

Sähkö- ja magneettikenttien vaikutuksia tutkitaan eri maissa ja eri näkökulmista kasveja unohtamatta



Tilannekatsaus: 1/2026 – julkaistu 8. heinäkuuta 2026

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Pientaajuisille magneettikentille kaupunkiympäristössä altistumisen mittaaminen Espanjan eri alueilla

03: Pitkäkestoinen altistuminen magneettikentälle asuinpaikassa ja hermostoa rappeuttavien sairauksien aiheuttama kuolleisuus Sveitsissä

04: Uusia näkemyksiä pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen aiheuttamista seurauksista kohdun fysiologisille prosesseille

05: Pientaajuisille magneettikentille altistumisen vaikutukset solujen elinkelpoisuuteen, DNA-vaurioihin ja mikrotuman muodostumiseen ihmisen ihosoluissa

06: Ennakoivat tekijät yleis- ja lastenlääkäreiden hahmottamille riskeille koskien

sähkömagneettisille kentille altistumisen aiheuttamia mahdollisia terveysvaikutuksia

07: Miksi huippuarvoperustaiset rajat olisivat pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien turvallisuuden kannalta hyödyllisempiä kuin RMS-arvot?

08: Energiatehokas aktiivinen suoja heikentämään kiinteistömuuntamon tuottamaa magneettikenttää

09: Sähkömagneettisten kenttien vaikutus tiettyjen vihanneslajien kasvuun ja kehitykseen

Nro 01

Pääkirjoitus

BioEM 2026 -konferenssi järjestettiin 21.–26. kesäkuuta Australiassa. Ohjelman mukaan tilaisuudessa oli hyvin laajasti erilaisia sähkömagneettisiin kenttiin liittyviä aiheita. Ensi kesänä BioEM 2027 -tilaisuus järjestetään Gdanskissa Puolassa 13.–18.6.2027. Mainittakoon vielä, että toukokuussa ICNIRP ja ICOH:n tieteellinen komitea Radiation and Work järjestivät workshopin aiheesta Työturvallisuus lääketieteellisissä NIR-sovelluksissa.

Löysin tähän uuteen tilannekatsaukseen mielestäni taas kiinnostavia tieteellisiä artikkeleja. Tilannekatsauksen alussa käsitellään pientaajuisille magneettikentille altistumista Espanjassa. Tällä kertaa tutkijat olivat mitanneet kenttiä muun muassa julkisissa ympäristöissä. Seuraavassa artikkelissa käsitellään pitkäkestoista altistumista magneettikentälle Sveitsissä. Varsinaisena tutkimuskohteena on magneettikentälle altistumisen ja hermostoa rappeuttavien sairauksien välinen yhteys.



Tilannekatsauksen loppupuolelta haluan nostaa vielä pari mielenkiintoista, vähän erilaista aihetta. Saksalaisessa tutkimuksessa tutkijoiden tavoitteena on ollut tunnistaa ennakoivat tekijät, jotka vaikuttavat siihen, miten yleis- ja lastenlääkärit hahmottavat riskejä koskien sähkömagneettisille kentille altistumisen aiheuttamia mahdollisia terveysvaikutuksia. Sillä näyttää olevan merkitystä, minkälaisia ennakoivat tekijät ovat.

Tilannekatsauksen loppuun valitsin tällä kertaa uudenlaisen artikkelin. Se käsittelee sähkömagneettisten kenttien vaikutusta tiettyjen vihanneslajien kasvuun ja kehitykseen. Olen jo aikaisemmin kiinnittänyt huomiota siihen, että myös kasveihin liittyviä tutkimuksia tehdään, mutta aiemmin niitä ei ole ollut mukana tilannekatsauksissa.

Mukavaa lukuhetkeä tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen, professori
Tilannekatsauksen päätoimittaja



Nro 02

Päätoimittajan kommentti: Tutkijoiden tavoitteena oli tunnistaa pientaajuisille magneettikentille altistumisen tyypillisiä tasoja erilaisissa julkisissa ympäristöissä, väestöolosuhteissa ja erilaisten sähköinfrastruktuurien läheisyydessä Espanjassa. Tutkijoiden mukaan Espanjassa havaitut altistumisen tasot olivat hyvin yhteneväisiä muiden Euroopan maiden kanssa. Tulokset alittivat selvästi ICNIRP:n vuonna 2010 suosittelemat enimmäisaltistusrajat.

Pientaajuisille magneettikentille kaupunkiympäristössä altistumisen mittaaminen Espanjan eri alueilla

Pientaajuisille magneettikentille altistumista on tutkijoiden mukaan arvioitu Espanjassa hyvin vähän. Tässä deskriptiivisessä havainnointitutkimuksessa heillä oli tavoitteena tunnistaa pientaajuisille magneettikentille altistumisen tyypillisiä tasoja erilaisissa julkisissa ympäristöissä, väestöolosuhteissa ja erilaisten sähköinfrastruktuurien läheisyydessä. Tutkijat määrittivät ennakkoon mittausprotokollan, jossa huomioitiin sekä kansalliset että kansainväliset viitestandardit.

Mittauspaikoiksi tutkijat valitsivat sekä julkisia tiloja että päästölähteitä. He kuvasivat väestön altistumista pientaajuisille magneettikentille ensiksi määrittämällä magneettikentän siirtymisen ympäristöstä kohteeseen eli immisiohaittasot julkisissa sisä- ja ulkotiloissa, kuten kaduilla, kotipihoilla, puistoissa, asemilla ja julkisissa rakennuksissa. Toiseksi he mittasivat pientaajuisien magneettikenttien päästötasoja lähellä sähkösiirtoon ja jakeluun sekä sähkökulkuneuvoihin liittyviä infrastruktuureja, kuten suurjännitteisiä voimajohtoja, sähköjakelukeskuksia, aurinkosähköjärjestelmiä ja sähköauton latauspisteitä.

Mittaustietojen perusteella ympäristöaltistustaso pientaajuisille magneettikentille julkisissa tiloissa oli 0,095 μT , kun se päästölähteiden läheisyydessä oli 1,303 μT . Tutkijat totesivat, että Espanjassa havaitut pientaajuisille magneettikentille altistumisen tasot olivat hyvin samankaltaisia kuin muissa Euroopan maissa. Ne alittivat selvästi kansainvälisen ionisoimattoman säteilyn toimikunnan ICNIRP:n vuonna 2010 suosittelemat enimmäisaltistusrajat, jotka ovat väestölle 50 Hz:n taajuudella 200 μT .

Tutkijoiden mukaan tämä esitutkimus viitoitti tietä lisätutkimuksille useammilla alueilla Espanjassa. Niiden avulla voitaisiin kerätä tietoa tulevaisuuden epidemiologisiin tutkimuksiin ja laatia hyödyllisiä suosituksia väestölle sekä luoda perustaa kansalliselle lainsäädännölle, joka Espanjasta vielä puuttuu

Lähde:

Sanchis-Otero A, Ramirez-Vazquez R, Paniagua J M, Bajo R, Arribas E, Giacomone F, Ramis R, Marín Palacios P, Vargas Marcos F. Measurement of urban environmental exposure to Extremely Low Frequency Magnetic Fields in several Spanish regions. Research Square 2025.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7363662/v1>.

Hakusanat:

pientaajuiset magneettikentät, altistumisen arviointi, altistuminen ulkona, julkiset tilat, pientaajuisien magneettikenttien päästölähteet



Päätoimittajan kommentti: Tutkijat käyttivät Swiss National Cohort -aineistoa ja mallinsivat suurjännitteisten voimajohtojen ja ratajohtojen aiheuttaman pitkäkestoisen altistumisen pientaajuisille magneettikentille Sveitsissä. He totesivat, että pitkäkestoisella altistumisella pientaajuisille magneettikentille oli yhteys dementiaan aiheuttamaan kuolleisuusriskiin, mutta koska löydöksiä tukeva yhdistävä biologinen mekanismi puuttui, todellisen syy-seuraussuhteen todennäköisyys jäi epävarmaksi.

Pitkäkestoinen altistuminen magneettikentälle asuinpaikassa ja hermostoa rappeuttavien sairauksien aiheuttama kuolleisuus Sveitsissä

Tutkimustulokset suurjännitteisten voimajohtojen tuottamille pientaajuisille magneettikentille altistumisen ja hermostoa rappeuttavien sairauksien välisestä yhteydestä ovat vaihdelleet, mutta yhdessäkään tutkimuksessa ei ole huomioitu altistumista ratajohtojen muodostamille pientaajuisille magneettikentille. Tässä tutkimuksessa tutkijat päättivät keskittyä näihin seikkoihin.

Tutkijat valitsivat Swiss National Cohort -aineistosta tutkimusjoukoksi vuosien 2001–2018 ajalta 3 555 064 vähintään 30-vuotiasta aikuista. He mallinsivat suurjännitteisten voimajohtojen ja ratajohtojen aiheuttaman pitkäkestoisen altistumisen pientaajuisille magneettikentille validoiduilla läheisyysmalleilla, joita päivitettiin seurannan aikana neljä kertaa. Pitkäkestoinen altistuminen laskettiin aikapainotettuna keskimääräisenä altistuksena 10 vuoden aikaikkunassa ennen jokaista päivityskertaa. Alzheimerin taudin, muiden dementia-tyyppien, ALS-taudin, Parkinsonin taudin ja MS-taudin aiheuttaman kuolleisuuden riskisuhteet arvioitiin Coxin suhteellisten riskitiheyksien mallin avulla huomioiden sosiodemografiset ja ympäristöön liittyvät yhteisaltistukset.

Seurannan aikana tutkimusryhmä löysi 146 655 kuolemantapausta, joiden aiheuttaja oli hermostoa rappeuttava sairaus. Heidän arvioidessaan pientaajuisille magneettikentille altistumista asuinpaikassa kävi ilmi, että alle 1 % väestöstä altistui suurjännitteisten voimajohtojen ja 2,4 % väestöstä ratajohtojen muodostamille, vähintään 0,3 μT :n pitkäkestoisille pientaajuisille magneettikentille. Tutkijat havaitsivat, että altistuminen suurjännitteisille voimajohdoille oli yhteydessä Alzheimerin taudin ja muiden dementia-tyyppien aiheuttamaan kuolleisuuteen. Kun altistus lisääntyi 1 μT :n, suurjännitteisille voimajohdoille altistuneilla oli 54 % suurempi riski kuolla Alzheimerin tautiin ja 31 % suurempi riski kuolla muihin demensiasairauksiin. Yhteydet altistumiseen ratajohdoille olivat heikompia ja heikkenivät, kun huomioitiin ympäristöön liittyvät yhteisaltistukset.

Tulosten perusteella pitkäkestoisella altistumisella pientaajuisille magneettikentille oli yhteys dementiaan aiheuttamaan kuolleisuusriskiin, mutta yhteyksiä ALS-tautiin, Parkinsonin tautiin tai MS-tautiin ei tunnistettu. Koska tutkimusryhmän löydöksiä tukeva yhdistävä biologinen mekanismi puuttui, todellisen syy-seuraussuhteen todennäköisyys jäi epävarmaksi.

Lähde:

Sandoval-Diez N, Loizeau N, Huss A, Rösli M, Vienneau D. Long-term residential magnetic field exposure and neurodegenerative disease mortality: An 18-year nationwide cohort study in Switzerland. *Environment International* 208 (2026) 110145.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2026.110145>

Hakusanat:

pientaajuiset magneettikentät, suurjännitteiset voimajohdot, ratajohdot, altistuminen asuinalueella, Alzheimerin tauti, dementia



Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat ovat koonneet kirjallisuuskatsaukseen uusimmat havainnot tärkeimmistä pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien aiheuttamista kohtuun liittyvien biologisten prosessien muutoksista. Kirjoittajat eivät löytäneet tutkimuksista todisteita siitä, että pientaajuiset sähkömagneettiset kentät aiheuttaisivat kasvainten muodostumista kohdun lihaskerrokseen ja kohdun limakalvoon. Toisaalta he näkivät tarpeelliseksi tehdä lisätutkimuksia.

Uusia näkemyksiä pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen aiheuttamista seurauksista kohdun fysiologisille prosesseille

Taajuudeltaan 1–300 Hz:n pientaajuisia sähkömagneettisia kenttiä esiintyy laajasti nykypäivän ympäristöissä, mutta tutkimusryhmän mielestä niiden biologisia vaikutuksia lisääntymiseen ja raskauteen ei ole tutkittu riittävästi. Tutkijat kokosivat tähän lyhyeen kirjallisuuskatsaukseen uusimmat havainnot tärkeimmistä kohtuun liittyvien biologisten prosessien muutoksista, joita pientaajuiset sähkömagneettiset kentät aiheuttavat.

Tutkimusryhmän tarkastelemissa tutkimuksissa oli dokumentoitu pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen yhteydestä merkittäviin muutoksiin kohdun transkriptomisessa profiilissa, histonien modifikaatioissa, DNA:n metylaatioissa ja mikro-RNA:n reiteissä, jotka voivat häiritä kohdun supistelukykyä, eritysaktiivisuutta ja hormonaalisia signaaleja. Lisäksi niissä todettiin pientaajuisten sähkömagneettisten säteilyn vaikuttavan kohdun lihaskerroksen ja limakalvojen steroidien tuotantoon, häiritsevän kalsiumionikanavan säätelyä ja lisäävän oksidatiivista stressiä, apoptoottista solukuolemaa ja solumäärän lisääntymistä. Nämä kaikki herättivät huolta kohdun kudosten eheydestä.

Vaikka tutkijat eivät tässä kirjallisuuskatsauksessa löytäneet tutkimuksista todisteita siitä, että pientaajuiset sähkömagneettiset kentät aiheuttaisivat kasvainten muodostumista kohdun lihaskerrokseen ja kohdun limakalvoon, heidän mielestään ne saattavat kuitenkin osaltaan häiritä lähetti-RNA:n transkriptioiden määrää ja vaikuttaa sitä kautta oksidatiiviseen stressiin, apoptoottiseen solukuolemaan ja solumäärän lisääntymiseen. Nämä kaikki korostavat tarvetta aiheen lisätutkimuksiin. Tutkimusryhmä nosti kuitenkin esiin pientaajuiselle sähkömagneettiselle kentälle altistumisen aiheuttamat mahdolliset raskaustajan riskit. Samalla he vaativat eläville kohteille suoritettuja lisätutkimuksia, joilla selvitetäisiin pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien pitkäkestoisia vaikutuksia naisten hedelmällisyyteen ja lisääntymisterveyteen.

Lähde:

Khodadadi M, Zmijewska A, Franczak A (2026) The consequences of the extremely low frequency electromagnetic field (ELF-EMF) exposure on physiological processes in the uterus: novel insights and implications. *Front. Physiol.* 17:1753084. doi: 10.3389/fphys.2026.1753084

Hakusanat:

apoptoosi, solumäärän lisääntyminen, kohdun limakalvo, pientaajuiset sähkömagneettiset kentät, kohdun lihaskerros, steroidien tuotanto, transkriptominen profiili



Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä tutki pientaajuisten magneettikenttien vaikutusta ihmisten ihosoluihin. Tutkimuksen tulosten perusteella he päätyivät siihen, että taajuudeltaan 50 Hz:n ja voimakkuudeltaan enintään 200 μ T:n pientaajuisella magneettikentällä ei ole vaikutusta terveyteen. Tutkijoiden mukaan tutkimus toi silti arvokasta lisätietoa jo olemassa oleviin todisteisiin pientaajuisten magneettikenttien vaikutuksista ihmisen soluihin.

Pientaajuisille magneettikentille altistumisen vaikutukset solujen elinkelpoisuuteen, DNA-vaurioihin ja mikrotuman muodostumiseen ihmisen ihosoluissa

Sähkölaitteiden ja sähkökäyttökohteiden jatkuva lisääntyminen lisää myös energian ja siten sähköverkkojen tarvetta. Sekä päivittäin käytettävät sähkölaitteet että suurjännitteiset voimajohdot tuottavat 50 Hz:n taajuisia sähkö- ja magneettikenttiä Euroopassa ja useimmissa muissakin maissa. Vaikka useissa tutkimuksissa onkin käsitelty pientaajuiselle magneettikentälle altistumisen vaikutuksia biologiseen materiaaliin, aihe on edelleen kiistanalainen. Tutkimusryhmän mielestä tarvitaan yhä edelleen laadukasta tutkimusta, jotta saatavilla oleva tieto on ajantasaista ja voidaan vähentää heikkolaatuisen tutkimusmallin aiheuttamia harhoja.

Tässä projektissa tutkijat tarkastelivat pientaajuisten kenttien ja ihmisen ihosolujen välistä yhteyttä keskittyen solujen elinkelpoisuuteen ja perimän vaurioitumiseen. He tutkivat voimakkuudeltaan 200 μ T:n ja taajuudeltaan 50 Hz:n pientaajuisten magneettikenttien vaikutuksia HaCaT-soluihin eli aikuisen ihmisen ihosoluista peräisin olevaan kuolemattomaan keratinosyyttisolulinjaan. Magneettikentän voimakkuudeksi valikoitui 200 μ T, koska se on kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICNIRP:n vuonna 2010 suosittelema viitetaso väestön altistumiselle. Altistusjärjestelmäksi tutkimusryhmä valitsi järjestelmän, joka mahdollisti vakiomuotoisen soluviljelyn ja sokkoutetun koerakenteen yhtä aikaa 2 tai 24 tunnin altistuksen ja valealtistuksen kanssa.

Tutkittavista biologisista ominaisuuksista solun elinkelpoisuutta mitattiin WST-1-testillä, DNA-vaurioita komeettamenetelmällä ja kromosomien jakautumista mikrotumatestillä. Testitulosten perusteella missään edellä mainituista ominaisuuksista ei näkynyt merkittäviä vaikutuksia altistumisesta pientaajuisille magneettikentille. Tutkijoiden mielestä tulokset tukivat arviota siitä, että taajuudeltaan 50 Hz:n ja voimakkuudeltaan enintään 200 μ T:n pientaajuisella magneettikentällä ei ole vaikutusta terveyteen. Tutkimus kuitenkin toi arvokasta lisätietoa jo olemassa oleviin todisteisiin pientaajuisten magneettikenttien vaikutuksista ihmisen soluihin.

Lähde:

Meyer V, Drees K, Gronau I A, Lerchl A. Effects of Extremely Low Frequency Magnetic Field Exposure (50 Hz, 200 μ T) on Cell Viability, DNA Damage and Micronucleus Formation of Human Skin Cells. *Bioelectromagnetics*, 2026; 47:e70046. <https://doi.org/10.1002/bem.70046>

Hakusanat:

DNA, pientaajuinen magneettikenttä, soluviljely, keratinosyytit, iho



Päätoimittajan kommentti: Tutkijoiden tavoitteena oli tunnistaa ennakoivat tekijät, joiden perusteella yleis- ja lastenlääkärit hahmottavat sähkömagneettisten kenttien aiheuttamia riskejä. Tutkimus tehtiin Saksassa verkkokyselyllä. Tutkijat havaitsivat todisteita siitä, että salaliittoteorioihin uskomisen ja luottamus organisaatioihin toimivat ennakoivina tekijöinä, kun lääkärit hahmottavat sähkömagneettisten kenttien aiheuttamia riskejä.

Ennakoivat tekijät yleis- ja lastenlääkäreiden hahmottamille riskeille koskien sähkömagneettisille kentille altistumisen aiheuttamia mahdollisia terveysvaikutuksia

Tieteelliset todisteet sähkömagneettisille kentille altistumisen aiheuttamista terveysongelmista ovat hyvin rajallisia, mutta väestön huoli altistumisvaikutuksista on tutkimusryhmän mukaan huomattavan yleistä. Koska Saksassa yleis- ja lastenlääkärit ovat usein väestön ensimmäinen terveydenhuollon kontakti, tutkijoiden mukaan juuri heillä on tärkeä tehtävä selittää tieteellisiä todisteita yleisölle. Tässä työssä tarkoituksena oli tunnistaa ennakoivat tekijät, joiden perusteella yleis- ja lastenlääkärit hahmottavat sähkömagneettisten kenttien aiheuttamia riskejä.

Tutkimusryhmä suoritti Saksassa vuoden 2023 keväällä poikittaistutkimuksen, jossa kutsuttiin yhteensä 5 000 yleis- ja lastenlääkärää vastaamaan verkkokyselyyn. Kyselyllä pyrittiin saamaan selville ennakoivia tekijöitä, joiden perusteella lääkärit hahmottavat sähkömagneettisten kenttien aiheuttamia terveysriskejä. Kartoitettavia muuttujia olivat muun muassa yleinen ympäristöhuoli, tekniikan hyväksyminen, media- ja terveydenlukutaito, salaliittoteoriauskomukset ja luottamus organisaatioihin ja instituutioihin.

Kyselyn vastausprosentti oli 6, joten tutkijat muodostivat tutkimusjoukon saamistaan 292 vastauksesta. He analysoivat logistisen regressioanalyysin avulla ennakoivien tekijöiden suhdetta lääkäreiden tapaan hahmottaa sähkömagneettisen kentän aiheuttamia terveysriskejä.

Tulosten perusteella 31 % vastaajista eli 91 lääkäriä ilmaisi uskovansa, että sähkömagneettisille kentille altistumisesta seuraa terveysongelmia. Salaliittoteorioihin voimakkaasti uskovilla lääkäreillä todennäköisyys hahmottaa sähkömagneettisten kenttien aiheuttama riski suureksi oli suurempi kuin lääkäreillä, jotka uskoivat vähemmän salaliittoteorioihin. Tuloksista kävi myös ilmi, että vahva luottamus organisaatioihin ja instituutioihin, kuten WHO:hon tai Saksan säteilyturvakeskukseen, sai lääkärit hahmottamaan sähkömagneettisten kenttien aiheuttamat riskit pienemmäksi. Näin ollen tutkimusryhmä löysi merkittäviä todisteita siitä, että salaliittoteorioihin uskomisen ja luottamus organisaatioihin toimivat ennakoivina tekijöinä, kun lääkärit hahmottavat sähkömagneettisten kenttien aiheuttamia riskejä.

Lähde:

Lüthy K, Forster F, Riesmeyer C, Ermel L, Radon K, Weinmann T. Predictors of Risk Perception Among General Practitioners and Paediatricians Concerning Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields. *Bioelectromagnetics*, 2026; 47:e70047. <https://doi.org/10.1002/bem.70047>.

Hakusanat:

sähkömagneettiset kentät, yleislääkärit, Saksa, lastenlääkärit, riskien hahmottaminen, ennakoivat tekijät



Päätoimittajan kommentti: Artikkelissa kirjoittajat perustelevat näkemystään siitä, että jatkossa ICNIRP:n ja IEEE:n ohjeissa pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen rajat ja viitetasot perustuisivat neliöllisten keskiarvojen eli RMS-arvojen asemesta huippuarvoihin. Kirjoittajien ajatus pohjautuu siihen, että matalista taajuuksista aiheutuva pääasiallinen biologinen haittatekijä ei ole energiaan perustuva lämpeneminen vaan hetkellisten huippuarvojen aiheuttama hermojen ja lihasten tahaton stimulointi.

Miksi huippuarvoperustaiset rajat olisivat pientaajuisien sähkömagneettisten kenttien turvallisuuden kannalta hyödyllisempiä kuin RMS-arvot?

Tällä hetkellä kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICNIRP:n ja IEEE:n (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ohjeissa pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen rajat ja viitetasot perustuvat neliöllisiin keskiarvoihin eli RMS-arvoihin. Tässä artikkelissa kirjoittajat perustelivat, miksi RMS-arvot tulisi kuitenkin korvata huippuarvoilla. Heidän mukaansa matalista taajuuksista aiheutuva pääasiallinen biologinen haittatekijä ei ole energiaan perustuva lämpeneminen vaan hetkellisten huippuarvojen aiheuttama hermojen ja lihasten tahaton stimulointi.

Artikkelissa kirjoittajat totesivat, että solukalvoa pitkin kulkeva sähkölatauksen aalto eli aktiopotentiaali tai toimintajännite toimii kaikki tai ei mitään -periaatteella ja kynnsarvon mukaan. Tällöin jopa yksittäiset kynnsarvon ylittävät jaksot voivat laukaista ärsykkeen, kun taas pitkän aikavälin neliölliset keskiarvot voivat sattumanvaraisesti pienentyä, jos signaaleissa esiintyy taukoja. Koska kynnsarvo vaikuttaa ratkaisevasti riskiin, hetkellisillä huippuarvoilla on kirjoittajien mielestä suurempi merkitys kuin aikakeskiarvolla. Esimerkkinä artikkelin kirjoittajat mainitsivat tiettyjen sähköisten tuotesuojajärjestelmien deaktivaattoreiden tuottamat pulssimaiset tai purskemaiset sähkömagneettiset kentät, jotka saattavat noudattaa RMS-arvojen rajoja mutta sisältää silti fysiologiset stimulaatiokynnykset ylittäviä huippuarvoja.

Artikkelissa ehdotettiin sekä perusrajoitusten että viitetasojen uudelleenmuotoilua huippuarvojen perusteella. Tällöin ICNIRP:n ohjeet ja IEEE-standardin altistusrajat yhdenmukaistettaisiin neurofysiologisten mekanismien kanssa, pystyttäisiin eliminoimaan aikakeskiarvoon liittyvä epävarmuus, laatimaan selvemmat menetelmäohjeet ja arvioimaan paremmin altistumista. Koska ICNIRP on tarkistamassa pientaajuisia sähkömagneettisia kenttiä koskevia ohjeitaan vuodelta 2010, kirjoittajien mielestä nyt olisi hyvä hetki ottaa käyttöön huippuarvoihin perustuvat rajat, jotta kyettäisiin parantamaan työntekijöiden ja koko väestön turvallisuutta.

Lähde:

Soyka F, Alteköster Carsten. Why Low-Frequency EMF Safety Would Benefit From Peak-Based Limits Instead of RMS Values. *Bioelectromagnetics*, 2026; 47:e70051.
<https://doi.org/10.1002/bem.70051>.

Hakusanat:

pientaajuiset sähkömagneettiset kentät, altistusrajat, RMS-arvot, neliölliset keskiarvot, huippuarvot, hermostimulointi



Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät menetelmiä, joiden avulla voidaan pienentää kiinteistömuuntamoiden aiheuttamia magneettikenttiä. He käsittelevät artikkelissa aktiivisia ja passiivisia suoja. Tutkijoiden mukaan geometrisesti monimutkaisten ja erityisesti kuusikulmaisten aktiivisten suojien käyttö voi edistää energiatehokkuutta ja auttaa heikentämään tehokkaasti kiinteistömuuntamon tuottamaa magneettikenttää.

Energiatehokas aktiivinen suoja heikentämään kiinteistömuuntamon tuottamaa magneettikenttää

Koska ympäristön saasteet lisääntyvät jatkuvasti, tutkimusryhmän mielestä on erittäin tärkeää varmistaa ihmisten kunnolliset elinolosuhteet. Energiankulutuksen kasvaessa myös sähkölaitteiden ja voimajohtojen muodostamien magneettikenttien aiheuttama saastuminen lisääntyy, mikä voi vaikuttaa negatiivisesti ihmisten terveyteen. Tässä tutkimuksessa tutkijat keskittyivät keski- ja matalajännitteisten kiinteistömuuntamoiden muodostamaan magneettikenttään. Monissa maissa verkkotaajuisille magneettikentille altistumisesta johtuvien mahdollisten terveysvaikutusten viitetasot ovat 0,2–3,0 μT . Koska aiempien tutkimusten tulosten perusteella magneettikentän keskimääräinen voimakkuus ylittää viitetason kiinteistömuuntamoiden yläpuolisissa asunnoissa, tutkijoiden mielestä oli ryhdyttävä tiettyihin toimenpiteisiin.

Tutkijat mainitsivat tutkimuksessaan useita keinoja, joilla kiinteistömuuntamoiden muodostaman magneettikentän voimakkuus voitaisiin laskea viitetasolle. Heidän mielestään rakenteelliset muutokset eivät ole useinkaan mahdollisia tai ne ovat kalliita. Niin sanottujen passiivisten suojien sisältämä metallimäärä ja valmistus- ja asennuskustannukset ovat puolestaan suhteellisen korkeat. Tutkijoiden mukaan tehokkain suojaus saavutettiin niin kutsutuilla aktiivisilla suojilla, jotka koostuvat suljetusta virtasilmukasta, ohjausjärjestelmästä ja magneettikenttäanturista. Niiden avulla magneettikenttä saatiin heikennettyä viitetasolle. Tällaiset suojat kuitenkin kuluttavat koko ajan sähköä, joten tutkijat päättivät asettaa tutkimuksensa tavoitteeksi sellaisen tekniikan kehittämisen, jolla suunniteltaisiin energiatehokkaita aktiivisia suoja.

Ongelmallisinta aktiivisten suojien suunnittelussa oli tutkimusryhmän mukaan löytää optimaaliset ratkaisut suojan eri ominaisuuksille, jotta saataisiin minimoitua pätöteho eli suojan todellisuudessa kuluttama teho. He keskittyivät tutkimuksessaan kolmion, nelikulmion, viisikulmion ja kuusikulmion muotoisiin virtasilmukoihin.

Tulokset osoittivat, että geometrisesti monimutkaisten ja erityisesti kuusikulmaisten aktiivisten suojien käyttö voi edistää energiatehokkuutta ja auttaa heikentämään tehokkaasti kiinteistömuuntamon tuottamaa magneettikenttää. Kun tutkimuksen kohteena olleen kiinteistömuuntamon magneettikenttää heikennettiin, aktiivisen suojan sähkönkulutus saatiin vähenemään 50 watista 2,3 wattiin.

Lähde:

Grinchenko V, Tazowski P, Pehuda O, Blachowski B. Energy-efficient active shield for substation magnetic field mitigation. *Electric Power Systems Research*, Volume 256, 2026. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2026.112828>.

Hakusanat:

magneettikenttä, suojaus, kiinteistömuuntamo, energiatehokkuus, pätöteho, viitetaso, optimointi



Päätoimittajan kommentti: Tutkijat selvittivät sähkömagneettisten kenttien vaikutusta vihannesten kasvuun. Artikkeleihin on koottu aiheesta aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia.

Sähkömagneettisten kenttien vaikutus tiettyjen vihanneslajien kasvuun ja kehitykseen

Koska altistuminen eri lähteiden tuottamalle sähkömagneettiselle säteilylle lisääntyy kaiken aikaa, sähkömagneettisten kenttien vaikutukset tiettyjen vihanneslajien kasvuun ja kehitykseen on erittäin ajankohtainen aihe. Siksi tutkimusryhmä päätti koota aiheesta kirjallisuuskatsauksen ja keskittyä sähkömagneettisten kenttien vaikutuksiin siementen itämiseen, kasvien kasvuun ja hedelmäsatoon. Tutkimuksen tarkoituksena oli analysoida eri aallonpituuksien vaikutusta vihannesten kasvuun ja tunnistaa näin parhaat mahdolliset sähkömagneettiset olosuhteet, jotka voisivat tehostaa maatalouden tuottavuutta ja vähentää siihen liittyviä riskejä.

Käydessään läpi aiempia tutkimuksia tutkijat havaitsivat, että sähkömagneettiset kentät voivat vaikuttaa kasvien kasvuun ja kehitykseen, mutta vaikutukset riippuvat kenttien taajuudesta, voimakkuudesta ja altistuksen kestosta. Vaikutukset voivat olla sekä positiivisia että negatiivisia. Eri tutkimuksissa saadut pientaajuisille sähkömagneettisille kentille altistumisen suotuisat vaikutukset liittyivät siementen nopeampaan itämiseen, varren ja juuren kasvun stimulointiin ja lisääntyneeseen biomassan kertymiseen. Tutkimusryhmä löysi myös tutkimuksia, joiden mukaan sähkömagneettiset kentät voivat aktivoida aineenvaihdunnan prosesseja lisäämällä kasvihormonien, kuten auksiinien ja gibberelliinien, tasoja ja parantamalla entsyymaattista aktiivisuutta. Näiden ominaisuuksien katsottiin tukevan kasvien kokonaisterveyttä.

Toisaalta osassa tutkimuksia todettiin, että pitkittynyt tai voimakas altistuminen voi saada aikaan negatiivisia vaikutuksia, kuten oksidatiivista stressiä, jonka aiheuttajana oli reaktiivisten happiradikaalien liiallinen määrä. Tästä voi puolestaan seurata solujen vaurioitumista. Tutkimusryhmän mukaan joissakin tutkimuksissa oli havaittu kasvun estymistä, joka ilmeni lyhyempänä vartena ja juurena. Lisäksi tutkimuksissa havaittiin klorofyllipitoisuuden vähenemistä, mikä vaikutti fotosynteesin tehokkuuteen.

Laatimansa kirjallisuuskatsauksen perustella tutkijat tulivat siihen tulokseen, että hallittu altistaminen sähkömagneettisille kentille voisi olla kehityskelpoinen tekniikka tehostaa vihannestuotantoa ja vähentää siihen kuluvia resursseja.

Lähde:

Gabor Iliescu R I, Dobrin E, Peticilă A, Drăghici E M. Study on the impact of electromagnetic fields on the growth and development of certain vegetable plant species. Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LXIX, No. 2, 2025.
https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2025/issue_2/Art59.pdf

Hakusanat:

sähkömagneettiset kentät, vihanneslajit, siemenet, itäminen, biomassan kertyminen, klorofyllipitoisuus

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 2026. Arkiston löydät osoitteesta www.leenakorpinen.com.

