

## Uusi säteilylaki ja NIR-asetus voimaan joulukuussa 2018



### **Tilannekatsaus: 2/2018 – julkaistu 21. joulukuuta 2018**

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Uudelleenanalysointi lapsuusiän leukemian riskin ja voimajohtojen etäisyyksien välisestä yhteydestä Isossa-Britanniassa

03: Kansainvälinen yhteisanalyysi voimajohtojen läheisyyden ja lapsuusiän leukemian välisestä yhteydestä

04: Lasten pientaajuisille magneettikentille altistumisen määrittäminen stokastisella mallintamisella

05: Magneettikenttien karsinogeenisuus – onko heikkojen magneettikenttien karsinogeenisille vaikutuksille olemassa mekanismi?

06: Meta-analyysi magneettikentille altistumisesta asuinpaikassa ja ALS-taudin riskistä

07: Asuntojen verkkotaajuisten magneettikenttien mittausta ja analyysi – tuloksia pilottitutkimuksesta

08: Pientaajuisille magneettikentille altistumisen tasot Mangaungin metropolikunnan asuinalueilla Etelä-Afrikassa

09: ALS-tauti ja työperäiset altistukset – systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

---

Nro 01

### **Pääkirjoitus**

Nyt on valmista: uusi säteilylaki tuli voimaan 15.12.2018. Samalla kertaa astui myös voimaan sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistuksen rajoittamisesta (uusi NIR-asetus). Asetus sisältää velvoittavat rajoitukset alle 100 kHz:n taajuisille sähkö- ja magneettikentille, mutta asetusta ei kuitenkaan sovelleta sähköturvallisuuslain (1135/2016) vaatimusten mukaisten suurjännitteisten ilmajohtojen aiheuttamaan sähkökenttäaltistumiseen. Lisäksi kiinteistömuuntamoille on tiettävästi tulossa 15 vuoden siirtymäaika.

Elokuussa järjestettiin CIGRE Session 2018 Pariisissa. Siellä käsiteltiin myös sähkömagneettisiin kenttiin liittyviä terveyskysymyksiä sekä aihepiirin hallintaa sähköalalla. Ensimmäinen EMF-Med World Conference pidettiin 10.–13.9.2018 Splitissä. Konferenssi liittyi hankkeeseen COST EMF-MED (Action BM1309): European network for innovative uses of EMFs in biomedical applications.



Olen löytänyt tilannekatsaukseen taas kerran uusia mielenkiintoisia tieteellisiä artikkeleja. Ensin käsitellään useammassa artikkelissa lapsuusiän leukemiaa ja sen mahdollista yhteyttä voimajohtoihin. Aineistoja on analysoitu tutkimuksissa uudestaan ja altistuksia on tarkennettu sekä yritetty määritellä altistusta aikaisempaa tarkemmin.

Itä-Suomen yliopiston professori Jukka Juutilainen kollegoineen on kirjoittanut aiheesta ”Magneettikenttien karsinogeenisuus – onko heikkojen magneettikenttien karsinogeenisille vaikutuksille olemassa mekanismi?” mielenkiintoisen artikkelin, jossa he esittävät ajatuksensa mahdollisesta mekanismista.

Amyotrofinen lateraaliskleroosi eli ALS-tauti on ollut esillä aiemminkin tilannekatsauksissa, ja tällä kertaa sitä on käsitelty kahdessa artikkelissa. Ensimmäisessä artikkelissa on tehty meta-analyysi magneettikentille altistumisesta asuinpaikassa ja ALS-taudin riskistä. Jälkimmäiseen artikkeliin (tilannekatsauksen viimeinen) on puolestaan kerätty laajasti tutkimuksia erilaisista työperäisistä altistumisista ja niiden yhteydestä ALS-tautiin. Valitsin artikkeliin mukaan, koska pidin siinä hyvänä puolena laajempaa näkökulmaa, jossa ei keskitytä vain sähkömagneettisiin kenttiin. Suosittelen tutustumaan.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen, professori  
Tilannekatsauksen päätoimittaja

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

---



Nro 02

Päätoimittajan kommentti: Tutkijoiden aikaisemman tutkimuksen tulokset oli sisällytetty yhteisanalyysiin, jossa oli erilaiset etäisyysluokat kuin mitä he olivat käyttäneet tutkiessaan lapsuusiän leukemian ja voimajohtojen välistä yhteyttä aikaisemmin. Uudessa tutkimuksessa he analysoivat aineistonsa käyttäen etäisyyksiä 50 metrin välein aikaisempien kolmen luokan asemesta. Uudessa analyysissä leukemian riski ei ollut suurimmillaan lähellä voimajohtoa vaan 100–200 metrin päässä siitä. Tutkijoiden mukaan tämä heikensi todisteita siitä, että kohonnut riski olisi yhteydessä magneettikenttiin.

## ***Uudelleenanalysointi lapsuusiän leukemian riskin ja voimajohtojen etäisyyksien välisestä yhteydestä Isossa-Britanniassa***

Tämän tutkimuksen lähtökohtana oli se, että tutkimusryhmän aiempi tutkimus lapsuusiän leukemian ja suurjännitteisten voimajohtojen etäisyyden välisestä yhteydestä Isossa-Britanniassa oli sisällytetty kansainväliseen yhteisanalyysiin. Tässä yhteisanalyysissä käytettiin erilaisia etäisyysluokituksia kuin aiemmassa tutkimuksessa, minkä vuoksi tutkimusryhmä halusi tarkastella tämän valinnan vaikutusta tutkimustuloksiin.

Tutkimusryhmä analysoi aiemmat tutkimuskohteensa uudelleen jaotteleamalla voimajohtojen etäisyysluokat pienempiin kokonaisuuksiin: aiempien kolmen luokan (0–199, 200–599 ja 600–1 000 m) sijaan he luokittelivat etäisyydet nyt 50 metrin välein. Aiemmin he olivat tarkastelleet tuloksia vuosikymmenittäin, mutta tässä uudelleenanalysoinnissa he yhdistivät aina kaksi vuosikymmentä, jotta tulosten määrät eivät jääneet tilastollisesti liian pieniksi.

Aiemmassa tutkimuksessa oli havaittu 1960- ja 1970-luvuilla kohonnut leukemiariski lähimpänä voimajohtoja asuneella ryhmällä (pienin etäisyysluokka). Tutkimusryhmä kuitenkin epäili magneettikenttien vaikutusta riskin kohoamiseen, sillä kohonnutta riskiä esiintyi liian kaukana voimajohtoista (600 metriin asti) ja se heikkeni 2000-luvulle tultaessa. He olivat halunneet välttää liian pieniä luokkia ja olivat sen vuoksi tehneet luokitteluvälilinnat, joka nyt uuden analyysin valossa väärästi riskikaavioita.

Uudelleen luokitellussa aineistossa leukemiariski ei pienentynyt monotonisesti etäisyyden voimajohtoista kasvaessa (kuten se oli aiemman luokittelun mukaan näyttänyt tekevän), vaan riski oli suurimmillaan etäisyyden ollessa 100–200 m eikä lähimpänä voimajohtoja. Tämä heikensi heidän mielestään todisteita siitä, että kohonnut riski olisi yhteydessä magneettikenttiin. Heidän mukaansa uudet tulokset kuitenkin hieman vahvistivat todisteita asuinpaikan vaihtuvuuden tai jonkin muun sosioekonomisen tekijän mahdollisesta vaikutuksesta.

Lähde:

Swanson J, Bunch K J. Reanalysis of risks of childhood leukaemia with distance from overhead power lines in the UK. *Journal of Radiological Protection* 38 (2018) N30–N35 (6 pp).

Hakusanat:

magneettikentät, voimajohtot, lapsuusiän leukemia, epidemiologia



Nro 03

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat tekivät yhteisanalyysin yksilötason tiedoilla 11 rekisteripohjaisesta tutkimuksesta, jotka liittyivät lapsuusiän leukemiaan ja voimajohtoihin. Tarkastellessaan kaikkia jänniteluokkia he eivät löytäneet yhteyttä lapsuusiän leukemian ja voimajohtojen läheisyyden väliltä. Kun he tarkastelivat vain yli 200 kV:n voimajohtoja, he löysivät hieman kohonneen mutta epätarkan leukemian riskin alle 50 metrin etäisyydellä voimajohdoista asuneilta lapsilta. Kirjoittajien mukaan tätä eivät selittäneet voimakkaat magneettikentät, vaan syy jäi epäselväksi.

## ***Kansainvälinen yhteisanalyysi voimajohtojen läheisyyden ja lapsuusiän leukemian välisestä yhteydestä***

Vaikka useissa aiemmissa tutkimuksissa on johdonmukaisesti löydetty yhteys lapsuusiän leukemiariskin ja magneettikenttien väliltä, todisteet lapsuusiän leukemian ja voimajohtojen etäisyyden välisestä yhteydestä ovat tutkimusryhmän mukaan olleet epäyhteneväisiä. Tässä tutkimuksessa koottiin yhteen tietoja aiemmista tutkimuksista, jotta voitiin arvioida kattavammin voimajohtojen etäisyyden vaikutusta lapsuusiän leukemian riskiin. Tutkimusryhmä myös pohti, selittyisikö yhteys magneettikentillä vai muilla voimajohtojen etäisyyteen liittyvillä tekijöillä ja olisiko tutkimusharjoilla osuutta.

Tutkimusryhmä laati yhteisanalyysin 11 rekisteripohjaisen tutkimuksen yksilötason tiedoista (29 049 tapausta ja 68 231 verrokkia). He eivät havainneet analysoimistaan tutkimuksista käytännössä aineistollista yhteyttä lapsuusiän leukemian ja voimajohtojen läheisyyden väliltä, kun huomioitiin kaikki jänniteluokat. He löysivät kuitenkin hieman kohonneen mutta epätarkan leukemian riskin alle 50 metrin etäisyydellä voimajohdoista asuneilta lapsilta, kun huomioitiin vain yli 200 kV:n voimajohdot.

Alaryhmien analyysissä diagnosointi-ikä perusteella havaittiin suurempi leukemiariski lapsilla, jotka asuivat alle 50 metrin etäisyydellä yli 200 kV:n voimajohdoista ja olivat saaneet diagnoosin alle 5-vuotiaina. Tutkimusryhmä ei havainnut viitteitä vääristävien tekijöiden vaikutuksesta, sillä todennäköisyydet pysyivät samoissa arvoissa myös analysoitaessa niiden vaikutusta. He eivät pitäneet myöskään todennäköisenä, että magneettikenttäaltistuksen luokitteluvirheet olisivat aiheuttaneet tutkimusharjoja.

Kyseessä oli tutkimusryhmän mukaan ensimmäinen kattava yhteisanalyysi lapsuusiän leukemian ja voimajohtojen etäisyyden välisestä yhteydestä. Siinä havaittiin alle 50 metrin etäisyydellä yli 200 kV:n voimajohdoista asuneilta lapsilta pieni mutta epätarkka riski, jota voimakkaat magneettikentät eivät selittäneet. Syyt tässä ja monissa muissa tutkimuksissa havaittuun kohonneeseen leukemiariskiin jäivät siis edelleen selvittämättä.

Lähde:

Amoon A T, Crespi C M, Ahlbom A, Bhatnagar M, Bray I, Bunch K J, Clavel J, Feychting M, Hémon D, Johansen C, Kreis C, Malagoli C, Marquant F, Pedersen C, Raaschou-Nielsen O, Rööslä M, Spycher B D, Sudan M, Swanson J, Tittarelli A, Tuck D M, Tynes T, Vergara X, Vinceti M, Wunsch-Filho V, Kheifets L. Proximity to overhead power lines and childhood leukaemia: an international pooled analysis. *British Journal of Cancer* (2018) 119:364–373.

Hakusanat:

voimajohdot, magneettikentät, lapsuusiän leukemia, yhteisanalyysi



Nro 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä oli kiinnostunut kehittämään uuden menetelmän, jolla voitaisiin määrittää lasten magneettikentille altistumista. Tämän menetelmän kehittämisessä käytettiin henkilökohtaisia altistumismittauksia. Heidän mukaansa stokastisella mallinnuksella voidaan paremmin vertailla erilaisia altistusolosuhteita. He käyttivät stokastista menetelmää kahden aiemman projektin (ARIMMORA ja EXPERS) henkilökohtaisten mittausten analysointiin. Tutkijoiden mielestä stokastisen mallintamisen avulla voidaan löytää lasten altistukseen eniten vaikuttavat tekijät.

## ***Lasten pientaajuisille magneettikentille altistumisen määrittäminen stokastisella mallintamisella***

Kiinnostus tutkia lasten altistumista pientaajuisille magneettikentille (40–800 Hz) on tutkimusryhmän mukaan kasvanut sen myötä, että aiemmissa tutkimuksissa on havaittu mahdollinen yhteys lapsuusiän leukemian ja päivittäisen keskimääräisen yli 0,4  $\mu\text{T}$ :n magneettikentille altistumisen välillä. Niiden kausaalinen yhteys on kuitenkin vielä epävarmaa. Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena esitellä uusi tapa määrittää lasten altistumista pientaajuisille magneettikentille.

Tutkimusryhmän kehittämä uusi menetelmä lähtee liikkeelle henkilökohtaisista altistusmittauksista, joissa käytetään segmentointiin perustuvaa stokastista mallintamista. Stokastisella mallilla lasten magneettikenttäaltistusta voidaan tutkimusryhmän mukaan vertailla paremmin eri altistusolosuhteissa ja selittää paremmin alaryhmien välisiä eroja sekä myös luoda yleismalleja lasten altistuksesta vastaavissa tilanteissa. Stokastisessa mallintamisessa tutkimusryhmä jaotteli 24 tunnin henkilökohtaiset mittaukset tapahtumasegmentteihin, joita kuvattiin neljällä helposti tulkittavissa olevalla parametrilla: tapahtuman kesto, keskiarvo, magneettikentän hajonta tapahtuman kuluessa ja vaihtelunopeus.

Tutkimuksessa sovellettiin stokastista menetelmää kahden aiemman projektin (ARIMMORA ja EXPERS) henkilökohtaisten mittausten analysointiin. Tutkimusryhmä jakoi näiden kahden tietokannan tiedot jälkikäteen alaryhmiin erilaisten ominaisuuksien perusteella (esim. yö- ja päivämittaukset, lasten ikä, alueen asukasluku ja etäisyys sähkönjakelukeskuksesta). Jokaisessa alaryhmässä kullekin parametrille laskettiin ydinestimointi ja kaikista parametreista yhteensä  $p$ -arvojen histogrammi, jotta voitiin vertailla alaryhmiä ja saada tietoa lasten altistumisesta.

Tutkimusryhmän mielestä heidän tutkimuksensa osoitti, että stokastinen mallintaminen on tehokas työkalu lasten pientaajuisille magneettikentille altistumisen määrittelyssä. Sen avulla voidaan heidän mukaansa löytää lasten altistukseen eniten vaikuttavat tekijät.

Lähde:

Bonato M, Parazzini M, Chiamello E, Fiocchi S, Le Brusquet L, Magne I, Souques M, Rösli M, Ravazzani P. Characterization of children's exposure to extremely low frequency magnetic fields by stochastic modeling. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018, 15, 1963.

Hakusanat:

lasten altistuminen, pientaajuiset magneettikentät, stokastinen malli, ydinestimointi,  $p$ -arvojen histogrammi



Nro 05

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat etsivät mahdollista mekanismia, joka selittäisi heikkojen magneettikenttien mahdollisen karsinogeenisen vaikutuksen. He tarkastelivat mahdollisuutta, että karsinogeeniset vaikutukset perustuisivat radikaaliparimekanismiin. Kirjoittajien mukaan tämän mekanismin oletetaan vaikuttavan lintujen ja eräiden muiden eläinten magneettiseen kompassiin, kun ne pystyvät aistimaan staattisia geomagneettisia kenttiä (noin 50  $\mu\text{T}$ ). Toisaalta heistä on kuitenkin epäselvää, miten tällä voisi selittää alle 1  $\mu\text{T}$ :n pientaajuisten magneettikenttien ihmisille aiheuttamia terveysvaikutuksia.

## ***Magneettikenttien karsinogeenisuus – onko heikkojen magneettikenttien karsinogeenisille vaikutuksille olemassa mekanismi?***

Pientaajuiset magneettikentät on luokiteltu mahdollisesti karsinogeenisiksi perustuen tutkimusryhmän mukaan pääasiassa melko yhteneväisiin epidemiologisiin löydöksiin, jotka viittaavat mahdolliseen yhteyteen lapsuusiän leukemian ja voimajohtojen 50–60 Hz:n magneettikenttien välillä. Niiden kausaalista yhteydestä on kuitenkin heidän mukaansa vaikea tehdä johtopäätöksiä, sillä eläin- ja koeputkikokeissa on saatu hyvin rajallisesti todisteita pientaajuisten magneettikenttien karsinogeenisista vaikutuksista. Ei ole olemassa myöskään yleisesti hyväksyttyä biofysikaalista mekanismia, joka voisi selittää näitä vaikutuksia.

Tässä julkaisussa tarkasteltiin mahdollisuutta, että karsinogeeniset vaikutukset perustuisivat radikaaliparimekanismiin. Tämä mekanismin oletetaan vaikuttavan lintujen ja eräiden muiden eläinten magneettiseen kompassiin, joka auttaa niitä suunnistamaan maan magneettikenttien perusteella. Tutkimusryhmä kokosi yhteen tämänhetkiset tiedot radikaaliparimekanismin vaikutuksesta magneettiaistiin (magneettiseen kompassiin). He myös pohtivat, voisivatko tärkeät säätelymolekyylit, kuten kryptokromit, olla herkkiä magneettikentille ja voisiko niillä olla yhteys syöpään liittyviin biologisiin prosesseihin.

Tutkimusryhmä ehdotti hypoteesia, joka selittäisi pientaajuisten magneettikenttien ja lapsuusiän leukemian välisen yhteyden. Hypoteesin mukaan magneettikentät vaikuttaisivat kryptokromien radikaalireaktioihin. Sen seurauksena sisäinen kello ja muut biologiset säätelymekanismit häiriintyisivät ja DNA-vaurioiden korjausmekanismit heikkenisivät. Tämä aiheuttaisi genomin (perimän) epävakautta ja lopulta syövän.

Pohtiessaan tämänhetkisten todisteiden vahvuuksia ja heikkouksia tutkimusryhmä tuli siihen lopputulokseen, että radikaaliparimekanismi vaikuttaisi olevan osallisena eläinten aistiessa staattisia geomagneettisia kenttiä (noin 50  $\mu\text{T}$ ). Samalla on kuitenkin epäselvää, miten se voisi selittää alle 1  $\mu\text{T}$ :n pientaajuisten magneettikenttien ihmisille aiheuttamia terveysvaikutuksia. Tutkimusryhmä piti kuitenkin kryptokromien radikaaliparimekanismia uskottavimpana työhypoteesina tulevia tutkimuksia varten.

Lähde:

Juutilainen J, Herrala M, Luukkonen J, Naarala J, Hore P J. Magnetocarcinogenesis: is there a mechanism for carcinogenic effects of weak magnetic fields? *Proceedings of the Royal Society B* (2018) 285: 20180590.

Hakusanat:

pientaajuiset magneettikentät, syöpä, radikaaliparimekanismi, kryptokromit, genomin epävakaus

---





Nro 06

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat tekivät meta-analyysin selvittääkseen asuinpaikassa pientaajuisille magneettikentille altistumisen yhteyttä ALS-taudin riskiin. He löysivät viisi tutkimusta, jotka käsittelivät ALS-taudin yhteyttä voimajohtoihin ja vastasivat heidän määrittämiään kriteerejä. Meta-analyysillä ei saatu todisteita asuinpaikassa pientaajuisille magneettikentille altistumisen yhteydestä kohonneeseen ALS-taudin riskiin. Kirjoittajien mielestään analyysin rajoitteena oli altistuneen ryhmän erilainen määrittely eri tutkimuksissa.

## ***Meta-analyysi magneettikentille altistumisesta asuinpaikassa ja ALS-taudin riskistä***

Amyotrofinen lateraaliskleroosi eli ALS-tauti johtuu liikehermojen vähittäisestä rappeutumisesta ja tuhoutumisesta, ja sen aiheuttaja on pitkälti tuntematon. Tutkimusryhmän mukaan aiemmissa tutkimuksissa on saatu epävarmoja viitteitä joistain taudin työperäisistä ja ympäristöön liittyvistä riskitekijöistä, kuten altistumisesta pientaajuisille magneettikentille.

Tutkimusryhmän tavoitteena oli tutkia asuinpaikassa pientaajuisille magneettikentille altistumisen yhteyttä ALS-taudin riskiin suorittamalla meta-analyysi aiemmista tutkimuksista. Koska ALS on harvinainen tauti ja vain pieni osa väestöstä asuu voimajohtojen lähellä, yksittäisten tutkimusten tilastollinen merkitys on heidän mukaansa vähäinen. Aiheesta ei myöskään ollut aiempia meta-analyysejä, joten he päättivät laatia sellaisen.

Meta-analyysiin löydettiin viisi tutkimusta, jotka käsittelivät ALS-taudin yhteyttä voimajohtoihin ja vastasivat tutkimusryhmän määrittämiä kriteerejä (altistus arvioitu joko etäisyyden perusteella tai mallinnettu ja ALS- tai motoneuronitaudin riskiarvio laskettu). Näiden viiden tutkimuksen perusteella tutkimusryhmä sai voimakkaimmin altistuneelle väestöryhmälle (joko alle 200 metrin etäisyys voimajohdoista tai yli 0,1  $\mu\text{T}$ :n altistus) suhteelliseksi yhteisriskiksi 0,71. Eri tutkimusten tulosten välillä ei ollut suuria eroja, eikä analyysissä havaittu viitteitä julkaisuharhoista.

Tässä tutkimuksessa ei saatu todisteita asuinpaikassa pientaajuisille magneettikentille altistumisen yhteydestä kohonneeseen ALS-taudin riskiin. Tässä yhteisanalyysissäkin altistuneiden tutkimuskohteiden määrä oli vähäinen, joten tuloksissa on tutkimusryhmän mukaan yhä epävarmuutta. Heidän mielestään analyysin rajoitteena oli myös altistuneen ryhmän erilainen määrittely eri tutkimuksissa. Yhdessäkään tutkimuksessa altistustasoa ei ollut mitattu paikan päällä, mitä pidetään usein luotettavimpana menetelmänä. Pelkän voimajohtojen etäisyydenkin perusteella voitiin heidän mielestään kuitenkin tehdä luotettavia arvioita, koska pitkäaikainen altistuminen oli oleellisinta tässä yhteydessä.

Lähde:

Röösli M, Jalilian H. A meta-analysis on residential exposure to magnetic fields and the risk of amyotrophic lateral sclerosis. *Reviews on Environmental Health* 2018; aop.

Hakusanat:

ALS-tauti, magneettikentät, voimajohdot, asuinpaikka

---



Nro 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat halusivat selvittää aikaisempaa paremmin magneettikentille altistumista. He analysoivat pientaajuisia magneettikenttiä 3 163 datatiedostosta, joita oli kerätty sadasta talosta Australiasta. He mittasivat kenttiä useissa paikoissa ja vertasivat tuloksia ICNIRP:n ohjearvoihin sekä vuosina 1987–2015 julkaistuihin 23 vertaisarvioituun tutkimukseen, joissa oli tietoa asuntojen magneettikenttämittauksista. Heidän mittauksissa yli 4 mG:n (0,4 µT) arvoja esiintyi mm. sängyissä (21,83 %) ja makuuhuoneissa (33,33 %).

## ***Asuntojen verkkotaajuisien magneettikenttien mittaus ja analyysi – tuloksia pilottitutkimuksesta***

Tutkimusryhmä kaipasi laadukkaita analyysseja asuntojen pientaajuisista magneettikentistä erilaisilta maantieteellisiltä alueilta, jotta saataisiin tietoa väestön altistuksesta ja voitaisiin tunnistaa voimakkaan magneettikenttäsäteilyn lähteitä. Pientaajuisista magneettikenttäsäteilyä tuottavat kodin sähkölaitteet, johdot, mittarit, sähköä johtavat putkistot, voimajohdot ja muuntajat. Aiemmissä tutkimuksissa ei ole heidän mielestään aina määritetty asianmukaisesti tutkimuskohteiden magneettikenttäaltistusta: asuntojen magneettikenttiä ei ole mitattu lainkaan tai paikoista, joissa asukkaat altistuvat eniten.

Tässä tutkimuksessa analysoitiin pientaajuisia magneettikenttiä 3 163 datatiedostosta, joita oli kerätty sadasta talosta Australiasta. Mittauksia suoritettiin useissa maantieteellisissä sijainneissa, ja tuloksia verrattiin ICNIRP:n ohjearvoihin sekä myös vuosina 1987–2015 julkaistuihin 23 vertaisarvioituun tutkimukseen, joissa oli raportoitu magneettikenttämittauksista asunnoissa.

Mitattujen magneettikenttien (geometriset) keskiarvot olivat sängyissä 0,85 mG, makuuhuoneessa 1,39 mG, vauvansängyissä 0,39 mG, lasten leikkialueella 0,47 mG ja olohuoneessa 0,30 mG. Tuloksissa näkyi huomattavaa vaihtelua magneettikenttätasoissa, joille asukkaat tyypillisesti altistuvat. Yli 4 mG:n mittauksia esiintyi huomattavan paljon erityisesti sängyissä (21,83 %) ja makuuhuoneissa (33,33 %). Joidenkin laitteiden säteily ylitti ICNIRP:n väestöaltistukselle määrittämän ohjearvon 2 000 mG. Kaikissa huoneissa keskimääräiset magneettikentät kauempana sähkölaitteista olivat kuitenkin 0,30–1,39 mG.

Tutkimusryhmä esitteli yksinkertaisia varotoimia, joiden avulla pientaajuisille magneettikentille altistumista asunnoissa voidaan vähentää ja siten minimoida mahdollisia riskejä ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille. Tutkimus antaa tulevia tutkimuksia varten uuden tietojenkeruumallin, jota voitaisiin soveltaa suurempiin tutkimusjoukkoihin havaintojen vahvistamiseksi. Tietoja voisivat hyödyntää myös sellaiset tutkijat ja yksityishenkilöt, joilla ei ole käytettävissään tarvittavia mittauslaitteita.

Lähde:

Halgamuge M N, McLean L. Measurement and analysis of power-frequency magnetic fields in residences: Results from a pilot study. *Measurement* 125 (2018) 415–424.

Hakusanat:

kansanterveys, asuntojen verkkotaajuiset magneettikentät, sisätilat, pientaajuiset magneettikentät, uusi tietojenkeruumalli





Nro 08

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat mittasivat magneettikenttiä Mangaungin metropolikunnan asuinalueilla, koska heidän mielestä aiheesta ei ole riittävästi tietoa Etelä-Afrikassa. Kenttiä mitattiin sähköjakelukeskusten läheltä eri etäisyyksillä ja eri suunnista. Yhden mittauskohteen lähellä oli myös 200 kV:n voimajohto. Mittaustulokset jäivät ICNIRP:n ohjearvojen alapuolelle.

## ***Pientaajuisille magneettikentille altistumisen tasot Mangaungin metropolikunnan asuinalueilla Etelä-Afrikassa***

Etelä-Afrikassa ei ole tutkimusryhmän mukaan tarpeeksi tietoa sähköjakelukeskusten tuottamille pientaajuisille magneettikentille altistumisesta asuinpaikoissa, joten tässä tutkimuksessa oli tavoitteena arvioida altistusta Mangaungin metropolikunnan asuinalueilla.

Tutkimusryhmä valitsi satunnaisesti Mangaungin metropolikunnan kolmelta suurimmalta alueelta 30 asuinalueita: 15 Bloemfonteinista, 9 Botshabelosta ja 6 Thaba Nchusta. Mittauksia tehtiin sähköjakelukeskusten ulkopuolella 3, 6 ja 9 metrin etäisyydellä jakelukeskuksen kustakin neljästä reunasta sekä myös jakelukeskusten neljän reunan sisäpuolelta, lähellä suoja-aitoja, jolloin niiden etäisyydeksi luokiteltiin 0 m (vertailupiste).

Alueiden tuloksia verrattiin toisiinsa varianssianalyysin avulla ja etsittiin eroja altistustasojen väliltä. Erot eivät tutkimusryhmä mukaan olleet merkittäviä Bloemfonteinin ja Thaba Nchun alueilla. He havaitsivat merkittävästi voimakkaampia altistustasoja (0,55  $\mu$ T) yhdellä lähellä 200 kV:n voimajohtoa sijaitsevalla Botshabelon asuinalueella verrattuna saman alueen toisiin asuinalueisiin. Kun neljää etäisyysluokkaa verrattiin toisiinsa, myös niiden välillä havaittiin merkittävä ero. T-testi osoitti tilastollisesti merkittävän eron 3, 6 ja 9 metrin etäisyyksillä mitatuista altistustasoista verrattuna 0 metriin sekä myös 3 metrin etäisyydellä mitatuista altistustasoista verrattuna 6 metrin ja 9 metriin.

Tässä tutkimuksessa mitatut voimakkaatkin altistustasot ja huippuarvot olivat tutkimusryhmän mukaan kuitenkin kaikilla etäisyyksillä alle ICNIRP:n (International Commission for Non-Ionising Radiation Protection) ohjearvojen, ja kentät heikkenivät nopeasti etäisyyden säteilylähteeseen kasvaessa.

Heidän mukaansa tulokset osoittavat, että voimajohdot voivat lisätä merkittävästi altistusta jakelukeskusten lähellä. Mangaungin alueelta täytyisi heidän mielestään tutkia tulevaisuudessa pientaajuisille magneettikentille altistumisen aiheuttamia terveysvaikutuksia.

Lähde:

Rathebe P, Weyers C, Raphela F. Exposure levels of ELF magnetic fields in the residential areas of Mangaung Metropolitan Municipality. *Environmental Monitoring and Assessment* (2018) 190: 544.

Hakusanat:

altistuminen asuinalueella, sähköjakelukeskukset, pientaajuiset sähkömagneettiset kentät



Nro 9

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä kävi läpi aikaisempia tutkimuksia ALS-taudin ja työperäisen altistuksen välisestä yhteydestä. Artikkelin kattaa erilaisia altistumisia.

## **ALS-tauti ja työperäiset altistukset – systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi**

Tässä tutkimuksessa etsittiin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla työperäisten altistusten yhteyttä ALS-tautiin käsittelevistä julkaisuista meta-analyysia varten sellaisia tutkimuksia, jotka täyttivät tieteelliset epidemiologiset vaatimukset. Tutkimus oli alun perin tilaustyö ruotsalaiselta vakuutusyhtiöltä, joka tarvitsi tieteellisiin tutkimuksiin perustuvan mittapuun työperäisten sairauksien arviointiin.

Tutkimusryhmä löysi 79 aihetta käsittelevää julkaisua, jotka he luokittelivat ja joiden tieteellisen laadun he varmistivat MOOSE- (Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology) ja GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations) -ohjeiden perusteella. 37 tutkimusta täytti hyvien tieteellisten tutkimusten vaatimukset, ja 42 jouduttiin jättämään pois meta-analyysistä metodologisten puutteiden vuoksi.

Meta-analyysissä tutkimusryhmä määritteli painotetut suhteelliset ALS-taudin riskit erilaisille työperäisille altistuksille: raskaalle fyysiselle työlle 1,29 (perustuen kuuteen julkaisuun), ammattiurheilulle 3,98 (kolme julkaisua), metalleille 1,45 (kuusi julkaisua), kemikaaleille 1,19 (kymmenen julkaisua), sähkömagneettisille kentille tai sähkötoille 1,18 (16 julkaisua) sekä työskentelylle sairaanhoitajana tai lääkärinä 1,18 (neljä julkaisua).

Sähkömagneettisille kentille altistumisen tai sähkötyön ja ALS-taudin riskiä käsitelleissä tutkimuksissa riskiarviot olivat tutkimusryhmän mukaan joissain 90-luvun lopulla julkaistuissa tutkimuksissa kaksinkertaisia uudempiin verrattuna. Kumulatiivisissa meta-analyysissä arvot pienenivät vähitellen, mikä johtui heidän mukaansa todennäköisesti siitä, että tutkimusharhat olivat yleisiä ennen vuotta 2005.

Tämän meta-analyysin tulosten perusteella ALS-taudin riski oli tilastollisesti merkittävästi kohonnut työperäisessä altistumisessa raskaalle fyysiselle työlle, kemikaaleille (erityisesti torjunta-aineille), metalleille (erityisesti lyijylle) ja mahdollisesti myös sähkömagneettisille kentille sekä hoitotyössä. Tutkimusryhmän mukaan julkaisuharhat eivät selittäneet tuloksia. He pitivät tutkimuksensa vahvuuksina sitä, että meta-analyysit perustuivat tieteellisesti laadukkaisiin epidemiologisiin julkaisuihin ja että kaikki mahdolliset harhat oli pyritty tunnistamaan.

Lähde:

Gunnarsson L-G, Bodin L. Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposures: a systematic literature review and meta-analyses. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018, 15, 2371.

Hakusanat:

epidemiologia, metallit, kemikaalit, fyysinen työ, sähkömagneettiset kentät, ALS-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 kesällä 2019. Arkiston löydät osoitteesta [www.leenakorpinen.com](http://www.leenakorpinen.com).

