



Vlaanderen
is omgeving



Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabines in-en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen - meetrapport cabines

 **Eindrapport**
DEPARTEMENT
OMGEVING

omgevingvlaanderen.be

ONDERZOEK NAAR MAATREGELEN DIE DE BLOOTSTELLING AAN MAGNETISCHE VELDEN VAN DISTRIBUTIECABINES IN-EN AANPALEND AAN GEBOUWEN BIJ OMWONENDEN KUNNEN VERMINDEREN – MEETRAPPOR T CABINES

Dit rapport is een samenvoeging van een reeks meetrapporten waarin de meetresultaten van magnetische velden rond distributiecabines besproken worden en kadert in de studie ‘Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabines in- en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen’ met bestek nr. OMG-VPO/2019/003. In deel 3 ‘metingen als onderbouwing van de technische maatregelen’ dienen metingen van magnetische velden bij distributiecabines uitgevoerd te worden. Dit rapport behandelt de meetresultaten van de elektromagnetische veldmetingen uitgevoerd in en rond distributiecabines.

Dit rapport bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Overheid.

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever

Peter Cabus
Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel
vpo.omgeving@vlaanderen.be
www.omgevingvlaanderen.be

Auteurs

Ing. Leen Verloock – IMEC - WAVES
Ing. Kenneth Deprez – IMEC - WAVES
Prof. Dr. Ir. Wout Joseph – IMEC – WAVES
Prof. Dr. Ir. Luc Martens – IMEC – WAVES

Wijze van citeren

Verloock L., Deprez K., Joseph W., Martens L. (2021). Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabines in-en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen - meetrapport cabines.

PARTNERS



Samenvatting

Bestek nr. OMG-VPO/2019/003

**In opdracht van de Vlaamse Overheid
Beleidsdomein Omgeving Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving**

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2019/003

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Kenneth Deprez, prof. Dr. Ir. Wout Joseph, prof. Dr. Ir. Luc Martens
<i>Datum rapport</i>	Oktober 2021
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 15 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

In dit document worden de meetresultaten van de magnetische veldmetingen die opgemeten werden rond zeven verschillende distributiecabines in het kader van de studie met bestek nr. OMG-VPO/2019/003 uitgeschreven door het Departement Omgeving afdeling VPO (Vlaams Planbureau voor Omgeving) samengevat. Voor een uitgebreid rapport over de geldende normen en richtlijnen, de meetprocedure, de gebruikte meetapparatuur en een uitgebreid verslag van de meetresultaten per cabine verwijzen we naar de deelrapporten per cabine die bij deze studie horen.

Er werden verschillende types distributiecabines opgemeten die in woonomgevingen opgesteld staan zoals recente vrijstaande cabines alsook oudere vrijstaande cabines en cabines in of tussen een gebouw. De selectie gebeurde in samenspraak met de verantwoordelijken van Departement Omgeving afdeling VPO. De verschillende types cabines werden bijgevolg gekozen in woonkernen gelijkaardig qua bebouwing (geen kantooromgevingen, industriezones, ...), met de aanname dat de belasting ervan gelijkaardig was.

Uit de spectrale metingen bij de verschillende cabines bleek dat het 50 Hz signaal dominant aanwezig was.

De hoogste magnetische veldwaarden werden opgemeten daar waar de laagspannings- (LS) borden en LS- kabels zijn opgesteld wat ook bevestigd wordt bij metingen die eerder werden uitgevoerd in het kader van andere studies. De magnetische veldwaarden fluctueren in de tijd en zijn afhankelijk van de hoeveelheid stroom die op een bepaald moment door de kabels loopt. De momenteel opgemeten veldwaarden (B_{mom}) worden bijgevolg herschaald naar maximale (B_{max}) en gemiddelde (B_{avg}) veldwaarden op basis van de verhouding tussen de momentele en resp. de maximale en de gemiddelde stroomsterkte opgemeten gedurende verschillende dagen.

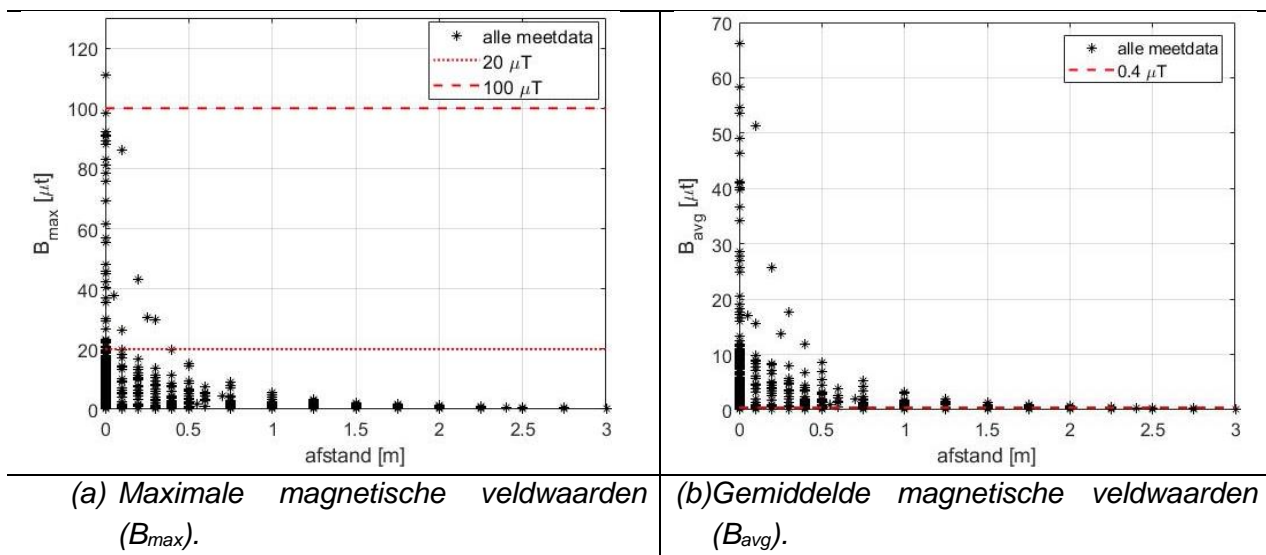
De meetdata die in deze samenvatting wordt weergegeven is deze van de metingen die uitgevoerd werden ter bepaling van de afstanden tot de cabine tot waar Vlaamse en internationale aanbevelingen of normen kunnen overschreden worden. Hiervoor werden voor de verschillende buitenzijden van de cabine (indien toegankelijk) magnetische veldmetingen uitgevoerd in functie van de hoogte en in functie van de afstand tot de cabine.

Rond de vrijstaande zijden van de cabines werd ook steeds net boven het grondoppervlak gemeten om de magnetische velden van ondergrondse uitgaande LS-kabel op te meten. Bij geen enkele cabine werden waarden gemeten die wezen op een dominante bijdrage van deze ondergrondse kabels.

Voor achtergrondinformatie over de geldende normen en richtlijnen, de vergelijking met de normen, de gebruikte meetapparatuur en meetmethode verwijzen we naar het meetrapport van distributiecabine 1.

Figuur 1 (a) en (b) tonen de samenvatting van de opgemeten magnetische velden (B) i.f.v. de afstand tot de cabine voor de herschaalde momentele metingen naar het maximum en naar het gemiddelde. In totaal gaat het over 661 meetsamples opgemeten op afstanden tussen

0 m en 3 m tot de cabine op een hoogte tussen 0 m en 2,5 m boven het grondoppervlak. Uit deze meetdata blijkt dat de veldwaarden zoals verwacht snel afnemen met toenemende afstand tot de cabine.



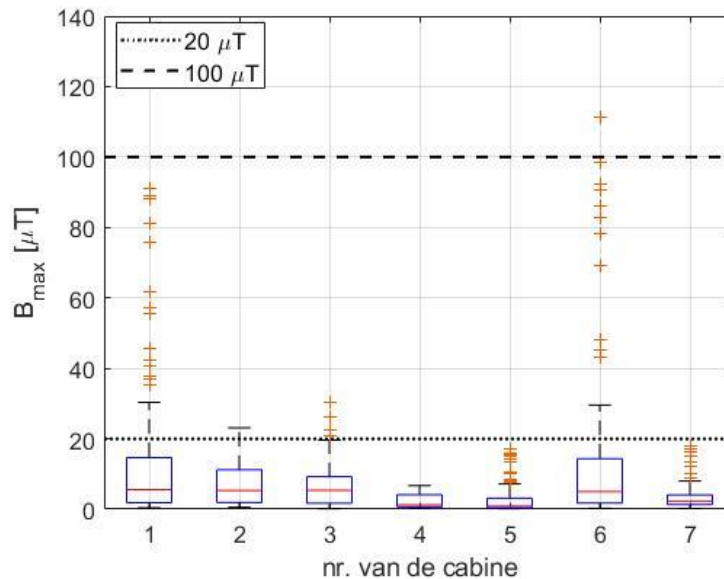
Figuur 1: Maximale (a) en gemiddelde (b) meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de verschillende cabines waarrond metingen werden uitgevoerd binnen dit project (alle 661 metingen werden buiten de cabine uitgevoerd).

Tabel 1 (zie verder) toont in detail de verschillende types cabines met specificaties alsook de maximale afstanden tot waar de verschillende normen / aanbevelingen kunnen overschreden worden per cabine. Bij vergelijking van de meetdata met de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [1] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [2] blijkt dat hieraan voldaan is vanaf een afstand van resp. 0,5 m en 0,1 m. Bij vergelijking van de gemiddelde meetdata met de $0,4 \mu\text{T}$ richtwaarde [1] voor chronische of langdurige blootstelling blijkt dat hieraan voldaan is vanaf een afstand van 2,5 m. De bekomen afstanden liggen in de lijn van deze bekomen in eerdere studies:

- in de experimentele studie [3] werd een afstand van 0,5 m bekomen voor de $100 \mu\text{T}$ interventiewaarde en 5,5 m (gemiddelde over een dag) tot 7,2 m (gemiddelde over een jaar) voor de $0,4 \mu\text{T}$ richtwaarde.
- in de theoretische studie [4] werd een waarde van 2,1 m bekomen voor $0,4 \mu\text{T}$ richtwaarde en een waarde van 0,2 m voor een $10,0 \mu\text{T}$ richtwaarde.

In Figuur 2 wordt de verdeling van de herschaalde meetdata voor het maximum magnetische veld (B_{max}) weergegeven per type cabine in de vorm van een boxplot. Dit is een grafische weergave van de meetdata in kwartielen waarop een rechthoek weergegeven wordt met in het midden de aanduiding van de mediaan (50%) en aan de zijden de 25% (Q25) en de 75% (Q75) aanduiding waaruit een lijn vertrekt die aan de uitlopen op resp. het minimum en het maximum van de data zonder uitschieters. Uitschieters zijn meetdata die veel afwijken van de andere meetdata ($>1,5 \times |Q75-Q25|$) en worden als kruisjes weergegeven. Uit de metingen bleek dat de veldwaarden vlakbij de cabine heel snel afnemen met de afstand en hogere

waarden tonen die voor verschillende cabines als uitschieters worden weergegeven in de visualisatie.



Figuur 2: Boxplot van de meetdata per cabine. Dit is een grafische weergave van de meetdata in kwartielen waarop een rechthoek weergegeven wordt met in het midden de aanduiding van de mediaan (50%) en aan de zijden de 25% en de 75% aanduiding waaruit een lijn vertrekt die aan de uitlopen op resp. het minimum en het maximum van de data zonder uitschieters. De oranje kruisjes tonen de uitschieters.

De hoogste waarden werden gemeten bij cabines 1 en 6. Dit zijn losstaande nieuwe prefab cabines zijn. Bij cabines 2, 3, 4 en 5 die gemetste cabines zijn lagen de waarden vlakbij de cabine lager, mogelijks komt dit door de bredere muren en dus de grotere afstand tot de installaties in de cabine die het magnetisch veld veroorzaken. Cabine 7 is een oude metalen cabine die ook lagere waarden geeft mogelijks door de metalen afscherming.

Er dient opgemerkt te worden dat bovenvermelde conclusies per type cabine niet veralgemeend mogen worden aangezien slechts 7 cabines werden opgemeten.

Uit de meetresultaten blijkt dus heel duidelijk dat de magnetische veldwaarden snel afnemen met toenemende afstand tot de cabine. Een eenvoudig te realiseren voorzorgsmaatregel is bijgevolg afstand houden tot de cabine. Dit is eenvoudig te realiseren voor losstaande cabines. Voor cabines in- of aanpalend aan gebouwen is dit moeilijker te realiseren. Hier kan er mogelijks gezorgd worden om woonvertrekken niet onmiddellijk in te richten naast / boven de cabine en niet aan de zijde waar LS-kabels of ander LS-apparatuur is opgesteld. De distributienetbeheerder van zijn kant kan ook zorgen voor een zo optimale ligging van de LS-kabels en infrastructuur door deze in de cabine zo ver mogelijk van woonvertrekken te plaatsen en de kabels diep genoeg (standaarddiepte bij Fluvius is 80 cm) ondegroonds te voeren daar waar ze de cabine verlaten. Voor de configuratie van de LS-kabels in de cabines worden de verschillende fasen best zo lang mogelijk samen gehouden waarbij ervoor gezorgd wordt dat de stromen zoveel mogelijk gebalanceerd zijn zodat het resulterende magnetisch veld zo laag mogelijk is.

Verder kunnen de afmetingen van de cabines (nu minimaal 3m x 4m voor nieuwe installaties) ook vergroot worden waarbij de LS-installaties dan eventueel ook verder van de woonvertrekken kunnen worden opgesteld.

Indien deze voorzorgsmaatregelen niet voldoende zouden zijn of niet voldoende toegepast kunnen worden dan kunnen er nog altijd andere reductiemaatregelen voorzien worden maar deze zijn duur en ook moeilijker realiseerbaar aangezien een goede uitvoering ervan heel erg belangrijk is. De cabine kan afgeschermd worden met ferromagnetische materialen (bv. staal, permalloy) en/of goed geleidende elektrische materialen (bv. koper, aluminium). Een andere mogelijkheid is actieve compensatie (met bv. compensatiespoelen) en passieve compensatie (met bv. geleidende ring) door het opdringen van tegengestelde magnetische velden.

Type cabine	Nr. cabine ¹	Bijkomende kenmerken	Maximum afstand tot cabine tot waar norm / aanbeveling kan overschreden worden [m]		
			$B_{avg} < 0,4 \mu\text{T}$ -richtwaarde ²	$B_{max} < 20 \mu\text{T}$ -richtwaarde ²	$B_{max} < 100 \mu\text{T}$ -richtwaarde ³
Vrijstaande prefabcabine (recent type)	1	400 kVA (12 kV – 400/230 V)	2,50	0,50	0,00
Vrijstaande gemetste cabine (recent type)	2	250 kVA (12 kV – 400/230 V) + 400 kVA (12 kV – 230 V)	2,50	0,10	0,00
Gemetste cabine in nieuwbouw	3	<i>N.B.</i> ⁴ (12 kV)	2,50	0,20	0,00
Gemetste cabine in nieuwbouw	4	<i>N.B.</i> ⁴ (12 kV)	1,25	0,00	0,00
Gemetste cabines tussen twee woningen (ouder type)	5	<i>N.B.</i> ⁴ (11 kV - 400/231 V)	2,25	0,00	0,00
Losstaande prefabcabine (recent type)	6	<i>N.B.</i> ⁴ (12 kV)	2,50	0,40	0,10
Losstaande metalen cabine (oud type)	7	<i>N.B.</i> ⁴ (12 kV)	1,00	0,00	0,00

¹: nummering volgens de titel van de deelrapporten die per cabine werden opgemaakt.

²: volgens [1].

³: volgens [2].

⁴: *N.B.*: niet beschikbaar.

Tabel 1: Overzicht van de maximale afstand tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de 0,4 μT richtwaarde (chronisch) en de 20 μT interventiewaarde (acuut) volgens het Binnenmilieubesluit van toepassing in Vlaanderen en de 100 μT waarde voor het algemeen publiek volgens de Europese aanbeveling, opgemeten rond de cabines in het VPO-project OMG-VPO/2019/003.

Referenties

- [1] Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu, 13 juli 2018. Belgisch Staatsblad 07.09.2018.

- [2] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.

- [3] W. Joseph, L. Verloock, and L. Martens, "Measurements of ELF electromagnetic exposure of general public from Belgian power distribution substations", Health Phys, vol 94, no. 1, pp. 57- 66, January 2008.

- [4] L. Van Esch, K. Verbeeck, I. Uljee, G. Decat en G. Engelen, "Eindrapport: Uitwerking van de resultaten van het consultatietraject ELF: uitwerking en doorrekening van mogelijke beleidsscenario's over bronnen van extreem laag frequente straling", studie uitgevoerd in opdracht van: het departement Leefmilieu, Natuur en Energie 2014/RMA/R/43, april 2014.

Meetrapport cabine 1: Tuinstraat, Melle

Bestek nr. OMG-VPO/2019/003

In opdracht van de Vlaamse Overheid
Beleidsdomein Omgeving Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2019/003

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Kenneth Deprez, prof. Dr. Ir. Wout Joseph, prof. Dr. Ir. Luc Martens
<i>Datum rapport</i>	31/01/2021
<i>Datum metingen</i>	23/10/2020
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 15 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	3
2	Normen en richtlijnen	3
2.1	ICNIRP	3
2.2	Europa	4
2.3	België.....	5
2.3.1	Federaal	5
2.3.2	Vlaams Gewest.....	5
2.4	De 0,4 microtesla contour	6
3	Meetapparatuur.....	6
4	Werkwijze	7
4.1	Frequentie-selectieve metingen	7
4.1.1	Breedbandmetingen.....	7
4.2	Meetmethode.....	8
4.2.1	Samenvatting meetmethode	8
5	Vergelijking met de normen	9
5.1	In één frequentieband	9
5.2	In meerdere frequentiebanden	10
6	Meetresultaten	11
6.1	Plaats van de metingen	11
6.2	Stroomverloop laagspanningslijnen	11
6.3	Frequentiespectrum	12
6.4	Scan en puntmetingen	13
6.4.1	Scan rondom de cabine	13
6.4.2	Puntmetingen binnen en buiten de cabine	14
6.5	Metingen ter bepaling van afstanden t.o.v. aanbevelingen of normen	17
6.5.1	Metingen in functie van de hoogte	17
6.5.2	Metingen in functie van de afstand tot de cabine	17
6.6	Bijkomende metingen	21
6.6.1	Binnen versus buiten	21
6.6.2	Metingen ifv de afstand tot de LS-kabels	23
7	Conclusies	24
8	Referenties	25

1 INLEIDING

Dit rapport is onderdeel van een reeks meetrapporten waarin de meetresultaten van magnetische velden rond distributiecabines besproken worden en kadert in de studie 'Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabines in- en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen' met bestek nr. OMG-VPO/2019/003. In deel 3 'metingen als onderbouwing van de technische maatregelen' dienen metingen van magnetische velden bij distributiecabines uitgevoerd te worden. Dit rapport behandelt de meetresultaten van de elektromagnetische veldmetingen uitgevoerd in en rond distributiecabine 1. Deze cabine is een 12 kV distributiecabine gelegen aan de Tuinstraat 3 in Melle.

2 NORMEN EN RICHTLIJNEN

Hieronder worden kort de belangrijkste normen en richtlijnen weergegeven i.v.m. de blootstelling aan LF (laagfrequent) elektromagnetische velden waarbij de focus op signalen bij 50 Hz en hun harmonischen ligt.

De richtlijnen en normen worden uitgedrukt in elektrische en magnetische veldwaarden. De sterkte van het elektrisch veld wordt uitgedrukt met de elektrische veldwaarde (E [V/m]). De sterkte van het magnetisch veld kan zowel met de magnetische fluxdichtheid (B [T]) als met de magnetische veldsterkte (H [A/m]) voorgesteld worden. Deze waarden zijn gerelateerd aan elkaar door de permeabiliteit (zie formule (1)). In vacuüm en lucht is de permeabiliteit (μ [H/m]) gelijk aan de absolute permeabiliteit μ_0 en gelijk aan $4\pi \times 10^{-7}$ [H/m].

$$B = \mu \cdot H \quad [\text{T}] \quad (1)$$

Hierbij willen we opmerken dat deze normen en richtlijnen afhankelijk zijn van de frequentie.

2.1 ICNIRP

In ICNIRP 2020 [1] worden richtlijnen gegeven voor blootstelling van werknemers en van het algemeen publiek aan elektrische en magnetische velden in het frequentiegebied van 100 kHz tot 300 GHz. Voor lage frequenties tussen 1 Hz en 100 kHz wordt in [1] verwezen naar de richtlijnen beschreven in ICNIRP 2010 [2].

In Tabel 1 worden de richtlijnen voor het elektrisch en het magnetisch veld weergegeven in de frequentieband van 50 Hz tot 300 Hz.

		Elektrisch veld	Magnetisch veld
Frequentie		E_{ICNIRP} [V/m]	H_{ICNIRP} [μT]
50 Hz – 300 Hz	Beroepsbevolking	5E5/f	1000
	Algemeen publiek	2,5E5/f	200

Tabel 1: Actieniveaus voor het elektrisch en het magnetisch veld volgens de ICNIRP richtlijn [2] van toepassing voor beroepsbevolking en het algemeen publiek.

2.2 EUROPA

In Europa bestaat er voor de blootstelling van het algemeen publiek aan niet-ioniserende elektromagnetische golven een niet-bindende aanbeveling van de Raad 1999/519/EC van 12 juli 1999 [3] gebaseerd op ICNIRP 1998 [4]. In Tabel 2 worden de overeenkomstige referentieniveaus voor het elektrisch en het magnetisch veld weergegeven voor 50Hz-signalen en harmonischen. Elke Europese lidstaat is vrij om deze aanbeveling al of niet op te nemen. Ondertussen werden de ICNIRP 1998-richtlijnen [4] geüpdatet en zijn de ICNIRP 2020 [1] richtlijnen met verwijzing naar ICNIRP 2010 [2] van toepassing voor laag-frequente velden. De Europese aanbeveling [3] werd echter nog niet aangepast waardoor we in dit rapport ook de 100 μT richtlijn volgens ICNIRP 1998 beschouwen in plaats van de minder strenge 200 μT richtlijn volgens ICNIRP 2010 voor 50 Hz magnetische velden bij vergelijking van de meetdata met de richtlijnen / actieniveaus /normen.

Frequentie	Elektrisch veld [V/m]	Magnetisch veld [μT]
50 Hz – 800 Hz	250/f	5/f

'f': frequentie in kHz.

Tabel 2: Referentieniveaus voor elektrische en magnetische velden voor het elektrisch en het magnetisch veld, volgens de Europese richtlijn [3] voor het 50 Hz signaal en harmonischen van toepassing voor het algemeen publiek.

Voor wat betreft de blootstelling van werknemers aan niet-ioniserende elektromagnetische golven is de Europese (EU) richtlijn 2013/35/EU [5] van kracht in elke Europese lidstaat, dus ook in België. Deze richtlijn is gebaseerd op de ICNIRP richtlijnen [4], [2]. Elke werkgever binnen de EU moet de blootstelling van zijn werknemers aan elektromagnetische velden evalueren in overeenkomst met deze Europese richtlijn. In België is deze EU richtlijn omgezet in het KB van 20 mei 2016 [6] betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden op het werk.

Voor lage frequenties (van 1 Hz tot 10 MHz) zijn de actieniveaus gebaseerd op niet-thermische effecten en worden drie verschillende AN gedefinieerd: laag, hoog en voor de ledematen. De lage AN zijn de strengste en zijn weergegeven in Tabel 3 voor de frequentieband van 50 Hz tot 300 Hz (= blootstelling aan 50 Hz velden en de harmonischen).

	Elektrisch veld	Magnetisch veld
Frequentie	Lage AN (niet-thermisch) ($AN_{E,EU,niet_thermisch}$) [V/m]	Lage AN (niet-thermisch) ($AN_{B,EU,niet_thermisch}$) [μ T]
50 Hz – 300 Hz	5E5/f	1000

f: frequentie in Hz.

Tabel 3: Actieniveaus voor het elektrisch en het magnetisch veld volgens de Europese richtlijn [5] voor het 50 Hz signaal en harmonischen van toepassing voor werknemers.

2.3 BELGIË

2.3.1 FEDERAAL

Voor elektrische installaties werd bij Koninklijk Besluit (KB) van 8 september 2019 [7] het nieuwe AREI (Algemeen Reglement op Elektrische Installaties) ingevoerd. Het oude AREI [8] werd hiermee opgeheven alsook het ministerieel besluit van 7 mei 1987 (Belgisch Staatsblad van 14.05.1987) tot bepaling van o.a. de grenswaarden voor het elektrisch veld voortgebracht door de elektrische installaties voor transport en verdeling van elektrische energie, dat gewijzigd werd door het ministerieel besluit van 20 april 1988. Het nieuwe KB voert drie boeken in waarvan het derde boek handelt over de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie. Hierin worden grenswaarden vermeld voor het elektrisch veld en niet voor het magnetisch veld. De waarde van het elektrisch veld, in normale bedrijfsomstandigheden, opgewekt door een installatie van transmissie of distributie van elektrische energie moet lager blijven dan de volgende waarden gemeten op 1,5 meter van de grond of van woningen:

- maximaal 5 kV/m in de woonzones of daartoe bestemde zones
- 7 kV/m boven de wegen
- 10 kV/m op andere plaatsen.

Voor wat betreft het magnetisch veld is er geen Belgische wetgeving en kan de Europese aanbeveling [3] gevolgd worden.

2.3.2 VLAAMS GEWEST

In Vlaams Gewest is sinds 2004 het “Besluit houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico’s door verontreiniging van het binnenmilieu” van kracht [9]. In 2018 werd een aanpassing van dit besluit goedgekeurd en gepubliceerd [10]. Dit besluit is alleen van toepassing op bronnen die voortkomen uit het binnenmilieu. In dit besluit worden richtwaarden en interventiewaarden bepaald voor extreem laag frequente elektromagnetische (ELF) straling. De richtwaarde voor langdurige blootstelling (chronisch) en de interventie waarden voor onmiddellijke blootstelling (acuut) aan magnetische velden werden vastgelegd op respectievelijk 0,4 μ T en 20 μ T.

2.4 DE 0,4 MICROTESLA CONTOUR

De 0,4 μT contour wordt dikwijls aangewend als aanbeveling voor langdurige blootstelling. Uitgangspunt is zoveel mogelijk vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waar er langdurige blootstelling is aan meer dan 0,4 μT . Deze waarde komt naar voren uit het wetenschappelijk onderzoek als de drempelwaarde voor het statistisch verband met kinderleukemie en gebruik van deze waarde komt tegemoet aan de maatschappelijke vraag om beleid te baseren op voorzorg. 0,4 μT komt ook voor in de mededeling aan de leden van de Vlaamse Regering (aanbeveling om deze niet te overschrijden), het recente advies van de Hoge Gezondheidsraad. Bijkomend is er goede afstemming met internationaal gebruikte aanbevelingen.

3 MEETAPPARATUUR

Onderstaande meetapparatuur wordt gebruikt bij de metingen:

Breedbandige magnetische veldprobe

- Type: ELT-400 met 100 cm^2 probe
- Dynamisch bereik magnetisch veld: 60 nT tot 80 mT (4,8 mA/m tot 64 kA/m)
- Frequentiebereik: 1 Hz – 400 kHz
- Dimensies probe: 290 mm X 125 mm \emptyset

E- en H-veld analyzer

- Type: EHP-50C
- Dynamisch bereik elektrisch veld: 10 mV/m tot 100 kV/m
- Dynamisch bereik magnetisch veld: 1 nT tot 10 mT (0,79 mA/m tot 8 kA/m)
- Frequentiebereik: 5 Hz – 100 kHz
- Dimensies probe: 92 mm x 92 mm x 109 mm (L x B x H)
- Afleestoestel: PMM 8053 of software op laptop

E- en H-veld analyzer

- Type: Narda EHP-200
- Dynamisch bereik elektrisch veld: 0,02 tot 1000 V/m
- Dynamisch bereik magnetisch veld: 0,6 mA/m tot 300 A/m
- Frequentiebereik: 9 kHz - 30 MHz
- Dimensies probe: 92 mm x 92 mm x 109 mm (L x B x H)
- Afleestoestel: software op laptop

4 WERKWIJZE

4.1 FREQUENTIE-SELECTIEVE METINGEN

Om het elektrisch en magnetisch veld op te meten als functie van de frequentie (= frequentie-selectief), in het frequentiegebied van 5 Hz tot 100 kHz, wordt gebruik gemaakt van een commerciële E- en H-veld meetprobe (type EHP-50C).

De EHP-meetprobe wordt met een laptop, waarop de meetsoftware van het overeenkomstige toestel is geïnstalleerd, verbonden via een optische kabel. Met deze probes worden de drie orthogonale componenten sequentieel opgemeten als functie van de frequentie. Het totale elektrisch (E) / magnetisch veld (H) als functie van de frequentie wordt berekend uit de verschillende orthogonale componenten (F_x , F_y , F_z) volgens formule (2) en is af te lezen op de bijgeleverde meetsoftware en/of het aangesloten afleestoestel.

$$F = \sqrt{(F_x)^2 + (F_y)^2 + (F_z)^2} \quad (F = E \text{ of } B \text{ bij één frequentie}) \quad (2)$$

Met dit toestel kan de veldwaarde met de overeenkomstige frequentie gemeten worden binnen het ingestelde frequentiebereik. Daarnaast kan ook de 'wideband' veldwaarde opgemeten worden over het ingestelde frequentiebereik. Hierbij worden de bijdragen van alle frequentiecomponenten gecumuleerd om het totale signaal te bepalen.

Verder kan dit toestel ingesteld worden in 'maximum hold mode'. In 'maximum hold' mode worden de maxima voor de verschillende frequentiecomponenten weerhouden gedurende de ingestelde 'maximum hold tijd'. Hierdoor is het bekomen resultaat minstens gelijk aan de momentele veldwaarde of een overschatting hiervan.

Om verstoring van de op te meten veldwaarden te beperken moet, afhankelijk van de frequentie van de op te meten signalen, een grotere afstand tussen de meetprobe en omliggende objecten / personen gerespecteerd worden. Hoe lager de frequentie hoe groter de afstand moet zijn. Vooral het elektrisch veld is onderhevig aan de verstoring door de aanwezigheid van objecten / personen vlakbij de meetprobe. Het magnetisch veld is hier minder onderhevig aan en de belangrijkste grootheid bij ELF [1], [9], [10]. Gezien de aard van de metingen (metingen vlakbij het objecten), moet men voorzichtig omspringen met de meetresultaten voor het elektrisch veld en ligt de focus op het magnetisch veld.

4.1.1 BREEDBANDMETINGEN

Met de breedbandige probe ELT-400 met bijhorende magnetische probe wordt het totale magnetische veld opgemeten over de volledige frequentieband van 1 Hz tot 400 kHz. Op het toestel kan de totale magnetische fluxdichtheid (B) afgelezen worden. Er kunnen zowel piekwaarden als rms-waarden afgelezen worden. Daarnaast kan de opgemeten veldwaarde ook onmiddellijk als een percentage van de norm afgelezen worden. Verder kan dit toestel ingesteld worden in 'maximum hold mode'. In 'maximum hold' mode wordt de maximum meetwaarde weerhouden gedurende de ingestelde 'maximum hold tijd'.

4.2 MEETMETHODE

Er werd een spectrale meting (frequentiemeting) uitgevoerd met de EHP probes in het frequentiedomein tussen 5 Hz en 400 kHz. Deze meting werd gelijktijdig voor het elektrisch veld als voor het magnetisch veld uitgevoerd. Op basis van deze metingen worden de juiste instellingen (o.a. op te meten frequentiebereik) van de meetprobe gekozen. Indien uit deze spectrale metingen blijkt dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen dominant aanwezig zijn in de frequentieband waarin de breedbandige ELT-400 probe werkt dan kan er gebruikt gemaakt worden van de breedbandige ELT-400 meter. Bij de metingen rond distributiecabines is dit het geval. Het voordeel van de ELT-400 probe is dat de metingen sneller uitgevoerd kunnen worden dan met de EHP probe, hierdoor wordt niet op alle posities gemeten met de EHP probe.

Bij LS-kabels (laagspanningskabels) in distributiecabines is het zo dat er sterke variaties van het stroomverbruik kunnen optreden afhankelijk van de belasting. Aangezien de stroom evenredig is met het magnetisch veld kunnen variaties optreden van het magnetisch veld. De momenteel opgemeten magnetische veldwaarden moeten herschaald worden om de variaties van het magnetisch veld te kennen.

Op basis van de momentele opgemeten veldwaarden, de gegevens van de variaties van het stroomverbruik gedurende de dag (opgemeten door de netbeheerder) en de nominale stroomwaarde (theoretisch maximaal toegelaten stroom), kan door herschaling van de momentele blootstelling een schatting gemaakt worden van de **gemiddelde blootstelling** gedurende de dag, de **maximale blootstelling** gedurende de dag en de **nominale blootstelling**. Hierbij veronderstellen we dat de variatie van het magnetisch veld zich gedraagt zoals de variatie van de stromen die beschikbaar zijn en dat deze de dominante bron zijn van het opgemeten magnetisch veld.

De momentele metingen werden telkens uitgevoerd in maximum hold mode. De bekomen meetresultaten kunnen vervolgens vergeleken met de relevante actieniveaus volgens de procedure beschreven in paragraaf 5.

Voor wat betreft de positionering van de meetprobes wordt de afstand telkens bepaald tot het midden van de meetprobe met uitzondering van de posities waarbij de afstand als 0 cm wordt weergegeven, hierbij wordt contact gemaakt tussen het object en de meetprobe.

4.2.1 SAMENVATTING MEETMETHODE

Hieronder worden de verschillende metingen die uitgevoerd werden rond de distributiecabine kort opgelijst. Tijdens de metingen werd aan de netbeheerder (hier Fluvius) gevraagd om de stromen door de LS-kabels (hier lopen de dominante stromen) te monitoren in functie van de tijd en dit gedurende minstens één dag zodat de momenteel opgemeten magnetische veldwaarden kunnen herschaald worden zoals hierboven uitgelegd.

Bijkomend is het ook zo dat niet tegenstaande de focus op de magnetische veldwaarden ligt, de elektrische veldwaarden ook vermeld worden als deze opgemeten werden met de EHP-probes aangezien beide veldwaarden gelijktijdig gemeten kunnen worden met dit toestel.

Momentele meetwaarden

- Eerst wordt met de meetprobe het spectrum tussen 5 Hz en 400 kHz opgemeten om te kijken welke frequentiecomponenten relevant aanwezig zijn binnen dit spectrum. Indien blijkt dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen dominant zijn dan kan zowel met de spectrale EHP-50C probe als met de breedbandige ELT-400 probe gemeten worden.
- Vervolgens wordt een scan van het magnetisch veld uitgevoerd rondom de cabine op een afstand van 0,2 m tot de cabine. Deze meting geeft een eerste indicatie van de positie van de maximale veldwaarden rondom de cabine.
- Voor elke zijde van de cabine worden een aantal puntmetingen uitgevoerd van het magnetisch veld op vaste posities rond de cabine (zijanten en midden van elke zijde) op een hoogte van 1,5 m. Indien er toegang tot de cabine mogelijk is worden ook enkele metingen uitgevoerd in de cabine voor de verschillende onderdelen (o.a. voor het LS-bord, voor de transformator).
- Voor elke buitenzijde van de cabine wordt op de positie van de maximale veldwaarde een meting uitgevoerd van het magnetisch veld in functie van de afstand tot de cabine en de hoogte tot het grondoppervlak.
- Indien mogelijk worden metingen binnen in de cabine uitgevoerd op posities waar ook aan de buitenzijde werd gemeten.

5 VERGELIJKING MET DE NORMEN

In deze paragraaf wordt de vergelijking van de opgemeten veldwaarden met de richtlijnen / actieniveaus / normen (zie paragraaf 2) van toepassing in de frequentieband van 1 Hz tot 10 MHz besproken, voor signalen in één frequentieband en signalen in meerdere frequentiebanden.

5.1 IN ÉÉN FREQUENTIEBAND

Opdat de aanwezige elektrische velden zouden voldoen aan de richtlijnen / actieniveaus / normen, moet volgende voorwaarde vervuld zijn:

$$F_{gem} \leq F_{ref,i} \quad (3)$$

Met F_{gem} : Gemeten veldwaarde (E of H) bij een bepaalde frequentie i (tussen 1 Hz en 10 MHz).

$F_{ref,i}$: Richtlijnen / actieniveaus / normen voor het elektrisch / magnetisch veld voor de overeenkomstige frequentie i (tussen 1 Hz tot 10 MHz).

We kunnen nu de verhouding $BI = F_{gem} / F_{ref,i} \times 100$ [%] definiëren. Hoe groter dit getal, hoe dichter het gemeten veld bij de richtlijn / het actieniveau / de norm ligt. Is dit getal groter dan 100, dan worden de richtlijnen / actieniveaus / normen overschreden.

5.2 IN MEERDERE FREQUENTIEBANDEN

Voor signalen bestaande uit meerdere frequentiecomponenten moet aan de blootstellingindex volgens formule (4) voldaan worden. Hierbij willen we opmerken dat dit een conservatieve methode is die ervan uit gaat dat de maxima op hetzelfde tijdstip voorkomen en bijgevolg tot een overschatting kan leiden. In [2] worden ook minder conservatieve methodes, nl. de gewogen-piekwaarde besproken.

$$BI_F = \sum_i \left(\frac{F_{i,gem}}{F_{i,ref}} \right) \leq 1 \quad (4)$$

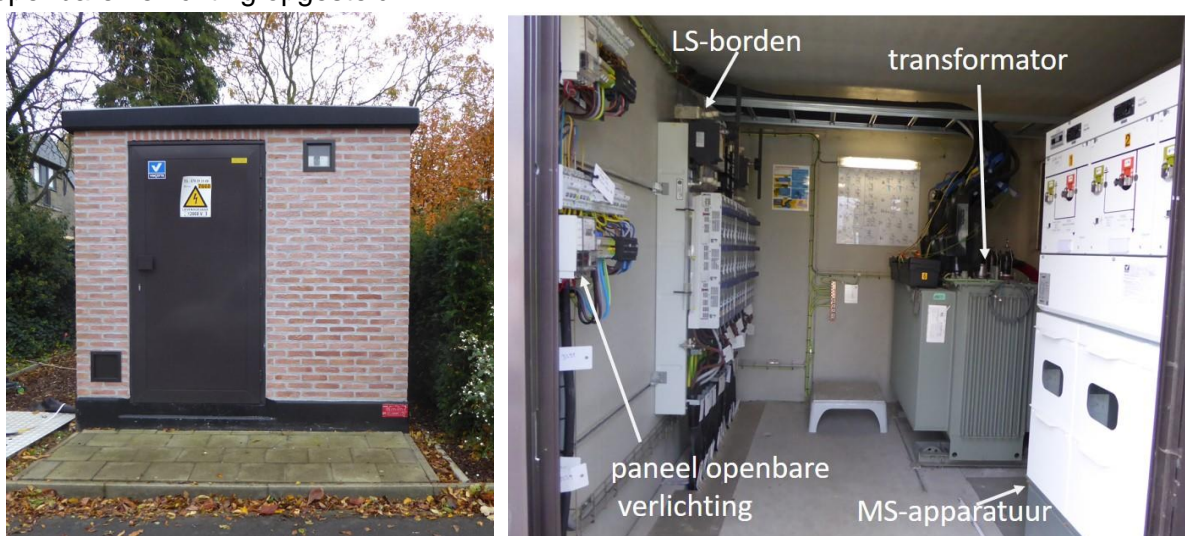
Met	BI_F :	Blootstellingsindex in het frequentiegebied van 1 Hz tot 10 MHz.
	$F_{i,gem}$:	Gemeten elektrisch / magnetisch veld bij de overeenkomstige frequentie i (tussen 1 Hz en 10 MHz).
	$F_{i,ref}$:	Richtlijnen / actieniveaus / normen voor het elektrisch / magnetisch veld voor de overeenkomstige frequentie i (tussen 1 Hz tot 10 MHz).

We kunnen opnieuw de verhouding $BI = BI_F * 100$ [%] definiëren. Hoe groter dit getal, hoe dichter het gemeten veld bij de richtlijnen / actieniveaus / normen ligt. Is dit getal groter dan 100, dan worden de richtlijnen / actieniveaus / normen overschreden.

6 MEETRESULTATEN

6.1 PLAATS VAN DE METINGEN

De metingen vonden plaats rond de distributiecabine met nr. 7668 gelegen aan de Tuinstraat 3 te Melle. Dit is een vrijstaande prefabcabine. De toegangsdeur is een PVC-deur. Ter hoogte van de transformator bevinden zich enkele ventilatieroosters. In deze cabine staat een 400 kVA transformator die een 12 kV spanning naar 230 / 400 V transformeert. In de cabine staan verder een 230 V laagspanningsbord, een 400 V laagspanningsbord, cellen met middenspanningsinfrastructuur (o.a. MS-schakelaar) en een verdeelbord voor de openbare verlichting opgesteld.

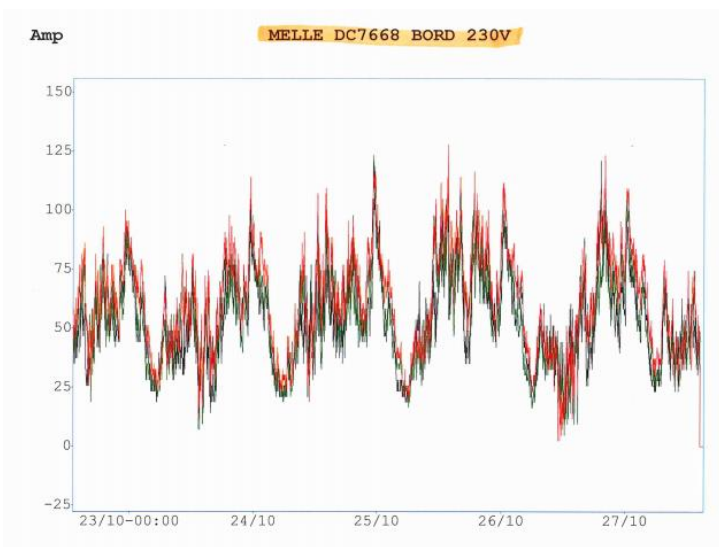


Figuur 1: Foto's van de buiten- en binnenzijde van de 12 kV cabine gelegen aan de Tuinstraat 3 in Melle.

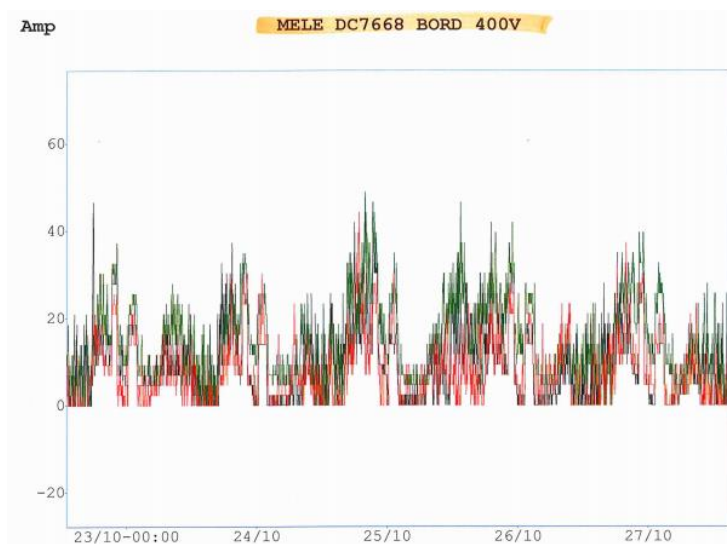
6.2 STROOMVERLOOP LAAGSPANNINGSLIJNEN

In de opgemeten distributiecabine staan een 230 V LS-bord en een 400 V LS-bord opgesteld. Voor beide drie-fasige LS-kabels werd het stroomverloop i.f.v. de tijd gelogd door Fluvius in de periode tussen donderdag 22 oktober 2020 (13u00) en dinsdag 27 oktober 2020 (15u16). In Figuur 2 en Figuur 3 worden de variaties van de stromen per fase voor resp. de 230 V LS-lijnen en de 400 V LS-lijnen weergegeven. De meetklemmen werden opgesteld over de helft van de kabels ter hoogte van de transformator. Bijgevolg is de weergegeven stroomwaarde de helft van de stroom per fase. *Hierbij dienen we op te merken dat voor dit stroomverloop enkel de weergegeven figuren ter beschikking konden worden gesteld. Fluvius kon geen gedetailleerde tabel weergeven met stroomwaarden bijgevolg konden de momentele stroomwaarden slechts bij benadering afgelezen worden.*

In Tabel 4 worden de nominale stroomwaarden, de uitgemiddelde waarden van de maximale en van de gemiddelde stromen van de drie fasen voor de periode waarover de stromen gelogd werden (22/10/2020 tot 27/10/2020), weergegeven voor de 230 V en de 400 V LS lijnen.



Figuur 2: Stroomverloop (helft van de totale stroomwaarde) per fase van de 230 V 3-fasige LS-lijnen i.f.v. de tijd opgemeten tussen 22 oktober 2020 (13u00) en 27 oktober 2020 (15u16).



Figuur 3: Stroomverloop (helft van de totale stroomwaarde) per fase van de 400 V 3-fasige LS-lijnen i.f.v. de tijd opgemeten tussen 22 oktober 2020 (13u00) en 27 oktober 2020 (15u18).

	230 V LS-lijn	400 V LS-lijn
Nominale stroom* [A]	954	550
Maximale stroom** [A]	247	95
Gemiddelde stroom** [A]	111	21

*: specificaties van de transformator.

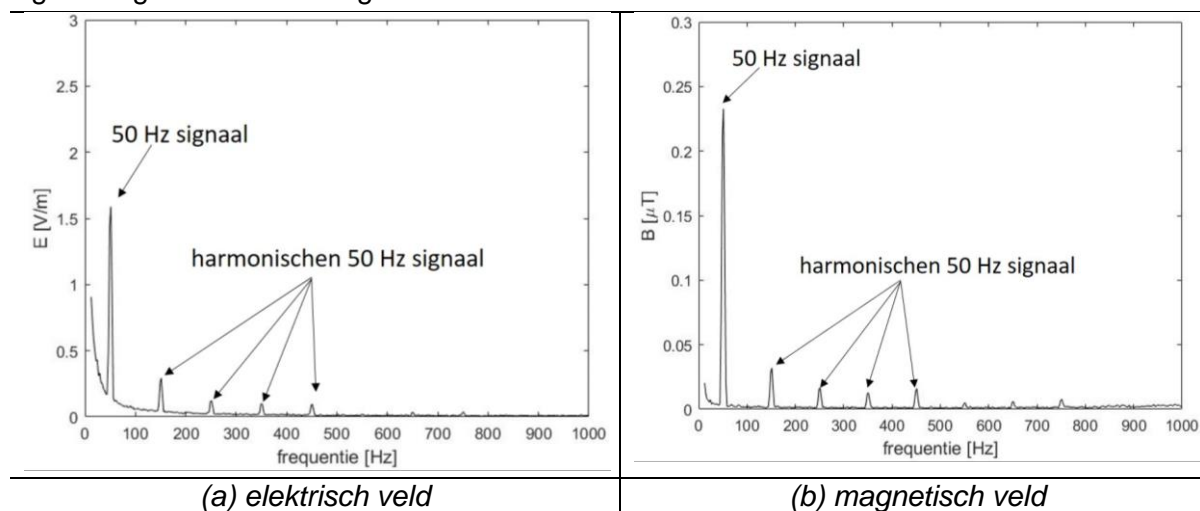
** : opgemeten tussen 22 oktober 2020 (13u00) en 27 oktober 2020 (15u16) – uitgemiddelde waarden over de drie fasen.

Tabel 4: Nominale, maximale en gemiddelde stroomwaarde van de 230 V LS-lijnen en van de 400 V LS lijnen.

6.3 FREQUENTIESPECTRUM

Met de EHP-probes werd een meting uitgevoerd van het frequentiespectrum tussen 5 Hz en 400 kHz opgemeten buiten voor de deur van cabine. Figuur 4 (a) en (b) tonen het spectrum van het elektrisch en het magnetisch veld in het frequentiegebied tussen 5 Hz en 1 kHz.

Hieruit blijkt dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen werden gemeten waarbij het 50 Hz-signaal significant aanwezig was.



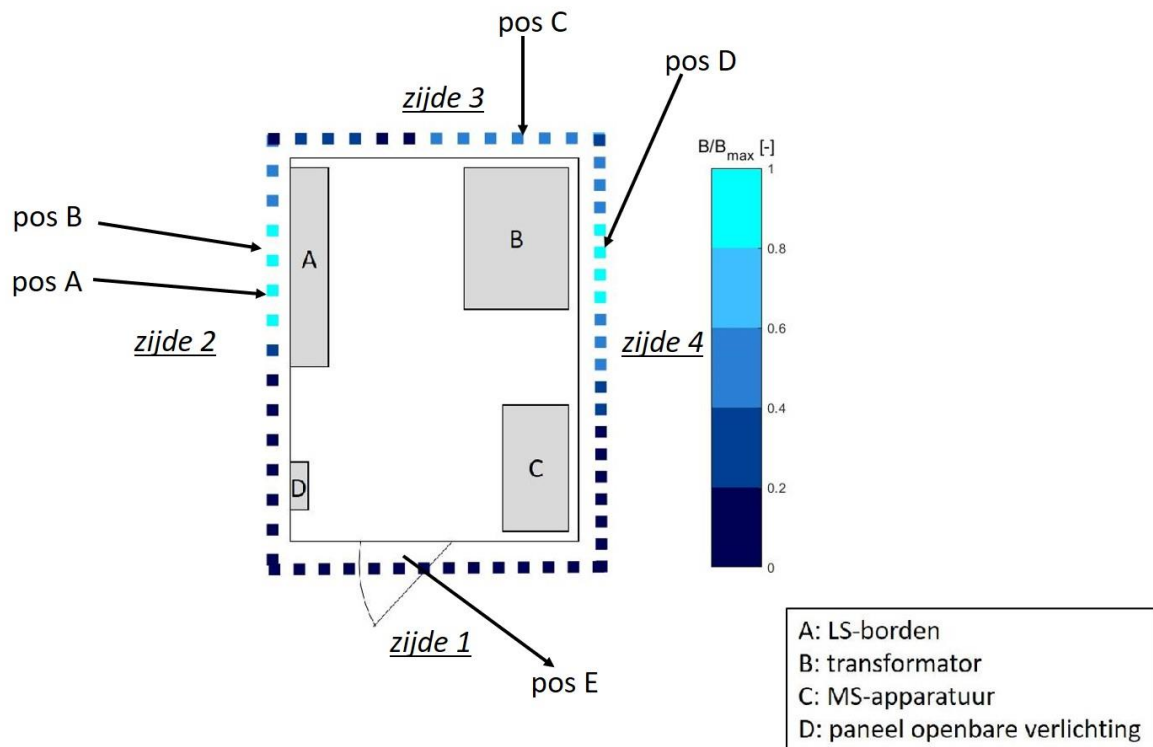
Figuur 4: Overzicht van frequentiespectrum tussen 5 Hz en 1 kHz voor (a) het elektrisch en (b) het magnetisch veld opgemeten voor de deur van de cabine.

6.4 SCAN EN PUNTMETINGEN

In deze paragraaf wordt het magnetisch veld rondom de cabine gevisualiseerd en worden bijkomend de puntmetingen van het magnetisch veld (en voor sommige posities ook het elektrisch veld) besproken. Dit zijn puntmetingen die uitgevoerd zijn op vaste posities rond de cabine (zijanten en midden van elke zijde) en indien mogelijk ook in de cabine voor de verschillende onderdelen.

6.4.1 SCAN RONDOM DE CABINE

In Figuur 5 worden de momentele (ogenblikkelijke) waarden (B_{mom}) van het magnetisch veld genormeerd op de maximale opgemeten momentele waarde, weergegeven. De velden werden al wandelend opgemeten, met de EHP-50C probe verbonden met de PMM 8053, op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld rondom de distributiecabine en op een afstand van 0,2 m tot de cabine. De maximale opgemeten momentele magnetische veldwaarde bedroeg $6,8 \mu\text{T}$ en werd gemeten aan zijde 2 van de cabine ter hoogte van de LS-borden. Figuur 5 toont verder ook de posities waar het maximum momentele magnetisch veld per zijde werd gemeten. De meetwaarden op deze posities (posities A tot E) worden besproken in paragraaf 6.4. Voor zijde 2 werden twee posities aangeduid nl. positie A en B, omdat de momentele meetwaarden hier afwisselend schommelden rond het maximum.



Figuur 5: Verloop van het magnetisch veld opgemeten met de EHP-50C probe op een hoogte van 1,5 m rond de cabine ($B_{max} = 6,8 \mu T$).

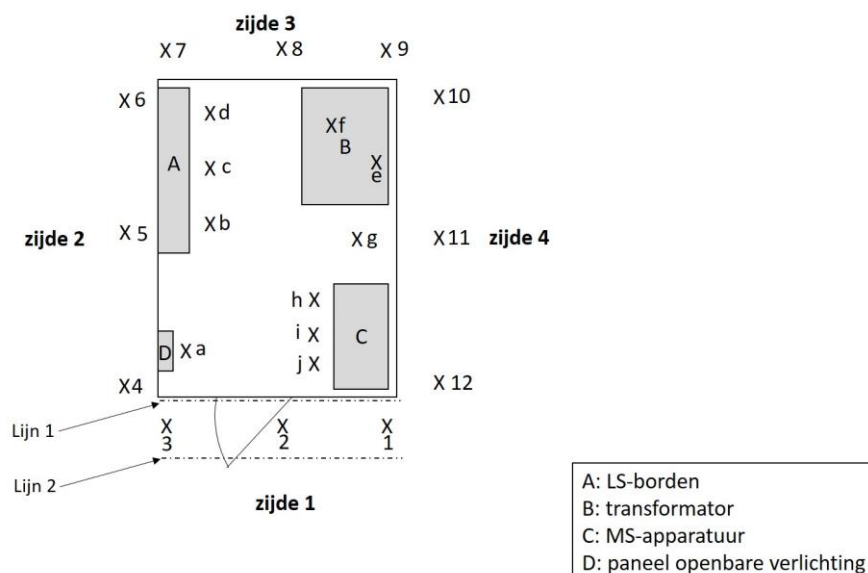
6.4.2 PUNTMETINGEN BINNEN EN BUITEN DE CABINE

Langs elke buitenzijde van de cabine werden een aantal puntmetingen uitgevoerd van het magnetisch veld op posities 1 tot en met 12 (zie Figuur 6). De metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld / vloeroppervlak op afstanden tussen 20 cm en 70 cm tot de zijden van de cabine. Verder werden ook enkele metingen binnen in de cabine uitgevoerd voor de verschillende onderdelen, posities 'a' tot en met 'g' (Figuur 6). Aan de voorzijde van de cabine werden ook enkele scans uitgevoerd net boven het grondoppervlak om mogelijke invloed van ondergrondse kabels op te meten. Hiervoor werd vlak tegen de cabine (Lijn 1) en op 1 m afstand van de cabine (Lijn 2) een scan gedaan van het maximum magnetisch veld.

In Tabel 5 worden de opgemeten veldwaarden op de verschillende meetposities met de overeenkomstige beschrijving weergegeven. Voor wat betreft de metingen buiten, werd de hoogste momentele magnetische en elektrische veldwaarde opgemeten op positie 5, ter hoogte van het LS-bord (langs zijde 2) en bedroeg resp. $4,9 \mu T$ en $26,0 V/m$. De blootstellingsindex (BI) bedraagt resp. 4,9 % en 0,5 % voor het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering van 5 kV voor woonzones volgens [7] en de $100 \mu T$ aanbeveling volgens [3].

Binnen in de cabine werd de hoogste magnetische veldwaarde opgemeten vlakbij de LS-kabels die uit de transfo vertrekken en deze bedroeg $115,6 \mu T$. De hoogste opgemeten elektrische veldwaarde bedroeg $106,4 V/m$, opgemeten op positie 'd' aan het 400 V LS-

bord. Beide waarden liggen ruim onder de normering voor beroepsblootstelling met blootstellingsindex van resp. 11,6 % en 1,1 % voor het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering volgens de Europese Directieve voor werknemers [5], [6]. Voor wat betreft de scans tegen het grondoppervlak boven mogelijks ondergrondse voedingskabels (Lijn 1 en Lijn 2) werd geen dominante bijdrage opgemeten. De maximale magnetische veldwaarde bedroeg 0,3 μ T.



Figuur 6: Aanduiding van de meetposities (binnen- en buitenmetingen) op een schets van de plattegrond van de cabine.

Positie	Beschrijving	Hoogte ⁽¹⁾ [m]	Horizontale afstand ⁽²⁾ [m]	E_{mom} [V/m]	B_{mom} [μ T]
Buiten de cabine					
1	zijde 1	1,5	0,5	0,86	0,15
2	zijde 1	1,5	0,5	0,26	0,25
3	zijde 1	1,5	0,5	2,27	0,27
4	zijde 2	1,5	0,5	0,47	0,43
5	zijde 2	1,5	0,5	25,99	4,88
6	zijde 2	1,5	0,5	12,46	1,43
7	zijde 3	1,5	0,5	0,08	1,00
8	zijde 3	1,5	0,5	0,07	1,71
9	zijde 3	1,5	0,5	0,06	1,12
10	zijde 4	1,5	0,7 ⁽³⁾	7,02	1,30
11	zijde 4	1,5	0,7 ⁽³⁾	6,51	1,64
12	zijde 4	1,5	0,7 ⁽³⁾	1,58	0,24
Lijn 1	scan op 0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	0,30 ⁽⁴⁾

Lijn 2	scan op 1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,22 ⁽⁴⁾
In de cabine					
a	paneel openbare verlichting	1,5	0,3	NG	0,91
b	LS-bord 230 V ter hoogte van pos A	1,5	0,3	86,78	16,25
c	LS-bord 230 V ter hoogte van pos B	1,5	0,3	93,71	9,16
d	LS-bord 400 V	1,5	0,3	106,37	7,56
e	transformator: tegen HS-kabels	-	0,0	NG	12,91
f	transformator: tegen LS-kabels	-	0,0	NG	115,6
		-	0,3	NG	25,34
g	Tussen transformator en MS-apparatuur: cel 1	1,5	0,4	4,33	4,35
h	MS-apparatuur: cel 1	1,5	0,3	NG	0,62
i	MS-apparatuur: cel 2	1,5	0,3	NG	0,39
j	MS-apparatuur: cel 3	1,5	0,3	NG	0,30

-, NG: niet gemeten

⁽¹⁾: Hoogte boven het terreinoppervlak, voor de binnenmetingen is dit de hoogte boven het vloeroppervlak.

⁽²⁾: De vermelde afstand is de horizontale afstand tussen de meetprobe en het object zoals beschreven in de kolom 'beschrijving'. De afstanden en hoogten zijn telkens gemeten tot het midden van de meetprobe met uitzondering van de posities waarbij de afstand als 0 cm wordt weergegeven, hierbij wordt contact gemaakt tussen het object en de meetprobe (= 6,3 cm tussen het object en het midden van de meetprobe).

⁽³⁾: Op posities 10, 11 en 12 bedroeg de afstand 70 cm omdat er een haag stond op 50 cm.

⁽⁴⁾: Maximale opgemeten waarde.

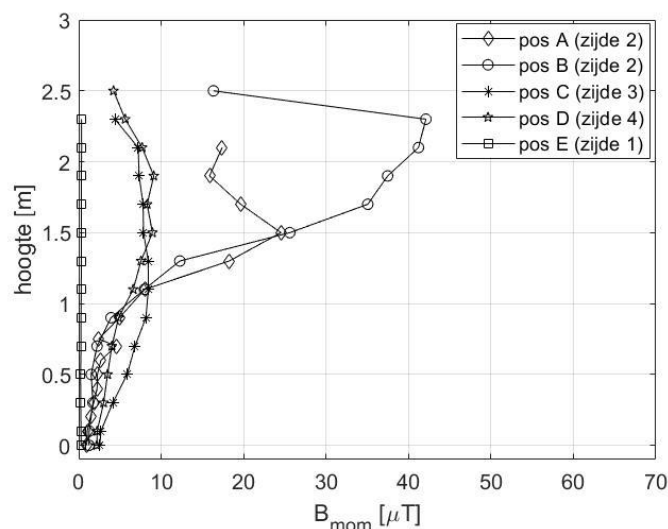
Tabel 5: Overzicht van de gemeten momentele veldwaarden op verschillende meetposities binnen en buiten de distributiecabine.

6.5 METINGEN TER BEPALING VAN AFSTANDEN T.O.V. AANBEVELINGEN OF NORMEN

In deze paragraaf worden metingen besproken, uitgevoerd buiten de cabine in functie van de afstand tot de cabine. Hiervoor werd op de posities van het maximum magnetisch veld (gemeten op een standaard hoogte van 1,5 m) langs elke zijde van de cabine nl. posities A tot E (zie Figuur 5) een meting uitgevoerd in functie van de hoogte boven het grondoppervlak. Vervolgens werd op de hoogte van het maximum veld een meting uitgevoerd in functie van de afstand tot de cabine ter bepaling van de afstand tot waar aanbevelingen of normen kunnen overschreden worden.

6.5.1 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE HOOGTE

In Figuur 7 worden de ogenblikkelijke magnetische veldwaarden (B_{mom}) in functie van de hoogte weergegeven voor posities A tot E. Bij deze metingen bedroeg de afstand tussen de meetprobe en de wand van de cabine 0 cm (=contact meetprobe-wand van de cabine). De opgemeten veldwaarden variëren in functie van de hoogte met uitzondering van de meetwaarden op positie E die ongeveer constant zijn rond de 0,3 μ T. De maximale veldwaarden langs de verschillende zijden werden opgemeten op een hoogte tussen 1,1 m en 2,3 m.



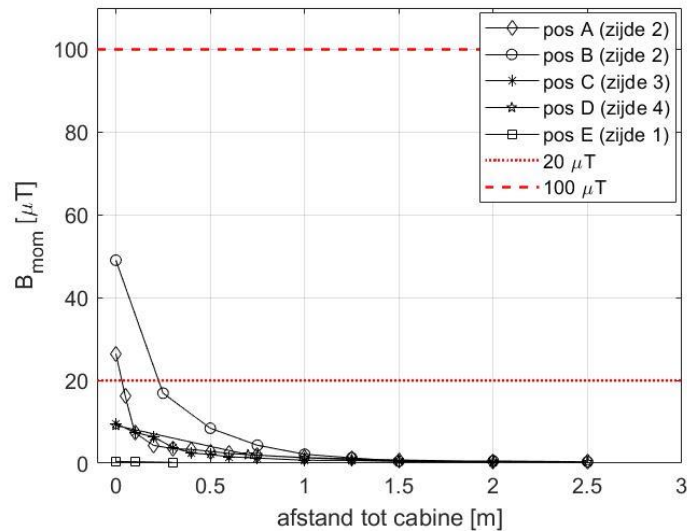
Figuur 7: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de hoogte (afstand meetprobe-cabine is 0 cm).

6.5.2 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT DE CABINE

6.5.2.1 MOMENTELE MEETWAARDEN

In Figuur 8 worden de meetwaarden van het magnetisch veld als functie van de afstand tot de cabine weergegeven opgemeten op de posities van het maximum (verschillende hoogten per positie) en dit voor de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot E). Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen met toenemende afstand tot de cabine met

uitzondering van de metingen op positie E die ongeveer constant zijn met waarden tussen $0,2 \mu\text{T}$ en $0,4 \mu\text{T}$. In Figuur 8 wordt bijkomend ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.

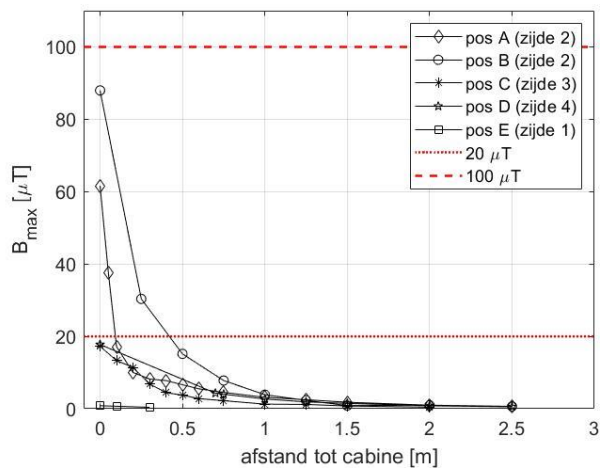


Figuur 8: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine (de meethoogten per positie bedroeg voor pos A: 1,5 m, voor pos B: 2,3 m, voor pos C: 1,1 m, voor pos D: 1,9 m en voor pos E: 2,1 m).

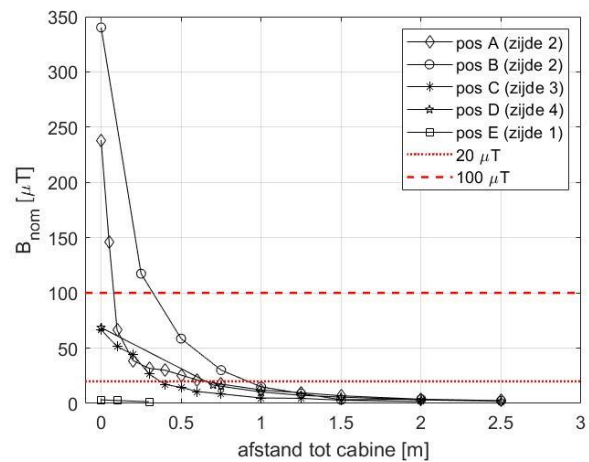
6.5.2.2 HERSCHALING NAAR MAXIMALE, GEMIDDELDE EN NOMINALE VELDWAARDEN

De variatie van het magnetisch veld wordt gelijkaardig beschouwd als deze van de LS-stromen zoals weergegeven in paragraaf 6.2. Figuur 9 (a), (b) tonen het verloop van het magnetisch veld ivm de afstand tot de cabine voor de herschaalde momentele metingen naar het maximum en de nominale waarden volgens de 230 V LS lijnstromen zoals weergegeven in Tabel 4. Op deze figuren zijn ook telkens de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.

Figuur 10 toont de herschaalde waarden van het momenteel magnetisch veld naar het gemiddelde van de 230 V LS lijnstromen zoals weergegeven in Tabel 4. Bijkomend is hier ook de $0,4 \mu\text{T}$ richtwaarde van toepassing volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] aangeduid.

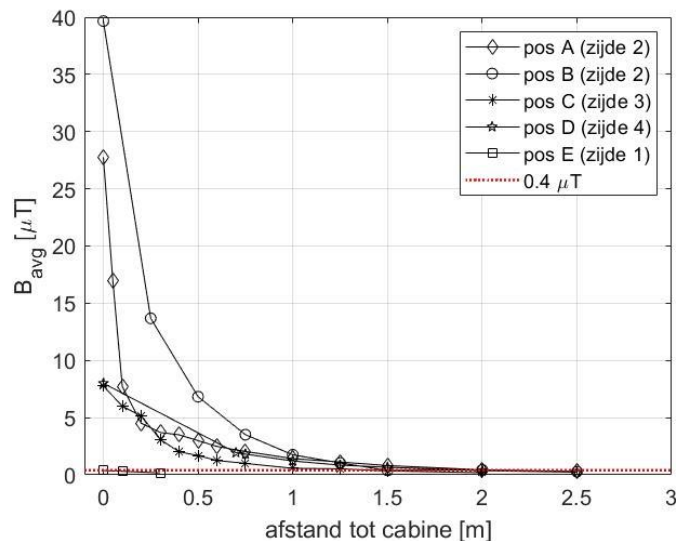


(a) Maximale magnetische veldwaarden



(b) Nominale magnetische veldwaarden

Figuur 9: Maximale (a) en nominale (b) meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.



Figuur 10: Gemiddelde meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.

6.5.2.3 VERGELIJKING MET RICHTLIJNEN / NORMEN

Tabel 6 geeft een samenvatting van de minimale afstand tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit [10] (0,4 μT richtwaarden en de 20 μT interventiewaarde) en aan de 100 μT Europese aanbeveling voor 50 Hz-velden [3]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat alle metingen buiten werden uitgevoerd en de vergelijking met de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit bijgevolg louter informatief is. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn.

De afstanden worden bepaald op basis van Figuur 8, Figuur 9 en Figuur 10. De 0,4 μT richtwaarde is voor chronische of langdurige blootstelling terwijl 20 μT en 100 μT acute waarden zijn voor kortstondige blootstelling. Bijgevolg wordt de vergelijking met de 0,4 μT richtlijn enkel toegepast voor de gemiddelde blootstelling zoals weergegeven in Figuur 10. De

vergelijking met de 20 μT en de 100 μT acute waarden werd toegepast voor de momentele (Figuur 8), de maximale (Figuur 9 (a)) en de nominale veldwaarden (Figuur 9 (b)).

De maximale afstand bedraagt 2,50 m voor blootstelling aan 0,4 μT uitgemiddeld over 4 meetdagen. De gemiddelde waarden over een langere periode (bijv. een jaar) waren niet beschikbaar.

De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde op geen enkele meetpositie. Enkel nominaal bekomen we een maximale afstand van 0,50 m.

Voor wat betreft de 20 μT interventiewaarde worden maximale afstanden bekomen van 0,25 m voor de momentele veldwaarden, 0,50 m voor de maximale veldwaarden en 1,00 m voor de nominale veldwaarden.

Positie	Type blootstelling	afstand [m]			
		Gemiddelde (4 dagen)	Momenteel	Maximaal (4 dagen)	Nominaal
A (zijde 2)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,10
	B < 20 μT	-	0,05	0,10	0,75
	B < 0,4 μT	2,50	-	-	-
B (zijde 2)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,50
	B < 20 μT	-	0,25	0,50	1,00
	B < 0,4 μT	2,50	-	-	-
C (zijde3)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,00	0,40
	B < 0,4 μT	1,50	-	-	-
D (zijde4)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,00	0,70
	B < 0,4 μT	2,00	-	-	-
E (zijde 1)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 0,4 μT	0,00	-	-	-

-: niet van toepassing.

Tabel 6: Bepaling van de afstanden tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de 0,4 μT richtwaarde (chronisch) en de 20 μT interventiewaarde (acuut) volgens het Binnenmilieubesluit van toepassing in Vlaanderen [10] en de 100 μT waarde voor het algemeen publiek volgens de Europese aanbeveling [3].

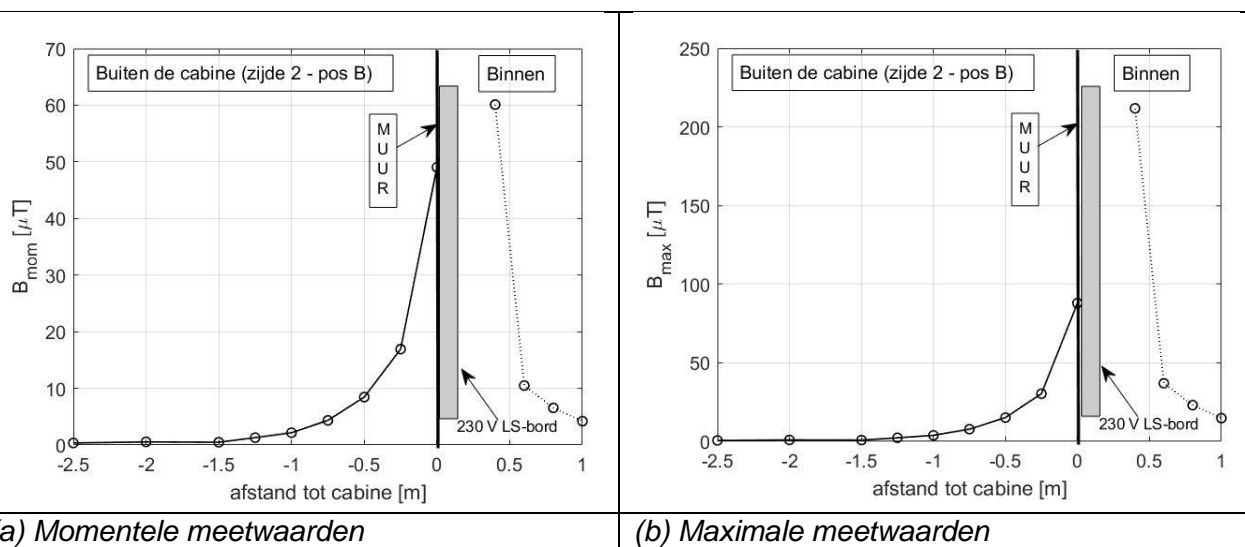
6.6 BIJKOMENDE METINGEN

6.6.1 BINNEN VERSUS BUITEN

In deze paragraaf worden metingen getoond die buiten en binnen in de cabine uitgevoerd werden ter hoogte van dezelfde positie en waarbij de binnen- en buitenposities enkel door de wand van de cabine van elkaar gescheiden worden. In dit geval was de scheiding een prefabmuur van een achttal centimeter breedte. Om geen invloed te hebben van het meettijdstip worden naast de momentele meetwaarden ook telkens de herschaalde waarden naar de maximale veldwaarden getoond.

Figuur 11 (a) en (b) tonen resp. de momentele en de maximale magnetische veldwaarden i.f.v. de horizontale afstand tot de muur, opgemeten aan beide zijden van de cabine ter hoogte van positie B (zijde 2) op een hoogte van 2,3 m boven het maaiveld (buitenzijde). Aan de binnenzijde komt dit neer op de posities voor de schakelaars van de 230 V LS-kabels bovenaan het LS-bord. Tussen de meetposities aan de binnen- en buitenzijde bevinden zich de muur en de LS-kabels.

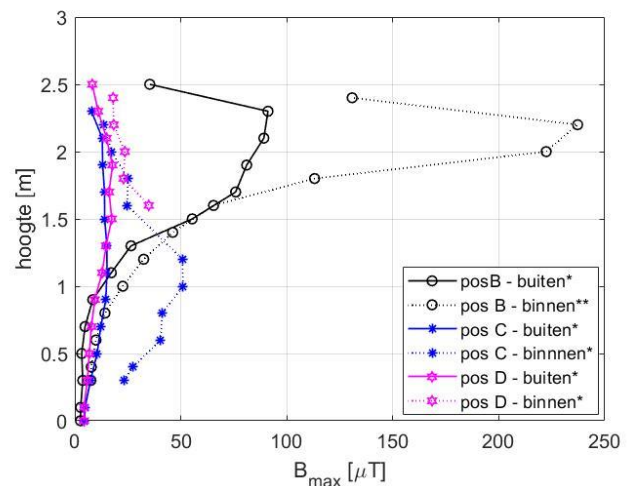
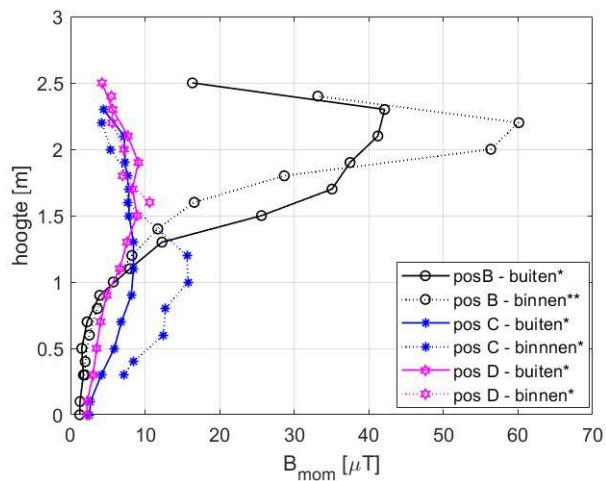
Figuur 12 (a) en (b) tonen resp. de momentele en de maximale magnetische veldwaarden i.f.v. de hoogte opgemeten aan beide zijden van de cabine ter hoogte van posities B, C en D. Bij posities C en D werd aan beide zijden (binnen- en buitenkant) telkens tegen de muur gemeten. Bij positie B stond tussen de metingen aan beide zijden van de muur ook nog het 230 V LS-bord. Voor de binnenmetingen op positie D kon om praktische reden maar vanaf een hoogte van 1,3 m boven het vloeroppervlak (herschaald naar 1,6 m hoogte boven het maaiveld) gemeten worden. Uit de metingen blijkt dat het veld het sterkst varieert i.f.v. de hoogte voor de metingen die binnen werden uitgevoerd.



*: negatieve afstanden zijn metingen buiten de cabine

** : de weergegeven hoogte is de hoogte t.o.v. het maaiveld (grondoppervlak buiten) en herschaald voor de binnenmetingen.

Figuur 11: Momentele en maximale magnetische veldwaarden in functie van de afstand tot de muur opgemeten aan beide zijden van de cabine ter hoogte van positie B (LS-bord aan zijde 2). De minimale meetafstand voor de metingen buiten is 0 cm terwijl binnen voor het 230 V LS-bord werd gemeten bij een afstand vanaf 40 cm tot de muur (de aanduiding van de muur en het 230 V LS-bord zijn schets en louter illustratief).



(a) Momentele meetwaarden

(b) Maximale meetwaarden

*: de horizontale afstand tot de wand van de cabine is 0 cm.

** : de horizontale afstand tot de wand van de cabine is 40 cm.

***: de weergegeven hoogte is de hoogte t.o.v. het maaiveld (grondoppervlak buiten) en herschaald voor de binnenmetingen.

Figuur 12: Momentele en maximale magnetische veldwaarden i.f.v. de hoogte opgemeten aan beide zijden van de cabine ter hoogte van posities B, C en D.

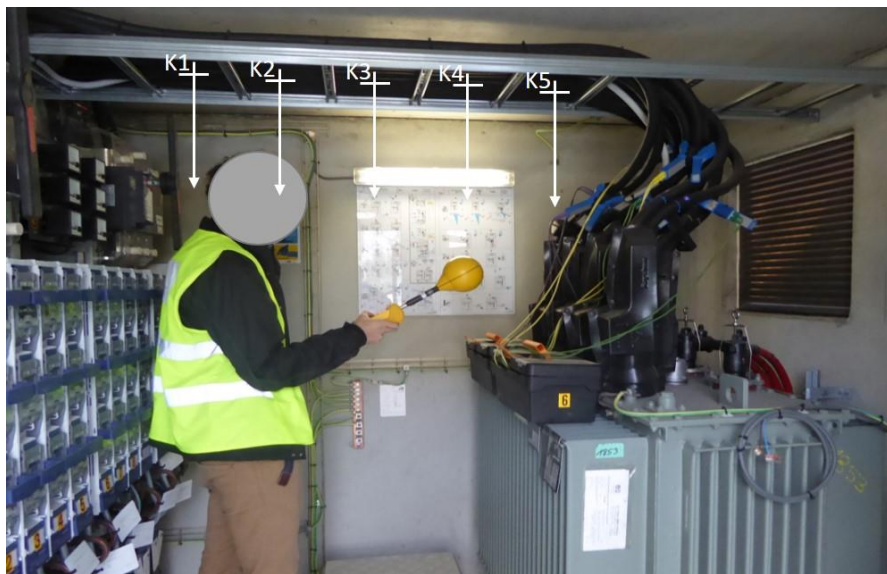
6.6.2 METINGEN IFV DE AFSTAND TOT DE LS-KABELS

Ter illustratie worden in Tabel 7 de metingen weergegeven van de momentele magnetische veldwaarden i.f.v. de afstand tot de LS-kabels die in een kabelgoot over het plafond van de cabine lopen en dit voor verschillende posities zoals aangeduid in Figuur 13. Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen bij toenemende afstand tot de kabelgoot maar op een afstand van 0,5 m is er mogelijks ook een dominante invloed van de LS-kabels die uit de transformator vertrekken waardoor de veldwaarden terug stijgen.

Afstand [m]	B_{mom} [μ T]				
	Positie K1	Positie K2	Positie K3	Positie K4	Positie K5
0,0	43,07	29,24	33,51	33,56	38,17
0,3	9,29	5,84	5,58	8,54	17,19
0,5	7,61	5,25	6,29	11,87	40,73*

*: vlak tegen LS-kabels die vertrekken uit de transformator.

Tabel 7: Magnetische veldwaarden voor verschillende posities en afstanden tot de LS-kabels in de kabelgoot die over het plafond van de cabine loopt.



Figuur 13: Aanduiding van de meetposities onder de kabelgoot waarin de LS-kabels liggen die van de transformator naar de LS-borden lopen.

7 CONCLUSIES

In dit rapport werden de magnetische veldmetingen rond een 12 kV distributiecabine gelegen aan de Tuinstraat in Melle besproken. De focus lag op de metingen buiten de cabine. De metingen die binnen in de cabine werden gemeten zijn o.a. voor de lokalisatie van de dominante 50 Hz bron en niet ter vergelijking met de normen / aanbevelingen / grenswaarden voor het algemeen publiek aangezien enkel beroepsbevolking toegang heeft tot de cabine.

Uit het spectrum bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen aanwezig waren met een dominante bijdrage van het 50 Hz signaal.

Uit een scan rond de cabine en de inrichting van de cabine bleek dat de hoogste magnetische veldwaarden buiten de cabine werden gemeten ter hoogte van de installatie van de LS-onderdelen, nl. op positie B ter hoogte van het 230 V LS-bord. Dit bord en bijhorende LS-kabels waren tegen de buitenmuur (zijde 2 in Figuur 5) bevestigd. Binnen in de cabine werden de hoogste magnetische veldwaarden gemeten vlakbij de LS-kabels die uit de transformator vertrekken (positie f).

Langs de verschillende buitenzijden van de cabine werden metingen uitgevoerd van het momentele magnetische veld i.f.v. de afstand tot de cabine. Uit deze metingen bleek dat zoals verwacht het magnetisch veld afnam met toenemende afstand tot de cabine. De momentele magnetische veldwaarden werden op basis van het stroomverloop herschaald naar de maximale, gemiddelde en nominale waarden.

De variatie van het magnetisch veld wordt gelijkaardig beschouwd als deze van de LS-stromen. Bijgevolg werden de momentele magnetische veldwaarden op basis van de momentele stroom en de maximale / gemiddelde / nominale stroom herschaald naar de maximale / gemiddelde / nominale magnetische veldwaarden. De bekomen veldwaarden werden vergeleken met de 0,4 μT richtwaarde [10] voor chronische of langdurige blootstelling en met de 20 μT interventiewaarde [10] / de 100 μT aanbevelingswaarde [3] voor kortstondige blootstelling ter bepaling van de afstand vanaf waar voldaan is aan beschouwde richtwaarde / interventiewaarde /aanbevelingswaarde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat vergelijking met [10] louter illustratief is aangezien deze waarden van toepassing zijn voor het binnenmilieu (algemeen publiek) en de metingen buiten werden uitgevoerd.

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT uitgemiddeld over 4 meetdagen bedraagt 2,50 m. De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de 100 μT op geen enkele meetpositie (minimale meetafstand is 0 cm). Enkel nominaal bekomen we een maximale afstand van 0,50 m. Voor wat betreft de 20 μT interventiewaarde worden maximale afstanden bekomen van 0,25 m voor de momentele veldwaarden, 0,50 m voor de maximale veldwaarden en 1,00 m voor de nominale veldwaarden. Deze afstanden kunnen gebruikt worden als maatregel bij installatie van cabines waar mensen wonen.

8 REFERENTIES

- [1] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2020, “ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz),” Health Physics, Vol, 118, No, 5, pp, 483-524.
- [2] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2010, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz),” Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818-836.
- [3] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.
- [4] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz),” Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.
- [5] Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC.
- [6] Koninklijk Besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden op het werk, 20 mei 2016. Belgisch Staatsblad 10.06.2016.
- [7] Koninklijk Besluit tot vaststelling van Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanningen en op zeer lage spanning, Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, 8 september 2019. Belgisch Staatsblad 28.10.2019.
- [8] Algemeen Reglement op de elektrische installaties, 1981, “Koninklijk Besluit van 10 maart 1981, AREI bindend voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981)”; “Koninklijk besluit van 2 september 1981, AREI bindend voor de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981)”.
- [9] Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu, 11 juni 2004.

- [10] Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu, 13 juli 2018. Belgisch Staatsblad 07.09.2018.
- [11] Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), 2004, ECC recommendation (02)04 (revised Bratislava 2003, Helsinki 2007) Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz), <http://www.ero.dk>.

Meetrapport cabine 2: Verlorenbroodstraat, Merelbeke

Bestek nr. OMG-VPO/2019/003

**In opdracht van de Vlaamse Overheid
Beleidsdomein Omgeving Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving**

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2019/003

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Kenneth Deprez, prof. Dr. Ir. Wout Joseph, prof. Dr. Ir. Luc Martens
<i>Datum rapport</i>	10/02/2021
<i>Datum metingen</i>	26/10/2020
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 15 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	3
2	Meetresultaten	4
2.1	Plaats van de metingen	4
2.2	Stroomverloop laagspanningslijnen	4
2.3	Frequentiespectrum	6
2.4	Scan en puntmetingen	6
2.4.1	Scan rondom de cabine	7
2.4.2	Meetposities binnen en buiten de cabine	7
2.5	Metingen ter bepaling van afstanden t.o.v. aanbevelingen of normen	12
2.5.1	Metingen in functie van de hoogte	12
2.5.2	Metingen in functie van de afstand tot de cabine	13
2.6	Bijkomende metingen	16
2.6.1	Binnen versus buiten	16
2.6.2	Metingen ifv de afstand tot de LS-kabels	19
3	Conclusies	20
4	Referenties	21

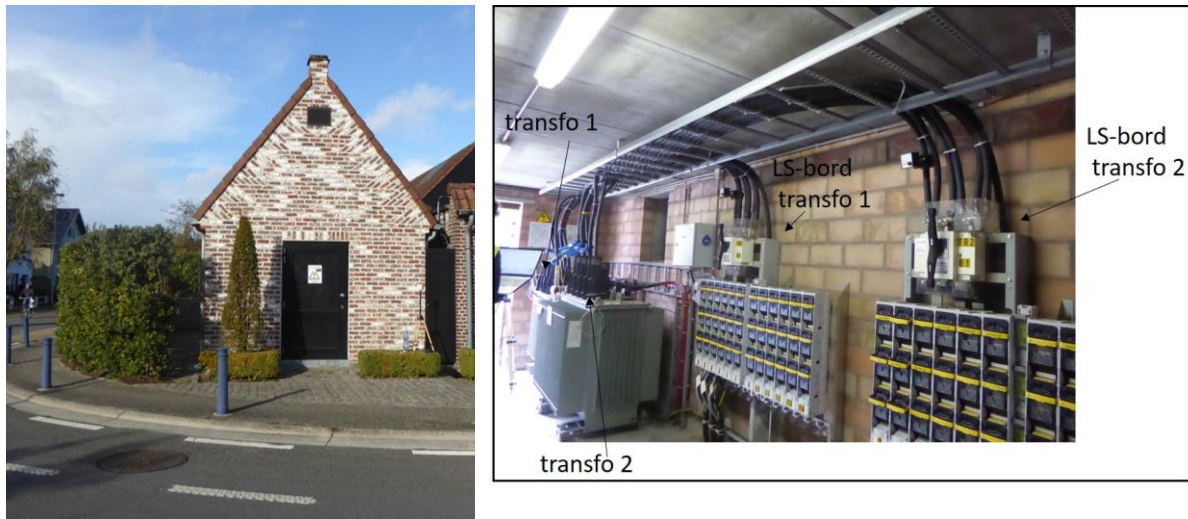
1 INLEIDING

Dit rapport is onderdeel van een reeks meetrappen waarin de meetresultaten van magnetische velden rond distributiecabinen besproken worden en kadert in de studie 'Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabinen in- en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen' met bestek nr. OMG-VPO/2019/003. In deel 3 'metingen als onderbouwing van de technische maatregelen' dienen metingen van magnetische velden bij distributiecabinen uitgevoerd te worden. Dit rapport behandelt de meetresultaten van de elektromagnetische veldmetingen uitgevoerd in en rond distributiecabine 2. Deze cabine is een 12 kV distributiecabine gelegen in de Verlorenbroodstraat ter hoogte van huisnummer 6A in Merelbeke. Voor achtergrondinformatie over de geldende normen en richtlijnen, de vergelijking met de normen, de gebruikte meetapparatuur en meetmethode verwijzen we naar het meetrapport van distributiecabine 1.

2 MEETRESULTATEN

2.1 PLAATS VAN DE METINGEN

De metingen vonden plaats rond de distributiecabine met nr. 7714 gelegen in de Verlorenbroodstraat ter hoogte van huisnummer 6A in Merelbeke. Dit is een vrijstaande gemetste cabine (muurdikte ~ 28 cm). De toegangsdeur is een houten deur. Ter hoogte van de transformator en aan de achterzijde van de cabine zijn enkele ventilatieroosters aangebracht in de muur. In deze cabine staan twee transformatoren, nl. een 250 kVA transformator die een 12 kV spanning naar 230 / 400 V transformeert (transfo 1) en een 400 kVA transformator die een 12 kV spanning naar 230 V transformeert (transfo 2). In de cabine staan verder een 230 / 400 V laagspanningsbord verbonden met transfo 1, een 230 V laagspanningsbord verbonden met transfo 2, cellen met middenspanningsinfrastructuur (o.a. MS-schakelaar) en een verdeelbord voor de openbare verlichting opgesteld.



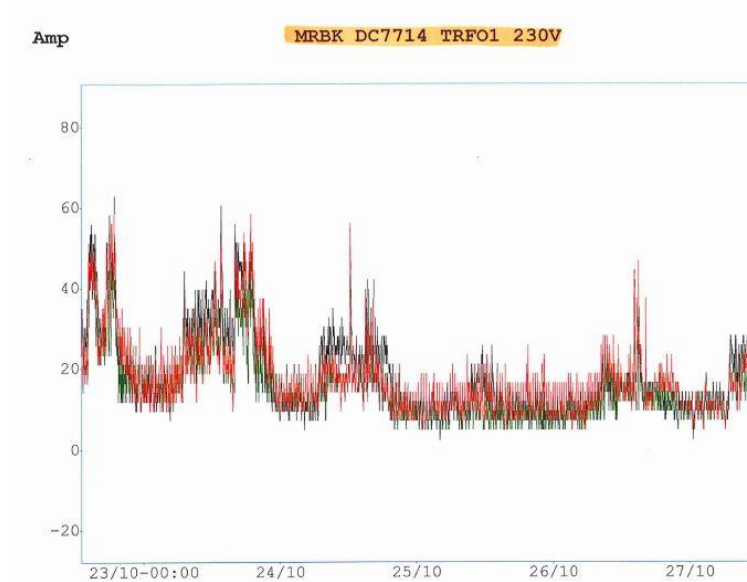
Figuur 1: Foto's van de buiten- en binnenzijde van de 12 kV cabine gelegen aan de Verlorenbroodstraat in Merelbeke.

2.2 STROOMVERLOOP LAAGSPANNINGSLIJNEN

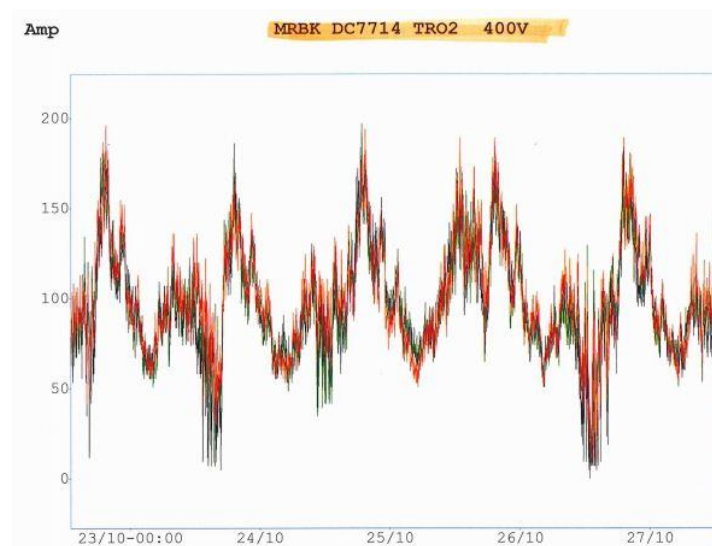
Het stroomverloop i.f.v. de tijd van de drie-fasige stroomkabels van beide LS-borden (230 / 400 V LS-bord en een 230 V LS-bord) werd door Fluvius opgemeten in de periode tussen donderdag 22 oktober 2020 (13u00) en dinsdag 27 oktober 2020 (15u12). In Figuur 2 en Figuur 3 worden de variaties van de stromen per fase voor resp. de 230 / 400 V LS-lijnen en de 230 V LS-lijnen weergegeven. De meetklemmen werden opgesteld over de helft van de kabels ter hoogte van de transformator. Bijgevolg is de weergegeven stroomwaarde de helft van de stroom per fase. *Hierbij dienen we op te merken dat voor dit stroomverloop enkel de weergegeven figuren ter beschikking konden worden gesteld. Fluvius kon geen gedetailleerde*

tabel weergeven met stroomwaarden bijgevolg konden de momentele stroomwaarden slechts bij benadering afgelezen worden.

In Tabel 1 worden de nominale stroomwaarden, de uitgemiddelde waarden van de maximale en van de gemiddelde stromen van de drie fasen voor de periode waarover de stromen gelogd werden (22/10/2020 tot 27/10/2020), weergegeven voor de 230 / 400 V LS-lijnen en de 230 V LS-lijnen.



Figuur 2: Stroomverloop (helft van de totale stroomwaarde) per fase van de 230 / 400 V 3-fasige LS-lijnen i.f.v. de tijd opgemeten tussen 22 oktober 2020 (13u00) en 27 oktober 2020 (15u12).



Figuur 3: Stroomverloop (helft van de totale stroomwaarde) per fase van de 230 V 3-fasige LS-lijnen i.f.v. de tijd opgemeten tussen 22 oktober 2020 (13u00) en 27 oktober 2020 (15u12).

	230 / 400 V LS-lijn	230 V LS-lijn
Nominale stroom* [A]	344	954
Maximale stroom** [A]	115	385
Gemiddelde stroom** [A]	33	192

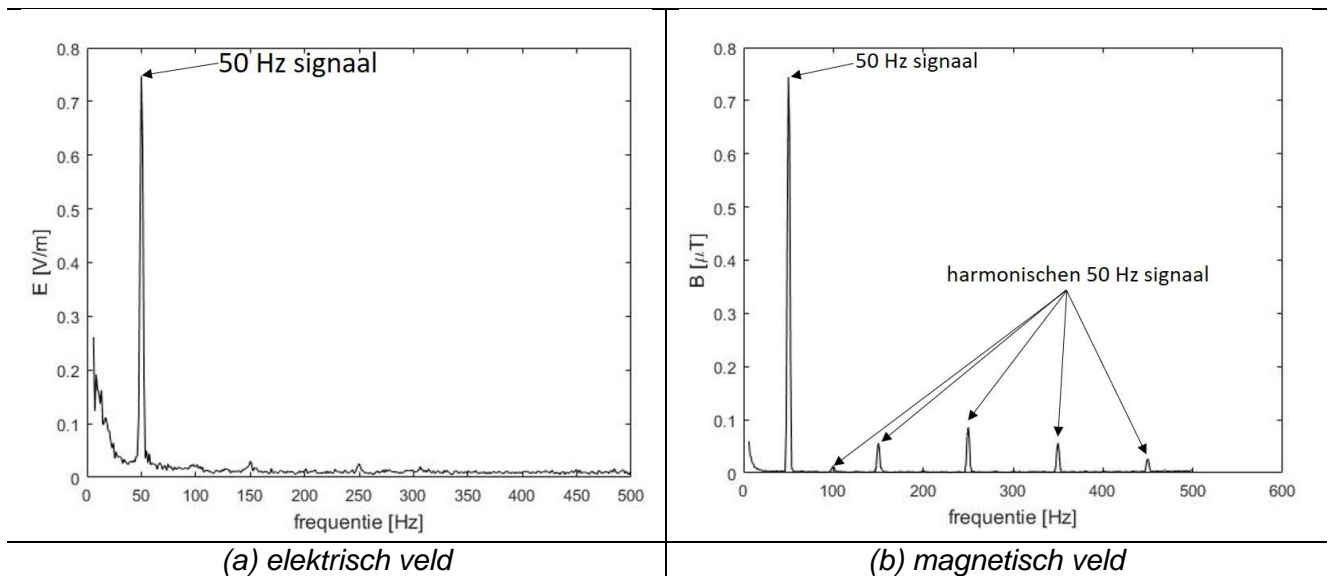
*: specificaties van de transformator.

** : opgemeten tussen 22 oktober 2020 (13u00) en 27 oktober 2020 (15u16) – uitgemiddelde waarden over de drie fasen.

Tabel 1: Nominale, maximale en gemiddelde stroomwaarde van de 230 / 400 V LS-lijnen en van de 230 V LS lijnen.

2.3 FREQUENTIESPECTRUM

Met de EHP-probes werd een meting uitgevoerd van het frequentiespectrum tussen 5 Hz en 400 kHz opgemeten buiten voor de deur van cabine. Figuur 4 (a) en (b) tonen het spectrum van het elektrisch en het magnetisch veld in het frequentiegebied tussen 5 Hz en 500 Hz. Hieruit blijkt dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen werden opgemeten waarbij het 50 Hz-signaal significant aanwezig was.



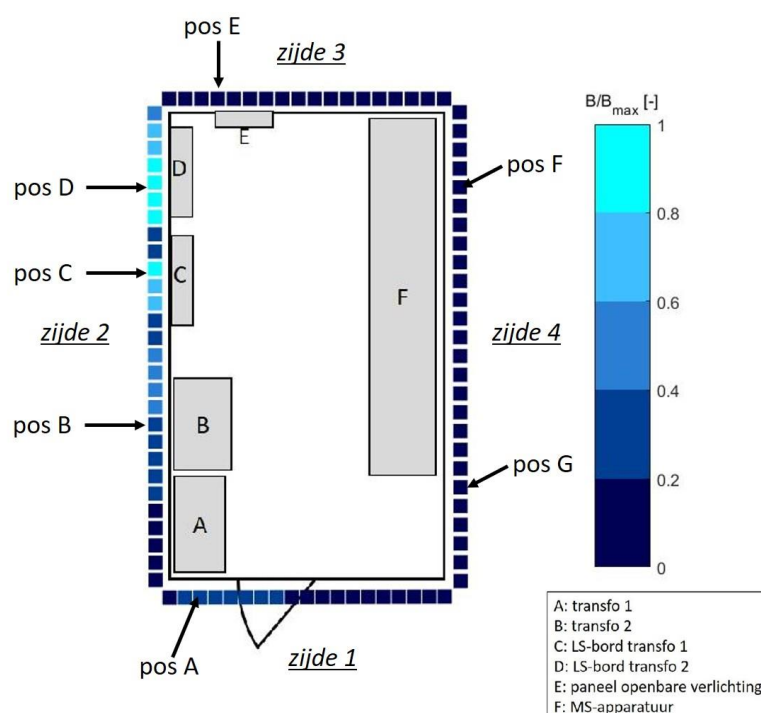
Figuur 4: Overzicht van frequentiespectrum tussen 5 Hz en 500 Hz voor (a) het elektrisch en (b) het magnetisch veld opgemeten voor de deur van de cabine.

2.4 SCAN EN PUNTMETINGEN

In deze paragraaf wordt het magnetisch veld rondom de cabine gevisualiseerd en worden bijkomend de puntmetingen van het magnetisch veld (en voor sommige posities ook het elektrisch veld) besproken. Dit zijn puntmetingen die uitgevoerd zijn op vaste posities rond de cabine (zijanten en midden van elke zijde) en indien mogelijk ook in de cabine voor de verschillende onderdelen.

2.4.1 SCAN RONDOM DE CABINE

In Figuur 5 worden de momentele (ogenblikkelijke) waarden (B_{mom}) van het magnetisch veld genormeerd op de maximale opgemeten momentele waarde, weergegeven. De velden werden al wandelend opgemeten, met de EHP-50C probe verbonden met de PMM 8053, op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld rondom de distributiecabine en op een afstand van 0,2 m tot de cabine. De maximale opgemeten momentele magnetische veldwaarde bedroeg $6,3 \mu\text{T}$ en werd gemeten aan zijde 2 van de cabine ter hoogte van het 230 V LS-bord van transfo 2. Figuur 5 toont verder ook de posities waar het maximum momentele magnetisch veld per zijde werd gemeten (posities A tot F besproken in paragraaf 2.4 en 2.6.1) en een positie waar bijkomende metingen werden uitgevoerd (pos G besproken in paragraaf 2.6.1). Langs zijde 2 werden drie posities aangeduid nl. positie B, C en D omdat de momentele meetwaarden op deze verschillende posities telkens een lokaal maximum vertoonden.



Figuur 5: Verloop van het magnetisch veld rond de cabine, opgemeten met de EHP-50C probe op een hoogte van 1,5 m en een afstand van 20 cm tot de cabine ($B_{max} = 6,3 \mu\text{T}$).

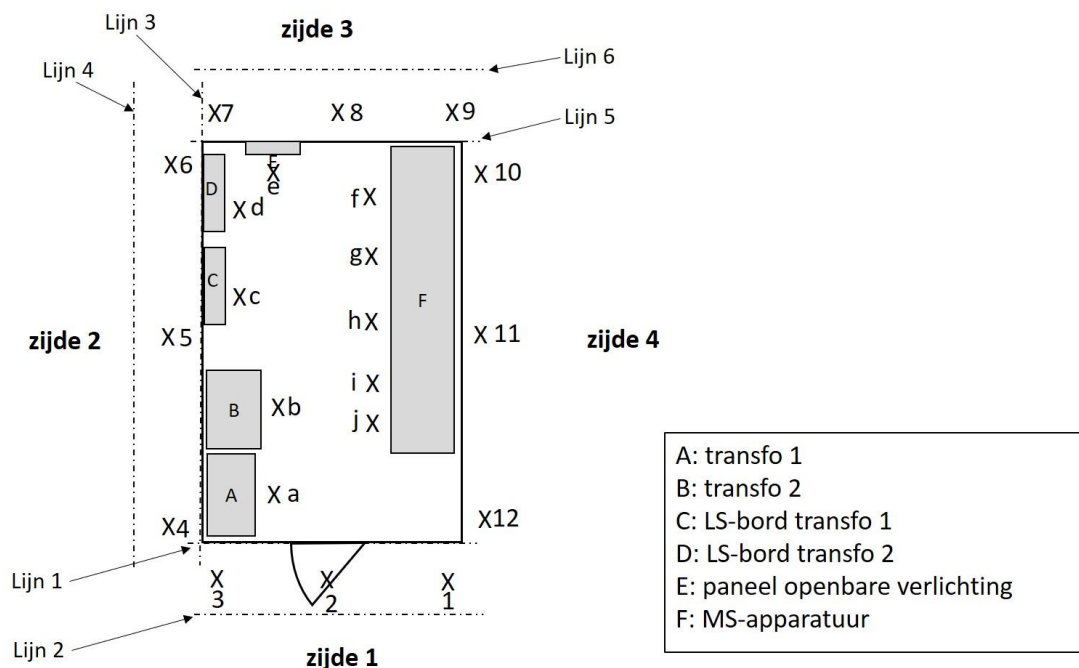
2.4.2 PUNTMETINGEN BINNEN EN BUITEN DE CABINE

Langs elke buitenzijde van de cabine werden een aantal puntmetingen uitgevoerd van het magnetisch veld op posities 1 tot en met 12 (zie Figuur 6). De metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld / vloeroppervlak op afstanden tussen 20 cm en 50 cm tot de zijden van de cabine. Verder werden ook enkele metingen binnen in de cabine uitgevoerd voor de verschillende onderdelen, posities 'a' tot en met 'j' op Figuur 6. Aan zijde 1, zijde 2 en zijde 3 werden ook enkele scans uitgevoerd net boven het grondoppervlak om mogelijke invloed van ondergrondse kabels op te meten. Hiervoor

werd vlak tegen de cabine (Lijn 1, Lijn 3 en Lijn 6) en op een afstand van 1 m of 1,2 m tot de cabine (Lijn 2, Lijn 4 en Lijn 7) een scan gedaan van het maximum magnetisch veld. In Tabel 2 worden de opgemeten veldwaarden op de verschillende meetposities met de overeenkomstige beschrijving weergegeven.

Voor wat betreft de metingen buiten, werd de hoogste momentele magnetische opgemeten op positie 5, ter hoogte van het LS-bord (langs zijde 2) en bedroeg resp. $2,1 \mu\text{T}$. De hoogste elektrische veldwaarde werd gemeten op positie 3 en bedroeg $3,3 \text{ V/m}$. De blootstellingsindex (B) bedraagt resp. $2,1 \%$ en $0,1 \%$ voor het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering van 5 kV voor woonzones volgens [7] en de $100 \mu\text{T}$ aanbeveling volgens [3].

Binnen in de cabine werd de hoogste magnetische veldwaarde opgemeten op positie 'd2' (Tabel 2) vlakbij de LS-kabels aan het LS-bord van transfo 2 en bedroeg $277,1 \mu\text{T}$. De hoogste opgemeten elektrische veldwaarde bedroeg $80,1 \text{ V/m}$, opgemeten op positie 'c1' voor het 400 V LS-bord van transfo 1. Beide waarden liggen ruim onder de normering voor beroepsblootstelling met blootstellingsindex van resp. $27,7 \%$ en $0,8 \%$ voor het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering volgens de Europese Directieve voor werknemers [5], [6]. Voor wat betreft de scans tegen het grondoppervlak boven mogelijks ondergrondse voedingskabels (Lijn 1 en Lijn 2) werd de hoogste magnetische veldwaarde opgemeten langs lijn 5 (zijde 3) en bedroeg $2,1 \mu\text{T}$.



Figuur 6: Aanduiding van de meetposities (binnen- en buitenmetingen) op een schets van de plattegrond van de cabine.

Positie	Beschrijving	Bijkomende opmerkingen ⁽¹⁾	Hoogte ⁽²⁾ [m]	Horizontale afstand ⁽³⁾ [m]	E_{mom} [V/m]	B_{mom} [μ T]
Buiten de cabine						
1	zijde 1		1,5	0,5	0,55	0,22
2	zijde 1	deur dicht	1,5	0,3	1,42	1,28
	zijde 1	deur open	1,5	0,3	2,05	1,26
	zijde 1		1,5	0,5	0,75	0,75
3	zijde 1		1,5	0,5	3,28	0,67
4	zijde 2		1,5	0,5	1,55	0,79
5	zijde 2		1,5	0,5	0,36	2,11
6	zijde 2		1,5	0,5	0,28	0,81
7	zijde 3		1,5	0,5	1,68	0,43
8	zijde 3		1,5	0,5	0,67	0,52
9	zijde 3		1,5	0,5	0,59	0,24
10	zijde 4		1,5	0,2 ⁽⁴⁾	0,67	0,24
11	zijde 4		1,5	0,2 ⁽⁴⁾	0,23	0,21
12	zijde 4		1,5	0,2 ⁽⁴⁾	1,32	0,30
Lijn 1	zijde 1	scan op 0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	1,20 ⁽⁵⁾
Lijn 2	zijde 1	scan op 1,2 m afstand tot de cabine	0,0	1,2	NG	0,93 ⁽⁵⁾
Lijn 3	zijde 2	scan op 0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	1,91 ⁽⁵⁾
Lijn 4	zijde 2	scan op 1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	1,82 ⁽⁵⁾
Lijn 5	zijde 3	scan op 0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	2,08 ⁽⁵⁾

Lijn 6	zijde 3	scan op 1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,99 ⁽⁵⁾
<i>In de cabine</i>						
a	voor transfo 1		1,5	0,3	34,02	10,29
b	voor transfo 2		1,5	0,3	39,98	18,59
c1	LS-bord transfo 1	voor het bord	1,5	0,3	80,14	4,80
c2	LS-bord transfo 1	bovenaan tussen de muur en de inkomende LS-kabels	2,0	0,0	NG	111,70
c3	LS-bord transfo 1	onderaan tussen de muur en de uitgaande LS-verdeelkabels	0,0	0,0	NG	10,65
d1	LS-bord transfo 2	voor het bord	1,5	0,3	65,54	24,96
d2	LS-bord transfo 2	bovenaan tussen de muur en de inkomende LS-kabels	2,0	0,0	NG	277,10
d3	LS-bord transfo 2	onderaan tussen de muur en de uitgaande LS-verdeelkabels	0	0,0	NG	6,75
e	voor paneel openbare verlichting		1,5	0,3	75,38	3,45
f	MS-apparatuur	tussen cellen naar cabine 103 en 625	1,5	0,3	21,08	2,15
g	MS-apparatuur	tussen cellen 5066 en 7734	1,5	0,3	5,57	1,69
h	MS-apparatuur	tussen cellen 7719 en 2164	1,5	0,3	4,81	0,95
i	MS-apparatuur	cel van transfo 2	1,5	0,3	23,13	5,76
j	MS-apparatuur	cel van transfo 1	1,5	0,3	7,31	5,51

-, NG: niet gemeten.

⁽¹⁾: Bij de metingen buiten de cabine was de deur steeds gesloten tenzij anders vermeld, bij de metingen in de cabine was de deur steeds open.

⁽²⁾: Hoogte boven het terreinoppervlak, voor de binnenmetingen is dit de hoogte boven het vloeroppervlak.

⁽³⁾: De vermelde afstand is de horizontale afstand tussen de meetprobe en het object zoals beschreven in de kolom 'beschrijving'. De afstanden en hoogten zijn telkens gemeten tot het midden van de meetprobe met uitzondering van de posities waarbij de afstand als 0 cm wordt weergegeven, hierbij wordt contact gemaakt tussen het object en de meetprobe (= 6,3 cm tussen het object en het midden van de meetprobe).

⁽⁴⁾: Afstand tussen zijde 4 en nabijgelegen muur is beperkt (~ 55 cm).

⁽⁵⁾: Maximale opgemeten waarde.

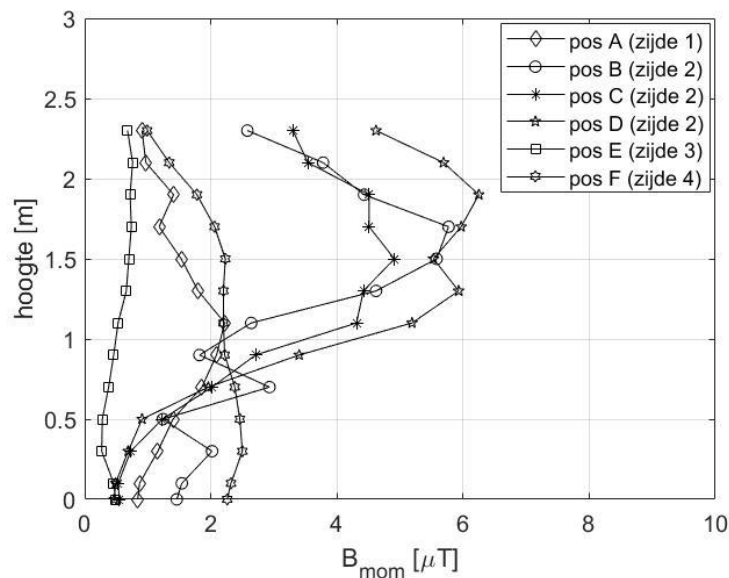
Tabel 2: *Overzicht van de gemeten momentele veldwaarden op verschillende meetposities binnen en buiten de distributiecabine.*

2.5 METINGEN TER BEPALING VAN AFSTANDEN T.O.V. AANBEVELINGEN OF NORMEN

In deze paragraaf worden metingen besproken, uitgevoerd buiten de cabine in functie van de afstand tot de cabine. Hiervoor werd op de posities van het maximum magnetisch veld (gemeten op een standaard hoogte van 1,5 m) langs elke zijde van de cabine nl. posities A tot F (zie Figuur 5) een meting uitgevoerd in functie van de hoogte boven het grondoppervlak. Vervolgens werd op de hoogte van het maximum veld een meting uitgevoerd in functie van de afstand tot de cabine ter bepaling van de afstand tot waar aanbevelingen of normen kunnen overschreden worden.

2.5.1 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE HOOGTE

In Figuur 7 worden de ogenblikkelijke magnetische veldwaarden (B_{mom}) in functie van de hoogte weergegeven voor posities A tot F. Bij deze metingen bedroeg de afstand tussen de meetprobe en de wand van de cabine 0 cm (= contact meetprobe - wand van de cabine). De opgemeten veldwaarden variëren sterk in functie van de hoogte op posities B en C. De maximale veldwaarden langs de verschillende zijden werden opgemeten op een hoogte tussen 0,5 m en 1,9 m.

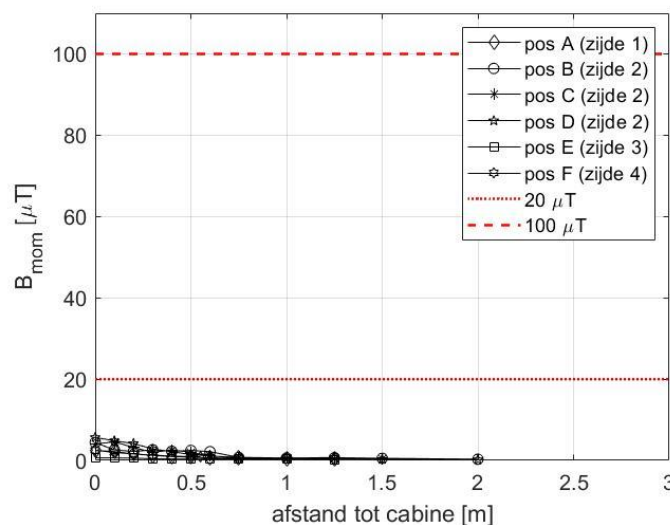


Figuur 7: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de hoogte (meetprobe rakend aan de verschillende zijden van de cabine).

2.5.2 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT DE CABINE

2.5.2.1 MOMENTELE MEETWAARDEN

In Figuur 8 worden de meetwaarden van het magnetisch veld als functie van de afstand tot de cabine weergegeven, opgemeten op de posities van het maximum (verschillende hoogten per positie) en dit voor posities langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot F). Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen met toenemende afstand tot de cabine. In Figuur 8 wordt bijkomend ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.

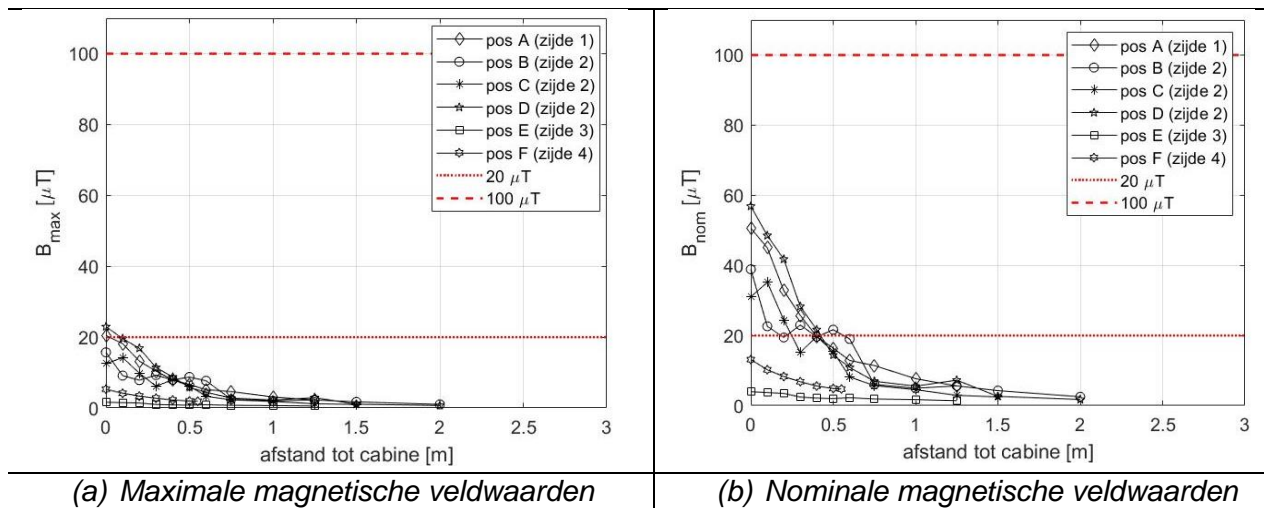


Figuur 8: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine voor posities langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot F). De meethoogte per positie bedroeg voor pos A: 1,1 m, voor pos B: 1,7 m, voor pos C: 1,5 m, voor pos D: 1,9 m, voor pos E: 1,7 m en voor pos F: 0,5 m.

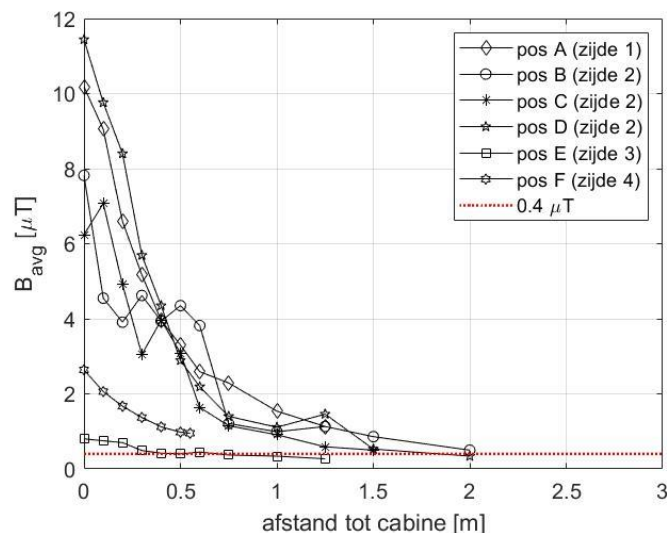
2.5.2.2 HERSCHALING NAAR MAXIMALE, GEMIDDELDE EN NOMINALE VELDWAAARDEN

De variatie van het magnetisch veld wordt gelijkaardig beschouwd als deze van de LS-stromen zoals weergegeven in paragraaf 2.2. Figuur 9 (a), (b) tonen het verloop van het magnetisch veld ifv de afstand tot de cabine voor de herschaalde momentele metingen naar het maximum en de nominale waarden volgens de 230 V LS lijnstromen zoals weergegeven in Figuur 3 en Tabel 1. Op deze figuren zijn ook telkens de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.

Figuur 10 toont de herschaalde waarden van het momenteel magnetisch veld naar het gemiddelde van de 230 V LS lijnstromen zoals weergegeven in Tabel 1. Bijkomend is hier ook de $0.4 \mu\text{T}$ richtwaarde van toepassing volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] aangeduid.



Figuur 9: Maximale (a) en nominale (b) meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.



Figuur 10: Gemiddelde meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.

2.5.2.3 VERGELIJKING MET RICHTLIJNEN / NORMEN

Tabel 3 geeft een samenvatting van de minimale afstand tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit [10] (0,4 μT richtwaarden en de 20 μT interventiewaarde) en aan de 100 μT Europese aanbeveling voor 50 Hz-velden [3]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat alle metingen buiten werden uitgevoerd en de vergelijking met de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit bijgevolg louter informatief is. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn.

De afstanden worden bepaald op basis van Figuur 8, Figuur 9 en Figuur 10. De 0,4 μT richtwaarde is voor chronische of langdurige blootstelling terwijl 20 μT en 100 μT acute waarden zijn voor kortstondige blootstelling. Bijgevolg wordt de vergelijking met de 0,4 μT

richtlijn enkel toegepast voor de gemiddelde blootstelling zoals weergegeven in Figuur 10. De vergelijking met de 20 μT en de 100 μT acute waarden werd toegepast voor de momentele (Figuur 8), de maximale (Figuur 9 (a)) en de nominale veldwaarden (Figuur 9 (b)).

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT uitgemiddeld over 4 meetdagen bedraagt 2,5 m (er werd gemeten tot een afstand van 2 m waarbij de veldwaarde de 0,4 μT benaderde en conservatief werd 0,5 m extra afstand in rekening gebracht). De gemiddelde waarden over een langere periode (bijv. een jaar) waren niet beschikbaar.

De momentele, maximale en nominale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde op geen enkele meetpositie.

Voor wat betreft de 20 μT interventiewaarde voldoen de momentele meetwaarden op alle meetposities. Voor de maximale meetwaarden wordt een maximale afstand van 0,1 m bekomen en voor de nominale meetwaarden een maximale afstand van 0,6 m

Positie	Type blootstelling	afstand [m]			
		Gemiddelde (4 dagen)	Momenteel	Maximaal (4 dagen)	Nominaal
A (zijde 1)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,10	0,40
	B < 0,4 μT	> 1,25 ⁽¹⁾	-	-	-
B (zijde 2)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,00	0,60
	B < 0,4 μT	> 2,00 ⁽¹⁾	-	-	-
C (zijde 2)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,00	0,30
	B < 0,4 μT	> 1,50 ⁽¹⁾	-	-	-
D (zijde 2)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,10	0,50
	B < 0,4 μT	2,00	-	-	-
E (zijde 3)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 0,4 μT	0,75	-	-	-
F (zijde 4)	B < 100 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 20 μT	-	0,00	0,00	0,00
	B < 0,4 μT	> 0,55 ⁽¹⁾	-	-	-

-: niet van toepassing.

⁽¹⁾: metingen op verdere afstand zijn niet uitgevoerd.

Tabel 3: Bepaling van de afstanden tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de 0,4 μT richtwaarde (chronisch) en de 20 μT interventiewaarde (acuut) volgens het Binnenmilieubesluit van toepassing in Vlaanderen [10] en de 100 μT waarde voor het algemeen publiek volgens de Europese aanbeveling [3].

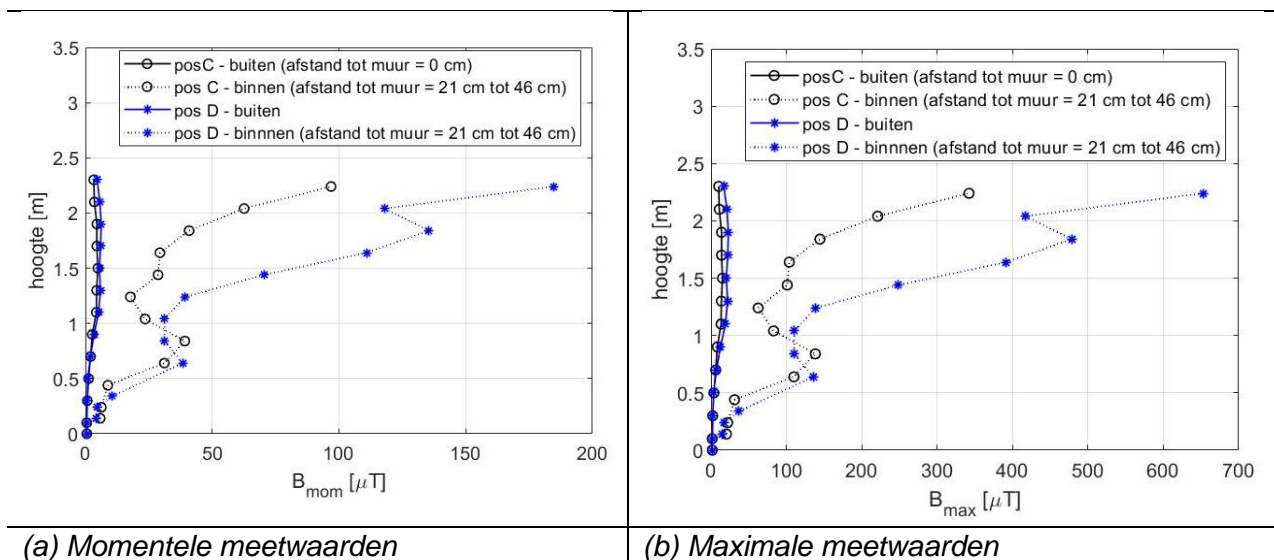
2.6 BIJKOMENDE METINGEN

2.6.1 BINNEN VERSUS BUITEN

In deze paragraaf worden metingen getoond die buiten en binnen in de cabine uitgevoerd werden ter hoogte van dezelfde positie.

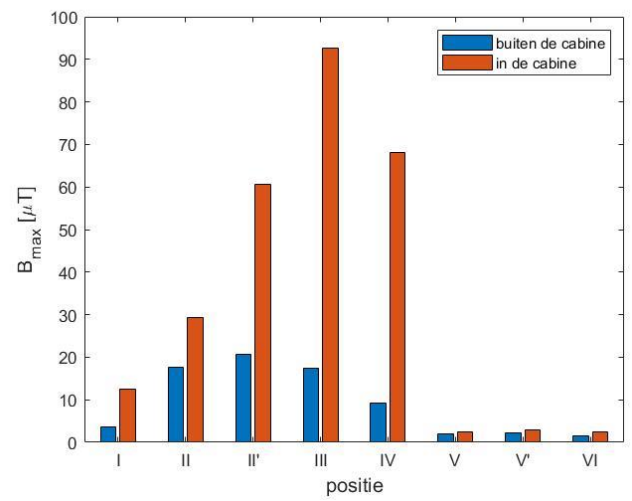
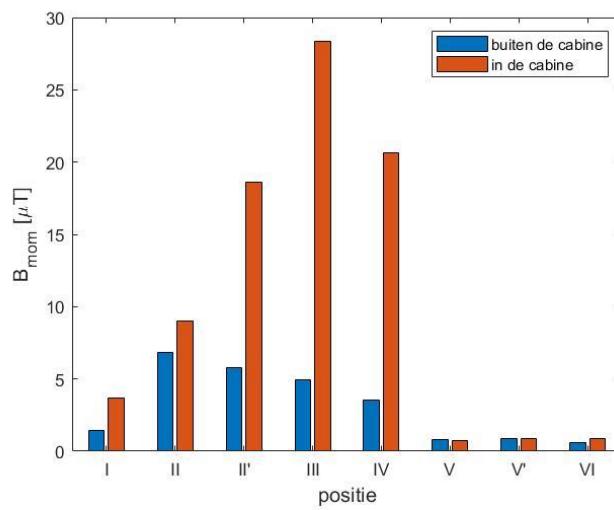
Figuur 11 (a) en (b) tonen resp. de momentele en de maximale magnetische veldwaarden i.f.v. de hoogte opgemeten aan beide zijden van de cabine ter hoogte van posities C en D. Aan de buitenzijde werd tegen de muur gemeten, aan de binnenzijde werd de probe voor de LS-borden geplaatst waardoor de afstand tot de muur afhankelijk van de hoogte varieerde tussen 21 cm en 46 cm. Uit de metingen blijkt dat het veld het sterkst varieert i.f.v. de hoogte voor de metingen die binnen werden uitgevoerd.

Figuur 12 (a) en (b) tonen resp. de momentele en de maximale magnetische veldwaarden opgemeten op verschillende posities binnen en buiten de cabine waarbij de meetprobe telkens tegen de muur van de cabine werd gehouden en waarbij de binnen- en buitenposities enkel door de wand van de cabine van elkaar gescheiden worden. In dit geval was de scheiding een gemetste muur met een dikte van ongeveer 28 centimeter. Om geen invloed te hebben van het meettijdstip worden naast de momentele meetwaarden ook telkens de herschaalde waarden naar de maximale veldwaarden getoond. In Tabel 4 worden de meetwaarden met een beschrijving van de meetlocatie opgelijst. In deze tabel wordt ook de verzwakking Δ (die o.a. afhangt van de afstand tot de stroomvoerende kabels en de invloed van de muur) van de veldwaarden weergegeven.



*: de weergegeven hoogte is de hoogte t.o.v. het maaiveld (grondoppervlak buiten) en herschaald voor de binnenmetingen.

Figuur 11: Momentele en maximale magnetische veldwaarden i.f.v. de hoogte opgemeten aan beide zijden van de cabine ter hoogte van posities C en D. De minimale meetafstand voor de metingen buiten is 0 cm (contact meetprobe – muur). Voor de metingen binnen varieert de minimale meetafstand tot de muur tussen 21 cm en 46 cm aangezien de meetprobe hier voor de LS-borden werd opgesteld.



(a) Momentele meetwaarden

(b) Maximale meetwaarden

Figuur 12: Momentele en maximale magnetische veldwaarden op verschillende posities (zie Tabel 6) aan beide zijden van de muur van de cabine waarbij de probe telkens contact maakt met de muur. De hoogte boven het maaiveld varieert per positie en dit tussen 0,6 m en 2,2 m.

				momentele meetwaarden			maximale meetwaarden		
zijde	positie (zie Figuur 5)	Hoogte ⁽¹⁾ [m]	beschrijving	B _{mom} [μT]			B _{max} [μT]		
				buiten	binnen	Δ* [dB]	buiten	binnen	Δ* [dB]
zijde 1	pos A	2,24	voorzijde t.h.v. transfo 1	1,43	3,65	8,14	3,70	12,55	10,61
zijde 2	pos B	2,02	midden ventilatierooster t.h.v. transformatoren	6,83	9,02	2,42	17,67	29,43	4,43
		1,70	zijkant ventilatierooster t.h.v. transformatoren	5,77	18,6	10,17	20,57	60,69	9,40
	pos C	1,50	LS paneel transfo 1	4,91	28,36	15,23	17,50	92,53	14,46
	tussen pos C en pos D	1,64	tussen de 2 LS-borden	3,57	20,64	15,24	9,32	68,15	17,28
zijde 3	pos E	0,63	midden ventilatierooster	0,80	0,75	-0,56	2,09	2,48	1,48
		1,05	net boven ventilatierooster	0,85	0,85	0,00	2,22	2,81	2,04
zijde 4	pos G	1,64	naast MS-installatie	0,59	0,88	3,47	1,54	2,34	3,63

$$* \Delta = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{B_{binnen}}{B_{buiten}} \right) [dB]$$

(1): hoogte boven het maaiveld.

Tabel 4: Overzicht van de momentele en maximale magnetische veldwaarden op verschillende posities aan beide zijden van de muur van de cabine waarbij de probe telkens contact maakt met de muur. De hoogte boven het maaiveld varieert per positie en dit tussen 0,6 m en 2,2 m.

2.6.2 METINGEN IFV DE AFSTAND TOT DE LS-KABELS

Ter illustratie worden in Tabel 5 de metingen weergegeven van de momentele magnetische veldwaarden i.f.v. de afstand tot de LS-kabels die in een kabelgoot over het plafond van de cabine lopen en dit voor verschillende posities zoals aangeduid in Figuur 13. Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen bij toenemende afstand tot de kabelgoot.

afstand tot kabelgoot [m]	B_{mom} [μ T]			
	positie K1.1	positie K1.2	positie K1.3	positie K1.4
0,0	47,93	46,27	49,54	49,31
0,3	43,04	18,57	11,26	10,46
0,5	42,59	20,02	11,31	10,20

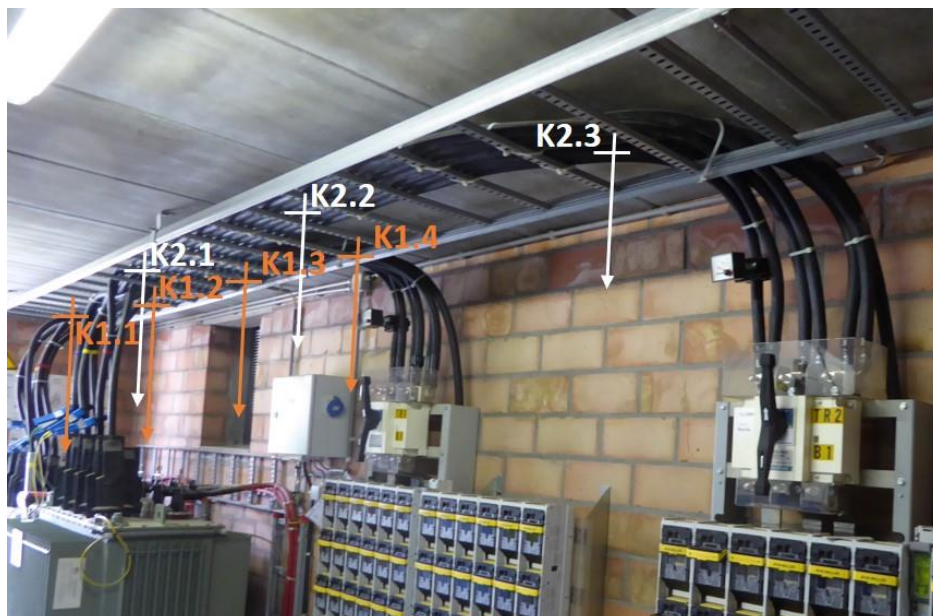
*: vlak tegen LS-kabels die vertrekken uit de transformator.

Tabel 5: Magnetische veldwaarden voor verschillende posities en afstanden tot de LS-kabels in de kabelgoot die over het plafond van de cabine loopt.

afstand tot kabelgoot [m]	B_{mom} [μ T]		
	positie K2.1	positie K2.2	positie K2.3
0,0	229,30	206,40	250,00
0,3	44,33	8,32	37,00
0,5	42,37	2,42	32,68

*: vlak tegen LS-kabels die vertrekken uit de transformator.

Tabel 6: Magnetische veldwaarden voor verschillende posities en afstanden tot de LS-kabels in de kabelgoot die over het plafond van de cabine loopt.



Figuur 13: Aanduiding van de meetposities onder de kabelgoot waarin de LS-kabels liggen die van de transformator naar de LS-borden lopen.

3 CONCLUSIES

In dit rapport werden de magnetische veldmetingen rond cabine 2, een 12 kV distributiecabine gelegen in de Verlorenbroodstraat in Merelbeke, besproken. De focus lag op de metingen buiten de cabine. De metingen die binnen in de cabine werden gemeten zijn o.a. voor de lokalisatie van de dominante 50 Hz bron en niet ter vergelijking met de normen / aanbevelingen / grenswaarden voor het algemeen publiek aangezien enkel beroepsbevolking toegang heeft tot de cabine.

Uit het spectrum bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen aanwezig waren met een dominante bijdrage van het 50 Hz signaal.

Uit een scan rond de cabine en de inrichting van de cabine bleek dat de hoogste magnetische veldwaarden buiten de cabine werden gemeten ter hoogte van de installatie van de LS-onderdelen, nl. op positie D ter hoogte van het 230 V LS-bord van transfo 2. Dit bord en bijhorende LS-kabels waren tegen de buitenmuur (zijde 2 op Figuur 5) bevestigd. Binnen in de cabine werden de hoogste magnetische veldwaarden gemeten vlakbij de LS-kabels aan de bovenzijde van het 230 V LS bord van transfo 2.

Langs de verschillende buitenzijden van de cabine werden metingen uitgevoerd van het momentele magnetische veld i.f.v. de afstand tot de cabine. Uit deze metingen bleek dat zoals verwacht het magnetisch veld afnam met toenemende afstand tot de cabine. De momentele magnetische veldwaarden werden op basis van het stroomverloop herschaald naar de maximale, gemiddelde en nominale waarde.

De variatie van het magnetisch veld wordt gelijkaardig beschouwd als deze van de LS-stromen. Bijgevolg werden de momentele magnetische veldwaarden op basis van de momentele stroom en de maximale / gemiddelde / nominale stroom herschaald naar de maximale / gemiddelde / nominale magnetische veldwaarden. De bekomen veldwaarden werden vergeleken met de 0,4 μT richtwaarde [10] voor chronische of langdurige blootstelling en met de 20 μT interventiewaarde [10] / de 100 μT aanbevelingswaarde [3] voor kortstondige blootstelling ter bepaling van de afstand vanaf waar voldaan is aan beschouwde richtwaarde / interventiewaarde /aanbevelingswaarde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat vergelijking met [10] louter illustratief is aangezien deze waarden van toepassing zijn voor het binnenmilieu (algemeen publiek) en de metingen buiten werden uitgevoerd.

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT uitgemiddeld over 4 meetdagen bedraagt 2,5 m. De momentele, maximale en nominale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde op geen enkele meetpositie (minimale meetafstand is 0 cm). Voor wat betreft de 20 μT interventiewaarde voldoen de momentele meetwaarden op alle meetposities. Voor de maximale meetwaarden wordt een maximale afstand van 0,1 m bekomen en voor de nominale meetwaarden een maximale afstand van 0,6 m. Deze afstanden kunnen gebruikt worden als maatregel bij installatie van cabines waar mensen wonen.

4 REFERENTIES

- [1] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2020, “ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz),” Health Physics, Vol, 118, No, 5, pp, 483-524.
- [2] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2010, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz),” Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818-836.
- [3] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.
- [4] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz),” Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.
- [5] Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC.
- [6] Koninklijk Besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden op het werk, 20 mei 2016. Belgisch Staatsblad 10.06.2016.
- [7] Koninklijk Besluit tot vaststelling van Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanningen en op zeer lage spanning, Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, 8 september 2019. Belgisch Staatsblad 28.10.2019.
- [8] Algemeen Reglement op de elektrische installaties, 1981, “Koninklijk Besluit van 10 maart 1981, AREI bindend voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981)”; “Koninklijk besluit van 2 september 1981, AREI bindend voor de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981)”.
- [9] Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu, 11 juni 2004.

- [10] Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu, 13 juli 2018. Belgisch Staatsblad 07.09.2018.
- [11] Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), 2004, ECC recommendation (02)04 (revised Bratislava 2003, Helsinki 2007) Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz), <http://www.ero.dk>.

Meetrapport cabine 3: Hundelgemsesteenweg 359, Merelbeke

Bestek nr. OMG-VPO/2019/003

In opdracht van de Vlaamse Overheid
Beleidsdomein Omgeving Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2019/003

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Kenneth Deprez, prof. Dr. Ir. Wout Joseph, prof. Dr. Ir. Luc Martens
<i>Datum rapport</i>	6/05/2021
<i>Datum metingen</i>	27/04/2021
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 15 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	3
2	Meetresultaten	4
2.1	Plaats van de metingen	4
2.2	Stroomverloop laagspanningslijnen	5
2.3	Frequentiespectrum	6
2.4	Scan en puntmetingen	6
2.4.1	Scan rondom de cabine	6
2.4.2	Puntmetingen buiten de cabine.....	7
2.5	Metingen ter bepaling van afstanden t.o.v. aanbevelingen of normen	10
2.5.1	Metingen in functie van de hoogte	10
2.5.2	Metingen in functie van de afstand tot de cabine	11
3	Conclusies	14
4	Referenties	15

1 INLEIDING

Dit rapport is onderdeel van een reeks meetrappen waarin de meetresultaten van magnetische velden rond distributiecabinen besproken worden en kadert in de studie 'Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabinen in- en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen' met bestek nr. OMG-VPO/2019/003. In deel 3 'metingen als onderbouwing van de technische maatregelen' dienen metingen van magnetische velden bij distributiecabinen uitgevoerd te worden. Dit rapport behandelt de meetresultaten van de elektromagnetische veldmetingen uitgevoerd in en rond distributiecabine 3. Deze cabine is een 12 kV distributiecabine gelegen in de Hundelgemsesteenweg ter hoogte van huisnummer 359 in Merelbeke. Voor achtergrondinformatie over de geldende normen en richtlijnen, de vergelijking met de normen, de gebruikte meetapparatuur en meetmethode verwijzen we naar het meetrapport van distributiecabine 1.

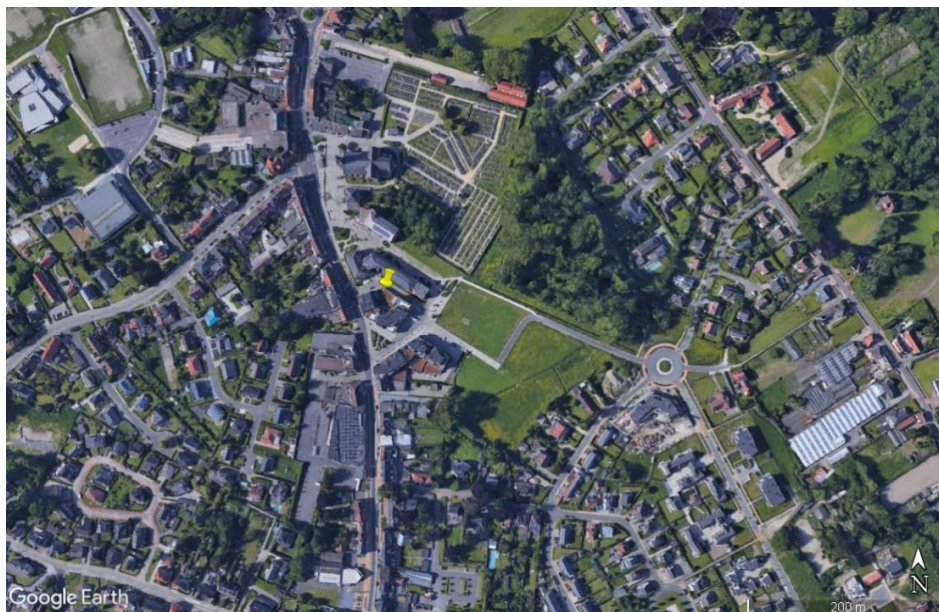
2 MEETRESULTATEN

2.1 PLAATS VAN DE METINGEN

De metingen vonden plaats rond de distributiecabine met nr. 7737 gelegen in de Hundelgemsesteenweg ter hoogte van huisnummer 359 in Merelbeke. Dit is een cabine op het gelijkvloers aan de achterzijde van een nieuwbouw appartement (zie Figuur 1). Er zijn geen gegevens bekend over de inrichting binnen in de cabine. De cabine is gelegen in het centrum van de gemeente. Figuur 2 toont een plattegrond van de omgeving met aanduiding van de cabine.



Figuur 1: Foto van de buitenzijde van de 12 kV cabine gelegen aan de Hundelgemsesteenweg in Merelbeke.

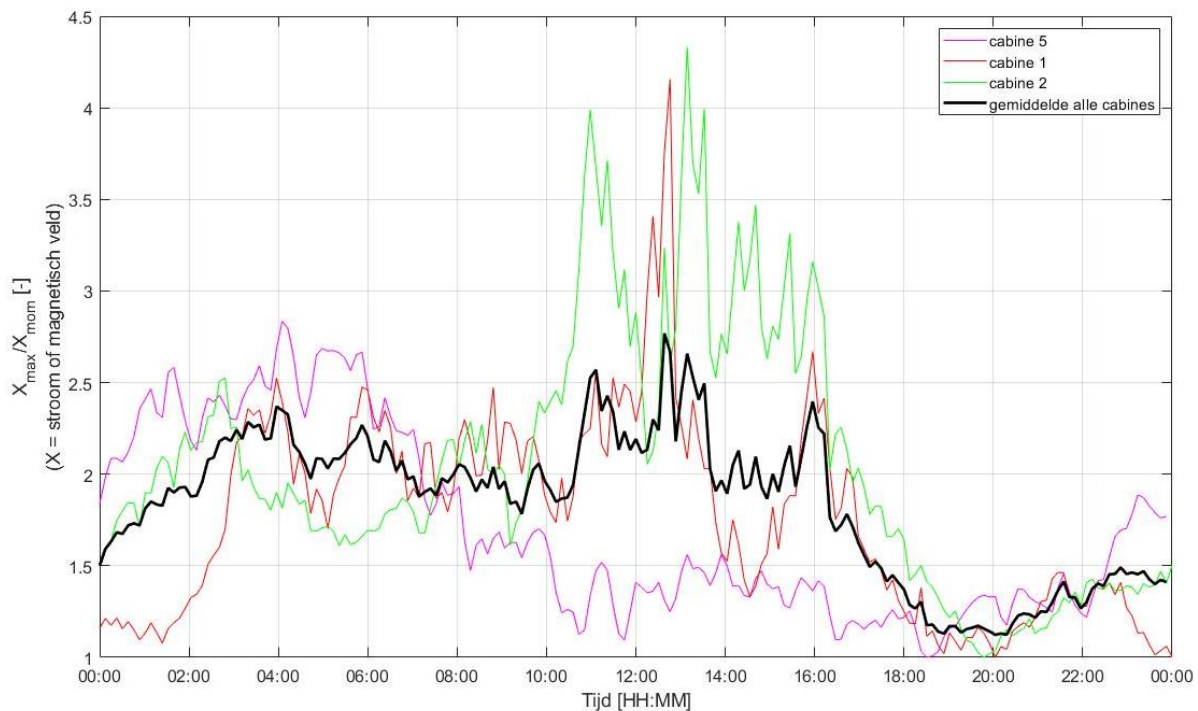


Figuur 2: Plattegrond van de omgeving van de cabine met aanduiding van de cabine.

2.2 STROOMVERLOOP LAAGSPANNINGSLIJNEN

Voor deze cabine is geen info beschikbaar i.v.m. het stroomverloop van de LS-lijnen i.f.v. de tijd. Aangezien ook geen informatie beschikbaar is over typische stroomverlopen van LS-stromen werd een schatting gemaakt van een typisch stroomverloop op basis van metingen die binnen dit project werden uitgevoerd. Hiervoor werden de gegevens gebruikt van het stroomverloop van de LS-stromen i.f.v. de tijd opgemeten op 2 weekdagen van cabine 1 en van cabine 2 (zie hiervoor de rapporten van cabine 1 en van cabine 2) alsook de meetwaarden van het verloop van het magnetisch veld, opgemeten gedurende een weekdag bij cabine 5. In Figuur 3 is het verloop van de verhouding van de maximale waarde over de meetduur tot de momentele waarde per cabine weergegeven uitgemiddeld over 24 uren. Daarnaast wordt op deze figuur ook het gemiddelde tijdsverloop van de verschillende cabines i.f.v. de tijd weergegeven. Dit gemiddelde verloop wordt gebruikt om de momenteel opgemeten waarden te herschalen naar geschatte maximale veldwaarden. Gelijkaardig wordt dit ook gedaan voor de herschaling naar geschatte gemiddelde veldwaarden.

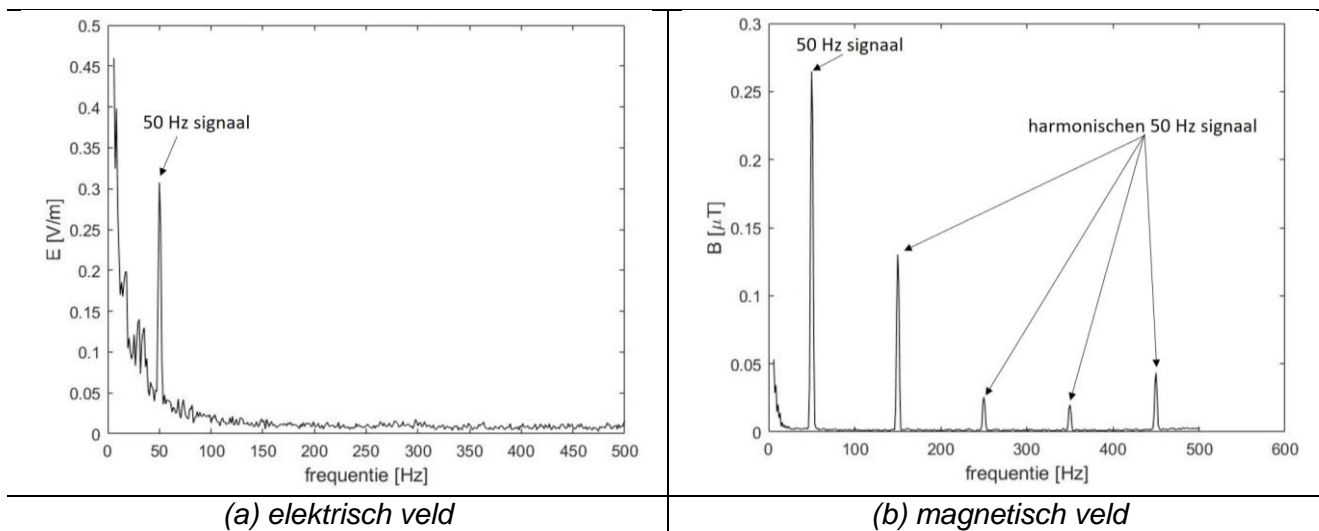
Bij gebrek aan de specificaties van de opgestelde transformator(en) in deze cabine wordt de herschaling naar de nominale waarden buiten beschouwing gelaten.



Figuur 3: Verloop van de verhouding van de maximale waarde tot de momentele waarde i.f.v. de tijd per cabine en het gemiddelde verloop van de verschillende cabines i.f.v. de tijd.

2.3 FREQUENTIESPECTRUM

Met de EHP-probes werd een meting uitgevoerd van het frequentiespectrum tussen 5 Hz en 400 kHz opgemeten buiten voor de deur van cabine. Hieruit bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen werden opgemeten waarbij het 50 Hz-signaal significant aanwezig was. Figuur 4 (a) en (b) tonen het spectrum van het elektrisch en het magnetisch veld in het frequentiegebied tussen 5 Hz en 500 Hz.



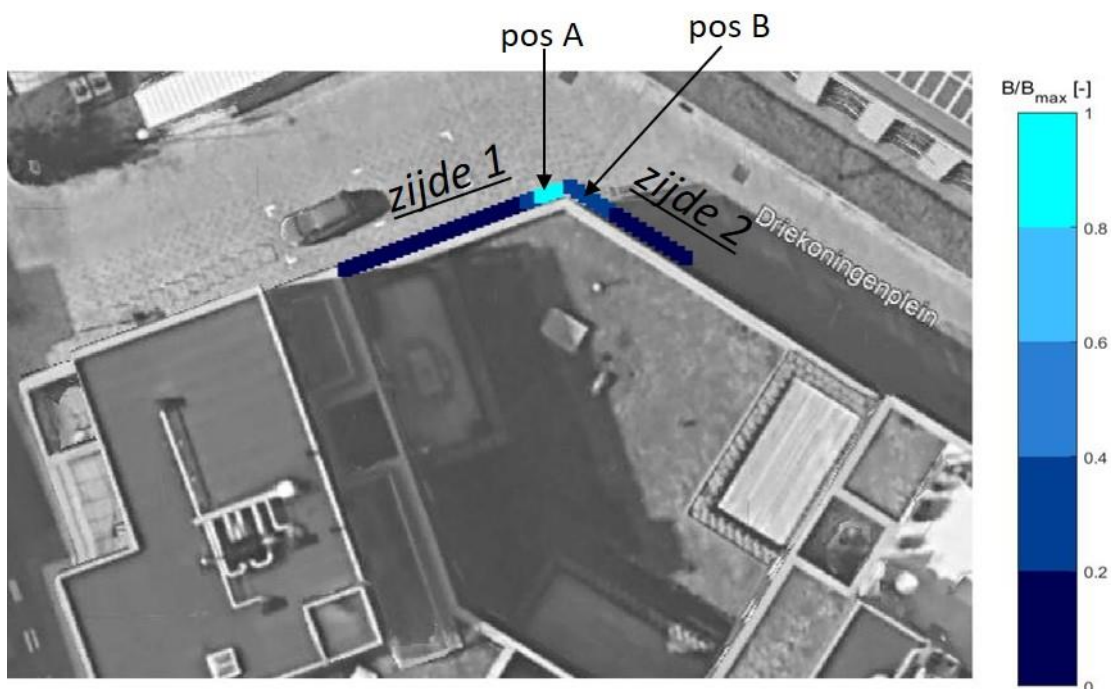
Figuur 4: Overzicht van frequentiespectrum tussen 5 Hz en 500 Hz voor (a) het elektrisch en (b) het magnetisch veld opgemeten voor de deur van de cabine.

2.4 SCAN EN PUNTMETINGEN

In deze paragraaf wordt het magnetisch veld rondom de cabine gevisualiseerd en worden bijkomend de puntmetingen van het magnetisch veld (en voor sommige posities ook het elektrisch veld) besproken. Dit zijn puntmetingen die uitgevoerd zijn op verschillende posities langs de buitenzijden van de cabine.

2.4.1 SCAN RONDOM DE CABINE

In Figuur 5 worden de momentele (ogenblikkelijke) waarden (B_{mom}) van het magnetisch veld genormeerd op de maximale opgemeten momentele waarde, weergegeven. De velden werden al wandelend opgemeten, met de EHP-50C probe verbonden met de PMM 8053, op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld met een horizontale afstand van 0,2 m tussen de meetprobe en de cabine. De metingen werden uitgevoerd langs de buitenzijden van de distributiecabine. De maximale opgemeten momentele magnetische veldwaarde bedroeg $6,0 \mu\text{T}$ en werd gemeten langs zijde 1 van de cabine. Figuur 5 toont verder ook de posities waar het maximum momentele magnetisch veld per zijde werd gemeten (posities A en B, dit wordt verder besproken in paragraaf 2.5).



Figuur 5: Verloop van het magnetisch veld rond de cabine, opgemeten met de EHP-50C probe op een hoogte van 1,5 m en een afstand van 20 cm tot de cabine ($B_{max} = 6,0 \mu T$).

2.4.2 PUNTMETINGEN BUITEN DE CABINE

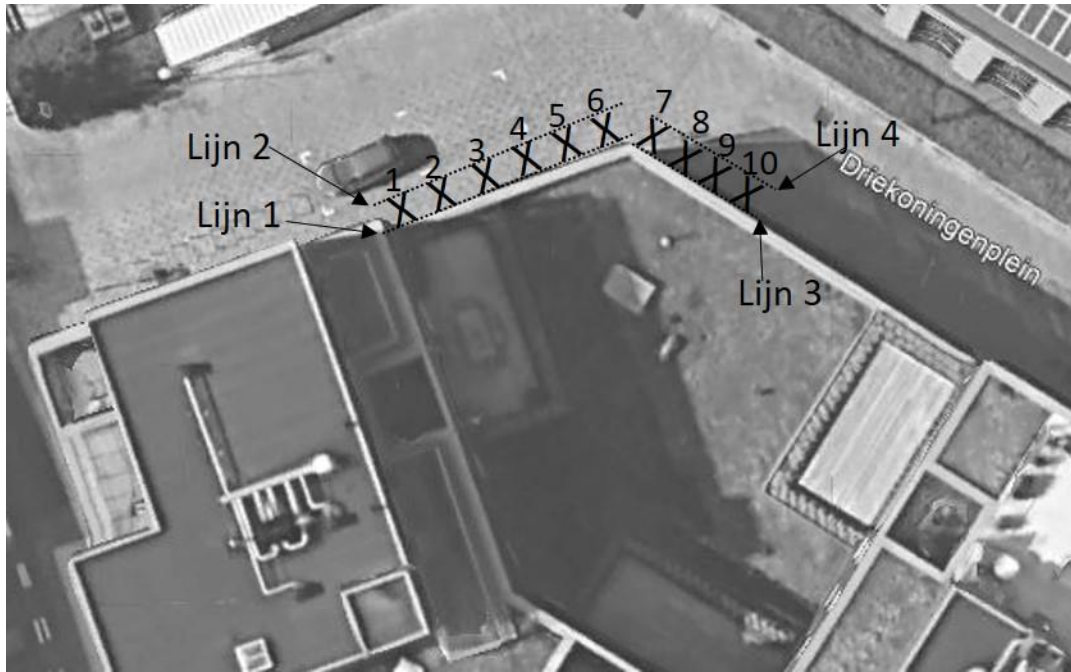
Langs elke buitenzijde van de cabine werden een aantal puntmetingen uitgevoerd van het magnetisch veld op posities 1 tot en met 10 (zie Figuur 6). De metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld / vloeroppervlak op een afstand van 50 cm tot de betreffende zijde van de cabine.

Langs zijde 1 en zijde 2 werden ook scans uitgevoerd net boven het grondoppervlak om mogelijke invloed van ondergrondse kabels op te meten. Hiervoor werd vlak tegen de cabine (Lijn 1 en Lijn 3) en op een afstand van 1 m parallel met de betreffende zijde van de cabine (Lijn 2 en Lijn 4) een scan gedaan ter bepaling van het maximum magnetisch veld.

In Tabel 1 worden de opgemeten veldwaarden op de verschillende meetposities met de overeenkomstige beschrijving weergegeven.

De hoogste momentele magnetische veldwaarde werd opgemeten op positie 5 en bedroeg $3,1 \mu T$. De hoogste elektrische veldwaarde werd gemeten op positie 6 en bedroeg $14,8 V/m$. De blootstellingsindex (BI) bedraagt 3,1 % en 0,3 % voor resp. het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering volgens resp. de $100 \mu T$ aanbeveling [3] en de 5 kV voor woonzones [7].

Voor wat betreft de scans tegen het grondoppervlak boven mogelijke ondergrondse voedingskabels (Lijnen 1 tot 3) werd de hoogste magnetische veldwaarde opgemeten langs lijn 1 (zijde 1) en bedroeg $1,4 \mu T$.



Figuur 6: Aanduiding van de meetposities (binnen- en buitenmetingen) op een schets van de plattegrond van de omgeving van de cabine.

Beschrijving	Positie	Hoogte ⁽¹⁾ [m]	Horizontale afstand ⁽²⁾ [m]	E_{mom} [V/m]	B_{mom} [μ T]
zijde 1	1	1,5	0,5	0,34	0,03
	2	1,5	0,5	0,13	0,09
	3	1,5	0,5	0,31	0,14
	4	1,5	0,5	0,29	0,29
	5	1,5	0,5	0,83	3,08
	6	1,5	0,5	14,84	2,25
zijde 2	7	1,5	0,5	0,61	1,11
	8	1,5	0,5	1,06	0,36
	9	1,5	0,5	0,26	0,04
	10	1,5	0,5	0,05	0,02
zijde 1	Lijn 1 (0 cm afstand tot de cabine)	0,0	0,0	NG	1,43 ⁽³⁾
	Lijn 2 (1 m afstand tot de cabine)	0,0	1,0	NG	0,50 ⁽³⁾
zijde 2	Lijn 3 (0 cm afstand tot de cabine)	0,0	0,0	NG	0,77 ⁽³⁾
	Lijn 4 (1 m afstand tot de cabine)	0,0	1,0	NG	0,27 ⁽³⁾

NG: niet gemeten.

⁽¹⁾: Hoogte boven het terreinoppervlak.

⁽²⁾: De vermelde afstand is de horizontale afstand tussen de meetprobe en het object zoals beschreven in de kolom 'beschrijving'. De afstanden en hoogten zijn telkens gemeten tot het midden van de meetprobe met uitzondering van de posities waarbij de afstand als 0 cm wordt weergegeven, hierbij wordt contact gemaakt tussen het object en de meetprobe (= 6,3 cm tussen het object en het midden van de meetprobe).

⁽³⁾: Maximale opgemeten waarde langs een lijn parallel aan de betreffende zijde.

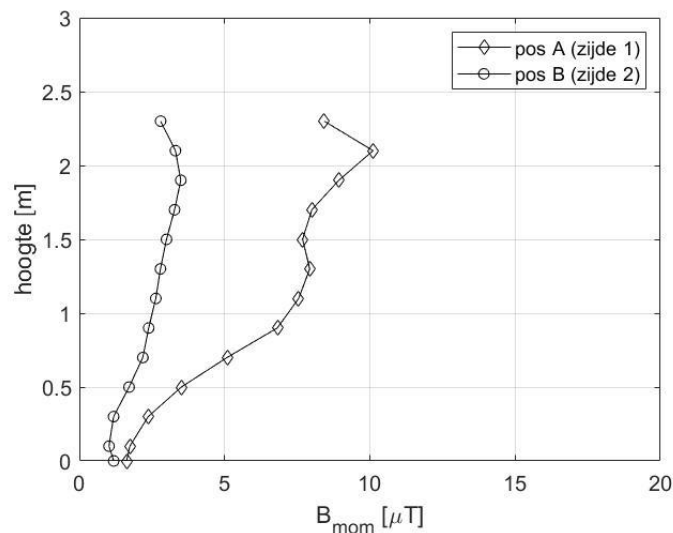
Tabel 1: Overzicht van de gemeten momentele veldwaarden op verschillende meetposities buiten de distributiecabine.

2.5 METINGEN TER BEPALING VAN AFSTANDEN T.O.V. AANBEVELINGEN OF NORMEN

In deze paragraaf worden de metingen die uitgevoerd werden buiten de cabine in functie van de afstand tot de cabine besproken. Hiervoor werd op de posities van het maximum magnetisch veld (gemeten op een standaard hoogte van 1,5 m) langs elke zijde van de cabine nl. posities A en B (zie Figuur 5) een meting uitgevoerd in functie van de hoogte boven het grondoppervlak. Vervolgens werd op de hoogte van het maximum veld een meting uitgevoerd in functie van de afstand tot de cabine ter bepaling van de afstand tot waar aanbevelingen of normen kunnen overschreden worden.

2.5.1 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE HOOGTE

In Figuur 7 worden de ogenblikkelijke magnetische veldwaarden (B_{mom}) in functie van de hoogte weergegeven voor posities A en B. Bij deze metingen bedroeg de afstand tussen de meetprobe en de wand van de cabine 0 cm (= contact meetprobe - wand van de cabine). De opgemeten veldwaarden variëren in functie van de hoogte. De maximale veldwaarde langs de verschillende zijden werden opgemeten op een hoogte van 2,1 m voor positie A en 1,9 m voor positie B.

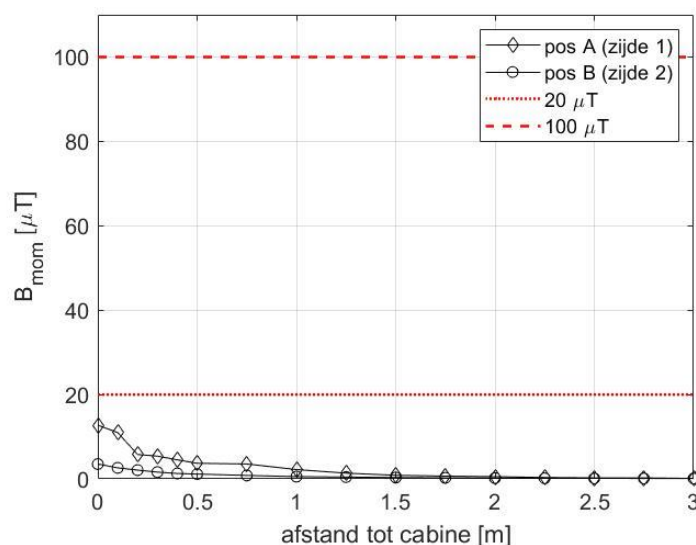


Figuur 7: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de hoogte (meetprobe rakend aan de verschillende zijden van de cabine).

2.5.2 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT DE CABINE

2.5.2.1 MOMENTELE MEETWAARDEN

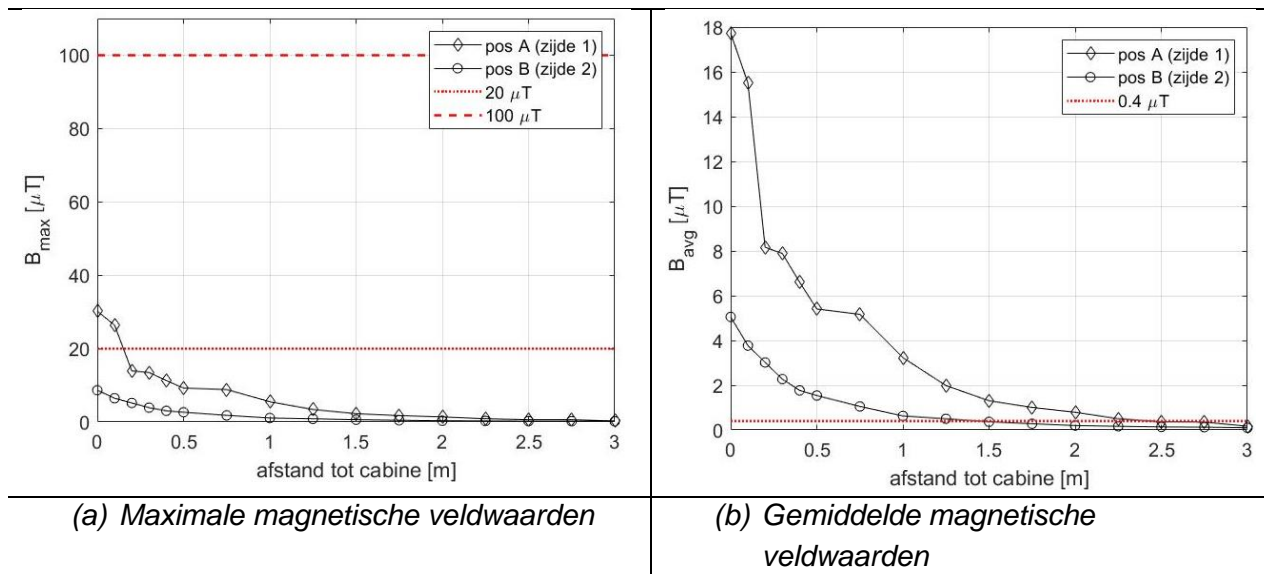
In Figuur 8 worden de meetwaarden van het magnetisch veld als functie van de afstand tot de cabine weergegeven, opgemeten op de posities van het maximum (verschillende hoogte per positie) langs buitenzijde 1 en 2 van de cabine (posities A en B). Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen met toenemende afstand tot de cabine. In Figuur 8 wordt bijkomend ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.



Figuur 8: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine voor posities A en B langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A en B). De meethoogte per positie bedroeg voor pos A: 2,1 m en voor pos B: 1,9 m.

2.5.2.2 HERSCHALING NAAR MAXIMALE EN GEMIDDELDE VELDWAAARDEN

Figuur 9 (a) en (b) tonen het verloop van het magnetisch veld ifv de afstand tot de cabine voor de herschaalde momentele metingen naar resp. het maximum en naar de gemiddelde waarden volgens de variatie van het magnetisch veld i.f.v. de tijd zoals besproken in paragraaf 2.2. Voor de maximale veldwaarde is op de figuur ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven. Op de figuur met de gemiddelde veldwaarden is de $0.4 \mu\text{T}$ richtwaarde van toepassing volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10], aangeduid.



Figuur 9: Maximale (a) en gemiddelde (b) meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.

2.5.2.3 VERGELIJKING MET RICHTLIJNEN / NORMEN

Tabel 2 geeft een samenvatting van de minimale afstand tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit [10] (0,4 μT richtwaarden en de 20 μT interventiewaarden) en aan de 100 μT Europese aanbeveling voor 50 Hz-velden [3]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat alle metingen buiten werden uitgevoerd en de vergelijking met de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit bijgevolg louter informatief is. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn.

De afstanden worden bepaald op basis van Figuur 8 en Figuur 9. De 0,4 μT richtwaarde is voor chronische of langdurige blootstelling terwijl 20 μT en 100 μT acute waarden zijn voor kortstondige blootstelling. Bijgevolg wordt de vergelijking met de 0,4 μT richtlijn enkel toegepast voor de gemiddelde blootstelling zoals weergegeven in Figuur 9 (b). De vergelijking met de 20 μT en de 100 μT acute waarden werd toegepast voor de momentele (Figuur 8) en de maximale velden (Figuur 9 (a)).

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT , uitgemiddeld over 1 tot 2 weekdagen, bedraagt 2,5 m. De gemiddelde waarden over een langere periode (bijv. een jaar) waren niet beschikbaar.

De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde op geen enkele meetpositie.

Voor wat betreft de 20 μT interventiewaarden voldoen de momentele meetwaarden op alle meetposities. Voor de maximale meetwaarden wordt een maximale afstand van 0,2 m bekomen.

Positie	Type blootstelling	afstand [m]		
		Gemiddelde	Momenteel	Maximaal
A (zijde 1)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,20
	B < 0,4 μ T	2,50	-	-
B (zijde 2)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	1,50	-	-

-: niet van toepassing.

Tabel 2: Bepaling van de afstanden tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de 0,4 μ T richtwaarde (chronisch) en de 20 μ T interventiewaarde (acuut) volgens het Binnenmilieubesluit van toepassing in Vlaanderen [10] en de 100 μ T waarde voor het algemeen publiek volgens de Europese aanbeveling [3].

3 CONCLUSIES

In dit rapport werden de magnetische veldmetingen rond cabine 3, een 12 kV distributiecabine gelegen in de Hundelgemsesteenweg ter hoogte van huisnummer 359 in Merelbeke, besproken.

Uit het spectrum bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen aanwezig waren met een dominante bijdrage van het 50 Hz signaal.

Langs de verschillende buitenzijden van de cabine werden metingen uitgevoerd van het momentele magnetische veld i.f.v. de afstand tot de cabine. Uit deze metingen bleek dat zoals verwacht het magnetisch veld afnam met toenemende afstand tot de cabine.

De momentele magnetische veldwaarden werden op basis van het stroomverloop en het magnetisch veldverloop herschaald naar de maximale en gemiddelde waarden. De bekomen veldwaarden werden vergeleken met de $0,4 \mu\text{T}$ richtwaarde [10] voor chronische of langdurige blootstelling en met de $20 \mu\text{T}$ interventiewaarde [10] / de $100 \mu\text{T}$ aanbevelingswaarde [3] voor kortstondige blootstelling ter bepaling van de afstand vanaf waar voldaan is aan beschouwde richtwaarde / interventiewaarde /aanbevelingswaarde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat vergelijking met de richt- en interventiewaarde volgens [10] louter illustratief is aangezien deze waarden van toepassing zijn voor het binnenmilieu (algemeen publiek) en de metingen buiten werden uitgevoerd.

De maximale afstand voor blootstelling aan $0,4 \mu\text{T}$ uitgemiddeld over 1 tot 2 wekdagen bedraagt 2,5 m. De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de $100 \mu\text{T}$ aanbevelingswaarde op geen enkele meetpositie (minimale meetafstand is 0 cm). Voor wat betreft de $20 \mu\text{T}$ interventiewaarden voldoen de momentele meetwaarden op alle meetposities. Voor de maximale meetwaarden wordt een maximale afstand van 0,2 m bekomen. Deze afstanden kunnen gebruikt worden als maatregel bij de installatie van cabines waar mensen wonen.

4 REFERENTIES

- [1] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2020, "ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)," Health Physics, Vol, 118, No, 5, pp, 483-524.
- [2] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2010, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)," Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818-836.
- [3] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.
- [4] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz)," Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.
- [5] Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC.
- [6] Koninklijk Besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden op het werk, 20 mei 2016. Belgisch Staatsblad 10.06.2016.
- [7] Koninklijk Besluit tot vaststelling van Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanningen en op zeer lage spanning, Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, 8 september 2019. Belgisch Staatsblad 28.10.2019.
- [8] Algemeen Reglement op de elektrische installaties, 1981, "Koninklijk Besluit van 10 maart 1981, AREI bindend voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981)"; "Koninklijk besluit van 2 september 1981, AREI bindend voor de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981)".
- [9] Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu, 11 juni 2004.

- [10] Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu, 13 juli 2018. Belgisch Staatsblad 07.09.2018.
- [11] Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), 2004, ECC recommendation (02)04 (revised Bratislava 2003, Helsinki 2007) Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz), <http://www.ero.dk>.

Meetrapport cabine 4: Bloemestraat 21, Maldegem

Bestek nr. OMG-VPO/2019/003

In opdracht van de Vlaamse Overheid
Beleidsdomein Omgeving Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2019/003

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Kenneth Deprez, prof. Dr. Ir. Wout Joseph, prof. Dr. Ir. Luc Martens
<i>Datum rapport</i>	20/05/2021
<i>Datum metingen</i>	28/04/2021
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 15 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	3
2	Meetresultaten	4
2.1	Plaats van de metingen	4
2.2	Stroomverloop laagspanningslijnen	4
2.3	Frequentiespectrum	5
2.4	Scan en puntmetingen	6
2.4.1	Scan rondom de cabine	6
2.4.2	Puntmetingen buiten de cabine.....	7
2.5	Metingen ter bepaling van afstanden t.o.v. aanbevelingen of normen	10
2.5.1	Metingen in functie van de hoogte	10
2.5.2	Metingen in functie van de afstand tot de cabine	11
3	Conclusies	14
4	Referenties	15

1 INLEIDING

Dit rapport is onderdeel van een reeks meetrappen waarin de meetresultaten van magnetische velden rond distributiecabinen besproken worden en kadert in de studie 'Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabinen in- en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen' met bestek nr. OMG-VPO/2019/003. In deel 3 'metingen als onderbouwing van de technische maatregelen' dienen metingen van magnetische velden bij distributiecabinen uitgevoerd te worden. Dit rapport behandelt de meetresultaten van de elektromagnetische veldmetingen uitgevoerd in en rond distributiecabine 4. Deze cabine is een 12 kV distributiecabine gelegen in de Bloemestraat 21 te Maldegem. Voor achtergrondinformatie over de geldende normen en richtlijnen, de vergelijking met de normen, de gebruikte meetapparatuur en meetmethode verwijzen we naar het meetrappport van distributiecabine 1.

2 MEETRESULTATEN

2.1 PLAATS VAN DE METINGEN

De metingen vonden plaats rond de distributiecabine met nr. 6471 gelegen in de Bloemestraat 21 in Maldegem. Dit is een cabine op het gelijkvloers in een nieuwbouw appartement (zie Figuur 1). Er zijn geen gegevens bekend over de inrichting binnen in de cabine. De cabine is gelegen in het centrum van de gemeente. Figuur 2 toont een plattegrond van de omgeving met aanduiding van de cabine.



Figuur 1: Foto van de buitenzijde van de 12 kV cabine gelegen in de Bloemestraat in Maldegem.



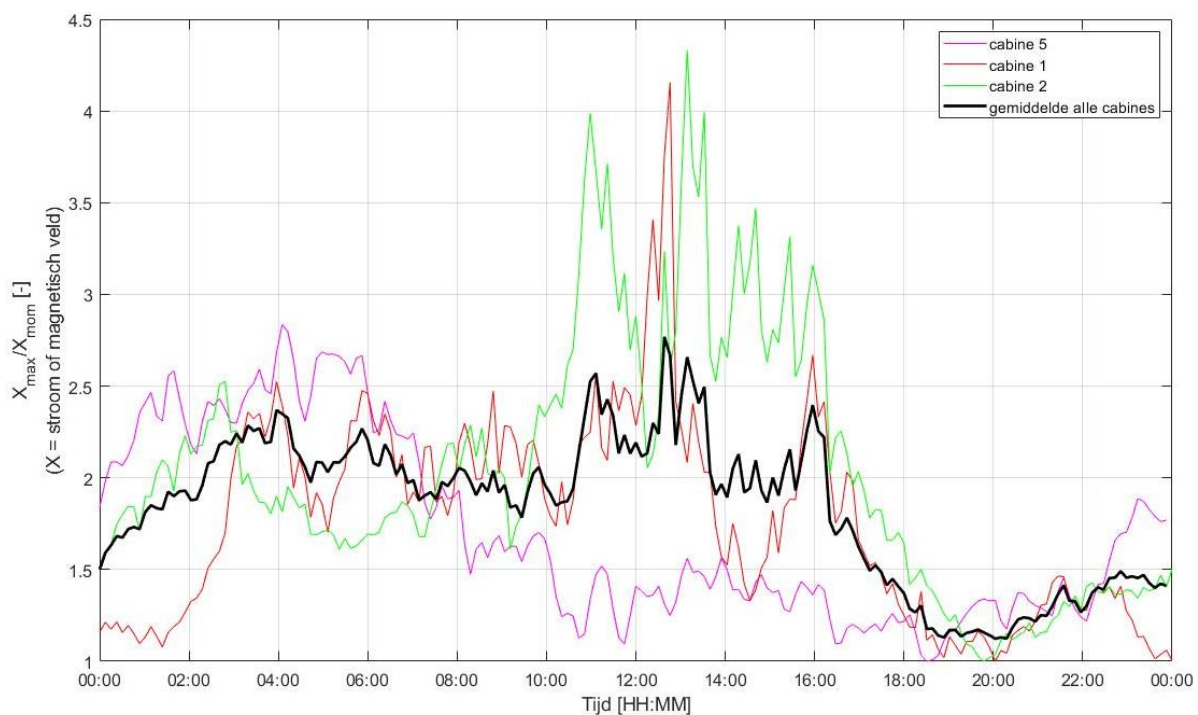
Figuur 2: Plattegrond van de omgeving van de cabine met aanduiding van de cabine.

2.2 STROOMVERLOOP LAAGSPANNINGSLIJNEN

Voor deze cabine is geen info beschikbaar i.v.m. het stroomverloop van de LS-lijnen i.f.v. de tijd. Aangezien ook geen informatie beschikbaar is over typische stroomverlopen van LS-stromen werd een schatting gemaakt van een typisch stroomverloop op basis van metingen

die binnen dit project werden uitgevoerd. Hiervoor werden de gegevens gebruikt van het stroomverloop van de LS-stromen i.f.v. de tijd opgemeten op 2 wekdagen van cabine 1 en van cabine 2 (zie hiervoor de rapporten van cabine 1 en van cabine 2) alsook de meetwaarden van het verloop van het magnetisch veld, opgemeten gedurende een weekdag bij cabine 5. In Figuur 3 is het verloop van de verhouding van de maximale waarde over de meetduur tot de momentele waarde per cabine weergegeven uitgemiddeld over 24 uren. Daarnaast wordt op deze figuur ook het gemiddelde tijdsverloop van de verschillende cabines i.f.v. de tijd weergegeven. Dit gemiddelde verloop wordt gebruikt om de momenteel opgemeten waarden te herschalen naar geschatte maximale veldwaarden. Gelijkaardig wordt dit ook gedaan voor de herschaling naar geschatte gemiddelde veldwaarden.

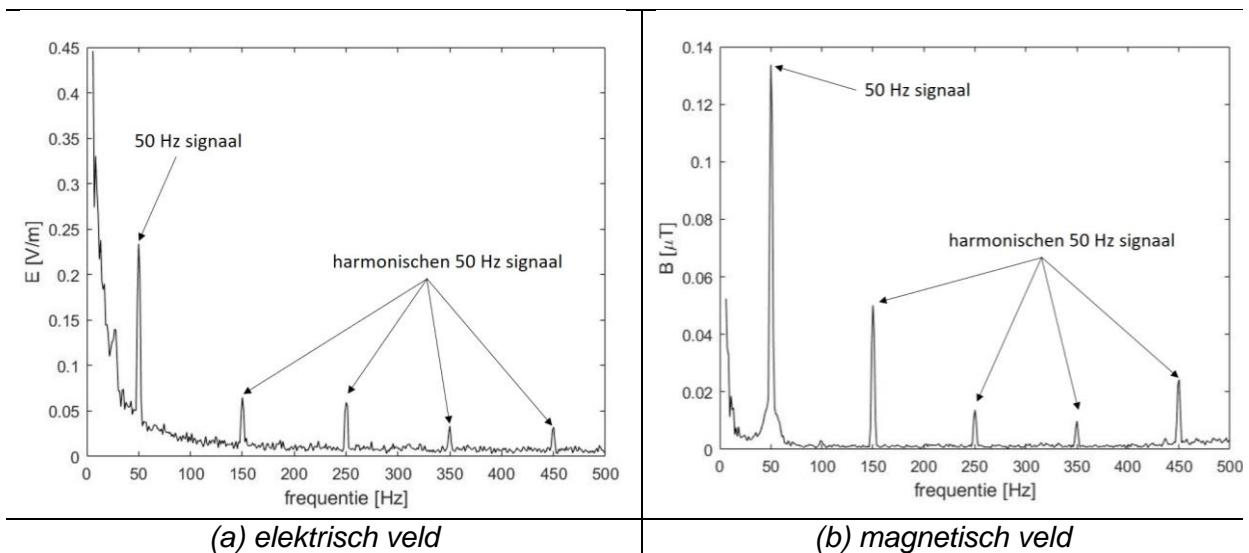
Bij gebrek aan de specificaties van de opgestelde transformator(en) in deze cabine wordt de herschaling naar de nominale waarden buiten beschouwing gelaten.



Figuur 3: Verloop van de verhouding van de maximale waarde tot de momentele waarde i.f.v. de tijd per cabine en het gemiddelde verloop van de verschillende cabines i.f.v. de tijd.

2.3 FREQUENTIESPECTRUM

Met de EHP-probes werd een meting uitgevoerd van het frequentiespectrum tussen 5 Hz en 400 kHz opgemeten buiten voor de deur van cabine. Hieruit bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen werden opgemeten waarbij het 50 Hz-signaal significant aanwezig was. Figuur 4 (a) en (b) tonen het spectrum van het elektrisch en het magnetisch veld in het frequentiegebied tussen 5 Hz en 500 Hz.



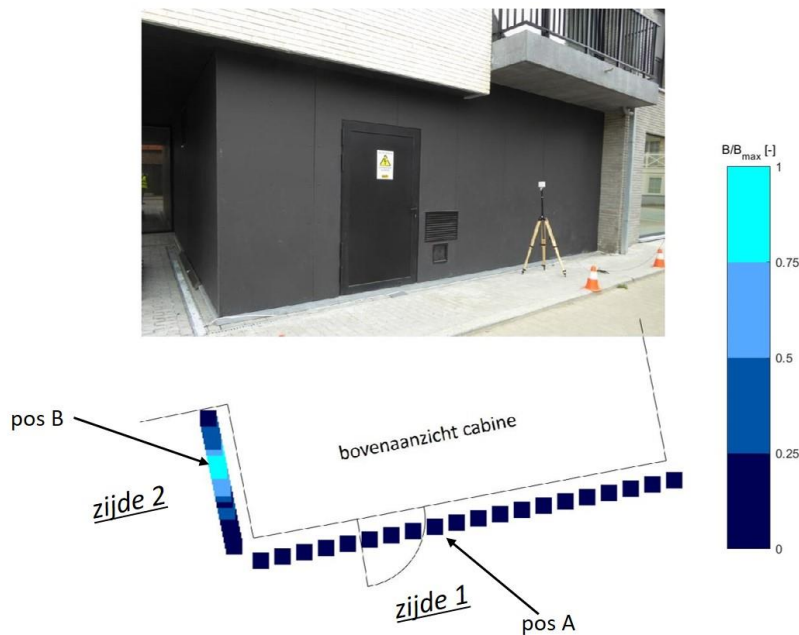
Figuur 4: Overzicht van frequentiespectrum tussen 5 Hz en 500 Hz voor (a) het elektrisch en (b) het magnetisch veld opgemeten voor de deur van de cabine.

2.4 SCAN EN PUNTMETINGEN

In deze paragraaf wordt het magnetisch veld rondom de cabine gevisualiseerd en worden bijkomend de puntmetingen van het magnetisch veld (en voor sommige posities ook het elektrisch veld) besproken. Dit zijn puntmetingen die uitgevoerd zijn op verschillende posities langs de buitenzijden van de cabine (voorzijde en linkerzijde).

2.4.1 SCAN RONDOM DE CABINE

In Figuur 5 worden de momentele (ogenblikkelijke) waarden (B_{mom}) van het magnetisch veld genormeerd op de maximale opgemeten momentele waarde, weergegeven. De velden werden al wandelend opgemeten, met de EHP-50C probe verbonden met de PMM 8053, op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld met een horizontale afstand van 0,2 m tussen de meetprobe en de cabine. De metingen werden uitgevoerd langs de buitenzijden van de distributiecabine (voorzijde en linkerzijde). De maximale opgemeten momentele magnetische veldwaarde bedroeg $1,3 \mu T$ en werd gemeten langs zijde 2 van de cabine. Figuur 5 toont verder ook de posities waar het maximum momentele magnetisch veld per zijde werd gemeten (posities A en B, dit wordt verder besproken in paragraaf 2.5).



Figuur 5: Verloop van het magnetisch veld rond de cabine, opgemeten met de EHP-50C probe op een hoogte van 1,5 m en een afstand van 20 cm tot de cabine ($B_{max} = 1,3 \mu T$).

2.4.2 PUNTMETINGEN BUITEN DE CABINE

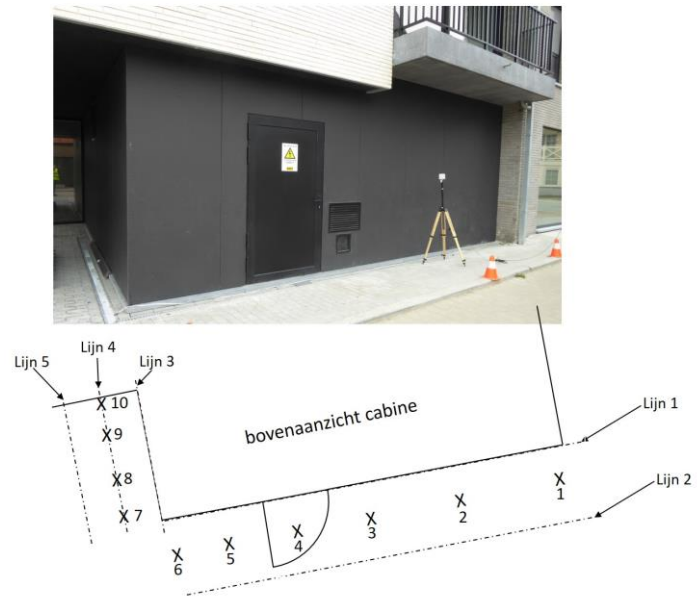
Langs elke buitenzijde van de cabine werden een aantal puntmetingen uitgevoerd van het magnetisch veld op posities 1 tot en met 10 (zie Figuur 6). De metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld / vloerooppervlak op een afstand van 50 cm tot de betreffende zijde van de cabine.

Langs zijde 1 en zijde 2 werden ook scans uitgevoerd net boven het grondoppervlak om mogelijke invloed van ondergrondse kabels op te meten. Hiervoor werd vlak tegen de cabine (Lijn 1 en Lijn 3) en op een afstand van 1 m tot de cabine (Lijn 2 en Lijn 5) een scan gedaan ter bepaling van het maximum magnetisch veld. Aangezien om praktische redenen (bouwmaterialen in de weg) niet over de volledige lengte kon gemeten worden langs Lijn 5, werd de scan langs deze zijde ook op 0,5 m gedaan (=Lijn 4).

In Tabel 1 worden de opgemeten veldwaarden op de verschillende meetposities met de overeenkomstige beschrijving weergegeven.

De hoogste momentele magnetische veldwaarde werd opgemeten op positie 9 en bedroeg $1,0 \mu T$. De hoogste elektrische veldwaarde werd eveneens gemeten op positie 9 en bedroeg $10,1 V/m$. De blootstellingsindex (BI) bedraagt 1,0 % en 0,2 % voor resp. het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering volgens resp. de $100 \mu T$ aanbeveling [3] en de 5 kV voor woonzones [7].

Voor wat betreft de scans tegen het grondoppervlak boven mogelijke ondergrondse voedingskabels (Lijnen 1 tot 5) werd de hoogste magnetische veldwaarde opgemeten langs lijn 1 (zijde 1) en bedroeg $1,5 \mu T$.



Figuur 6: Aanduiding van de meetposities (binnen- en buitenmetingen) op een schets van de plattegrond van de cabine.

Beschrijving	Positie	Hoogte ⁽¹⁾ [m]	Horizontale afstand ⁽²⁾ [m]	E_{mom} [V/m]	B_{mom} [μ T]
zijde 1	1	1,5	0,5	1,24	0,16
	2	1,5	0,5	0,92	0,15
	3	1,5	0,5	0,26	0,16
	4	1,5	0,5	0,25	0,15
	5	1,5	0,5	0,93	0,16
	6	1,5	0,5	0,04	0,15
zijde 2	7	1,5	0,5	0,27	0,20
	8	1,5	0,5	0,03	0,45
	9	1,5	0,5	10,13	1,03
	10	1,5	0,5	0,04	0,24
zijde 1	Lijn 1	0,0	0,0	NG	1,54 ⁽³⁾
	Lijn 2	0,0	1,0	NG	0,88 ⁽³⁾
zijde 2	Lijn 3	0,0	0,0	NG	0,83 ⁽³⁾
	Lijn 4	0,0	0,5	NG	0,45 ⁽³⁾
	Lijn 5 ⁽⁴⁾	0,0	1,0	NG	0,31 ⁽³⁾

NG: niet gemeten.

⁽¹⁾: Hoogte boven het terreinoppervlak.

⁽²⁾: De vermelde afstand is de horizontale afstand tussen de meetprobe en het object zoals beschreven in de kolom 'beschrijving'. De afstanden en hoogten zijn telkens gemeten tot het midden van de meetprobe met uitzondering van de posities waarbij de afstand als 0 cm wordt weergegeven, hierbij wordt contact gemaakt tussen het object en de meetprobe (= 6,3 cm tussen het object en het midden van de meetprobe).

⁽³⁾: Maximale opgemeten waarde langs een lijn parallel aan de betreffende zijde.

⁽⁴⁾: Er kon niet over de ganse lengte gemeten worden omdat er bouwmaterialen in de weg stonden.

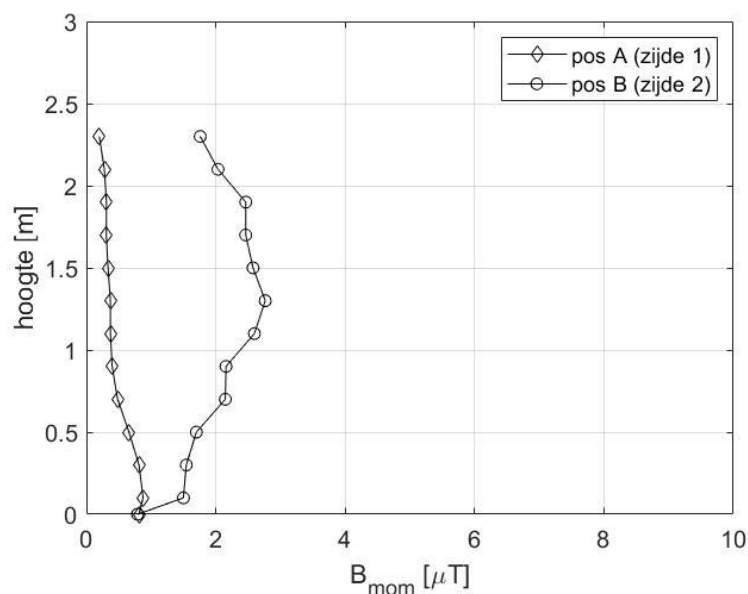
Tabel 1: Overzicht van de gemeten momentele veldwaarden op verschillende meetposities buiten de distributiecabine.

2.5 METINGEN TER BEPALING VAN AFSTANDEN T.O.V. AANBEVELINGEN OF NORMEN

In deze paragraaf worden de metingen die uitgevoerd werden buiten de cabine in functie van de afstand tot de cabine besproken. Hiervoor werd op de posities van het maximum magnetisch veld (gemeten op een standaard hoogte van 1,5 m) langs elke zijde van de cabine nl. posities A en B (zie Figuur 5) een meting uitgevoerd in functie van de hoogte boven het grondoppervlak. Vervolgens werd op de hoogte van het maximum veld een meting uitgevoerd in functie van de afstand tot de cabine ter bepaling van de afstand tot waar aanbevelingen of normen kunnen overschreden worden.

2.5.1 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE HOOGTE

In Figuur 7 worden de ogenblikkelijke magnetische veldwaarden (B_{mom}) in functie van de hoogte weergegeven voor posities A en B. Bij deze metingen bedroeg de afstand tussen de meetprobe en de wand van de cabine 0 cm (= contact meetprobe - wand van de cabine). De opgemeten veldwaarden variëren in functie van de hoogte. De maximale veldwaarde langs de verschillende zijden werden opgemeten tegen de grond voor positie A en op een hoogte van 1,3 m voor positie B.

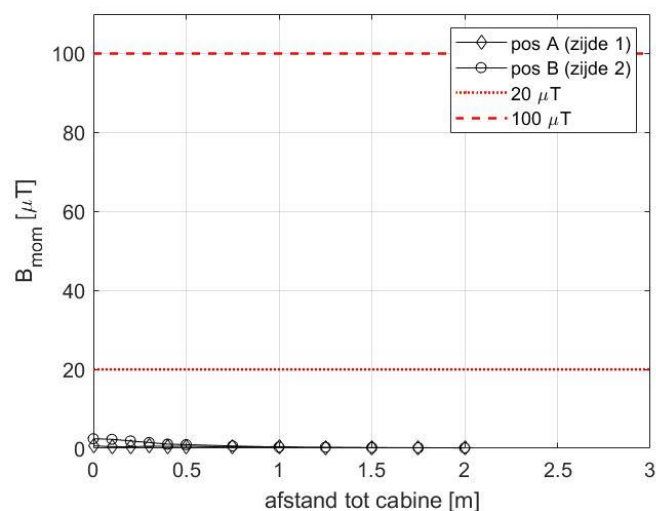


Figuur 7: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de hoogte (meetprobe rakend aan de verschillende zijden van de cabine).

2.5.2 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT DE CABINE

2.5.2.1 MOMENTELE MEETWAARDEN

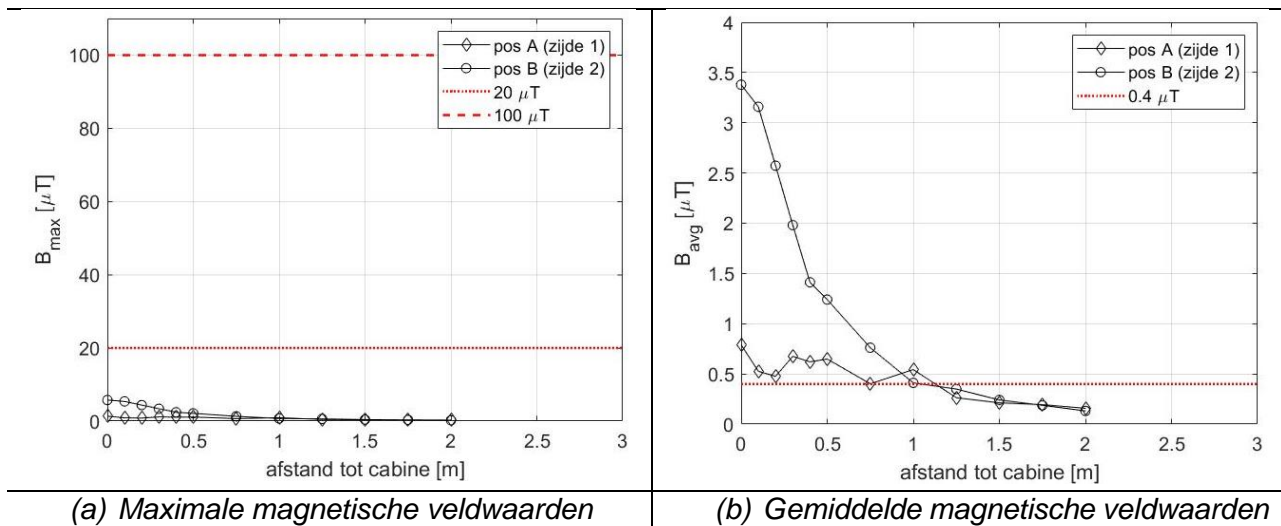
In Figuur 8 worden de meetwaarden van het magnetisch veld als functie van de afstand tot de cabine weergegeven, opgemeten op de posities van het maximum (verschillende hoogte per positie) langs buitenzijde 1 en 2 van de cabine (posities A en B) op een hoogte van 1,3 m. Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen met toenemende afstand tot de cabine. In Figuur 8 wordt bijkomend ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.



Figuur 8: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine voor posities A en B langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A en B). De meethoogte bedroeg voor pos A 0 m en voor positie B 1,3 m.

2.5.2.2 HERSCHALING NAAR MAXIMALE EN GEMIDDELDE VELDWAAARDEN

Figuur 9 (a) en (b) tonen het verloop van het magnetisch veld ifv de afstand tot de cabine voor de herschaalde momentele metingen naar resp. het maximum en naar de gemiddelde waarden volgens de variatie van het magnetisch veld i.f.v. de tijd zoals besproken in paragraaf 2.2. Voor de maximale veldwaarde is op de figuur ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven. Op de figuur met de gemiddelde veldwaarden is de $0.4 \mu\text{T}$ richtwaarde van toepassing volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10], aangeduid.



Figuur 9: Maximale (a) en gemiddelde (b) meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.

2.5.2.3 VERGELIJKING MET RICHTLIJNEN / NORMEN

Tabel 2 geeft een samenvatting van de minimale afstand tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit [10] (0,4 μT richtwaarden en de 20 μT interventiewaarde) en aan de 100 μT Europese aanbeveling voor 50 Hz-velden [3]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat alle metingen buiten werden uitgevoerd en de vergelijking met de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit bijgevolg louter informatief is. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn.

De afstanden worden bepaald op basis van Figuur 8 en Figuur 9. De 0,4 μT richtwaarde is voor chronische of langdurige blootstelling terwijl 20 μT en 100 μT acute waarden zijn voor kortstondige blootstelling. Bijgevolg wordt de vergelijking met de 0,4 μT richtlijn enkel toegepast voor de gemiddelde blootstelling zoals weergegeven in Figuur 9 (b). De vergelijking met de 20 μT en de 100 μT acute waarden werd toegepast voor de momentele (Figuur 8) en de maximale (Figuur 9 (a)).

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT , uitgemiddeld over 1 tot 2 weekdagen, bedraagt 1,3 m. De gemiddelde waarden over een langere periode (bijv. een jaar) waren niet beschikbaar.

De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde en de 20 μT interventiewaarde op geen enkele meetpositie.

Positie	Type blootstelling	afstand [m]		
		Gemiddelde	Momenteel	Maximaal
A (zijde 1)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	1,25	-	-
B (zijde 2)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	1,25	-	-

-: niet van toepassing.

Tabel 2: Bepaling van de afstanden tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de 0,4 μ T richtwaarde (chronisch) en de 20 μ T interventiewaarde (acuut) volgens het Binnenmilieubesluit van toepassing in Vlaanderen [10] en de 100 μ T waarde voor het algemeen publiek volgens de Europese aanbeveling [3].

3 CONCLUSIES

In dit rapport werden de magnetische veldmetingen rond cabine 4, een 12 kV distributiecabine gelegen in Bloemestraat 21 te Maldegem, besproken.

Uit het spectrum bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen aanwezig waren met een dominante bijdrage van het 50 Hz signaal.

Langs de verschillende buitenzijden van de cabine werden metingen uitgevoerd van het momentele magnetische veld i.f.v. de afstand tot de cabine. Uit deze metingen bleek dat zoals verwacht het magnetisch veld afnam met toenemende afstand tot de cabine.

De momentele magnetische veldwaarden werden op basis van het stroomverloop en het magnetisch veldverloop herschaald naar de maximale en gemiddelde waarden. De bekomen veldwaarden werden vergeleken met de 0,4 μT richtwaarde [10] voor chronische of langdurige blootstelling en met de 20 μT interventiewaarde [10] / de 100 μT aanbevelingswaarde [3] voor kortstondige blootstelling ter bepaling van de afstand vanaf waar voldaan is aan beschouwde richtwaarde / interventiewaarde /aanbevelingswaarde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat vergelijking met de richt- en interventiewaarde volgens [10] louter illustratief is aangezien deze waarden van toepassing zijn voor het binnenmilieu (algemeen publiek) en de metingen buiten werden uitgevoerd.

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT uitgemiddeld over 1 tot 2 wekdagen bedraagt 1,3 m. De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde en de 20 μT interventiewaarde op geen enkele meetpositie. Deze afstanden kunnen gebruikt worden als maatregel bij installatie van cabines waar mensen wonen.

4 REFERENTIES

- [1] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2020, "ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)," Health Physics, Vol, 118, No, 5, pp, 483-524.
- [2] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2010, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)," Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818-836.
- [3] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.
- [4] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz)," Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.
- [5] Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC.
- [6] Koninklijk Besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden op het werk, 20 mei 2016. Belgisch Staatsblad 10.06.2016.
- [7] Koninklijk Besluit tot vaststelling van Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanningen en op zeer lage spanning, Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, 8 september 2019. Belgisch Staatsblad 28.10.2019.
- [8] Algemeen Reglement op de elektrische installaties, 1981, "Koninklijk Besluit van 10 maart 1981, AREI bindend voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981)"; "Koninklijk besluit van 2 september 1981, AREI bindend voor de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981)".
- [9] Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu, 11 juni 2004.

- [10] Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu, 13 juli 2018. Belgisch Staatsblad 07.09.2018.
- [11] Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), 2004, ECC recommendation (02)04 (revised Bratislava 2003, Helsinki 2007) Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz), <http://www.ero.dk>.

Meetrapport cabine 5: Sint-Claradreef, Brugge

Bestek nr. OMG-VPO/2019/003

In opdracht van de Vlaamse Overheid
Beleidsdomein Omgeving Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2019/003

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Kenneth Deprez, prof. Dr. Ir. Wout Joseph, prof. Dr. Ir. Luc Martens
<i>Datum rapport</i>	01/06/2021
<i>Datum metingen</i>	05/05/2021
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 15 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	3
2	Meetresultaten	4
2.1	Plaats van de metingen	4
2.2	Stroomverloop laagspanningslijnen	5
2.3	Frequentiespectrum	5
2.4	Scan en puntmetingen	6
2.4.1	Scan rondom de cabine	6
2.4.2	Puntmetingen buiten de cabine.....	7
2.5	Metingen ter bepaling van afstanden t.o.v. aanbevelingen of normen	10
2.5.1	Metingen in functie van de hoogte	10
2.5.2	Metingen in functie van de afstand tot de cabine	11
2.6	Bijkomende metingen	14
3	Conclusies	15
4	Referenties	16

1 INLEIDING

Dit rapport is onderdeel van een reeks meetrappen waarin de meetresultaten van magnetische velden rond distributiecabinen besproken worden en kadert in de studie 'Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabinen in- en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen' met bestek nr. OMG-VPO/2019/003. In deel 3 'metingen als onderbouwing van de technische maatregelen' dienen metingen van magnetische velden bij distributiecabinen uitgevoerd te worden. Dit rapport behandelt de meetresultaten van de elektromagnetische veldmetingen uitgevoerd in en rond distributiecabine 5. Deze cabine is een 11 kV distributiecabine gelegen in de Sint-Claradreef tussen huisnummers 67 en 71 te Brugge. Voor achtergrondinformatie over de geldende normen en richtlijnen, de vergelijking met de normen, de gebruikte meetapparatuur en meetmethode verwijzen we naar het meetrapport van distributiecabine 1.

2 MEETRESULTATEN

2.1 PLAATS VAN DE METINGEN

De metingen vonden plaats rond de distributiecabine met nr. 10053 gelegen in de Sint-Claradreef tussen huisnummers 67 en 71 te Brugge. Dit is een gemetste cabine tussen twee woonhuizen (zie Figuur 1) met een MS-LS spanning van 11 kV-400/231 V. Aan de andere zijde van de woning met huisnr. 71 staat eveneens een cabine, nl. cabine met nr. 4971. Dit is ook een installatie met een 11 kV-400/231 V spanning. Aan de straatzijde van deze cabine werden beperkt enkele metingen uitgevoerd in functie van de hoogte en de afstand, die kort in sectie 2.6 besproken worden. Er zijn geen verdere gegevens bekend over de inrichting binnen in de cabines. De cabines zijn gelegen aan de rand van de stad. Figuur 2 toont een plattegrond van de omgeving met aanduiding van de cabines.



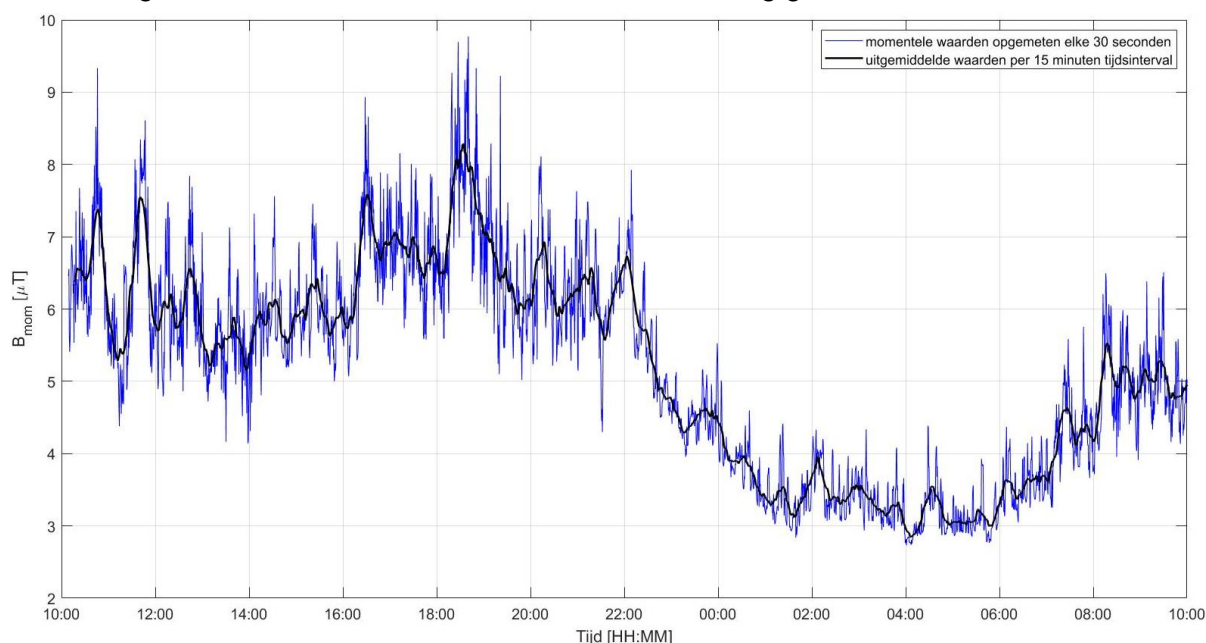
Figuur 1: Foto van de buitenzijde van de 11 kV cabines gelegen in de Sint-Claradreef te Brugge (foto: GoogleMaps).



Figuur 2: Plattegrond van de omgeving van de cabine met aanduiding van de cabines (bron: Google Earth).

2.2 STROOMVERLOOP LAAGSPANNINGSLIJNEN

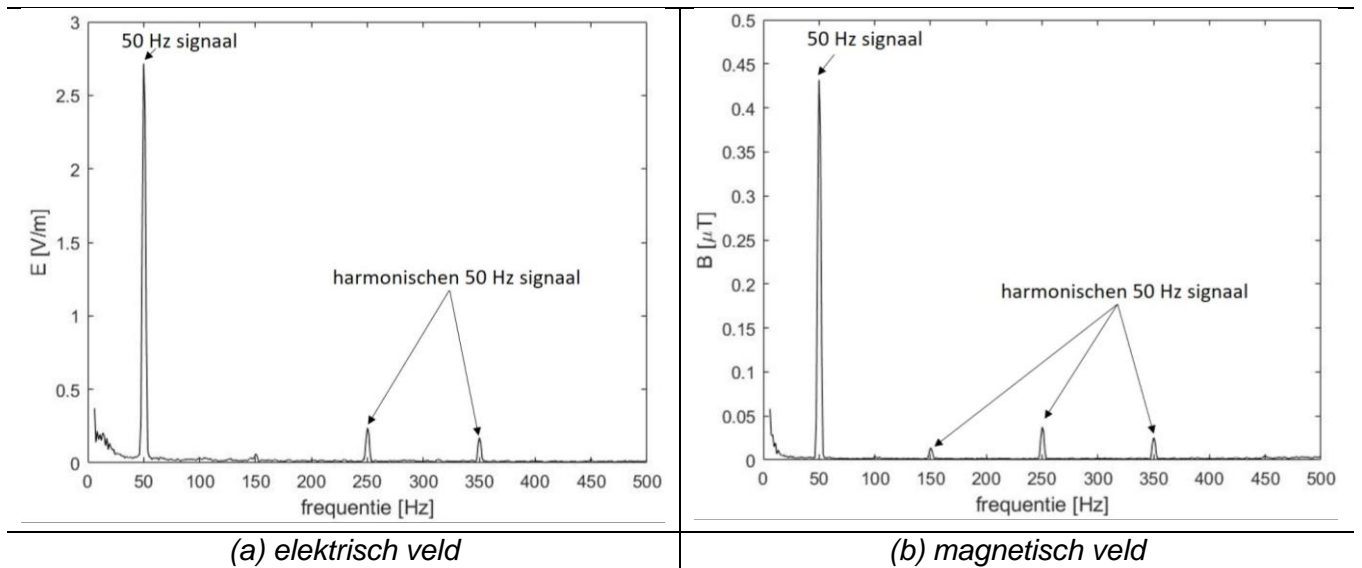
Voor deze cabine is geen info beschikbaar i.v.m. het stroomverloop van de LS-lijnen i.f.v. de tijd. Aangezien het stroomverloop gelijkaardig geacht wordt als het verloop van het magnetisch veld werd voor deze cabine op positie E (zie Figuur 5) een meting van het magnetisch veld uitgevoerd met de EHP-50 meetprobe gedurende 24 uren op een weekdag. In Figuur 3 worden de momenteel opgemeten veldwaarden die om de 30 seconden werden opgemeten weergegeven alsook de uitgemiddelde waarden per tijdsinterval van 15 minuten. Het verloop van de uitgemiddelde waarden per 15 minuten wordt gebruikt om de momenteel opgemeten waarden te herschalen naar geschatte gemiddelde en maximale veldwaarden. Bij gebrek aan de specificaties van de opgestelde transformator(en) in deze cabine wordt de herschaling naar de nominale waarden buiten beschouwing gelaten.



Figuur 3: Verloop van het magnetisch veld i.f.v. de tijd opgemeten tussen dinsdag 25 mei 2021 om 10 uur en woensdag 26 mei 2021 om 10 uur, op positie E (zie Figuur 5).

2.3 FREQUENTIESPECTRUM

Met de EHP-probes werd een meting uitgevoerd van het frequentiespectrum tussen 5 Hz en 400 kHz opgemeten buiten voor de deur van cabine. Hieruit bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen werden opgemeten waarbij het 50 Hz-signaal significant aanwezig was. Figuur 4 (a) en (b) tonen het spectrum van het elektrisch en het magnetisch veld in het frequentiegebied tussen 5 Hz en 500 Hz.



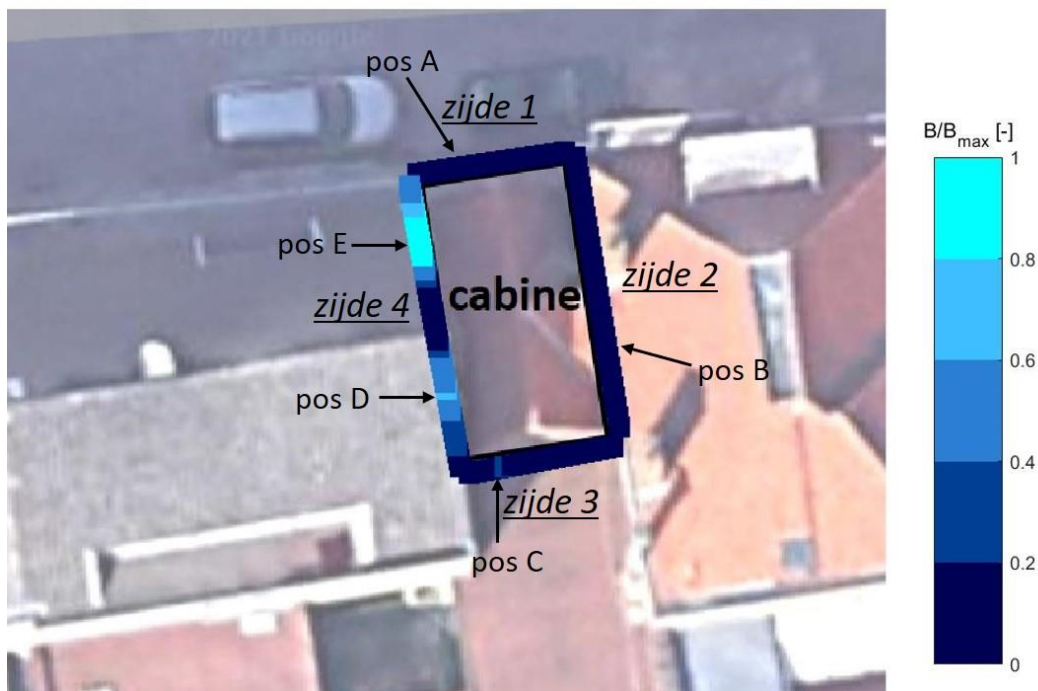
Figuur 4: Overzicht van frequentiespectrum tussen 5 Hz en 500 Hz voor (a) het elektrisch en (b) het magnetisch veld opgemeten voor de deur van de cabine.

2.4 SCAN EN PUNTMETINGEN

In deze paragraaf wordt het magnetisch veld rondom de cabine gevisualiseerd en worden bijkomend de puntmetingen van het magnetisch veld (en voor sommige posities ook het elektrisch veld) besproken. Dit zijn puntmetingen die uitgevoerd zijn op verschillende posities langs de buitenzijden van de cabine.

2.4.1 SCAN RONDOM DE CABINE

In Figuur 5 worden de momentele (ogenblikkelijke) waarden (B_{mom}) van het magnetisch veld genormeerd op de maximale opgemeten momentele waarde, weergegeven. De velden werden al wandelend opgemeten, met de EHP-50C probe verbonden met de PMM 8053, op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld met een horizontale afstand van 0,2 m tussen de meetprobe en de cabine. De metingen werden uitgevoerd langs de verschillende zijden van de distributiecabine. De maximale opgemeten momentele magnetische veldwaarde bedroeg $4,3 \mu\text{T}$ en werd gemeten langs zijde 4 van de cabine. Figuur 5 toont verder ook de posities waar het maximum momentele magnetisch veld per zijde werd gemeten (posities A tot E, dit wordt verder besproken in paragraaf 2.5).



Figuur 5: Verloop van het magnetisch veld rond de cabine, opgemeten met de EHP-50C probe op een hoogte van 1,5 m en een afstand van 20 cm tot de cabine ($B_{max} = 4,3 \mu T$).

2.4.2 PUNTMETINGEN BUITEN DE CABINE

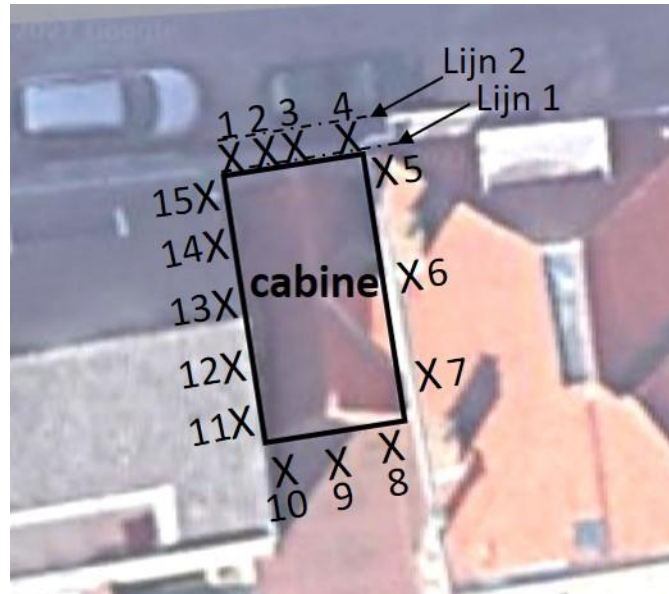
Langs elke zijde van de cabine werden een aantal puntmetingen uitgevoerd van het magnetisch veld op posities 1 tot en met 15 (zie Figuur 6). De metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld / vloeroppervlak op een afstand van 50 cm (30 cm of 65 cm indien praktisch niet mogelijk) tot de betreffende zijde van de cabine.

Langs zijde 1 werden ook scans uitgevoerd net boven het grondoppervlak om mogelijke invloed van ondergrondse kabels op te meten. Hiervoor werd vlak tegen de cabine (Lijn 1) en op een afstand van 1 m tot de cabine (Lijn 2) een scan gedaan ter bepaling van het maximum magnetisch veld.

In Tabel 1 worden de opgemeten veldwaarden op de verschillende meetposities met de overeenkomstige beschrijving weergegeven.

De hoogste momentele magnetische veldwaarde werd opgemeten op positie 14 en bedroeg $3,8 \mu T$. De hoogste elektrische veldwaarde werd gemeten op positie 9 en bedroeg $16,6 V/m$. De blootstellingsindex (B/I) bedraagt 3,8 % en 0,3 % voor resp. het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering volgens resp. de $100 \mu T$ aanbeveling [3] en de 5 kV voor woonzones [7].

Voor wat betreft de scans tegen het grondoppervlak boven mogelijke ondergrondse voedingskabels (Lijnen 1 tot 2) werd de hoogste magnetische veldwaarde opgemeten langs lijn 2 en bedroeg $0,5 \mu T$.



Figuur 6: Aanduiding van de meetposities (binnen- en buitenmetingen) op een schets van de plattegrond van de cabine.

Beschrijving	Bijkomende opmerkingen	Positie	Hoogte ⁽¹⁾ [m]	Horizontale afstand ⁽²⁾ [m]	E_{mom} [V/m]	B_{mom} [μ T]
zijde 1	buiten op de openbare weg	1	1,5	0,5	0,13	0,39
		2	1,5	0,5	2,73	0,43
		3	1,5	0,5	0,24	0,39
		4	1,5	0,5	0,23	0,19
zijde 2	binnen in huisnr. 67	5	1,5	0,5	2,32	0,16
		6	1,5	0,5	3,13	0,14
		7	1,5	0,5	1,69	0,14
zijde 3	binnen in huisnr. 71	8	1,5	0,5	5,66	0,29
		9	1,5	0,65	16,63	0,59
		10	1,5	0,65	9,52	0,72
zijde 4	binnen in huisnr. 71	11	1,5	0,5	8,57	1,48
		12	1,5	0,5	3,46	2,93
		13	1,5	0,5	0,31	0,65
		14	1,5	0,5	5,19	3,83
		15	1,5	0,3	0,75	2,11
zijde 1	0 cm afstand tot de cabine	Lijn 1	0,0	0,0	NG	0,36 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	Lijn 2	0,0	1,0	NG	0,50 ⁽³⁾

NG: niet gemeten.

⁽¹⁾: Hoogte boven het terreinoppervlak.

⁽²⁾: De vermelde afstand is de horizontale afstand tussen de meetprobe en het object zoals beschreven in de kolom 'beschrijving'. De afstanden en hoogten zijn telkens gemeten tot het midden van de meetprobe met uitzondering van de posities waarbij de afstand als 0 cm wordt weergegeven, hierbij wordt contact gemaakt tussen het object en de meetprobe (= 6,3 cm tussen het object en het midden van de meetprobe).

⁽³⁾: Maximale opgemeten waarde langs een lijn parallel aan de betreffende zijde.

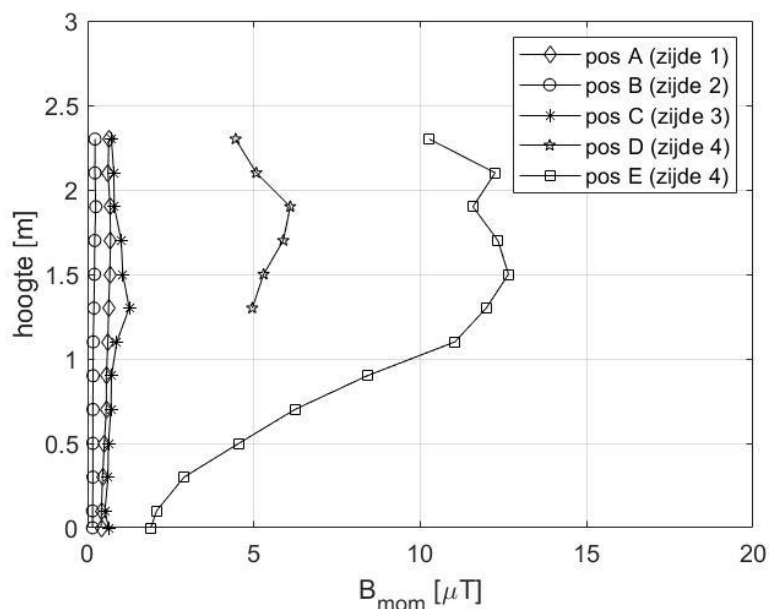
Tabel 1: Overzicht van de gemeten momentele veldwaarden op verschillende meetposities buiten de distributiecabine.

2.5 METINGEN TER BEPALING VAN AFSTANDEN T.O.V. AANBEVELINGEN OF NORMEN

In deze paragraaf worden de metingen die uitgevoerd werden buiten de cabine in functie van de afstand tot de cabine besproken. Hiervoor werd op de posities van het maximum magnetisch veld (gemeten op een standaard hoogte van 1,5 m) langs elke zijde van de cabine nl. posities A tot E (zie Figuur 5) een meting uitgevoerd in functie van de hoogte boven het grondoppervlak. Vervolgens werd op de hoogte van het maximum veld een meting uitgevoerd in functie van de afstand tot de cabine ter bepaling van de afstand tot waar aanbevelingen of normen kunnen overschreden worden.

2.5.1 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE HOOGTE

In Figuur 7 worden de ogenblikkelijke magnetische veldwaarden (B_{mom}) in functie van de hoogte weergegeven voor posities A tot E. Bij deze metingen bedroeg de afstand tussen de meetprobe en de wand van de cabine 0 cm (= contact meetprobe - wand van de cabine) voor alle meetposities met uitzondering van positie C waarbij op een afstand van 40 cm tot de wand werd gemeten omdat een kast was opgesteld tegen de muur. De opgemeten veldwaarden variëren in functie van de hoogte. De maximale veldwaarde langs de verschillende zijden werden opgemeten op een hoogte tussen 1,3 m en 1,9 m.

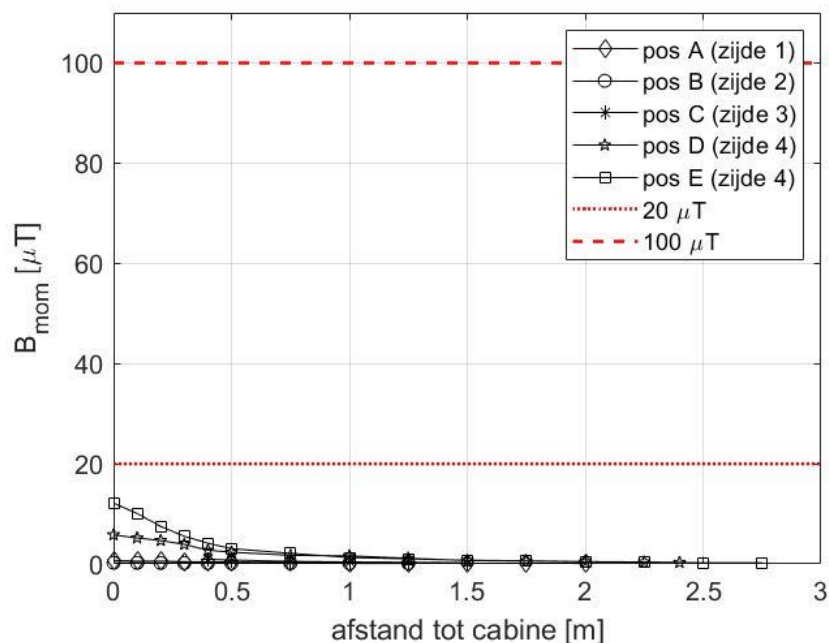


Figuur 7: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de hoogte (meetprobe rakend aan de verschillende zijden van de cabine met uitzondering van positie C waarbij de afstand tot de muur 40 cm bedroeg).

2.5.2 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT DE CABINE

2.5.2.1 MOMENTELE MEETWAARDEN

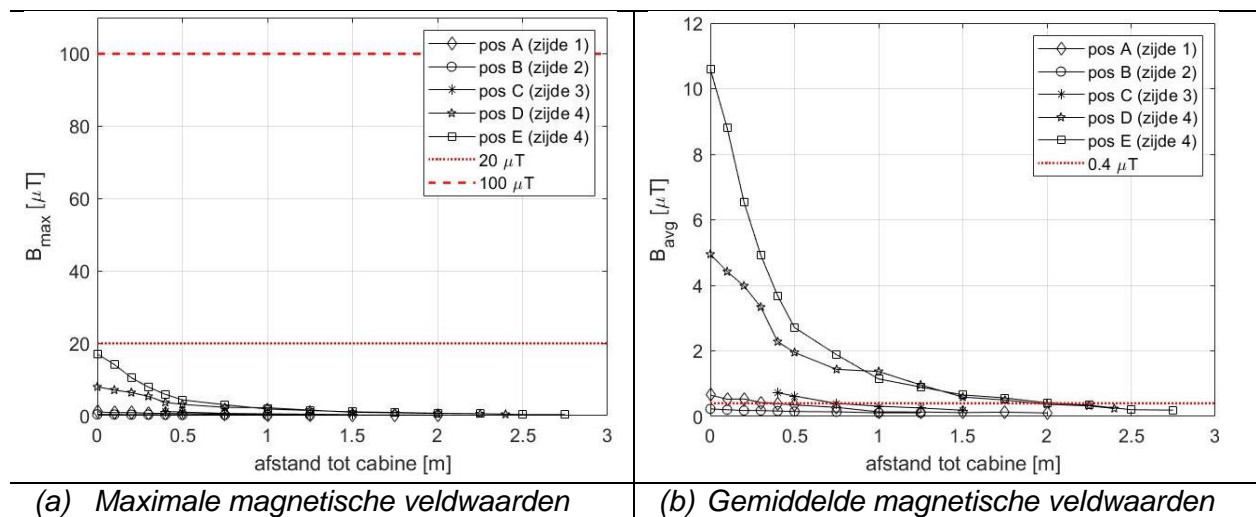
In Figuur 8 worden de meetwaarden van het magnetisch veld als functie van de afstand tot de cabine weergegeven, opgemeten op de posities van het maximum (verschillende hoogte per positie) langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot E). Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen met toenemende afstand tot de cabine. In Figuur 8 wordt bijkomend ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.



Figuur 8: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine voor posities langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot E). De meethoogte per positie bedroeg voor pos A: 1,7 m, voor pos B: 1,9 m, voor pos C: 1,3 m, voor pos D: 1,9 m, voor pos E: 1,5 m

2.5.2.2 HERSCHALING NAAR MAXIMALE EN GEMIDDELDE VELDWAAARDEN

Figuur 9 (a) en (b) tonen het verloop van het magnetisch veld ifv de afstand tot de cabine voor de herschaalde momentele metingen naar resp. het maximum en naar de gemiddelde waarden volgens de variatie van het magnetisch veld i.f.v. de tijd zoals besproken in paragraaf 2.2. Voor de maximale veldwaarde is op de figuur ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven. Op de figuur met de gemiddelde veldwaarden is de $0.4 \mu\text{T}$ richtwaarde van toepassing volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10], aangeduid.



Figuur 9: Maximale (a) en gemiddelde (b) meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.

2.5.2.3 VERGELIJKING MET RICHTLIJNEN / NORMEN

Tabel 2 geeft een samenvatting van de minimale afstand tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit [10] (0,4 μT richtwaarden en de 20 μT interventiewaarde) en aan de 100 μT Europese aanbeveling voor 50 Hz-velden [3]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat niet alle metingen buiten werden uitgevoerd en de vergelijking met de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit bijgevolg louter informatief is voor de buitenmetingen langs zijde 1. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn.

De afstanden worden bepaald op basis van Figuur 8 en Figuur 9. De 0,4 μT richtwaarde is voor chronische of langdurige blootstelling terwijl 20 μT en 100 μT acute waarden zijn voor kortstondige blootstelling. Bijgevolg wordt de vergelijking met de 0,4 μT richtlijn enkel toegepast voor de gemiddelde blootstelling zoals weergegeven in Figuur 9 (b). De vergelijking met de 20 μT en de 100 μT acute waarden werd toegepast voor de momentele (Figuur 8) en de maximale velden (Figuur 9 (a)).

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT , uitgemiddeld over 1 weekdag, bedraagt 2,3 m. De gemiddelde waarden over een langere periode (bijv. een jaar) waren niet beschikbaar. De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde op geen enkele meetpositie.

Voor wat betreft de 20 μT interventiewaarde voldoen de momentele en de maximale meetwaarden op alle meetposities.

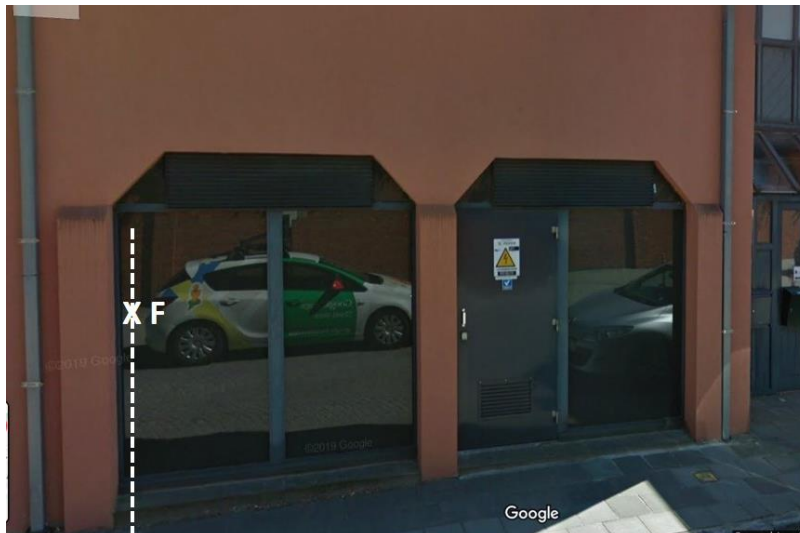
Positie	Type blootstelling	afstand [m]		
		Gemiddelde	Momenteel	Maximaal
A (zijde 1)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	0,40	-	-
B (zijde 2)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	0,00	-	-
C (zijde 3)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	0,75	-	-
D (zijde 4)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	2,00	-	-
E (zijde 4)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	2,25	-	-

-: niet van toepassing.

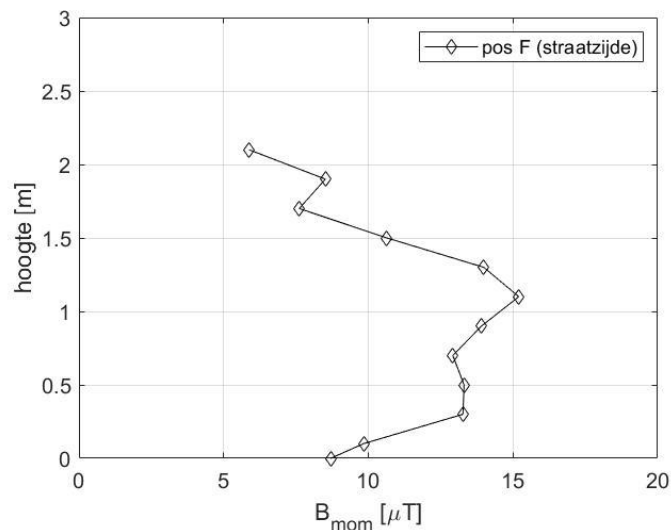
Tabel 2: Bepaling van de afstanden tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de 0,4 μ T richtwaarde (chronisch) en de 20 μ T interventiewaarde (acuut) volgens het Binnenmilieubesluit van toepassing in Vlaanderen [10] en de 100 μ T waarde voor het algemeen publiek volgens de Europese aanbeveling [3].

2.6 BIJKOMENDE METINGEN

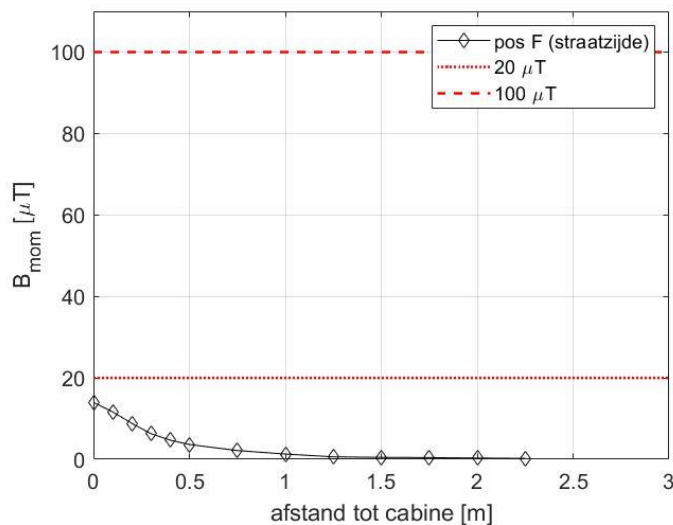
Aan de straatzijde van de naburige cabine met nr. 4971 (zie Figuur 1) werden beperkt enkele metingen uitgevoerd van het magnetisch veld in functie van de hoogte en de afstand. Er werd enkel langs de straatzijde gemeten op de positie van het maximum magnetisch veld, nl. op positie F (zie Figuur 10). De metingen i.f.v. de hoogte zijn weergegeven in Figuur 11 en deze i.f.v. de afstand worden in Figuur 12 weergegeven.



Figuur 10: Foto van de voorzijde van cabine met nr. 4971 met aanduiding van de positie (F) waar het maximum magnetisch veld werd opgemeten (foto: GoogleMaps).



Figuur 11: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de hoogte op positie F (meetprobe rakend tegen het glas).



Figuur 12: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine opgemeten op de positie van het maximum aan de straatzijde, nl. positie F (de meethoogte bedroeg 1,1 m).

3 CONCLUSIES

In dit rapport werden de magnetische veldmetingen rond cabine 5, een 11 kV distributiecabine gelegen in de Sint-Claradreef tussen huisnr. 67 en 71 te Brugge, besproken.

Uit het spectrum bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen aanwezig waren met een dominante bijdrage van het 50 Hz signaal.

Langs de verschillende buitenzijden van de cabine werden metingen uitgevoerd van het momentele magnetische veld i.f.v. de afstand tot de cabine. Uit deze metingen bleek dat zoals verwacht het magnetisch veld afnam met toenemende afstand tot de cabine.

De momentele magnetische veldwaarden werden op basis van het stroomverloop en het magnetisch veldverloop herschaald naar de maximale en gemiddelde waarden. De bekomen veldwaarden werden vergeleken met de $0,4 \mu\text{T}$ richtwaarde [10] voor chronische of langdurige blootstelling en met de $20 \mu\text{T}$ interventiewaarde [10] / de $100 \mu\text{T}$ aanbevelingswaarde [3] voor kortstondige blootstelling ter bepaling van de afstand vanaf waar voldaan is aan beschouwde richtwaarde / interventiewaarde /aanbevelingswaarde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat vergelijking met de richt- en interventiewaarde volgens [10] enkel van toepassing is voor de metingen die binnen werden uitgevoerd. Voor de meetposities buiten is deze vergelijking louter illustratief.

De maximale afstand voor blootstelling aan $0,4 \mu\text{T}$ uitgemiddeld over 1 weekdag bedraagt 2,3 m. De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de $100 \mu\text{T}$ aanbevelingswaarde en de $20 \mu\text{T}$ interventiewaarde op geen enkele meetpositie (minimale meetafstand is 0 cm). Deze afstanden kunnen gebruikt worden als maatregel bij installatie van cabines waar mensen wonen.

4 REFERENTIES

- [1] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2020, “ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz),” Health Physics, Vol, 118, No, 5, pp, 483-524.
- [2] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2010, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz),” Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818-836.
- [3] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.
- [4] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz),” Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.
- [5] Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC.
- [6] Koninklijk Besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden op het werk, 20 mei 2016. Belgisch Staatsblad 10.06.2016.
- [7] Koninklijk Besluit tot vaststelling van Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanningen en op zeer lage spanning, Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, 8 september 2019. Belgisch Staatsblad 28.10.2019.
- [8] Algemeen Reglement op de elektrische installaties, 1981, “Koninklijk Besluit van 10 maart 1981, AREI bindend voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981)”; “Koninklijk besluit van 2 september 1981, AREI bindend voor de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981)”.
- [9] Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu, 11 juni 2004.

- [10] Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu, 13 juli 2018. Belgisch Staatsblad 07.09.2018.
- [11] Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), 2004, ECC recommendation (02)04 (revised Bratislava 2003, Helsinki 2007) Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz), <http://www.ero.dk>.

Meetrapport cabine 6: Zwijnaardsesteenweg, Merelbeke

Bestek nr. OMG-VPO/2019/003

**In opdracht van de Vlaamse Overheid
Beleidsdomein Omgeving Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving**

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2019/003

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Kenneth Deprez, prof. Dr. Ir. Wout Joseph, prof. Dr. Ir. Luc Martens
<i>Datum rapport</i>	01/06/2021
<i>Datum metingen</i>	07/05/2021
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 15 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	3
2	Meetresultaten	4
2.1	Plaats van de metingen	4
2.2	Stroomverloop laagspanningslijnen	4
2.3	Frequentiespectrum	5
2.4	Scan en puntmetingen	6
2.4.1	Scan rondom de cabine	6
2.4.2	Puntmetingen buiten de cabine.....	7
2.5	Metingen ter bepaling van afstanden t.o.v. aanbevelingen of normen	10
2.5.1	Metingen in functie van de hoogte	10
2.5.2	Metingen in functie van de afstand tot de cabine	11
3	Conclusies	14
4	Referenties	15

1 INLEIDING

Dit rapport is onderdeel van een reeks meetrappen waarin de meetresultaten van magnetische velden rond distributiecabinen besproken worden en kadert in de studie 'Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabinen in- en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen' met bestek nr. OMG-VPO/2019/003. In deel 3 'metingen als onderbouwing van de technische maatregelen' dienen metingen van magnetische velden bij distributiecabinen uitgevoerd te worden. Dit rapport behandelt de meetresultaten van de elektromagnetische veldmetingen uitgevoerd in en rond distributiecabine 6. Deze cabine is een 12 kV distributiecabine gelegen in de Zwijnaardsesteenweg ter hoogte van huisnr. 6 in Merelbeke. Voor achtergrondinformatie over de geldende normen en richtlijnen, de vergelijking met de normen, de gebruikte meetapparatuur en meetmethode verwijzen we naar het meetrappport van distributiecabine 1.

2 MEETRESULTATEN

2.1 PLAATS VAN DE METINGEN

De metingen vonden plaats rond de distributiecabine met nr. 7745 gelegen in de Zwijnaardsesteenweg ter hoogte van huisnr. 6 in Merelbeke. Dit is een losstaande prefabcabine (zie Figuur 1). Er zijn geen verdere gegevens bekend over de inrichting binnen in de cabine. De cabine is gelegen aan de rand van de gemeente. Figuur 2 toont een plattegrond van de omgeving met aanduiding van de cabine.



Figuur 1: Foto van de buitenzijde van de cabine gelegen in de Zwijnaardsesteenweg te Merelbeke.



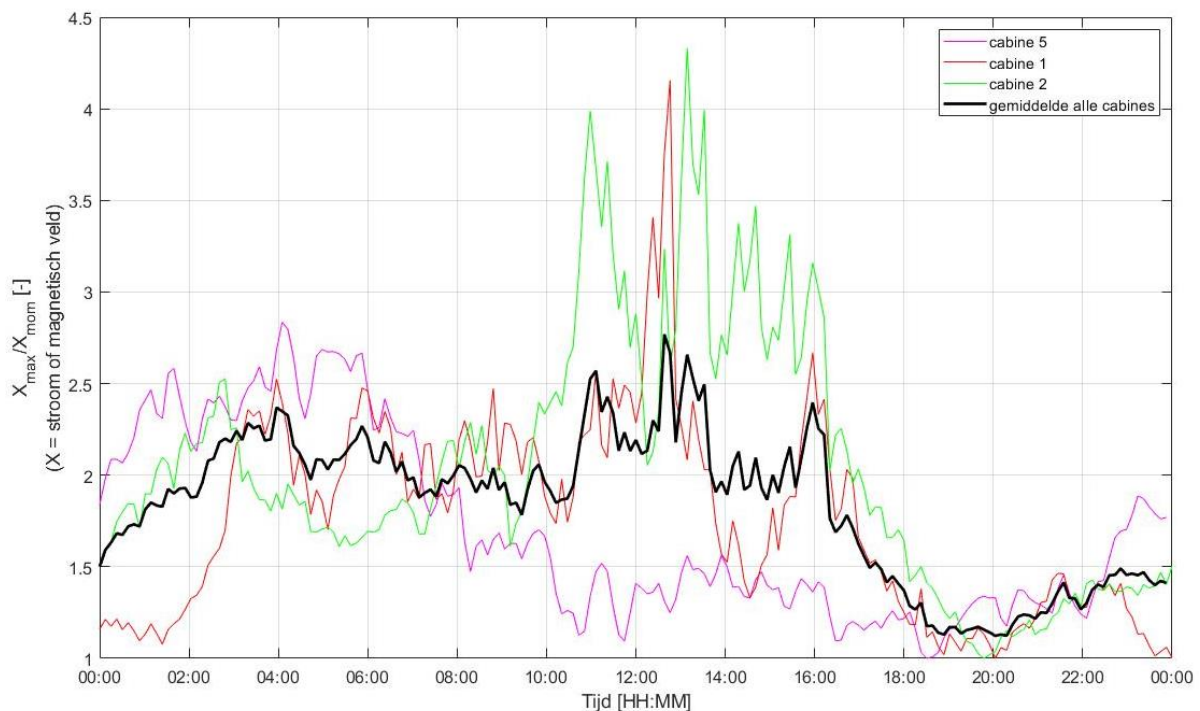
Figuur 2: Plattegrond van de omgeving van de cabine met aanduiding van de cabine (bron: Google Earth).

2.2 STROOMVERLOOP LAAGSPANNINGSLIJNEN

Voor deze cabine is geen info beschikbaar i.v.m. het stroomverloop van de LS-lijnen i.f.v. de tijd. Aangezien ook geen informatie beschikbaar is over typische stroomverlopen van LS-stromen werd een schatting gemaakt van een typisch stroomverloop op basis van metingen die binnen dit project werden uitgevoerd. Hiervoor werden de gegevens gebruikt van het stroomverloop van de LS-stromen i.f.v. de tijd opgemeten op 2 weekdagen van cabine 1 en van cabine 2 (zie hiervoor de rapporten van cabine1 en van cabine 2) alsook de meetwaarden

van het verloop van het magnetisch veld, opgemeten gedurende een weekdag bij cabine 5. In Figuur 3 is het verloop van de verhouding van de maximale waarde over de meetduur tot de momentele waarde per cabine weergegeven uitgemiddeld over 24 uren. Daarnaast wordt op deze figuur ook het gemiddelde tijdsverloop van de verschillende cabines i.f.v. de tijd weergegeven. Dit gemiddelde verloop wordt gebruikt om de momenteel opgemeten waarden te herschalen naar geschatte maximale veldwaarden. Gelijkaardig wordt dit ook gedaan voor de herschaling naar geschatte gemiddelde veldwaarden.

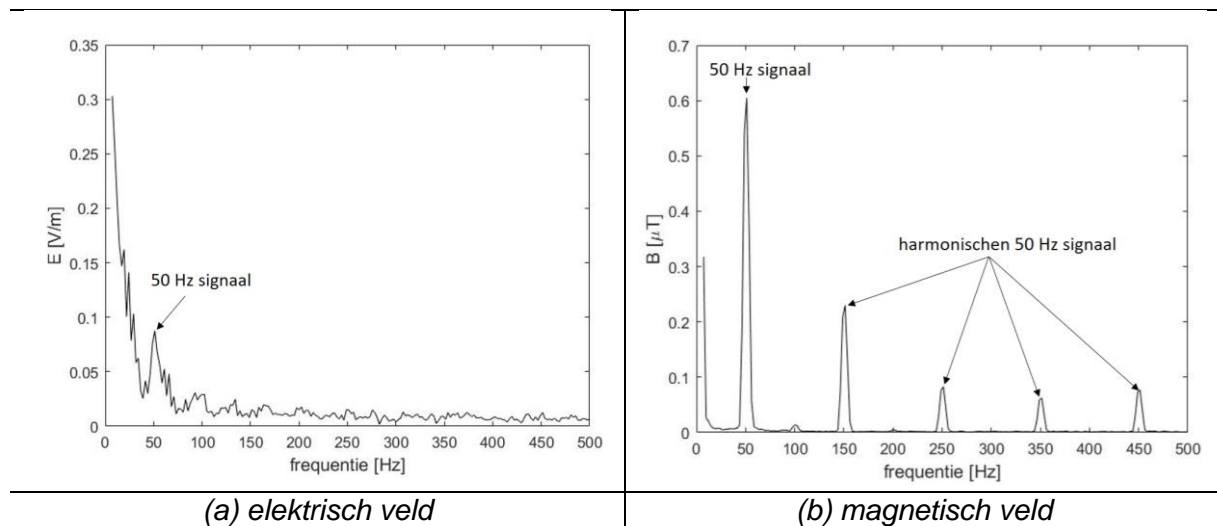
Bij gebrek aan de specificaties van de opgestelde transformator(en) in deze cabine wordt de herschaling naar de nominale waarden buiten beschouwing gelaten.



Figuur 3: Verloop van de verhouding van de maximale waarde tot de momentele waarde i.f.v. de tijd per cabine en het gemiddelde verloop van de verschillende cabines i.f.v. de tijd.

2.3 FREQUENTIESPECTRUM

Met de EHP-probes werd een meting uitgevoerd van het frequentiespectrum tussen 5 Hz en 400 kHz opgemeten buiten voor de deur van cabine. Hieruit bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen werden opgemeten waarbij het 50 Hz-signaal significant aanwezig was. Figuur 4 (a) en (b) tonen het spectrum van het elektrisch en het magnetisch veld in het frequentiegebied tussen 5 Hz en 500 Hz.



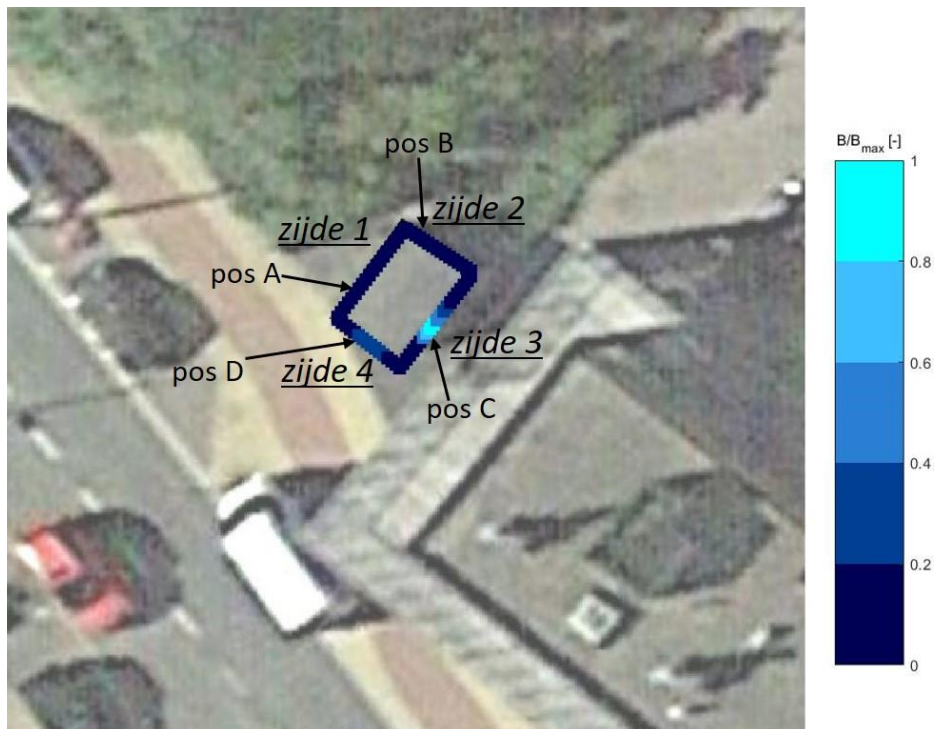
Figuur 4: Overzicht van frequentiespectrum tussen 5 Hz en 500 Hz voor (a) het elektrisch en (b) het magnetisch veld opgemeten voor de deur van de cabine.

2.4 SCAN EN PUNTMETINGEN

In deze paragraaf wordt het magnetisch veld rondom de cabine gevisualiseerd en worden bijkomend de puntmetingen van het magnetisch veld (en voor sommige posities ook het elektrisch veld) besproken. Dit zijn puntmetingen die uitgevoerd zijn op verschillende posities langs de buitenzijden van de cabine.

2.4.1 SCAN RONDOM DE CABINE

In Figuur 5 worden de momentele (ogenblikkelijke) waarden (B_{mom}) van het magnetisch veld genormeerd op de maximale opgemeten momentele waarde, weergegeven. De velden werden al wandelend opgemeten, met de EHP-50C probe verbonden met de PMM 8053, op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld met een horizontale afstand van 0,2 m tussen de meetprobe en de cabine. De metingen werden uitgevoerd langs de buitenzijden van de distributiecabine. De maximale opgemeten momentele magnetische veldwaarde bedroeg $16,6 \mu T$ en werd gemeten langs zijde 3 van de cabine. Figuur 5 toont verder ook de posities waar het maximum momentele magnetisch veld per zijde werd gemeten (posities A tot D, dit wordt verder besproken in paragraaf 2.5).



Figuur 5: Verloop van het magnetisch veld rond de cabine, opgemeten met de EHP-50C probe op een hoogte van 1,5 m en een afstand van 20 cm tot de cabine ($B_{max} = 16,6 \mu T$).

2.4.2 PUNTMETINGEN BUITEN DE CABINE

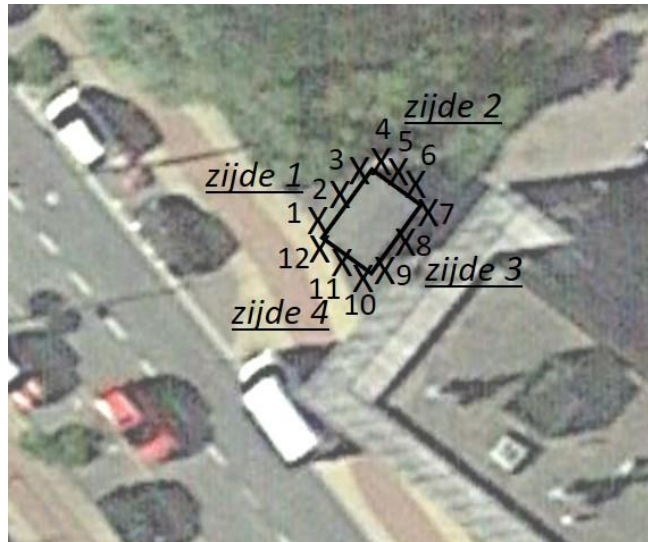
Langs elke buitenzijde van de cabine werden een aantal puntmetingen uitgevoerd van het magnetisch veld op posities 1 tot en met 12 (zie Figuur 6). De metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld / vloeroppervlak op een afstand van 50 cm tot de betreffende zijde van de cabine.

Langs de verschillende zijden werden ook scans uitgevoerd net boven het grondoppervlak om mogelijke invloed van ondergrondse kabels op te meten. Hiervoor werd vlak tegen de cabine en op een afstand van 1 m parallel met de betreffende zijde van de cabine een scan gedaan ter bepaling van het maximum magnetisch veld.

In Tabel 1 worden de opgemeten veldwaarden op de verschillende meetposities met de overeenkomstige beschrijving weergegeven.

De hoogste momentele magnetische veldwaarde werd opgemeten op positie 8 en bedroeg $4,2 \mu T$. De hoogste elektrische veldwaarde werd gemeten op positie 9 en bedroeg $3,5 V/m$. De blootstellingsindex (BI) bedraagt 4,2 % en 0,1 % voor resp. het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering volgens resp. de $100 \mu T$ aanbeveling [3] en de 5 kV voor woonzones [7].

Voor wat betreft de scans tegen het grondoppervlak boven mogelijke ondergrondse voedingskabels werd de hoogste magnetische veldwaarde opgemeten vlak tegen de cabine langs zijde 1 en zijde 4 en bedroeg $1,5 \mu T$.



Figuur 6: Aanduiding van de meetposities op een schets van de plattegrond van de cabine.

Beschrijving	Positie	Hoogte ⁽¹⁾ [m]	Horizontale afstand ⁽²⁾ [m]	E_{mom} [V/m]	B_{mom} [μ T]
zijde 1	1	1,5	0,5	<0,03	1,49
	2	1,5	0,5	0,09	0,66
	3	1,5	0,5	1,64	0,51
zijde 2	4	1,5	0,5	2,70	0,49
	5	1,5	0,5	0,03	0,63
	6	1,5	0,5	0,16	0,30
zijde 3	7	1,5	0,5	0,06	0,63
	8	1,5	0,5	<0,1	4,21
	9	1,5	0,5	3,50	2,45
zijde 4	10	1,5	0,5	0,04	1,72
	11	1,5	0,5	0,09	2,29
	12	1,5	0,5	0,04	2,56
zijde 1	0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	1,5 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,3 ⁽³⁾
zijde 2	0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	1,3 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,2 ⁽³⁾
zijde 3	0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	1,2 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,6 ⁽³⁾
zijde 4	0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	1,5 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,8 ⁽³⁾

NG: niet gemeten.

-: onder de ruisvloer

⁽¹⁾: Hoogte boven het terreinoppervlak.

⁽²⁾: De vermelde afstand is de horizontale afstand tussen de meetprobe en het object zoals beschreven in de kolom 'beschrijving'. De afstanden en hoogten zijn telkens gemeten tot het midden van de meetprobe met uitzondering

van de posities waarbij de afstand als 0 cm wordt weergegeven, hierbij wordt contact gemaakt tussen het object en de meetprobe (= 6,3 cm tussen het object en het midden van de meetprobe).

⁽³⁾: Maximale opgemeten waarde langs een lijn parallel aan de betreffende zijde.

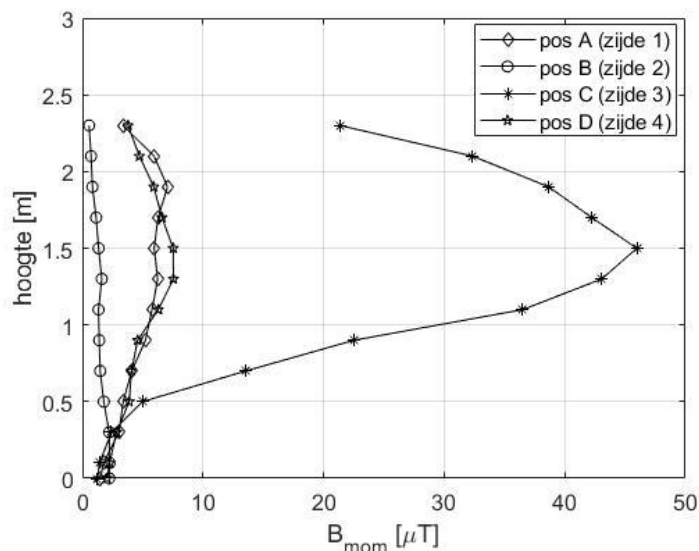
Tabel 1: *Overzicht van de gemeten momentele veldwaarden op verschillende meetposities buiten de distributiecabine.*

2.5 METINGEN TER BEPALING VAN AFSTANDEN T.O.V. AANBEVELINGEN OF NORMEN

In deze paragraaf worden de metingen die uitgevoerd werden buiten de cabine in functie van de afstand tot de cabine besproken. Hiervoor werd op de posities van het maximum magnetisch veld (gemeten op een standaard hoogte van 1,5 m) langs elke zijde van de cabine nl. posities A tot D (zie Figuur 5) een meting uitgevoerd in functie van de hoogte boven het grondoppervlak. Vervolgens werd op de hoogte van het maximum veld een meting uitgevoerd in functie van de afstand tot de cabine ter bepaling van de afstand tot waar aanbevelingen of normen kunnen overschreden worden.

2.5.1 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE HOOGTE

In Figuur 7 worden de ogenblikkelijke magnetische veldwaarden (B_{mom}) in functie van de hoogte weergegeven voor posities A tot D. Bij deze metingen bedroeg de afstand tussen de meetprobe en de wand van de cabine 0 cm (= contact meetprobe - wand van de cabine) voor alle meetposities. De opgemeten veldwaarden variëren in functie van de hoogte. De maximale veldwaarde, (met uitzondering van zijde B met een maximum vlakbij het grondoppervlak) langs de verschillende zijden werden opgemeten op een hoogte tussen 1,3 m en 1,9 m.

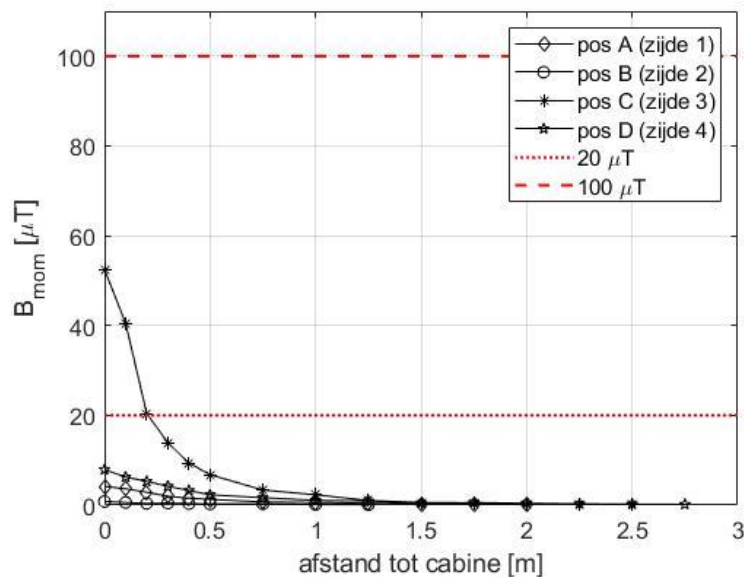


Figuur 7: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de hoogte (meetprobe rakend aan de verschillende zijden van de cabine).

2.5.2 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT DE CABINE

2.5.2.1 MOMENTELE MEETWAARDEN

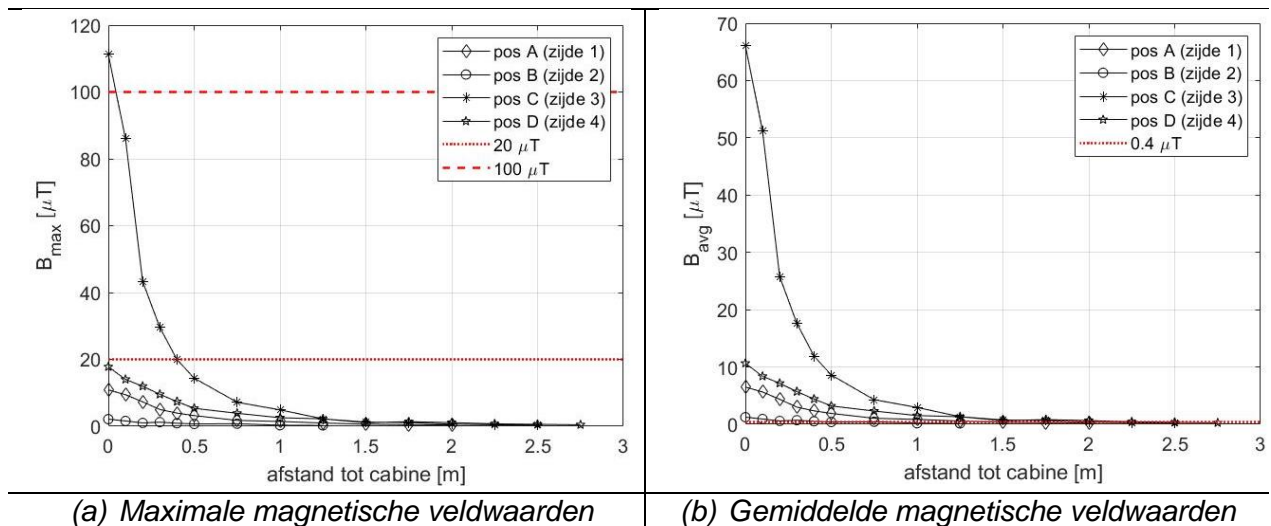
In Figuur 8 worden de meetwaarden van het magnetisch veld als functie van de afstand tot de cabine weergegeven, opgemeten op de posities van het maximum (verschillende hoogte per positie) langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot D). Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen met toenemende afstand tot de cabine. In Figuur 8 wordt bijkomend ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.



Figuur 8: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine voor posities langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot D). De meethoogte per positie bedroeg voor pos A: 1,9 m, voor pos B: 1,3 m, voor pos C: 1,5 m en voor pos D: 1,3 m.

2.5.2.2 HERSCHALING NAAR MAXIMALE EN GEMIDDELDE VELDWAAARDEN

Figuur 9 (a) en (b) tonen het verloop van het magnetisch veld ifv de afstand tot de cabine voor de herschaalde momentele metingen naar resp. het maximum en naar de gemiddelde waarden volgens de variatie van het magnetisch veld i.f.v. de tijd zoals besproken in paragraaf 2.2. Voor de maximale veldwaarde is op de figuur ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven. Op de figuur met de gemiddelde veldwaarden is de $0.4 \mu\text{T}$ richtwaarde van toepassing volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10], aangeduid.



Figuur 9: Maximale (a) en gemiddelde (b) meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.

2.5.2.3 VERGELIJKING MET RICHTLIJNEN / NORMEN

Tabel 2 geeft een samenvatting van de minimale afstand tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit [10] (0,4 μT richtwaarden en de 20 μT interventiewaarde) en aan de 100 μT Europese aanbeveling voor 50 Hz-velden [3]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat alle metingen buiten werden uitgevoerd en de vergelijking met de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit bijgevolg louter informatief is. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn.

De afstanden worden bepaald op basis van Figuur 8 en Figuur 9. De 0,4 μT richtwaarde is voor chronische of langdurige blootstelling terwijl 20 μT en 100 μT acute waarden zijn voor kortstondige blootstelling. Bijgevolg wordt de vergelijking met de 0,4 μT richtlijn enkel toegepast voor de gemiddelde blootstelling zoals weergegeven in Figuur 9 (b). De vergelijking met de 20 μT en de 100 μT acute waarden werd toegepast voor de momentele (Figuur 8) en de maximale (Figuur 9 (a)).

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT , uitgemiddeld over 2 weekdagen, bedraagt 2,5 m. De gemiddelde waarden over een langere periode (bijv. een jaar) waren niet beschikbaar.

De momentele veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde op geen enkele meetpositie. Voor de maximale veldwaarden wordt een maximale afstand van 0,1 m bekomen.

Voor wat betreft de 20 μT interventiewaarde wordt voor de momentele meetwaarden een afstand van 0,3 m bekomen. Voor de maximale meetwaarden wordt een maximale afstand van 0,4 m bekomen.

Positie	Type blootstelling	afstand [m]		
		Gemiddelde	Momenteel	Maximaal
A (zijde 1)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	1,50	-	-
B (zijde 2)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	1,00	-	-
C (zijde 3)	B < 100 μ T	-	0,00	0,10
	B < 20 μ T	-	0,30	0,40
	B < 0,4 μ T	2,00	-	-
D (zijde 4)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	2,50	-	-

:- niet van toepassing.

(1): metingen op verdere afstand zijn niet uitgevoerd.

Tabel 2: Bepaling van de afstanden tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de 0,4 μ T richtwaarde (chronisch) en de 20 μ T interventiewaarde (acuut) volgens het Binnenmilieubesluit van toepassing in Vlaanderen [10] en de 100 μ T waarde voor het algemeen publiek volgens de Europese aanbeveling [3].

3 CONCLUSIES

In dit rapport werden de magnetische veldmetingen rond cabine 6, een 12 kV distributiecabine gelegen in de Zwijnaardsesteenweg ter hoogte van huisnr. 6 in Merelbeke, besproken.

Uit het spectrum bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen aanwezig waren met een dominante bijdrage van het 50 Hz signaal.

Langs de verschillende buitenzijden van de cabine werden metingen uitgevoerd van het momentele magnetische veld i.f.v. de afstand tot de cabine. Uit deze metingen bleek dat zoals verwacht het magnetisch veld afnam met toenemende afstand tot de cabine.

De momentele magnetische veldwaarden werden op basis van het stroomverloop en het magnetisch veldverloop herschaald naar de maximale en gemiddelde waarden. De bekomen veldwaarden werden vergeleken met de $0,4 \mu\text{T}$ richtwaarde [10] voor chronische of langdurige blootstelling en met de $20 \mu\text{T}$ interventiewaarde [10] / de $100 \mu\text{T}$ aanbevelingswaarde [3] voor kortstondige blootstelling ter bepaling van de afstand vanaf waar voldaan is aan beschouwde richtwaarde / interventiewaarde /aanbevelingswaarde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat vergelijking met de richt- en interventiewaarde volgens [10] louter illustratief is aangezien deze waarden van toepassing zijn voor het binnenmilieu (algemeen publiek) en de metingen buiten werden uitgevoerd.

De maximale afstand voor blootstelling aan $0,4 \mu\text{T}$ uitgemiddeld over 2 weekdagen bedraagt 2,5 m. De momentele veldwaarden overschrijden de $100 \mu\text{T}$ aanbevelingswaarde op geen enkele meetpositie (minimale meetafstand is 0 cm). Voor de maximale waarden wordt hiervoor een maximale afstand van 0,1 m bekomen. Voor wat betreft de $20 \mu\text{T}$ interventiewaarde wordt voor de momentele en de maximale waarden een maximale afstand van resp. 0,3 m en 0,4 m bekomen.

Deze afstanden kunnen gebruikt worden als maatregel bij installatie van cabines waar mensen wonen.

4 REFERENTIES

- [1] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2020, "ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)," Health Physics, Vol, 118, No, 5, pp, 483-524.
- [2] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2010, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)," Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818-836.
- [3] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.
- [4] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz)," Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.
- [5] Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC.
- [6] Koninklijk Besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden op het werk, 20 mei 2016. Belgisch Staatsblad 10.06.2016.
- [7] Koninklijk Besluit tot vaststelling van Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanningen en op zeer lage spanning, Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, 8 september 2019. Belgisch Staatsblad 28.10.2019.
- [8] Algemeen Reglement op de elektrische installaties, 1981, "Koninklijk Besluit van 10 maart 1981, AREI bindend voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981)"; "Koninklijk besluit van 2 september 1981, AREI bindend voor de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981)".
- [9] Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu, 11 juni 2004.

- [10] Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu, 13 juli 2018. Belgisch Staatsblad 07.09.2018.
- [11] Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), 2004, ECC recommendation (02)04 (revised Bratislava 2003, Helsinki 2007) Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz), <http://www.ero.dk>.

Meetrapport cabine 7: Kleitstraat, Lievegem

Bestek nr. OMG-VPO/2019/003

In opdracht van de Vlaamse Overheid
Beleidsdomein Omgeving Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving

Referentie: IMEC-WAVES/OMG-VPO/2019/003

<i>Auteurs</i>	Ing. Leen Verloock, Ing. Kenneth Deprez, prof. Dr. Ir. Wout Joseph, prof. Dr. Ir. Luc Martens
<i>Datum rapport</i>	30/06/2021
<i>Datum metingen</i>	11/05/2021
<i>Contact</i>	IMEC – WAVES – Universiteit Gent Tech Lane Ghent Science Park iGent, Technologiepark – Zwijnaarde 15 9052 Gent tel. +32-9-2643321 – fax +32-9-2649969

INHOUDSTAFEL

1	Inleiding	3
2	Meetresultaten	4
2.1	Plaats van de metingen	4
2.2	Stroomverloop laagspanningslijnen	5
2.3	Frequentiespectrum	6
2.4	Scan en puntmetingen	6
2.4.1	Scan rondom de cabine	6
2.4.2	Puntmetingen buiten de cabine.....	7
2.5	Metingen ter bepaling van afstanden t.o.v. aanbevelingen of normen	9
2.5.1	Metingen in functie van de hoogte	9
2.5.2	Metingen in functie van de afstand tot de cabine	10
3	Conclusies	13
4	Referenties	14

1 INLEIDING

Dit rapport is onderdeel van een reeks meetrappen waarin de meetresultaten van magnetische velden rond distributiecabinen besproken worden en kadert in de studie 'Onderzoek naar maatregelen die de blootstelling aan magnetische velden van distributiecabinen in- en aanpalend aan gebouwen bij omwonenden kunnen verminderen' met bestek nr. OMG-VPO/2019/003. In deel 3 'metingen als onderbouwing van de technische maatregelen' dienen metingen van magnetische velden bij distributiecabinen uitgevoerd te worden. Dit rapport behandelt de meetresultaten van de elektromagnetische veldmetingen uitgevoerd in en rond distributiecabine 7. Deze cabine is een 12 kV distributiecabine gelegen in de Kleitstraat ter hoogte van huisnr. 8, 9930 Lievegem. Voor achtergrondinformatie over de geldende normen en richtlijnen, de vergelijking met de normen, de gebruikte meetapparatuur en meetmethode verwijzen we naar het meetrapport van distributiecabine 1.

2 MEETRESULTATEN

2.1 PLAATS VAN DE METINGEN

De metingen vonden plaats rond de distributiecabine met nr. 5075 gelegen in de Kleitstraat ter hoogte van huisnr. 8 in Lievegem. Dit is een losstaande oude metalen cabine (zie Figuur 1) met een MS-LS spanning van 12kV-400/231V. Er zijn geen verdere gegevens bekend over de inrichting binnen in de cabine. De cabine is gelegen aan de rand van de dorpskern. Figuur 2 toont een plattegrond van de omgeving met aanduiding van de cabine.



Figuur 1: Foto van de buitenzijde van de cabine gelegen in de Kleitstraat in Lievegem.

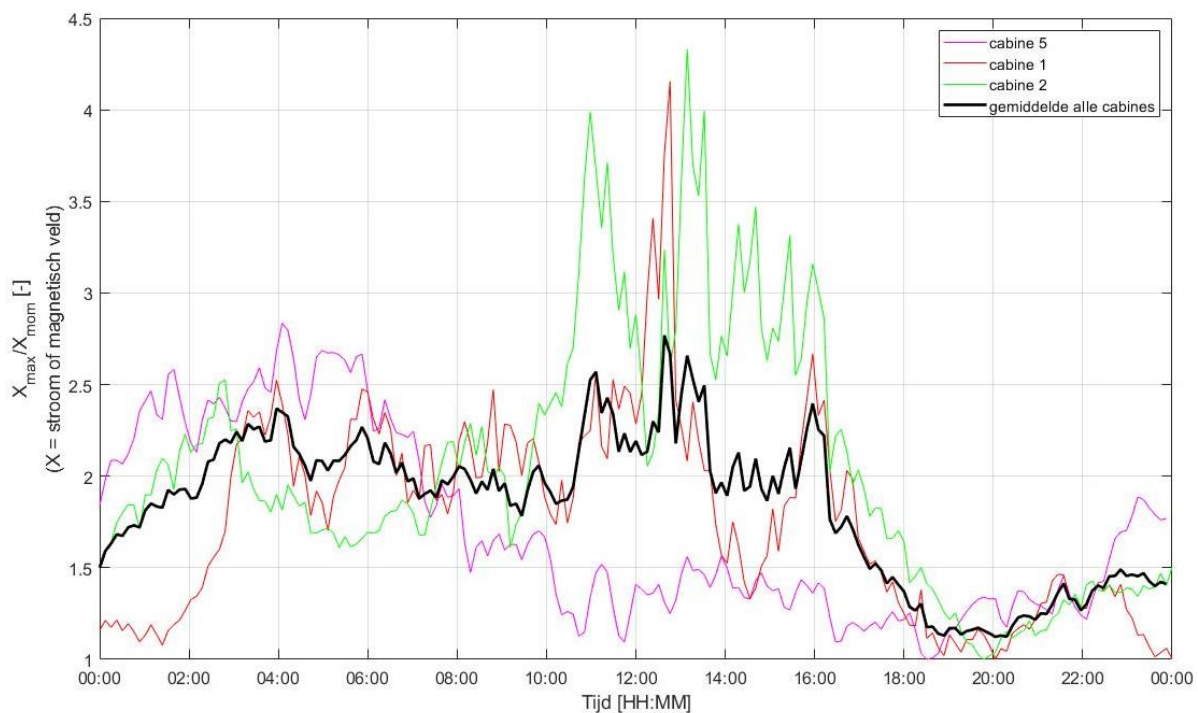


Figuur 2: Plattegrond van de omgeving van de cabine met aanduiding van de cabine (bron: Google Earth).

2.2 STROOMVERLOOP LAAGSPANNINGSLIJNEN

Voor deze cabine is geen info beschikbaar i.v.m. het stroomverloop van de LS-lijnen i.f.v. de tijd. Aangezien ook geen informatie beschikbaar is over typische stroomverlopen van LS-stromen werd een schatting gemaakt van een typisch stroomverloop op basis van metingen die binnen dit project werden uitgevoerd. Hiervoor werden de gegevens gebruikt van het stroomverloop van de LS-stromen i.f.v. de tijd opgemeten op 2 weekdagen van cabine 1 en van cabine 2 (zie hiervoor de rapporten van cabine 1 en van cabine 2) alsook de meetwaarden van het verloop van het magnetisch veld, opgemeten gedurende een weekdag bij cabine 5. In Figuur 3 is het verloop van de verhouding van de maximale waarde over de meetduur tot de momentele waarde per cabine weergegeven uitgemiddeld over 24 uren. Daarnaast wordt op deze figuur ook het gemiddelde tijdsverloop van de verschillende cabines i.f.v. de tijd weergegeven. Dit gemiddelde verloop wordt gebruikt om de momenteel opgemeten waarden te herschalen naar geschatte maximale veldwaarden. Gelijkaardig wordt dit ook gedaan voor de herschaling naar geschatte gemiddelde veldwaarden.

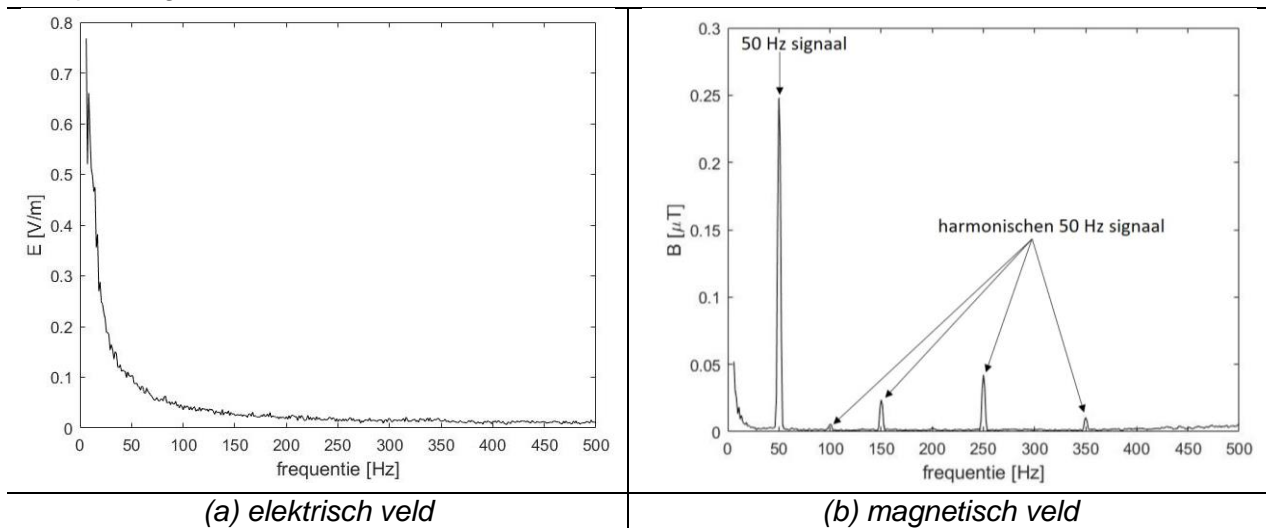
Bij gebrek aan de specificaties van de opgestelde transformator(en) in deze cabine wordt de herschaling naar de nominale waarden buiten beschouwing gelaten.



Figuur 3: Verloop van de verhouding van de maximale waarde tot de momentele waarde i.f.v. de tijd per cabine en het gemiddelde verloop van de verschillende cabines i.f.v. de tijd.

2.3 FREQUENTIESPECTRUM

Met de EHP-probes werd een meting uitgevoerd van het frequentiespectrum tussen 5 Hz en 400 kHz opgemeten buiten voor de deur van cabine. Hieruit bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen werden opgemeten waarbij het 50 Hz-signaal significant aanwezig was. Figuur 4 (a) en (b) tonen het spectrum van het elektrisch en het magnetisch veld in het frequentiegebied tussen 5 Hz en 500 Hz.



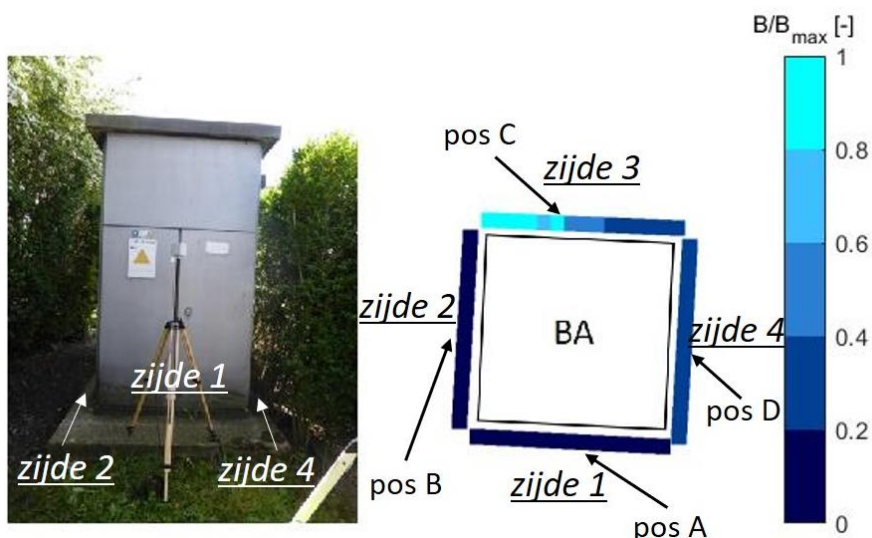
Figuur 4: Overzicht van frequentiespectrum tussen 5 Hz en 500 Hz voor (a) het elektrisch en (b) het magnetisch veld opgemeten voor de deur van de cabine.

2.4 SCAN EN PUNTMETINGEN

In deze paragraaf wordt het magnetisch veld rondom de cabine gevisualiseerd en worden bijkomend de puntmetingen van het magnetisch veld (en voor sommige posities ook het elektrisch veld) besproken. Dit zijn puntmetingen die uitgevoerd zijn op verschillende posities langs de buitenzijden van de cabine.

2.4.1 SCAN RONDOM DE CABINE

In Figuur 5 worden de momentele (ogenblikkelijke) waarden (B_{mom}) van het magnetisch veld genormeerd op de maximale opgemeten momentele waarde, weergegeven. De velden werden al wandelend opgemeten, met de EHP-50C probe verbonden met de PMM 8053, op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld met een horizontale afstand van 0,2 m tussen de meetprobe en de cabine. De metingen werden uitgevoerd langs de buitenzijden van de distributiecabine. De maximale opgemeten momentele magnetische veldwaarde bedroeg 2,1 μT en werd gemeten langs zijde 3 van de cabine. Figuur 5 toont verder ook de posities waar het maximum momentele magnetisch veld per zijde werd gemeten (posities A tot D, dit wordt verder besproken in paragraaf 2.5).



Figuur 5: Verloop van het magnetisch veld rond de cabine, opgemeten met de EHP-50C probe op een hoogte van 1,5 m en een afstand van 20 cm tot de cabine, aangeduid op een schets van het bovenaanzicht (BA) van de cabine ($B_{max} = 2,1 \mu T$).

2.4.2 PUNTMETINGEN BUITEN DE CABINE

Langs elke buitenzijde van de cabine werd een puntmeting uitgevoerd van het magnetisch veld op posities A tot en met D (zie Figuur 5). De metingen werden uitgevoerd op een hoogte van 1,5 m boven het maaiveld / vloeroppervlak op een afstand van 50 cm tot de betreffende zijde van de cabine.

Langs de verschillende zijden werden ook scans uitgevoerd net boven het grondoppervlak om mogelijke invloed van ondergrondse kabels op te meten. Hiervoor werd vlak tegen de cabine en op een afstand van 1 m parallel met de betreffende zijde van de cabine een scan gedaan ter bepaling van het maximum magnetisch veld.

In Tabel 1 worden de opgemeten veldwaarden op de verschillende meetposities met de overeenkomstige beschrijving weergegeven.

De hoogste momentele magnetische en elektrische veldwaarde werd opgemeten op positie C en bedroeg resp. $0,7 \mu T$ en $1,5 V/m$. De blootstellingsindex (B/I) bedraagt 0,7 % en 0,03 % voor resp. het magnetisch en het elektrisch veld bij vergelijking met de normering volgens resp. de $100 \mu T$ aanbeveling [3] en de 5 kV voor woonzones [7].

Voor wat betreft de scans tegen het grondoppervlak boven mogelijke ondergrondse voedingskabels werd de hoogste magnetische veldwaarde opgemeten tegen de cabine langs zijde 2 en bedroeg $1,4 \mu T$.

Beschrijving	Positie	Hoogte ⁽¹⁾ [m]	Horizontale afstand ⁽²⁾ [m]	E_{mom} [V/m]	B_{mom} [μT]
zijde 1	A	1,5	0,5	<0,1	0,25
zijde 2	B	1,5	0,5	0,91	0,28
zijde 3	C	1,5	0,5	1,47	0,67
zijde 4	D	1,5	0,5	1,40	0,42

zijde 1	0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	1,16 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,10 ⁽³⁾
zijde 2	0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	1,40 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,15 ⁽³⁾
zijde 3	0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	0,75 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	0,11 ⁽³⁾
zijde 4	0 cm afstand tot de cabine	0,0	0,0	NG	0,95 ⁽³⁾
	1 m afstand tot de cabine	0,0	1,0	NG	NG

NG: niet gemeten.

-: onder de ruisvloer

⁽¹⁾: Hoogte boven het terreinoppervlak.

⁽²⁾: De vermelde afstand is de horizontale afstand tussen de meetprobe en het object zoals beschreven in de kolom 'beschrijving'. De afstanden en hoogten zijn telkens gemeten tot het midden van de meetprobe met uitzondering van de posities waarbij de afstand als 0 cm wordt weergegeven, hierbij wordt contact gemaakt tussen het object en de meetprobe (= 6,3 cm tussen het object en het midden van de meetprobe).

⁽³⁾: Maximale opgemeten waarde langs een lijn parallel aan de betreffende zijde.

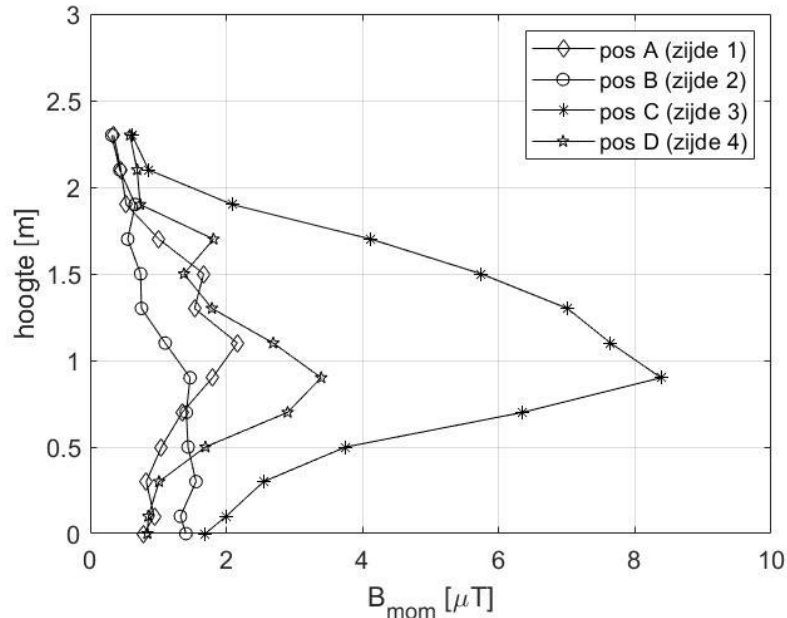
Tabel 1: *Overzicht van de gemeten momentele veldwaarden op verschillende meetposities buiten de distributiecabine.*

2.5 METINGEN TER BEPALING VAN AFSTANDEN T.O.V. AANBEVELINGEN OF NORMEN

In deze paragraaf worden metingen besproken, uitgevoerd buiten de cabine in functie van de afstand tot de cabine. Hiervoor werd op de posities van het maximum magnetisch veld (gemeten op een standaard hoogte van 1,5 m) langs elke zijde van de cabine een meting uitgevoerd in functie van de hoogte boven het grondoppervlak. Deze posities komen overeen met de posities A tot D (zie Figuur 5). Vervolgens werd op de hoogte van het maximum veld een meting uitgevoerd in functie van de afstand tot de cabine ter bepaling van de afstand tot waar aanbevelingen of normen kunnen overschreden worden.

2.5.1 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE HOOGTE

In Figuur 6 worden de ogenblikkelijke magnetische veldwaarden (B_{mom}) in functie van de hoogte weergegeven voor posities A tot D. Bij deze metingen bedroeg de afstand tussen de meetprobe en de wand van de cabine 0 cm (= contact meetprobe - wand van de cabine) voor alle meetposities. De opgemeten veldwaarden variëren in functie van de hoogte. De maximale veldwaarde langs de verschillende zijden werden opgemeten op een hoogte tussen 0,3 m en 1,1 m.

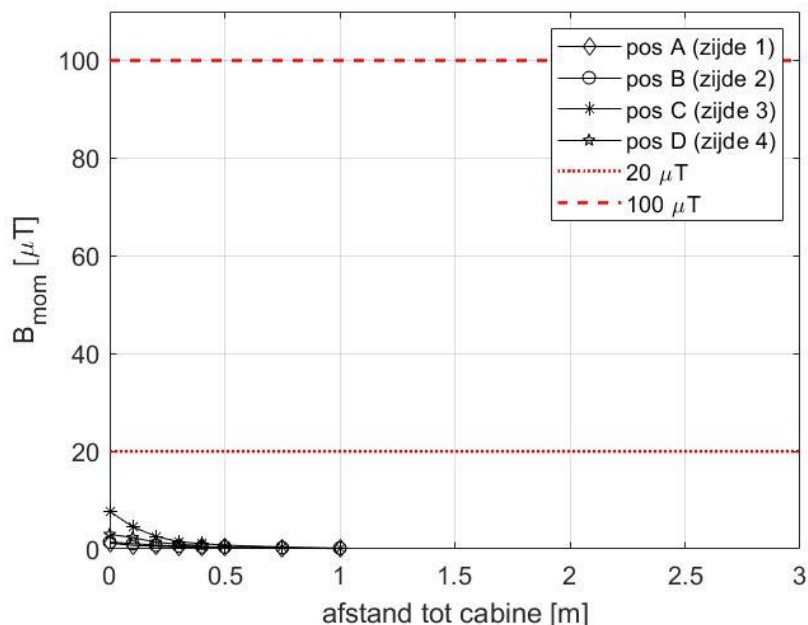


Figuur 6: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de hoogte (meetprobe rakend aan de verschillende zijden van de cabine).

2.5.2 METINGEN IN FUNCTIE VAN DE AFSTAND TOT DE CABINE

2.5.2.1 MOMENTELE MEETWAARDEN

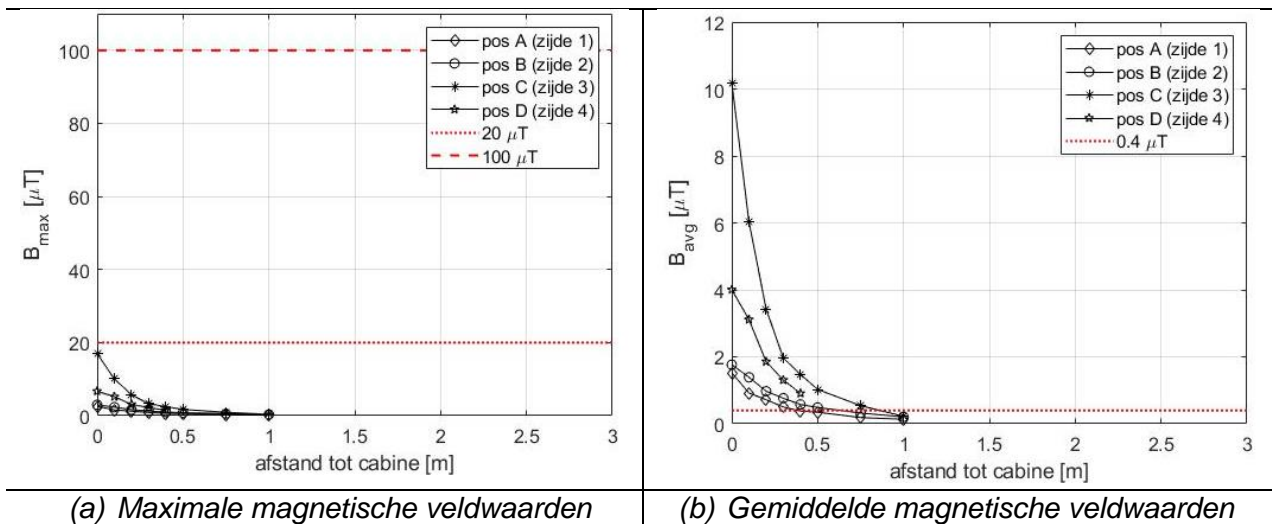
In Figuur 7 worden de meetwaarden van het magnetisch veld als functie van de afstand tot de cabine weergegeven, opgemeten op de posities van het maximum (verschillende hoogte per positie) langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot D). Uit de metingen blijkt dat de veldwaarden afnemen met toenemende afstand tot de cabine. In Figuur 7 wordt bijkomend ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven.



Figuur 7: Momentele meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine voor posities langs de verschillende zijden rond de cabine (posities A tot D). De meethoogte per positie bedroeg voor pos A: 1,1 m, voor pos B: 0,3 m, voor pos C: 0,9 m en voor pos D: 0,9 m.

2.5.2.2 HERSCHALING NAAR MAXIMALE EN GEMIDDELDE VELDWAAARDEN

Figuur 8 (a) en (b) tonen het verloop van het magnetisch veld ivf de afstand tot de cabine voor de herschaalde momentele metingen naar resp. het maximum en naar de gemiddelde waarden volgens de variatie van het magnetisch veld i.f.v. de tijd zoals besproken in paragraaf 2.2. Voor de maximale veldwaarde is op de figuur ook de interventiewaarde van $20 \mu\text{T}$ volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10] en de Europese aanbevelingswaarde van $100 \mu\text{T}$ voor het algemeen publiek volgens [3] weergegeven. Op de figuur met de gemiddelde veldwaarden is de $0.4 \mu\text{T}$ richtwaarde van toepassing volgens de Vlaamse regelgeving voor het binnenmilieu [10], aangeduid.



Figuur 8: Maximale (a) en gemiddelde (b) meetwaarden van het B-veld in functie van de afstand tot de cabine langs de verschillende zijden.

2.5.2.3 VERGELIJKING MET RICHTLIJNEN / NORMEN

Tabel 2 geeft een samenvatting van de minimale afstand tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit [10] (0,4 μT richtwaarden en de 20 μT interventiewaarde) en aan de 100 μT Europese aanbeveling voor 50 Hz-velden [3]. Hierbij dient opgemerkt te worden dat alle metingen buiten werden uitgevoerd en de vergelijking met de Vlaamse regelgeving volgens het binnenmilieubesluit bijgevolg louter informatief is. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn. De weergegeven afstand is de minimum afstand waarbij een meting werd uitgevoerd die voldeed aan de beschouwde richtlijn.

De afstanden worden bepaald op basis van Figuur 7 en Figuur 8. De 0,4 μT richtwaarde is voor chronische of langdurige blootstelling terwijl 20 μT en 100 μT acute waarden zijn voor kortstondige blootstelling. Bijgevolg wordt de vergelijking met de 0,4 μT richtlijn enkel toegepast voor de gemiddelde blootstelling zoals weergegeven in Figuur 8 (b). De vergelijking met de 20 μT en de 100 μT acute waarden werd toegepast voor de momentele (Figuur 7) en de maximale (Figuur 8 (a)).

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT , uitgemiddeld over 1 tot 2 weekdagen, bedraagt 1,0 m. De gemiddelde waarden over een langere periode (bijv. een jaar) waren niet beschikbaar.

De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde en de 20 μT interventiewaarde op geen enkele meetpositie.

Positie	Type blootstelling	afstand [m]		
		Gemiddelde	Momenteel	Maximaal
A (zijde 1)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	0,40	-	-
B (zijde 2)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	0,75	-	-
C (zijde 3)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	1,00	-	-
D (zijde 4)	B < 100 μ T	-	0,00	0,00
	B < 20 μ T	-	0,00	0,00
	B < 0,4 μ T	>0,40 ⁽¹⁾	-	-

:- niet van toepassing.

⁽¹⁾: metingen op verdere afstand zijn niet uitgevoerd (praktisch niet mogelijk).

Tabel 2: Bepaling van de afstanden tot de cabine vanaf dewelke voldaan is aan de 0,4 μ T richtwaarde (chronisch) en de 20 μ T interventiewaarde (acuut) volgens het Binnenmilieubesluit van toepassing in Vlaanderen [10] en de 100 μ T waarde voor het algemeen publiek volgens de Europese aanbeveling [3].

3 CONCLUSIES

In dit rapport werden de magnetische veldmetingen rond cabine 7, een 12 kV distributiecabine gelegen in de Kleitstraat ter hoogte van huisnr. 8 in Lievegem, besproken.

Uit het spectrum bleek dat het 50 Hz signaal en zijn harmonischen aanwezig waren met een dominante bijdrage van het 50 Hz signaal.

Langs de verschillende buitenzijden van de cabine werden metingen uitgevoerd van het momentele magnetische veld i.f.v. de afstand tot de cabine. Uit deze metingen bleek dat zoals verwacht het magnetisch veld afnam met toenemende afstand tot de cabine.

De momentele magnetische veldwaarden werden op basis van het stroomverloop en het magnetisch veldverloop herschaald naar de maximale en gemiddelde waarden. De bekomen veldwaarden werden vergeleken met de 0,4 μT richtwaarde [10] voor chronische of langdurige blootstelling en met de 20 μT interventiewaarde [10] / de 100 μT aanbevelingswaarde [3] voor kortstondige blootstelling ter bepaling van de afstand vanaf waar voldaan is aan beschouwde richtwaarde / interventiewaarde /aanbevelingswaarde. Hierbij dient opgemerkt te worden dat vergelijking met de richt- en interventiewaarde volgens [10] louter illustratief is aangezien deze waarden van toepassing zijn voor het binnenmilieu (algemeen publiek) en de metingen buiten werden uitgevoerd.

De maximale afstand voor blootstelling aan 0,4 μT uitgemiddeld over 1 tot 2 weekdagen bedraagt 1,0 m. De momentele en maximale veldwaarden overschrijden de 100 μT aanbevelingswaarde en de 20 μT interventiewaarde op geen enkele meetpositie (minimale meetafstand is 0 cm). Deze afstanden kunnen gebruikt worden als maatregel bij installatie van cabines waar mensen wonen.

4 REFERENTIES

- [1] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 2020, "ICNIRP guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)," Health Physics, Vol, 118, No, 5, pp, 483-524.
- [2] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 2010, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)," Health Physics, Vol. 99, No. 6, pp. 818-836.
- [3] Aanbeveling van de Raad van 12 juli 1999 betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz, Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 1999/519/EG, 59-70.
- [4] International Commission on Non-ionizing Radiation Protection, 1998, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up 300 GHz)," Health Physics, Vol. 74, No. 4, pp. 494-522.
- [5] Directive 2013/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 June 2013 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) and repealing Directive 2004/40/EC.
- [6] Koninklijk Besluit betreffende de bescherming van de gezondheid en de veiligheid van de werknemers tegen de risico's van elektromagnetische velden op het werk, 20 mei 2016. Belgisch Staatsblad 10.06.2016.
- [7] Koninklijk Besluit tot vaststelling van Boek 1 betreffende de elektrische installaties op laagspanningen en op zeer lage spanning, Boek 2 betreffende de elektrische installaties op hoogspanning en Boek 3 betreffende de installaties voor transmissie en distributie van elektrische energie, 8 september 2019. Belgisch Staatsblad 28.10.2019.
- [8] Algemeen Reglement op de elektrische installaties, 1981, "Koninklijk Besluit van 10 maart 1981, AREI bindend voor de huishoudelijke installaties en sommige lijnen van transport en verdeling van elektrische energie (BS van 29 april 1981)"; "Koninklijk besluit van 2 september 1981, AREI bindend voor de elektrische installaties in inrichtingen gerangschikt als gevaarlijk, ongezond of hinderlijk en in inrichtingen beoogd bij artikel 28 van het ARAB (BS van 30 september 1981)".
- [9] Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu, 11 juni 2004.

- [10] Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van diverse bepalingen van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 en tot opheffing van het ministerieel besluit van 16 maart 2006 tot vaststelling van het modelformulier en de procedure voor aanvragen van een onderzoek van het binnenmilieu, 13 juli 2018. Belgisch Staatsblad 07.09.2018.
- [11] Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT), 2004, ECC recommendation (02)04 (revised Bratislava 2003, Helsinki 2007) Measuring non-ionising electromagnetic radiation (9 kHz – 300 GHz), <http://www.ero.dk>.