legaliseert de bestaande praktijk van GAI-en, maar creëert tevens de mogelijkheid CAI-en aan te leggen ter grootte van de gemeente. De aanleg van beide inrichtingen wordt gebonden aan administratieve en technische voorschriften, op te stellen door de directeur-generaal van de PTT. Tevens is een machtiging van de PTT

vereist. De machtigingsvoorwaarden, waaronder de technische voorschriften, worden in de tweede beschikking gepubliceerd [5]. De door de PTT opgestelde technische voorschriften waren indertijd bij het Staatsbedrijf te bestellen. De voorwaarden omvatten ondermeer eisen ten aanzien van de elektrische veiligheid, de uitstraling van kabelsignalen en de te gebruiken types coax kabels [18]. Figuur 3 en Tabel 1 geven een overzicht van de technische voorschriften van de PTT voor kabelnetwerken. Bij de aanvraag voor een machtiging moest het netwerkontwerp inclusief alle componenten ter goedkeuring aan de PTT worden aangeleverd, waarna bij goedkeuring de machtiging werd verstrekt. In de periode van 1970 tot 1976 werden op deze wijze 1200 machtigingen voor een CAI verstrekt [5].



Figuur 3 Technische en Administratie Voorschriften PTT (1980) [18].

Tabel 1 Technische voorschriften voor centrale antenne-inrichtingen en gemeenschappelijke antenne-inrichtingen, PTT Telecommunicatie, Den Haag, 1978 – 1980 [18].

Deel I	Algemeen, Definities en Tekensymbolen	Augustus 1978
Deel II	Systeemeisen	Augustus 1978
Deel III	Ontvangststation, Hoofdnet, Wijknet	Oktober 1978
Deel IV	Componenten	Maart 1979
Deel V	Kabels	Maart 1980

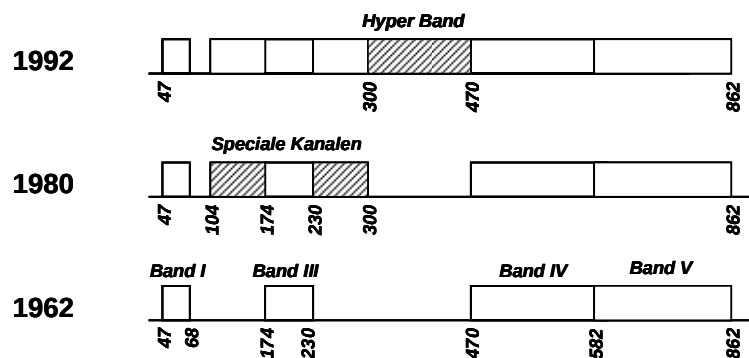
In 1989 wordt het Staatsbedrijf der PTT verzelfstandigd ter voorbereiding op haar privatisering, gevolgd door de beursgang in 1994 waarbij de Nederlandse overheid een deel van haar belang afstoot. In dit verzelfstandigingsproces zijn een aantal voor de regelgeving relevante onderdelen van de PTT buiten de verzelfstandiging gehouden en bij het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Hoofddirectie Telecommunicatie en Post (HDT) ondergebracht, waaronder ook het bedrijfs onderdeel dat de machtigingen voor CAI-en verleende en de technische en administratieve voorschriften opstelde. Eind

1990 publiceert de HDTP de herziene technische voorschriften voor CAI-en en GAI-en, welke per wettelijk besluit door de minister van Verkeer en Waterstaat van toepassing worden verklaard [19].

Medio 1990 wordt er een Europees standaardisatiekader geïmplementeerd, waardoor de rol om de technische voorschriften op te stellen van het HDTP van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat naar het Nederlandse Elektrotechnische Normalisatie instituut (NEN) en naar CENELEC verhuist. Paragraaf 3.3 gaat daar nader op in.

3.2 Het spectrumgebruik op de kabel

De historische ontwikkeling van het spectrumgebruik in kabelnetwerken hangt nauw samen met de ontvangstmogelijkheden van de televisietoestellen [5]. Televisies uit de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw waren alleen geschikt voor ontvangst van zenders in de ether televisieomroepbanden. Daarnaast waren de ontvangers niet voldoende selectief om twee televisiezenders op naast elkaar gelegen kanalen te ontvangen en moest de kabeloperator tussen twee zenders een kanaal vrij laten. Vanaf het begin van de jaren tachtig zijn nieuwe televisies uitgerust met ontvangers waarin beide tekortkomingen verholpen zijn en waarmee het dus mogelijk is een televisiezender op elke frequentie van 108,5 – 862 MHz te ontvangen. Dat betekent dat de kabeloperators vanaf de jaren negentig, wanneer alle eerste generatie televisies vervangen zijn, het gehele spectrum ook daadwerkelijk kunnen gebruiken.



Figuur 4 Historische ontwikkeling van het toegestane spectrumgebruik op de kabel.

Voor de kabelnetwerken is de doorgifte op de hoge frequenties economisch minder aantrekkelijk door de toenemende signaaldemping. De kabeloperators hadden daarom in de eerste decennia een voorkeur voor het gebruik van de frequentiebanden van 47 tot 68 MHz en van 174 tot 230 MHz en niet de 470 – 862 MHz band. Met deze 2 banden konden maximaal 6 televisiezenders worden geleverd. Tot eind jaren '70, Nederland 3 en commerciële omroepen bestonden nog lang niet, boden beide banden een voldoende capaciteit om de door de kijker gevraagde zenders door te geven [5]. Vanaf de jaren tachtig is er echter sprake van een geleidelijke toename van het zenderaanbod en ontstaat de behoefte ook het spectrum beneden en boven de 174 – 230 MHz band, de zogeheten speciale banden⁸, in te zetten [5], [19], [21]. In eerste instantie beperkt de inzet zich tot de coaxiale kabels die de televisiesignalen naar de wijken transporteren. In

⁸ In Nederland werden deze frequenties ook wel met M- en B- band aangeduid.

de wijk werd het signaal dan omgezet naar een frequentie boven de 470 MHz zodat alle televisies de signalen konden ontvangen. Vanaf het begin van de jaren '90, als vrijwel alle televisies een ontvanger hebben die afstembaar is over de gehele frequentieband, gaan de kabeloperators de speciale banden ook inzetten voor de levering van televisiezenders tot de abonnee thuis.

De ingebruikname van de speciale banden in het netwerk vindt plaats met instemming van de PTT [19], [20], [21]. In 1992 gaat het HDTP tevens akkoord met het gebruik van het volledige spectrum tot 862 MHz, inclusief de volledige niet-omroepband van 230 tot 470 MHz [21]. Figuur 4 toont de geleidelijke ingebruikname op de kabel van het frequentiespectrum buiten de etheromroepbanden. In de huidige kabelnetwerken het gebruik van het volledige frequentiespectrum tot 862 MHz op de kabel wettelijk toegestaan⁹ en zijn alle analoge televisies en ontvangers voor digitale televisie en kabelmodems geschikt voor frequenties vanaf 15 tot 862 MHz.

3.3 Co-existentie en elektromagnetische compatibiliteit

Elektromagnetische compatibiliteit (EMC) houdt in het vermogen dat elektrische en elektronische systemen in geval van normaal gebruik elkaar niet storen¹⁰. EMC van elektrische en elektronische apparatuur is daarmee cruciaal om te waarborgen dat apparatuur goed functioneert, dat wil zeggen, zoals bedoeld en zonder andere systemen te storen. In vliegtuigen en intensive care afdelingen ziekenhuizen wordt veel elektronische apparatuur ingezet, waarvoor EMC niet altijd en onder alle omstandigheden is te garanderen. Omdat EMC niet volledig is te garanderen, en storingen tot fatale ongelukken kunnen leiden is het gebruik van mobiele telefoons op deze plaatsen veelal niet toegestaan. Op het netwerkniveau is EMC het equivalent van co-existentie.

Tot de jaren negentig was het waarborgen van EMC een nationale aangelegenheid. Elk land specificeerde eigen technische voorschriften en eisen. Apparatuur die niet aan deze eisen voldeed mocht niet worden ingevoerd en verhandeld. In Nederland was PTT Telecom belast met het opstellen van de voorschriften en het toezicht op de naleving.

Ook voor kabelnetwerken was de rol van toezichthouder bij de overheid belegd, tot 1989 bij PTT Telecom en daarna bij het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Zij stelden de technische voorschriften op. Om EMC te waarborgen waren de minimale afscherming van de coaxkabels en andere netwerkcomponenten en het maximale signaalniveau van de radio- en televisiesignalen in de voorschriften vastgelegd [18], [19]. Tevens waren er uit voorzorg extra eisen opgenomen in de voorschriften voor het geval dat de operators nieuwe frequenties zoals de speciale banden in hun netwerk gingen inzetten, waaronder een voorwaardelijke inzet gedurende 6 maanden waarin moest worden aangetoond dat andere diensten op de ether niet werden gestoord [19].

⁹ Dit is wettelijk toegestaan op voorwaarde dat de netwerken aan de uitstralingseisen uit de van toepassing zijnde standaarden voldoen.

¹⁰ Nauwkeuriger geformuleerd houdt dit in dat enerzijds elektrisch of elektronisch apparaten en systemen in hun elektromagnetische omgeving goed functioneren, maar anderzijds daarbij het functioneren van andere apparaten en systemen niet storen.

De inwerkingtreding van de Europese EMC-richtlijn in 1992 verlegt de rol van regelgever en toezichthouder van de Europese lidstaten naar de Europese Unie [22]. Onder dit nieuwe regiem worden de EMC-standaarden door de officiële Europese standaardisatiebureaus opgesteld, CEN, CENELEC en ETSI. De EMC-standaarden die zijn vastgesteld worden in het Officiële Publicatieblad van de Europese Unie gepubliceerd, waarna ze in alle lidstaten wettelijk van kracht zijn.

Alle huidige EMC-standaarden voor kabelnetwerken, coaxkabels, televisies, kabelmodems en digitale ontvangers zijn volgens de bovenstaande procedure opgesteld. Operators controleren na afloop van onderhoudswerkzaamheden aan hun netwerken of de uitzending binnen de EMC-eis valt. De EMC-eisen die in het verleden door de Nederlandse overheid en momenteel door CENELEC, ETSI en NEN zijn opgesteld en wettelijk zijn opgelegd, zijn gebaseerd op interferentie van de kabeldiensten met ethermediadiensten. Mogelijk zijn de EMC-eisen aldus niet afdoende voor andere scenario's zoals interferentie tussen kabel- en mobiele diensten via de ether.

3.4 Ontwikkeling en maatschappelijke relevantie dienstenaanbod op kabel

De snelle publieke acceptatie van televisie rond de jaren '60 van de vorige eeuw illustreert, zoals gezegd, de grote maatschappelijke waardering van het nieuwe medium. Echter, niet iedereen kon een antenne plaatsen en ontvangst van buitenlandse zenders was veelal alleen mogelijk met een antenne op een hoge opstelpositie. In de beginjaren van de kabel, tot de jaren tachtig, was de rol van de kabelnetwerken met name gericht op het verhelpen van beide belemmeringen: een goede ontvangst van nationale omroepen en omroepen van buurlanden.

Medio jaren '80 voltrekt er zich een technologische vernieuwing in de distributie van televisiesignalen. Satelliettechnologie maakt het mogelijk zenders over een grote afstand door te geven¹¹. Met deze technologie kunnen de kabeloperators hun aanbod uitbreiden met zenders als Sky Channel, TV 5, Music Box en Europe TV [23]. De komst van RTL Veronique in 1989 is de start van een verdere uitbreiding van het zenderaanbod in de jaren '90 met meerdere op Nederland gerichte commerciële zenders en themakanalen zoals National Geographic en Discovery. Eind jaren '90 is het zenderaanbod uitgebreid tot zo'n 30 tot 40 zenders.

Door de Europese liberalisering van de telecomsector komt de kabel in de jaren daarna grotendeels in private handen. Vanaf halverwege de jaren '90 investeren de kabelbedrijven in de verglazing en andere upgrades van de coaxnetwerken. In 1995 lanceert CAI Westland als eerste Internet via de kabel. Twee jaar later wordt een eerste aanvang gemaakt met digitale televisie (Mr. Zapp) en enkele jaren later wordt vaste telefonie aan de portfolio toegevoegd. Later volgen HDTV, video-on-demand en interactieve televisie. Momenteel heeft de kabel het hoogste bitrate consumenten aanbod (120 Mbps) met grote, vrijwel landelijke dekking en levert eveneens vrijwel landelijk video-on-demand diensten. De digitale televisiepakketten zijn uitgebreid tot meer dan 200 zenders. De kabelbedrijven bieden daarmee een volwaardig alternatief voor diensten via DSL en FttH.

¹¹ Bijvoorbeeld satellieten van Eutelsat en Intelsat.

Hoewel de kabel gedurende het afgelopen decennium haar dienstaanbod met state-of-the-art digitale diensten heeft uitgebreid, en daarmee een belangrijk deel van de markt bedient, is analoge televisie nog altijd een belangrijke dienst. Ruim 37% van de Nederlandse huishoudens heeft vooralsnog alleen een abonnement voor analoge radio en televisie van de kabel [24].

De kabel is daarmee een serieuze concurrent voor diensten via DSL en FttH en vormt een essentiële peiler voor de concurrentie tussen infrastructuren. De situatie van twee vrijwel landelijke infrastructuren (DSL en kabel) met beide een hoogwaardig concurrerend triple-play aanbod, vindt men slechts terug in enkele Europese landen en is een belangrijke motor gebleken voor de adoptie van internet en breedband. Als blijk van dit succes staat Nederland al jaren bovenaan de ranglijsten van internet en breedband gebruik [25].

In brede zin wordt breedbandtoegang voor iedereen gezien als een noodzakelijke voorwaarde voor de herinrichting van maatschappelijke en sociale processen, hetgeen als antwoord wordt gezien op toekomstige uitdagingen als vergrijzing, onderwijs, gezondheidszorg, veiligheid en openbaar bestuur. De kabel verkeert in een goede positie om de groeiende capaciteitsvraag in de toekomst te kunnen blijven leveren en daarmee haar bijdrage aan de sociale en maatschappelijke herinrichting van Nederland [26].

3.5 Conclusie

Het afgeschermd frequentiespectrum op de kabel moet bij het hierboven genoemde worden gezien als het meest waardevolle bezit van de Nederlandse kabeloperators. Interferentie leidt ertoe dat de operators dit kabelspectrum niet meer, of slechts beperkt kunnen gebruiken, met een verminderde dienstverlening als gevolg. Ook de positie van de kabel als concurrent van DSL- en FttH netwerken en daaraan gekoppeld de ontwikkeling van breedband in Nederland wordt daarmee bedreigd.

In paragraaf 2.2 hebben we het proces bij de Europese Commissie rondom de herziening van het gebruik van de 470 - 862 MHz etherband beschreven. Vanuit het maatschappelijk en economisch belang van mobiele diensten is deze herziening zeer te rechtvaardigen, zoals in het vorige hoofdstuk aangegeven. Opmerkelijk echter is dat, hoewel de kabel een voor Nederland belangrijke infrastructuur betreft welke conform alle door de Nederlandse Overheid en Europese Commissie gestelde eisen is aangelegd, de sector niet of te laat is gekend bij de herziening van het gebruik van de 470 – 862 MHz band.

4 Co-existentie tussen ether en kabel verstoord

De afgelopen vijftig jaar zijn de etherfrequenties van 470 tot 862 MHz voor ethertelevisie gebruikt, hetgeen nimmer heeft geleid tot onoverkomelijke interferentie- of stoorproblemen tussen diensten geleverd via de kabel- en de ether. Tot op heden is er sprake van een adequate¹² co-existentie tussen de ethertelevisienetwerken en de kabeltelevisienetwerken.

De Nederlandse overheid heeft het voornemen om een deel van het etherspectrum, de 800 MHz band van 790 – 862 MHz, toe te wijzen aan mobiele diensten. Het gebruik van de 470 – 862 MHz ether band voor mobiele communicatie en voor draadloze inhuus netwerken (cognitieve radio) impliceert een drastische verandering van het interferentiescenario tussen kabel- en etherdiensten. Tot op heden zijn er landelijk slechts een beperkt aantal ethertelevisiezenders die de kabeldiensten kunnen verstoren. Mobiel en inhuus netwerkgebruik (cognitieve radio) van de 800 MHz band zal resulteren in de aanwezigheid en het gebruik van 800 MHz zenders in de huizen, zeer dicht bij de coaxiale kabels en afgeschermden ontvangers in televisies, digitale ontvangers en kabelmodems. Deze nieuwe situatie impliceert dat de in het verleden zo succesvolle co-existentie tussen ethertelevisie en kabeldiensten niet gegarandeerd kan worden. Dit hoofdstuk gaat dieper in op de inzet van de 800 MHz etherband voor mobiele diensten en de consequenties.

4.1 Elektronische informatiediensten in 470 - 862 MHz band bedreigd

Momenteel wordt in alle Nederlandse kabelnetwerken het kabelspectrum boven 470 MHz ingezet voor de levering van analoge en digitale kabeltelevisie en kabelinternet signalen. Dit betekent dat bij alle Nederlandse kabelabonnees signalen binnen komen op frequenties boven 790 MHz die, zoals voorgenomen, in de toekomst ook voor mobiele communicatie via de ether zullen worden gebruikt.

Tot op heden worden de etherfrequenties boven 470 MHz alleen voor ethertelevisiediensten gebruikt. Nabij de zendmasten kan dit incidenteel tot verstoring van het kabelsignaal leiden doordat de ethertelevisiezender instraalt op de coaxkabels, connectoren en andere componenten in de woning, waarmee de kabelklanten hun televisietoestel of digitale ontvanger aansluiten op het netwerk van de kabeloperator. Deze interferentie is gelegen in het gebruik van slechte, veelal goedkope coaxkabels of in een onzorgvuldige installatie van het coaxnetwerk in huis; het stoorprobleem is effectief te verhelpen door het gebruik van goede kabels en een goede installatie van het inhuus coaxnetwerk. Om de kabelabonnees goed te adviseren hebben Nozema en de kabeloperators bij de uitrol van digitale ethertelevisie in Nederland, gezamenlijk de Stichting Aanpak Interferentie (StAI) opgericht [27]. Daarnaast hebben de Nederlandse kabeloperators tezamen met de leveranciers een keurmerk, Kabel Keur, opgesteld en ingevoerd om de beschikbaarheid van goede coaxkabels en componenten te stimuleren [28]. Deze interferentie beperkt zich tot woningen in de directe omgeving van de ethertelevisiezendmasten. In 2010 was er sprake van ruim 11.000 storingsmeldingen

¹² Met een “adequate coexistent” wordt hier bedoeld dat er weliswaar incidenteel en lokaal sprake van interferentie kan zijn, maar dat dit grootschalig gebruik van hetzelfde spectrum in ether en in de kabel nimmer in de weg heeft gestaan.

[27]. Jaarlijks neemt het aantal meldingen sterk af doordat de netwerken volledig zijn uitgerold en er geen zendmasten meer bijkomen.

Storing van het televisiebeeld van de kabel door instraling van bijvoorbeeld een ethertelevisiezender, kent verschillende gradaties. Bij analoge kabeltelevisie, resulteert interferentie bij toenemend stoorsignaal niveau achtereenvolgens in een ruisachtig beeld, geleidelijk kleurvervaging, synchronisatieverlies zodat het beeld niet meer stil staat, tot het volledig wegvallen van het beeld. In geval van digitale kabeltelevisie verschijnen er blokken in het beeld, waarbij het aantal blokken toeneemt als het stoorsignaal sterker wordt. Bij nog hogere stoorniveaus bevriest het beeld en raakt de synchronisatie met het kabelsignaal verloren. Deze verschijnselen houden aan zolang het stoorsignaal aanhoudt.

De uitrol van mobiele communicatienetwerken in de 800 MHz band zal eveneens tot storing van de televisiediensten leiden, zij het via een ander interferentiescenario. Naast interferentie van basisstation, zal er tevens sprake zijn van interferentie afkomstig van de mobiele terminals, zoals mobiele telefoons, SmartPhones, PDAs, tabletPC's en USB-dongles voor de laptop. Een mobiele terminal heeft weliswaar een geringer zendvermogen dan een ethertelevisiezender, maar zendt wel uit in de directe nabijheid van de coaxkabels en televisieapparatuur. Vanaf de uitrol zal het aantal terminals snel toenemen. Hierbij is sprake van een trendmatige toename van het aantal en soort draagbare toestellen bij de klant in huis, waarmee op de 800 MHz draadloos gecommuniceerd kan worden. Te verwachten is dat te zijner tijd in een substantieel deel van alle huizen een 800 MHz terminal te vinden zal zijn.

Elk mobiel signaal dat gegeneerd wordt op een etherfrequentie tussen 470 en 862 MHz in de nabijheid van de televisie, digitale ontvanger of kabelmodem kan het kijkplezier bederven of de kabelinternetdienst verstoren. Dat wil zeggen, de mobiele terminal van de kabelklant zelf, of die van een medebewoner, van een buur of van een toevallige passant op straat kan de stoorbron vormen. Ook de basisstations zijn alle potentiële stoorbronnen. Kortom, er zal zich een scenario ontwikkelen met zeer veel potentiële verstoorders van de kabeldiensten die met de 800 MHz band worden geleverd.

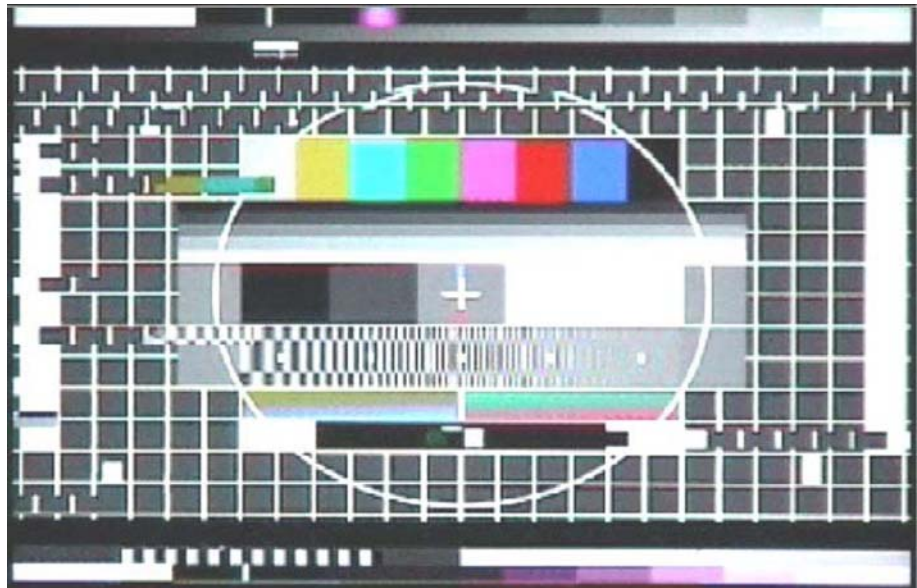
Voor de kabeloperator is bovenstaand vooruitzicht met systemen die in de 800 MHz band zenden en daarmee de kabeldiensten storen zorgelijk. Mogelijk wordt een deel van het kabelspectrum onbruikbaar omdat de kabelsignalen teveel storing ondervinden.

De bovenstaande conclusie is kwalitatief en zegt niets over de aard en de mate van storing. In de volgende paragrafen geven we eerst een beeld van de interferentiemechanismen zoals deze uit meerdere studies naar voor komen, gevolgd door een kwantitatieve analyse van het storingsrisico.

4.2 Resultaten van interferentie studies

De afgelopen twee jaren zijn er diverse studies verricht naar de storing van mobiele diensten op de kabeldiensten. Bij deze studies is de nieuwste generatie mobiele radiotechnologie, UMTS Long Term Evolution (LTE) genaamd, gebruikt. Begin 2009 is een eerste interferentiestudie gepubliceerd door de branchevereniging van Duitse kabeloperators (ANGA) en het Institut für Rundfunktechnik [2]. De metingen laten zien dat mobiel gebruik van dit spectrum de televisiediensten van de kabel verstoort. Ter

illustratie toont Figuur 5 de verstorende invloed van een LTE zendsignaal op een digitaal televisiebeeld.



Figuur 5 Testbeeld van een digitale televisie waarop een 800 MHz LTE signaal instraalt. Het beeld laat over het gehele beeld blokverstoreningen zien. De illustratie is verkregen van Cable Europe Labs en met hun toestemming weergegeven.

Diverse vervolgonderzoeken zijn uitgevoerd door anderen, waaronder het Nederlandse Agentschap Telecom, Cable Europe Labs, het Duitse Bundesnetzagentur, het Zwitserse Bundesamt für Kommunikation, het Nederlandse Agentschap Telecom tezamen met de Universiteit Twente en TNO [29], [30], [31], [32], [33] en [34]. De resultaten van deze studies tonen een consistent beeld van de stoormaproblematiek, welke als volgt is samen te vatten:

- De verstoring betreft alle diensten die de kabeloperator levert, dus analoge en digitale televisie, video-on-demand en internetdiensten. Kwalitatief is analoge televisie het storingsgevoeligst; digitale televisie, video-on-demand, interactieve televisie en internetdiensten hebben een vergelijkbare storingsgevoeligheid.
- Een belangrijk stoormechanisme is directe instraling van een LTE toestel op de gebruikersapparatuur (televisie, kabelmodem, digitale ontvanger of decoder, etc) in geval dat het LTE signaal dezelfde, of bijna dezelfde frequentie heeft als het signaal op de kabel. Dit scenario waarbij de frequenties van de signalen elkaar overlappen wordt veelal co-channel interferentie genoemd. Het ingestraalde LTE signaal verstoort daarmee direct het kabelsignaal. In de onderzoeken is apparatuur van verschillende leveranciers getest evenals verschillende modellen van dezelfde leverancier. Vergelijking van al deze resultaten leert dat de stoorgevoeligheid van de digitale ontvangers en kabelmodems een grote spreiding vertoont. Een groot deel van de apparaten ondervindt storing van een LTE signaal met een maximaal zendniveau dat gegenereerd wordt op een afstand van 3 m. Alleen de beste apparatuur is voldoende afgeschermd en ondervindt geen storing in dit scenario.
- Een even belangrijk storingsmechanisme is co-channel instraling van het mobiele zendsignaal op het inhuys coaxnetwerk van de kabelklant (connectors, coaxkabels, kabelversterkers en coaxsplitters). Het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente rapporteren dat toepassing van goede materialen in het inhuysnetwerk tot een halvering van de stoorkans op de digitale televisiedienst leidt, van zo'n 48%

kans tot 24% kans [33]. Testen van TNO (op de internetdienst) bevestigen het beeld dat de stoorkans vermindert als in huis goede materialen worden toegepast, echter, zelfs met de beste materialen is er sprake van een degradatie van de dienst als een terminal op een afstand van 3 m van een kabel op maximaal vermogen zendt [34].

- Naast co-channel interferentie blijken sommige ontvangers gevoelig voor interferentie door een signaal op een geheel andere frequentie. Als het LTE signaal en het kabelsignaal 40 of 72 MHz van elkaar verschillen, is er eveneens sprake van een grote kans op storing indien de LTE mobiele terminal in de nabijheid zendt [31].
- Van secundaire aard is verstoring door het zendsignaal van de mobiele basisstations. Dit stoorscenario kan zich voordoen voor woningen in de directe nabijheid van een basisstation [33]. In stedelijke gebieden met aansluitende meerlaagsbebouwing staan de mobiele basisstations vaak direct op de daken, en stralen direct in op de woningen aan de overzijde van de straat. In dit scenario is het zeer goed denkbaar dat kabeldiensten bij de klant worden gestoord. De kans dat storing door toedoen van het basisstation zich voordoet is vooralsnog niet onderzocht, en dus vooralsnog niet te kwantificeren. Wel dient er rekening mee te worden gehouden dat een basisstation continu uitzendt, in tegenstelling tot een gebruikersterminal, die gedurende een (mogelijk langere) periode zendt. Bij storing van een basisstation zal een klant er dus continu last van hebben.

4.3 De stoorkans in geval van co-channel interferentie

Bij de interpretatie van de resultaten van de bovengenoemde studies dient te worden opgemerkt dat de resultaten slechts een kwalitatieve indicatie van de storingsproblematiek geven. De netwerk- en stoorscenario's in de studies sluiten in het algemeen niet aan bij de werkelijke situatie bij de klant thuis. Er is sprake van grote verschillen tussen de inhuys netwerken en apparatuur bij de klant en er is sprake van verschillende type woningen (appartement, geschakelde eengezinswoningen, vrijstaande huizen) met verschillende constructies (gemetselde muren, gewapend beton). Daarbij zendt een mobiele terminal niet altijd uit op een maximaal vermogen, maar hangt het zendvermogen af van de afstand tot het basisstation. Anders gesteld, de bovengenoemde onderzoeken geven aan dat er een kans is dat de signalen van een mobiel netwerk de diensten van een kabeloperator verstoren, maar ze geven niet aan hoe groot de kans feitelijk is.

Om de kans dat een dienst van de kabeloperator bij een klant wordt verstoord te berekenen, is een statistische aanpak vereist. Daarbij moet rekening worden gehouden met de meest relevante variabele parameters die de stoorkans beïnvloeden, zoals het zendvermogen en de afstand tussen de LTE zender en het inhuys coaxnetwerk of televisietoestel waarop wordt ingestraald. Het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente hebben zo'n statistische analyse voor de Nederlandse situatie uitgevoerd, waarbij zij de kans hebben berekend dat analoge of digitale televisie wordt verstoord in geval van co-channel interferentie veroorzaakt door de mobiele terminal [33]. Voor analoge televisie is deze kans bijna 100 procent. Voor digitale televisie is de kans 27 tot 51%, afhankelijk van het scenario. Tabel 2 toont het resultaat voor de verschillende stoorscenario's. Daarbij tekenen het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente aan dat de stoorkans halveert als een goede in-huis bekabeling wordt gebruikt, maar dat de stoorkans groter is voor kabelabonnees die relatief ver van het basisstation wonen.

Tabel 2 Kans op storing van de digitale televisie van de kabel als co-channel interferentie optreedt voor de scenario's dat de zendende mobiele terminal zich in dezelfde (woon) kamer bevindt als digitale ontvanger, dat een buur met zijn mobiele terminal zendt, of een voorbijganger op straat. De kansen zijn overgenomen uit het rapport van het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente [33].

	Woonkamer	Buren	Vorbijganger
Flat binnenstad	51%	37%	n.v.t.
Geschakelde woning in buitenwijk	50%	35%	32%
Vrijstaande woning in buitenwijk	50%	n.v.t.	31%
Geschakelde woning platteland	46%	32%	27%
Vrijstaande woning platteland	45%	n.v.t.	27%

Tabel 2 toont de kans in geval van de te onderscheiden scenario's: storingskans door eigen toedoen, door toedoen van de burens of een passant. Echter, voor de kabelklant maakt het niet uit wie de verstoring veroorzaakt, zichzelf, een buur of een voorbijganger. Voor hem telt de totale kans op een storing. Het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente geven aan dat de totale stoorkans hierdoor ongeveer twee maal groter is dan de kans dat de klant zelf de storing veroorzaakt.

Kortom, de studie van het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente toont dat de kans dat digitale en analoge televisie wordt verstoord in het geval van co-channel interferentie zeer hoog is.

Het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente hebben in hun analyse van de stoorkans geen uitgebreid onderzoek verricht naar de co-channel stoorkans van de internetdienst van de kabel. Studies van het ANGA en IRT, het Duitse Bundesnetzagentur en TNO laten echter zien dat de internetdienst vergelijkbaar storingsgevoelig is voor de mobiele signalen als digitale televisie [2], [32] en [34]. Het is dan ook te verwachten dat de stoorkans voor breedband internet vergelijkbaar zal zijn met de stoorkans voor digitale televisie zoals gegeven in Tabel 2.

4.4 Het klantperspectief

In de vorige paragraaf hebben we op basis van diverse onderzoeken geargumenteed dat als de frequentie van de kabel en mobiele diensten samenvallen, dat er dan een grote kans bestaat dat de kabeldienst hierdoor wordt verstoord. De logische vervolgvraag die daarop moet worden gesteld is: "wat merkt de kabelklant daarvan en hoe vaak en hoe lang?" In deze paragraaf geven we een nadere analyse van deze vraag.

De storing zoals de klant die ervaart kent 2 dimensies welke in de twee volgende paragrafen worden uitgewerkt:

- De mate van dienstverstoring
- De frequentie en duur van de dienstverstoring.

4.4.1 *De mate van dienstverstoring*

Zoals eerder aangegeven zal het analoge televisiebeeld bij een toenemend stoorsignaal ruisig worden, de kleuren zullen vervagen en bij een sterke verstoring zal het beeld gaan scrollen of het beeld valt helemaal weg. Bij digitale televisie en video-on-demand zullen er blokken in het beeld verschijnen, zie Figuur 5, waarbij het aantal blokken met het stoorsignaal toeneemt. Bij een sterke verstoring “bevriest” het beeld voor enige tijd of zolang het stoorsignaal aanhoudt. Mogelijk ook blijft het beeld permanent bevroren en moet de klant de digitale ontvanger resetten of uit en weer aan zetten.

Voor internetdiensten hangt de verstoring in sterke mate af van het type toepassing: realtime of non realtime. Realtime toepassingen zijn bijvoorbeeld kijken naar een video van YouTube of een uitzending van “Uitzending Gemist”, luisteren naar een internetradio of telefoneren. Elk IP pakket dat wordt beschadigd wordt bij deze toepassingen weggegooid, met als gevolg blokvorming in videobeelden en tikken en weggevallen lettergrepen in geluid. Bij een sterk stoorsignaal zal het beeld of de telefoonverbinding wegvallen, en uiteindelijk zal het kabelmodem de synchronisatie verliezen, en moet de klant mogelijk het modem opnieuw opstarten. E-mail bekijken of versturen, MSM'en, browsen op het internet of het downloaden van bestanden zijn alle non realtime toepassingen. Voor deze toepassingen wordt een aanvullend IP transport protocol¹³ gebruikt dat ervoor zorgt dat IP pakketten die niet aankomen nogmaals worden verzonden. Een zwak stoorsignaal zal tot beschadiging van pakketten leiden, maar de gebruiker heeft daar niet direct last van. Echter, bij een sterker stoorsignaal neemt het pakketverlies dermate toe dat het verlies met dit protocol niet meer te herstellen is, met als gevolg dat de toepassing bevriest. De klant zal, nadat de stoorzender is gestopt, de internet sessie opnieuw moeten opstarten.

4.4.2 *De frequentie en duur van de dienstverstoring*

In navolging van het Zwitserse Bundesamt für Kommunikation [31], geven het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente een analyse van de frequentie waarmee een kijker storing zal ondervinden¹⁴ [33]. Zij gaan daarbij uit van een gewone doorsnee kijker, die niet tot een specifieke doelgroep hoort of bijzondere kijkwensen heeft. Daarnaast nemen zij aan dat de meest bekeken zenders naar frequenties door de kabelbedrijven buiten de 800 MHz zijn verplaatst zodat de kans dat de gewone kijker tijdens het televisiekijken storing ondervindt afneemt.

Bij deze oplossing dient zich echter de vraag aan wat de impact is op de zenders die wel op deze kabelfrequenties geplaatst worden en de storing die de betreffende abonnees ervaren. Zo kunnen we inschatten in welke mate het televisiekijken van bijvoorbeeld een sport- of film liefhebber of een Hindoestaans gezin dat veel naar de eigen culturele zenders kijkt wordt verstoord, indien respectievelijk de sport- of filmzenders of het Hindoestaanse zenderpakket in de 800 MHz band wordt doorgegeven.

De stoorkans wordt bepaald door diverse parameters die van de ontwikkeling van het netwerk afhankelijk zijn en die vooraf moeilijk zijn te voorspellen. Laten we voor een

¹³ Dit betreft het Transmission Control Protocol (TCP)

¹⁴ Het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente maken bij de berekening het voorbehoud, dat het resultaat alleen correct is als zij de onderliggende aannames goed heeft ingeschat, zie pagina 16 van het rapport [33].

eerste schatting uitgaan van de aannames die het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente hebben gehanteerd [33], te weten:

- Dat in 50% van alle huizen een bewoner een LTE abonnement heeft,
- Dat de kans dat de LTE terminal ook daadwerkelijk op de 800 MHz zendt en ontvangt 30% bedraagt en 70% kans dat bijvoorbeeld de 2,6 GHz band wordt gebruikt
- en dat de kans dat het LTE zendkanaal overlapt met het digitale kanaal op de kabel waarop de sport-, film of Hindoestaanse zenders worden doorgegeven 33% is.

Voorts nemen we aan dat zowel een van de gezinsleden mogelijk een mobiel abonnement van een 800 MHz aanbieder heeft als mogelijk ook de burens (linker-, rechter-, boven- en onderburens). Indien we met deze aannames de berekeningsaanpak van [33] volgen vinden we een stoorkans van 10%¹⁵.

Een stoorkans van 10% betekent dat, indien we aannemen dat elke mobiele terminal 2x per uur wordt gebruikt, het televisiebeeld bij de sport- of filmfiethebber of het Hindoestaanse gezin gemiddeld 1x per 5 uur wordt gestoord. Deze storing houdt aan gedurende het gehele telefoongesprek of internet sessie. Als we aannemen dat de Hindoestaanse familie evenveel televisie kijkt als de gemiddelde Nederlander, iets meer dan 3 uur, dan zal het televisiekijken om de dag, gedurende meerdere minuten, worden verstoord. Evenzo zal de filmfiethebber typisch bij een op de drie films storing ondervinden, en zal een op de drie voetbalwedstrijden storing ondervinden. Bij al deze storingen geldt dat de storing aanhoudt gedurende de gehele mobiele sessie (telefoongesprek, e-mailen, webbrowsen, video van YouTube bekijken) van het gezinslid of buur die de storing veroorzaakt.

4.4.3 Onzekerheden en trendmatige ontwikkelingen stoorfrequentie

De bovenstaande analyse geeft een kwalitatieve indicatie van de frequentie waarmee een storing zich zal voordoen, gebaseerd op aannames die, zoals aangegeven, vooraf moeilijk zijn te voorspellen. Het resultaat moet dus met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Een vraag die bij de schatting speelt is, in hoeverre de betreffende aannames zich in de toekomst daadwerkelijk zo zullen voordoen en of er in de tijd gezien geen trends zijn.

Een eerste aanname betreft het gemiddelde aantal terminals of abonnementen per huis van een operator met een 800 MHz netwerk. In 2009 waren er in Nederland ruim 20 miljoen mobiele telefoons in gebruik [35]. Dit is meer dan 1 telefoon per Nederlander. Dit aantal betreft weliswaar alle mobiele terminals ongeacht de banden waarin ze werken, maar het geeft aan er momenteel al meerdere mobiele terminals per huis zijn. De aanname van het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente dat er in slechts een op de twee woningen een bewoner een 800 MHz abonnement zal hebben is dus zeker geen bovengrens. Het aantal abonnementen is daarbij geen vast gegeven, maar zal trendmatig toenemen, aan te nemen tot meer dan het aantal van 1 abonnement op elke twee woningen uit de berekening.

Daarnaast bevat de berekening een aanname betreffende de frequentiekeuze. De berekeningen gingen uit van de aanname dat een MHz in spectrum in de 800 MHz even veel gebruikt zou worden als in de 2,6 GHz. Dat is echter erg onwaarschijnlijk. De 800

¹⁵ De stoorkans in dit scenario wordt $0,5 \times 0,3 \times 0,33 \times (0,51 + 4 \times 0,37) = 0,10$ oftewel 10%.

MHz band heeft veel betere dekkingskarakteristieken dan de frequenties rond 2,6 GHz. Dit manifesteert zich in grotere cellen (voordat capaciteitsaspecten gaan spelen) waardoor in de regel een netwerk significant goedkoper aangelegd kan worden op 800 MHz. Dit voordeel is terug te zien in de prijzen zoals die bijvoorbeeld geboden zijn in de Duitse veiling afgelopen voorjaar, waar mobiele licenties voor zowel de 800 MHz als de 2,6 GHz band zijn geveild. Opmerkelijk daarbij is het prijsverschil tussen beide frequenties: € 0,727 per MHz per inwoner voor de 800 MHz banden versus € 0,0225 per MHz per bewoner voor de 2,6 GHz spectrum [36]. Kennelijk is 800 MHz spectrum veel aantrekkelijker voor een mobiele operator dan 2,6 GHz spectrum. Het is dan ook de vraag, hoe zij de banden gaan inzetten en of dit wel leidt tot de aangenomen 30% 800MHz band en 70% 2,6 GHz band verhouding.

Tot slot is de aanname dat een mobiele terminal 2x per uur wordt gebruikt betrekkelijk. De 800 MHz band is nodig om de trendmatige groei van mobiele diensten te faciliteren. Telefonie zal daarbij een belangrijke, maar mogelijk niet de meest gevraagde dienst zijn. Met een SmartPhone, zoals de iPhone, en tabletPC's, zoals de iPad, wordt informatie op het web geraadpleegd, er worden spellen gespeeld (gaming), foto's gedownload, met Hyves of MSM onderhouden mensen sociale contacten en er worden streaming video's van bijvoorbeeld YouTube bekeken. Gezien deze nieuwe toepassingen, de proliferatie van deze gebruikersterminals en een hoge beschikbaarheid van bandbreedte tegen een lage prijs is een toename in gebruik van de mobiele netwerk te verwachten. Een fundamentele vraag daarbij is of deze terminals het inmiddels klassiek te noemen gebruik van de laptop en desktop computers in huis niet gaat verdringen.

Samenvattend kunnen we stellen dat de berekende co-channel stoorkans van 10% een grote onzekerheid kent. Daarbij is sprake van een te verwachten algemene trend van een toenemend gebruik van de 800 MHz band. Kortom, de 10% stoorkans moet slechts als een indicatie worden gezien; in de toekomstige werkelijkheid kan de stoorkans groter blijken te zijn.

4.4.4 Conclusie

Uiteraard kan een kabeloperator haar zenderindeling zo kiezen dat de doorsnee kijker slechts een kleine kans op storing heeft, en praktisch gezien weinig last zal hebben van co-channel interferentie. Echter, de klant die een specifiek product wil, daarvoor betaalt en er veel naar zal kijken, zal frequent, mogelijk tot meerder malen per week, met storingen worden geconfronteerd. Daarbij speelt dat in de toekomst de stoorkans groter zal worden door de verwachte trendmatige groei van het gebruik van de 800 MHz band.

4.5 Het operator perspectief

De uitrol van mobiele diensten in de 800 MHz band zal de bedrijfsvoering en de bedrijfsbelangen van de kabeloperator raken. Het Agentschap Telecom en de Universiteit Twente zien verplaatsing van de 30 meest bekeken televisiezenders naar kabelfrequenties buiten de 800 MHz band als een belangrijk element om de stoorproblematiek op te lossen. In deze paragraaf geven we een analyse van de impact van deze zenderherschikking op de bedrijfsvoering van de kabeloperator.

Bij het voorstel om de 30 meest bekeken zenders buiten de 800 MHz kabelband te plaatsen dient een kanttekening te worden geplaatst: deze maatregel laat de beschadiging van de co-existentie onverlet en draagt niet bij tot de bestendiging van co-existentie. Een spectrale herindeling lost het interferentieprobleem tussen de kabelsignalen en mobiele signalen in de 800 MHz niet op. Impliciet betekent de verplaatsing van alle analoge en de 30 meest bekeken digitale televisiezenders naar frequenties buiten de 800 MHz band dat:

- de 800 MHz voor andere diensten kan worden gebruikt, of,
- dat de 800 MHz band geheel ontruimd moet worden.

In de volgende paragrafen 4.5.1 en 4.5.2 gaan we nader in op de impact van de voorgestelde verplaatsing van de analoge en 30 meest bekeken zenders.

4.5.1 *Spectrale herindeling van zenders en diensten*

Een spectrale herschikking van de diensten over het spectrum doet niets af aan de co-channel interferentiekans in de 800 MHz band; deze blijft onveranderlijk hoog zoals in paragraaf 4.3 aangegeven. Spectrale herschikking leidt er alleen toe dat andere diensten worden getroffen en de vraag is of dit aanvaardbaar is.

Naast het analoge en digitale standaardpakketten levert een kabeloperator:

- thematische pakketten digitale televisie in standaarddefinitie televisie kwaliteit, zoals sportkanalen, filmkanalen en pakketten met zenders voor bijzondere doelgroepen zoals kinderen en etnische minderheden, sport- en film liefhebbers, etc.,
- een zenderpakket in hoge definitie (HD) televisie kwaliteit, veelal de meest bekeken zenders en speciale kanalen zoals sportkanalen of National Geographic,
- Video-on-demand voor de levering van films en gemiste uitzendingen,
- Interactieve televisie
- Zakelijke verbindingen
- Digitale radiozenders
- Breedband internetdiensten.

Thematische zenders betreft een premium dienst, waarbij meerdere gelijkgeaarde zenders als een bundel aan de klant worden geleverd en waarvoor de klant extra betaalt. Zo leveren de kabeloperators pakketten met hoogwaardige kanalen voor sport- en film liefhebbers en buitenlandse zenders voor Hindoestaanse, Turkse, Chinese en andere gemeenschappen, etc. Voor al deze pakketten geldt dat de klant een bewuste keuze maakt voor een type content en daarvoor extra betaalt. Hij zal relatief veel naar de zenders kijken en een hoge kwaliteit product verwachten, zonder hinderlijke storingen. De vraag rijst of het vanuit maatschappelijk of bedrijfs-economisch standpunt acceptabel is dat de aanbieder aan de klant moet uitleggen dat het zenderpakket storing ondervindt door toedoen van de mobiele terminal van een gezinslid of buurman¹⁶. Zoals voorgerekend in paragraaf 4.4.2 kan dit ertoe leiden dat de klant meerdere keren per week wordt geconfronteerd met een storing gedurende meerde minuten. In geval van de specifieke themapakketten worden dus relatief weinig huishoudens geraakt, maar het treft wel een bijzondere klantgroep, die extra waarde hecht aan het pakket en daarvoor

¹⁶ Hoewel deze vraag relevant is in deze discussie valt zij buiten de scope van deze analyse.

betaalt. HDTV, video-on-demand en interactieve televisie zijn weliswaar diensten in opkomst maar daar geldt een vergelijkbare situatie voor.

Breedband internet wordt geleverd over de EuroDOCSIS technologie. Zoals is besproken in paragraaf 4.3, is ook deze technologie niet immuun voor verstoringen door mobiele signalen uit de ether. Het inzetten van breedband diensten op frequenties die verstoord worden door mobiele diensten zal daarom evenzeer tot degradatie in de dienstverlening leiden. Bijkomend voor breedband internet telt dat juist deze dienst een van de pijlers is waarop de Nederlandse overheid de samenleving wil herinrichten en verrijken. E-learning, e-health, e-government, e-business en smart living worden gezien als mogelijke oplossingen voor de huidige en toekomstige maatschappelijke uitdagingen [26].

Feitelijk gezien is de voorgestelde verplaatsing van alle analoge en de 30 meest bekeken zenders uit de 800 MHz band geen oplossing van het storingsprobleem, maar een verschuiving. Het probleem wordt verschoven; de meeste abonnees ervaren minder storingen, terwijl een kleiner aantal abonnees dat bewust voor een premium product kiest en betaalt, juist meer storingen zal ervaren.

Indien op basis van maatschappelijke of bedrijfseconomische argumenten moet worden geconcludeerd dat de dienstdegradatie voor de eindgebruikers niet acceptabel is, ook niet voor een beperkte klantgroep, dan kan dit deel van het kabelspectrum niet langer worden gebruikt en vervalt een deel van de capaciteit van het kabelnetwerk.

4.5.2 *Ontruiming en braakligging 800 MHz band*

Om de marktvraag te volgen, heeft de kabeloperator de afgelopen dertig jaar steeds meer spectrum in gebruik genomen. Daarbij werd veelal in forse stappen het bruikbare spectrum uitgebreid. Bedrijfsmatig gezien legt de kabeloperator een voorraad spectrum aan, die vervolgens in gebruik wordt genomen. De laatste uitbreiding tot 862 MHz dateert van het einde van de vorige eeuw en is inmiddels in gebruik genomen om de door de markt gevraagde nieuwe diensten (meer themapakketten, HDTV, video on demand) en hogere breedband bitrates te leveren. Een verdere grote spectrumuitbreiding tot frequenties boven de 862 MHz is technisch weliswaar mogelijk, maar, op korte en middenlange termijn, economisch niet de meest aantrekkelijk optie om de netwerkcapaciteit te vergroten [37]. Verbeterde videocodering¹⁷, verbeterde transmissietechnologie, een geleidelijke reductie van het aantal analoge televisiezenders en een verdere segmentering van het kabelnetwerk bijvoorbeeld zijn enkele andere opties om de netwerkcapaciteit te vergroten. Een kabeloperator stelt daarbij op basis van een meerjarenanalyse een netwerkstrategie vast. De netwerkstrategie geeft aan welke maatregelen het meest opportuun zijn en wanneer die te implementeren.

In een recente studie zijn de toekomstige capaciteitsvraag en het capaciteitsaanbod van de kabel met elkaar gematched met de vraag of de Europese kabelnetwerken de door de markt gevraagde capaciteit kunnen blijven leveren [37]. In de beschouwing van het toekomstige capaciteitsaanbod van de kabel zijn daarbij alle denkbare mogelijkheden om de capaciteit uit te breiden meegenomen, inclusief een efficiënter gebruik van het netwerk, de te verwachten reductie van het analoge zenderaanbod en een vergaande netwerksegmentering. De analyse toont dat op een termijn van 10 jaar, de Nederlandse

¹⁷ Gebruik van H.264 in plaats van MPEG-2. H.264 wordt al gebruikt voor HD televisie.

kabeloperators alle opties om de capaciteit van hun netwerken te vergroten zullen moeten invoeren, om aan de verwachte capaciteitsvraag te voldoen. Beschadiging van spectrum vormt daarentegen juist een belemmering voor de capaciteitsontwikkeling van de kabelnetwerken. Dankzij twee vrijwel landelijke infrastructures met een hoogwaardig breedbandaanbod, DSL en kabel, is Nederland al jaren internetkoploper [25]. Deze huidige wedloop tussen DSL en HFC zal het komende decennium een ander karakter krijgen waarbij geleidelijk HFC en FttH concurrerende proposities worden omdat deze de verwachte groei in de vraag naar capaciteit nog vele jaren kunnen volgen. De kabel is goed gepositioneerd om de concurrentie met FttH aan te gaan, en daarmee de concurrentie tussen infrastructures te bestendigen [26]. Beschadiging van het kabelspectrum kan aldus ook de concurrentie tussen de breedbandinfrastructures belemmeren, en daarmee mogelijk ook de ontwikkeling van vast breedband in Nederland.

4.6 Conclusie

Metingen laten zien dat het mobiel gebruik van de 800 MHz etherband tot co-channel interferentie leidt waarbij sprake is van een grote kans dat de kabeldiensten verstoord worden. Kennelijk tast mobiel gebruik de co-existentie tussen de kabel- en etherdiensten aan. Een spectrale herschikking van de diensten op de kabel biedt geen oplossing omdat daarmee het co-existentie probleem niet wordt opgelost. Ontruiming van dit spectrum is evenmin een aantrekkelijke optie daar de markt een structurele capaciteitsgroei kent en daar dit de ontwikkeling van breedband diensten van de kabel in Nederland belemmert.

Mogelijk ook zal de problematiek zich uitbreiden naar nog andere frequenties. Zoals in paragraaf 2.2 aangegeven, stelt het consortium Analysys Mason, Econ en Hagon & Hartson vanuit maatschappelijk en economisch overwegingen voor beneden 790 MHz een tweede frequentieband voor mobiel diensten te reserveren en de toepassing van cognitieve radio voor inhuys draadloze netwerken in de band van 470 – 700 MHz te stimuleren. Beide toepassingen zullen tot een verdere beschadiging van het kabelspectrum leiden.

5 Bestendinging van de co-existentie

In het voorgaande hebben we enerzijds geargumenteed dat co-channel interferentie tot een hoge storingskans bij de klant leidt en dat een spectrale herschikking van de kabeldiensten of de ontruiming van het spectrum geen van beide een adequate oplossing biedt. De vraag is dus wat dan wel een adequate oplossing is.

Om de dienstontwikkeling op de kabel niet te belemmeren is het nodig dat de co-channel stoorkans voldoende klein is opdat de kabeloperator deze kanalen kan blijven inzetten. Een oplossing van het interferentieprobleem tussen mobiele en kabelnetwerken moet zich dus richten op bestendinging van de co-existentie.

Volgens de huidige inzichten beperkt de interferentie tussen beide netwerken zich tot instraling van de mobiele signalen op het inhuiskabelnetwerk en de apparatuur bij de klant¹⁸. Maatregelen om de co-existentie te behouden moeten dus op de inhuissituatie zijn gericht.

In de paragrafen hieronder zullen we op een pragmatische wijze de verschillende opties beschrijven om de co-existentie tussen diensten van de kabel en de ether te behouden. Het is hierbij niet de bedoeling een volledige technische of financiële analyse van de oplossingen te geven of te ontwikkelen. De analyse is uitsluitend bedoeld om een onderbouwde indicatie van de complexiteit te geven, en om aan te geven dat vanuit verschillende domeinen oplossingen of deeloplossingen mogelijk zijn.

5.1 Oplossingselementen

Pragmatisch gezien zijn er drie technische opties om de stoorkans in geval van co-channel interferentie te beperken:

- Een verbetering van de elektrische afscherming van klantapparaten zoals modems, televisies en digitale ontvangers en van inhuiskabelnetwerk kabels en connectoren,
- Een vermindering van het mobiele signaalniveau bij de klant,
- Een verhoging van het kabelsignaalniveau bij de klant.

In de vervolparagrafen gaan we nader in op deze elementen van een oplossing.

5.1.1 Verbeterde afscherming van de inhuiskabelnetwerken en kabelapparatuur

De onderzoeken wijzen uit dat zowel de inhuiskabelnetwerken als het merendeel van alle huidige modems, televisietoestellen en digitale ontvangers onvoldoende zijn afgeschermd voor de signaalniveaus die met de mobiele dienstverlening samengaan. Ontwikkeling en productie van betere apparatuur en de vervanging van de apparatuur en verbetering van het inhuiskabelnetwerk vormen dus beide een noodzakelijk onderdeel van de oplossing¹⁹. In de paragrafen 5.1.1.1 en 5.1.1.2 schetsen we een beeld van beide aspecten.

¹⁸ De kabelnetwerken tot aan het in-huis aansluitpunt is aangelegd met zeer hoogwaardige kabels met een hoge afscherming en dus is het niet aannemelijk dat instraling via het netwerk van de kabeloperator een belangrijk stoormap is. Voor zover TNO weet, zijn er geen metingen uitgevoerd om dit te verifiëren.

¹⁹ Zoals in paragraaf 3.1 aangegeven, hebben de Nederlandse kabeloperators een Nederlands keurmerk "Kabel Keur" ontwikkeld voor inhuiskabels, splitters etc. Leveranciers, winkeliers en winkelketens hebben deze componenten in hun assortiment opgenomen.

5.1.1.1 *Ontwikkeling en productie van betere apparatuur en componenten*

Een betere afscherming van het inhuusnetwerk en apparatuur is inmiddels als belangrijk element van een oplossing onderkend. In opdracht van de Europese Commissie is een gezamenlijke werkgroep van CENELEC en ETSI de technische standaarden waarin de minimale afscherming wordt gespecificeerd aan het herzien en aanscherpen²⁰. Indien dit standaardisatieproces goed verloopt, is te verwachten dat deze standaarden over 2 jaar van kracht zullen zijn en dat er in 2013 voldoende apparatuur en inhuusnetwerk componenten commercieel beschikbaar zijn. Vanaf dan kan het proces van vervanging en verbetering van inhuus netwerken en apparatuur aanvangen.

De standaardisatietermijn is nu niet met zekerheid te geven. Alle landelijke standaardisatie-instituten zoals het Nederlandse NEN, moeten de voorgestelde CENELEC standaarden goedkeuren voordat ze in werking treden. Een enkel land kan het proces dus vertragen. Ook de formele procedures van CENELEC en ETSI om tot een snelle herziening van de standaarden te komen kan tot vertraging leiden. Als deze processen niet goed verlopen zal de nieuwe apparatuur, kabels en componenten ook later op de markt komen.

Belangrijke discussie bij het vaststellen van de standaarden is de onzekerheid of het technisch mogelijk is de gewenste hoge afscherming te realiseren, waarmee co-existent bij gehandhaafde mobiele en kabelsignaalniveaus is te waarborgen. Eerste metingen wijzen uit dat er bij het huidige maximale zendniveau van een mobiele terminal een elektrisch veld met een veldsterkte tot 3 V/m op een afstand van 1 m van de mobiele terminal zal worden gegenereerd. Leveranciers hebben aangegeven dat afscherming tegen veldsterktes van 3 V/m technisch lastig is te realiseren [38]. Als dit technisch niet mogelijk is, of tot een disproportioneel hogere kostprijs van de producten leidt, is het niet te verwachten dat de vereiste afscherming tot velden van 3 V/m in de standaarden zal worden opgenomen, maar dat de standaarden een geringere afscherming zullen vereisen.

Daar apparatuur met een betere afscherming duurder zal zijn, is het niet te verwachten dat leveranciers voor de datum dat de aangescherpte standaarden van kracht zullen zijn, ook daadwerkelijk verbeterde apparatuur op de markt brengen. Zolang onduidelijk is welke eisen de standaard zal stellen, zullen de leveranciers voorinvestering in de ontwikkeling en fabricage van de apparatuur als een risico beschouwen. De nieuwe standaard zal pas van kracht worden nadat de leveranciers in de gelegenheid zijn gesteld bestaande voorraden alsnog te verkopen en een nieuwe voorraad aan te leggen. Om de leveranciers deze gelegenheid te bieden zal de nieuwe standaard pas na bijvoorbeeld een jaar na de publicatie in het Officiële Publicatieblad van de Europese Commissie van kracht worden.

²⁰ Het keurmerk "Kabel Keur" dient niet te worden verward met een Europese of mondiale standaard van CENELEC of ETSI. Het keurmerk heeft geen wettelijk grondslag, terwijl (geharmoniseerde) EMC standaarden wettelijk zijn opgelegd. Zie ook paragraaf 3.3

5.1.1.2 *Vervanging van de huidige apparatuur en inhuishetwerken van de klant*

Vervanging van klantapparatuur betreft een zeer ingrijpende maatregel. Enerzijds is deze apparatuur van de klant zelf, de televisie bijvoorbeeld. Anderzijds worden alle kabelmodems door de kabelaanbieder aan de klant verstrekt. Voor de digitale ontvangers is het beeld gemengd. Voor haar digitale televisie, video-on-demand en interactieve televisiediensten verstrekt UPC Nederland een interactieve ontvanger, de MediaBox, in bruikleen. Klanten van de andere kabeloperators moeten zelf een (interactieve) digitale ontvanger kopen. Momenteel is er tevens sprake van een groeiend gebruik van een nieuw type klantapparatuur: televisies met een ingebouwde digitale ontvanger (CI+ module). Daar de digitale ontvanger is ingebouwd in het televisietoestel, en daar de televisie klanteigendom betreft, wordt een vroegtijdige vervanging van deze apparatuur voor de klant een kostbare aangelegenheid, veel duurder dan de vervanging van een losse digitale ontvanger.

Tezamen vertegenwoordigt deze apparatuur bij de klant een grote economische waarde. Een klant zal het niet waarderen als hij wordt gedwongen om deze apparatuur te vervangen zolang die goed functioneert. Televisies hebben een typische levensduur van 8 tot 10 jaar, de levensduur van digitale ontvangers en kabelmodems is enkele jaren minder. Dit betekent dat indien de nieuwe apparatuur in 2013 commercieel beschikbaar komt, de laatste apparatuur pas na 2023 aan vervanging toe is.

Evenals de vervanging van de apparatuur, is ook de vervanging van de kabels van het inhuishetwerk bij alle kabelklanten een ingrijpende maatregel. Het inhuishetwerk is eigendom van de klant. In veel huizen zijn coaxkabels aangelegd om de televisiesignalen naar verschillende kamers te distribueren. Veel bewoners hebben geen tot weinig ervaring met installatiewerkzaamheden. Zelf de kabels vervangen wordt mogelijk als lastig ervaren, inhuur van een installateur als duur.

Daarbij moet tevens in ogenschouw genomen worden dat de consument een zeer diverse groep betreft, waarbij elke klant zelf bepaalt wat en wanneer hij in huis vervangt. Het is daarmee niet eenvoudig af te dwingen dat de consument binnen een bepaalde termijn zijn eigen inhuishetwerk op orde brengt, zeker niet als daar kosten mee gemoeid zijn.

5.1.2 *Aanpassing van de signaalniveaus mobiele netwerk*

Een lager signaalvermogen van de mobiele dienst zal tot een naar verhouding lager stoorsignaal op de kabeldienst leiden en dus een geringere verstoring. De Nederlandse overheid kan in de licentievoorwaarden een beperking van het zendvermogen opnemen.

Het huidige maximale zendvermogen en de specifieke kanaal-indeling van de 800 MHz band zijn vastgelegd in de geharmoniseerde norm [15]. Deze geharmoniseerde norm is vastgesteld door de CEPT, gebaseerd op een mandaat van het Radio Spectrum Comité van de Europese Commissie [10], [11], [12] en [39]. Bij de ontwikkeling en vaststelling van de geharmoniseerde norm is daarbij wel rekening gehouden met de co-existentie van andere radiodiensten via de ether zoals DVB-T en draadloze microfoons die in deze band werken. Er is geen rekening gehouden met de co-existentie met diensten van kabelnetwerken.

Een lager zendvermogen echter, betekent voor het mobiele netwerk dat het radiobereik kleiner wordt en de operator dus meer basisstations moet bouwen; hij moet het netwerk verdichten. Dit vertaalt zich direct naar een hogere initiële investering en hogere operationele kosten. Mogelijk kan het ook de waardering van het spectrum bij de veiling van de licentie beïnvloeden.

Een andere mogelijkheid om het signaalniveau in het mobiele netwerk te verlagen is het gebruik van zogeheten femtocellen. Femtocellen zijn kleine basisstations die ontwikkeld zijn om bij de mobiele klant in huis te plaatsen. Het basisstation wordt via een internetverbinding aan het netwerk van de mobiele operator gekoppeld. De mobiele klant moet dus over een vaste internetaansluiting beschikken.

Indien een mobiele operator naast de 800 MHz licentie een licentie voor een andere frequentieband beschikt, bijvoorbeeld in de 2,6 GHz, dan kan de femtocel deze band gebruiken in plaats van de 800 MHz band. Door de 2,6 GHz etherfrequenties te gebruiken wordt het probleem opgelost dat deze specifieke mobiele klant de kabeldiensten bij zichzelf dan wel bij de burens verstoort. Voor de mobiele operator is het overigens wellicht aantrekkelijker om de 2,6 GHz etherfrequentie voor de femtocel te gebruiken vanwege het geringere bereik in deze etherfrequentie.

Indien de femtocel op de 800 MHz opereert is eveneens te verwachten dat de storing van de kabeldiensten minder wordt. In dit geval leidt het gebruik van de femtocels tot een lager mobiel signaalniveau en daarmee is het aannemelijk dat ook de co-channel stoorkans lager zal zijn. Er geen metingen gedaan of onderzoek verricht dat aantoont dat stoorkans van de kabeldiensten zonder verdere aanpassingen voldoende afneemt.

Vodafone in het Verenigd Koninkrijk biedt al vanaf juni 2009 Femtocel oplossingen aan haar klanten aan. In Nederland zet Vodafone de technologie incidenteel in bij zakelijke klanten [40].

Momenteel zijn in Duitsland de 800 MHz mobiele frequenties al geveild. Deutsche Telecom en Vodafone hebben beide een licentie verworven²¹. Beide aanbieders willen eind 2010 of uiterlijk begin 2011 de mobiele diensten lanceren. De uitrol in Duitsland betekent dat de vereiste 800 MHz apparatuur op een korte termijn beschikbaar is. Een Nederlandse operator die een 800 MHz mobiele licentie verwerft zal dus het voordeel hebben dat apparatuur in de markt beschikbaar is en direct vanaf de ingangsdatum van de licentie de mobiele diensten kan uitrollen [41]. Bij de uitrol van het 800 MHz mobiele netwerk hoeft dus geen rekening te worden gehouden met een termijn tussen de datum waarop de licentie ingaat en de datum waarop de bouw van het netwerk wordt gestart, of slechts met een korte termijn.

²¹ De Duitse licentiehouders hebben de verplichting eerst uit te rollen in zeer dunbevolkte gebieden alvorens te mogen uitrollen in minder dunbevolkte gebieden (waar zich ook kabelabonnees bevinden). De uitrol in de grotendeels bekabelde stedelijke gebieden geschiedt als sluitstuk. De storingsproblematiek zal zich daarom in Duitsland naar verwachting pas in een laat stadium voordoen. Deze strategie is in Nederland niet mogelijk, vanwege de grote penetratie van kabel en het ontbreken van landelijke gebieden die van breedband zijn verstoken.

5.1.3 *Aanpassing van de signaalniveaus op de kabel*

Een hoger signaalniveau op de kabel zal de kabeldiensten robuuster maken. Een significant hoger signaalniveau bij de klant is echter lastig te leveren. De laatste versterker in het kabelnetwerk moet typisch 10 to 20 huizen van signaal voorzien en heeft een eindig signaalvermogen. Het signaalniveau bij de klant kan daarom niet zomaar worden verhoogd. De operators zijn dan ook zeer terughoudend met het verhogen van het signaalniveau, hoewel signaalverhoging voor hen aantrekkelijk kan zijn. Signaalverhoging biedt bijvoorbeeld de mogelijkheid om de transmissie capaciteit van de digitale kanalen te verhogen²². Echter, verhoging van het signaalniveau leidt tot meer netwerkstoringen bij de klant. Nu al worden de kabeloperators geconfronteerd met kabelapparatuur die een te hoog signaalniveau krijgen aangeboden, en daardoor overstuurd raken.

Verhoging van het signaalniveau bij de klant is technisch wel mogelijk als de kabelaanbieder alle eindversterkers vervangt. In totaal vergt dit de vervanging van enkele honderdduizenden van deze eindversterkers in hun netwerken. Daarnaast zijn aanvullende maatregelen nodig om te voorkomen dat de apparatuur bij de klant overstuurd wordt door een te hoog signaalniveau.

Momenteel komt er een nieuwe generatie kabelversterkers met een groter signaalvermogen op de markt [42]. Dit grotere signaalvermogen kan worden aangewend om de signalen robuuster te maken; echter, de kabeloperators zullen dit signaalvermogen ook nodig hebben om de capaciteit van de netwerken verder te vergroten, bijvoorbeeld om DVB-C 256 QAM op alle kanalen te gebruiken [43].

Typisch hebben kabelversterkers een levensduur van 10 jaar; dat betekent dat bij een normaal vervangingsbeleid pas na tien jaar alle versterkers in de Nederlandse kabelnetwerken zijn vervangen. Vervanging van de versterkers is daarbij onderdeel van de lange termijn netwerkinvesteringen.

Een andere optie om het signaalniveau te verhogen is de plaatsing van een signaalversterker op het signaal-overgave-punt bij de klant. Daar bij deze oplossing in veel huizen een versterker geplaatst moet worden, zal ook deze oplossing een grote investering vergen. Bijvoorbeeld, de meer dan 2,4 miljoen internetklanten van de kabel van een nieuwe actieve wandcontactdoos voorzien zal een investering van enkele honderden miljoenen vergen.

Hoewel zoals hierboven aangegeven het technisch mogelijk is het signaalniveau bij de klant te verhogen, blijft het de vraag of dit vanuit het netwerkperspectief wel een mogelijke oplossing is. Immers, verhoging van het signaalniveau lost het probleem van oversturing van klantapparatuur niet op.

²² De kabeloperators leveren alle digitale televisie met DVB-C QAM 64 modulatie met een capaciteit van 38 Mbps per 8 MHz kanaal. DVB-C ondersteunt ook 256 QAM met een capaciteit van 52 Mbps, echter deze modulatie vergt een signaalvermogen dat 4x zo hoog is. Gezien het hogere signaalniveau, zal 256 QAM modulatie ertoe leiden dat de kabelversterkers meer stoorsignalen generen, waardoor de prestatie van het netwerk afneemt.

5.2 Implementatie-uitdagingen en regie

In de voorgaande paragraaf zijn oplossingselementen geanalyseerd: verbetering van de afscherming en aanpassing van de signaalniveaus van het mobiele en/of kabelnetwerk. Kenmerkend voor elk van de elementen is de implementatieproblematiek. Uitvoering is in praktische zin lastig en vergt grote investeringen. De belangen kunnen conflicteren omdat de oplossingen in verschillende domeinen (in huis bij de klant, het mobiele netwerk en het kabelnetwerk) liggen.

Een betere afscherming van klantapparatuur en inhuishetwerken vermindert de instraling van het mobiele netwerk op de kabelnetwerken. Een betere afscherming leidt tot een geringere noodzakelijke finetuning van de signaalniveaus in de netwerken en daarmee tot een geringere investeringsnoodzaak in de mobiele en kabelnetwerken. De inzet bij de standaardisatie moet dus een zo hoog mogelijke afscherming zijn.

Hoewel de leveranciers de relevantie van een betere afscherming onderschrijven, is een betere afscherming, vanuit hun zakelijke perspectief gezien, niet in hun directe belang. Een betere afscherming verhoogt de kostprijs van producten en betreft daarmee een zakelijk risico. De mobiele en kabeloperators daarentegen hebben een gezamenlijk belang bij een zo hoog mogelijke afscherming van apparatuur. Immers, de noodzakelijke aanpassing van de signaalniveaus in hun netwerken zal geringer zijn naarmate de afscherming beter is.

De verschillende spelers zullen ook verschillend naar deze oplossing kijken. De klant zit er niet op te wachten om zijn apparatuur vroegtijdig te vervangen en om zijn netwerk te verbeteren. Voor de kabeloperator is het wellicht bedreigend dat de klant nieuwe apparatuur moet aanschaffen of zijn inhuishetwerk moet verbeteren daar de klant ervoor kan kiezen om over te stappen naar een DSL of mogelijk FttH operator²³.

Aanpassing van het signaalniveau zowel in het mobiele of kabelnetwerk, vergt vergaande aanpassingen in het netwerk en heeft daarmee grote financiële consequenties. Mogelijk botsen daarbij de belangen van de kabel- en mobiele operator; immers, de aanpassing van het signaalniveau in het netwerk van de een is niet nodig als de ander het niveau in zijn netwerk voldoende aanpast. Mogelijk ook is er geen sprake van een belangenconflict, bijvoorbeeld in het goed voorstelbare scenario dat een kabeloperator een 800 MHz licentie verwerft, hoewel in dit geval te verwachten is dat er binnen de organisatie van de kabeloperator een discussie zal plaatsvinden. Echter, naar verwachting zullen er meerder licenties aan de markt ter beschikking worden gesteld, en zullen niet alle licenties worden verworven door kabeloperators.

Onderliggend aan de discussie inzake de signaalniveaus ligt de vraag welke stoorkans acceptabel is. De huidige stoorkansen zoals gegeven in Tabel 2 zijn te hoog, maar welke stoorkans is dan wel aanvaardbaar?

Bestendiging van de co-existentie vergt, zoals hierboven aangegeven, netwerkaanpassingen in meerdere domeinen waarbij forse aanpassingen denkbaar nodig zijn. Een oplossing om de co-existentie te bestendigen bij de uitrol van de mobiele

²³ In de huidige FttH netwerken in Nederland wordt geregeld met een tweede vezel een pakket broadcasttelevisiesignalen aangevoerd, welke bij de klant thuis via het coaxnetwerk inhuishet kan worden gedistribueerd. Indien de FttH aanbieder eveneens signalen in de 800 MHz band doorgeeft, dan is te voorzien dat de klant eveneens storing van mobiele diensten in deze band zal ervaren.

netwerken vergt niettemin dat er keuzes worden gemaakt en dat de maatregelen in de verschillende domeinen op elkaar worden afgestemd. Voor alle spelers is het daarbij van belang dat het 800 MHz mobiele spectrum pas kan worden geveild als duidelijk is welke weg zal worden gevolgd om de co-existentie tussen de ether en de kabel te bestendigen.

Behoud van co-existentie is dus niet alleen technisch gezien een complexe aangelegenheid, maar ook organisatorisch en bestuurlijk betreft het een grote uitdaging. TNO is van mening dat dit proces alleen tot een goed resultaat zal leiden als de overheid de regie op zich neemt.

Referenties

- [1] Digitaal Dividend en het 800 MHz spectrum, Brief van Minister van Economische Zaken aan de Voorzitter van de 2^e Kamer, 28 juli 2010.
- [2] Beeinflussung der Dienste auf TV-Kabel-Infrastrukturen durch bidirektionale terrestrische Anwendung LTE (Long Term Evolution) im UHF Bereich, Carsten Engelke en Jochen Mezger, ANGA en IRT, Berlijn, 8 april 2009
- [3] European VHF Broadcasting Conference, Stockholm 1952
- [4] Een halve eeuw Nozema 1935 – 1985
- [5] F.J. Schrijver, “De invoering van kabeltelevisie in Nederland”, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, 1983.
- [6] European VHF/UHF Broadcasting Conference, Stockholm 1961
- [7] Radio Spectrum Policy Group Opinion on spectrum implications of switchover to digital broadcasting, RSPG04-55 Rev. (final), 19 November 2004.
- [8] “Coverage Extension Bands for UMTS/IMT-2000 in the bands between 470-600 MHz”, UMTS Forum Report No 38, January 2005.
- [9] Regional Radiocommunications Conferentie 06, Geneve, Zwitserland, 15 Mei tot 16 Juni 2006.
- [10] Mandate to CEPT on the technical considerations regarding harmonisation options for the digital dividend, 30 January 2007, RSCOM06-89
- [11] Compatibility issues between “cellular / low power transmitter” networks and “larger coverage / high power / tower type networks, CEPT, RSCOM07-34, Maart 2007.
- [12] Technical feasibility of harmonising a sub-band of Bands IV and V for fixed/mobile applications (including uplinks), minimising the impact on GE06, RSCOM07-69, July 2007.
- [13] World Radio Conference 2007, Geneva, 22 October-16 November 2007.
- [14] Reaping the full benefits of the digital dividend in Europe: A common approach to the use of the spectrum released by the digital switchover, COM(2007) 700 final, 13 November 2007.
- [15] Commission Decision on harmonised technical conditions of use of the 790 – 862 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communication services in the European Union, 2010/267/EU, OJ L 117, 11.5.2010, p.95
- [16] Exploiting the Digital Dividend – a European approach, Analysys Mason, Econ and Hogan & Hartson, August 14, 2009.
- [17] Telegraaf en Telefoonwet van 1904
- [18] Technische voorschriften voor centrale antenne-inrichtingen en gemeenschappelijke antenne-inrichtingen, PTT Telecommunicatie, Den Haag 1978 - 1980
- [19] Technische voorschriften voor centrale antenne-inrichtingen en gemeenschappelijke antenne-inrichtingen, Hoofdirectie Telecommunicatie en Post, Groningen, Februari 1991 (3^e druk)
- [20] Kabeltelevisie in het kort, PTT Telecommunicatie, 1981.
- [21] Ontvangstmogelijkheden bij de abonnee: frequentie- en buurkanaalgebruik, Stuurgroep Techniek, VECAL, Dordrecht, september 1994.
- [22] EMC Directive, 89/336/EEC
- [23] The development of transmission facilities for electronic media in the Netherlands, J. Arnbak, Eindhoven, February 1986.
- [24] OPTA, Openbare rapportage omroep, Q2 2010

- [25] OECD Broadband Monitor December 2009, www.oecd.org.
- [26] Vraag en Aanbod Next Generation Infrastructures 2010 – 2020, TNO en Dialogic, Februari 2010
- [27] www.stai.nl
- [28] www.kabelkeur.nl
- [29] Onderzoek naar verstoring van digitale kabel TV door 800 MHz mobiele LTE toepassingen, Agentschap Telecom, 27 november 2009.
- [30] Implications of the digital dividend proposals; Cable Europe Labs Testing programme, Cable Europe Labs, CEL-DD02 V1.1, 12 December 2009
- [31] Cable TV receivers affected by new radio services in the 800 MHz band, Rene Tschannen, OFCOM, Brussel, 25 Januari 2010.
- [32] Immunity of integrated TV receivers, set top boxes and datamodems connected to broadband cable and TV networks against radiation from LTE user equipment, Thomas Hasenpusch, Bundesnetzagentur, 28 Januari 2010.
- [33] Onderzoek naar de storing op kabeltelevisie door mobile gebruik in het digitaal dividend, Agentschap Telecom en de Universiteit Twente en Universiteit Twente, Juli 2010.
- [34] Co-channel Interference Test of LTE to Cable EuroDOCSIS Services, TNO rapport 35369, 1 Oktober 2010.
- [35] Marktrapportage Electronische Communicatie, TNO Rapport 35011, Mei 2009.
- [36] German Multiband Auction: Not All Frequencies Are Created Equal, Gerson Lehrman Group, www.glgroup.com, 21 mei 2010.
- [37] Securing Europe's Cable Future, Jan de Nijs, Tim Gyselings en Carsten Engelke, Broadband Vol. 31, No 1, Maart 2009.
- [38] Digital Dividend from the viewpoint of a TV manufacturer, Ton Almering, Philips, EC workshop Digital Dividend, Brussel, 25 juni 2010.
- [39] Second mandate to CEPT on technical considerations regarding harmonisation options for the digital dividend in the European Union, RSCOM08-06final, Brussel 3 April 2008.
- [40] Vodafone wacht met femtocell-basisstations, Jasper Bakker, Webwereld, <http://webwereld.nl/nieuws/64958/vodafone-wacht-met-femtocell-basisstations.html>, 26 Januari 2010.
- [41] Cable TV Receivers affected by new radio services in the 800 MHz band, 2nd Workshop of the European Commission DG INFSO and DG ENTR, Brussels, 25 Juni 2010.
- [42] New Amplifier Technology Benefits for Current and Future HFC networks, Maciej Muzalweski, Broadband Vol 32, Nummer 2, Augustus 2010.
- [43] DVB-C2 Deployment of 4096 QAM or not?, Jan de Nijs, Broadband Vol 32, Nummer 1, Maart 2010