

Bluetooth straling uit hoorapparaten, kan dat kwaad? Elektromagnetische velden gemeten en geanalyseerd.

Moderne hoorapparaten kunnen met de gebruiker communiceren via het Bluetooth protocol, wat de instelling van geluidsterkte en kwaliteit via een app mogelijk maakt. Wie last heeft van de straling kan het app-veld uitschakelen, maar niet dat van het hoorapparaat. Dat kan lastig zijn als je elektrogevoelig bent. Informatie over de straling is er niet, reden om aan eigen apparaten veldmetingen en – analyses te verrichten om de blootstelling aan de elektromagnetische velden (EMV) helder te krijgen. Het blijkt dat de velden bestaan uit zeer laagfrequente sterke pulsen en dat de gemeten veldsterkte ver uitgaat boven de richtlijnen van de Duitse SBM2015. Zorg t.a.v. gezondheidseffecten is op zijn plaats, maar de werkelijke impact op de dragers van hoortoestellen zou nader onderzocht moeten worden. Recente publicaties wijzen al op schadelijke biologische interacties met weefsel; daarvan enkele voorbeelden.

Het is algemeen bekend dat sommige mensen last krijgen van de elektromagnetische velden (EMV) uit alle elektronische apparatuur om hen heen, zoals zenders, zonnepanelen, warmtepompen, laadpalen enzovoort [1, 2, 3]. Bij blootstelling aan dergelijke velden ontwikkelen ze gezondheidsproblemen als chronische vermoeidheid, slaap- en concentratieproblemen, tinnitus, hoofdpijnen, huidklachten en andere. Dat verschijnsel heet elektrohypersensitiviteit (EHS) en komt voor onder ca. 2-5% van de mensen, hoewel er inmiddels veel hogere schattingen zijn – tot over 10% [4]. Bij het verwijderen van de bronnen van EMV verdwijnen de klachten. Het EHS probleem is relatief onbekend bij het publiek.

Bij de Stichting EHS komen klachten binnen over EHS effecten van hoorapparaten, reden om een open oproep te doen aan audiciens om aan te geven of er ook hoorapparaten zijn zonder bluetooth communicatie. De bluetooth straling dient voor de instelling van het apparaat met een appje; wie daarvan afziet zoekt liever een hoorapparaat zonder externe communicatiemogelijkheid, maar die zijn wat moeilijk te vinden.

Aan de orde nu is de vraag welke elektromagnetische velden (EMV) er feitelijk uit eigen apparaatjes komen en hoe sterk die zijn. De documentatie van de leveranciers is daar onduidelijks over. We hebben die velden daarom zelf gemeten en geanalyseerd en zijn geschrokken van de zeer hoge meetwaarden. Dit probleem is tot nu toe onbelicht gebleven.

Het hoorapparaat

Het betreft een duo-set hoorapparaten van het merk *AudioService*, type R Li T 7.8. Microfoon, versterker en communicatievoorzieningen zitten met hun regelapparatuur in de behuizing achter het oor, het versterkte signaal gaat via een dun elektrisch kabeltje boven langs het oor naar het micro-luidsprekertje in de gehoorgang van het oor. Het geluid kan door de drager draadloos worden geregeld qua volume en kwaliteit, via de bluetooth app op de mobiele telefoon. Het bluetooth signaal wordt stopgezet tijdens het opladen in de houder (figuur 1).

Volgens de leverancier is er ook een conversatie tussen linker en rechter apparaat voor de richtingbepaling van het geluid; dat contact verloopt via laagfrequente stroompjes door het hoofd die een zwak magnetisch wisselveld afgeven.



Figuur 1. Het oplaadstation van de hoorapparaten. De bluetooth straling wordt hier automatisch uitgeschakeld. Zolang de het oplaadproces actief is knipperen de groene ledjes onderaan.

Gebruikte meetapparatuur (figuren 2-5)

- **Esmog Spion (Endotronic)** – Een zeer gevoelige radio-ontvanger voor gepulste RF velden. Met de krachtige luidspreker worden gepulste velden hoorbaar gemaakt. D.m.v. ledjes wordt de veldsterkte aangegeven. De audio-uitgang maakt verdere veldanalyse mogelijk.
- **RF-Explorer (Seeed Studios)** – Het display toont grafisch de frequentieverdeling; Veldsterkte wordt uitgedrukt in dBm waarden.
- **HF59B meter (Gigahertz Solutions)** geeft veldsterkte in $\mu(\text{micro})\text{W}/\text{m}^2$. De AC uitgang maakt veldanalyse mogelijk.
- **ME3851A (Gigahertz Solutions)** meet extreem lage magnetische wisselvelden in n(nano)Tesla eenheden, in verschillende gevoeligheidsstappen. De AC uitgang maakt veldanalyse mogelijk.

Voor veldanalyses worden uitgangssignalen van de meters verwerkt met de oscilloscoopfuncties van **PicoScope vs.7** software op desktop PC.

EM veld karakteristieken



Figuur 2.
5G Esmog Spion
Voor RF velddetectie op het gehoor. Ledjes geven de veldsterkte aan. Met audio-uitgang



Figuur 3.
RF-Explorer
Voor RF spectrumanalyse tot 6,1 GHz. Veldsterkte in dBm. Voor schermdetail, zie figuur 7.



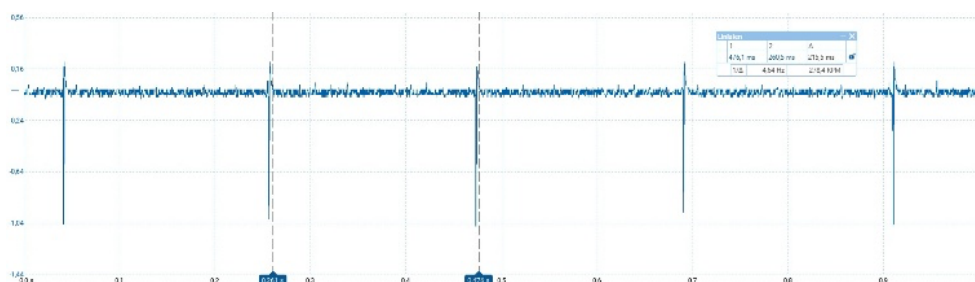
Figuur 4.
HF59B
Voor meting van RF velden tot 2,5 GHz met UBB27_G3 antenne. Met audio-uitgang



Figuur 5.
ME3851A
Voor meting van extreem lage (ELF) magnetische wisselvelden Met audio-uitgang
NB. Aanwijzing is inclusief 2,1 nT achtergrondveld

Pulspatroon

Door de audio-uitgang van de Esmog Spion te verbinden met de oscilloscoop (software PicoScope 7) komt de structuur van het pulspatroon in beeld (figuur 6). Het zijn korte scherpe pulsen met een eigen duur van ca. 0,6 msec en ze volgen elkaar regelmatig op met een tussentijd van 21,5 msec., dat is een frequentie van 4,64 Hz. Pulspatronen van beide hoorapparaten zijn vrijwel identiek.



Figuur 6. Serie van scherpe pulsen, afgeleid uit Esmog Spion en geanalyseerd met PicoScope. Pulsfrequentie 4,64 Hz.

Pulsen hoorbaar gemaakt

De volgende link verwijst naar een audiofile van twee pulserende hoorapparaten

https://www.hugoschooneveld.nl/audio/geluid_2_hoorapparaten.mp3

RF frequentieanalyse

Frequentieanalyse met de RF-Explorer in het meetvenster van 2350-2450 MHz toont een 2-toppige grafiek, met frequenties tussen 2390 en 2440 MHz. (figuur 7).

De specifieke veldintensiteit op ca. 5 cm afstand is -80,5 dBm, een waarde gebaseerd op RMS (root mean square) meting.



Figuur 7.

Frequentie-analyse van Bluetooth veld met RF-Explorer. Scanvenster 2350 – 2450 MHz. Dubbelpieken tussen 2390-2440 MHz.

Overzicht metingen van veldkarakteristieken

De uitgestraalde velden zijn gepulst en van het bluetooth-type; pulsen volgen elkaar op in de extreemlage frequentie van **4,64 Hz**

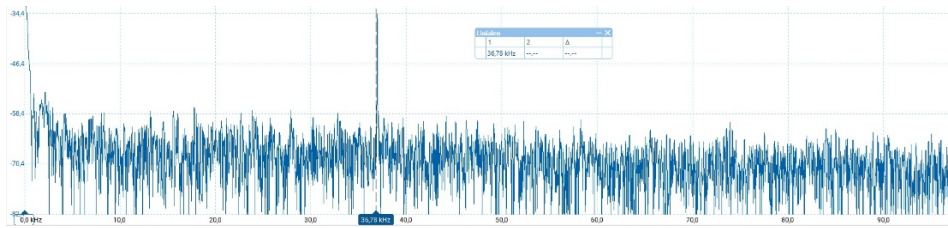
- Veldsterkte, op ca. 5 cm afstand globaal weergegeven op de Esmog Spion: **>11 m(micro)W/m²**
- Veldsterkte volgens de breedband meter HF59B: **16,09 mW/m²**.
- Veldsterkte van specifieke frequentiebanden volgens de RF-Explorer: **-80 dBm**

Toelichting: Beide meters 1 en 2 berekenen de veldsterkte op basis van pulshoogte, de voor EHS'ers relevante maatstaf. De RF-Explorer meet volgens de RMS methode ('root mean square), wat een gemiddelde is tussen de incidentele pulsen en de lange pauzes daar

tussenin van 0-veld. Dat levert bij gepulste velden altijd een laag getal op, eigenlijk een verhoudingsgetal dat niet te vergelijken met de metingen 1 en 2.

Veldanalyse van extreem laagfrequente (ELF) veld

Volgens de leverancier van de hoorapparaten zouden die ook zwakke laagfrequente magnetische wisselvelden (ELF) afgeven. Deze zouden door het hoofd lopen en te maken hebben met onderlinge afstemming op de geluidsrichting van linker en rechter apparaat. Met de gevoelige Gigahertz Solutions 3851A meter - in setting magnetische velden - meten we een zeer zwak veld van 1 à 2 nT, dat niettemin duidelijk boven de ruis uitkomt, met een frequentie van 36,7 kHz (figuur 8).



Figuur 8. Frequentie-analyse van laagfrequent magnetisch veld tussen beide hoorapparaten. Sinusoïdaal wisselveld piek op 36,7 kHz.

Is een waarschuwing voor EMV op zijn plaats?

Ja, wij maken ons zorgen over de consequenties voor de gezondheid van wie dagelijks verkeert in een omgeving van RF straling door 'gewone' gebruiksapparatuur als hoorapparaten! Het zou reden zijn eens een enquête op te zetten naar eventuele samenhang met tinnitus of andere negatieve hersenfuncties. Er verschijnen recentelijk wetenschappelijke publicaties die erop wijzen dat deze bluetooth straling niet zonder risico is. Twee voorbeelden.

In een enquête onder 96 geselecteerde gebruikers van bluetooth headsets werd onderzocht in hoeverre het gebruik van die headsets van invloed was op het optreden van knobbeltjes op de schildklier [5]. Er bleek een sterke correlatie tussen de intensiteit van gebruik en het optreden van de knobbeltjes, vooral bij oudere personen. Saillant detail is dat de stralingsintensiteit ter plekke laag zou zijn, 'slechts' 33 mW/m². Ter vergelijking: dat is 33 maal de hoogste alarmgraad volgens de SBM2015. Een waarde van 1 mW/m² wordt al als extreem gevaarlijk beschouwd voor een goede slaapkwaliteit. De ICNIRP richtlijnen [6] gaan voor gewone burgers formeel uit van een maximale RF veldbelasting van 10W/m². Die waarde geldt niet voor gepulste velden als bluetooth, maar precieze richtlijnen daaromtrent zijn er niet.

In een onderzoek van Zhang et al. [6] werd geconstateerd dat bluetooth straling van koptelefoon of smartphone hersenfuncties van de muis verstoren. Ze versterken namelijk de neurotoxische effecten van fijnstof (PM_{2,5}) uit de omgeving versterkt. Dat werd nagegaan door de concentratiestijging van magnetische fijnstofdeeltjes in de hersenen te volgen onder laboratoriumomstandigheden. Normaal gesproken komen fijnstofdeeltjes via de longen in de bloedbaan terecht en worden normaal gesproken uit de hersenen geweerd door de beschermende filterwerking van de endotheelcellen in de bloedvaten. Het is de 'bloed-hersenbarrière' (BBB) die lichaamsvreemde stoffen moet beletten in het neurale binnen te komen. Dat gaat normaliter goed, maar nu blijkt dat bluetooth golven die barrière beschadigen waardoor de concentratie van magnetiet partikels binnen de hersenen snel

oploopt. Dat leidt tot schade aan essentiële hersenfuncties, zoals coördinatie van gedrag. Het leervermogen van de dieren bleek ook sterk verminderd.

kortom, dragers van hoorapparaten die tinnitus – of andere- EHS symptomen rapporteren zouden zich van de risico's bewust moeten zijn. Maar ook mensen en kinderen die in de buurt komen van bluetooth velden van anderen zouden zeker afstand dienen te bewaren.

Discussie

De vraag is of het menselijke organisme daar last van heeft, of dat er gezondheidsklachten optreden door de inwerking van die pulsen/velden op weefsel in de omgeving van het oor, zoals huid. Weliswaar is de formele blootstellingslimiet volgens gangbare technische normen (ICNIRP) heel veel hoger gesteld, nl. 10 W/m² en zou er eigenlijk niets aan de hand moeten zijn. Maar we hebben hier te doen met gepulste velden die naar algemeen wetenschappelijk inzicht veel schadelijker zijn op fysiologische processen dan RF golven met een normaal sinusoidaal karakter. Dat ze EHS klachten kunnen genereren lijkt zeer waarschijnlijk.

Wij gaan overigens uit van de limieten die opgesteld zijn op basis van gezondheidsrapporten van EHS lijdende en die zijn samengevat in de veelgebruikte SBM2015 aanbevelingen, (Standard Baubiologische Messmethoden) [7]. Voor slaapvertrekken wordt aanbevolen de RF veldsterkten beneden 10 µ(micro)W/m² na te streven. Rond hoorapparaten wordt die waarde met een factor 1600 keer overschreden. Geen wonder dus dat men daar tinnitus van kan oplopen, en wellicht erger.

Het magnetische veld tussen beide hoorapparaten is blijkbaar zwak, komt nauwelijks boven de ruis uit en zal weinig gezondheidsproblemen opleveren. Het is niet verder onderzocht of daar eventueel modulaties zijn die te maken hebben met de reacties op geluidrichtingen, of andere aanpassingen van de gehoorfunctie.

Referenties

1. **Schooneveld H. 2014.** *Elektrostress Handboek – Leren omgaan met ziekmakende elektromagnetische velden.* https://www.hugoschooneveld.nl/inhoud/elektrostress_handboek.php
2. **Kennisplatform elektromagnetische velden en gezondheid.** <https://tinyurl.com/35kbky2u>
<https://www.kennisplatform.nl/elektrogevoeligheid/>
3. **Panagopoulos D.J. et al. 2025** – *A comprehensive mechanism of biological and health effects of anthropogenic extremely low frequency and wireless communication electromagnetic fields.* <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2025.1585441/full>
4. **McCredde J.E. et al. 2026** – *Wireless sensitivity and co-morbidities: A prevalence study in Australia, Canada and the United States.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S3050475926002745>
5. **Zhou N et al. 2024** - *Epidemiological exploration of the impact of bluetooth headset usage on thyroid nodules using Shapley additive explanations method.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38906901/>
6. **Zhang W. et al. 2026** - *Brain Accumulation of Airborne Magnetite Nanoparticles under Earphone/Smartphone-Embedded Magnetic Fields Triggers Neurotoxicity.* <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.5c22066>
7. **Standard Baubiologische messmethoden – SBM-2015.** Baubiologie Maes/Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit IBN. <https://buildingbiology.com/building-biology-standard/>

Hugo Schooneveld, 31-5-2026

Blog 69