



## Voimajohdot ja niihin liittyvät sähkö- ja magneettikentät kiinnostavat tutkijoita eri näkökulmista



### **Tilannekatsaus: 1/2015 – julkaistu 25. kesäkuuta 2015**

#### Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Voimajohtojen lähellä sijaitsevien kotien magneettikenttien arviointi CAPS-tutkimuksessa (California Power Line Study)

03: Lapsuusiän leukemia ja 50 Hz:n magneettikentät: italialaisen tapaus-verrokkitutkimuksen (SETIL) löydöksiä

04: Pre- ja postnataalin altistuminen suurjännitteisille voimajohtojen ja kohonnut akuutin lymfaattisen leukemian (ALL) riski: tapaus-verrokkitutkimus Isfahanista Iranista

05: Oireiden raportointi uuden suurjännitteisen voimajohtojen käyttöönoton jälkeen: prospektiivinen kenttätutkimus

06: Varautuneiden nanopartikkeleiden määrän vertailu vilkkaasti liikennöityjen teiden ja suurjännitteisten voimajohtojen läheisyydessä

07: Vuoteen lämmittämiseen käytettävien sähkölaitteiden ja kilpirauhassyövän riskin yhteys yhdysvaltalaisessa WHI-kohorttitutkimuksessa

08: Anekdoottinen raportti magnetofosfeeneista 50 mT:n magneettikentissä taajuuksilla 20, 50 ja 60 Hz

09: Poikittaistutkimus pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuvien työntekijöiden oksidatiivisesta stressistä

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

Tampereen teknillinen yliopisto. Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan laitos

Tilannekatsaus ISSN 1799-4594

---

Nro 01

### **Pääkirjoitus**

Kesän alku on ollut vilkasta konferenssiaikaa. Kansainvälinen työterveyskomissio ICOH (International Commission on Occupational Health) järjesti kesäkuun ensimmäisellä viikolla Soulessa kongressin ”31st International Congress on Occupational Health”. Kongressissa oli esillä muun muassa työntekijöiden altistuminen sähkömagneettisille kentille ja esimerkiksi sydämentahdistimien ja rytmihäiriötahdistimien mahdollinen häiriintyminen sähkö- tai magneettikentässä. Kesäkuussa järjestettiin myös BioEM2015 -konferenssi Kaliforniassa.



EU:n komission riippumaton tieteellinen komitea SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) on saanut valmiiksi sähkömagneettisiin kenttiin liittyvän kannanottonsa ”*Opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF) 2015*”. Heidän johtopäätöksensä ovat vastaavia kuin vuoden 2009 raportissa. Raporttiin voi tutustua tarkemmin SCENIHR:n verkkosivuilla.

Kansallisella tasolla työntekijädirektiiviin ”Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2013/35/EU terveyttä ja turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista työntekijöiden suojelemiseksi altistumiselta fysikaalisista tekijöistä (sähkömagneettiset kentät) aiheutuville riskeille” liittyvä säädösten valmistelu on edelleen työn alla. Kyseiseen direktiiviin liittyen on myös valmistumassa EU:n ohje mahdollisesti jo tämän vuoden puolella.

Olen taas kerran löytänyt tähän katsaukseen mielenkiintoisia tieteellisiä artikkeleja. Kuten monesti ennenkin katsauksen alussa on artikkeleja, jotka liittyvät kentille altistumiseen ja lapsuusiän leukemiaan. Voimajohtoja on kuitenkin tutkittu muustakin näkökulmasta. Yhdessä artikkelissa on verrattu varautuneiden nanopartikkeleiden määrää vilkkaasti liikennöityjen teiden ja suurjännitteisten voimajohtojen läheisyydessä. Artikkelissa ei ole kyse sähkö- ja magneettikentistä, mutta valitsin sen silti mukaan, koska aika ajoin aihe on noussut esiin lähinnä kahvipöytäkeskusteluissa. Nyt aiheesta on siis ihan tutkittua tietoakin.

Katsauksen loppupuolelta löytyy julkaisu, jossa koehenkilöt ovat kuvailleet kokemiaan magnetofosfeeneja 50 mT:n magneettikentässä. Mielenkiintoista kuulla, miltä ilmiö heistä näyttää.

Katsauksen viimeinen artikkeli liittyy työperäiseen altistumiseen. Tällä kertaa tutkimuksen kohteena on oksidatiivinen stressi.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen  
Tilannekatsauksen päätoimittaja  
Tampereen teknillinen yliopisto, Ympäristöterveys

---



Nro 02

Päätöimittajan kommentti: Kirjoittajat kuvailevat, miten magneettikentille altistuminen määriteltiin kalifornialaisessa tapaus-verrokkitutkimuksessa, jossa arvioitiin lapsuusiän leukemian riskiä. Tutkijoiden mukaan menetelmillä saavutettiin suuri tarkkuus altistuksen arvioinneissa. Tarkkuus on olennaisen tärkeää tutkittaessa voimajohtojen aiheuttamien magneettikenttien ja niiden etäisyyden yhteyttä lapsuusiän leukemian riskiin.

### ***Voimajohtojen lähellä sijaitsevien kotien magneettikenttien arviointi CAPS-tutkimuksessa (California Power Line Study)***

CAPS on tapaus-verrokkitutkimus, jossa selvitettiin voimajohtojen läheisyydessä asumisen yhteyttä lapsuusiän leukemian riskiin. Tutkimuksessa oli mukana 5788 lapsuusiän leukemiatapausta ja 5788 kaltaistettua verrokkia syntymävuosilta 1986–2007.

Tämän artikkelin kirjoittajat kuvailivat menetelmät, joita CAPS-tutkimuksessa käytettiin kotien magneettikenttien arviointiin, ja arvioihin liittyvät epävarmuustekijät. Tutkimukseen osallistuneiden syntymäkodit geokoodattiin ja niiden etäisyys voimajohdoista varmennettiin. Kodeista 302 oli niin lähellä voimajohtoja, että niistä oletettiin löytyvän voimajohdoista aiheutuvia magneettikenttiä. Näissä kodeissa käytiin ja magneettikentän aiheuttavien voimajohtojen rakenteesta ja mitoista kerättiin yksityiskohtaista tietoa.

Sähköyhtiöiltä hankittiin mahdollisuuksien mukaan tiedot vaihejärjestyksestä, kuormista ja kuormitusvirran suunnista vierailupäivältä sekä jokaisen tutkimukseen osallistuneen syntymä- ja diagnoosivuodelta. Jos joltain vuodelta ei ollut saatavissa tietoa keskimääräisestä vuosittaisesta kuormituksesta, arvot ekstrapoloitiin asiantuntijoiden arvioiden ja predikatiivisten mallien avulla. Näiden tietojen pohjalta tehtiin arvio magneettikentistä kunkin kodin keskikohdassa sekä lähimmässä ja kauimmaisessa kohdassa.

Lasketut kentät ja vierailujen aikana tehdyt kenttien pistemittaukset korreloivat hyvin. Käytetyt mallinnusmenetelmät tuottivat samanlaisia laskennallisia arvioita kentistä, ja ne olivat hyvin yhdenmukaisia sähköyhtiöiden ekstrapoloimien arvioiden kanssa. Yli 90 % prosenttia voimajohdoista oli sellaisia, joiden vaihejärjestykset olivat tiedossa. Merkittävä epävarmuustekijä oli tarkan sijaintitiedon puuttuminen niiden kotien osalta, jotka sijaitsivat kerrostaloissa tai muissa rakennuskomplekseissa.

Löydösten perusteella altistuksen arvioinneissa saavutettiin suuri tarkkuus, joka on olennaisen tärkeää tutkittaessa voimajohtojen aiheuttamien magneettikenttien ja niiden etäisyyden yhteyttä lapsuusiän leukemian riskiin.

Lähde:

Vergara XP, Kavet R, Crespi CM, Hooper C, Silva JM, Kheifets L. Estimating magnetic fields of homes near transmission lines in the California Power Line Study. *Environmental Research* 140 (2015) 514–523.

Hakusanat:

magneettikentät, voimajohdot, lapsuusiän leukemia, altistuksen arviointi, geokoodaus

---



Nro 03

Päätöimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti lapsuusiän leukemian ja pientaajuisille magneettikentille altistumisen välistä yhteyttä italialaisella tapaus-verrokkitutkimuksella. Tutkijoiden mukaan mitatut magneettikentät olivat keskimäärin 0,04  $\mu\text{T}$ ; yli 0,3  $\mu\text{T}$ :n magneettikentille oli altistunut 0,6 % sairastuneista ja 1,6 % verrokeista. Kentät mitattiin tilasta, joka oli ollut lapsen makuuhuoneena vuotta ennen diagnoosia. Tutkimuksen mahdollisista heikkouksista huolimatta tutkimusryhmä arvioi, että heidän tuloksistaan voi olla hyötyä myöhemmissä meta- ja yhteisanalyyseissa.

### **Lapsuusiän leukemia ja 50 Hz:n magneettikentät: italialaisen tapaus-verrokkitutkimuksen (SETIL) löydöksiä**

Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos IARC on luokitellut pientaajuiset magneettikentät mahdollisesti syöpää aiheuttaviksi epidemiologisten tutkimusten perusteella. Tässä artikkelissa esiteltiin erään Italiassa tehdyn epidemiologisen tutkimuksen löydöksiä.

SETIL-tutkimuksessa selvitettiin lapsuusiän leukemian ja pientaajuisille magneettikentille altistumisen välistä yhteyttä. Mukana oli 745 leukemiatapausta, jotka oli diagnosoitu 0–10-vuotiaiden italialaislasten keskuudessa vuosina 1998–2001, ja 1475 väestöverrokkia, jotka oli kaltaistettu sukupuolen, syntymäajan ja maantieteellisen asuinpaikan suhteen. Vanhempien haastattelu sisältyi 683 tapauksen (92 %) ja 1044 verrokin (71 %) tarkasteluun.

Ehdolliseen logistiseen regressioon perustuvissa pääanalyyseissa oli mukana 412 tapauksen ja 587 verrokin osalta pientaajuisien magneettikenttien mittaukset (24–48 h / klo 22.00–5.59) tilasta, joka oli ollut lapsen makuuhuoneena vuotta ennen diagnoosia. Mitatut magneettikentät olivat keskimäärin 0,04  $\mu\text{T}$  (geometrinen keskiarvo); yli 0,3  $\mu\text{T}$ :n magneettikentille oli altistunut 0,6 % sairastuneista ja 1,6 % verrokeista.

Tilastollisen menetelmän, altistusmittarin, tarkasteltavien leukemiatyyppien ja aineistonrajoituskriteereiden muuttamisen vaikutuksia arvioitiin herkkyysanalyysien avulla. Jatkuviin muuttujiin perustuvissa analyyseissa ei havaittu yhteyttä altistumisen ja sairastumisen välillä, ja kategorisiin muuttujiin perustuvista analyyseista saatiin epäjohdonmukaisia tuloksia altistumisen ja sen vaikutusten välisistä yhteyksistä.

Tutkijoiden mukaan tuloksiin saattoivat vaikuttaa useat erilaiset harhat eivätkä yli 0,3  $\mu\text{T}$ :n altistustasoja koskevat tulokset ole informatiivisia. Tutkimuksesta voi kuitenkin heidän mielestään olla hyötyä myöhemmissä meta- ja yhteisanalyyseissa. Lisäksi laajan väestötöksen muodostavien verrokkien altistustasoja voidaan käyttää riskiosuuksien arvioimiseen, joten ne ovat kansanterveydellisesti arvokasta tietoa.

Lähde:

Salvan A, Ranucci A, Lagorio S, Magnani C on behalf of the SETIL Research Group. Childhood leukemia and 50 Hz magnetic fields: findings from the Italian SETIL case-control study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2015, 12, 2184–2204.

Hakusanat:

leukemia, akuutti lymfaattinen leukemia, lapsuus, pientaajuiset magneettikentät, epidemiologia, tapaus-verrokkitutkimus

---



Nro 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkijoiden tavoitteena oli arvioida pre- ja postnataalisien sähkömagneettisille kentille altistumisen yhteyttä lapsuusiän akuutin lymfaattisen leukemian (ALL) esiintymiseen. He vertasivat 22 hiljattain diagnosoitua ALL-tapausta ja sataa iän suhteen kaltaistettua verrokkia Isfahanissa. Tutkijoiden mukaan pre- ja postnataalin altistuminen voimajohdoille, asuin ympäristön saastuneisuus ja perheen leukemiatausta voitiin tutkimuksen myötä kuvata ALL:n erityisiksi riskitekijöiksi matalan sosioekonomisen aseman omaavassa väestössä Iranissa.

### ***Pre- ja postnataalin altistuminen suurjännitteisille voimajohdoille ja kohonnut akuutin lymfaattisen leukemian (ALL) riski: tapaus-verrokkitutkimus Isfahanista Iranista***

ALL on lasten pahanlaatuisista veritaudeista yleisimpiä, ja sen osuus kaikista lapsuusiän syöpätapauksista on neljännes. Muun muassa vanhempien ravitsemuksen, koulutustason ja ympäristöaltistusten yhteyttä sairastumisriskiin on tutkittu, osin ristiriitaisin tuloksin.

Tämän poikittaistutkimuksen tavoitteena oli arvioida pre- ja postnataalisien sähkömagneettisille kentille altistumisen yhteyttä lapsuusiän ALL:n esiintymiseen. Siinä vertailtiin 22 hiljattain diagnosoitua tapausta ja sataa iän (alle 12 vuotta) suhteen kaltaistettua verrokkia, jotka olivat syntyneet ja kasvaneet Isfahanissa, yhdessä Iranin saastuneimmista kaupungeista. Yhteisenä tekijänä oli lisäksi perheen matala sosioekonominen asema, joka on viimeaikaisten tutkimusten perusteella selvästi yhteydessä lisääntyneeseen lapsuusiän syöpien riskiin.

Tutkimuksessa tarkasteltiin mahdollisina riskitekijöinä yhtätoista tausta- ja ympäristömuuttujaa. Niistä nousivat esille leukemian esiintyminen lähisuvussa, vanhempien työperäinen altistuminen kemikaaleille lähellä hedelmöitysjankohtaa, muoviasiatioissa säilytetyn ruuan ja juoman nauttiminen sekä saastuttavien tehtaiden läheisyydessä asuminen. Tärkeimpänä ympäristöriskinä, jolla on selvästi karsinogeenisia vaikutuksia, voitiin kuitenkin pitää jatkuvaa altistumista suurjännitteisten voimajohtojen sähkömagneettisille kentille ennen syntymää ja lapsuudessa (yli neljä vuotta).

Matalasta sosioekonomisesta asemasta johtuen matkapuhelimien, tietokoneiden ja mikroaaltouunien käyttö oli tutkimuksen kohteena olevan väestön keskuudessa merkityksettömän vähäistä. Myöskään pre- ja postnataalista altistumista sisätiloissa käytettäville sähköisesti varautuneille esineille ei voitu pitää merkittävänä ympäristötekijänä.

Tutkijoiden mukaan pre- ja postnataalin altistuminen suurjännitteisille voimajohdoille, asuin ympäristön saastuneisuus ja perheen leukemiatausta voitiin tämän tutkimuksen myötä ensimmäistä kertaa kuvata ALL:n erityisiksi riskitekijöiksi matalan sosioekonomisen aseman omaavassa iranilaisväestössä.

Lähde:

Tabrizi MM, Bidgoli SA. Increased risk of childhood acute lymphoblastic leukemia (ALL) by prenatal and postnatal exposure to high voltage power lines : a case control study in Isfahan, Iran. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, 16 (6), 2347–2350.

Hakusanat:

leukemia, akuutti lymfaattinen leukemia, lapsuusiän syöpä, sähkömagneettinen kenttä, Isfahan, Iran

---



Nro 05

Päätöimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti kyselyjen avulla itse raportoituja oireita voimajohtojen käyttöönottoon liittyen. He olivat myös kiinnostuneita vastaajien uskomuksista. Tutkijoiden mukaan lähellä ja kauempana asuvien osallistujien välillä ei ollut eroa oireiden raportoinnissa tutkimuksen alussa. Lähellä asuvat kuitenkin uskoivat enemmän voimajohtojen aiheuttamiin oireisiin, joten tutkijoiden mukaan uusi voimajohto vaikutti jo ennen käyttöönottoa negatiivisesti lähistön asukkaiden terveyskokemuksiin. Tutkijoiden kyselyt ovat ehkä myös voineet vaikuttaa tuloksiin.

## ***Oireiden raportointi uuden suurjännitteisen voimajohtojen käyttöönoton jälkeen: prospektiivinen kenttätutkimus***

Suurjännitteisten voimajohtojen pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen mahdolliset terveysvaikutukset ovat yleinen huolenaihe. Osa suurjännitteisten voimajohtojen lähellä asuvista ihmisistä uskoo kenttien aiheuttavan epämääräisiä somaattisia ja kognitiivisia oireita, kuten päänsärkyä ja keskittymisvaikeuksia, vaikka tutkimusnäyttö altistumisen ja terveysvaikutusten välisestä yhteydestä onkin heikkoa.

Tämä oli ensimmäinen tutkimus, jossa itse raportoitujen oireiden ja kausaalisten uskomusten lisääntymistä uuden voimajohtojen rakentamisen jälkeen tutkittiin prospektiivisesti. Tutkimuksessa käytettiin kvasikokeellista menetelmää, ja siihen kuului kaksi esikyselyä ennen uuden voimajohtojen käyttöönottoa ja kaksi jälkikyselyä voimajohtojen käyttöönoton jälkeen. Tutkimukseen osallistuneista 229 asui 0–300 metrin etäisyydellä voimajohtojesta, 489 asui 300–500 metrin etäisyydellä ja 536 asui 500–2000 metrin etäisyydellä.

Lineaaristen mallien avulla selvitettiin, lisääntyivätkö oireista raportointi ja usko voimajohtojen aiheuttamiin terveysvaikutuksiin voimajohtojen lähellä asuvien osallistujien keskuudessa enemmän kuin kauempana asuvien osallistujien keskuudessa. Sekä oireista raportointi että kausaaliset uskomukset lisääntyivät lähimpänä voimajohtoa asuvilla osallistujilla enemmän kuin kauempana asuvilla. Lähellä ja kauempana asuvien osallistujien välillä ei ollut eroa oireiden raportoinnissa tutkimuksen alussa, mutta jo silloin lähellä asuvat uskoivat enemmän voimajohtojen aiheuttamiin oireisiin. Uusi suurjännitteinen voimajohto vaikutti siis jo ennen käyttöönottoa negatiivisesti lähistön asukkaiden terveyskokemuksiin.

Tutkimukseen ei sisällynyt pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien mittausta, mutta vain yksi tutkimuksen osallistujista asui niin lähellä voimajohtoa, että 0,4  $\mu\text{T}$ :n raja olisi voinut ylittyä. Magneettikentille altistuminen ei siten voine selittää löydöksiä, mutta tutkijoiden mielestä asiaa tulee vielä tutkia.

Lähde:

Porsius JT, Claassen L, Smid T, Woudenberg F, Petrie KJ, Timmermans DRM. Symptom reporting after the introduction of a new high-voltage power line: a prospective field study. *Environmental Research* 138 (2015) 112–117.

Hakusanat:

voimajohto, sähkömagneettiset kentät, oireiden raportointi, ympäristöseikka, riskin kokeminen

---



Nro 06

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä vertasi varautuneiden nanopartikkeleiden määrää vilkkaasti liikennöityjen teiden ja suurjännitteisten voimajohtojen läheisyydessä. Koska voimajohtojen tiedetään oleva koronaionien lähteitä ja koronaionit tarttuvat herkästi aerosoleihin, niitä on kiinnostava tutkia. Tutkijoiden mukaan teiden läheisyydessä oli huomattavasti enemmän sekä positiivisesti että negatiivisesti varautuneita hiukkasia kuin voimajohtojen alla.

### ***Varautuneiden nanopartikkeleiden määrän vertailu vilkkaasti liikennöityjen teiden ja suurjännitteisten voimajohtojen läheisyydessä***

Suurjännitteiset voimajohdot ovat tunnetusti koronaionien lähteitä. Koronaionit tarttuvat herkästi aerosoleihin muodostaen varautuneita hiukkasia. Sähköisen varauksen on puolestaan useissa tutkimuksissa osoitettu lisäävän hiukkasten kertymistä keuhkoihin.

Vaikka ionien ja varautuneiden hiukkasten terveysvaikutuksia ei juuri tunneta, lisääntynyt altistus on ollut suuren huomion kohteena sähköverkkojen laajentuessa kaupunkien asuinalueilla. Tämän tutkimuksen tekijät korostivat kuitenkin, että suuri osa kaupunkiympäristöissä tavattavista varautuneista partikkeleista on peräisin moottoriajoneuvojen päästöistä.

Tutkimuksessa verrattiin ensimmäistä kertaa varautuneiden nanopartikkeleiden määrää vilkkaasti liikennöityjen teiden ja suurjännitteisten voimajohtojen läheisyydessä. Hiukkasmäärien mittaukseen käytettiin neutraalien klustereiden ja ionien spektrometriä (NAIS), ja mittaukset suoritettiin 0,8 metrin korkeudella maanpinnasta.

Teiden läheisyydessä oli huomattavasti enemmän sekä positiivisesti että negatiivisesti varautuneita hiukkasia kuin voimajohtojen alla. Kahden liikennemäärältään noin 120 ajoneuvoa minuutissa olevan moottoritien läheisyydessä varautuneiden nanopartikkeleiden määrä ylitti arviolta jopa kertoimella 5 kahden koronaioneja synnyttävän voimajohdon vastaavat maksimimäärät. Ero korostui erityisesti silloin, kun merkittävä osa liikenteestä oli raskaita dieselajoneuvoja, joiden hiukkas- ja varauspäästöt ovat tyypillisesti suuria.

Tutkimuksen tekijöiden mielestä löydökset on tärkeää ottaa huomioon kaupunkisuunnittelussa ja infrastruktuurien kehittämisessä. He aikovat jatkossa selvittää voimajohdoista aiheutuvien varautuneiden nanopartikkeleiden määrän vaihtelua maanpinnan etäisyyden funktiona, sillä hiukkasmäärä saattaa lähempänä johtoja olla suurempi kuin lähellä maata.

Lähde:

Jayaratne ER, Ling X, Morawska L. Comparison of charged nanoparticle concentrations near busy roads and overhead high-voltage power lines. *Science of the Total Environment* 526 (2015) 14–18.

Hakusanat:

ioni, varautunut hiukkanen, voimajohto, ajoneuvopäästöt, saasteet, leviäminen

---



Nro 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmän tavoitteena oli selvittää, onko lähellä kehoa käytettävien vuoteenlämmittimien, kuten sähköpeitteiden ja lämmitettävien vesipatjojen, magneettikentillä vaikutusta kilpirauhassyövän kehittymiseen vaihdevuosi-ien ohittaneiden naisten keskuudessa. He eivät löytäneet yhteyttä lämmittimien käytön ja kilpirauhassyövän riskin välillä.

### ***Vuoteen lämmittämiseen käytettävien sähkölaitteiden ja kilpirauhassyövän riskin yhteys yhdysvaltalaisessa WHI-kohorttitutkimuksessa***

Pientaajuisille magneettikentille altistumisen ja kilpirauhassyövän riskin yhteydestä ei toistaiseksi ole juuri tietoa. Kilpirauhassyöpää esiintyy kuitenkin enemmän naisilla kuin miehillä. Tässä tutkimuksessa oli tavoitteena selvittää, onko lähellä kehoa usein pitkiäkin aikoja käytettävien vuoteenlämmittimien, kuten sähköpeitteiden ja lämmitettävien vesipatjojen, pientaajuisilla magneettikentillä vaikutusta kilpirauhassyövän kehittymiseen vaihdevuosi-ien ohittaneiden naisten keskuudessa.

Kohderyhmänä oli 89 527 naista, jotka osallistuivat yhdysvaltalaisen WHI-tutkimuksen (Women's Health Initiative) havainnointiosuuteen ja vastasivat vuoteenlämmittimien käyttöä koskevaan kyselyyn. Kohorttiin kuuluvista naisista 57 % ilmoitti käyttäneensä tai käyttävänsä lämmittimiä nukkuessaan ja/tai vuoteen lämmittämiseen ennen nukkumaanmenoa. Keskimääräinen seuranta-aika oli 12,2 vuotta, ja sen kuluessa ilmeni 190 kilpirauhassyöpätapausta. Lämmittimien käytön ja kilpirauhassyövän riskisuhde ja 95 %:n luottamustaso arvioitiin käyttämällä Coxin suhteellista riskimallia, jossa otettiin huomioon valitut selittävät muuttujat.

Tutkimuksessa ei löydetty yhteyttä lämmittimien käytön ja kilpirauhassyövän riskin välillä. Käytön kumulatiivisella kestolla ei näyttänyt olevan vaikutusta riskiin. Tulokset eivät myöskään muuttuneet, kun tarkastelu kohdistettiin tapauksiin, joissa oli kyseessä kilpirauhassyövän yleisin eli papillaarinen muoto.

Tutkijat mainitsivat tutkimuksen puutteiksi muun muassa sen, ettei siinä selvitetty tutkittavien aikaisinta altistumisikää. Ionisoivan säteilyn osalta nimittäin tiedetään, että altistuminen alle 20-vuotiaana saattaa lisätä kilpirauhassyövän riskiä. Lämmittimet ovat lisäksi kehittyneet niin, että uusimpia malleja käytettäessä altistuminen sähkömagneettisille kentille on aikaisimpiin malleihin verrattuna vähäisempää, mitä ei tässä tutkimuksessa otettu huomioon.

Lähde:

Kato I, Young A, Liu J, Abrams J, Bock C, Simon M. Electric blanket (EB) use and risk of thyroid cancer in the Women's Health Initiative (WHI) Observational Cohort. *Women & Health*. DOI: 10.1080/03630242.2015.1050545.

Hakusanat:

kilpirauhassyöpä, kohorttitutkimus, sähkömagneettinen kenttä, vaihdevuosi-ien ohittaneet naiset

---





Nro 08

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä raportoi kahdeksan henkilön magnetofosfeenikokemuksista heidän altistuessaan 50 mT:n magneettikentille taajuuksilla 20, 50 ja 60 Hz. Tutkimus suoritettiin sokkokokeena, ja altistus kohdistettiin pään oikealle puolelle silmän tasolle. Koehenkilöt kuvailivat, että valoilmiot koostuivat erimuotoisista, mustina ja valkoisina välkähtelevistä viivoista.

### ***Anekdoottinen raportti magnetofosfeeneista 50 mT:n magneettikentissä taajuuksilla 20, 50 ja 60 Hz***

Magnetofosfeenit ovat näkökentässä ohimenevästi esiintyviä välähdyksenomaisia valoilmioita, joiden syynä on verkkokalvon altistuminen ajallisesti muuttuville magneettikentille. Magnetofosfeenien esiintyminen on ollut tieteellisenä perustana kansainvälisille ohjearvoille (ICNIRP), joilla pyritään rajoittamaan pientaajuisille magneettikentille altistumisen haitallisia terveysvaikutuksia. Koska kyseessä on keskushermostoon yhteydessä oleva ilmiö, sen tarkempi tuntemus on tärkeää mahdollisten aivotoimintaan liittyvien vaikutusten ehkäisemiseksi.

Vielä ei ole kokein tarkasti määritetty, mikä on ilmiön esiintymiseen vaadittava magneettivuon tiheys tai annos- ja taajuus-vastesuhde. Esiintymiskynnys taajuuksilla 50–60 Hz on ekstrapoloitu alemmalta taajuusalueelta saaduista tiedoista. Tämä tutkimus oli anekdoottinen kuvaus kahdeksan henkilön magnetofosfeenikokemuksista heidän altistuessaan 50 mT:n magneettikentille taajuuksilla 20, 50 ja 60 Hz. Tutkimus suoritettiin sokkokokeena käyttäen testausjärjestelmää, jonka avulla altistus kohdistettiin pään oikealle puolelle silmän tasolle.

Kaikki kokeeseen osallistuneet kokivat magnetofosfeeni-ilmioita silmissään pään sillä puolella, joka altistui 50 mT:n magneettikentälle; 0 mT ei tuottanut lainkaan magnetofosfeeneja. Eri taajuuksien välillä ilmeni vaihteluita ilmiön kokemisessa, mikä johtui oletettavasti siitä, että 50 mT on taajuuksilla 50–60 Hz lähempänä esiintymiskynnystä kuin 20 Hz:n taajuudella. Henkilöiden kuvailemat valoilmiot koostuivat erimuotoisista, mustina ja valkoisina välkähtelevistä viivoista, mikä vastaa D'Arsonvalin magnetofosfeenikuvausta jo vuodelta 1896.

Tutkimuksessa esiteltiin uusi menetelmä magnetofosfeenien ja muiden neurofysiologisten vaikutusten esiintymiskynnyksen selvittämiseen. Tutkijoiden mukaan testi oli vasta alustava. Lopullisessa testausmenetelmässä on mukana koko pään alueen altistaminen, ja siinä otetaan huomioon magnetofosfeenien suuntautuminen.

Lähde:

Souques M, Plante M, Ostiguy G, Goulet D, Deschamps F, Mezei G, Modolo J, Lambrozo J, Legros A. Anecdotal report of magnetophosphene perception in 50 mT 20, 50 and 60 Hz magnetic fields. Radioprotection.

Hakusanat:

magnetofosfeeni, pientaajuinen magneettikenttä, kynnys, anekdoottinen raportti

---



Nro 09

Päätoimittajan kommentti: Tutkimus ei anna aihetta epäillä, että sähköyhtiöiden työntekijöille aiheutuisi oksidaatiivista stressiä jatkuvasta altistumisesta sähkömagneettisille kentille.

## **Poikittaistutkimus pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistuvien työntekijöiden oksidatiivisesta stressistä**

Oksidatiivisen stressin on todettu voivan vaurioittaa DNA:ta ja siten käynnistää pahanlaatuisia solumuutoksia. Pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen yhteydestä oksidatiiviseen stressiin ei ole tähän mennessä saatu yksiselitteistä tutkimusnäyttöä. Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, aiheuttaako altistuminen oksidatiivista stressiä työntekijöissä, jotka suorittavat kiertäviä tarkastuksia lähellä sähkömuuntajia ja voimajohtoja.

Tutkimukseen osallistui 310 työntekijää, jotka tekivät säännöllisesti kiertäviä tarkastuksia ja altistuivat pientaajuisille sähkömagneettisille kentille, ja verrokkiryhmään valittiin 300 työntekijää hallinnon ja logistiikan tehtävistä. Molempien ryhmien työskentelypaikoilla suoritettiin lyhytkestoisia pistemittauksia pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien määrittämiseksi. Altistustason mediaani oli ylimmillään 18,72  $\mu\text{T}$  500 kV:n muuntajien ja johtojen läheisyydessä ja alimmillaan 0,21  $\mu\text{T}$  verrokkiryhmän työskentely-ympäristössä.

Tutkijat eivät havainneet ryhmien välillä merkittäviä eroja entsyymien toiminnassa tai malonidialdehydipitoisuudessa. Niitä ei havaittu myöskään mikrotumien tai mikrotumia sisältävien lymfosyyttien määrässä, joka ei muuttunut tilastollisesti merkittävästi altistumisen keston tai tason lisääntyessä. Tutkimus ei siten antanut aihetta epäillä, että sähköyhtiöiden työntekijöille aiheutuisi oksidaatiivista stressiä jatkuvasta altistumisesta pientaajuisille sähkömagneettisille kentille.

Tutkimuksen ongelmaksi tutkijat näkivät sen, ettei siinä otettu huomioon pitkäaikaisen jatkuvan altistumisen kumulatiivisia vaikutuksia perifeerisen veren antioksidanttijärjestelmään. Mikrotuma-analyysissä havaitut vähäiset muutokset altistuksen lisääntyessä vaativat kuitenkin tutkijoiden mielestä laajempia ja tehokkaampia tutkimuksia kausaalisen korrelaation selvittämiseksi.

Lähde:

Li L, Xiong D, Liu J, Li Z, Zeng G, Li H. A cross-sectional study on oxidative stress in workers exposed to extremely low frequency electromagnetic fields. *International Journal of Radiation Biology*, May 2015; 91(5): 420–425.

Hakusanat:

pientaajuinen sähkömagneettinen kenttä, työperäinen altistus, oksidatiivinen stressi, genotoksisuus

---

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 2015.

Arkiston löydät osoitteesta [www.leenakorpinen.fi](http://www.leenakorpinen.fi).

Tampereen teknillinen yliopisto. Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan laitos

Tilannekatsaus ISSN 1799-4594