



Vereniging voor
Experimenteel
Radio Onderzoek
in Nederland



Welkom





Theorie:

1. EMC richtlijn en de RZAM;
2. VERON EMC-EMF & AT;
3. Smal- en breedbandige storingen;
4. Meest voorkomende stoorbronnen;
5. Stappenplan opsporen van de stoorbronnen.



Praktijk:

6. Luisteren en herkennen van de storing;
7. Lokaliseren van stoorbronnen, **binnen**;
8. Lokaliseren van stoorbronnen, **buiten**;
9. 'oplossen' van de storing;
10. Afspraken hoe te handelen bij storingen



- EMC training:
 - Opsporen van de stoorbron <30 MHz;
 - Advies voor ontstoren van de bron;
 - RZAM voorzien van de juiste informatie.
- *EMC training gaat **niet** over:*
 - *Storing veroorzaakt door RZAM;*
 - *Verhelpen van de storingen door de EMC-EMF Cie;*
 - *Antenne-installatie problemen.*



- De CE markering.
- EMC Richtlijn 2014/30/EU.
- Het behoort tot de taak van de lidstaten ervoor te zorgen dat radiocommunicatie, met inbegrip van radio-omroep ontvangst en de radioamateurdienst overeenkomstig het Radioreglement van de Internationale Telecommunicatie-unie (ITU), elektriciteits- en telecommunicatienetwerken, alsmede de uitrusting die hierop is aangesloten, tegen elektromagnetische verstoringen zijn beschermd.



- **‘Elektromagnetische verstoringen’**

Elk elektromagnetisch verschijnsel dat een verslechtering van het functioneren van uitrusting kan veroorzaken;
een elektromagnetische verstoring kan een elektromagnetische ruis, een ongewenst signaal of een wijziging in het voortplantingsmilieu zelf zijn.



ESSENTIËLE EISEN.

1. Algemene eisen

Uitrusting moet, rekening houdende met de **stand van de techniek**, zodanig zijn ontworpen en vervaardigd dat wordt gegarandeerd dat:

- a) de opgewekte elektromagnetische **verstoringen** het niveau niet overschrijden waarboven radio- en telecommunicatieapparatuur en andere uitrusting niet meer overeenkomstig hun bestemming kunnen functioneren;
- b) zij een zodanig niveau van ongevoeligheid voor de bij **normaal gebruik** te verwachten elektromagnetische verstoringen bezit dat zij zonder **onaanvaardbare verslechtering** van het beoogd gebruik kan functioneren.

2. Specifieke eisen voor vaste installaties Installatie en beoogd gebruik van componenten:

Een vaste installatie moet worden geïnstalleerd **volgens goede technologische** praktijken en overeenkomstig de informatie over het beoogde gebruik van de componenten, teneinde aan de essentiële eisen van punt 1 te voldoen.



iets verder 'kijken' dan alleen
verwijzen naar geharmoniseerde
normen!

Foreseeable use

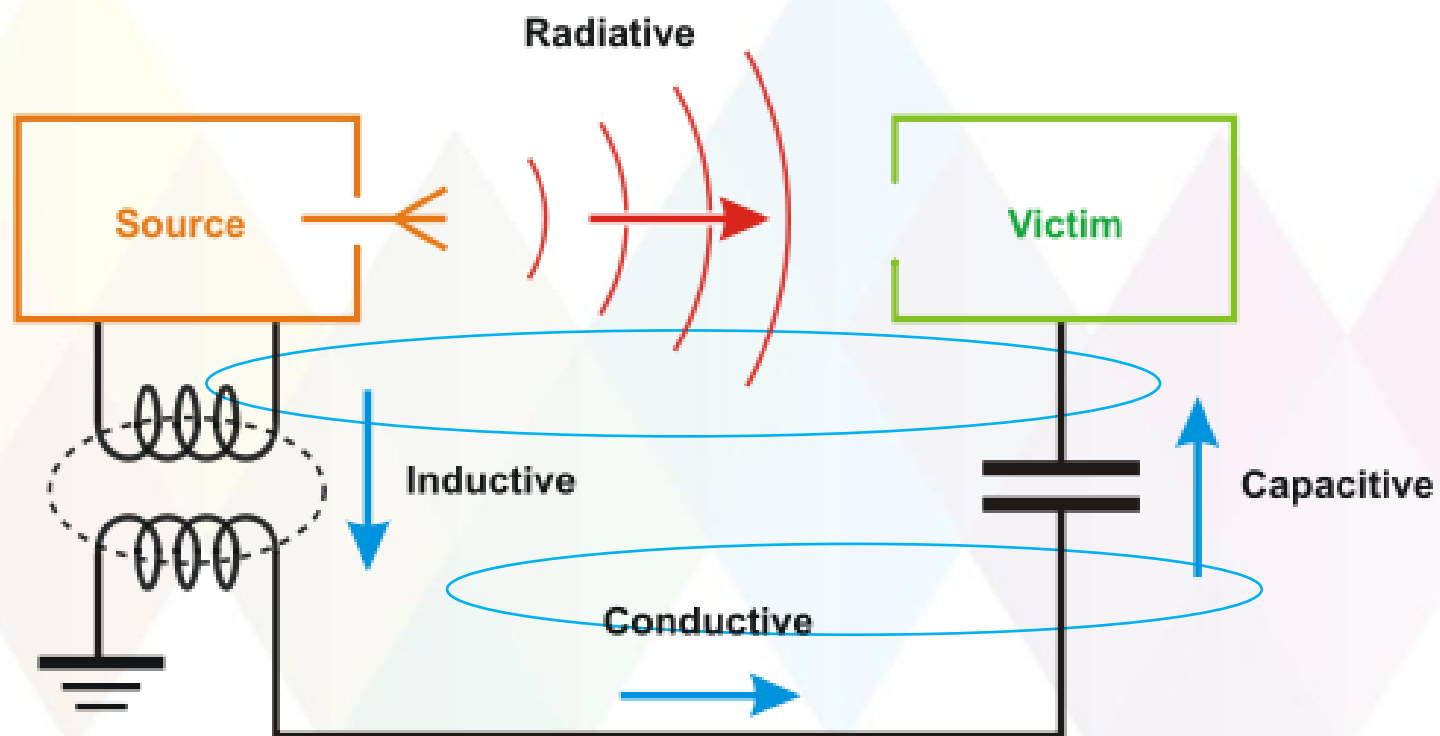
Indien apparaten verschillende configuraties kunnen aannemen, dient de elektromagnetische compatibiliteitsbeoordeling te bevestigen of de apparaten aan de essentiële eisen voldoen in alle configuraties die door de fabrikant als representatief kunnen worden gekenmerkt voor normaal gebruik in de beoogde toepassingen.

In dergelijke gevallen moet het voldoende zijn om een beoordeling uit te voeren op basis van de configuratie die waarschijnlijk de meeste storingen zal veroorzaken en de configuratie die het meest vatbaar is voor storingen.

(herschikking)

RICHTLIJN 2014/30/EU VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 26 februari 2014 betreffende de harmonisatie van de wetgevingen van de lidstaten inzake elektromagnetische compatibiliteit

EMC koppelwegen





EMC in de praktijk en het voldoen aan de essentiële eisen

Het voldoen aan de 'essentiële eisen' staat hoger, dan aan het voldoen aan (product)normen

- CE = geeft (slechts) het **vermoeden** van overeenstemming
- Voldoen aan productnorm // gebruik in praktijk (in-situ).
- Manier van installeren / samenstelling / verouderingsaspect!
- Ongewenste emissie onder de 30 dB(μ V/m) / 37 dB(μ V/m) en toch 'storing'!
- EMC-limieten <30 MHz Conducted → Radiated emissie <30 MHz veroorzaakt de 'storing'.
- CISPR 11 (EN55011) in-situ EMC-limieten voor industrial (niet residential).

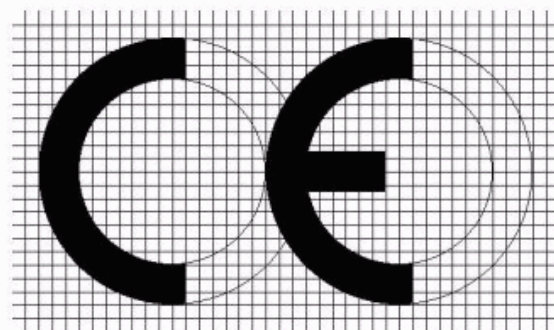


Storing en/of hinder!

- Storing
 - Ontoelaatbare storing:
 - S4 Hinder ?
 - S7 Hinder / storing ?
 - S9 Storing ?
 - S10^{+10dB} Storing ?

Storing en/of hinder!

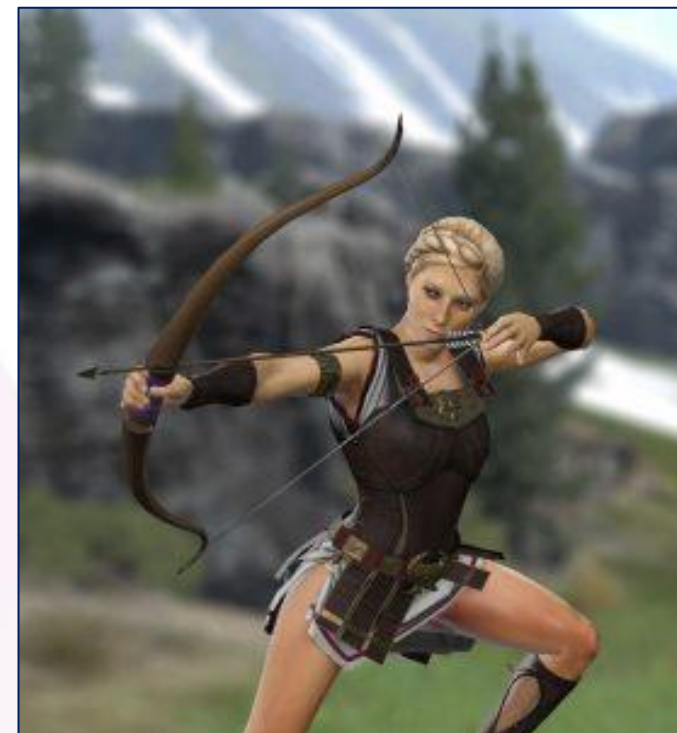
- Handhaving van de 'EMC' wet (EMC Richtlijn).
- Producten voorzien van de juiste CE markering?





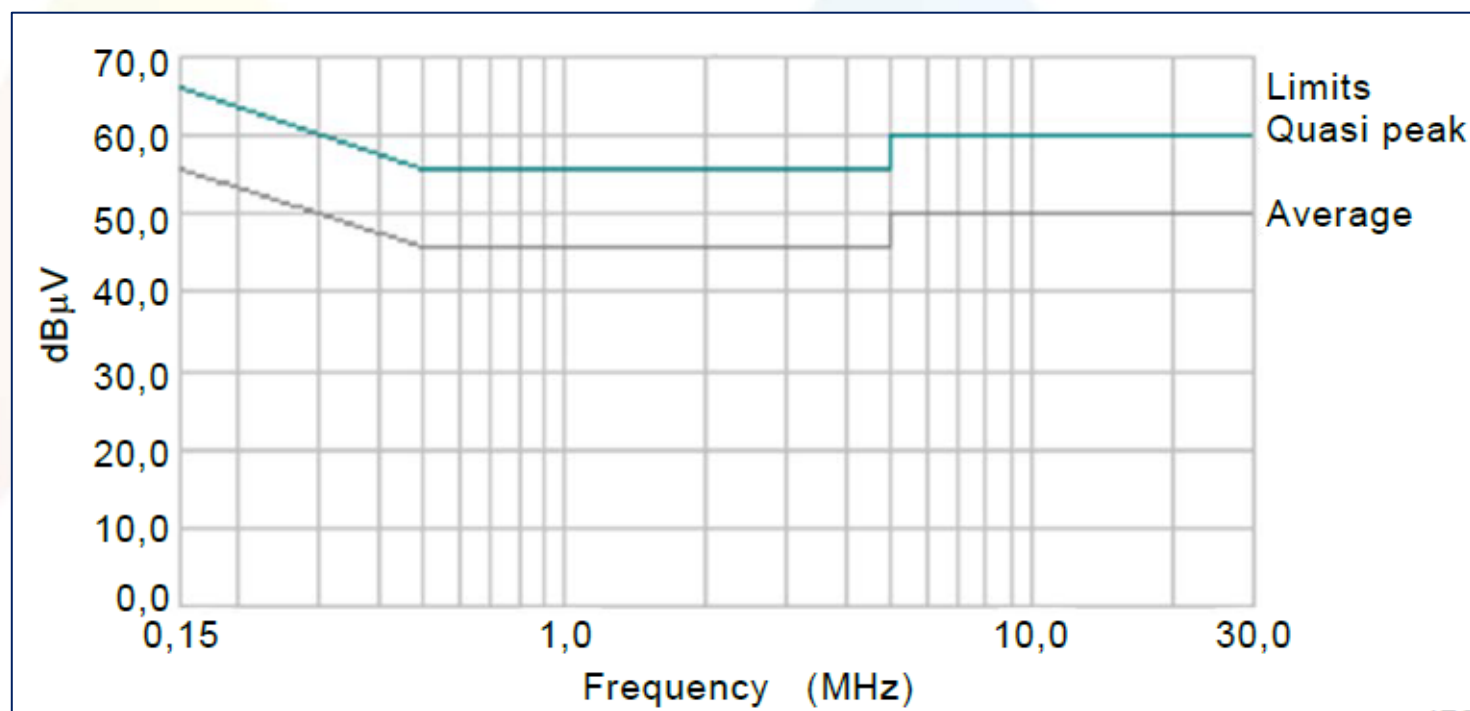
Storing en/of hinder!

- ‘EMC’ wet / EMC richtlijn:
 - Geharmoniseerde EU productnormen;
 - Limieten voor emissie;
 - Testniveaus voor immuniteit.



Storing en/of hinder!

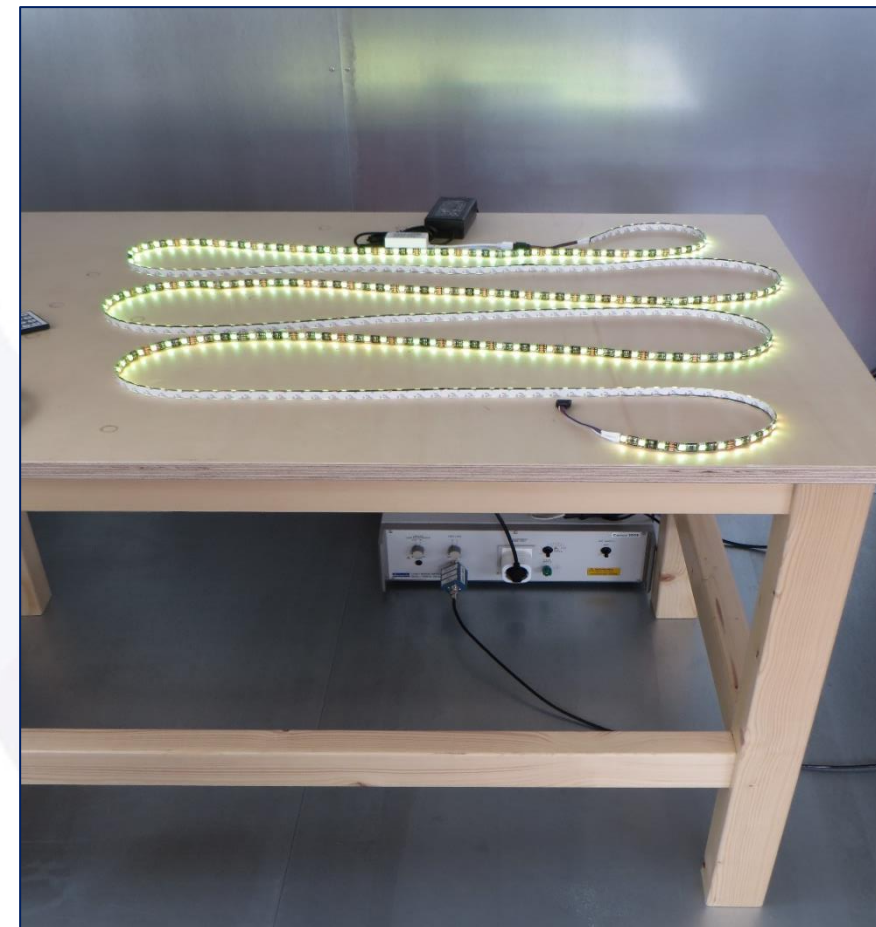
- Limieten voor conducted-emissie < 30 MHz





Storing en/of hinder!

- Conducted-emissie opstelling





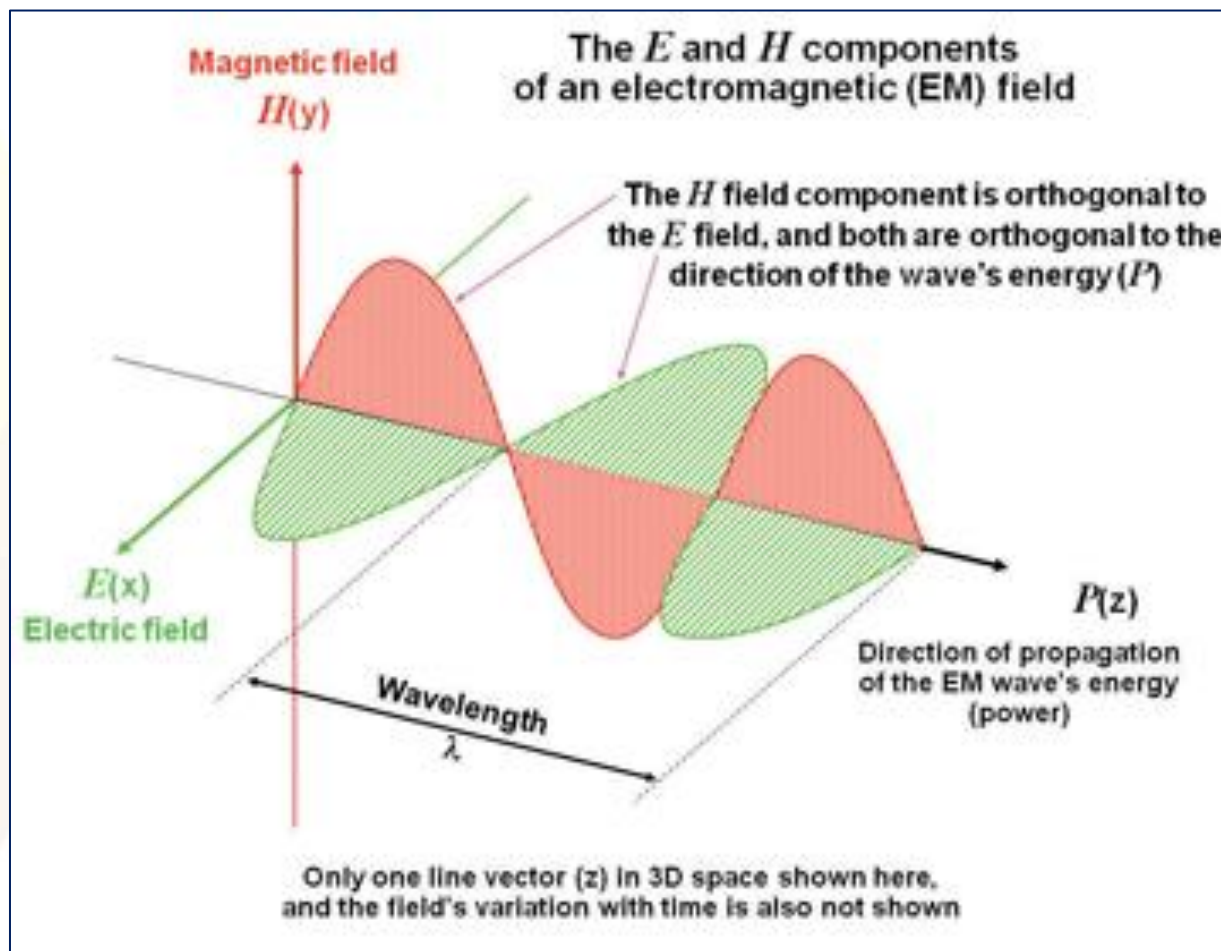
Storing en/of hinder!

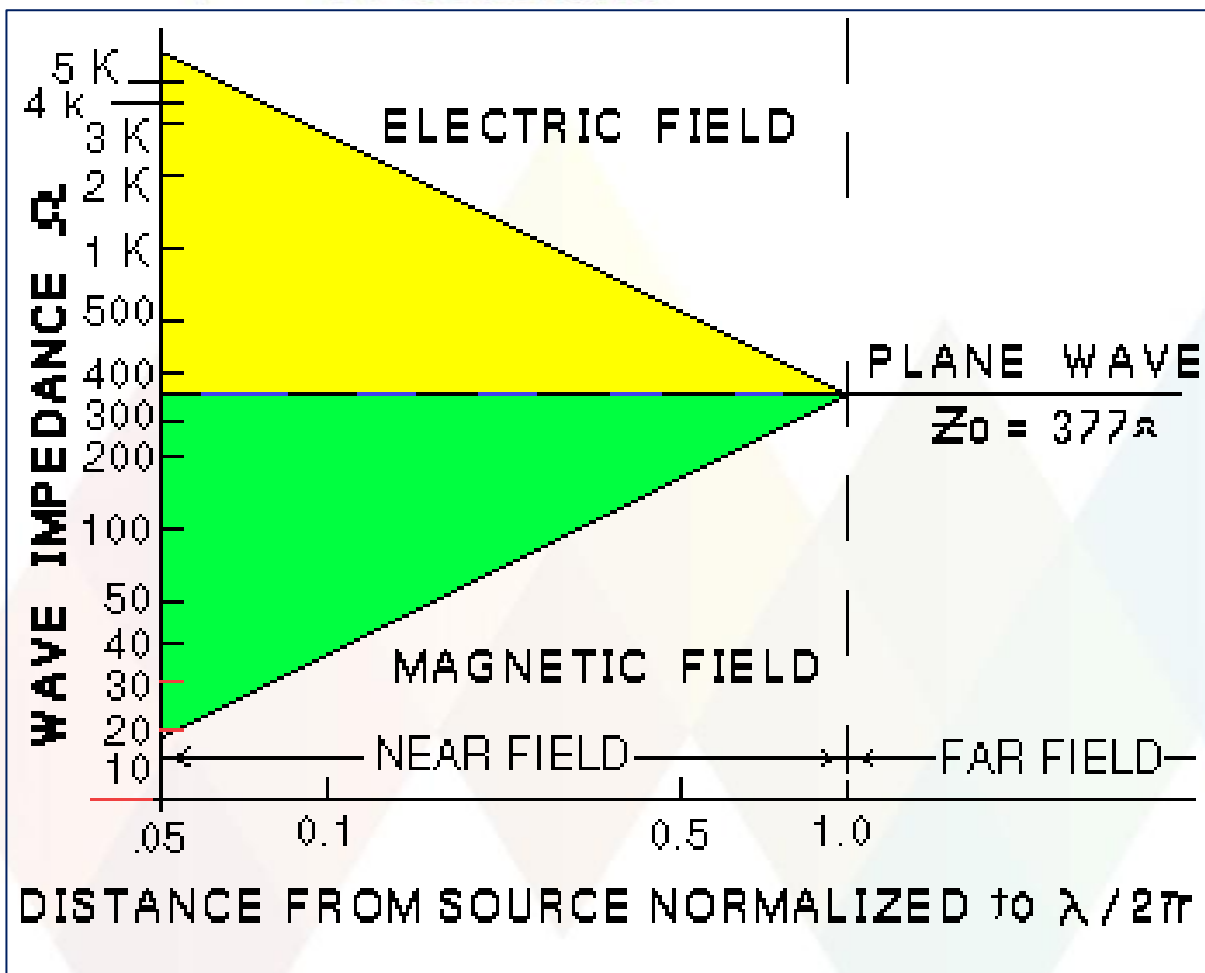
- Verhouding tussen de conducted emissie en de Radiated emissie < 30 MHz.
- Limieten opgesteld in de zeventigerjaren.
- Weinig Radio 'verstoring' (op de FM).
- Minder 'stoorbronnen'.
- Nu \approx 50 per woning!!!!



Storing en/of hinder!

- Verhouding tussen de conducted-emissie en de radiated emissie < 30 MHz.
- Verrevelde of nabijvelden condities!





Verre veld condities (*Maxwell*)

Op 3,6 MHz = λ 80 meter
Afstand is dus $80/2\pi = 12,7$ m.

Dus binnen 12,7 meter in het nabijveld (E of H) afhankelijk van de bron (antenne).



Conducted emissie vs Radiated emissie

Afhankelijk van:

- Impedantie van het elektriciteit netwerk;
- Ligging en positie van 230 V bekabeling;
- Belasting van het netwerk;
- Hoeveelheid AC filters op het net.



Conducted emissie vs Radiated emissie

Proeven in het kader van PLC in 2003:

- Injectie op het elektriciteit netwerk;
- Emissie 'terug gemeten' op 3, 10, 30 en 100 meter afstand van het gebouw.

Nu wordt het technisch 😊.



Conducted emissie vs Radiated emissie

Limiet bij conducted emissie is bij 3,6 MHz, 56 dB μ V (QP, 9 kHz)

Bij 50 Ω is het vermogen $P[\text{dBm}] = 56[\text{dB}\mu\text{V}] - 107 = -51\text{dBm}$.

Het uitgestraalde vermogen is $P_{\text{rad}} = P[\text{dBm}] + G$.

G is de antenneversterking (gain).



Conducted emissie vs Radiated emissie

Zwitserse OFCOM heeft hiermee onderzoek gedaan naar PLC.

Plot afkomstig uit FAFIRA onderzoek.

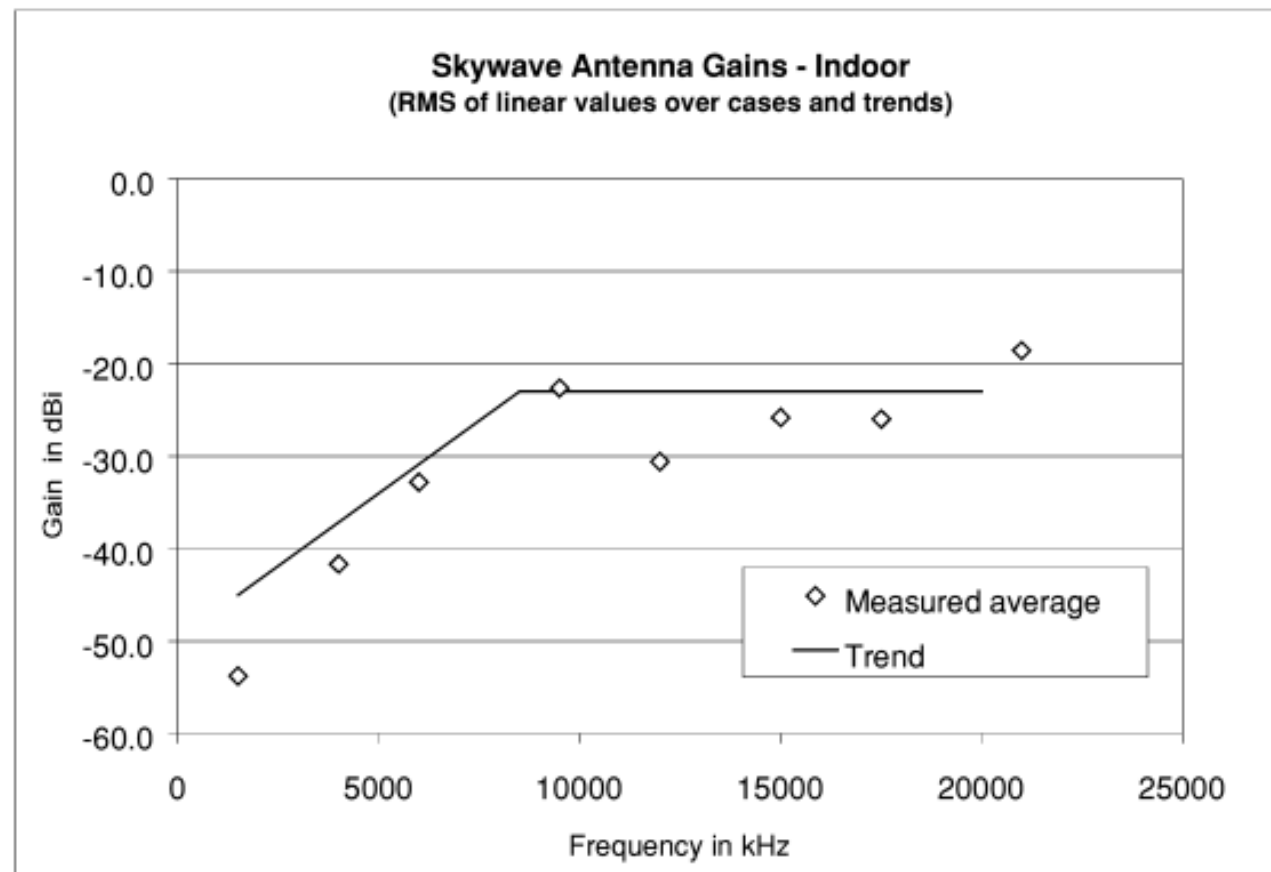


Figure 8 Average skywave antenna gain vs. frequency and trend curve for indoor mains sockets



Conducted emissie vs Radiated emissie

Na wat rekenwerk komt het uit op deze formule:

$$E[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = V[\text{dB}\mu\text{V}] + G - 20 \times \log(r[\text{m}]) - 17.$$

Alleen bij verre veld condities $r > \lambda/2\pi$. Bij 80m is dit dus $\approx 12,7\text{m}$.

De limiet op 3,6 MHz is dus op 20 meter afstand:

$$56[\text{dB}\mu\text{V}] + (-40) - 20 \log(20) - 17 = \approx 53 \text{ dB}\mu\text{V}/\text{m},$$

daarboven dus een **FAIL**.



Conducted emissie vs Radiated emissie

Dus een signaal boven de S9 wil nog niets zeggen dat er een overschrijding van de EMC limieten is!

Table 3: Conversion between power and HF S-units

S-reading	$P_{out} @50\Omega$	$V_{out} @50\Omega$	$\frac{V_{out}}{[1 \mu V]} @50\Omega$
S9 + 40 dB	-33 dBm	5.0 mV	74 dB μ V
S9 + 30 dB	-43 dBm	1.6 mV	64 dB μ V
S9 + 20 dB	-53 dBm	0.50 mV	54 dB μ V
S9 + 10 dB	-63 dBm	0.16 mV	44 dB μ V
S9	-73 dBm	50 μ V	34 dB μ V
S8	-79 dBm	25 μ V	28 dB μ V
S7	-85 dBm	12.6 μ V	22 dB μ V
S6	-91 dBm	6.3 μ V	16 dB μ V
S5	-97 dBm	3.2 μ V	10 dB μ V
S4	-103 dBm	1.6 μ V	4 dB μ V
S3	-109 dBm	800 nV	-2 dB μ V
S2	-115 dBm	400 nV	-8 dB μ V
S1	-121 dBm	200 nV	-14 dB μ V



Conducted emissie vs Radiated emissie

De 'Gain' is theorie!

Praktijk schommelt tussen de
-40 – 0 dBi 'gain'.

Plot afkomstig uit FAFIRA onderzoek.

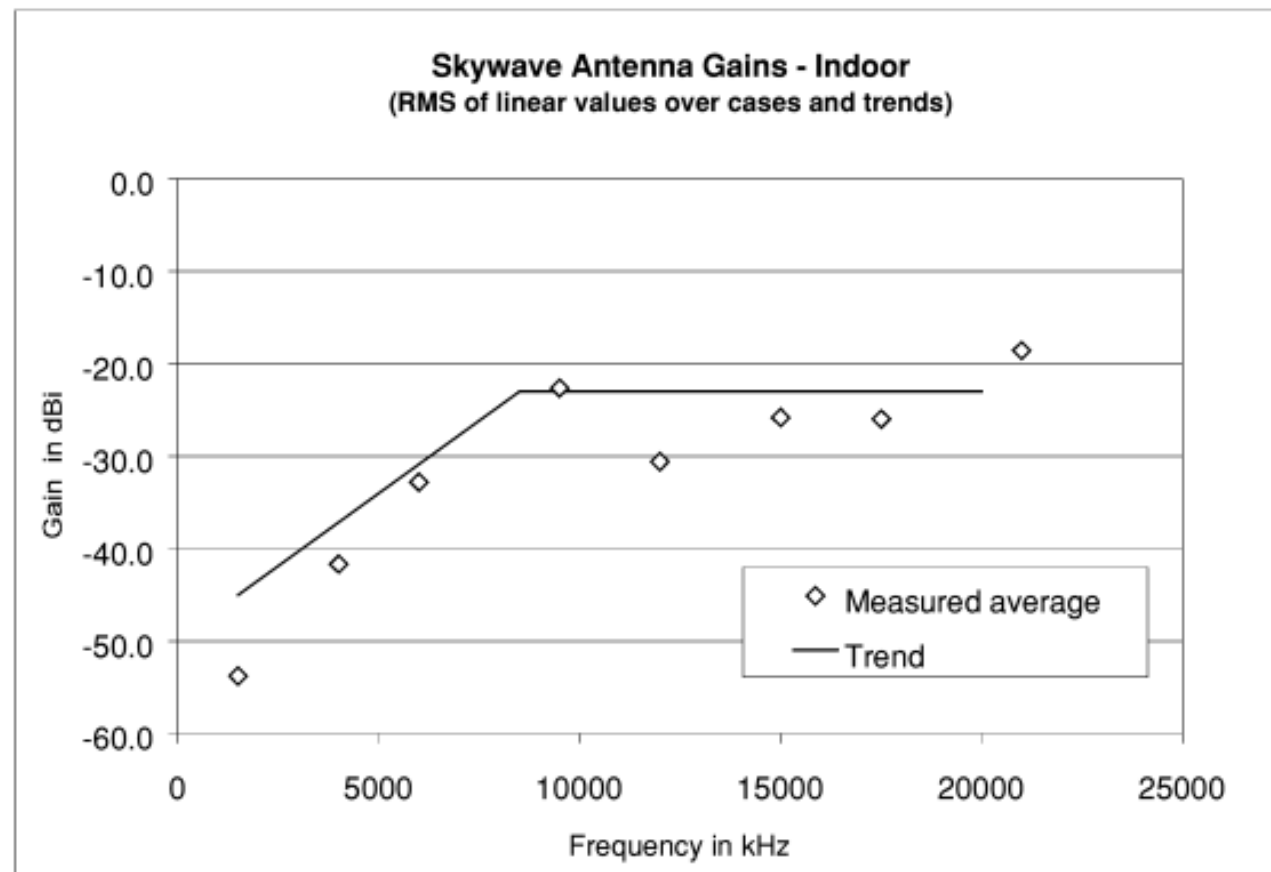


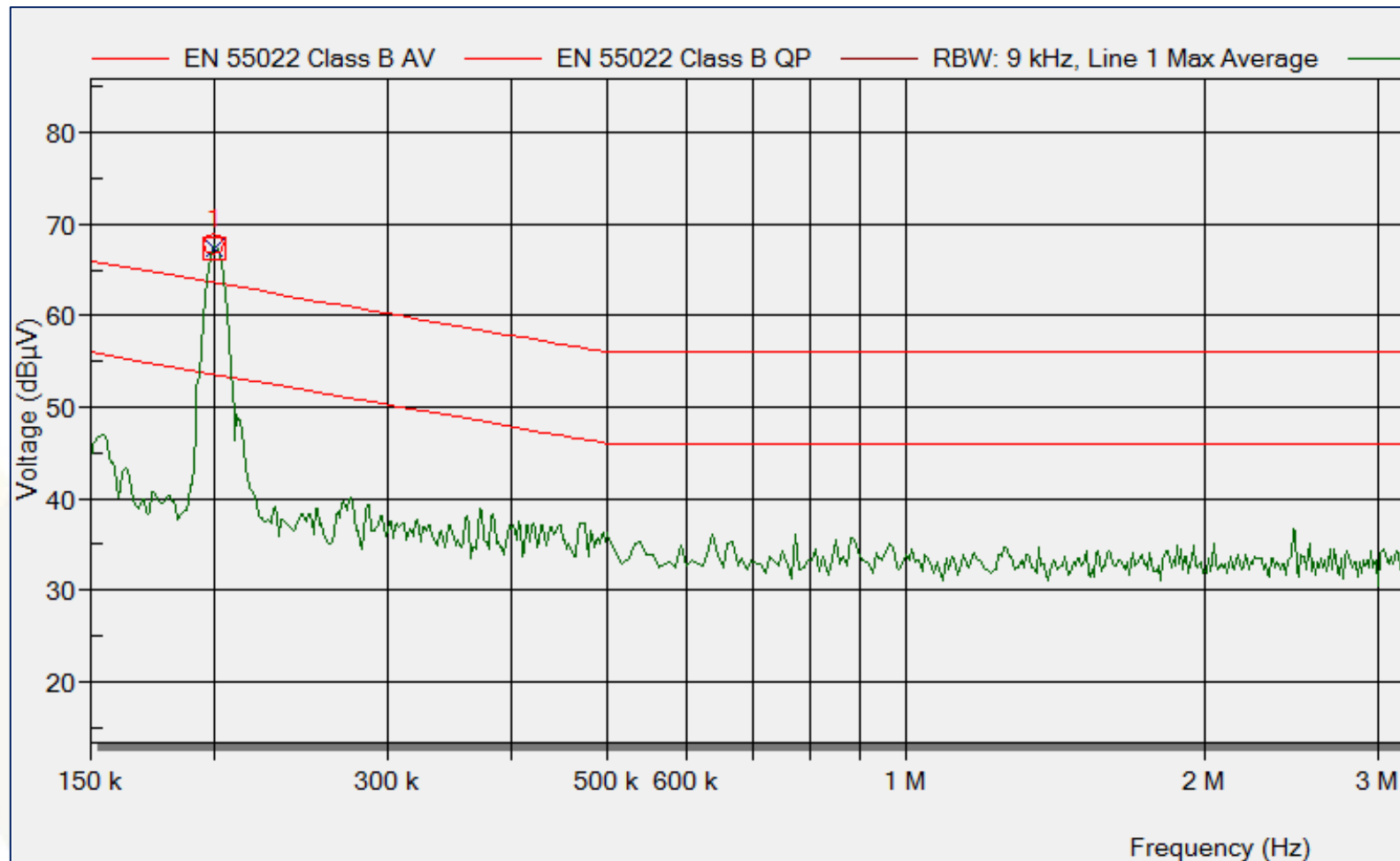
Figure 8 Average skywave antenna gain vs. frequency and trend curve for indoor mains sockets



3 Smal- en breedbandige storingen

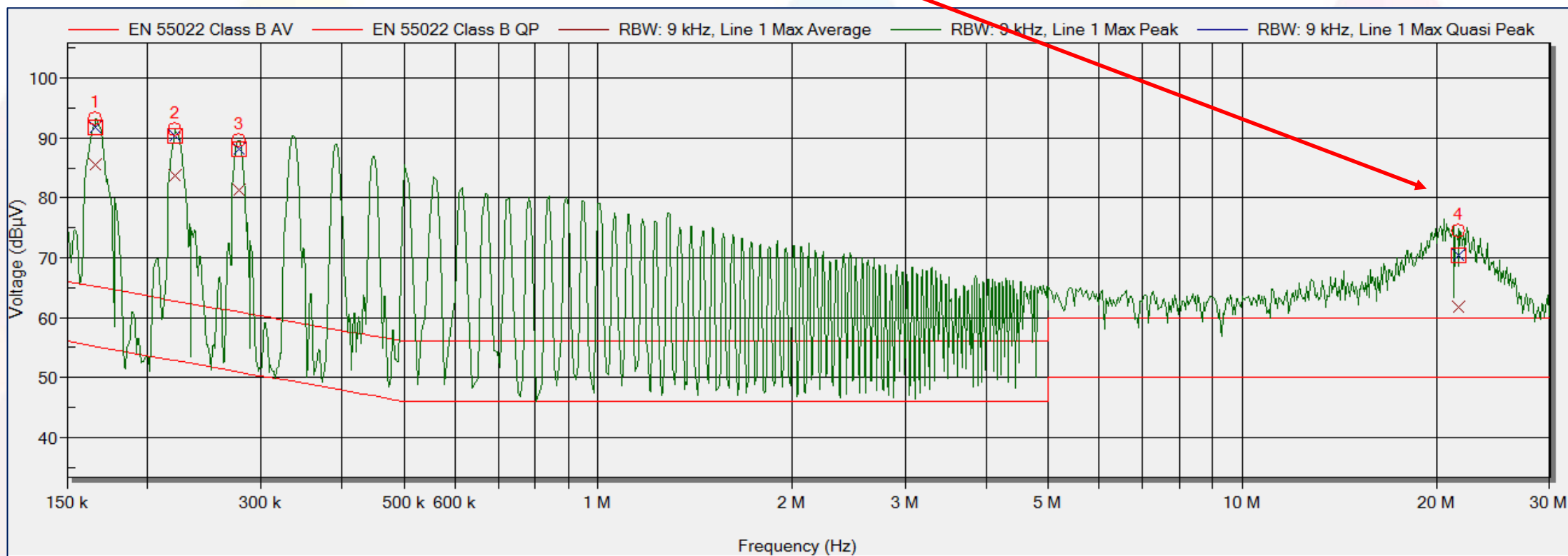
Smalband storingen:

- \leq dan de ontvanger-
bandbreedte (2,4 kHz).



Breedband storingen:

- \geq dan de ontvanger bandbreedte (2,4 kHz).





Potentiele stoorbronnen:

- **Vermogens elektronica**
 - Geschakelde voedingen (SMPS):
 - Kleine (b.v. mobiele telefoon opladers, laptop, etc.);
 - Grote (b.v. acculader scootmobiel).
 - Frequentieregelaars:
 - Vaak bij boerderijen of industrie;
 - Pompen van water en riool!



Potentiele stoorbronnen:

- **Vermogens elektronica**
 - Frequentie regelaars:
 - Wasmachine;
 - Koelkast.
 - PV omvormers:
 - > en < types niet te vergeten 'per paneel types' of wel 'optimisers'.



Potentiele stoorbronnen:

- **Elektronica:**
 - PLC 'home plug' (oude types);
 - PV systemen;
 - Geschakelde voedingen;
 - LED verlichting (standaard dimmer);
 - Plasma TV (komt soms nog voor).



5 Stappenplan opsporen van de stoorbronnen

- Vraag aan RZAM, voor het bijhouden van een storingslog.
- Freq., amplitude, tijdstip (overdag en s 'avonds), zonnig of geen zon.
- Enkele dagen tot weken loggen.
- Indien mogelijk ook spectrumplots maken van de amateurbanden maar ook daar buiten.
- Boven genoemde gegevens analyseren.



Kijk & zoek eerst bij de RZAM zelf

- Controleer ontvanger:
 - selectiviteit voldoende?
 - Ontvanger defect?
 - Probeer eens een verzwakker bij de ingang van de ontvanger. 6 dB aan de ingang moet ook alles 6 dB ‘zakken’, is 1 S-punt op de S meter.



Kijk & zoek eerst bij de RZAM zelf

Koppel je antenne los van de ontvanger

- Geen verbetering?
 - A. Via geleiding: 230V AC, USB, audio,.....
 - B. Via EM velden, rechtstreeks in je ontvanger.
 - C. Via mantel van je coax.



Kijk & zoek eerst bij de RZAM zelf

- Schakel de hoofdschakelaar uit bij de zendamateur.
- Maar.....
- Vraag eerst of dit kan en mag!!
- Denk om:
 - *Medische systemen!*
 - *Computer systemen, NAS, alarmsystemen;*
 - *Klokken en verwarming of PV systemen.*



Kijk & zoek eerst bij de RZAM zelf

- A. Via geleiding: 230 V AC, USB, audio.
- Koppel alles los van de RX m.u.v. 230 V AC.
 - Hoe klinkt de storing in AM.
 - Zoek met een EM-sniffer op de 230 V AC leiding en hoor je hetzelfde AM geluid?
 - Mag ook met klein lusje en SDR ontvanger zijn.



Kijk & zoek eerst bij de RZAM zelf

B. Via EM velden, rechtstreeks in je ontvanger

Maar eerst dit.....





Luisteren met de RX op AM.

Valt er een repeterend signaal op? Bv. Elke 160 kHz een toontje?

Of is het over de gehele band?

Spectrum analyzer geeft toch het beste 'beeld'.

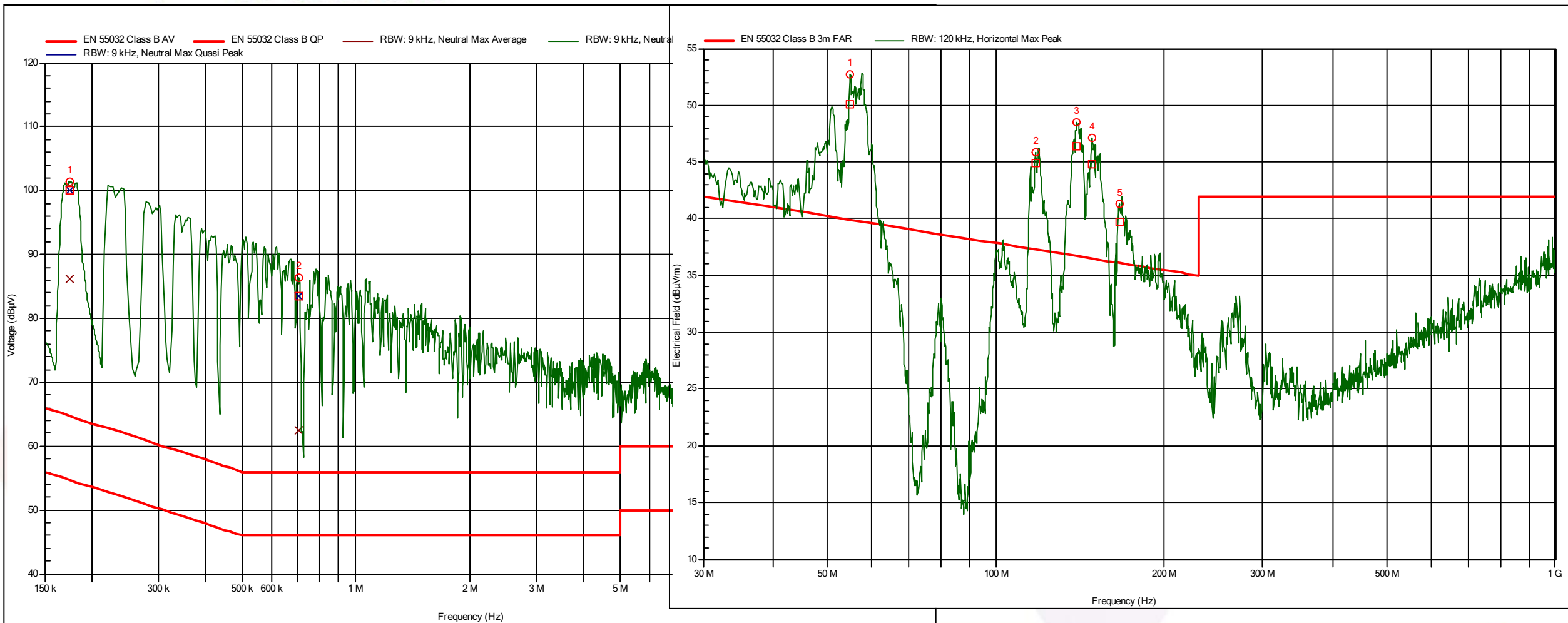


6 Luisteren en herkennen van de storing





6 Luisteren en herkennen van de storing



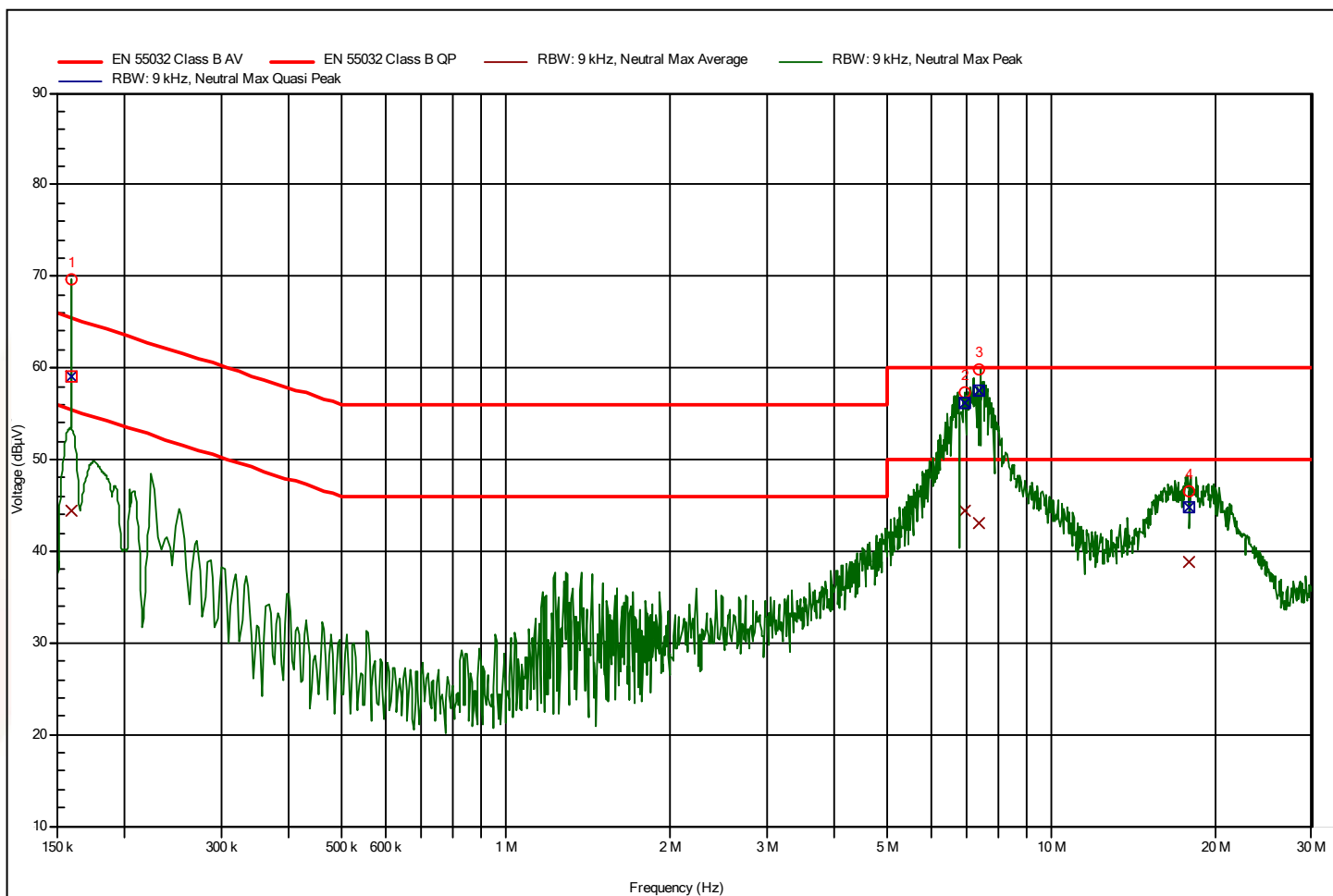


6 Luisteren en herkennen van de storing



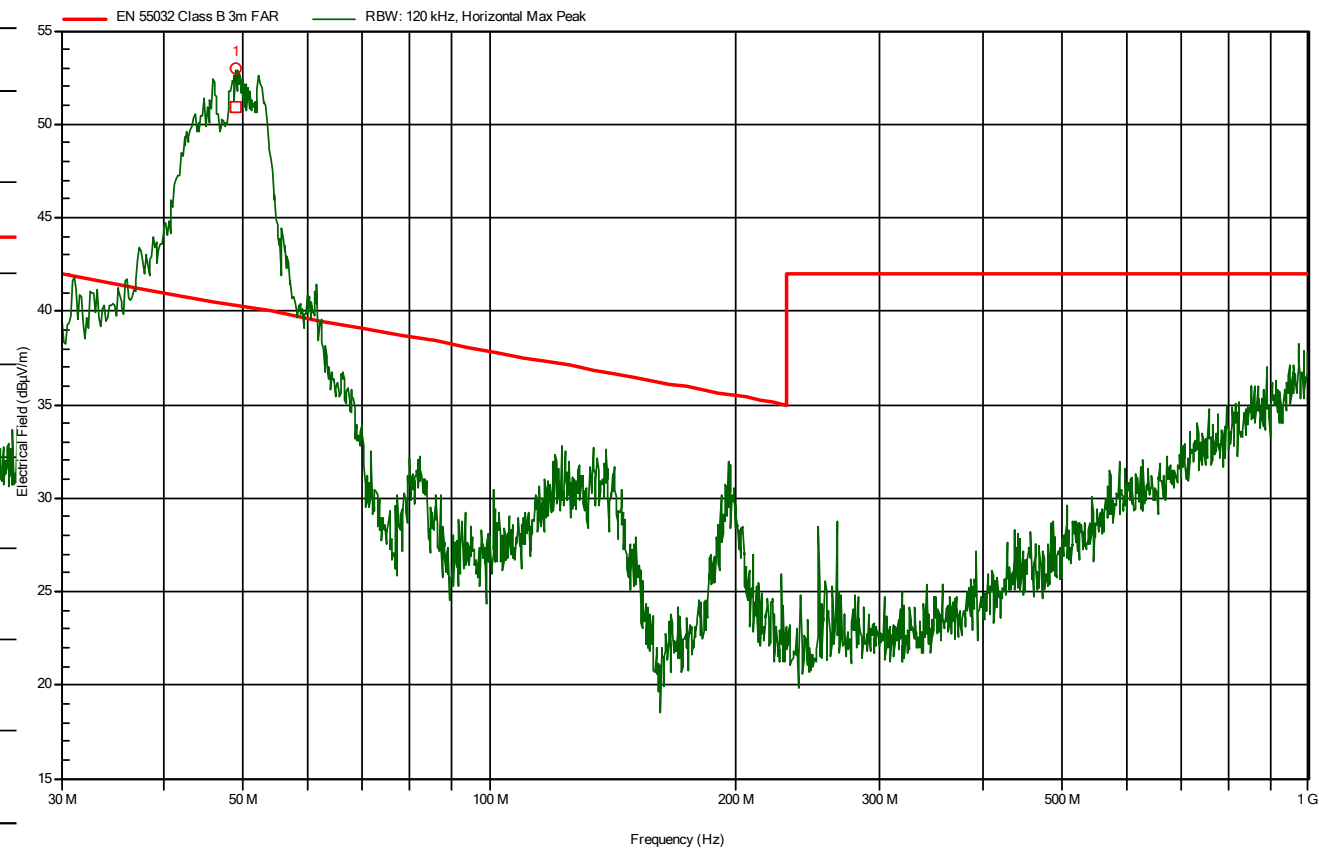
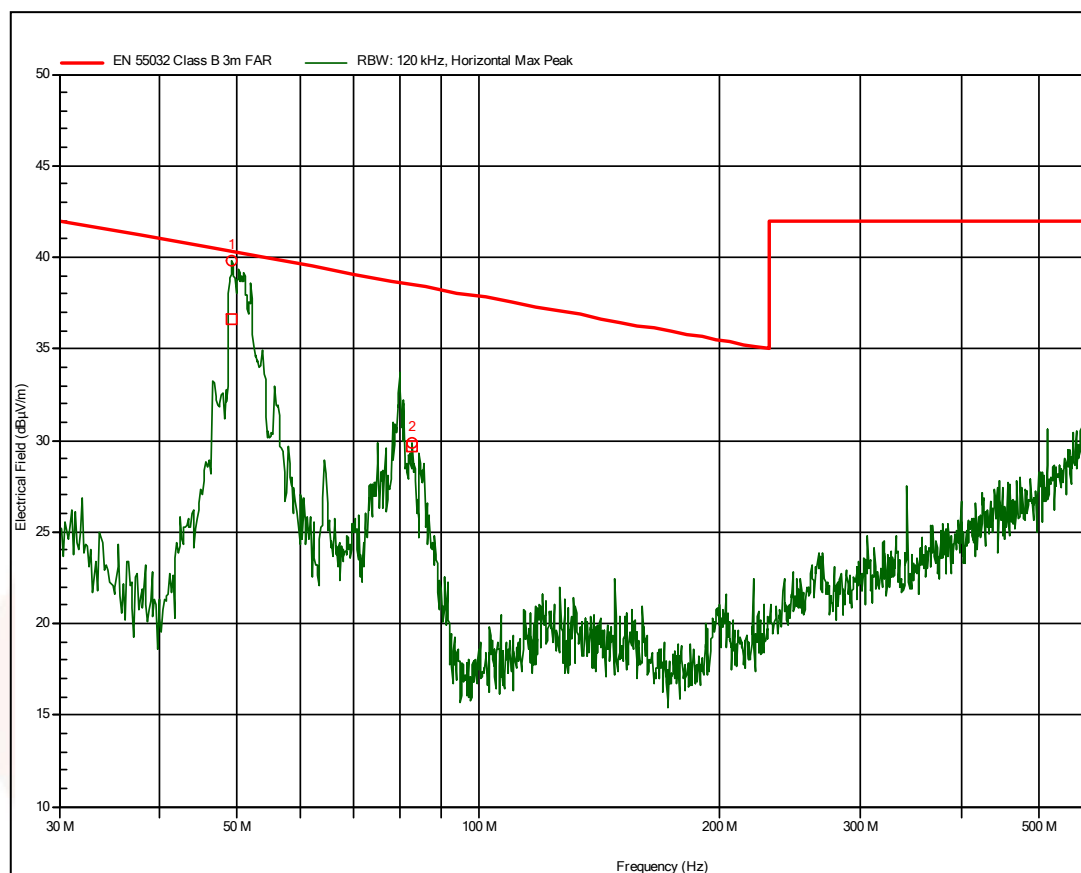


6 Luisteren en herkennen van de storing





6 Luisteren en herkennen van de storing



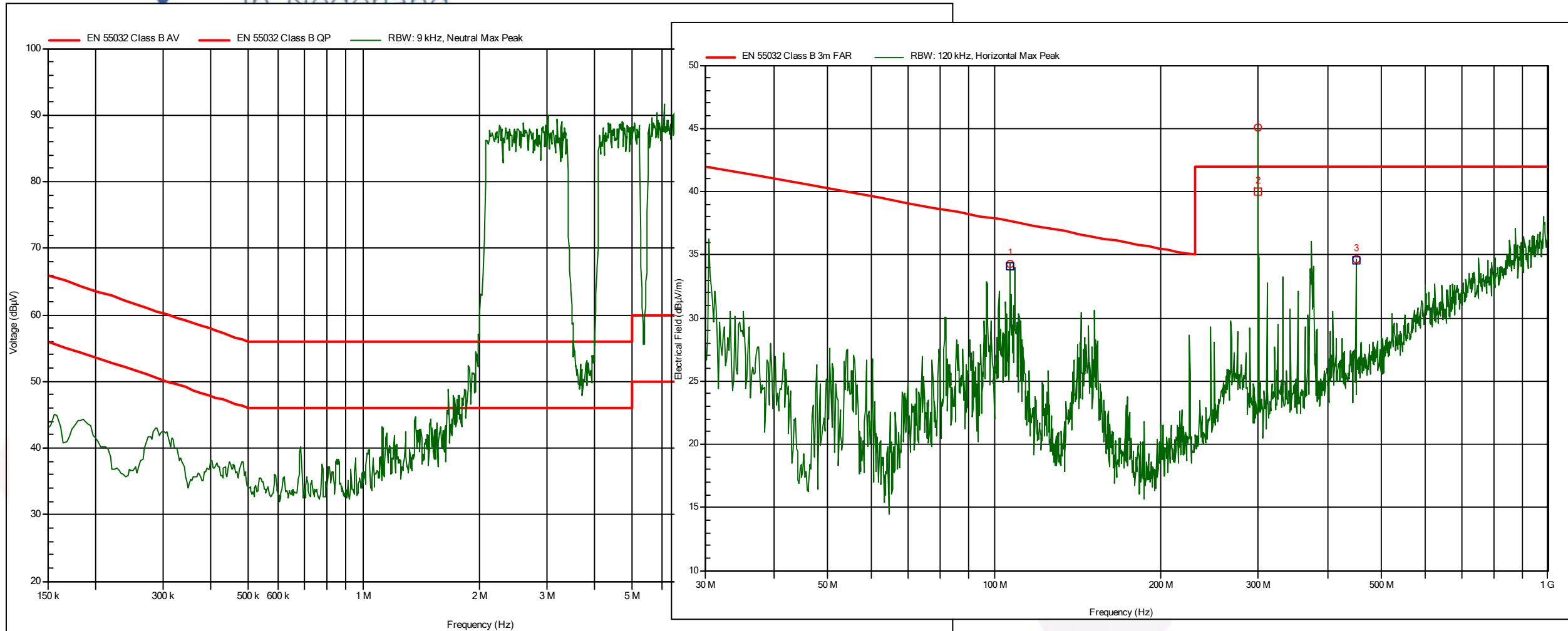


6 Luisteren en herkennen van de storing





6 Luisteren en herkennen van de storing



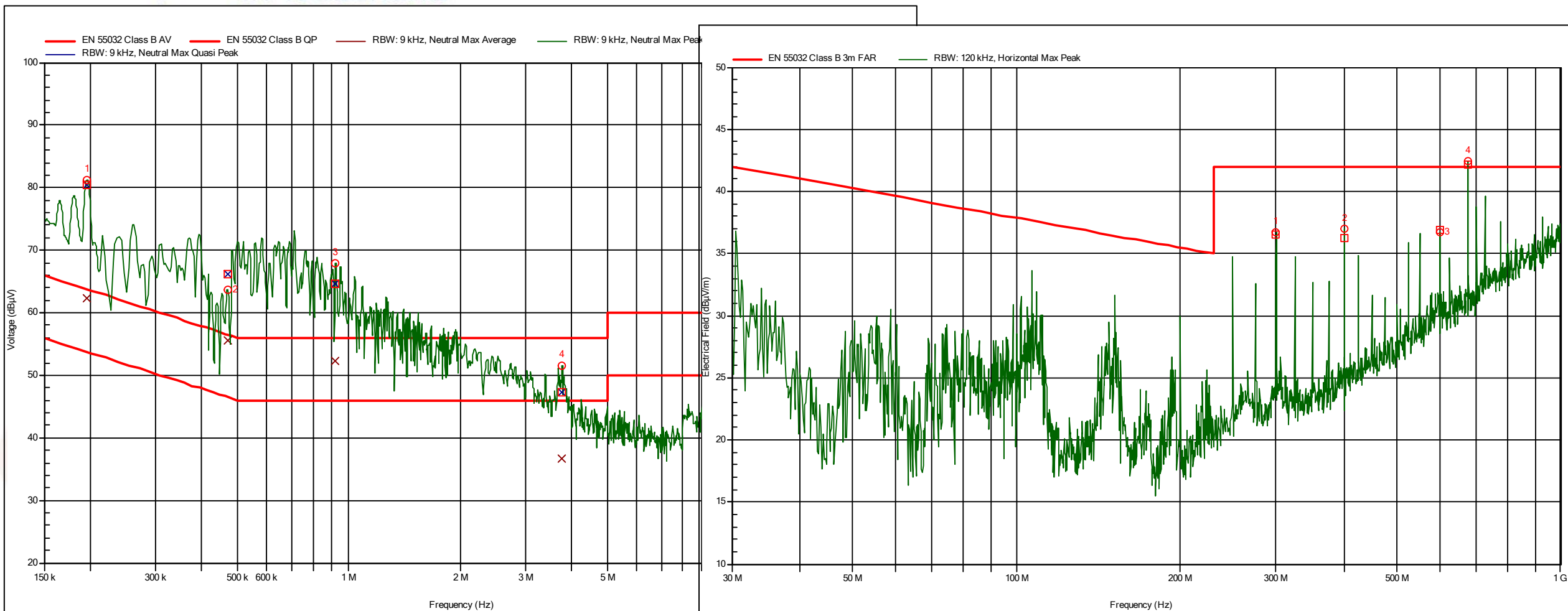


6 Luisteren en herkennen van de storing





6 Luisteren en herkennen van de storing



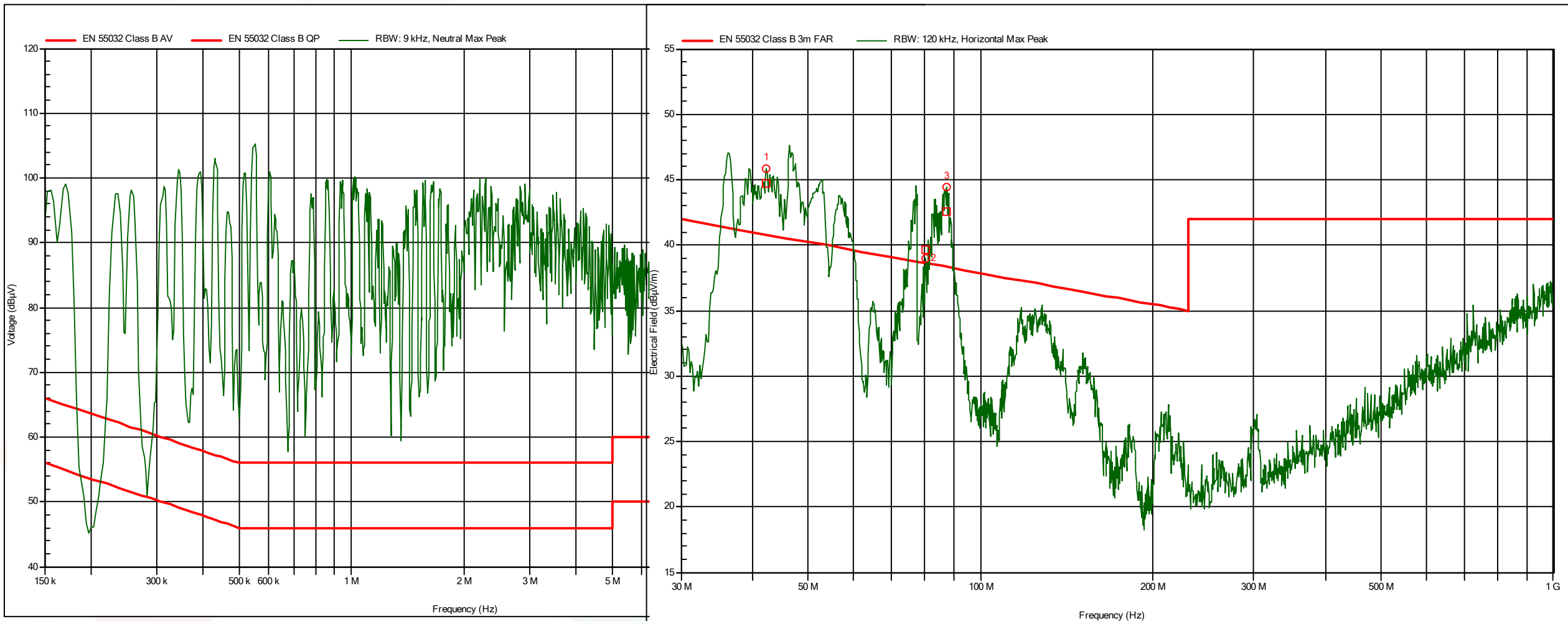


6 Luisteren en herkennen van de storing





6 Luisteren en herkennen van de storing



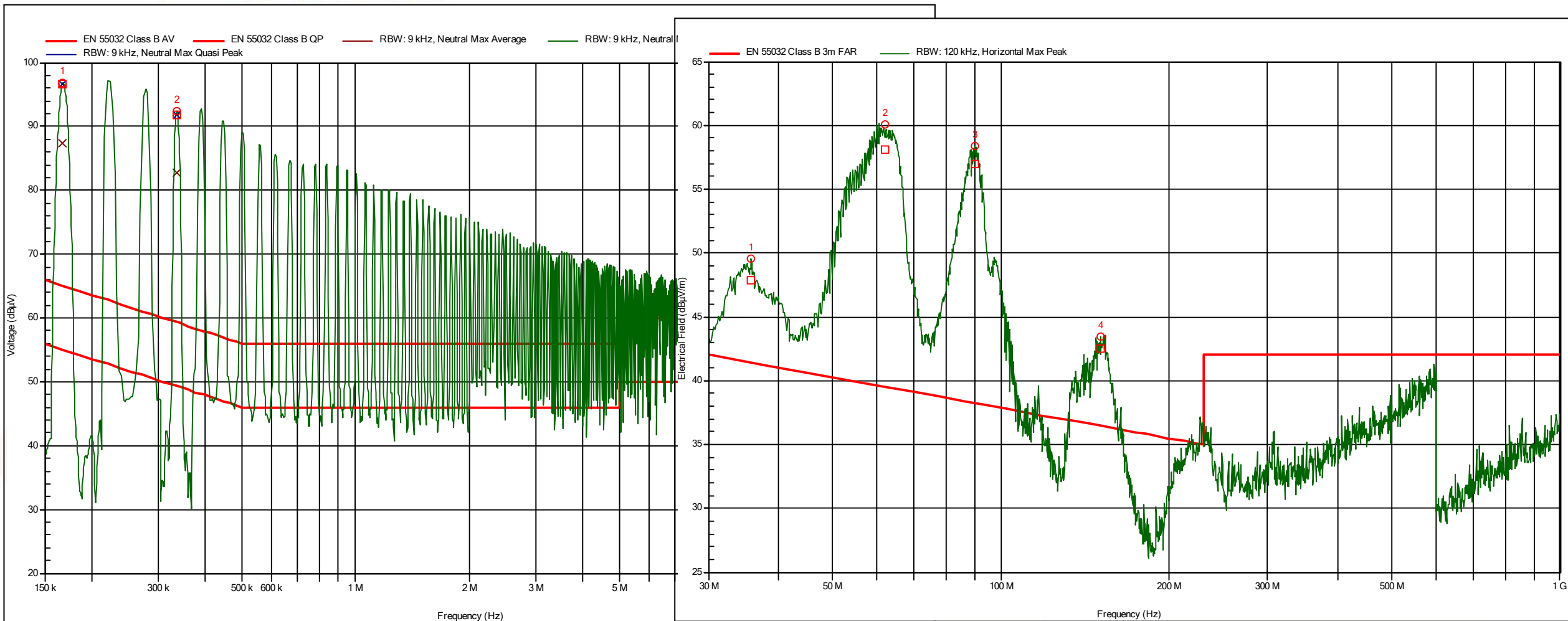


6 Luisteren en herkennen van de storing





6 Luisteren en herkennen van de storing





Minimale eigenschappen van een 'ontvanger' portable radio of SDR:

- Antenne-aansluiting voor b.v. een kleine lus;
- Signaalsterktemeter indicator;
- AM detector.



Minimale eigenschappen van een “ontvanger”

alleen een AM detector:

- Jota Joti signaal zoeker;
- EMV zoeker;
- Tapir (Elektor);
- TinySA



Denk om privé terrein!

- Vraag om toestemming.
- Blijf vriendelijk en terughoudend.
- Niet direct iemand 'de schuld geven'.
- Vermeld dat je opzoek bent naar bekende storingen en misschien hebben de burens hier ook last van zoals: draadloze weerstations, DAB+, etc.



Met ontvanger: B.v. SDR, of portable met als antenne een 'grote' lus antenne niet te gevoelig.

- Kruis peilingen.
- Dip niet alleen op maximale maar ook eens op minimale sterkte.
- 80 meter, overdag uitvoeren.
- 10 meter, 's avonds uitvoeren.
- Geen last van propagatie stations 😊.



Vereniging voor
Experimenteel
Radio Onderzoek
in Nederland

En nu!

8 Peilen/opsporen van de bronnen, buiten





Nu komt het!!!!

Bij de RZAM is het eenvoudig, stekker er uit 😊.

Bij 'anderen' moet je voorzichtig aan de gang.

- Huishoudelijk
- Installatietechnisch.
- Schakel **zelf nooit** wat uit!
 - *Laat dit doen door de eigenaar.*



- Huishoudelijk:
 - SMPS;
 - PC voeding;
 - Lader telefoon;
 - LED lampje.

Als dit het geval is kan ook de RZAM financieel bij springen.
Soms voor een $< \text{€ } 100,00$ is het probleem 'uit de wereld'



- Installatie:
 - PV;
 - CAI;
 - Pompen.

Dat wordt overleg plegen met installateur en/of fabrikant.
Blijf beleefd en nodig de mensen uit en ga gezamenlijk een oplossing zoeken.



Los het op, samen met je burens.

RZAM zal dit soms ook zelf moeten vergoeden, tenslotte is hij de storende of gestoorde factor.

Setje PC speakers en ferrieten kunnen toch nog wel van het 'radio budget' af, toch?



Kijk ook eens naar de antenne constructie van de bewuste RZAM. 'End fed's' en andere baluns waar de verkeerde ferrietmateriaal is toegepast.

Mantelstroom spoelen ontbreken vaak en ook zijn antennes niet echt symmetrisch. Met alle gevolgen van dien.



Meer info te halen bij:

Academy of EMC: [Academy of EMC | Electromagnetic Compatibility](#)

RSGB: <https://rsgb.org/main/technical/emc/>

ARRL: <http://www.arrl.org/sounds-of-rfi>

WIKI: [https://www.sigidwiki.com/wiki/Signal Identification Guide](https://www.sigidwiki.com/wiki/Signal_Identification_Guide)

RASA: https://www.youtube.com/channel/UCQjfdKUalpN_7T8ZgrN0eJQ/videos

GURU: <https://qrm.guru/>

Video's: Youtube.com, zoek op Canco EMC experience

