

Elektrische veldmetingen van een digitale elektriciteitsmeter en een digitale gasmeter

In opdracht van Vlaamse Overheid Departement Omgeving

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2018/04

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Matthias Van den Bossche, prof. Dr. Ir. Wout Joseph
<i>Datum rapport</i>	4/04/2019
<i>Datum metingen</i>	Maart 2019
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 126 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	3
2	Werkwijze	3
2.1	meetapparatuur	3
2.2	Meetmethode	3
2.3	Meetprocedure	4
3	Uit te meten toestellen	5
4	Meetresultaten	6
4.1	Plaats van de metingen	6
4.2	Meetresultaten	6
4.2.1	Temporele metingen	7
4.3	Spatiale metingen en uitgemiddelde waarden	9
5	Besluit	11
	Referenties	12

1 INLEIDING

In dit verslag worden de meetresultaten weergegeven van de spatiale en temporele smalbandmetingen van de radiofrequent (RF) signalen, uitgestuurd door een digitale elektriciteitsmeter en een digitale gasmeter. Voor de metingen werd een digitale elektriciteitsmeter en een digitale gasmeter beschikbaar gesteld door Fluvius. De metingen werden uitgevoerd in het kantoorgebouw iGent van de Universiteit Gent gelegen op Tech Lane Ghent Science Park, Technologiepark-Zwijnaarde 126 te 9052 Gent.

2 WERKWIJZE

2.1 MEETAPPARATUUR

Spectrumanalyzer

- Type: R&S FSV30
- Frequentiebereik: 10 Hz – 30 GHz

Tri-axiale antenne: 30 MHz tot 3 GHz

- Type: R&S TS-EMF Isotropic Antenna
- Dynamisch bereik: 1 mV/m – 100 V/m
- Frequentiebereik: 30 MHz – 3 GHz

2.2 MEETMETHODE

Om frequentie-selectieve metingen uit te voeren van het elektrisch veld (E) in het frequentiegebied van 30 MHz tot 3 GHz gebruiken we de spectrumanalyzer verbonden met de tri-axiale antenne. De antenne wordt verbonden met de spectrumanalyzer en in een houder bevestigd (Figuur 1). De houder wordt gepositioneerd op de plaats waar we het elektrisch veld willen meten. De spectrumanalyzer geeft het gemeten vermogen bij elke frequentie weer (in dBm). Via de ingangsimpedantie van de spectrumanalyzer (50Ω) wordt deze waarde omgerekend naar een gemeten spanning (V). Doordat de antenne gekalibreerd is, zodat de antennefactoren (AF) gekend zijn i.f.v. de frequentie, kunnen we met formule (1) de elektrische veldsterkte E [V/m] berekenen.

$$AF = 20 \cdot \log \frac{E}{V} \left[\frac{dB}{m} \right] \quad (1)$$

Aangezien het elektrisch veld een vector is moeten de drie orthogonale componenten opgemeten worden om het totale veld te kennen. De tri-axiale antenne bevat drie orthogonale

sensoren die via een interne switch kunnen aangestuurd worden om de drie vectorcomponenten op te meten. We bekomen het totale elektrische veld (E) met formule (2).

$$E = \sqrt{E_X^2 + E_Y^2 + E_Z^2} \left[\frac{V}{m} \right] \quad (2)$$

De meetonzekerheid van deze opstelling (meetapparatuur + post-processing + fysische parameters) bedraagt 3 dB voor het vermogen. Dit komt overeen met een afwijking van -29% tot 41% voor wat betreft het elektrisch veld.



Figuur 1: Meetopstelling van de spectrumanalyser en de tri-axiale antenne.

2.3 MEETPROCEDURE

Voor de verschillende uit te meten toestellen worden de juiste instellingen van de spectrumanalyser bepaald door het uitvoeren van enkele voorafgaande metingen (o.a. een overzichtsmeting om de exacte frequentie te kennen). Aangezien de uitgestuurde signalen van de digitale elektriciteitsmeter en gasmeter niet-continu aanwezig zijn, wordt de gemiddelde veldwaarde ($E_{rms,SA}$) bepaald met volgende formule:

$$E_{rms,SA} = \sqrt{duty\ cycle} \cdot E_{max,SA} \quad (3)$$



Hierin is $E_{max,SA}$ de opgemeten veldwaarde wanneer het signaal wordt uitgezonden. Deze waarde komt overeen met de het aanwezige veld bij een continue transmissie van het op te meten signaal (nl. een duty cycle (DC) van 100%). De $E_{max,SA}$ waarde wordt bepaald door in de betreffende frequentieband sequentieel metingen uit te voeren van de drie componenten (X , Y , Z), elk gedurende een tijdsduur langer dan het transmissie-interval van het op te meten signaal. Per component wordt de maximale waarde weerhouden en met formule (2) wordt de totale veldwaarde $E_{max,SA}$ berekend.

De duty cycle (DC) kan bepaald worden door het uitvoeren van een temporele meting van het op te meten signaal waarna de temporele variatie hiervan (ongeacht de component) geanalyseerd wordt. De duty cycle over een bepaald tijdsinterval wordt bepaald als het percentage van de tijd dat het signaal aanwezig is gedurende het beschouwde tijdsinterval.

Voor vergelijking met de Vlaamse norm [1] worden 6 minuten tijdsintervallen beschouwd. Bijgevolg worden de duty cycles continu over 6 minuten intervallen bepaald en wordt het maximum van deze duty cycles ($DC_{6min,max}$) gebruikt voor de berekening van $E_{rms,SA}$ volgens formule (3).

3 UIT TE METEN TOESTELLEN

In tabel 1 worden het type, de communicatie technologie en een foto van de beschikbare digitale elektriciteitsmeter en gasmeter weergegeven. Er dient opgemerkt te worden dat beide meters mobiel zijn. De elektriciteitsmeter wordt geactiveerd door deze met een 220 V AC spanning te voeden. De gasmeter beschikt over een interne batterij en is dus continu gevoed.

Uit te meten toestel	Type	Communicatie technologie	Foto
Digitale elektriciteitsmeter	Sagemcom S211 (ID: 1SAG1100000281)	LTE NB1	
Digitale gasmeter	UNIFLO G4SRTV S4 (ID: 7FLO2118000099)	Wireless M-bus (868 MHz band)	

Tabel 1: Overzicht van de uit te meten toestellen (type, communicatietechnologie en foto).

4 MEETRESULTATEN

4.1 PLAATS VAN DE METINGEN

De metingen zijn uitgevoerd in het kantoorgebouw iGent van de Universiteit Gent gelegen op Tech Lane Ghent Science Park, Technologiepark-Zwijnaarde 126 te 9052 Gent.

De digitale elektriciteitsmeter communiceert via het LTE NB1 netwerk van Proximus (frequentie 842.2 MHz) waarvoor de basisstation antennes buiten staan opgesteld. Aangezien de dekking (signaalsterkte) van dit netwerk afhangt van de locatie werd de digitale elektriciteitsmeter op verschillende locaties in het gebouw opgesteld.

Er werd gemeten op volgende plaatsen:

- Locatie 1: op de vijfde verdieping in kantoor 150.008 aan het raam.
- Locatie 2: op de vijfde verdieping in kantoor 150.017 aan het raam.
- Locatie 3: op de vijfde verdieping in het archief dat zich in het centrale middenblok (met betonnen muren) bevindt.
- Locatie 4: op verdieping -1, in de bibliotheek.

De gasmeter communiceert via het wireless M-bus protocol (frequentie 868.9 MHz) met de digitale elektriciteitsmeter. Voor de metingen rond de gasmeter werd deze meter opgesteld op de vijfde verdieping in het archief dat zich in het centrale middenblok (met betonnen muren) bevindt (= locatie 3). Er werden twee opties gemeten voor de plaatsing van de elektriciteitsmeter nl. de elektriciteitsmeter in dezelfde ruimte als de gasmeter (vlak naast de gasmeter) en de elektriciteitsmeter in een andere ruimte dan de gasmeter.

4.2 MEETRESULTATEN

Op de verschillende locaties werden spatiale metingen uitgevoerd ter bepaling van de maximale veldwaarde, $E_{max,SA}$. Daarnaast werden ook temporele metingen uitgevoerd ter bepaling van de duty cycle. Door onze gebruikte meetprocedure konden temporele en spatiale metingen gecombineerd worden.

De metingen werden uitgevoerd na bevestiging van Fluvius dat de elektriciteitsmeter op normale modus was ingesteld zoals die ook in de praktijk zal uitgerold worden (nl. met een uitleesfrequentie van 1 maal per dag). Daarnaast stond de gasmeter voor alle metingen ook op normale uitleesmodus ingesteld.

De meetduur per positie hangt af van de transmissiefrequentie van het op te meten signaal. Voor de elektriciteitsmeter werd op elke meetpositie minstens gedurende 5,5 uren gemeten en voor de gasmeter werd op elke plaats gedurende 1,5 uren gemeten.

4.2.1 TEMPORELE METINGEN

In tabellen 2 en 3 is de maximale duty cycle en een figuur van het verloop van de vermogenswaarden (voor de verschillende vectorcomponenten) weergegeven zoals die op de verschillende locaties opgemeten werden voor de elektriciteitsmeter en de gasmeter.

Voor wat betreft de transmissiefrequentie van de elektriciteitsmeter werd op alle posities met uitzondering van de positie in lokaal 150.008 een signaal opgemeten op het uur. In lokaal 150.008 was de transmissiefrequentie veel frequenter (transmissie minstens elke 9 minuten).

Elektriciteitsmeter		
Meetpositie	$DC_{max,6min}$ [%]	Verloop vermogen (P [dBm]) i.f.v. tijd
Locatie 1: 5 ^{de} verdieping – kantoor 150.008 aan het raam	0,56	
Locatie 2: 5 ^{de} verdieping – kantoor 150.017 aan het raam	0,05	

<p>Locatie 3: 5^{de} verdieping – centraal middenblok</p>	<p>0,91</p>	
<p>Locatie 4: verdieping -1, bibliotheek</p>	<p>0,95</p>	

Tabel 2: Overzicht van de maximale duty cycle uitgemiddeld over 6 minuten en het verloop van het vermogen (P) i.f.v. de tijd opgemeten op de verschillende locaties vlakbij de digitale elektriciteitsmeter.

<p>Gasmeter</p>		
<p>Meetlocatie</p>	<p>$DC_{max,6min}$ [%]</p>	<p>Verloop vermogen i.f.v. tijd</p>
<p>Locatie 3: 5^{de} verdieping – centraal middenblok</p>	<p>0,06</p>	

Tabel 3: Overzicht van de maximale duty cycle uitgemiddeld over 6 minuten en het verloop van het vermogen (P) i.f.v. de tijd opgemeten vlakbij de digitale gasmeter op locatie 3.

4.3 SPATIALE METINGEN EN UITGEMIDDELDDE WAARDEN

De elektrische veldwaarde vlakbij de elektriciteitsmeter en de gasmeter werd telkens op één locatie gemeten als functie van de afstand tot de betreffende meter. Op de andere locaties werd telkens op een afstand van 50 cm voor de meter gemeten. De meetprobe werd op dezelfde hoogte opgesteld als het midden van de op te meten elektriciteits- / gasmeter. In tabellen 4 en 5 zijn voor de verschillende meetposities de maximale veldwaarde, de maximale duty cycle over 6 minuten en de gemiddelde veldwaarde weergegeven voor de metingen bij de elektriciteitsmeter en de gasmeter.

Voor wat betreft de metingen als functie van de afstand tot de elektriciteitsmeter (locatie 1) en de gasmeter (locatie 3) blijkt dat de veldwaarden afnemen met toenemende afstand tot de betreffende meter, zoals ook verwacht.

Uit de metingen vlakbij de elektriciteitsmeter op de verschillende locaties waarbij gemeten werd op een afstand van 50 cm tot de elektriciteitsmeter, blijkt dat de veldwaarden afhangen van de locatie. Op de afgeschermdes locaties (diep in het kantoorgebouw (locatie 3) en in de kelder van het kantoorgebouw (locatie 4)) worden de hoogste elektrische veldwaarden gemeten. De oorzaak hiervan is dat de communicatie van de elektriciteitsmeter gebeurt via het LTE NB netwerk (van Proximus) waarvoor de signaalsterkte afhangt van de locatie en waarbij de basisstation antennes buiten staan opgesteld voor deze site. De opgemeten veldwaarde $E_{max,SA}$ lag voor de 'afgeschermdes locaties' tussen 8,7 V/m en 13,1 V/m, overeenkomend met een maximale uitgemiddelde veldwaarde over 6 minuten ($E_{rms,SA}$) tussen 0,8 V/m en 1,2 V/m.

De veldwaarden opgemeten op een afstand van 50 cm tot de gasmeter zijn gelijkaardig voor de twee verschillende opstellingen van de elektriciteitsmeter (zelfde lokaal en ander lokaal dan de gasmeter), waarbij $E_{max,SA}$ 1,0 V/m bedraagt en $E_{rms,SA}$ 0,02 V/m. De locatie van de elektriciteitsmeter t.o.v. de gasmeter, waarbij de communicatie via het wireless M-bus protocol verloopt, heeft geen invloed op de opgemeten veldwaarden.

De maximale opgemeten veldwaarde $E_{max,SA}$, op de verschillende meetposities, bedraagt voor de digitale elektriciteitsmeter 13 V/m (opgemeten op locatie 3) en uitgemiddeld over 6 minuten geeft dit een veldwaarde $E_{rms,SA}$ van 1,2 V/m. Voor wat betreft de digitale gasmeter bedraagt de maximale opgemeten waarde $E_{max,SA}$ 2,5 V/m (opgemeten op een afstand van 20 cm tot de gasmeter (locatie 3)) en uitgemiddeld over 6 minuten geeft dit een veldwaarde $E_{rms,SA}$ van 0,06 V/m.

	Meetlocatie	Afstand [m]	$E_{max,SA}$ [V/m]	$DC_{max,6min}$ [%]	$E_{rms,SA}$ [V/m]
Elektriciteitsmeter	Locatie 1 (5 ^{de} verdieping - lokaal 150.008)	0,2	1,220	0,56	0,091
		0,5	0,545	0,56	0,041
		1,0	0,432	0,56	0,032
	Locatie 2 (5 ^{de} verdieping - lokaal 150.017)	0,5	0,607	0,05	0,014
	Locatie 3 (5 ^{de} verdieping – centraal middenblok)	0,5	13,128	0,91	1,249
	Locatie 4 (verdieping -1, bibliotheek)	0,5	8,660	0,95	0,845

Tabel 4: Overzicht van de maximale duty cycle uitgemiddeld over 6 minuten, de maximale en de gemiddelde elektrische veldwaarden opgemeten op verschillende posities vlakbij de digitale elektriciteitsmeter.

Gasmeter		Afstand [m]	$E_{max,SA}$ [V/m]	$DC_{max,6min}$ [%]	$E_{rms,SA}$ [V/m]
Locatie 3 (5 ^{de} verdieping – centraal middenblok)	Gasmeter en elektriciteitsmeter in zelfde lokaal	0,2	2,533	0,06	0,061
		0,5	0,963	0,06	0,023
		1,0	0,369	0,06	0,009
	Gasmeter en elektriciteitsmeter in ander lokaal	0,5	0,955	0,06	0,023

Tabel 5: Overzicht van de maximale duty cycle uitgemiddeld over 6 minuten, de maximale en de gemiddelde elektrische veldwaarden opgemeten op verschillende posities vlakbij de digitale gasmeter.

5 BESLUIT

In dit rapport worden de resultaten van de elektrische veldmetingen rond een digitale elektriciteitsmeter en een digitale gasmeter besproken.

Op een bepaalde locatie nemen de veldwaarden af met toenemende afstand tot de opgemeten meter (elektriciteits- of gasmeter), zoals ook verwacht.

Bijkomend blijkt uit de metingen op een vaste afstand (50 cm) tot de elektriciteitsmeter dat de veldwaarden afhangen van de locatie. De hoogste veldwaarden worden opgemeten op afgeschermdes locaties (diep in het kantoorgebouw (locatie 3) en in de kelder van het kantoorgebouw (locatie 4)) terwijl lagere waarden worden opgemeten in lokalen die tegen de buitenzijde van het gebouw gelegen zijn. De oorzaak hiervan is dat de communicatie van de elektriciteitsmeter gebeurt via het LTE NB netwerk (van Proximus) waarvoor de signaalsterkte afhangt van de locatie en waarbij de basisstation antennes buiten staan opgesteld voor deze site. De opgemeten veldwaarde $E_{max,SA}$ lag voor de 'afgeschermdes locaties' tussen 8,7 V/m en 13,1 V/m, overeenkomend met een maximale uitgemiddelde veldwaarde over 6 minuten ($E_{rms,SA}$) tussen 0,8 V/m en 1,2 V/m.

Voor wat betreft de metingen op een vaste afstand (50 cm) tot de gasmeter werden gelijkaardige veldwaarden opgemeten voor de twee verschillende opstellingen van de elektriciteitsmeter (zelfde lokaal en ander lokaal dan de gasmeter) waarbij $E_{max,SA}$ 1,0 V/m bedraagt en $E_{rms,SA}$ 0,02 V/m. De locatie van de elektriciteitsmeter t.o.v. de gasmeter, waarbij de communicatie via het wireless M-bus protocol verloopt, heeft geen invloed op de opgemeten veldwaarden.

De maximale opgemeten veldwaarde $E_{max,SA}$, op de verschillende meetposities, bedraagt voor de digitale elektriciteitsmeter 13 V/m (opgemeten op locatie 3) en uitgemiddeld over 6 minuten geeft dit een veldwaarde $E_{rms,SA}$ van 1,2 V/m. Voor wat betreft de digitale gasmeter bedraagt de maximale opgemeten waarde $E_{max,SA}$ 2,5 V/m (opgemeten op een afstand van 20 cm tot de gasmeter (locatie 3)) en uitgemiddeld over 6 minuten geeft dit een veldwaarde $E_{rms,SA}$ van 0,06 V/m.

REFERENTIES

- [1] Het besluit van de Vlaamse Regering van 19 november 2010 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne wat betreft de normering van vast en tijdelijk opgestelde zendantennes voor elektromagnetische golven tussen 10 MHz en 10 GHz. Het Besluit is van kracht vanaf 23 januari 2011 (BS 13/01/2011).