



Agentschap Telecom
*Ministerie van Economische Zaken
en Klimaat*

Veldsterktemetingen aan 5G antenne- installaties in de 3,5 GHz-band

Agentschap Telecom
30 juli 2020

1. Inleiding

Agentschap Telecom voert in de aanloop naar de landelijke uitrol van 5G op verschillende testlocaties van de mobiele operators veldsterktemetingen uit. Op 10 juni 2020 zijn metingen uitgevoerd aan twee experimentele 5G-basisstations. Eén van de twee basisstation is geplaatst op een mast aan de Steenovenweg te Helmond (N51° 28' 25,7", E5° 37' 27,4"). De andere locatie betrof langs de A270 te Nuenen (N51° 27' 43,7", E5° 33' 49,2").

Tijdens het onderzoek was, naast de mobiele netwerkoperator, ook de leverancier van de apparatuur (Ericsson) aanwezig met een *user device*. Door de aanwezigheid van deze *user device* was het bij één van de twee metingen mogelijk een zogenaamde 'traffic beam' te genereren met maximaal dataverkeer. De energie vanuit het basisstation was gericht naar de meetlocatie. Hiermee wordt een situatie nagebootst die zich bij een 5G-basisstation kan voordoen als er een verbinding is opgebouwd.

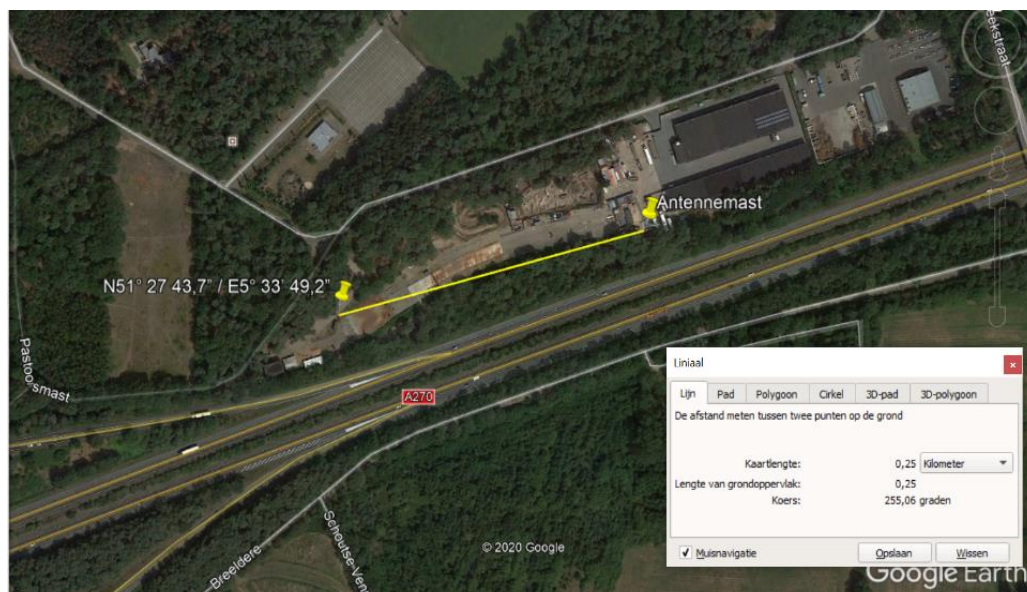
2. Meetopstelling

De meetopstelling bestond uit:

- een breedband veldsterktemeter (NARDA NBM550) met een rondomgevoelige antenne werkend van 100 kHz – 6 GHz, geplaatst op een houten statief op 1,20 m boven straatniveau;
- een selectieve veldsterktemeter (NARDA SRM3006) met een rondomgevoelige antenne werkend van 420 MHz – 6 GHz geplaatst op een houten statief op 1,20 m boven straatniveau;
- een real-time spectrum analyzer (Tektronix RSA306A) met een verticaal gepolariseerde, richtingsgevoelige antenne (EMCO3115) op 1,20 m boven straatniveau.

3. Meetresultaten Nuenen

De meetlocatie bevond zich op 250 meter afstand van het basisstation in de hoofdstraalrichting van de antenne. Figuur 1 toont de positie van het basisstation (Antennemast) en de meetlocatie.



Figuur 1. Overzicht locatie zendmast en meetopstelling Nuenen.

Op deze locatie was het niet mogelijk om een traffic signaal met maximaal dataverkeer te realiseren. Daarom zijn de metingen uitgevoerd met een 'broadcast' signaal.

3.1 Technische parameters antenne

Het basisstation bestaat uit verschillende antennes voor mobiele communicatie, waaronder een massive MIMO-antenne. De massive MIMO-antenne heeft ten tijde van de meting een 5G New Radio (NR) signaal uitgezonden met een bandbreedte van 98 MHz, gecentreerd rond 3550 MHz. Het maximaal uitgestraalde vermogen is volgens de vergunning 33 dBW/100 MHz.

3.2 Meetresultaten

Er zijn verschillende veldsterktemetingen uitgevoerd: een breedband veldsterktemeting, twee selectieve veldsterktemetingen en een meting met real-time spectrum analyzer. Bij de breedband en selectieve veldsterktemetingen is 6 minuten continue gemeten. De real-time analyzer heeft een meting van 100 ms uitgevoerd.

3.2.1 Meetresultaat breedband veldsterktemeting

De breedband veldsterktemeting omvat alle signalen die in het frequentiespectrum ter plekke aanwezig zijn, waaronder bijvoorbeeld 2G, 3G, 4G en 5G signalen en signalen van omroep, op verschillende frequenties.

Uit figuur 2 blijkt dat de gemiddelde veldsterkte in het frequentiegebied tussen 100 kHz en 6 GHz 0,97 V/m bedroeg.

Result Type	Actual	Maximum	Average	Minimum
E-Field	0.8143 V/m	1.731 V/m	0.9705 V/m	0.7362 V/m

Figuur 2. Meetresultaat breedband veldsterktemeting Nuenen.

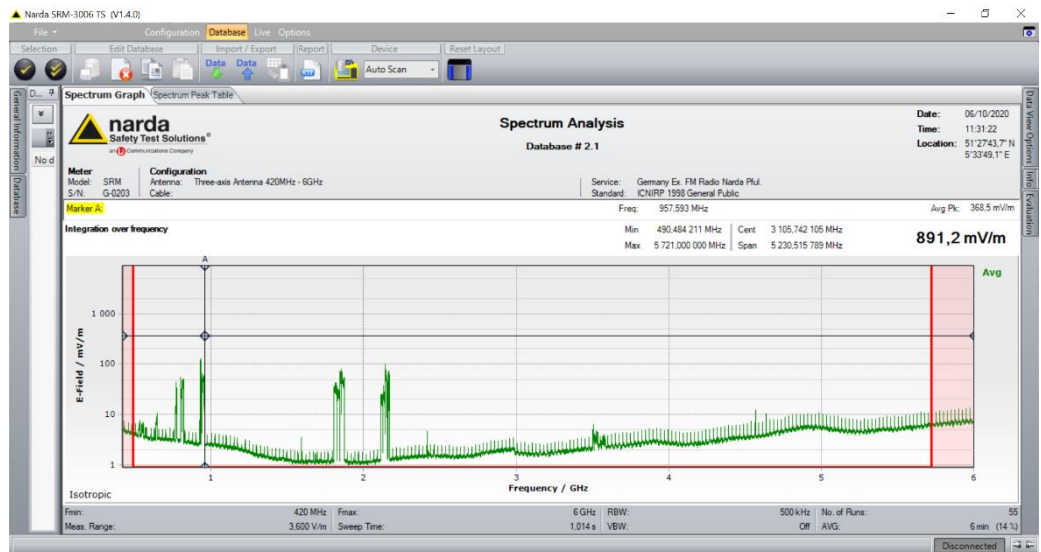
3.2.2 Meetresultaat selectieve veldsterktemeting

De selectieve veldsterktemeting maakt zichtbaar hoe signalen op verschillende frequenties bijdragen aan de totale gemiddelde veldsterkte. De signalen die gemeten zijn worden gebruikt voor zowel 2G, 3G, 4G als 5G. Tijdens de meting in Nuenen zijn verschillende selectieve veldsterktemetingen uitgevoerd. Allereerst is ingezoomd op de frequentie die de grootste bijdrage heeft geleverd aan de breedband gemeten veldsterkte waarna tijdens de tweede selectieve veldsterktemeting is ingezoomd op het 5G-signaal.

Selectieve veldsterktemeting, ingezoomd op 957 MHz

In figuur 3 wordt het meetresultaat van de selectieve meting weergegeven in het frequentiegebied van 420 MHz tot 6 GHz. De gemiddelde veldsterkte in dit frequentiegebied bedroeg 0,89 V/m. De hoogst gemeten gemiddelde veldsterkte was waargenomen op een frequentie van 957 MHz en bedroeg 0,37 V/m.

Opmerking: om hier voldoende resolutie in het overzicht te krijgen is er voor gekozen om een 500 kHz RBW filter toe te passen.



Figuur 3. Meetresultaat selectieve veldsterktemeting Nueneu in het frequentiedomein 420 MHz – 6 GHz.

Selectieve veldsterktemeting, ingezoomd op 3,5 GHz

In figuur 4 is alleen het 5G NR-signaal in het frequentiespectrum weergegeven. De marker in de groene grafiek van figuur 4 geeft de gemiddelde veldsterkte weer van het synchronisatiesignaal (SS/PBCH), gelijk aan 2,7 mV/m (= 0,003 V/m) gemeten in 200 kHz bandbreedte.

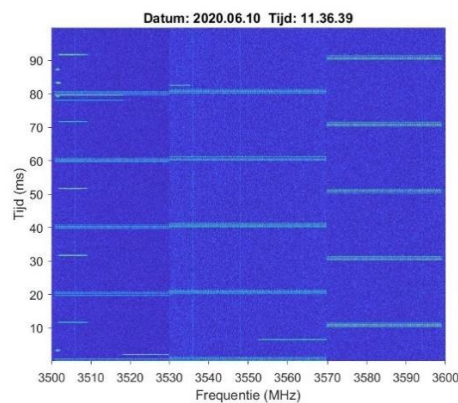
Opmerking: de pieken in de groene grafiek zijn zeer waarschijnlijk een artefact van het meetinstrument.



Figuur 4. Selectieve veldsterktemeting 5G NR-sigitaal Nuene (frequentiedomein).

3.2.3 Meetresultaat real-time spectrum analyzer

Een real-time spectrum analyzer maakt het mogelijk het 5G NR-sigitaal zowel in tijd als in frequentie te bekijken. Figuur 5 laat dit zien in een spectrogram, waarin horizontaal de gebruikte frequentieband* en verticaal de tijd over een periode van 100 ms is weergegeven. De intensiteit van de grafiek is een maat voor de signaalsterkte. Het spectrogram laat weinig activiteit zien, typisch voor een broadcast sigitaal.



Figuur 5. Spectrogram van het 5G NR broadcast-sigitaal te Nuene met behulp van een real-time spectrum analyzer.

In figuur 6 is onder 'Meting' te zien dat de actuele gemiddelde veldsterkte over de totale bandbreedte van het sigitaal (100 MHz) gelijk is aan 20 mV/m (= 0,02 V/m). In het broadcast sigitaal is echter altijd een synchronisatiesigitaal aanwezig[†], op basis waarvan een verwachtingswaarde kan worden bepaald van de maximale

* Omdat de gebruikte real-time spectrum analyzer een maximale instantane bandbreedte van 40 MHz heeft en het 5G NR sigitaal een bandbreedte van 100 MHz, is de meting in drievoud, sequentieel uitgevoerd wat in de grafiek zichtbaar is als een discontinuïteit bij 3530 MHz en 3570 MHz. Dit heeft geen nadelige invloed op het meetresultaat.
[†] In dit geval is de centrale frequentie van het synchronisatiesigitaal gelijk aan 3505,44 MHz.

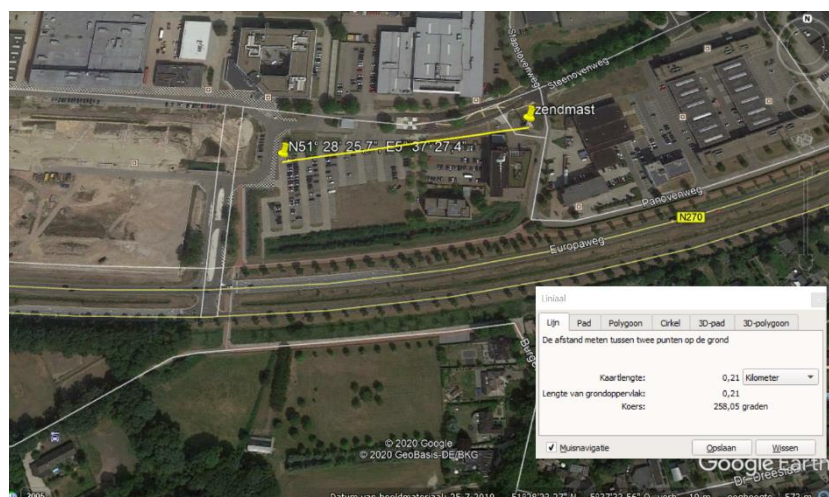
gemiddelde veldsterkte die tijdens de aanwezigheid van een traffic signaal zou kunnen optreden. Het resultaat hiervan is zichtbaar in figuur 6 onder 'Extrapolatie'. De extrapolatie wordt uitgevoerd volgens de frequentie-selectieve methodiek. Hiervoor is echter wel een aantal gegevens van de operator vereist[‡]. Uit de extrapolatie met de verkregen gegevens volgt een maximale gemiddelde veldsterkte van 0,30 V/m.



Figuur 6. De analyseresultaten van het 5G NR broadcast-signaal te Nuenen met behulp van een real-time spectrum analyzer.

4. Meetresultaten Helmond

De meetlocatie bevond zich op 210 meter afstand van het basisstation in de hoofdstraalrichting van de antenne. Figuur 7 toont de positie van het basisstation (zendmast) en de meetlocatie.



Figuur 7. Overzicht locatie zendmast en meetopstelling Helmond.

Op deze locatie was het goed mogelijk om een traffic-bundel met maximaal dataverkeer te realiseren. Er zijn daarom metingen uitgevoerd in zowel de traffic-bundel als in de broadcast modus.

[‡] Subcarrier afstand, TDD verhouding en G_{max}/G_{ssb}.

4.1 Technische parameters antenne

Het basisstation bestaat uit verschillende antennes voor mobiele communicatie, waaronder een massive MIMO-antenne. De massive MIMO-antenne heeft ten tijde van de meting een 5G New Radio (NR) signaal uitgezonden met een bandbreedte van 98 MHz, gecentreerd rond 3550 MHz. Het maximaal uitgestraalde vermogen is volgens de vergunning 33 dBW/100 MHz.

4.2 Meetresultaten

Er zijn verschillende veldsterktemetingen uitgevoerd: een breedband veldsterktemeting, twee selectieve veldsterktemetingen en een meting met real-time spectrum analyzer. Bij de breedband en selectieve veldsterktemetingen is 6 minuten continue gemeten. De real-time analyzer heeft een meting van 100 ms uitgevoerd.

4.2.1 Meetresultaat breedband veldsterktemeting

De breedband veldsterktemeting omvat alle signalen die in het frequentiespectrum ter plekke aanwezig zijn, waaronder bijvoorbeeld 2G, 3G, 4G en 5G signalen en signalen van omroep, op verschillende frequenties.

Uit figuur 8 blijkt dat de gemiddelde veldsterkte in het frequentiegebied tussen 100 kHz en 6 GHz 1,23 V/m was.

Result Type	Actual	Maximum	Average	Minimum
E-Field	1.144 V/m	1.655 V/m	1.262 V/m	0.9964 V/m

Figuur 8. Meetresultaat breedband veldsterktemeting Helmond.

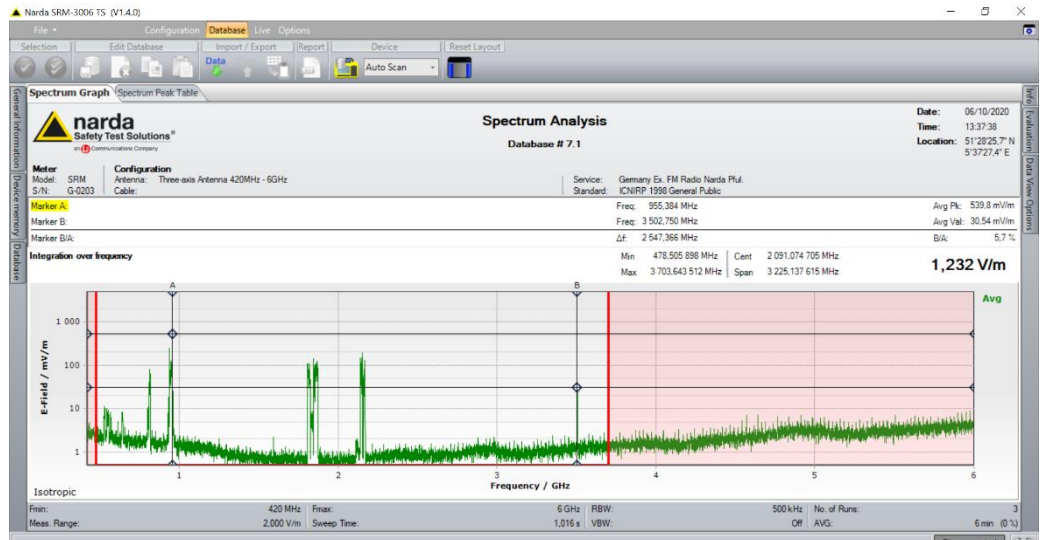
4.2.2 Meetresultaat selectieve veldsterktemeting

De selectieve veldsterktemeting maakt zichtbaar hoe signalen op verschillende frequenties bijdragen aan de totale gemiddelde veldsterkte. De signalen die gemeten zijn worden gebruikt voor zowel 2G, 3G, 4G als 5G. Tijdens de meting in Helmond zijn verschillende selectieve veldsterktemetingen uitgevoerd. Allereerst is ingezoomd op de frequentie die de grootste bijdrage heeft geleverd aan de breedband gemeten veldsterkte en op het 5G NR-signaal. Tijdens de tweede selectieve veldsterktemeting is ingezoomd op het 5G-signaal.

Selectieve veldsterktemeting, ingezoomd op 955 MHz en het 5G NR-signaal

In figuur 9 wordt het meetresultaat van de selectieve meting weergegeven in het frequentiegebied van 420 MHz tot 6 GHz. De totale gemiddelde veldsterkte geïntegreerd over het geheel gemeten frequentiegebied was gelijk aan 1,2 V/m. De hoogste gemiddelde veldsterkte van 0,54 V/m is gemeten op een frequentie van 955 MHz (marker A). Ook is hier het 5G NR-signaal waarneembaar (marker B) met een gemiddelde veldsterkte van 31 mV/m (= 0,031 V/m).

Opmerking: om hier voldoende resolutie in het overzicht te krijgen is er voor gekozen om een 500 kHz RBW filter toe te passen.



Figuur 9. Meetresultaat selectieve veldsterktemeting Helmond (frequentiedomein).

Selectieve veldsterktemeting, uitgevoerd in scope-mode

In figuur 10 is er gemeten in de zogenaamde scope-mode. Hierbij is in tijd te zien wanneer er wel of geen data-overdracht was. De groene grafiek laat zien dat er bij data-overdracht een gemiddelde veldsterkte van 0,42 V/m gemeten is, bij een RBW-filter van 32 MHz. Indien deze waarde in bandbreedte wordt gecorrigeerd[§], dan levert dit een actuele gemiddelde veldsterkte van 0,74 V/m op.



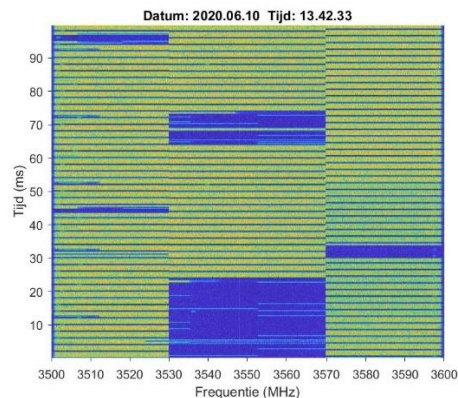
Figuur 10. Selectieve veldsterktemeting 5G NR signaal Helmond (tijddomein).

4.2.3 Meetresultaat real-time spectrum analyzer

Een real-time spectrum analyzer maakt het mogelijk het 5G NR-signaal zowel in tijd als in frequentie te bekijken. Figuur 11 laat dit zien in een spectrogram, waarin

[§] Extrapolatie van 32 MHz naar 98 MHz bandbreedte

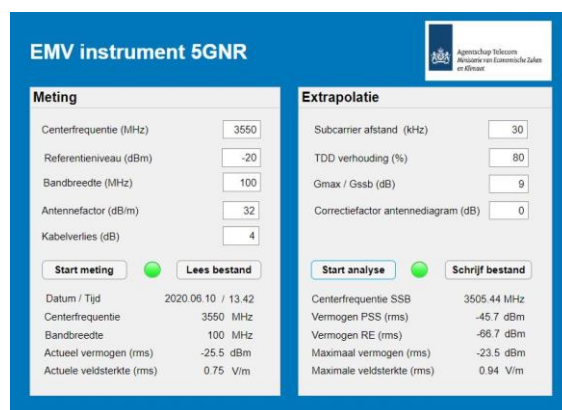
horizontaal de gebruikte frequentieband** en verticaal de tijd over een periode van 100 ms is weergegeven. De intensiteit van de grafiek is een maat voor de signaalsterkte. Het spectrogram laat veel activiteit zien, typisch voor een traffic signaal.



Figuur 11. Spectrogram (links) van het 5G NR traffic signaal te Helmond met behulp van een real-time spectrum analyzer.

In figuur 12 is onder 'Meting' te zien dat de actuele gemiddelde veldsterkte over de totale bandbreedte van het signaal (100 MHz) gelijk is aan 0,75 V/m. Deze waarde komt overeen met het resultaat van de selectieve veldsterktemeting.

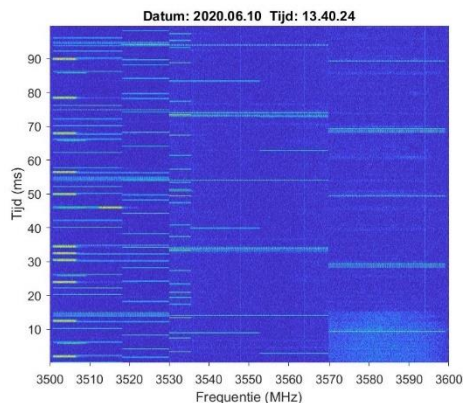
In aanvulling hierop is onder 'Extrapolatie' de verwachtingswaarde voor de maximale gemiddelde veldsterkte bepaald op basis van het synchronisatiesignaal. Uit de extrapolatie met de van de operator verkregen gegevens volgt een maximale gemiddelde veldsterkte van 0,94 V/m. Deze waarde is hoger dan de actuele gemiddelde veldsterkte, omdat hierbij maximaal dataverkeer verondersteld wordt, terwijl dit gedurende de meting niet geheel het geval was.



Figuur 12. De analysesresultaten van het 5G NR traffic signaal te Helmond met behulp van een real-time spectrum analyzer.

** Omdat de gebruikte real-time spectrum analyzer een maximale instantane bandbreedte van 40 MHz heeft en het 5G NR signaal een bandbreedte van 100 MHz, is de meting in drievoud, sequentieel uitgevoerd wat in de grafiek zichtbaar is als een discontinuïteit bij 3530 MHz en 3570 MHz. Dit heeft geen nadelige invloed op het meetresultaat.

Ter validatie van het bovenstaande is op dezelfde locatie ook soortgelijke meting uitgevoerd met een broadcast signaal. Het resultaat hiervan is te zien in figuur 13 en 14. Zoals verwacht is de actuele gemiddelde veldsterkte laag (50 mV/m). Extrapolatie levert in dit geval echter wel hetzelfde resultaat op voor de maximale gemiddelde veldsterkte (0,94 V/m). Hiermee wordt aangetoond dat het broadcast signaal goed bruikbaar is ter bepaling van de maximaal gemiddelde veldsterkte.



Figuur 13. De analyseresultaten van het 5G NR broadcast-signaal te Helmond met behulp van een real-time spectrum analyzer.



Figuur 14. De analyseresultaten van het 5G NR broadcast-signaal te Helmond met behulp van een real-time spectrum analyzer.

5. Conclusie

De resultaten van de veldsterktemetingen in Nuenen en Helmond bevinden zich allen onder de blootstellingslimieten.

5.1 Conclusie Nuenen

Op het moment dat de meting werd uitgevoerd was de actuele gemiddelde veldsterkte 0,97 V/m, voornamelijk ten gevolge van de optelling van 2G-, 3G- en 4G-signalen. Het aandeel van 5G op het totaal was kleiner dan 2%, hoofdzakelijk vanwege de afwezigheid van een traffic signaal. Op basis van extrapolatie kan verwacht worden dat de gemiddelde veldsterkte van 5G kan toenemen tot maximaal 0,30 V/m.

5.2 Conclusie Helmond

Op het moment dat de meting werd uitgevoerd was de actuele gemiddelde veldsterkte 1,23 V/m, ten gevolge van de optelling van 2G-, 3G-, 4G- en 5G-signalen. De actuele gemiddelde veldsterkte van alleen 5G tijdens het meten van een traffic signaal was gelijk aan 0,75 V/m. Op basis van extrapolatie kan verwacht worden dat de gemiddelde veldsterkte van 5G kan toenemen tot maximaal 0,94 V/m.