

**Verkenning
Antennebehoefte
2006 - 2011**

Voorwoord

De ontwikkeling van het antennepark naar de toekomst toe is lastig te voorspellen. De desbetreffende ontwikkelingen van technologie en markt zijn onzeker. Veel factoren zijn van invloed op het aantal en de soort van antennes.

Dit neemt niet weg dat het belangrijk is om ten behoeve van het Nationaal Antennebeleid een enigszins waarheidsgetrouw toekomstbeeld hiervan proberen te krijgen.

Dit onderzoek is begin 2006 uitgevoerd als een eerste verkenning van deze informatiebehoefte.

De inhoud van dit rapport wordt in de loop van 2006 vanuit EZ met partijen besproken zoals bijvoorbeeld in het nationaal frequentiebeleidsoverleg (NFO). Aan de hand van de opmerkingen zal EZ vervolgens bezien of deze aanleiding zijn voor een nadere verdieping en/of verbreding.

TDL-advies

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
1. Inleiding	4
1.1. <i>Achtergrond</i>	4
1.2. <i>Het rapport</i>	4
1.3. <i>Opbouw van dit rapport</i>	4
2. Over het tellen van antennes en antenneopstelpunten	6
3. Hoe wordt het aantal benodigde antennes geschat?	8
3.1. <i>Inleiding</i>	8
3.2. <i>De schatting</i>	9
3.3. <i>Aantallen voorspellen wordt lastiger</i>	10
4. Prognose voor openbare mobiele telecommunicatie (GSM, UMTS)	13
4.1. <i>Algemeen</i>	13
4.2. <i>GSM/UMTS</i>	13
4.2.1. <i>Kostenontwikkeling huur antennesites</i>	16
4.2.2. <i>Ontwikkelingen in eindapparatuur</i>	17
5. Prognose voor omroepzenders voor TV en radio	18
5.1. <i>Analoge omroep</i>	18
5.1.1. <i>Lokale omroepen</i>	18
5.1.2. <i>Regionale omroepen</i>	18
5.1.3. <i>Landelijke analoge omroep</i>	19
5.2. <i>Digitale omroep</i>	21
5.2.1. <i>Digitale televisie (DVB)</i>	21
5.2.2. <i>Digitale radio</i>	22
6. Prognose voor besloten mobiele communicatie voor overheid (C2000)	24
7. Prognose voor besloten mobiele communicatie civiel	26
7.1. <i>Private Access Mobile Radio /PAMR (Tetra, MPT1327)</i>	26
7.2. <i>GSM-R</i>	27
7.3. <i>Private bedrijfsnetwerken</i>	28
8. Prognose voor lokale communicatienetten	30
8.1. <i>WLL</i>	30
8.2. <i>WiFi hotspots</i>	31
8.3. <i>WiMAX</i>	32
8.4. <i>iBurst</i>	33
8.5. <i>Mobitex</i>	34
8.6. <i>Paging</i>	34
9. Prognose voor andere netten zoals private analoge trunking-netten	36
10. Maatschappelijke acceptatie van antennes	37
Bijlagen	39

De meningen in dit rapport zijn de meningen van de opstellers en geven niet noodzakelijkerwijs de mening van de opdrachtgever weer.

Opstellers:
Frans Heitkamp
Ton de Liefde

TDL advies
Delftweg 35M
2289 AL Rijswijk ZH
tel 070 396 6999
fax 070 396 7807
email ton@tdlbv.nl

1. Inleiding

1.1. *Achtergrond*

Het ministerie van Economische Zaken heeft voorjaar 2006 een evaluatie van het Nationaal Antennebeleid laten uitvoeren. Mede daarom heeft het ministerie behoefte aan een actueel beeld van de ontwikkeling van het aantal antennes in de komende jaren. De verkenning is zo opgezet dat het ook gebruikt kan worden door lokale overheden, zoals gemeenten en provincies. Zo kunnen zij zich een beeld vormen van de ontwikkeling van het aantal antennes in hun gebied.

Er zijn meerdere redenen waarom men veel belangstelling kan hebben voor antennes. In de eerste plaats zijn antennes natuurlijk zichtbaar in het straatbeeld en de landelijke omgeving; uit hoofde van esthetiek van objecten kan men vinden dat sprake is van ontsiering.

In de tweede plaats verspreiden zendantennes elektromagnetische velden, ook wel eens betiteld als 'straling'. Over deze straling is een gezondheidsdebat gaande. Mensen kunnen zich dus zorgen maken over de toename van deze antenne-inrichtingen en hoe nabij ze staan t.o.v. de eigen woon- en leefomgeving.

In het jaar 2000 is door het bureau Columbi een onderzoek gedaan naar de antennebehoefte in de periode van 2000 tot 2005. De verkenning in dit rapport is de actualisering van die studie voor de volgende periode van 5 jaar, dus van 2006 tot 2011. Daarbij zijn wel accenten verlegd t.o.v. de eerste studie.

1.2. *De verkenning*

Dit verkenning in dit rapport bespreekt zendende antennes alleen voor zover deze in de publieke ruimte voorkomen; het rapport gaat dus bijvoorbeeld niet in op antennes van telecommunicatiesystemen zoals die in kantoren kunnen voorkomen en draadloze apparatuur die privé in woningen gebruikt wordt. Daarnaast wordt in deze studie ook geen aandacht gegeven aan antennes voor radioastronomie, radioplaatsbepalingssystemen, defensie en luchtverkeersbegeleiding. Er wordt in dit rapport ook geen expliciete aandacht gegeven aan gezondheidsaspecten en blootstellingslimieten, omdat deze materie elders al goed is beschreven. Sommigen zijn meer geïnteresseerd in het aantal antennes, anderen interesseren zich meer voor het aantal sites/opstelpunten. In dit rapport worden zoveel mogelijk beide aantallen vermeld.

1.3. *Opbouw van dit rapport*

In hoofdstuk 2 wordt allereerst behandeld wat in dit rapport precies wordt verstaan onder een aantal kernbegrippen zoals 'wat is een antenne', 'wat is een antenneopstelpunt' en 'hoe tel ik antennes'.

Hoofdstuk 3 geeft een algemene modelaanpak om, op theoretische basis, een prognose te kunnen maken van het benodigde aantal antennes voor een bepaald netwerk. Ook worden ontwikkelingen besproken die van invloed zijn op de voorspelbaarheid van het aantal antennes.

Hoofdstuk 4 bespreekt de belangrijkste netten en antennes als het gaat om aantallen en zichtbaarheid voor de burger, namelijk GSM en UMTS. De daaropvolgende hoofdstukken 5 t/m 8 bespreken de antenneontwikkelingen voor een aantal 'kleinere' netten (althans waar het gaat om zichtbaarheid en aantallen). Aan het eind van het rapport treft de lezer in een bijlage een lijst van gebruikte afkortingen en begrippen.

2. Over het tellen van antennes en antenneopstelpunten

Er zijn verschillende manieren denkbaar om antenneaantallen te bepalen. Dat zou kunnen leiden tot verschillende uitkomsten. In dit hoofdstuk wordt de in dit rapport gehanteerde methode omschreven. Deze methode leidt qua herkenning in de omgeving en qua techniek tot de meest consequente aanpak, en correspondeert met de benadering zoals die in het antenneregister wordt gehanteerd.

Definities

- a) Het eerste begrip is een '**antenneopstelpunt**', hier ook wel 'site' genoemd. Dit kan bijvoorbeeld een mast zijn, een daklocatie of een kerktoren.
- b) Hierop kunnen één of meer antenne-installaties of '**antennes**' zijn geplaatst.
- c) Een antenne kan bestaan uit één of meer **antennepanelen** of -delen. In het geval van een zgn. 'rondstraler', die 360 graden rondom straalt, bestaat één antenne uit één component. In het geval van een GSM of UMTS treft men per antennes doorgaans drie antennepanelen aan die elk 120 graden uitvalshoek voor hun rekening nemen; het samenstel straalt 360 graden rondom. Het samenstel wordt geteld als één antenne.

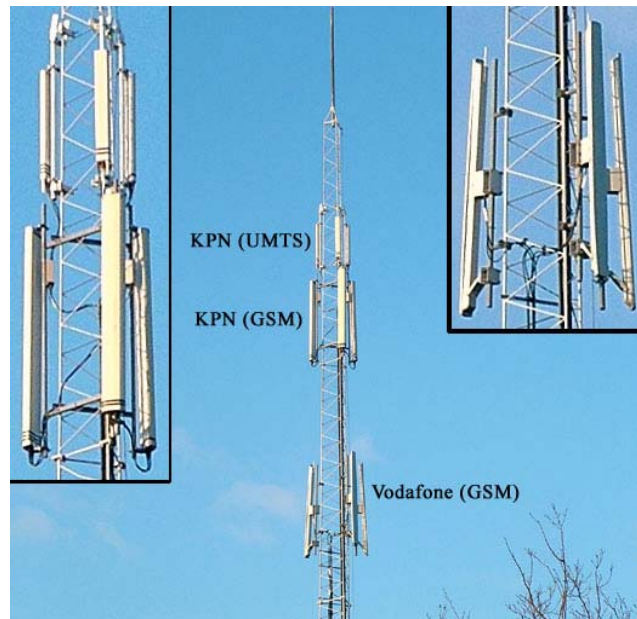
Verschijningsvormen en telmethode

Het is niet de bedoeling om uitputtend alle mogelijk verschijningsvormen van antenneconfiguraties te beschrijven. Het rapport beperkt zich tot de meest voorkomende configuraties.

Het samenstel van antennepanelen van één bepaalde antenne kan zijn geplaatst op één antenedrager, maar kan ook verdeeld zijn over meerdere antenedragers. De afzonderlijke panelen zijn dan soms tientallen meters uit elkaar geplaatst. Bijvoorbeeld verspreid over een uitgestrekte daklocatie van een flat of appartementencomplex. Veelal wordt dit gedaan om over de dakrand een neerwaartse¹ vrije zendbundel te creëren; de verschillende panelen vormen dan één functioneel geheel. Om de telmethode consequent te houden rekenen die we dan als één antenne.

Ter illustratie van de telmethode: bijvoorbeeld de installatie in figuur 1 is opgebouwd uit 9 deelantennes, maar telt voor 3 antennes. Twee GSM-antennes (bestaande uit elk drie delen/panelen) en één UMTS-antenne (bestaande uit drie delen/panelen).

¹ Een neerwaartse "tilt" van 6 graden is het meest gebruikelijk.



Figuur 1. Voorbeeld van drie antennes in één mast. Op de linker beelduitsnede zijn twee antennes van KPN zichtbaar en op de rechter beelduitsnede één antenne van Vodafone.

Totaal hangen in deze mast 3 antennes. Twee van KPN en één van Vodafone.

Voor GSM en UMTS sluit deze conventie aan bij wat in de praktijk als 'antenne' wordt bedoeld. Kleine picocel-antennes zijn opgebouwd uit één antenne en tellen in alle methoden als één, zie bijvoorbeeld figuur 4.

Waar het C2000 betreft wordt het samenstel van antennes die bestaan uit één antenne-element voor ontvangst en één antenne-element voor zenden beschouwd als één antenne. Een voorbeeld is de C2000-antenne zoals die in figuur 2 is weergegeven. Hoewel er op de uithouders twee antennes zijn te onderscheiden tellen deze voor één. De antenne die zich in de top bevindt is voor het oproepsysteem P-2000. Voor de telling van antennes bevinden zich in deze mast dus 2 antennes.



Figuur 2. Voorbeeld van C-2000 en P-2000. Op deze mast ziet men hier dus twee antennes, 1x C2000 en 1x P2000.

3. Hoe wordt het aantal benodigde antennes geschat?

3.1. Inleiding

Als onderzoeksmethode voor deze studie is het geen begaanbare weg de operators eenvoudigweg bevragen t.a.v. hun inschatting van hun uitrol van antennes; zij laten de uitrol in belangrijke mate afhangen van de ontwikkeling van de vraag naar verbindingen. Deze kan behoorlijk onzeker zijn, ook in de nabijere toekomst. Elk extra opstelpunt is een flinke investering en dus een kostenpost. Daarnaast zijn operators sterk terughoudend hun commerciële plannen (tegenover concurrenten) te openbaren, want ze zouden daarmee (in ieder geval deels) hun strategische plannen onthullen. En daarbij kiest ook elke operator voor zijn eigen oplossingen qua netwerkplanning.

Anderzijds geeft ook de ontwikkeling van technologie en innovatie een belangrijke factor van onzekerheid t.a.v. het benodigd aantal antennes; verderop in dit rapport zal dit worden besproken.

Dit neemt niet weg dat met aannames en uitgaande van enkele parameters best een aardige schatting kan worden gegeven. Deze paragraaf presenteert een algemene modelmatige methode ter bepaling van het totale aantal antennes dat men nodig heeft voor een nationaal netwerk. De aantallen antennes zijn sterk afhankelijk van de toegepaste technologie en de hoeveelheid verkeer die over het netwerk wordt afgewikkeld. Ook speelt de mate van mobiliteit en vooral de "quality of service" een rol bij het bepalen van de optimale celgrootte². Tevens geldt een technisch-fysisch gegeven namelijk hoe hoger de gebruikte radiofrequentie des te kleiner de maximale celgrootte en dus hoe meer antennes nodig zijn; signalen op hogere frequenties ondervinden een relatief snellere demping en uitdoving vanaf het zendpunt.

Ook maakt het veel verschil of een netwerk alleen dekking buitenshuis probeert te bieden, of dat men ook binnenshuis een goede ontvangst wil realiseren. Door demping van ramen en muren e.d. is in het laatste geval (veel) meer signaalsterkte nodig, en is dus ook een fijnmaziger antennenet vereist. Een goed voorbeeld van dit laatste geeft een berekening die is gemaakt door het WiMAX-forum³. Daaruit blijkt in een bepaalde case dat in dichtstedelijke gebieden er ruim twee keer zoveel basisstations nodig zijn voor binnenshuisdekking dan voor buitenshuisdekking. In landelijke gebieden kan dit verschil zelfs oplopen tot een factor vijf.

Ook zonder specifieke gegevens van operators kunnen er dus wel schattingen worden gemaakt van benodigde aantallen antennes. Deze schattingen kunnen sterk afwijken van de praktijk per netwerk, maar geven wel een globale indicatie van de mogelijke benodigde aantallen antennes in de komende jaren.

² Met celgrootte wordt hier bedoeld het gebied waarin een antenne radiodekking behoort te bieden.

³ WiMAX Forum, June 2005: "WiMAX deployment considerations for fixed wireless access in the 2,4 and 3,5 GHz licensed bands".

3.2. De schatting

Voor elk netwerk geldt dat operators die landelijke dekking willen bieden in ieder geval een minimum aantal antennes moeten plaatsen: als bijvoorbeeld per antenne een gebied van 500 km² wordt bestreken zijn er nationaal gezien circa 70 (80) opstelpunten nodig⁴. In de praktijk moeten op sommige plekken extra antennes worden geplaatst vanwege bijzondere terreinomstandigheden zoals dichte bebouwing of plaatsen waar extra capaciteit nodig is (pleinen, snelwegen). In andere gebieden kan worden geaccepteerd dat de signaalsterkte minder is en kunnen minder antennes worden geplaatst (bijvoorbeeld natuurgebieden).

In netwerken met grote(re) verkeersbelastingen gelden t.a.v. het benodigde antennepark geheel andere overwegingen. In dat geval is niet de te realiseren dekking bepalend voor de grootte van de cellen, doch de maximale verkeersbelasting die in een cel op piekmomenten optreedt. Want naast dekking moet er ook een zekere beschikbaarheid zijn. Vanuit dat oogpunt moet daarom in de stedelijke centra de celgrootte veel kleiner zijn dan in de landelijke gebieden.

Uitgaande van gegevens van het CBS en het Ruimtelijk Planbureau t.a.v. bebouwingdichtheid kunnen op modelmatige wijze berekeningen qua aantallen antennes worden gemaakt voor enkele netwerken met verschillende aannames qua gevraagd verkeer. Nederland heeft een totale oppervlakte van 35.029 km². Van deze totale oppervlakte is 1,11% aan te merken als 'stedelijk centrumgebied' (waarvan we in Nederland dus 389 vierkante kilometer hebben), 1,63% als 'stedelijk gebied', en 2,84 % als 'stadsrand'. Het resterende percentage, 94½ % representeert het overige gebied, het buitengebied, met daarin ook kleine woonkernen en dorpen. Voor een aantal typen netwerken zijn de berekende aantallen antennes weergegeven in figuur 3.

Figuur 3. Tabel voor berekening van benodigd aantal antennes op basis van verschillende bebouwingdichtheden en verschillende aannames voor verkeer⁵.

Soort gebied	Aandeel in oppervlakte in Nederland	Totale oppervlakte van deze categorie in Nederland	Type GSM lichte dekking		Type GSM verdicht		Type UMTS verdicht	
			km ² per antenne	aantal antennes	km ² per antenne	aantal antennes	km ² per antenne	aantal antennes
Centrum	1,11%	389 km ²	1	389	0,25	1.554	0,1	3.885
Stedelijk	1,63%	571 km ²	2	285	1	571	1	571
Stadsrand	2,84%	994 km ²	20	50	10	99	10	99
Overig	94,50%	33.075 km ²	100	331	50	662	50	662
Totaal	100%	35.029 km ²		1.054		2.885		5.216

In bovenstaande tabel zijn drie netwerken met elkaar vergeleken. In de eerste plaats een GSM-netwerk dat weliswaar een landelijke dekking heeft, maar waarbij beslist geen hoge gespreksvolumes kunnen worden verwerkt (beperkte capaciteit). De aanname is hier dat in een stadscentrum één antenne één vierkante kilometer kan bedienen. Als dit de ambitie is zou één operator met iets meer dan 1000 antennes een nationaal 'dekkend' netwerk kunnen creëren. Een dergelijk type GSM-netwerk

⁴ De landoppervlakte van Nederland is ca. 35.000 vierkante kilometer met water wordt dit 41.500 vierkante kilometer.

⁵ Gaat men ervan uit dat ook het 'watergebied' verzorgd moet zijn, dan komen er nog resp. 70/140/140 antennes bij.

troffen we ongeveer in 1998 in Nederland aan, toen er al wel een landelijk dekkend netwerk was, maar nog niet veel GSM-gebruikers.

De tweede casus is een GSM-netwerk dat geschikt is voor het afhandelen van een grotere verkeersbelasting. Dit zou bijvoorbeeld een GSM-1800-netwerk⁶ kunnen zijn. In het stadscentrum moeten dan dus per vierkante kilometer vier antennes worden geplaatst. Totaal over Nederland zouden deze operator dan bijna 3000 antennes nodig hebben.

De laatste casus betreft een UMTS-netwerk waarbij vooral in de stedelijke gebieden veel verkeer is. Hierbij gaan we uit van netwerken die in de dichte stedelijke bebouwingen een groot aantal antennes nodig hebben en in de landelijke gebieden veel minder. In het stadscentrum heeft deze operator dan 10 UMTS-antennes per vierkante kilometer nodig. Voor nationale dekking heeft hij meer dan 5000 antennes nodig.

Duidelijk is dat bij netwerken met veel capaciteit het aantal antennes in belangrijke mate wordt bepaald door de centrumgebieden met dichte bebouwing. Daarbij moet worden bedacht dat de antennes die kleine gebieden bedienen meestal laag staan opgesteld, en dat antennes die grotere gebieden bedienen juist hoog geplaatst zijn.

Voor de andere netten die in dit rapport worden besproken, zoals omroep, C2000 of PAMR kunnen ook van dergelijke schattingen worden gemaakt.

N.B Hierboven wordt alleen gesproken van aantallen antennes. Dit correspondeert vanzelfsprekend nog niet met het aantal antennesites c.q. antenne-opstelpunten. Dit laatste wordt bepaald door de mate waarin er site-sharing plaatsvindt. In het geval van 'Type GSM verdicht', de aanname van vier operators, en gemiddeld 2 antennes per site, zouden zich in Nederland 5770 GSM-antenne-sites voordoen. In werkelijkheid is het tellen van het aantal sites complexer, omdat GSM-, UMTS-, C2000- en omroepantennes allemaal gemengd op daken en masten kunnen voorkomen.

3.3. Aantallen voorspellen wordt lastiger

Ontwikkelingen die in 2000 nog moesten beginnen zoals UMTS en digitale televisie zijn intussen realiteit geworden. Dat betekent niet dat de toekomst op dit vlak nu beter voorspelbaar is geworden. T.a.v bijvoorbeeld het schatten van het toekomstig aantal UMTS-antennes zal in sterke mate rekening moeten worden gehouden met de opkomst van technologieën zoals Wimax, iBurst en moderne PAMR; dit wordt later in het rapport behandeld. Bovendien komen allerlei vormen van mobiele communicatie binnen bereik waarbij er steeds een voor de gebruiker optimale mix van mogelijke netten kan worden gezocht.

De huidige netwerkopzet

De huidige opzet van netwerken wordt bepaald door tweede en derde generatie mobiele systemen. Het hoofdnet wordt gevormd door hoog geplaatste antennes op masten en daken en waarvoor het soms lastig is om opstelplaatsen te vinden. Deze hoog geplaatste antennes worden, in situaties waar veel verkeer wordt afgehandeld, aangevuld met (zeer) laag geplaatste en onopvallende antennes. Men spreekt dan van micro- of zelfs picocellen.

⁶ Er is Nederland sprake van GSM-netten in de 900 MHz en 1800 MHz.

Maar het kan ook anders lopen....

Er komen diensten op de markt waarbij het mobiele toestel kiest tussen Wifi of Bluetooth (daar waar dat mogelijk is) en GSM of UMTS (daar waar dat moet). Inmiddels heeft Nokia in samenwerking met Cisco een lijn mobiele telefoons geïntroduceerd die (vrijwel) naadloos overschakelen tussen een goedkoop eigen netwerk en openbare mobiele netwerken. Als deze aanpak zou doorbreken is binnenhuisdekking van de openbare netten opeens niet meer zo belangrijk en kan een heel andere opzet van het netwerk worden gemaakt. Deze ontwikkeling zou kunnen leiden tot grotere cellen met hoog geplaatste antennes. Daarvan zijn er dan wel aanzienlijk minder nodig.

Of nog anders.....

Ook een ander scenario is denkbaar. Dit is beschreven in een studie voor de EU⁷ waarin de onderzoekers een wereld schetsen waarin vrijwel alle communicatie in het deel naar de gebruiker toe draadloos gebeurt. Dat gebeurt bovendien met zeer hoge datasnelheden. De wetten van de fysica schrijven dan voor dat er zeer veel kleine cellen moeten zijn. Voor antennes betekent dat, dat er heel veel moeten komen, maar wel alle klein en waarschijnlijk vrijwel onzichtbaar voor de meeste gebruikers. In dit scenario zouden in de niet te verre toekomst de grote cellen met hoge antennes juist geleidelijk kunnen verdwijnen.

Frequentiebeleid wordt techniekonafhankelijker

Een andere reden voor de onzekerheid is het gewijzigde frequentiebeleid. Tot voor kort waren gebruikers van bepaalde frequenties veelal verplicht een bepaalde technologie te gebruiken voor het aanbieden van diensten.

Het staat aanbieders straks in toenemende mate vrij om binnen zekere grenzen zelf een keus te maken voor een vanuit hun optiek optimale technologie. Dit bevordert de flexibiliteit, maar veroorzaakt ook weer vragen wat betreft de voorspelbaarheid van de planning en het soort antennes dat daarvoor nodig is.

Mogelijke effecten van het weren van antennes

Het weren van antennemasten, waarvoor een bouwvergunning nodig is, kan het totaal aantal antennes doen toenemen. Zoals eerder opgemerkt staat een groep gemeentes huiverig tegenover het verlenen van bouwvergunningen voor antennemasten. Voor antenne-installaties hoger dan 5 meter is een bouwvergunning nodig. Tot 40 meter een is sprake van een lichte bouwvergunningprocedure, voor masten hoger dan 40 meter geldt een normale bouwvergunningprocedure.

Het weigeren van bouwvergunningen kan er toe leiden dat operators dan opzoek gaan naar alternatieve opstelpunten waar ze zonder vergunning kunnen plaatsen. Bijvoorbeeld op daken van kantoren of flatgebouwen. Het bereik van de antenne-installatie kan hierdoor minder zijn dan wanneer gebruik gemaakt zou zijn van de hogere antennemast. Meer antennes zijn dan nodig om het verlies aan bereik te compenseren.

⁷ The demand for future mobile communications, markets and services in Europe. Institute for Prospective Technological Studies, March 2005

Conclusie

De aantallen en de verschijningsvormen van antennes in de toekomst kennen dus een zekere ongewisheid. Toch, ervan uitgaande dat de technologische innovatie niet zeer drastische verrassingen zal opleveren, zal in de volgende hoofdstukken worden getracht een prognose te leveren.

4. Prognose voor openbare mobiele telecommunicatie (GSM, UMTS)

4.1. Algemeen

Systemen voor openbare mobiele telecommunicatie zijn zgn. cellulaire netwerken, dat wil zeggen dat het gebied dat wordt bediend is ingedeeld in gebiedjes of 'cellen' waarbinnen één zendinstallatie/antenne een groot aantal mobiele terminals (mobieltjes) van signaal kan voorzien. Per antenne kan in een bepaald systeem een vaststaand maximum aan mobiele terminals worden bediend. De maximale omvang van dat gebied wordt bepaald door het systeem en de frequentie waarop wordt uitgezonden en door de specifieke eisen die worden gesteld, zoals wel of geen dekking binnen gebouwen.

De capaciteit van een systeem in een bepaald gebied kan worden vergroot door de cellen te verkleinen, en in dat gebied als geheel meer antennes te plaatsen. Men werkt dan met meer zenders, die elk een kleiner gebied bestrijken, vanuit lagere opstelpunten en met kleinere zendvermogens. Een andere mogelijkheid voor capaciteitsvergroting is het uitbreiden van de beschikbare frequentiebanden. Dan kunnen met dezelfde antenne meer gebruikers in die cel worden bediend. Maar daar zijn evidente beperkingen aan gesteld die samenhangen met een goed beheer van de schaarse frequentieruimte, zodat gebruikers elkaar niet kunnen storen.

Met name voor GSM en UMTS is het, i.v.m. de kans op nieuwe technische doorbraken, lastig om een betrouwbare prognose te maken van de antennebehoefte in de komende vijf jaar. Een aantal systemen in relatie tot GSM en UMTS bevinden zich momenteel in de specificatie fase (WiMAX) of staan op het punt van invoering (iBurst). Succes van het ene systeem heeft veel invloed op de marktontwikkelingen van de andere. Het simpelweg optellen van de aantallen antennes die in de verschillende businessplannen zijn opgenomen zal leiden tot een aanzienlijke overschatting. Dit nog daargelaten dat die businessplannen normaliter zorgvuldig gekoesterde geheimen zijn. Een algemene tendens is dat spraak- en datacommunicatie steeds meer samen via hetzelfde systeem worden afgewikkeld.

4.2. GSM/UMTS

Aantallen

Voor GSM-900 en -1800 zijn er nu circa 16.000 antenne-installaties/antennes en voor UMTS bijna 3.000⁸; dit aantal correspondeert met 11.000 antenne-opstelpunten. De antennes zelf zijn meestal karakteristieke platte dozen waarvan er doorgaans drie op een mast zijn gemonteerd⁹. Elk van die drie antennes bedient een zgn. sector, d.w.z. een uitzendhoek van 120 graden.

⁸ bron: www.antennebureau.nl. Veel UMTS antennes zijn bijgeplaatst bij GSM-opstelpunten.

⁹ een goed overzicht van hoe in Nederland toegepaste GSM- en UMTS-antennes zijn geplaatst is te vinden op de volgende website: www.gsm-antennes.nl. Antenne-spotting blijkt een hobby met inmiddels vele beoefenaren. Een aantal foto's in dit rapport is, met toestemming, van deze site afkomstig



Figuur 4, een typische GSM-/UMTS-antenne op twee frequenties met ieder drie sectoren. GSM is het langere element, en UMTS de kortere. (KPN geeft het nummer van de sector aan met dwarsstrepen op de antenne.)

Van de antennes staat circa 80 % op daken terwijl 20 % van de antennes is geplaatst op masten (vrijstaand en niet-vrijstaand).

Wat betreft de hierboven genoemde aantallen GSM-antennes kan worden gesteld dat dit in lijn is met de verwachting die in 2000 is uitgesproken. De ontwikkeling van UMTS gaat echter duidelijk minder snel dan toen werd verwacht. KPN had begin 2006 1735 UMTS-antennes in 250 steden waarmee op dat moment een dekking van 72% van de bevolking werd gerealiseerd¹⁰. Op het moment van publicatie van dit rapport had KPN de in de licentie voorgeschreven dekking al bereikt. Ook de andere licentiehouders, met uitzondering van Telfort, hebben aangegeven op het aangegeven ijkmoment van 1 januari 2007 qua dekking aan de licentievereisten¹¹ te zullen voldoen.

Verdere ontwikkeling GSM in de komende jaren

Voor GSM zijn er, afhankelijk van de hoeveelheid af te handelen verkeer, ca. 3000 antennes per netwerk nodig¹². Voor GSM zijn de komende jaren zijn nog enkele honderden opstelpunten extra nodig die op 20 tot 40 meter hoogte moeten worden geplaatst. Daarnaast gaat de verdichting van GSM in gebieden met veel netwerkverkeer nog wat verder, de antennes daarvoor zijn echter klein en veel minder prominent en opvallend (zie figuur 5).



Figuur 5, voorbeeld van een picocel-antenne, vergelijk de sprinkler sproeikop rechts.

Voor de periode na die welke in dit rapport wordt beschreven is de verwachting dat de functie van GSM in de loop van het volgende decennium zal worden overgenomen door UMTS i.v.m. de technologische superioriteit van UMTS en de lagere exploitatiekosten. Op een bepaald moment zullen in het volgende decennium de GSM-antennes dus naar verwachting worden ontmanteld. Afhankelijk van de keuzes die zullen worden gemaakt voor de wijze waarop van de vrijgekomen frequenties gebruik zal worden gemaakt, kan dan een afname van het aantal antennes en sites voor mobiele netwerken worden verwacht.

¹⁰ Bron: jaarverslag KPN 2005

¹¹ Het volledige voorschrift komt neer op: "De vergunninghouder dient te voldoen aan de eis ten aanzien van dekkingsgraad binnen de bebouwde kom van alle gemeenten met meer dan 25.000 inwoners, op alle hoofdverbindingswegen (auto-, spoor- en waterwegen) tussen deze gemeenten en langs de doorgaande autosnelwegen naar Duitsland en België, op of rond de luchthavens Schiphol, Beek en Zestienhoven. "Hieraan zijn verder nog enkele eisen verbonden zoals een minimum serviceniveau.

¹² NB Elke aanbieder (KPN, Vodafone, Orange, T-Mobile, Telfort) heeft een eigen en eigenstandig netwerk.

Ontwikkeling UMTS in de komende jaren

De UMTS-uitrol is pas recent op gang gekomen. Uiteindelijk moet op tenminste 4.000 antennes per UMTS-net worden gerekend, dus in totaal 16.000 antennes waarvan 5.000 op hoge en middelhoge locaties. Veel van deze antennes zullen worden bijgeplaatst bij GSM zodat het benodigde aantal nieuwe opstelpunten beperkt zal zijn. Afhankelijk van het aantal antennes per site, en de capaciteitsbehoefte, zal het definitieve aantal opstelpunten (voor GSM en UMTS samen) rond 20.000 kunnen uitkomen.

Er zijn nu vijf operators die vier mobiele netten in bedrijf hebben, KPN, Vodafone, Orange, T-mobile. Telfort moet nog beginnen met de uitbouw van zijn UMTS-netwerk. Eind 2005 heeft KPN het bedrijf van Telfort overgenomen en beschikte vanaf dat moment dus over het Telfort-netwerk. De GSM-netwerken van beide bedrijven functioneerden (nog wel) onafhankelijk van elkaar. Maar voor UMTS zal dat naar verwachting niet meer gebeuren en zullen UMTS-netwerken van KPN en Telfort worden geïntegreerd..

Publicaties van begin 2006 duiden er inderdaad op dat de *roll out* van het UMTS-netwerk door Telfort definitief gestopt is¹³. Ook heeft KPN middels een persbericht¹⁴ aangegeven dat het (delen van) het 2G-netwerk van Telfort en KPN mobile zal gaan samenvoegen. Naar de mening van de opstellers van dit rapport zijn de kostenvoordelen van samenvoegen zo groot dat uiteindelijk een volledige samenvoeging van de netwerken voor de hand ligt. Dit zal het aantal antennes met naar verwachting 2700 doen dalen. Daarbij is de aanname dat er geen andere operator op deze frequenties actief zal worden.

Het uiteindelijke aantal antennes in 2011 voor UMTS is dus nog onzeker. Dit hangt samen met het feit dat de grootte van de cellen niet alleen afhankelijk is van het aantal actieve gebruikers maar ook van de datastromen die deze gebruikers genereren. Immers bij spraak is dit een vast gegeven, bij datagebruikers is dit echter zeer variabel. Als de diensten die een hoge bandbreedte vereisen een grote vlucht nemen zal in de stedelijke gebieden de behoefte aan antennes aanzienlijk toenemen. Het net wordt dan dus fijnmaziger, een groter aantal antennes gaat dan dus op (nog) lagere zendvermogens werken¹⁵.

Op een aantal netten zijn zgn. virtuele mobiele aanbieders actief (o.a. Tele2, Albert Heijn, Debitel, Versatel, Scarlet, Easy enz.). Aangezien deze aanbieders geen eigen antennes exploiteren blijven ze in deze studie buiten beschouwing. Bij Telfort dragen de virtuele mobiele aanbieders aanzienlijk bij aan het verkeer dat over dat net wordt afgewikkeld. Eind 2005 waren er



Figuur 6, in deze kerk in Den Haag zijn 16 GSM-antennes van 4 operators weggewerkt (o.a. in de galmgaten)

¹³ Computable, 13 februari 2006

¹⁴ Persbericht KPN over HSDPA, 28 februari 2006

¹⁵ Kleinere cellen vereisen lagere zendvermogens, om storingen bij mobiele telefoons die zijn aangesloten op naburige cellen van het eigen netwerk te voorkomen.

een miljoen klanten van 11 virtuele mobiele aanbieders aangesloten op het netwerk van Telfort.

Zichtbaarheid

Mede daartoe gedwongen door gemeentelijke overheden die hun stads- en dorpsgezichten willen beschermen, wordt er veel aandacht besteed aan het zgn. 'visueel inpassen' van antennes. Er zijn zelfs bedrijven die zich specialiseren in het vrijwel onzichtbaar wegwerken van antennes. Het bedrijf Camouflage is daarvan een voorbeeld. Op de site www.camouflage.nl is een aantal voorbeelden van 'camouflages' te vinden.

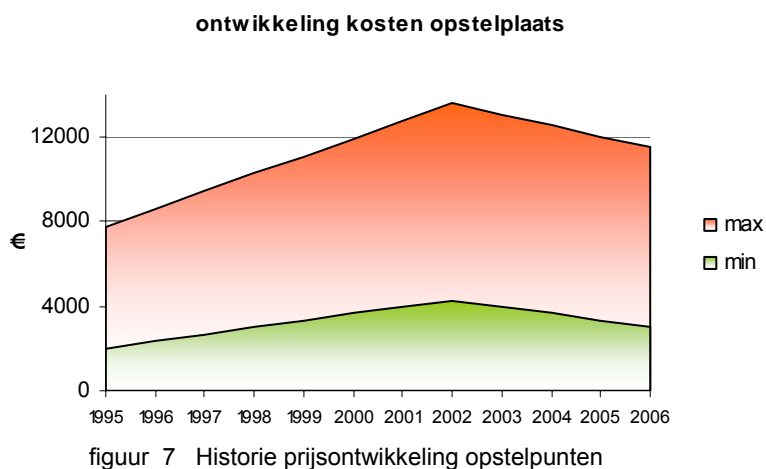
Niettemin zijn de meeste antennes goed zichtbaar. Op sites van actiegroepen tegen antenneplaatsingen zijn daarvan voorbeelden te vinden. In een artikel in NRC handelsblad staat dat sommigen juist niet willen dat de antennes (te) goed verborgen zijn, want 'dan zullen ze aan de aandacht van de burgerij ontsnappen die zich dan niet meer zal verweren tegen de risico's'.¹⁶

Beleving van antennes, site sharing en medegebruik

Verder is vermeldenswaardig hoe mensen in bepaalde periodes 'aankijken' tegen antennes, en hoe de voorkeuren en zorgen wat dat betreft evolueren. In veel 2^e en 3^e wereld landen wordt de komst van antennes verwelkomd, omdat ze de moderne tijd en vooruitgang vertegenwoordigen.¹⁷

In 2000 heeft de rijksoverheid de Nota Nationaal Antennebeleid uitgebracht; daarin is ruim aandacht besteed om ervoor te zorgen dat er geen wildgroei zou ontstaan van masten en mastjes en dat ze waar mogelijk geclusterd zouden worden geplaatst, indien mogelijk dus geconcentreerd bij elkaar op daken en masten. Sinds de Cofam-studie door TNO is echter de bezorgdheid onder de burgerij voor 'straling' toegenomen. Men is bang dat juist bij antenneconcentraties de gezondheidsnormen worden overschreden, en lijkt het dat men tegenwoordig de voorkeur geeft aan zoveel mogelijk gespreide en verdeelde plaatsing van antennes.

4.2.1. Kostenontwikkeling huur antennesites



De kosten van het huren van sites t.b.v. antennes is afhankelijk van de onderhandelingspositie van partijen. Met andere woorden: deze wordt bepaald door de vraag en het aanbod van geschikte plekken. Er is dus een behoorlijke variatie in de prijzen tussen de locaties.

Het afgelopen decennium zijn de prijzen gestegen. Deze trend is de laatste drie jaar gebroken.

¹⁶ NRC 19 januari 2006, "pimp my GSM"

¹⁷ In Frankrijk hebben actiegroepen bewerkstelligd dat vóór 2008 in alle dorpen tenminste één antenne voor mobiele telefonie wordt geplaatst.

Dat kan worden verklaard, doordat de markt volwassener wordt en omdat t.a.v. het plaatsingsproces met name de mogelijkheid van het wel of niet verkrijgen van een vergunning de belangrijke factor is. Het beschikbaar hebben van een plaats voor een antenne is slechts het begin. Begin 2006 was er een zestigtal gemeenten die een beleid voerden dat er op was gericht antennemasten zoveel mogelijk uit woongebieden te weren. Zij waren daartoe in staat, omdat voor grotere masten er nog steeds een vergunningplicht is. Het wel of niet verkrijgen van een vergunning wordt een steeds belangrijker factor en de prijs op zich wordt minder belangrijk.

In figuur 7 is de ontwikkeling van de huurprijzen over de laatste 10 jaar globaal weergegeven. De grafiek toont de ontwikkeling over de jaren en daarbij het breukmoment van de trend na 2002.

4.2.2. Ontwikkelingen in eindapparatuur

We zien dat het gebruik van WiFi in huis een enorme vlucht heeft genomen. Aan de andere kant zien we dat VoIP nu echt volwassen begint te worden, en er diensten als Skype, VoIP buster en vele andere diensten komen die telefoondiensten via het Internet aanbieden.

In Engeland biedt BT een dienst aan, onder de naam BT Fusion, waarbij in huis met gebruik van Bluetooth via de vaste lijn wordt gebeld en buiten huis via GSM. Orange heeft in de zomer van 2005 aangekondigd samen met Microsoft een telefoon op de markt te brengen die thuis en bij WiFi accesspoints via WiFi werkt en daarbuiten via GSM. Nokia kondigde in samenwerking met Cisco in februari 2006 een dergelijk toestel aan op het 3GSM World Congress in Barcelona. Als deze trend doorzet zal de noodzaak voor in-house dekking door GSM/UMTS verminderen, en derhalve ook de vraag naar antennesites; op dit moment is niet aan te geven wat daarvan over verdere termijn het effect zal zijn, maar het kan aan het eind van de beschouwde periode aanzienlijk zijn.

De onderstaande prognose van de aantallen antennes en sites is een optelsom van verschillende factoren. Het aantal antennes voor GSM zal gedurende de periode naar verwachting afnemen door de integratie van het KPN en Telfort net. Deze afname is groter dan de toename die het gevolg is van de verdere verdichting van de GSM netten. Het aantal sites zal echter niet afnemen omdat Telfort in hoge mate gebruik maakt van masten (sites) die zijn geshared met andere operators.

Dit hoofdstuk samengevat, prognose.

Netwerk	Antennes nu	Sites Nu	Antennes 2011	Sites 2011	Toe-/afname Antennes	Toe- /afname Sites
GSM	16.400	9.440	15.000	9.560	- 1.400	120
UMTS	5.300	1,780	18.000	5.500	12.700	3.720

5. Prognose voor omroepzenders voor TV en radio

Het aantal omroepzenders, vergeleken met het aantal opstelpunten voor mobiele telefonie, is in Nederland is relatief beperkt. Maar door de hoogte ervan zijn ze wel zeer zichtbaar.

Omroepsignalen zoals deze oorspronkelijk werden gebruikt kenden een analoge modulatie. Sinds het jaar 1996 wordt er in het kader van het experiment T-DAB (Terrestrial Digital Audio Broadcasting) ook digitaal uitgezonden. Sinds 2001 ook aardse digitale televisie. Het voordeel hiervan is het efficiënter gebruik van de frequentieruimte. Geleidelijk aan zal er in meer gevallen digitaal worden uitgezonden en zullen analoge uitzendingen voor de omroep in de ether op termijn verdwijnen. In de eerste paragraaf hieronder bespreken we de zenders voor analoge omroep, in de tweede die voor de digitale.

5.1. Analoge omroep

5.1.1. Lokale omroepen



Figuur 8,
het plaatsen van een nieuwe
zendantenne voor de lokale omroep
Ooststellingwerf

Eind 2005 waren er 298 publieke lokale omroepen in Nederland. Voor zover deze via de ether uitzenden betreft dat radioprogramma's in de FM-omroepband. Deze lokale omroepen maken gebruik van zenders met een laag vermogen van tussen de 50 en 100 Watt. Het is niet te verwachten dat het aantal van dit soort antennes de komende periode zal veranderen.

5.1.2. Regionale omroepen

De regionale omroepen bestrijken alle een groter gebied dan de lokale zenders. Vanwege hun functie als rampenzender is een goede dekking een vereiste. De antennes zijn meestal ondergebracht in één van de grotere verzamelantennemasten; zoals in bijgaande foto is de grote mast bij Goes te zien. De radio-uitzendingen vinden plaats in de FM-band, de televisie-uitzendingen via de kabel terwijl de regionale omroepen ook in het digitale televisiepakket een plaats hebben. Het antennepark voor analoge radio is uitgerold zodat er gedurende de beschouwde periode van dit onderzoek geen ontwikkelingen zullen zijn, anders dan incidenteel. Er zijn 13 regionale omroepen waarvan worden de televisie programma's van de volgende 8 omroepen via analoge aardse zenders doorgegeven: Friesland, Groningen, Drenthe, Overijssel, Gelderland, Flevoland, Noord-Holland en Zeeland.



Figuur 9, in deze toren bevinden zich o.a. de zenders van de regionale Omroep Zeeland

Deze zullen met de komende afschakeling van analoge TV (zie hieronder) ook uit de lucht verdwijnen en via de kabel en digitale televisie worden verspreid. Ook de televisie programma's van de andere regionale omroepen zullen uitsluitend via kabel en digitale televisie zijn te ontvangen.

5.1.3. Landelijke analoge omroep

Televisie

Er zijn 17 grote masten via welke analoge TV wordt uitgezonden met een zendvermogen van 10 kW of meer. Daarnaast zijn er 7 masten met kleinere hulpzenders om lokale dekkingsproblemen op te lossen. In Figuur 9 hierboven is 'een karakteristieke grote mast afgebeeld. Figuur 10 geeft een beeld van een ondersteuningszender, in dit geval de steunzender Noorbeek in Zuid Limburg; meestal wordt getracht een aparte mast te vermijden en worden steunzenders gecombineerd met antennes voor andere doeleinden.

Vanaf 30 oktober 2006 is het niet meer mogelijk om televisie te kijken via de analoge ether. In de nacht van 29 op 30 oktober 2006 wordt het analoge ethersignaal uitgeschakeld en wordt er overgeschakeld naar een digitaal signaal. De publieke omroepen zijn dan digitaal beschikbaar. Aldus het persbericht hierover van 28 april 2006.

Er zijn voldoende andere mogelijkheden om televisie ontvangst te verzekeren. De meeste van deze masten zullen overigens gewoon blijven bestaan omdat er antennes voor andere zenders in kunnen worden geplaatst. De enkele steunzenders die op dit moment nog voor de analoge televisieomroep zijn ingericht zullen in de toekomst naar verwachting worden ingezet voor digitale televisie (zie hoofdstuk 5.2.1. over DVBT in dit rapport).



Figuur 10, steunzender Noorbeek voor analoge televisie

Radio

Op dit moment is het nog onzeker wanneer digitale radio-omroep wordt ingevoerd. Daarom is het zeer waarschijnlijk dat de zenders voor landelijke analoge radio-omroep zullen blijven bestaan gedurende de periode die dit onderzoek beschrijft.

Midden en korte golfzenders



Figuur 11, de middengolfzender Hulsberg (Limburg)

Er is in Nederland een beperkt aantal midden- en korte golfzenders voor analoge omroep, namelijk ca 16. De belangrijkste zijn Lopik, Flevoland en Trintelhaven (langs de dijk Enkhuizen Lelystad). Daarnaast zijn er zenders in Bloemendaal, Rijswijk, Heinenoord, Utrecht en Hulsberg.

Op dit moment kan ondanks het enthousiasme van enkelen worden geconcludeerd dat het belang van de middengolf als zendfrequentie voor analoge radio afneemt. Dat blijkt direct uit het (teruglopend) aantal zenders met deze bestemming dat op dit moment nog

in bedrijf is.

Vermeldenswaardig in dit kader is een nieuwe technologische ontwikkeling namelijk Digital Radio Mondiale (DRM), een ontwikkeling die, gebruik makend van de frequenties van lange, midden en korte golf, een aanmerkelijk betere geluidskwaliteit realiseert. Radio Nederland Wereldomroep doet hier op dit moment bedrijfsproeven mee. Het is echter niet zeker of deze nieuwe technologie de teruggang in het belang van de lange, midden en korte golfzenders zal doen keren. Luisteraars moeten namelijk wel eerst een nieuwe ontvanger aanschaffen. T.a.v. de antennes en opstelpunten voor middengolf en korte golf is de verwachting dat het aantal min of meer gelijk zal blijven. Anderzijds kan niet worden uitgesloten dat DRM een succes gaat worden. Zodra er voldoende betaalbare ontvangers beschikbaar zijn kan e.e.a. tot bloei komen. Dan zouden bijvoorbeeld tal van kleine omroepoepassingingen in de middengolf gehuisvest kunnen worden.

5.2. Digitale omroep

5.2.1. Digitale televisie (DVB)

In Nederland is in 2001 een begin gemaakt met de invoering van digitale televisie volgens de DVB¹⁸-norm. Deze vorm van televisie is veel efficiënter in het gebruik van frequentieruimte. De invoering van DVB heeft ertoe geleid dat de analoge televisiezenders buiten bedrijf worden gesteld, omdat alle programma's welke via analoge televisiekanalen worden uitgezonden, ook met behulp van DVB-zenders zullen zijn te ontvangen.



Figuur 13, een antennemast en antenne voor een DVB-zender (Krimmen a/d IJssel)



Figuur 12, DVB masten in Nederland (kaart van Agentschap Telecom)

In het westen van Nederland was er eind 2005 sprake van volledige DVB-dekking. In de loop van 2006 zou het aantal zenders geleidelijk worden uitgebreid zodat dan deze vorm van televisie in het hele land beschikbaar zal zijn. Eind 2005 waren er 23 DVB-antennemasten operationeel.

In een persbericht ten tijde van de overname van Nozema Services¹⁹ door KPN gaf KPN aan dat het zich committeerde aan een landelijke uitrol van DVB. Dit betekende dat vanaf dat moment er nog 21 extra opstelpunten daarvoor nodig zouden zijn. Nozema gaf aan dat daarvoor ca 9 nieuwe masten nodig zouden zijn. Bij het scenario van een volledige in-door-dekking dient het totale aantal opstelpunten met 10 te

¹⁸ Digital Video Broadcasting

¹⁹ KPN persbericht 2 december 2005

worden uitgebreid. De meeste antennemasten verzorgen meerdere kanaalpakketten. Uiteindelijk is in de planning rekening gehouden met 93 opstelpunten.

In Figuur 12 zijn de in 2006 aanwezige en vanaf dat moment geplande antenneopstelpunten aangegeven²⁰ (Dat zijn er respectievelijk 23 en 31). Op de kaart zijn alle zendlocaties aangegeven die oorspronkelijk voor DVB waren voorzien. Uit informatie van Nozema bleek dat in ieder geval met de genoemde 54 kon worden volstaan, zolang DBV-H nog niet is uitgerold. Met DBV-H is het mogelijk om televisie te ontvangen met kleine ontvangers die gecombineerd kunnen worden met een mobiele telefoon. Op de foto van figuur 18 is een DVB-antenne te zien, de tweede mast van links. Ook de straalverbinding waarmee het signaal naar de mast wordt gebracht is duidelijk te zien.

5.2.2. Digitale radio

Er zijn in Nederland diverse pogingen geweest om digitale radio in te voeren. Er zijn frequenties aangewezen voor TDAB (Terrestrial Digital Audio Broadcasting). In Europa loopt snelheid van de invoering ervan nogal uiteen. In Engeland is de invoering redelijk succesvol, in andere landen komt DVBT voorlopig niet van de grond, in Finland is bijvoorbeeld de DAB-dienst weer uit de lucht gehaald wegens gebrek aan belangstelling. Op moment van het schrijven dezes is in Nederland nog niet besloten op welke wijze de frequenties worden verdeeld, laat staan dat gebruik aan bedrijven is gegund. Inwerkingtreding zal dus nog wel enige tijd op zich laten wachten.

Indien men in Nederland 70% landelijke TDAB-dekking wil realiseren zijn er 12 opstelpunten nodig. Voor een landelijke uitrol zal dit aantal stijgen naar 30-60 punten. Indien in de loop van de periode die dit rapport bestrijkt inderdaad een of andere vorm van digitale radio zou worden geïntroduceerd zal dat geen grote effecten hebben op het aantal antennemasten. In de meeste gevallen zal een antenne kunnen worden bijgeplaatst op de DVB-mast.

Als er echter voor wordt gekozen om bijvoorbeeld ook lokale radio en andere (alternatieve) omroepen een plaats te geven binnen TDAB, dan zou dit aantal kunnen stijgen naar 400. Vanwege technische eigenschappen moeten in dat geval alle partijen uitzenden op dezelfde locaties. Het betekent ook dat alle partijen die landelijke dekking nastreven op alle 400 opstelpunten moeten uitzenden.

²⁰ Op de website van het Agentschap Telecom is een kaart te vinden met per locatie de exacte gegevens van de zenders. <http://www.agentschaptelecom.nl/dav/index.html>

Samengevat voor omroep

Netwerk	Antennes nu	Sites Nu	Antennes 2011	Sites 2011	Toe- / afname Antennes	Toe- / afname Sites
Analoge TV landelijk	51	17	0	0	-51	-17 ²¹
Analoge TV regionaal	8	8	0	0	-8	-8
Analoge radio AM	7 ²²	7	7	7	0	0
FM radio landelijk	31 ²³	11	31	11	0	0
FM radio Regionaal	26	26	26	26	0	0
FM radio commercieel Landelijk	130	55	130	55	0	0
FM radio Commercieel Regionaal	≈80	21	80	21	0	0
FM lokaal	205 ²⁴	205	205	205	0	0
DVB-T	23	23	55	55	32	32
DAB	-	-	12	-	12	-

²¹ Hierbij zijn de 5 kleine steunzenders in Limburg en die in Overijssel en Noord Holland niet meegerekend

²² Bron: www.middengolf.info

²³ Steunzenders zijn niet meegenomen

²⁴ Opgave OLON, jan 2006

6. Prognose voor besloten mobiele communicatie voor overheid (C2000)



Figuur 14. Een ongedeelde C2000-mast.

Het C2000-netwerk voor de vitale overheidsdiensten is qua antennes op dit moment vrijwel geheel uitgerold. De nadruk ligt nu op de operationele inpassing en het oplossen van specifieke knelpunten (qua dekking) die in de praktijk aan het licht komen. Wel kan het in de komende jaren voorkomen dat antennes worden verplaatst, bijvoorbeeld als gevolg van bouwplannen in een bepaalde omgeving.

Het antennepark

Het basisnet van C2000 heeft bijna 400 opstelpunten²⁵. C2000-masten zijn doorgaans 45, 53 of 60 meter hoog. De masten zijn op dit moment herkenbaar aan de specifieke vorm van de 3 of 4 antennes die steeds in de top zitten. Elke antenne heeft een eigen functie. De topantenne bedient het alarmeringsoproepnetwerk P2000 voor m.n. brandweer- en ambulancepersoneel ('P' staat voor 'paging'). Dit werkt in een andere band (160 MHz) dan C2000 en heeft daarom eigen antennes nodig. De eigenlijke C2000-antennes werken in de 380/390 MHz band. Daarvoor zijn er twee antennes, allebei sprieten. De ene antenne is om te ontvangen, de andere om te zenden. In 19 masten is nog een vierde antenne geplaatst, namelijk voor

communicatie met helikopters. Het grotere aantal antennemasten, vergeleken met de civiele PAMR-systemen, is te verklaren uit het feit dat C2000 veel hogere eisen stelt aan de dekking. In de praktijk blijkt dat op sommige plekken de binnenhuisdekking momenteel nog onvoldoende is. Daarom is aan sommige gebouweigenaren, waar grote groepen mensen zich kunnen ophouden, de verplichting opgelegd om zelf voor extra C2000 antennes te zorgen. Dat gaat dan vaak om antennes bijvoorbeeld in tunnels en op plaatsen waar veel publiek bijeenkomt zoals de Arena; deze werken met relatief lage vermogens.



Figuur 15. Een gedeelde C2000-mast

Site sharing bij C2000

Waar het mogelijk is wordt voor C2000 gebruik gemaakt van bestaande antennemasten van politie, brandweer, ambulancediensten en Koninklijke Marechaussee. De meeste masten van de voorlopers van C2000 zijn echter

²⁵ Bron: C2000 reguliere voortgangsbrief april 2005

technisch ongeschikt omdat de hoogte niet voldoende was, de ligging met het oog op de radioplanning niet voldeed of omdat de masten aan het einde van hun levensduur waren. Omdat C2000 wordt gebruikt voor essentiële maatschappelijke diensten is de dekking kritisch. De C2000-organisatie is zeer terughoudend als het gaat om het landschappelijk of stedenbouwkundig inpassen van antennemasten, en is daarnaast terughoudend t.a.v. site sharing; iedere verandering kan nadelig zijn voor de elektrische eigenschappen van de antennes en zou de dekking nadelig kunnen beïnvloeden. Het C2000-projectteam is ook terughoudend met het toestaan in hun masten van antennes voor andere netten, zoals GSM en UMTS. Niettemin zijn er 115 masten waarop ook andere antennes zijn geplaatst, in figuur 15 hiervan een voorbeeld te zien.

Afbouw oude analoge netten en ontmanteling van opstelpunten

De introductie van C2000 heeft onder andere tot gevolg dat antennes op masten en andere opstelpunten voor de buiten gebruik gestelde communicatieapparatuur kunnen worden ontmanteld en verwijderd. Het kan daarbij om aanzienlijke aantallen gaan. Alleen al in de provincie Friesland gaat het bijvoorbeeld om 62 opstelpunten²⁶. In geheel Nederland zijn dat vele honderden tot duizend opstelpunten die de komende jaren buiten gebruik zullen worden gesteld.

Samengevat voor C2000, prognose

Netwerk	Antennes nu	Sites Nu	Antennes 2011	Sites 2011	Toe-/afname Antennes	Toe- /afname Sites
C2000	419	400	419	400	0	0
P2000	160	160	160	160	0	0
Analoge netten	500-1000	500-1000	0	0	- 500 / -1000	- 500/ -1000

²⁶ zie Verbinding, November 2005

7. Prognose voor besloten mobiele communicatie civiel

Dit hoofdstuk bespreekt enkele diverse netwerken, voornamelijk voor zakelijk- en bedrijfsgebruik, netten die wat afwijken van de landelijke mobiele netten zoals GSM en UMTS, in de zin dat ze speciale diensten aanbieden, bijvoorbeeld met een zeer hoge beschikbaarheid. Deze diensten zijn vaak alleen te gebruiken binnen een besloten gebruikersgroep. Eén net kan wel een groot aantal besloten gebruikersgroepen accommoderen.

Deze netten hebben aanzienlijk minder antennes nodig dan de GSM- en UMTS-netten.

Er wordt hiervoor vaak gebruik gemaakt van het trunking-principe. Een trunkingnetwerk is een netwerk waarbij geen vaste kanalen aan gebruikers worden toegewezen maar waarbij dynamisch een vrij kanaal wordt toegewezen zodra de behoefte ontstaat. De meeste trunkingnetwerken zijn beperkt van omvang en zijn meestal gebaseerd op analoge technieken. Voor nieuwe netwerken is Tetra (digitale trunking) een belangrijke optie.

7.1. Private Access Mobile Radio /PAMR (Tetra, MPT1327)

Algemeen PAMR

Onder de term PAMR worden – doorgaans zakelijke - diensten samengevat, geleverd door een netwerk dat zich in eerste instantie richt op de communicatie tussen de leden van dat netwerk. Het netwerk zelf kan een flink aantal besloten gebruikersgroepen herbergen. Hoewel het er aanvankelijk naar uit zag dat de snelle ontwikkeling van GSM en UMTS de business case voor PAMR-netten (te) moeilijk zou maken, zijn er op deze markt toch interessante ontwikkelingen gekomen. Uitval van de openbare GSM-netten tijdens calamiteiten heeft namelijk sommige bedrijven zich doen realiseren dat het belangrijk is om ook in bijzondere omstandigheden te kunnen blijven communiceren. Omdat PAMR-netwerken geheel onafhankelijk van de openbare mobiele netwerken functioneren, is de kans op overbelasting bij bijzondere omstandigheden, bijvoorbeeld bij rampen of grote manifestaties, uiterst gering.

Analoog trunkingnet

De aankondiging van KPN dat het Traxys, het analoge trunkingnet, zou afsluiten heeft de Belgische aanbieder Entropia er toe gebracht om zijn activiteiten naar Nederland uit te breiden. Entropia levert een analoge trunkingdienst die vergelijkbaar is met de Traxys dienst van KPN.

Entropia heeft op dit moment ongeveer 70 opstelpunten in Nederland in gebruik; dit antennepark is bijna compleet, het zal alleen in het noorden van het land nog enigszins groeien. De antennes staan bijna alle op hoge flatgebouwen, en een enkele op een hoogspanningsmast van Tennenet. De antennes zijn alle via straalverbindingen gekoppeld met de centrale in België.

Civiel landelijk Tetra

Een andere ontwikkeling is de opstart van een civiel landelijk Tetra-netwerk, gebaseerd op dezelfde technologie als het C2000-netwerk. TETRA staat voor TERrestrial Trunked RADio, dit is een digitaal systeem voor PAMR. De uitrol van dit netwerk is nog niet begonnen, het zal naar verwachting in de komende tijd geleidelijk op gang komen. Het bedrijf Mission Critical Communications Networks (MCCN) heeft hiervoor de benodigde vergunning verkregen. Het bedrijf is opgericht om de ervaring die is verkregen met het C2000-netwerk voor de vitale overheidsdiensten te gebruiken voor civiele toepassingen. Ook Combonet, de mobiele telecommunicatie dienstverlener van de nationale busbedrijven neemt deel in dit project. MCCN geeft aan dat het Combonet-netwerk eind 2006 uit de lucht zal gaan en dat de bestaande opstelpunten van Combonet zullen worden gebruikt voor dit nieuwe civiele Tetra-netwerk. De prognose van MCCN is dat, indien de marktontwikkeling is zoals verwacht, er uiteindelijk 160 tot 170 antenneopstelpunten nodig zijn op hoogten van tenminste 40 meter²⁷. De antennes zijn qua uiterlijk vergelijkbaar met de antennes van C2000.

Private Access Mobile Radio (PAMR)

Bij de veiling in november 2005 van PAMR-frequenties heeft Nozema Services een vergunning in de wacht gesleept om frequenties in de 450-460 MHz band voor PAMR te mogen gebruiken. In de vergunningvoorwaarde is opgenomen dat binnen 4 jaar tenminste 50 basisstations in gebruik moeten zijn en dat na 5 jaar in alle provincies diensten moeten worden aangeboden. Bij de veiling was er verrassend veel belangstelling voor deze frequenties wat waarschijnlijk betekent dat partijen toch goede commerciële mogelijkheden hiervoor zien. Het is overigens niet uit te sluiten dat sommige partijen hebben geboden om te voorkomen dat er een actief en concurrerend netwerk zou komen. Voor een volledige landelijke dekking verwacht Nozema ca. 115 opstelpunten nodig te zullen hebben. Nozema heeft veel opstelpunten al in eigen beheer waarop meestal ruimte nog wel over is voor een PAMR-antenne, zodat het aantal nieuwe opstelpunten dat voor PAMR gecreëerd moet worden beperkt zal zijn.

In een interview met Nozema²⁸ heeft het overigens aangegeven dat in verband met de overname van Nozema services door KPN haar plan voor de uitrol van een netwerk op dit moment wordt heroverwogen.

7.2. GSM-R

De gezamenlijke Europese spoorwegen hebben besloten om één radionetwerk te bouwen dat in hun gehele behoefte aan mobiele communicatie kan voorzien. Het gaat hier zowel om data- als om spraakcommunicatie. De eisen die aan dit radionetwerk zijn gesteld t.a.v. communicatiemogelijkheden en hoge gegarandeerde beschikbaarheid zijn zodanig dat hieraan niet door publieke netwerken voldaan kan worden. De naam van dit netwerk is GSM-R (GSM for Railways). De toegepaste frequenties bevinden zich in de 800/900 MHz band. GSM-R is specifiek ontworpen voor toepassingen in de spooromgeving, zoals communicatie tussen machinist en railverkeersleiding,



Figuur 16, een GSM-Rail-antenne

²⁷ Bron: Informatie verstrekt door MCCN op 30-1-2006

²⁸ Interview met de heren Timmermans en Waalop van Nozema op 8 maart 2006

treinpersoneel onderling, rangeerders, onderhoudsploegen langs het spoor, etc.

ProRail is verantwoordelijk voor het GSM-R-netwerk in Nederland. Dit netwerk is de afgelopen jaren gebouwd en sinds 2003 is geleidelijk het gehele Nederlandse spoorweginet van GSM-R-radiodekking voorzien.

Concreet betekent dit onder andere dat er meer dan 300 opstelpunten (basisstations) zijn gebouwd, 13 verkeersleidingsposten zijn aangepast en alle spoortunnels van speciale apparatuur zijn voorzien. Het Nederlandse GSM-R-netwerk zal worden gekoppeld aan vergelijkbare netwerken in andere landen, zodat overal dezelfde functionaliteit ter beschikking staat, ongeacht het land van herkomst van de gebruiker of trein.

Door de introductie van GSM-R zal het huidige Telerail-radionetwerk op termijn verdwijnen. Omdat het netwerk is uitgebouwd zijn geen nieuwe antennes te voorzien gedurende de periode die dit rapport bestrijkt. De antennes zien er uit als standaard GSM-antennes, met dit verschil dat GSM-antennes meestal per drie worden geplaatst die elk in een hoek van 120° ten opzicht van elkaar staan om zo 360° dekking te realiseren. Bij GSM-R is de dekkingbehoefte uiteraard langs de rails zodat een andere opstelling van de antennes wordt toegepast dan bij GSM.

Omdat GSM-R opstelpunten weinig op openbare locaties voorkomen zijn ze hieronder niet opgenomen in het overzicht.

7.3. Private bedrijfsnetwerken

In totaal zijn er 48 bedrijven en organisaties die een eigen trunkingnetwerk hebben.²⁹ Het betreft onder andere enkele bedrijven met grote bedrijfsterrinen, de antennes bevinden zich dan op het eigen terrein. Een voorbeeld daarvan is de Ceres Terminal in de Amsterdamse haven waar 7 basisposten zijn geïnstalleerd. Een ander voorbeeld het netwerk van Corus staal in IJmuiden. Dit laatste netwerk is overigens op een iets andere techniek gebaseerd dan Tetra.

Voor andere bedrijven kan wel gelden dat ze antennes moeten plaatsen in de publieke ruimte. Bijvoorbeeld de openbaar vervoerbedrijven van Amsterdam, Den Haag, Rotterdam en Utrecht met elk hun eigen mobiele communicatienetwerk. Utrecht is onlangs overgestapt op Tetra en heeft daarvoor slechts 4 opstelpunten nodig. Rotterdam en Amsterdam hebben tamelijk recent een analoog trunkingnetwerk geïnstalleerd en zullen dat voorlopig blijven gebruiken. In Rotterdam en omgeving zijn er bijvoorbeeld 8 opstelpunten. Den Haag maakt in afwachting van het gereedkomen van een eigen Tetra-netwerk gebruik van de diensten van Entropia. Voor alle netten geldt dat er per saldo niet veel meer of minder opstelpunten zullen zijn dan nu. Slechts indien deze netten zouden besluiten om gebruik te gaan maken van een PAMR-dienstverlener zouden er minder antennes en antenneopstelpunten nodig zijn.

²⁹ VKA, marktonderzoek PMR/PAMR, maart 2004

Dit hoofdstuk samengevat, de prognose

Netwerk	Antennes nu	Sites Nu	Antennes 2011	Sites 2011	Toe- / afname Antennes	Toe- / afname Sites
Entropia	70	70	70	70	-	-
Nozema PAMR	0	0	115	60	115	60
MCCN PMR	15	15	170	170	155	155

8. Prognose voor lokale communicatienetten

Dit hoofdstuk bespreekt verschillende netwerken die qua dekking afwijken van de landelijke netwerken met nationale dekking zoals behandeld in de eerdere hoofdstukken. Het signaal van netten voor mobiele telefonie en omroep ligt als het ware als een dunne deken over heel Nederland. In dit hoofdstuk gaat dus om netwerken waar de verspreiding van het signaal lokaal kan zijn, bijvoorbeeld WiFi hotspots, zoals WiFi op NS stations of luchthavens. Of het kan gaan om straalverbindingen (WLL) waar het signaal gefocust is op tientallen meters hoogte van de ene naar een andere antenne, en waarvan men het signaal dus niet op straatniveau of in woningen zal (kunnen) aantreffen.

Ook kan er sprake zijn van kortstondige signalen zoals bij paging. WiMAX is als netwerk en technologie nog in opkomst en het is nog onduidelijk of er sprake zal zijn van nationale dekking en van welke signaaldekking er sprake zal zijn. Denkbaar is dat WiMAX zal worden uitgerold in dorpen waar aansluiting op de breedband-infrstructuren zoals kabel en adsl ontbreekt. Op deze manier kunnen klanten in deze dorpen breedband-internetdiensten (mobiel) afnemen. Maar ook andere toepassingsituaties zijn voorstelbaar, overigens doorgaans wel lokaal.

Op de meeste plaatsen en momenten zal men deze signalen (en antennes) dus niet kunnen waarnemen, en in zoverre is dit hoofdstuk iets buiten de orde van deze studie. De verdere ontwikkeling van deze netten kan wel invloed hebben op de antenne aantallen van andere netten.

8.1. WLL

Wireless Local Loop is een techniek met behulp waarvan vaste locaties met elkaar en met een centraal punt worden verbonden. De techniek heeft vele toepassingen en kan bijvoorbeeld ook worden gebruikt voor het verbinden van UMTS-basisstations. De met WLL te overbruggen afstanden zijn enkele honderden meters tot tien km of meer.

Het belangrijkste vereiste is dat er zich tussen de antennes geen obstakels mogen bevinden. Het gaat om frequenties in de 2.4, 3.5 en 26 GHz band. In 2003 zijn de frequenties in de 2.4 en 3.5 GHz band geveild. Versatel heeft daar het recht verworven om tot 2008 frequenties in de 2.4 GHz band te gebruiken. Enertel heeft frequenties in de 3.5 GHz band verworven. Beide bedrijven hebben een beperkte uitrolverplichting, die per net tenminste enkele



Figuur 17, een WLL-antenne

honderden antennes vereisen. Of deze aantallen antennes er ook daadwerkelijk gaan komen is voorlopig onzeker.

Enertel

Enertel is actief met het promoten van toepassingen. De frequenties zijn ook bruikbaar voor WiMAX en Enertel is van plan om de uitrol van WLL te doen met behulp van WiMAX³⁰. In een gebied dat door WLL wordt bestreken, is steeds een basisstation aanwezig en zijn er antennes op elk van de locaties die worden bediend. In het algemeen gaat het om kleinere schotelantennes zoals in Figuur 17 is te zien. De antennes staan vrijwel steeds laag op gebouwen en vallen weinig op. De meeste WiMax antennes zien er uit als op de foto in Figuur 20 .

Versatel

Versatel heeft een WLL-vergunning die tot 2008 geldig is. Het bedrijf maakt naar buiten toe weinig haast om hier op grotere schaal commerciële aandacht aan te geven. De frequenties worden tot nu toe vooral gebruikt om klanten aan te sluiten op het Versatel netwerk daar waar er geen glasvezelverbinding beschikbaar is. Na de overname van Iparix³¹ is Versatel overigens wel in het bezit gekomen van enkele tientallen opstelpunten die gebruikt kunnen worden voor WLL-diensten op grotere schaal. Inmiddels heeft Casema de frequenties van Versatel overgenomen.

Over ontwikkelingen in de 26 GHz band - ook een frequentieband die is aangewezen voor WLL - is nog niet veel te zeggen. Deze hoge frequenties hebben een aantal operationele nadelen waardoor bedrijven er de voorkeur aan zullen geven eerst zoveel als mogelijk de lagere frequentiebanden te gebruiken.

8.2. WiFi hotspots

Een aantal aanbieders (bijvoorbeeld T-Mobile en KPN Mobile) heeft zgn. Wifi-hotspots ingericht op openbare locaties waar klanten met bijvoorbeeld laptop netwerktoegang willen hebben, bijvoorbeeld op Schiphol, in conferentieoordens, in hotels enz. Dit is precies dezelfde technologie als de draadloze (WLAN) thuisnetwerken die intussen 100.000den Nederlanders thuis hebben geïnstalleerd. Toegang tot Wifi-hotspot wordt door sommige operators aangeboden als accessoire bij een UMTS-abonnement. Dit stelt gebruikers van UMTS in staat om op specifieke plaatsen gebruik te maken van een comfortabele breedbandige en goedkope verbinding.

In het algemeen zijn de antennes van hotspots klein, ze kunnen daarom gemakkelijk worden weggewerkt. De foto in Figuur 18 laat een van de vele mogelijke uitvoeringen zien. Voor gebruik in kleinere draadloze netwerken worden meestal routers met ingebouwde antennes gebruikt. De foto in figuur 19 geeft daarvan een voorbeeld. In hoofdstuk 3 is reeds genoemd dat er mobiele toestellen op de markt gaan komen die qua verbinding gemakkelijk kunnen wisselen tussen mobiele netten zoals GSM en UMTS en Wifi. Deze ontwikkeling is mogelijk van invloed op de netwerkarchitectuur van de mobiele netwerken en kan mogelijk leiden tot minder GSM- en UMTS-antennes.

³⁰ WLL is bedoeld om korte afstanden te overbruggen, WiMAX voor langere afstanden.

³¹ Iparix is een bedrijf dat hoge snelheids internet toegang realiseert via de radioweg.

De geproduceerde veldsterktes van WLAN zijn laag en de toepassing is meestal binnenhuis, al kan dat ook wel om grotere gebouwen gaan zoals stationshallen. Op dit moment zijn er al veel meer dan 1000 (publieke) hotspots in Nederland. De verdere ontwikkeling zal afhangen van de commerciële positionering door de aanbieders. Bij verdere succesvolle toename kunnen er gemakkelijk 10.000 of meer hotspots in Nederland komen. Maar deze zendpunten zullen niet bepaald in het oog springen. KPN heeft aangekondigd een experiment te doen met hotspots ingebouwd in lantarenpalen. De uitvoering is nogal opvallend, maar dat heeft geen technische achtergrond.



Figuur 19, een WiFi-router met antennes



Figuur 18, een WiFi-antenne

8.3. WiMAX

Zoals onder het kopje WLL al is genoemd, is Enertel van plan om een WiMAX-netwerk in Nederland uit te rollen. De WLL frequenties zijn bedoeld om de local loop in te richten gebruik makend van radiofrequenties. Deze frequenties zijn heel geschikt om een netwerk volgens de WiMAX specificaties uit te rollen. De precieze planning van de aantallen antennes is niet bekend omdat dat sterk af zal hangen van de marktbehoefte zoals die zich zal manifesteren. Indien besloten wordt tot een landelijk dekkend net is er behoefte aan een zeer groot aantal basisstations met antennes die sterk lijken op die van UMTS. De aantallen antennes zijn niet alleen afhankelijk van de beoogde dekking maar evenals bij UMTS ook van de binnen een gebied te realiseren dataoverdracht. Hoe meer data er binnen een toegewezen frequentiegebied moet worden overgedragen, des te kleiner de celgrootte. Iedere schatting op dit moment is dan ook uiterst tentatief. Niettemin moet worden gerekend op 1000 à 3000 van



Figuur 20 een WiMAX antenne

dergelijke antennes in Nederland. Hoewel de meningen daarover verschillen is het goed mogelijk dat een snelle opmars van WiMAX vertragend zal werken op de ontwikkeling van UMTS en vice versa. Daarom kunnen geïsoleerd geprognosticeerde aantallen benodigde antennes voor UMTS en WiMAX niet bij elkaar worden opgeteld naar totalen. In principe is WiMAX meer geschikt voor data overdracht dan voor spraak. Echter met de opkomst van VoIP is het verschil tussen deze vormen van signaal overdracht (d.w.z. UMTS en WiMAX) aan het verdwijnen. Een verschil met de antenne opstelplaatsen van UMTS is dat de apparatuur voor WiMAX aanzienlijk minder in het oog springt. Het is dan ook eenvoudiger om WiMAX-antennes te plaatsen dan UMTS-antennes. Inmiddels heeft ook Casema plannen bekend gemaakt om in heel Nederland een WiMAX netwerk te gaan uitrollen.

8.4. iBurst



Figuur 21, een iBurst-antenne-installatie

Onlangs zijn in Nederland de eerste vergunningen uitgegeven voor iBurst. iBurst is een systeem voor snelle dataoverdracht tussen een basisstation en veel, al dan niet mobiele gebruikers. Het zou een deel van communicatie, zoals die voor UMTS is voorzien, voor zijn rekening kunnen nemen, en daardoor het aantal benodigde UMTS-antennes beperkt(er) kunnen houden.

iBurst claimt een zeer hoge spectrum efficiency te bereiken, mede door het gebruik van intelligente antennes. In feite is iBurst het eerste openbare communicatiesysteem waarbij standaard van deze techniek gebruik wordt gemaakt.

Deze techniek komt er op neer dat wanneer er ergens in het verzorgingsgebied een vraag naar communicatie is, er een gerichte bundel naar die betreffende plaats wordt gevormd zodat de beschikbare energie maximaal wordt gebruikt. Daarmee wordt het mogelijk om grotere

cellen te maken en toch een goede signaaloverdracht te garanderen. De antennes zien er anders uit dan die voor de andere systemen van communicatie. De bundels worden gevormd door de signalen van verschillende antennes te combineren. Een voorbeeld van een dergelijke antenne is in bijgaande foto te zien. Een iBurst-antenne bestaat uit drie maal drie sprietantennes die in een hoek van 120° ten opzichte van elkaar zijn geplaatst. Het signaal kan een bereik hebben tot 3 kilometer. Het aantal antennes kan daardoor relatief gering zijn. In theorie kunnen de plm. 1000 km^2 die de centra en de stedelijke gebieden in Nederland beslaan, met 40 zenders worden bereikt. In de praktijk zal een aanzienlijk groter aantal nodig zijn, daarbij moet op meer dan het dubbele worden gerekend. Een complicatie en beperking van dit systeem is dat de zendmasten voldoende vrij zicht dienen te hebben om het bundeleffect zo effectief mogelijk te maken.

Voor een dekking van heel Nederland zijn meer dan 1000 basisstations nodig. Het is onwaarschijnlijk dat daarvoor makkelijk locaties kunnen worden gevonden, zodat verwacht mag worden dat de uitrol van iBurst op geselecteerde plaatsen zal gebeuren.

8.5. Mobitex

De dienst Mobitex wordt aangeboden door het bedrijf RAM Mobile Data. Dit netwerk bedient ruim duizend klanten en 30.000 gebruikers met mobiele datacommunicatie in het zakelijk segment. Een gedeelte daarvan wordt bediend via het eigen Mobitex-netwerk waarvan de vergunning is verlengd tot 2014.

RAM werkt op basis van het Mobitex-protocol. Het maakt gebruik van 21 radiokanalen met een bandbreedte van 100 kHz in de 410 – 430 MHz-band en werkt met een bitsnelheid van 8000 bit/s. De effectieve snelheid die voor de gebruiker beschikbaar is, ligt rond de 4800 bit/s. Doordat een Mobitex-netwerk met pakketschakeling werkt, is het vooral geschikt voor het versturen van korte berichten.

Het netwerk maakt gebruik van ongeveer 120 antennes en evenveel sites.

8.6. Paging

Paging is een vorm van radiocommunicatie waarbij korte berichten naar gebruikers of groepen van gebruikers worden verzonden. Voor het grote publiek heeft SMS dit geheel verdrongen, maar voor sommige professionele toepassingen is het nog steeds onmisbaar.

Entropia bouwt een Benelux paging-netwerk. Daarvoor zijn geen extra opstelpunten noodzakelijk omdat gebruik wordt gemaakt van de opstelpunten voor het PAMR netwerk.

KPN heeft 2 paging-netwerken in bedrijf, één gebaseerd op ERMES en één gebaseerd op een ouder protocol dat alleen numeriek berichten kan doorgeven (Nationaal 3). Ze hebben een beperkt aantal opstelpunten met kleine antennes. Callmax heeft een paging-netwerk dat werkt op frequenties in de 400 MHz band met 160 basisstations die elk hun signaal van een satelliet ontvangen en een gebied met een straal van plm. 30 km bedienen. Het netwerk is compleet en wordt qua zenders niet verder uitgebouwd.

Dit hoofdstuk samengevat, de prognose

Netwerk	Antennes nu	Sites Nu	Antennes 2011	Sites 2011	Toe- / afname Antennes	Toe- / afname Sites
WiMAX	-	-	3000	2000	3000	2000
iBurst	-	-	1000	1000	1000	1000
Paging	20	20	20	20	0	0
Callmax	160	160	160	160	0	0

Aannames:

- Bij WiMAX wordt ervan uitgegaan dat 1/3 van de plaatsen geshared kan worden.
- Aanname dat er twee iBurst-operators in Nederland zullen zijn in 2011. Er wordt vanuit gegaan dat iBurst-operators in 50% van de gevallen sites kunnen sharen.

- In deze tabellen zijn de ontwikkelingen van UMTS, WiMAX en iBurst als zelfstandige onafhankelijke ontwikkelingen geschetst. Dit is gedaan omdat de opstellers geen uitspraak kunnen doen over de toekomstige onderlinge marktverhoudingen. Echter, de drie ontwikkelingen zijn voor een gedeelte concurrerend. Daardoor kunnen voor het bepalen van de totale antennebehoefte de getallen niet zonder meer worden opgeteld. Voor alle systemen geldt dat het aantal benodigde antennes o.a. afhangt van de hoeveelheden die worden doorgegeven. Een hele voorzichtige schatting komt uit op een totaal aantal antennes dat 4000 lager is dan de genoemde aantallen voor de 3 systemen opgeteld.
-

9. Prognose voor andere netten zoals private analoge trunking-netten



Fig 22 een yagi antenne

Ondanks de relatief slechte frequentie-efficiëntie zijn er nog een 48 analoge trunkingnetten in bedrijf. Daarnaast zijn er naar schatting enkele duizenden mobilofonie netten. Deze categorie gebruikt geen spectaculaire antennes. In de meeste gevallen gaat het om eenvoudige sprietantennes of in enkele gevallen om een zogenaamde yagi-antenne van beperkte omvang. Het betreft daarbij vrijwel steeds onopvallende antennes, daarom zijn deze niet meegenomen in de aantallen in de totaaloverzichten.

Te verwachten is dat geleidelijk de meeste gebruikers die nu een eigen analoog netwerk hebben bij noodzakelijke vervanging van dat netwerk zullen overschakelen op ofwel een eigen digitaal trunking-netwerk of klant zullen worden van een van de nieuwe moderne openbare trunking-netwerken die er nu zijn of die in ontwikkeling zijn. In totaal zal dit een geleidelijke afname betekenen van het aantal antennes voor private analoge netten.

10. Maatschappelijke acceptatie van antennes

Over de al dan niet vermeende gezondheidsaspecten van elektromagnetische velden is veel geschreven. Het is niet de bedoeling dit aspect hier uitgebreid uit te diepen. Maar er zijn een aantal interessante studies verschenen die licht werpen op achtergronden van de maatschappelijke bezorgdheid³². In een diepgaande Franse sociologische studie wordt geschetst hoe de verschillende partijen in deze discussie langzamerhand steeds feller tegenover elkaar zijn komen te staan. Een van de conclusies is dat de gezondheidsaspecten niet zozeer het startpunt zijn van acties maar vaak de uitkomst van een proces. Dit wordt geïllustreerd op de website van de Priartem, een Franse vereniging die strijdt voor meer reglementering bij het toelaten van antennes voor mobiele telecommunicatie. Op deze site zijn voor een groot aantal plaatsen de problemen geïnventariseerd die omwonenden hebben met antennes voor mobiele telefonie. Naast gezondheidsaspecten blijken daar landschappelijke en stedenbouwkundige inpassing vrijwel even belangrijk. Bijgaande foto illustreert dit treffend.



Figuur 22, de bedreiging is evident..

Een lezenswaardig artikel over de processen die spelen is de inleiding die mediasocioloog Peter Vasterman heeft gehouden op de Discussiedag gemeentelijk Antennebeleid in Rotterdam op 23 juni 2005³³. Zijn leitmotiv is het bekende Thomas theorema uit de sociologie: "If men define a situation as real they are real in their consequences". In het artikel wordt het dilemma beschreven waar de overheid voor staat:

"Aangezien er geen definitieve uitspraak ligt over de (on-)schadelijkheid van de zendmasten gaat de aandacht van de media vooral uit naar outrage; de verontwaardiging en verontrusting van de mensen die zich onrechtvaardig behandeld voelen omdat ze ongevraagd zijn blootgesteld aan onbekende risico's. In de berichtgeving zal daarom het beeld overheersen dat er bij de UMTS zendmasten vermoedelijk wel sprake zal zijn van enig risico – hoe groot is natuurlijk onbekend - maar wel zodanig dat het voorzorgprincipe zou moeten gelden en de overheid de bouw van de zendmasten zou moeten stoppen. Als de overheid vervolgens inderdaad die uitrol van de zendmasten gaat stoppen of vertragen dan zal dat tegelijk weer worden gezien als een bevestiging van de schadelijkheid van de straling. Mensen zullen zich gesterkt voelen in hun

³² "Controverses et Mobilisations autour des Antennes Relais de Telephonie Mobile (controverses en bewegingen bij antennes voor mobiele telefonie). Door Centre de Sociologie des Organisations, sept 2004 te vinden op: http://www.cso.edu/upload/pdf_breves/Mobilisations%20Antennes%20Relais%20-%20Rapport%20final.pdf

³³ UMTS, Risicopercepties en mediahypes, een mijnenveld voor het openbaar bestuur, Peter Vasterman. Te vinden op: <http://home.planet.nl/~vaste142/lezing/InIUMTS.htm>

verontrusting en verontwaardiging en zullen vervolgens ook de GSM masten en de hoogspanningsmasten gaan aanpakken. Niets doen daarentegen zal de verontrusting alleen maar aanwakkeren. Dat is het dilemma: geen rekening houden met percepties bij het publiek kan leiden tot een proces van vervreemding. Er wel rekening mee houden, levert weer een nieuw risico op: namelijk beleid dat een speelbal dreigt te worden van maatschappelijke emoties. De waan van de dag, aangejaagd door mediahypes en populisme”.

De remedies die Vasterman geeft zijn helaas beperkt maar desalniettemin wel behartigenswaardig:

Psychologisch gezien moet aansluiting worden gezocht bij de volgende drie punten, zowel in de communicatie als in het beleid m.b.t. de zendmasten:

- **Onbekendheid** (angst voor het onbekende):
 - geef informatie over vergelijkbare, bekende risico's, zodat mensen zelf kunnen evalueren,
 - maar vergelijk geen vrijwillige met onvrijwillige risico's (roken en straling),
 - laat ter geruststelling (specifieke) gezondheidsklachten onderzoeken, ontken deze niet,
 - geef aan wat er gedaan wordt om de blootstelling aan de straling te beperken.
- **Onvrijwilligheid/gebrek aan controle** (het gevoel dat er met je gesold wordt):
 - geef mensen inspraak in waar een zendmast moet komen, betrek ze bij besluitvorming,
 - geef openheid van zaken,
 - maak er een vrijwillig risico van.
- **Onrechtvaardigheid** (het gevoel dat jij ervoor moet opdraaien):
 - vermijd dat alleen bepaalde buurten of flatgebouwen met de masten te maken krijgen en andere niet (de flats versus villawijken),
 - geef informatie over voor- en nadelen van nieuwe technieken.

Bijlagen

Overzicht gebruikte begrippen en afkortingen

2G	2 ^e generatie mobiele telecommunicatienetten, GSM is het belangrijkste voorbeeld
3G	3 ^e generatie mobiele telecommunicatienetten, UMTS is het belangrijkste voorbeeld
AM	Amplitude Modulatie, algemeen gebruikt voor radio-uitzendingen in banden die tot nu toe waren voorbehouden voor AM
Antenne	Synoniem met antennesysteem
Antenne-opstelpunt	Synoniem met site
antennepaneel	Synoniem met 'deelantenne'
BT-fusion	een nieuwe dienst die door BT in Engeland wordt aangeboden die automatisch omschakelt tussen openbare en private mobiele netten
C2000	een PAMR-netwerk speciaal voor politie en hulpdiensten
DAB	zie TDAB
DRM	Digital Radio Mondiale, een nieuw systeem voor radio-uitzendingen in de AM banden
DVB	Digital Video Broadcasting een systeem voor openbare televisie-uitzendingen volgens een digitale techniek
ERMES	European Radio MESSage System, modern paging systeem
FM	Frequentie Modulatie, algemeen gebruikt als benaming voor de voor de band waarin FM radio-uitzendingen plaatsvinden
GSM	Global System for Mobile telecommunications
GSM-R	GSM for Railways, een op GSM gebaseerd communicatiesysteem met eigenschappen die speciaal voor spoorwegen zijn ontwikkeld
iBurst	een systeem voor draadloze dataoverdracht met hoge snelheid over grotere afstanden werkt met z.g. slimme antennes
P2000	het paging-systeem dat onderdeel is van C2000
PAMR	Private Access Mobile Radio een systeem voor radiocommunicatie voor besloten gebruikersgroepen
TDAB	Terrestrial Digital Audio broadcasting een systeem voor openbare radio-uitzendingen volgens een digitale techniek
TDVB	Terrestrial Digital Video Broadcasting, zie DVB
TETRA	Terrestrial trunked radio, een digitaal systeem voor PAMR
Traxys	een analoog PAMR-netwerk van KPN, inmiddels buiten gebruik gesteld
UMTS	Universal System for Mobile Telecommunications, opvolger van GSM ook voor data
WiFi	Wireless Fidelity, een vergunningvrij systeem voor radiocommunicatie over korte afstanden
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access, een systeem voor draadloze dataoverdracht met hoge snelheid over grotere afstanden
WLL	Wireless Local Loop, verzamelnaam voor telecommunicatiesystemen waarbij de verbinding met de eindgebruiker via de radioweg gaat

Gebruikte bronnen/sites

Voor het samenstellen van dit rapport zijn onder andere een groot aantal websites geraadpleegd.

Met name:

www.agentschap-telecom.nl

www.frequentieregister.nl

www.antenneregister.nl

www.nationaalantennebureau.nl

www.telecomabc.nl

www.frequentieland.nl

www.monet-info.nl

www.vodafone.nl

www.versatel.nl

www.digitenne.nl

www.kpn.com

www.telfort.nl

www.orange.nl

www.artp.fr

www.emwg.info (Euro African Medium Wave Guide, informatie over midden golfzenders)

www.middengolf.info

www.broadcastpartners.nl

www.codingtechnologies.com

www.rnw.nl

www.entropia.be

www.priartme.com (Franse vereniging van verontrusten die pleiten voor een strakkere regelgeving voor antennes voor mobiele telecommunicatie)

www.stopumts.nl

www.camouflage.nl

www.gsm-antennes.nl (de site van een enthousiaste 'antenne-spotter', een aantal afbeelding van deze site zijn in dit rapport, met toestemming, gebruikt)
