



www.leenakorpinen.fi

Tämä Tilannekatsaus on luettavissa myös [html-muodossa](#).

Tutkimuksia tehdään eri näkökulmista ympäri maailmaa



Tilannekatsaus: 1 / 2010 - julkaistu 10. kesäkuuta 2010

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Pientaajuiset sähkökentät ja syöpä: todisteiden arviointia

03: Verkkotaajuiset magneettikentät ja lapsuusiän aivokasvaimet: tapaus-verrokkitutkimus Japanissa

04: Asuinpaikassaan 50 Hz:n magneettikentille altistuneiden sairastumishavainnot Roomassa – tutkimusmenetelmät ja alustavat löydökset

05: Oikeudenmukaisuus ja ympäristö: päinvastainen löydös suurjännitteisten sähkövoimajohtojen tapauksessa

06: Asuminen voimajohtojen lähellä ja kuolleisuus hermostoa rappeuttaviin tauteihin: pitkän aikavälin tutkimus Sveitsin väestöstä

07: Pientaajuisille magneettikentille altistumisen vaikutukset kognitiivisiin toimintoihin: tilastollisen meta-analyysin tuloksia

08: Selvitys altistumisesta sähkömagneettikentille asuntojen makuuhuoneissa Ala-Itävallassa

09: Ammatillinen altistuminen pientaajuisille sähkömagneettikentille Isossa-Britanniassa

10: Biomonitorointitutkimus genotoksisista riskeistä muuntaja- ja sähköasematyöntekijöillä Turkissa

11: Pientaajuisiin sähkö- ja magneettikenttiin liittyvät ammattitaudit – tulevaisuuden tarpeet ja suositukset

12 Vain harva suomalainen mainitsi sähköyliherkkyyden kyselytutkimuksessa

13: Sähkö- ja magneettikenttäaltistus Tampereen alueen 110 kV sähköasemilla työskennellessä

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

Tampereen teknillinen yliopisto. Energia- ja prosessitekniiikan laitos.

Tilannekatsaus

ISSN 1799-4594

Nro. 01

Pääkirjoitus

Kun aloin koota tätä tilannekatsausta, olin vähän epäileväinen, löydänkö uusia tutkimuksia tai muita mielenkiintoisia julkaisuja riittävästi. Tiesin jo valmiiksi, ettei kansainvälinen



säteilysuojelutoimikunta ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) eikä Euroopan unioni ole julkaissut mitään uutta.

Epäilyni olivat aivan turhia. Mielenkiintoisia julkaisuja löytyi useita. Aloitin katsauksen tällä kertaa artikkelilla, jossa on keskitytty pientaajuisten sähkökenttien mahdollisiin syöpävaikutuksiin. Monissa tutkimuksissa on käsitelty magneettikenttäaltistuksen yhteyttä syöpään, joten aihe vaikutti kiinnostavan uudelle. Tutkijoiden mukaan on hyvin vähän perusteita sille olettamukselle, että sähkökenttiin voisi liittyä terveysriskejä. Jos aihe kiinnostaa enemmän, kannattaa katsoa myös Bioelectromagnetics -lehdessä ollut kommentti artikkeliin liittyen ja siihen liittyvä vastine.

Seuraavat valitsemani artikkelit antavat hyvin kuvan siitä, kuinka laajasti eri puolilla maailmaa tätä aihetta käsitellään ja tutkitaan. Japanissa on tutkittu verkkotaajuisten magneettikenttäaltistuksen ja lapsuusiän aivokasvaimien välistä yhteyttä. Roomassa on tutkittu asuinpaikassaan 50 Hz:n magneettikentille altistuneiden sairastumishavaintoja. Yhdysvalloissa tutkimuksen kohteina ovat olleet oikeudenmukaisuus ja ympäristö. Tutkimus lähtee liikkeelle kysymyksestä, altistuvatko vähemmistöön tai alempaan tuloluokkaan kuuluvat tietyn maantieteellisen alueen asukkaat epäoikeudenmukaisesti ympäristömyrkyille voimakkaammin kuin muualla asuvat. Tutkimuskohteena heillä ovat olleet 345 kV:n suurjännitteiset voimajohdot. Sveitsin väestön osalta on tutkittu asumista voimajohtojen lähellä ja kuolleisuutta hermostoa rappeuttaviin tauteihin.

Sähkökenttä ja syöpä -aiheen lisäksi löysin myös artikkelin, johon oli koottu useiden muiden tutkimusten tuloksia. Tämän artikkelin aiheena olivat pientaajuisille magneettikentille altistumisen vaikutukset kognitiivisiin toimintoihin sekä aiheesta tehty tilastollinen meta-analyysi. Varsin vähän oli havaittu mitään vaikutuksia.

Katsauksen loppupuolelle otin taas mukaan joitakin mielenkiintoisia ammatilliseen altistukseen liittyviä julkaisuja. Isossa-Britanniassa on kerätty tietoa väestön ammatillisesta altistumisesta pientaajuisille magneettikentille. Tutkijoiden mukaan keskimäärin altistuminen oli voimakkaampaa töissä kuin kotona. Heidän aineistossaan kohonnut keskimääräinen ammatillinen altistus löytyi hitsaajilta, kirjapainotyöntekijöiltä, puhelunvälittäjiltä sekä arkistojen apuhenkilökunnalta. Toinen ammatilliseen altistukseen liittyvä julkaisu käsittelee sähköasematyöntekijöitä Turkissa sekä genotoksista riskiä.

Katsauksen kaksi viimeistä julkaisua ovat omia tutkimuksiani. Niistä ensimmäinen kertoo laajasta kyselystä, joka tehtiin joitakin vuosia sitten. Kyselyn avoimen kysymyksen perusteella on arvioitu laadullisilla tutkimusmenetelmillä, kuinka monet suomalaiset kokevat sähköyliherkkyyttä. Tämän aineiston perusteella määrä on varsin pieni. Toinen julkaisuni on jatkoa tutkimuksille, joissa kartoitetaan työntekijöiden altistumista sähkö- ja magneettikentille. Tällä kertaa kohteena on ollut työskentely 110 kV:n sähköasemilla Tampereen alueella.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen,
Tilannekatsauksen päätoimittaja
Tampereen teknillinen yliopisto, Ympäristöterveys



Nro. 02

Päätoimittajan kommentti: Tutkimuksessa on kerätty muiden tutkimusten tuloksia. Tutkijoiden mukaan on hyvin vähän perusteita sille olettamukselle, että sähkökenttiin voisi liittyä terveysriskejä.

Pientaajuiset sähkökentät ja syöpä: todisteiden arviointia

Pientaajuisista (ELF) sähkö- ja magneettikentistä (EMF) tehdyistä tutkimuksista ja katsauksista useat ovat keskittyneet enemmän magneettikenttiin kuin sähkökenttiin. Joidenkin tutkijoiden mielestä tällainen kohdennus ei ole asiallista, sillä heidän mielestään sähkökenttien tulisi olla osa epidemiologista ja laboratoriotutkimusta.

Tässä tutkimuksessa haluttiin paikata aukot käymällä läpi järjestelmällisesti ja kriittisesti sähkökenttätutkimuksia ja vertailemalla sähkö- ja magneettikenttien todisteiden yleistä kestävyyttä.

Tutkijoiden laatima katsaus mahdollisista mekanismeista, joilla pientaajuiset sähkökentät vaikuttavat ihmisen terveyteen, ei antanut erityistä perustaa keskittyä sähkökenttiin. Laboratoriotutkimuksia puolestaan löydettiin vähän, eivätkä ne antaneet syytä tutkia sähkökenttiä altistuksen lähteenä.

Tutkijoiden läpikäymä tämänhetkinen epidemiologinen tutkimus asuinalueiden sähkökenttäältistuksista ja laitteiden käytöstä ei tukenut päätelmää sähkökentille altistumisen haitallisista terveysvaikutuksista (tutkimuksia oli tehty mm. lapsuusiän leukemiariskin kasvusta).

Ammatillisista tutkimuksista tutkijat havaitsivat, että lähellä suurjännitteisiä voimajohtoja tai sähköasemalaitteita työskentelevät saattoivat altistua voimakkaille sähkökentille. Vaikka joissain ammatillisissa tutkimuksissa oli satunnaisia havaintoja syöpätapausten lisääntymisestä, ne olivat epäjohdonmukaisia ja täynnä metodologisia ongelmia.

Kaiken kaikkiaan tässä tutkimuksessa löydettiin hyvin vähän perusteita sille olettamukselle, että sähkökenttiin voisi liittyä terveysriskejä. Ammatillisia epidemiologisia tutkimuksia lukuun ottamatta sähkökenttien jatkotutkimukselle oli tutkijoiden mukaan hyvin vähän perusteita.

Lähde:

Kheifets L, Renew D, Sias G and Swanson J. Extremely low frequency electric fields and cancer: assessing the evidence. *Bioelectromagnetics* 2010;31:89-101

Hakusanat: katsaus, sähkömagneettikentät, lapsuusiän leukemia, syöpä, ammatillinen altistus



Nro. 03

Päätoimittajan kommentti: Mielenkiintoinen havainto on, että tutkijat havaitsivat japanilaisten lasten aivokasvainten ja yli 0,4 μT :n altistuksen välillä positiivisen yhteyden, jota eivät pystyneet selittämään muilla tekijöillä.

Verkkotaajuiset magneettikentät ja lapsuusiän aivokasvaimet: tapaus-verrokkitutkimus Japanissa

Aiemmissä tutkimuksissa lasten aivokasvainten ja asuinalueiden verkkotaajuisien magneettikenttien välisen yhteyden vahvuus on vaihdellut, mikä voi johtua osittain magneettikenttäaltistuksen väärästä luokittelusta. Tässä tutkimuksessa haluttiin tarkastella kyseistä yhteyttä Japanissa parantamalla mittaustekniikoita ja pidentämällä mittausaikaa kokonaiseen viikkoon.

Tämä populaatiopohjainen tapaus-verrokkitutkimus käsitti 54 % japanilaisista alle 15-vuotiaista lapsista. Kun suljettiin pois tutkimukseen soveltumattomat lapset, analyysiin sisältyi 55 vastikään diagnosoitua aivokasvaintapausta ja 99 sukupuolen, iän ja asuinalueen suhteen verrokkaa. Vuodenaikakohtaisen vaihtelun välttämiseksi tapaus-verrokkiparien altistus magneettikentille mitattiin ajallisesti lähekkäin, keskimääräinen ero oli 12,4 päivää. Diagnoosin ja magneettikenttämittausten keskimääräinen väli oli 1,1 vuotta.

Altistukseksi määritettiin keskimääräinen viikoittainen magneettikenttätaso. Makuuhuoneen magneettikenttätason ja lapsuusiän aivokasvainten välistä yhteyttä arvioitiin käyttämällä ehdollista logistista regressioanalyysia, jossa huomioitiin mahdolliset vääristävät tekijät.

Vertailuluokkaan $<0,1 \mu\text{T}$ verrattuna $0,1\text{--}0,2 \mu\text{T}$:n altistusluokassa aivokasvainriskin todennäköisyydeksi saatiin 0,74, $0,2\text{--}0,4 \mu\text{T}$:n altistusluokassa 1,58 ja yli $0,4 \mu\text{T}$:n luokassa 10,9, kun äidin koulutus otettiin huomioon tarkastelussa. Tämä annos-vastesuhde pysyi vakaana, kun malliin otettiin mukaan muita muuttujia mahdollisina vääristävinä tekijöinä.

Tutkimuksessa löydettiin voimakkaan, yli $0,4 \mu\text{T}$:n altistuksen ja aivokasvainriskin välillä positiivinen yhteys, jota ei voitu selittää pelkästään vääristävillä tekijöillä tai valintatarhoilla.

Lähde:

Saito T, Nitta H, Kubo O, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, Hagihara J, Isaka K, Ojima T, Nakamura Y, Mizoue T, Ito S, Eboshida A, Yamazaki S, Sokejima S, Kurokawa Y and Kabuto M. Power-frequency magnetic fields and childhood brain tumors: a case-control study in Japan. *J Epidemiol* 2010;20(1):54-61

Hakusanat: lapsuusiän aivokasvain, magneettikentät, riski, tapaus-verrokkitutkimus, populaatiopohjainen



Nro. 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkimuksen kohteena oli 60 kV:n sähkönjakelujohtojen läheisyydessä asunut väestö. Aineiston pienestä määrästä huolimatta tutkijat havaitsivat kohderyhmässä lisääntyntä riskiä erilaisille taudeille.

Asuinpaikassaan 50 Hz:n magneettikentille altistuneiden sairastumishavainnot Roomassa – tutkimusmenetelmät ja alustavat löydökset

Tutkijat tekivät kohorttitutkimuksen erään osittain 60 kV:n sähkönjakelujohtojen läheisyyteen rakennetun alueen populaation sairastumisesta Roomassa. Tutkimus oli pilotti tulevaa yhteisanalyysejä varten, ja siinä haluttiin nimenomaan tutkia voimakkaasti altistunutta ryhmää eri sairauksien osalta.

Tutkimus sisälsi 345 tutkimusalueella vuosina 1954–2003 jonkin aikaa asunutta kohdetta, pois lukien ennen vuotta 1998 kuolleet. Asuinalueen magneettikenttätasot arvioitiin kuormitusvirran, rakenneominaisuuksien sekä voimajohdon ja asuinrakennuksen välisen etäisyyden perusteella, ja tutkimusalue jaettiin magneettikenttätasojen mukaan erisuuruisiin osa-alueisiin. Vakioidut sairastumismäärät laskettiin sairaaloiden kotitustietojen perusteella vuosilta 1998–2003 verrattuna seudun koko väestöön.

Tilastollisesti merkityksetöntä kasvua havaittiin kaikissa ja primaarisissa syövissä. Primaariset syövät lisääntyivät merkittävästi tutkimuskohteilla, jotka olivat asuneet alueella yli 30 vuotta ja joilla oli syöpä piilevänä. Voimakkaimmin altistuneen osa-alueen (28 metrin etäisyydellä jakelujohdosta) tutkimuskohteilla havaittiin merkittävää kasvua kaikissa, primaarisissa ja sekundaarisissa, syövissä sekä kaksinkertainen kasvu iskemisissä sairauksissa. Neoplastisten hematologisten sairauksien lisääntymistä ei todettu.

Tutkijoiden tavoitteena oli arvioida pientaajuisille magneettikentille voimakkaasti altistuneen ryhmän terveydentilaa. Vaikka löydökset perustuivat tutkimuskohteiden pieneen määrään, tutkimuksesta kävi ilmi kohderyhmän lisääntynyt riski sairastua erilaisiin tauteihin.

Lähde:

Fazzo L, Tancioni V, Polichetti A, Iavarone I, Vanacore N, Papini P, Farchi S, Bruno C, Pasetto R, Borgia P, Comba P. Morbidity experience in populations residentially exposed to 50 Hz magnetic fields. Methodology and preliminary findings of a cohort study. *Int J Occup Environ Health* 2009;15:133-142

Hakusanat: magneettikentät, sairastuminen, syöpä, sydäntaudit, haimasyöpä



Nro. 05

Päätoimittajan kommentti: Yhdysvaltalainen tutkimus, jonka mukaan noin 600 metrin etäisyydellä suurjännitteisistä sähkövoimajohtoista asuvat, todennäköisemmin magneettikentille altistuvat olivat ennemminkin valkoihoisia, korkeampaan tuloluokkaan kuuluvia, koulutetumpia ja talon omistajia kuin kauempana asuvat, erityisesti kaupunkialueilla.

Oikeudenmukaisuus ja ympäristö: päinvastainen löydös suurjännitteisten sähkövoimajohtojen tapauksessa

Ympäristöpoliittisella oikeudenmukaisuusperiaatteella (Environmental justice) tutkitaan Yhdysvalloissa, altistuvatko vähemmistöön ja/tai alempaan tuloluokkaan kuuluvat tietyn maantieteellisen alueen asukkaat epäoikeudenmukaisesti ympäristömyrkyille voimakkaammin kuin muualla asuvat. Tällaisia tilanteita on tunnistettu monien tekijöiden osalta, kuten ilmansaasteet, ongelmajätteet, vedenlaatu, melu, asuinalueiden ahtautuminen ja asumisen laatu.

Tässä tutkimuksessa kyseistä periaatetta sovellettiin suurjännitteisiin sähkövoimajohtoihin, joita jotkut pitävät niiden muodostamien magneettikenttien vuoksi terveystorjuntana sekä myös epäesteettisenä. Tutkijat kartoittivat kaikki vähintään 345 kV:n sähkövoimajohtot New Yorkin osavaltiossa sekä poimivat ja tiivistivät Yhdysvaltojen väestönlaskentatietojen perusteella lähistön sosiodemografiset ja asumisolosuhtetiedot neljään luokkaan sen perusteella, millä etäisyydellä voimajohtoista asunnot sijaitsivat.

Tutkijoiden odotusten vastaisesti noin 600 metrin etäisyydellä sähkövoimajohtoista asuvat, todennäköisemmin magneettikentille altistuvat olivat ennemminkin valkoihoisia, korkeampaan tuloluokkaan kuuluvia, koulutetumpia ja talon omistajia kuin kauempana asuvat, erityisesti kaupunkialueilla.

Mahdolliseksi selityksiksi näille löydöksille tutkijat tarjosivat seuraavia: haluttiin tietoisesti voimajohtojen alle jääneelle avaralle alueelle, suosittiin uusia, monesti voimajohtojen lähellä sijaitsevia taloja/asuinalueita tai oli muutettu lähemmäs voimajohtoja, ennen kuin sähkömagneettikenttiä alettiin pitää riskinä.

Tässä tutkimuksessa todettiin, että ympäristöpoliittinen epäoikeudenmukaisuus ei ilmene samalla tavalla kaikissa ympäristöriskeissä ja yleistyksissä on oltava varovainen. Lisäksi tutkimus osoitti paikkatietojärjestelmän (GIS) hyödyllisyyden tiivistettäessä tietoja erittäin suurista populaatioista, mikä on usein haasteellista epidemiologiassa.

Lähde:

Wartenberg D, Greenberg M R and Harris G. Environmental justice: a contrary finding for the case of high-voltage electric power transmission lines. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 2010;20:237-244

Hakusanat: oikeudenmukaisuus ja ympäristö, voimajohtot, sähkömagneettikentät, sosioekonominen asema, paikkatietojärjestelmä, altistusanalyysi



Nro. 06

Päätoimittajan kommentti: Sveitsissä tutkijat havaitsivat pientä riskin lisäystä alle 50 metrin etäisyydellä 220–380 kV johdosta asuvien ja Alzheimerin taudin välillä, mutta ei ALS-taudin, Parkinsonin taudin tai MS-taudin osalta.

Asuminen voimajohtojen lähellä ja kuolleisuus hermostoa rappeuttaviin tauteihin: pitkän aikavälin tutkimus Sveitsin väestöstä

Tutkijat analysoivat asuinalueen voimajohtojen aiheuttaman magneettikenttäaltistuksen yhteyttä kohonneeseen riskiin kuolla hermostoa rappeuttavaan tautiin, sillä aiheesta ei löytynyt aiempia tutkimuksia. Hermostoa rappeuttavia tauteja ovat mm. Alzheimerin tauti, pitkälle edennyt dementia, ALS-tauti, MS-tauti ja Parkinsonin tauti.

Heikkokin yhteys olisi heistä kansanterveydellisesti merkittävä, sillä Sveitsissä 9,2 % väestöstä asuu 600 metrin etäisyydellä 220 tai 380 kV:n voimajohdoista. Tutkijat hyödynsivät Sveitsin kansallista kohorttitutkimusta, joka on pitkittäistutkimus Sveitsin väestöstä. He analysoivat 4,7 miljoonan populaation yhdistämällä kuolleisuus- ja väestönlaskentatiedot vuosilta 2000–2005.

Alle 50 metrin etäisyydellä 220–380 kV:n voimajohdoista asuvilla henkilöillä havaittiin kohonnut riski kuolla Alzheimerin tautiin verrattuna vähintään 600 metrin päässä asuviin. Yli 50 metrin päässä asuvilla tutkijat eivät havainneet todisteita kohonneesta riskistä.

Riski suureni, jos voimajohdon lähellä oli asuttu pidemmän aikaa. Jos henkilö oli asunut vähintään viisi vuotta 50 metrin etäisyydellä, tarkistettu riskisuhde oli 1,51, ja se kasvoi arvoon 1,78 vähintään kymmenessä vuodessa ja arvoon 2,00 vähintään 15 vuodessa.

Pitkälle edenneen dementian kohdalla tutkijat tekivät samoja havaintoja, mutta ALS-taudin, Parkinsonin taudin tai MS-taudin lisääntyneestä riskistä he löysivät vain vähän todisteita.

Lähde:

Huss A, Spoerri A, Egger M and Roosli M. Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: longitudinal study of the Swiss population. *Am J Epidemiol* 2009;169:167-175

Hakusanat: dementia, hermostoa rappeuttavat taudit, säteily, ei-ionisoiva, voimajohdot, Alzheimerin tauti



Nro. 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkimuksessa on kerätty yhteen yhdeksän tutkimuksen tulokset magneettikentille altistumisen vaikutuksesta kognitiivisiin toimintoihin. Varsin vähän havaittiin vaikutuksia.

Pientaajuisille magneettikentille altistumisen vaikutukset kognitiivisiin toimintoihin: tilastollisen meta-analyysin tuloksia

Pientaajuisille magneettikentille altistumisen mahdollisista vaikutuksista ihmisen kognitiivisiin toimintoihin löytyy runsaasti tutkimuksia. Tulokset ovat kuitenkin olleet ristiriitaisia metodologisista puutteista johtuen (esim. vähäinen tilastollinen merkitys, pienet otokset). Tutkijat halusivat korjata nämä puutteet suorittamalla aiheesta ensimmäisen tilastollisen meta-analyysin.

He löysivät kirjallisuudesta 17 tutkimusta aiheesta vuosilta 1986–2007. Tutkijat ottivat niistä mukaan analyysiin yhdeksän, jotka täyttivät heidän asettamansa minimivaatimukset (esim. vähintään yksinkertainen sokkokoerakenne sekä riippuvien muuttujien keski- ja vakiopoikkeamien dokumentointi). Kaikissa tutkimuksissa tarkasteltiin altistumista 50 hertsin magneettikentille. Kunkin testatun kognitiivisen ulottuvuuden tuli löytyä vähintään kahdesta eri tutkimuksesta, ja testien tuli olla suoritettuina sekä altistuksessa että vertailuolosuhteissa.

Tutkijat havaitsivat kahdessa kognitiivisessa ulottuvuudessa pieniä, mutta merkittäviä vaikutuksia. Tehtävän aikana altistuneet tutkimuskohteet suoriutuivat vaikean tason visuaalisesta erottelusta paremmin kuin vertailuryhmä, keskivaikeasta tasosta altistuneet kuitenkin suoriutuivat huonommin. Lisäksi altistuneilla havaittiin merkittävästi enemmän oikeita reaktioita joustavuuden ulottuvuudessa.

Tutkimusten vähäinen määrä kutakin toimintakyvyn ulottuvuutta kohti teki arvioista kuitenkin epävarmoja, ja löydöksiin on siksi suhtauduttava hyvin varauksella. Kaiken kaikkiaan meta-analyysin tulokset antoivat vain vähän todisteita siitä, että pientaajuisilla magneettikentillä olisi vaikutuksia kognitiivisiin toimintoihin. Tutkijat eivät havainneet mitään vaikutuksia useimmissa toiminnoissa.

Lähde:

Barth A, Ponocny I, Ponocny-Seliger E, Vana N and Winker R. Effects of extremely low-frequency magnetic field exposure on cognitive functions: results of a meta-analysis. *Bioelectromagnetics* 2001;31:173-179

Hakusanat: tarkkaavaisuus, kognitio, pientaajuiset magneettikentät, ihmisen toimintakyky, reaktioaika



Nro. 08

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä on mitannut kodeissa sähkömagneettisille kentille altistumista. Mittauksia on tehty 226 kodissa, mikä on mielestäni varsin laaja aineisto. Mitatut arvot ovat varsin pieniä ja selvästi alle ohjearvojen.

Selvitys altistumisesta sähkömagneettikentille asuntojen makuuhuoneissa Ala-Itävallassa

Aiemmat tutkimukset sähkö-, magneetti- tai sähkömagneettikentille altistumisesta kodeissa ovat käsitelleet sähkönjakelun sähkömagneettikenttiä tai suurtaajuisia sähkömagneettikenttiä. Tässä tutkimuksessa raportoitiin tuloksia sängyn viereltä tehdyistä pistemittauksista, jotka käsittivät sähköstaattisia kenttiä, pientaajuisia sähkökenttiä, pientaajuisia magneettikenttiä sekä suurtaajuisia sähkömagneettikenttiä.

Mittauksia tehtiin 226 kodissa eri puolilla Ala-Itävaltaa. Lisäksi arvioitiin yksinkertaisten vähennyskeinojen tuloksia (esim. kelloradiot poistettiin tai niiden etäisyyttä sängystä pidennettiin, langattomien DECT-puhelimien tukiasemat kytkettiin pois päältä). Kaikki mittaukset jäivät reilusti kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICNIRP:n ohjearvojen alle.

Keskimääräisiä yöllisiä pientaajuisia magneettikenttiä (pitkäaikainen mittaus klo 22:n ja 6:n välillä, geometrinen keskiarvo kodeista) löydettiin 2,3 prosentissa ja suurtaajuisia sähkömagneettikenttiä 7,1 prosentissa kodeista. Voimakkaimmat pientaajuiset sähkökentät johtuivat pääasiassa sängyn vieressä olevista lampuista ja voimakkaimmat pientaajuiset magneettikentät laitteiden muuntajista tai syöttöverkoista. Suurimmat suurtaajuiset magneettikentät aiheuttivat asunnon sisällä DECT-puhelinten tukiasemat ja ulkopuolella matkapuhelinten tukiasemat.

Yksinkertaisilla vähennyskeinoilla pientaajuisen magneettikenttien keskimääräiseksi vähennykseksi saatiin 23 nT, pientaajuisen sähkökenttien vähennykseksi 23 V/m ja suurtaajuisen sähkömagneettikenttien vähennykseksi 246 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Pientaajuisille magneettikentille altistumisen ja suurtaajuisen sähkömagneettikenttien kokonaistasojen $R = 0,16$ välille laskettiin pieni, mutta tilastollisesti merkittävä korrelaatio, joka oli riippumaton talon tyypistä (huoneisto, omakotitalo) ja sijainnista (kaupunki, maaseutu).

Lähde:

Tomitsch J, Dechant E and Frank W. Survey of electromagnetic field exposure in bedrooms of residences in Lower Austria. *Bioelectromagnetics* 2010;31:200-208

Hakusanat: mittaukset, vähennyskeinot, kenttätutkimus, DECT, matkapuhelinten tukiasemat, sähkökentät, magneettikentät, sähkömagneettikentät



Nro. 09

Päätoimittajan kommentti: Isossa-Britanniassa on tutkittu työntekijöiden altistumista pientaajuisille magneettikentille. Eniten altistuivat hitsaajat, kirjapainotyöntekijät, puhelinvälittäjät sekä arkistojen apuhenkilökunta.

Ammatillinen altistuminen pientaajuisille sähkömagneettikentille Isossa-Britanniassa

Ison-Britannian väestön ammatillinen altistuminen pientaajuisille magneettikentille on aiemmin todistettu huonosti. Tässä tutkimuksessa haluttiin analysoida ammatillista altistumista pientaajuisille magneettikentille Isossa-Britanniassa ja arvioida tiukan työaltistusmatriisin (JEM) käyttöä aikuisiän aivokasvaintutkimuksen UKABTS (UK Adult Brain Tumour Study) kohderyhmän altistuksen luokittelussa.

Tutkimuksessa suoritettiin henkilökohtaisia pientaajuisten magneettikenttien mittauksia. Altistus jaettiin työ-, työmatka- ja vapaa-aikajaksoihin, joita mitattiin eri tavoin. Altistus määriteltiin Ison-Britannian ammattien vakioluokituksen (Standard Occupational Classification 2000), vakioidun alaluokituksen (Standard Industrial Classification 1997) sekä yhdistetyn ammattien alaluokituksen mukaan. Tilastollisilla analyyseilla (sekavaikutusmalli) määritettiin ammatillisen altistuksen osuus 24 tunnin kumulatiivisesta altistuksesta sekä ammatin ja alan osuus kokonaispoikkeamasta.

Tutkimuksessa kerättiin tietoja 317 yksilöltä, joista 192 oli UKABTS-tutkimuskohteita, 101 UKABTS-tutkimuskohteiden ammatillisia "edustajia" (työpaikalla vastaavissa tehtävissä) ja 24 "mielenkiintokohteita" UKABTS-tutkimuksen ulkopuolelta. 236 henkilöltä saatiin ammatilliset tiedot yhteensä 117 eri amatista.

Keskimäärin altistuminen oli merkittävästi voimakkaampaa töissä kuin kotona. Kohonnut keskimääräinen ammatillinen altistus löytyi hitsaajilta, kirjapainotyöntekijöiltä, puhelinvälittäjiltä sekä arkistojen apuhenkilökunnalta. Tätä tiukkaa työmatriisiperusteista ammattiluokitusta voitaisiin tutkijoiden mukaan parantaa yhdistämällä luokitus alaan ja hyödyntämällä työtehtäviin liittyvää tietoa.

Tutkijoiden mukaan tämä raportti lisäsi huomattavasti tietoa aikuisten altistumisesta pientaajuisille magneettikentille Isossa-Britanniassa. He päättelivät, että pelkästään työkoodeihin perustuvien altistusmittausten luotettavuutta saataisiin parannettua liittämällä luokitukseen alakoodi tai tietoa laitteista, voimajohdoista tai sähköasemista työympäristössä.

Lähde:

Mee T, Whatmough P, Broad L, Dunn C, Maslanyj M, Allen S, Muir K, McKinney P A, van Tongeren M. Occupational exposure of UK adults to extremely low frequency magnetic fields. *Occup Environ Med* 2009;66:619-627.

Hakusanat: ammatillinen altistuminen, pientaajuiset sähkömagneettikentät, työaltistusmatriisi, aikuiset



Nro. 10

Päätoimittajan kommentti: Muuntaja- ja sähköasematyöntekijöiden magneettikentälle altistumisen genotoksista riskiä on tutkittu Turkissa. Tutkijoiden mukaan magneettikentille altistuminen voi lisätä geneettisiä vaurioita työntekijöillä. Tuloksia ei voi suoraan siirtää esim. Suomeen, sillä työolosuhteessa ja sähköjärjestelmissä on merkittäviä eroja

Biomonitorointitutkimus genotoksisista riskeistä muuntaja- ja sähköasematyöntekijöillä Turkissa

Tutkijat halusivat tutkia pientaajuisille magneettikentille altistumisen genotoksista (perimämyrkyllistä) vaikutusta sähköasemien työntekijöissä, jotka ovat jatkuvasti altistuneita voimajohtojen ja muuntajien aiheuttamille pientaajuisille magneettikentille. Sähkötyöntekijöillä oli useissa aiemmissä tutkimuksissa havaittu lisääntynyt leukemian, aivokasvainten ja rintasyövän riski.

He tekivät joukolle muuntaja- ja sähköasematyöntekijöitä Turkissa Bursan maakunnassa sytogeneettisen monitorointitutkimuksen työpaikalla pientaajuisille (ELF) sähkö- ja magneettikentille (EMF) altistumisen aiheuttamasta genotoksisesta riskistä. Tarkkaan rajatulle 55 työntekijän joukolle ja 17 työpaikalla altistumattomalle verrokille suoritettiin sytogeneettinen analyysi eli kromosomipoikkeavuus- ja mikrotumatestit.

Tutkijat havaitsivat, että sähkötyöläisillä esiintyi merkittävästi enemmän kromosomipoikkeavuuksia ja mikrotumia kuin verrokeilla. Tutkimuksen mukaan kromosomipoikkeavuudet lisääntyivät merkittävästi altistuneella joukolla suhteessa altistusvuosien määrään, eli työvuosilla oli niihin selkeä annos-vastesuhde. Tupakoinnin vaikutus ei ollut merkittävää altistuneilla eikä verokkijoukossa.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että työpaikalla sähkömagneettikentille altistuneilla sähkötyöntekijöillä sytogeneettisten vaurioiden määrä perifeerisissä imusolmukkeissa oli lisääntynyt. Tutkijat päättelivät analyysien perusteella, että pientaajuisissa magneettikentissä saattaisi olla perimämyrkyllistä potentiaalia. Heidän mukaansa sähkötyöntekijöiden krooninen altistuminen pientaajuisille magneettikentille voi lisätä geneettisiä vaurioita.

Lähde:

Celikler S, Aydemir N, Vatan O, Kurtuldu S and Bilaloglu R. A biomonitoring study of genotoxic risk to workers of transformers and distribution line stations. *International Journal of Environmental Health Research* 2009;19 (6):421-430

Hakusanat: sähkö- ja magneettikenttäaltistus, perimämyrkyllisyys, kromosomipoikkeavuus, mikrotuma, biomonitorointi



Nro. 11

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat miettivät, mitä johtopäätöksiä voidaan tehdä pientaajuisille sähkö- ja magneettikentille altistumiseen liittyvistä terveysvaikutuksista. He ehdottavat kansainvälistä yhteistutkimusta ALS-tautiin liittyen.

Pientaajuisiin sähkö- ja magneettikenttiin liittyvät ammattitaudit – tulevaisuuden tarpeet ja suositukset

Ammattitauteihin liittyvä epidemiologinen kirjallisuus pientaajuisien sähkö- ja magneettikenttien terveysvaikutuksista sisältää paljon rakenteeltaan ja laadultaan erilaisia tutkimuksia ja monenlaisia sairauksia: erilaisia syöpiä, sydän- ja verisuonitauteja, masennusta ja itsemurhia sekä hermostoa rappeuttavia tauteja kuten Alzheimerin tauti ja ALS-tauti.

Tutkijat paneutuivat seminaarissa vuonna 2006 työpaikalla sähkömagneettikentille altistumista käsitteleviin tutkimuksiin, erityisesti niiden metodologisiin heikkouksiin, ja ehdottivat analyttisiä tapoja näiden korjaamiseen. He määrittivät myös ensisijaisia tutkimuskohteita epävarmuustekijöiden poistamiseksi.

Viimeisen 20 vuoden aikana tehty laaja epidemiologinen tutkimus sähkömagneettikentille altistumisesta työpaikoilla ei heidän mielestään ole osoittanut vahvoja tai johdonmukaisia yhteyksiä syöpään tai muihin sairauksiin. Ristiriitaiset tulokset saattoivat johtua tutkimusten lukuisista puutteista, erityisesti altistusmittauksissa. Suoraa korrelaatiota altistusmittauksen laadun ja havaittujen yhteyksien välillä ei kuitenkaan ollut.

Tutkijat määrittivät altistusmittauksen sekä ALS-taudin ensisijaiseksi tulevaisuuden tutkimuskohteiksi. Altistusmittauksen parantamiseksi he halusivat kehittää kattavamman työaltistumatriisin, jossa yhdistyisivät työnimike, työympäristö ja tehtävä, sekä laatia luettelon altistumisesta sähkökentille, magneettikentille, kipinäpurkauksille, kosketusvirralle sekä muille kemiallisille aineille ja fysikaalisille vaikuttimille.

ALS-taudista he ehdottivat kansainvälistä yhteistutkimusta, joka selventäisi raportoitua yhteyttä sähköalan ammatteihin kartoittamalla esim. sähköiskujen ja magneettikenttien mahdolliset vaikutukset. Tutkijoiden mukaan tällainen tutkimus antaisi todisteisiin perustuvia keinoja suojella kansanterveyttä.

Lähde:

Kheifets L, Bowman J D, Checkoway H, Feychting M, Harrington J M, Kavet R, Marsh G, Mezei G, Renew D C, van Wijngaarden E. Future needs of occupational epidemiology of extremely low frequency electric and magnetic fields: review and recommendations. *Occup Environ Med* 2009;66:72-80

Hakusanat: pientaajuiset sähkö- ja magneettikentät, ammattitaudit, altistusmittaus, ALS



Nro. 12

Päätoimittajan kommentti: Tutkimuksessa on mielenkiintoinen havainto: tavalla, miten sähköliherkkydestä tutkimuksessa kysytään, voi olla vaikutusta vastauksiin.

Vain harva suomalainen mainitsi sähköliherkkyiden kyselytutkimuksessa

Laajassa väestötutkimuksessa selvitettiin uuden tekniikan mukanaan tuomien muutosten vaikutusta työikäisen väestön terveyteen.

Tutkimusryhmä lähetti kyselylomakkeen 15 000 työikäiselle suomalaiselle syksyllä 2002. Kysely sisälsi ergonomiaa, psyykkistä kuormitusta ja tapaturmia käsitteleviä kysymyksiä. Teknisiä laitteita, joiden käyttöä ja tuntemusta kartoitettiin, olivat muun muassa matkapuhelin, tietokone ja digi-TV sekä näihin liittyvät palvelut, kuten Internet ja teksti-TV. Vastauksia saatiin 6120 ja vastaajien keski-ikä oli 41 vuotta. Kysymykset oli suurimmaksi osaksi muotoiltu monivalintatehtäviksi.

Kyselyn lopussa olleeseen avoimeen kysymykseen vastaajat saivat kertoa huomioita uuteen tekniikkaan liittyvistä terveystilanteista. Avoimiin kysymyksiin vastauksia saatiin yhteensä 1300 ja niiden analysointi on saatu päätökseen.

Kaikki avoimet vastaukset luokiteltiin. Erikseen käytiin läpi ne vastaukset, joissa vastaaja oli epäillyt kännykän tai muiden sähkölaitteiden käytön aiheuttaneen hänelle itselleen oireita. Kaiken kaikkiaan 0,7 prosenttia kyselyyn vastanneista koki saaneensa oireita kännykän tai muiden laitteiden käytöstä. Vastaajista 0,5 prosenttia liitti oireensa kännykän käyttöön. Vastaajien kertomat oireet voitiin luokitella päänsärkyyn, korvakipuun ja lämpötuntemuksiin. Usein vastaaja ei kertonut kuin vain yhdestä oireesta.

Verrattuna muissa maissa tehtyihin tutkimuksiin TTY:n aineistossa kännykkään liittyvistä oireista kertoi todella harva. Tutkimusmenetelmä todennäköisesti vaikutti tulokseen. Kyselyssä ei kysyneet suoraan, onko vastaajalla sähköliherkkyttä, koska kysymys on johdatteleva. Vastaukset saatiin avoimella kysymyksellä, jonka perusteella oli mahdollista tehdä laadullista vastausten käsittelyä.

Lähde:

Korpinen, L. & Pääkkönen, R. 2009. Self-report of physical symptoms associated with using mobile phones and other electrical devices. *Bioelectromagnetics* 30, 5, pp. 431-437.

Hakusanat: oireet, kyselytutkimus, matkapuhelin, päänsärky, sähkömagneettiset kentät



Nro. 13

Päätoimittajan kommentti: Kotimainen tutkimus, jossa on selvitetty, ylittääkö työntekijäaltistus 110 kV:n sähköasemilla (Tampereen alueella) direktiiviehdotuksen toiminta-arvon. Joillakin hoitotasoilla ylittyi direktiiviehdotuksen toiminta-arvo 10 kV/m.

Sähkö- ja magneettikenttäaltistus Tampereen alueen 110 kV:n sähköasemilla työskenneltäessä

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia työntekijöiden altistumista sähkö- ja magneettikentille 110 kV:n sähköasemien työtehtävissä uuden direktiiviehdotuksen näkökulmasta. Kesällä 2008 tehtiin seitsemällä 110 kV:n sähköasemalla sähkö- ja magneettikenttämittauksia eri työtehtävissä.

Yhteensä tehtiin 89 sähkökenttämittausta ja 99 magneettikenttämittausta. Mittaukset ryhmiteltiin neljään ryhmään sen mukaan, missä työtehtävät tehdään: 1) kulkeminen sähköasemalla tai laitteiden ohjaaminen maantasolta, 2) työskentely hoitotasoilla, 3) kulkeminen tehomuuntajan ympärillä maan tasolla tai seisominen tikkailla, 4) työskentely nostokorista (lampunvaihto).

Mittausten perusteella voitiin todeta, että 110 kV:n sähköasemilla hoitotasoilla työskenneltäessä työntekijät voivat altistua suuremmalle sähkökentälle kuin 10 kV/m, mikä on direktiiviehdotuksen toiminta-arvo. Hoitotasoja oli Tampereen alueen sähköasemilla viisi ja niistä kolmella ylitettiin direktiiviehdotuksen toiminta-arvo. Suurin mitattu sähkökenttä oli 16,6 kV/m, eli ylitys oli ihan merkittävä. Kun toiminta-arvo 10 kV/m ylittyy, pitää direktiiviehdotuksen mukaisesti selvittää, ylittyykö ihmiseen indusoituvan virrantiheyden raja-arvo 10 mA/m^2 keskushermoston alueella.

Tehomuuntajan ympärillä liikkuesssa suurimmat sähkökentät olivat varsin pieniä, mutta mitatut magneettikentät olivat suurempia kuin mitä muualla asemalla mitattiin. Kuitenkin nämä magneettikenttäravot jäivät selvästi alle direktiiviehdotuksen toiminta-arvon. Myös ELT-400 mittarin ilmoittama magneettikentän prosenttiosuus työntekijäaltistumisrajasta oli alle 50 %. Mittausten perusteella on tarkoitus käynnistää laajempia mittauksia.

Lähde:

Korpinen L., Pääkkönen R. 2010. Brief communication, Occupational exposure of electric and magnetic fields during work tasks at 110 kV substations in the Tampere region. *Bioelectromagnetics* 31:252-254

Hakusanat: sähkö- ja magneettikentät, työntekijäaltistus, sähköalan työntekijät



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 loppuvuodesta 2010

Arkiston löydät osoitteesta www.leenakorpinen.fi

Tampereen teknillinen yliopisto. Energia- ja prosessitekniikan laitos.

Tilannekatsaus

ISSN 1799-4594