

## Näkökulmia sähkömagneettisille kentille altistumisen tutkimuksista Pohjoismaista aina Afrikan eteläosiin saakka



**Tilannekatsaus: 1/2023 – julkaistu 4. heinäkuuta 2023**

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Asuinalueen köyhyyden ja sisätilojen kemikaalipitoisuuksien vaikutus lapsuusiän leukemian alueelliseen riskiin

03: Analyysi suurjännitteisten voimajohtojen lähellä pientaajuisille magneetikentille altistumisen vaikutuksesta slovenialaisten lasten ja nuorten mahdollisesti kohonneeseen syöpäriskiin

04: Tilastollinen meta-analyysi pientaajuisen sähkömagneettisen säteilyn vaikutuksista raskauteen

05: Miten eri oireiden yhteisesiintyminen näkyy aikuisväestön ympäristöherkkyyksien oireissa Ruotsissa ja Suomessa?

06: Sähköautojen ja uuden sukupolven elektronisten laitteiden aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien vaikutus sydämeen implantoitaviin elektronisiin laitteisiin

07: Sähkömagneettinen saaste Malawissa: sähkö- ja magneetikenttien mittausta eteläisessä Afrikassa

08: Tutkimus altistumisesta 868 MHz:n taajuudella toimivien etäluettavien mittareiden aiheuttamille suurtaajuisille sähkömagneettisille kentille

09: Kartoitus sähkömagneettisten kenttien vaikutuksesta hermostoa rappeuttavien sairauksien riskiin

---

Nro 01

### **Pääkirjoitus**

Osallistuin kesäkuussa BioEM2023-konferenssiin 18.–23.6. Oxfordissa Isossa-Britanniassa. Tilaisuudessa käsiteltiin sähkömagneettisten kenttien vaikutuksia monesta näkökulmasta. Itselleni oli vähän yllätys se, miten paljon myös kauneudenhoitoalalla käytetään laitteita, joiden toimintaan liittyvät sähkömagneettiset kentät. Mielenkiintoisia olivat myös muiden muassa sydämentahdistimiin liittyvät tutkimukset. Tilaisuudesta löytyy tarkemmin tietoa järjestäjien [www-sivuilta](#). BioEM:n [www-sivulta](#) löysin tiedon, että BioEM2024 pidetään 16.–21.6.2024, paikkana Kreetta Kreikassa.

Aikaisemmissa tilannekatsauksissa olen kertonut, että Euroopan komissio on pyytänyt riippumattomalta tieteelliseltä komitealta SCHEER (Scientific Committee on Health,



Environmental and Emerging Risks) sähkömagneettisten kenttien turvallisuudesta kahta tieteellistä kantaa (Opinion I ja II). SCHEER:n www-sivulta huomasin, että WG Electromagnetic fields (EMF) II -ryhmä on järjestänyt 26.5.2023 kokouksen, jossa työskenneltiin luonnostekstin kanssa.

Löysin tähän uuteen tilannekatsaukseen mielestäni taas mielenkiintoisia tieteellisiä artikkeleja. Tilannekatsauksen alussa käsitellään lapsuusiän leukemiaa ja syöpäriskiä. Lapsuusiän leukemiaa käsitellään tällä kertaa asuinalueen köyhyyden ja sisätilojen kemikaalipitoisuuksien näkökulmasta.

Tilannekatsauksessa on tällä kertaa mukaan myös artikkeleja, joissa on käsitelty muitakin kuin pienitaajuisia sähkö- ja magneettikenttiä. Esimerkiksi tutkijat ovat selvittäneet sähköautojen, älypuhelimien ja älykellojen aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien vaikutuksia sydämeen implantoitaviin elektroniisiin laitteisiin. Ajattelin, että aihe kiinnostaa yleisesti, koska nykyään käytetään niin paljon edellä mainittuja laitteita. Mukana on myös artikkeli etäluettavien sähkömittarien kentistä.

Työntekijöiden asioita käsitellään tälläkin kertaa tilannekatsauksen loppupuolella. Viimeiseksi olen valinnut artikkelin aiheesta, mitä avoimia kysymyksiä liittyy hermostoa rappeuttavien sairauksien riskiin.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen, professori  
Tilannekatsauksen päätoimittaja

Korpinen työskentelee erikoistuvana lääkärinä Pohjois-Karjalan hyvinvointialueella ja on myös Tampereen yliopistossa dosenttina.

---



Nro 02

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät sitä, onko asuinalueen köyhyydellä ja sisätilojen kemikaalipitoisuudella yhteyttä lapsuusiän leukemiarisktiin. He käyttivät aineistona vuosina 1999–2006 Pohjois- ja Keski-Kaliforniassa diagnosoituja lapsuusiän leukemiatapauksia. Tutkijat havaitsivat merkittävän alueellisen riskin kahdessa piirikunnassa, kun huomioitiin köyhyysindeksi ja yksilölliset muuttajat. Heidän mukaansa mahdolliset valintaharhat ja useista lähteistä peräisin olevien eri altistumisten ja muuttajien huomioiminen eri tasoilla ovat tärkeitä selityksiä havaitulle riskille.

## ***Asuinalueen köyhyden ja sisätilojen kemikaalipitoisuuksien vaikutus lapsuusiän leukemian alueelliseen riskiin***

Leukemia on yleisin lapsuusiän syöpä teollistuneissa maissa. Sen esiintyvyyden kasvu Yhdysvalloissa viittaa tutkimusryhmän mukaan siihen, että ympäristöaltistuksella on merkitystä sen synnyssä. Myös asuinalueen sosioekonomisen aseman on todettu liittyvän moniin sairauksiin, kuten lapsuusiän leukemiaan.

Tässä tutkimuksessa tutkijat käyttivät Bayes-mallinnusta arvioidakseen asuinalueen köyhyysindeksiä ja sen yhteyttä lapsuusiän leukemiaan. Tutkimusaineistona heidän populaatiopohjaisessa tapaus-verrokkitutkimuksessaan olivat vuosina 1999–2006 Pohjois- ja Keski-Kaliforniassa diagnosoidut lapsuusiän leukemiatapaukset. Tutkimuksessa mitattiin useita kemikaaleja suoraan sisätilasta. Mukana oli 277 tapautta ja 306 verrokkia, jotka kaikki olivat yli 8-vuotiaita.

Bayes-mallinnuksessa tutkijat ottivat huomioon alueelliset satunnaisvaikutukset tunnistaakseen alueet, joilla asuinalueen köyhyys tai yksilölliset muuttajat eivät selittäneet merkittävästi kohonnutta leukemiariskiä. He pohtivat, voisivatko sisätilan kemikaaliryhmät tällöin tarjota selityksen kohonneen alueellisen riskin alueille. Koska kaikki kelpuutetut tapaukset ja verrokkit eivät osallistuneet tutkimukseen, tutkijat suorittivat simulaatiotutkimuksen, johon he lisäsivät osallistumattomia. Näin he pystyivät määrittämään mahdollisten valintaharjojen merkitystä arvioidessaan asuinalueen köyhyysindeksin vaikutuksia ja alueellista riskiä.

Tutkijat havaitsivat lapsuusiän leukemian merkittävän alueellisen riskin kahdessa piirikunnassa, kun huomioitiin köyhyysindeksi ja yksilölliset muuttajat. Kohonneen riskin alueen selitti kuitenkin osittain valintaharha simulaatiotutkimuksissa, joihin sisältyi enemmän verrokkeja alemman sosioekonomisen aseman alueilta. Kohonnut riski selittyi ilman valintaharhaakin, kun huomioitiin sisällä mitatut kemikaalit: hyönteis- ja kasvimyrykyillä oli suuremmat vaikutukset riskialueella kuin yleisesti.

Tutkijoiden mielestä useista lähteistä peräisin olevien eri altistumisten ja muuttajien huomioiminen eri tasoilla ja mahdolliset valintaharhat ovat tärkeitä selityksiä havaituille kohonneen alueellisen riskin alueille.

Lähde:

Wheeler D C, Boyle J, Carli M, Ward M H, Metayer C. Neighborhood deprivation, indoor chemical concentrations, and spatial risk for childhood leukemia. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, 20, 3582.

Hakusanat:

lapsuusiän leukemia, asuinalueen köyhyys, Bayes-mallinnus, valintaharhat



Nro 03

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät syöpäriskiä suurjännitteisten voimajohtojen lähellä hyödyntäen Slovenian syöpärekisterin tietoja 0–19-vuotiaista leukemiapotilaista, 0–29-vuotiaista aivokasvainpotilaista ja 0–14-vuotiaista muista syöpäpotilaista 12 vuoden ajalta vuosina 2005–2016. Tutkimusryhmän tekemien laskelmien mukaan vain 0,5 % alle 19-vuotiaista lapsista ja nuorista Sloveniassa eli sellaisten suurjännitteisten voimajohtojen läheisyydessä, joissa kenttä on yli 0,1  $\mu$ T. Voimakkaampien kenttien alueella elävien lasten ja nuorten syöpäriskin ei todettu olevan merkittävästi korkeampi kuin muiden.

## ***Analyysi suurjännitteisten voimajohtojen lähellä pientaajuisille magneettikentille altistumisen vaikutuksesta slovenialaisten lasten ja nuorten mahdollisesti kohonneeseen syöpäriskiin***

Aikaisemmissa tutkimuksissa on osoitettu, että päivittäinen keskimääräinen altistuminen yli 0,3–0,4  $\mu$ T:n pientaajuisille magneettikentille lisää mahdollisesti lapsuusiän leukemian riskiä. Tässä tutkimuksessa haluttiin määrittää suurjännitteisten voimajohtojen aiheuttamat pientaajuiset magneettikentät Sloveniassa.

Jotta voitiin laskea suurjännitteisiä voimajohtoja ympäröivien pientaajuisten magneettikenttien voimakkuudet koko Sloveniassa, tutkimusryhmä kehitti uuden, maaston tarkat korkeustiedot huomioivan kolmiulotteisen menetelmän. Näin saatiin laskettua pientaajuisten magneettikenttien pitkäaikainen keskimääräinen voimakkuus. Menetelmään tarvittavat tekniset tiedot tutkimusryhmä keräsi kansalliselta verkkoyhtiöltä ja viideltä jakeluyhtiöltä.

Syöpäriskin tutkimusryhmä arvioi maantieteellisesti rajatulla retrospektiivisellä epidemiologisella tutkimuksella. Siihen se sai väestörekisteristä tiedot Slovenian lapsista ja nuorista ja heidän osoitteistaan ja Slovenian syöpärekisteristä tiedot 0–19-vuotiaista leukemiapotilaista, 0–29-vuotiaista aivokasvainpotilaista ja 0–14-vuotiaista muista syöpäpotilaista 12 vuoden ajalta vuosina 2005–2016.

Tutkimusryhmän suorittamien laajamittaisten laskelmien mukaan vain 0,5 % alle 19-vuotiaista lapsista ja nuorista Sloveniassa eli sellaisten suurjännitteisten voimajohtojen läheisyydessä, joiden pientaajuisten magneettikenttien voimakkuus on yli 0,1  $\mu$ T. Voimakkaampien kenttien alueella elävien lasten ja nuorten syöpäriski ei tutkimusryhmän mukaan eronnut merkittävästi ikätovereistaan.

Tutkimusryhmän mukaan heidän kehittämällään uudella menetelmällä pystytään laskemaan suhteellisen nopeasti sähköjakeluverkon sattumanvaraisten kuormien pientaajuisten magneettikenttien arvot, koska jokaisen sattumanvaraisen kuorman lähteen arvo lasketaan skaalaamalla nimelliskuorman arvo. Tämän ansiosta myös sähköjakeluverkon laskennallisia arvoja voidaan säätää huomattavasti nopeammin.

Lähde:

Zagar T, Valic B, Kotnik T, Korat S, Tomsic S, Zadnik V, Gajsek P. Estimating exposure to extremely low frequency magnetic fields near high-voltage power lines and assessment of possible increased cancer risk among Slovenian children and adolescents. *Radiology and Oncology* 2023, 57(1), 59–69.

Hakusanat:

altistuksen arviointi, lapsuusiän syöpä, pientaajuiset magneettikentät, mallintaminen, syöpä, suurjännitteiset voimajohtot



Nro 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat tekivät meta-analyysin siitä, onko sähkömagneettisille kentille altistumisella vaikutusta raskauteen. He valikoivat seitsemän kohorttitutkimusta, joihin osallistuneet olivat olleet raskaana olevia naisia ja vastasyntyneitä. Osallistujat joko olivat tai eivät olleet asuneet lähellä voimajohtoja. Tutkijoiden mukaan magneettikentille altistumisen ja keskenmenojen, kohtukuolemien, vastasyntyneiden syntymävikojen ja ennenaikaisten synnytysten välillä ei ollut yhteyttä. Kirjoittajien mukaan vaikutukset lapsen raskausviikkoihin nähdessä pieneen kokoon ja alhaisempaan syntymäpainoon ovat edelleen epäselviä.

## ***Tilastollinen meta-analyysi pientaajuisten sähkömagneettisen säteilyn vaikutuksista raskauteen***

Huoli altistumisesta pientaajuiselle sähkömagneettiselle säteilylle ja sen vaikutuksista terveyteen on tutkimusryhmän mukaan kasvanut. Aiemmat tutkimukset pientaajuisten sähkömagneettisen säteilyn vaikutuksista raskauteen eivät olleet vakuuttaneet tutkimusryhmää, joten heidän tavoitteenaan tässä tutkimuksessa oli arvioida sitä meta-analyysin avulla.

Tutkimusryhmä etsi 10.3.2021 mennessä julkaistuja tutkimuksia sähkömagneettisen säteilyn vaikutuksista raskauteen tietokannoista PubMed, Web of Science, Cochrane Library, Embase ja EBSCO. Tietojen keräämisestä ja valikoinnista vastasi tutkimusryhmän kaksi tutkijaa itsenäisesti. Lopulliseen analyysiin he valikoivat kaikkiaan seitsemän kohorttitutkimusta. Niihin osallistuneet olivat olleet raskaana olevia naisia ja vastasyntyneitä, jotka asuivat tai eivät asuneet lähellä voimajohtoja ympäröiviä pientaajuisia sähkömagneettisia kenttiä. Yhteistä heille oli, että he olivat olleet raskauden aikana pientaajuiselle sähkömagneettiselle säteilylle jatkuvasti altistuneita.

Ennalta määritettyjen kriteerien perusteella valituista tutkimuksista suoritettiin meta-analyysi ohjelmistolla Review Manager 5.3. Tutkimusryhmä havaitsi, että keskenmenojen, kohtukuolemien, syntymävikojen tai ennenaikaisten synnytysten riski sähkömagneettisten kenttien lähellä asuvilla raskaana olevilla naisilla ei ollut merkittävästi kohonnut suhteessa verrokkeihin.

Tutkimusryhmän suorittaman analyysin tulosten perusteella äidin raskaudenaikaisen pientaajuisille magneettikentille altistumisella ei ollut yhteyttä keskenmenoihin, kohtukuolemiin, vastasyntyneiden syntymävikoihin ja ennenaikaisiin synnytyksiin. Vaikutukset lapsen raskausviikkoihin nähdessä pieneen kokoon ja alhaisempaan syntymäpainoon jäivät tutkimusryhmän mielestä kuitenkin edelleen epäselviksi. Heidän johtopäätöksensä olikin, että tulosten vahvistukseksi tarvitaan vielä jatkotutkimuksia laadukkailla suurilla tutkimusjoukoilla ja eri alueilla.

Lähde:

Zhou F, Ma C, Li Y, Zhang M, Liu W. The effect of extremely low-frequency electromagnetic radiation on pregnancy outcome: a meta-analysis. *Annals of Clinical Case Reports* 2022, 7, 2326.

Hakusanat:

pientaajuinen sähkömagneettinen säteily, raskaustulos, meta-analyysi

---



Nro 05

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät sitä, minkälaisia oireita esiintyy erilaisissa ympäristöherkkyyksissä. Artikkelissa käsitellään muiden muassa kemikaaleihin, rakennuksiin, sähkömagneettisiin kenttiin ja ääniin liittyvää ympäristöherkkyyttä. Tutkijoiden mukaan kaikissa neljässä ympäristöherkkyydessä on hyvin erilaisia oireita.

## ***Miten eri oireiden yhteisesiintyminen näkyy aikuisväestön ympäristöherkkyyksien oireissa Ruotsissa ja Suomessa?***

Sairauksien ja erilaisten terveysoireiden yhteisesiintyminen on tutkimusryhmän mukaan yleistä ympäristöherkkyydessä, jolloin itse herkkyyteen liittyviä oireita ei aina täysin ymmärretä. Heillä oli tässä tutkimuksessa kolme tavoitetta: tutkia 1) erilaisia oireita kemiakaaleihin, rakennuksiin, sähkömagneettisiin kenttiin ja ääneen liittyvissä ympäristöherkkyyksissä, 2) eri elinjärjestelmien oireita tietyissä ympäristöherkkyyksissä ja 3) tietyissä ympäristöherkkyyksissä kohonnutta riskiä sellaisiin elinjärjestelmien oireisiin, joita ei voida liittää toiminnallisiin somaattisiin oireyhtymiin, tulehduksellisiin suolistosairauksiin tai mielenterveyshäiriöihin.

Poikittaistutkimuksen tutkimusjoukon koko oli 4 941, ja tutkimusryhmä sai sen kahdesta yhdistetystä populaatiopohjaisesta ympäristöterveystutkimuksesta, jotka oli tehty Västerbottenin läänissä Ruotsissa ja Pohjanmaalla Suomessa. Ympäristöherkkyyden tapausten ja verrokkien luokittelu perustui itsearviointiin. Tutkijat analysoivat oireita ympäristöyliherkkyyden oireluettelon perusteella ja jaottelivat 27 oiretta perusterveydenhuollon kansainvälisen luokituksen mukaisesti kahdeksaan elinjärjestelmäkohtaiseen luokkaan.

Tutkimusryhmän mukaan tulokset osoittivat, että kaikkia analysoituja oireita esiintyi neljän ympäristöherkkyyden yhteydessä huomattavasti enemmän kuin verrokeilla. Vaikka eri ympäristöherkkyyksissä esiintyi laajasti samanlaisia oireita, kemikaaleihin ja rakennuksiin liittyvissä herkkyyksissä tyypillisiä olivat silmä- ja hengitysoireet. Sähkömagneettisiin kenttiin liittyvässä herkkyydessä puolestaan esiintyi iho-oireita. Ääniherkkyydessä tyypillisiä olivat yleiset ja määrittämättömät oireet sekä ruuansulatukseen, silmiin, sydämeen ja verisuonistoon liittyvät oireet ja neurologiset ja psykologiset oireet. Kun huomioitiin yhteisesiintyminen, kemikaaliherkkyyteen liitettiin kaikkien elinjärjestelmien oireita. Ääniherkkyyteen puolestaan liitettiin vähemmän oireita, ja pelkästään rakennuksiin liittyvään herkkyyteen vain yksi. Yhdenkään oireen ei havaittu liittyvän pelkästään sähkömagneettisiin kenttiin liittyvään herkkyyteen.

Tutkijat tulivat siihen johtopäätökseen, että kaikissa neljässä ympäristöherkkyydessä on monenlaisia oireita, mikä viittaisi yhteisiin mekanismeihin. Tiettyjen elinjärjestelmien oireita esiintyy heidän mukaansa kuitenkin todennäköisemmin tietyissä ympäristöherkkyyksissä, mitä yhteisesiintyminen ei selitä.

Lähde:

Nordin S, Köteles F, Witthöft M, Van den Bergh O, Nyback M-H, Sainio M. Impact of comorbidity on symptomatology in various types of environmental intolerance in a general Swedish and Finnish adult population. Environmental Research. Viitattu 18.4.2023, 115945

Hakusanat:

ympäristöherkkyys, yhteisesiintyminen, poikittaistutkimus, oireet



Nro 06

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät sähköautojen, älypuhelimien ja älykellojen aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien vaikutuksia sydämeen implantoitaviin elektronisiin laitteisiin, esim. sydämentahdistimiin. Sähköautojen sisällä kentät ovat varsin pieniä. Uudet älypuhelinmallit, joissa on sisäänrakennettu magneetti, voivat tukijoiden mukaan saada sydämeen implantoitavaan elektroniseen laitteeseen aikaiseksi magneettimoodin (magnet mode), jos puhelin asetetaan suoraan laitteen päälle tai 0–1 cm:n etäisyydelle siitä. Tätä ei tapahdu, jos puhelinta käytetään kauempana.

## **Sähköautojen ja uuden sukupolven elektronisten laitteiden aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien vaikutus sydämeen implantoitaviin elektronisiin laitteisiin**

Sydämeen implantoitavien elektronisten laitteiden altistuminen sähkömagneettisille kentille lisääntyy tutkimusryhmän mukaan vääjäämättä. Tässä artikkelissa he tarkastelivat sähkömagneettisten häiriöiden mekanismeja ja tämänhetkisiä todisteita sähköautojen, älypuhelimien ja älykellojen aiheuttamien sähkömagneettisten kenttien vaikutuksesta sydämeen implantoitaviin elektronisiin laitteisiin.

Tutkimusryhmä totesi, että sydämeen implantoitavien elektronisten laitteiden yksinapaiset johdot ovat herkempiä sähkömagneettiselle häirinnälle kuin kaksinapaiset johdot, jotka on suojattu tiheydeltään korkeintaan 300  $\mu$ T:n magneettikentiltä. Sähköautot (myös hybridit) ovat puolestaan tunnettu sähkömagneettisten kenttien lähde, mutta kenttien tasot ovat alhaisia, paitsi jännitteen ollessa korkeimmillaan eli käynnistyksen, vaihtenvaihdon ja latauksen aikana.

Tarkastelemiensa aiempien tutkimusten perusteella tutkimusryhmä päätyi siihen lopputulokseen, että sydämeen implantoitavien laitteiden käyttäjät voivat turvallisesti käyttää sähkö-/hybridiautoja sekä älypuhelimia ja -kelloja, vaikkakin tulokset saattavat päteä vain tutkimuksissa tarkasteltuihin tuotemerkkeihin. Heidän mukaansa magneettikenttä on auton sisällä yleensä tasoltaan alhainen. Auton ympärillä havaittuja melko suuria magneettikentän voimakkuuksia tutkimusryhmä ei pitänyt kliinisesti kovin merkittävänä, sillä niitä muodostuu vain auton liikkeessä, jolloin lähellä olevat jalankulkijat altistuvat niille hyvin lyhyen aikaa. Sähköautojen latauksessa muodostuu suurempia magneettikentän voimakkuuksia, mutta nekään eivät ylitä kaksinapaisilla johdoilla varustettujen laitteiden sähkömagneettisten häiriöiden kynnsarvoa.

Tutkimusryhmän mukaan älypuhelimet ja -kellot, joissa ei ole langatonta lataamista nopeuttavaa magneettia, tuottavat hyvin alhaisia magneettikentän voimakkuuksia jopa asetettuna rinnan sydämeen implantoitavan elektronisen laitteen kanssa. Niiden aiheuttama sähkömagneettisten häiriöiden riski on siis varsin vähäinen. Uudet älypuhelinmallit, joissa on sisäänrakennettu magneetti, voivat kuitenkin saada sydämeen implantoitavan laitteen magneettitilaan, jos puhelin asetetaan suoraan laitteen päälle tai 0–1 cm:n etäisyydelle siitä. Näin ei kuitenkaan käy, jos puhelinta käytetään kauempana.

Lähde: Kewcharoen J, Shah K, Bhardwaj R, Contractor T, Turagam M K, Mandapati R, Lakkireddy D, Garg J. Electromagnetic field-induced interactions among electric vehicles, new-generation electronic devices, and cardiovascular implantable electronic devices. *JACC: Clinical Electrophysiology* 2023; 9 (2): 255–265.

Hakusanat: sähköautot, älykellot, älypuhelimet, sydämeen implantoitavat elektroniset laitteet, sähkömagneettiset kentät, sähkömagneettiset häiriöt



Nro 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat tekivät sähkömagneettisten kenttien mittauksia Malawissa selvittääkseen kentille altistumista. Yhteensä tehtiin 60 lyhyttä mittausta eri paikoissa. Mukana oli esim. koulujen, sairaaloiden, kotien ja teollisuuden paikkoja. Suurin magneettikenttä oli 7,3  $\mu$ T.

## **Sähkömagneettinen saaste Malawissa: sähkö- ja magneettikenttien mittausta eteläisessä Afrikassa**

Teknologian lisääntymisen myötä sähkömagneettisille kentille altistuminen kasvaa entisestään myös Afrikassa. Malawissa ei ole tutkimusryhmän mukaan tutkittua tietoa sähkö- ja magneettikentille altistumisen tasoista tai omaa kansallista ohjeistusta niistä. Niinpä he päättivät mitata sähkö- ja magneettikenttiä Malawin Blantyreessä vuosina 2020–2021.

Tutkimusryhmä suoritti lyhyen aikavälin analyysiä varten 60 lyhytkestoista mittausta 30 eri paikassa. He mittasivat koulujen alueilta, sairaaloista, teollisuusalueilta, toreilta, asuinalueilta ja Blantyren liike- ja kauppakeskuksesta ja valitsivat jokaiselta alueelta aina viisi suuren väestötiheyden näytteenottopistettä. Sähkö- ja magneettikenttiä mitattiin klo 10:00–12:00 ja 17:00–19:00.

Suurin mitattu sähkökentän voimakkuus oli 249,24 mV/m klo 10:00–12:00 ja 207,85 mV/m klo 17:00–19:00. Suurin mitattu magneettivuon tiheys oli 0,073 G (7,3  $\mu$ T) klo 10:00–12:00 ja 0,057 G (5,7  $\mu$ T) klo 17:00–19:00. Näitä arvoja tutkijat vertasivat kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICNIRP:n, maailman terveysjärjestön WHO:n ja IEEE:n (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ohjeisiin.

Tulokset osoittivat, että suurimmat mitatut sähkö- ja magneettikentän voimakkuudet alittivat ionisoimattomalle säteilylle asetetut väestöaltistuksen ja työperäisen altistuksen arvot.

Tutkimusryhmän mukaan tutkimuksen tärkein anti oli se, että nämä taustamittaukset muodostavat lähtötason, johon tulevaisuuden muutoksia voidaan verrata väestön turvallisuuden takaamiseksi. Lisäksi he pitivät tarpeellisena jatkotutkimuksia, joissa tehtäisiin pitkäkestoisia mittauksia eri taajuusalueilta.

Lähde:

Thulu F G D, Tembo D, Nyirongo R, Mzaza P J C, Kamfosi A, Mawenda U C. Electromagnetic frequency pollution in Malawi: a case of electric field and magnetic flux density pollution in Southern Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2023, 20, 4413.

Hakusanat:

sähkökentän voimakkuus, sähkömagneettiset mittaukset, sähkömagneettinen saaste, magneettivuon tiheys, ympäristö, terveysvaikutukset





Nro 08

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat tutkivat etäluettavien sähkömittarien aiheuttamia sähkömagneettikenttiä. Tutkittujen mittarien kenttien taajuus oli 868 MHz. Tutkijoiden mukaan kentät olivat alle 0,0024 % ICNIRP:n vuonna 1998 antamasta väestöaltistustason ohjearvosuosituksesta.

## ***Tutkimus altistumisesta 868 MHz:n taajuudella toimivien etäluettavien mittareiden aiheuttamille suurtaajuisille sähkömagneettisille kentille***

Tässä artikkelissa käsiteltiin isobritannialaista hanketta, jossa kuluttajien käyttöön tarjottiin etäluettavia mittareita sähkön ja kaasun kulutuslukemien ilmoittamiseksi jakeluyhtiöille WAN-alueverkon (Wide Area Network) välityksellä. Nämä etäluettavat mittarit näyttävät myös kotitalouksille reaaliaikaista tietoa kulutuksesta ja hyödyntävät sähkö- ja kaasumittarin ja IHD-kotinäytön (In Home Display) välisessä viestinnässä HAN-kotiverkkoa (Home Area Network).

Tutkimusryhmän mukaan Isossa-Britanniassa käytetään HAN-tiedonsiirrossa Zigbee-tiedonsiirtoprotokollaa, joka hyödyntää pienitehoisia suurtaajuisia sähkömagneettisia kenttiä. Etäluettavien mittareiden HAN-tiedonsiirto tapahtuu 70 prosentissa Iso-Britannian toimipaikoista 2,4 GHz:n taajuudella, mutta noin 25 prosentissa toimitiloista turvaudutaan vaihtoehtoiseen 868 MHz:n taajuudella toimivaan HAN-ratkaisuun. Näin joudutaan tekemään silloin, kun 2,4 GHz:n ratkaisussa on ongelmia signaalitien häviön tai vaimennuksen kanssa.

Tässä analyysissä tutkimusryhmä laajensi 2,4 GHz:n taajuudella toimiville etäluettaville mittareille jo suorittamiaan laboratoriomittauksia 868 MHz:n taajuudella toimiviin mittareihin, jotta he saisivat kvantitatiivista tietoa altistustasoista. He mittasivat laboratorio-olosuhteissa kuuden eri valmistajan etäluettavista mittareista välittyvän sähkömagneettisen kentän tehottiheyden eli tehon per pinta-alayksikkö ja toimintakertoimen eli laitteen lähetysajan.

Suurin keskimääräinen altistusarvo 6 minuutin mittausajalta oli  $0,1 \text{ mWm}^{-2}$ , joka on tutkimusryhmän mukaan alle 0,0024 % ICNIRP:n vuonna 1998 antamasta väestöaltistustason ohjearvosuosituksesta. Heidän mittaamansa laitteiden toimintakertoimet olivat alle 2,8 %. Tämä tutkimus osoitti, että 868 MHz:n taajuudella toimivien Zigbee- etäluettavien mittareiden 0,6 metrin etäisyydellä aiheuttama altistus oli yleisesti ottaen alhaisempi tai samalla tasolla kuin 2,4 GHz:n taajuudella toimivien etäluettavien mittarilaitteiden.

Lähde:

Addison D, Calderon C, Peyman A. Evaluation of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from smart utility meters operating at 868 MHz. *Bioelectromagnetics* 2023. 44: 71–76.

Hakusanat:

suurtaajuiset sähkömagneettiset kentät, väestöaltistus, etäluettava sähkömittari, Zigbee

---



Nro 9

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät avoimia kysymyksiä liittyen siihen, onko sähkömagneettisilla kentillä vaikutuksia hermostoa rappeuttaviin sairauksiin, esim. Alzheimerin tautiin, Parkinsonin tautiin, ALS- ja MS -tautiin.

## ***Kartoitus sähkömagneettisten kenttien vaikutuksesta hermostoa rappeuttavien sairauksien riskiin***

Sähkömagneettisten kenttien lähteiden määrä kasvaa jatkuvasti, ja tutkimusryhmän mukaan eri ammattiryhmät ovat kiinnostuneita siitä, miten sähkömagneettiset kentät ja erityisesti voimakas niille altistuminen vaikuttavat ihmisen terveyteen. Aihetta käsitteleviä tutkimuksia on lukuisia, ja sähkömagneettisista kentistä on löydetty hyötyjäkin. Yhä enemmän julkaisuja ilmestyy kuitenkin niiden kielteisistä vaikutuksista terveyteen.

Tässä tutkimuksessa tutkijat halusivat kartoittaa julkaistuja tutkimuksia siitä, miten sähkömagneettiset kentät mahdollisesti vaikuttavat hermostoa rappeuttavien tautien, kuten Alzheimerin ja Parkinsonin taudin sekä ALS- ja MS-taudin, esiintyvyyteen. Julkaisujen perusteella he havaitsivat sähkömagneettisella altistuksella olevan sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia ihmisen terveyteen, jolloin järkevien ja selkeiden johtopäätösten vetäminen on vaikeaa.

Analysoidessaan WHO:n kuolleisuustilastojen epidemiologisia tietoja tutkijat havaitsivat, että kuolleisuus neurologisiin sairauksiin on 15 vuoden aikana lisääntynyt huomattavasti verrattuna kehittyneiden maiden kokonaisväestönkasvuun.

Tutkimuksessa keskityttiin niin ikään tähän mennessä julkaistujen tutkimusten puutteisiin ja ongelmiin, jotka vaikeuttavat yksiselitteisten johtopäätösten tekemistä. Suurimpina ongelmina tutkimusryhmä koki tutkimuksissa käytetyt menetelmät, puutteelliset tiedot sähkömagneettisten kenttien vaikutusmekanismeista ja muut hermostoa rappeuttaviin sairauksiin vaikuttavat tekijät.

Tutkijat olivat sitä mieltä, että sähkömagneettisen altistuksen vaikutus hermostoa rappeuttavien sairauksien esiintyvyyteen on yhä auki. Heidän mukaansa tarvitaan lisää perusteellista tutkimusta, jotta voidaan analysoida sähkömagneettisten kenttien toimintamekanismeja hermostoa rappeuttavissa sairauksissa.

Lähde:

Wyszkowska J, Pritchard C. Open questions on the electromagnetic field contribution to the risk of neurodegenerative diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2022, 19, 16150.

Hakusanat:

sähkömagneettiset kentät, kuolleisuus neurologisiin sairauksiin, hermosto, ympäristösaasteet, työperäinen altistus, Alzheimerin tauti

---

Tekijät:

päätoimittaja Leena Korpinen,  
toimitusassistentti Sonator Oy,

tekninen ja graafinen toteutus Zento Oy.

Tilannekatsauksen rahoittaa Fingrid Oyj. Työ- ja elinkeinoministeriö osallistuu johtoryhmätyöskentelyyn. Seuraava tilannekatsaus julkaistaan talvella 2023. Arkiston löydät osoitteesta [www.leenakorpinen.com](http://www.leenakorpinen.com).

