

UNIVERSITEIT GENT
FACULTEIT POLITIEKE EN SOCIALE WETENSCHAPPEN
VAKGROEP COMMUNICATIEWETENSCHAPPEN

**Ontwikkelingen op het gebied van digitale
radio en de toepassing ervan in Vlaanderen.**

KRISTOF COLPAERT

SCRIPTIE TOT HET BEHALEN VAN DE GRAAD VAN
LICENTIAAT IN DE COMMUNICATIEWETENSCHAPPEN

PROMOTOR : PROF. DR. FRIEDA SAEYS

ACADEMIEJAAR 2004 – 2005

Inhoud:

Inhoud:	3
Lijst met afbeeldingen:.....	8
Lijst met tabellen:.....	10
Algemene Inleiding	11
Situering van het onderwerp	11
Structuur van de scriptie	14
Relevantie van het onderzoek, probleemstelling en doelstelling.....	15
Overzicht van de Doelstellingen:.....	16
Gebruikte methode en bronnen	16
DEEL 1 Volledig overzicht van technieken voor digitale radio en een beknopt beeld van hun toepassingsgebied.....	19
Inleiding	20
Hoofdstuk 1: Digitale radio uitgelegd aan de hand van het Europese systeem: Eureka 147/DAB.....	21
1 Eureka 147 / DAB: een aantal nieuwe concepten.	21
1.1 De Service	22
1.2 Het Ensemble en de Netwerkuitbater.....	23
1.2.1 Het Ensemble, het Boeket of de Multiplex	23
1.2.2 De netwerkuitbater	24
1.2.3 De capaciteit van een ensemble	25
1.2.4 De huidige situatie in Vlaanderen.	27
1.3 Het Single Frequency Network (SFN)	29
1.4 De Audiocodec: MUSICAM en MPEG-1&2 Layer II	32
1.4.1 Digitalisering en Compressie van Audio	32
1.4.2 Asymmetrie van de MPEG-codecs.	34

1.4.3	Geluidskwaliteit van MPEG-1/MPEG-2 Layer II.....	36
1.5	Datadiensten.....	37
1.5.1	Het OSI model.....	38
1.5.2	De Transportlaag-protocollen.....	41
1.5.3	Data op de Sessie-laag Protocollen.....	45
2	Het digitale zendsysteem: COFDM (<i>Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>).....	46
2.1	Multipath.....	46
2.2	Orthogonal Frequency Division Multiplexing.....	49
2.3	Forward Error Correction/Coding (FEC) en COFDM.....	50
2.4	Doppler Shift en de verschillende DAB modes.....	51
2.4.1	Doppler Shift.....	51
2.4.2	De verschillende DAB-modes.....	53
	Hoofdstuk 2: Digitale radio via terrestriële systemen.....	58
1	Eureka 147 / DAB (Digital Audio Broadcast).....	58
2	DRM (Digital Radio Mondiale).....	58
2.1	Inleiding.....	60
2.2	Technologie.....	61
2.2.1	Een techniek voor digitale radio bij AM.....	61
2.2.2	COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex).....	61
2.2.3	De DRM-multiplex.....	63
2.2.4	De Audiocodecs: MPEG 4, -AAC, -CELP, -HVXC (+SBR).....	64
2.3	Simulcast uitzendingen in DRM?.....	68
2.4	DRM op frequenties boven 30MHz.....	69
2.5	DRM in de praktijk, vandaag en morgen.....	71
3	HD-Radio.....	74
3.1	Inleiding.....	74
3.2	Technologie.....	75
3.2.1	HD-Radio via Amplitude Modulatie (AM).....	75
3.2.2	HD-Radio via Frequentie Modulatie (FM).....	77
3.2.3	De Audiocodecs bij HD-Radio: PAC en HDC.....	80

3.2.4	Dataservices op HD-Radio	81
3.3	HD-Radio in de praktijk, vandaag en morgen	82
4	DVB (<i>Digital Video Broadcasting</i>)	84
4.1	Inleiding.....	85
4.2	Technologie	85
4.3	DVB in de praktijk.....	86
4.4	DVB-H.....	88
5	DMB (<i>Digital Multimedia Broadcasting</i>).....	89
Hoofdstuk 3: Digitale radio-omroep via satelliet.....		91
6	Digitale Satelliet radio-omroep in de C en Ku-band.	92
6.1	Inleiding.....	92
6.2	DSR (<i>Digital Satellite Radio</i>)	92
6.3	ADR (<i>Astra Digital Radio</i>)	93
6.4	DVB-S (<i>Digital Video Broadcasting via Satelliet</i>)	93
7	Digitale Satelliet radio-omroep in de L en S-band.	94
7.1	Inleiding.....	94
7.2	Worldspace	95
7.3	XM Satellite Radio en Sirius Satellite Radio.....	97
7.3.1	Inleiding	97
7.3.2	XM Satellite Radio	98
7.3.3	Sirius-radio.....	100
7.4	Eureka 147 / S-DAB.....	101
Hoofdstuk 4: Digitale radio-omroep via IP netwerken.		103
DEEL 2 Het juridisch kader rond en de maatschappelijke impact		
van digitale radio.		105
Inleiding.....		106
Hoofdstuk 1: Juridisch kader inzake digitale radio.		108

1	Het omroepdecreet.....	108
1.1	Digitale uitzendingen van de openbare radio-omroep.....	111
1.2	Digitale uitzendingen van particuliere radio-omroepen	111
2	De beheersovereenkomst van de VRT en de verplichtingen met betrekking tot digitale radio.....	113
2.1	De Beheersovereenkomst.....	113
2.2	Evaluatie performantiemaatstaven inzake Digitale radio.....	116
2.2.1	Jaarverslag VRT 2002	116
2.2.2	Jaarverslag VRT 2003	117
2.2.3	Jaarverslag VRT 2004	117
3	Beleid vanuit het kabinet Media	119
3.1	Inleiding.....	119
3.2	Beleidsbrieven Media 1997 en 1998.....	119
3.3	Beleidsbrief Media 2000-2001	119
3.4	Beleidsbrief Media 2001-2002	120
3.5	Beleidsbrief Media 2002-2003	120
3.6	Beleidsbrief Media 2003-2004	121
3.7	Beleidsnota Media 2004-2009	121
3.8	Toekomstig beleid inzake digitale radio in Vlaanderen	122
4	Europees beleid rond digitale radio.....	124
5	Situatie in enkele andere landen.....	127
5.1	Nederland	127
5.2	U.K.....	128
5.3	Duitsland.....	129
5.4	Frankrijk	130
5.5	Canada	131
5.6	Australië	132
	Hoofstuk 2: Maatschappelijke impact van digitale radio.....	133
1	Adoptie van digitale radio.....	133
1.1	Theoretisch kader: de adoptietheorie van Rogers	133

1.2	Rogers toegepast op digitale radio.....	136
1.2.1	Het individuele niveau.....	136
1.2.2	Op het niveau van het sociale systeem	137
1.3	Een prognose.....	137
1.4	Factoren die de adoptie kunnen versnellen	140
1.5	Adoptie van (T-)DAB in de praktijk.....	142
2	Impact van digitale radio op het gedrag van de omroepen en hun programmering.	149
3	Impact van digitale radio op het luistergedrag.....	150
	Algemeen Besluit.....	153
	Bibliografie.....	158
	Bijlage 1:Kanalen en frequenties die gebruikt worden voor DAB	169

Lijst met afbeeldingen:

Fig. 1: Multiplex Frame Structuur van het BBC-ensemble.

Fig. 2: Multiplex Frame Structuur van het VRT-ensemble.

Fig. 3: Actieve zendlocaties van Studio Brussel voor Vlaanderen.

Fig. 4: Mobiele DAB-dekking in Vlaanderen met 17 zendersites.

Fig. 5: Psycho-akoestische eigenschappen van het menselijk oor.

Fig. 6: Asymmetrische MPEG-codecs.

Fig. 7: De zeven lagen van het OSI-model en de vergelijking van datacommunicatie met business-to-business communicatie.

Fig. 8: Multipath.

Fig. 9: Volledige fading omwille van *multipath* .

Fig. 10: FDM en OFDM.

Fig. 11: Het Doppler effect.

Fig. 12: Het audiocoderingsproces bij DRM.

Fig. 13 Spectraal beeld van HF Radio voor AM omroep.

Fig. 14 Spectraal beeld van HF Radio voor AM omroep met twee kanalen waarvan het tweede zich op het derde aangrenzende kanaal bevindt.

Fig. 15: Spectraal beeld van een FM HD-Radio signaal.

Fig. 16: Spectraal beeld van HF Radio voor FM omroep met twee kanalen waarvan het tweede zich op het derde aangrenzende kanaal bevindt.

Fig. 17: Digitale televisie (eventueel met radiokanalen). Zowel DVB-T, ATSC als ISDB-T worden weergegeven.

Fig. 18: Grafische voorstelling van het DMB-S systeem.

Fig. 19: Het bereik van de Worldspace satellieten.

Fig. 20: Spectrumverdeling bij Sirius en XM.

Fig. 22: S-curve in de praktijk met betrekking tot de adoptie van enkele innovaties.

Fig. 23: S-curve in de praktijk met betrekking tot de adoptie van enkele innovaties.

Fig. 24: Vergelijking voor wat betreft adoptie bij de Amerikaanse gezinnen tussen 10 en 90% bij een innovaties uit het verleden.

Fig. 25: S-curve waarbij de prognose wordt gemaakt met betrekking tot de adoptie van digitale radio.

Fig. 26: Reden waarom men een DAB toestel aankocht (Spencer, 2004).

Fig 27: Implementatie van T-DAB in Europa op 30 juni 2005.

Lijst met tabellen:

Tabel 1: Gebruikte capaciteit bij een bepaalde combinatie van audiocompressie en Protection Level.

Tabel 2: Het OSI-model toegepast op Eureka147/DAB (van der Waal, n.d.)

Tabel 3: De verschillende DAB modes en hun technische COFDM specificaties.

Tabel 4: Modes voor DRM, elk met hun robuustheid afgestemd op de propagatie-eigenschappen van het transmissiekanaal.

Tabel 5: specificaties met betrekking tot het COFDM signaal in de 4 beschikbare modes.

Tabel 6: Implementatie van T-DAB in Europa op 30 juni 2004.

Tabel 7: Implementatie van T-DAB in Europa op 30 juni 2005.

Tabel 8: Overzicht van alle besproken systemen voor (digitale) radio-omroep.

Algemene Inleiding

Situering van het onderwerp

Precies 110 jaar geleden, in 1895, slaagden zowel Guglielmo Marconi (1874-1937) als Aleksandr Popov (1859-1905) erin om, onafhankelijk van elkaar en elk voortbouwend op het werk en de experimenten van Heinrich Hertz (1857-1894), de eerste radioverbindingen tot stand te brengen. De eerste etherverbinding tussen Frankrijk en Groot-Brittannië vond plaats in 1899 en in 1901 slaagde men erin om een draadloze transatlantische verbinding op te zetten (Wikipedia, n.d.a). Waar het uitzenden via de ether in de eerste plaats een middel was om met elkaar te communiceren in morsecode zonder dat er een fysieke verbinding (draadloze telegraaf) aanwezig was ontpopte deze nieuwe communicatiemethode zich tot een nieuw en onverwacht massamedium. De aanzet hiervan kwam tijdens de eerste jaren vooral vanuit de electro-industrie die een middel zocht om radiotoestellen verkocht te krijgen en geïnspireerd vanuit bedrijfsstrategische redenen zelf commerciële radio-uitzendingen begon te verzorgen. In West-Europa ontstaan later de openbare omroepen die uiteindelijk meestal lange tijd een monopoliepositie verkrijgen waarbij ze de plaats van de oorspronkelijk particuliere radio-omroepen innemen. Tijdens de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw leidt de vraag vanuit het bedrijfsleven om reclame boodschappen via de radio te verspreiden, het opportunisme van ondernemers en de nood aan populaire muziek bij de luisteraar tot het opnieuw "uitvinden" van de particuliere/commerciële radio, los van elke bemoeienis van de overheid. Vaak diende men hierbij creatief tewerk te gaan om de beschermende wetgeving, in het voordeel van de monopolistische openbare omroep, te omzeilen: de "radiopiraat" was geboren. Uiteindelijk evolueert de situatie geleidelijk aan naar een systeem waarbij in een duaal bestel de openbare en (legale) particuliere omroepen naast elkaar bestaan en elkaar beconcurreren.

Dit leidt tot een toenemend aantal zenders, zowel door particuliere als door openbare omroepen, waardoor de radiofrequenties die voor omroep voorzien waren steeds meer "overbevolkt" raakten. Analoge radio kenmerkt zich in zo'n situatie door een verminderd ontvangstcomfort. Dit luistercomfort kan door de omroepen verbeterd worden door in geval van storingen een hoger zendvermogen te gaan gebruiken. Als er echter één zender met een hoger vermogen gaat uitzenden betekent meer storingen

voor omroepen op naburige frequenties en in naburige gebieden. Deze vicieuze cirkel, waarbij alle omroepen uiteindelijk steeds hogere vermogens moeten gebruiken om een behoorlijk luistercomfort aan hun luisteraars te garanderen, biedt uiteindelijk geen oplossing. Deze spreekwoordelijke emmer is in West-Europa zo goed als gevuld geraakt tijdens de jaren '90. Sinds enkele jaren proberen de overheden opnieuw wat orde te scheppen in deze chaos via frequentiehervindingen en *zero base*¹ plannen maar uiteindelijk leidt de komst van elke bijkomende radio-omroep de dag van vandaag wel ergens tot verlies aan luistercomfort van een andere radio-omroep. Zowel de omroepen als de overheden zijn ervan overtuigd dat een oplossing noodzakelijk is. De toekomst kenmerkt zich immers door steeds meer doelgroepen die een eigen mediakanaal wensen. Digitale radio zal een oplossing bieden.

Samen met het overvol raken van de frequentiebanden vindt er sinds de jaren '70 een evolutie plaats waarbij steeds meer processen gedigitaliseerd worden. De (analoge) vinylplaat werd sinds 1982 vervangen door de cd, zware typmachines door elektronische varianten en ondertussen door tekstverwerking op de pc, analoge telefonie via mechanisch geschakelde netwerken door telefonie met digitaal geschakelde netwerken en sinds kort ook door VoIP (Voice over Internet Protocol) en (digitale) GSM, oorspronkelijk analoge (telefonie-)netwerken via koperkabel (PSTN-netwerk) werden eerst *ge-upgrade* via nieuwe digitale transmissiemethodes en in een later stadium grotendeels vervangen door digitale netwerken via glasvezel, enz.

Belangrijk bij deze digitale (r)evolutie is het fenomeen dat de content die verspreid wordt niet langer afhankelijk is van het transmissiekanaal. Waar een krant altijd op papier geleverd werd en televisieprogramma's enkel via een antenne + ontvanger + beeldbuis bekeken kon worden kenmerkt een digitale content zich door zijn flexibele transporteerbaarheid. Eenmaal omgezet in digitale signalen die enkel de "elektrische" waarde 1 of 0 kunnen aannemen, kan deze content verspreid worden via elk transmissiekanaal dat zich leent voor digitale transmissie. Dit maakt dat, eenmaal de conversie van analoog naar digitaal plaatsgevonden heeft, de inhoud volledig los komt te staan van het distributiekanaal. Daarnaast levert digitaliseren op verschillende gebieden voordelen op. Een eerste voordeel is het feit dat er verschillende compressietechnieken beschikbaar zijn en dat deze steeds meer capaciteitswinst opleveren, waardoor eenzelfde inhoud minder en minder bandbreedte inneemt op het transmissiekanaal waardoor er meer data tegelijkertijd verzonden of omgeroepen kan

¹ Zero base is de benaming die gebruikt wordt voor frequentieplannen waarbij men volledig van nul begint en dus de volledige FM-omroepband (87,5-108MHz) herindeelt en daarna de beschikbare frequenties verdeelt over de omroepen.

worden. Een tweede erg belangrijke vooruitgang is foutcorrectie. Omwille van het digitale karakter waarbij het signaal enkel 0 of 1 is, zullen aan alle andere ontvangen signalen ofwel 0, ofwel 1 ofwel ongeldig als waarde toegekend worden. Digitale systemen maken bijkomend nog gebruik van bepaalde foutcorrectiesystemen en sommige netwerken laten controle via tweerichtingsverkeer toe waardoor fouten die ontstaan tijdens het transport bij de ontvanger hersteld kunnen worden. Door deze digitale eigenschap kan bijvoorbeeld bespaard worden op de kwaliteit van het transmissiekanaal.

Nog een voordeel van digitalisering is dat een bepaalde hoeveelheid ruis uitgeschakeld kan worden. Analoge signaaltransmissie, zoals radio, is steeds, hoe goed de ontvangst ook mag zijn, onderhevig aan storingen die leiden tot een bepaalde hoeveelheid ruis. Indien die ruis te groot wordt, dan leidt dit tot minder luistercomfort. Bij digitale radio kan heel wat ruis uitgeschakeld worden, enkel en alleen maar omwille van de digitaliseren. Het ontvangen signaal kan slechts 0 of 1 zijn, is de ruisfactor redelijk klein ($<0,5$) dan blijft het ontvangststelsel een 0 of een 1 inlezen. Indien toch fouten optreden tijdens de transmissie, dan kunnen nog foutcorrectietechnieken gebruikt worden om het oorspronkelijke signaal te herstellen. Afhankelijk van de instellingen kan dus voor een erg robuust signaal gekozen worden dat amper nog te lijden heeft onder de zwakheid van het transmissiekanaal.

Deze voordelen van digitalisatie moeten echter met omzichtigheid gehanteerd worden, zoals later nog zal blijken. Op zich is digitalisering bedoeld als een vooruitgang maar omwille van het dynamisme wordt het mogelijk om bepaalde parameters zodanig spaarzaam te gaan instellen dat er uiteindelijk een verlies aan kwaliteit geleden wordt omwille van economische factoren. Digitale radio wordt dan wel als vooruitgang beschouwd, de praktijk zal leren dat bepaalde factoren ertoe kunnen leiden dat, hoe paradoxaal ook, digitale radio eerder, soms alleen tijdelijk, als een achteruitgang beschouwd kan worden.

Digitale signalen worden omwille van praktische redenen (capaciteit) gemoduleerd via nieuwe modulatietechnieken waarbij gebruik wordt van meerdere draaggolven. Een digitaal audiosignaal van een audio-cd neemt een bandbreedte in van 1,4Mbit/s. In het beste geval, wanneer 1bit/s per Herz bandbreedte analoog uitgezonden kan worden zou men een bandbreedte van 1,4MHz nodig hebben terwijl een analoog audiokanaal, gemoduleerd in FM, slechts maximaal 150KHz vereist. Daarom is er nood aan compressie van het signaal en digitale modulatiemethodes via meerdere carriers.

Tot slot is het ook belangrijk om op het verschil te wijzen tussen de organisatie van radio-omroep in Europa en radio-omroep in de VS. Dit zal meteen ook een antwoord bieden op de vraag waarom men voor verschillende systemen kiest wat betreft digitale radio. In de VS is de spreekwoordelijke “emmer” nog niet volgelopen, maar de trend tot digitaliseren is er ook aanwezig, dit leidt tot een ander systeem dan in Europa. Alle systemen voor digitale radio kunnen evengoed samen, naast elkaar gebruikt worden maar omwille van een verschillende evolutie kiest men in de VS voor een ander systeem dan in Europa. De basis van deze verschillende evolutie zit hem in het feit dat er in Europa veel kleine(re) landen elk hun eigen frequentieplan (nodig) hebben. Deze frequentieplannen worden uiteraard opgesteld in samenspraak met internationale toezichthoudende instanties, maar omdat elk land haar eigen nationale, regionale en lokale zenders wil, zijn er gewoon veel meer frequenties noodzakelijk, wat leidt tot meer storingen en minder bescherming op een bepaalde frequentie. In de VS heeft men meer ruimte over op de gebruikte omroepbanden, zodat bestaande zenders ten eerste comfortabeler analoog kunnen uitzenden, en ten tweede via dezelfde frequentie ook nog eens een digitaal signaal kunnen meesturen, iets wat in Europa praktisch onmogelijk zou zijn.

Structuur van de scriptie

Deze scriptie is opgebouwd in twee grote delen. Deel 1 bespreekt de verschillende systemen die wereldwijd gebruikt worden om digitale radio aan te bieden. Hierbij worden de basisconcepten en -technologieën inzake digitale radio besproken in hoofdstuk 1 van dit eerste deel. Dit gebeurt aan de hand van Eureka 147/DAB, het Europese systeem voor digitale radio. In hoofdstuk 2 tot 4 worden de overige systemen voor digitale radio besproken. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt aan de hand van het transmissiekanaal: ether, satelliet of internet. Het belang van dit onderscheid komt aan bod in de inleiding van deel 1. Verder wordt in deel 1 ook telkens het toepassingsgebied van de besproken technologieën besproken. Voor Vlaanderen gebeurt dit vrij uitgebreid omdat dit ook tot de hoofddoelstellingen van deze scriptie behoort. In de andere gevallen is dit eerder illustratief.

Deel twee bespreekt de juridische en maatschappelijke impact van digitale radio. Deze worden beiden bekeken in binnen het technologische kader van deel 1.

Relevantie van het onderzoek, probleemstelling en doelstelling

Sinds het einde van de jaren '90 is digitale radio een begrip geworden dat leeft binnen de omroepsector, zowel in positieve (nieuwe mogelijkheden) als in negatieve (meer concurrentie) zin. In Vlaanderen heeft men het hierbij meestal over *DAB (Digital Audio Broadcastig)* waarmee men eigenlijk *Eureka 147* bedoelt (cfr. infra). Het concept *DAB* betreft in technische kringen louter een verzamelnaam voor de omroepsystemen die gebruikt worden voor uitzendingen van digitale audio. Er zijn meer omroepsystemen dan enkel *Eureka 147* die voldoen aan deze beschrijving. Om de verwarring nog wat groter te maken wordt de naam *DAB* gebruikt als merknaam van het *Eureka 147* systeem terwijl men in de VS bij de term *DAB* eerder aan *HD-Radio* (cfr. infra) zou denken.

Naast het feit dat er over digitale radio wel degelijk veel gepubliceerd wordt, zij het eerder op gespecialiseerde fora, via technische publicaties en op informatieve websites met promotionele doeleinden, ontbreekt er meer dan ooit een duidelijk overzicht. Vanuit communicatiewetenschappelijk perspectief is de beschikbare literatuur bovendien vaak te technisch onderbouwd.

Precies daarom is het mijn bedoeling om met mijn voorkennis uit een eerdere studie: graduaat elektronica, het technische kluwen inzake digitale radio te doorgronden en een overzicht te bieden van alle, op dit moment, beschikbare technologieën voor digitale radio. Van elk van deze zendsystemen wordt gepoogd om een voor de communicatiewetenschapper verstaanbare, beknopte, technische achtergrond te geven. Deze technische achtergrond is noodzakelijk om een vergelijking te kunnen maken tussen de verschillende systemen voor digitale radio-omroep. Tevens kan deze technische achtergrond een hulpmiddel zijn bij het bestuderen van nieuwe technologieën die zullen ontstaan de komende jaren.

Naast een overzicht van alle beschikbare systemen voor digitale radio is het tevens de bedoeling om de huidige situatie in Vlaanderen te gaan kaderen binnen deze technische evolutie. In deel 1 wordt bij elk besproken onderdeel de situatie in Vlaanderen toegelicht (indien van toepassing want niet alle technologieën die voor digitale radio gebruikt worden zijn ook operationeel in Vlaanderen). In de mate van het mogelijke worden ook buitenlandse toepassingen in de praktijk aangehaald, zij dat het hiervan niet de bedoeling was om volledigheid na te streven.

In Deel 2 van deze scriptie wordt de scope van het onderwerp ruimer geïnterpreteerd en worden ook het maatschappelijke en juridische kader inzake digitale radio geanalyseerd. De bedoeling van het tweede deel is niet om een volledig overzicht te bieden maar eerder om de aanzet te geven tot verder onderzoek, vertrekkende vanuit het technische perspectief van deel 1.

Overzicht van de Doelstellingen:

DEEL 1

- Een volledig overzicht bieden van alle bestaande systemen voor digitale radio in de wereld.
- Deze systemen technisch bespreken zodat een vergelijking gemaakt kan worden op tussen de bestaande systemen.
- Het toepassingsgebied van elk systeem bespreken, waarbij vooral aandacht besteed wordt aan de huidige toepassing van digitale radio in Vlaanderen.

DEEL 2

- De technologische ontwikkelingen op het gebied van digitale radio kaderen binnen een ruimer juridische en maatschappelijke kader.

Gebruikte methode en bronnen

Zoals hierboven reeds vermeld is het in de eerste plaats de bedoeling om een volledig overzicht te geven van de ontwikkelingen die plaatsvonden op het gebied van digitale radio. De gebruikte methode is een kritische literatuurstudie waarbij gepoogd werd om aan de hand van verschillende bronnen een zo duidelijk mogelijk beeld te vormen van de huidige stand van zaken op het vlak van digitale radio. In het eerste deel zijn de gebruikte bronnen in eerste plaats technische publicaties die gepubliceerd werden door de organisaties achter een bepaalde technologie voor digitale radio. Ook de gepubliceerde standaardiseringsdocumenten behoren tot deze bronnen. Omdat de systemen voor digitale radio vrij recente technologieën betreffen is er daarnaast eerder weinig gepubliceerd wetenschappelijk werk voorhanden. Wel wordt digitale radio druk bediscussieerd op gespecialiseerde internetfora zoals alt.radio.digital (usenet), Radioforum (www.ukwvtv.de), Digiradionum-be (groups.yahoo.com/group/digiradionum-be), be.radio (usenet), enz.. Via deze fora werd ook contact gelegd met specialisten op het gebied van digitale radio. Deze experts konden antwoord geven op bepaalde specifieke vragen. Daarnaast boden ook

een aantal websites gespecialiseerde nieuwsberichten met betrekking tot radio (www.radiovisie.be, www.iradio.be, www.radio.nl, www.skywaves.info, www.digitalradio.nl, medianetwork.blogspot.com, www.rwonline.com, www.radionumerique.org, www.tuner.be, www.digitalradionow.com, www.ukradio.com, www.rwonline.com, www.ukdigitalradio.com, enz.) geregeld nieuwsberichten die betrekking hebben op digitale radio en verwijzen naar andere bruikbare bronnen. Een vierde soort bronnen zijn de nieuwsbrieven die gepubliceerd werden door het *WorldDAB Forum*, de organisatie achter DAB. Deze bevatten vaak interessante informatie over nieuwe evoluties op het gebied van DAB. Voor specifieke informatie werd gericht gezocht, hierbij was de zoekmachine *Google* geregeld een hulpmiddel om de zoektocht naar bepaalde bronnen te starten. Vanuit bepaalde gevonden documenten werd vaak gezocht naar andere bronnen die over bepaalde onderwerpen meer informatie konden verstrekken. Tenslotte werden ook een aantal boeken geraadpleegd die een bepaald aspect (bijvoorbeeld audiocompressie en de MPEG codecs) van digitale radio in detail besproken.

Voor hoofdstuk 1 van deel 2, het beleid inzake digitale radio, werd uitgegaan van het beleid dat in Vlaanderen gevoerd wordt. Hiervoor waren de publicaties van het Vlaamse omroepdecreet en de beheersovereenkomst tussen de VRT en de Vlaamse Gemeenschap essentieel. Daarnaast werd ook het beleid dat vanuit het kabinet media gevoerd wordt naderbij bekeken. Hierbij was het vooral de bedoeling om bepaalde vragen te beantwoorden inzake de toekomst van digitale radio. Via beleidsdocumenten wordt de evolutie in het beleid bestudeerd. Daarnaast wordt aan de hand van een persoonlijk gesprek met adviseurs media op het kabinet van de Minister die bevoegd is voor media in Vlaanderen gepoogd om een idee te krijgen van wat er de komende maanden kan verwacht inzake mediabeleid voor wat betreft digitale radio. Naast het vlaamse beleid spelen ook de Europese richtlijnen een groot belang. Deze werden ondertussen omgezet in Vlaamse decreten en Federale wetten, toch werden de belangrijkste richtlijnen en Europese beleidsbepalende instanties vermeld in dit hoofdstuk. Tenslotte werd ook kort de situatie geschetst van enkele andere landen. Hierbij ondermeer gebruik gemaakt van een document dat als bijlage gepubliceerd werd bij een Nederlandse onderzoekzoek.

Bij de bespreking van het juridische kader inzake digitale radio wordt steeds de terkoppeling gemaakt naar de technische aspecten zoals besproken in deel 1 omdat deze technische evoluties geleid hebben tot de nood aan een aangepast beleid.

Hoofdstuk 2 van deel 2 bespreekt beknopt de maatschappelijke implicaties van digitale radio. Aan de hand van het algemene theoretisch kader van de adoptietheorie van Rogers wordt de adoptie van digitale radio besproken. Hiervoor wordt ondermeer recent cijfermateriaal gebruikt dat gepubliceerd wordt door de ERO (European Radiocommunications Office), dat jaarlijks cijfermateriaal publiceert over de implementatie van DAB. Daarnaast wordt ook de methode van het eerste deel toegepast. Via de informatie op de diverse fora, websites met nieuwsberichten, persoonlijke berichten en nieuwsbrieven konden een aantal onderzoeken geraadpleegd worden met betrekking tot de maatschappelijke implicaties van digitale radio. Ook hier werd de terugkoppeling met het technische aspect uit deel 1 gemaakt. Zo zal blijken dat veel maatschappelijke aspecten van digitale radio een onmiddellijk gevolg zijn van technische evoluties.

Ondanks het feit dat er veel afkortingen en nieuwe concepten voorkomen in deze scriptie werd omwille van tijdsgebrek geen verklarende woordenlijst of afkortingenlijst toegevoegd. Wel werd ervoor gezorgd dat elke nieuw concept grondig besproken en uitgelegd werd. Dit gebeurt voor de meeste concepten in hoofdstuk 1 van deel 1. Elke afkorting wordt minstens eenmaal verklaard bij de eerste vermelding. Indien minder voor de hand liggende afkortingen pas na lange tijd opnieuw voorkomen, dan worden deze opnieuw verklaard.

DEEL 1

Volledig overzicht van technieken voor digitale radio en een beknopt beeld van hun toepassingsgebied.

Inleiding

In dit eerste deel is het de bedoeling om voor zover dit mogelijk is alle technologieën die gebruikt worden voor digitale radio te bespreken. Vertrekkende vanuit het Europese standpunt, waar Eureka 147/DAB als systeem van digitale radio gekozen werd, worden in Hoofdstuk 1 de belangrijkste (nieuwe) concepten rond digitale radio besproken. Tijdens de bespreking van deze concepten wordt ook de Eureka 147/DAB technologie grondig behandeld. De concepten van hoofdstuk 1 zullen later, bij elke technologie, in gelijkaardige vorm terugkeren, vandaar het belang van deze concepten. Daarnaast wordt in het eerste hoofdstuk ook de zendtechnologie van DAB besproken. Deze COFDM-transmissiemethode is speciaal ontworpen voor digitale uitzendingen en ze zal ook in dezelfde of via een gelijkaardige vorm terug te vinden zijn bij de verder te bespreken systemen voor digitale radio. In de verdere hoofdstukken wordt dan ook geregeld verwezen naar dit eerste hoofdstuk.

In Hoofdstuk 2 tot 4 van dit eerste deel wordt een onderscheid gemaakt tussen de verschillende kanalen waarlangs digitale radio uitgezonden wordt, namelijk de ether via aardse zenders, via satelliet en via IP-netwerken. Dit onderscheid is van belang omdat het toepassingsgebied van elk systeem zich duidelijk anders situeert, ook al kan er in bepaalde gevallen overlapping optreden zoals later duidelijk zal worden (ook technische overlapping behoort tot de mogelijkheden). Terrestriële digitale radio, zoals besproken in hoofdstuk 2, wordt toegepast bij landelijke en/of regionale netwerken. Digitale radio via satelliet dat in hoofdstuk 3 aan bod komt is ideaal om een groot gebied, bijvoorbeeld een volledig continent, te bereiken. IP-netwerken tenslotte worden juridisch gezien nog maar sinds kort als omroepsystemen beschouwd. Louter technisch gezien zijn ze dit niet omdat er in principe enkel point-to-point verbindingen mogelijk zijn. Toch maakt het internet een opmars inzake *streaming audio* en *podcasting*. Naar de toekomst toe zouden IP-netwerken een alternatief of aanvulling kunnen vormen voor de bestaande omroepinfrastructuren. Digitale radio via IP-netwerken wordt besproken in Hoofdstuk 4 van dit eerste deel.

Hoofdstuk 1: Digitale radio uitgelegd aan de hand van het Europese systeem: Eureka 147/DAB.

“Eureka 147” is de officiële naam van het Europese project voor digitale radio. Deze naam verwijst naar de Eureka werkgroep. Eureka is een pan-Europees intergouvernementeel samenwerkingsverband opgericht in 1985 tussen de Europese Commissie en (op dit moment) 36 Europese landen. Eureka heeft als doelstelling technologisch onderzoek en –ontwikkeling te stimuleren en onder één Europese vlag te brengen (www.eureka.be). Het digitale radioproject onder de vleugels van Eureka, is het 147^e project van Eureka, vandaar “Eureka 147” (<http://www.worlddab.org/eureka.aspx>).

DAB wordt algemeen gezien als de commerciële of gebruiks-benaming van Eureka 147 maar zo eenduidig als het lijkt is dit niet. DAB staat eigenlijk gewoon voor “Digital Audio Broadcasting” en kan in dit opzicht ook gezien worden als een verzamelnaam voor het uitzenden onder digitale vorm, van radio-omroep . Om verwarring te vermijden wordt DAB binnen deze scriptie enkel gebruikt als synoniem voor Eureka 147.

Het project “Eureka 147” werd opgestart in 1987². De doelstelling was om (analoge) FM-radio (en alle problemen die daarbij ontstaan waren) te vervangen door een nieuw systeem, dat op z’n minst gelijkwaardig en liefst op bepaalde punten beter functioneerde dan het huidige analoge systeem³.

1 Eureka 147 / DAB: een aantal nieuwe concepten.

Eureka 147 / DAB staat voor een aantal totaal nieuwe aspecten en concepten op gebied van omroep-technologie. Vooreerst is er bij de ontwikkeling van Eureka 147 geen of weinig rekening gehouden met de eventuele compatibiliteit met FM radio. Wel is het uiteraard zo dat nieuwe radiotoestellen die DAB ondersteunen vaak ook de oudere systemen (AM en FM) kunnen ontvangen. Dit neemt echter niet weg dat DAB een totaal nieuw systeem betreft voor het verzorgen van radio-omroep. Hieronder worden de verschillende nieuwe concepten besproken. Het gebruikte (en

² Critici hadden onmiddellijk bedenkingen bij het concept digitale radio. Hierbij zinspeelde men op de naam DAB, wat eventueel zou kunnen staan voor “dead and buried” (Bonne, 2003).²

³ De uiteindelijke DAB-standaard werd gepubliceerd bij het ETSI onder de titel “Radio Broadcasting Systems ; Digital Audio Broadcasting (DAB) to Mobile Portable and Fixed Receivers” (EN 300 401 v1.1.3) (Laven, 2004).

ook speciaal hiervoor ontwikkelde) systeem van uitzenden, COFDM, wordt besproken in de tweede paragraaf van dit eerste hoofdstuk.

1.1 De Service

Analoge radio-uitzendingen zijn vrij eenvoudig te omschrijven. Elk radiostation, elke radio-omroep krijgt van de overheid één of meerdere frequenties toegewezen. Indien men over een frequentiepakket beschikt (licentie voor meer dan één zender), dan heeft elke zender een verschillende frequentie (toch in mekaar overlappende regio's). Op die toegewezen frequentie als een gemoduleerd signaal wordt uitgezonden. In de ontvanger wordt bij het afstemmen op de gekozen frequentie het ontvangen signaal gedemoduleerd waardoor het oorspronkelijke -geluidssignaal opnieuw beluisterd kan worden.

Omdat we bij digitale radio geen analoog audiosignaal meer aanbieden aan de zender maar een digitaal signaal (een opeenvolging van 1 en 0 signalen) is het perfect mogelijk om andere data (bijvoorbeeld video of tekst) te verzenden in plaats van een gedigitaliseerd audiosignaal (cfr. Infra). Omwille van dit fenomeen dat de bron van een DAB kanaal niet altijd een radio-omroep zal zijn wordt deze bron een *service* genoemd. Voor digitale radio omroep zullen de services vooral radio-omroepen of audiokanalen zijn maar daarnaast kunnen er ook datadiensten en eventueel ook beeldmateriaal als service (mee)verzonden worden. (--, 2003)

Algemeen genomen kunnen we de services opdelen in drie types. Primaire services zijn de vaste radio-omroepen, secundaire services zijn extra omroepkanalen die slechts tijdelijk bestaan en gebruikt worden voor bijvoorbeeld voetbalcommentaar. Om een dergelijke secundaire service op te zetten wordt tijdelijk bandbreedte van andere services afgesnoept, of ongebruikte bandbreedte van het ensemble (cfr. infra) gebruikt. Naast deze twee services met rechtstreekse betrekking op het begrip radio-omroep zijn er ook nog de data services. Data services kunnen bijvoorbeeld *html*-pagina's of *electronic program guides* (EPG's) zijn. De dataservices komen uitgebreid aan bod in paragraaf 1.5 van dit hoofdstuk.

1.2 Het Ensemble en de Netwerkuitbater.

1.2.1 Het Ensemble, het Boeket of de Multiplex

Een ander nieuw concept is “het ensemble”. Een ensemble is een boeket van radiostations dat via één enkel kanaal of frequentie uitgezonden wordt. Bij klassieke AM of FM uitzendingen heeft elke omroep haar eigen kanaal of frequentie. Op eenzelfde kanaal kan slechts één zender actief zijn, anders zouden beide zenders mekaar verstoren. In het beste geval zou enkel de zender met het sterkste signaal ontvangen worden op de gekozen frequentie. Zijn meerdere zenders quasi even sterk/zwak, dan worden beide signalen door elkaar of afwisselend waargenomen, wat absoluut onaangenaam is om naar te luisteren.

Net zoals als bij AM of FM uitzendingen zal één DAB-zender ook slechts één kanaal in gebruik nemen. Maar, in tegenstelling tot analoge radio, zal het kanaal van één zender gevuld kunnen worden met meerdere services, die digitaal met mekaar verweven worden tot één digitaal signaal. Deze techniek heet *multiplexing* en leidt ertoe dat we niet langer spreken van een “radiozender of -station” maar van een “ensemble”, “boeket” of “multiplex”.

Ondanks het feit dat de radio-omroepen (of ruimer: services) binnen één ensemble digitaal met elkaar verweven zijn, zullen ze elkaar niet storen doormiddel van het *Multiplex Frame Structuur*.

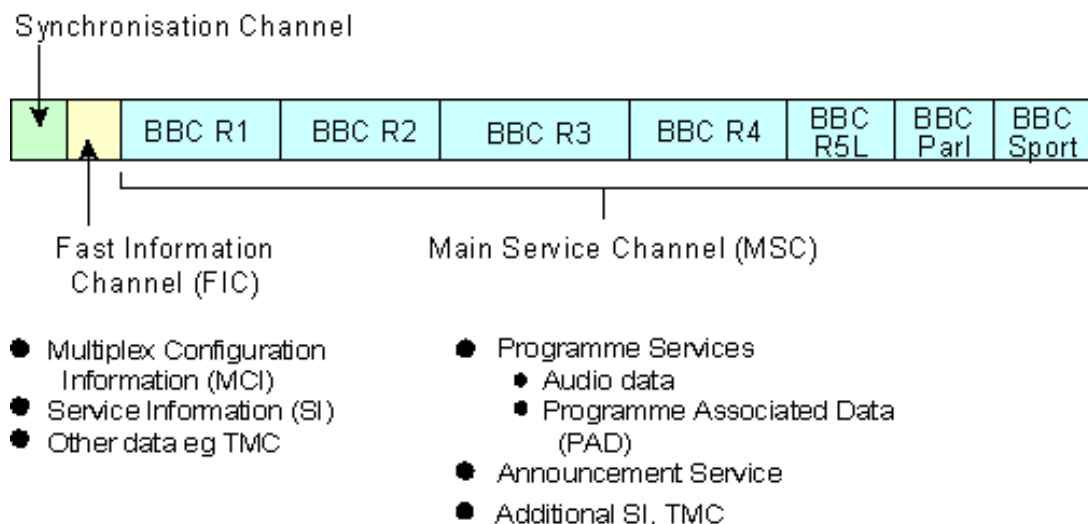


Fig. 1: Multiplex Frame Structure van het BBC-ensemble (Bower, 1998)

Het synchronisatiekanaal dient om de DAB-ontvanger te laten synchroniseren met het ontvangen signaal. Het belang van een uiterst precieze synchronisatie wordt

verder besproken in deel 2 van dit hoofdstuk over het zendsysteem (COFDM) van DAB.

Het FIC (*Fast Information Channel*) wordt ook wel eens het “controle kanaal” genoemd en bevat informatie over de inhoud van het volledige ensemble. Binnen het FIC bevindt zich de SI (*Service Information*) die duidelijk maakt aan de DAB-ontvanger waar in het ensemble welke service gevonden kan worden. Het FIC bevat ook informatie over alternatieve frequenties. Deze kunnen zich zowel op een ander DAB ensemble bevinden als op FM, AM of anders, indien voorhanden. Indien men het DAB-sigitaal verliest wordt dan automatisch overgeschakeld. Ook verkeersinformatie, die door de luisteraar eventueel snel gehoord wil worden, wordt aangegeven via het FIC. Uiteraard bevat het FIC ook alle informatie om het *Main Service Channel* te besturen. Dit gebeurt via het MCI (*Multiplex Configuratie Informatie*) kanaal. Het MCI kanaal beschikt ook over de info uit de SI. Binnen het MCI bestaan er twee kanalen. Het ene regelt de *streaming*-data, het andere is een kanaal voor *packet*-data (the Catalyst, n.d. c). *Steaming*- en *Packet*-data komen verder aan bod in paragraaf 1.5 van dit hoofdstuk over de datadiensten.

Tot slot is er het MSC (*Main Service Channel*) dat de eigenlijke services (meestal audio/radio-omroepen) bevat (Bower, 1998). Er geldt technische beperking van maximaal 63 services of sub-kanalen in het *Main Service Channel*.

Een volledig DAB-multiplex heeft een bandbreedte van ongeveer (afhankelijk van verschillende factoren) 3Mbit/s waarvan het MSC ongeveer 2,3Mbit/s inneemt (2302kbit/s om precies te zijn). Indien foutcorrectie gebruikt wordt, wat steeds het geval zal zijn bij DAB uitzendingen, blijft er, afhankelijk van de hoeveelheid foutcorrectie, 0,6 tot 1,7Mbit/s capaciteit over om te gebruiken voor de verschillende services. Bij gemiddelde foutcorrectie beschikt een DAB-boeket over 1,2Mbit/s (1184 kbit/s om precies te zijn) bandbreedte die gebruikt wordt door omroepen en/of datadiensten (Ravanello, 1997). De capaciteit van het DAB ensemble en de relatie tussen de robuustheid (hoeveelheid foutcorrectie) en het aantal services dat een ensemble kan uitzenden wordt meer in detail besproken in paragraaf 1.2.3.

1.2.2 De netwerkuitbater

Een belangrijk gevolg van het feit dat een DAB-kanaal bestaat uit een ensemble waarin verschillende services ondergebracht kunnen worden is dat een radio-omroep waarschijnlijk geen eigen zenderpark meer zal uitbaten, maar zich zal

wenden tot een netwerkuitbater die geen zenders maar wel een bepaalde hoeveelheid aan capaciteit verhuurt aan een omroep. Deze situatie kan voor problemen zorgen indien de netwerkuitbater bijvoorbeeld eigenaar is van een concurrerende mediagroep. Deze situatie deed zich in Vlaanderen voor omdat bij decreet vastlag dat de VRT de DAB-ensembles zou exploiteren (Bonne, 2003). Aan deze situatie zou zeer binnenkort een eind komen zoals duidelijk wordt in het in deel 2 over het beleid omtrent digitale radio.

1.2.3 De capaciteit van een ensemble

De vraag die men zich kan stellen met betrekking tot het ensemble is hoeveel radio-omroepen en/of services er zich per boeket kunnen verspreiden. Op deze vraag bestaat geen éénduidig antwoord.

Ten eerste zijn er vier verschillende opstellingsmodes voor Eureka147/DAB mogelijk (afhankelijk van de gebruiksomgeving en -frequentie). Elke mode heeft haar eigen kenmerken gaande van frequenties in de VHF-Band III (174–240 MHz) of L-band (1452–1492 MHz) en mogelijkheden tot nationale T-DAB (Terrestrial-DAB) dekking, lokale T-DAB dekking en zelfs dekking van grotere gebieden via S-DAB (Satelliet-DAB) (Digital Audio Broadcasting, 2002). Er wordt later dieper ingegaan op de verschillende modes.

Een tweede factor die een rol speelt bij het aantal services per ensemble is de robuustheid van het verzonden signaal. Omdat DAB een *point-to-multipoint* omroepvorm betreft, zal extra informatie meegestuurd worden zodat eventuele verloren informatie teruggewonnen kan worden. Dit systeem heet FEC (*Forward Error Correction*). Hoe meer FEC men meestuurt, hoe robuuster het signaal wordt, maar hoe meer capaciteit er door foutcorrectiebits ingenomen wordt. In het Eureka147/DAB systeem zijn 5 PL's (*Protection Levels*) voorzien. Een lagere PL staat voor een robuuster signaal en dus een hogere mate van FEC (meer foutcorrectiebits). PL 5 is bijvoorbeeld wel geschikt voor C-DAB (Cable-DAB) maar niet voor T-DAB (aardse DAB omroep) omdat transmissie via de kabel sowieso minder fouten oplevert dan via de ether. PL3 is het protectielevel dat meestal gebruikt wordt voor T-DAB (Terrestrial-DAB) waarbij mobiele ontvangst vereist is. PL4 is dan weer wel geschikt voor vaste (*fixed*) T-DAB ontvangst maar minder voor mobiele ontvangst. PL1 kan gebruikt worden indien een uiterst robuust signaal vereist is, bijvoorbeeld in het geval van rampen waarbij men beslist om een noodkanaal op te richten dat met een uiterst robuust signaal uitzendt zodat de

ontvangst zeker gegarandeerd wordt (Ravanello, 1997). Het gebruik van een hoge of lage PL is dynamisch instelbaar en staat in relatie tot het gebruikte zendvermogen. Digitale radio laat het toe om minder zendvermogen te compenseren door een robuuster signaal

Een andere factor die meespeelt, is de gebruikte *bitrate* per audio-service. Een hogere *bitrate* zal een betere geluidskwaliteit opleveren, maar meer bandbreedte vereisen. Het gebruik van de MUSICAM/MPEGII audio-codec wordt uitvoerig besproken in deel 1.4 van dit hoofdstuk.

Belangrijk is in elk geval om op te merken dat alle parameters dynamisch instelbaar zijn. Enkel de uitzendmode wordt bepaald door omgevingsfactoren en uitzendfrequentie, maar ook deze zijn in enige mate afhankelijk van de keuze van de netwerkuitbater. *Protection level* en *bitrate* van het audiosignaal zijn steeds vrij te kiezen door de omroep (Bonne, 2003). In dit verband kan opgemerkt worden dat economische factoren zullen meespelen bij de keuze van de instelling van deze dynamische parameters. Een hogere PL (minder robuust) en/of een lagere *bitrate* resulteren in meer services die de netwerkuitbater kan doorverhuren of zelf kan aanbieden zonder meerkost inzake zendinfrastructuur. Dit gaat uiteraard ten koste van het ontvangstcomfort enerzijds en de geluidskwaliteit anderzijds. Ook is het zo dat een omroep die capaciteit huurt bij een netwerkuitbater meer zal betalen indien men een lagere PL of een hogere *bitrate* wenst.

Puur technisch bekeken is het zo dat de capaciteit van een ensemble wordt uitgedrukt in een aantal "Capacity Units" (CU). Een ensemble werkend in mode I (Band III, T-DAB, cfr. infra) bevat 864 CU's. Elke combinatie van een bepaalde *bitrate* en PL levert een bepaald aantal CU's die gebruikt worden (Tabel 1).

	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5
32 kbit/s	35 CUs	29 CUs	24 CUs	21 CUs	16 CUs
48 kbit/s	52 CUs	42 CUs	35 CUs	29 CUs	24 CUs
56 kbit/s	X	52 CUs	42 CUs	35 CUs	29 CUs
64 kbit/s	70 CUs	58 CUs	48 CUs	42 CUs	32 CUs
80 kbit/s	84 CUs	70 CUs	58 CUs	52 CUs	40 CUs
96 kbit/s	104 CUs	84 CUs	70 CUs	58 CUs	48 CUs
112 kbit/s	X	104 CUs	84 CUs	70 CUs	58 CUs
128 kbit/s	140 CUs	116 CUs	96 CUs	84 CUs	64 CUs
160 kbit/s	168 CUs	140 CUs	116 CUs	104 CUs	80 CUs
192 kbit/s	208 CUs	168 CUs	140 CUs	116 CUs	96 CUs
224 kbit/s	232 CUs	208 CUs	168 CUs	140 CUs	116 CUs
256 kbit/s	280 CUs	232 CUs	192 CUs	168 CUs	128 CUs
320 kbit/s	X	280 CUs	X	208 CUs	160 CUs
384 kbit/s	416 CUs	X	280 CUs	X	192 CUs

Tabel 1: Gebruikte capaciteit bij een bepaalde combinatie van audiocompressie en Protection Level (Schulze, n.d.).

1.2.4 De huidige situatie in Vlaanderen.

Er is één T-DAB ensemble operationeel, ge-exploiteerd door de VRT en dit sinds september 1997. De VRT is ook het enige mediabedrijf dat momenteel digitale radio aanbiedt via DAB. Het boeket zendt uit via 17 aardse zenders (T-DAB) op frequentieblok 12A (223.936MHz), in Band III (Mode I, cfr. infra).

Momenteel bevat het Main Service Channel (MSC) van het DAB-ensemble van de VRT 9 audiokanalen. Vijf van deze 9 services zijn de 5 radionetten dat de VRT ook via de analoge ether uitzendt (Radio 1, Radio 2, Radio Donna, Studio Brussel en Klara). Sporza is in feite een ontkoppeling van Radio 1 bij sportuitzendingen. Sporza wordt analoog via AM 927kHz uitgezonden. Daarnaast werden ook drie *Digital-only* kanalen opgestart (Donna Hitbits, Klara Continuo en Nieuws+). De parameters van alle audiokanalen behalve Nieuws+, staan ingesteld op 160kbit/s (MPEG1.0/Layer II, 48Khz Joint Stereo, cfr. infra) / PL4; Nieuws+ op 48kbit/s (MPEG2.0/LayerII, 48Khz Mono, cfr. infra) / PL4.

Het is echter niet zo dat deze parameters altijd deze parameters gehad hebben. Tot begin april 2004 bevatte het VRT-boeket 10 stations. Radio Vlaanderen Internationaal (RVI) verdween na omroepstructureringen. Dit leidde eerst tot het

opwaarderen van de parameters voor Sporza van 128kbit/s/PL4 naar 160kbit/s/PL3 (verhoging van de geluidskwaliteit en de robuustheid). Op 9 april 2004 werden de parameters voor Sporza echter opnieuw verlaagd tot die van voordien. Een dag later werd enkel de bitrate opnieuw verhoogd tot 160kbit/s (PL4 bleef behouden) en kreeg ook Donna Hitbits een betere geluidskwaliteit, van 128kbit/s tot 160kbit/s. Ook de parameters voor de overige omroepen worden wel eens gewijzigd. Lange tijd werd uitgezonden met een robuustere PL3 voor alle stations en een lagere bitrate (128kbit/s) voor enkele kanalen.

Als volgens tabel 1 berekend wordt hoeveel capaciteit in gebruik is ($8 \cdot 104 + 1 \cdot 29$ CU's = 861 CU's) dan kunnen we besluiten dat momenteel geen ruimte beschikbaar is voor extra services. Wel is het zo dat Sporza in vele gevallen identiek is aan Radio 1. Enkel bij sportuitzendingen vindt er een afzonderlijk Sporza-programma plaats. Het zou dus logisch zijn mocht de capaciteit die voor Sporza gebruikt wordt enkel tijdelijk van de andere kanalen geleend indien er effectief Sporza-uitzendingen zijn. Op die manier zouden 104 CU's bespaard kunnen worden. Die 104 CU's zouden gebruikt kunnen worden om de robuustheid opnieuw op te trekken van 4 naar 3 of om de geluidskwaliteit van bepaalde muziekanalen te verhogen. Dat deze hierboven beschreven optimalere situatie uitgewerkt zou kunnen worden naar de toekomst toe zou kunnen afgeleid worden uit een persbericht verspreid door Factum Electronics (2005, 24 januari). Hierin wordt bericht over de aanschaf van een nieuwe *DAB-multiplexer* door de VRT. Met deze infrastructuur zou het mogelijk worden om tijdens een normale, continue werking, parameters aan te passen. Sporza zou op die manier bijvoorbeeld automatisch capaciteit kunnen lenen van die kanalen waar er het meest capaciteit gemist kan worden. Zoals zal uitgelegd worden in paragraaf 1.4 van dit hoofdstuk vereisen bepaalde audiopassages meer capaciteit bij het encoderen dan andere. Op die manier zou erg efficiënt van de capaciteit van het DAB ensemble gebruik gemaakt kunnen worden.

Tenslotte kan inzake dynamisme van de DAB uitzendingen nog vermeld worden dat bepaalde kanalen via DAB soms een ander signaal uitzenden dan via FM of AM. Zo zendt Radio 2 afwisselend op de weekdays de regionale programma's uit omdat de regionale ensembles nog niet operationeel zijn. Klara Continuo zond van 9 tot en met 14 mei 2005 dagelijks van 15 tot 18u en van 20 tot 23u live de Koningin Elisabethwedstrijd Viool 2005 uit, in plaats van de reguliere programma's. Studio Brussel zond tijdens het zomerfestival Rock Werchter 2004 de

festivalprogramming uit via DAB. Normaalgezien kon deze enkel ontvangen worden via een tijdelijke en plaatselijke FM-zender te Werchter.

De structuur van een BBC DAB-multiplex werd bij wijze van illustratie van enkele technische concepten voorgesteld in figuur 1, voor het VRT-boeket ziet dit er als volgt uit:

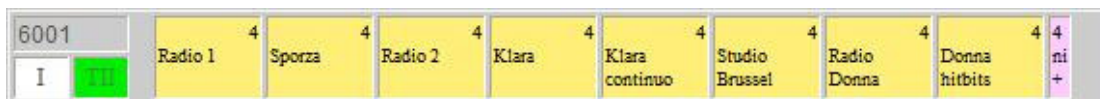


Fig. 2: Multiplex Frame Structuur van het VRT-ensemble (www.wohnort.demon.co.uk/DAB/, 10.04.2005).

1.3 Het Single Frequency Network (SFN)

Zoals eerder al beschreven zal men bij analoge radio verschillende FM-zenders nodig hebben om een relatief groot gebied als Vlaanderen te bereiken. Deze zenders zullen bij aangrenzende gebieden verschillende frequenties in gebruik moeten nemen zodat men mekaar niet stoort, een dergelijk systeem heet *Multi-Frequency Network (MFN)*⁴.

Een voorbeeld kan dit heel duidelijk illustreren: Studio Brussel gebruikt in West- en Oost-Vlaanderen de frequentie 102,1MHz, vanuit Egem. De provincie Antwerpen wordt bereikt via 100,9MHz (vanuit Schoten) en Vlaams Brabant via de frequentie 100,6 vanuit Sint-Pieters-Leeuw. Daarnaast is er nog een Hasseltse frequentie actief (101,4MHz) en gebruikt men ook twee (stads-)steunzenders op een lager vermogen in Gent en Leuven. (Boel, 2003)

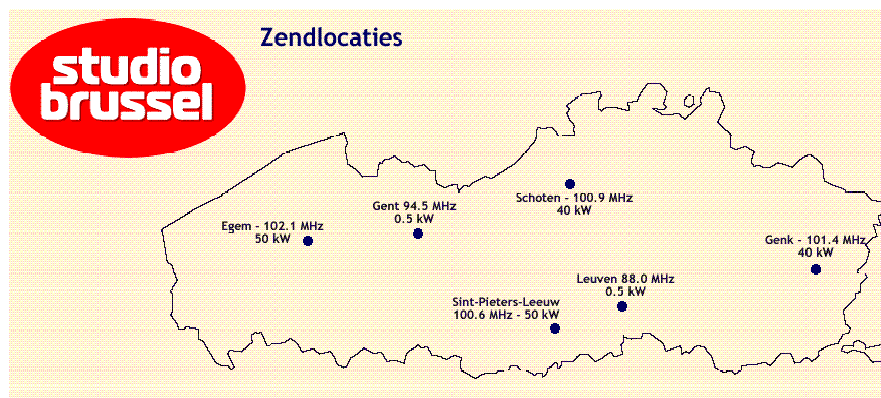


Fig. 3: Actieve zendlocaties van Studio Brussel voor Vlaanderen. (Boel, 2003)

⁴ Ook andere factoren spelen een rol bij het aantal zenders dat nodig is om een gebied te bedekken. In sterk bebouwde regio's (zoals Vlaanderen) zijn meer zenders en frequenties nodig dan in landelijke gebieden. Geografische factoren spelen ook een rol, zo zullen heuvels of bergen de uitgezonden signalen tegenhouden waardoor steden of dorpen in dalgebieden minder goed tot niet te bereiken zijn met radiosignalen die zich aan de andere kant van de heuvel of berg bevinden.

Het grote verschil, en waarschijnlijk zelfs één van de belangrijkste voordelen van Eureka 147/DAB ten opzichte van analoge radio, is dat een DAB netwerk slechts één enkele frequentie gebruikt per ensemble dat dezelfde services uitzendt. Dit betekent dus dat meerdere zenders binnen een bepaald gebied (bijvoorbeeld Vlaanderen) op dezelfde frequentie, hetzelfde programma (services in een ensemble) zullen uitzenden. Een DAB ontvanger zal, indien hij meerdere zenders kan ontvangen, van verschillende zenders tegelijk data opvangen en decoderen. Uiteindelijk speelt het geen rol vanwaar de ontvanger z'n signaal haalt, zolang de oorspronkelijke data maar geregenereerd kan worden, eventueel mits foutcorrectie. Om deze manier van uitzenden en ontvangen mogelijk te maken is een bijzondere uitzendmethode vereist, nl. *Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (COFDM). COFDM is een digitale modulatie-techniek die uitzenden in een SFN (*Single Frequency Network*) mogelijk maakt omwille van een relatief groot *guard interval*. OFDM (*unCoded* COFDM, dus zonder voorafgaande foutcorrectie (FEC, *Forward Error Correction*), bijvoorbeeld omdat het transmissiekanaal het verzoek om een heruitzending mogelijk maakt, wat het geval is bij *point-to-point* verbindingen) wordt algemeen gebruikt voor diverse toepassingen van digitale transmissie zoals bijvoorbeeld xDSL applicaties (Stott, 1997). COFDM wordt uitvoerig besproken in het tweede gedeelte van dit eerste hoofdstuk. Belangrijk is echter wel om er de aandacht op te vestigen dat de uitzendingen binnen een SFN allemaal identiek moeten zijn. Afwijkende regionale uitzendingen (bijvoorbeeld Radio 2) zijn niet mogelijk binnen één SFN (Laven, 2004).

Momenteel heeft de VRT met haar enige DAB ensemble 17 zenders in gebruik op frequentieblok 12A (223,936 MHz), een 18^e zender is gepland in Overpelt. Via deze 17 zenders worden de negen services (negen audiokanalen in dit geval) van de VRT digitaal uitgezonden.

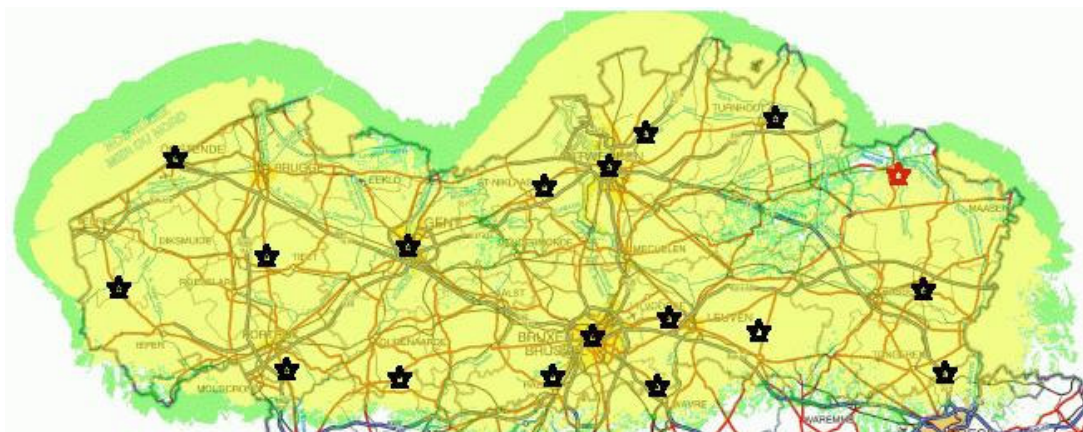


Fig. 4: Mobile DAB-dekking in Vlaanderen met 17 zendersites. (www.radionumerique.be, 2003)

Opmerkelijk met betrekking tot het DAB-SFN in Vlaanderen is dat, op één na, elke DAB zender van het VRT ensemble slechts uitzendt met één kilowatt (de uitzondering is de zender in Egem, die met 2 kW uitzendt). Dit is geen vereiste of verplichting maar een rationele keuze. In Wallonië bijvoorbeeld variëren de vermogens van de zenders tussen 250 watt tot 2 kilowatt (www.radionumerique.be, 2004). Het is zo dat bij het bepalen van het bereik meerdere factoren meespelen dan enkel het vermogen, zoals reeds besproken bij de robuustheid van het DAB signaal. Bij analoge radio zal men het bereik van één zender aangeven. Bij DAB daarentegen spreekt men eerder over de totale dekking van een ensemble (via een SFN). Het feit dat men in veel gevallen tegelijkertijd signalen ontvangt van verschillende zenders speelt een belangrijke rol bij het aantal “gaten” in een bedekkinggebied. Een elektromagnetisch signaal, zoals uitgezonden door een zender, veroorzaakt een bepaalde veldsterkte. Die veldsterkte neemt af naarmate men zich verder van de zender bevindt. Bij analoge radio zullen twee veldsterktes van twee verschillende omroepen op een naburige frequentie elkaar verstoren. Bij digitale radio zullen twee veldsterktes op dezelfde frequentie mekaar versterken, wat winst oplevert omdat zo het uitgezonden vermogen en dus de energiekost beperkt kan worden. Daarnaast speelt ook de robuustheid of de hoeveelheid foutcorrectie een rol. Bij een lagere PL (robuuster signaal, meer foutcorrectiebits) zijn minder zenders of is minder vermogen nodig waarbij men een gelijkaardig bereik kan behouden. Nadeel van dergelijke operatie is dat er een bijkomend deel van de capaciteit van het ensemble gebruikt zal worden voor foutcorrectie en niet voor audio of data services (cfr. Tabel 1) (Uit een e-mailbericht: Bonne, K., persoonlijke mededeling, 2004, 24 oktober). Tenslotte speelt ook de gekozen DAB-

mode een rol bij de maximale afstand tussen twee zenders in een SFN. De verschillende DAB-modes worden besproken in paragraaf 2.4.

1.4 De Audiocodec: MUSICAM en MPEG-1&2 Layer II

1.4.1 Digitalisering en Compressie van Audio

Bij analoge radio wordt een analogoog signaal aangeboden aan de zender. Bij digitale radio is dit een digitaal signaal. Digitaal betekent in de eerste plaats gewoon een opeenvolging van 1 en 0 tekens, in het jargon bits genaamd. Om van een analogoog naar een digitaal signaal te gaan worden een aantal stappen doorlopen. Dit procédé wordt A/D-conversie genoemd (analoog naar digitaal conversie) en hierbij zijn twee concepten van belang: bit diepte (*bit depth*) en bemonsteringsfrequentie (*sample rate*). Dit procédé is vrij algemeen en als standaard-voorbeeld kan de codering op een audio-cd besproken worden (geluidskwaliteit van een audio-cd wordt algemeen beschouwd als een referentiepunt). Hierop bedraagt de bit diepte 16 bit en de bemonsteringsfrequentie 44,1KHz. Dit betekent dat op één uniek moment in de tijd een audiosignaal “bekeken” (bemonsterd) zal worden en dat er een digitale code aan toegekend wordt dat bestaat uit een opeenvolging van 2^{16} (=65.536) bits. Deze unieke bemonstering zal 44.100 keer per seconde plaatsvinden. Dergelijke vorm van A/D conversie leidt tot een datastroom van 1,4 Mbit/s⁵.

Wetende dat een DAB-ensemble in mode II (cfr. infra) een totale capaciteit ter beschikking heeft van ongeveer 1,2Mbit/s (cfr. supra), zou dit impliceren dat een audiosignaal volgens deze specificaties niet uitgezonden kan worden als één service. Omdat radio-omroep toch bedoeld is om geluid uit te zenden, worden compressietechnieken toegepast. Compressie bestaat in twee vormen: *lossless* en *lossy*. *Lossless* compressie toepassen betekent dat het identieke originele signaal teruggewonnen kan worden. Bij *lossless*-compressie worden bitreeksen vervangen door andere, kortere bitreeksen die dezelfde informatiewaarde hebben. *Lossy*-compressietechnieken laten niet toe om bij decodering het identieke signaal terug te winnen. Archiefcompressie zoals toegepast door bijvoorbeeld *Winzip* is een

⁵ Indien de berekening uitgevoerd zou worden zou tot een dubbel zo hoge datastroom gekomen worden maar bepaalde van 2^{16} bits hebben een vaste waarde waardoor er uiteindelijk slechts $2^{15} * 44.100$ berekend moet worden, wat uiteindelijk een capaciteit van 1,4 Mbit/s oplevert voor de Audio-cd.

vorm van *lossless*-compressie. Audio- en videocompressie zijn quasi altijd *lossy*-compressie.

Om compressie toe te passen is een codec nodig. Codec is een acroniem tussen (en)coderen en decoderen. Concreet betekent dit dat een codec uit twee aspecten bestaat. Het oorspronkelijke signaal wordt geëncodeerd aan de zijde van de zender en gedecodeerd bij de ontvanger. De codec die bij DAB-omroep wordt gebruikt werd ontwikkeld door MPEG (*Motion Pictures Experts Group*) in 1992 en gestandaardiseerd in 1993 onder de naam ISO/IEC 11172-3, beter bekend als MPEG-1. MPEG-1 is een codec voor zowel audio als video. Voor digitale radio is uiteraard enkel audio relevant. Het audiogedeelte van ISO/IEC 11172-3/MPEG-1 is deels gebaseerd op MUSICAM een oudere compressievorm die werd geïntegreerd in MPEG-1 (Purnhagen, 2004a).

MUSICAM (*Masking Pattern Universal Sub-band Integrated Coding And Multiplexing*) is een *lossy*-compressiemethode waarbij men gebruik maakt van psycho-akoestische eigenschappen van het menselijk oor om informatie te gaan weggooien (vandaar *lossy*). Psycho-akoestiek komt er eenvoudig uitgedrukt op neer dat men enkel encodeert wat (voor het menselijk oor) hoorbaar is, of men hoorbaar acht. De rest van de informatie wordt weggegooid en dus niet geëncodeerd. Indien men met een te lage bitrate encodeert, dan zal teveel informatie weggegooid worden, waardoor de codec teveel audio als onhoorbaar zal catalogeren, wat in praktijk uiteraard niet zo is. Hierdoor tredt hoorbaar kwaliteitsverlies op. Zoals figuur 5 weergeeft kunnen twee tonen op naburige frequenties niet samen waargenomen worden indien de intentie (amplitude) van de ene toon niet voldoende verschilt van de intentie van de andere toon. Dit principe wordt *Masking* genoemd. Op figuur 5 is toon C zodanig hoog in amplitude (luid) dat we alles onder lijn-B niet kunnen waarnemen. Toon-D wordt dus zogezegd onhoorbaar omwille van toon-C en dus niet geëncodeerd.

Naast dit *masking*-principe maakt MUSICAM ook gebruik van het fenomeen dat de mens binnen het hoorbare frequentiespectrum van 20Hz tot 20kHz, bepaalde frequentiegebieden beter kan waarnemen dan andere. De gehoorsdrempel is niet vlak, maar verschilt naargelang de frequentie (A op figuur 5 stelt de gehoorsdrempel voor). Omwille hiervan zal MUSICAM het frequentiespectrum opdelen in 32 subbanden, die telkens op een andere, aangepaste manier gecodeerd zullen worden (Bower, 1998).

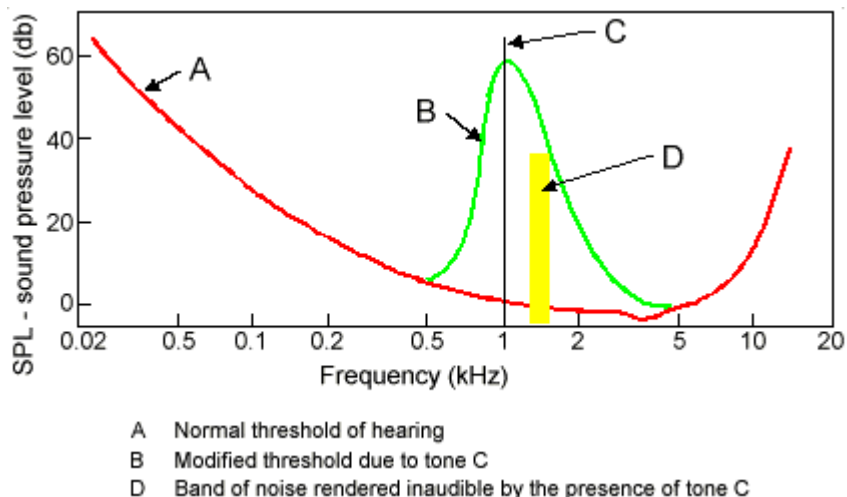


Fig. 5: Psycho-akoestische eigenschappen van het menselijk oor. (Bower, 1998)

De hierboven beschreven compressiemethode voor digitale audio wordt niet enkel gebruikt bij DAB maar daarnaast ook voor vele andere, algemeen bekende consumentenapplicaties zoals bijvoorbeeld bij DVD, Video-CD, CD-i, DCC, enz. . Video-CD, CD-i en DCC zijn toepassingen die ondertussen al dateren van het begin van het vorige decennium (jaren '90) en op dit moment al enkele jaren niet meer geproduceerd worden, wat er toch enigszins op wijst dat MPEG-1 gedateerd is (cfr. supra).

1.4.2 Asymmetrie van de MPEG-codecs.

Belangrijk bij MPEG-codecs is dat ze asymmetrisch zijn. Dit betekent dat de encoding relatief ingewikkeld en complex is in vergelijking met de decoding, die slechts een eenvoudige opeenvolging van vaststaande bewerkingen (algoritmes) is. Dit heeft belangrijke implicaties naar het gebruik toe. De encoding, die in het geval van DAB gebeurt bij de zender of de netwerkbater, zal gebeuren via relatief dure en complexe apparatuur. De decoding bij de luisteraar gebeurt via een relatief goedkope en standaard chip, wat massaproductie en broadcasttoepassingen interessant en mogelijk maakt. Een bijkomend voordeel van asymmetrische codecs is dat enkel de decoding in principe gestandaardiseerd is en men de encoding dus kan optimaliseren, zolang men binnen de beperkingen van de gestandaardiseerde decoding blijft. (Walkinson J., 2001). Dit is iets wat ook gebeurd is met betrekking tot MPEG-1 die in veel gevallen reeds werd vervangen door MPEG-2 (gestandaardiseerd in 1994 als ISO/IEC 13818-3). MPEG-2 is achterwaards-compatibel tegenover MPEG-1, wat

betekent dat er efficiënter geëncodeerd kan worden, zonder dat de aanschaf van een nieuwe decoder (en dus een nieuw DAB-radiotoestel) noodzakelijk is. Om van de verbeterde elementen van MPEG-2 gebruik te maken volstaat het om het coderingssysteem aan de zijde van de zender te vervangen door MPEG-2⁶ (Purnhagen, 2004b). Figuur 6 illustreert de werking van de “slimme” (smart) encoder tegenover de “domme” (dumb) decoder.

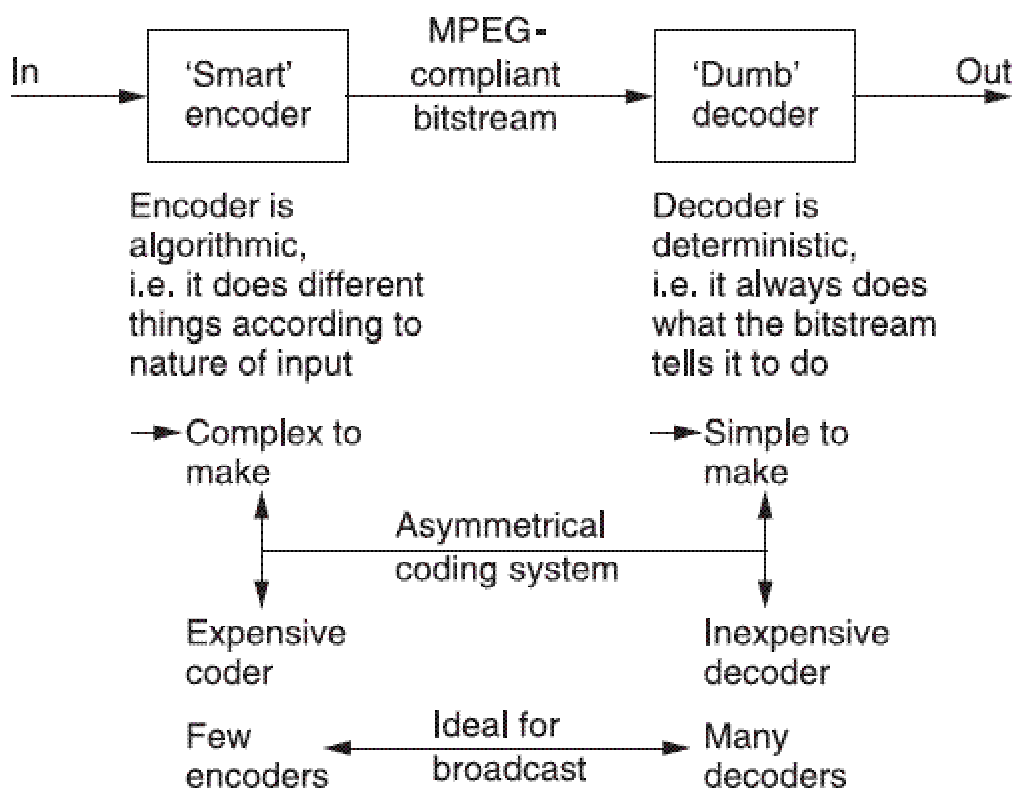


Fig. 6: Asymmetrische MPEG-codecs (Walkinson J., 2001).

MPEG-1 en 2 hebben beiden een structuur met drie lagen. Deze drie lagen zijn van belang omdat ze telkens iets vertellen over de complexiteit van de encoder en decoder, en er dus rekening mee moet gehouden worden bij de keuze voor een bepaald systeem. Het komt erop neer dat de complexiteit en vertraging van de encoder/decoder en de coderingsefficiëntie toenemen naarmate men kiest voor een hogere “layer”. Indien het van belang is dat ook de encoder relatief eenvoudig is, dan zal men opteren voor “MPEG-1(of 2) Layer 1”. “Layer 2” wordt gebruikt voor broadcastapplicaties, waarbij de decoder eenvoudig moet zijn met een complexe

⁶ "Advanced Audio Coding" (AAC), een nieuwer en geavanceerder coderingssysteem, dat in 1997 werd toegevoegd aan MPEG-2 (gestandaardiseerd als ISO/IEC 13818-7), wordt niet achterwaarts ondersteunt door de MPEG-1 decodering (Purnhagen, 2004b).

encoder. Bij “layer 3” is ook de decoder relatief complex, wat deze ondanks een efficiëntere compressie minder geschikt maakt voor DAB (Purnhagen, 2004a).

De opvolger van MPEG-2, MPEG-4, is niet achterwaarts compatibel (Purnhagen, 2004c). Indien men zou beslissen om voor DAB de overgang te maken van MPEG-2 naar MPEG-4 (die uiteraard efficiënter is), dan zou dit betekenen dat niet alleen de coderingssystemen vervangen moeten worden, maar dat ook alle reeds verkochte DAB-toestellen onbruikbaar zouden worden voor ontvangst van digitale radio-omroepen die de MPEG-4 codec gebruiken, tenzij er een mogelijkheid zou ontstaan om via software-updates (de zogenaamde firmware-updates) de bestaande toestellen aan te passen, wat echter momenteel nog niet vanzelfsprekend lijkt. Daarom ligt het niet binnen de verwachtingen dat men deze stap zal nemen voor DAB (Walkinson J., 2001).

Wel is het zo dat MPEG-4 vooral vooruitgang biedt op het gebied van video-applicaties. In Zuid-Korea heeft men bijvoorbeeld geopteerd om slechts één systeem voor digitale multimediasroadcast te gebruiken (DMB in de plaats van DAB en DVB, cfr. infra). DMB is technisch gezien identiek aan DAB, met dit verschil dat de codering gebeurt met MPEG-4. Hierdoor wordt de capaciteit van het kanaal in feite verviervoudigd waardoor er zowel audio als video services aangeboden zullen worden. Na de flexibiliteit die reeds hierboven besproken werd illustreert ook dit dat het Eureka 147 systeem verschillende toepassingsgebieden kent. DMB wordt uitvoeriger besproken in deel 5 van hoofdstuk 2 over terrestriële digitale radio.

Volgens Walkinson (2001) is MPEG-4 vooral van belang bij point-to-point multimedia-distributie zoals VoD (Video on Demand), zowel via interactieve digitale televisie (iDTV) als via audio- of videostreams op het internet. Naar de toekomst toe kunnen op dit vlak tal van andere (nieuwe) toepassingen verwacht worden zoals bijvoorbeeld misschien de aankoop van muziek via digitale radio, waarbij de digitale track wordt uitgezonden door het omroepsysteem maar enkel bij de luisteraar die hiervoor betaalde wordt opgeslagen.

1.4.3 Geluidskwaliteit van MPEG-1/MPEG-2 Layer II.

MPEG-1/MPEG-2 Layer II wordt bij DAB toegepast als een audiocodec die een digitaal audiosignaal (bijvoorbeeld CD: 16bit/44,1kHz, 1,4Mbit/s) zal coderen, via compressie-algoritmes zoals hierboven beschreven, tot een signaal van 8 tot

384kbit/s (8 tot 192kbit/s voor een mono signaal, het dubbele bij stereo), aan een sample rate van 24 of 48kHz (Bower, 1998). Encodering met een lagere bitrate leidt tot minder kwaliteit van het geluidssignaal, het gebruik van een hogere bitrate levert een betere kwaliteit op. Bower (1998) omschrijft een MPEG-1 Layer II compressie van 192kbit/s/48kHz/stereo als “quasi CD-kwaliteit”, deze stelling is echter voor discussie vatbaar.

De keuze voor 24 of 48kHz is afhankelijk van de eigenschappen van de audio-bron en leidt ons tot de theorie van Nyquist. Nyquist (1928) stelde dat de bemonsteringsfrequentie minimaal het dubbele moet zijn van de hoogst te bemonsteren frequentie. Het menselijk oor kan tonen tussen 20Hz en 20kHz auditief waarnemen, daarom zal muziek op z'n minst met 40kHz bemonsterd moeten worden. Spraak daarentegen blijft evengoed verstaanbaar indien de hoogste frequentie veel lager gekozen wordt (bijvoorbeeld bij spraak via telefoon ligt de bovengrens ongeveer rond 3,5kHz). Daarom zal een bemonsteringsfrequentie van bijvoorbeeld 24kHz ruim voldoende zijn om een spraaksignaal te “bemonsteren”.

Naast capaciteitsefficiëntie via bovenstaande compressiemethodes maakt men tot slot ook nog gebruik “Joint Stereo” in plaats van gewone “Stereo. Waarbij gewone stereo beide geluidskanalen apart zal behandelen zal “Joint Stereo” de gelijkenissen tussen het linker en rechter kanaal benutten om zo slechts één maal dezelfde informatie te encoderen⁷. Zo vermeld Pan (1995) onder andere dat tonen onder de 2kHz als monogeluid waargenomen wordt en dus niet apart geëncodeerd moeten worden. Bij eerder lage en matige bitrates (tot 192kbit/s) is het gebruik van “Joint Stereo” eerder courant.

1.5 Datadiensten

DAB is uiteraard in de eerste plaats bedoeld om geluid uit te zenden (audio-services) en zodoende na verloop van tijd het huidige FM-radio systeem te vervangen. Naast audio-diensten (radiostations) werd ook de mogelijkheid ontwikkeld om uitgebreide datadiensten uit te zenden. Datadiensten (of *data-services*) zijn niet helemaal nieuw want ze worden ook toegepast bij analoge

⁷ Concreet is het zo dat “Stereo” L en R (links en rechts) zal encoderen. “Joint Stereo” encodeert (L-R) (= het verschil) en (L+R) (= de overeenkomst). Bij decodering worden volgende bewerkingen uitgevoerd: $((L-R) + (L+R))/2 = L$ en $((L+R)-(L-R))/2 = R$, waardoor het oorspronkelijke signaal geregenereerd kan worden (Pan, 1995).

televisie (teletekst) en analoge radio (RDS, Radio Data Service). Wat wel nieuw is, is dat de datadiensten bij digitale radio veel uitgebreider⁸ zullen zijn en eventueel zelfs tot een niveau kunnen gaan waarbij persoonlijk aangevraagde data via de “omroep” datadienst toegeleverd wordt⁹, al is dit voorlopig nog toekomst”muziek”. Om de werking van de datadiensten te begrijpen is het noodzakelijk om een minimaal inzicht te hebben over hoe datatransmissie over digitale netwerken verloopt, meerbepaald via het OSI-model (“*Open Systems Interconnection*” - *Reference Model*).

1.5.1 Het OSI model

Het OSI-model is een vrij complexe en abstracte materie die niet onmiddellijk communicatiewetenschappelijk relevant is maar in het kader van deze scriptie over digitale radio betreft het wel degelijk een essentieel onderdeel binnen het geheel. Bepaalde onderdelen van deze paragraaf worden omwille van de complexiteit van het OSI model minder of niet in detail besproken. Lezers die minder interesse hebben in het aspect data-transmissie/data-casting via systemen voor digitale radio kunnen dit onderdeel gerust overslaan.

Het OSI model bestaat uit zeven lagen waarbij elke laag dieper gaat in de structuur van het netwerk. Het is weinig relevant om hier de volledige werking van het OSI-model te bespreken. De vergelijking die in figuur 7 gemaakt wordt met het opmaken van een “brief” is duidelijk genoeg en verschaft ruim voldoende informatie om de verschillende vormen van “datacasting” bij DAB te bespreken en te begrijpen binnen dit OSI-model. De bovenste vier lagen (applicatie-, presentatie-, sessie- en transportlaag) zijn afhankelijk van de aanbieder van de service, de radio-omroep dus (eventueel in onderlinge afspraak met de netwerkuitbater). De onderste drie lagen hebben betrekking op het soort netwerk. Zo zal (om binnen het kader van digitale radio te blijven) het verschil tussen T-DAB en S-DAB enkel betrekking hebben op de onderste lagen.

⁸ Ter vergelijking: RDS (Europa) en RBDS (VS) kunnen slechts maximaal een capaciteit van 1187,5 bit/s data verzenden. Bij DAB is dit quasi onbeperkt binnen de totale capaciteit van +/-1,2Mbit/s. Meer capaciteit gebruiken voor data betekent wel dat minder capaciteit voor audio gebruikt kan worden.

⁹ Waar bij analoge omroep (zowel tv als radio) de extra datadiensten een maximale capaciteit kunnen innemen van 19kbit/s, is dit bij digitale radio quasi onbeperkt. De enige voorwaarde is dat men met het totale ensemble binnen de totale capaciteit moet blijven (864CU's).

Datadiensten worden aangeboden door een host zoals een muziekkanaal aangeboden zal worden door een radio-omroep. Alles zal zich dus afspelen op de bovenste vier lagen.

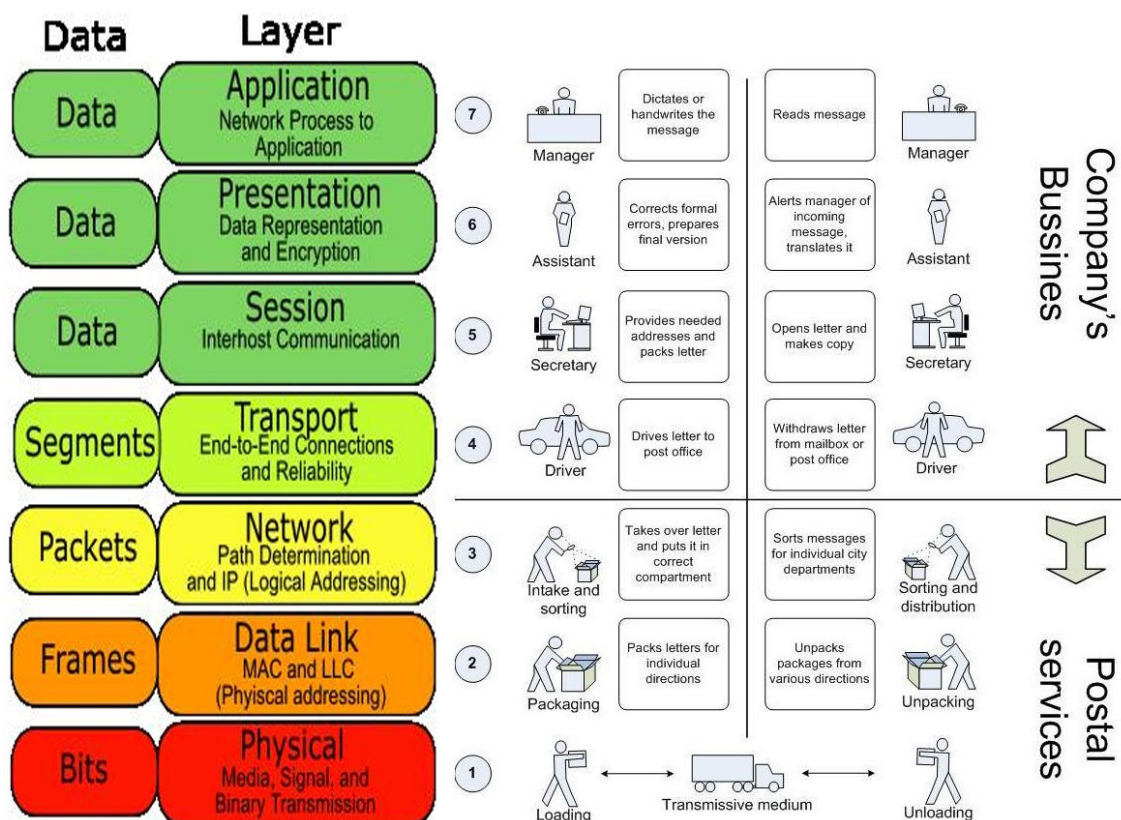


Fig. 7: De zeven lagen van het OSI-model en de vergelijking van datacommunicatie met business-to-business communicatie (Hewitt & Sabl, 2005).

In tabel 2 geeft van der Waal (n.d.) duidelijk weer waar alle aspecten van DAB plaatsvinden binnen dit OSI-model.

Naam van de laag	Aspect van Eureka147/DAB bij de zender en/of ontvanger
Application-laag	System facilities (studio, ontvanger, ...)
	Audio quality (spraak, muziek, ...)
	Transmission modes
Presentatie-laag	Audio encoding & decoding
	Audio presentation
	Service information
Sessie-laag	Programme selection
	Conditional access
Transport-laag	Programme services
	Main service multiplex
	Ancillary data
Netwerk-laag	Association of data
	ISO audio frames

	Programme associated data
Datalink-laag	Transmission frames and Synchronisation
Physical-link-laag	Energy dispersal
	Convolutional encoding
	Time interleaving
	Frequency interleaving
	Modulation by 4-DPSK OFDM
	Radio transmission

Tabel 2: Het OSI-model toegepast op Eureka147/DAB (van der Waal, n.d.)

Kort uitgelegd kunnen we stellen dat de fysische overdracht van signalen (van zender naar ontvanger) gebeurt via de onderste drie lagen. Aan de zenderzijde valt dit onder de verantwoordelijkheid van de netwerkbater. De “Physical-link laag” zorgt voor de werkelijke transmissie in COFDM, zoals besproken in het tweede gedeelte van dit eerste hoofdstuk. De *Datalink*-laag is verantwoordelijk voor het synchroniseren van de zender en ontvanger en de *Netwerk*-laag identificeert de inhoud van de ontvangen of verzonden gegevens (van der Waal, n.d.).

Laag vier bevindt zich enerzijds nog op het niveau van de netwerkbater maar anderzijds (in theorie) is hier vooral de service-aanbieder verantwoordelijk. Op de *Transport*laag bevinden zich de bitstreams van de verschillende programma’s in de vorm van een audiodienst (radiostation) en/of een datadienst. Op het niveau van de netwerkbater vindt ook het samenbrengen (*multiplexing*) van de verschillende programma’s hier plaats. De *Sessie*-laag speelt een rol bij het selecteren van bepaalde informatie en/of toegangsrechten (*conditional access*) die eventueel gelden voor bepaalde services. Op de *presentatie*-laag speelt zich het proces af waarbij een luisteraar kiest voor een bepaald programma, en dat ook gedecodeerd zal worden. Het omgekeerde (encoding) vond op de sessielaag plaats bij de zender. De “presentatielaag” tenslotte presenteert het gekozen programma aan de luisteraar (van der Waal, n.d.).

Vanuit deze uiteenzetting is het vrij duidelijk dat data die gedatacast zal worden ook de verschillende stappen van het OSI-model zal doorlopen. Enerzijds bij de zender, waar het “ingepakt” wordt, volgens een bepaald protocol en anderzijds, bij de ontvanger, waar het weer “uitgepakt” zal worden, afhankelijk van het protocol dat gekozen werd aan de zenderzijde.

In essentie komt het erop neer dat er twee belangrijke protocollen bestaan die gebruikt worden om data te “casten” via DAB. Deze twee protocollen bevinden zich

op de transportlaag en worden hieronder besproken. Indien we ons op de hogere lagen in het OSI-model bevinden, gaat het steeds om methodes om via een hieronder besproken transportlaag-protocol data tot bij de ontvanger te krijgen.

1.5.2 De Transportlaag-protocollen

1.5.2.1 Program Associated Data (PAD)

PAD betreft niet-audio-informatie die nauw gerelateerd is met een bepaald programma (zowel het huidig spelende nummer en/of het volledige omroepstation). Er zijn twee soorten Program Associated Data, F-PAD en X-PAD (Colleman, n.d.). F-PAD (Fixed-PAD) is integraal onderdeel van elke MPEG-stream en bevindt zich “achteraan”, waar zich nog enkele vrije bits bevinden. De maximale capaciteit van F-PAD ligt vast en is relatief klein, namelijk 667bit/s.

X-PAD (Extended-PAD) zit eveneens verweven binnen de MPEG-stream, maar kan een veel grotere capaciteit innemen (tot 65kbit/s). Deze extra capaciteit wordt niet gehaald binnen het totale DAB ensemble (door vrije CU's op te nemen, cfr. Hfst. 2.1.1.2) maar via het inleveren van geluidskwaliteit omdat minder bits gebruikt worden voor de encoding van het audiosignaal. Omdat X-PAD op die manier capaciteit inneemt, zal men ofwel enkel X-PAD versturen wanneer de audio dit toelaat¹⁰, ofwel tijdelijk audio-kwaliteit inleveren ten voordele van capaciteit (voor X-PAD) (Ravanello, 1997).

Voor beide vormen van PAD is van belang dat ze deel uitmaken van de MPEG-stream (met of zonder kwaliteitsverlies) en dus volledig afhankelijk zijn van de radio-omroep die verantwoordelijk is voor het programma. Daarnaast nemen ze geen extra capaciteit in op het DAB-ensemble, ongeacht de hoeveelheid data (Bonne, 2003).

Een aantal voorbeelden van PAD-toepassingen (tussen haakjes F- of X-PAD):

- *Dynamic Range Control* (F-PAD): is een vorm van informatie waardoor de subjectief waargenomen audio-kwaliteit verbeterd kan worden, bijvoorbeeld in ruimtes met veel achtergrond geluid of in de wagen (Ravanello, 1997).
- *Muziek/Spraak indicator* (F-PAD): regelt automatisch de “sound-processing” in de ontvanger, afhankelijk van het soort geluid dat uitgezonden wordt (Ravanello, 1997).

¹⁰ Bepaalde (stille) passages in een audiostream kunnen met een lagere bitrate geëncodeerd worden, vrijgekomen bits kunnen in dat geval gebruikt worden voor X-PAD (Bonne, 2003).

- *ISRC (International Standard Recording Code), UPC (Universal Product Code) en EAN (European Article Number) (F-PAD)*: zijn unieke codes van muziekstukken die meegezonden kunnen worden en eventueel van belang zijn bij auteursrechten-issues (bijvoorbeeld indien men digitaal zou kopiëren van het radiotoestel) (Ravanello, 1997).
- *Command Channel (F-PAD)*: is een vorm van data die wordt gebruikt om aan te geven of andere data wel of niet aanwezig is. Indien men bijvoorbeeld een afbeelding meestuurt, zal men via een aantal bits op het "Command Channel" aangeven dat de functie om de afbeelding weer te geven aangeschakeld moet worden (Ravanello, 1997).
- *Dynamic Label (X-PAD)*: Dit is een bepaalde tekst die met een bepaald muziknummer wordt meegezonden. Deze tekst kan beperkt zijn tot bijvoorbeeld enkel titel en uitvoerder, maar ze kan ook uitgebreid worden met andere informatie. Dynamic Label heeft wel steeds betrekking op het muziekstuk dat momenteel te beluisteren valt. Deze functie is vergelijkbaar met dynamische RDS tekst bij FM-radio (Ravanello, 1997).
- *ITTS (Interactive Text Transmission System) (X-PAD)*: betreft een meer uitgebreide "tekst"-mogelijkheid dan Dynamic label en kan ondanks de naam ook beelden bevatten en/of informatie die losstaat van het nummer dat momenteel te beluisteren valt (bijvoorbeeld een logo van het radiostation) (Ravanello, 1997).
- *Closed user-group packet & stream channels (X-PAD)*: Dit zijn twee dataservices die niet onmiddellijk betrekking hoeven te hebben op het muziekprogramma, maar die wel onder de bevoegdheid van de programma-aanbieder vallen. Deze data is niet gespecificeerd en vaak zullen speciale plug-in's (die aangeleverd worden door de programmamaker) nodig zijn om de data te gebruiken (Ravanello, 1997).
- *Secundaire audio diensten (X-PAD)*: kunnen bijvoorbeeld nieuwsuitzendingen of verslagen van sportwedstrijden zijn die in "real time" of "time shifted" beluisterd en/of gedownload kunnen worden. Deze data wordt dan wel meegestuurd via een bestaand programma, maar de luisteraar beslist zelf of hij van deze secundaire audiodienst gebruik maakt, en of hij dit onmiddellijk of later doet (Stichting DigiRadio, 2003).
- *Travel & Traffic diensten (X-PAD)*: is bijvoorbeeld informatie over doorstroming van wegen, die naast de algemene TA (traffic

announcements) worden aangeboden door een bepaalde radio-omroep. Deze data kan bijvoorbeeld ook een update zijn voor een navigatiesystemen; info over hotels, parkeren, openbaar vervoer, enz (Stichting DigiRadio, 2003).

- *SLS (MOT-Slideshow) (X-PAD)*: is een opeenvolging van multimedia-objecten die in een geheugen in de ontvanger opgeslaan worden en herhalend in een bepaalde volgorde weergegeven worden. Indien een nieuwe SLS meegestuurd werd, wordt de oude overschreven. SLS kan bijvoorbeeld worden gebruikt om tijdens een nieuwsuitzending per item een aantal html-pagina's en/of afbeeldingen ter beschikking te stellen van de luisteraar (Bonne, 2003).
- *BWS (Broadcast Website) (X-PAD)*: ook eventueel "super-teletekst" en "datacarousel" genoemd, biedt de mogelijkheid om een bepaalde informatiestroom als een website, dus met zowel tekst als multimedia inhoud en mogelijkheid tot browsen tussen verschillende pagina's, uit te zenden. Deze functie is interessant omdat elke pagina afzonderlijk up-to-date gehouden kan worden¹¹ (Bonne, 2003).

1.5.2.2 Transparent Data Channel (TDC)

Deze vorm voor het "omroepen" van datadiensten is totaal onafhankelijk van de eventuele andere services. Een TDC zal dan ook een eigen capaciteit innemen (aantal CU's), vanaf 8kbit/s tot in theorie het volledige ensemble (Bonne, 2003). Een belangrijke eigenschap van TDC is dat er drie modes zijn waartussen men kan kiezen hoe de data verzonden en ontvangen dient te worden. In stream-mode wordt de data in een identieke volgorde verzonden en ontvangen (vergelijkbaar met *circuit-switching*, bijvoorbeeld een telefoongesprek waar er een directe verbinding is tussen zender en ontvanger). In *packet-mode* maakt men gebruik van *packet-switching* wat betekent dat de data bij de zender in pakketjes opgedeeld wordt en

¹¹ Interessant om te vermelden met betrekking tot BWS is dat er bijvoorbeeld ook "java-applets" meegestuurd kunnen worden via DAB. "Java-applets" zijn kleine computerprogramma's die op zichzelf kunnen werken, zoals bijvoorbeeld eenvoudige videogames op GSM-toestellen. Indien men deze java-applets invoegt in een website die via BWS ontvangen wordt op het DAB toestel, of de daaraan gekoppelde PDA, GSM, enz. wordt het mogelijk om interactieve toepassingen te creëren. Het teruggaand verkeer kan bijvoorbeeld verlopen via SMS, GPRS of UMTS. Ook kan men via deze weg bijvoorbeeld rechtstreeks concert-tickets bestellen of meespelen met radiospelletjes. Als duidelijk voorbeeld van een dergelijke toepassing kan verkiezingsinformatie aangehaald worden. Stel dat de omroep de luisteraar informeert over de verkiezingsuitslagen via BWS, dan bestaat de mogelijkheid dat men een java-applet gebruikt waarin de luisteraar een postcode kan ingeven om de recentste uitslagen te kennen met betrekking tot die postcode (Bonne, 2003).

daarna volledig onafhankelijk van elkaar verzonden wordt. Bij de ontvanger worden de toegekomen pakketjes terug in de juiste volgorde geplaatst en gelezen. Tot slot is er ook nog de X-PAD-mode, waarbij het TDC als X-PAD toegevoegd wordt aan een audiostream en op die manier extra capaciteit levert om data mee te sturen met één bepaald audioprogramma. De gekozen mode is van belang afhankelijk van de doelstelling van de *datacast* (ETSI, 2005).

Een aantal voorbeelden van TDC-toepassingen:

- *EPG (Electronic Program Guide)*: is een lijst van programma's die nu en later uitgezonden worden. Deze functie is bijvoorbeeld interessant in combinatie met een ontvangstoestel intern geheugen om programma's op te nemen.
- *TPEG (Transport Protocol Experts Group)*: is vergelijkbaar met TMC (*Traffic Management Channel*) dat nu reeds uitgezonden wordt via RDS over FM-radio. TPEG en TMC zijn een vorm van elektronische verkeersinformatie die ontvangen wordt door het navigatiesysteem van de luisteraar. Via TPEG-data, zal dit navigatiesysteem reageren door eventueel een andere route samen te stellen. TPEG kan in vergelijking met TMC meer (gedetailleerde) informatie bevatten omdat de capaciteit via RDS erg beperkt is (The TPEG Project, 2004).
- *DGPS (Differential Global Positioning System)*: is een vorm van datacast dat niet enkel via DAB verloopt. DGPS biedt GPS navigatiesystemen de mogelijkheid om zich nauwkeuriger te lokaliseren. DGPS wordt via verschillende technologieën uitgezonden (lange golf, satelliet, ...) maar in stedelijke gebieden zou T-DAB uiterst geschikt zijn (Bonne, 2003).
- *IP multicast tunneling ("Internet Protocol" multicast tunneling)*: is een techniek waarbij men via DAB mobiel over het internet kan surfen aan een snelheid van maximaal 1,2Mbit/s (indien de volledige capaciteit van het DAB-ensemble gebruikt wordt voor IP tunneling), wat sneller is dan GPRS en UMTS. Deze techniek heeft nog weinig met "audio-broadcast" waardoor hij niet verder besproken wordt, maar het is uiteraard wel interessant om te weten dat ook dit tot de mogelijkheden van DAB behoort (the Catalyst, n.d. a).

1.5.3 Data op de Sessie-laag Protocollen

1.5.3.1 Multimedia Object Transport (MOT)

Gebruikmakende van de hierboven beschreven transportprotocollen is het dus mogelijk om naast louter radio-omroep ook data *om te roepen* (*datacasting*) via DAB. Op de sessie-laag wordt via één enkele bitstream (in PAD of TDC) verschillende “objecten” als data verzonden. Het MOT-protocol (*Multimedia Object Transport*) maakt dit mogelijk (Bonne, 2003). De data die als PAD informatie meegestuurd wordt met een bepaald audio-programma zal bijvoorbeeld zowel “Dynamic Range Control” als “Dynamic Label” -data bevatten alsook eventueel een MOT-Slideshow en BWS (Broadcast Website) waarop extra informa kan geraadpleegd worden over de gehoorde artiesten, afbeeldingen bekijken, geluidsfragmenten beluisteren uit de nieuwste cd, enz. MOT zal al deze “objecten” encoderen tot één enkele bitstream die als PAD toegevoegd wordt tot de MPEG-encoding. Bij ontvangst dient uiteraard een MOT-decodering plaats te vinden, wil de luisteraar de ontvangen data kunnen raadplegen (ETSI, 1998).

Naast de hierboven besproken protocollen met betrekking tot de datadiensten wordt er uiteraard nog veel meer data uitgezonden via DAB. Zo speelt op het niveau van de sessie-laag ook nog zoiets mee als *Conditional Access*. *Conditional Access* regelt de toegang indien bepaalde services enkel voor abonnees toegankelijk zijn (Colleman, n.d.). FEC (*Forward Error Correction*) is dan weer data met betrekking tot de robuustheid en de foutcorrectie van het signaal. Deze en nog tal van andere data-vormen die via DAB uitgezonden worden zijn hier niet besproken omdat het wel gaat om data maar niet langer om diensten.

2 Het digitale zendsysteem: COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

Eureka 147/DAB zoals hierboven besproken lijkt uitermate geschikt voor digitale radio-omroep en biedt ook verschillende voordelen tegenover het bestaande FM-systeem waarvan het op termijn ook de plaats zal innemen¹². Eén belangrijk aspect werd echter nog niet besproken, namelijk het systeem dat gebruikt wordt om uit te zenden, want dit is en blijft toch nog altijd de bedoeling van omroep.

Waar AM (Amplitude Modulatie) en FM (Frequentie Modulatie) eigenlijk vrij eenvoudige methodes zijn om een audiosignaal te moduleren op een bepaalde frequentie, zodat dit signaal via elektromagnetische straling uitgezonden kan worden, is deze situatie bij COFDM toch enigszins anders.

Paragraaf 2.1 behandelt *multipath*, een belangrijk bijverschijnsel dat optreedt bij elke etheruitzending. Om digitale uitzendingen mogelijk te maken dient *multipath* geneutraliseerd te worden door het COFDM-systeem. De basis van het de COFDM techniek wordt besproken in paragraaf 2.2, OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) en de C (*Coded*) wordt daaraan toegevoegd in 2.3 waar de Forward Error Correction (FEC) behandeld wordt. Tenslotte worden de verschillende DAB modes, die voortvloeien uit het COFDM-zendsysteem behandeld in 2.4. Hierbij worden in 2.4 telkens de toepassing van de verschillende modes, voor zover operationeel, in de praktijk besproken.

2.1 Multipath

COFDM werd speciaal ontwikkeld voor DAB en DVB (tegenhanger van DAB voor digitale televisie). Eén van de eigenschappen van beide systemen is het single frequency network (SFN, cfr. hfst. 1.3 van dit deel). Precies omwille van dit SFN is een DAB zenderpark efficiënter dan een FM-netwerk wat betreft het frequentiegebruik. Het inefficiënte gebruik van frequenties was net één van de belangrijkste redenen van Eureka (cfr. paragraaf 1 van hoofdstuk 1) om een

¹² Volgens een recent bericht op ZDNet.be wil de Europese Commissie de analoge radio en tv uitzendingen laten ophouden tegen ten laatste 1/1/2012. Dit is echter geen verplichting maar een poging om de digitale evolutie te bespoedigen. In elk geval is de intentie duidelijk aanwezig om over een aantal jaar te stoppen met analoge uitzendingen (Biesemans, 2005).

alternatief (beter) systeem te ontwikkelen. Bij FM en AM is een SFN onmogelijk¹³ omwille van “multipath” of “multipath fading”.

“Multipath” is een vorm van interferentie die optreedt bij alle vormen van omroep die uitzenden via de ether omdat in deze gevallen het signaal dat bij de ontvanger binnenkomt niet alleen rechtstreeks van de zender komt (zoals bijvoorbeeld wel bij een straalverbinding) maar ook via andere wegen, zoals voorgesteld in figuur 8. Multipath ontstaat omdat het signaal gereflecteerd of afgebogen wordt door bebouwing en door geografische kenmerken van de omgeving.

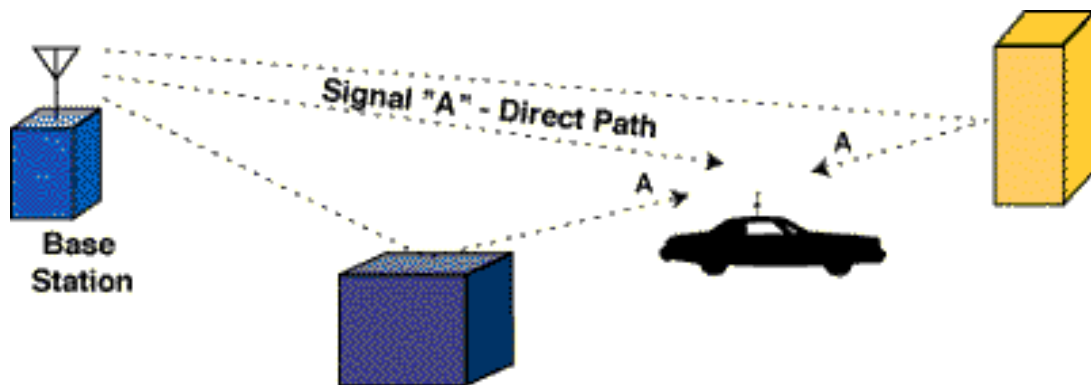


Fig. 8: Multipath (The International Engineering Consortium, n.d.).

Omdat al deze signalen ontvangen worden op dezelfde frequentie worden ze bij elkaar opgeteld en daarna gedemoduleerd. Dit levert in het slechtste geval storingen en vervormingen op¹⁴. Indien er bijvoorbeeld twee signalen ontvangen worden, die omwille van *multipath* in tegenfase zijn (het ene signaal is 180° in fase gedraaid tegenover het andere signaal), dan worden beide signalen opgeteld, wat tot nul, of geen signaal leidt zoals afgebeeld wordt in figuur 9 (Periannan & Fahham, n.d).

¹³ Volledigheidshalve dient hier wel aan toegevoegd te worden dat er wel geëxperimenteerd wordt met SFN en NSFN (near-SFN) bij FM-radio. Zo werd het recentste nederlandse frequentieplan uit 2002 opgesteld volgens dit NSFN principe waar de verschillende frequenties van de landelijke commerciële omroepen “samengepropt” rond één bepaalde frequentie (bijvoorbeeld Radio 538 heeft alle FM frequenties tussen 102.1 en 102.7 MHz zitten (Radio 538 zender netwerk, 2003)) (Zero Base, 2003). Ook het nieuwe Duitse frequentieplan zou volgens de techniek van NSFN opgemaakt worden (Binnenkort Zerobase in Duitsland?, 2005) . In België gebeurde dit niet of amper.

¹⁴ Bij de analoge ontvangst van televisieomroep worden multipath effecten soms zichtbaar in de vorm van zogenaamde “ghost images”. Dit zijn schaduwbeelden die zich vormen doordat een tweede, identiek signaal via een omweg (bijvoorbeeld reflectie op een hoog gebouw) de antenne bereikt wat resulteert in een opgeschoven en zachter beeld bovenop het oorspronkelijke beeld. Via een bepaalde formule is het zelfs mogelijk om te berekenen hoever de multipath-omweg bedroeg (in km).

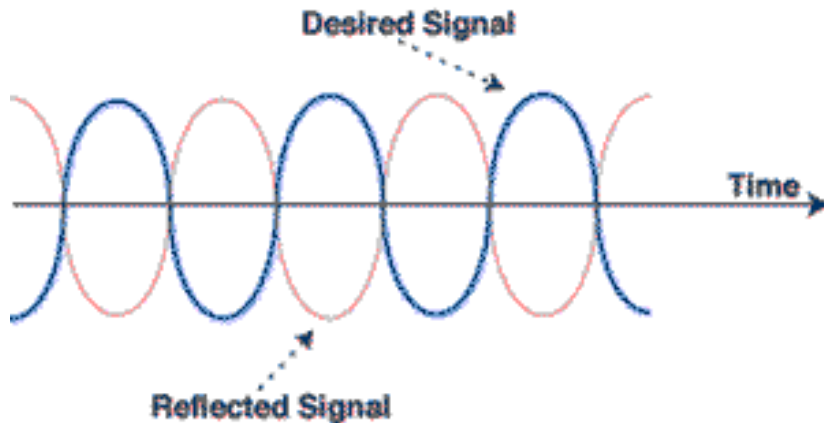


Fig. 9: Volledige fading omwille van *multipath* interferentie (The International Engineering Consortium, n.d.).

Bij analoge radio valt dit *multipath*-probleem nog wel mee. Het gereflecteerde signaal is meestal zodanig zwak zodat het weinig invloed zal uitoefenen. In stedelijke gebieden kunnen er eventueel wel ontvangstproblemen optreden, al worden die eigenlijk meestal veroorzaakt door schaduwzones vanwege de (hoge) bebouwing. Indien men nu digitale informatie gaat uitzenden (in plaats van een analogo audiosignaal) levert de minste vervorming een probleem op voor het decoderen van de digitale data. Digitale radio stelt erg hoge technische eisen want indien het ontvangen signaal teveel vervormd werd tijdens het transport, dan wordt decoding onmogelijk of erg moeilijk. Daarnaast speelt ook de kostprijs van de gebruikte apparatuur een belangrijke rol, vooral aan de ontvangtzijde, aangezien radio een massamedium is en ontvangsttoestellen bijgevolg voldoende toegankelijk moeten zijn voor elk type consument (Speth, 1999).

Enkel met betrekking tot digitale radio komt hier nog bij dat men doormiddel van het SFN naast "natuurlijke *multipath*" ook bewust *multipath* creëert aangezien elke ontvanger meestal meerdere zenders die een identiek signaal uitzenden zal kunnen ontvangen op één en dezelfde frequentie. Omdat de ontvanger zich nooit, of slechts zeer uitzonderlijk precies tussen twee zenders zal bevinden, zullen de ontvangen signalen afwijken in fase tegenover elkaar (Stott, 1997).

Bij de ontwikkeling van COFDM moest dus met dit *multipath* fenomeen rekening gehouden worden, anders was werken met SFN onmogelijk geweest en zou de DAB-frequentieverdeling op termijn waarschijnlijk even inefficiënt worden als de huidige verdeling van de FM-frequenties. Uiteindelijk zal men er in slagen om met COFDM de effecten van het SFN en de daaruit volgende *multipath*-effecten nuttig te gebruiken waardoor de verschillende ontvangen signalen samen een beter en correcter signaal afleveren dan elk signaal apart (Stott, 1997).

2.2 Orthogonal Frequency Division Multiplexing

Frequency Division Multiplexing (FDM) is een methode om data te transporteren, over een, eventueel weinig betrouwbaar, transmissiekanaal zoals bijvoorbeeld de ether, via verschillende carriers of kanalen (frequenties). Bij FDM heeft elke carrier en eigen kanaal en de verschillende kanalen overlappen elkaar niet omdat men dan mekaar zou verstoren (zie het bovenste gedeelte van figuur 10). Bij *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) overlappen de verschillende carriers elkaar zodat bandbreedte gewonnen wordt zoals wordt weergegeven op figuur 10 (The Catalyst, n.d. b)¹⁵. Bij FMD (en dus ook bij OFDM) wordt ervoor gezorgd dat de verschillende carriers via vaste frequentie-intervallen van elkaar gescheiden zijn waardoor er bij het demoduleren minder problemen optreden. Tijdens elk interval is er een periode waarin het nuttige signaal voorkomt en een periode van interferentie (zie figuur 10). De tijd waarbinnen het nuttig interval waar te nemen valt is de *actieve symbol periode* (of ook: *usefull symbol duration*), de tijdsintervallen tussen de *actieve symbol periodes*, waar dus interferentie optreedt, worden *guard intervallen* genoemd (Stott, 1997).

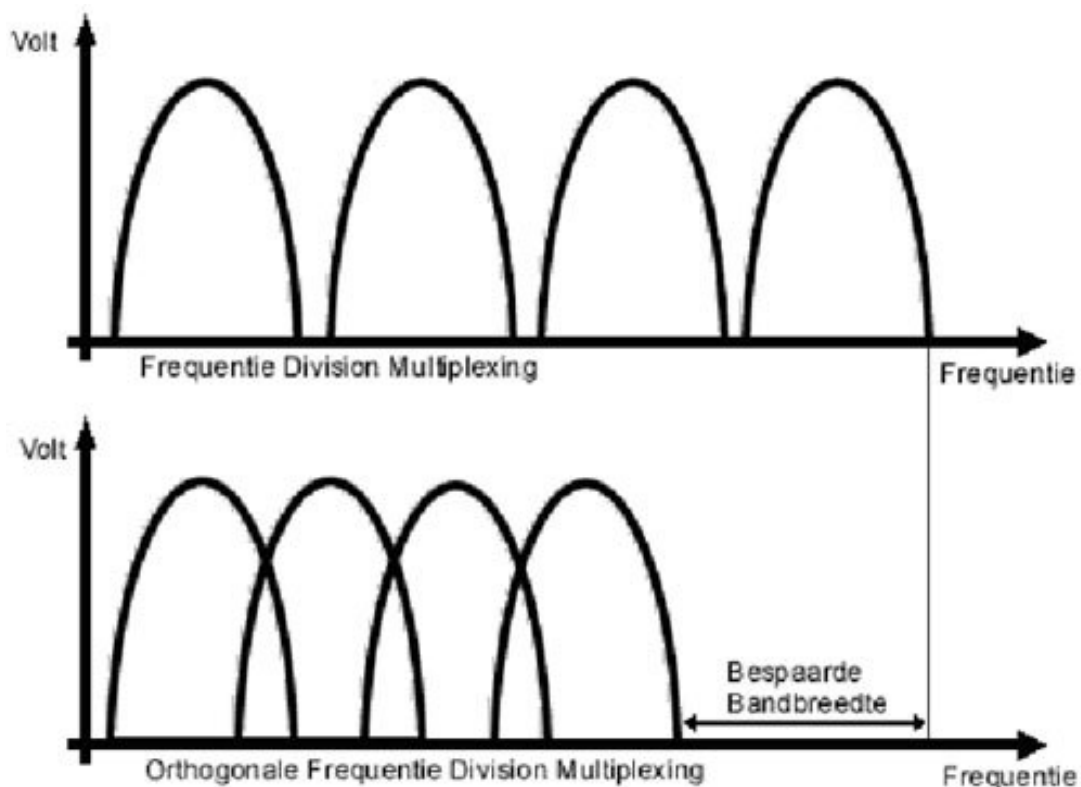


Fig. 10: FDM en OFDM (the Catalyst, n.d. b).

¹⁵ OFDM is een erg veel gebruikt systeem voor breedband communicatie. DSL, WiFi, Bluetooth, UMTS, enz.. maken allemaal gebruik van deze techniek.

Dit aspect van FDM waarbij op meerdere frequenties gemoduleerd en gedemoduleerd moet worden had digitale radio erg duur kunnen maken indien men dit op een analoge manier had willen uitvoeren. COFDM bij T-DAB in mode I maakt gebruik van maar liefst 1536 carriers. Dit impliceert dat er simultaan 1536 analoge zenders en ontvangers zouden moeten kunnen moduleren en demoduleren, dit is zowel technisch als financieel onhaalbaar en onwenselijk. Daarom maakt men gebruik van een wiskundige berekeningen die gebaseerd zijn op discrete *Fourier transformaties*, namelijk de *Fast Fourier Transformatie* (FFT). De "*Fast Fourier Transformatie*" werd in de vorm van een algoritme ingebouwd in een DSP-chip (Digital Signal Processing). Binnen die DSP-chip kan in *real-time* het geheel van carriers omgerekend worden naar wat het gedemoduleerde signaal moet zijn. FFT zorgt er tevens voor dat interferentie (de *guard-intervallen*) genegeerd wordt (the Catalyst, n.d.b). Op de *actieve symbool periode* wordt teruggekomen in paragraaf 2.4). FFT wordt hier verder niet besproken omdat een verdere behandeling minder relevant is maar het was toch belangrijk om dit principe even kort te bespreken in het kader van het COFDM zendsysteem.

2.3 Forward Error Correction/Coding (FEC) en COFDM

Om nog een stap verder te gaan tot *Coded OFDM* of COFDM voegt men een foutcorrectiesysteem toe aan OFDM. Dit is noodzakelijk omdat COFDM gebruikt wordt op een datatransmissiekanaal waar slechts in één richting uitgezonden kan worden¹⁶, *point-to-multipoint* verbindingen, zoals bij DAB-omroep het geval is. Bij multipoint-to-point transmissie is er geen tweede (terug)kanaal aanwezig waarop de ontvanger, bij beschadigd of niet ontvangen data, kan verzoeken om deze opnieuw te verzenden. Omwille van deze reden wordt *Forward Error Correction* of *Forward Error Coding* (FEC) -informatie meegezonden met het OFDM signaal waardoor deze COFDM wordt (Digital Audio Broadcasting, 2002).

Kort en relatief eenvoudig uitgelegd werkt het FEC-systeem als een complex meetsysteem dat informatieverlies helpt voorkomen. Omwille van onder andere *multipath fading* (cfr. paragraaf 2.1) en andere problemen die zich tijdens de transmissie voordoen kunnen bepaalde carriers verzwakt worden. FEC zal via een

¹⁶ Volledigheidshalve dient hier ook toegevoegd te worden dat COFDM ook gebruikt wordt in gevallen waar wel tweerichtingsverkeer mogelijk is maar het verzoeken om herv verzending van data niet wenselijk wordt geacht omdat dit teveel vertraging zou opleveren.

complex algoritme¹⁷ extra bits genereren. Deze extra bits zijn afhankelijk van de bestaande bits. Zo kan bijvoorbeeld één foutcorrectiebit opgemaakt worden aan de hand van de vorige en de volgende bit op een bepaalde carrier (Digital Audio Broadcasting, 2002). Dit zou er ongeveer op neerkomen de informatie van elke bit een tweede keer gecodeerd wordt, zij het dat elke bit niet gewoon twee keer uitgezonden wordt. Technisch gezien worden altijd enkele bits samengenomen voor de foutcodering en dit resulteert dan in een reeks van meerdere fourcorrectiebits, waardoor indien een originele bit of opeenvolging van één tot enkele bits verloren zou gaan, die teruggewonnen kan worden (Stott, 1997).

In praktijk bedraagt de FEC tussen de 33 (PL5) en de 300% (PL1) redundantie. Dit betekent dat er minimaal per 2 bits één extra bit gecreëerd wordt en er maximaal twee extra bits per bit aan foutcorrectiebits mee verzonden wordt bij de hoogste protectie. In bandbreedte uitgedrukt varieert de beschikbare bandbreedte tussen 0,6 en 1,7Mbit/s (the Catalyst, n.d. c).

Dit proces verloopt in praktijk veel complexer en een nog gedetailleerder technische uitleg zou mogelijk zijn maar dit zou ons te ver leiden.

2.4 Doppler Shift en de verschillende DAB modes.

2.4.1 Doppler Shift.

Hierboven werd het fenomeen *multipath* reeds uitvoerig besproken. *Multipath* treedt op bij zowel statische als mobiele ontvangst van omroep via de ether. *Doppler Shift* treedt enkel op bij mobiele ontvangst en speelt opnieuw een belangrijke rol bij digitale radio. Gelijklopend als bij *multipath*, treedt Doppler shift ook op bij analoge radio maar daar heeft het een quasi te verwaarlozen effect.

Doppler shift of het *Doppler effect* kan het eenvoudigst uitgelegd worden als het feit dat geluid bij het naderen aan een hogere frequentie waargenomen wordt en bij het verwijderen als een lagere frequentie, zoals afgebeeld in figuur 11.

¹⁷ Dit erg complexe algoritme is eigenlijk een opeenvolging van "Reed-Solomon" en "convolutional error correction coding" (Altera Corporation, 2001).

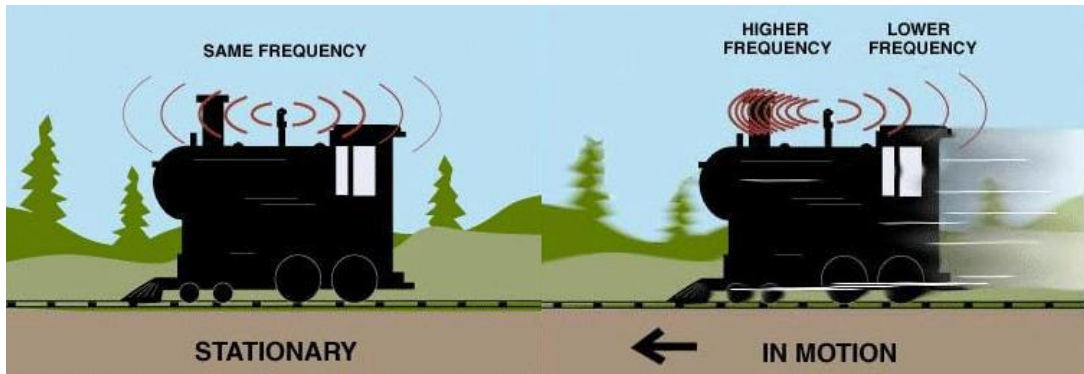


Fig. 11: Het Doppler effect (What's The Deal With Doppler?, n.d.).

Hetzelfde effect zal optreden indien men zich gaat bewegen met bijvoorbeeld een voertuig, terwijl men naar de radio luistert. Indien men zich aan relatief hoge snelheid beweegt in de richting van de zender, dan wordt de gewenste frequentie iets hoger ontvangen dan de frequentie waarop men uitzendt. Indien men zich van de zender verwijdert, dan wordt de gekozen frequentie iets lager ontvangen dan de frequentie waarop men uitzendt. Aangezien DAB werkt met een SFN zal men eventueel tegelijkertijd twee of meer zenders ontvangen, waarop telkens *Doppler effecten* werkzaam zijn (Lawrey, 2001).

Via een eenvoudige formule¹⁸ is het mogelijk om te berekenen hoeveel deze *Doppler shift* zal bedragen. Bij een FM radiostation dat bijvoorbeeld uitzendt op 100MHz en een wagen die 120km/u rijdt zou de *Doppler shift* +/- 3,3 Hz bedragen. Wetende dat de zwaai bij een FM-omroep +/-75kHz bedraagt wordt duidelijk dat *Doppler shift* hier geen invloed zal hebben op het luistercomfort.

Omdat, zoals omschreven in paragraaf 2.2 COFDM gebruik maakt van meer dan duizend carriers, die heel erg dicht bij elkaar liggen, kan *Doppler shift* hier wel voor problemen gaan zorgen. Indien de *actieve symbol periode* van de ene carrier, omwille van het *Doppler effect*, verschuift naar de plaats waar de *actieve symbol periode* van de volgende carrier zich zou moeten bevinden, dan treden synchronisatieproblemen op en wordt ontvangst onmogelijk. In dit opzicht is het *guard-interval* enorm van belang. Zolang de verschuiving door de *Doppler shift*, binnen de tijd van het "guard interval" valt, zullen er geen synchronisatieproblemen optreden (Lawrey, 2001).

¹⁸ $\Delta f \approx \pm f_0 \frac{v}{c}$ In deze formule is f_0 is de frequentie aan de zender, v is de relatieve snelheid waarmee men zich beweegt tegenover elkaar en c is de snelheid waarmee electromagnetische golven zich voortplaatsen, namelijk de snelheid van het geluid of $3 \cdot 10^8$ m/s. Het resultaat Δf is uiteindelijk de verandering in frequentie die door de ontvanger wordt waargenomen (Lawrey, 2001).

Indien we nu aan de hand van het guard-interval voor DAB in mode I (cfr. tabel 3) bijvoorbeeld willen berekenen hoe snel een wagen zich kan bewegen binnen het DAB ensemble van de VRT, dan weten we dat er zich geen ontvangstproblemen zullen voordoen zolang men zich niet sneller verplaatst dan 196km/u^{19} .

Precies omwille van deze reden bestaat Eureka147/DAB in verschillende modes, afhankelijk van de frequentie waarop en de omgeving waarin DAB gebruikt wordt (Digital Audio Broadcasting, 2002).

2.4.2 De verschillende DAB-modes.

System Parameter	Transmission Mode			
	I	II	III	IV
Frame duration	96 ms	24 ms	24 ms	48 ms
Null symbol duration	1297 μs	324 μs	168 μs	648 μs
Guard Interval duration	246 μs	62 μs	31 μs	123 μs
Nominal maximum transmitter separation for SFN	96 km	24 km	12 km	48 km
Nominal frequency range (for mobile reception)	≤ 375 MHz	≤ 1.5 GHz	≤ 3 GHz	≤ 1.5 GHz
Speed/coverage trade-off	No	No	No	Yes
Useful symbol duration	1 ms	250 μs	125 μs	500 μs
Total symbol duration	1246 μs	312 μs	156 μs	623 μs
No. of radiated carriers	1536	384	192	768

Tabel 3: De verschillende DAB modes en hun technische COFDM specificaties (Digital Audio Broadcasting, 2002).

2.4.2.1 Mode I

Mode I is de mode die gebruik wordt voor relatief grote T-DAB SFN'en zoals de landelijke DAB-ensembles. In mode I worden een lange *null symbol duration* gebruikt, deze is noodzakelijk om de ontvanger te synchroniseren met de ontvanger. Samen met een relatief trage snelheid²⁰ waarmee de data verzonden

¹⁹ Bij deze berekening werd geen rekening gehouden met multipath effecten die in de praktijk uiteraard ook een rol zullen spelen. De berekening werd uitgevoerd aan de hand van de formule in voetnoot 18.

²⁰ Dit wordt gecompenseerd door meer data in één keer door te sturen via meer carriers (1536 tegenover 384, 192 of 768).

wordt (*Total symbol duration*) zorgt dit ervoor dat twee DAB zenders in één SFN maximaal 96km van elkaar verwijderd mogen zijn. Daarbij komt dat mode I operationeel is op relatief lage frequenties²¹ in het VHF²² spectrum (Tabel 3 heeft het over $\leq 375\text{MHz}$, in de praktijk worden frequentieblokken tussen 174 en 240MHz gebruikt), wat ook weer relatief langere afstanden tussen twee zendlocaties (en natuurlijk ook zender en ontvanger) toelaat (Digital Audio Broadcasting, 2002).

Mode I in de praktijk

In Vlaanderen is het DAB-ensemble van de VRT volgens deze mode actief op het frequentieblok 12A²³, of 223,936MHz. Gelijkaardige DAB netwerken zijn operationeel in Wallonië en onze buurlanden. In Wallonië is frequentieblok 12B actief. Groot Brittanie is momenteel nog steeds een van de landen waar DAB het verst staat. Er zijn landelijke ensembles operationeel in mode I op blok 11D (Engeland), 12A (Schotland) en 12B. Regionale ensembles in mode I werken op de blokken 11D, 12A en 12C. Merk op dat 12A en 12B ook de frequentieblokken zijn die in België gebruikt worden door de openbare omroepen. Uiteraard kunnen frequentieblokken meerdere keren gebruikt worden, zolang er geen overlap ontstaat tussen beide uitzendgebieden. In Nederland experimenteert Nozema op frequentieblok 11D en gebruikt de NOS blok 12C voor de uitzendingen van haar landelijke openbare radio-omroepen. In Duitsland is omroep nog steeds een zaak van de "länder", waardoor sommige deelstaten wel en anderen niet uitzenden in DAB. Bepaalde deelstaten maken ook gebruik van DAB in de L-band (mode II). In mode I wordt uitgezonden op blok 5C, 8B, 8C, 11C, 11D, 12A, 12B, 12C en 12D. In Frankrijk tot slot wordt voorlopig enkel gebruik gemaakt van DAB in de L-band omdat de frequenties op band-III nog niet vrijgegeven zijn door de overheid (onder andere omwille van militaire toepassingen). Dit levert evenwel problemen op omdat er momenteel enkel gebruik kan gemaakt worden van L-band DAB waardoor voorlopig enkel DAB beschikbaar is in enkele steden. Indien men wil overgaan tot landelijke dekking dreigt al onmiddellijk frequentieschaarste.

²¹ Hoe hoger de frequentie, hoe korter de golflengte en dus ook hoe minder ver een bepaald signaal raakt met een bepaalde veldsterkte (zendvermogen). Bij hogere frequenties is het ook zo dat zender en ontvanger mekaar moeten kunnen "zien" (bijvoorbeeld straalverbindingen en satellietontvangst). Er mogen met andere woorden geen obstakels aanwezig zijn tussen zender en ontvanger.

²² VHF is een term die gebruikt het frequentiespectrum tussen 30 en 300MHz aan te duiden.

²³ DAB frequenties worden benoemd met een cijfer en een letter. Het cijfer is afkomstig van het kanaal waarop de DAB multiplex uitzendt. Deze VHF frequenties waren oorspronkelijk ingedeeld voor televisie-uitzendingen. Omdat een tv-kanaal meer bandbreedte vereist dan een DAB-kanaal, werd elk kanaal in vier opgedeeld, wat de lettercode A, B, C of D oplevert voor elk kanaal.

Naast het nu reeds operationeel zijnde Vlaamse (VRT-)DAB ensemble in mode I werden nog drie andere frequentieblokken in band-III gereserveerd²⁴, namelijk 11B, 11C en 6C. 6C was oorspronkelijk enkel voor Limburg gecoördineerd om samen met 11B en 11C een landelijke dekking te voorzien. Na nieuw coördinatieoverleg is bekomen dat 6C ook landelijk dekkend is voor Vlaanderen. In eerste instantie werd deze frequentie door de Vlaamse overheid gereserveerd voor de Vlaamse landelijke particuliere omroepen (Boel, 2005). 11B en 11C zijn bedoeld voor regionaal gebruik. 11B bestrijkt West- en Oost-Vlaanderen, 11C Antwerpen en Vlaams-Brabant²⁵. Op deze bi-provinciale DAB ensembles was in eerste instantie de helft voorbehouden voor de VRT (met de bedoeling om hier de regionale programma's van Radio 2 uit te zenden), de rest was bedoeld voor bestaande en nieuw op te richten regionale commerciële omroepen (LVB, 2004). In hoofdstuk 1 van deel 2 wordt besproken dat men hiervan waarschijnlijk zal afwijken bij de uitreiking van erkenning(en) van de netwerkexploitant(en). De VRT zou wel een *must-carry* statuut kunnen verkrijgen voor de regionale Radio 2 uitzendingen in de regionale multiplexen.

2.4.2.2 Mode II

Mode II werd ontwikkeld voor gebruik met relatief kleinere SFN'en in de L-band²⁶ (Digital Audio Broadcasting, 2002). Ondanks dat de L-band DAB mogelijke frequenties levert tot 1,5 GHz zijn in de praktijk enkel frequenties gecoördineerd tussen 1452 en 1492 MHz. In Canada maakt men enkel gebruik van dit L-band spectrum²⁷ maar de frequenties zijn daar anders verdeeld dan in Europa (in 23 genummerde kanalen in plaats van LA²⁸ tot en met LW (= ook 23 kanalen) waarbij de Canadese kanalen niet overeen komen qua frequentie met de Europese geletterde kanalen). In Europa zijn de frequenties LA tot LI voorbehouden voor T-DAB. LJ tot LW zijn gecoördineerd voor S-DAB. De exacte banden, frequenties en kanalen die gebruikt worden voor DAB zijn terug te vinden in bijlage 1.

²⁴ Deze toewijzing gebeurde op de planningsconferentie voor T-DAB te Wiesbaden in 1995.

²⁵ Voor de provincie Limburg is er geen apart band-III DAB ensemble voorzien. Oorspronkelijk werd blok 6C enkel voor Limburg gereserveerd, achteraf werd dit echter uitgebreid naar heel Vlaanderen en gereserveerd voor de landelijke particuliere omroepen (MC, 2002).

²⁶ L-band is de naam die gegeven wordt aan het frequentiespectrum tussen 390 MHz en 1,55 GHz.

²⁷ Band III frequenties (en dus mogelijkheden tot DAB in mode I) zijn momenteel nog onbruikbaar voor DAB omdat buurland VS deze frequenties gebruikt voor militaire doeleinden.

²⁸ In de L-band waren er geen vooraf genummerde kanalen. Men opteerde in Europa om elk L-band kanaal te benoemen met een lettercode tussen A en W. In Canada heeft elk kanaal een cijfercode tussen 1 en 23.

Mode II in de praktijk

Wat Vlaanderen betreft zijn er momenteel zes regionale DAB ensembles gecoördineerd in de L-band (LB voor Oostende, LH voor West-Vlaanderen, LB voor Oost-Vlaanderen, LA voor Antwerpen, LC voor Vlaams-Brabant en LK voor Limburg). Ondanks de quasi provinciale dekking zouden deze L-band DAB ensembles eerder gebruikt worden voor stadsradio's (LVB, 2004). Het behoort tot de mogelijkheden dat er bijkomende L-band frequenties gecoördineerd worden voor Vlaanderen in het voorjaar van 2006 als RRC06 plaatsvindt te Genève. RRC06 (Regionale Radio Conferentie 06) is een bijeenkomst door de Europese landen waarop de coördinatie van de bestaande toegekende frequenties bevestigd of uitgebreid zullen worden en waarbij nieuwe frequenties voor DAB gecoördineerd zullen worden.

L-band DAB uitzendingen in mode II worden momenteel toegepast voor stedelijke DAB multiplexen in onder andere Frankrijk en Canada. Band III DAB kan daar momenteel nog niet toegepast worden omdat de gecoördineerde frequenties hiervoor nog niet vrijgegeven werden door de regering. Deze worden immers nog gebruikt voor analoge (televisie-)omroep en militaire toepassingen. Dit beperkt de mogelijkheden van DAB in deze landen aanzienlijk omdat SFN'en in mode II of IV (L-band) minder goed functioneert dan men kon verwachten aan de hand van de technische specificaties (cfr. infra).

2.4.2.3 Mode III

Mode III is het best geschikt voor kabel en satelliet-DAB (C-DAB en S-DAB). In mode III kunnen bij S-DAB, uiteraard in hetzelfde SFN, ook aardse (T-DAB) zenders gebruikt worden. Dit kan noodzakelijk zijn in stedelijke gebieden waar satelliet ontvangst onmogelijk of moeilijk is door de bebouwing. Mode III wordt gebruikt voor frequenties tot 3 GHz (the Catalyst, n.d. c).

2.4.2.4 Mode IV

Mode IV is net als mode II een L-Band mode, tot 1,5GHz. Het verschil met mode II is dat de zenders verder uit elkaar mogen liggen. Dit gaat wel ten koste van de snelheid waarmee men zich binnen het DAB-SFN mag bewegen zonder ontvangstverlies te lijden (Digital Audio Broadcasting, 2002).

Tot voor kort werd bij L-Band DAB vooral mode II gebruikt omdat mode IV minder geschikt bleek voor mobiele ontvangst bij hogere snelheden. Mode II heeft wel als nadeel dat de zendlocaties van een SFN zich vrij dicht tegenover elkaar moeten

bevinden, wat L-Band DAB in mode II relatief duur of minder geschikt maakt voor het opzetten van een landelijk DAB ensemble. In deze context is het interessant te vermelden dat in Canada (waar enkel L-band DAB gebruikt wordt) succesvolle technische verbeteringen werden verwezenlijkt voor L-band DAB in mode IV waardoor het gebruik van mode IV naar de toekomst toe ongetwijfeld zal toenemen (The World DAB Forum Newsletter N.27, 2003).

Hoofdstuk 2: Digitale radio via terrestriële systemen.

1 Eureka 147 / DAB (Digital Audio Broadcast)

Dit werd reeds uitvoerig besproken in Hoofdstuk 1. Volledigheidshalve wordt Eureka 147 hier nogmaals vermeld omdat het zeker en vast ook tot de aardse systemen voor digitale radio behoort.

2 DRM (Digital Radio Mondiale)

In tegenstelling tot Eureka 147 dat duidelijk ontstaan is vanuit een bepaalde behoefte (frequentieschaarste en inefficiënt gebruik van frequenties) die tijdens de jaren '80 van de vorige eeuw enkel leefde bij de Europese beleidsvoerders is DRM volledig ontstaan vanuit de radiosector zelf. Op een informele bijeenkomst in september 1996 te Parijs waarop belangrijke internationale "broadcasters" en leveranciers/producenten²⁹ van broadcast apparatuur aanwezig waren, was duidelijk geworden dat de toekomstmogelijkheden van omroep op frequenties lager dan 30MHz en dus gebruikmakende van AM (Amplitude Modulatie) erg beperkt waren. Dit leidde op 3 maart 1998 in Guangzhou (China) tot de oprichting van het DRM Consortium met twintig leden (Lombry, 2003).

De doelstelling van het DRM Consortium was duidelijk: de ontwikkeling van een universeel digitaal systeem voor radio-omroep via de ether op frequenties lager dan 30MHz. Met frequenties lager dan 30MHz worden in de praktijk alle frequenties bedoeld die momenteel gebruikt worden voor uitzendingen in amplitude modulatie op korte³⁰, midden³¹ en lange³² golf.

Ondertussen, zeven jaar later, is het DRM Consortium uitgegroeid tot een organisatie met meer dan 80 leden (nog steeds toenemend) bestaand uit: zenderfabrikanten, ontvangerfabrikanten, midden- en kortegolf omroepen,

²⁹ Onder andere Radio France Internationale, TéléDiffusion de France, Deutsche Welle, Voice of America, en Thomcast (Lombry, 2003).

³⁰ Frequenties tussen 3 en 30 MHz met een golflengte tussen 10 en 100 meter. Deze frequentieband wordt ook wel de HF (High Frequency) band genoemd. Korte golf wordt gebruikt voor radio-uitzendingen die vele duizenden kilometers kunnen overbruggen vanwege de eigenschap dat de elektromagnetische straling van korte golf zenders gereflecteerd wordt door de ionosfeer.

³¹ Frequenties van 300kHz tot 3MHz of met een golflengte van 100m tot 1km. Middengolf straling volgt ongeveer de kromming van de aarde wat het overbruggen van afstanden tot 300km toelaat.

³² Frequenties tussen 30 en 300kHz of met een golflengte tussen 1 en 10km. Net als middengolf straling heeft ook langegolf straling de eigenschap dat de kromming van de aarde gevolgd wordt. Hiermee kan tot duizend kilometer overbrugd worden.

onderzoeksinstituten met betrekking tot radio-omroep en regelgevende instanties, uit 25 landen. De leiding van het DRM Consortium is in handen van 10 tot 18 leden die tweejaarlijks verkozen worden uit alle leden, telkens volgens een vaste verdeling uit de verschillende categorieën (omroepen, zenderproducenten en regelatoren & onderzoeksinstituten) (About the DRM Consortium, 2005).

Nog een verschilpunt tussen het *DRM Consortium* en Eureka 147 (ondertussen uitgegroeid van een onderzoeksproject tot het *WorldDAB Forum* als organisatie) is dat het steeds de bedoeling geweest is om een door de markt gedreven op de consument georiënteerde standaard te worden (About the DRM Consortium, 2005). Dit terwijl DAB eerder een systeem is dat ontwikkeld werd zonder echt rekening te houden of te vertrekken vanuit een behoefte in de markt en al zeker niet bij de consument. DAB is een puur pragmatische benadering van radio-omroep door de Europese overheid. DRM is een commerciële, economische benadering, om toekomst te garanderen voor de bestaande AM-omroepen en de daaraan gelieerde bedrijven en organisaties.

Waar DAB een systeem is dat het oude (FM) moet gaan vervangen als techniek en op die manier kan gezien worden als een revolutie op het gebied van omroep valt DRM eerder te beschouwen als een evolutie: de voortzetting en het *upgraden* van een bestaande techniek. Het is dan ook steeds de bedoeling geweest van het DRM Consortium om een product te ontwikkelen waarbij radio luisteren via AM ook in de toekomst radio luisteren via AM zal zijn, enkel via een nieuw type ontvanger (dat ook (de bijgevoegde) DRM-signalen kan decoderen).

Ondertussen werd de DRM techniek gestandaardiseerd en gepubliceerd bij het *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI) onder de naam ETSI ES 201 980 (*ETSI Standard, Digital Radio Mondiale (DRM): System Specifications*). Daarnaast verkreeg men van de *International Electrotechnical Commission* (IEC) de toelating³³ om het DRM omroep-systeem te gebruiken op alle frequenties lager dan 30 MHz (lange, midden en korte golf). Ook werd door de *International Telecommunication Union* (ITU) een aanbeveling³⁴ uitgeschreven waarbij DRM aanbevolen wordt als digitale systeem voor radio-omroep op frequenties tussen 150kHz en 30MHz (Lombry, 2003).

Net als bij DAB is het primair de bedoeling om via DRM, digitale-AM, audio-kanalen aan te bieden. Daarnaast bestaat ook de mogelijkheid om enkele datadiensten te

³³ PAS 62272-1

³⁴ BS1514-1

leveren via hetzelfde kanaal. DRM werd ook ontwikkeld om gebruikt te worden op de bestaande AM-frequenties, zoals die gecoördineerd werden. In Europa bedraagt de bandbreedte voor AM 9kHz, in de VS 10kHz. Ook dit werd geïmplementeerd in het DRM-systeem via de verschillende modes. Standaard wordt een bandbreedte van 4,5 of 5 kHz³⁵ gebruikt voor uitzendingen in DRM maar deze bandbreedte kan indien de situatie dit toelaat oplopen tot 9 of 10 kHz bandbreedte of zelfs tot 18 of 20 kHz (respectievelijk één volledig of het dubbele van de bestaande bandbreedte per kanaal in Europa en de VS). Uiteraard is het zo dat een grotere bandbreedte uitzendingen met een betere audio-kwaliteit toelaten. Deze extra bandbreedte kan echter ook benut worden voor een robuuster signaal (betere foutcorrectie en dus een groter bereik bij een gelijkblijvend vermogen) of het aanbieden van meer datadiensten of meerdere audio-streams.

Oorspronkelijk was het ook de bedoeling om simulcast uitzendingen aan te bieden. Simulcast is een uitzendmethode waar simultaan zowel het analoge als het digitale signaal uitgezonden worden via dezelfde zender en hetzelfde kanaal. Dergelijke systemen worden ook IBOC (In Band Off Channel) genoemd en bieden de luisteraar de mogelijkheid om het analoge signaal te blijven ontvangen als men nog niet overgeschakeld is op een digitale ontvanger. Testen met DRM volgens dit simulcastprincipe zouden voorlopig nog geen bevredigende resultaten opgeleverd hebben. Bijkomende testen zijn gepland (DRM: Technical Aspects of The On-Air System, 2005).

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk over DRM als systeem voor digitale radio-omroep wordt eerst de technologie besproken. Hierbij wordt net als bij Eureka 147 aandacht geschonken aan de uitzendtechniek (COFDM), de DRM-multiplex en de audiocodecs. Principes die reeds eerder uitgelegd werden als ook bepaalde concepten die in hoofdstuk 1 van dit deel uitgebreid aan bod kwamen worden nu toegepast binnen het kader van de DRM-technologie. In paragraaf 2.3 wordt het principe van simulcast uitzendingen, een van de oorspronkelijke doelstellingen van DRM, naderbij bestudeerd en besproken. 2.4 behandelt de eventuele toepassing van DRM op frequenties boven de 30MHz. Dit zou via *low-power*-DRM een oplossing kunnen bieden voor de vele bestaande lokale radio's die momenteel nog geen toekomst

³⁵ De helft van een AM-kanaal. Deze mode wordt gekozen indien men wenst simulcast uit te zenden, een analoge en digitaal signaal via hetzelfde kanaal (cfr. infra).

hebben inzake digitale radio omdat er onvoldoende plaats is op de bestaande DAB-ensembles of, omdat deze multiplexen qua bereik niet samenvallen met de huidige lokaliteit waarin men actief is. Tenslotte wordt in paragraaf 2.5 de toepassing van DRM in de praktijk behandeld. Hierbij wordt ook een blik op de toekomst geworpen aan de hand van plannen van bepaalde omroepen of mediabedrijven.

2.2 Technologie

2.2.1 Een techniek voor digitale radio bij AM.

Omdat DRM een techniek is die voortbouwt op deze reeds lang bestaande uitzendmethode voor lange, midden en korte golf is men gebonden aan een aantal conventies. Voor AM zijn er wereldwijd twee systemen actief voor wat betreft de coördinatie van frequenties. In ITU regio 1³⁶ en 3³⁷ krijgt elk kanaal 9kHz bandbreedte toegewezen, in regio 2³⁸ is dit 10 kHz. Daarom zijn er voor DRM verschillende modes ontwikkeld:

- DRM die een niet nader bepaalde bandbreedte inneemt maar de maximale bandbreedte van het kanaal niet overschrijd, zijnde 9 of 10 kHz. Binnen deze bandbreedte kan een maximale capaciteit van respectievelijk 20 en 24 kbit/s uitgezonden worden.
- DRM die de helft van de bandbreedte van een kanaal inneemt, zijnde 4,5 of 5 kHz. Dit komt overeen met een capaciteit van respectievelijk 8 en 10 kbit/s.
- DRM met een bandbreedte van twee aangrenzende kanalen (een dubbel kanaal) zijnde 18 of 20 kHz, met een capaciteit van +/- 72kbit/s.

2.2.2 COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplex)

COFDM is een uitzendtechniek waarbij gebruik gemaakt wordt van meerdere carriers waarop de data gelijktijdig (parallel) wordt uitgezonden. Deze uitzendtechniek voor digitale omroep werd uitvoerig besproken in het tweede deel van het vorige.

DRM maakt gebruik van hetzelfde systeem, zij het uiteraard aangepast aan de eisen die DRM stelt. Zo zullen het aantal carriers, waarop het digitale

³⁶ ITU Regio 1: Europa en Afrika

³⁷ ITU Regio 2: Midden-Oosten, Azië en Australië/New Zeeland

³⁸ ITU Regio 3: Noord- en Zuid-Amerika

muziek signaal en de meegezonden data, variabel³⁹ zijn, afhankelijk van de beschikbare bandbreedte en de gewenste robuustheid (DRM: Technical Aspects of The On-Air System, 2005).

Er kunnen vier modes onderscheiden worden, elk afgestemd op de propagatie-eigenschappen van het transmissiekanaal (ETSI & EBU, 2004).

Robustness mode	Typical propagation conditions
A	Gaussian channels, with minor fading
B	Time and frequency selective channels, with longer delay spread
C	As robustness mode B, but with higher Doppler spread
D	As robustness mode B, but with severe delay and Doppler spread

Tabel 4: Modes voor DRM, elk met hun robuustheid afgestemd op de propagatie-eigenschappen van het transmissiekanaal (ETSI & EBU, 2004).

Bij de bespreking van COFDM werd reeds ingegaan op het belang van het guard-interval. Deze zal ook voor DRM een uiterst belangrijke rol spelen. In mode A is er zijn er weinig *multipath* en *Doppler-shift* effecten⁴⁰ aanwezig, hierdoor kan een relatief kleiner *guard-interval* gebruikt worden (meerbepaald slechts 1/9^{de} tegenover het nuttige COFDM signaal). In mode B tot D wordt wel rekening gehouden met *multipath* en *Doppler-shift* effecten (in mode D het meest, in mode B het minst). Dit resulteert in een toenemende lengte van het *guard-interval*. In mode B bedraagt het *guard-interval* (T_g) 1/4^{de} tegenover het nuttige signaal (T_u), in mode C 4/11^{de} en in mode D 11/14^{de}, zoals ook weergegeven in tabel 5 (ETSI & EBU, 2004). Uiteraard is het in deze situatie ook zo dat hoe meer bandbreedte van het kanaal gebruikt kan worden voor nuttig signaal, hoe hoger de geluidskwaliteit gekozen kan worden. Uiteindelijk is het guard-interval enkel van nut omdat het toelaat om negatieve aspecten van het transmissiekanaal te neutraliseren. Hoe kleiner het guard-interval hoe meer capaciteit er overblijft voor de (nuttige) digitale informatie van de radio-omroep.

Robustness mode	Duration T_u	Carrier spacing $1/T_u$	Duration of guard interval T_g	Duration of symbol $T_s = T_u + T_g$	T_g/T_u	Number of symbols per frame N_s
A	24 ms	$41^{2/3}$ Hz	2,66 ms	26,66 ms	1/9	15
B	21,33 ms	$46^{7/8}$ Hz	5,33 ms	26,66 ms	1/4	15
C	14,66 ms	$68^{2/11}$ Hz	5,33 ms	20 ms	4/11	20
D	9,33 ms	$107^{1/7}$ Hz	7,33 ms	16,66 ms	11/14	24

Tabel 5: specificaties met betrekking tot het COFDM signaal in de 4 beschikbare modes (ETSI & EBU, 2004).

³⁹ Bij DAB is het aantal carriers ook afhankelijk van de gekozen mode (1 tot 4), maar dit is bij DAB enkel afhankelijk van de omroepband waarin (III of L) en manier waarop (T- of S-DAB) men uitzendt.

⁴⁰ Een "Gaussian channel" is, om het eenvoudig uit te drukken, een transmissiekanaal waaraan buiten het signaal enkel ruis toegevoegd wordt (Cover T. M., Thomas J. A., 1991)

Omdat het COFDM systeem bij DRM net als bij DAB in bepaalde modes erg robuust is tegen multipath en Doppler shift effecten kunnen SFN's ook toegepast worden met de DRM techniek (DRM Consortium, 2005).

2.2.3 De DRM-multiplex

2.2.3.1 MSC (*Main Service Channel*)

Net als bij de Eureka 147/DAB multiplex bestaat ook de DRM multiplex uit verschillende onderdelen. Het concept multiplex werd reeds besproken in paragraaf 1.2.1 van het eerste hoofdstuk in dit deel.

Bij DRM bevat het *Main Service Channel* (MSC) één tot vier services. Gelet op de beperkte bandbreedte zullen dit geen vier muziekdiensten zijn maar bijvoorbeeld wel meerdere spraakkanalen in beperkte kwaliteit, of één muziekdienst met één of meerdere datadiensten. Elke datadienst kan op zijn beurt opnieuw verdeeld worden in één tot vier substreams. De totale bitrate van het MSC is afhankelijk van de eigenschappen van het DRM kanaal en de transmissiemode zoals besproken (cfr. supra). Elke van de één tot vier streams binnen het MSC is opgedeeld in frames (bijvoorbeeld *super audio frames*, cfr. infra) van 400ms (ETSI & EBU, 2004).

2.2.3.2 FAC (*Fast Access Channel*)

Het FAC is grotendeels vergelijkbaar met het FIC (*Fast Information Channel* bij DAB). Het bevat alle informatie waarmee de ontvanger onmiddellijk weet welke services beschikbaar zijn op een bepaald kanaal, zonder eerst het volledige MSC gedecodeerd te hebben. Het FAC kan verder ook basisinformatie bevatten over de taal van de uitzending en de gebruikte foutcorrectie (ETSI & EBU, 2004).

2.2.3.3 SDC (*Service Description Channel*)

Het Service Description Channel bevat onder andere informatie over eventuele alternatieve kanalen (analogie met AF (*Alternative Frequency*) bij het RDS van analoge radio of de AF data bij DAB) en decoderingsinformatie over de services op het MSC. Met betrekking tot de *alternative frequency* functie bestaat ook de mogelijkheid om alternatieve frequenties aan te duiden die uitzenden volgens een ander systeem dan DRM, zoals FM, AM of DAB. (ETSI & EBU, 2004).

2.2.4 De Audiocodecs: MPEG 4, -AAC, -CELP, -HVXC (+SBR)

De audiocodecs die bij DRM uitzendingen gebruikt worden zijn gelijkaardig als die bij DAB maar dan van een recentere generatie wat een hogere compressiefactor voor gelijkblijvende geluidskwaliteit impliceert. De algemene principes van audiocompressie werden reeds besproken in paragraaf 1.4 van hoofdstuk 1.

DAB gebruikt MPEG1 en MPEG2. DRM koos voor het recentere MPEG4. MPEG4 laat een hogere compressie toe (lagere bitrate) zonder dat bijkomend verlies wordt geleden inzake geluidskwaliteit. Naast MPEG4, wat al winst oplevert in vergelijking met MPEG 1 of 2 wordt ook SBR (*Spectral Band Replication*) en PS (*Parametric Stereo*) toegepast. Deze bijkomende compressie-opties zijn niet beschikbaar bij MPEG 1 of 2. SBR en PS leveren extra compressiemogelijkheden op. Deze erg doorgedreven compressie is van enorm belang bij DRM (zoals momenteel gestandaardiseerd)⁴¹ omdat deze het moeten stellen met erg beperkte bandbreedtes van maximaal 9 à 10kHz per kanaal waarbij soms zelfs maar een half kanaal gebruikt wordt. Concreet in bitrates levert dit een capaciteit op van +/- 8kbit/s (bij gebruik van de bandbreedte van een half kanaal of 4,5 of 5kHz) tot maximaal 20 à 25 kbit/s (bij gebruik van een volledig kanaal of 9 à 10kHz). Eventueel kan men de capaciteit verhogen door twee naburige kanalen tegelijk te gebruiken (wat op zich misschien minder realistisch vanwege de onbeschikbaarheid van frequenties), in dergelijk geval kan men tot 72kbit/s gebruiken (ETSI & EBU, 2004).

DRM maakt gebruik van drie verschillende modes van de MPEG4 codec zoals grafisch weergegeven in figuur 12. AAC (*Advanced Audio Codec*), CELP (*Code Excited Linear Prediction*) en HVXC (*Harmonic Vector eXcitation Coding*), zijn de audio-codecs die afhankelijk van de mogelijkheden van het kanaal (capaciteit) en doelstellingen van de omroep (muziek, spraak, ...) respectievelijk voor muziek (AAC) of spraak (CELP en HVXC) gebruikt zullen worden. Naast deze basis-encodingstechnieken worden zoals eerder al vermeld ook SBR (*Spectral Band Replication*) en PS (*Paramtric Stereo*) toegepast om extra capaciteit te besparen (ETSI & EBU, 2004).

⁴¹ Naar de toekomst toe werkt men aan een nieuwe standaard voor DAB tot 120MHz en ook bij FM (frequentiemodulatie), wat meer beschikbare capaciteit zou impliceren omdat de kanaalbreedte groter is of er in elk geval meer ruimte zou zijn om bredere kanalen te voorzien (Dorta & Evans, 2005).

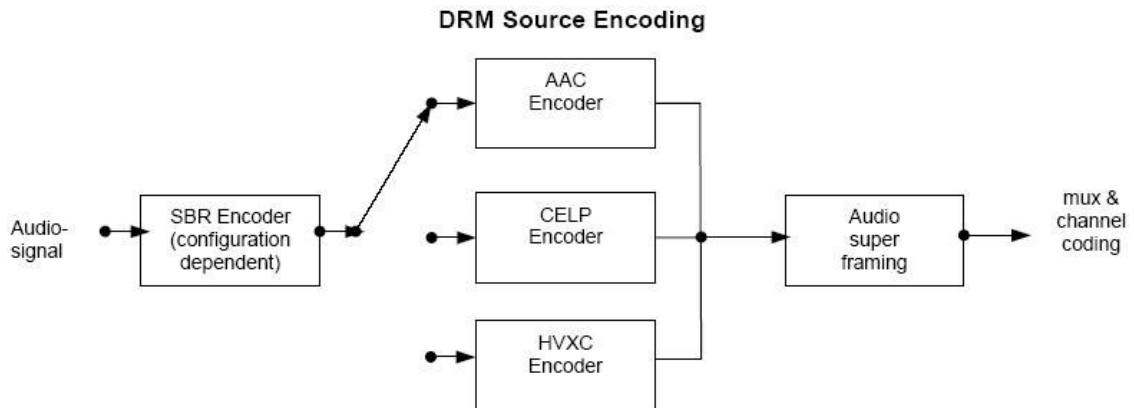


Fig. 12: Het audiocoderingsproces bij DRM (ETSI & EBU, 2004).

Ondanks de erg doorgedreven compressiemethodes die gebruikt worden bij DRM blijft de relatief kleine capaciteit die beschikbaar is op een AM kanaal een beperking inzake audiokwaliteit. DRM kan de vergelijking met CD-geluid dan ook onmogelijk doorstaan. Zoals het DRM Consortium (2005) zelf opmerkt benadert de geluidskwaliteit van DRM in het beste geval dit van mono FM-radio uitzendingen. Stereogeluid is nog niet onmiddellijk een optie, al werd een vorm van pseudo-stereo wel toegevoegd aan de standaardisatie van DRM.

Ter illustratie kan nog vermeld worden dat een MPEG 4 AAC (*aacPlus*, wat de commerciële naam van de AAC codec zoals gebruikt bij DRM is) compressie van 48kbit/s in theorie een betere audiokwaliteit oplevert dan 128kbit/s MP3 (MPEG1 Layer III) codering. 128kbit/s MP3 encoding is vergelijkbaar met FM-stereo, voor zover dergelijke, objectieve vergelijkingen mogelijk zijn. Bij DRM wordt voorlopig slechts maximaal 20 à 25kbit/s gebruikt voor audiocodering, wat dan weer vergelijkbaar zou zijn met FM-mono (DRM Consortium, 2005).

2.2.4.1 MPEG 4 AAC (*Advanced Audio Coding*)

AAC codering biedt het voordeel dat elke bitrate ingesteld kan worden⁴². Er zijn twee verschillende AAC coderingstechnieken. *HE-AAC* of *aacPlus* is het type dat gebruikt wordt voor DRM, daarnaast bestaat ook *AAC-SSR* wat ontwikkeld werd door Sony en veel gelijkenissen vertoont met hun eigen compressiesysteem *ATRAC*⁴³. *AAC-SSR* is een compressiemethode waarbij het audiosignaal in verschillende frequentiebanden wordt opgedeeld die elk met een verschillende

⁴² En dus niet zoals bij MPEG 1 of MPEG 2 waarbij gekozen moet worden uit bestaande, vaste waarden (cfr. paragraaf 1.4 van hfst. 1).

⁴³ *ATRAC* (*Adaptive TTransform Acoustic Coding*) is een audiocompressiesysteem dat in 1991 ontwikkeld werd door Sony en gebruikt wordt voor minidisc.

bitrate gecodeerd kunnen worden (Walkinson, 2001). AAC-SSR wordt niet verder besproken.

Zoals reeds eerder vermeld is een typische capaciteit van een DRM kanaal 20kbit/s. Sample rates die voor AAC encoding gebruikt worden zijn 12 en 24kHz. AAC maakt gebruik van zogenaamde *super audio frames* (cfr. infra). Bij een sample rate van 12kHz worden vijf AAC frames gebundeld tot één *super audio frame*. Indien geopteerd werd voor een bemonsteringsfrequentie van 24kHz, worden tien AAC frames samengebracht tot één *super audio frame*. In stereo-mode wordt altijd bemonsterd aan 24kHz (ETSI & EBU, 2004).

Een *super audio frame* is een pakket aan digitale data die verzonden zal worden via het transmissiekanaal. Elk pakket of *super audio frame* bevat een hoeveelheid audio-data (AAC codering), een aantal SBR bits (cfr. infra), indien van toepassing een aantal PS bits (cfr. infra) en een gedeelte CRC (*Cyclic Redundancy Check*, dit is een veel gebruikte methode van foutcorrectie). De exacte samenstelling van het *super audio frame* is afhankelijk van de gekozen compressiemethode en bitrate. Het *super audio frame* wordt gevormd na de audiocodering zoals weergegeven werd in figuur 12. Omdat het *super audio frame* zich eerder op het domein van de datacommunicatie en -transmissie bevindt, en erg technisch is, wordt het hier niet verder besproken.

2.2.4.2 MPEG 4 CELP (*Code Excited Linear Prediction*)

MPEG 4 CELP is een encoderingsvorm die binnen het DRM systeem geïmplementeerd werd omwille van de beperkte kwaliteiten van de AAC codec voor lagere bitrates (< 14kbit/s). CELP wordt enkel voor spraak gebruikt en is dus volledig afgestemd is op de typische eigenschappen van spraakgeluid. Dit leidt tot een aanvaardbare geluidskwaliteit voor spraak bij lage, tot extreem lage bitrates die ver boven de gemiddelde geluidskwaliteit liggen in vergelijking met andere compressiemethodes. De geluidskwaliteit van de CELP codec kan echter niet beschouwd worden als vergelijkbaar met FM-mono zoals de AAC audiocodec maar een aanvaardbare spraakkwaliteit worde gegarandeerd.

De bitrates bij CELP encoding liggen tussen de 4 en 24 kbit/s. Voor DRM wordt bijvoorbeeld typisch 8kbit/s⁴⁴ gebruikt indien men uitzend op een halve omroepband. Omdat CELP het mogelijk maakt om spraak te encoderen met een goede geluidskwaliteit en met slechts weinig capaciteitsverbruik wordt het in praktijk

⁴⁴ In vergelijking met DAB: spraakkanalen worden in MPEG1 geëncodeerd aan bijvoorbeeld 64kbit/s.

mogelijk om 2 of 3 spraakomroepen via één enkel kanaal (20 à 24 kbit/s) uit te zenden of een extra spraakkanaal naast een muziekkanaal aan te bieden. Ook simulcast behoort tot de mogelijkheid indien men bijvoorbeeld slechts op een halve band zou uitzenden zodat 4,5 of 5 kHz over blijft voor de 8kbit/s van het digitale CELP-spraaksignaal (ETSI & EBU, 2004).

Typische configuraties van een MPEG4 CELP encoding zijn bemonsteringsfrequenties van 8 of 16kHz, waarmee respectievelijk spraakbandbreedtes van 100Hz tot 3800Hz (wat vergelijkbaar met PSTN-telefoonkwaliteit is) en 50Hz tot 7000Hz gecodeerd kan worden aan bitrates tussen 4 en 20kbit/s (ETSI & EBU, 2004).

2.2.4.3 MPEG 4 HVXC (*Harmonic Vector eXcitation Coding*)

HVXC encoding werd ontwikkeld om bij nog lagere bitrates toch betrekkelijk goede kwaliteit aan spraaksignalen te kunnen uitzenden. HVXC laat het toe om zelfs aan 2kbit/s een verstaanbaar spraaksignaal uit te zenden. Dit opent nieuwe mogelijkheden op het vlak van uitzendingen waarbij zowel muziek als spraak in aparte kanalen worden uitgezonden of uitzendingen in meerdere talen tegelijk. Ook kan de opmerking hier gemaakt worden dat het opslaan van digitaal uitgezonden programma's in MPEG4 HVXC wel erg compact kan. Zo kan een geheugen van 4MB reeds 4,5 uur MPEG4 HVXC-geluid opslaan (ETSI & EBU, 2004).

Typische configuraties van een MPEG4 HVXC encoding zijn een sample rate van 8kHz en bitrates van 2 tot 4kbit/s (ETSI & EBU, 2004).

2.2.4.4 SBR (*Spectral Band Replication*)

SBR is een bijkomende compressiemethode die in principe met elke audiocodec kan gecombineerd worden (SBR vormt dus geen expliciet onderdeel van de MPEG 4 codec). Deze audio-compressietechnologie werd ontwikkeld door *Coding Technologies* en levert enorm veel capaciteitswinst op, wat zeker bij een lage capaciteit als bij DRM toch een behoorlijk geluidskwaliteit kan opleveren. SBR zal de hogere frequentiebanden, die omwille van het encoderen met lagere sample rates, verloren zijn gegaan tijdens het encoderingsproces, kunnen regenereren. Dit regeneratieproces is mogelijk omdat voorafgaand aan het coderen een erg kleine hoeveelheid data (<2kbit/s) is gecreëerd waarin neveninformatie over het totale audiosignaal is opgeslaan. Tijdens het coderingsproces met een bemonsteringsfrequentie van bijvoorbeeld 12kHz (AAC) zullen alle frequenties boven de 6000Hz verloren gaan (cfr. Nyquist-theorema, besproken in paragraaf 1.4

van hoofdstuk 1). Met van de SBR data wordt bij decoding, via de wel correct gedecodeerde lage frequenties, de verloren hoge frequenties zogoed als mogelijk gereconstrueerd. Deze techniek levert een enorme capaciteitswinst en geluidskwaliteitsverbetering op. SBR wordt zowel gebruikt voor MPEG4 encoding volgens de AAC, CELP of HVXC methode (ETSI & EBU, 2004).

2.2.4.5 PS (*Parametric Stereo*)

PS is een techniek gelijkaardig aan SBR en wordt gebruikt om toch een stereosignaal aan te bieden zonder dat het eigenlijk echt mogelijk is aan dergelijk lage bitrates. PS encodeert een stereobeeld en stuurt deze data (net als bij SBR) mee als randinformatie met het mono-audiosignaal. Opvallend hierbij is dat deze stereo rand-informatie slechts een fractie capaciteit inneemt in vergelijking met het volledige kanaal. Indien een 24kbit/s AAC SBR PS signaal beschouwd wordt, dan is slechts 1,2kbit/s hiervan gebruikt voor het PS signaal en 22,8kbit/s voor het mono AAC SBR signaal. De maximale capaciteit die voor PS gebruikt wordt bedraagt slechts 2500 bit/s. PS maakt hiervoor gebruik van een gelijkaardige maar inferieure techniek als joint stereo zoals besproken in paragraaf 1.4 van hoofdstuk 1.

Bij het decoderen wordt de PS-data uitgelezen waarna opnieuw een stereogeluid gecreëerd wordt. Het is duidelijk dat deze stereo niet te vergelijken valt met echt stereogeluid, toch betekent het een verbetering van de geluidskwaliteit en dit bij een erg laag capaciteitsverbruik. Ook het DRM Consortium beschrijft de mogelijkheden van PS slechts als “pseudo stereo”. PS wordt enkel toegepast bij MPEG4 AAC aangezien stereo weinig van belang is voor gesproken uitzendingen (ETSI & EBU, 2004).

2.3 Simulcast uitzendingen in DRM?

Simulcast is een samenvoeging van de woorden “simultaan” en “broadcast” en betekent dus zoveel als “gelijktijdig uitzenden”. Het komt er op neer dat een radio-omroep een verschillend signaal (bijvoorbeeld het analoge en digitale signaal van dezelfde uitzending) via hetzelfde kanalen zal aanbieden. De bandbreedte van het kanaal wordt dus opgedeeld in een gedeelte voor elk van de signalen. Omdat beide signalen binnen één kanaal uitgezonden worden, wordt ook van *In Band Off Channel* (IBOC) gesproken voor het digitale signaal. Concreet komt dit erop neer dat een uitzending zowel analoog als digitaal aangeboden wordt via hetzelfde

kanaal. Analoge luisteraars ontvangen het analoge signaal, luisteraars met digitale ontvangstapparatuur, ontvangen het digitale signaal.

DRM werd ontwikkeld om ook de mogelijkheid van simulcast uitzendingen te benutten. Hierbij moet wel rekening gehouden worden met het feit dat, indien DRM een half kanaal gebruikt, er slechts een capaciteit beschikbaar is van 8 à 10 kbit/s. Bij dergelijke bitrates is het quasi onmogelijk om een audiosignaal met behoorlijke kwaliteit uit te zenden. Spraaksignalen daarentegen behoren wel tot de mogelijkheden (CELP en HVXC encoding, vanaf 2kbit/s). Daarbij moet er steeds rekening mee gehouden worden dat, indien de helft van het transmissiekanaal (4,5 of 5kHz) gebruikt wordt voor het DRM signaal, ook maar een half kanaal overblijft voor het analoge (AM)-signaal. Dit levert in praktijk ook een probleem op voor veel ontvangers. AM uitzendingen worden namelijk gekenmerkt door een DBS (*Double Side Band*), naast de draaggolf (*carrier*, die gelijk is aan de uitzendfrequentie). Indien slechts de helft van het kanaal gebruikt wordt voor de analoge uitzending, dat wordt dit in principe een SSB uitzending (*Single Side Band*), wat een aangepaste ontvanger vereist. Wel is er een speciale techniek ontwikkeld waarbij de tweede sideband slechts beperkt wordt (*vestigial sideband* genaamd). Hierbij zou het toch mogelijk moeten zijn om het analoge signaal behoorlijk te ontvangen met elke AM-ontvanger (DRM Consortium, 2005).

Een andere optie is dat een volledig AM kanaal (9 of 10kHz) gebruikt wordt voor het analoge signaal en dat men een half kanaal gebruikt voor de DRM simulcast (ook IBAC, *In band Adjacent Channel* genaamd). Deze optie is weliswaar moeilijker te realiseren omdat er dan voldoende bandbreedte beschikbaar moet zijn en die is er in de meeste gevallen niet omdat alle frequenties reeds gecoördineerd zijn. In een persoonlijk bericht maakt ingenieur Kristoff Bonne (2004, 16 januari) duidelijk dat de simulcast optie voor DRM niet echt gepromoot wordt omwille van slechte testresultaten in deze uitzendmode.

2.4 DRM op frequenties boven 30MHz

De techniek die gebruikt wordt voor DRM uitzendingen in het HF-spectrum (*High Frequency*: 250kHz-30MHz) kan, mits enkele aanpassingen en ondanks dat dit oorspronkelijk niet de bedoeling was ook gebruikt worden voor uitzendingen op hogere frequenties, zoals in de FM-band. Deze toevoeging aan het DRM principe wordt voorlopig onder andere *e-DRM* (*extended-DRM*) of *FMDi* (*FMDigitaal*)

benaderd, een officiële naam is er nog niet. Aanvankelijk werden tussen het DRM Consortium en WorldDAB afspraken gemaakt zodat DRM enkel toegepast zou worden op frequenties lager dan 30MHz (Vader, 2005). Nochtans lijkt de implementatie van DRM op frequenties in band II (87,5-108 MHz) en simulcastuitzendingen voor FM-omroepen haalbaar, doch niet onmiddellijk voor de hand liggend.

DRM vereist zoals eerder beschreven een minimale capaciteit van 20 à 25kbit/s voor een quasi-mono FM geluidskwaliteit. Een geluidskwaliteit die stereo-FM benadert wordt maar gehaald bij minstens het dubbele van deze bitrates en liefst hoger (bijvoorbeeld 72kbit/s). 72kbit/s vereist een bandbreedte van 20kHz. Wetende dat een Europees FM-signaal een maximale bandbreedte van 150kHz heeft (een zwaai van maximaal 75kHz) en gecoördineerd wordt met om de 100kHz andere radio-omroepen, leidt ons snel tot de conclusie dat er weinig tot geen ruimte is om kwalitatief hoogstaande simulcastuitzendingen aan te bieden voor FM-radio-omroepen (Bonne, 2004, 16 januari, persoonlijk bericht).

Wel is het zo dat DRM op VHF frequenties, zoals FM-omroep, een toekomstige oplossing zou kunnen bieden voor lokale radio-omroepen die, in een minder volle FM-band (de landelijke en regionale omroepen zijn immers verhuisd naar een DAB ensemble) hun uitzendingen zouden kunnen blijven verzorgen via de bestaande infrastructuur, mits enkele kleine aanpassingen zoals de aanschaf van een DRM-modulator (OLON, 2002).

Ondertussen werd recentelijk in samenspraak tussen het DRM Consortium en het WorldDAB Forum besloten om de DRM-standaard uit te breiden tot 120MHz. Dit zou betekenen dat er op die manier mogelijkheden bestaan om naar de toekomst toe bijvoorbeeld lokale radio's digitaal te laten uitzenden in DRM (Dorta & Evans, 2005). Officieel zou de ontwikkeling en standaardisatie van deze aanvullende techniek voor digitale radio pas tegen 2008-2010 afgerond zijn. Kwade tongen beweren dat dit bewust op de lange baan geschoven wordt om zo te vermijden dat e-DRM of FMDi omwille van markteconomische redenen concurrentie voor DAB zou worden (Vader, 2005). Zoals reeds beschreven hierboven is de implementatie van extra digitale kanalen op de overvolle FM-band zoals we die vandaag kennen minder voor de hand liggend dan het technisch lijkt.

2.5 DRM in de praktijk, vandaag en morgen

De huidige DRM uitzendingen kunnen beschouwd worden als in een testfase. Er worden weliswaar reeds door meer dan 70 omroepen DRM uitzendingen⁴⁵ verzorgd maar het probleem situeert zich vooral op het gebied van consumentenontvangers. Momenteel is het nog steeds wachten op een betaalbare DRM-ontvanger die het grote publiek kan aanspreken. Voor een geïntegreerd toestel zoals de Mayah 2010 betaalt men nog steeds 700 euro (LVB, 2005). De meeste DRM-luisteraars knutselen dan ook vaak zelf een kit in elkaar, evnetueel met behulp van een zelfbouwkit die bijvoorbeeld Broadcast-Partners uit Terneuzen aanbiedt. Deze elektronische schakelingen werken enkel via bijgeleverde of gratis te downloaden computersoftware⁴⁶. Deze vroege DRM-luisteraars doen dit eerder uit interesse voor deze nieuwe techniek dan voor de te beluisteren DRM-omroepen. Het gaat dan ook vaak om DX'ers⁴⁷ die er hun hobby van maken om zoveel mogelijk radio-omroepen te ontvangen. Naast de zelfbouwkits worden enkele goedkopere (USB-)ontvangers aangeboden die ook ontvangst via een computer mogelijk maken. Het moge duidelijk zijn dat DRM in deze fase absoluut enkel de *very-early-adopters* (of *innovators*) bereikt heeft.

Naar de nabije toekomst toe wordt hier echter snel verandering in verwacht. De RTL groep, één van Europa's grootste mediagroepen met 31 televisie- en 33 radio-omroepen onder haar controle, in 10 Europese landen (www.rtlgroup.com), kondigde reeds in het voorjaar van 2004 aan om bestaande en nieuw op te richten AM zenders te gaan gebruiken voor uitzendingen in DRM, gericht op een groot (massa-)publiek over gans Europa. Ondertussen werden reeds commerciële DRM uitzendingen opgestart met Franstalige programma's en 50kW vermogen op 5995kHz, gericht op Frankrijk en Wallonië. Op 6095kHz is men "on-air" met 50kW vermogen gericht op Duitsland en met Duitstalige programma's. De heropstart van Engelstalige programma's (tussen 1933 en eind 1991 zond men deze uit via de legendarische 208AM: "Radio Luxemburg") zijn gepland via de korte golf frequentie 7000kHz. Tot slot behoren ook Nederlandstalige programma's, gericht op

⁴⁵ Een volledige en wekelijks upgedate lijst kan geraadpleegd worden op de website van het DRM Consortium: [http:// www.drm.org/livebroadcast/livebroadcast.php](http://www.drm.org/livebroadcast/livebroadcast.php)

⁴⁶ Dit is mogelijk via een aangepaste gewone AM-ontvanger en gratis verspreide software (<http://drm.sourceforge.net>).

⁴⁷ DX staat voor "distance" en staat voor een hobby waarbij men probeert radio-omroepen over een verre afstand te ontvangen.

Vlaanderen en Nederland tot de toekomstplannen en dit op 1440kHz⁴⁸ met overdag maar liefst 240kW vermogen. Daarnaast werden nog enkele andere frequenties aangevraagd bij bevoegde overheden. Ook uitzendingen gericht op het voormalige Oostblok behoren tot de mogelijkheden (MH, 2005).

De officiële startdatum voor het commerciële DRM-project van RTL is voorzien voor de IFA⁴⁹-2005. Tegelijkertijd heeft RTL enkele allianties gesloten met producenten van DRM-ontvangers, waaronder Texas Instruments, dat de chipsets levert, om de productie van DRM-ontvangers te stimuleren. De eerste consumenten ontvangers werden aangekondigd tegen het tweede kwartaal van dit jaar, uiteindelijk zullen ze worden voorgesteld op de IFA-2005 tussen 2 en 7 september te Berlijn. De bedoeling is dat op z'n minst één van deze ontvangsttoestellen zowel DRM, DAB, FM en AM omroepen kunnen ontvangen en dit voor een prijs die voor de meeste consumenten betaalbaar is (<€150). Na de (met veel "poeha") aangekondigde lancering van DRM voor het grote publiek op de IFA-2005, en met de daaropvolgende uitgebreide reclamecampagnes via alle mediakanalen waarover RTL beschikt zijn de verwachtingen hoog gespannen met betrekking tot enige doorbraak van deze vorm van digitale radio, vanaf het najaar van 2005 (RTL-Group, 2005).

Naast deze grootse plannen van de RTL-groep zijn ook enkele kleinere, Belgische, projecten vermeldenswaardig. Het bedrijf TDP, van korte golf specialist Ludo Maes, verhandelt sinds 1997 korte golf zenders en het bedrijf treedt sinds 1999 op als tussenpersoon bij de verkoop en verhuur van korte golf zendtijd. Daarnaast begon men een eigen radio-omroep, TDP-radio, die volgens eigen zeggen als eerste omroep regelmatige DRM uitzendingen verzorgde sinds 29 november 2003 (radiovisie.be, 2003).

Via datzelfde bedrijf, TDP, huurt ex-Maeva⁵⁰-medewerker Eric Hofman wekelijks twee uur zendtijd waarop men sinds begin april 2005 de uitzendingen verzorgt in DRM (daarvoor in analoge AM) (Hofman, 2005).

Tot slot kan als Belgisch initiatief ook nog vermeld worden dat de politieke partij "Vlaams Belang" op 26 mei 2005 aankondigde om een partijzender op te starten,

⁴⁸ Deze frequentie is momenteel reeds "on-air" en in gebruik voor Duitstalige programma's (MH, 2005), het is ook de voormalige frequentie van "radio Luxemburg", 208AM.

⁴⁹ De IFA (Internationale Funkausstellung) is 's werelds grootste jaarlijkse vakbeurs voor consumentenelektronica die plaatsvindt te Berlijn tijdens de eerste week van september (www.ifa-berlin.de).

⁵⁰ Begin jaren '80 een erg druk beluisterde vrije piraat radio-omroep. Tussen 2002 en 2005 was men tijdelijk en erg plaatselijk terug als miniketen onder de naam MaevaFM.

“VB6015”, waarop wekelijks twee uur uitzending in DRM zou verzorgd worden (LVB, 2005).

De VRT toont momenteel nog geen interesse in het DRM project.

3 HD-Radio

HD-Radio is de merknaam van het systeem voor iDAB, IBOC (*in-band-on-channel*) *Digital Audio Broadcasting*⁵¹, dat in de VS ontwikkeld werd en toegepast wordt voor zowel radio-omroep uitzendingen in AM en FM. Net als bij DRM en in tegenstelling tot DAB, werd HD-Radio ontwikkeld vanuit de radiosector⁵² zelf, via het bedrijf iBiquity. iBiquity is ontstaan in 2000 uit de fusie tussen USA Digital Radio en *Lucent Digital Radio*. Beide bedrijven waren al bijna een decennium lang bezig met een eigen onderzoek naar digitale radio. Om een dubbele standaard te vermijden en de reeds opgedane know-how te delen werd iBiquity opgericht. De doelstelling van iBiquity was duidelijk: een systeem ontwikkelen dat digitale radio mogelijk maakt via een geleidelijke evolutie van analoog naar digitaal. Concreet kwam dit erop neer dat resoluut geopteerd werd (in tegenstelling tot het Europese DAB systeem) voor een IBOC optie. *In Band On Channel* betekent dat dezelfde frequenties behouden blijven en dat resterende ruimte binnen het kanaal gebruikt wordt voor de transmissie van het digitale signaal, tegelijkertijd met het analoge signaal. Simulcast was dus van bij het begin de opzet, dit in tegenstelling met DRM waarbij het slechts een optie betreft. Via dit hybride systeem zou het aanvankelijk de bedoeling zijn dat radio-omroepen in een eerste fase zowel analoog en digitaal uitzenden. Indien het adoptieproces bij de consument voltooit is, kunnen de analoge uitzendingen stopgezet worden en de vrijgekomen bandbreedte gebruikt worden voor nieuwe radio-omroepen (iBiquity Digital Corporation, 2005-a).

3.1 Inleiding

Analoog als in het hoofdstuk over DRM wordt de HD-Radio technologie in paragraaf 3.2 besproken. Hierbij gaat aandacht naar het tweeledig systeem van HD-Radio waarbij HD-Radio in het ene geval gebruikt wordt voor digitale radio-

⁵¹ DAB heeft hier niks met Eureka 147 te maken. Zoals reeds aangehaald in de inleiding van het Europese DAB project, Eureka 147, is DAB geen exclusieve term voor dat technische project. DAB is wel de commerciële merknaam van Eureka 147 maar wordt daarnaast ook gebruikt als algemene noemen voor digitale radio-omroep.

⁵² iBiquity is net zoals DRM eigenlijk een consortium van diverse bedrijven en sectoren, zoals de media: ABC, Beasley, Bonneville, Citadel, Clear Channel, Cox Radio, Cumulus, Emmis, Entercom, Gannett, Hispanic Broadcasting, Radio One, Regent, Saga, Susquehanna en Viacom; de fabrikanten: Ford Motor Company, Harris Corporation, Texas Instruments en Visteon Corporation; en financieringsgroepen: Grotech Capital Group, J.P. Morgan Partners, New Venture Partners, en Pequot Capital (iBiquity Digital Corporation, 2005-a).

uitzendingen via AM (Amplitude Modulatie) en er anderzijds ook een HD-Radio systeem bestaat voor digitale IBOC-radio via FM (Frequentie Modulatie). De Audiocodecs bij HD-Radio komen aan bod in paragraaf 3.2.3 en de dataservices worden besproken in 3.2.4. Tot slot wordt ook hier uitvoerig ingegaan op de toepassing van deze technologie in de praktijk in deel 3.3.

3.2 Technologie

3.2.1 HD-Radio via Amplitude Modulatie (AM)

AM omroepen hebben in de VS (UTI regio 2) een bandbreedte van 5kHz, wat resulteert in een 10kHz breed transmissiekanaal omdat met dubbele zijbanden wordt uitgezonden. Waar HD-Radio bedoeld is als IBOC-systeem kan men bij AM uitzendingen beter spreken over IBAC (In-Band-Adjacent-Channel). Hiermee wordt bedoeld dat men feitelijk niet binnen het kanaal van 10kHz blijft maar ook aangrenzend frequentiespectrum zal benutten voor het digitale HD-Radio signaal (iets wat in vergelijking met DRM bijvoorbeeld niet het geval is). HD-Radio zal maar liefst 10kHz toevoegen aan elke zijband wat samen een beschikbare bandbreedte vereist van 30kHz (tegenover 10kHz voor een analoog AM signaal) (Johnson, n.d.).

Deze situatie waarbij behoorlijk wat extra bandbreedte vereist is voor het digitale signaal heeft ertoe geleid dat HD-Radio voor AM-omroepen minder populair is dan bij FM radio. Uitzendingen zijn enkel mogelijk indien ook de afstand tussen twee omroepen minimum 10kHz bedraagt en dit is niet steeds het geval (Johnson, n.d.). Een bijkomend probleem van HD-Radio bij AM-omroep is het fenomeen dat het digitale signaal ook hoorbaar ontvangen wordt door analoge ontvangstoestellen. Binnen deze ontvangstoestellen wordt het ontvangen signaal gefilterd tot op 5kHz. Het digitale signaal bevindt zich tussen 5 en 15kHz. Indien de filter bijvoorbeeld niet exact is afgesteld en signalen tot 5,1kHz zou doorlaten, dan levert dit een hoorbaar stoorsignaal op (Johnson, n.d.).

Daarnaast kent men in de VS ook het gebruik van AM Stereo. AM Stereo maakt net als HD-Radio via AM gebruik van extra zijbanden, wat nog meer kans op interferentie oplevert (Johnson, n.d.).

Dit alles samen maakt dat het gebruik van AM HD-Radio voorlopig nog vrij omstreden is waardoor AM omroepen eventueel enkel overdag⁵³ HD-Radio kunnen toepassen op hun uitzendingen (Johnson, n.d.). Testen door Messer (2002) van het NRSC⁵⁴ (Nationa Radio Systems Committee) hebben uitgewezen dat, omwille van het lage vermogen van de digitale zijbanden er amper interferentie optreedt in het eigen analoge signaal. De situatie is minder positief voor naburige kanalen, die wel merkbaar interferentie ondervinden. Indien twee naburige AM omroepen beiden in HD-Radio wensen uit te zenden, dan moeten de draaggolven zich op minstens 30kHz van elkaar verwijderen wat concreet betekent dat niet één maar drie kanalen opgeschoven wordt. Ook in dergelijke concrete situatie is interferentie niet uitgesloten. De *guard* tussen de twee uiterste *carriers* van beide zijbanden bedraagt slechts 500Hz, wat voor problemen kan zorgen. Dit wordt grafisch weergegeven in figuur 14.

Technisch gezien worden er bij het analoge signaal (wat de primaire zijbanden vormt) een secundaire en een tertiaire zijband toegevoegd. De secundaire zijband bevat de COFDM carrier 28 tot 52, de tertiaire carrier 57 tot 81. In exacte cijfers bevindt de secundaire zijband zich tussen + en – 5087,2 to 9447,7 Hz tegenover de draaggolf en de tertiaire zijband bevindt zich tussen +/- 10356,1 to 14716,6 kHz van de carrier (Johnson, n.d.).

Bij het ontwerpen van het AM-HD-Radio systeem werd onmiddellijk rekening gehouden met het tijdelijk karakter van de simulcast of hybride uitzendingen. Indien overgeschakeld wordt op een volledig digitale uitzending, dan verdwijnt de primaire zijband (Johnson, n.d.), de secundaire en tertiaire blijven wel behouden maar de tertiaire krijgt dan de functie van primaire zijband. Zoals figuur 13 weergeeft bevindt het tertiaire gedeelte zich op de plaats van de analoge component.

⁵³ Omwille van de propagatie-eigenschappen van uitzendingen in het middengolf spectrum (weerkaatsing in de stratosfeer) reiken uitzendingen na zonsondergang (veel) verder waardoor er meer kans ontstaat op interferentie. Dit is ook de reden waarom bepaalde AM-omroepen na zonsondergang slechts met een verlaagd vermogen kunnen uitzenden.

⁵⁴ Het NRSC is een Amerikaanse organisatie bestaande uit zowel de Omroepen als de consumentenelektronica fabrikanten. Men verricht onderzoek naar nieuwe technologieën en standaarden met betrekking tot radio-omroep (www.nrscstandards.org)

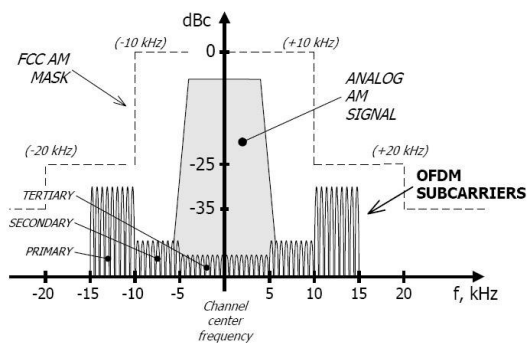


Fig. 13 Spectraal beeld van HF Radio voor AM omroep (Messer, 2002).

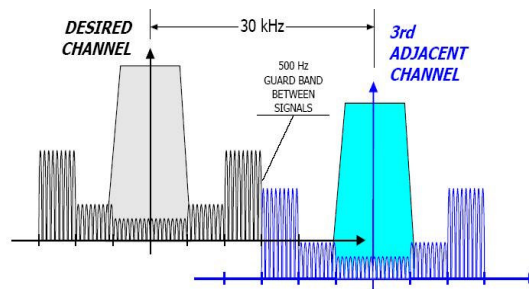


Fig. 14 Spectraal beeld van HF Radio voor AM omroep met twee kanalen waarvan het tweede zich op het derde aangrenzende kanaal bevindt (Messer, 2002).

AM-HD-Radio voorziet in 4 modes, MA1 en MA2 worden gebruikt bij hybride uitzendingen, MA3 en MA4 bij *digital-only*. Het verschil tussen mode MA1, MA3 en MA2, MA4 situeert zich vooral op de robuustheid die bij die tweede categorie verminderd wordt ten voordele van een extra kanaal. MA1 heeft twee kanalen, één van 20,2kbit/s en één van 16,2kbit/s. Bij MA2 wordt de robuustheid verlaagd zodat er een tweede 20,2kbit/s kanaal bijkomt. MA3 heeft 2 kanalen van 20,2kHz en MA4 3 (Johnson, n.d.). Het is niet zo dat bijvoorbeeld in mode MA1 de 20,2 en 16,2 kbit/s beschikbare capaciteit gebruikt worden voor verschillende kanalen. In de praktijk is het zo dat de 20,2 kbit/s gebruikt wordt voor de “basis” van het audisignaal, de *core audio*, bijvoorbeeld het mono signaal. De overige 16,2kbit/s wordt dan gebruikt voor extra bits die bijvoorbeeld de info van het stereosignaal bevatten, ook *enhanced audio* genaamd (Messer, 2002).

Tot slot kan nog vermeld worden dat dataservices voor HD-Radio AM omroep beschikbaar zijn met een capaciteit van minimaal 0,4kbit/s. Uiteraard is het mogelijk om meer capaciteit in te zetten (Messer, 2002).

3.2.2 HD-Radio via Frequentie Modulatie (FM)

In tegenstelling tot de nogal chaotische verdeling van FM frequenties in Europa gebeurde dit in de VS erg ordentelijk. Het spectrum tussen 88 en 108MHz werd opgedeeld in kanaal 201 tot 300 waarbij kanaal 201 overeenkomt met de frequentie 88,1MHz en 300 met 107,9MHz. Daartussen wordt telkens in stappen van 200kHz naar een volgend kanaal gesprongen (88,3MHz = 202, 88,5MHz = 203, enz.) (iBiquity Digital Corporation, 2001).

Waar in Europa elke FM omroep een toegelaten zwaai van 150kHz (2 zijbanden van elk maximaal 75kHz) toegewezen krijgt is dit in VS minder (120kHz

bandbreedte), nochtans beschikt elk radiostations over een kanaal van 200kHz (cfr. supra). Bij FM-HD-Radio bevinden de digitale zijbanden zich tussen de 120 en 200 kHz van de carrier (iBiquity Digital Corporation, 2001). Omwille van deze reden zullen bepaalde regels in acht genomen moeten worden zodat HD-Radio-omroepen niet gaan interfereren met andere analoge, of hybride FM-omroepen. Het gebruik van dergelijke ruime zijbanden maakt het quasi onmogelijk om HD-Radio in Europa toe te passen omwille van de chaotische toestand op de FM band. Ook in de VS kan het niet worden uitgesloten dat FM omroepen, omwille van de extra digitale zijbanden, met elkaar gaan interfereren. Bij testen met het HF Radio systeem voor FM omroep door Messer (2001) van het NRSC blijkt dat analoge FM-omroepen op naburige kanalen interferentie kunnen ondervinden van een HF Radio-omroep en dit tot op het tweede naburige kanaal (afstand + of – 600kHz tegenover de draaggolf van de HD-Radio omroep). De interferentie zou echter slechts optreden bij bepaalde types ontvangstoestellen. Indien twee naburige kanalen digitaal wensen uit te zenden is dit praktisch onmogelijk vanwege de interferentie. Bij een kanaalafstand van minimaal 400kHz (één ongebruikt tussenkanaal) worden twee HD-Radio-omroepen mogelijk al kunnen problemen optreden vanwege een minimale *guard* van slechts 4kHz.

Zoals al vermeld bij het AM gedeelte van HD-Radio gebruikt ook FM-HD-Radio COFDM. FM HD-Radio werkt met maximaal 1093 carriers, bij een *guard interval* van ongeveer 150 microseconden. Dit maakt het mogelijk om ook zenders binnen een SNF te gaan gebruiken waarbij de onderlinge zenderafstand niet meer dan 14 mijl (omgerekend ongeveer 23km) mag bedragen, wat eerder gering⁵⁵ is. In hybride mode worden enkel de zijbanden in COFDM uitgezonden. Elk van deze zijbanden is verder opgesplitst in tien frequentiepartities met op elke frequentiepartitie achttien COFDM carriers plus, bij vijf van de twintig frequentiepartities, nog een negentiende referentiecarrier voor synchronisatiedoeleinden. Samen levert dit een capaciteit op van 96kbit/s (iBiquity Digital Corporation, 2001).

Naar de toekomst toe werd voorzien dat de analoge componenten van een uitzending zou wegvallen. Het spectrum dat daarbij vrijkomt kan gebruikt worden voor extra digitale omroepkanalen in HD-Radio. In dit opzicht werd reeds voorzien

⁵⁵ iBiquity maakt in haar eigen publicaties eigenlijk nooit melding van het gebruik van SFN. Vermoedelijk is dergelijk efficiënt frequentiegebruik geen prioriteit aangezien men gebruik blijft maken van reeds gecoördineerde frequenties, die overigens weinig met elkaar interfereren vanwege de goede organisatie ervan.

in verschillende modes waarbij volgens drie fases gewerkt wordt. Tijdens fase 1 (*hybride configuratie*) blijft het analoge signaal identiek als de digitale toevoeging. Tijdens fase 2 (*extended hybride configuratie*) wordt de analoge component beperkt (uitzendingen met een lagere bandbreedte en audiokwaliteit, bijvoorbeeld geen stereo meer), hierbij zijn verschillende modes mogelijk waarbij reeds meerdere audio en/of data services uitgezonden worden. In een derde fase (*volledig digitale configuratie*) wordt de analoge component volledig uitgeschakeld en benut men het volledige kanaal voor digitale uitzendingen. Op deze manier werden zeven primaire modes (MP1 tem MP7) en vier secundaire (MS1 tem MS4) voorzien. Van de primaire modes wordt MP1 gebruikt bij gewone hybride configuratie, MP2 tot MP7 extended hybride configuratie en MP5 tot MP7 bij volledig digitale configuratie. De secundaire modes kunnen enkel geselecteerd worden vanaf het moment dat overgeschakeld wordt op *extended hybride configuratie*. De capaciteit en het aantal kanalen binnen de verschillende modes is ondermeer afhankelijk van de gekozen opstelling en de robuustheid van het signaal. In MP1 kan 98,4kbit/s gebruikt worden voor de audio-service. MP2 levert een tweede kanaal op (naast dat van 98,4kbit/s) van 12,4kbit/s. In MP3 en MP4 heeft het tweede kanaal een capaciteit van respectievelijk 24,8 en 49,6kbit/s. Uiteindelijk komen daar nog enkele kanalen bij (met bitrates variërend tussen 5,5 en 98,4kbit/s) bij in volledig digitale configuratie. Het aantal kanalen die een digitale service kunnen bevatten blijft beperkt tot maximaal zeven (Peyla, n.d.).

Op figuur 15 wordt visueel voorgesteld hoe het theoretisch spectrum rond een HD-Radio er uitziet volgens de volledig digitale configuratie. De twee zijbanden, die duidelijk zichtbaar zijn, zijn de primaire digitale HD-Radio componenten. Deze zijbanden zijn ook aanwezig bij HD-Radio in hybride configuratie. Het gedeelte tussen de twee zijbanden bevat tijdens hybride configuratie de gewone, variabele (afhankelijk van het moduleren van de frequentie) analoge FM component. In volledig digitale mode bevinden zich hier de carriers van het secundaire HD-Radio COFDM signaal.

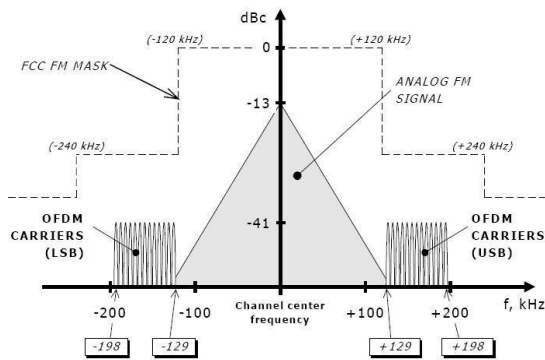


Fig. 15: Spectraal beeld van een FM HD-Radio signaal (Messer, 2001).

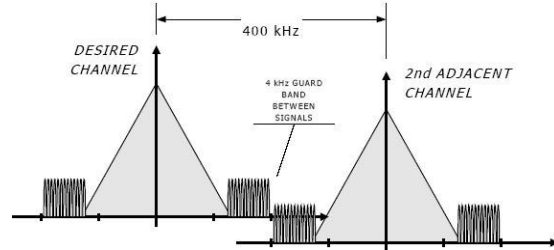


Fig. 16: Spectraal beeld van HF Radio voor FM omroep met twee kanalen waarvan het tweede zich op het derde aangrenzende kanaal bevindt (Messer, 2001).

Het HD-Radio signaal heeft uitlopers op elke zijband tot 600 kHz (terwijl de kanaalbreedte slechts 200 kHz bedraagt. Deze uitlopers zijn weliswaar wel beperkt in sterkte (vanaf $\pm 207,5$ kHz < -50 dB en vanaf ± 600 kHz < 80 dB), toch zullen ze een zekere mate van interferentie veroorzaken met radio-omroepen op naburige frequenties. Deze situatie wordt zelfs nog erger indien in hybride configuratie uitgezonden wordt. Dan is de verzwakking slechts -20 dB tussen ± 200 - 205 kHz en -60 dB indien men zich meer dan 270 kHz van de draaggolf bevindt (iBiquity Digital Corporation, 2001). In vergelijking met gewone analoge FM-omroep bedraagt de door het FCC toegestane verzwakking op zijbanden tussen 240 en 600 kHz verwijderd van de carrier -35 dB en indien meer dan ± 600 kHz -80 dB (Peyla, n.d.). In dit opzicht voldoet HD-Radio wel aan de vereisten, toch is elke bijkomende vorm van interferentie een extra belasting voor de reeds bestaande omroepen. Dit zal hoe dan ook altijd leiden tot een nadeel voor IBOC systemen voor digitale radio en dit is ook de reden waar ze in Europa onbruikbaar zijn voor FM-omroep.

3.2.3 De Audiocodex bij HD-Radio: PAC en HDC

3.2.3.1 PAC (*Perceptual Audio Coding*)

PAC was de oorspronkelijke audiocodec die gebruikt werd bij HD-Radio. PAC is gebaseerd op de MPEG 4 AAC codec. Ondertussen is men omwille van verscheidene redenen⁵⁶ overgeschakeld op HDC. Volledigheidshalve wordt PAC vermeld maar niet grondig behandeld. PAC komt wel nog aan bod bij de bespreking van Sirius (hoofdstuk 3 paragraaf 2.3.3).

⁵⁶ Eén van die redenen is ongetwijfeld het feit dat iBiquity op de HDC codec ook eigendomsrechten bezit waardoor men er royalty's op kan verdienen, wat bij de MPEG4 codec niet het geval was.

3.2.3.2 HDC (*High Definition Codec*)

De HDC codec werd pas in 2003 voorgesteld en is het product van een samenwerking tussen iBiquity en Coding Technologies, een bedrijf dat zich gespecialiseerd heeft in de ontwikkeling van audiocodecs⁵⁷.

De kwaliteiten van de HDC codec zijn vergelijkbaar aan die van aacPlus, of de AAC codec die gebruikt wordt bij DRM. Quasi mono-FM kwaliteit is haalbaar bij een capaciteit van slechts 20kbit/s, indien men een extra datakanaal toevoegt van 16kbit/s, zoals het geval is bij AM HD-Radio, dan wordt het mogelijk om de kwaliteit van FM Stereo geluid te benaderen. Bij FM HD-Radio, bij een capaciteit van 96kbit/s, is de geluidskwaliteit vergelijkbaar met CD geluid. HDC biedt ook de mogelijkheid tot uitzendingen in *5.1 parametric surround*⁵⁸ geluid (cfr. *parametric stereo* bij DRM). Hierbij zou de 96kbit/s opgesplitst worden tot 80kbit/s voor het core signaal en 16kbit/s voor de surround informatie. Indien meer capaciteit beschikbaar wordt, kan dit opgevoerd worden tot 24kbit/s wat uiteraard een betere kanaalscheiding zou opleveren (Columbia & Warren, 2003).

3.2.4 Dataservices op HD-Radio

De datadiensten via HD-Radio zijn in grote mate te vergelijken met de datadiensten die reeds besproken werden bij Eureka 147/DAB. In de eerste plaats zullen ze tekstinformatie leveren, met betrekking tot de song en artiest, die via de radio uitgezonden wordt. Daarnaast zijn ook mogelijkheden tot het aanbieden van auditieve of tekstuele noties van nieuwsberichten, verkeersinformatie, weersvoorzichten, enz. Een belangrijke bijkomende datadienst die men voorziet voor de toekomst is de mogelijkheid die de luisteraar zou hebben om het programma dat men aan het beluisteren is te pauseren om later verder te beluisteren. Doorspoelen en terugspoelen zou ook tot de mogelijkheden behoren. iBiquity heeft daarnaast ook een eigen systeem ontwikkeld om multimedia pagina's, HD BML, HD Broadcast Multimedia Language (analoog met BWS bij DAB), uit te zenden als dataservice. (iBiquity Digital Corporation (2005-a).

⁵⁷ Zo is men verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de SBR techniek zoals bij DRM besproken werd. Deze techniek wordt ook toegepast op MP3 wat *mp3PRO* oplevert en bij AAC *aacPlus* en een aanzienlijke verhoging van de compressie toelaat (Columbia & Warren, 2003).

⁵⁸ De 5.1 benaming staat voor een systeem met 6 luidsprekers waarvan 1 baskast. De vijf overige luidsprekers staan als volgt opgesteld: links-voor, midden-voor, rechts-voor, links-achter en rechts-achter. Naast het meest toegepaste 5.1 systeem bestaat er ook een 7.1 surround systeem.

3.3 HD-Radio in de praktijk, vandaag en morgen

Op 8 juni 2005 zijn er van de ongeveer 2500 US-radio-omroepen reeds 768 die een vergunning verkregen hadden van iBiquity om in HD-Radio uit te zenden. Ongeveer de helft hiervan (363) is effectief *on-air* met de digitale uitzendingen. 71 hybride (simulcast: digitaal + analoog) omroepen zenden uit via AM en 292 via FM. Van de omroepen die wel een HD-Radio licentie hebben maar nog niet effectief uitzenden in simulcast-mode, zijn er 80 AM omroepen en 323 FM omroepen (iBiquity Digital Corporation, 2005-b).

De extra kostprijs (dus bijkomstig bij de reeds bestaande kost voor het maken van de radioprogramma's en de analoge uitzendingen) van HD-Radio is vooral afhankelijk de licence-fee die betaald moet worden aan iBiquity van belang. Deze royalty's, zoals iBiquity deze zelf omschrijft in de *Station Licence Agreement*, bedragen voor 2005 \$5000 en lopen *exponentieel* op tot \$25.000 per jaar na 2008. Voor extra, enkel, digitale audio-kanalen wordt na 2005 een extra kost aangerekend van +3% per bijkomende radiodienst en een minimale extra bijdrage van \$1000 per jaar. Ook voor het aanbieden van datadiensten wordt 3% per jaar extra betaald aan iBiquity (iBiquity Digital Corporation, 2005-c). Bijkomend dient in de VS ook rekening gehouden te worden met de *Digital Performance Right in Sound Recordings Act* uit 1995 (vergelijkbaar met de *billijke vergoeding* in België), waardoor extra royalty's dienen betaald te worden aan de artiesten van gedraaide muzieknnummers voor uitzending via digitale kanalen⁵⁹ (CDE, n.d.).

Tot slot kan nog vermeld worden dat consumentenelektronica met betrekking tot de ontvangst van HD-Radio voorlopig nog betrekkelijk duur en beperkt is. Volgens Wikipedia (2005) zijn ontvangsttoestellen verkrijgbaar vanaf \$300. Via allianties tussen iBiquity en de ontvangerfabrikanten hoopt men om vanaf 2006 door te breken bij de consument.

Het relatieve succes van HD-Radio bij de omroepen moet vooral gezocht worden in de concurrentie die men ervaart van de digitale satellietomroepen Sirius en XM. Deze twee digitale satelliet-radio providers hebben samen reeds enkele miljoenen luisteraars kunnen overtuigen, en dit ondanks het maandelijks abonnement dat de luisteraar moet betalen (Sirius en XM worden besproken in paragraaf 2.3 van hoofdstuk 3). De bestaande terrestriële radio-omroepen hopen via een eventueel

⁵⁹ Concreet komt dit erop neer dat analoge omroepen auteursrechtenbijdragen betalen aan de ASCAP, SESAC en BMI die de auteurs van muziekwerken vertegenwoordigen. Digitale omroepen betalen een extra bijdragen aan de RIAA. (CDE, n.d).

uitgebreid digitaal aanbod de concurrentie met deze nieuwe spelers op de radio-
markt aan te gaan.

4 DVB (*Digital Video Broadcasting*)

DVB is een techniek die werd ontworpen voor digitale televisie. Het DVB project is in het begin van de jaren '90 ontstaan vanuit de concrete nood binnen de Europese omroepsector. Zowel omroepen, elektronicabedrijven als regelgevende instanties waren op zoek naar en oplossing voor de vraag naar een performant systeem voor digitale transmissie van televisiesignalen. Dit zou voordelen opleveren inzake efficiënter gebruik van de (dure, want via satelliet) beschikbare capaciteit. Dit was noodzakelijk omdat het aanbod aan zenders enorm gestegen was en nog steeds steeg. Uiteindelijk werd in 1993 de aanzet gegeven tot de ontwikkeling van DVB. Sinds 1997 wordt het DVB systeem gebruikt voor digitale televisie-uitzendingen via quasi elk transmissiekanaal⁶⁰ waarvan DVB-T (aards), DVB-C (kabel) en DVB-S (satelliet) veruit de belangrijkste zijn (DVB, 2003)

Ondanks dat DVB een systeem is dat ontwikkeld werd voor uitzending van digitale audiovisuele kanalen neemt dit niet weg het ook bruikbaar is voor radio-omroep. Zo worden op het DVB-T netwerk van de VRT ook alle radio-omroepen uitgezonden, inclusief diegene die enkel digitaal (via DAB) kunnen ontvangen worden. De vraag die kan gesteld worden is: waarom twee systemen (DAB en DVB) als DVB ook gebruikt wordt voor radio? In theorie is het uiteraard zo dat DVB de plaats van DAB zou kunnen innemen, in praktijk is dit echter niet zo eenvoudig. Zo zijn er, net als bij DAB, verschillende modes waarin DVB opereert. Omdat DVB ontwikkeld werd als digitale transmissietechniek voor video, werd minder rekening gehouden met de robuustheid bij mobiele ontvangst, zowel mobiel bij hoge snelheden als mobiel via een draagbaar *walkman*-achtig apparaat zonder externe antenne. DAB, dat bedoeld is ter vervanging van analoge radio, is bij mobiele ontvangst robuuster vanwege de gebruikte techniek. Precies op dit punt van mobiele ontvangst heeft DVB minder mogelijkheden. Het is welliswaar mogelijk om DVB in haar huidige, gestandaardiseerde vorm, via de dynamisch in te stellen parameters, aan te passen zodat ook mobiele ontvangst optimaal wordt maar dit gaat ten koste van zodanig veel capaciteit (vooral door toevoeging van foutcorrectiebits) dat het systeem niet langer efficiënt is. Een bijkomende factor die meespeelt is dat DVB technisch veel complexer is dan DAB en dus meer rekenkracht en energie vergt van de chipset. Ook hier zou dit bij draagbare ontvangst problemen kunnen

⁶⁰ DVB-T (aards), DVB-C (kabel), DVB-S (satelliet), DVB-IP (IP-Infrastructuur, waaronder DVB-DSL over xDSL netwerken = DVB-DSL), DVB-H (handhelds en gsm), DVB-MHP (Multimedia Home Platform), DVB-MS en -MC (Wireless local loop), enz. (DVB, 2003)

opleveren vanwege de korte levensduur van de gebruikte batterijen. DVB zal dus niet snel beschouwd worden als een concurrent voor DAB, de relatie is eerder vergelijkbaar met die tussen etheromroep en kabelomroep. Toch werd DVB-H ontwikkeld, dat eventueel een bedreiging voor DAB zou kunnen vormen. In de tegenovergestelde richting, waar DAB gebruikt wordt voor digitale televisie-omroep, bestaat deze evolutie ook. Dit zal besproken worden bij DMB (Digital Multimedia Broadcast) (Bonne, 2003).

4.1 Inleiding

Omwille van het feit dat DVB in feite een digitale omroepmethode betreft voor televisie wordt het hier niet in detail besproken. Toch is het in het kader van de volledigheid nodig nota te nemen van het feit dat DVB wel degelijk gebruikt wordt voor digitale radio-omroep, ondanks dat dit is niet de hoofddoelstelling van deze techniek is.

De DVB-technologie zoals behandeld in paragraaf 4.2 beperkt zich tot een bondige bespreking van de gebruikte audiocodec en uitzendtechniek. Paragraaf 4.3 bekijkt de implementatie van DVB in de praktijk en maakt kort de vergelijking met enkele andere gelijkaardige technologieën voor digitale televisie. Tenslotte wordt in paragraaf 4.4 de link gelegd met DVB-H (DVB-Handheld, of DVB voor mobiele ontvangst). DVB-H is in een techniek die afgeleid werd van DVB en die een oplossing biedt voor bepaalde zaken waar DVB tekort schiet, zoals mobiele ontvangst.

4.2 Technologie

Ondanks dat DVB niet in detail besproken wordt kan vermeld worden dat DVB net als DAB gebruik maakt van de MPEG-1/2 Layer II audiocodec en COFDM modulatie (DVB, 2003).

Het *guard interval* bij DVB-T bedraagt $28\mu\text{s}$ of behoorlijk minder dan bij DAB ($246\mu\text{s}$ in DAB mode I, wat het best geschikt is T-DAB SFN). Dit kleinere guard interval zal problemen opleveren bij mobiele ontvangst en het maakt grotere SFN minder haalbaar. SFN wordt wel toegepast, bijvoorbeeld in Vlaanderen door de VRT, maar mobiele ontvangst is onmogelijk bij hogere snelheden ($>80\text{km/u}$) omwille van *Doppler shift* en *multipath* fenomenen. Technisch gezien is het mogelijk om de nadelen van DVB-T wat betreft mobiele digitale radio te neutraliseren. Er werden

reeds testen uitgevoerd waarbij via meerdere antennes het DVB signaal ontvangen wordt om op die manier *multipath* en *Doppler shift* effecten te verminderen waardoor mobiele ontvangst wel mogelijk zou worden, zonder dat dit invloed uitoefent op de robuustheid (Laven, 2004). Dit is echter nog toekomstmuziek aangezien het nog om losse experimenten gaat.

4.3 DVB in de praktijk

DVB-T is momenteel de meest gebruikte standaard in de wereld voor digitale televisie via aardse netwerken. Figuur 17 geeft de verspreiding van DVB weer. Naast DVB zijn twee andere standaarden in gebruik voor digitale televisie. Omwille van de volledigheid worden die ook kort vermeld. In de VS, Canada, Mexico, Argentinië, Brazilië en Zuid-Korea maakt men gebruik van ATSC (*Advanced Television Systems Committee*), in navolging van het analoge NTSC systeem. In tegenstelling tot de meeste andere technieken voor digitale omroep maakt ATSC geen gebruik van COFDM modulatie, wel van 8-VSB (*8-level Vestigial SideBand*) (ATSC, 2005). Ook in Japan is een ander systeem voor digitale televisie in werking, namelijk ISDB (*Integrated Services Digital Broadcasting*). Het japane systeem biedt in feite meer mogelijkheden dan het Europese of het Amerikaanse. ISDB wordt bijvoorbeeld ook gebruikt als alternatief voor UMTS (breedband dataverkeer via mobiele telefoon). Waar DVB-T minder (tot 80km/u) en ATSC al helemaal niet geschikt zijn voor mobiele ontvangst is ISDB wel ontwikkeld zodat mobiele ontvangst mogelijk is, tot 100km/u bij ontvangst van televisiebeelden en tot 400km/u bij dataverkeer via mobiele telefoon (NHK, 1999).

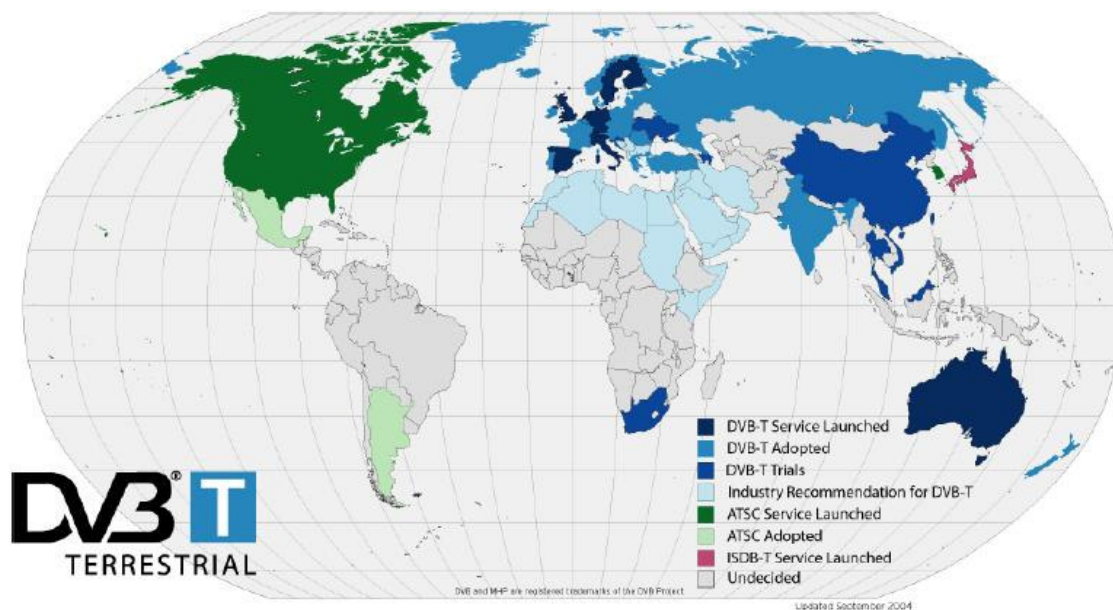


Fig. 17: Digitale televisie (eventueel met radiokanalen). Zowel DVB-T, ATSC als ISDB-T worden weergegeven (DVB, 2003).

Het moge duidelijk zijn dat de adoptie van DVB-T (en digitale televisie in het algemeen) in grote mate afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van alternatieven. DVB-T biedt echter wel een goedkoper alternatief voor omroepen die hun signaal *free to air* aanbieden via analoge aardse zenders, zoals de VRT in Vlaanderen. In dit opzicht zijn in Duitsland gevallen bekend waarbij de analoge uitzendingen reeds gestaakt werden waarbij kijkers een gratis settopbox kregen die kon betaald worden met de uitgespaarde energie kosten. In vergelijking is het energieverbruik van een analoge televisiezender ongeveer 1 Megawatt. Bij DVB-T uitzendingen is dit slechts 10kW, waarbij nog eens meerdere zenders tegelijk uitgezonden kunnen worden.

DVB-T wordt in Vlaanderen gebruikt door de VRT, hierbij worden alle tv en radio-omroepen digitaal uitgezonden. De DVB-T uitzendingen van de VRT zijn vrij te ontvangen voor iedereen met een DVB-T ontvanger. In het buitenland wordt het DVB-T signaal vaak gecodeerd waardoor enkel betalende abonnees alle zenders kunnen ontvangen, eventueel naast een aantal *free to air* kanalen.

Ondertussen werden ook met DVB-C en DVB-IPI (DVB-IP Infrastructure, wat DVB via internet betreft) of DVB-DSL (DVB-Dynamic Subscriber Line, zoals DVB via ADSL en VDSL) reeds testen gedaan in Vlaanderen. Beiden zouden in de loop van 2005 commercieel gelanceerd worden door Belgacom (DVB-DSL/IPI) en de kabelmaatschappijen (DVB-C). Bij het proefproject rond iDTV (interactieve Digitale Televisie) werd eveneens rekening gehouden met interactieve toepassingen die bij

digitale televisie mogelijk worden. Hierbij is naast een kanaal van de omroep naar de ontvanger toe ook een terugkerend kanaal nodig. Dit tweede kanaal loopt via de kabel of DSL verbinding die nu reeds voor internettoepassingen gebruikt kan worden. Het iDTV project van Telenet maakt gebruik van DVB-MHP (*Multimedia Home Platform*) (Digitale TV Website, 2005).

4.4 DVB-H

DVB-H staat voor *DVB-Handheld*, wat zoveel betekent als DVB voor *PDA* of *GSM*–toepassingen. Deze toepassing van DVB is vrij recent (de standaard werd pas in november 2004 door de ETSI goedgekeurd) maar heeft wel toekomstpotentieel. DVB-H bevindt zich momenteel nog in een experimentele fase waarbij binnen beperkte testgroepen DVB-H aangeboden wordt. Zo vindt er momenteel in het UK een test plaats waarbij 500 deelnemers toegang krijgen tot 16 DVB-H audio en video kanalen. Eén van de belangrijkste investeerders in DVB-H is Nokia, dat DVB-H ziet als een systeem dat mobiel live audio en video tot bij de consument kan brengen. Dit in tegenstelling tot het UMTS systeem dat eerder opgeslagen media *on demand* tot bij de consument brengt⁶¹. DVB-H heeft daarnaast nog voordelen tegenover UMTS dat hier verder niet besproken worden. DVB-H zal zich vooral richten op een markt voor mobiele televisie in de wagen. Radio is net als bij DVB slechts een bijproduct. Verwacht wordt dat DVB-H toepassingen zal vinden in digitale televisie van eerder korte kijkduur zoals nieuwsberichten of fragmenten uit sportwedstrijden (Redactie Telecomwereld, 2004).

Technisch gezien werkt DVB-H gelijkaardig als DVB (en DAB, aangezien DVB ongeveer dezelfde principes gebruikt als DAB, maar dan afgestemd op het eigenlijke gebruik, nl. vooral statische ontvangst van relatief grote datastreams, meerbepaald video). DVB-H is vooral aangepast om bij de ontvanger minder energie te gebruiken (cfr. supra met betrekking tot de complexere chipsets van DVB). Dit wordt bewerkstelligd via *time-slicing*. *Time-slicing* is een techniek waarbij de ontvanger tijdelijk meer bits ontvangt dan weergegeven worden naar de kijker/luisteraar toe. Er wordt met andere woorden met een soort buffer gewerkt. Hierdoor kan de ontvanger telkens tijdelijk uitgeschakeld worden, waardoor minder energie verbruikt wordt. Zoals eerder al werd besproken was één van de redenen waarom DVB minder geschikt was voor mobiele ontvangst de gevoeligheid voor

⁶¹ omwille van de eigenschappen van het netwerk. UMTS is geen omroepnetwerk zoals DAB en DVB dat wel zijn. Omdat UMTS voor elke gebruiker een punt tot punt verbinding vereist met tweerichtingsverkeer, beperkt dit de mogelijkheden inzake omroep-toepassingen.

multipath en Doppler shift. Dit wordt opgelost via een doorgedreven foutcorrectiesysteem wat de robuustheid verhoogd, MPE FEC genaamd. Ook de mogelijkheden tot gebruik van SFN werden verbeterd waarbij ook de mobiele ontvangst bij hoge snelheden mogelijk wordt (ETSI, 2005-b)

Ondertussen werd ook gewerkt aan een “H” standaard voor DAB, zij het onder de noemer DMB. Omdat DAB oorspronkelijk een omroepmethode was voor mobiele digitale audio, ook binnen SFN, werd bij DMB vooral een upgrade van DAB op het gebied van videobeelden doorgevoerd (MPEG 4 in de plaats van de MPEG1&2 codec). DMB wordt in het volgende hoofdstuk besproken.

Tot slot kan nog vermeld worden dat er ook reeds gedacht wordt over een synthese tussen het DVB-H en DMB systeem, DXB of *Digital eXtended Broadcast* (Groen, 2004).

5 DMB (Digital Multimedia Broadcasting)

Zoals reeds kort vermeld in het vorige hoofdstuk is DMB een techniek gebaseerd op DAB. DAB werd ontwikkeld voor de mobiele ontvangst van radio-omroep, via SFN. DMB voegt hier videobeelden bij wat het geheel op multimedia-omroep brengt. DMB maakt gebruik van de MPEG4 audio en video codec. Dit maakt het mogelijk om met dezelfde capaciteit van een DAB multiplex (+/-1,2Mbit/s) zowel video- als audiodiensten aan te bieden. Technisch gezien is DMB identiek aan DAB, op de codec na (Bonne, 2003). Dit werd in detail besproken in hoofdstuk 1 van dit deel.

T-DMB wordt sinds enkele jaren gebruikt in stadsbussen en trams, zoals in de stad Gent. In het najaar van 2004 werd in Zuid-Korea en Japan met S-DMB uitzendingen gestart. Hierbij wordt in DAB mode III gebruikt in een SFN tussen één satellietzender en aardse *gap fillers* zoals weergegeven op figuur 18 (SK Telecom, 2005).

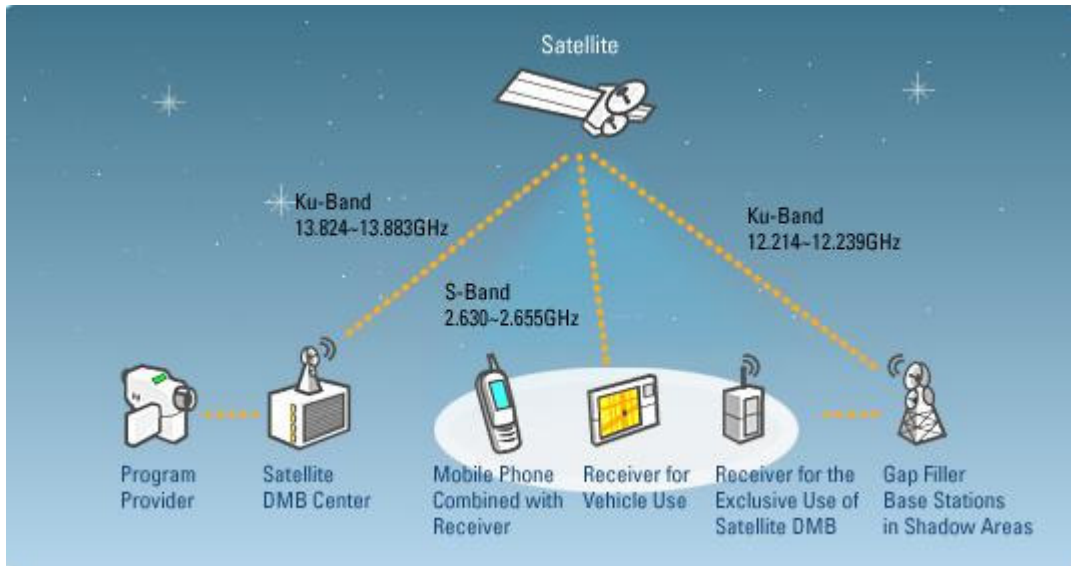


Fig. 18: Grafische voorstelling van het DMB-S systeem (SK Telecom, 2005).

In het systeem zoals hierboven voorgesteld wordt het omroepsignaal *upgelinkt* via een frequentie in de *Ku-band*⁶². Consumenten ontvangen hun media via een draagbaar toestel op frequenties in de *S-band*⁶³. In stedelijke gebieden en/of schaduwzones, waar het satelliet signaal niet rechtstreeks te ontvangen is, worden *gap fillers* gebruikt. Gap fillers zijn aardse zenders die het omroepsignaal rechtstreeks via de satelliet ontvangen via een kanaal in de Ku band. Dit signaal wordt heruitgezonden op de frequentie in de S-band die ook rechtstreeks via de satelliet te ontvangen is, binnen een SFN dus (SK Telecom, 2005).

De commerciële DMB dienst zoals aangeboden in Zuid-Korea en Japan heeft een aanbod van 11 videodiensten, 25 audiodiensten en 3 datadiensten (SK Telecom, 2005).

In Europa steekt men voorlopig vooral energie in onderzoek en testen met DVB-H. Toch is er een proefproject met betrekking tot DMB in Duitsland. Ondertussen werd, met het oog op de Wereldbeker voetbal in 2006 te Munich, een licentie uitgereikt om een commercieel DMB netwerk op te zetten (WorldDAB, mei 2005).

⁶² De Ku-band is de frequentieband tussen 12 en 18 GHz. De Ku-band wordt enerzijds gebruikt voor het uplinken van signalen die via satelliet verspreid dienen te worden. Anderzijds zitten in de Ku-band BSS en DBS, Broadcast Satellite Services en Direct Broadcast Services wat beiden omroepsignalen zijn die met een gepast ontvangsttoestel kan ontvangen worden. Ontvanst van deze BSS en DBS omroepen kan met een schotel vanaf een halve meter diameter (ongeschikt voor mobiele ontvangst dus) (Ku band, n.d.).

⁶³ De S-band is het frequentiespectrum tussen 1,55 en 5,3 GHz. De S-band vereist een antenne van slechts 10cm, wat mobiele ontvangst wel mogelijk maakt. De S-band wordt onder andere ook gebruikt voor Sirius en XM radio (S band, n.d.).

Hoofdstuk 3: Digitale radio-omroep via satelliet

Eén van de verschillen tussen aardse etheromroep en satellietomroep is het feit dat de relatief hoge kostprijs van uitzendingen via satelliet er heeft voor gezorgd dat digitalisering al veel vroeger werd toegepast. Hierdoor zijn er ook meer systemen beschikbaar voor radio-uitzendingen via satelliet. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de systemen waarbij een relatief grote schotel nodig is om het signaal te kunnen ontvangen en de recenter ontwikkelde methodes waarbij met een relatief kleine ontvangstantenne de signalen ontvangen kunnen worden. Systemen waarvoor een relatief grote schotel vereist is zijn niet geschikt voor mobiele ontvangst. Systemen voor digitale (radio-)omroep via satelliet met een relatief kleine, in veel gevallen niet langer gerichte, antenne maakt mobiele ontvangst wel mogelijk. Digitale radio-omroep via satelliet kan op die manier concurrentie of een aanvulling worden van de reeds bestaande terrestriële radio-omroepen. Via satelliet zijn momenteel honderden radio-omroepen te ontvangen, waarvan vele digitaal. Zoals reeds vermeld is het grootste nadeel nog steeds de noodzaak van een schotelantenne wat mobiel luisteren onmogelijk maakt.

Zoals reeds eerder vermeld onderscheiden satellietuitzendingen zich van de terrestriële omroepsystemen in het feit dat het bereik van een satelliet veel groter is dan van een aardse zender. Satellietuitzendingen zijn minder interessant voor omroep die gericht is op slechts één klein gebied, zoals bijvoorbeeld Vlaanderen. Via satelliet zullen grote taalgemeenschappen, verspreid over meerdere landen, bereikt worden of ze bieden ook een oplossing voor landen die een heel groot gebied bestrijken zoals de VS of Rusland.

In dit hoofdstuk over digitale radio-omroep via satelliet wordt een historisch overzicht gegeven van alle transmissievormen van digitale (radio-)omroep via satelliet. In de eerste paragraaf worden de systemen besproken die een relatief grote schote vereisen. Dit zijn in de eerste plaats de verouderde systemen besproken zoals DSR (Digital Satellite Radio) en ADR (Astra Digital Radio) maar ook het recente DVB-S behoort hiertoe. Paragraaf twee behandelt satelliet-radio systemen waar ontvangst mogelijk is met een relatief kleine antenne. De nodige antenne is afhankelijk van de gebruikte omroepband. De in de VS succesvolle digitale satellietradio-omroepsystemen XM en Sirius worden ook in deze tweede paragraaf besproken.

6 Digitale Satelliet radio-omroep in de C en Ku-band.

6.1 Inleiding

De C en de Ku band zijn twee omroepbanden. De C-band was de eerste frequentieband die gebruikt werd voor omroep via satelliet. De C-band situeert zich tussen 4 en 8 GHz en wordt gebruikt voor zowel televisie als radio omroep. Binnen de C-band worden de frequenties rond 4⁶⁴ en 6 GHz⁶⁵ gebruikt voor satellietomroep. Ontvangst van omroep in de C-band vereist een grote schotel met een typische diameter van 2 à 3 meter. Uitzendingen via satelliet in de C-band bestrijken (omwille van de eerder lage frequentie) een enorme oppervlakte, bijvoorbeeld volledig Afrika, Europa en een gedeelte van Azië. In tegenstelling tot uitzendingen in de Ku-band die slechts West- en Centraal-Europa zullen bereiken (Bonne, 2004).

De Ku-band is de meest gebruikte band voor satellietomroep in Europa. De Ku-band situeert zich tussen 10,9 en 17 GHz en wordt veelvuldig gebruikt voor omroep via satelliet gericht op een groot publiek dat via een kleine thuisschotel de programma's kan ontvangen. Omwille van de hogere frequentie is een schotel die geschikt is voor ontvangst in de Ku-band kleiner, typisch bijvoorbeeld 60 à 120 cm (Satellite Broadcasting & Communications Association, 2000).

Achtereenvolgens worden hier, in volgorde van ontstaan, DSR (*Digital Satellite Radio*), ADR (*Astra Digital Radio*) en DVB-S (*Digital Video Broadcasting via Satelliet*) besproken.

6.2 DSR (Digital Satellite Radio)

DSR is het oudste systeem voor digitale radio via satelliet. DSR werd ontwikkeld in de jaren '80. Het is ondertussen sterk verouderd en wordt niet langer gebruikt. Het gedigitaliseerde audio-signaal werd bij DSR omroep niet gecompriemd. De bemonsteringsfrequentie bij DSR bedraagt 32kHz en de bitdiepte 16 bits. Dit leverde een audiosignaal op dat net iets beter is aan dat van perfecte FM-stereo, bijna cd-kwaliteit dus. De totale bandbreedte van een DSR signaal bedroeg 1,024Mbit/s (Datacom Buchverlag GmbH, 2005-a) (ter vergelijking: CD-Audio heeft een bandbreedte van 1,4Mbit/s, 44,1kHz bemonstering en 16 bit diepte).

⁶⁴ *Downlink* kanaal tussen 3,6 - 4,2GHz (Satellite Broadcasting & Communications Association, 2000).

⁶⁵ *Uplink* kanaal tussen 5,85 - 6,7GHz (Satellite Broadcasting & Communications Association, 2000).

6.3 ADR (Astra Digital Radio)

ADR werd ontwikkeld door SES (*Société Européenne des Satellites*), het bedrijf achter de Astra-satellieten waarop men in 1989 startte met televisie en radio-omroep. ADR was het eerste systeem van digitale radio waarbij gebruikt gemaakt werd van audiocompressie. ADR maakt gebruik van subcarriers van televisieomroepen die via satelliet uitgezonden worden. Elke televisieomroep heeft de mogelijkheid om 6 of 7 geluidssporen in te vullen met audio. Indien deze sporen niet benut worden door de televisieomroep, kunnen deze sporen gebruikt worden voor radio-omroepen (Bonne, 2004). Het compressiesysteem dat ADR gebruikt is MPEG 1 layer II. De standaardbitrate van een stereo audiokanaal bedraagt 192kbit/s. ADR maakt gebruik van QPSK (Quadratur-Phasenmodulation) wat een voorloper is van COFDM systeem. Bij QPSK worden vier symbolen tegelijk uitgezonden, terwijl dit bij DAB (COFDM) 192 tot 1536 symbolen zijn, afhankelijk van de gekozen mode. Digitale radio uitzendingen in ADR laten ook beperkte datatoepassingen toe zoals RDS en conditional access. De nodige capaciteit voor een eventueel datakanaal bedraagt 9,6 kbit/s (Datacom Buchverlag GmbH, 2005-b).

ADR wordt nog steeds gebruikt voor radio-omroep gericht op de Duitse markt. De ADR uitzendingen gericht op de rest van Europa werden reeds vervangen door DVB-S (Bonne, 2004).

6.4 DVB-S (Digital Video Broadcasting via Satelliet)

DVB-S is de satelliet variant van het DVB systeem dat besproken werd in paragraaf 4 van hoofdstuk 2. DVB is sinds 1993 uitgegroeid tot de standaard voor zowel televisie als radio omroep via satelliet (Datacom Buchverlag GmbH, 2005-c). Omdat DVB-S volgens dezelfde principes werkt als DVB-T wordt dit niet opnieuw besproken. DVB-S is net als DVB-T geen echt omroepsysteem voor radio. Radio uitzendingen zijn eerder bijkomstig aan de televisie-uitzendingen die ermee verzorgd worden.

Als opmerking bij het DVB-S systeem kan nog vermeld worden dat veel omroepen niet vrij te ontvangen zijn (*free to air*, FTA en *free to view*, FTV)⁶⁶. Deze *conditional*

⁶⁶ FTA betekent dat een kanaal niet gecodeerd is en iedereen het signaal dus kan ontvangen. Bij FTV wordt het kanaal wel gecodeerd maar iedereen die aan bepaalde voorwaarden voldoet kan gratis een *smartcard* bekomen (bijvoorbeeld de inwoners van het land voor wie de uitzendingen bedoeld zijn) (Bonne, 2004).

access wordt toegepast omwille van het grote gebied dat een satellietzender bestrijkt. Voor bepaalde werken die beschermd worden via het auteursrecht betaalt men slechts uitzendingrechten voor een beperkt gebied, bijvoorbeeld één land. In andere gevallen gaat het gewoon om betaaltelevisie waarbij enkel betalende abonnees toegang krijgen tot de uitzendingen. In juli 2003 werd door de BBC overgeschakeld van *conditional access* uitzendingen naar FTA. Hiervoor werd een nieuw type satelliet in dienst genomen waarvan de transponders bestaan uit spotbeams die exclusief op de Britse eilanden gericht zijn. Een andere reden waarom uitzendingen eventueel geëncrypteerd zullen worden is om de eenvoudige reden dat bepaalde uitzendingen niet voor ontvangst bij het grote publiek bedoeld zijn, bijvoorbeeld bij omroepen die hun signaal via satelliet doorsturen naar de terresteriële zendstations en/of de kabeloperatoren (Bonne, 2004).

7 Digitale Satelliet radio-omroep in de L en S-band.

7.1 Inleiding

De L-band beslaat het frequentiespectrum tussen 1 en 2 GHz en is band waarin slechts met een beperkte bandbreedte kan uitgezonden worden. Dit maakt de L-band minder geschikt voor televisieomroep. De L-band wordt bijvoorbeeld wel gebruikt voor de systemen van satelliet-telefonie zoals Iridium en satelliet-navigatie als GPS en Galileo. Binnen de L-band wordt het spectrum tussen 1454 en 1493 MHz ook gebruikt voor digitale radio (Bonne, 2004).

De S-band betreft de frequenties tussen 2 en 3 GHz. Binnen de S-band vindt mobiele satellietcommunicatie plaats zoals live-videobeelden van sportwedstrijden die vanuit een helikopter doorgestuurd worden⁶⁷. Ook de satellietvariant van mobile telefonie van de 3^e generatie, UMTS, verloopt via de S-band. In de VS wordt het spectrum tussen 2310 en 2360 MHz gebruikt voor digitale radio, op andere plaatsen in de wereld is ook het spectrum tussen 2520 en 2655 MHz voorzien voor eventuele toekomstige digitale radio uitzendingen (Bonne, 2004).

Achtereenvolgens worden hier Worldspace in paragraaf 2.2, XM in paragraaf 2.3.2, Sirius-radio in paragraaf 2.3.3 en S-DAB in paragraaf 2.4 besproken.

⁶⁷ Dit wordt MSS (*Mobile Satellite Services*) genoemd (Bonne, 2004).

7.2 Worldspace

Worldspace is een Amerikaans bedrijf dat zich momenteel via twee operationele satellieten richt op Azië (*Asiastar*) en Afrika (*Afristar*). In de VS is *Worldspace* actief via *XM Satellite Radio* waarvan het ongeveer 10% van de content aanlevert. Een derde en vierde satelliet zijn voorzien boven Europa en Centraal- en Zuid-Amerika (*Ameristar*). In juli 2005 werd bekend gemaakt dat het bedrijf *XM Satellite Radio* en *Worldspace* een alliantie gesloten hebben om boven Europa een nieuwe satelliet in de lucht te brengen. Deze satelliet zou een service aanbieden die gelijkaardig is aan XM in de VS. XM wordt in detail besproken in paragraaf 2.3.2 (Worldspace, 2005). Zoals blijkt uit figuur 19 kan Worldspace, indien alle satellieten operationeel zijn, bijna de volledige wereld bereiken.

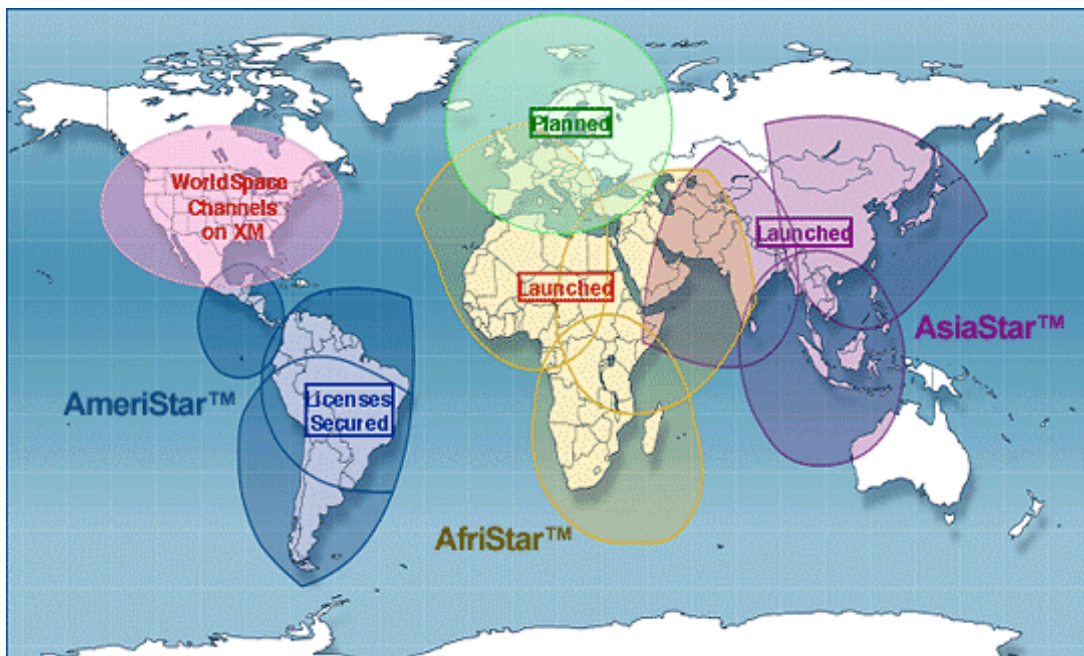


Fig. 19: Het bereik van de Worldspace satellieten (Worldspace, 2005)

Worldspace richt zich met programma's van verschillende contentproviders zoals de BBC, CNN, Virgin Radio, Fox News, Bloomberg, enz. op de erg grote en nog zogoed als onaangeroerde markt in de derde wereld waar vele potentiële luisteraars (4,6 miljard mensen woont in deze regio's) geen conventionele radio-omroepen kunnen ontvangen. De meeste radio kanalen zijn enkel te ontvangen voor betalende abonnees, sommigen zijn *free to air*, zoals die van BBC en CNN. Een abonnement op Worldspace kost 9,99 euro per maand en hiervoor kunnen 30 tot 50 radiokanalen ontvangen worden waarvan velen reclamevrij. Een ontvangsttoestel is beschikbaar vanaf ongeveer 150 euro en de verkoop van

Worldspace ontvangsttoestellen wordt bevorderd door een alliantie van vier⁶⁸ belangrijke spelers in de consumentenelektronica. Worldspace engageert zich verder nog om via communicatie het analfabetisme in de derde wereld te verminderen. Hiervoor heeft men nog een tweede project voorzien waarbij *telekiosken* zullen geplaatst worden in landelijke gebieden (Worldspace, 2005).

De antenne om Worldspace uitzendingen te kunnen ontvangen zijn relatief klein (10x10 cm) en moeten, afhankelijk van de geografische locatie waar men zich bevindt, ongeveer gericht te worden. Zoals weergegeven op figuur 19 is Afristar ook te ontvangen in België, hierbij dient de antenne in een hoek van ongeveer 45 graden naar het zuiden gericht te worden. De ontvangstantenne moet een vrij zicht hebben naar de lucht, ontvangst achter glas is mogelijk. Hindernissen zoals gebouwen of bomen hinderen het luisteren wel. Via een speciale antenne is mobiele ontvangst in de wagen mogelijk (Worldspace, 2005).

Technisch bekeken heeft het Worldspace systeem een capaciteit van 1536 Mbit/s waarin tot maximaal 96 audiokanalen in AM kwaliteit uitgezonden kunnen worden aan 16kbit/s. Bij de keuze voor een hogere bitrate verbetert ook de audiokwaliteit. Betere kwaliteit impliceert een hoger capaciteitsverbruik en dus minder kanalen die in totaal aangeboden kunnen worden. In praktijk worden 30 à 50 omroepen uitgezonden waarvan de meeste in quasi cd-kwaliteit. De audiocodec waarvan Worldspace gebruik maakt is MP3 wat staat voor MPEG 1 Layer III⁶⁹ (Finichel, 2000).

Als transmissiemethode werd voor TDMA (*Time Division Multiple Access*) geopteerd. TDMA is gebaseerd op FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) wat de oudste transmissiemethode om meerdere kanalen via één frequentie te verzenden. TDMA wordt hier niet verder besproken maar in principe komt het erop neer dat verschillende kanalen een ander tijdslot krijgen binnen het totale spectrum dat de bandbreedte van één TDMA frequentie beslaat. TDMA wordt onder andere ook gebruikt bij mobiele telefonie van de 2^e generatie (GSM⁷⁰). FDMA werd gebruikt voor analoge mobiele telefonie (Finichel, 2000).

⁶⁸ JVC, Matsushita (Panasonic), Hitachi en Sanyo

⁶⁹ Ter vergelijking: DAB en DVB maken gebruik van de MPEG 1 Layer II (MP2) codec, wat een hogere bitrate vereist voor een gelijkaardige audiokwaliteit.

⁷⁰ Anekdotisch kan hierbij vermeld worden dat het irritante gezoem dat een GSM veroorzaakt in bijvoorbeeld radio-ontvangers een nevenverschijnsel is dat veroorzaakt wordt door de TDMA zendmethode. Bij Worldspace digitale radio is dit nadeel uiteraard niet van toepassing omdat de zenders zich 32 km boven de aarde bevinden.

7.3 XM Satellite Radio en Sirius Satellite Radio

7.3.1 Inleiding

XM Satellite Radio en *Sirius-radio* zijn beiden in oktober 1997 erkend door het FCC (*Federal Communications Commission*) als (voorlopig) enige providers van digitale satelliet radio omroep in de VS. Als *American Mobile Radio Corporation* (later XM) en *CD Radio* (later Sirius) werd respectievelijk 89,9 en 83,3 miljoen dollar betaald voor de licenties (Green, 2004). Beide systemen zijn bedoeld voor zowel ontvangst thuis als mobiele ontvangst in de wagen. Zoals reeds besproken bij DMB, dat ook mobiele ontvangst voorziet vanaf satellietzenders, zullen ook XM en Sirius enkele terrestriële *gap-fillers* moeten voorzien om ook in stedelijke gebieden goede ontvangst te garanderen (cfr. supra). Voor zowel XM als Sirius dient een abonnement betaald te worden. Op de kanalen die aangeboden worden zijn geen of erg weinig reclameboodschappen te horen. Adoptie wordt bevorderd doordat beide bedrijven allianties gesloten hebben met de belangrijkste autoconstructeurs. Op die manier beschikt men over een digitale satellietradio ontvanger bij de aankoop van een nieuwe wagen. Tot slot valt nog op te merken dat deze nieuwe vorm van radio maken in de VS kan beschouwd worden als eerste echte nationale omroepsystemen. Dit in tegenstelling tot het 'lokale' karakter van radio-omroep in de VS (Bonne, 2003).

De concurrentie tussen XM en Sirius speelt zich vooral af op het gebied van de content. Beide digitale satelliet radio providers proberen exclusieve contracten in de wacht te slepen met sportorganisatoren of -evenementen zoals de NBA, NFL, Superbowl, enz. Spraakmakende rechtszaken zoals onlangs dat van Michael Jackson worden geclaimd als '*most extensive live coverage*'. Ook populaire radiopresentatoren worden weggekocht bij de terrestriële netwerken. Zo kondigde Sirius onlangs aan dat de spraakmakende radiopresentator Howard Stern vanaf 2006 een programma zal presenteren via Sirius. Voor het contract vijfjarig contract werd 500 miljoen dollar betaald.

Technisch bekeken maken XM en Sirius elk van een verschillende audiocodec die hieronder elk apart besproken zal worden. Wat de transmissiemethode betreft zal er, in tegenstelling tot het hybride T-DAB en S-DAB systeem waarbij ook met aardse *repeaters* gewerkt wordt binnen één SFN, bij XM en Sirius niet met SFN gewerkt worden, toch niet wat betreft de satellietuitzendingen en de signalen die van aardse *repeaters* komen. Het beschikbare frequentiepspectrum van 12,5MHz

wordt namelijk verdeeld in verschillende blokken (Green, 2004). De details van deze verdeling en de exacte uitzendmethode wordt hieronder besproken bij XM en Sirius afzonderlijk maar figuur 20 geeft schematisch duidelijk de verschillen tussen XM en Sirius weer.

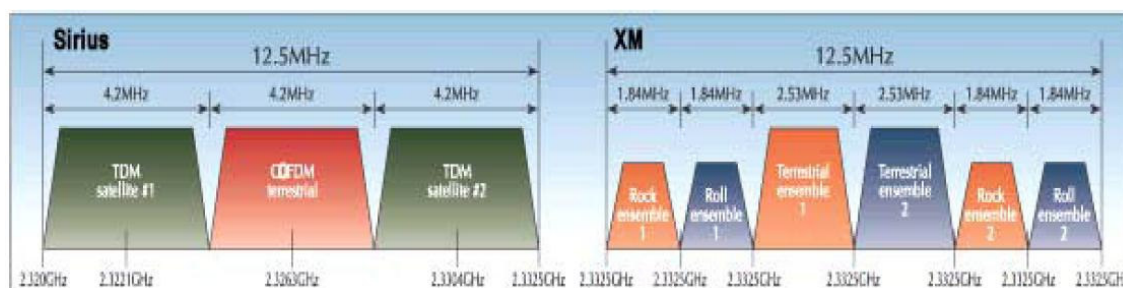


Fig. 20: Spectrumverdeling bij Sirius en XM (Green, 2004)

Achtereenvolgens worden in dit hoofdstuk XM Satellite Radio (2.3.2) en Sirius (2.3.3) besproken. De opbouw van beide paragrafen verloopt volgens een situering van het bedrijf, de huidige stand van zaken inzake abonnees, de gebruikte technologie, inclusief de audiocodec en eventuele toekomstplannen inzake de desbetreffende systemen voor digitale radio via satelliet.

7.3.2 XM Satellite Radio

Het bedrijf achter *XM Satellite Radio* werd in 1992 opgericht als de *American Mobile Radio Corporation*. Nadat men in oktober 1997 een van de twee licenties voor digitale satelliet radio in handen krijgt gaat men op zoek naar investeerders. Die worden gevonden in onder andere *Clear Channel Communications*, het bedrijf dat ook het merendeel van de 'lokale' AM en FM licenties bezit voor de VS. *Clear Channel* is ook actief op het vlak van digitale radio via de participatie met *iBiquity* dat *HD-radio* exploiteert zoals reeds besproken in paragraaf 3 van het tweede hoofdstuk. Ook *General Motors*, *DirectTV*⁷¹ en *Honda* investeren in XM. Sinds 12 november 2001 is XM ook effectief gelanceerd. Na twee jaar kunnen 700.000 abonnees opgetekend worden. In Augustus 2004 worden belangrijke partnerships afgesloten met autoconstructeurs⁷². 2004 wordt afgesloten met 3,1 miljoen luisteraars. Ondertussen wordt melding gemaakt van ruim 4 miljoen abonnees wat XM de grootste van de twee *digital satellite radio* providers maakt. Volgens Gary Parsons, de topman van XM, verloopt de groei volgens de vooropgestelde planning

⁷¹ DirectTV is één van de grotere aanbieders van DBS (*Direct Broadcast Satellite*) televisie in de VS.

⁷² General Motors, Honda, Toyota, Audi, Nissan, Volkswagen, Acura, Infiniti, Lexus en Scion (Sonada, 2004).

en zal het bedrijf vanaf volgend jaar winst kunnen maken. Tegen het eind van dit decennium worden 20 miljoen abonnees verwacht en tegen 2015 hoopt men dit nogmaals te verdubbelen. Er worden ongeveer 150 kanalen aangeboden, waarvan 67 muziekkkanalen, volledig reclamevrij. Daarnaast zijn er tal van talkradio shows en informatiekkanalen allerhande zoals sportverslaggeving, nieuwsuitzendingen, weersvoorspellingen, verkeersinformatie, enz. Er zijn XM ontvangsttoestellen gaande van draagbare exemplaren tot autoradio's en hifi-toestellen. XM-ontvangers zijn verkrijgbaar vanaf \$99 (ongeveer €80). Een abonnement op XM bedraagt standaard 12,95 dollar per maand. Kortingen zijn voorzien indien men opteert om voor een langere periode in te tekenen. Tegen extra betaling van \$2,99 per maand kan ook het erotische *Playboy Radio* kanaal beluisterd worden. Naar de toekomst toe wordt er niet uitgesloten dat meer extra kanalen tegen extra betaling beluisterd zullen kunnen worden (XM Satellite Radio, 2005).

Technisch bekeken is het zo dat XM Satellite Radio uitzendt via 2 geostationaire satellieten, '*Rock*' en '*Roll*', en meer dan 1000 aardse *repeaters* of *gap-fillers* in de S-band. In februari 2005 werd een derde, reserve-satelliet, '*Rhythm*', gelanceerd⁷³. De bandbreedte bedraagt 12,5MHz en hiermee bestrijkt men het frequentiespectrum tussen 2332,5 en 2345 MHz (XM Satellite Radio, 2005).

Zoals reeds weergegeven in figuur 20 blijkt dat XM gebruik maakt van 6 frequenties waarop 2 ensembles uitgezonden worden. De satellieten *Rock* en *Roll* zenden elk een ensemble met een bandbreedte van 1,84 Mhz uit in QPSK (*Quadrature Phase Shift Keying*). QPSK is een transmissiemethode gebaseerd op fasemodulatie waarbij per Herz twee bits verzonden worden. Dit gebeurt via een verandering van fase die steeds zal afwijken van de carrier, namelijk 45, 135, 225 en 315 graden. De aardse *gap-fillers* die XM gebruikt werken volgens het COFDM principe dat uitvoerig besproken werd in het hoofdstuk over DAB. De benodigde bandbreedte om het aardse gedeelte uit te zenden bedraagt 2,53MHz. Uiteindelijk zal de ontvanger zowel signalen van *Rock*, *Roll* en eventueel ook nog een aardse zender ontvangen. Uit al deze signalen wordt de digitale *stream* hersteld en gedecodeerd (Green, 2004)

Voor de muziekkkanalen maakt XM gebruik van MPEG 4 *aacPlus* codec, inclusief SBR zoals reeds besproken in het hoofdstuk over DRM. Sommige spraakkanalen maken gebruik van de AMBE-codec. De AMBE-codec werd ontwikkeld door *Digital*

⁷³ Ter informatie: de geschatte levensduur van de gebruikte Boeing HS 702 satellieten bedraagt slechts 6 jaar (XM Satellite Radio, 2005).

Voice Systems, Inc. en is erg geschikt om spraak behoorlijk te encoderen aan lage bitrates, vanaf 2kbit/s⁷⁴. Daarnaast gebruikt men ook *Neural Audio* (XM Satellite Radio, 2005). *Neural Audio* is een extra codec die samen met elke andere codec gebruikt kan worden. Via analyse van het te encoderen audiosignaal wordt het gedecodeerde signaal geoptimaliseerd. Neural Audio maakt het ook mogelijk om een mooier stereo en meer-kanaals (zoals 5.1 surround⁷⁵) geluid te coderen (Neural Audio, 2005).

Tot slot kan nog vermeld worden dat XM Satellite Radio op 6 juni aankondigde dat haar Canadese partner de licentie in de wacht heeft gesleept om ook in Canada satellietradio aan te bieden (XM Satellite Radio, 2005).

7.3.3 Sirius-radio

Sirius is ontstaan uit het bedrijf *CD-radio* dat net als XM in 1997 een licentie voor een *digital audio radio service* verkreeg. Sinds september 2002 zijn de drie Sirius satellieten operationeel. Het aanbod op Sirius-radio is gelijkaardig aan dat op XM. Sirius biedt ruim 120 kanalen aan waarvan 65 muziekkkanalen en de rest talkradio met informatie over sport, actualiteit, weer, traffic, enz. Het abonnement op Sirius bedraagt net als bij XM \$12,95 per maand. Sirius had eind 2004 1,1 miljoen luisteraars en men verwacht dat dit tegen eind 2005 zal toenemen tot 2,5 miljoen (Sirius 2005). Ook Sirius maakt net als XM gebruik van partnerships met automobielfabrikanten⁷⁶.

In tegenstelling tot XM maakt Sirius geen gebruik van geostationaire satellieten. In plaats daarvan heeft Sirius 3 satellieten in de lucht die een elliptische baan volgen en zo elk ongeveer 16 uur boven de VS hangen. Dit systeem wordt ook *geosynchrone* satellieten genoemd in tegenstelling tot de geostationaire satellieten (Green, 2004). Op elk ogenblik zijn twee satellieten aanwezig. Een elliptische baan maakt het mogelijk om in een grotere hoek, meer verticaal, uit te zenden, waardoor er minder hinder ondervonden wordt van aardse obstakels⁷⁷ en er slechts

⁷⁴ De AMBE codec wordt bijvoorbeeld ook gebruikt bij het in de VS razend populaire *Push-to-Talk* waarbij twee abonnees die mekaar toegevoegd hebben in hun contactlijst via een GSM-toestel kunnen converseren met één enkele druk op een knop. Vergelijkbaar met walkietalkie-gebruik dus.

⁷⁵ De 5.1 benaming staat voor een systeem met 6 luidsprekers waarvan 1 baskast. De vijf overige luidsprekers staan als volgt opgesteld: links-voor, midden-voor, rechts-voor, links-achter en rechts-achter. Naast het meest toegepaste 5.1 systeem bestaat er ook een 7.1 surround systeem.

⁷⁶ Audi, Porsche, Ford, Chrysler, BMW, Mercedes Benz, Maybach, Jaguar, Volvo, Mazda, Dodge, Jeep, Volkswagen, Nissan en Infiniti (Sonada, 2004).

⁷⁷ De *angle* bij Sirius bedraagt steeds meer dan 60°, bij XM slechts 30° (Green, 2004).

105 aardse *repeaters* gebruikt moeten worden. Een vierde satelliet wordt klaar gehouden op aarde voor het geval er problemen zouden optreden met één van de werkende exemplaren. Sirius werkt anders gelijkaardig aan XM en DMB, namelijk met satelliet ontvangst en aardse *repeaters* in stedelijke gebieden (Bonsor, 2005). Sirius beschikt over het S-band frequentiespectrum tussen 2320 en 2332,5 MHz. Waar XM haar spectrum in 4 + 2 opdeelt wordt dit bij Sirius slechts in drie delen opgedeeld van elk 4,2 MHz. Twee gedeeltes spectrum worden gebruikt voor de twee satellieten die ontvangen kunnen worden en een derde gedeelte wordt gebruikt voor het signaal van een eventuele aardse zender. Sirius maakt voor de uitzendingen via satelliet net als XM gebruik van QPSK. De aardse zenders gebruiken TDM, wat reeds besproken werd bij Worldspace (Green, 2004). Bijzonder omtrent de audiocodering bij Sirius is dat er gebruik gemaakt wordt van *dynamic coding*. Dit betekent dat één bepaald kanaal geen vaste capaciteit krijgt maar er variabel gecodeerd wordt afhankelijk van hoeveel capaciteit een bepaalde content vereist. Erg dynamische muziekwerken zullen zo een hogere bitrate toegewezen kregen. Deze extra capaciteit wordt weggehaald van de andere kanalen die tijdelijk bijvoorbeeld slechts spraak uitzenden (Sirius, 2005). Sirius maakt gebruik van de PAC (*Perceptual Audio Coding*) audiocodec. Deze codec werkt volgens dezelfde principes als de MPEG codecs. Bepaalde signalen zijn onhoorbaar omwille van andere signalen en bepaalde psycho-akoestische eigenschappen van het menselijk gehoor. Op die manier kan bespaard worden op het aantal bits dat gecodeerd moet worden (Painter, 2000). Volgens bepaalde rapporten is de geluidskwaliteit van Sirius superieur aan die van XM, uiteraard betreft het hier slechts een subjectieve waarneming (Sonada, 2004). Ook Sirius kondigde op 16 juni 2005 aan dat men een gelijkaardige service mag gaan aanbieden in Canada (Sirius, 2005).

7.4 Eureka 147 / S-DAB

Eureka 147 / DAB wordt hoofdzakelijk gebruikt voor terrestriële systemen, toch werd het ontwikkeld met het oog op gebruik voor satellietradio, eventueel binnen één SFN met aardse zenders of *repeaters*. Tijdens de jaren '90 werden enkele testen uitgevoerd met S-DAB. De resultaten hiervan zijn nooit officieel vrijgegeven maar volgens ingenieur Bonne (2004) werden ze officieus als technisch geslaagd

beschouwd. De speciale eigenschappen van DAB, waarbij het systeem ontwikkeld werd om in SFN te werken zorgt ervoor dat S-DAB een perfecte aanvulling kan vormen voor een T-DAB netwerk, in gebieden waar het opzetten van een T-DAB niet rendabel is (Bonne, 2004).

S-DAB zal hier niet meer besproken worden. Het satellietstelsel voor DAB werd reeds aangehaald in het hoofdstuk over DMB. Wel kan tot slot vermeld worden dat naar de toekomst toe ook gewerkt zou kunnen worden met HAPS (*High Altitude Platform System*). Een HAPS is een onbemand vliegtuig of een zeppelin/luchtballon waarop de zendinstallatie geplaatst is. Een HAPS bestrijkt zo een minder groot gebied dan een satelliet maar is goedkoper om in de lucht te brengen.

Hoofdstuk 4: Digitale radio-omroep via IP netwerken.

Met digitale radio via IP netwerken wordt vooral internetstreaming bedoeld. Internetstreaming wordt echter pas recent als een omroepsysteem beschouwd (cfr. Deel 2, beleid). De opmerking kan nog steeds gemaakt worden dat deze vorm van omroepen, de zogenaamde radiodiensten, getransporteerd worden via *point-to-point* verbinding terwijl echte omroep een *point-to-multipoint* is. Omwille van deze reden, en ondanks het feit dat de Europese regelgeving terzake en recentelijk ook de Vlaamse omroepdecreten *webcasting*, *podcasting*, *internetstreaming* enz. wel als omroepen beschouwen worden ze hier niet in detail behandeld omdat dit deze scriptie veel te ver zou leiden. Toch is het interessant en vraagt het ook om de aanbeveling om deze vrij nieuwe vorm van radio-omroep in het oog te houden. De kans bestaat immers dat doormiddel van de evoluties op het gebied van internet, breedbandnetwerksystemen en de kostprijs voor capaciteit op die netwerken; deze vorm van radio zou kunnen uitgroeien tot de spreekwoordelijke derde hond die met het (digitale radio) been gaat lopen aangezien er momenteel nog geen enkele vorm van digitale radio door de consument ten volle werd geadopteerd. Integendeel, alle technologieën voor digitale radio bevinden zich op het vlak van consumentenadoptie nog in een het stadium van de *innovators* (of in het beste geval *early adopters*, zoals in het UK) (cfr. infra).

Evoluties die plaatsvinden zijn de omschakeling van trage internetverbindingen naar breedband. De capaciteit van breedbandinternet is zodanig toereikend dat via het IP netwerk bijvoorbeeld digitale televisie kan aangeboden worden (cfr. het aanbod van Belgacom vanaf 28 juni 2005 via ADSL en VDSL technologie). Digitale radio via het internet of *webcasting* wordt aan erg goede, quasi cd-kwaliteit, aangeboden en dit vormt voor de meeste netwerken geen enkel probleem meer. Een andere evolutie is het ontstaan van draadloze netwerken. Plaatselijke *hot-spots* bieden op publieke plaatsen reeds enkele jaren draadloos toegang tot breedband internet. In april 2005 werd aangekondigd dat het bedrijf Clearwire *WiMAX* internet zou gaan aanbieden in Brussel en Vlaams-Brabant om later uit te breiden naar de rest van het land. *WiMAX* is een draadloze breedbandconnectie (Biesemans, 2005). *WiMAX* staat momenteel nog in haar kinderschoenen en is zeker nog niet geschikt om mobiele radio-omroep via het net mogelijk te maken maar deze optie kan naar de toekomst toe zeker niet uitgesloten worden.

Een derde belangrijke evolutie die vorig jaar werd onderzocht door Biesboer, Blankenstein en Jongeneel (2004) is de opkomst van een nieuw internetprotocol *IPv6*. Het huidige *IPv4* internet-identificatiesysteem dat nog dateert uit de beginperiode van het internet, de jaren '70, maakt gebruik van vier keer drie cijfers, gescheiden door een punt, op die manier zijn slechts 4 miljard aangesloten apparaten mogelijk, wat uitgeput raakt. *IPv6* zou plaats bieden voor 340 sextriljoen apparaten (wat ruim voldoende lijkt) maar, belangrijker wat betreft digitale omroep via het net, zou *IPv6* ook informatie bevatten over de plaats waar de gebruiker zich bevindt binnen het netwerk. *IPv6* ondersteunt verder ook *point-to-multipoint* verbindingen waarbij signalen over het net pas in een laatste fase ontkoppeld zouden worden naar de eindgebruiker toe in plaats van per luisteraar een extra kanaal in te zetten. Precies deze twee laatste elementen zijn van essentieel belang om digitale radio, en ook andere, omroep via het internet mogelijk te maken (Biesboer, Blankenstein & Jongeneel, 2004 p. 21).

Tot slot valt op het domein van internetradio nog te melden dat *podcasting* momenteel een ware hype geworden is, vooral dan in de VS. Onder andere Sirius biedt via haar digitale satellietradio-netwerk *podcasts* aan. Het fenomeen *podcasting* valt te omschrijven als downloadbare radioprogramma's die via een bepaald script automatisch upgeload worden op de muziekplayer, zoals bijvoorbeeld de *iPod*, vanaf het moment dat die aan het internet aangesloten wordt. *Podcasting* valt zeker niet te beschouwen als radio-omroep, maar het kan een bepaalde evolutie vereenvoudigen en eventueel versnellen.

DEEL 2

**Het juridisch kader rond en de
maatschappelijke impact van
digitale radio.**

Inleiding

In dit tweede deel wordt de exacte scope van deze scriptie wat ruimer geïnterpreteerd. Het volledige technische aspect werd grondig behandeld in Deel 1 en ook de toepassing van digitale radio in Vlaanderen werd reeds in dit eerste deel besproken. In Deel 2 is het de bedoeling om het ruimere kader rond digitale radio te gaan duiden binnen deze technische evolutie. Digitale radio is meer dan louter een technische ontwikkeling.

Het gaat enerzijds gepaard met de noodzaak aan een gewijzigde aanpak van het beleid en daaruitvolgende regelgeving omtrent media, zowel op het vlak van de nationale als Europese overheden. In Vlaanderen is de situatie extra complex omdat hier buiten Europa en de Federale overheid ook de Gemeenschapsbesturen bevoegd zijn inzake media.

Daarnaast zullen omroepen bij transmissie via nieuwe (digitale) kanalen andere strategieën ontwikkelen en gebruiken om hun mediaproduct bij de luisteraar te brengen. Dit gaat gepaard met mogelijke verschuiving in de inkomsten van deze omroepen.

Luisteraars tenslotte zullen dan weer anders gebruik gaan maken van die media binnen een veranderde technische context. Nadat deze mediaconsument de nieuwe technologieën al dan niet geadopteerd heeft.

In het eerste hoofdstuk van dit tweede deel wordt het juridische kader rond digitale radio besproken. Het is in tegenstelling tot het eerste deel niet de bedoeling om een volledig overzicht te bieden maar eerder om aan te duiden waar de klemtonen komen te liggen. Welke verschuivingen er optreden in de wetgeving, en dan vooral in Vlaanderen. Zo duikt het concept digitale radio pas eind 2000 op in het Vlaamse omroepdecreet terwijl de VRT al sinds 1997 uitzendingen via DAB verzorgt. Na een overzicht van de huidige Vlaamse wetgeving, het omroepdecreet, wordt ook de beheersovereenkomst tussen de VRT en de Vlaamse Gemeenschap bestudeerd omdat de Vlaamse openbare omroep bepaalde verplichtingen heeft inzake digitale radio. Deze verplichtingen zijn, zo zal blijken, vooral van technische aard. Als derde punt in dit eerste hoofdstuk wordt het beleid onder de loep genomen vanuit het kabinet media. Dit gebeurt aan de hand van de beleidsbrieven en beleidsnota's van de Vlaamse minister bevoegd voor media. Interessantste onderdeel is hier het toekomstig beleid dat kan verwacht worden inzake digitale radio. Daarna wordt in

dit hoofdstuk ook het Europese beleid besproken inzake digitale radio omdat Europa een belangrijke rol speelt, zowel op het gebied van de techniek (cfr. Eureka 147) als op het vlak van het beleid. Ten slotte behandelt dit hoofdstuk kort enkele voorbeelden van beleid rond digitale radio in het buitenland. Hierbij wordt telkens teruggekoppeld naar de toepassing van digitale radio in het land waarvan het beleid besproken wordt. Op die manier wordt duidelijk dat de implementatie van digitale radio in zekere zin sterk afhankelijk is van de beleidskeuzes die gemaakt worden.

In het tweede hoofdstuk van dit tweede deel worden de maatschappelijke implicaties van digitale radio besproken. Hierover is vooralsnog weinig concreet onderzoek voorhanden maar aan de hand van cijfergegevens, voorzichtige prognoses door experts terzake, het weinige beschikbare onderzoek en eigen inzichten kunnen toch enkele voorlopige, voorzichtige conclusies gemaakt worden. Binnen het theoretische kader van Rogers's adoptietheorie worden de bevorderende en afremmende factoren voor de adoptie van digitale radio bekeken. Deze zijn sterk afhankelijk van de technische eigenschappen van digitale radio, waardoor teruggekoppeld wordt naar deel één. Via cijfergegevens van onder andere het ERO (*European Radiocommunications Office*) wordt de adoptie in de praktijk besproken. Hierbij wordt teruggekoppeld naar hoofdstuk 1 van dit deel omdat naast de technologische factoren ook het beleid inzake digitale radio een belangrijke versnellende of vertragende factor blijkt te zijn.

Een tweede onderdeel van dit hoofdstuk is de impact van digitale radio, en digitale media in het algemeen op het gedrag van de omroepen en hun programmering. Dit is relevant omdat digitale omroep technieken ervoor zullen zorgen dat omroepen nieuwe strategieën zullen moeten ontwikkelen om binnen het hyper concurrentieel medialandschap dat de digitale toekomst ons zal brengen hun product (programma) bij de mediaconsument te brengen.

Tenslotte worden ook de veranderingen besproken die optreden bij de luisteraars van digitale radio. Hierbij wordt vooral aandacht geschonken aan het toenemende aandeel van de personal-audio. Een evolutie waarin digitale radio een belangrijke rol kan spelen. Ook hier wordt teruggekoppeld naar de vele technologieën die beschikbaar zijn als middel om de media tot bij de consument te brengen.

Hoofstuk 1: Juridisch kader inzake digitale radio.

1 Het omroepdecreet

Het recentste versie van het Vlaamse omroepdecreet werd gecoördineerd op 4 maart 2005. De belangrijkste wijzigingen inzake nieuwe digitale media vonden echter plaats in de vorige versie, daterend van 7 mei 2004 en gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 9 augustus 2004. De belangrijkste aanpassingen die doorgevoerd werden is de omzetting van de Europese Telecomrichtlijnen, 2002/21/EG, 2002/20/EG, 2002/19/EG en 2002/22/EG, respectievelijk de kaderrichtlijn, machtigingsrichtlijn, toegangsrichtlijn en universele dienstrichtlijn genoemd, naar nationale decreten⁷⁸ (Uyttendaele, 2002). Deze richtlijnen worden naar gelang hun relevantie met betrekking tot digitale radio besproken in hoofdstuk 5 over het Europese beleid inzake digitale radio. Ze werden omgezet in Vlaamse wetgeving via het omroepdecreet van 7 mei 2004. Deze omzetting verliep niet van een leien dakje omwille van de versnipperde situatie in België. Via de nieuwe Europese richtlijnen is het immers de bedoeling om zowel telecom als omroep via één enkele wetgeving te gaan reguleren terwijl in België maar liefst vijf⁷⁹ instanties verantwoordelijkheid dragen in deze materie wat uiteraard voor de nodige spanningen zal zorgen naar de toekomst toe. Volgens Ir. Eric Colpaert van het BIPT (Belgisch Instituut voor Post en Telecommunicatie, de Belgische federale regulator inzake telecom) wordt gewerkt aan een samenwerkingsakkoord tussen de verschillende overheden waardoor problemen vermeden kunnen worden. Belangrijk is in elk geval vooral dat deze Europese richtlijnen zich niet langer tot één aspect van telecom of omroep beperken maar zich situeren binnen het veel ruimere, convergente kader van elektronische communicatienetwerken, inclusief zowel omroepnetwerken als telecomnetwerken, waarbij die laatste zich overigens naar de toekomst toe steeds meer zullen lenen voor omroep toepassingen.

⁷⁸ Deze richtlijnen werden als Wet van 13 juni 2005, betreffende de elektronische communicatie en gepubliceerd in het Belgisch Staatsblad op 20 juni 2005, ook omgezet in federale wetgeving (BS 20/06/05: 13 juni 2005 – Wet betreffende de elektronische communicatie). Waar de Gemeenschappen bevoegd zijn voor het culturele aspect van omroep blijft de Federale overheid bevoegd inzake technische aangelegenheden zoals toegang tot een elektronisch communicatienetwerk en de frequentietoekenning.

⁷⁹ De drie gemeenschappen zijn bevoegd voor omroep in hun grondgebied, met uitzondering van de Brusselse Regio waar er tweetalige instellingen die bevoegdheid dragen. De Federale overheid is daarnaast bevoegd voor algemene telecommaterie in België.

Een eerste belangrijke wijziging in deze recente aanpassing van het omroepdecreet is de omschrijving van het begrip 'omroep' dat in de nieuwe versie veel ruimer omschreven wordt. De verruiming van dit begrip kan gezien worden in het licht van een evolutie naar meer digitale transmissiemethodes voor omroepprogramma's via elektronische communicatienetwerken en de convergentie tussen omroep en telecom. Waar omroepen tot voor kort beschouwd werd als "het oorspronkelijk uitzenden via de kabel of draadloos, via zendapparatuur op aarde of aan boord van een satelliet, al dan niet in gecodeerde vorm, van voor ontvangst door het publiek bestemde programma's" (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2003) werd deze definitie uitgebreid tot "het oorspronkelijk uitzenden via elektronische communicatienetwerken, al dan niet in gecodeerde vorm, van radio- of televisieprogramma's, of van andere soorten programma's, bestemd voor het publiek in het algemeen of voor een deel ervan" (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005). Waar in het verleden de nadruk lag op uitzenden via de kabel, de ether of satelliet komt die nu duidelijk te liggen op uitzenden via alle mogelijke elektronische communicatienetwerken. Verder wordt in de nieuwe definitie niet langer gesproken over "programma's die bestaan uit radio-, televisie- of andere soorten van programma's" (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2003). In plaats daarvan wordt nogmaals de nadruk gelegd op de inclusie van omroepen via nieuwe technieken: "Hieronder zijn ook de programma's begrepen die op individueel verzoek worden uitgezonden, ongeacht de techniek die voor de uitzending wordt gebruikt, met inbegrip van de punt-tot-punttechniek" (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005). Om deze nieuwe vormen van radio-omroep te reglementeren werd het concept 'radio-diensten' toegevoegd naast landelijke, regionale, lokale en kabel particuliere radio-omroepen (cfr. infra). Radiodiensten zijn voorlopig enkel de uitzendingen die via het internet verspreid worden. Dit kunnen zowel doorlopende uitzendingen zijn (het zogenaamde *webcasten*) maar ook downloadbare *on-demand* programma's zoals *podcasts*. Een radiodienst wordt echter enkel als radiodienst beschouwd indien men enkel via het internet uitzendt. Indien men daarnaast ook gebruik maakt van een etherfrequentie is geen sprake van een radiodienst.

In punt 23 van de definities wordt het begrip 'elektronische communicatienetwerk' nogmaals verduidelijkt als: "de transmissiesystemen en in voorkomend geval de schakel- of routineringsapparatuur en andere middelen die het mogelijk maken om programmasignalen over te brengen via draad, radiogolven, optische of andere

elektro- magnetische middelen waaronder satellietomroepnetwerken, vaste (circuit- en pakket-geschakelde, met inbegrip van internet) en mobiele terrestrische netwerken, elektriciteitsnetten, voorzover die voor overdracht van signalen worden gebruikt, radio-omroepnetwerken, televisieomroepnetwerken en kabelnetwerken, ongeacht de aard van de overgebrachte informatie” (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005). Het moge duidelijk zijn dat met deze nieuwe definitie voor het begrip ‘omroepen’ ook nieuwe vormen van radio-omroep bedoeld worden. Webradio (*webcast/internetstream*) en *podcasting* vallen met andere woorden onder de wetgeving van de omroepdecreten, zowel wat betreft hun omschrijving als radiodienst en vanwege de definitie van omroepen.

De elektronische communicatienetwerken worden ook op Federaal niveau gereguleerd met de Wet van 13 juni 2005 betreffende de elektronische communicatie (BS 20/06/05: 13 juni 2005 – Wet betreffende de elektronische communicatie).

Tot slot werd in het kader van een digitale omroep toekomst ook het begrip *radio-omroepnetwerk* toegevoegd in punt 32 van het Vlaams Omroepdecreet. Een radio-omroepnetwerk wordt gedefinieerd als: “een elektronisch communicatienetwerk waardoor radioprogramma-signalen in digitale vorm, al dan niet gecodeerd, via aardse zenders aan derden worden doorgegeven. Een radio-omroepnetwerk kan radioprogrammasignalen doorgeven in de hele Vlaamse Gemeenschap of in een deel ervan” (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005). Met deze definitie wordt de nieuwe structuur van omroepen via ensembles beoogd waarbij er een radio-omroepnetwerk en een omroepnetwerkexploitant tussen de omroep en de zender komt te staan. Onduidelijk is of deze definitie ook gehanteerd zal worden voor omroepnetwerkexploitanten die bijvoorbeeld een *WiMAX* (cfr. supra) netwerk beheren en via dat draadloze IP-netwerk ook radiouitzendingen mogelijk maken. Indien deze toekomstige vorm van omroep niet gedekt wordt door de definitie van een radio-omroepnetwerk (wat het in principe ook niet is), dan vallen de uitgezonden radiodiensten echter wel via de definitie van het elektronisch communicatienetwerk onder de Vlaamse omroepdecreten.

Duidelijk moge in elk geval zijn dat via deze ruim te interpreteren definities alle huidige maar ook waarschijnlijk alle toekomstige omroepvormen binnen het kader van deze definities vallen. Keerzijde van de medaille is dan weer dat er vrij veel ruimte overblijft voor interpretatie, iets waar in de mediasector maar al te graag gebruik van gemaakt wordt. Daarnaast wordt deze grijze zone nog uitgebreid

omwille van bevoegheidsbeperkingen en de daaruitvolgende conflicten tussen de federale en regionale overheden.

1.1 Digitale uitzendingen van de openbare radio-omroep

Dit onderdeel wordt besproken in paragraaf 2 van dit hoofdstuk.

1.2 Digitale uitzendingen van particuliere radio-omroepen

Art. 43 van het omroepdecreet bepaalt dat de omroepen die erkend zijn als landelijke particuliere radio-omroepen digitaal mogen uitzenden, indien daartoe mogelijkheden bestaan (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005).

Art. 47 bespreekt de uitzendmogelijkheden voor de erkende particuliere regionale radio-omroepen. In tegenstelling tot de particuliere landelijke radio-omroepen mogen de particuliere regionale radio-omroepen niet onmiddellijk digitaal uitzenden indien de mogelijkheid bestaat. Er wordt duidelijk vermeld dat dit slecht toegelaten is mits het verkrijgen van een specifieke vergunning (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005).

Wat betreft de lokale particuliere radio-omroepen wordt geen melding gemaakt van eventuele digitale uitzendingen.

In afdeling 6 van het Vlaamse omroepdecreet worden *radiodiensten* vermeld. Radiodiensten zijn nieuw in deze coördinatie van het omroepdecreet en werden toegevoegd aan de regelgeving om die te kunnen toepassen op andere vormen van radio-omroep dan particuliere landelijke, regionale, lokale of kabel- radio-omroep. Concreet worden radiodiensten in art. 31§4 omschreven als: “Particuliere radio-omroepen die zich met andere soorten van diensten richten tot het algemene publiek of een deel ervan, of die hun programma’s uitsluitend doorgeven via het internet” (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005). Radiodiensten voldoen in de eerste plaats aan de algemene bepalingen van particuliere radio-omroepen zoals besproken in art. 34, 35, 36 en 38 van het Vlaamse omroepdecreet. Belangrijk is dat er voor het aanbieden van een radiodienst geen erkenning⁸⁰ vereist is zoals voor het aanbieden van particuliere landelijke, regionale, lokale of kabel radio. Een radiodienst aanbieden is mogelijk mits kennisgeving bij het Vlaams Commissariaat voor de Media. Verder kan vermeld worden dat art. 37 niet

⁸⁰ Dit is zo omdat er geen schaarste heerst in het spectrum om te kunnen uitzenden, zoals wel het geval is bij bijvoorbeeld radiofrequenties.

geldt voor de radiodiensten. De zendinstallaties voor radiodiensten moeten dus niet in het Nederlandse taalgebied of in het tweetalige gebied Brussel-Hoofdstad liggen om onder de noemer 'radiodienst' te vallen. Dit is logisch omdat radiodiensten geen echte zendinstallaties nodig hebben aangezien men in de meeste gevallen zal uitzenden via het internet. Indien de particuliere radio-omroep zijn of haar radiodiensten aanbiedt vanuit de hoedanigheid van een rechtspersoon die niet onder de bevoegdheid van de Vlaamse gemeenschap valt, zijn deze radiodiensten niet onderhevig aan de Vlaamse Omroepdecreten (art. 54§1,1) (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005).

De elektronische communicatienetwerken, die gedefinieerd werden als de distributiekanaalen voor omroep, bevinden zich op het raakvlak tussen omroep- en telecomregulering. Deze convergente situatie is ontstaan door digitalisatie van de content en de algemene doorbraak van de informatienetwerken, zoals het internet, die via breedbandconnecties elke consument kan bereiken, al dan niet en naar de toekomst meer en meer draadloos. Zoals er bij de regulering van de telecomsector⁸¹ vooral rekening gehouden wordt met marktmacht en concurrentievoordelen die hieruit kunnen ontstaan, zal regulering vanuit de omroepdecreten ook hierop gebaseerd zijn. Dit maakt de situatie weinig eenduidig. Deze reglementering, zoals besproken in art. 125, heeft vooral betrekking op de transparantie en non-discriminatie inzake interconnectie en toegang tot de elektronische communicatienetwerken (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005). Deze onderdelen zijn minder relevant bij de bespreken van de juridische situatie rond digitale radio en zullen hier dan ook niet verder besproken worden. Toch is het van belang om deze evolutie te volgen aangezien de uiteindelijke toekomst voor wat betreft het uitreiken van vergunningen aan netwerkbeheerders voor DAB-omroepnetwerken nog niet duidelijk bepaald is. Op dit punt zal in elk geval een gevaar ontstaan indien één bepaalde netwerkoperator teveel marktmacht zou krijgen en bepaalde radio-omroepen weigert op te nemen. Hierover kan enerzijds een discussie gevoerd worden omtrent *must-carry* en *may-carry* statuten voor omroepen. Anderzijds zijn in het buitenland voorbeelden bekend waarbij netwerkbeheerders net geselecteerd worden op basis van ondermeer de openheid van hun (nog op te richten) netwerk. Hieruit moge blijken dat het uitermate interessant is om op te merken dat omroep en telecom steeds meer met elkaar vervlecht raken. Waar in het verleden omroep steeds gebeurde via de ether, de

⁸¹ dit valt onder de federale bevoegdheid van het B.I.P.T.

kabel en/of satelliet is dit nu uitgebreid tot elk elektronisch communicatienetwerk, wat er de regulering niet eenvoudiger op maakt.

Met betrekking tot de radio-omroepnetwerken, die beschouwd worden als elektronische communicatienetwerken geldt volgens art. 134 §1 dat een vergunning bekomen moet worden bij het Vlaams Commissariaat voor de Media vooraleer men kan overgaan tot exploitatie ervan. Art.134 §2 stelt dat de Vlaamse Regering een digitaal frequentieplan opstelt en goedkeurt. De gecoördineerde frequentieblokken en -kanalen worden vervolgens toegekend aan de aanbieders van een radio-omroepnetwerk (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005).

Uiteindelijk is artikel 134 nog niet uitvoerbaar omdat het definitieve frequentieplan nog niet opgesteld werd. De Vlaamse overheid wacht hiermee tot na de RRC06 (Regionale Radio Conferentie 06) in het voorjaar van 2006 te Genève (cfr. infra). Daarnaast blijft het voorlopig nog wachten op een uitvoeringsbesluit waardoor netwerkexploitanten erkend kunnen worden.

Tot slot zal de erkende netwerkexploitant volgens art. 136 van het omroepdecreet minimaal 80% van het door hem geëxploiteerde omroepnetwerk gebruiken voor de uitzending van radio-omroepprogramma's. Dit impliceert dat maximaal 20% gebruikt kan worden voor datadiensten (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005).

2 De beheersovereenkomst van de VRT en de verplichtingen met betrekking tot digitale radio.

2.1 De Beheersovereenkomst

In de eerste beheersovereenkomst tussen de VRT en Vlaamse gemeenschap, 1997-2001, werd reeds vermeld dat de openbare omroep een voortrekkersrol diende te spelen op het vlak van nieuwe technologieën. Dit werd dan ook onmiddellijk in de praktijk gebracht toen de VRT in september 1997 startte met digitale radio-uitzendingen. Een duidelijke opdracht inzake digitale radio vinden we terug in de tweede beheersovereenkomst 2002-2006. Deze wordt hier besproken. In Hoofdstuk II van de beheersovereenkomst: "Engagementen van de instelling in het licht van haar kernopdrachten met betrekking tot radio en televisie" (VRT, 2002) wordt in art. 4§1 vermeld dat de VRT haar DAB netwerk, dat in 2002 90% van Vlaanderen bereikte volledig zou uitbouwen binnen frequentieblok 12A. Indien

er een tweede DAB ensemble in gebruik zou genomen worden, dan voorziet men hierop ruimte voor de regionale uitzendingen van Radio 2 (VRT, 2002). Concreet is de situatie momenteel zo dat de VRT haar DAB ensemble op 12A nog niet volledig uitgebouwd heeft. In Overpelt (Limburg) ontbreekt nog een operationele zender omdat er geen gepaste locatie gevonden zou worden. Van een tweede ensemble waarop de regionale Radio 2 uitzendingen te horen zouden zijn, is nog geen sprake, deze worden momenteel in een beurtrol uitgezonden via het eerste en enige Vlaamse DAB ensemble. Uit een persoonlijk gesprek met Kristoff Bonne (25 juli 2005) zou blijken dat de VRT momenteel afwacht om haar uitzendingen via DAB uit te breiden totdat de besprekingen over de nieuwe beheersovereenkomst 2006-2010 afgerond zijn. Hiermee wil men vermijden dat bepaalde politici de VRT zouden kunnen verwijten dat men alle ruimte voor digitale radio naar zich toetrekt waardoor net als voor radio via FM nog slechts weinig ruimte zou overschieten voor nieuwe particuliere omroepen. In dit opzicht kan ook verwezen worden naar het volgende gedeelte over het beleid vanuit het Kabinet Media, waar men bezig is met de voorbereidingen van een aangepast juridisch kader waarbij het beheer van de nog op te richten DAB multiplexen niet aan de VRT zal toegekend worden.

In Hoofdstuk III worden de engagementen van de VRT inzake innovatieve mediaprojecten besproken. Binnen deze engagementen bevindt zich het e-VRT project, dat specifiek bedoeld is als onderzoeks- en ontwikkelingsforum gericht op “het organiseren, begeleiden, stimuleren, verspreiden en opvolgen van voor Vlaanderen nieuwe activiteiten op het vlak van de media” (VRT, 2002), wat dus zoveel wil betekenen als dat de VRT een belangrijke rol dient te spelen op het vlak van onder andere nieuwe (digitale) omroep technieken. Het e-VRT project definieert enkele lange termijn projecten waarbij de klemtoon ligt op onderzoek en ontwikkeling. Het onderzoeksgedeelte bestaat vooral uit partnerships die men aangaat, zoals de participatie in het WorldDAB forum. Ontwikkeling bestaat vooral in het creëren van nieuwe media toepassingen⁸² en onderzoek naar de reactie van het publiek hierop (VRT, 2002).

De VRT werkt via haar e-VRT opdracht mee aan de uitbouw van het digitaal thuisplatform en DVB-T. DVB-T is de standaard voor digitale televisie via aardse zenders, zoals besproken in Deel 1. DVB-T biedt naast een aantal digitale televisie kanalen ook alle digitale radio kanalen van de VRT. Het digitaal thuisplatform betreft vooral interactieve digitale televisie en heeft verder niks of erg weinig met

⁸² zoals het digitaal thuisplatform, wat een vorm van digitale interactieve televisie betreft (VRT, 2002).

radio te maken. Verder werkte de VRT ook mee aan een onderzoeksprogramma MPEG voor de audiovisuele sector (VRT, 2002). MPEG is zoals reeds uitvoerig besproken in Deel 1 de groep achter de technologie die aan de basis ligt voor audio- en videocompressie. Een MPEG compressievorm wordt ondermeer gebruikt voor digitale radio-omroep via DAB, DRM, DVB, ATSC, ISDB, DMB, ADR, Worldspace en vele internetstreams. Het MPEG onderzoeksprogramma waaraan de VRT meewerkte werd eind 2003 afgesloten.

Binnen het kader van het e-VRT project werd de strategische doelstelling gesteld: "Digitalisering en internettechnologie-compatibel maken van het intern productieproces" (VRT, 2002). Deze doelstelling werd gekoppeld aan een duidelijke performantiemaatstaf: "De VRT digitaliseert zijn intern productieproces en maakt het in de loop van deze beheersovereenkomst internettechnologiecompatibel. Deze maatstaf is niet van toepassing op het beeld- en klankarchief. Bestaande informatica- en informatiesystemen worden geïntegreerd. De VRT rapporteert specifiek over de vooruitgang." (VRT, 2002). Om deze performantiemaatstaf ook effectief te halen heeft de VRT in de voorbije jaren geïnvesteerd in de digitalisering van het productieproces. Een persoonlijk bericht van Kristoff Bonne (2004) hierover weet te melden dat een reportage bijvoorbeeld onmiddellijk digitaal opgenomen wordt, daarna digitaal gemonteerd en digitaal opgeslagen. Deze montages worden centraal opgeslagen zodat ze onmiddellijk kunnen gebruikt worden voor zowel radio journaals, televisie journaals, duidingprogramma's en nieuwsberichten via het internet met audio- en/of videomateriaal. De VRT heeft de voorbije jaren ook intens geïnvesteerd in het digitale aanbod van haar radio-omroepen via het internet. De nieuw opgerichte website www.digitaleradio.be biedt alle radio-omroepen aan via een internetstream. Voor die stream werd overgeschakeld van *wma* (Windows Media Audio) naar *mp3* (MPEG 1 Layer III), wat een open en algemeen verspreide codec is, die door elke internetgebruiker beluisterd kan worden (in tegenstelling tot *wma* dat vasthangt aan *Windows Media Player* van *Microsoft*).

Hoofdstuk IV van de beheersovereenkomst behandelt de engagementen van de VRT inzake technologie en transmissie, waarvan DAB een belangrijk onderdeel vormt. In de beheersovereenkomst wordt melding gemaakt van de verdeling van het toegewezen frequentiespectrum (12A, 6C, 11B en 11C)⁸³ voor DAB.

⁸³ Zoals reeds eerder vermeld wordt 12A voorbehouden voor de VRT en 6C voor de landelijke particuliere radio-omroepen. 11B en 11C zijn gedeeltelijk voorzien voor de regionale uitzendingen van

Nogmaals wordt hier het engagement herhaald dat men zal pogen een volledige DAB dekking te voorzien tegen 2006. Dit engagement wordt ook effectief omgezet in een strategische doelstelling: "Uitbouw van volledige digitale zendernetten voor radio, televisie en elektronische diensten voor heel Vlaanderen" wat tot uiting komt in de volgende performantiemaatsaf voor radio: "Het DAB-radionetwerk wordt verder uitgebouwd tot het volledige Vlaamse grondgebied. Vóór het einde van deze beheersovereenkomst zal het nationale ensemble 12A operationeel zijn" (VRT, 2002).

2.2 Evaluatie performantiemaatstaven inzake Digitale radio

In dit hoofdstuk wordt nagegaan in welke mate de VRT haar engagementen zoals hierboven vermeld nagekomen is. Bepaalde engagementen werden omschreven als strategische doelstellingen en op die manier gekoppeld aan performantiemaatstaven die gehaald moeten worden om aan de beheersovereenkomst tussen de Vlaamse Gemeenschap en de VRT te voldoen. De evaluatie van de engagementen van de openbare omroep met betrekking tot digitale radio gebeurt aan de hand van de jaarverslagen van 2002, 2003 en 2004, alledrie met betrekking tot de beheersovereenkomst die geldig is voor de periode tussen 2002-2006.

Uiteraard wordt bij de bespreking van de jaarverslagen van de voorbije drie jaar ook vermeld hoe de aanpak van digitale radio door de openbare omroep evolueert.

2.2.1 Jaarverslag VRT 2002

In het jaarverslag van 2002 wordt slechts weinig vermeld over DAB en de eventuele uitbreiding van het netwerk. Wel antwoordt de VRT op de gestelde strategische doelstelling dat het DAB-netwerk in frequentieblok 12A bijna volledig Vlaanderen bedient, behalve het uiterste zuidoosten en het uiterste noorden van Limburg. De zender voor het zuidoosten van Limburg zou begin 2003 operationeel worden. Verder wordt, met betrekking tot de digitale radio uitzendingen, kort melding gemaakt dat de sportuitzendingen onder de noemer *972 live* vanaf het volgende jaar ontkoppeld van Radio 1 zullen worden uitgezonden via de middengolf en via DAB (VRT, 2003).

radio 2. Volgens een recent persoonlijk contact met Paul Vandevelde van de Administratie Media (16/06/2005) zou deze verdeling eventueel herbekeken worden.

Met betrekking tot DVB-T, dat naast hoofdzakelijk televisiediensten ook alle radio-omroepen van de VRT uitzendt, vermeldt men enkele resultaten van een testproject in Schoten en Antwerpen bij 100 gezinnen (VRT, 2003).

Daarnaast wijdt de VRT in haar jaarverslag van 2002 een volledig hoofdstuk aan "Technologie en Innovatieve Mediaprojecten" (VRT, 2003). In dit hoofdstuk heeft men het hoofdzakelijk over de digitalisering van het productieproces (VRT, 2003).

2.2.2 Jaarverslag VRT 2003

In het jaarverslag van 2003 wordt snel duidelijk dat veel meer dan het jaar ervoor gekozen wordt voor meer nadruk op de digitale toekomst van radio. De digitale radio uitzendingen via DAB werden uitgebreid met *927 Live*, *Donna Hitbits* en *Nieuws+* (VRT, 2004).

Om aan haar opdracht als innovator op het gebied van nieuwe mediatechnologieën te voldoen werd in 2003 gekozen voor een grote mediacampagne waardoor het aantal bezitters van DAB-ontvangsttoestellen tijdens de tweede helft van 2003 verdubbelde (VRT, 2004).

Met betrekking tot de vooropgestelde strategische doelstellingen wordt nog steeds niet het volledige Vlaamse grondgebied bereikt in frequentieblok 12A. Het uiterste noorden van Limburg heeft nog geen eigen zendinstallatie. Zoals in het vorige jaarverslag gemeld werd de DAB-zender voor zuidoost Limburg op 13 januari 2003 operationeel (VRT, 2004).

Wat DVB-T betreft werd na het afsluiten van de proefprojecten ook de zender te Sint-Pieters-Leeuw en de steunzender te Brussel operationeel waardoor grote delen van de provincies Vlaams-Brabant en Antwerpen via DVB-T de digitale radio uitzendingen kunnen ontvangen (VRT, 2004).

2.2.3 Jaarverslag VRT 2004

In haar recentste jaarverslag meldt de VRT: "In 2004 werd het digitale radioaanbod op een consistente manier aangeboden en gecommuniceerd. De VRT wil zijn aanbod beschikbaar stellen op alle geschikte platforms, naarmate ze beschikbaar komen en betaalbaar zijn. Digitale radio werd in 2004 beschikbaar gesteld via DAB, via internet [...] en via DVB-T" (VRT, 2005). Het aantal DVB-T zenders werd in de eerste maanden van 2004 uitgebreid met het oog op de digitale terrestriële televisie uitzendingen van *Sporza*. Sinds 31 mei is het DVB-T signaal, met daarop onder andere alle radio netten in digitale vorm, in heel Vlaanderen te ontvangen. In

oktober werd het uniforme platform gelanceerd waarbij alle VRT-radionetten via internetstream te beluisteren zijn (VRT, 2005). Opmerkelijk bij de introductie van dit uniforme platform is de keuze voor de open audiocodec *mp3* (MPEG 1 Layer III) dat door elke mediaplayer afgespeeld kan worden. Voorheen maakte men gebruik van de *wma* (Windows Mediaplayer Audio) van *Microsoft* standaard, wat uiteraard beperkingen opleverde voor bepaalde luisteraars die niet over de gepaste harden/of software beschikten.

Inzake digitalisering van het productieproces meldt de VRT in haar jaarverslag dat alle radiostudio's volledig gedigitaliseerd werden in de loop van 2004. Daarnaast werd ook het *Advanced-Media-project* opgezet. Hierbij is het vooral de bedoeling om audiovisueel materiaal beter te beheren, op een kostenefficiënte manier deze inhoud via verschillende kanalen verspreiden en nieuwe methoden ontwikkelen om meerkanaalsapplicaties op te zetten (VRT, 2005).

Een ander onderzoeksproject, IBBT (Interdisciplinair Centrum voor Breedband Technologie), ging ook in 2004 van start en heeft onder andere als doelstelling om te onderzoeken hoe een multimedia content via verschillende kanalen gedistribueerd kan worden zonder dat dit een significante kostenstijging zou impliceren. Daarnaast worden ook archiveringstoepassingen en de gebruiksvriendelijkheid van dergelijke systemen onderzocht binnen dit IBBT-project (VRT, 2005).

Dergelijke projecten hebben niet rechtstreeks iets met digitale radio te maken maar zoals eerder al aangehaald zal het in de toekomst steeds minder gaan om het transmissiekanaal maar steeds meer om de eigenlijke content. (Digitale) Radio zal ontvangen kunnen worden via verschillende kanalen (T-DAB, S-DAB, DRM, DMB, DVB-T, DVB-H, DXB, FM, WiMAX, WiFi, enz.), eventueel enkele daarvan nog analoog. Via complexe chipsets zal automatisch de beste optie gekozen worden voor ontvangst en de luisteraar zal uiteindelijk niet weten via welk kanaal hij zijn favoriete radiostation beluisterd. Daarnaast zal ook de mogelijkheid bestaan om *on-demand* reeds eerder uitgezonden programma's opnieuw te beluisteren. In dit opzicht zijn beide onderzoeksprojecten erg interessant.

Wat het halen van de performantiemaatstaven inzake het T-DAB net van de VRT betreft kan tot slot nog vermeld worden dat de ontvangst in het uiterste noorden van Limburg nog steeds een probleem vormt (VRT, 2005).

3 Beleid vanuit het kabinet Media

3.1 Inleiding

Als basis voor de bespreking van het beleid omtrent digitale radio in Vlaanderen wordt in eerste plaats uitgegaan van de beleidsbrieven media van de voorbije jaren en de beleidsnota 2004-2009 met daarin telkens de beleidsprioriteiten door de minister voor media van dat moment. Opvallend hierbij is vooral dat digitale radio duidelijk geen prioriteit lijkt te zijn. Daarom werd ook via een persoonlijk contact met Caroline Uyttendaele en Duncan Braeckevelt, beiden raadgevers media op het kabinet van de huidige Vlaamse Minister van Bestuurszaken, Buitenlands beleid, Media en Toerisme, gepoogd om een beeld te vormen van de toekomstige plannen rond het mediabeleid met betrekking tot digitale radio.

3.2 Beleidsbrieven Media 1997 en 1998

Reeds in zijn Beleidsbrief Media 1997 maakt voormalig Vlaams mediaminister Eric Van Rompuy (1996) melding van een toekomstige aanpassing van de omschrijving van het begrip omroep. Vooral de huidige point-to-multipoint definitie van media ziet hij verschuiven naar en convergeren met de omschrijving van telecom, namelijk point-to-point verbindingen. Van digitale radio is echter nog geen sprake ondanks dat de VRT met haar DAB uitzendingen gestart is in 1997. De beleidsbrief van Van Rompuy (1997) voor 1998 maakt geen melding meer van digitale (radio) projecten naar de toekomst toe of van een eventuele aanpassing van de omroepdecreten omtrent nieuwe mediavormen.

3.3 Beleidsbrief Media 2000-2001

In de eerste beleidsbrief van Dirk Van Mechelen (2000) wordt onmiddellijk behoorlijk uitgebreid de digitale kaart getrokken en dit in tegenstelling tot zijn voorganger. Er wordt ondermeer melding gemaakt van een aangepast beleid omtrent digitale radio waarbij zowel de particuliere als openbare omroepen voldoende kansen zouden krijgen. In dat opzicht worden de nieuwe omroepdecreten waarbij voor het eerst landelijke particuliere radio via de ether toegelaten wordt onmiddellijk voorzien dat deze nieuw op te richten omroepen de kans krijgen om via T-DAB digitaal te gaan uitzenden wanneer dit technisch mogelijk wordt. De opmerking wordt echter wel gemaakt dat DAB in 2000 nog niet

doorgebroken was omwille van het ontbreken van voldoende keuze uit betaalbare ontvangstoestellen enerzijds en het beperkte digitale aanbod anderzijds.

3.4 Beleidsbrief Media 2001-2002

In zijn tweede beleidsbrief voor de periode 2001-2002 wijdt Van Mechelen (2001) een volledig hoofdstuk aan de ontwikkeling inzake T-DAB. Hierin worden de oorspronkelijk in 1995 te Wiesbaden gecoördineerde frequentieblokken in band III vermeld. De feitelijke vaststelling wordt gemaakt dat het landelijke ensemble op frequentieblok 12A gebruikt wordt door de VRT die zo 90% van de Vlaamse bevolking van digitale radio-uitzendingen voorziet. Frequentieblok 6C, dat oorspronkelijk enkel als provinciaal ensemble voor Limburg gecoördineerd was, werd uitgebreid tot een tweede landelijk dekkend ensemble dat via de beheersovereenkomst 2002-2006 met de VRT voorbehouden wordt voor de landelijke particuliere omroepen. Verder worden de ensembles op 11B en 11C voorbehouden voor commerciële omroepen maar ruimte wordt ter beschikking gesteld van de VRT voor de regionale uitzendingen van Radio 2. Het engagement van de vorige beleidsbrief wordt herhaald dat via DAB ruimte geboden wordt aan alle mediaspelers om mee te spelen in het radiolandschap. Daarnaast wordt nogmaals het niet doorbreken van DAB vermeld zoals in de beleidsbrief media van het jaar ervoor. Tot slot maakt men melding van de komende tweede coördinatieronde in 2002 waarbij de frequenties in de L-band verdeeld zullen worden. Vlaanderen zal pogen om daar voldoende frequenties te bemachtigen om ook regionale digitale radio-uitzendingen te voorzien in de toekomst.

3.5 Beleidsbrief Media 2002-2003

Van Mechelen (2002) gaat in zijn tweede beleidsbrief media voor de periode 2002-2003 verder inzake aangekondigde beleidsinitiatieven inzake digitalisering van de omroep. Onder andere in de nieuwe beheersovereenkomst tussen de Vlaamse Gemeenschap en de VRT worden doelstellingen opgenomen inzake digitale media. Concreet wat digitale radio betreft is er weinig nieuws. De nieuw te Maastricht gecoördineerde provinciale L-band ensembles worden vermeld. Ook het initiatief dat men neemt om het verzorgingsgebied van de gecoördineerde bi-provinciale ensembles 11B en 11C uit te breiden wordt vermeld, maar deze pogingen blijven echter tot op vandaag zonder resultaat.

3.6 Beleidsbrief Media 2003-2004

Marino Keulen (2003) vermeld in zijn eerste beleidsbrief media weinig nieuws met betrekking tot digitale radio en de T-DAB uitzendingen in Vlaanderen. Wel wordt in het kader van de gewijzigde omroepsituatie inzake digitale transmissiekanalen die niet oorspronkelijk voor omroep voorzien waren een aanpassing van de omroepdecreten besproken zoals reeds aangehaald in hoofdstuk 2. Deze bevat een verruimde omschrijving van *omroepen* en de introductie van het nieuwe concept *radiodienst*, dat zich expliciet richt op de evolutie naar digitale radio via nieuwe (digitale) transmissiekanalen zoals het internet.

Tot slot wordt vermeld dat een nieuw vergunningsstelsel zou opgericht worden voor digitale radio- en televisieomroepnetwerken. Deze digitale omroepnetwerken hebben betrekking op de netwerkbeheerders zoals besproken in Deel 1 hoofdstuk 2.1.1.2. Dit nieuwe vergunningsstelsel is een gevolg van een Europese Richtlijn⁸⁴.

3.7 Beleidsnota Media 2004-2009

Geert Bourgeois (2004) vermeld in zijn beleidsnota media voor de periode 2004-2009 dat er steeds meer nieuwe transmissiemogelijkheden ontstaan doormiddel van digitalisering van de omroep. Naast de klassieke ether en kabeluitzendingen ontstaan distributieplatformen via nieuwe technologieën zoals DAB maar ook via bestaande technologieën die oorspronkelijk voor andere doeleinden voorzien waren zoals UMTS en xDLS. In dit kader benadrukt de mediaminister het belang van een kordate en correcte controle op het naleven van de regelgeving. Verder wordt de aandacht gevestigd op het feit dat een toenemende digitalisering en de bijhorende technische evolutie leidt of kan leiden tot schaalvergroting en een oligopolische mediamarkt wat een uitdaging vormt op het vlak van het behoud van pluralisme en diversiteit. In dit opzicht voorziet Bourgeois een aanpassing van de regelgeving waarbij de toenemende convergentie tussen omroep- en telecomsector gereguleerd wordt alsook de toegenomen discrepantie tussen de bestaande regelgeving en de realiteit weggewerkt wordt.

Concreet wat digitale radio betreft wordt door Bourgeois (2004) aangekondigd dat er een vergunningsstelsel uitgewerkt zal worden voor digitale radio- en televisieomroepen en voor de aanbieders van gemultiplexte netwerken zoals dat bij

⁸⁴ Richtlijn 2002/20 van het Europees Parlement en de Raad van 7 maart 2002 betreffende de machtiging voor elektronische communicatienetwerken en –diensten, PB L 24 april 2002, afl. 108, 21 (Keulen, 2003).

DAB-omroep het geval is (cfr. de Netwerkuitbater). Het engagement zal door de Vlaamse Regering worden genomen om een digitaal frequentieplan op te stellen waarna de beschikbare frequentiekanalen aan de omroepnetwerken ter beschikking zullen worden gesteld. Daarnaast neemt men zich voor om de adoptie van de nieuwe omroep technologieën (en ook ICT) te bevorderen via het *Digitaal Actieplan Vlaanderen*. Bourgeois engageert zich verder tot overleg met de verschillende mediaspelers om het digitale spectrum zo optimaal te verdelen. Graag had hij ook via overleg met de andere Gemeenschappen in België tot een overeenkomst gekomen waarbij elke Gemeenschap één omroep in gans België en eventueel zelfs gans de Benelux kan verspreiden.

Wat betreft de *digitale switch-over* en de *analoge switch-off* werd in de beleidsnota media 2002-2003 van Van Mechelen (2002) al eens vermeld dat de Europese Commissie aandringt op een concreet plan. Bourgeois (2004) maakt gewag van de specifieke Vlaamse situatie met een hoge bekabelingspenetratie waardoor een concrete planning voor de *digitale switch-over* zich minder opdringt. Een planning wordt daardoor nog niet voorzien en over een *analoge switch-off* voor wat betreft de analoge radio-uitzendingen wordt geen verdere informatie verstrekt.

3.8 Toekomstig beleid inzake digitale radio in Vlaanderen

Zoals reeds eerder vermeld bleef art. 134 van het Vlaamse Omroepdecreet, dat de vergunningen voor elektronische communicatienetwerken en de opstelling van een digitaal frequentieplan vooropstelt, tot op heden dode letter. Nochtans is dit artikel bepalend voor de toekomst van digitale radio in Vlaanderen. Via een gesprek op 5 juli 2005 met Caroline Uyttendaele en Duncan Braeckevelt, raadgevers media op het kabinet van de huidige Vlaamse Minister van Bestuurszaken, Buitenlands beleid, Media en Toerisme, werd gepoogd om toch een zicht te krijgen op het toekomstig beleid inzake digitale radio in Vlaanderen.

Allereerst is het zo dat men vanuit het kabinet media reeds in het verleden pogingen ondernomen heeft om via een uitvoeringsbesluit de vergunningsregeling voor netwerkexploitanten te realiseren. Hierop kwam vooral vanwege de VMMA protest omdat dit mediabedrijf, dat eigenaar is van Q-Music, één van de twee landelijke particuliere omroepen sinds 2002, van oordeel was dat men voorlopig geen concurrentie mocht toelaten, ook al was die enkel digitaal aards te ontvangen. Uiteindelijk zou dit protest volgens Uyttendaele ondertussen opgegeven zijn waardoor men vanuit het kabinet media concrete plannen heeft om na de zomer

een uitvoeringsbesluit voor te leggen dat dan uiteindelijk ook gestemd kan worden. Uiteindelijk zal ook het volledige omroepdecreet herzien worden in de komende maanden.

Het finale digitale frequentieplan laat voorlopig ook nog op zicht wachten. Zoals eerder al gemeld werden in 1995 te Wiesbaden en in 2002 te Maastricht de huidige T-DAB frequenties voor band III en in de L-band gecoördineerd. Een derde coördinatieconferentie zal plaatsvinden begin 2006 te Genève (RRC06 of Regionale Radio Conferentie 06) waarop de gecoördineerde frequenties herbekeken worden en uiteindelijk definitief gelegd zullen worden. RRC06 heeft de bedoeling om overal een driedubbele⁸⁵ dekking in band III te voorzien. Dit doet men omdat gebleken is dat landelijke DAB dekking van L-band frequenties minder haalbaar is dan men aanvankelijk dacht. Dit werd ook reeds besproken in deel 1 en de toestand in Canada en Frankrijk. Na RRC06 zal ook Vlaanderen haar definitieve digitale frequentieplan opstellen waarna de frequenties uitgereikt kunnen worden voor commerciële exploitatie.

Een derde factor die meespeelt is de verantwoordelijkheid die men zal geven aan de netwerkuitbaters. Hiervoor zijn verschillende scenario's. In het ene scenario worden de netwerkbeheerders belast met een opdracht waarbij deze zelf beslist welke omroepen er al dan niet toegelaten worden tot het elektronische communicatienetwerk. Voorbeelden van dergelijke manier van werken ziet men ook in het buitenland zoals in hoofdstuk 5 zal blijken. Volgens een ander scenario wordt er gewerkt met een must carry statuut voor omroepen die erkend dienen te worden door de Vlaamse Gemeenschap. Probleem dat hierbij kan ontstaan is dat erkenningprocedures enkel toegelaten zijn in geval van schaarste, dit is momenteel nog niet het geval inzake digitale radio. Een combinatie van beide scenario's is ook mogelijk waarbij een omroep eerst contact opneemt met een netwerkbeheerder, daarmee een voorlopig contract afsluit en daarna toegang krijgt vanwege de Vlaamse Regering om ook effectief te gaan uitzenden via DAB. Deze laatste vorm kan beschouwd worden als een uitgebreide vorm van kennisgeving zoals die momenteel bestaat voor de radiodiensten.

Wat de analoge *switch-off* betreft heeft de Vlaamse Regering enkel een standpunt ingenomen voor wat betreft televisie. Men zal, zoals de Europese Commissie

⁸⁵ Met een driedubbele landelijke dekking bedoelt men dat men zal pogen om voor elk land drie landelijke ensembles te voorzien of via een combinatie van verschillende regionale ensembles in band III een derde landelijke ensemble te creëren. Voor Vlaanderen is dit bijna gerealiseerd. 12A en 6C zijn landelijke multiplexen. 11B en 11C bedekken Vlaanderen met uitzondering van Limburg. Hiervoor zal men waarschijnlijk dus een oplossing zoeken in de zin van een bijkomende frequentie.

gevraagd heeft, tussen 2010 en 2012 de analoge uitzendingen staken. Voor radio-omroep zijn er nog geen plannen omtrent de analoge *switch-off*. Volgens Uyttendaele zal deze ten vroegste binnen 20 jaar kunnen plaatsvinden. Een eventuele planning van een *switch-off* zal ook samengaan met concrete vereisten omtrent adoptie van digitale radio. Zo kan er onmogelijk sprake zijn van een *switch-off* indien minder dan 80-85% van de bevolking digitale radio reeds geadopteerd heeft.

In verband met een vraag over omroepen die in de toekomst digitaal wensen uit te zenden blijkt dat de huidige ketenradio's die momenteel via een netwerk van lokale radio's een landelijke dekking nastreven en dus in feite voordeel kunnen halen door digitaal uit te zenden omdat men zo, via een contract met een netwerkbeheerder van een landelijke DAB-ensemble, een volledige landelijke dekking zouden kunnen verwerven, niet onmiddellijk toegang zullen kunnen verwerven tot digitale uitzendingen. Er werd opgewezen dat lokale radio's in feite beperkt zijn tot hun lokaliteit en een bepaalde functie dienen te vervullen inzake programma's specifiek gericht op die lokaliteit. Daarom is het uitgesloten dat een dergelijke lokale omroep landelijke uitzendingen gaat verzorgen. Ten tweede gelden ook enkele onverenigbaarheden inzake eigendomsrecht van verschillende omroepen en ten derde kunnen ook bepaalde algemene regels inzake concentratie een negatief effect hebben op een toekomstige landelijke dekking via DAB voor de huidige ketenradio's. Uiteraard blijven mogelijkheden bestaan om via nieuw op te richten rechtspersonen bepaalde regels te omzeilen. Af te wachten valt in hoeverre louter digitale omroepen eventueel wel of niet structureel zullen mogen samenwerken met lokale of regionale particuliere omroepen.

4 Europees beleid rond digitale radio.

Inzake Europees beleid zijn er enerzijds de richtlijnen die goedgekeurd werden door het Europese Parlement en de Raad. Daarnaast brengt ook de Europese Commissie geregeld richtlijnen tot stand die belangrijk zijn in het kader van digitale omroep en digitale radio in het bijzonder. Daarnaast zijn nog het uitvoerende orgaan, het CEPT dat de frequentieverdeling regelt en de EBU dat de belangen behartigt van de nationale omroepen. De EBU is ondermeer verantwoordelijk voor het onderzoeksprogramma Eureka 147. Zoals besproken in hoofdstuk 2 van deel 1 leidde dit project tot DAB, de Europese standaard inzake digitale radio leidde.

Inzake richtlijnen die goedgekeurd werden door het Europese Parlement en de Raad is het de bedoeling dat deze omgezet worden in de nationale wetgeving zoals in Vlaanderen ook gebeurde via het huidige omroepdecreet. De belangrijkste richtlijnen dateren uit 2002 en worden omschreven als de kaderrichtlijn (2002/21/EG), de machtigingsrichtlijn (2002/20/EG), de toegangsrichtlijn (2002/19/EG) en de universele dienstrichtlijn. Deze richtlijnen gaan respectievelijk over een gemeenschappelijk regelgevingkader voor elektronische communicatienetwerken, de machtiging voor elektronische communicatienetwerken en –diensten, de toegang tot deze elektronische communicatienetwerken en de universele dienstverlening die eventueel via deze elektronische communicatienetwerken dient aangeboden te worden. Daarnaast is er ook nog 2002/58/EG, de richtlijn voor wat betreft de privacy en elektronische communicatie. Samen met een richtlijn (2002/77/EG) van de Europese Commissie betreffende de mededinging op de markten voor elektronische communicatienetwerken en –diensten en een verordening over de ontbundelde toegang wordt het huidige Europese regelgevend kader gevormd voor de communicatiesector, inclusief omroep (Uyttendaele, 2002). Onlangs (13 juni 2005) werden deze richtlijnen ook omgezet in een federale wet betreffende de elektronische communicatie (BS 20/06/05: 13 juni 2005 - Wet betreffende de elektronische communicatie).

Dit nieuwe regelgevend kader moet gezien worden binnen een veranderde situatie in Europa waar de vrijmaking van de telecommarkt in de voorafgaande jaren een feit geworden was. Dit leidde tot een toename van de concurrentie en globalisering. Daarnaast is er de technische evolutie naar digitalisering en convergentie. Samen met het ondoorzichtig kluwen van oude liberalisering- en harmonisatieregels leidde dit tot een dringende vraag naar vereenvoudiging, wat dan ook gebeurd is (Valcke et al., 2003). Valcke (et al., 2003) vat de doelstelling van dit nieuwe Europese kader mooi samen als: “de totstandbrenging van een geharmoniseerd juridisch kader voor elk transport van elektronische communicatiesignalen, ongeacht het gebruikte netwerk, om zo technologieneutraal en flexibel mogelijk een effectieve concurrentie op de markten te stimuleren en een afdoende niveau van consumentenbescherming, inclusief universele dienstverlening, in de toekomst te kunnen blijven garanderen.”

Niet alle aspecten van het huidige Europese beleid inzake elektronische communicatienetwerken zijn van belang voor digitale radio, de belangrijkste aandachtspunten worden wel besproken.

- Juridisch worden alle elektronische communicatienetwerken erkend als een mogelijk transmissiekanaal voor omroep. Rechtsregels dienen zo technologisch-neutraal mogelijk opgesteld te worden (Valcke et al., 2003).
- Effectieve mededinging wordt aangemoedigd en er worden bijzondere waarborgen getroffen tegen concurrentievervalsing vanwege dominante operatoren. Men poogt een evenwicht te vinden tussen flexibiliteit en rechtszekerheid (Valcke et al., 2003).
- De interne markt dient gerealiseerd te worden via het opheffen van bestaande belemmeringen voor het aanbieden van elektronische communicatienetwerken en –diensten (Valcke et al., 2003)

Concreet vertaald naar het toepassingsgebied voor digitale radio betekent dit dat digitale radio beschouwd wordt als een dienst die verloopt via een elektronisch communicatienetwerk. In dat opzicht dient de Vlaamse overheid de interne markt te bevorderen door ondermeer de bestaande belemmeringen op te heffen en in eerste instantie het aanbieden van een netwerk voor digitale radio mogelijk te maken. Daarnaast moeten diensten toegang kunnen krijgen tot deze netwerken. Het moge duidelijk zijn dat voor wat betreft de eventuele bezwaren van erkende particuliere omroepen door de Vlaamse Gemeenschap zoals het bezwaar van de VMMA voor wat betreft het uitvoeringsbesluit om de vergunningen te regelen voor netwerkoperatoren van digitale radio, hier geen rekening mee gehouden mag worden aangezien effectieve mededinging aangemoedigd dient te worden.

Naast dit algemene regelgevend kader voor de communicatiesector publiceerde de Europese Commissie ook enkele *green papers* omtrent digitale omroep. Hierin heeft men vooral aandacht voor de spectrumplanning, convergentie en de *digitale switch-over*. Opvallend is wel dat de nadruk in deze documenten vooral bij televisieomroep ligt en slechts in mindere mate betrekking heeft op radio-omroep (Hulshoff, 2002). De Europese Commissie publiceerde in 2002 de studie waarin men oproept om een concrete timing op te stellen om de *analoge switch-off* en de *digitale switch-over* nationaal te gaan plannen (Europese Commissie, 2002). In mei van dit jaar publiceerde de Europese Commissie een document waarin men adviseert om alle analoge uitzendingen te staken tegen 2012 (Biesemans, 2005).

Naast de concrete regelgevende instanties is er ook nog de EBU (*European Broadcast Union*). Dit is geen beleidsbepalend orgaan maar behartigt de belangen van alle nationale (publieke) omroepen en is op die manier onder andere een van de drijvende krachten achter het Eureka 147 project. Ook participeert de EBU in

het oorspronkelijk vanuit particuliere spelers in de sector opgericht DRM consortium (Hulshoff, 2002).

Het CEPT (*European Conference of Postal and Telecommunications Administrations*) is een uitvoerend orgaan dat onder andere verantwoordelijk is voor de frequentiecoördinatie binnen Europa (CEPT, 2004). Zo werden voor DAB de eerste frequenties gecoördineerd in 1995 te Wiesbaden. In 2002 werden nogmaals regionale L-band frequenties verdeeld om te voldoen aan de vraag naar meer regionale en lokale multiplexen (OLON, 2002). Begin 2006 is een volgende frequentieverdelingconferentie gepland te Genève (RRC06).

Tot slot kan nog vermeld worden dat de Europese Raad in het verleden ook enkele documenten publiceerde zoals de *4th European Ministerial Conference on Mass Media Policy: The media in a democratic society* waarin men alle nationale staten verplicht om de publieke omroep(en) voldoende (financiële) kansen te geven om deel te nemen aan de nieuwe technologische evoluties op het gebied van digitale omroep (Council of Europe, 1994).

5 Situatie in enkele andere landen.

5.1 Nederland

In Nederland is een duidelijk beleid omtrent digitale radio vrij recent alsook de effectieve digitale radio uitzendingen, in dat opzicht loopt Nederland eerder achter op het gebied van digitale radio. In 2003 werd bij het *zero base* frequentieplan dat leidde tot de herverdeling van de FM-omroep-frequentieband expliciet vermeld dat er na het verlopen van deze vergunningsperiode van 8 jaar (tot 2011) geen nieuwe verdeling meer komt. Deze *digitale switch-over* geldt zowel voor de publieke, particuliere als lokale radiosector (OLON, 2002).

Wat wel opvallend is, is dat men in Nederland, bij de allocatie van het L-band spectrum voor DAB in 2002, onmiddellijk rekening gehouden heeft met het grote aantal (een 330 lokale + 13 regionale) kleinschalige omroepen. In tegenstelling tot bijvoorbeeld Vlaanderen waar slechts provinciaal één L-band multiplex gecoördineerd werd, koos Nederland voor 117 kleinere allotments⁸⁶ (OLON, 2002). In vergelijking met de rest van Europa valt duidelijk op dat Vlaanderen erg grote

⁸⁶ Een allotment betreft een toewijzing, hier van frequenties. Veel kleine allotments betekent veel frequenties met een relatief kleine dekking, zoals in Nederland voor wat betreft de L-band. In Vlaanderen werd geopteerd voor minder allotments, die elk ongeveer een volledige provincie dekken.

allotments aangevraagd heeft en dit ondanks de ongeveer 300 erg kleinschalige lokale radio's. De dichtheid van allotments is het grootst voor Nederland maar ook landen als het UK, Spanje, Italië, Denemarken en Griekenland vallen op omwille van hun vele kleine L-band DAB-multiplexen.

Uiteindelijk blijkt dit nog onvoldoende om alle lokale radio's via T-DAB te laten uitzenden maar het is een eerste oplossing waarvan vele omroepen reeds gebruik zullen kunnen maken in tegenstelling tot de Vlaamse situatie waar de overheid nog helemaal geen rekening gehouden heeft met de veel (ook bij 300) lokale radio's.

Ondertussen werd in maart 2005 door minister Brinkhorst van Economische Zaken, minister Zalm van Financiën en staatssecretaris Van Der Laan bekend gemaakt wat hun plannen zijn wat betreft de invoering van commerciële digitale radio in Nederland. In dit plan wordt onder andere vermeld dat de uiterste datum voor de analoge *switch-off* 2019 is. Opvallend is dat de publieke omroep pas in februari 2004 is begonnen met uitzenden in T-DAB. Eerder waren er wel al experimenten maar die zijn nooit uitgegroeid tot volwaardige uitzendingen met een volledige dekking van Nederland (Radio.nl, 2005a).

De plannen bevatten ook concrete richtlijnen wat betreft het uitreiken van vergunningen aan netwerkuitbaters. Criteria zijn in de eerste plaats het aanbod van nieuwe programma's (die nog niet via analoge radio zijn te ontvangen), het aanbod van innovatieve diensten en het totale businessplan. Daarnaast spelen ook de financiële haalbaarheid een rol en de toegankelijkheid van het netwerk voor omroepen die geen banden hebben met de netwerkbeheerder. Tot 2011 is het verplicht om 80% van het ensemble te vullen met radioprogramma's. Men verwacht dat men in het najaar van 2005 de procedure tot het uitreiken van de vergunningen zal opstarten zodat begin 2006 de netwerkbeheerders voor T-DAB bekend zijn (Radio.nl, 2005a).

5.2 U.K

In het U.K. is de toegang tot de DAB-multiplexen grondig gereguleerd. Een omroep die wenst uit te zenden via een landelijke of lokaal DAB ensemble dient hiervoor een aanvraag in te dienen bij de *Radio Authority* die na het betalen van een *application fee* zal bepalen welke van de gegadigden een plaats op een DAB-ensemble toegewezen krijgt. De criteria waaraan men de applicanten toetst om toegang te krijgen tot een ensemble zijn:

- Welk deel van de Britse bevolking wenst men te bereiken en tegen wanneer kan men dit realiseren? (Afhankelijk van landelijke of lokale multiplex)
- Heeft de potentiële omroep voldoende resources om dit te realiseren?
- In welke mate draagt het nieuwe radioproduct bij tot de verscheidenheid in smaak en interesse bij de bevolking?
- Draagt de nieuwe radioservice bij tot de adoptie van digitale radio en/of hoe zal de potentiële omroep luisteraars aanmoedigen tot adoptie?
- Eerdere relaties tussen de radio-omroep en de netwerkuitbater.

Daarnaast bestaat er ook een regelgeving voor de netwerkuitbaters die verplicht zijn om tegen een eerlijke prijs toegang te verlenen aan alle content-providers die aan bovenstaande voorwaarden voldoen. Daarnaast dient men ook een gevarieerde mix aan programma's aan te bieden (Hulshoff, 2002)

5.3 Duitsland

In Duitsland is het mediabeleid niet in handen van de federale overheid maar van de deelstaten. Wel is er een raad waarbinnen op federaal niveau de verschillende beleidsaangelegenheden van de deelstaten onderling coördineerd wat betreft media. Deze raad, de ALM (*Arbeitsgemeinschaft der Landesmedienanstalten*) werd in 1997 opgericht om een antwoord te bieden op de drastisch evoluerende media situatie.

Wat betreft de digitale toekomst voor radio-omroep heeft men in Duitsland (op federaal maar vooral ook op deelstaat niveau) gekozen voor Eureka 147/DAB. Echter omdat in Duitsland omroep een kwestie van de deelstaten is, zijn er geen landelijke omroepen actief. DAB en beleid voor wat betreft digitale radio zal dus anders toegepast worden in de verschillende deelstaten. Zo heeft men er in de deelstaat Beieren en Sachsen-Anhalt voor geopteerd om geen nieuwe analoge FM-zenders meer in gebruik te nemen vanaf 2002. Daarnaast is wettelijk bepaald dat elke omroep tegen 2005 90% van haar publiek dient te bereiken via digitale DAB uitzendingen. Bepaalde open-kanalen⁸⁷ in Duitsland opteerden dan weer voor samenwerking met het DRM consortium voor toekomstige digitale (Hulshoff, 2002). In een paper gepubliceerd door de *Digital Broadcast Initiative*, een Duitse denktank omtrent digitale radio waarin zowel de federale overheid, deelstaat overheden en

⁸⁷ Een open-kanaal of burger-kanaal is een radio-omroep waarbij burgers zelf bepaalde zendtijd kunnen invullen met eigen programma's, dergelijke omroepen worden ook gemeenschapsradio's genoemd.

actoren uit de sector samenwerken, wordt onder andere melding gemaakt dat niet alle gecoördineerde DAB frequentieblokken perfect overeenkomen met de zendgebieden van de bestaande radio-omroepen. Hiervoor dient men dus een oplossing te vinden. Anderzijds plant men ook al concreet de *analoge switch-off* tussen 2010 en 2015. Hiervoor heeft men een concrete planning opgesteld die ingaat vanaf 2003 (BMW, n.d.).

Ook in Duitsland zijn er nog geen concrete planning voorgesteld om kleinschalige lokale radio-omroepen een digitale toekomst te garanderen (Hulshoff, 2002).

Tot slot kan vermeld worden dat bepaalde commerciële omroepen die al gestart waren met DAB uitzendingen daar mee gestopt zijn. In maart 2005 kondigden *Radio Top 40* en *Digitalradio Rockland Thüringen*, beiden uit de deelstaat Thüringen aan, dat men hun digitale uitzendingen zou staken respectievelijk op 1 juli en 30 april. De reden hiervoor is dat de mediaraad van Thüringen niet langer tussenkomt in de kosten. Tot voor 1 juli 2005 konden FM-omroepen 50% van hun kosten voor DAB terugbetaald krijgen in de vorm van subsidies. Omroepen die enkel digitaal uitzenden konden tot 65% van de kosten terugbetaald krijgen. Concreet maakte Radio Top 40 bekend dat haar jaarlijkse uitzendkosten 640.000 euro bedragen, waarvan 266.000 euro voor de T-DAB uitzendingen. Eerder al dit jaar maakte ook de mediaraad voor Berlijn en Brandenburg (MABB) bekend dat men de uitgifte van vergunningen zou stoppen omdat alle commerciële omroepen hun uitzendingen reeds gestaakt hadden. Dit vooral omwille van de geringe luisterdichtheid via DAB maar De MABB maakt ook de opmerking dat de MPEG1 layer II codec die gebruikt wordt voor DAB eigenlijk reeds technisch achterhaald is. Een recentere codec zoals MPEG 4 zou drie tot viermaal zoveel omroepen per ensemble kunnen opleveren. De MABB onderzoekt hierom de mogelijkheden van alternatieve technologieën als DVB-H en DMB en hoopt een werkbaar alternatief voor te stellen op de IFA 2005 (Internationale Funkausstellung 2005, de grootste beurs voor consumentenelektronica ter wereld die jaarlijks plaatsvindt in augustus te Berlijn) om in 2007 effectief met uitzenden te starten (Radio.nl, 2005b).

5.4 Frankrijk

Uit een document van de voormalige Franse minister voor cultuur en communicatie, Anne Coutard (2001) blijkt dat Frankrijk aanvankelijk eerder sceptisch tegenover DAB stond. Hiervoor haalt men het traag op de markt komen van betaalbare ontvangers, de veelheid aan alternatieve technologieën en vooral het principe dat

DAB via een netwerkuitbater werkt, wat de onafhankelijkheid van de radio-omroepen in gedrang zou kunnen brengen, aan.

Lange tijd leek het alsof Frankrijk eerder achter bleef op het gebied van digitale radio maar daar lijkt recentelijk verandering in te komen. Op de opening van de *Le Radio!* conferentie van 6 tot 9 februari 2005 te Parijs maakte Dominique Bodis, hoofd van het CSA, bekend dat het CSA zeer binnenkort richtlijnen voor digitale radio zou gaan opstellen. Patrick Devedjian, de gedelegeerd minister van Industrie maakte eerder al bekend dat de invoer van digitale radio één van zijn prioriteiten betreft. Tot nu toe werd DAB in Frankrijk enkel kleinschalig toegepast in steden als Parijs, Lyon, Nantes en Marseille. De reden hiervan is ongetwijfeld het ontbreken van een landelijk DAB netwerk. Ondanks het feit dat er wel frequenties gecoördineerd werden in band III is het in de praktijk onmogelijk om deze te gebruiken totdat de overheid deze heeft vrijgegeven. Het vrijgeven van deze frequenties vormt een probleem omdat ze militaire frequenties zou kunnen storen. DAB wordt daarom in de L-band toegepast. De ensembles in de L-band zijn voorlopig enkel geschikt voor lokaal/regionaal gebruik (cfr. supra). Naar de toekomst toe zou DAB in mode IV kunnen leiden tot performantie SNF's op grotere oppervlaktes waardoor landelijke ensembles in Frankrijk mogelijk. Een andere optie is de frequenties in band III vrijgeven voor digitale radio-omroep. In elk geval kondigde het CSA aan om dit probleem op te lossen. Tot slot kan nog vermeld worden dat in Frankrijk zowel landelijke omroepen als France Inter en NRG en plaatselijke kleinschalige lokale omroepen uitzenden via DAB (Radio.nl, 2005c).

5.5 Canada

Canada is één van de landen waar DAB al zeer vroeg ingevoerd werd. Reeds in 1995 werd door de *Canadian Radio-television and Telecommunications Commission* (CRTC) een paper gepubliceerd waarin men de introductie van digitale radio aankondigde. Hierbij zag men in Canada de overstap van analoge naar digitale radio in twee fases verlopen. In een eerste *Transitional period* zouden omroepen die wensen te experimenteren met digitale radio hiervoor een licentie kunnen krijgen. Daarnaast engageert men zich om binnen de drie jaar over te gaan tot een volgende fase waarin uitzendlicenties voor een langere periode verstrekt worden (CRTC, 1995).

In Canada werden ondertussen verschillende openbare en particuliere omroepen erkend om digitaal uit te zenden. Net zoals in Frankrijk kan Canada geen gebruik maken van SNF's in band-III omdat deze frequenties gebruikt worden voor militaire toepassingen in de V.S. Hierdoor blijven DAB ensembles beperkt tot stedelijke gebieden. Ook in Canada wordt gezocht naar een oplossing voor dit probleem via experimenten met L-band DAB in mode IV.

Zoals ook al eerder vermeld opteert Canada naast het DAB systeem ook voor de digitale satellietradio systemen van XM en Sirius die onlangs een licentie verkregen om naast in de V.S. ook in Canada een systeem van digitale satellietradio te installeren.

5.6 Australië

Ook in Australië is men reeds erg vroeg bezig met beleid rond digitale radio. Reeds in het begin van de jaren '90 stimuleert de overheid het onderzoek naar digitale omroep technologieën. Ondanks het feit dat men ook het Eureka 147 systeem gebruikt spreekt men in Australië niet van DAB maar wel van DRB (*Digital Radio Broadcast*). Uit twee papers die uitgegeven werden door het *Digital Radio Advisory Committee* in 1996 en 1997 is daar een duidelijk beleid met betrekking tot digitale radio-omroep ontstaan (Rubensohn, 1996 en 1997).

Daarnaast heeft Australië steeds de mogelijkheden tot andere technologieën opgehouden zoals het ISDB-T systeem uit Japan en het IBOC/HD-radio systeem van iBiquity dat in de V.S. wordt gebruikt.

Hoofstuk 2: Maatschappelijke impact van digitale radio.

1 Adoptie van digitale radio.

1.1 Theoretisch kader: de adoptietheorie van Rogers

De theorie van Rogers (1995) beperkt zich niet tot louter technologische innovaties⁸⁸ maar is er uiteraard wel op toepasbaar. Rogers' theorie komt erop neer dat het adoptieproces van een innovatie binnen een sociaal systeem in verschillende fasen verloopt waarbij telkens een nieuwe categorie consumenten aangesproken wordt om de innovatie te gaan adopteren. Het adoptieproces bij de adoptant verloopt vervolgens opnieuw via vijf fasen. De verschillende categorieën van consumenten zijn: *innovators*, *early adopters*, *early majority*, *late majority*, en *laggards*. Hierbij zullen de *innovators* het snelst overgaan tot adoptie en de *laggards* het langst wachten ermee. Duidelijk moge in elk geval zijn dat er een bepaalde spreiding optreedt binnen de bevolking van een sociaal systeem waarvan de individuen de innovatie zullen adopteren na een bepaalde tijd, daarom spreekt Rogers (1995) over diffusieonderzoek of spreidingsonderzoek.

Daarnaast zijn er ook vijf fasen die elke adoptant zal doorlopen vooraleer de adoptie als geslaagd beschouwd wordt. Deze fasen zijn: *knowledge*, *persuasion*, *decision*, *implementation* en *confirmation*⁸⁹.

Rogers' diffusieonderzoek wordt omschreven als een onderzoeksvorm waarbij nagegaan wordt hoe innovaties worden geadopteerd en waarom die adoptie al dan niet plaatsvindt. Hierbij zijn vier elementen van belang: innovatie, tijd, communicatie en het sociale systeem. Diffusie is: "the process by which an innovation is communicated through certain channels over time among the members of a social system" (Rogers, 1995, p. 5).

De eerste factor: innovatie, gaat over de mate waarin de innovatie voldoet aan bepaalde eisen waardoor de consument geneigd zou kunnen zijn om de innovatie te gaan adopteren. Factoren van innovatie zijn: relatief voordeel, compatibiliteit, complexiteit, testbaarheid en observeerbaarheid (Rogers, 1995).

⁸⁸ Een innovatie wordt gedefinieerd door Rogers (1995, p.11) als: "an idea, practice, or object that is perceived as new by an individual or other unit of adoption".

⁸⁹ Vertaald kunnen deze begrippen in volgorde van vermelding vertaald worden als: kennis, overtuiging, beslissing, tenuitvoerbrengeing en bevestiging.

De tweede factor: tijd, betreft de tijd die nodig is om een innovatie te laten adopteren bij de potentiële adoptanten. De factor tijd wordt positief beïnvloed indien de perceptie bij de consument van het relatieve voordeel, de compatibiliteit, de observeerbaarheid en de testbaarheid hoog is. De factor tijd wordt negatief beïnvloed door een hoog gepercipieerde complexiteit (Rogers, 1995).

Communicatie, de derde factor die invloed heeft op het adoptieproces, is van belang omdat de mate van diffusie beïnvloed wordt door de manier waarop de innovatie bekend raakt bij de potentiële adoptant. De consument moet zich met andere woorden bewust zijn van het bestaan van de innovatie vooraleer ooit tot adoptie overgegaan kan worden (Rogers, 1995).

Tot slot, de vierde factor, het sociale systeem, heeft invloed op de diffusie omdat de leden van een bepaald sociaal systeem volgens Rogers (1995) een zelfde doel nastreven. Afhankelijk van dat gemeenschappelijke doel, ook gemeenschappelijke normen en waarden hebben hierop betrekking, kunnen de adoptie van een innovatie bespoedigen of bemoeilijken.

Om nu terug te keren tot classificatie in vijf categorieën van adoptanten: Rogers (1995) bemerkt dat de leden van dezelfde categorie ook hun socio-economische status, persoonlijke waarden en communicatiegedrag delen.

- **Innovators** zijn de categorie van de eerste 2,5% adoptanten. Deze categorie wordt omschreven als: ondernemend, hoger opgeleid, hogere socio-economische status, hoger dan modaal inkomen, kan overweg met de onzekerheid van een vroege adoptie, beschikken over een uitgebreid sociaal netwerk ook buiten de eigen *peer*-groep (Rogers, 1995).
- **Early adopters** zijn de categorie van de volgende 13,5% adoptanten. Deze groep bestaan vooral uit de zogenaamde *opinion leaders*. *Opinion leaders* genieten het respect van de leden uit hun groep en worden om advies gevraagd over de innovatie door toekomstige adoptanten (Rogers, 1995).
- **Early majority** betreft de volgende 34% binnen een bepaald sociaal systeem. Deze groep zullen hun adoptie erg goed overwegen en voldoende advies inwinnen bij *opinion leaders* (Rogers, 1995).
- **Late Majority** zijn diegenen die tot de volgende 34% adoptanten behoren. Deze consumenten benaderen de nieuwe innovatie met behoorlijk wat scepticisme en zullen eerder tot adoptie overgaan omwille van economische noodzaak of druk vanuit de groep dan vanuit persoonlijke overtuiging. Leden die tot de *late majority* behoren zullen niet bereid zijn om hun

schaarse *resources* te riskeren voor de adoptie van een innovatie indien niet alle onzekerheid kan gereduceerd worden (Rogers, 1995).

- **Laggards** betreffen de laatste 16% adoptanten. Deze groep is vrij conservatief en biedt zolang als mogelijk weerstand tegen een innovatie. Het niet adopteren leidt ertoe dat deze groep geïsoleerd kan raken van het sociale systeem.

Naast deze vijf fasen op het geaggregeerde niveau beschrijft Rogers (1995) adoptie op het niveau van het individu als een proces waarbij vijf stadia doorlopen worden vooraleer de adoptie voltrokken is. De potentiële adoptant zal eerst kennis opdoen over de innovatie (*knowledge*), daarna volgt de overtuiging door middel van voordelen die de innovatie biedt (*persuasion*). In een volgende fase beslist de consument om te adopteren (*decision*), neemt de innovatie in gebruik (*implementation*) waarna de bevestiging (of ontkenning) volgt van de redenen tot adoptie (*confirmation*).

Uiteindelijk is het zo dat indien een nieuwe technologie volledig geadopteerd wordt door een sociale systeem alle stadia, van *innovator* tot *laggard*, doorlopen wordt. Ook op het niveau van het individu zullen alle vijf de stadia van *knowledge* tot *confirmation* gunstig doorlopen moeten worden. Het is uiteraard mogelijk dat een bepaalde fase niet gehaald wordt, zowel op het individueel niveau als op het geaggregeerde niveau. De oorzaken hiervan kunnen erg divers zijn en zullen voor elke mislukte innovatie afzonderlijk onderzocht moeten worden. De gevolgen van een niet vervulde adoptieprocedure kunnen echter nog twee kanten op. Enerzijds kan een gedeeltelijk geadopteerde innovatie impliceren dat deze technologie blijft bestaan maar het gebruik beperkt blijft tot een duidelijk omschreven, eerder beperkte, doelgroep (zoals bijvoorbeeld met de *minidisc* van Sony gebeurd is). Dit zal het geval zijn indien de adoptie op het niveau van het individu goed doorlopen werd en ook de *confirmation* of de de verwachting tegenover de innovatie positief was. Andere factoren zullen dan de oorzaak zijn dat de adoptie niet bij het volledige sociale systeem voltrokken werd.

Anderzijds kan een technologie uiteindelijk ook van de markt gehaald worden omdat de adoptie van de betreffende technologie stilgevallen is in een te vroeg stadium en dus te weinig consumenten bereikt konden worden of omdat er geen bevestiging optrad bij de consument die uiteindelijk de innovatie laat voor wat het was en dus niet het volledige adoptieproces zal doorlopen.

Tot slot kan nog de de S-curve weergegeven worden (figuur 21). De S-curve is de voorstelling van de adoptie in functie van de tijd. Afhankelijk van het soort innovatie, en de mate waarin deze aan versnellende en vertragende factoren voor wat betreft adoptie onderhevig is, zal de adoptie sneller of trager verlopen.

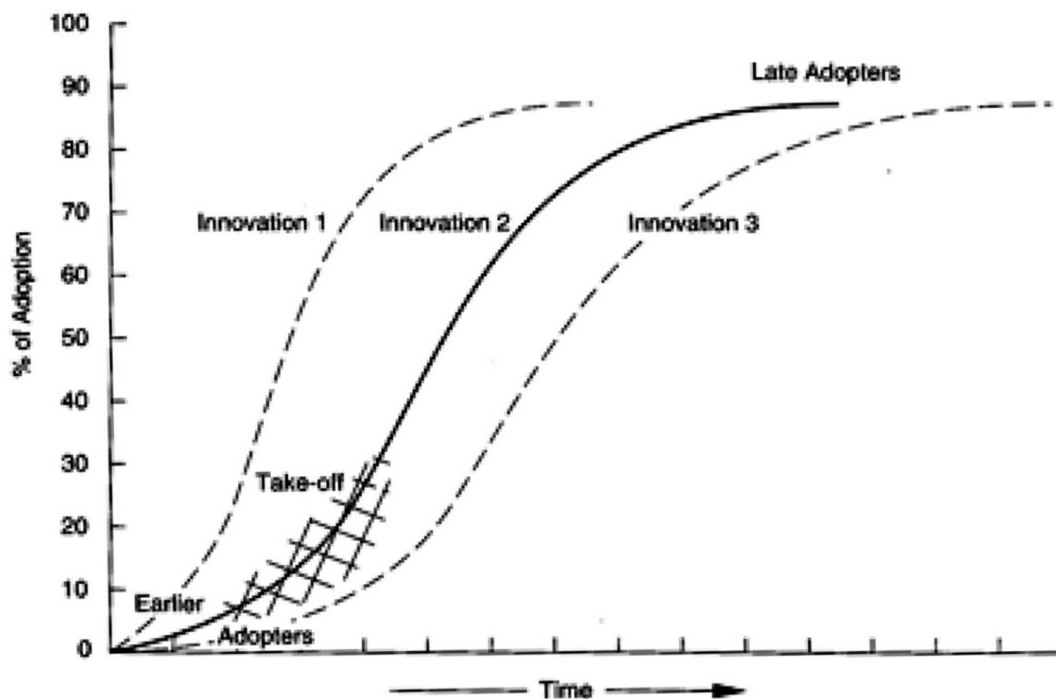


Fig. 21 De S-curve (Rogers, 1995).

1.2 Rogers toegepast op digitale radio

1.2.1 Het individuele niveau

Op het niveau van het individu worden vijf fasen doorlopen. Afhankelijk van het doorlopen, of de mogelijkheid tot het doorlopen van deze stadia kan adoptie plaatsvinden. Uiteraard zou grondig onderzoek vereist zijn om een antwoord te geven op een vraag als: "leidt de implementatie bij een consument die de eerste 4 stadia van de adoptie doorlopen heeft tot bevestiging van de verwachtingen die men had voor wat betreft digitale radio?". Een antwoord op deze vraag geven is hier onmogelijk omdat er nog geen dergelijk onderzoek verricht werd. Eventueel kon ook aan de hand van feiten gepoogd worden om een beeld te vormen in welke mate er mogelijkheden zijn om deze vijf stadia te doorlopen. Het zou deze scriptie echter te ver leiden om dat ook in detail te gaan uitvoeren al zou dergelijk onderzoek erg interessant kunnen zijn.

1.2.2 Op het niveau van het sociale systeem

Hier is het in tegenstelling tot het individuele niveau net iets eenvoudiger om aan de hand van feitelijke vaststellingen conclusies te maken voor wat betreft de adoptie van digitale radio.

Allereerst is het duidelijk dat digitale radio zich in een eerste fase richt op leden van een sociaal systeem die zich als *innovators* laten kenmerken. Uit een onderzoek, *The Future Of Digital Audio*, door Forrester (Cantwell, 2005), blijkt duidelijk dat Sirius en XM, de twee aanbieders van digitale satellietradio in de VS, zich momenteel uitsluitend richten tot de groep van *innovators*. Aan de huidige abonnementscondities zou saturatie binnen deze doelgroep optreden rond 2010. Daarom kan verwacht worden dat men andere abonnementsformules zal ontwikkelen waardoor ook andere doelgroepen aangesproken worden. In de toekomst zouden een aantal digitale radiokanalen FTA (*Free To Air*) aangeboden kunnen worden met daarnaast bijvoorbeeld een relatief klein surplus voor extra themakanalen, bijvoorbeeld sport of cultuur in de plaats van de huidige abonnementsformule met slechts één relatief hoog bedrag (\$12,95) per maand. Uiteraard zou verder onderzoek ook hier aangewezen zijn.

1.3 Een prognose

Philip Laven, de directeur van het technisch departement van de EBU, maakt in zijn presentatie op de ITU-EBU workshop te Sofia op 8 juni 2004 een prognose over de adoptie van nieuwe digitale omroep technologieën aan de hand van recente technologische innovaties die reeds geadopteerd zijn of reeds gevorderd zijn binnen het adoptieproces. Uitgaande van het theoretisch model van Rogers, waarbij volledige adoptie na verloop van tijd optreedt wordt de vergelijking gemaakt met de adoptie in praktijk. De S-curve voor ideale adoptie werd reeds weergegeven in figuur 21. Figuur 22 stelt de S-curve voor van enkele belangrijke innovaties en hoe die werden geadopteerd in de VS. Figuur 23 geeft de S-curve weer van enkele innovaties op het gebied van media en communicatie.

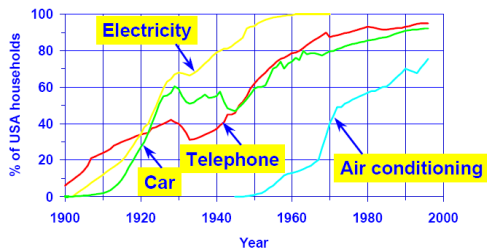


Fig. 22: S-curve in de praktijk met betrekking tot de adoptie van enkele innovaties (Laven, 2004).

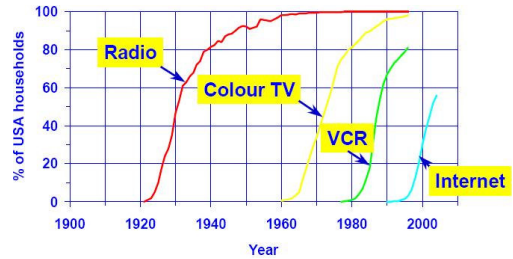


Fig. 23: S-curve in de praktijk met betrekking tot de adoptie van enkele innovaties (Laven, 2004).

Aan de hand van een vergelijking tussen deze eerder recente innovaties op het vlak van communicatie en media maakt Laven (2004) een prognose voor de adoptie van digitale radio. Aan de hand van een grafiek waarbij de adoptie tussen 10 en 90% vergeleken wordt tussen bepaalde toepassing (figuur 24) wordt opgemerkt dat internet, ondanks de hype, in de VS minder snel geadopteerd wordt dan dat de videorecorder geadopteerd werd. De videorecorder, of VCR, is volgens figuur 24, de innovatie die het snelst geadopteerd werd. Tien jaar na de introductie werd deze innovatie geadopteerd bij ruim 60% van de Amerikaanse gezinnen.

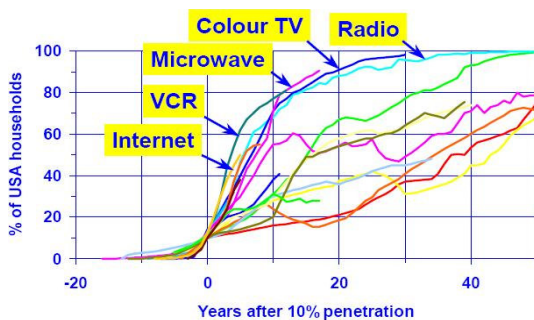


Fig. 24: Vergelijking voor wat betreft adoptie bij de Amerikaanse gezinnen tussen 10 en 90% bij een innovaties uit het verleden. (Laven, 2004).

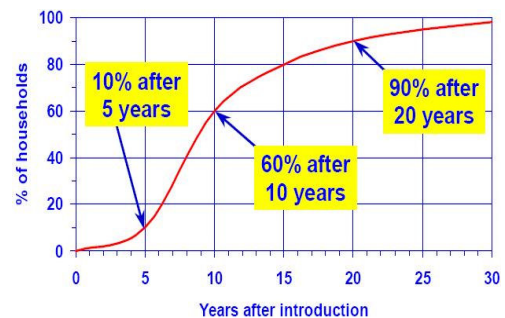


Fig. 25: S-curve waarbij de prognose wordt gemaakt met betrekking tot de adoptie van digitale radio (Laven, 2004).

In figuur 25 maakt Laven (2004) een prognose voor wat betreft de adoptie van nieuwe digitale technologieën voor omroep, zoals digitale radio. Deze prognose is volgens Laven de meest optimistische benadering aan de hand van snel geadopteerde innovaties zoals de VCR en het internet. In elk geval zal rekening gehouden moeten worden met een termijn van op z'n minst 20 jaar vooraleer digitale radio in die mate geadopteerd werd dat ze de penetratie van analoge radio benadert. Uiteraard is het zo dat de analoge *switch-off* pas kan doorgevoerd

worden op het moment dat een voldoende groot gedeelte van de bevolking de nieuwe technologie geadopteerd heeft. Dit was ook het standpunt van Caroline Uyttendaele, adviseur op het kabinet Media, waar men denkt aan een adoptie van op z'n minst 80 à 85% vooraleer analoge radio definitief uitgeschakeld zou kunnen worden.

Een andere prognose wordt gemaakt door Forrester (Cantwell, 2005). Forrester is een onafhankelijk technologisch onderzoeksinstituut dat sinds 1983 op praktijk gericht onderzoek verricht over de impact van technologische evoluties op ondernemen. In een recente studie: "The Future Of Digital Audio" bekijkt men de mogelijkheden van digitale audio naar de toekomst toe. Digitale audio is meer dan enkel digitale radio maar digitale radio maakt er wel deel van uit en ondergaat dezelfde evoluties. Deze evolutie laat zich omschrijven als een algemene trend waarbij luisteraars, consumenten, willen luisteren naar wat zij willen, op het toestel van eigen keuze. Precies hierop spelen de nieuwe vormen van radio en digitale audio, zoals satellietradio, webcasting en *podcasting* in omdat deze toelaten, eventueel na het betalen van een abonnementsgeld, om uitermate flexibel te beluisteren wat de consument wenst. Radio evolueert op die manier naar een *subscription based* model en de *on-demand* aanlevering van programma's. Dit systeem is reeds ingeburgerd in de VS voor wat betreft televisie-omroep, in Europa staat dit nog eerder in haar kindeschoenen. En toepassing van dergelijk *subscription based model* is *TiVo*. *TiVo* is een dienst die wordt geleverd na het betalen van een abonnementsgeld. Via *TiVo* krijgt de kijker/luisteraar de mogelijkheid om alle programma's die eventueel maar zouden kunnen beantwoorden aan zijn of haar interesse automatisch op te nemen zodat men achteraf kan beluisteren wat men eventueel gemist heeft. Daarnaast bestaat ook de mogelijkheid om reclameboodschappen in programma's over te slaan of weg te laten.

Digitale radio laat perfect toe om ook gelijkaardige toepassingen te creëren. *Conditional access* regelt de toegang voor diensten waarvoor men over een abonnement moet beschikken. Daarnaast kunnen bepaalde programma's opgeslagen worden indien het ontvangsttoestel over een geheugen beschikt. Dergelijke toestellen zijn reeds op de markt. Zoals besproken in deel 1 is één van de datadiensten de EGP, *Electronic Program Guide*. Via deze elektronische

programmagids is het perfect mogelijk dat het radiotoestel automatisch programma's die aan bepaalde vereisten voldoen zal opnemen.

1.4 Factoren die de adoptie kunnen versnellen

In de praktijk zijn echter diverse scenario's bedenikbaar waardoor de analoge *switch-off* sneller doorgevoerd zou kunnen worden. In dit opzicht is het interessant om even de link te maken met digitale televisie.

In Groot-Brittanie werd tijdens de eindejaarsperiode 2003-04 door het DRDB (*Digital Radio Development Bureau*) een onderzoek gedaan naar de motieven bij de aanschaf van een DAB toestel. Het onderzoek vond plaats bij 2113 respondenten die reeds een DAB ontvangsttoestel aangekocht hadden. Uit de resultaten bleek dat de ruime meerderheid voor DAB opteerde omdat men zo toegang kreeg tot extra zenders. Andere factoren die van belang blijken bij adoptie zijn de betere geluidskwaliteit en de betere ontvangst van de bestaande zenders (Spencer, 2004).

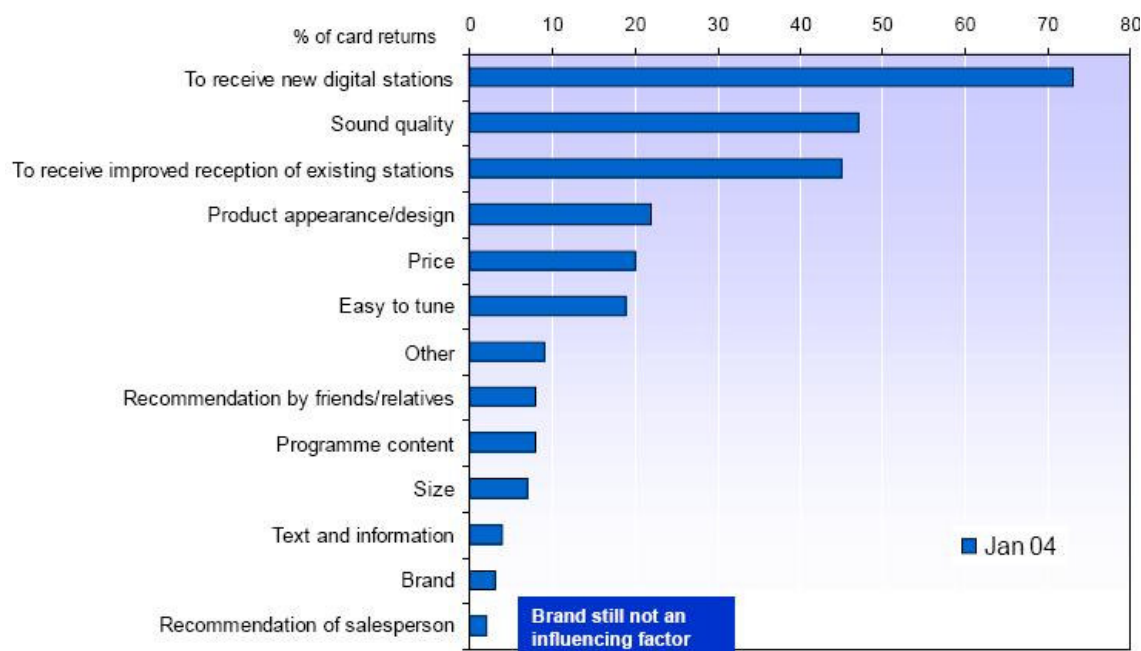


Fig. 26: Reden waarom men een DAB toestel aankocht (Spencer, 2004).

In bepaalde steden, zoals Berlijn en Hamburg, werden de analoge uitzendingen in het verleden volledig gestaakt. Het gevolg hiervan was uiteraard niet dat meer dan 90% van de kijkers (diegenen die nog geen DVB-T geadopteerd hadden) van alle televisie-uitzendingen via de ether afgesloten werden. De digitale *switch-over* ging

namelijk gepaard met gerichte acties waarbij kijkers aangemoedigd werden om over te schakelen naar digitale ontvangst via een DVB-T ontvanger. Om deze transitie vlot te laten verlopen, met zo weinig mogelijk risico's voor de consument, werden DVB-T ontvangers gratis verdeeld. Dit was mogelijk omdat het elektrisch verbruik van een analoge televisiezender al snel oploopt tot 1 megawatt per omroepkanaal, terwijl een ensemble DVB-T omroepen, dat een 20tal kanalen bevat, en slechts 20 kilowatt aan energie verbruikt. Door de analoge uitzendingen vervroegd uit te schakelen kunnen de uitgespaarde financiële middelen gebruikt worden om kijkers te voorzien van een gratis DVB-T ontvanger. Deze kost wordt via de besparing op energie relatief snel terugbetaald. Het moge echter wel duidelijk zijn dat dergelijke versnelde digitale *switch-over* niet overal toepasbaar is. Andere factoren die de adoptie van digitale radio kunnen beïnvloeden zijn afgeleid uit de theorie van Rogers. Zo beschrijft Rogers relatief voordeel, compatibiliteit, complexiteit, testbaarheid en observeerbaarheid als factoren die adoptie kunnen versnellen of vertragen. Als relatief voordeel kan voor digitale radio uiteraard de eventuele betere geluidskwaliteit aangehaald worden. Zoals reeds vermeld in deel 1 is de geluidskwaliteit dynamisch instelbaar en dus afhankelijk van verschillende factoren. Het is momenteel zo dat economische motieven de netwerkoperatoren doen beslissen om meer omroepen via één ensemble aan te bieden, en dit ten koste van onder andere de geluidskwaliteit. Uiteraard is ook het aanbod van zenders via digitale radio van belang om over een relatief voordeel (of nadeel) te spreken. Zo is het aanbod in Vlaanderen momenteel beperkt tot enkel de radio-omroepen van de VRT, waardoor qua content eventueel over een relatief nadeel gesproken dient te worden. Hansen (2002) vermeldt ook de mogelijkheid tot *surround* geluid en de informatie op het schermje als voordelen van digitale radio. Ook de datadiensten, het ontbreken van reclame (indien het over een radiodienst waarbij een abonnement vereist is) en het opslaan en herbeluisteren van uitzendingen kan als een relatief voordeel aanzien worden. Veel van deze toepassingen zijn echter nog niet in gebruik of worden slechts in beperkte mate gebruikt. Duidelijk is in elk geval dat bepaalde omroepen of diensten voorlopig niet in digitale vorm aangeboden worden omdat er momenteel nog slechts weinig adoptanten zijn. Anderzijds levert deze afwachtende houding ook een nadeel op, omdat potentiële adoptanten mogelijks niet tot adoptie overgaan. Wat de compatibiliteit betreft, digitale radio is technisch niet compatibel met de bestaande ontvangsttoestellen voor analoge radio. Wel kan verwacht worden dat

uiteindelijk alle huidige analoge radio-omroepen ook in digitale vorm zullen uitzenden, op het vlak van het programma-aanbod kan dus wel over een zekere compatibiliteit gesproken worden.

Complexiteit is zeker geen factor die de adoptie zal vertragen. Digitale radio is eenvoudiger te bedienen dan analoge radio. Waar bij analoge radio steeds op een bepaalde frequentie dient afgestemd te worden zal de luisteraar van digitale radio alle te ontvangen omroepen via een tekstschermpje kunnen zien en selecteren. Via extra informatie zal visueel vastgesteld kunnen worden welk programma er momenteel loopt en welk muziekgenre een radio-omroep uitzendt. Dergelijke informatie wordt ook via analoge radio in beperkte mate aangeboden via RDS de mogelijkheden zijn met digitale radio uiteraard veel uitgebreider.

Testbaarheid en observeerbaarheid zijn twee factoren die minder voor de hand liggen voor digitale radio. Deze factoren zullen dus, althans in deze fase van de adoptie, weinig bijdragen tot een snellere of tragere adoptie. Precies omwille van het feit dat de adoptie van digitale radio in Vlaanderen nog niet echt van de grond gekomen is zijn er weinig mogelijkheden tot het observeren van gebruik van digitale radio. Ook de testbaarheid is slechts in geringe mate mogelijk omdat nog niet alle elektronica's reeds toestellen voor digitale radio-ontvangst verkopen. Daarbij komt nog dat de evolutie van analoge naar digitale radio ook een evolutie is naar een meer persoonlijke vorm van mediagebruik.

Een voorbeeld dat adoptie wel bevordert heeft zijn de allianties met autofabrikanten waardoor nieuwe wagens uitgerust zijn met een ontvangsttoestel voor digitale radio.

Naar de toekomst toe kan zeker verwacht worden dat nieuwe toepassingen zullen ontstaan die zullen bijdragen tot de adoptie van digitale radio. Zo is het reeds mogelijk, zij het illegaal, om via software bepaalde muzieknnummers te downloaden van de digitale satelliet radiokanalen in de VS. Indien dergelijke toepassing gecommmercialiseerd zou worden ontstaat een nieuw distributiekanaal voor muziek.

1.5 Adoptie van (T-)DAB in de praktijk

Het is duidelijk dat digitale radio nog niet door de grote massa geadopteerd werd in Vlaanderen. De redenen hiertoe zijn erg divers en kunnen afgeleid worden uit de theorie van Rogers (1994). Zo kan de vraag gesteld worden of DAB wel een voldoende groot relatief voordeel biedt tegenover analoge FM-radio. Momenteel is

de extra content nogal marginaal (enkele Klara Continuo, Donna Hitbits en Nieuws+ in Vlaanderen) tegenover het aanbod via FM. Integendeel, de meeste omroepen die via FM te ontvangen zijn kunnen niet digitaal ontvangen worden aangezien enkel de VRT haar radioaanbod ook digitaal aanbiedt via DAB. Daarnaast is het zo dat het aanbod van ontvangsttoestellen vrij beperkt is en slechts enkele elektrowinkels die ook aanbieden. De grote merken zoals Sony, Pioneer, Kenwood, Philips, enz. zijn pas recent op de DAB-kar gesprongen of doen dat voorlopig nog niet. Ondanks de reclamecampagnes die door de VRT-netten werden uitgezonden blijft de verkoop van DAB-toestellen in Vlaanderen steken op ongeveer 50.000 exemplaren op 16 juni 2005 (ERO, 2005). In vergelijking met een jaar geleden (30 juni 2004) is dit slechts een stijging van 10.000 toestellen (ERO, 2004). In vergelijking met bijvoorbeeld Groot-Brittanië: daar zijn volgens de recentste cijfers (8 februari 2005) reeds 1,3 miljoen DAB-ontvangsttoestellen verkocht. En stijging met 276% sinds de vorige cijfers van 470.000 toestellen op 30 juni 2004. Ook in Duitsland is het aantal verkochte DAB-ontvangers bijna verdrievoudigd, van >35.000 op 30 juni 2004 tot >100.000 op 6 juni 2005 (ERO, 2005 en ERO, 2004).

De volledige tabellen met gegevens over de implementatie van T-DAB in Europa die door het ERO is gepubliceerd. Figuur 27 geeft grafisch weer welke Europese landen reeds begonnen zijn met DAB uitzendingen, welke landen de technische planning afronden, welke landen DAB overwogen en tot slot welke landen voorlopig nog geen DAB-plannen koesteren.

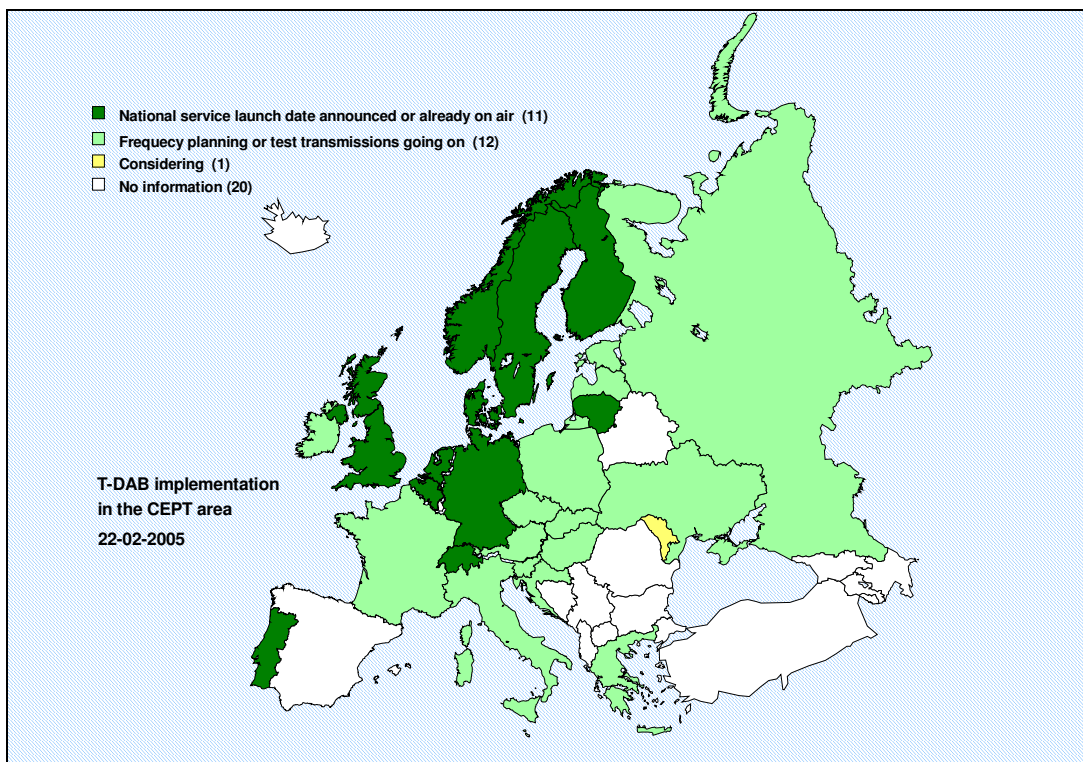


Fig 27: Implementatie van T-DAB in Europa op 30 juni 2005 (ERO, 2005).

Country ITU-code	Number of VHF transmitters (not number of stations) IN VHF BAND III ONLY		Percentage of households that can already, or are expected in the near future to, receive the quoted number of VHF multiplexes			Number of T-DAB receivers in use	Date of last update
	Already in operation	Total after one year from now	1 MUX	2 MUX	3 MUX or more		
AUT	5	5	30			100	30-06-2004
BEL	31	32	99	40	0	40000	30-06-2004
BIH	0	0				0	
CZE	0	0	0	0	0		30-06-2004
D	105	215	83	35	8	> 35.000	30-06-2004
DNK	32	52	95	90		>9000	30-06-2004
EST	1	1				>5	30-06-2004
F	1	1	< 0.05			-	30-06-2004
FIN	18	18	42			<1000	30-06-2004
HNG	2	2					30-06-2004
HOL	5	10	18				30-06-2004
HRV	1	1	20	-	-	6	30-06-2004
I	59	70	-	-	-	-	30-06-2004
IRL	-	-	-	-	-	-	30-06-2004
LTU	1	1	25			≥ 5	30-06-2004
LVA	-	-	-	-	-	-	30-06-2004
MDA	0	0	0			0	
NOR	32	46	39	25		2000	30-06-2004
POL	1 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	8			5	30-06-2004
POR	45	48	85				30-06-2004
RUS	-	-	-	-	-	-	30-06-2004
S	15	(85)	35			~2000	30-06-2004
SUI	15	15	57			2000	30-06-2004
SVK	-	-	-	-	-	-	30-06-2004
SVN	0	2	15	-	-	20	30-06-2004
TUR	1						
UK	245	320	91	77	68	470,000	30-06-2004
UKR	-	-	-	-	-	-	22-02-2002

Tabel 6: Implementatie van T-DAB in Europa op 30 juni 2004 (ERO, 2004).

Country ITU-code	Number of VHF transmitters (not number of stations) IN VHF BAND III ONLY		Percentage of households that can already, or are expected in the near future to, receive the quoted number of VHF multiplexes			Number of T-DAB receivers in use	Date of last update
	Already in operation	Total after one year from now	1 MUX	2 MUX	3 MUX or more		
AUT	5	5	30			100	10-02-05
BEL	34	35	99	40	0	50000	13-06-2005
BIH	0	0				0	
CZE	0	0	0	0	0		30-06-04
D	202	204	85	18	2	> 100.000	06-06-2005
DNK	32	52	95	90		>9000	30-06-04
EST	1	1				>5	07-06-2005
F	1	1	< 0,05			-	10-06-2005
FIN	18	0	42			<1000	14-06-2005
HNG	2	2					11-02-05
HOL	9	10	25				16-06-2005
HRV	1	1	20	-	-	6	15-02-05
I	59	70	-	-	-	-	09-06-2005
IRL	-	-	-	-	-	-	06-06-2005
LTU	1	1	25			≥ 5	30-06-04
LVA	-	-	-	-	-	-	10-02-05
LUX	-	-	-	-	-	-	18-02-05
MDA	0	0	0			0	
NOR	73	100	67	37		5000	03-06-2005
POL	1 ⁽¹⁾	1 ⁽¹⁾	8			5	30-06-04
POR	46	50	85				08-06-2005
RUS	-	-	-	-	-	-	30-06-04
S	15	(85)	37			<10000	03-02-05
SUI	15	60	70			3000	16-06-2005
SVK	-	-	-	-	-	-	13-06-2005
SVN	0	2	15	-	-	20	30-06-04
TUR	1						
UK	355	395	91	85	72	1.3 Million	08-02-05
UKR	-	-	-	-	-	-	22-02-02

Tabel 7: Implementatie van T-DAB in Europa op 30 juni 2005 (ERO, 2005).

Zoals blijkt uit bovenstaande tabellen heeft DAB nog een lange weg af te leggen. Opvallend is echter wel dat Groot-Brittannië er uit schiet als land waar DAB al relatief veel geadopteerd werd. Volgens *UK National Statistics (2005)* telt Groot-Brittannië een bevolking van bijna 60 miljoen inwoners in ongeveer 17 miljoen gezinnen. Hieraan werden 1,3 miljoen DAB ontvangsttoestellen verkocht. Indien men ervan uitgaat dat momenteel slechts één toestel per huishouden aangeschaft zou zijn, dan zou dit betekenen dat 7,6% van de gezinnen reeds tot adoptie is overgegaan.

Naar de nabije toekomst toe ziet het er naar uit dat DAB verder zal geadopteerd worden. Het DART (Digital Audience Research Tracker) survey dat per kwartaal uitgevoerd wordt door Ipsos Media bevraagt de volwassen Britse bevolking over het gebruik van digitale media, waaronder digitale radio. Uit het recentste onderzoek blijkt 18% van de volwassen Britten reeds een DAB toestel aangeschaft heeft. 29% zou toegang hebben tot DAB-uitzendingen, wat een toename is van 6% tijdens de laatste zes maanden. Tijdens deze voorbije zes maanden zou 9% van de volwassen Britten een DAB toestel gekocht hebben terwijl slechts 5% dit deed in de zes maanden daarvoor. Indien deze evolutie zich verder doorzet dan zou in het komende jaar 16% van de volwassen Britten een DAB toestel aanschaffen. Hiervan zou 40% reeds een één of meerdere DAB toestellen bezitten. De adoptie

van DAB lijkt vooralsnog vooral een mannenzaak te zijn: van de 18% volwassen Britten die reeds een DAB toestel aanschafte is 11% man tegenover 7% vrouwen. Ook in het komende jaar plannen meer mannen dan vrouwen om een DAB toestel aan te schaffen (Matthews, 2005).

Naast Groot-Brittanie breekt ook in Denemarken DAB door. Wat Denemarken betreft zijn de cijfergegevens uit bovenstaande DAB-implementatie-tabel van 2005 echter niet up to date. Uit de nieuwsbrief van WorldDAB (2005, 1 juli) blijkt namelijk dat er ondertussen reeds 70.000 toestellen⁹⁰ verkocht werden en dat 135.000 Denen⁹¹ toegang hebben tot de digitale radio-uitzendingen via DAB. Deze vooruitgang in Denemarken is opmerkelijk omdat de Deense commerciële omroepen net als in Vlaanderen aanvankelijk weigerden om mee te doen met de DAB uitzendingen. Hierop heeft de overheid beslist om de twee landelijke DAB multiplexen ter beschikking van de openbare omroep, DR (*Danisch Broadcasting Corporation*), te stellen. Deze heeft hier handig gebruik van gemaakt om 18 radiokanalen via DAB uit te zenden. Via de analoge ether heeft DR slechts 3 omroepen. Vele van deze nieuwe DAB-only kanalen bieden een erg specifiek niche product aan waardoor nieuwe luisteraars overgegaan zijn tot adoptie. Het gevolg is dan ook dat de twee (bijna) landelijke commerciële omroepen⁹² die een jaar geleden nog “nee” zeiden tegen DAB vanaf 1 september toch zullen starten met digitale uitzendingen.

Ook in Noorwegen lijkt DAB ondertussen aan een opmars bezig. Volgens de cijfers uit de bovenstaande tabellen steeg het aantal DAB toestellen van 2000 naar 5000, wat eerder gering lijkt. Een WordDAB nieuwsbrief van 14 april 2005 vermeld daarentegen dat tijdens de eindejaarskoopjes veel verkooppunten waar DAB toestellen verkocht worden door hun voorraad toestellen zaten. Een bijkomende indicatie voor een groeiende interesse in DAB in Noorwegen zijn de initiatieven door de overheid en de omroepen. Zo zou de dekking van de landelijke multiplex 80% (nu 70%) van de bevolking bereiken in 2006. Ook de regionale multiplexen zouden uitgebreid worden tot 80% dekking (nu 30%). Vier landelijke radiostations die nu zowel analoog als in DAB uitzenden zouden de analoge uitzendingen al

⁹⁰ Dit is maar liefst een verzevenvoudiging op ongeveer één jaar tijd, tenzij ook in 2004 de cijfers niet up to date waren.

⁹¹ Denemarken telt 5,34 miljoen inwoners.

⁹² Namelijk *Sky Radio* en *100FM*, beiden eigendom van Talpa (dat ook eigenaar is van het Vlaamse 4FM), met respectievelijk een analoge dekking van 75% en 50%.

stoppen in 2007 en de volledige analoge switch-off plant de Noorse overheid al in 2014 (WorldDAB, 2005, 14 april).

In België waar de bevolking iets meer dan 10 miljoen inwoners in 4 miljoen gezinnen bedraagt (NIS, 2005), zijn slechts 50.000 DAB ontvangers verkocht, wat overeenkomt met een adoptiegraad van slechts 1,25%. Ondanks de hierboven gemaakte opmerking is in elk geval duidelijk dat de adoptiegraad in het UK veel hoger ligt dan in België.

Naar de toekomst toe heeft onderzoek van het Digital Radio Development Bureau (DRDB), een organisatie die gefinancierd wordt door de BBC en de commerciële radio-omroepen en tot doel heeft om de adoptie van digitale radio in het UK te bespoedigen heeft aangekondigd dat de markt voor digitale radio in het UK van £45 midden 2004 zou verdubbelen tegen het eind van 2005. De reden voor deze toename schrijft men enerzijds toe aan de beschikbaarheid van toestellen op de markt. Niet alleen ontvangsttoestellen op zich maar vooral geïntegreerde ontvangers in *personal stereo's* en draagbare toestellen. Deze zou eindelijk door dergelijke toestellen overspoeld worden omwille van de dalende prijs voor dergelijke tuners. Meer en meer toestellen die voorheen een analoge tuner in zich hadden worden nu uitgerust met een digitale tuner (Lovatt, 2004).

Ook werd begin 2005 aangekondigd dat het aantal aankopen van digitale radiotoestellen tijdens het derde kwartaal van 2004 die van analoge radio-ontvangers oversteeg.

Als één van de mogelijke redenen waarom DAB in het UK meer geadopteerd werd dan in Vlaanderen is het programma-aanbod. In Groot-Brittannië wordt 85% (87% tegen eind 2005) van de bevolking bereikt door het BBC-ensemble. *Digital One*, de commerciële nationale netwerkbeheerder bereikt 86% van de bevolking. Naast dit nationale aanbod zijn er 48 lokale en regionale multiplexen actief waarop 250 commerciële en 34 BBC omroepen te beluisteren zijn. In Londen, waar 7,6 miljoen inwoners bereikt kunnen worden, zijn 51 verschillende digitale omroepen beschikbaar (ERO, 2005).

In Vlaanderen blijft het aanbod momenteel nog beperkt tot 9 VRT-omroepen waarvan er 5 ook via FM te ontvangen zijn. Het blijft momenteel nog wachten op het aangekondigde gewijzigde beleid (cfr. supra) en interesse vanuit de particuliere omroep sector.

Een andere reden die eventueel kan bijdragen tot de verklaring van het verschil in adoptie tussen in het UK en België is de ruimere beschikbaarheid van digitale ontvangsttoestellen in het UK.

Voor wat betreft de adoptie van digitale radio in de VS werd een door Forrester gepubliceerd onderzoek reeds hierboven aangehaald. Hierin voorspelt men dat in de VS tegen 2010 20,1 miljoen luisteraars naar digitale satellietradio zullen luisteren en 12,3 miljoen luisteraars zouden gebruik maken van hun MP3 player om podcasts te beluisteren (Albert, 2005).

De algemene trend is dat *digital-audio*-consumenten, willen luisteren naar wat zij willen, op het toestel van eigen keuze. Precies hierop spelen de nieuwe vormen van radio, zoals satellietradio, webcasting en podcasting in omdat deze toelaten, eventueel na het betalen van een abonnementsgeld, om uitermate flexibel te beluisteren wat men wenst (Albert, 2005).

Satellietradio, met in de VS 4,5 miljoen abonnees in 2004, een toename van 150% tegenover 2003, zou groeien in de huidige doelgroep tot tot 2010. Daarna zou saturatie optreden. De *prime*-doelgroep bestaat uit gezinnen met een hoger inkomen, entertainment georiënteerd en technologie-optimistisch. Om deze doelgroep van early adopters uit te breiden raad het onderzoek aan om meer abonnementsvormen aan te bieden zodat ook de 85% van de huishoudens die niet onder deze omschrijving vallen interesse krijgen in digitale radio via satelliet (Albert, 2005).

Online radio zou blijven groeien omdat belangrijke portaal websites zoals *AOL*, *Yahoo!* en *MSN* steeds meer online uitzendingen zullen aanbieden. Daarnaast bieden ook traditionele omroepen steeds meer programma's aan via webstreaming. Het onderzoek vermeldt dat momenteel 30% van de Amerikaanse huishoudens op deze manier bereikt worden. Dit zou toenemen tot 50% in 2010 (Albert, 2005).

Wat *Podcasting* betreft wordt er een enorme groei verwacht tegen 2010 wanneer MP3-players door 62% van de huishoudens geadopteerd zouden zijn en podcasting 12,3 miljoen gezinnen zou bereiken (Albert, 2005).

Van HD-Radio (cfr. supra) tenslotte verwacht men dat dit de uiteindelijke groei van satellietradio zou afremmen maar HD-Radio op zich zou trager geadopteerd worden met slechts 9,7 miljoen bereikte huishoudens in 2010. De adoptie van HD-Radio hangt vooral af van de beschikbaarheid van betaalbare ontvangsttoestellen en het aanbod door de AM en FM omroepen (Albert, 2005).

Kritiek op bovenstaand onderzoek is dat men *digital audio* steeds meer gaat zien als een vorm van *personal audio*. Zeker *podcasting* en *webstreaming* zijn te beschouwen als vormen van *personal audio*. Daarom is het minder relevant om in dergelijke gevallen te spreken over de gezinnen die bereikt worden.

2 Impact van digitale radio op het gedrag van de omroepen en hun programmering.

Onderzoek over eventuele veranderingen die plaatsvinden op het gebied van programmering is voor zover bekend nog niet beschikbaar. Toch kan aan de hand van enkele eenvoudige waarnemingen een prognose gemaakt worden van de te verwachten veranderingen. Indien het VRT ensemble bekeken wordt, dan valt onmiddellijk op dat digitale radio in de eerste plaats dezelfde programma's zal aanbieden als analoge radio, aangezien DAB in de eerste plaats op termijn als een substituut gezien wordt van FM-omroep. Nieuwe, *digital-only*, kanalen beperken zich in de eerste fase tot low-cost oplossingen om extra content aan te bieden. De VRT biedt al sinds de lancering van DAB een non-stop klassiek kanaal aan (Klara Continuo). Later kwam daar ook een non-stop hitkanaal bij (Donna Hitbits), een nieuwskanaal waarbij de laatste nieuwsuitzending in een carrouselstelsel herhaald wordt (Nieuws+) en een sportkanaal (Sporza) dat analoog ook via AM (927kHz) uitgezonden wordt. Ook in het buitenland valt op dat DAB-multiplexen opgevuld worden met themakanalen die vaak al bestaan en enkel uitzenden via minder goed beluisterde kanalen zoals satelliet, internet of middengolf. Daarnaast worden ook nieuwe themakanalen opgericht. Deze bevatten dan enkel non-stop muziek of heruitzendingen van programma's die reeds op andere netten uitgezonden werden.

Bij de omroepen die radioprogramma's verzorgen is de laatste jaren ook een evolutie opgetreden waarbij men de inhoud die oorspronkelijk geproduceerd werd voor een analoge radio-uitzending ook via andere kanalen gaat aanbieden. Zo worden een aantal programma's van de VRT-radio's ook als *podcast* aangeboden. Daarvoor waren ze naast de analoge uitzendingen reeds te beluisteren via *live-internetstream*, *internetstream on-demand*, DAB en DVB-T. Naar de toekomst toe valt te verwachten dat programma's met een aantrekkelijke inhoud steeds meer gerecycleerd zullen worden om via andere kanalen dezelfde content aan te bieden. De opkomst van het internet, de evolutie naar digitale radio en de convergentie van de verschillende media en mediakanalen zal leiden tot een evolutie naar meer

subscriber based services, zoals reeds besproken bij XM en Sirius digitale satelliet radio. Het ziet er dan ook naar uit dat we als radioluisteraars in de toekomst quasi onbeperkt toegang zullen hebben tot duizenden radiostations van overal ter wereld. Omdat het als mens onmogelijk is hieruit een gepaste keuze te maken zal net het abonnement dat we nemen ervoor zorgen dat de keuze voor ons gemaakt wordt. Telkens de luisteraar zijn of haar radiotoestel aanschakelt zal die een beperkte lijst voorschotelen die voldoet aan de interesses van de luisteraar. Programma's die al eerder uitgezonden werden, en die de luisteraar dus gemist heeft zullen via *Podcast* of via een automatisch gebeurde opname (indien *Podcasting* niet beschikbaar is) toch beluisterd kunnen worden. Een gelijkaardige evolutie vindt plaats op het vlak van digitale televisie. Zo biedt Belgacom sinds 26 juni 2005 digitale televisie aan in België via haar ADSL netwerk. Daarbij is het reeds mogelijk om eerder bepaalde eerder uitgezonden programma's later *on-demand* te bekijken. Telenet zou een gelijkaardige service bieden voor bepaalde programma's. Omroepen bieden sommige programma's ook via het internet aan. Soms als volledige uitzendingen (bijvoorbeeld VTM: Telefacts, Het Nieuws, enz.), soms als delen van een programma, bijvoorbeeld de reportages uit het journaal (bijvoorbeeld VRT-journaal).

Eerder werd ook al de TiVo-dienst in de VS besproken. Ook dit kadert duidelijk binnen het kader waarbij de mediagebruiker een abonnement neemt op een bepaalde dienst die dan aan de hand van de interesses van de consument bepaalde keuzes zal maken.

3 Impact van digitale radio op het luistergedrag.

Net als bij de impact op de programmering door de evolutie van analoge naar digitale radio is er nog slechts weinig onderzoek voorhanden. Wel is duidelijk geworden dat de evolutie van analoge naar digitale radio meer is dan louter een overgang van analoog naar digitaal uitzenden. De laatste jaren is het mediagebruik via *personal-audio* spectaculair gestegen. *Personal-audio* ontstond eind jaren '70 met de *Walkman* van *Sony*. Anno 2005 gaat het om een *iPod* of een van de vele varianten hierop. In de toekomst zal ook digitale radio via een *personal-audio* toestel te beluisteren zijn, dit uiteraard naast de bestaande mogelijkheden waarop

men media gebruikt. Een onderzoek van het EIAA⁹³ (2005) toonde aan dat omwille van de evolutie naar meer *personal-media* en een toenemend gebruik van het internet jongeren tussen 15 en 24 jaar steeds minder traditionele media gebruiken. Radio luisteren zou met 22% gedaald zijn. Er wordt echter geen termijn vermeld waarbinnen deze daling plaatsvond.

Los van dit personal-audio fenomeen wees het reeds eerder aangehaalde DART survey door Ipsos Media uit dat 42% van de luisteraars van digitale radio naar meer verschillende radiostations beluisteren dan voorheen. Hierbij wordt vaak geopteerd voor specifieke doelgroepkanalen. 23% van de luisteraars geeft aan langer naar de radio te luisteren sinds de aanschaf van een DAB-toestel (Matthews, 2005).

Tot slot kan wat dit betreft nog vermeld worden dat naast een eventueel veranderd luistergedrag digitale radio ook impact zal hebben op het toestel waarmee we naar de radio luisteren. De GSM is aan het uitgroeien tot een multimedia apparaat waarmee we nu allang niet alleen meer bellen. De eerste toestellen waarmee televisie- en radio-uitzendingen met de DVB-H techniek ontvangen kunnen worden zijn reeds op de markt in Taiwan. DMB kan dan weer ontvangen worden op de GSM toestellen in Zuid-Korea en Nokia heeft een testmodel dat bedoeld is voor de Europese markt voorgesteld waarmee naar DAB radio geluisterd kan worden. In de VS is het bedrijf Mspot onlangs gestart met het aanbieden van 13 radiostreams via het netwerk van GSM-operator Sprint. Abonnees kunnen voor 5,95 dollar per maand deze kanalen beluisteren. Virgin levert een gelijkaardige dienst in het UK, maar dit enkel voor 3G⁹⁴ mobiele telefoons. Met speciale software kunnen klanten die niet over een 3G toestel bezitten ook via GPRS en EDGE⁹⁵ van deze dienst gebruik maken (Veldstra, 2005).

⁹³ De EIAA of *European Interactive Advertising Association* is een pan-Europese organisatie die bedrijven die iets met interactieve media doen verenigt. Binnen die hoedanigheid voert de EIAA onderzoek uit (www.eiaa.net)

⁹⁴ 3G staat voor 3^e generatie en betekent zoveel als mobiele telefonie via het UMTS netwerk dat garant staat voor snellere data overdracht in vergelijking met het traditionele GSM netwerk.

⁹⁵ GPRS en EDGE zijn twee technieken waarmee men de snelheid van het GSM netwerk kan verhogen. Een hogere snelheid is noodzakelijk indien men relatief snelle data overdracht wil realiseren zoals het geval is bij audiostreams.

Algemeen Besluit

Om een duidelijk besluit te vormen grijpen we terug naar de probleemstelling en de daaruitvolgende doelstellingen uit de inleiding.

De eerste twee doelstellingen waren een volledig overzicht te geven van de bestaande systemen voor digitale radio, deze systemen technisch te bespreken en ze te vergelijken. In deel 1 zijn deze aspecten grondig aan bod gekomen. Een overzicht en vergelijking wordt bij wijze van besluit gemaakt in tabel 8. Hierin vermeld de eerste kolom het omroepsysteem. Bij wijze van volledigheid worden ook de twee traditionele methoden voor analoge omroep vermeld: AM (Amplitude Modulatie) en FM (Frequentie Modulatie). Kolom 2 van tabel 8 vermeld wanneer een systeem in gebruik genomen werd. Hieruit blijkt duidelijk dat digitale radio een recent fenomeen is. In kolom 3 staan de afkortingen van de belangrijkste gebruikte transmissiekanalen⁹⁶. Indien een bepaald systeem geschikt is voor verschillende transmissiekanalen wordt dit ook vermeld. Sommige systemen komen maar dan eens voor in de lijst omdat deze meerdere keren besproken werden, bevoorbeeld als aards (T), als satelliet (S) en als *handheld* (H) systeem voor digitale radio. Dit is bijvoorbeeld het geval voor DVB(-T), DVB-S en DVB-H. De derde kolom vermeld of een omroepvorm analogoog of digitaal is en de vierde kolom vergelijkt de gebruikte zendtechniek.

De belangrijkste factoren waarop de verschillende systemen voor digitale radio vergeleken kunnen worden betreffen de mogelijkheid tot mobiele ontvangst en het gebruik van een *Single Frequency Network* (SFN). Deze twee elementen worden vergeleken in kolom 6 en 7. Mobiele ontvangst is een vereiste voor digitale radio die een groot publiek wil bereiken aangezien gebleken is dat radio in veel gevallen in de wagen beluisterd wordt en het feit dat digitale radio mee evolueert met een grote vraag naar *personal-audio* zoals bleek in deel 2. SFN'en leveren een belangrijke winst op inzake efficiënt frequentiegebruik. De schaarste van de frequenties is één van de redenen om de overgang van analoge naar digitale radio te maken. Kolom 8 vermeld of een systeem oorspronkelijk bedoeld was voor radio, televisie of multimedia-omroep, wat een aantal verschillen inzake mobiel luisteren, kanaalbreedte en capaciteit kan verklaren. Tenslotte wordt ook nog de

⁹⁶ T staat voor terrestrial, S = Satelliet, C = Kabel, IPI = Internet Protocol Infrastructure, H = handheld (of GSM).

kanaalbreedte, de gebruikte audiocodexs en de beschikbare capaciteit per kanaal vergeleken in de laatste drie kolommen.

System	sinds	kanaal	A/D?	Zendsysteem	SFN?	mobiel?	Doel	Kanaalbreedte	Audiocodec	Capaciteit
AM	1919	T	analoog	AM	nee	ja	radio-omroep	9 of 10 kHz	-	-
FM	1935 (na WOII)	T	analoog	FM	nee	ja	radio-omroep	150 of 120 kHz	-	-
DAB	1997	T/S/C/PI/...	digitaal	COFDM	ja	ja	radio-omroep	1,5 MHz	MPEG1&2LayerII	1,2 Mbit/s
DRM (AM)	2002	T	digitaal	COFDM	ja	ja	radio-omroep	4,5 tot 20 kHz	MPEG 4 AAC/CELP/HVXC	
HD Radio AM	2002	T	digitaal	COFDM	nee	ja	radio-omroep	30 kHz	HDC	36 kbit/s
HD Radio FM	2002	T	digitaal	COFDM	nee	ja	radio-omroep	400 kHz	HDC	96 kbit/s
DVB	1997	T/C/PI/...	digitaal	COFDM	beperkt	beperkt	tv-omroep	6 tot 8 MHz	MPEG1&2LayerII	5 tot 10 Mbit/s
DVB-H	2004	H	digitaal	COFDM	ja	ja	tv-omroep	6 tot 8 MHz	MPEG 4	5 tot 10 Mbit/s
ATSC	1997	T/S/C	digitaal	8-VSB	nee	nee	tv-omroep	6 MHz (= analoge NTSC)	MPEG1&2LayerII	19,93 Mbit/s
ISDB	2003	T/S/C	digitaal	COFDM	ja	ja	multimedia	5,6 MHz	MPEG1&2LayerII (AAC)	19 Mbit/s
DMB	2004	T/S	digitaal	COFDM	ja	ja	multimedia	1,5 MHz	MPEG 4	1,152 Mbit/s
DSR	jaren '80	S	digitaal		nee	nee	radio-omroep	1,1 MHz	geen compressie	1,024 Mbit/s
ADR	1989	S	digitaal	QPSK	nee	nee	radio-omroep	130 kHz	MPEG1LayerII	192 kbit/s
DVB-S	1993	S	digitaal	COFDM	ja	nee	tv-omroep	6 tot 8 MHz	MPEG1&2LayerII	5 tot 10 Mbit/s
Worldspace	1998	S	digitaal	TDMA	nee	ja	radio-omroep	20 MHz	MPEG1LayerII	1,536 Mbit/s
XM	2001	S	digitaal	QPSK COFDM	nee	ja	radio-omroep	12,5 MHz	aacPlus en AMBE	7,4 Mbit/s
Sirius	2002	S	digitaal	QPSK COFDM TDM TRN	nee	ja	radio-omroep	12,5 MHz	PAC	8,4 Mbit/s
Internetstream	jaren '90	IP	digitaal	TCP-IP	nee	nog niet	netwerk	-	onbeperkt	onbeperkt

Tabel 8: Overzicht van alle besproken systemen voor (digitale) radio-omroep.

De belangrijkste besluiten die uit tabel 8 afgeleid kunnen worden zijn dat bepaalde verschillen tussen de systemen meestal verklaard kunnen worden vanuit het ontstaan van een systeem zelf. De systemen die ontstaan zijn vanuit de media-organisaties zelf zijn meestal een *upgrade* van bestaande technologieën (AM of FM). Voorbeelden hiervan zijn DRM en HD-Radio. Deze systemen maken gebruik van de bestaande frequenties en bieden zo vooral de bestaande omroepen (die reeds over frequenties beschikken) de mogelijkheid om digitaal uit te zenden. Het Eureka 147/DAB project, dat ontstaan is vanuit de Europese overheden, had vooral tot doel een superieur (tegenover FM) radio-omroepsysteem te ontwikkelen. Hierbij was één van de vereisten dat ook nieuwe omroepen toegang zouden kunnen krijgen tot dit systeem. Een andere vooruitgang van DAB tegenover FM is de oplossing voor een aantal relevantie problemen bij analoge omroep zoals frequentieschaarste en de storingen die verschillende omroepen bij elkaar veroorzaken.

Eureka 147/DAB is dan ook technologisch veruit één van de betere, zij het ondertussen wat verouderde, bestaande systemen voor digitale radio. Deze superioriteit komt echter niet tot uiting op economisch of commercieel vlak zoals hierboven reeds beschreven, wat de terughoudendheid van de particuliere omroepen kan verklaren. Daarbij komt nog dat Eureka 147/DAB stilaan verouderd is. De MPEG1 codec laat slechts een beperkte compressie toe en een upgrade met bijvoorbeeld MPEG4 zou het aantal omroepen dat via één DAB ensemble uitgezonden kan worden met een factor 4 verhogen (tot 30 à 40 kanalen per ensemble).

In het eerste deel werd hoofdstuk 4 over radio-omroep via het internet niet in detail besproken. Verder onderzoek naar deze nieuwe omroepvorm is aangewezen omdat het internet (IP-netwerk) zich naar de toekomst toe steeds meer zal lenen voor dergelijke toepassingen en perfect kan inspelen op de evolutie naar meer *subscription based systemen* en de toenemende vraag naar *personal-audio* (cfr. infra).

Technisch gezien kan verwacht worden dat radio-omroep in de toekomst niet langer alleen maar beluisterd zal worden via een eenvoudig toestel dat één of twee radiobanden kan ontvangen. Momenteel zijn al chipsets op de markt die de signalen van verschillende vormen van digitale radio kunnen decoderen. Deze evolutie zal zich verderzetten en er kan verwacht worden dat er uiteindelijk een ontvangstoestel zal ontwikkeld worden waarmee zogoed als alle systemen van

digitale radio ontvangen kunnen worden. Hierbij zal de luisteraar niet langer afhankelijk zijn van de gebruikte omroeptechnologie. Er zal bij het inschakelen van het toestel een beperkte of onbeperkte lijst (al naargelang de keuze die men maakt of het abonnement dat men heeft) van te ontvangen omroepen aangeboden worden waaruit de luisteraar kan kiezen. Samen met een *subscription based systeem*, zoals hieronder nog besproken wordt, zal de mogelijkheid bestaan dat een externe dienstenleverancier aan de hand van de interesses van de luisteraar bepaalde keuzes zal maken. Indien verschillende systemen van digitale radio gecombineerd worden zal de keuze quasi onbeperkt worden. Zeker de capaciteit van radio-omroep via het internet is zogoed als ongelimiteerd waardoor het voor de luisteraar essentieel zal zijn om de beschikbare content te laten indexeren en/of selecteren.

Een derde doelstelling was om het toepassingsgebied van digitale radio in Vlaanderen te bespreken. Zoals is gebleken in deel 1 zijn in Vlaanderen momenteel slechts 9 omroepen digitaal te ontvangen via DAB, alle negen zijn omroepen van de VRT. Zes hiervan worden ook analoog aangeboden, één via AM (Sporza), vijf via FM (Radio 1, Radio 2, Donna, Studio Brussel en Klara). Drie kanalen via DAB worden enkel digitaal aangeboden (Nieuws+, Klara Continuo en Donna Hitbits). De VRT zendt haar regionale uitzending van Radio 2 niet allemaal uit via DAB omdat de regionale ensembles nog niet operationeel zijn. Momenteel wordt gewerkt met een rotatiesysteem waarbij elke regionale zender één of meerdere vaste dagen in de week landelijk uitgezonden wordt. Zoals in het eerste hoofdstuk van het tweede deel besproken werd zou hier in het najaar van 2005 of het voorjaar van 2006 verandering in kunnen komen als de Vlaamse regering beslist om vergunningen uit te geven voor particuliere netwerkexploitanten die de overige voor Vlaanderen gecoördineerde DAB frequenties zouden kunnen uitbaten. Wanneer de landelijke particuliere omroepen beslissen om hun uitzendingen ook digitaal aan te bieden blijft vooralsnog onduidelijk. Nieuwe omroepen die dat wensen zouden binnenkort wel beroep kunnen doen op de nog te erkennen netwerkexploitanten om uitzendingen via digitale radio te verzorgen.

Wat de juridische en maatschappelijke implicaties, zoals besproken in deel 2 betreft kan besloten worden dat de evolutie van analoge naar digitale radio op juridisch vlak aanleiding gaf (en nog steeds geeft) tot een herziening van de bestaande

regulering. Vanuit Europa wordt via richtlijnen, die dienen omgezet te worden naar nationale wetgeving, een kader geschapen waarbij digitale radio uiteindelijk zo snel mogelijk de analoge uitzendingen moet vervangen. Uit het tweede hoofdstuk van deel 2 bleek echter dat ondanks de vrij ruime implementatie van digitale radio binnen Europa, de algemene adoptie nog op zich laat wachten. Uit de voorbeelden van landen als Groot-Brittanie en Denemarken blijkt dat het vooral de content en de extra digitale omroepen zijn die aanleiding geven tot adoptie. De technische mogelijkheden zijn voorhanden maar omdat vooral de bestaande particuliere omroepen in veel landen beslist om nog niet digitaal te gaan uitzenden is het precies de nodige (extra) content die achterwege blijft. Uiteindelijk zal het samenspel tussen de juridische veranderingen en de beginnende adoptie de omroepen overhalen om te investeren in digitale uitzendingen want een andere keuze zal er waarschijnlijk niet zijn.

Daarnaast bleek ook in deel 2 dat de veranderende technologische context van radio (en media in het algemeen) ertoe zal leiden dat radio luisteren meer en meer volgens een *subscription based systeem* zal verlopen. Hierbij wordt via radio-boeketten een veelheid aan specifieke doelgroepkanalen aangeboden. Het relatieve succes van de digitale satelliet radio's in de VS alsook de ontwikkelingen op het vlak van digitale (interactieve) televisie illustreren deze evolutie. Op het gebied van de radio-consumenten, de luisteraars, is een evolutie merkbaar naar meer gebruik van *personal-audio* toepassingen. Hierin passen naast de implementatie van *personal-audio*-spelers als de *iPod* en afgeleiden ook het *subscription based systeem* en het gesegmenteerde aanbod voor specifieke doelgroepen dat door aanbieders van digitale radio wordt gehanteerd.

Tot slot kan nog vermeld worden dat digitale radio nog maar aan het begin van een veel belovende evolutie staat. Daarom is het belangrijk deze in het oog te houden en verder onderzoek uit te voeren.

Bibliografie

4th Wave Inc. (2005). *OFDM Tutorial*. Geraadpleegd online op 31 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.wave-report.com/tutorials/OFDM.htm>

About the DRM Consortium (2005). Geraadpleegd online op 2 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.drm.org/consortium/globhistory.htm>

Altera Corporation (2001). *Implementing OFDM Using Altera Intellectual Property*. Geraadpleegd online op 31 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.altera.com/literature/wp/wp_ofdm.pdf

ATSC (2005). *ATSC: Developing voluntary technical standards for digital television*. Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.atsc.org/>

B/TPEG Project Office (2000, Augustus). *B/TPEG: Guidelines for TPEG in DAB*. Geraadpleegd op 25 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.ebu.ch/CMSimages/en/tec_tpeg_p00_113_tcm6-13111.pdf

Biesboer F., Blankensteijn H., Jongeneel C. (2004, juni). *De Eindeloze Ether: Mobiel Breedbandbinternet en de Toekomst van het Omroepbestel*. Diemen: Veen Magazines.

Biesemans, J. (2005, 26 mei). *Analoge uitzendingen moet verdwijnen tegen 2012: Vrijgekomen ether kan opnieuw dienstdoen*. Geraadpleegd op 30 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.zdnet.be/news.cfm?id=45945&mxp=27>

Biesemans, J. (2005, 29 april). *Brussel krijgt vanaf mei draadloos breedband: Supersnel via de lucht*. Geraadpleegd online op 21 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.zdnet.be/news.cfm?id=45235>

Binnenkort Zerobase in Duitsland? (2005, 22 februari). Geraadpleegd online op 30 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.radio.nl/2003/home/medianieuws/001.zero_base/zerobase_nieuws/default.asp?intArticleID=94246

BMWA (n.d.). *Summary and evaluation of the report by the "Digital Broadcasting" Initiative*. Geraadpleegd online op 30 juni op het World Wide Web: <http://www.bmwa.bund.de/Navigation/Service/english,did=9384.html>

Boel, H. (2003-2005). *Radio in Vlaanderen*. Geraadpleegd op 27 april 2005 op het World Wide Web: <http://www.radioinvlaanderen.info/>

Bonne K. (2003, 4 mei). *Eureka 147/Terrestrial Digital Audio Broadcasting*. Geraadpleegd op 26 april 2005 op het World Wide Web: <http://mccb.be.eu.org/leden/krbonne/tdab.html>

Bonne, K (2004, 2 maart). *Satelliet-Radio en -TV in België, een inleidend document*. Geraadpleegd online op 20 juni 2005 op het World Wide Web: <http://mccb.be.eu.org/leden/krbonne/sat-tv.belgie.html#D0.1>

Bonsor, K (2005). *How Satellite Radio Works*. Geraadpleegd online op 21 juni 2005 op het World Wide Web: <http://electronics.howstuffworks.com/satellite-radio3.htm>

Bourgeois, G. (2004). *Beleidsnota Media 2004-2009*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web: <http://jsp.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2004-2005/g91-1.pdf>

Bower A.J. (1998, April). Digital Radio – The Eureka 147 DAB system. *Electronic Engineering*, 55-56.

Brandenburg, K.-H. & Stoll, G (1994, Oktober). ISO-MPEG-1 Audio: A Generic Standard for Coding of High Quality Digital Audio. *Journal of the Audio Engineering Society*. 42(10), 780 - 792.

CDE (n.d.). *Digital Audio Broadcasting*. Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.answers.com/main/ntquery?method=4&dsid=2222&dekey=Digital+audio+broadcasting&gwp=8&curtab=2222_1

CEPT (2004, 21 september). *European Conference of Postal and Telecommunications Administrations: about CEPT*. Geraadpleegd online op 5 juli 2005 op het World Wide Web: <http://www.cept.org/>

Colleman, P. (n.d.). *DAB: Digital Audio Broadcasting, een presentatie door ir. Patrick Colleman*. Geraadpleegd op 4 mei 2005 op het World Wide Web: http://home.scarlet.be/~pcoleman/DAB_PC/.

Columbia, M.D. & Warren, N.J. (2003, 12 Augustus). *iBiquity Enhances Performance of HD Radio™ System With New HDC Codec*. Geraadpleegd online op 9 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.codingtechnologies.com/news/assets/related/20030812_ibiquity_eng.pdf

Council of Europe (1994, 7-8 december). *4th European Ministerial Conference on Mass Media Policy: The media in a democratic society*. Geraadpleegd online op 30 juni 2005 op het World Wide Web: <http://vrt.vlaanderen.be/vrt/static/docs/resolutie%20Praag.pdf>

Coutard, A. (2001, september). *L'avenir de la radio à l'ère du numérique*. Geraadpleegd online op 30 juni 2005 op het World Wide Web : <http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/014000719/0000.pdf>

Cover T. M., Thomas J. A. (1991). *Elements of Information Theory: The Gaussian Channel*. Geraadpleegd online op 4 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.eecis.udel.edu/~jing/10.pdf>

CRTC (1995). A Policy to Govern the Introduction of Digital Radio. Geraadpleegd online op 30 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.crtc.gc.ca/archive/ENG/Notices/1995/PB95-184.HTM>

DAB in Denmark from 1/9. Geraadpleegd online op 28 juli 2005 op het World Wide Web: http://www.worlddab.org/images/DR-Pressrelease-new_services-01-07-05.pdf
Datacom Buchverlag GmbH (2005-a). *DSR (digital satellite radio)*. Geraadpleegd online op 20 juni 2005 op het World Wide Web : <http://www.itwissen.info/?ano=01-009385&id=31>

Datacom Buchverlag GmbH (2005-b). *ADR (ASTRA digital radio)*. Geraadpleegd online op 20 juni 2005 op het World Wide Web :
<http://www.itwissen.info/index.php?id=31&aoid=9379>

Datacom Buchverlag GmbH (2005-c). *DVB (digital video broadcasting)*. Geraadpleegd online op 20 juni 2005 op het World Wide Web :
<http://www.itwissen.info/index.php?id=31&aoid=9386>
David March (1998, September). Will DAB Finally Take Off? *EDN*, 42-56.

Detweiler, J.R. (n.d.) *Conversion Requirements for AM & FM IBOC Transmission*. Geraadpleegd online op 8 juni 2005 op het World Wide Web:
http://www.ibiquity.com/technology/pdf/Conversion_Requirements.pdf

Digital Audio Broadcasting (1996 – 2004). Geraadpleegd op 10 mei 2005 op het World Wide Web: http://encyclopedia.lockergnome.com/s/b/Digital_audio_broadcasting.

Digital Audio Broadcasting (2002). Geraadpleegd op 10 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.skywaves.info/dab.html>

Digitale Radio (n.d.). Geraadpleegd op 27 april 2005 op het World Wide Web :
<http://www.digitalradio.be/>.

Digitale TV Website (2005). *iDTV: Situatie in Vlaanderen*. Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.digitale-tv.be/modules/idtv/index.php?id=4>

Dorta, R. & Evans S. (2005, 10 maart). *DRM décide d'étendre son système jusqu'à 120 MHz*. Geraadpleegd online op 3 juni 2005 op het World Wide Web :
<http://www.drm.org/pdfs/newsevents/DRMDABpressreleasefrançais.pdf>

DRM Consortium (2005). *Digital Radio Mondiale FAQs*. Geraadpleegd online op 7 juni 2005 op het World Wide Web :
<http://www.drm.org/newsevents/globpressreleas.htm>

DRM: Technical Aspects of The On-Air System (2005). Geraadpleegd online op 3 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.drm.org/system/globtechnical.htm>

DVB (2003). *DVB, The Standard of the Digital World: About DVB*. Geraadpleegd online op 9 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.dvb.org/index.php?id=9>

ERO (2004, juni). *Status of the implementation of T-DAB in the CEPT area June 2004*. Geraadpleegd Online op 21 juli 2005 op het World Wide Web:
<http://www.ero.dk/23EBF214-488F-4AAF-95CA-C10F1593E201.W5Doc?frames=no&>

ERO (2005, juni). *Status of the implementation of T-DAB in the CEPT area June 2005*. Geraadpleegd Online op 21 juli 2005 op het World Wide Web: <http://www.ero.dk/DDC73D60-F707-435F-915D-02762E2CB3C0?frames=no&>

ETSI (1998, januari). *Digital Audio Broadcasting (DAB): Multimedia Object Transfer (MOT) protocol*. Geraadpleegd op 26 mei 2005 op het World Wide Web: http://webapp.etsi.org/exchangefolder/en_301234v010101p.pdf

ETSI (2005). *Digital Audio Broadcasting (DAB): Data Broadcasting - Transparent Data Channel (TDC)*. Geraadpleegd op 25 mei 2005 op het World Wide Web: http://webapp.etsi.org/exchangefolder/ts_101759v010201p.pdf

ETSI (2005-b). *Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)*. Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: http://webapp.etsi.org/exchangefolder/en_302304v010101p.pdf

Eureka, A Network for Market Oriented R&D (n.d.). Geraadpleegd op 26 april 2005 op het World Wide Web: www.eureka.be/.

European Telecommunications Standards Institute (ETSI) & European Broadcasting Union (EBU) (2004). *Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification*. Geraadpleegd online op 3 juni 2005 op het World Wide Web: http://webapp.etsi.org/exchangefolder/es_201980v020101p.pdf

Europese Commissie (2002, 12 april). *Digital Switchover in Broadcasting: A BIPE study for the European Commission, Directorate General Information Society*. Geraadpleegd online op 30 juni 2005 op het World Wide Web: http://europa.eu.int/information_society/topics/telecoms/regulatory/studies/documents/digital_switchover_in_broadcasting_executive_summary_120402_en.pdf

Evans R.H. & Baily S.T. (1997, November). *On-Air Multiplexed Uplinking of Eureka-147 DAB to EMS*. Paper gepresenteerd voor: Fourth European Conference on Satellite Communications. Rome.

Factum Electronics (2005, 25 januari). *VRT in Belgium has chosen "DAB by Factum"*. Geraadpleegd online op 11 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.worlddab.org/images/Factum-24-01-05.pdf>

Finichel, R (2000, Juli). *Technical Notes : Direct Broadcast Satellite Radio*. Geraadpleegd Online op 20 juni 2005 op het World Wide Web : http://www.ncs.gov/library/tech_notes/tn_vol7n2.pdf

Frequency Tables (2004). Geraadpleegd online op 1 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.wohnort.demon.co.uk/DAB/freqs.html#bandIII>

Garland, K.P. (1991). *Diffusion and adoption of instructional technology*. In G.J. Anglin (Ed.), *Instructional technology: Past, present, and future* (2nd ed.). Englewood, CO: Libraries Unlimited.

Green, A. (2004, 15 december). *Satellite Digital Audio Radio Service (DARS)*. Geraadpleegd online op 21 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.coe.montana.edu/ee/rwolff/EE580/final%20projects/SDARSReport.pdf>

Hewitt, J.B. & Sábl, J. (2005, mei). *OSI model*. Geraadpleegd op 25 mei 2005 op het World Wide Web: http://en.wikipedia.org/wiki/OSI_model

Hofman, E (2005). *The Big M 6015*. Geraadpleegd online op 7 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.bigm6015.com/>

Hulshoff, A. (2002, Juli). *Developments with regard to the accommodation of small-scale broadcasters within digital transmission policies in countries other than The Netherlands*. Nederland: Olon.

iBiquity Digital Corporation (2001, augustus). *IBOC FM Transmission Specification*. Geraadpleegd online op 7 juni 2005 op het World Wide Web: http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-02-286A2.pdf

iBiquity Digital Corporation (2005-a). *ibiquity Website*. Geraadpleegd online op 8 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.ibiquity.com/>

iBiquity Digital Corporation (2005-b). *HD Radio Licensed Stations*. Geraadpleegd online op 8 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.ibiquity.com/cgi-bin/liststations?state=&go=Go%21>

iBiquity Digital Corporation (2005-c). *iBiquity Digital Station Licence Agreement v.2005-B*. Geraadpleegd online op 8 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.ibiquity.com/hdradio/documents/2005FormSLA-B.pdf>

In Band On Channel Digital Broadcasting. Geraadpleegd online op 8 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.ibiquity.com/technology/pdf/Waveforms_AM.pdf

In Band On Channel Digital Broadcasting. Geraadpleegd online op 8 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.ibiquity.com/technology/pdf/Waveforms_FM.pdf
Johnson, S.A. (n.d.). *The Structure and Generation of Robust Waveforms for AM*

Keulen, M. (2003). *Beleidsbrief Media – Beleidsprioriteiten 2003-2004*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web: <http://jsp.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2003-2004/g1928-1.pdf>

Ku band (n.d.). Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.answers.com/KU%20BAND>.

Laven, P (2004, 4 juni). *Digital Broadcasting*. Geraadpleegd online op 4 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.itu.int/ITU-R/conferences/rrc/rrc-04/intersession/workshops/CEE/pdf/2_1_Digital_Broadcasting_Technology_EBU_Laven_ppt.pdf

Lawrey, E. (2001). *The suitability of OFDM as a modulation technique for wireless telecommunications, with a CDMA comparison*. Geraadpleegd online op 31 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.skydsp.com/publications/4thyrthesis/chapter1.htm>

Lesplingart, O. (2004). *Radio Numerique.be*. Geraadpleegd op 3 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.radionumerique.be/>.

- Lombry, T. (2003, April). *Digital Radio Mondiale*. Geraadpleegd online op 2 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.astrosurf.org/lombry/qsl-drm.htm>
- Lovatt, F. (2004, 14 juni). *UK Digital Radio Market Set to Double by 2005*. Geraadpleegd online op 7 juli 2005 op het World Wide Web: http://digital-lifestyles.info/display_page.asp?section=distribution&id=1304
- LVB (2004, 11 oktober). *DAB in Vlaanderen - Een stand van zaken*. Geraadpleegd online op 1 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.iradio.be/item/dab-in-vlaanderen-een-stand-van-zaken>.
- LVB (2005, 26 mei). *Vlaams Belang start partijradio*. Geraadpleegd op 7 juni 2005 op het World Wide Web: <http://lvb.net/item/1223>
- Matthews, S. (2005, 18 juni). *Digital radio take-up set to double next year*. Geraadpleegd online op 28 juli 2005 op het World Wide Web: <http://www.revolutionmagazine.com/News/index.cfm?fuseaction=ViewNewsArticle&newsID=485381>
- MC (2002, 20 september). *Landelijke particuliere radio's binnenkort op DAB?* Geraadpleegd online op 1 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.iradio.be/item/landelijke-particuliere-radio-binnenkort-ook-op-dab>
- Messer D. (2002, 6 April). *Evaluation of the iBiquity Digital Corporation IBOC System*. Geraadpleegd Online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.nrsstandards.org/DAB/Gen%203%20reports/Gen%203%20report.pdf>
- MH (2005, 14 April). *DRM-uitzendingen volgen*. Geraadpleegd online op 7 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.fmradio.be/new/nieuws.php?id=19206&switch=com>
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2003, 5 juni). *Vlaamse decreten betreffende de radio-omroep en de televisie*. Vijfde officieuze bundeling van 5 juni 2003.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2005, 4 maart). *Vlaamse decreten betreffende de radio-omroep en televisie*. Geraadpleegd online op 22 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www2.vlaanderen.be/ned/sites/media/media/decreten4maart05.pdf>
- MPEG.Org: *MPEG Pointers & Resources* (1998-2004, 7 juli). Geraadpleegd op 4 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.mpeg.org/MPEG/index.html>.
- Neural Audio (2005). *Neural Audio: Technical Overview*. Geraadpleegd online op 21 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.neuralaudio.com/technology.html>
- NHK (1999). *Outline of the Specification for ISDB-T*. Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.nhk.or.jp/strl/open99/de-2/shosai-e.html>
- Nyquist H. (1928, April). Certain topics in telegraph transmission theory. *Trans. AIEE*, 47, 617-644.

OLON (2002, Oktober). *EUREKA ! Een oplossing voor digitale kleinschalige radio*. Nijmwegen: Van Domburg Ontwerp.

Painter, T. (2000, april). *Perceptual Coding of Digital Audio*. Geraadpleegd online op 21 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.eas.asu.edu/~spanias/papers/paper-audio-tedspanias-00.pdf>

Pan D. (1995-a). A Tutorial on MPEG/Audio Compression. *IEEE Multimedia* 2(7), 60-74. *Part 1 – FM IBOC*. Geraadpleegd online op 9 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.nrscstandards.org/DAB/NRSC%20eval%20iBiquityFM/Fmevalreportfinalfinal.pdf>

Pan D. (1995-b). A Tutorial on MPEG/Audio Compression. *IEEE Multimedia* 2(7), 60-74. *Part 2 – AM IBOC*. Geraadpleegd online op 9 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.nrscstandards.org/DAB/NRSC%20eval%20iBiquityAM/amibocevaluationreport04062002.pdf>

Periannan R. & Fahham F.J. (n.d.). *Performance Issues of Cellular Networks*. Geraadpleegd online op 30 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/fjf/report.html

Peyla, P.J. (n.d.). *The Structure and Generation of Robust Waveforms for FM*
Purnhagen H. (2004-a, 23 maart). *MPEG Audio FAQ: MPEG-1: coded storage of sampled sound waves*. Geraadpleegd op 19 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.tnt.uni-hannover.de/project/mpeg/audio/faq/mpeg1.html>

Purnhagen H. (2004-b, 23 maart). *MPEG Audio FAQ: MPEG-2: coded transmission/storage of sampled sound waves*. Geraadpleegd op 19 mei op het World Wide Web: <http://www.tnt.uni-hannover.de/project/mpeg/audio/faq/mpeg2.html>

Purnhagen H. (2004-c, 23 maart). *MPEG Audio FAQ: MPEG-4 Audio: coding of natural and synthetic sound*. Geraadpleegd op 19 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.tnt.uni-hannover.de/project/mpeg/audio/faq/mpeg4.html>

Radio 538 zender netwerk (2003). Geraadpleegd op 30 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.radio538.nl/538/radio538/frequenties/fmnetwerk.jsp>

Radio.nl (2005a, 31 maart). *Invoering van commerciële digitale radio*. Geraadpleegd online op 4 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.radio.nl/2003/home/medianieuws/011.dab/default.asp?IntArticleID=94926&IntCurrentpage=1>

Radio.nl (2005b, 15 februari). *Frankrijk maakt zich op voor DAB*. Geraadpleegd online op 4 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.radio.nl/2003/home/medianieuws/011.dab/default.asp?IntArticleID=94111&IntCurrentpage=1>

Radio.nl (2005b, 3 maart). *Duitse commerciële radiostations staken DAB uitzendingen in Thüringen*. Geraadpleegd online op 4 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.radio.nl/2003/home/medianieuws/011.dab/default.asp?IntArticleID=94427&IntCurrentpage=1>

Radiovisie.be (2003, 27 november). Geraadpleegd online op 7 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.villamedia.nl/n/nieuwsarchief/2003nov.htm>

Ravanello, E. (1997, April). *Digital Radio Broadcasting: Capacity of the Eureka 147 Multiplex*. Information Note 97/3. Geraadpleegd op 4 mei 2005 op het World Wide Web : http://happy.emu.id.au/lab/rep/rep/9703_001.htm.

Redactie Telecomwereld (2004, 26 November) *DVB-H standaard voor mobiele tv goedgekeurd*. Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.telecomwereld.nl/n0000186.htm>

Reigler T. (2004). *Digital-Radio: Alles über DAB, DRM und Web-Radio*. Duisburg: Siebel-Verlag.

Rogers, E. (1995). *The Diffusion of Innovations (4th ed.)*. New York: Free Press.

Rohde & Schwarz (2004). *DAB audio broadcasting – background*. Geraadpleegd op 4 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.rohde-schwarz.com/www/dev_center.nsf/html/114212

RTL Group (2005). *The Future of Radio*. Geraadpleegd online op 7 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.rtlgroup.com/_2005/indexDRM.htm

Rubensohn, V. (1996, September). *A Discussion Paper on Digital Radio Broadcasting in Australia*. Geraadpleegd online op 30 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.dcita.gov.au/broad/radio/digital_radio/digital_radio_broadcasting_in_australia_-_discussion_paper

Rubensohn, V. (1997, Augustus). *Digital Radio Broadcasting in Australia: A report of the Digital Radio Advisory Committee*. Geraadpleegd online op 30 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.dcita.gov.au/broad/radio/digital_radio/digital_radio_broadcasting_in_australia_report_-_august_1997

S band (n.d.). Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.answers.com/S%20BAND>.

Satellite Broadcasting & Communications Association (2000). *Satellite Glossary*. Geraadpleegd online op 20 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.satelliteretailers.com/glossary.html#k>

Schulze, H. (n.d.). *DAB: Das europäische System für den digitalen Hörrundfunk*. Geraadpleegd op 10 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.fh-meschede.de/public/schulze/kh/>

Sirius (2005). *Sirius Satellite Radio*. Geraadpleegd online op 21 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.sirius.com/>

SK Telecom (2005). *Satellite DMB Service*. Geraadpleegd online op het World Wide Web: <http://www.sktelecom.com/eng/services/dmb/index.html>

- Sonada, P. (2004, 1 augustus). *Satellite Radio Round-Up*. Geraadpleegd online op het World Wide Web: http://carsound.com/articles/publish/printer_269.shtml
- Spencer, M. (2004). DAB Digital Radio: A British Christmas. Geraadpleegd online op 6 augustus 2005 op het World Wide Web: http://www.digitalradio-bb.de/pdf/a_british_christmas.pdf
- Speth, M. (1999, Mei). *OFDM Receivers for Broadband-Transmission*. Geraadpleegd online op 31 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.ert.rwth-aachen.de/Projekte/Theo/OFDM/www_ofdm.html
- Spikofski G. & Klar S. (2003, Oktober). *DAB and CD quality — reality or illusion? EBU Technical Review*. Geraadpleegd op 18 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.ebu.ch/trev_296-dab.pdf
- Stichting DigiRadio (2003, mei). *Tussen Labberkoelte en Slaags vallen. Een plan om Digitale Radio op koers te krijgen*. Geraadpleegd op 25 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.digi-radio.nl/plannen.htm>
- Stott, J.H. (1997, Juni). *Explaining some of the magic of COFDM*. Paper gepresenteerd voor: 20th International Television Symposium 1997. Montreux, Zwitserland. (http://www.bbc.co.uk/rd/pubs/papers/paper_15/paper_15.shtml)
- Surry, D.W. (1997). *Diffusion theory and instructional technology*. Geraadpleegd op 8 juli 2005 op het World Wide Web: <http://www2.gsu.edu/~wwwitr/docs/diffusion/>
- The Catalyst (n.d.-a). *Radio wordt drager van internet*. Geraadpleegd op 26 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.digitalradio.nl/Catalyst/artikelen/01_radiowordtdragerinternet.htm
- The Catalyst (n.d.-b). *Frequency Division Multiplexing*. Geraadpleegd online op 31 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.digitalradio.nl/Catalyst/artikelen/01_FrequencyDivisionMultiplexing.htm
- The Catalyst (n.d.-c). *Een inleiding in de techniek achter DAB*. Geraadpleegd online op 31 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.digitalradio.nl/Catalyst/artikelen/inleidingDAB.htm>
- The Catalyst (n.d.-d). *DRM versus DAB?* Geraadpleegd online op 7 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.digitalradio.nl/Catalyst/artikelen/01_DRMversusDAB.htm
- The Eureka 147 Consortium (n.d.). Geraadpleegd op 26 april 2005 op het World Wide Web: <http://www.worlddab.org/eureka.aspx>
- The International Engineering Consortium (n.d.). *Smart Antenna Systems*. Geraadpleegd online op 30 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.iec.org/online/tutorials/acrobat/smart_ant.pdf
- The TPEG Project (2004). *What is TPEG?* Geraadpleegd op 26 mei 2005 op het World Wide Web: http://www.tpeg.org/what_is_tpeg.htm

The World DAB Forum Newsletter N.27 (2003, november). Geraadpleegd online op 1 juni 2005 op het World Wide Web:
<http://www.worlddab.org/newsletter.aspx?newsid=40>

Thom D., Purnhagen H., & the MPEG Audio Subgroup (1998, Oktober). *MPEG Audio FAQ Version 9: MPEG-1 and MPEG-2 BC*. Geraadpleegd op 11 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.chiariglione.org/mpeg/faq/mp1-aud/mp1-aud.htm>

Thomson, V. (1997, december). *Byte.com - web and radio broadcasting*. Geraadpleegd op 4 mei 2005 op het World Wide Web:
<http://www.byte.com/art/9712/sec17/art2.htm>.

Uyttendaele C. (2002). *Nieuw Europees regelgevend kader voor elektronische communicatienetwerken en –diensten. Omzetting door de Gemeenschappen*. Geraadpleegd online op 5 juli 2005 op het World Wide Web:
<http://www.law.kuleuven.ac.be/icri/publications/384mediarechtomzetting.pdf>

Vader R. (2005, 3 mei). *Bespreeknotitie: DRM, een aanvulling op DAB?* Geraadpleegd online op 7 juni 2005 op het World Wide Web:
<http://www.olonprogrammabank.nl/publiekdocs/200505359.pdf>

Valcke, P., Stevens, D. & Dumortier, J. (2003). *Van Telecommunicatie naar Elektronische Communicatie – Een eerste verkenning van het nieuwe Europese kader voor de elektronische communicatiesector*. Geraadpleegd Online op 6 juli 2005 op het World Wide Web:
http://www.law.kuleuven.ac.be/icri/publications/329Elektronischecommunicatie_RW.pdf

van der Waal, J.C.W. (n.d.). *DAB datacasting in the Netherlands*. Geraadpleegd op 4 mei 2005 op het World Wide Web:
http://www.dab.it/htmlit/tecnica/articoli_tech/noz01.html.

Van Mechelen, D. (2002). *Beleidsbrief Media – Beleidsprioriteiten 2002-2003*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web:
<http://jisp.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2002-2003/g1420-1.pdf>

Van Mechelen, D. (2000). *Beleidsbrief Media – Beleidsprioriteiten 2000-2001*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web:
<http://jisp.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2000-2001/g455-1.pdf>

Van Mechelen, D. (2001). *Beleidsbrief Media – Beleidsprioriteiten 2001-2002*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web:
<http://jisp.vlaamsparlement.be/docs/stukken/2001-2002/g884-1.pdf>

Van Rompuy, E. (1996). *Beleidsbrief Media – Beleidsprioriteiten 1997*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web:
<http://jisp.vlaamsparlement.be/docs/stukken/1996-1997/g446-1.PDF>

Van Rompuy, E. (1997). *Beleidsbrief Media – Beleidsprioriteiten 1998*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web:
<http://jisp.vlaamsparlement.be/docs/stukken/1997-1998/g819-1.pdf>

- Van Rompuy, E. (1998). *Beleidsbrief Media – Beleidsprioriteiten 1998-1999*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web: <http://jsp.vlaamsparlement.be/docs/stukken/1998-1999/g1188-1.pdf>
- Veldstra, B. (2005, 4 april). *Radiostreams luisteren via mobieltje*. Geraadpleegd online 28 juli op het World Wide Web: <http://www.tweakers.net/nieuws/36816>
- Vowe G. & Will A. (2004). *Die Prognosen zum Digitalradio auf dem Prüfstand*. Thüringer: TLM.
- VRT (2002). *Beheersovereenkomst tussen de VRT en de Vlaamse Gemeenschap 2002-2006*. Geraadpleegd online op 22 juni 2005 op het World Wide Web: <http://vrt.vlaanderen.be/vrt/static/docs/bo0206.pdf>
- VRT (2003). *Jaarverslag 2002*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.vrt.be/doc/Jaarverslag/VRT_jaarverslag_2002.pdf
- VRT (2004). *Jaarverslag 2003*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web: http://vrt.vlaanderen.be/vrt/static/docs/jaarverslag_2003.pdf
- VRT (2005). *Jaarverslag 2004*. Geraadpleegd online op 28 juni 2005 op het World Wide Web: http://www.vrt.be/doc/jv2004/jaarverslag_2004.pdf
- Walkinson J. (2001). *The MPEG Handbook – MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4*. UK: Focal Press.
- Wallage, S. (2002). *The Feature: can mobile operators save DAB*. Geraadpleegd op 4 mei 2005 op het World Wide Web: <http://www.thefeature.com/article?articleid=14799>
- What's The Deal With Doppler?* (n.d.). Geraadpleegd online op 31 mei 2005 op het World Wide Web: <http://weathersavvy.com/Doppler3.html>
- Wikipedia, (n.d.a). *Radio*. Geraadpleegd online op 29 juli 2005 op het World Wide Web: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Radio>
- WorldDAB (2005, 14 april). *DAB Digital Radio receives increased International support*. Geraadpleegd online 28 juli op het World Wide Web: http://www.bayerndigitalradio.de/download/bdr_pressemeldungen/pm_050414_wdab.pdf
- WorldDAB (2005, Mei). *The World DAB Forum Newsletter N.40 - May 2005*. Geraadpleegd online op 10 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.worlddab.org/newsletter.aspx>
- Worldspace (2005). *Worldspace Satellite Radio*. Geraadpleegd online op 20 juni 2005 op het World Wide Web: <http://www.worldspace.com/>
- XM Satellite Radio (2005). *XM Satellite Radio*. Geraadpleegd online op 20 juni 2005 op het World Wide Web : <http://www.xmradio.com/>
- Zero Base: Nieuwe indeling FM* (2003, 22 september). Geraadpleegd online op 30 mei 2005 op het World Wide Web: <http://home.hetnet.nl/~jandhaan/uitstapje.htm>

Bijlage 1: Kanalen en frequenties die gebruikt worden voor DAB (Frequency Tables, 2004).

Band III

5A 174.928 MHz	8A 195.936 MHz	11A 216.928 MHz
5B 176.640 MHz	8B 197.648 MHz	11B 218.640 MHz
5C 178.352 MHz	8C 199.360 MHz	11C 220.352 MHz
5D 180.064 MHz	8D 201.072 MHz	11D 222.064 MHz
6A 181.936 MHz	9A 202.928 MHz	12A 223.936 MHz
6B 183.648 MHz	9B 204.640 MHz	12B 225.648 MHz
6C 185.360 MHz	9C 206.352 MHz	12C 227.360 MHz
6D 187.072 MHz	9D 208.064 MHz	12D 229.072 MHz
7A 188.928 MHz	10A 209.936 MHz	13A 230.784 MHz
7B 190.640 MHz	10B 211.648 MHz	13B 232.496 MHz
7C 192.352 MHz	10C 213.360 MHz	13C 234.208 MHz
7D 194.064 MHz	10D 215.072 MHz	13D 235.776 MHz
		13E 237.488 MHz
		13F 239.200 MHz

L-band

T-DAB	S-DAB	
LA 1452.960 MHz	LJ 1468.368 MHz	LS 1483.776 MHz
LB 1454.672 MHz	LK 1470.080 MHz	LT 1485.488 MHz
LC 1456.384 MHz	LL 1471.792 MHz	LU 1487.200 MHz
LD 1458.096 MHz	LM 1473.504 MHz	LV 1488.912 MHz
LE 1459.808 MHz	LN 1475.216 MHz	LW 1490.624 MHz
LF 1461.520 MHz	LO 1476.928 MHz	
LG 1463.232 MHz	LP 1478.640 MHz	
LH 1464.944 MHz	LQ 1480.352 MHz	
LI 1466.656 MHz	LR 1482.064 MHz	

Canada

1 1452.816 MHz	9 1466.768 MHz	17 1480.720 MHz
2 1454.560 MHz	10 1468.512 MHz	18 1482.464 MHz
3 1456.304 MHz	11 1470.256 MHz	19 1484.208 MHz
4 1458.048 MHz	12 1472.000 MHz	20 1485.952 MHz
5 1459.792 MHz	13 1473.744 MHz	21 1487.696 MHz
6 1461.536 MHz	14 1475.488 MHz	22 1489.440 MHz
7 1463.280 MHz	15 1477.232 MHz	23 1491.184 MHz
8 1465.024 MHz	16 1478.976 MHz	

Korea

ROK 8A	181.280 MHz
ROK 8B	183.008 MHz
ROK 8C	184.736 MHz
ROK 10A	193.280 MHz
ROK 10B	195.008 MHz
ROK 10C	196.736 MHz
ROK 12A	205.264 MHz
ROK 12B	207.008 MHz
ROK 12C	208.736 MHz

