

## SCHEER on käynnistänyt julkisen kuulemisen alustavasta lausunnostaan matalille taajuuksille altistumisen mahdollisista terveysvaikutuksista



**Tilannekatsaus: 2/2023 – julkaistu 21. joulukuuta 2023**

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Ranskan koko väestön ja alle 5-vuotiaiden lasten altistuminen suurjännitejohtojen muodostamille magneettikentille paikkatietojärjestelmän ja ekstrapoloitujen kenttätietojen perusteella

03: Laskennallinen altistuminen verkkotaajuisille magneettikentille asuinpaikassa ja vertailu mittauksiin ranskalaisessa epidemiologisessa tutkimuksessa

04: Torjunta-aineet potentiaalisena lapsuusiän leukemian itsenäisenä riskitekijä ja vääristävänä tekijänä sähkömagneettisille kentille altistumisessa

05: Pientaajuisien magneettikenttien mahdollinen vaikutus miehen spermaan ja hedelmällisyyteen

06: Turvallisuusanalyysi ja suojautumissuunnitelma ihmisten altistumisesta pientaajuisille magneettikentille sähköajoneuvoissa

07: Pientaajuisien sähkömagneettisten kenttien vaikutus suurjännitesähköasemien työntekijöiden veren ominaisuuksiin ja maksan entsyymeihin petrokemian teollisuudessa – mittaus ja arviointi

08: Turvallisuusongelmat ja -suositukset työskenneltäessä jännitteisten sähkölinjojen lähistöllä

09: Työperäinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille ja follikulaarisen lymfooman riski perheiden tapaus-verrokkitutkimuksessa

---

Nro 01

### **Pääkirjoitus**

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). Tarkemmin tästä prosessista löytyy tietoa SCHEER:n [www-sivulta](#).

Marraskuussa 2023 SCHEER on käynnistänyt julkisen kuulemisen alustavasta lausunnostaan matalille taajuuksille altistumisen mahdollisista terveysvaikutuksista. SCHEER:n julkaiseman lausunnon tarkka nimi on ”Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF): Update with regard to frequencies between 1Hz and 100kHz”. Kiinnostuneita sidosryhmiä



pyydetään jättämään huomautuksensa verkossa 2.1.2024 mennessä.

Mielenkiinnolla odotan, mitä sähkö- ja magneettikenttiin liittyviä tutkimuksia julkaistaan työterveysalan kansainvälisen järjestön ICOH:n (International Commission on Occupational Health) ICOH 2024 -kongressissa. Tilaisuus järjestetään 28.4.–3.5.2024 Marokossa. Tieteellisen komitean Radiation and Work alueeseen kuuluvat muiden muassa työntekijöiden sähkömagneettisille kentille altistuminen, altistuneiden työntekijöiden ennaltaehkäisy ja terveyden edistäminen. Tilaisuuden sisällöstä ei vielä näytä olevan tietoa.

Löysin tähän uuteen tilannekatsaukseen mielestäni taas mielenkiintoisia tieteellisiä artikkeleja. Tilannekatsauksen alussa käsitellään muiden muassa lasten altistumista magneettikentille Ranskassa. Lapsuusiän leukemiaa käsittelevässä artikkelissa on tutkittu magneettikenttien lisäksi torjunta-aineiden vaikutusta.

Tilannekatsauksen loppupuolella käsitellään muutamassa artikkelissa työntekijöihin liittyviä aiheita. Tällä kertaa otin mukaan myös yhden artikkelin, jossa käsitellään turvallisuusasioita työskenneltäessä jännitteisten voimalinjojen lähellä. Silloinkin kun ollaan kiinnostuneita sähkö- ja magneettikentistä, on muistettava myös sähköturvallisuusasiat.

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: Tutkijoiden tavoitteena oli arvioida ranskalaisten altistumista pientaajuisille magneettikentille. He selvittivät yli 63 kV:n johtoja lähellä asuvien sellaisten ihmisten määrää, jotka mahdollisesti altistuvat pientaajuisille magneettikentille. Erikseen arvoitiin myös alle 5-vuotiaiden lasten altistumista. Tutkijoiden mukaan Ranskan väestöstä arviolta 0,11 % ja alle 5-vuotiaista 0,10 % asuu alueella, jolla on mahdollista altistua yli 0,4  $\mu$ T:n magneettikentille.

## ***Ranskan koko väestön ja alle 5-vuotiaiden lasten altistuminen suurjännitejohtojen muodostamille magneettikentille paikkatietojärjestelmän ja ekstrapoloitujen kenttätietojen perusteella***

Vaikka pientaajuisille magneettikentille altistumista on tutkittu paljon, tutkimusryhmän mukaan erityisesti altistumisen pitkäaikaiset terveysvaikutukset, esimerkkinä lapsuusiän leukemia, ovat olleet hankalasti määriteltävissä. Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos IARC on luokitellut yli 0,4  $\mu$ T:n magneettikentille altistumisen mahdolliseksi syöväneiheuttajaksi lapsuusiän leukemian osalta, mutta altistuneiden henkilöiden, erityisten lasten, määrästä on tutkimusryhmän mukaan heikosti tutkimustietoa.

Tavoitteena tässä tutkimuksessa oli arvioida, kuinka suuri joukko Ranskan koko väestöstä ja alle 5-vuotiaista lapsista asuu lähellä suurjännitejohtoja ( $\geq 63$  kV) ja altistuu siten mahdollisesti pientaajuisille magneettikentille. Lisäksi tutkimusryhmä esitteli altistuksen arviointitavan, jossa yhdistyivät todelliset kenttämittaukset ja paikkatietoja hyödyntävä etäisyyteen perustuva mallinnus.

Arvioidessaan altistusmääriä tutkimusryhmä huomioi erilaisia altistusskenaarioita: suurjännitejohdon jännitteen, asunnon etäisyyden johdosta ja kulkevatko johdot maan päällä vai alla. Altistusskenaariot he laativat Ranskan sähköjakeluverkon RTE:n julkaiseman mittaustietokannan todellisten mittausten perusteella monitasoisen lineaarisen mallin avulla.

Tulosten mukaan Ranskan väestöstä arviolta 0,11 % (67 893) ja alle 5-vuotiaista 0,10 % (4 712) asuu alueella, jolla mahdollisesti altistuu yli 0,4  $\mu$ T:n magneettikentille. Väestöstä 647 569 (1,01 %) ja alle 5-vuotiaista 46 950 (1,03 %) asuu alueella, jolla mahdollisesti altistuu yli 0,1  $\mu$ T:n magneettikentille.

Tutkimusryhmän ehdottamalla menetelmällä voitaisiin arvioida asukkaiden, koulujen ja terveydenhoitolaitosten määrä suurjännitejohtojen läheisyydessä. Näin voitaisiin heidän mukaansa tunnistaa johtojen lähellä mahdollisia yhteisaltistumisia, jotka mainitaan usein mahdollisina selityksinä epidemiologisten tutkimusten ristiriitaisille tuloksille.

Lähde:

Deshayes-Pinçon F, Morlais F, Roth-Delgado O, Merckel O, Lacour B, Launoy G, Launay L, Dejardin O. Estimation of the general population and children under five years of age in France exposed to magnetic field from high or very high voltage power line using geographic information system and extrapolated field data. *Environmental Research* 232 (2023) 116425.

Hakusanat:

suurjännitejohdot, pientaajuinen magneettikenttä, paikkatietojärjestelmä, ympäristöaltistus, Ranska, lapsi



Nro 03

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajien mukaan Ranskassa on käynnissä epidemiologinen tutkimusohjelma GEOCAP, joka keskittyy lasten syöpien ja erilaisten ympäristötekijöiden väliseen suhteeseen. Tässä artikkelissa kirjoittajat esittelevät menetelmät, joilla laskettiin GEOCAP-tutkimukseen osallistuvien altistumista pientaajuisille magneettikentille asuinpaikassaan. Tutkijat myös vertasivat laskennallisia ja mitattuja altistusarvoja.

## **Laskennallinen altistuminen verkkotaajuisille magneettikentille asuinpaikassa ja vertailu mittauksiin ranskalaisessa epidemiologisessa tutkimuksessa**

Tällä hetkellä Ranskassa on käynnissä toinen vaihe epidemiologisesta tutkimusohjelmasta GEOCAP, joka keskittyy lasten syöpien ja erilaisten ympäristötekijöiden väliseen suhteeseen. Yksi siinä tutkittavista tekijöistä on läheisyys suurjännitejohtoihin (63–400 kV) ja siihen liittyvä altistuminen pientaajuisille magneettikentille.

Tässä tutkimuksessa oli tarkoituksena esitellä yleiset menetelmät, joilla laskettiin GEOCAP-tutkimukseen osallistuvien altistumista pientaajuisille magneettikentille asuinpaikassaan. Lisäksi tutkijat vertasivat laskennallisia ja mitattuja altistusarvoja.

GEOCAP-tutkimuksen toiseen vaiheeseen oli saatu mukaan 4 174 leukemiatapausta ja 45 000 verrokkaa Manner-Ranskasta vuosilta 2002–2010. Tutkijat valitsivat mukaan 1 124 tutkimuskohdetta, joiden etäisyys johdoista oli riittävän lyhyt, jotta altistuminen asuinpaikassa mahdollisesti ylittäisi taustasäteilyn viitetason 0,1  $\mu\text{T}$ . He laskivat altistumisen asuinpaikassa mallintamalla kaikki tutkimuskohteiden asuinpaikkojen lähellä olevat vaikuttavat johdot. Laskennassa he käyttivät geokoodattuja osoitteita.

Tutkijoiden mukaan 371 tutkimuskohteen laskennallinen altistus oli yli 0,1  $\mu\text{T}$ , ja näistä 123 kohteella altistus oli yli 0,4  $\mu\text{T}$ . Tutkijat vertasivat laskennallisia yli 0,1  $\mu\text{T}$ :n altistuksia saatavilla oleviin mittaustietoihin Ranskan suurkaupunkien sellaisilta asutetuilta alueilta, joiden läpi kulki voimajohto. Laskennallisten ja mitattujen tietojen vertailuun he kelpuuttivat lopulta 156 kohdetta. Tutkijat ekstrapoloivat mitatut arvot vastaamaan laskennallisen altistuksen olosuhteita (virtaa ja etäisyyttä johdosta). Tämän perusteella he saivat 124 tutkimuskohteella laskennallisten altistusten ja mittausten väliseksi eroksi alle 30 %, eivätkä he havainneet siinä selkeää taipumusta yli-/aliarviointiin. He myös analysoivat 30 % ylittäneet erot ja löysivät selitykset niille.

Tutkimusryhmä piti tutkimuksensa vahvuutena laajamittaista laskettujen ja mitattujen magneettikenttien vertailua epidemiologisessa tutkimuksessa käytetyn datan varmentamiseksi.

Lähde:

Deschamps F, Deambrogio V. Calculated residential exposure to power frequency magnetic fields for an epidemiological study in France and comparison to measurements. *J. Radiol. Prot.* 43 (2023) 021507.

Hakusanat:

suurjännite, sähköverkko, magneettikenttä, altistuksen arviointi, epidemiologia, mittaukset

---



Nro 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät tapaus-verrokkitutkimuksella, toimiiko potentiaalinen altistuminen taimitarhoissa käytettäville torjunta-aineille lapsuusiän leukemian itsenäisenä riskitekijänä tai vääristävänä tekijänä etäisyydelle suurjännitteisistä voimajohtoista tai voimajohtojen magneettikentille altistumisessa. Arvioitavina olivat torjunta-aineiden käyttötarkoitus, kemikaaliluokka ja tehoaine sekä magneettikentille altistuminen ja etäisyys sekä voimajohtoihin että taimitarhoihin. Tutkijat pitivät löydöstensä perusteella altistumista torjunta-aineille mahdollisena lapsuusiän leukemian itsenäisenä riskitekijänä. Torjunta-aineille altistuminen ei heidän mukaansa kuitenkaan selittänyt voimajohtojen läheisyyden ja magneettikentille altistumisen yhteyttä lapsuusiän leukemiaan.

### ***Torjunta-aineet potentiaalisena lapsuusiän leukemian itsenäisenä riskitekijä ja vääristävänä tekijänä sähkömagneettisille kentille altistumisessa***

Useiden tutkimusten perusteella sekä torjunta-aineiden että voimakkaiden magneettikenttien epäillään olevan lapsuusiän leukemian riskitekijöitä. Tutkimusryhmän mukaan torjunta-aineita käytetään kaupallisissa taimitarhoissa, jotka joskus sijaitsevat suurjännitteisten voimajohtojen alla. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli arvioida, toimiiko potentiaalinen altistuminen taimitarhoissa käytettäville torjunta-aineille lapsuusiän leukemian itsenäisenä riskitekijänä tai vääristävänä tekijänä etäisyydelle suurjännitteisistä voimajohtoista tai voimajohtojen magneettikentille altistumisessa.

Tutkimusryhmä suoritti Kalifornian osavaltion väestörekisteriin pohjautuvan tapaus-verrokki-tutkimuksen. He arvioivat torjunta-aineiden käyttötarkoitusta, kemikaaliluokkaa ja tehoainetta sekä magneettikentille altistumista ja etäisyyksiä sekä voimajohtoihin että taimitarhoihin. Tutkimuksessa oli mukana 5 788 lapsuusiän leukemiatapausta ja 5 788 kaltaistettua verrokkia. Suurjännitteisten voimajohtojen läheisyyttä ja niille altistumista tutkijat arvioivat paikkatietojärjestelmien, ilma-satelliittikuvien ja muiden historiallisten tietojen avulla. Tiedot taimitarhoista ja torjunta-aineiden käytöstä he saivat Kalifornian ruoka- ja maatalousministeriön tietokannasta sekä torjunta-aineiden säätelyosaston käyttöraportista.

Tutkimusryhmä havaitsi potentiaalisesti kohonneen lapsuusiän leukemian riskin, jos tutkimuskohteet olivat altistuneet sellaisille torjunta-aineiden tehoaineille kuin permetriini, klorpyrifossi, dimetooatti, oksifluorfeeni, orytsaliini ja pendimetalini. Tulosten perusteella myös altistuminen rotanmyrkylle ja nilviäisten torjunta-aineelle saattaa lisätä lapsuusiän leukemian riskiä. Lapsuusiän leukemian yhteydet laskettuihin magneettikenttiin tai voimajohtojen läheisyyteen eivät merkittävästi muuttuneet, kun tutkijat huomioivat altistumisen torjunta-aineille. Kun he jättivät torjunta-aineille altistumisen huomiotta, lapsuusiän leukemian riskit suhteessa voimajohtojen läheisyyteen pysyivät samoina.

Tutkimusryhmä piti löydöstensä perusteella altistumista torjunta-aineille mahdollisena lapsuusiän leukemian itsenäisenä riskitekijänä, joka vaatisi lisätutkimusta. Heidän mukaansa torjunta-aineille altistuminen ei kuitenkaan selittänyt lapsuusiän leukemian yhteyttä voimajohtojen läheisyyteen ja magneettikentille altistumiseen.

Lähde: Nguyen A, Crespi C M, Vergara X, Kheifets L. Pesticides as a potential independent childhood leukemia risk factor and as a potential confounder for electromagnetic fields exposure. *Environmental Research* 238 (2023) 116899.

Hakusanat: lapsuusiän leukemia, torjunta-aineet, taimitarhat, paikkatietojärjestelmä, voimajohtot, magneettikentät



Nro 05

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät, onko 50 Hz:n 1 mT:n pientaajuisille magneettikentille altistuminen mahdollisesti osallisena sperman ominaisuuksien muuttumiseen. He keräsivät 30 terveeltä luovuttajalta spermanäytteet ja jakoivat ne kahdeksi näytteeksi, joista toinen oli alttiina 50 Hz:n 1 mT:n pientaajuisille magneettikentille kahden tunnin ajan. Tutkijat huomasivat, että 50 Hz:n 1 mT:n pientaajuisille magneettikentille altistuminen aiheutti tilastollisesti merkittäviä muutoksia siittiöiden liikkuvuuteen, rakenteeseen ja reaktiivisten happiradikaalien tuotantoon. Tutkimuksessa käytetty magneettikenttä (1 mT) on noin tuhatkertainen verrattuna tavanomaisiin elinympäristössä esiintyviin magneettikenttiin.

## ***Pientaajuisten magneettikenttien mahdollinen vaikutus miehen spermaan ja hedelmällisyyteen***

Viime vuosina monet tutkijat ovat selvittäneet elektroniikkalaitteiden ja kodinkoneiden tuottamille pientaajuisille magneettikentille altistumisen vaikutusta ihmisen soluihin ja molekyylimekanismeihin. Eri tutkimusten mukaan tällainen altistuminen saattaa vaikuttaa miehen siittiöihin eri tavoin riippuen pientaajuisten magneettikenttien taajuudesta, aaltomuodosta, magneettivuon tiheydestä ja altistuksen kestosta. Tässä tutkimuksessa otettiin selvää, onko 50 Hz:n 1 mT:n pientaajuisille magneettikentille altistuminen mahdollisesti osallisena sperman parametrien muuttumiseen.

Tutkijat keräsivät 30 terveeltä luovuttajalta steriileihin astioihin spermanäytteet. Ne jaettiin kahdeksi näytteeksi, joista toinen oli alttiina 50 Hz:n 1 mT:n pientaajuisille magneettikentille kahden tunnin ajan lämpötilassa 37 °C. Verrokkinäytteitä ei altistettu pientaajuisille magneettikentille, vaan niitä säilytettiin kahden tunnin ajan samassa lämpötilassa. Sen jälkeen kaikista näytteistä tutkittiin mikroskoopilla sperman laatu WHO:n vakioparametrien mukaisesti.

Tutkimusryhmä havaitsi, että 50 Hz:n 1 mT:n pientaajuisille magneettikentille altistuminen aiheutti tilastollisesti merkittäviä muutoksia miehen siittiöiden liikkuvuuteen, rakenteeseen ja reaktiivisten happiradikaalien tuotantoon. Heidän mielestään tämä viittaa siihen, että pientaajuiset magneettikentät olisivat osallisina muutoksiin siittiöiden lisääntymiskyvyssä.

Tutkijat pitävät tuloksiaan alan kannalta tärkeänä löytönä, koska altistuminen tutkimuksessa käytetyille siniaaltomuotoisille pientaajuisille magneettikentille on mahdollista myös työpaikoilla. Lisäksi heidän mukaansa monet elektroniikkalaitteet ja kodinkoneet tuottavat samanlaisia sähkömagneettisia kenttiä. Havaitut muutokset siittiöiden progressiivisessä liikkuvuudessa ja rakenteessa voisivat olla tutkimusryhmän mukaan merkittävä seuraus altistuksesta pientaajuisille magneettikentille. Sen perusteella he korostivatkin, että asiasta tarvitaan lisätutkimuksia.

Lähde:

Delli Muti N, Salvio G, Ciarloni A, Perrone M, Tossetta G, Lazzarini R, Bracci M, Balercia G. Can extremely low frequency magnetic field affect human sperm parameters and male fertility? *Tissue and Cell* 82, 2023, 102045.

Hakusanat:

pientaajuiset magneettikentät, 50 Hz, 1 mT, siittiöt, hedelmällisyys

---





Nro 06

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät pientaajuisten magneettikentän jakautumista sähköajoneuvon ohjaamossa ja ihmisen magneettikenttäältistuksen turvallisuutta tekemällä testimittauksia. He arvioivat myös simulaatioanalyysin avulla ihmisen sähkömagneettista altistusta laskemalla magneettivuon tiheyden, indusoidun sähkökentän voimakkuuden ja indusoidun virrantiheyden. Tulokset alittivat kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan (ICNIRP) väestöaltistukseen liittyvät suositustasot.

## ***Turvallisuusanalyysi ja suojautumissuunnitelma ihmisten altistumisesta pientaajuisille magneettikentille sähköajoneuvoissa***

Sähköajoneuvojen tehon yhä kasvaessa kuljettajat ja matkustajat saattavat tutkimusryhmän mukaan altistua ohjaamossa kudoksiin ja elimiin kohdistuville elektromagneettisille riskeille, ja pitkäaikainen altistuminen monimuotoiselle sähkömagneettiselle ympäristölle voi aiheuttaa kumulatiivisia vaurioita keholle. Tässä tutkimuksessa esiteltiin simulaatiota ja testausta hyödyntävä synerginen menetelmä ihmisen sähkömagneettisen altistuksen turvallisuuden tutkimiseen.

Tutkimusryhmä arvioi pientaajuisten magneettikentän jakautumista sähköajoneuvon ohjaamossa ja ihmisen magneettikenttäältistuksen turvallisuutta tekemällä testimittauksia. Lisäksi he selvittivät simulaatioanalyysin avulla ihmisen sähkömagneettista altistusta laskemalla magneettivuon tiheyden, indusoidun sähkökentän voimakkuuden ja indusoidun virrantiheyden.

Tutkimus vahvisti, että sähköajoneuvon kiihdytystilassa virtajohdon muodostamalla pientaajuisella sähkömagneettisella kentällä oli merkittävin vaikutus ihmiskehoon. Tulokset olivat kuitenkin reilusti alle niiden raja-arvojen, jotka on määritetty Kiinan ympäristönsuojeluministeriön elektromagneettisen ympäristön hallinnasta ja kansanterveyden suojaamisesta antamassa standardissa GB8702-2014 ja Kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan (ICNIRP) suosituksissa väestöaltistukselle.

Simulaatiolaskelmien ja testissä mitattujen arvojen välinen suhteellinen virhe oli alle 15 prosenttia, mikä oli tutkimusryhmän mukaan vaatimusten mukainen ja simulaation toistettavuutta parantava taso. Tutkimus osoitti, että magneettikentän taajuus, ajovirta, ajoneuvon korimateriaali ja virtajohdon rakenne vaikuttavat ajoneuvon virtajohdon muodostaman elektromagneettisen kentän jakautumiseen ajoneuvon ohjaamossa. Tutkimusryhmän mukaan nämä tekijät on huomioitava tulevaisuuden suunnitelmissa ihmisten suojelemiseksi altistumiselta pientaajuiselle magneettikentälle sähköajoneuvoissa.

Lähde:

Tan L, Li G, Xie Q, Xiang Y, Luo B. Study on the safety assessment and protection design of human exposure to low-frequency magnetic fields in electric vehicles. *Radiation Protection Dosimetry*, 2023, 1–15

Hakusanat:

sähköajoneuvo, pientaajuiset magneettikentät, simulaatio, sähkömagneettinen altistus, ihmiskeho



Nro 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat mittasivat ja arvioivat vaikutusta, joka pientaajuisilla sähkömagneettisilla kentillä on petrokemian teollisuuden suurjännitesähköasemien työntekijöiden veren ominaisuuksiin ja maksan entsyymeihin. He valitsivat kaksi 50 työntekijän ryhmää, joista toinen oli työssään pitkäaikaisesti altistunut sähkömagneettisille kentille. Toinen ryhmä oli hallinnollisissa tehtävissä toimivista työntekijöistä koostuva verrokkiryhmä. Tulosten perusteella pientaajuisille magneetikentille altistumisella ei ollut tilastollisesti merkittäviä vaikutuksia.

## ***Pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien vaikutus suurjännitesähköasemien työntekijöiden veren ominaisuuksiin ja maksan entsyymeihin petrokemian teollisuudessa – mittaus ja arviointi***

Tutkimusryhmän mukaan sähkö- ja magneetikentille altistumista on ollut aina, mutta parin viimeisen vuosikymmenen aikana on herännyt huoli pientaajuisten magneetikenttien mahdollisista terveysvaikutuksista. Aiemmissä tutkimuksissa ei ole tutkijoiden mielestä saatu tarkkoja vastauksia. Siksi heidän tavoitteenaan tässä tutkimuksessa oli mitata ja arvioida vaikutusta, joka pientaajuisilla sähkömagneettisilla kentillä on veren ominaisuuksiin ja maksan entsyymeihin petrokemian teollisuuden suurjännitesähköasemien työntekijöillä.

Tämä deskriptiivis-analyttinen poikittaistutkimus tehtiin Etelä-Iranissa vuonna 2021. Tutkijat valitsivat kaksi 50 työntekijän ryhmää, joista toinen oli työssään kroonisesti altistunut sähkömagneettisille kentille ja toinen oli hallinnollisissa tehtävissä toimivista työntekijöistä koostuva verrokkiryhmä.

Tutkimusryhmä määrittäi kaikille sähköasemille 200 mittauspistettä, joista mitattiin sähkömagneettisia kenttiä. Mittausten perusteella laadittiin sähkö- ja magneetikenttien jakautumiskaaviot sähköaseman generaattorisalin ympärillä. Magneetikentän mitattu minimiarvo oli 0,8 mG (0,08  $\mu$ T) ja maksimiarvo 2 019 mG (201,9  $\mu$ T). Sähkökentän voimakkuuden minimiarvo oli 0,003 mV ja maksimiarvo 215 mV.

Työntekijöiden demografiset tiedot, veren ominaisuudet ja maksan entsyymit saatiin heidän vuosittain kerättävistä terveystiedoistaan. Tutkijat analysoivat näissä muuttujissa tapahtuneita muutoksia vuosina 2018–2020 sekä verrokki- että tapausryhmästä. Viimeisessä vaiheessa tutkittiin sähkö- ja magneetikentän vaikutusta veren ominaisuuksiin ja maksan entsyymeihin kummassakin ryhmässä moninkertaisen regressiomallin avulla.

Tutkimuksen tulosten perusteella pientaajuisille magneetikentille altistumisella ei ollut tilastollisesti merkittäviä vaikutuksia, sillä tutkimus- ja verrokkiryhmän demografisissa muuttujissa ja veri- tai maksa-arvoissa vuosina 2018–2020 ei ollut merkittäviä eroja. Lisäksi työntekijöiden altistuminen pientaajuisille magneetikentille alitti sallitun rajan.

Lähde:

Moslemi S, Ghotbi Ravandi M R, Zare S, Tohidi Nik H. Measuring and assessing the effects of extremely low-frequency electromagnetic fields (ELF-EMF) on blood parameters and liver enzymes of personnel working in high voltage power stations in a petrochemical industry. *Heliyon* 9 (2023) e15414.

Hakusanat:

pientaajuus, veren ominaisuudet, maksan ominaisuudet, sähkökenttä, magneetikenttä





Nro 08

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat tarkastelevat riskejä, joita esiintyy työskenneltäessä jännitteettömillä sähkölinjoilla lähellä jännitteisiä voimajohtoja. He käyvät artikkelissa läpi säännöksiä, työperäisen altistuksen rajoja, riskityyppejä ja analyysseja sekä suosituksia riskien vähentämiseen. Kirjoittajat peräänkuuluttavat yrityksiä keskittymään prosesseihin, koulutukseen ja kenttävalvontaan ja huomioimaan sen, että jännitteettömässäkin työssä on kyse sähköturvallisuudesta.

## ***Turvallisuusongelmat ja -suositukset työskenneltäessä jännitteisten sähkölinjojen lähistöllä***

Tässä artikkelissa tarkasteltiin riskejä, joita esiintyy työskenneltäessä jännitteettömillä sähkölinjoilla lähellä jännitteisiä voimajohtoja. Esimerkkejä tämänkaltaisesta työstä ovat esimerkiksi eristeiden vaihdot, johtimien asennukset ja korjaukset, työskentely valokuitujen parissa ja tornirakenteiden pystytys. Tutkimusryhmä kävi läpi artikkelissa säännöksiä, työperäisen altistuksen rajoja, riskityyppejä ja -analyysseja ja suosituksia riskien vähentämiseen.

Sähkölinjalla työskentelevät saattavat tutkimusryhmän mukaan kokea lämpöaltistusta ja saada esimerkiksi palovammoja valokaarten, materiaalin syttymisen ja kuumien pintojen takia. Sähköiskujen vaaraa aiheuttavat puolestaan esimerkiksi suora kosketus jännitteisiin osiin, vaihtovirran indusoituminen ja sähkölinjaan varastoituneet purkaukset. Sähkölinjojen läheisyydessä työskentelevät altistuvat helposti myös voimakkailla sähköisillä, magneettisilla ja sähkömagneettisilla kentillä.

Kun tutkimusryhmä kävi läpi sähkötöissä tapahtuneita tapaturmia, nousi esiin useita vaihtovirran indusoiman jännitteen ja virran aiheuttamia onnettomuuksia ja kuolemantapauksia. Tutkimusryhmä painotti tällaisen sähköiskun vaaran huomioimista työskenneltäessä sähkölinjojen läheisyydessä. He analysoivat perusteellisesti työtapojen ja henkilösuojainten vaikutusta riskien syihin ja vähenemiseen ja pitivät erityisesti näitä töitä varten kehitettyjä henkilösuojaimia hyvänä keinona vähentää vaihtovirran indusoitumisen riskiä sähkölinjojen lähellä työskenneltäessä. Artikkelissa esiteltiinkin uudentyyppisiä sähköä johtavia vaatteita ja niiden laboratoriotestausmenetelmiä.

Tutkimusryhmä totesi, että jännitteisten sähkölinjojen läheisyydessä tehtävien töiden riskit tulisi määrittää ja niitä tulisi lieventää, sillä hallitsemattomista riskeistä saattaa aiheutua onnettomuuksia. Heidän mukaansa joidenkin yritysten turvallisuusohjelmissa niitä ei oteta huomioon, koska työt katsotaan ”jännitteettömiksi”. Tutkimusryhmä kehottaa yrityksiä keskittymään prosesseihin, koulutukseen ja kenttävalvontaan ja nostamaan esiin sitä tosiasiaa, että jännitteettömässäkin työssä on kyse sähköturvallisuudesta.

Lähde:

Szabó D, Gyergyádesz L, Németh B, Ramirez-Bettoni E. Safety concerns and recommendations during work in the vicinity of energized lines. 2023 IEEE Power & Energy Society General Meeting.

Hakusanat:

vaihtovirran indusoituminen, sähköisku, riskien vähentäminen, työskentely jännitteisen sähkölinjan läheisyydessä



Nro 9

Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät työperäisen pientaajuisille magneettikentille altistumisen yhteyttä follikulaarisen lymfooman riskiin. He eivät saaneet tutkimustuloksista tukea tälle yhteydelle.

## ***Työperäinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille ja follikulaarisen lymfooman riski perheiden tapaus-verrokkitutkimuksessa***

Työperäisen pientaajuisille magneettikentille altistumisen yhteydestä follikulaarisen lymfooman riskiin on tutkimusryhmän mukaan olemassa hyvin vähän todisteita. Siksi heidän tavoitteenaan tässä tutkimuksessa oli selvittää tätä yhteyttä.

Tutkimusryhmä suoritti Australiassa perheiden tapaus-verrokkitutkimuksen vuosina 2011–2016. Tutkimukseen osallistui 681 tapaus ja 1 184 verrokkia. Verrokeissa oli perheenjäseniä, 294 sisarusta ja 179 puolisoa tai kumppania, ja 711 ei sukua olevia rekrytoituja vastaavanlaisesta australialaisesta multippelin myelooman tutkimuksesta.

Tutkijat selvittivät osallistujien tarkan työhistorian kyselyllä, jossa nämä täyttivät kalenteriin kaikki työpaikkansa koko elinikensä ajalta. Altistumisen pientaajuisille magneettikentille tutkimusryhmä arvioi käyttäen työaltistematriisia ja yleistä 10 vuoden viiveaikaa. He tutkivat yhteyttä follikulaarisen lymfooman riskiin logistisen regressioanalyysin avulla huomioiden tapauksen ja verrokkien sukulaissuhteen. Tutkimuksessa suoritettiin useita herkkyyksianalyysseja, joissa jaoteltiin verrokki tyypin ja sukupuolen perusteella, luokiteltiin pientaajuisille magneettikentille altistuksen prosenttipisteitä kvartiilien lisäksi, tutkittiin pientaajuisille magneettikentille altistumisen voimakkuus eniten altisteisissa töissä ja käytettiin lyhyempää 1 vuoden viiveaikaa ja kumulatiivista altistumista viimeisten 1–9 vuoden aikana.

Tutkijat eivät saaneet tutkimustuloksista tukea työperäisen magneettikentille altistumisen ja follikulaarisen lymfooman riskin väliselle yhteydelle. Vaikka heidän mielestään perheenjäsenten ottaminen osaksi suurempaa verrokkiryhmää saattoi vääristää riskiarviota alhaisemmaksi, tapauksiin ja ei-sukua oleviin verrokkeihin rajattujen herkkyyksianalyysien löydökset olivat kuitenkin samanlaisia. Tutkijat ehdottavat lisätutkimuksia, joissa magneettikenttäaltistusta on arvioitava paremmin ja otannan on oltava suurempi. Näin voitaisiin selvittää pientaajuisille magneettikentille altistumisen mahdollista osallisuutta lymfooman syntyyn ja vaikuttaa työturvallisuustoimenpiteisiin.

Lähde:

Odutola M K, van Leeuwen M T, Bruinsma F J, Benke G, Turner M C, Trotman J, Turner J, Seymour J F, Miles Prince H, Milliken S T, Tiley C, Hertzberg M, Roncolato F, Opat S, Lindeman R, Verner E, Underhill C R, Cardis E, Giles G, Vajdic C M. Occupational exposure to extremely low-frequency magnetic fields and follicular lymphoma risk: a family case–control study. *Occup Environ Med* 2023, 80, 599–602

Hakusanat:

työperäinen altistuminen, pientaajuiset magneettikentät, follikulaarinen lymfooma, sukulaisuus

---

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 2024. Arkiston löydät osoitteesta [www.leenakorpinen.com](http://www.leenakorpinen.com).

