



Antennebehoefte 2011-2017

Rapport uitgebracht aan
het Ministerie van Economische
Zaken, Landbouw en Innovatie

door Stratix Consulting

Hilversum
Oktober 2011

Management samenvatting

Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie heeft Stratix Consulting gevraagd onderzoek te doen naar de antennebehoefte in Nederland in de periode 2011 - 2017.

Het onderzoek is verricht door middel van desk research, interviews, en een getalsmatige analyse van het antenneregister. Aan de hand van deze informatie is een schatting gemaakt van de aantallen antenne-installaties per soort voor de genoemde periode.

De grootste aantallen antenne-installaties, en in absolute zin de sterkste verwachte toenames, betreffen de netwerken voor mobiele communicatie. Vooral de toename van het dataverbruik en de manier waarop de gebruikers communiceren leidt tot een noodzaak voor meer antenne-installaties¹.

De veiling van de 800 MHz band zal in de toename van het aantal antenne-installaties ook een grote rol spelen. De 800 MHz band zal zeer waarschijnlijk voor LTE ingezet worden, een technologie die zich goed leent voor mobiele breedbanddiensten. Daarbij zullen naar verwachting naast de drie bestaande operators ook twee nieuwkomers vergunningen kunnen verkrijgen.

De stijging in antennebehoefte door deze trends is echter niet één op één te vertalen naar de verwachte aantallen antenne-installaties. Dit komt met name doordat de nieuwkomers naar verwachting niet snel een volledig eigen netwerk uit zullen rollen, en doordat de techniek van de antennes en actieve apparatuur nog verder verbeterd wordt, zodat antenne sharing in de toekomst makkelijker wordt gemaakt.

Een groter aantal antenne-installaties is ook niet direct te vertalen naar een groter aantal zichtbare antennes. Operators gebruiken steeds vaker antennepanelen die meerdere frequenties en meerdere technieken ondersteunen; naar de systematiek van het antenneregister gelden deze als meerdere antenne-installaties, terwijl er op het oog geen antennes bijkomen.

Het grotere aantal antenne-installaties leidt ook niet tot een evenredig groter aantal masten. Door de toenemende "site-sharing" (meerdere antenne-installaties op één mast) kan het aantal masten minder snel stijgen; dit wordt ook in de hand gewerkt door ruimtegebrek en door het gemeentebeleid dat nieuwe masten in sommige gevallen ontmoedigt.

De behoefte aan dak-opstellingen stijgt wel, maar ook hier kan herstructurering van de opstelpunten (vervanging van oude antenne-installaties door nieuwe multi-band antennes) leiden tot een minder sterke stijging van het aantal dak-opstellingen.

De aantallen antenne-installaties en opstelpunten voor omroep zijn grotendeels stabiel, en zullen naar verwachting in de komende vijf jaar ook zo blijven. Naast de maatregelen om de

¹ Zie hoofdstuk 2 voor de definitie van antenne-installatie

mast in Hoogersmilde te vervangen of te herstellen zijn hier geen grote veranderingen te verwachten. Wel zullen de vergunninghouders voor de FM moeten investeren in digitale radio, maar het is nog niet duidelijk welke vorm dat aan zal nemen.

Ook bij de overige soorten antennes zijn er geen grote ontwikkelingen te verwachten. Naast de digitalisering van de trunking netwerken en de voorgenomen uitbreiding van het C2000 netwerk zijn de aantallen antenne-installaties voor overige toepassingen stabiel.

Picocellen, openbare WiFi, en andere vormen van kleine installaties zullen wel in belang toenemen, vooral in de dichtbevolkte gebieden. Hiermee wordt een deel van het toegenomen gebruik opgevangen, en een betere binnenshuis dekking geboden. Deze installaties vallen voor het grootste deel niet onder de definitie van antenne-installatie zoals gehanteerd in het antenregister.

Inhoudsopgave

Management samenvatting	1
1 Inleiding	6
1.1 Onderzoeksvraag	6
1.2 Aanpak	6
2 Definities, huidige aantallen en verdere situatieschets	7
2.1 Definities	7
2.2 Gebruikte standaarden	9
2.3 Huidige situatie	10
2.4 Analyse: Antennes voor mobiele telecom netwerken (GSM, UMTS)	11
2.5 Sharing	13
3 Evaluatie TDL rapport "Verkenning antennebehoefte" (2006).....	16
3.1 TDL prognoses GSM en UMTS antenne-installaties	16
3.2 TDL prognose opstelpunten.....	18
3.3 Omroep	19
3.4 Voorspelling TDL voor de overige netwerken	19
3.5 Trends en alternatieven zoals benoemd in TDL 2006	20
4 Trends en ontwikkelingen	22
4.1 Trends op het gebied van gebruik	22
4.2 Trends op het gebied van netwerken	25
4.3 Trends op het gebied van antennetechniek	34
4.4 Beleidsmatige ontwikkelingen.....	35
5 Prognose antennebehoefte per toepassing.....	40
5.1 Mobiel bellen en data toepassingen: GSM, UMTS, LTE	40
5.2 Omroepen: analoog en digitaal.....	49
5.3 Algemeen belang: C2000.....	51
5.4 Overige	52
5.5 Totaal tabel.....	53
6 Maatschappelijke context	56
6.1 Algemeen	56
6.2 Weerstand afgelopen jaren niet toegenomen.....	56
6.3 Communicatie over antennes	57
6.4 Gemeentelijk beleid en schaarste.....	57
6.5 Gezondheidsonderzoeken	58
6.6 Waardedaling huizen	58
6.7 Samenvattend.....	59
7 Conclusies	60
Literatuurlijst	62
Annex A Methode Analyse Antenneregister	63
Annex B Begrippenlijst	65

Lijst van Tabellen

Tabel 1: Gebruikte standaarden op verschillende frequenties [<i>bron: AT frequentieregister</i>] ..	9
Tabel 2: Huidige aantallen (augustus 2011) antenne-installaties en opstelpunten in Nederland	10
Tabel 3: TDL prognose GSM en UMTS antenne-installaties.....	16
Tabel 4: Vergelijking huidige aantal antenne-opstelpunten met voorspelling 2006.....	18
Tabel 5: Vergelijking aantal omroep antenne-installaties met voorspelling 2006.....	19
Tabel 6: Vergelijking voorspelling TDL en huidige situatie voor overige netwerken	19
Tabel 7: Voorgenomen ingebruiknameverplichting frequentieverdeling 2011/2012	36
Tabel 8: Frequentieverdeling 2,6 GHz veiling	36
Tabel 9: Frequenties en kavels Multiband Veiling 2011/2012	37
Tabel 10: Verwachtingen inzet technologieën in de diverse banden.	38
Tabel 11: Prognose GSM 900 en GSM 1800	42
Tabel 12: Prognose UMTS	44
Tabel 13: Prognose LTE	46
Tabel 14: Prognose voor microcellen	47
Tabel 15: Prognose straalzenders.....	48
Tabel 16: Prognose Antenne-opstelpunten	48
Tabel 17: Prognose AM/FM	49
Tabel 18: Prognose DVB-T.....	49
Tabel 19: Prognose TDAB.....	50
Tabel 20: Prognose C2000	51
Tabel 21: Prognose CGC	52
Tabel 22: Prognose semafofie	52
Tabel 23: Prognose GSM-R.....	52
Tabel 24: Prognose PAMR.....	52
Tabel 25: Prognose CDMA 450.....	53
Tabel 26: Prognose radiozendamateurs.....	53
Tabel 27: Totaal tabel prognose	53

Lijst met figuren

Figuur 1: Mast met antenne-installaties	9
Figuur 2: Verloop van aantallen GSM en UMTS antenne-installaties in de afgelopen jaren. De sterke verspringingen in 2007 en 2008 zijn het gevolg van marktconsolidaties. ...	11
Figuur 3: Antenne-installaties per km ² naar type stedelijkheid: in de 'zeer stedelijke' gebieden is de antennedichtheid het hoogst.	12
Figuur 4: Antenne-installaties per 1.000 inwoners; in niet stedelijke gebieden zijn meer installaties nodig om voldoende dekking te genereren.....	12
Figuur 5: Aantal opstelpunten blijft, na de consolidatie van 2007/2008, langzaam groeien.	13
Figuur 6: Site-sharing op een schoorsteen en een dak	14
Figuur 7: De verwachte technieken voor de komende 5 jaar. [<i>Bron: interviews, literatuurstudie, experts</i>]	25
Figuur 8: Foto's van microcellen. [<i>Bron: http://www.gsm-antennes.nl/</i>]	27
Figuur 9: DVB-T antenne.....	30
Figuur 10: C2000 antennes	31
Figuur 11: Antennes van radiozendamateurs	33
Figuur 12: Dualband antenne	34
Figuur 13: Prognose GSM 900.....	41
Figuur 14: Prognose GSM 1800.....	41
Figuur 15: Prognose UMTS 2100	43
Figuur 16: Prognose LTE antenne-installaties op de 2600 MHz	45
Figuur 17: Prognose LTE antenne-installaties op de 800 MHz band	46

1 Inleiding

Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie heeft Stratix gevraagd een onderzoek te doen naar de antennebehoefte voor de periode 2011-2017.

1.1 Onderzoeksvraag

Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie wil inzicht krijgen in trends en ontwikkelingen voor de komende 6 jaar rondom het antennepark ten behoeve van de antennebehoefte in Nederland voor communicatienetwerken en voor radio- en televisie omroep. De hoofdvraag is:

"inventariseer en verken de trends met betrekking tot het antennepark voor alle communicatie netwerken t.b.v. openbare communicatiediensten, zowel bestaand als te verwachten, voor de periode 2011 tot 2017"

De inventarisatie betreft zowel de trends rond communicatienetwerken en technieken, als effecten van eventuele maatschappelijke context en daaraan gerelateerde ontwikkelingen.

1.2 Aanpak

Voor dit onderzoek heeft Stratix het materiaal van vorige studies over dit onderwerp geactualiseerd. Om ook nieuwe trends te onderkennen hebben wij, naast onze eigen kennis op dit gebied, gebruik gemaakt van de kennis van stakeholders in de markt door middel van uitgebreide interviews.

Om een prognose te kunnen maken van de aantallen antennes in de komende vijf jaar zijn wij uitgegaan van de huidige en historische gegevens van het antennerregister, in combinatie met de waargenomen trends en ontwikkelingen en onze eigen kennis en ervaring.

2 Definities, huidige aantallen en verdere situatieschets

2.1 Definities

In dit rapport wordt er gewerkt met de definities zoals deze gedefinieerd zijn in verschillende beleidstukken in het Nationaal (antenne) beleid voor antenne-installaties en antenne-opstelpunten. Dit zijn dezelfde definities die gehanteerd zijn in het eerdere TDL rapport "Verkenning Antennebehoefte 2006-2011" (2006)².

Wettelijk kan een antenne-opstelpunt in twee categorieën regimes vallen, namelijk die hoger dan vijf meter en die lager dan vijf meter³. Antenne-opstelpunten hoger dan vijf meter vereisen een omgevingsvergunning (Wabo) van de gemeente. Onder bepaalde voorwaarden zoals in het Besluit Omgevingsrecht (BOR) vastgelegd zijn geen vergunningen nodig; dit zijn vaak kleine masten op daklocaties, maar ook antennes in kerktorens of andere hoge objecten. Voor antenne-opstelpunten op gebouwen is instemming vooraf van de eigenaar en de bewoners van het gebouw vereist.

Antenne-installaties

Een antenne-installatie⁴ bestaat uit:

"...het geheel van antennes, antennedragers, bedrading en techniekkasten. Een antenne-installatie kan uit meerdere antennes bestaan.

Voor GSM en UMTS, beiden technologieën die werken met radiogolven, bestaat een antenne-installatie over het algemeen uit drie antennes en de bijbehorende apparatuur. Elke antenne bestrijkt een gebied van 120 graden rondom de installatie. Met deze drie antennes (3 x 120 graden = 360 graden) kan de omgeving van de installatie van dekking worden voorzien."

Een antenne-installatie bestaat dus in het algemeen uit meerdere antennes (antenne-panelen), maar telt als één antenne-installatie in het antenneregister. Een opstelpunt kan meerdere antenne-installaties bevatten, van bijvoorbeeld dezelfde of van andere operators. Een enkele antenne-installatie die twee verschillende banden of standaarden ondersteunt, telt echter wel als twee antenne-installaties. Vermogens voor antennes voor mobiele communicatie (GSM, UMTS) liggen rond de 200 watt ERP⁵ oftewel 23 decibelWatt ERP; radio en televisie antennes zenden met hogere vermogens uit.

² TDL advies (2006) "Verkenning Antennebehoefte 2006-2011" in opdracht van het ministerie van Economische zaken. zie <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2006/05/22/verkenning-antennebehoefte-2006-2011.html>

³ Zie het Besluit Omgevingsrecht (BOR)

⁴ <http://www.antennebureau.nl/onderwerpen/algemeen/antennes/over+antennes>

⁵ Effective Radiated Power

Het antenregister

Conform het Frequentiebesluit (artikel 20b) worden antennes die voldoen aan de volgende voorwaarden opgenomen in het antenregister:

- *De antenne-installatie is vast opgesteld en heeft een zendvermogen groter dan 10 decibelWatt ERP, of*
- *De antenne-installatie is vast opgesteld en heeft een zendvermogen lager of gelijk aan 10 decibelWatt ERP, en is onderdeel van een netwerk waarvan meer dan de helft van de antenne-installatie een zendvermogen groter dan 10 decibelWatt ERP heeft, of*
- *De antenne-installatie is van een bij Agentschap Telecom geregistreerde radiozendamateur. De grens van 10 decibelWatt geldt hierbij niet.*

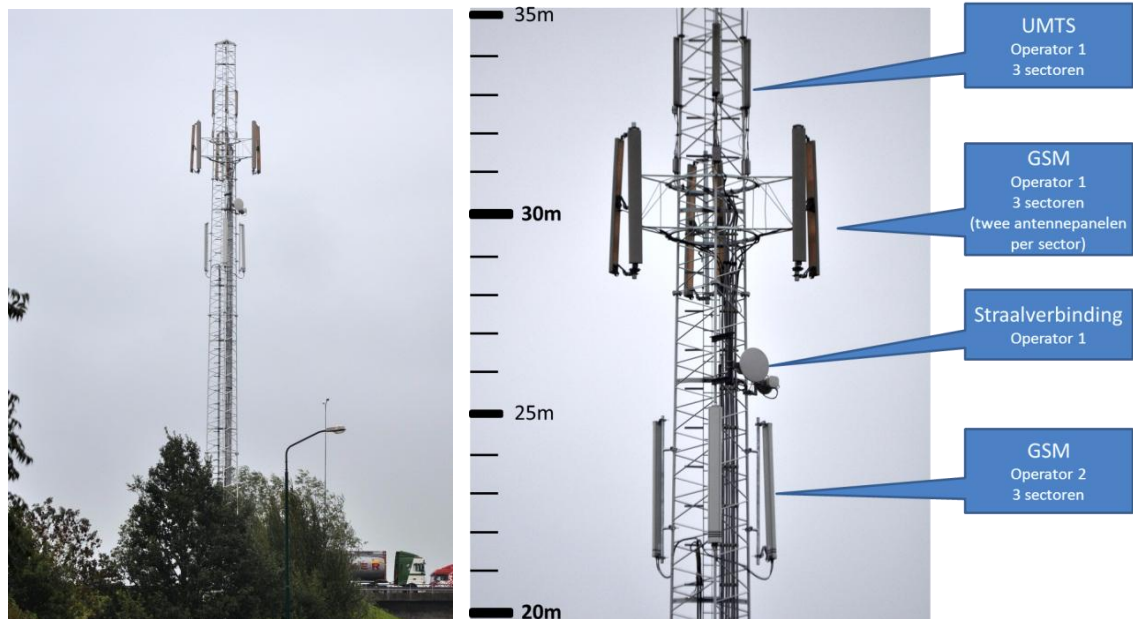
Antenne-installaties van de hulpverleningsdiensten en defensie zijn om veiligheidsredenen niet opgenomen in het Antenregister.

Voorbeeld van een mast met antenne-installaties

Uitgaande van bovenstaande definities, worden de antennes aan de mast in Figuur 1 gezien als vier antenne-installaties. Van boven naar beneden zijn dat:

- Een UMTS antenne-installatie, bestaande uit drie sectorantennes,
- Een GSM antenne-installatie, bestaande uit drie sectoren met twee antennepanelen per sector⁶,
- Een antenne-installatie voor een straalverbinding, bestaande uit één schotel,
- En een GSM antenne-installatie, bestaande uit drie sectorantennes, van een andere operator.

⁶ Deze constructie wordt bij nieuwe antennes niet meer toegepast.



Figuur 1: Mast met antenne-installaties

2.2 Gebruikte standaarden

Voor mobiele communicatie zijn in Nederland verschillende standaarden in gebruik. Momenteel zijn deze standaarden nog aan specifieke banden gekoppeld, maar er ontstaan steeds meer mogelijkheden om in elk van deze banden verschillende standaarden toe te passen (bijvoorbeeld UMTS in de huidige GSM banden).

Tabel 1: Gebruikte standaarden op verschillende frequenties [bron: AT frequentieregister]

Techniek	Naam band	Frequentieband in NL
GSM	900 MHz band	880,1-911,5 MHz 925,1-956,5 MHz
	1800 MHz band	1710,1-1782,1 MHz 1805,1-1877,1 MHz
UMTS-FDD	2,1 GHz band	1920,3-1979,7 MHz 2110,3-2169,7 MHz
LTE	2,6 GHz band	2500-2565 MHz
		2620-2685 MHz
WiMAX	3,5 GHz band	Niet meer in gebruik

2.3 Huidige situatie

De huidige aantallen antenne-installaties voor de diverse netwerken in Nederland (gebaseerd op het antenregister en andere bronnen) zijn weergegeven in onderstaande tabel.

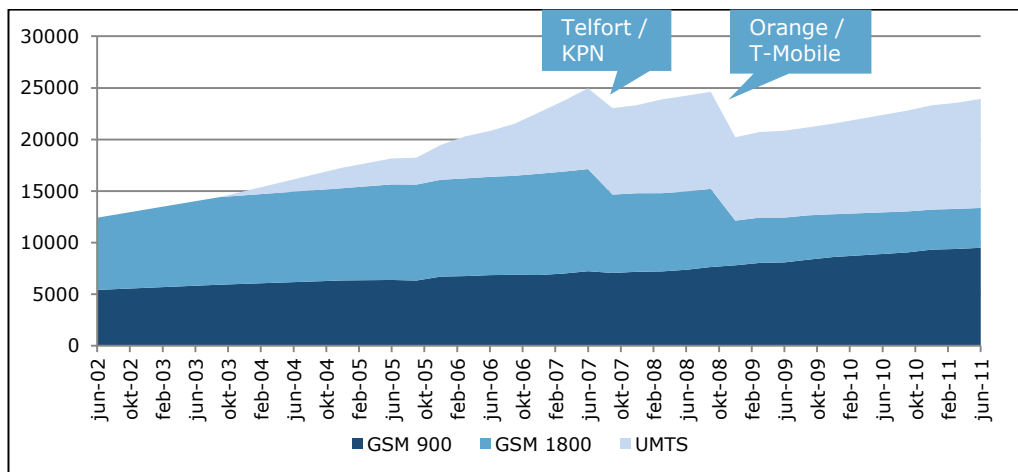
Tabel 2: Huidige aantallen (augustus 2011) antenne-installaties en opstelpunten in Nederland

Soort	Aantal antenne-installaties	Opmerkingen
Mobiele communicatie		
<i>GSM 900</i>	9.536	
<i>GSM 1800</i>	3.862	
<i>UMTS</i>	10.723	
<i>Microcellen van operators</i>	onbekend	
<i>Private GSM systemen</i>	Enkele honderden	
<i>Straalzenders</i>	13.714	
<i>Antenne-opstelpunten</i>	~9.762	Eigen benadering, uitleg methode te vinden in Annex A
Omroep: analoog en digitaal		
<i>AM/FM</i>	642	Analoge radio omroep
<i>DVB-T</i>	281	Digitenne en de Publieke omroep
<i>TDAB</i>	30	Digitale radio
Algemeen belang		
<i>C2000</i>	500	Overheidsnetwerk voor hulpdiensten
Overig		
<i>Semafonie</i>	~450	Ruim 300 voor het ERMES-netwerk en ruim 150 voor het CallMax-netwerk
<i>GSM-R</i>	332	GSM netwerk speciaal voor spoorwegen
<i>TETRA</i>	70	Systeem voor besloten netten voor mobiele communicatie
<i>Analoge PAMR</i>	70	Systeem voor besloten netten voor mobiele communicatie
<i>CDMA 450</i>	50	Mobiele diensten voor M2M
<i>Radiozendamateurs</i>	~12.000 ⁷	

⁷ Volgens het Antennebureau (<http://www.antennebureau.nl/actueel/Nieuwsbrieven/nieuwsbrief+rzam/wat+is+een+zendameur>)

2.4 Analyse: Antennes voor mobiele telecom netwerken (GSM, UMTS)

In figuur 2 is een overzicht van het aantal GSM 900, GSM 1800 en UMTS antenne-installaties weergegeven over de afgelopen 10 jaar.



Figuur 2: Verloop van aantallen GSM en UMTS antenne-installaties in de afgelopen jaren. De sterke verspringen in 2007 en 2008 zijn het gevolg van marktconsolidaties.

Voor GSM valt op dat het aantal GSM 1800 antenne-installaties in de afgelopen jaren sterk is afgenomen; dit valt vooral te verklaren door de overnames van Telfort en Orange door respectievelijk KPN en T-Mobile. Deze providers hadden veel GSM 1800 antenne-installaties, die grotendeels uitgeschakeld werden na de consolidatie. Deze consolidaties zijn zichtbaar in de sterke dalingen van UMTS en GSM 1800 antenne-installaties in juni 2007 en oktober 2008.

Het aantal UMTS antenne-installaties ziet sinds 2003 een sterke groei, die momenteel nog doorzet. Dit komt met name doordat operators UMTS antenne-installaties hebben bijgebouwd om de capaciteit van hun netwerken te vergroten. Het toegenomen dataverbruik van onder andere smartphones is aanleiding om de netwerken steeds dichter te maken, hetgeen resulteert in meer antenne-installaties.

Opvallend is dat er, door de combinatie van uitbreiding en consolidatie, momenteel ongeveer evenveel antenne-installaties zijn als in 2007.

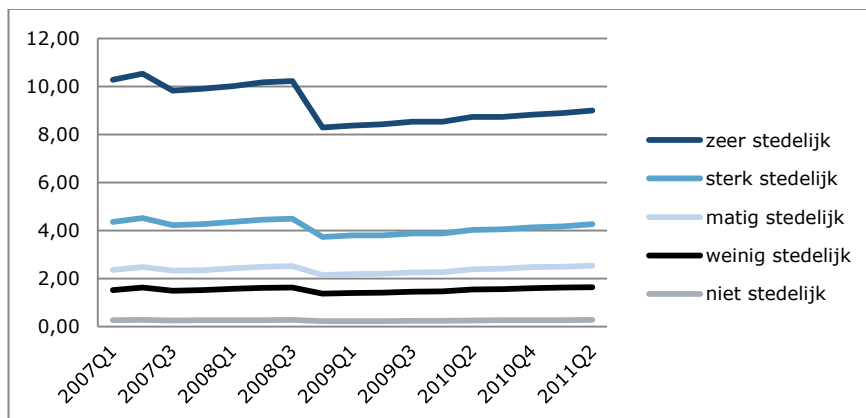
Het aantal antenne-installaties dat nodig is voor een bepaald gebied wordt ofwel bepaald door dekkingbehoefte (is de dienst overal beschikbaar), ofwel door capaciteitsbehoefte (is voldoende bandbreedte aanwezig voor alle mensen in het gebied).

Op basis van een koppeling⁸ die door Stratix is gemaakt tussen antenneregister en CBS "kerncijfers wijken en buurten" is de antenne-installatie dichtheid bepaald per gebiedstype, zoals in figuur 3 weergegeven. Daaruit blijkt dat in de 'zeer stedelijke' gebieden de hoogste

⁸ Geografische analyse (point-in-polygon) op basis van geografische coördinaten uit het antenneregister en geografische bestanden van CBS buurten (shapefiles).

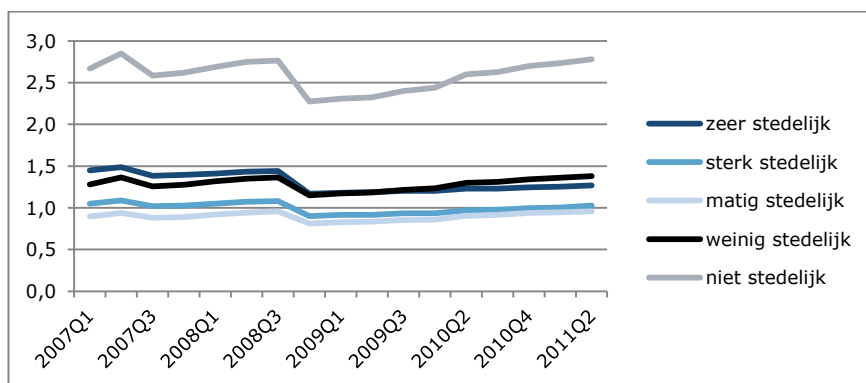
dichtheid van antennes aanwezig is. In de buitengebieden worden veel grotere cellen gebruikt, waardoor de dichtheid veel lager is.

Voor de mate van stedelijkheid is uitgegaan van de CBS definitie, welke volledig is gebaseerd op de omgevingsadressendichtheid⁹.



Figuur 3: Antenne-installaties per km² naar type stedelijkheid: in de 'zeer stedelijke' gebieden is de antennedichtheid het hoogst.

In figuur 4 is het aantal antenne-installaties per 1.000 inwoners voor verschillende types gebied weergegeven. Duidelijk te zien is het verschil tussen de 'stedelijkere gebieden' en de 'buitengebieden' (niet stedelijk). In de buitengebieden zijn veel meer antennes per 1.000 inwoners nodig om voldoende geografische dekking te realiseren.

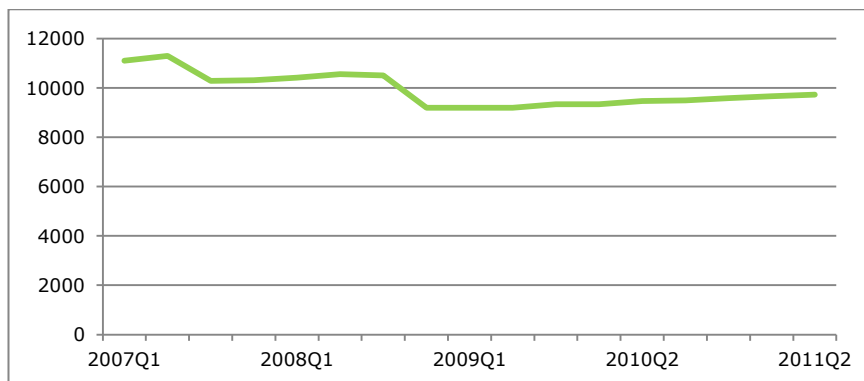


Figuur 4: Antenne-installaties per 1.000 inwoners; in niet stedelijke gebieden zijn meer installaties nodig om voldoende dekking te genereren.

⁹ <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/methoden/begrippen/default.htm?ConceptID=658>

Antenne opstelpunten

Het aantal antenne opstelpunten volgt een vergelijkbare trend met het aantal antenne-installaties. Er blijft, los van de effecten van marktconsolidatie, een lichte groei zichtbaar: operators blijven zoeken naar nieuwe mogelijkheden om nieuwe antennes te plaatsen, met name voor de uitbreiding van capaciteit in stedelijke gebieden.



Figuur 5: Aantal opstelpunten blijft, na de consolidatie van 2007/2008, langzaam groeien.

2.5 Sharing

Sharing komt op verschillende niveaus voor. Operators kunnen een locatie (dak of mast) delen (site-sharing), een antenne-installatie passief delen (antenne-sharing) en een antenne-installatie actief delen (RAN sharing). Hoe verder een operator gaat met het delen van de netwerkinfrastructuur, des te minder flexibel deze wordt bij het inrichten van zijn eigen netwerk. Daarom komt site-sharing het vaakst voor in Nederland, terwijl RAN sharing helemaal niet voorkomt.

2.5.1 Site-sharing

Het delen van antenne-opstelpunten wordt site-sharing genoemd. Indien het opstelpunt eigendom is van een operator, is deze verplicht om andere operators toe te laten als hiervoor een redelijk verzoek wordt gedaan (Tw., artikel 3.11 lid 1); dit geldt ook voor opstelpunten die deel uitmaken van een omroepnetwerk (Tw., artikel 3.11 lid 4). In andere gevallen is de eigenaar vrij om operators wel of niet toe te laten¹⁰.

In opkomst is dat een onafhankelijke partij (in Nederland bijvoorbeeld NOVEC) als aanbieder van antenne-opstelpunten fungeert, en mastruimte verhuurt aan marktpartijen zoals mobiele operators. In dit geval geldt de verplichting om operators toe te laten dus (momenteel) niet, maar heeft de eigenaar een commerciële reden om zoveel mogelijk operators in zijn masten toe te laten.

De mate waarin operators in Nederland locaties (sites) met elkaar te delen, is moeilijk te achterhalen. Uit de locatiegegevens van het antenneregister hebben wij met behulp van een

¹⁰ In wetsvoorstel 31412 wordt de groep uitgebreid zodat andere eigenaren ook verplicht zijn op te voldoen aan een redelijk verzoek tot medegebruik.

nabijheidsanalyse¹¹ gevonden dat er op 32% van alle locaties meer dan twee operators aanwezig zijn (waarbij een locatie zowel een dak als een mast kan zijn), en dat 14% van alle locaties door alle drie de operators wordt gedeeld. Omdat de door de aanbieders opgegeven coördinaten in het register onnauwkeurigheden bevatten, is dit echter niet exact aan te geven.



Figuur 6: Site-sharing op een schoorsteen en een dak

2.5.2 Antenne-sharing

Antenne-sharing is het delen van de antennes tussen operators, waarbij iedere operator eigen actieve apparatuur met de antennes verbindt.

Antenne-sharing komt in Nederland nog nauwelijks voor, maar biedt wel mogelijkheden voor kostenbesparing. Ook in andere landen komt het niet vaak voor. Het Verenigd Koninkrijk en India zijn uitzonderingen; vaak is het een eerste stap naar een verdergaande samenwerking.

2.5.3 RAN sharing

RAN sharing, (waarbij ook actieve apparatuur gedeeld wordt), is een manier van infrastructuur delen waarbij twee operators naast de antennes, ook het base station en andere actieve apparatuur met elkaar delen. Deze vorm van sharing geeft de operators minder flexibiliteit bij het inrichten van hun eigen netwerk, maar vergt ook minder investeringen in apparatuur en antennes.

In Nederland komt RAN sharing op dit moment niet voor. In een aantal andere landen (waaronder Verenigd Koninkrijk, Spanje, Frankrijk en Zweden) wordt het wel gedaan¹²; in Zweden is zelfs het hele mobiele netwerk bij één gezamenlijke operator belegd. Een initiatief van Orange en T-Mobile (dan wel hun voorgangers) om RAN sharing voor UMTS in Nederland

¹¹ Een nadere uitleg hiervan is te vinden in Annex B.

¹² Zie RSPG11-374 (http://rspg.groups.eu.int/_documents/documents/meeting/rspg25/rspg11-374_final_joint_rspg_berec_report.pdf)

te implementeren (RANN genaamd) is in 2004 ontbonden¹³, naar zeggen van de operators om technische redenen.

In de LTE standaard zijn voorzieningen ingebouwd die RAN sharing in diverse vormen makkelijker moeten maken. De base station apparatuur ondersteunt standaard zes operators, ieder met eigen frequenties, op elke base station.

¹³ Zie Sitompoel, *Telecommunicatie en Ruimtelijke Omgeving* (<http://dare.uva.nl/document/47177>)

3 Evaluatie TDL rapport “Verkenning antennebehoefte” (2006)

Het maken van exacte prognoses voor het aantal antennes is lastig. Allerlei zaken beïnvloeden de uitrol van netwerken. Sommige daarvan, zoals het beschikbaar komen van frequenties door middel van veilingen en aflopende vergunningen, kunnen goed voorspeld worden. Er zijn echter vele andere parameters die een de uitrol kunnen beïnvloeden: veranderingen in het gebruik (bijvoorbeeld door introductie van smartphones), technologische ontwikkelingen, overnames (zoals Telfort door KPN, en Orange door T-Mobile), economische omstandigheden (tijdens een crisis zal de vraag teruglopen en is het voor bedrijven lastiger om aan kapitaal te komen om netwerken uit te breiden), spectrumbeleid en gemeentelijk beleid voor de plaatsing van antenne-opstelpunten.

Het doel van deze evaluatie is om te kijken tot in hoeverre de prognoses vanuit de “verkenning antennebehoefte 2006-2011” uit 2006 zijn uitgekomen, en op welke punten er afwijkingen zijn opgetreden. Waar mogelijk zal gekeken worden naar de oorzaak van de afwijkingen, en of de afwijking structureel is (bijvoorbeeld door toename van antenne-sharing) of tijdelijk, bijvoorbeeld door een vertraging van de uitrol.

3.1 TDL prognoses GSM en UMTS antenne-installaties

In 2011 zijn er in Nederland drie mobiele operators met eigen netwerk (GSM en/of UMTS) actief. Het huidige antennenpark bestaat (juli 2011) uit de volgende aantallen antenne-installaties:

Tabel 3: TDL prognose GSM en UMTS antenne-installaties

Soort	Aantal in 2006	Door TDL voorspelde	
		aantallen	Huidige aantallen
GSM 900	16.400	15.000	9.500
GSM 1800			3.861
UMTS	5.300	18.000	10.569
Totaal	21.700	33.000	23.930

Het aantal blijft achter bij de prognose uit het TDL rapport uit 2006. Hierin werden voor GSM 900 en GSM 1800 bij elkaar 15.000 antenne-installaties voorspeld (nu 13.361) en voor UMTS 18.000 (nu 10.569). Daarmee is het totale aantal antenne-installaties ongeveer 9.000 lager uitgekomen dan voorspeld, met de grootste afwijking in de UMTS aantallen.

Er is een aantal redenen aan te voeren voor het achterblijven van het aantal antenne-installaties. Zo is door TDL al wel ingeschat dat de toenmalige vijf partijen niet allemaal zouden kunnen blijven bestaan, en dat er een consolidatie zou plaatsvinden van netwerken; de overname van Telfort door KPN was toen al gaande. De overname van Orange door T-Mobile werd op dat moment echter nog niet verwacht. Door deze overname zijn er nu nog maar drie netwerkoperators in plaats van de vier waar TDL van uit ging, waardoor er minder antennes nodig waren. Het Orange netwerk is eind 2008 uitgeschakeld, en daarmee nam het aantal in gebruik zijnde antenne-installaties in 2008 met ruim 4.000 af.

3.1.1 *Verklaring verschil tussen voorspelling 2006 en nu: GSM 1800*

Voor GSM valt vooral de afname van het aantal GSM 1800 antenne-installaties op. Deels is deze afname veroorzaakt door de overnames van Orange en Telfort waardoor de betreffende netwerken afgebouwd konden worden. Deze beide operators gebruikten alleen 1800 MHz frequenties, en na het samenvoegen van met name T-Mobile en Orange heeft T-Mobile een groot aantal 1800 MHz antennes uitgeschakeld.

Ten tijde van het TDL rapport in mei 2006 was bovendien nog niet bekend dat KPN later dat jaar de E-GSM¹⁴ frequenties van Telfort aan T-Mobile zou verkopen. Daardoor was T-Mobile, ook al voor de Orange overname, in staat om dekking te realiseren met GSM 900, waardoor er minder veel GSM 1800 antenne-installaties nodig waren.

3.1.2 *Verklaring verschil tussen voorspelling 2006 en nu: GSM 900*

Het aantal GSM 900 antenne-installaties is sinds 2006 gegroeid van ongeveer 6.500 naar ongeveer 9.500.

In de prognoses in het TDL-rapport is geen onderscheid gemaakt tussen GSM 900 en GSM 1800, maar uit de aantallen in figuur 2 is zichtbaar dat de groei van het aantal GSM 900 antennes laag, maar wel constant is. Het lijkt er dan ook op dat de afwijkingen in de prognoses vooral veroorzaakt worden door de hierboven geschetste ontwikkelingen in de GSM 1800 aantallen.

3.1.3 *Verklaring verschil tussen voorspelling 2006 en nu: UMTS*

De grootste afwijking zit bij UMTS. Hiervoor was een groei tot 18.000 antenne-installaties voorspeld terwijl het aantal sinds 2006 'slechts' is verdubbeld van 5.300 tot 10.569. Waar in 2006 nog uit werd gegaan van vier netwerken bestaande uit ieder ruim 4.000 antenne-installaties, zijn er nu drie UMTS netwerken gerealiseerd (KPN, Vodafone en T-Mobile) met in totaal 10.569 antenne-installaties.

Naast het aantal netwerken speelt hier ook de uitrolstrategie een rol: om in het hele land goede UMTS dekking te realiseren (ook binnenshuis) zijn per aanbieder meer dan 5.000 antenne-installaties nodig. Deze schatting is gebaseerd op volledige dekking, en houdt rekening met de hoge frequentie (2100 MHz) waarop de UMTS vergunningen gegeven zijn en de technologie zelf. In plaats daarvan zorgen de aanbieders voor (vrijwel) landelijke dekking, maar niet overal binnenshuis; de rest wordt dan door GSM opgevangen. Vodafone heeft zelfs in februari 2011 nog aangekondigd het GSM netwerk naar EDGE op te waarderen¹⁵, waardoor ook de dekking voor datadiensten binnenshuis verbeterd wordt en de noodzaak om het UMTS netwerk verder uit te breiden veel minder sterk wordt.

¹⁴ E-GSM (Extended GSM) betreft een stuk spectrum in de 900 MHz band dat oorspronkelijk niet voor GSM werd gebruikt, maar later aan de standaard werd toegevoegd. Orange en Telfort bezaten beide een deel van dit spectrum, maar maakten hier slechts beperkt gebruik van aangezien de meeste toestellen het destijds niet ondersteunden.

¹⁵ Zie <http://tweakers.net/nieuws/72808/vodafone-begint-met-nieuw-edge-netwerk-in-nederland.html>

3.2 TDL prognose opstelpunten

In het TDL rapport is naast het aantal antenne-installaties, ook een prognose opgenomen voor het aantal gebruikte opstelpunten (masten, daken, etc.). Opvallend is daarbij dat het rapport onderscheid maakt tussen opstelpunten voor GSM en UMTS; feitelijk is dit onderscheid niet meer te maken aangezien de meeste opstelpunten gebruikt worden voor beide technieken (zie het voorbeeld in figuur 1).

Tabel 4: Vergelijking huidige aantal antenne-opstelpunten met voorspeling 2006

Soort	Opstelpunten in 2006	Door TDL voorspelde aantal opstelpunten	Huidige aantal opstelpunten (schatting)
GSM	9.440	9.560	9.726
UMTS	1.780	5.500	
Totaal	11.220	15.060	9.726

Net als het aantal antenne-installaties is ook het aantal antenne-opstelpunten achtergebleven bij de raming uit 2006. Dit komt, naast de hierboven besproken afname van GSM 1800 en UMTS antenne-installaties, door de toename in "site-sharing" tussen aanbieders en door het feit dat aanbieders meestal meerdere technieken op dezelfde mast toepassen.

Daarnaast heeft TDL het aantal opstelpunten in 2006 waarschijnlijk op een andere manier vastgesteld dan wij in onze schatting voor 2011, waardoor de prognose ook niet goed met onze schatting te vergelijken is. In tegenstelling tot antenne-installaties valt het aantal opstelpunten namelijk niet direct uit het antenneregister af te leiden.

3.3 Omroep

Het TDL rapport gaf terecht aan dat de analoge TV zenders eind 2006 afgeschakeld zouden worden, waarmee de bijbehorende antennes ook ontmanteld konden worden. Voor de overige omroep toepassingen gaf het rapport de volgende prognoses:

Tabel 5: Vergelijking aantal omroep antenne-installaties met voorspelling 2006

Soort	Antenne-installaties in 2006	Door TDL voorspelde aantal antenne-installaties	Huidige aantal antenne-installaties (schatting)
Analoge AM (middengolf)	7	7	13
FM radio landelijk	161	161	468
FM radio regionaal	106	106	
FM lokaal	205	205	
DVB-T	23	55	68
TDAB	0	12	10
Totaal	502	546	559

De opgave in het rapport voor de middengolfzenders lijkt niet te kloppen (ook toen al waren er meer dan 7). Voor het overige verwachtte TDL weinig veranderingen, behalve een toename van het aantal DVB-T en TDAB zenders. Die toename heeft inderdaad plaatsgevonden, zij het dat er voor DVB-T meer zenders bij zijn gekomen en voor TDAB minder dan in de prognose.

3.4 Voorspelling TDL voor de overige netwerken

Het TDL rapport geeft een prognose voor een aantal openbare netwerken voor besloten communicatie. Dit zijn veel kleinere aantallen dan de eerder besproken mobiele netwerken; het gaat daarbij om zowel analoge als digitale "trunking" netwerken:

Tabel 6: Vergelijking voorspelling TDL en huidige situatie voor overige netwerken

Soort	Antenne-installaties in 2006	Door TDL voorspelde aantal antenne-installaties	Huidige aantal antenne-installaties (schatting)
Entropia analoog	70	70	70
Nozema PAMR / CDMA-450	0	115	50
MCCN / Entropia digitaal¹⁶	15	170	70
Totaal	85	355	190

Ook hier zijn de huidige aantallen kleiner dan de afgegeven prognoses; dit komt doordat KPN (voormalig Nozema) na een initiële uitrol van het CDMA-450 netwerk niet verder is gegaan

¹⁶ Het netwerk van MCCN is overgenomen door Entropia

dan de eerste 50 sites, en MCCN vooralsnog minder sites nodig had dan oorspronkelijk verwacht.

Voor GSM-R gaf het TDL rapport geen prognose. Hiervoor waren er in 2006 ongeveer 300 antenne-installaties; dit zijn er nu 332.

TDL geeft aan dat er wellicht WiMAX en iBurst netwerken zouden komen, met 3.000 respectievelijk 1.000 antenne-installaties. Daarbij gaf het rapport al aan dat deze aantallen niet zonder meer bij de UMTS aantallen opgeteld kunnen worden, aangezien deze netwerken deels een substituut zijn voor UMTS. Inmiddels is duidelijk dat deze netwerken er niet komen, en dat de behoefte wordt ingevuld door UMTS, en op den duur door LTE.

Overigens is de komende frequentiegeving in principe technologieneutraal, en zou een nieuwkomer dus alsnog voor één van deze technieken kunnen kiezen. Wij beschouwen dat echter als uiterst onwaarschijnlijk met name vanwege het ontbreken van compatibiliteit en interoperabiliteit tussen de deze technieken en UMTS/LTE. Ook is er veel minder apparatuur (telefoons, smartphones, tablets, etc.) beschikbaar die gebruik maakt van deze technieken. Dit geeft al een bepaalde voorkeur van de fabrikanten en operators aan.

3.5 Trends en alternatieven zoals benoemd in TDL 2006

Het TDL rapport gaf in het kader van de raming voor 2011 een aantal onzekerheden aan die de voorspelbaarheid van de aantallen antennes lastig maakten. Hieronder zullen wij ingaan op een aantal van deze ontwikkelingen. Wij onderkennen dat met name consumentengedrag, inschatting van toekomstige diensten in een snel groeiende internetmarkt vol met sociale media, en de economische situatie (is er geld om te investeren?) een zeer belangrijke rol spelen bij de vraag hoe deze trends uiteindelijk uit konden werken.

Een aantal mogelijke trends en ontwikkelingen die in 2006 door TDL reeds werden onderkend zijn onder andere:

Keuze tussen LTE, iBurst en WiMAX

In 2006 waren nog zowel LTE als WiMAX kandidaten om de nieuwe technologie te worden die als opvolger van de huidige netwerken zou gaan optreden. Er was in 2008 zelf een eerste WiMAX operator actief, Worldmax, dat begonnen was met enkele WiMAX opstelpunten in Amsterdam. De Worldmax vergunning is sindsdien gewijzigd in verband met mogelijke interferentie, en Worldmax is vervolgens in juli 2010 gestopt. Momenteel zetten operators met name in op LTE als opvolger van UMTS.

Ook iBurst werd in het TDL rapport genoemd als techniek voor mobiele datacommunicatie. In 2006 waren er twee vergunningen uitgegeven voor deze techniek¹⁷; de netwerken zijn echter niet van de grond gekomen. Op dit moment is één van de vergunningen ingetrokken. Op de andere vergunning loopt een handhavingstraject vanwege het niet nakomen van de ingebruiknameverplichting.

¹⁷ Aan Meshstream, later iBand genaamd, en aan Oak Global.

Analoge TV uitschakelen ten gunste van digitale TV

Analoge TV uitzendingen in Nederland zijn gestaakt in 2006¹⁸. Hiervoor in de plaats is DVB-T gekomen voor ontvangst via de ether. Deze ontwikkeling is zoals voorspeld door TDL doorgezet. Het uitschakelen van analoge TV uitzendingen is het resultaat van een switch-off besluit door de overheid. De reden voor de switch-off is dat digitale televisie minder bandbreedte vereist dan analoge TV. Op deze manier komt frequentieruimte vrij, en deze vrijgekomen frequentieruimte kan dan ingezet worden voor andere diensten dan TV¹⁹.

Consolidatie Mobiele operators

In 2005 waren er nog vijf operators in Nederland met een eigen netwerk, namelijk KPN, Vodafone, T-Mobile, Orange en Telfort. De consolidatie van KPN met Telfort was op dat moment al bekend; inmiddels heeft er ook een consolidatie tussen Orange en T-Mobile plaatsgevonden waardoor nu nog maar drie netwerken over zijn.

¹⁸ <http://www.telecomabc.nl/d/digitaal-dividend.html>

¹⁹ <http://www.nlkabel.nl/Renderers/ShowMedia.ashx?i=MediaArchive%3A%2FPDFies%2FTNO+-+Whitepaper+Coexistentie+Kabel+en+Mobiele+diensten+-+Final.pdf>

4 Trends en ontwikkelingen

Ontwikkelingen op telecom en internet gebied gaan snel, en zowel aan de vraagkant (zoals de het gebruik van social media en multimedia toepassingen) als aan de aanbodkant (nieuwe marktverhoudingen en technische mogelijkheden) en op het gebied van overheidsbeleid (nieuwe veilingen) vinden ontwikkelingen plaats die een grote impact kunnen hebben op de inrichting van netwerken en antenne-installaties. Dit hoofdstuk is ingedeeld in drie categorieën trends en ontwikkelingen: trends op het gebied van het gebruik, op het gebied van netwerken, en op het gebied van regelgeving.

4.1 Trends op het gebied van gebruik

4.1.1 *Toename van dataverbruik*

Eindgebruikers

De Nederlander maakt steeds meer gebruik van draadloze verbindingen (CBS, 2011²⁰). Het bezit van zowel Smartphones als laptops is de laatste jaren toegenomen, en met de komst van netbooks en tablets (zoals de iPad) komen er steeds meer apparaten bij die gebruik maken van draadloze verbindingen. Niet alleen komen er steeds meer mobiele apparaten, maar per apparaat wordt ook steeds meer data gebruikt. Er zijn steeds meer mobiele diensten en applicaties; mensen raken gewend aan het bezoeken van websites via mobiele apparaten.

De toename van dataverbruik leidt bij een deel van de huidige aanbieders van telecommunicatiediensten al tot een afname van voice en SMS gebruik over de huidige mobiele netwerken²¹. Zo blijkt bijvoorbeeld dat SMS vervangen wordt door chatapplicaties over IP, mede doordat deze applicaties meestal gratis zijn. Ook mobiele voice is al mogelijk via applicaties over IP, al wordt hier nog niet veel gebruik van gemaakt.

Naast deze substituten komen er ook nieuwe toepassingen. De e-mail en de agenda, maar ook RSS²² feeds, websites en video's zijn voor de moderne telefoons geen probleem meer.

Machine-to-Machine communicatie

Naast het gebruik door personen is er ook een sterke toename te zien in het gebruik van mobiele communicatie door machines: de machine-to-machine communicatie. Al geruime tijd is er een trend gaande waarin steeds meer apparaten op afstand met elkaar communiceren. Denk hierbij aan het uitlezen van slimme energiemeters door elektriciteitsbedrijven, bewaking van auto's of andere goederen op afstand, of bijvoorbeeld een systeem zoals E-call waarbij vanuit de EU wordt aangedrongen op automatische alarmering vanuit auto's in geval

²⁰ <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/vrije-tijd-cultuur/publicaties/artikelen/archief/2011/2011-3438-wm.htm>

²¹ Zie <http://www.emerce.nl/nieuws/kpn-85-procent-hiklanten-gebruikt-whatsapp>, maar ook: <http://www.emerce.nl/nieuws/tmobile-geen-last-whatsappende-klanten>

²² RSS: RDF Site Summary, ook wel aangeduid met Really Simple Syndication.

van ongevallen. Hierbij wordt vaak gebruik gemaakt van de GSM en UMTS netwerken van de operators. Deze apparaten gaan in steeds grotere mate communiceren via IP, en zullen dus verder bijdragen aan groei van het dataverkeer.

Gevolgen van toename dataverbruik voor antennebehoefte

Het gevolg hiervan is dat de druk op meer capaciteit van de huidige netwerken van de mobiele operators zal toenemen. De oplossing hiervoor is vaak de verdichting van het netwerk, hetgeen resulteert in een toename in het aantal antenne-installaties.

4.1.2 WiFi binnen, GSM/UMTS buiten

Steeds meer huishoudens en bedrijven, maar ook cafés, restaurants, hotels, en openbare locaties zoals vliegvelden en treinen hebben eigen WiFi toegangspunten. In veel gevallen mogen niet alleen de eigen medewerkers, maar ook klanten of passanten hier gratis gebruik van maken; denk bijvoorbeeld aan WiFi in Schiphol of bij de McDonalds.

Tegenwoordige smartphones hebben vrijwel allemaal zowel WiFi als 3G, en kunnen voor de dataverbinding automatisch omschakelen naar WiFi zodra ze binnen bereik van het eigen WiFi netwerk komen. Omdat WiFi meestal hogere bandbreedtes biedt maken veel gebruikers voor hun mobiele internetverbinding gebruik van deze mogelijkheid. Nadeel van gebruik van WiFi is overigens dat het meer energie vergt, en de batterij van een smartphone dus sneller leeg zal raken als WiFi continu aan staat. Hierdoor zijn velen alsnog geneigd de WiFi de meeste tijd uit te laten staan. Nu aanbieders van de huidige "ongelimiteerde" data abonnementen overgaan op bundels met beperkte hoeveelheden data zal het gebruik van WiFi voor data waarschijnlijk nog toenemen.

Voor spraak wordt WiFi nog niet op grote schaal ingezet, mede omdat VoIP over WiFi²³ een ander systeem is dan GSM/UMTS en bijvoorbeeld handovers²⁴ niet mogelijk zijn. Als gebruikers massaal zouden overschakelen op WiFi zodra ze thuis of op kantoor zijn, wordt de dekking voor datadiensten binnenshuis wellicht minder belangrijk dan de dekking voor spraak.

Gevolgen consumentgebruik WiFi voor antennebehoefte

Deze trend heeft tot gevolg dat de indoor dekking voor datadiensten (mobiele breedband) voor een operator iets minder urgent is dan die voor spraak. Hierdoor kan een operator met minder antenne-installaties toch landelijke dekking voor datadiensten bieden met UMTS/LTE. Dat wil niet zeggen dat er geen binnenshuis dekking meer nodig is, maar een nieuwe operator kan er voor kiezen in eerste instantie vooral buitenshuis dekking te bieden en de gebruiker aan te moedigen binnenshuis zoveel mogelijk WiFi te gebruiken. Hiernaast blijft het traditionele voice netwerk met GSM technologie bestaan, met indoor dekking, voor de bellende gebruiker. Een nieuwe aanbieder kan er voor kiezen voor de spraakdienst gebruik te maken van de bestaande netwerken, of om een op VoIP gebaseerde spraakdienst te implementeren. Daarnaast zou een aanbieder kunnen besluiten zich op diensten te

²³ Denk aan programma's als Skype, maar dan voor de smartphone

²⁴ Het omschakelen zonder verbreken van de verbinding tussen GSM en WiFi is niet zonder meer mogelijk omdat het twee volledig andere technologieën en netwerken betreft.

concentreren waarbij de spraakdienst geen rol speelt, zoals datacommunicatie voor tablets en laptops.

Het aantal antenne-installaties zal door deze strategie minder hard stijgen, omdat WiFi een deel van de benodigde datacapaciteit kan opvangen. Deze trend kan dus de stijging van het aantal antenne-installaties enigszins inperken.

4.1.3 *Goedkoop aanbieden van mobiele data lijkt niet langer houdbaar*

De afgelopen jaren hebben de Nederlandse operators op grote schaal relatief dure (smartphone) toestellen gesubsidieerd, en werden internetbundels voor relatief lage tarieven aangeboden bovenop een spraakabonnement²⁵. Dit was op grote schaal succesvol, en veel mensen namen het extra bedrag bovenop het abonnement voor lief in ruil voor (steeds sterker groeiend) mobiel datagebruik. Dit succes zorgt nu voor overbelaste datanetwerken, en operators geven aan niet langer de uitbreiding van de netwerken te kunnen financieren uit de prijs van de internetbundel (internetbundels als add-on bij een spraakabonnement worden voor ongeveer 10 euro per maand verkocht voor PDA gebruik), mede omdat spraak en SMS inkomsten teruglopen.

De operators gaven daarom medio 2011 aan dat ze meer inkomsten zullen moeten gaan genereren om netwerkvernieuwingen en de uitrol van de nieuwe generatie LTE netwerken te gaan financieren. Er is dan ook een trend dat er hogere tarieven en lagere datahoeveelheden voor de databundels bij mobiele abonnementen²⁶ gaan gelden, zowel voor consumenten als zakelijk.

Gevolgen nieuwe abonnementen voor antennebehoefte

De gevolgen voor uitrol van nieuwe antennes zullen waarschijnlijk beperkt zijn, al is het denkbaar dat de toename van de vraag naar mobiele bandbreedte door deze trend enigszins wordt afgezwakt, waardoor de groei van het aantal antenne-installaties afgeremd wordt.

²⁵ Prijzen voor internet bundels voor smartphones en PDA varieerden tussen de 6 euro per maand als actietarief, en ongeveer 10 euro per maand voor 'redelijk' gebruik op een telefoon (fair use).

²⁶ KPN kondigde in juli 2011 aan²⁶ haar abonnementen in gaan te richten met een binnenbundel data hoeveelheid, waarboven betaald dient te worden.

4.2 Trends op het gebied van netwerken

Hier vallen de trends binnen die te maken hebben met netwerken als geheel, met de focus op openbare netwerken, zoals mobiele communicatie, omroepen, en satelliet voor mobiele communicatie.

4.2.1 GSM, UMTS en LTE

Onderstaande figuur geeft een illustratie van de verschillende banden die nu of in de komende jaren gebruikt worden voor mobiele communicatie.

Band	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
2600 MHz		autoalarmen en video											
		FWA							LTE				
2100 MHz		UMTS											
1900 MHz		ongepaard UMTS, in praktijk niet gebruikt					meegeveild, maar vermoedelijk weinig belangstelling						
1800 MHz		GSM								LTE			
900 MHz		GSM											
800 MHz		overgang via UMTS mogelijk											
		DVB-T								LTE			
	PMSE												

Figuur 7: De verwachte technieken voor de komende 5 jaar. [Bron: interviews, literatuurstudie, experts]

GSM

Volgens de verschillende stakeholders zal GSM zeker in de komende 5 jaar nog van belang blijven. De huidige GSM toestellen zijn zeer populair, en zullen over 5 jaar nog steeds bestaan. Het kan zijn dat we daarna een afname van GSM zullen zien, maar voor de komende 5 jaar verwachten we een stabiele behoefte.

De GSM standaard wordt in Europa op dit moment gebruikt in de 900 MHz band en de 1800 MHz band. Voor mobiele communicatie zijn in Nederland verschillende standaarden in gebruik. Momenteel zijn deze standaarden nog aan specifieke banden gekoppeld, maar er ontstaan steeds meer mogelijkheden om in elk van deze banden verschillende standaarden toe te passen (bijvoorbeeld UMTS in de huidige GSM banden).

In tabel 1 zijn de specifieke frequenties te vinden van beide banden. Voor GSM is per kanaal minimaal 2 x 200 kHz²⁷ nodig, waarbij een operator ten minste enkele tientallen kanalen nodig heeft voor een grootschalig netwerk.

Momenteel gebruiken de mobiele operators op deze banden uitsluitend de GSM standaard, al bestaat sinds kort de mogelijkheid voor de operators om de vergunningen aan te laten passen zodat bijvoorbeeld UMTS toegestaan wordt²⁸.

²⁷ Rappaport, Theodore S., *Wireless Communications: Principles and Practices*, 2nd Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002. p. 554

Marktpartijen verwachten dat GSM door de operators in de 1800 MHz band voorlopig gehandhaafd zal blijven; op enig moment zullen zij LTE naast GSM in die band implementeren.

Gevolgen voor GSM antennebehoefte

De verwachting is dat het aantal GSM antennes in de komende jaren in eerste instantie stabiel zal blijven: huidige GSM netwerken blijven gehandhaafd, terwijl nieuwe technieken op andere frequenties worden ingezet. Wel zal over een aantal jaar (3-5) gestart worden met ook gebruik van andere technieken in de huidige 'GSM frequenties', maar de bestaande netwerken zullen, desnoods met een kleiner spectrum, blijven bestaan.

UMTS

De vergunningen van de 2100 MHz band, waar UMTS in wordt gebruikt, lopen tot 2017 en tot die tijd zal UMTS zeker nog gebruikt worden. Bovendien is er een sterk toenemende behoefte aan meer datacapaciteit. Deze behoefte kan op dit moment nog alleen vervuld worden door UMTS technologie. De verwachting is dan ook dat het aantal UMTS antennes zal blijven stijgen, totdat LTE volop in gebruik zal komen. Dat gebeurt pas op zijn vroegst vanaf 2013, nadat de nieuwe spectrumverdeling als gevolg van de multiband veiling (2012) in werking treedt.

Gevolgen voor UMTS antennebehoefte

Voor antenne-installaties betekent dit een toename in de aantallen van UMTS antenne-installaties. Deze toename zal geremd worden wanneer operators beginnen LTE grootschalig uit te rollen.

LTE

Verwacht wordt dat na de komende veiling op de eerste plaats de 800 MHz band voor LTE gebruikt zal worden. De eerste toestellen die LTE aan kunnen zijn al beschikbaar, en worden op dit moment al verkocht²⁹. De verwachting is dat steeds meer nieuwe toestellen zullen beschikken over LTE.

LTE is een technologie die vooral geschikt is voor data gebruik. Dit past in de trend van de toename van datagebruik door de consument.

Gebruik van LTE is in ieder geval voorzien voor de 2,6 GHz en de 800 MHz band, en later in de 1800 MHz en in de 900 MHz band. Het ligt dus in de lijn der verwachting dat in deze banden apparatuur beschikbaar zal komen zodra uitrol van LTE netwerken voor deze banden begint.

Momenteel is duidelijk dat de huidige operators vooral inzetten op LTE als opvolger van GSM/UMTS, en geen plannen hebben om WiMAX uit te gaan rollen. Hiermee volgen de Nederlandse operators de internationale trend. Een reden hiervoor is dat LTE de meest natuurlijke opvolger is van de huidige GSM en UMTS netwerken, en dat integratie van de LTE

²⁸ Besluit van 10 januari 2010: wijziging Nationaal Frequentieplan 2005 (Flexibilisering vergunningen voor mobiele communicatietoepassingen).

²⁹ <http://tweakers.net/nieuws/73323/verizon-brengt-eerste-smartphone-met-lte-uit.html>

netwerken (denk aan zaken als handovers tussen UMTS en LTE) eenvoudiger is waardoor de overgang geleidelijk geïmplementeerd kan worden.

Gevolgen voor LTE antennebehoefte

Wat betekent dat voor het aantal antennes in de komende vijf jaar? Een landelijk dekkend LTE netwerk kan gerealiseerd worden door een combinatie van antennes op 2,6 GHz band en de 800 MHz band. Aangezien de meeste operators al andere frequenties hebben, zal de LTE technologie in het begin voornamelijk aanvullend zijn voor de huidige netwerken. Allebei de casussen (volledig netwerk of ondersteunend netwerk) duiden op een stijging van het aantal antenne-installaties voor LTE.

4.2.2 *Micro/macro netwerken*

In drukke gebieden is met name de beschikbaarheid van voldoende capaciteit en bandbreedte van belang. Er komen dan ook oplossingen waarin één antenne voor een groot dekkingsgebied zorgt, maar allerlei kleinere antennes die op lagere vermogens uitzenden binnen dat gebied microcellen³⁰ vormen om zeer lokaal voor meer bandbreedte te zorgen. De microcellen worden vanuit de 'hoofdcel' gevoed en aangestuurd en vormen samen één grote macrocel.

Voordeel is dat op deze manier met vele kleinere antennes gericht capaciteit toegevoegd kan worden, terwijl het geheel als één cel beheerd kan worden. De kleine antennes zijn makkelijker te plaatsen en weg te werken achter gevels of borden. Hoewel dergelijke oplossingen dus aantrekkelijk zijn voor bandbreedte-verhoging, moeten alle microcellen wel apart gevoed worden met bijvoorbeeld voeding en glasvezel, waardoor elke microcel wel een extra investering vergt.



Figuur 8: Foto's van microcellen. [Bron: <http://www.gsm-antennes.nl/>]

Gevolgen micro/macro netwerken voor antennebehoefte

Het totaal aantal grote antenne-installaties kan hierdoor in sommige gebieden beperkt blijven, maar het aantal kleinere antenne-installaties kan daarentegen toenemen. Deze kleine antenne-installaties bevinden zich op straatniveau en zijn relatief onopvallend.

³⁰ Hier wordt ook femtocellen, picocellen en nanocellen mee bedoeld.

4.2.3 Een landelijk WiFi netwerk?

Steeds meer routers die door huishoudens gebruikt worden zijn in staat om twee aparte WiFi netwerken, met eigen SSID, tegelijk te creëren. Standaard wordt één verbinding ingericht voor het eigen gebruik; de aanbieder van de router (meestal de ADSL of kabel aanbieder) kan eventueel het andere netwerk inzetten voor andere doeleinden³¹.

Voor dit extra netwerk zijn allerlei toepassingen denkbaar, waaronder het leveren van multimediasdiensten of het gebruik als 'offload netwerk' voor mobiele gebruikers. Deze laatste optie kan vooral aantrekkelijk zijn voor een kabel- of DSL aanbieder die in de mobiele markt actief wil worden. Op deze manier kunnen hun abonnees profiteren van een WiFi verbinding zodra ze in de buurt zijn van hun eigen router, maar ook van andere WiFi routers van dezelfde aanbieder. Het gaat hier niet om het bellen via WiFi maar alleen om de dataverbinding voor toestellen met een WiFi mogelijkheid (smartphones, dongels, tablets en e-readers).

Dergelijke dual-SSID WiFi access points worden ook al buiten de operators om ingezet, bijvoorbeeld zoals aangeboden door 'FON'³²: in ruil voor het openzetten van het tweede netwerk voor andere FON gebruikers, krijgt de koper zelf toegang tot het netwerk dat gevormd wordt door alle andere FON gebruikers wereldwijd.

Gevolgen publieke WiFi voor antennebehoefte

Deze ontwikkeling heeft tot gevolg dat een nieuwe operator een mobiel breedband netwerk uit zou kunnen rollen zonder vanuit het mobiele netwerk volledige binnenshuis dekking te implementeren. Hierdoor kan een operator met minder antenne-installaties toch landelijke dekking hebben voor mobiel breedband, bestaande uit UMTS/LTE en WiFi. In de praktijk zal het voor huidige operators, die al een landelijk dekkend netwerk hebben, niet voor de hand liggend zijn om hun netwerken te vervangen door WiFi hotspots, maar deze optie kan gebruikt worden als ondersteuning van het netwerk. Een nieuwe operator, die nu geen mobiel netwerk heeft en tot de markt toetreedt bij de multiband veiling kan wel voor deze strategie kiezen. In dat geval zal het aantal antenne-installaties door deze strategie minder hard stijgen, omdat WiFi een deel van de benodigde capaciteit kan opvangen. Deze trend kan dus de nodige stijging van het aantal antenne-installaties in de komende vijf jaar enigszins inperken.

³¹ UPC geeft aan in de toekomst gebruik te willen maken van dergelijke 'dual-SSID' apparatuur, zie o.a. <http://tweakers.net/nieuws/70714/>

³² <http://corp.fon.com/>

4.2.4 Omroepen

Digitale Televisie (DVB-T)

In Nederland was tot een aantal jaren geleden zowel radio als televisie analoog te ontvangen. Op 10 december 2006 zijn de analoge televisiezenders afgeschakeld, en kunnen de zenders via de ether alleen nog digitaal worden ontvangen (DVB-T en satelliet).

Momenteel beschikken de Nederlandse Publieke Omroep en KPN over vergunningen voor DVB-T frequenties, waarbij de NPO het verzorgen van de uitzendingen van de publieke zenders op haar vergunningen heeft uitbesteed aan KPN zodat er feitelijk slechts 1 DBV-T operator in Nederland is. Er is dus per opstelpunt voor DVB-T slechts één antenne-installatie ingericht, voor zowel publieke als commerciële uitzendingen. De publieke zenders zijn 'free-to-air' en kunnen door iedereen met een DVB-T ontvanger worden bekeken, de zenders op het KPN deel vereisen een abonnement op KPN-Digitenne.

Momenteel bestaat het DVB-T zenderpark uit 68 antennemasten³³ verspreid over Nederland.

Om de 800 MHz band beschikbaar te maken voor de nieuwe generatie telecomnetwerken, zijn de vergunningen van NPO/KPN gewijzigd waardoor zij voor 2013 het DVB-T spectrum in de 800 MHz band vrij moeten maken^{34, 35}.

De huidige DVB-T vergunningen lopen tot 2017, en het ligt voor de hand dat er na een nieuwe verdeling van DVB-T frequenties -en vaststellen van de bijbehorende voorwaarden- een eventuele nieuwe vergunninghouder zal proberen met de reeds gebouwde sites verder te gaan. Wel is het mogelijk dat aanbieders op dat moment interesse zullen hebben voor het uitzenden via DVB-T2. Met DVB-T2 zijn grotere gebieden af te dekken met een beperkt aantal antenne-installaties. Als aanbieders DVB-T2 gaan gebruiken kan dit het aantal benodigde sites nog iets reduceren; hoe dit uitpakt is echter nu nog niet met zekerheid te zeggen.

³³ Uit Antenneregister en <http://radio-tv-nederland.nl/dvbt/digitenne-kpntv.html>

³⁴ <http://tweakers.net/nieuws/75518/ez-maakt-vaart-met-800mhz-band-voor-mobiel-breedband.html>

³⁵ <http://radio-tv-nederland.nl/dvbt/consultatiedocument-digitaal-dividend-in-de-uhf-frequentieband-470-862-mhz%5B1%5D.pdf>



Figuur 9: DVB-T antenne

Analoge en Digitale Radio

Analoge Radio

In april 2011 zijn de landelijke FM-vergunningen voor commerciële radiostations en de vergunningen voor regionale publieke omroepen verlengd^{36,37}.

De vergunningen gelden tot 2017, en het ligt niet voor de hand dat hier grote wijzigingen in zullen optreden de komende jaren. De verwachting is dan ook dat het huidige aantal antennes voor landelijke analoge FM-radio de komende jaren stabiel zal blijven. Alhoewel de overheid digitale radio als vervanging van analoge radio wel voorstaat als uiteindelijk doel, zijn er allerlei praktische bezwaren tegen snelle afschakeling van analoge radiozenders, zoals het feit dat radio's lang mee gaan en digitale radio-ontvangers op dit moment geen gemeengoed zijn of aan het worden zijn.

Digitale radio (TDAB)

Radio is momenteel zoals gezegd nog op grote schaal analoog beschikbaar en wordt ook nog voornamelijk analoog via de ether beluisterd, al komen ook alternatieven zoals internetradio en digitale radio via de ether op. Momenteel zijn er wel digitale radio-uitzendingen van de publieke omroep via TDAB. De digitale radio-uitzendingen zijn momenteel (2011) echter slechts in een beperkt deel van Nederland te ontvangen, met name in de Randstad.

Het achterblijven van digitale radio-uitzendingen heeft te maken met het feit dat radio's lang meegaan en ook op allerlei plaatsen gebruikt worden. Denk hierbij aan wekkerradio's, autoradio's, en kleine draagbare radio's voor onderweg. Het overgrote deel van deze radio's is uitsluitend analoog, en een te snelle overstap naar alleen digitale radio zou dus grote consequenties hebben voor de consument. De overheid is wel van plan digitale radio-

³⁶ <http://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/media-en-omroepen/Commerciele+radio/FM+landelijk>

³⁷ <http://www.agentschaptelecom.nl/onderwerpen/media-en-omroepen/Regionale+publieke+omroep>

uitzendingen via TDAB verder te gaan stimuleren³⁸, en de ambitie is dat digitale radio rond 2015 in zo'n 80% van Nederland te ontvangen is. Het ministerie heeft in april 2011 de huidige radiostations met een vergunning de mogelijkheid gegeven de vergunningen die oorspronkelijk in 2011 afliepen te verlengen tot 2017, onder de aanvullende eis dat deze radiostations ook digitaal zullen gaan uitzenden.

Gevolgen voor de antennebehoefte van omroepen

Indien er daadwerkelijk meer via TDAB uitgezonden zal worden dan kan er een noodzaak zijn voor nieuwe masten. Dat is echter niet zeker; de nieuwe TDAB zenders kunnen ook bij de bestaande TDAB en DVB-T zenders geplaatst worden. Het blijft bovendien de vraag op welke termijn en op welke manier digitale radio echt op grote schaal van de grond zal komen.

4.2.5 C2000

De verwachting is dat er meer C2000 masten komen, aangezien er op een aantal plaatsen nog beperkte dekking is. De groei van het aantal C2000 masten is echter nog afhankelijk van besluitvorming binnen het Ministerie van Veiligheid en Justitie over beleid en budget voor het C2000 netwerk.



Figuur 10: C2000 antennes

Gevolgen voor de C2000 antennebehoefte

Het aantal bij te bouwen zenders voor C2000 hangt sterk af van keuzes zoals genoemd. Er is wel behoefte aan meer C2000 infrastructuur.

³⁸ <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/eleni/nieuws/2010/11/09/voorgenomen-verlenging-fm-radiostations.html> en <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2011/03/18/radiostations-kunnen-blijven-uitzenden-via-fm-en-middengolf.html>

4.2.6 Overige netwerken

Satelliet communicatie systemen met Complementary Ground Components (CGC)

Satelliet-diensten voor broadcast of communicatie hebben het voordeel dat vanuit satellieten een groot oppervlak bediend kan worden; dergelijke systemen worden dus voornamelijk ingezet voor het verkrijgen van een groot dekkinggebied voor broadcast of communicatie. Complementary Ground Components zijn grondantennes die dienen ter uitbreiding van satelliet broadcast of satelliet communicatie netwerken. Deze aanvulling is er op gericht de ontvangst in bijvoorbeeld gebieden te verbeteren, bijvoorbeeld in gebieden met veel hoogbouw waar een directe verbinding tussen de mobiele handset en de satelliet wordt bemoeilijkt. Er zijn dan aanvullende maatregelen in de vorm van CGC-antennes nodig om de benodigde dekking met een bepaalde beschikbaarheid te kunnen realiseren. De CGC's functioneren als een repeater op de grond en zenden uit op dezelfde frequentie als de satelliet.

In Nederland is er momenteel nog geen duidelijke vraag naar dergelijke systemen. In Nederland werd in 2010 al gewerkt aan het vergunningsregime, maar op dat moment waren er nog geen aanvragen voor vergunningen.

Vanuit de EU wordt er wel sterk aangedrongen op het in orde maken van de vergunningsregimes door de diverse lidstaten met name op het oog van het creëren van Europese aanbieders van satelliet diensten; In februari 2011 is hier nog door Mevrouw Kroes op aangedrongen in het kader van de Digitale Agenda (*Digital Agenda: "Vice-President Kroes calls on 21 Member States to take urgent measures on mobile satellite services"*)³⁹.

Semafonie

Er waren tot een aantal jaar geleden meerdere semafonie netwerken in Nederland. Semafonie is door de opkomst van GSM netwerken in de jaren '90 echter steeds meer naar de achtergrond geschoven. Momenteel is er nog semafonie van KPN (ERMES) en van CallMax (POCSAG).

ERMES (Enhanced Radio MESsaging) is een systeem voor Semafonie waarmee zowel numerieke als tekstberichten verzonden kunnen worden. Het huidige ERMES-systeem maakt gebruik van ruim 300 antennes die uitzenden op 169 MHz, en is de enige overgebleven KPN semafoniedienst⁴⁰. De ERMES vergunningen aan KPN zijn per 22 augustus verlengd⁴¹ tot 2016. De ERMES dienst kan dus tenminste tot 2016 door KPN gecontinueerd worden in de huidige frequenties.

Het CallMax-netwerk is gebaseerd op POCSAG (Post Office Code Standardization Advisory Group), bestaat uit ruim 150 opstelpunten⁴² en maakt gebruik van 461 MHz en 466 MHz zendfrequenties. CallMax biedt semafonie nog actief aan, en biedt ook een emailinterface en

³⁹ Zie onder andere persberichten van de Europese Commissie:

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/11/195&type=HTML>

⁴⁰ De overige KPN semafonienetwerken zijn een aantal jaren geleden (2004 en 2005) reeds uitgefaseerd.

⁴¹ <http://ikregeer.nl/documenten/stcrt-2011-14977>

⁴² <http://www.callmax.nl/>

andere mogelijkheden voor integratie met bedrijfssystemen. De vergunning van CallMax is in 2008 nog verlengd tot 2013.

Hoe na afloop van de vergunningen van KPN en CallMax om gegaan zal worden met eventuele nieuwe vergunning en met de semafoonien dienst in het algemeen is nog onbekend. Een uitbreiding van het huidige aantal antennes ligt echter niet voor de hand.

Radiozendamateurs

Op dit moment zijn er in Nederland ongeveer 12.000 zendamateurs⁴³, en de verwachting is dat dit aantal niet zal stijgen. Overigens is het mogelijk dat het aantal meldingen in het antennerregister nog wel zal stijgen: radiozendamateurs moeten zich aanmelden bij het antennerregister, maar ook afmelden. Aan de inschrijving zijn geen jaarlijkse kosten verbonden, dit kan veroorzaken dat zendamateurs zich niet afmelden, en dat de antennes in het register blijven staan, ongeacht of ze daadwerkelijk nog bestaan en in gebruik zijn.



Figuur 11: Antennes van radiozendamateurs

Gevolgen overige netwerken voor antennebehoefte

Semafonie: Het ligt niet voor de hand aan te nemen dat er voor semafonie verder geïnvesteerd zal worden in nieuwe opstelpunten. De recente sluitingen van een aantal netwerken duidt eerder op afnemend gebruik, en ook de laatste publieke semafonienetwerken zouden op iets langere termijn wel eens uitgeschakeld kunnen gaan worden.

Satelliet/CGC: Op dit moment komt Satelliet met complementary ground components nog niet op grote schaal van de grond. Het is mogelijk dat er een aantal van dergelijke systemen in gebruik zal worden genomen naar aanleiding van stimulering vanuit de EU, maar er zijn geen directe aanwijzingen dat dat op afzienbare tijd op grote schaal een vlucht zal nemen, en het aantal te verwachten antennes is dan ook beperkt.

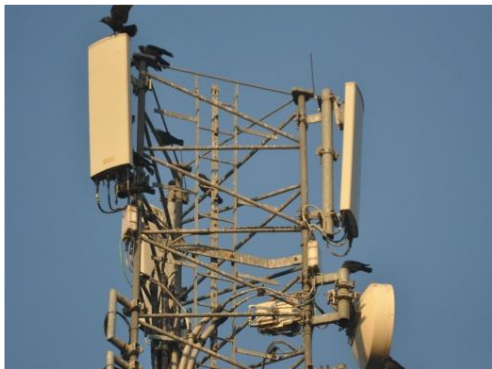
⁴³ Volgens het Antennebureau (<http://www.antennebureau.nl/actueel/Nieuwsbrieven/nieuwsbrief+rzam/wat+is+een+zendamateur>)

Zendamateurs: De verwachting is dat dit aantal op de korte termijn stabiel zal blijven. Er is geen verwachting van sterke groei aan zendamateurs, maar daar staat tegenover dat er ook geen aanwijzingen zijn dat veel zendamateurs stoppen of hun apparatuur afbouwen. Dit laatste is echter onzeker en moeilijk te controleren.

4.3 Trends op het gebied van antennetechniek

4.3.1 Dualband antennes

Een ontwikkeling is dat antennepanelen worden ingezet die geschikt zijn voor meerdere banden (zogenaamde 'dualband antennes'), waardoor men in de ruimte van een enkel paneel meerdere banden kan bedienen. Voordeel is dat het aantal antennepanelen hierdoor gereduceerd wordt; nadeel is dat het afstemmen (zoals richten en tilten van de antennepanelen) voor een deel alleen per antennepaneel mogelijk is, waardoor het lastiger is om het netwerk voor elke band te optimaliseren.



Figuur 12: Dualband antenne

4.3.2 Diversity en MIMO

Antennes maken veelal gebruik van een vorm van "diversity" waarbij het bereik van een antenne wordt vergroot door meerdere paden naar de gebruiker mogelijk te maken, waarvan op elk moment de beste wordt gebruikt voor de ontvangst. In het verleden gebeurde dit meestal op basis van "spatial diversity" (twee antennes voor dezelfde sector op enkele meters van elkaar); tegenwoordig wordt meestal gebruik gemaakt van "polarisation diversity", waarbij de twee paden 90° verschillend gepolariseerd zijn. Hierdoor kunnen beide paden in één antennepaneel gecombineerd worden (cross-polarised antenne, vaak XPOL genaamd).

Bij MIMO (Multiple-input, Multiple-output) worden eveneens twee (of meer) paden opgezet, maar worden alle paden gelijktijdig gebruikt. Dit verhoogt zowel het bereik als de mogelijke bandbreedte van de verbinding⁴⁴.

⁴⁴ Een bekend voorbeeld van MIMO is de 802.11n WiFi standaard, vaak herkenbaar aan een aantal (meestal drie) antennes op een WiFi router. Dezelfde techniek wordt ook in LTE toegepast.

4.3.3 *Multi Standard Radio*

Multi Standard Radio is een concept waarbij de radioapparatuur geschikt is gemaakt om verschillende protocollen te ondersteunen. Zo kan binnen een bepaalde frequentieband eenvoudig worden omgeschakeld van bijvoorbeeld GSM naar LTE. Omdat de apparatuur universeel is wordt beheer van de actieve apparatuur eenvoudiger en kan eenvoudig geschakeld worden tussen standaarden.

4.3.4 *Dual Beam Antennes*

Dual-beam antennes geven de mogelijkheid om twee 'beams' te genereren vanuit een enkele (dual-beam) antenne. In de simpelste implementatie zorgt dit er voor dat met dual-beam antennes een conventionele drie-sector installatie wordt omgevormd tot een zes-sector installatie. Op dit moment wordt deze techniek echter nog niet op grote schaal uitgerold. Dual-beam antennes hebben naar verwachting in de komende paar jaar geen grote impact op het aantal te verwachten antenne-installaties. Deze ontwikkeling kan in de toekomst wel voor efficiëntie verbeteringen zorgen, maar niet direct voor minder antennes. Dual Beam antennes zullen dan met name worden ingezet om meer capaciteit te creëren.

4.3.5 *Scheiding antennes en apparatuur*

Steeds vaker kan apparatuur van het basestation verder weg worden geplaatst van de daadwerkelijke antenne. Dit geeft een grotere flexibiliteit voor plaatsing van nieuwe antennes, omdat de ruimte voor basestation apparatuur niet in de directe omgeving aanwezig hoeft te zijn maar verderop kan staan. Dit kan in sommige gevallen zorgen voor meer geschikte plaatsen voor een basestation plus antenne-installatie.

4.3.6 *Gevolgen trends op het gebied van antennetechniek voor de antennebehoefte*

De diverse ontwikkelingen op het gebied van antennes en inrichting van basestations zorgen voor een efficiëntere inzet van de beschikbare resources (bijvoorbeeld ruimte). Hierdoor kan de vraag naar ruimte voor antenne-installaties worden verminderd of kunnen antenne-installaties efficiënter worden ingezet.

4.4 **Beleidsmatige ontwikkelingen**

4.4.1 *Ingebruiknameverplichting vervangt uitrolverplichting*

Aan de vergunning voor frequentiegebruik wordt in veel gevallen een ingebruiknameverplichting gekoppeld, waarbij de vergunninghouders niet verplicht worden om een fysiek netwerk uit te rollen (zoals bij de UMTS veiling in 2001 in eerste instantie wel het geval was⁴⁵). In principe kan een partij dus ook aan zijn verplichting voldoen door gebruik te maken van het netwerk van een andere partij.

⁴⁵ De Rechtbank in Rotterdam oordeelde op 27 mei 2010 dat het uitrollen van een fysiek netwerk niet meer geëist kon worden, aangezien dit in strijd was met de inmiddels in werking getreden Machtigingsrichtlijn (LJN BM5977).

De ingebruiknameverplichting wordt vaak uitgedrukt in km² bedekking per kavel van 5 MHz dat verkregen wordt. Voor de multiband veiling in 2012 worden momenteel de verplichtingen voorgesteld⁴⁶ zoals weergegeven in tabel 6:

Tabel 7: Voorgenomen ingebruiknameverplichting frequentieveiling 2011/2012

Frequentieband	na 2 jaar (km ² / 5 MHz)	na 5 jaar (km ² / 5 MHz)
2,6 GHz	20	200
2100 MHz	28	Geen
1900 MHz	28	Geen
1800MHz	37	367
900 MHz	257	2567
800 MHz	308	20% van NL

De verwachting is dat er op de reeds in gebruik zijnde banden (met name de 900 MHz Band en de 1800 MHz band) vooral geboden zal worden door die partijen die reeds een netwerk in deze banden hebben ingericht⁴⁷. Dat betekent dat deze partijen –aangenomen dat zij de desbetreffende kavels winnen– direct na ingang van de vergunning reeds zullen voldoen aan de gestelde ingebruiknameverplichting.

Dat is anders voor de 800 MHz vergunning. Momenteel is deze band niet in gebruik voor mobiele communicatie (voorheen werd deze gebruikt voor analoge televisie, en nu nog voor DVB-T), zodat alle partijen die een vergunning krijgen een netwerk in zullen moeten richten (of meeliften op een ander die dat wel doet). Bestaande spelers hebben hierbij wel een voorsprong, aangezien grote delen van de bestaande infrastructuur hergebruikt kunnen worden.

In 2010 is reeds een deel van het spectrum in de 2,6 GHz band vergeven aan een aantal partijen. Ook hier geldt een ingebruiknameverplichting zoals weergegeven in onderstaande tabel. Deze partijen hebben een uitrolverplichting voor midden 2012.

Tabel 8: Frequentieverdeling 2,6 GHz veiling

Partij	Bandbreedte	Verplichting:
Ziggo4	2 x 20 MHz	80 km ²
Tele2 Mobiel	2 x 20 MHz	80 km ²
KPN	2 x 10 MHz	40 km ²
Vodafone	2 x 10 MHz	40 km ²
T-Mobile	2 x 5 MHz	20 km ²

⁴⁶ Dit kan nog veranderen, het beleid is nog niet definitief.

⁴⁷ Recentelijk heeft de Minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie voorgesteld dat ook in de 900 MHz een 2x5 MHz blok voor nieuwkomers gereserveerd zal worden (in het Algemeen Overleg Telecommunicatie van 15 september 2011).

Momenteel zijn de partijen bezig met de uitrol van de eerste pilotnetwerken voor LTE in de 2,6 GHz band⁴⁸, zodat ze in 2012 aan hun eerste verplichtingen kunnen voldoen.

4.4.2 Frequentie uitgifte

De aanstaande verdeling van frequenties in de multiband veiling 2012 zal samen met de recente uitgifte van de 2,6 GHz band gaan bepalen welke partijen netwerken zullen gaan uitrollen in de komende jaren.

Recente 2,6 GHz veiling

Alhoewel partijen die spectrum hebben verworven in de afgelopen 2,6 GHz veiling wel zullen moeten voldoen aan hun minimum ingebruiknameverplichting, is het niet de verwachting dat de uitrol op de 2,6 GHz band in eerste instantie snel zal gaan.

De huidige operators hebben wel spectrum verworven, maar hebben het op dit moment nog niet dringend nodig; bovendien is consumentenapparatuur voor LTE in de 2,6 GHz band nog beperkt voorradig, waardoor gebruik ook beperkt zou blijven.

De nieuwe operators, Tele2 en Ziggo4, hebben momenteel geen ander spectrum dan in de 2,6 GHz kavels, en aangezien deze hoge frequentie niet geschikt is om een landelijke dekking te realiseren zonder hoge kosten zullen deze partijen willen afwachten tot ze weten of ze frequentieruimte kunnen verkrijgen in lagere banden in de multiband veiling (gepland voor 2012). De 2,6 GHz frequenties zullen dan waarschijnlijk voornamelijk worden ingezet als aanvulling om meer capaciteit te realiseren op een landelijk netwerk dat gebruik maakt van lagere frequenties.

Multibandveiling 2012

In 2012 zal een nieuwe veiling worden gehouden waarin delen van het spectrum voor mobiele telecommunicatie geveild worden. Het betreft de huidige 900 MHz en 1800 MHz banden, waarvan de vergunningen aflopen in 2013, de 800 MHz band welke nieuw is vrijgemaakt voor mobiele telecom, en nog stukjes uit de 1900 MHz, de 2100 MHz en de 2,6 GHz banden welke bij eerdere veilingen overbleven of welke later zijn vrijgekomen. De te veilen vergunningen gaan in februari 2013 in.

Tabel 9: Frequenties en kavels Multiband Veiling 2011/2012

Naam band	Bereik	Kavels
2,6 GHz	2565 – 2620 MHz, ongepaard	10 kavel van 5 MHz ongepaard ⁴⁹
2100 MHz	1959,7–1969,7 MHz en 2149,7–2159,7 MHz	2 kavels van 2 x 5 MHz
1900 MHz	1899,9 – 1904,9 MHz en 2010 – 2019,7 MHz	1 kavel van 4,9 + 9,7 MHz
1800 MHz	1710 – 1780 MHz en 1805 – 1875 MHz	14 kavels van 2x 5 MHz

⁴⁸ <http://www.kpn.com/corporate/overkpn/Perscentrum/nieuwsbericht/KPN-test-LTE.htm>
<http://www.mobilecowboys.nl/gprsumts/15023>

⁴⁹ Plus één kavel dat wordt toegewezen aan de winnaar van het hoogstgelegen kavel.

900 MHz	880 – 915 MHz en 925 - 960 MHz	7 kavels van 2 x 5 MHz
800 MHz	791 – 821 MHz en 832 – 862 MHz	6 kavels van 2x 5 MHz

De veiling is technologieneutraal, wat wil zeggen dat er geen voorwaarde is aan het type techniek dat gebruikt wordt in de desbetreffende band. De banden kunnen naar keuze worden ingezet voor GSM, UMTS, LTE of een andere techniek. Wel is duidelijk dat met name de 800 MHz band (nu nog niet in gebruik) en de 2,6 GHz band (grotendeels eerder geveild in 2010) worden gezien als beoogde banden om LTE in uit te rollen.

De verwachting is dat de te veilen banden in de komende jaren ingericht zullen worden voor gebruik voor de technieken zoals weergegeven in onderstaande tabel 10:

Tabel 10: Verwachtingen inzet technologieën in de diverse banden.

naam	Technologie
2,6 GHz	LTE
2100 MHz	UMTS, LTE
1900 MHz	Onzeker, wellicht LTE-TDD
1800 MHz	GSM, LTE, UMTS
900 MHz	GSM, LTE, UMTS
800 MHz	LTE

De huidige operators zullen naar verwachting na de veiling in eerste instantie hun GSM netwerken handhaven en zullen de nieuwe frequenties (800 MHz en de onlangs geveilde 2,6 GHz) worden ingezet voor uitrol van LTE.

De 900 MHz en 1800 MHz band worden momenteel ingezet voor GSM. Het ligt voor de hand dat de huidige partijen die actief zijn in deze banden opnieuw een stuk frequentieruimte in deze banden zullen willen bemachtigen. Als ze deze ruimte ook krijgen dan is de verwachting dat in eerste instantie de huidige GSM dienstverlening zal worden gecontinueerd. In een later stadium kunnen de partijen alsnog besluiten delen van dit spectrum voor een andere techniek te gaan gebruiken, zoals LTE.

Indien er bij de veiling ook een kavel van 2x5 MHz in de 900 MHz voor een nieuwkomer gereserveerd wordt, is niet uit te sluiten dat deze nieuwkomer meteen LTE zal implementeren; het is echter ook goed mogelijk dat de nieuwkomer de kavel voor spraakdiensten via GSM of UMTS gebruikt, en hiervoor meelift met een bestaande aanbieder.

Gevolgen voor antennebehoefte

Ook als er na de aanstaande veiling vijf spelers actief zouden zijn, hoeft er niet noodzakelijkerwijs veel infrastructuur bij gebouwd te worden. Het is waarschijnlijker dat een nieuwe operator bijvoorbeeld wel een eigen netwerk uitrolt in drukke gebieden, maar in andere gebieden het netwerk deelt met één van de andere operators. Op deze manier bespaart men kosten maar is men toch niet helemaal afhankelijk van elkaar. In principe is het zelfs mogelijk dat een nieuwe speler helemaal geen infrastructuur aanlegt, maar de invulling van de dienst volledig bij een bestaande speler belegt.

De veiling zal in elk geval tot gevolg hebben dat het aantal antenne-installaties zal toenemen, waarbij het aantal nieuwe antenne-installaties vooral af zal hangen van de vraag of de nieuwe operators zelf infrastructuur uit zullen rollen.

4.4.3 *Consequenties nieuwe regels rondom Netneutraliteit*

De Tweede Kamer heeft recentelijk (juni 2011) besloten tot het instellen van een wettelijke regeling voor het garanderen van netneutraliteit. In de nieuwe regelgeving mogen operators geen onderscheid maken naar het type dataverkeer dat over de door hen aangeboden internetverbinding gaat. We verwachten niet dat netneutraliteit grote invloed zal hebben op de databehoeftes van consumenten. Wel kan het een invloed hebben op de verschuiving van spraak- en SMS diensten naar datadiensten, maar de gevolgen voor de totale databehoeftes zal beperkt zijn.

Gevolgen nieuwe regels rondom netneutraliteit voor antennebehoefte

De nieuwe regels zullen met name invloed hebben op de soorten verkeer, maar niet zozeer op de hoeveelheid, en er is dan ook geen directe invloed op de antennebehoefte te verwachten.

5 Prognose antennebehoefte per toepassing

Aan de hand van de huidige aantallen van types antennes in het antenneregister, interviews met stakeholders en CBS data hebben wij per toepassing een schatting gemaakt van de antennebehoefte voor de komende vijf jaar.

Om de huidige aantallen vast te stellen is gebruik gemaakt van het antenneregister. Hieruit is ook een schatting gemaakt van het huidige aantal opstelpunten; uit het antenneregister is het aantal opstelpunten echter niet exact vast te stellen. Door een onnauwkeurigheid in de opgegeven coördinaten komt het voor dat antenne-installaties die op hetzelfde opstelpunt staan, niet met (exact) dezelfde coördinaten in het antenneregister staan. Wij hebben daarom gebruik gemaakt van een "nabijheids-analyse" (Zie Annex A) om ook antennes die in elkaars buurt staan te groeperen. Dit levert een onnauwkeurigheid op van, naar schatting, enkele procenten.

5.1 Mobiel bellen en data toepassingen: GSM, UMTS, LTE

Om tot de prognose te komen is als basis uitgegaan van de huidige aantallen en de huidige groeitrend. Hiervoor zijn de aantallen antenne-installaties uit het antenneregister gebruikt vanaf 2007 tot het tweede kwartaal van 2011.

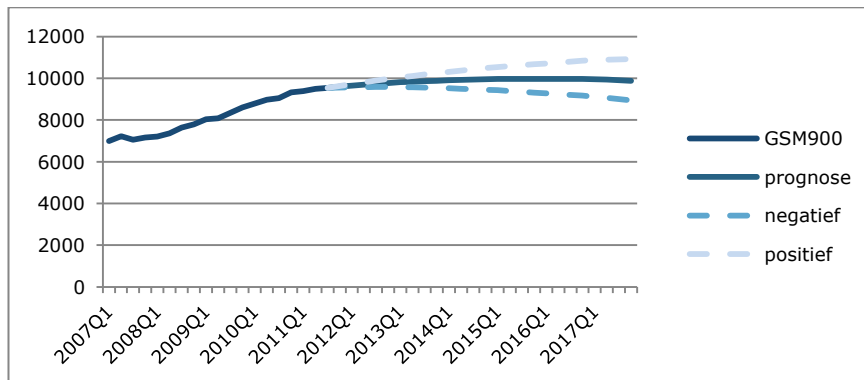
Hierna hebben we per band, per techniek (dus GSM 900, GSM 1800, etc.) de recente trend (groeipercentage) gecorrigeerd aan de hand van de verwachtingen en ontwikkelingen die in hoofdstuk vier zijn beschreven. Bij sommige technieken en in sommige banden is bijvoorbeeld een kleinere groei te verwachten omdat er momenteel alleen nog wordt bijgeplaatst om de laatste 'dekkings-lacunes' op te vullen.

Waar relevant hebben wij bij het opstellen van de prognoses onderscheid gemaakt tussen stedelijke, minder stedelijke, en rurale gebieden.

5.1.1 GSM

GSM 900

De GSM antenne-installaties op de 900 MHz band laten momenteel een lichte stabiele groei zien. Op langere termijn is de verwachting dat GSM 900 vervangen zal worden door LTE⁵⁰. Voor de komende vijf jaar betekent dit dat de groei van het aantal GSM 900 antenne-installaties zal gaan afnemen vanaf rond 2014/2015, nadat de frequenties opnieuw verdeeld zijn en de uitrol van LTE is ingezet. Onderstaande grafiek toont onze prognose, met een indicatie van de onzekerheid.

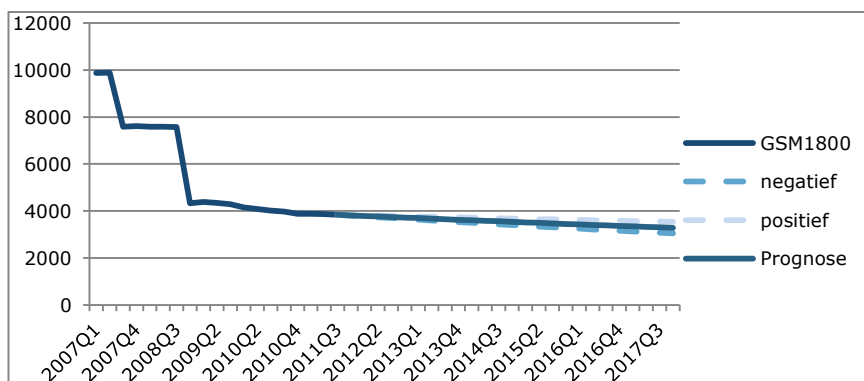


Figuur 13: Prognose GSM 900

GSM 1800

Op dit moment daalt het aantal GSM antenne-installaties op de 1800 MHz band. Naar verwachting zal deze daling nog enige tijd doorzetten, doordat een deel van de dekking door GSM 900 over wordt genomen, en een deel van de capaciteit door UMTS.

Na de komende veiling zal de 1800 band naar verwachting nog een aantal jaren voor GSM gebruikt worden. Pas na 2014 verwachten wij een geleidelijke transitie in deze band naar LTE, waarbij GSM en LTE nog enkele jaren naast elkaar zullen bestaan.



Figuur 14: Prognose GSM 1800

Hieronder een samengevatte tabel voor de prognose van de GSM antenne-installaties.

⁵⁰ Overigens is ook niet uit te sluiten dat sommige aanbieders een tijdelang UMTS in deze zelfde band zullen implementeren, als overgang naar LTE.

Tabel 11: Prognose GSM 900 en GSM 1800

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
GSM 900	9.536	~ 9.900	<ul style="list-style-type: none">- Stabiele (lichte) groei.- Groei neemt af na 2014, wanneer de LTE uitrol begint.
GSM 1800	3.862	~ 3.300	<ul style="list-style-type: none">- Daling zet voort.- Pas op lange termijn geheel vervangen door LTE.

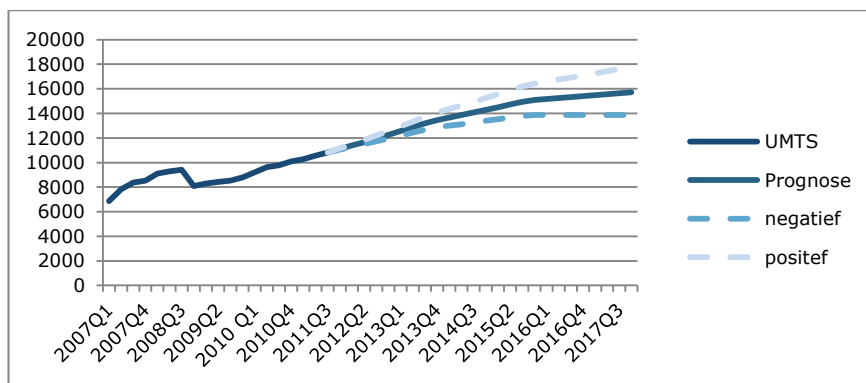
5.1.2 UMTS 2100

In de 2100 MHz band hebben we in Nederland drie landelijk dekkende netwerken. Hoewel het aantal antennes naar verwachting nog zal groeien, zal deze groei stagneren wanneer de LTE netwerken grootschalig uitgerold worden (naar verwachting rond 2016). Operators bouwen momenteel nog steeds antennes bij om de capaciteit van hun netwerken te verhogen. Als LTE eenmaal gebruikt wordt voor mobiel breedband, zal de groei van UMTS antennes in deze band stagneren.

Voor een landelijk dekkend mobiel breedband netwerk, zullen de operators zich naar verwachting focussen op de LTE technologie op de 800 MHz en de 2,6 GHz banden, later aangevuld met de 900 MHz en 1800 MHz banden. De 2100 MHz band met de bijbehorende UMTS technologie zal nog lange tijd gebruikt worden als een ondersteunende technologie om aanvullende capaciteit te bieden op plaatsen waar nog niet voldoende LTE capaciteit beschikbaar is.

Bovendien zal UMTS voorlopig, net als GSM, naast LTE blijven bestaan om spraakdiensten aan te bieden. Er zijn weliswaar verschillende manieren om spraak via LTE aan te bieden, maar de verwachting is dat de bestaande aanbieders zich voorlopig concentreren op datadiensten, en voor spraak terugvallen op UMTS en GSM.

De vergunningen voor de 2100 MHz band verlopen eind 2016; het is nu nog niet te zeggen wat daarna met deze band zal gebeuren. Uitgaande van een beleid dat vergelijkbaar is met het huidige, zullen de bestaande aanbieders deze banden weer voor een groot deel kunnen verwerven en kunnen zij in deze band een geleidelijke overgang van UMTS naar LTE initiëren.



Figuur 15: Prognose UMTS 2100

Samengevat staan in tabel 12 de te verwachten aantallen UMTS antenne-installaties voor de komende vijf jaar.

Tabel 12: Prognose UMTS

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
UMTS	10.723	~ 16.000	<ul style="list-style-type: none">- Groeit de komende jaren nog door vraag naar meer data- Groei zwakt af waarschijnlijk vanaf 2015 doordat operators met LTE uitrol beginnen- Groei zwakt verder af in 2016, wanneer operators verder zijn met LTE en bovendien het einde van de vergunning nadert.- Na een eventuele veiling kan de groei weer iets toenemen

5.1.3 LTE

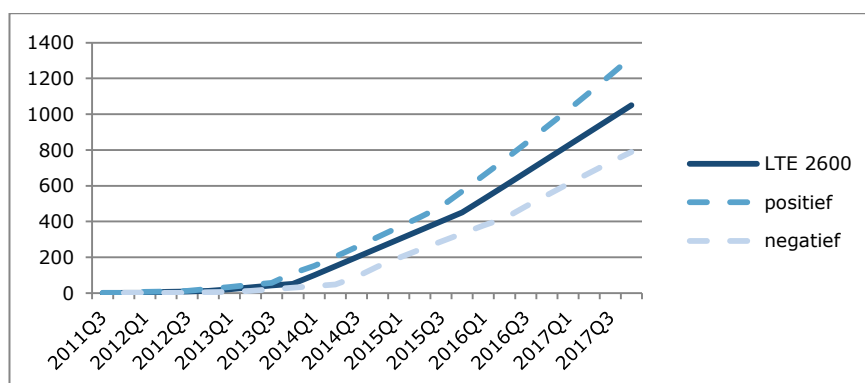
De te verwachten aantallen zullen op termijn in dezelfde orde van grootte liggen als de huidige GSM 900 antenne-installaties. Dit komt omdat de banden dichtbij elkaar liggen, en er voor een (vergelijkbaar) goede dekking een vergelijkbaar aantal nodig zal zijn.

Het aantal GSM 900 antennes is nu rond de 9.000 voor drie operators gezamenlijk. De uitrol is begonnen in 1998 en het heeft dus 13 jaar geduurd om dit aantal te bereiken.

De uitrolsnelheid van LTE zal naar verwachting veel sneller gaan; de huidige opstelpunten (ingericht voor de radioplanning voor 900 MHz) zijn al beschikbaar, en door de invoering van Multi Standard Radio's kunnen operators relatief makkelijk overschakelen op een nieuwe technologie. Dit betekent dat operators, als ze eenmaal van start gaan, snel LTE in de 900 MHz band kunnen uitrollen. Om die reden is het ook mogelijk om tussendoor een tijdlang UMTS in te zetten: met Multi Standard Radio's vereist dit geen extra investeringen.

De voorwaarden van de nieuwe veiling worden zo opgesteld dat er in principe twee nieuwe operators bij zouden kunnen komen⁵¹. Als dit al werkelijkheid wordt, is het niet te verwachten dat deze operators onmiddellijk een grootschalige uitrol zullen starten. Waarschijnlijker is het dat zij zullen proberen "mee te liften" op de bestaande netwerken, en wellicht op een aantal strategische plaatsen een eigen infrastructuur aan zullen leggen. Ook is het mogelijk dat de twee nieuwe operators samen infrastructuur aanleggen.

Bij het maken van het prognose nemen we als uitgangspunt het huidige aantal en de huidige groei van de GSM 900 antenne-installaties. Naar verwachting zullen de bestaande GSM 900 antennes geschikt gemaakt worden om gelijktijdig GSM 900 en LTE 800 aan te bieden, of vervangen worden door antennes die hiervoor geschikt zijn.

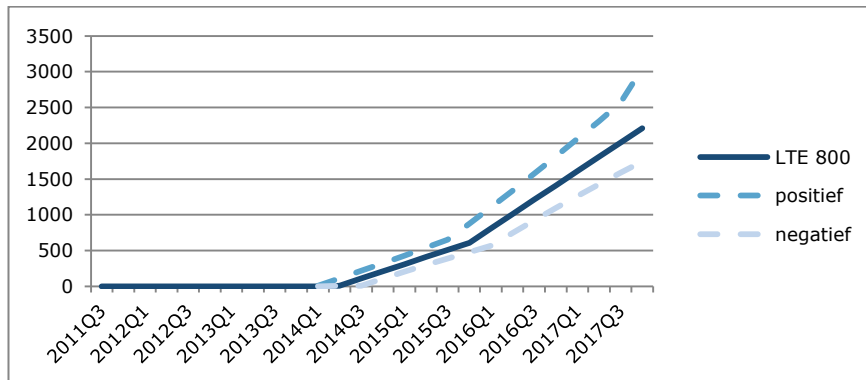


Figuur 16: Prognose LTE antenne-installaties op de 2600 MHz

Startmoment voor de uitrol van LTE 2600: Voor LTE op de 2,6 GHz band (LTE 2600) verwachten wij dat er in 2012 al een begin gemaakt wordt, in verband met de ingebruiknameverplichting vanuit de 2,6 GHz veiling. De eerste pilot installaties zijn inmiddels al gebouwd.

⁵¹ Stand van zaken na uitspraken van de Minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie in het Algemeen Overleg Telecommunicatie op 15 september 2011.

Startmoment voor de uitrol van LTE 800: De uitrol van LTE in de 800 MHz band kan pas na de multiband veiling beginnen, en het is afhankelijk van de ingebruiknameverplichting wanneer de uitrol precies gaat beginnen. De veiling zal naar verwachting plaats vinden in Q3 2012. Op z'n vroegst kunnen operators een jaar later pas beginnen, dus Q3 2013, om dan een tijdlang ervaring op te doen met deze nieuwe techniek. Waarschijnlijk zal een grootschalige uitrol niet eerder dan 2015 beginnen.



Figuur 17: Prognose LTE antenne-installaties op de 800 MHz band

Samengevat zijn de volgende aantallen te verwachten voor LTE.

Tabel 13: Prognose LTE

	Aantal 2011	Schatting 2017
LTE 2600	~ 3	~ 1.000
LTE 800	0	~ 2.000

5.1.4 Microcellen

Microcellen⁵² worden ingezet om kleinschalige dekking te realiseren, met name indoor. De trend om microcellen te gebruiken ter ondersteuning van de netwerken van de operators was in het vorige onderzoek antennebehoefte al genoemd, maar door de stijging van de capaciteitsbehoefte is er nu meer reden voor de operators om deze systemen in te zetten.

Antennes voor microcellen worden niet altijd opgegeven voor registratie in het antenneregister, waardoor het lastig is om een goede inschatting van het aantal te geven⁵³. In het register staan er ruim 500. Duidelijk is dat het aantal nog toeneemt, met name in kantoorgebouwen waar de combinatie van metaalcoating op de ramen en een grote behoefte aan mobiele data vaak voor extra druk op de operators zorgt.

Tot deze categorie behoren ook de microcellen in het kader van private GSM (vergunningvrij gebruik van de voormalige DECT guard band). Het gebruik van deze systemen is nog zeer beperkt, maar neemt wel snel toe. Het betreft op dit moment enkele honderden antennes, waarvan het grootste deel binnenshuis.

Tabel 14: Prognose voor microcellen

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
Microcellen van operators	> 500	toename	<ul style="list-style-type: none"> - Behoeft aan mobiele data in kantoorgebouwen, waardoor capaciteit en indoor dekking van bestaande netwerken soms onvoldoende is. - Betere beheersystemen waardoor de inzet makkelijker wordt
Private GSM systemen	enkele honderden ⁵⁴	toename	<ul style="list-style-type: none"> - Sommige grootgebruikers zoals Defensie en enkele ziekenhuizen maken gebruik van de vergunningsvrije ruimte op de 1800 MHz band om een eigen private GSM netwerk te bouwen. Deze zorgt voor betere indoor dekking, meer autonomie, of het vervangt andere systemen zoals in-huis pagers.

⁵² Dit is een verzamelnaam voor alle kleinere cellen en hiermee worden ook femtocellen, picocellen en nanocellen mee bedoeld. Voor een specifieke definitie zie onze begrippenlijst in Annex B.

⁵³ Overigens is dit wel verplicht, indien deze antennes onderdeel zijn van een groter netwerk (waarvan meer dan de helft meer dan 10dBW ERP uitstraalt).

⁵⁴ Stratix Consulting (2010) "Vergunningvrij gebruik voormalige DECT guardband"

5.1.5 Straalzers

Straalzers worden vooral gebruikt als zogenaamde backbone van het mobiele netwerk van de huidige operators. Bij het uitrollen van landelijk dekkende mobiele netwerken was het gebruik van straalzers sneller en goedkoper dan het aanleggen van een vast glasvezelnetwerk als backbone. Bovendien waren hadden straalzers voldoende capaciteit voor het toenmalige verkeer.

Nu de vraag naar capaciteit aan het toenemen is, en meer zal toenemen in de toekomst, wordt het voor de mobiele operators interessant om een glasvezelnetwerk uit te rollen. Aangezien er nu al veel meer glasvezel in de grond ligt dan 10 jaar geleden is dat ook eenvoudiger te realiseren.

Straalzers zullen op de lange termijn langzaam maar zeker vervangen worden door vaste netwerken, maar of ze helemaal gaan verdwijnen is maar de vraag. In rurale gebieden is een glasvezelverbinding naar een antenne-opstelpunt alleen interessant als er toevallig al vezels in de buurt liggen. Voor de komende vijf jaar verwachten wij een lichte afname van het aantal straalzers.

Tabel 15: Prognose straalzers

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
Straalzers	13.714	~12.000	- Er wordt meer glasvezel gebruikt.

5.1.6 Antenne-opstelpunten

Deze stijging in antennebehoefte leidt tot stijging in de behoefte voor antenne-opstelpunten. Het aantal zelfstandige antenne-opstelpunten (masten) zal niet veel stijgen, onder andere door gebrek aan ruimte bij gemeenten en door de eerder genoemde trends. Wel zal de stijging van antennebehoefte leiden tot herstructurering van netwerken en van masten. Dit wil zeggen dat de masten fysiek versterkt worden en dat de technologie aangepast zal worden om sharing en efficiëntie te bevorderen.

De behoefte aan dak-opstellingen stijgt, maar ook hier kan herstructurering van de opstelpunten (vervanging van oude antenne-installatie door nieuwe multi-band antennes) leiden tot mindere harde stijging. Daar staat tegenover dat bijvoorbeeld invoering van 'micronetwerken' kan zorgen voor stijging van andersoortige opstelpunten (voor de kleinere antennes zijn vaak 'eenvoudigere' opstelpunten voldoende).

Tabel 16: Prognose Antenne-opstelpunten

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
Antenne-opstelpunten	~ 9.762	~ 11.000	- Verdeeld over dak-opstellingen en vrijstaande masten - Toenemende site-sharing - Multiband antennes, hierdoor weinig fysieke extra antennes

5.2 Omroepen: analoog en digitaal

5.2.1 *Analoog*

De verwachting is dat het aantal zenders voor analoge radio de komende jaren stabiel zal blijven.

Tabel 17: Prognose AM/FM

	Aantal 2011	Schatting 2017
AM/FM	642	Stabiel

5.2.2 *Digitaal*

In deze categorie vallen de digitale TV en radio diensten, met name DVB-T en TDAB. Daarnaast bestond tot voor kort DVB-H, een techniek voor een mobiele TV dienst. Een concurrent daarvan is T-DMB, een uitbreiding van TDAB met multimedia en daardoor ook geschikt voor (mobiele) televisiediensten.

5.2.3 *DVB-T*

Het huidige DVB-T netwerk heeft reeds een behoorlijke dekking. In de toekomst zal wellicht worden overgestapt op de opvolger DVB-T2. Op dit moment is echter onbekend of en wanneer dat in Nederland zal gebeuren, en het ligt voor de hand dat een eventuele aanpassing aan het netwerk pas plaatsvindt nadat duidelijk is hoe de vergunningen voor de DVB-frequenties na 2017 worden verdeeld. Tot die tijd zijn geen grote aanpassingen aangekondigd of te verwachten.

Tabel 18: Prognose DVB-T

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
DVB-T	68	Stabiel	- Momenteel stabiel; - Huidige vergunningen lopen af in 2017.

5.2.4 TDAB

TDAB lijkt vooralsnog nog niet aan te slaan in Nederland. Dit gaat op lange termijn wellicht gebeuren; de populariteit zal afhangen van zowel de beschikbaarheid van digitale ontvangers in bijvoorbeeld autoradio's of wekkerradio's als de uitrol door de aanbieders. Wel hebben de landelijke commerciële omroepen een verplichting om TDAB in te zetten, maar het is nog niet duidelijk of zij daarvoor mee zullen liften op de bestaande antennes, of dat ze nieuwe antennes zullen plaatsen.

T-DMB is een op DAB gebaseerde technologie voor multimedia-broadcast. In Nederland hebben Mobile TV Nederland BV (MTVNL) en CallMax hiervoor een vergunning, maar is er nog geen commerciële dienst beschikbaar. MTVNL heeft een aantal zenders in de lucht⁵⁵ en zegt plannen te hebben in 2012 met een dienst te zullen komen⁵⁶.

Tabel 19: Prognose TDAB

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
TDAB	30	~35 (+ eventueel 40 à 50)	<ul style="list-style-type: none"> - De verwachting is dat commerciële radiostation dezelfde antenne-installaties gaan gebruiken als nu voor het uitzenden van digitale radio, daarom geen harde stijging⁵⁷. - Indien een van de vergunninghouders een T-DMB televisie-initiatief succesvol introduceert dan kunnen hier tot 40 a 50 antenne installaties bijkomen voor een landelijk T-DMB netwerk.

⁵⁵ <http://www.telecompaper.com/commentaar/kpn-gooit-handdoek-in-de-ring-met-dvb-h>

⁵⁶ <http://www.mtvnl.nl/televisie/>

⁵⁷ www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2010/05/18/waarde-commerciele-radiovergunningen/10072475-bijlage.pdf en www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/03/18/addendum-waarde-commerciele-radiovergunningen/seo-economisch-onderzoek-addendum-waarde-commerciele-radiovergunningen.pdf

5.3 Algemeen belang: C2000

De dekking van C2000 laat op een aantal plaatsen nog te wensen over, en er zijn plannen dit netwerk verder uit te bouwen. Voor een deel kan de dekking worden aangevuld met 'Special Coverage Locations' (SCL), maar deze zijn niet altijd makkelijk te realiseren en te onderhouden. De Special Coverage Locations zijn meestal inpandig en zijn voor specifieke particuliere locaties, zoals voetbalstadia.

Naast de Special Coverage Locations komen er nog vijf tot tien reguliere C2000 antenne-installaties per jaar bij, en is er een voorstel om eenmalig nog ongeveer 100 extra C2000 antenne-installaties bij te plaatsen om de dekking te verbeteren. De komst van deze 100 extra locaties is echter nog afhankelijk van het budget van het Ministerie van Veiligheid en Justitie.

Tabel 20: Prognose C2000

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
C2000	500	600 à 650	<ul style="list-style-type: none">- Dit is afhankelijk van het budget- Deze techniek zal in de komende 5 jaar gehandhaafd blijven- Exclusief SCL's

5.4 Overige

Dit zijn de antenne-installaties die (nog) niet op grote schaal gebruikt worden in Nederland.

5.4.1 CGC

Er wordt geen snelle groei verwacht op het gebied van Complementary Ground Component netwerken. Wel worden er beleidsregels opgesteld om toepassing van CGC te stimuleren; de onzekerheid is dan ook groot.

Tabel 21: Prognose CGC

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
CGC	0	Waarschijnlijk 0, maar onzeker.	- Uitrol is afhankelijk van de business case; tot nog toe is er weinig concrete belangstelling.

5.4.2 Semafonie

De huidige twee vergunningen voor semafonie lopen tot 2013 en tot 2016. De toekomst van semafonie is onzeker, maar vooralsnog verwachten wij dat de aantallen stabiel zullen blijven tot tenminste 2016. Daarna zal een beslissing genomen moeten worden om al dan niet verder te gaan met semafonie, waarbij met name ERMES een voor de hand liggende techniek is.

Tabel 22: Prognose semafonie

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
Semafonie	ruim 450	Stabiel	- Vergunningen zijn verlengd tot 2013 resp. 2016 - Daarna voortzetting dienst onzeker

5.4.3 GSM-R

GSM-R biedt in Nederland volledige dekking langs de spoorwegen, naar verwachting zal Prorail het netwerk in de komende jaren alleen onderhouden. Daarom is de verwachting dat het aantal antenne-installaties stabiel blijft (behoudens enkele masten langs nieuw aan te leggen spoortrajecten).

Tabel 23: Prognose GSM-R

	Aantal 2011	Schatting 2017
GSM-R	332	Stabiel

5.4.4 PAMR

Tabel 24: Prognose PAMR

	Aantal 2011	Schatting 2017	Bijbehorende trends/redenen
TETRA	70	Stabiel	- Vergunning loopt tot september 2016
Analoge PAMR	70	0	- Wordt geconverteerd naar TETRA

5.4.5 CDMA 450

Dit is een speciaal netwerk voor M2M toepassingen zoals de slimme meter. Het gebruik van dit netwerk is niet grootschalig, en de verwachtingen daarvan zijn beperkt.

Tabel 25: Prognose CDMA 450

	Aantal 2011	Schatting 2017
CDMA 450	50	Stabiel

5.4.6 Radio zendamateurs

Het aantal zendamateurs lijkt de komende jaren af te gaan nemen: er zijn allerlei alternatieven waardoor de interesse in algemene zin afneemt.

Tabel 26: Prognose radiozendamateurs

	Aantal 2011	Schatting 2017
Radiozendamateurs	~ 12.000	Wordt minder

5.5 Totaal tabel

Als we alle gegevens bij elkaar brengen ontstaat de volgende overzichtstabel:

Tabel 27: Totaal tabel prognose

	2011	Schatting 2017	Opmerkingen
Mobiele communicatie			
<i>GSM 900</i>	9.536	~ 9.900	- Stabiele (lichte) groei - Groei neemt af na 2014, wanneer de LTE uitrol begint.
<i>GSM 1800</i>	3.862	~ 3.300	- Daling zet voort. - Pas op lange termijn geheel vervangen door LTE.
<i>UMTS</i>	10.723	~ 16.000	- Groeit de komende jaren nog door vraag naar meer data - Groei zwakt af waarschijnlijk vanaf 2015 doordat operators met LTE uitrol beginnen - Groei zwakt verder af in 2016, wanneer operators verder zijn met LTE en bovendien het einde van de vergunning nadert. - Na een eventuele veiling kan de groei weer iets toenemen
<i>LTE 2600</i>	~ 3	~ 1.000	
<i>LTE 800</i>	0	~ 2.000	
<i>Microcellen van operators</i>	>500	Toename	- Behoeftte aan mobiele data in kantoorgebouwen, waardoor

	2011	Schatting 2017	Opmerkingen
			<ul style="list-style-type: none"> capaciteit en indoor dekking van bestaande netwerken soms onvoldoende is. - Betere beheersystemen waardoor de inzet makkelijker wordt
<i>Private GSM systemen</i>	Enkele honderden	Toename	<ul style="list-style-type: none"> - Sommige grootgebruikers zoals Defensie en enkele ziekenhuizen maken gebruik van de vergunningsvrije ruimte op de 1800 MHz band om een eigen private GSM netwerk te bouwen. Deze zorgt voor betere indoor dekking, meer autonomie, of het vervangt andere systemen zoals in-huis pagers.
<i>Straalzenders</i>	13.714	~12.000	<ul style="list-style-type: none"> - Er wordt meer glasvezel gebruikt
<i>Antenne-opstelpunten</i>	~9.762	~ 11.000	<ul style="list-style-type: none"> - Verdeeld over dak-opstellingen en vrijstaande masten - Toenemende site-sharing - Multiband antennes, hierdoor weinig fysieke extra antennes.
Omroep: analoog en digitaal			
<i>AM/FM</i>	642	Stabiel	<ul style="list-style-type: none"> - Analoge radio omroep
<i>DVB-T</i>	68	Stabiel	<ul style="list-style-type: none"> - Momenteel stabiel; - Huidige vergunningen lopen af in 2017.
<i>TDAB</i>	30	~35	<ul style="list-style-type: none"> - De verwachting is dat commerciële radiostation dezelfde antenne-installaties gaan gebruiken als nu voor het uitzenden van digitale radio, daarom geen harde stijging.
Algemeen belang			
<i>C2000</i>	500	600 à 650	<ul style="list-style-type: none"> - Dit is afhankelijk van het budget - Deze techniek zal in de komende 5 jaar gehandhaafd blijven - Exclusief SCL's
Overig			
<i>CGC</i>	0	Waarschijnlijk 0, maar onzeker.	<ul style="list-style-type: none"> - Uitrol is afhankelijk van de business case; tot nog toe is er weinig concrete belangstelling.
<i>Semafonie</i>	ruim 450	Stabiel	<ul style="list-style-type: none"> - Vergunningen zijn verlengd tot 2013 resp. 2016 - Daarna voortzetting dienst onzeker
<i>GSM-R</i>	332	Stabiel	<ul style="list-style-type: none"> - GSM netwerk Speciaal voor spoorwegen

	2011	Schatting 2017	Opmerkingen
<i>TETRA</i>	70	Stabiel	- Vergunning loopt tot september 2016
<i>Analoge PAMR</i>	70	0	- Wordt geconverteerd naar TETRA
<i>CDMA 450</i>	50	Stabiel	
<i>Radiozendamateurs</i>	~12.000	Wordt minder	

6 Maatschappelijke context

Bij plaatsing van antenne-installaties worden, mede vanwege het voor veel mensen ongrijpbare karakter van elektromagnetische velden, door burgers regelmatig vragen gesteld. Alhoewel de algemene onrust over het plaatsen van antenne-installaties de laatste jaren lijkt te zijn afgenomen vindt op verschillende vlakken nog wel discussie plaats.

6.1 Algemeen

Bij plaatsing van antenne-opstelpunten wordt regelmatig bezwaar gemaakt of worden vragen gesteld door ongeruste bewoners of actiegroepen. Bezwaren komen voort uit bezorgdheid over gezondheid, maar ook uit esthetische overwegingen. Steeds meer mensen realiseren zich wel dat antennes nodig zijn voor de moderne telecommunicatienetwerken waar ook zij gebruik van maken, maar toch zien zij liever geen grote masten in hun al te directe omgeving geplaatst (NIMBY effect). Vaak worden er bij bezwaar tegen de plaatsing van een mast nogal verschillende argumenten ingezet om plaatsing tegen te gaan. Het is dan ook moeilijk vast te stellen waarop het initiële bezwaar echt gebaseerd is.

De manier waarop een gemeente hierin acteert is van invloed, en gemeentelijk beleid speelt hier dan een duidelijke rol, al verschilt de insteek sterk per gemeente.

Ook de communicatie vanuit de aanbieder en de gemeente is van belang. Als mensen zich voor een voldongen feit geplaatst zien is de verontwaardiging groter, terwijl tijdige, feitelijke communicatie en open overleg de bezwaren tegen een nieuwe mast kunnen verminderen.

6.2 Weerstand afgelopen jaren niet toegenomen

Al met al lijkt de maatschappelijke weerstand in de afgelopen jaren niet toegenomen te zijn, en er zijn aanwijzingen dat de situatie stabiel is: in ieder geval zijn er de afgelopen paar jaar (2-3 jaar) duidelijk minder vragen binnen gekomen bij bijvoorbeeld gemeenten of andere instellingen die te maken hebben met plaatsing van antenne-installaties of antenne-opstelpunten⁵⁸. Bovendien is het aantal vragen en aanvragen voor voorlichtingsbijeenkomsten bij het Antennebureau stabiel.

Dit kan voortkomen uit een acceptatie van antennes (de meeste mensen maken immers zelf ook gebruik van diverse mobiele toepassingen, en hebben veelal zelf ook WiFi in huis), maar ook uit het feit dat er de afgelopen jaren minder antennes zijn bijgekomen (zie figuur 2). De uitrol van nieuwe netwerken zoals in de 800 MHz en 2,6 GHz band en de eventuele nieuwe toetreders kunnen het aantal nieuw te plaatsen antenne-installaties wel weer doen toenemen in de komende jaren, waardoor de onrust wellicht weer zou kunnen toenemen.

⁵⁸ Operators hebben tegenwoordig meer moeite met het vinden van geschikte locaties: veel van de makkelijke en logische locaties om eenvoudig antennes te plaatsen zijn reeds vergeven, en juist op die plekken waar veel moet worden bijgeplaatst voor capaciteit, zoals bijvoorbeeld in binnensteden, zijn weinig goede locaties meer te vinden, onder meer om het stadsgezicht te beschermen.

6.3 Communicatie over antennes

De manier waarop door operators of gemeente wordt gecommuniceerd heeft veel invloed op de manier waarop gereageerd wordt door bewoners op plaatsing van nieuwe antennes.

Operators die antenne-installaties plaatsen communiceren steeds beter via bijvoorbeeld Monet, waardoor er minder vragen van burgers zijn, en operators treden meer proactief in overleg met gemeenten, waardoor samen naar een goede locatie voor antenne-installaties en opstelpunten gezocht kan worden. Dit geldt niet alleen bij de commerciële aanbieders; ook bij de plaatsing van C2000 antennes wordt er beter gecommuniceerd, ondanks het feit dat het reguliere vergunningentraject hierbij niet van toepassing is.

Er zijn diverse plaatsen waar burgers met vragen terecht kunnen, zoals het Antennebureau en het Kennisplatform Elektromagnetische Velden⁵⁹. Hierdoor kunnen burgers voor nadere informatie omtrent antennes bij allerlei instanties terecht; men weet deze instanties ook steeds beter te vinden, waardoor een deel van de vragen of bezwaren al bij voorbaat wordt weggenomen.

6.4 Gemeentelijk beleid en schaarste

Het gemeentelijk beleid ten aanzien van antennes varieert sterk van gemeente tot gemeente. Vaak verandert de houding van een gemeente als er andere politieke partijen aan de macht komen.

Gemeenten (met name kleinere gemeenten) proberen nieuwbouw van masten vaak in ieder geval buiten de bebouwde kern te houden. Ook zijn er gemeenten waar beleid geldt tegen het plaatsen van antennes bij bijvoorbeeld scholen, wat een weerslag is van bezwaren vanuit de lokale gemeenschap. Dat laatste heet het voorzorgsprincipe. In andere gemeenten wordt het voorzorgsprincipe niet in deze vorm gehanteerd, maar bij een vergunningaanvraag voor een antenne-installatie wordt woonomgeving zoveel mogelijk ontzien⁶⁰ of er geldt een beleid dat antenne-installaties zo goed mogelijk visueel en esthetisch in de omgeving geïntegreerd moeten worden⁶¹.

De Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) brengt vragen van gemeenten in kaart en probeert op die manier wel sturing te geven aan gemeenten waar daar behoefte aan is. De VNG heeft ook het antenne convenant namens de Nederlandse gemeenten ondertekend.

⁵⁹ <http://www.kennisplatform.nl/>

⁶⁰ <http://www.nijverdalcentraal.nl/wp/2011/04/12/antennebeleid-in-gemeente-hellendoorn/>

⁶¹ <http://www.oldenzaal.nl/download.asp?link=%27files/5003/Antennebeleid.pdf>

6.5 Gezondheidsonderzoeken

Er wordt al jaren veel onderzoek gedaan naar de mogelijke schadelijke gevolgen van elektromagnetische straling⁶², en dan met name naar de gevolgen van de uitrol van mobiele telecom netwerken in de afgelopen 20 jaar. Er zijn veel onderzoeken geweest naar zowel de korte als de lange termijn effecten van het gebruik van mobiele telefoons. De ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) heeft op basis van al dit onderzoek richtlijnen opgesteld voor veilige blootstellingslimieten, inclusief een ruime veiligheidsfactor. De Europese Unie heeft deze limieten aanbevolen aan haar lidstaten. De Nederlandse overheid hanteert deze limieten, en controleert ook of deze niet worden overschreden.

Ten aanzien van de korte termijn effecten zijn er volgens de WHO⁶³ geen schadelijk effecten gevonden door gebruik van mobiele telefoons.

Er is nog steeds geen definitieve uitsluiting over de lange termijn effecten van straling van mobiele telefoons of netwerken. Onlangs (mei 2011) heeft de Wereld Gezondheidsorganisatie WHO⁶⁴ de straling van het *gebruik van mobiele telefoons* ingedeeld in de categorie "2B"⁶⁵. Dit betekent dat de WHO niet uit kan sluiten dat er schadelijke gevolgen zijn door het gebruik van mobiele telefoons, ook al zijn schadelijke gevolgen nu nog niet aangetoond.

Deze WHO classificatie betreft weliswaar het gebruik van mobiele telefoons en niet de aanwezigheid van antennes, maar kan volgens verschillende stakeholders de komende jaren de discussie omtrent de gevolgen van elektromagnetische velden vanuit antennes weer doen toenemen.

6.6 Waardedaling huizen

Gezien de vraagtekens die sommige mensen plaatsen bij de mogelijke gezondheidseffecten van antennes, ligt het voor de hand dat de aanwezigheid van antennes een waardedrukkend effect zou kunnen hebben voor de huizen in de buurt van een opstelpunt. Dit is tot nu toe niet aangetoond, en ook professionele taxateurs betrekken de aanwezigheid van een opstelpunt in het algemeen niet in hun taxaties. Wel heeft de rechtbank in één geval de WOZ waarde van een huis verlaagd omdat de gemeente onvoldoende kon weerleggen dat de aanwezigheid van een UMTS mast waarde verlagend zou kunnen zijn⁶⁶, terwijl een andere rechtbank in één geval planschade toekende in verband met de vrijstelling van het bestemmingsplan ten behoeve van een UMTS mast⁶⁷.

⁶² Elektromagnetische straling is een breed begrip; in deze context betreft het niet-ioniserende straling.

⁶³ <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/>

⁶⁴ <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf>

⁶⁵ IARC categorie 2B: "*possibly carcinogenic to humans*". Overigens valt bijvoorbeeld ook koffie in deze categorie. http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

⁶⁶ LJN BD5752

⁶⁷ LJN BK0868

In verschillende andere gevallen oordeelde de rechtbank echter dat niet aan was getoond dat de aanwezigheid van een GSM of UMTS mast een waardedrukkend effect zou hebben⁶⁸.

6.7 Samenvattend

In het algemeen lijkt de maatschappelijke aandacht rondom antennes de afgelopen jaren enigszins te stabiliseren. Er zijn minder vragen binnengekomen bij gemeenten, en er is minder aandacht vanuit de media voor nieuwe antennes of voor onderzoek naar gezondheidsproblemen. Dit algemene beeld geldt niet voor specifieke locaties: er zijn bij plaatsing vaak wel bezwaren van lokale bewoners die om allerlei redenen niet willen dat antennes of antennemasten in hun buurt of wijk komen te staan. Het plaatsen van antennes geeft dan ook vaak wel enige vorm van bezwaar in de vorm van discussie, vragen of protest. Alhoewel dus de algehele zorg rondom antennes lijkt te zijn afgenomen vormen zaken als ruimtelijke ordening en Elektromagnetische Velden de meest belemmerende factoren.

⁶⁸ Zie bijvoorbeeld LJN BK0868, LJN AX6520, LJN BA6524 en LJN BG4122.

7 Conclusies

Door het toenemende gebruik van mobiele diensten, en met name datadiensten, zien de mobiele aanbieders zich nog steeds genoodzaakt hun netwerken verder uit te breiden en te ontwikkelen. Dit levert een stijging van het aantal antenne-installaties op. De groei is in de afgelopen jaren echter minder sterk geweest dan in de jaren ervoor; dit komt met name door de consolidatie van mobiele netwerken.

Onze verwachting is dat de aantallen antenne-installaties de komende jaren verder zullen toenemen, met name door de uitrol van LTE, maar dat de groei kleiner zal zijn dan in voorbije jaren. Voor een deel komt dat omdat de geografische dekking al voldoende is op dit moment. Bovendien zal een deel van de benodigde capaciteitsgroei voor data opgevangen worden door microcellen en door WiFi off-load. Verder verwachten wij dat de nieuwe vergunninghouders de komende jaren geen grootschalige netwerken uit zullen rollen, maar combinaties zullen zoeken met bestaande netwerken en hooguit in een beperkt geografische gebied eigen antenne-installaties uit zullen rollen.

Het aantal zichtbare antennes zal naar verwachting veel minder toenemen. Weliswaar neemt het aantal antenne-installaties toe, maar door de toepassing van technieken die meerdere banden en protocollen in één antennepaneel mogelijk maken vertaalt dit zich niet in een toename van het aantal fysieke antennepanelen. Hierdoor is er ook geen grote stijging in het aantal opstelpunten (masten en dakopstellingen) te verwachten.

Van andere mobiele diensten, zoals semaforie en trunking, verwachten wij de komende jaren geen of weinig toename in het aantal antenne-installaties. Dat geldt ook voor het netwerk voor de spoorwegen GSM-R. Het aantal zendamateurs met antenne-installaties zal naar onze verwachting zelfs iets afnemen.

Voor C2000 verwachten wij, afhankelijk van budget en prioriteiten, nog wel een toename van ongeveer 150 antenne-installaties.

In het verleden is er veel verzet geweest tegen de komst van antenne-opstelpunten, met name in de buurt van woningen en scholen. Dat verzet lijkt nationaal gezien enigszins gestabiliseerd te zijn; wel kan er discussie zijn over de specifieke locatie waar een mast moet komen, maar de weerstand tegen antennes lijkt minder te zijn dan een aantal jaren geleden.

Vanwege beperkingen in de nauwkeurigheid van de locatie-informatie in het antenneregister, is het lastig om de mate van site-sharing te bepalen. Aangezien het Antennebureau de gegevens niet zelf controleert, maar afhankelijk is van de aanbieders, kan het register gemakkelijk verontreinigd raken. Een andere mogelijke bron van vervuiling van het register bestaat uit zendamateurs, die met hun hobby gestopt zijn en hun antenne gedemonteerd hebben, maar verzuimd hebben dit door te geven.

De huidige vorm van registratie van antenne-installaties in het antenneregister, per toepassing en frequentie, is op den duur wellicht niet zinvol, aangezien toepassing en frequentie door de inzet van Multi Standard Radio's van dag tot dag aangepast kan worden. Bovendien is het de vraag of de huidige registratie een representatief beeld geeft: een GSM

antenne die voor een deel omgezet wordt naar LTE in dezelfde band, telt bij deze systematiek opeens als twee antenne-installaties, terwijl er behalve de configuratie aan de installatie niets gewijzigd is. Een registratie van antennepanelen (sectoren) per soort toepassing (dus alleen "mobiele communicatie" en niet "GSM" of "LTE") ligt dan misschien meer voor de hand.



Literatuurlijst

Ericsson (2011) *"Mobile broadband in 1800MHz spectrum – spectrum strategies, refarming and the global ecosystem"*

Het ministerie van EL&I (2010) *"Strategische nota mobiele communicatie"*

Kamerstukken (2010/11) *"Frequentiebeleid: Motie van de leden Verburg en Schaart"* 24 095 Nr. 273

Kamerstukken (2010/11) *"Frequentiebeleid: Brief van de Minister Van Economische Zaken, Landbouw En Innovatie"* 24 095 nr.284

Ministerie van EL&I (2010) *"Consultatiedocument tot vaststelling van de aanvraag- en veilingprocedure voor vergunningen voor frequentieruimte in de 800, 900 en 1800 MHz-band ten behoeve van mobiele communicatietoepassingen (Regeling aanvraag- en veilingprocedure vergunningen 800, 900 en 1800 MHz)"* WJZ/ 10146523

TNO (2011) *"Monitor draadloze technologieën 2011"*

TDL advies (2006) *"Verkenning Antennebehoefte 2006-2011"* in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken.

Links

<http://kennisplatform.nl/Homepage.aspx>

<http://umtsmasten.nl/>

<http://www.gsm-antennes.nl/>

<http://www.antennebureau.nl/antenneregister>

Annex A Methode Analyse Antenneregister

In het antenneregister zijn de geografische coördinaten van alle antenne-installaties opgenomen. Deze gegevens kunnen worden gebruikt om een inschatting te maken van het aantal antenne-opstelpunten in Nederland.

De meest eenvoudige methode om op basis van geografische informatie het aantal opstelpunten te bepalen is er van uit te gaan dat antenne-installaties die exact dezelfde Rijksdriehoek(RD) coördinaten hebben (d.w.z. op de meter nauwkeurig) zich op eenzelfde opstelpunt bevinden. Door antenne-installaties met exact dezelfde RD coördinaten te groeperen kan via deze methode een benadering worden gegeven voor het aantal opstelpunten.

In werkelijkheid bevat deze methode echter een behoorlijke onnauwkeurigheid. De meeste coördinaten zijn met de hand op een kaart vastgesteld (door de verschillende providers/vergunninghouders), waardoor het goed mogelijk is dat antenne-installaties die op hetzelfde opstelpunt staan, niet met (exact) dezelfde RD coördinaten in het antenneregister staan. Wij hebben dan ook gebruik gemaakt van een "nabijheids-analyse" om ook deze antennes die in elkaars buurt staan te groeperen.

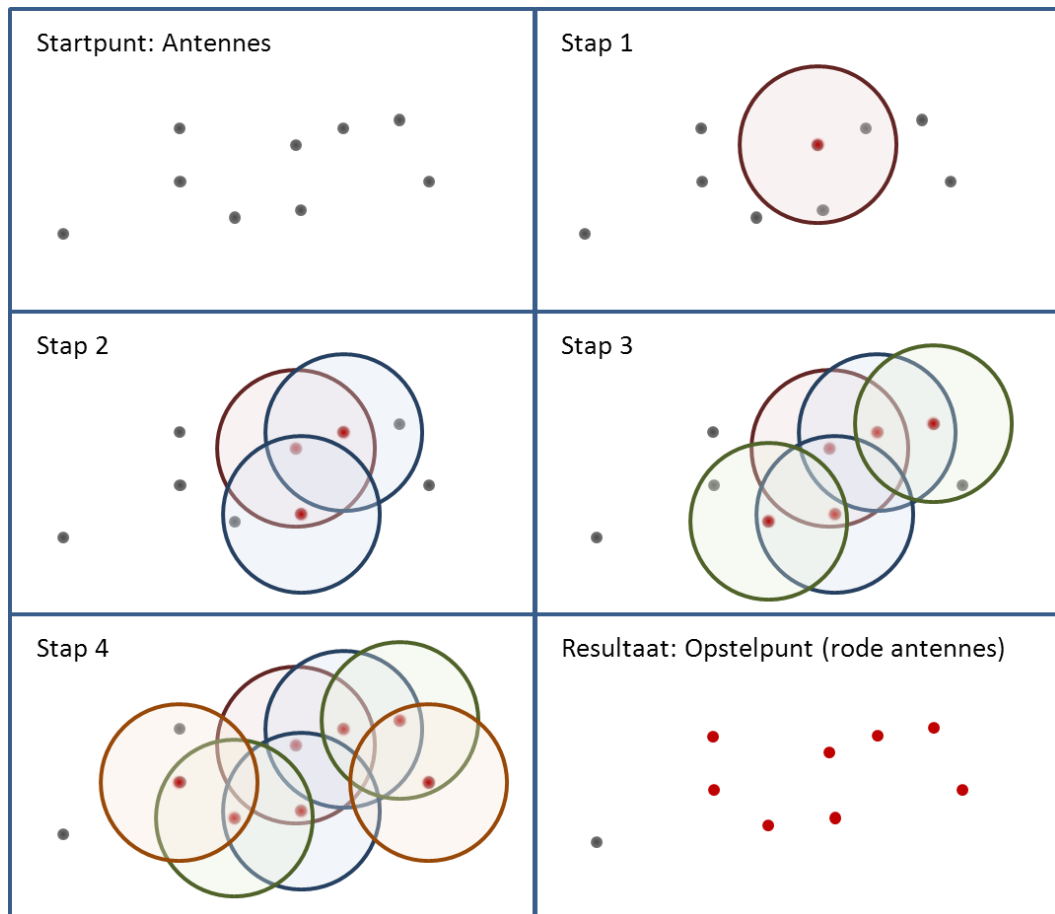
Nabijheids analyse

Zoals hierboven is toegelicht is er enige onnauwkeurigheid in de geografische coördinaten van antenne-installaties in het antenneregister. Dit betekent dat in werkelijkheid de meeste antenne-installaties die zich op hetzelfde opstelpunt bevinden niet exact dezelfde coördinaten hebben, maar wel in nabijheid van elkaar liggen. Om rekening te houden met deze onzekerheid heeft Stratix een nabijheidsanalyse gebruikt voor het bepalen van het aantal opstelpunten.

Bij deze methode wordt ervan uitgegaan dat antenne-installaties die zich op hetzelfde opstelpunt bevinden, binnen een beperkte afstand van elkaar liggen. De exacte werking van deze analyse wordt hieronder beschreven.

Een belangrijke aanname in de analyse is voor welke (maximale) afstand tussen twee antenne-installaties het zeer waarschijnlijk is dat deze tot hetzelfde opstelpunt behoren en niet tot een ander opstelpunt. De betreffende afstand is door Stratix op basis van ervaring en steekproeven bepaald op 80 meter. Bij de nabijheids analyse wordt voor een (willekeurige) antenne-installatie wordt bepaald of er andere antenne-installaties aanwezig zijn binnen de vooraf gedefinieerde afstand van 80 meter. Deze exercitie wordt vervolgens herhaald voor eventuele antennes die binnen het genoemde bereik liggen, met een maximum van 4 stappen in totaal. Alle antenne-installaties die op deze wijze 'binnen bereik' liggen worden gerekend tot hetzelfde opstelpunt.

Schematisch ziet deze analyse eruit zoals weergegeven in de onderstaande figuur



Volgens deze analyse is een opstelpunt dus een cluster van antenne-installaties die zich binnen 80 meter bevinden van een andere antenne-installatie in hetzelfde cluster. Door het beperkte aantal stappen van 4 is de totale afstand binnen een opstelpunt beperkt tot maximaal 640 meter (4 maal 80, iedere kant op), de praktijkresultaten zijn dat deze afstand nooit de 340 meter overtreft en dat voor 97% van de gevonden opstelpunten deze afstand minder is dan 80 meter.

Annex B Begrippenlijst

<i>Antenne-installatie</i>	<i>"een antenne-installatie voor mobiele telecommunicatie, bestaande uit antenne('s), antennedrager, bedrading en apparatuur of techniekkast(en) met bijbehorende bevestigingsconstructie..." (Antenneconvenant, 2002) . Een antenne-installatie kan uit meerdere antennes bestaan. Conform de registratiesystematiek van het antenneregister telt een antenne of combinatie van antennes die voor meerdere toepassingen wordt gebruikt, als meerdere antenne-installaties.</i>
<i>Antenne-opstelpunt</i>	<i>Opstelpunt of mast waar antenne-installatie aan bevestigd/op geplaatst kunnen zijn. Op een antenne-opstelpunt kunnen meerdere antenne-installaties staan.</i>
<i>C2000</i>	<i>Overheidsnetwerk voor hulpdiensten, op basis van TETRA.</i>
<i>CGC</i>	<i>Complementary Ground Component; aards draadloze netwerk dat bedoeld is als aanvulling op een satellietgebaseerd netwerk.</i>
<i>dBW</i>	<i>DeciBelWatt; logaritmische vermogensschaal waarbij de vermogens worden weergegeven in deciBels ten opzichte van 1 Watt.</i>
<i>Docsis</i>	<i>Data Over Cable Service Interface Specification; technologie voor dataverbindingen over kabelnetwerken van de kabeltelevisie aanbieders.</i>
<i>DSL</i>	<i>Digital Subscriber Line; technologie voor dataverbindingen over de koperen telefoonlijn (bijvoorbeeld ADSL of SDSL)</i>
<i>DVB-T</i>	<i>Digital Video Broadcast - Terrestrial; standaard voor aardse digitale televisieuitzendingen. Er is ook een variant DVB-H speciaal voor 'handheld' devices.</i>
<i>EDGE</i>	<i>Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE); uitbreiding op de GPRS-standaard om hogere draadloze bandbreedtes mogelijk te maken.</i>
<i>ERMES</i>	<i>Enhanced Radio MESSaging; standaard voor semaforie</i>
<i>ERP</i>	<i>Effective Radiated Power; manier om uitgestraalde antennevermogens weer te geven.</i>
<i>FDD</i>	<i>Frequency Division Duplex; uitzendtechniek waarbij een frequentie als uplink en een andere als downlink wordt gebruikt (ook wel gepaard gebruik genoemd).</i>

<i>Femto-, pico-, en microcellen</i>	<i>Verschillende varianten van apparatuur voor kleine cellen voor mobiele netwerken;</i>
<i>GPRS</i>	<i>General Packet Radio Service; technologie voor packet-switched mobiel datanetwerk.</i>
<i>GSM</i>	<i>Global System for Mobile Communications; mobiele telefonie standaard.</i>
<i>GSM-R</i>	<i>GSM-Rail; GSM variant speciaal voor spoorwegen.</i>
<i>Handover</i>	<i>Met een "handover" wordt bedoeld dat een mobiel device met een verbinding wordt doorgegeven aan een volgend basestation als het device de cel verlaat en binnen bereik van een andere cel komt, al dan niet van hetzelfde type netwerk.</i>
<i>HSPA</i>	<i>High Speed Packet Access; uitbreiding op de UMTS-standaard die hogere datasnelheden mogelijk maakt.</i>
<i>IP</i>	<i>Internet Protocol; protocol voor datatransport binnen computernetwerken. Wordt gebruikt op het internet en in andere netwerken.</i>
<i>LTE</i>	<i>Long Term Evolution; opvolger van UMTS.</i>
<i>MIMO</i>	<i>Multiple-input, Multiple-output; antennetechniek waarbij, door te ontvangen en te zenden langs meerdere paden, de efficiëntie van een antenne wordt vergroot.</i>
<i>MSR</i>	<i>Multi Standard Radio; concept waarbij de radioapparatuur geschikt is om verschillende mobiele protocollen te ondersteunen.</i>
<i>POCSAG</i>	<i>Post Office Code Standardization Advisory Group; standard voor semaforie.</i>
<i>RAN-sharing</i>	<i>Radio Access Network sharing: het gezamenlijk gebruiken van de actieve apparatuur in een mobiel netwerk door meerdere operators.</i>
<i>SSID</i>	<i>Service Set Identifier, identificatie van een draadloos WiFi netwerk.</i>
<i>TDAB</i>	<i>Terrestrial Digital Audio Broadcasting, Technologie voor digitale audio uitzendingen.</i>
<i>TDD</i>	<i>Time Division Duplex; uitzendtechniek waarbij dezelfde frequentie als zowel up- en downlink wordt gebruikt (ook wel ongepaard gebruik genoemd).</i>

<i>TETRA</i>	<i>Terrestrial Trunked Radio; standaard voor netwerken waarbij snelle verbindingsofbouw belangrijk is (push to talk), onder andere voor hulpdiensten. C2000 is een TETRA netwerk.</i>
<i>UMTS</i>	<i>Universal Mobile Telecommunications System; mobiele telefonie standaard en 'opvolger' van GSM.</i>
<i>VoIP</i>	<i>Voice over IP; technologie voor spraak over IP netwerken.</i>
<i>WiFi</i>	<i>Wireless Fidelity; technologie voor draadloze datanetwerken in vergunningvrije banden.</i>
<i>WiMAX</i>	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access; technologie voor draadloze datanetwerken.</i>