



www.leenakorpinen.fi

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

Tilannekatsaus eläimistä voimajohtojen lähellä



Tilannekatsaus: eläimet johtojen lähellä / 2016 – julkaistu 17. helmikuuta 2016

Sisältö:

01: Pääkirjoitus

02: Mehiläistarhat ja voimajohtojen läheisyys

03: Veren melatoniini- ja prolaktiinipitoisuudet sähkö- ja magneettikentille (60 Hz) altistuneissa lypsylehmissä

04: Pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien vaikutukset valkosolujen erilaistumisantigeenien jakaumaan ja vuorokausirytmiiin lypsylehmissä

05: Plasman tyroksiinipitoisuudet sähkö- ja magneettikentille (60 Hz) altistuneissa lypsylehmissä

06: Sähkö- ja magneettikenttien (60 Hz) vaikutus lypsylehmien kiimakiertoon

07: Sähkö- ja magneettikenttien (10 kV, 30 μ T, 60 Hz) vaikutus ei-tiineiden lypsylehmien maidontuotantoon ja rehunsyöntiin

08: Sähkö- ja magneettikenttien (60 Hz) vaikutus tiineiden lehmien maidontuotantoon sekä kasvuhormonin ja insuliinin kaltaisen kasvutekijän 1 pitoisuuksiin

09: Magneettikentälle (30 μ T, 60 Hz) altistuminen ja tiineiden lypsyhiehojen hormonitasot

10: Sähkökentälle (10 kV/m, 60 Hz) altistuminen ja tiineiden hiehojen hormonitasot

11: Pientaajuisten magneettikenttien aiheuttamat vaihtelut vasikoiden melatoniinitasoissa eri vuodenaikoina

Tiedot tilaamiseen liittyen katsauksen alareunasta.

Tampereen teknillinen yliopisto. Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan laitos

Tilannekatsaus ISSN 1799-4594

Nro 01

Pääkirjoitus

Tilannekatsaus eläimistä voimajohtojen lähellä sai alkunsa johtoryhmän keskustelusta, jossa käytiin läpi valmistuvaa tilannekatsausta. Aika ajoin tulee eteen kysymyksiä voimajohtojen mahdollisista vaikutuksista eläimiin, ja huomasimme, miten vähän aiheesta on olemassa suomeksi julkaistua tietoa. Saimme idean tehdä erillisen katsauksen, johon kerätään artikkeleita vain eläimiin liittyvistä tutkimuksista.

Rajasimme tämän katsauksen aineiston tarkasti koskemaan vain voimajohtojen lähellä olevia eläimiä ja jätimme muut eläimiin kohdistuneet tutkimukset ulkopuolelle. Pyrimme myös



löytämään mahdollisimman uusia tutkimuksia. Aineisto kerättiin erilaisilla tietokantahauilla mahdollisimman kattavasti. Tähän käytettiin selvästi enemmän aikaa kuin yleensä, sillä artikkeleita etsittiin useiden vuosien ajalta.

Aineiston haun yhteydessä tuli myös vastaan aiheeseen liittyvä, vuonna 2015 julkaistu ranskankielinen Anses-raportti ”Conséquences des champs électromagnétiques d’extrêmement basses fréquences sur la santé animale et les performances zootechniques” (Avis de l’Anses, Rapport d’expertise collective). Raportti on vapaasti saatavana Internetistä.

Katsauksen ensimmäinen artikkeli käsittelee mehiläistarhoja voimajohtojen läheisyydessä. Artikkeleihin on kerätty tuloksia aikaisemmista artikkeleista ja niiden perusteella on esitetty johtopäätöksiä, joten se kattaa useita aiheeseen liittyviä tutkimuksia. Suomessa mehiläispesät ohjeistetaan sijoitettavaksi johtoaukean reunaan. Metallivahvisteisia pesiä voidaan tarvittaessa suojata maadoitetulla metalliverkolla sähkökenttävaikutusten pienentämiseksi.

Mehiläisten jälkeen keskitytään lypsylehmiin. Tutkimuksia on tehty muun muassa maidontuotantoon liittyen tiineillä ja ei-tiineillä lehmillä. Myös hormonitasoja on tutkittu. Katsauksen lopuksi on vasikoilla tehty tutkimus, joka keskittyy pientaajusten magneettikenttien aiheuttamiin vaihteluihin vasikoiden melatoniinitasoissa eri vuodenaikoina. Suomessa ei ole sähkö- tai magneettikenttien perusteella rajoitettu eläinten laiduntamista voimajohtoalueella.

Löysimme mielestäni varsin mielenkiintoisia tieteellisiä artikkeleita tähän tilannekatsaukseen eläimistä voimajohtojen lähellä. Tutkimuksia on tehty todellisissa olosuhteissa, mikä lisää niiden kiinnostavuutta. Voimajohtoihin liittyviä tutkimuksia ei tehdä eläimistä yhtä paljon kuin ihmisistä, mutta varsinkin lypsykarjaa käsitteleviä artikkeleita löytyi varsin monta, ja niiden perusteella voi saada aiheesta hyvän kokonaiskuvan. Aikaisemmin julkaistuja artikkeleita löytyy muistakin eläimistä, kuten hevosista ja lampaista, mutta katsauksessa haluttiin keskittyä uusimpiin julkaisuihin.

Mukavaa lukuhetkeä eläimiin keskittyvän tilannekatsauksen parissa!

Leena Korpinen
Tilannekatsauksen päätoimittaja
Tampereen teknillinen yliopisto, Ympäristöterveys



Nro 02

Päätoimittajan kommentti: Artikkeleihin on koottu tutkimustuloksia sähkömagneettisten kenttien vaikutuksista mehiläisten käyttäytymiseen ja niiden fysiologiaan. Kirjoittajan mukaan sähkömagneettiset kentät tuntuvat vaikuttavan mehiläisten hermostoon aiheuttaen poikkeavaa käyttäytymistä, levottomuutta ja ärtyneisyyttä, ja siksi hänestä mehiläisyhdyskuntien sijoittamisessa olisi hyvä noudattaa samoja turvaetäisyyksiä, joita on määritelty ihmisten ja kotieläinten jatkuvalle oleskelulle voimajohtojen läheisyydessä.

Mehiläistarhat ja voimajohtojen läheisyys

Mehiläistarhoja pystytetään voimajohtojen läheisyyteen, sillä sieltä löytyy usein paljon vapaata tilaa, joka on etäällä rakennuksista ja vilkkaasti liikennöidyistä teistä. Samalla herää kysymys, miten pientaajuisia sähkömagneettisia kenttiä synnyttävät voimajohdot mahdollisesti vaikuttavat mehiläisiin. Tämä tutkija oli koonnut yhteen tutkimustuloksia sähkömagneettisten kenttien vaikutuksista mehiläisten käyttäytymiseen ja fysiologiaan.

Euroopassa käytettävien 50 Hz:n voimajohtojen alla sähkökenttien voimakkuus on mittausten mukaan yleensä 1–10 kV/m ja magneetikenttien 1–10 μ T. Mehiläisiä sähkökentille altistavissa tutkimuksissa on havaittu, että kentän voimakkuuden ollessa 1,4 kV/m mehiläisten happitasot nousevat ja ravinnonkulutus lisääntyy. Voimakkuuden edelleen noustessa esimerkiksi hunajantuotanto vähenee, kuolleisuus kasvaa, propoloksen eli mehiläisten valmistaman kittivahan tuotanto kiihtyy ja lopulta (7,4 kV/m) pesän lämpötila voi nousta niin korkeaksi, että yhdyskunta jättää sen.

Mehiläisiä eri virranvoimakkuuksille altistavissa tutkimuksissa on samoin havaittu mehiläisten käyttäytymisen ja propoloksen tuotannon muuttuvan epätyypilliseksi voimakkuuden kasvaessa. Molemmissa altistuksissa suuri voimakkuus (50 kV/m / 900 nA) vaikutti lisäksi saavan mehiläiset pistämään lajitovereitaan.

Koska sähkömagneettiset kentät siis tuntuvat vaikuttavan mehiläisten hermostoon aiheuttaen epänormaalia käyttäytymistä, levottomuutta ja ärtyneisyyttä, tutkijan mielestä mehiläisyhdyskuntien sijoittamisessa tulisi noudattaa samoja turvaetäisyyksiä, joita on määritelty ihmisten ja kotieläinten jatkuvalle oleskelulle voimajohtojen läheisyydessä. Vaikka tässä tarkastelluissa tutkimuksissa mehiläisille ei näyttänyt aiheutuvan haittaa sähkökentistä, joiden voimakkuus oli alle 1 kV/m, tutkijan mielestä olisi silti lisäksi tarpeen selvittää, millaisia pitkäaikaisvaikutuksia mehiläisiin voi olla altistuksella, jonka voimakkuus on 0,5–1 kV/m.

Lähde:

Lipinski Z. How far should bees be located from the high voltage power lines? Journal of Apicultural Research 45 (2006) 240–242.

Hakusanat:

sähkömagneettinen kenttä, mehiläisyhdyskunta, hermosto, käyttäytyminen



Nro 03

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti kahdella kokeellisella testillä sähkö- ja magneettikenttien vaikutusta lypsykarjan umpieritykseen. He tutkivat veren melatoniini- ja prolaktiinipitoisuuksia. Tulokset tukevat jossain määrin sitä hypoteesia, että sähkö- ja magneettikentät voivat vaikuttaa lypsylehmien umpieritykseen ja muuttavat reagointia valoisuuden vaihteluihin. Tutkijoiden mielestä heidän löydöksensä ovat mielenkiintoisia jatkotutkimuksen kohteita.

Veren melatoniini- ja prolaktiinipitoisuudet sähkö- ja magneettikentille (60 Hz) altistuneissa lypsylehmässä

Tähän tutkimukseen sisältyvillä kahdella kokeella testattiin hypoteesia, jonka mukaan sähkö- ja magneettikentät vaikuttavat eläinten umpieritykseen samalla tavalla kuin pitkät päivittäiset valojaksot eli veren melatoniinipitoisuutta laskevasti ja prolaktiinipitoisuutta nostavasti.

Ensimmäisessä kokeessa oli mukana 16 tiineenä olevaa ja maitoa tuottavaa Holstein-lehmää kahdessa samankokoisessa ryhmässä. Koe käsitti kolme neljän viikon pituista jaksoa, ja ryhmät altistettiin sähkö- ja magneettikentille eri jaksoina. Kokeessa käytettiin pystysuuntaista sähkökenttää, jonka voimakkuus oli 10 kV/m, ja 30 μ T:n vaakasuuntaista magneettikenttää. Kaikki eläimet pidettiin tutkimuksen ajan lyhyen valojakson olosuhteissa (8 h valoista aikaa, 16 h pimeää). Toisessa kokeessa lehmät eivät olleet tiineenä eivätkä tuottaneet maitoa ja kukin kolmesta jaksosta oli yhden kiimakierron pituinen.

Veren melatoniinipitoisuudet olivat valoisana aikana hieman matalampia eläimissä, jotka altistuivat sähkö- ja magneettikentille, mutta pimeään aikaan erot eivät olleet merkittäviä. Altistuksen lakkaaminen pimeässä aiheutti kuitenkin melatoniinitasossa uuden nousun, kun altistamattomassa ryhmässä taso nousi ja jälleen laski tasaisemmin. Plasman prolaktiinipitoisuutta sähkö- ja magneettikentille altistuminen näytti lisäävän merkittävästi kokeen loppua kohti mentäessä ensimmäisessä kokeessa, ja toisessakin kokeessa prolaktiinitasot olivat korkeampia altistuksen aikana.

Tulokset tukevat jossain määrin sitä hypoteesia, että sähkö- ja magneettikentät vaikuttavat lypsylehmien umpieritykseen ja muuttavat reagointia valoisuuden vaihteluihin. Erityisesti melatoniinin erityistä hillitsevä vaikutus valoisana aikana on tutkijoiden mielestä mielenkiintoinen jatkotutkimusta vaativa kohde.

Lähde:

Rodriguez M, Petitclerc D, Burchard JF, Nguyen DH, Block E. Blood Melatonin and Prolactin Concentrations in Dairy Cows Exposed to 60 Hz Electric and Magnetic Fields During 8 h Photoperiods. *Bioelectromagnetics* 25 (2004) 508–515.

Hakusanat:

sähkökenttä, magneettikenttä, lypsylehmä, melatoniini, prolaktiini, valojakso



Nro 04

Päätoimittajan kommentti: Tutkijoiden tavoitteena oli selvittää pientaajuisten sähkö- ja magneettikenttien terveysvaikutuksia tarkastelemalla kenttien aiheuttamia muutoksia lypsylehmien valkosolujen erilaistumisantigeeneissa. Tutkijat esittivät tulostensa perusteella, että sähkömagneettisille kentille altistuminen aiheuttaa lypsylehmässä joidenkin hematologisten ja immunologisten parametrien normaalista poikkeavaa ajallista vaihtelua ja jakaumaa. Tuloksia voidaan hyödyntää tulevien tutkimusten suunnittelussa.

Pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien vaikutukset valkosolujen erilaistumisantigeenien jakaumaan ja vuorokausirytmiiin lypsylehmässä

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää voimajohtojen synnyttämien pientaajuisten sähkömagneettisten kenttien terveysvaikutuksia tarkastelemalla kenttien aiheuttamia muutoksia valkosolujen erilaistumisantigeeneissa. Tutkimuksessa oli mukana 10 tiineenä olevaa lehmää, joista viisi eli 380 kV:n voimajohdon alle rakennetulla tilalla ja altistui 1,98–3,28 μT :n sähkömagneettisille kentille. Toiset viisi olivat rakenteeltaan vastaavanlaiselta tilalta alueella, jossa kenttien voimakkuus oli enintään 0,2–0,7 μT hetkellisesti ja suurimman osan ajasta tunnistusrajan alapuolella.

Molemmissa tutkituissa ryhmissä seurattiin valkosolujen määrää ja niiden antigeeni-ilmentymiä CD45R, CD6, CD4, CD8, CD21 ja CD11B. Tulokset olivat ryhmissä samansuuntaisia, mutta T-lymfosyytin pinta-antigeenin CD8 pitoisuus oli kuitenkin suurempi sähkömagneettisille kentille altistetussa ryhmässä. Lisäksi CD4:n ja CD8:n välinen suhdeluku oli altistetussa ryhmässä selvästi pienempi, ja suhteen vuorokausivaihtelussa oli eroja ryhmien välillä.

Tulosten perusteella tutkijat esittivät, että sähkömagneettisille kentille altistuminen aiheuttaa lypsylehmässä joidenkin hematologisten ja immunologisten parametrien normaalista poikkeavaa ajallista vaihtelua ja jakaumaa. Koska kentät saattavat vaikuttaa vuorokausirytmiiin, tutkijoiden mielestä tutkimusta olisi mielekästä painottaa vuorokausivaihtelua osoittavien parametrien suuntaan.

Koska tässä tutkimuksessa merkittävimmäksi tällaiseksi parametriksi ja sähkömagneettisten kenttien vaikutuksia parhaiten havainnollistavaksi tekijäksi näytti nousevan CD4:n ja CD8:n välinen suhde, tutkijoiden mielestä kenttien mahdollisten haittavaikutusten tutkimista varten tulisi kehittää esimerkiksi tähän suhteeseen perustuvia uusia tutkimuskäytäntöjä.

Lähde:

Stelletta C, De Nardo P, Santin F, Basso G, Michielotto B, Piccione G, Morgante M. Effects of Exposure to Extremely Low Frequency Electro-magnetic Fields on Circadian Rhythms and Distribution of Some Leukocyte Differentiation Antigens in Dairy Cows. *Biomedical and Environmental Sciences* 20 (2007) 164–170.

Hakusanat:

pientaajuinen sähkömagneettinen kenttä, lypsylehmä, valkosolu, vuorokausirytmii



Nro 05

Päätöimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti kokeellisesti sähkö- ja magneettikentille altistumisen vaikutusta lypsylehmien plasman tyroksiinipitoisuuteen. Ryhmä teki erilaisia altistuskokeita, joiden tulokset olivat vaihtelevia. Päätelmänä tutkijat totesivat, että tyroksiinitason vaihtelua eri päivien välillä ei voitu tällä tutkimuksella vahvistaa juuri sähkö- ja magneettikenttien vaikutuksista johtuvaksi.

Plasman tyroksiinipitoisuudet sähkö- ja magneettikentille (60 Hz) altistuneissa lypsylehmissä

Kilpirauhashormonit ovat tärkeitä muun muassa pituuskasvun ja lisääntymisen kannalta. Hormoneista tyroksiini on yhteydessä moniin hormoneihin, joihin sähkö- ja magneettikentillä on tutkitusti vaikutusta. Tässä tutkimuksessa suoritettiin kaksi koetta, joilla pyrittiin arvioimaan kentille altistumisen vaikutuksia lypsylehmien veriplasman tyroksiinipitoisuuteen.

Ensimmäisessä kokeessa 16 tiineenä olevaa ja maitoa tuottavaa Holstein-lehmää altistettiin sähkö- ja magneettikentille, joiden voimakkuudet olivat 10 kV/m ja 30 μ T. Koe käsitti kolme 28 päivän jaksoa. Eläimistä puolet altistettiin kentille vain keskimmäisen jakson aikana ja puolet ensimmäisen ja viimeisen jakson aikana. Toisessa kokeessa oli mukana 16 Holstein-lehmää, jotka eivät tuottaneet maitoa eivätkä olleet tiineenä. Kokeen kolme jaksoa olivat kiimakieppien pituisia. Eläimet jaettiin kahteen samankokoiseen ryhmään ja altistettiin sähkö- ja magneettikentille eri jaksosten aikana samalla tavalla kuin ensimmäisessä kokeessa.

Molemmissa kokeissa eläimet olivat lyhyttä päivittäistä valojaksoa vastaavissa olosuhteissa (8 h valoisaa ja 16 h pimeää aikaa). Altistuksen aikana sen päivittäinen kesto oli 16 tuntia (8 h valoisana ja 8 h pimeänä aikana). Ensimmäisessä kokeessa otettiin verinäytteitä kunkin koejakson viimeisenä päivänä ja toisessa kokeessa joka toinen päivä, ja niistä analysoitiin plasman tyroksiinipitoisuus.

Ensimmäisessä kokeessa sähkö- ja magneettikentille altistuminen ei aiheuttanut muutoksia plasman tyroksiinipitoisuudessa. Toisessa kokeessa altistumisella näytti olevan merkittävä vaikutus tyroksiinipitoisuuteen tiettyinä päivinä koejaksojen alkupäässä. Tyroksiinitason vaihtelua eri päivien välillä ei voitu kuitenkaan tällä tutkimuksella vahvistaa juuri sähkö- ja magneettikenttien vaikutuksista johtuvaksi.

Tutkijat tulivat siihen lopputulokseen, että sähkö- ja magneettikentillä saattaa olla lypsykarjan veren tyroksiinitasoon vaikutusta jonkin verran mutta ei terveyttä haittaavassa määrin.

Lähde:

Burchard JF, Nguyen DH, Rodriguez M. Plasma Concentrations of Thyroxine in Dairy Cows Exposed to 60 Hz Electric and Magnetic Fields. *Bioelectromagnetics* 27 (2006) 553–559.

Hakusanat:

veren tyroksiinipitoisuus, sähkö- ja magneettikentät, lypsykarja



Nro 06

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti kokeellisesti sähkö- ja magneettikentille altistumisen vaikutusta lypsylehmien kiimakiertoon. Tutkijat totesivat, että sähkö- ja magneettikentille altistuminen saattaa pidentää kiimakiertoa, mutta vaikutusmekanismia ei tunneta. Lisäksi he epäilivät, että käytetyt koeolosuhteet vaikuttivat tulokseen.

Sähkö- ja magneettikenttien (60 Hz) vaikutus lypsylehmien kiimakiertoon

Tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että sähkö- ja magneettikentille altistuminen saattaa vaikuttaa kiimakiertoon. Tässä tutkimuksessa selvitettiin pientaajuisten sähkö- ja magneettikenttien vaikutuksia lypsylehmien kiimakiertoon käyttämällä pystysuuntaista sähkökenttää, jonka voimakkuus oli 10 kV/m, ja 30 μ T:n vaakasuuntaista magneettikenttää. Tutkimus suoritettiin osana lyhyen valojakson olosuhteissa (8 h valoisaa ja 16 h pimeää) tehtävien tutkimusten sarjaa.

Mukana oli kahdessa yhtä suuressa ryhmässä yhteensä 16 Holstein-lehmää, jotka eivät olleet tiineenä eivätkä tuottaneet maitoa. Tutkimus käsitti kolme kiimakierron pituista jaksoa, ja ryhmät altistettiin sähkö- ja magneettikentille eri jaksojen aikana. Altistuksen päivittäinen kesto oli 16 tuntia (8 h valoisana ja 8 h pimeänä aikana).

Sähkö- ja magneettikentille altistuminen näytti pidentävän vähäisessä määrin luteaalivaihetta ja samalla kiimakierron keskimääräistä kestoa. Kiimakierron piteneminen painottui tutkimuksen loppuvaiheeseen. Progesteronin erittymiseen tai huippupitoisuuteen altistus ei vaikuttanut merkittävästi.

Sähkö- ja magneettikentille altistuminen saattaa siis pidentää kiimakiertoa, mutta vaikutusmekanismia ei tunneta. Tutkijoiden mukaan on mahdollista, että eläinten pitäminen kontrolloitujen olosuhteiden vaatimassa ahtaassa tilassa aiheutti tutkimuksen kuluessa stressiä ja sitä kautta lopulta kierron pitenemisen samalla tavalla, kuin kuumuudesta aiheutuvan stressin on todettu vaikuttavan. Koska sähkö- ja magneettikenttien on kuitenkin havaittu mahdollisesti vaikuttavan melatoniinin tuotantoon, joka puolestaan saattaa vaikuttaa sukupuolirauhasten toimintaa säätelevän gonadotropiinin eritykseen, tutkijoiden mielestä kannattaa jatkossa tutkia sitä vaihtoehtoa, että altistus pidensi kiimakiertoa tämän mekanismin kautta.

Lähde:

Rodriguez M, Petitclerc D, Burchard JF, Nguyen DH, Block E, Downey BR. Responses of the estrous cycle in dairy cows exposed to electric and magnetic fields (60 Hz) during 8-h photoperiods. *Animal Reproduction Science* 77 (2003) 11–20.

Hakusanat:

sähkökenttä, magneettikenttä, lypsylehmä, kiimakierto, progesteroni, melatoniini



Nro 07

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti kokeellisesti sähkö- ja magneettikentille altistumisen mahdollista vaikutusta lypsykarjan maidontuotantoon. Altistusolosuhteet vastasivat jatkuvaa oleskelua suoraan 735 kV:n voimajohdon alapuolella. Tutkijoiden mukaan altistuksen tuloksena maitotuotos laski keskimäärin vähän alle 5 % ja kuiva-aineen syönti lisääntyi saman verran.

Sähkö- ja magneettikenttien (10 kV, 30 μ T, 60 Hz) vaikutus ei-tiineiden lypsylehmien maidontuotantoon ja rehunsyöntiin

Kanadassa Quebecin provinssissa maidontuotanto on tärkein maataloustulon lähde, ja maidontuotantoalueella on sähköverkkoon kuuluvia voimajohtoja. Tässä tutkimuksessa testattiin hypoteesia, jonka mukaan sähkö- ja magneettikentille altistuminen voi vaikuttaa lypsykarjan maidontuotantoon. Useimpiin aiempiin tutkimuksiin verrattuna altistuksen voimakkuutta ja kestoa kontrolloitiin tarkasti. Tutkittavat eläimet altistettiin olosuhteille, jotka vastaavat jatkuvaa oleskelua suoraan 735 kV:n voimajohdon alapuolella.

Tutkimuksessa oli mukana 16 ei-tiinetä maitoa tuottavaa Holstein-lehmää, jotka karsinoitiin kontrolloituihin olosuhteisiin, joissa puolet vuorokaudesta oli valoisaa ja puolet pimeää. Eläimet jaettiin kahteen samankokoiseen ryhmään ja altistettiin 60 Hz:n pystysuuntaiselle sähkökentälle (10 kV/m) ja vaakasuuntaiselle magneettikentälle (30 μ T). Kokeessa oli kolme jaksoa, jotka olivat kiimakieppon pituisia (24–27 päivää), ja ryhmät altistettiin kentille eri jaksojen aikana.

Altistuksen tuloksena maitotuotos laski keskimäärin 4,97 %, rasvakorjattu maitotuotos 13,78 % ja maidon rasvapitoisuus 16,39 %, kun taas kuiva-aineen syönti lisääntyi 4,75 %. Altistuksen vaikutus kuiva-aineen syöntiin näytti olevan yhteydessä altistuksen keston, sillä syönnin lisääntyminen ajoittui altistusjakson loppupäähän. Samaan aikaan maidon rasvapitoisuus lisääntyi hetkellisesti.

Tutkijat esittivät tulosten yhdeksi mahdolliseksi selitykseksi melatoniinin erityksen vähentymistä, jota sähkö- ja magneettikentille altistuminen saattaa tutkimusten perusteella aiheuttaa valon tavoin. Vähentynyt melatoniinin erityys puolestaan saattoi aiheuttaa veriplasman prolaktiinipitoisuuden ja sitä kautta kuiva-aineen syönnin kasvun samoin kuin valoisuuden lisääntyminen. Aiemmissa tutkimuksissa lisääntynyt kuiva-aineen syönti on yhdistetty joko maitotuotoksen tai eläimen painon kasvuun, ja tässä tutkittujen eläinten tapauksessa tuloksena saattoi olla painon kasvu maidontuotokierron vaiheeseen johtuvista syistä.

Lähde:

Burchard JF, Monardes H, Nguyen DH. Effect of 10 kV, 30 μ T, 60 Hz Electric and Magnetic Fields on Milk Production and Feed Intake in Nonpregnant Dairy Cattle. *Bioelectromagnetics* 24 (2003) 557–563.

Hakusanat:

sähkökenttä, magneettikenttä, lypsykarja, maidontuotanto, rehunsyönti, melatoniini



Nro 08

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmän mukaan lypsykarja syö tutkitusti enemmän kuiva-ainetta ja tuottaa enemmän maitoa silloin, kun vuorokauden valoisa aika on pitkä. Koska sähkö- ja magneettikentille altistumisen on myös todettu hillitsevän melatoniinin erittymistä joissain lajeissa, tutkijat olettivat, että kentät vaikuttavat samalla tavalla kuin pitkä päivittäinen valojakso. Heidän tulostensa mukaan kuiva-aineen syönti ja plasman IGF-1-pitoisuus lisääntyivät altistumisen aikana, mutta maidon ominaisuudet eivät muuttuneet altistuksessa, eikä sillä ollut välitöntä vaikutusta maitotuotokseen.

Sähkö- ja magneettikenttien (60 Hz) vaikutus tiineiden lehmien maidontuotantoon sekä kasvuhormonin ja insuliinin kaltaisen kasvutekijän 1 pitoisuuksiin

Suurjännitejohtojen synnyttämien sähkö- ja magneettikenttien on tutkimuksissa havaittu lisäävän lypsykarjassa kuiva-aineen syöntiä (DMI) ja rasvakorjattua maitotuotosta. Lypsykarja syö tutkitusti enemmän kuiva-ainetta ja tuottaa enemmän maitoa myös silloin, kun vuorokauden valoisa aika on pitkä. Insuliinin kaltaisen kasvutekijän 1 (IGF-1) pitoisuuden veressä on havaittu samassa yhteydessä kasvavan mutta kasvuhormonin (GH) ei.

Koska sähkö- ja magneettikentille altistumisen on myös todettu hillitsevän melatoniinin erittymistä joissain lajeissa, tässä tutkimuksessa oletettiin, että kentät vaikuttavat samalla tavalla kuin pitkä päivittäinen valojakso. Oletusta testattiin altistamalla lypsylehmiä sähkö- ja magneettikentille lyhyen valojakson olosuhteissa (8 h valoisa ja 16 h pimeää). Tutkimuksessa oli mukana 16 tiineenä olevaa, maitoa tuottavaa Holstein-lehmää, jotka jaettiin kahteen kahdeksan eläimen ryhmään.

Tutkimus käsitti kolme 28 päivän pituista jaksoa, ja ryhmät altistettiin sähkö- ja magneettikentille eri jaksojen aikana. Tutkimuksessa käytettiin pystysuuntaista sähkökenttää, jonka voimakkuus oli 10 kV/m, ja 30 µT:n vaakasuuntaista magneettikenttää. Altistuksen päivittäinen kesto oli yhteensä 16 tuntia (8 h valoisa ja 8 h pimeänä aikana).

Kuiva-aineen syönti ja plasman IGF-1-pitoisuus lisääntyivät odotetusti sähkö- ja magneettikentille altistumisen aikana. GH-taso oli matalampi 16 tunnin altistuksen kuin vuorokauden muiden kahdeksan tunnin aikana, mutta keskimääräiseen GH-pitoisuuteen altistuksella ei ollut vaikutusta. Maidon ominaisuudet eivät muuttuneet altistuksessa, eikä sillä myöskään ollut välitöntä vaikutusta maitotuotokseen. Neljännellä viikolla voitiin kuitenkin havaita, että maidontuotanto hiipui selvästi hitaammin silloin, kun eläin altistettiin sähkö- ja magneettikentille.

Lähde:

Rodriguez M, Petitclerc D, Nguyen DH, Block E, Burchard JF. Effect of Electric and Magnetic Fields (60 Hz) on Production, and Levels of Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor 1, in Lactating, Pregnant Cows Subjected to Short Days. *Journal of Dairy Science* 85 (2002) 2843–2849.

Hakusanat:

sähkökenttä, magneettikenttä, lypsykarja, valojakso, melatoniini, kasvuhormoni, insuliinin kaltainen kasvutekijä 1, maitotuotos



Nro 09

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti magneettikenttien vaikutuksia lypsyhiehojen hormonitasoihin, koska pelkillä sähkökentillä vaikutusta ei ole saatu esille. Tutkijoiden mukaan magneettikentälle altistumisella näytti olevan hiehoihin vähäisiä vaikutuksia. Koska eläimissä ei havaittu epänormaaleja oireita eikä merkitsevien muutosten absoluuttista laajuutta pystytty aineiston perusteella määrittämään, tutkijat eivät kuitenkaan pitäneet todennäköisenä, että magneettikentille altistumisella olisi merkittävää haittaa eläinten terveydelle.

Magneettikentälle (30 μ T, 60 Hz) altistuminen ja tiineiden lypsyhiehojen hormonitasot

Sähkö- ja magneettikentillä on havaittu olevan lieviä fysiologisia vaikutuksia lypsykarjaan. Koska pelkille sähkökentille altistuminen ei tutkitusti saa aikaan näitä vaikutuksia, tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, liittyvätkö vaikutukset magneettikenttiin. Tutkimuksessa oli mukana 32 tiineenä olevaa Holstein-hiehoa, jotka karsinoitiin ja altistettiin 12 tunnin päivittäiselle valojaksolle sekä 30 μ T:n vaakasuuntaiselle magneettikentälle, joka vastasi suoraan voimajohdon (735 kV) alapuolelle syntyvää kenttää. Hiehot jaettiin kahteen 16 eläimen ryhmään, joille tehtiin sama koe eri aikaan. Molemmat ryhmät jaettiin kokeessa edelleen kahteen kahdeksan eläimen ryhmään, jotka altistettiin magneettikentälle vuorotellen 20 tuntia vuorokaudessa. Neljän viikon yhtäjaksoisen kokeen jälkeen altistettavaa kahdeksan eläimen ryhmää vaihdettiin ja koetta jatkettiin toiset neljä viikkoa.

Eläimistä otettiin kahdesti viikossa verinäyte, josta analysoitiin progesteronin, melatoniinin, prolaktiinin ja insuliinin kaltaisen kasvutekijän 1 pitoisuus. Rehunkulutus mitattiin päivittäin ja eläinten paino viikoittain.

Magneettikentälle altistumisella näytti olevan hiehoihin vähäisiä vaikutuksia. Tilastollisesti merkitseviä olivat eläimen painon lisääntyminen (1,2 %) ja suurempi viikoittainen painonnousu (30 %) sekä prolaktiinin ja insuliinin kaltaisen kasvutekijän 1 pitoisuuden lasku seerumissa (15 % ja 4 %). Melatoniinin ja progesteronin tasoon altistus ei vaikuttanut.

Koska eläimissä ei havaittu epänormaaleja oireita eikä jäämävaikutusten kestoa ja siten merkitsevien muutosten absoluuttista laajuutta pystytty aineiston perusteella määrittämään, tutkijat eivät pidä todennäköisenä, että magneettikentille altistumisella olisi merkittävää haittaa eläinten terveydelle. Heidän mukaansa on mahdollista, että tutkimuksissa havaitut sähkö- ja magneettikenttien vaikutukset perustuvat molempien kenttien yhteisvaikutukseen.

Lähde:

Burchard JF, Nguyen DH, Monardes HG. Exposure of Pregnant Dairy Heifer to Magnetic Fields at 60 Hz and 30 μ T. *Bioelectromagnetics* 28 (2007) 471–476.

Hakusanat:

magneettikenttä, lypsykarja, prolaktiini, melatoniini, insuliinin kaltainen kasvutekijä



Nro 10

Päätoimittajan kommentti: Tutkimusryhmä selvitti kokeellisesti sähkökentälle altistumisen vaikutusta hiehojen hormonitasoihin. Tutkijat eivät havainneet sähkökentän aiheuttavan mitään muutoksia muissa tutkituissa muuttujissa kuin melatoniinipitoisuudessa. Senkin osalta tulokset olivat epäjohdonmukaisia: ensimmäisessä kokeessa todettiin laskua ja toisessa nousua. Tutkijoiden mukaan heidän tuloksiinsa on syytä suhtautua varauksella.

Sähkökentälle (10 kV/m, 60 Hz) altistuminen ja tiineiden hiehojen hormonitasot

Lypsykarjan altistumisen sähkö- ja magneettikentille on aiemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä monenlaisiin fysiologisiin ja maidontuotantoon liittyviin muutoksiin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, missä määrin muutokset selittyvät yksinomaan sähkökentän vaikutuksilla.

Tutkimuksessa 16 tiineenä olevaa Holstein-hiehoa karsinoitiin kontrolloituihin olosuhteisiin ja altistettiin 12 tunnin päivittäiselle valojaksolle sekä pystysuuntaiselle sähkökentälle, joka vastasi 735 kV voimajohdon suoraan alapuolelleen synnyttämää kenttää. Hiehot jaettiin kahteen kahdeksan eläimen ryhmään, joille tehtiin sama koe eri aikaan. Kumpikin ryhmä jaettiin kokeessa edelleen kahteen neljän eläimen ryhmään, jotka altistettiin sähkökentälle vuorotellen. Neljän viikon yhtäjaksoisen kokeen jälkeen altistettavaa neljän eläimen ryhmää vaihdettiin, minkä jälkeen koetta jatkettiin toiset neljä viikkoa.

Eläimistä otettiin kahdesti viikossa verinäyte, jonka seerumista analysoitiin progesteronin, melatoniinin, prolaktiinin ja insuliinin kaltaisen kasvutekijän 1 pitoisuus. Rehunkulutus mitattiin päivittäin.

Sähkökentän ei havaittu aiheuttavan mitään muutoksia muissa tutkituissa muuttujissa kuin melatoniinipitoisuudessa. Siinäkin tulokset olivat epäjohdonmukaisia siten, että ensimmäisessä kokeessa altistuksella näytti olevan melatoniinipitoisuutta laskeva ja toisessa sitä lisäävä vaikutus. Kun lisäksi tutkimuksen voima ei ollut optimaalinen prolaktiinitason ja eläimen painoon liittyvien muuttujien suhteen, tutkijoiden mukaan tuloksiin on suhtauduttava varauksella.

Koska sähkökentät eivät siis tämän tutkimuksen perusteella selitä aiemmissa tutkimuksissa havaittuja sähkö- ja magneettikentille altistumisen vaikutuksia, selvitettäväksi jää, johtuvatko ne yksinomaan magneettikentistä vai tarvitaanko niiden syntymiseen molempia kenttiä.

Lähde:

Burchard JF, Nguyen DH, Monardes HG, Petitclerc D. Lack of Effect of 10 kV/m 60 Hz Electric Field Exposure on Pregnant Dairy Heifer Hormones. *Bioelectromagnetics* 25 (2004) 308–312.

Hakusanat:

sähkökenttä, lypsykarja, melatoniini, progesteroni, prolaktiini, insuliinin kaltainen kasvutekijä



Nro 11

Päätoimittajan kommentti: Kirjoittajat tutkivat magneettikenttien vaikutusta vasikoiden melatoniinitasoihin ajatuksenaan selvittää kenttien yhteyttä lapsuusiän leukemiaan.

Pientaajuisten magneettikenttien aiheuttamat vaihtelut vasikoiden melatoniinitasoissa eri vuodenaikoina

Tämän hiljattain julkaistun tutkimuksen tekijät totesivat, että vaikka pientaajuisten (50/60 Hz) magneettikenttien terveysvaikutuksia on tutkittu laajasti, edelleenkin ei tiedetä, millaisilla mekanismeilla altistuminen vaikuttaa ihmisten ja eläinten biologisiin järjestelmiin. Melatoniinihypoteesin mukaan magneettikentille altistuminen vähentää melatoniinin tuotantoa, jolloin altistus saattaisi tätä kautta olla yhteydessä syövän kehittymiseen. Hypoteesia testaavat tutkimukset ovat kuitenkin toistaiseksi tuottaneet negatiivisia tai epäjohdonmukaisia tuloksia.

Koska pientaajuisten magneettikenttien on epäilty lisäävän lapsuusiän leukemiaa, tässä tutkimuksessa melatoniinihypoteesia testattiin nuorilla eläimillä, 1–2 kuukautta vanhoilla vasikoilla. Ne altistettiin 50 Hz:n magneettikentälle, jonka voimakkuudeksi valittiin 4 μ T, koska siinä leukemiariskin on katsottu nousevan kaksinkertaiseksi. Magneettikentälle altistuminen näytti hillitsevän melatoniinin erittymistä talviaikaan hypoteesin mukaisesti, mutta kesällä vaikutus oli erityistä lisäävä. Hillitsevä vaikutus oli kuitenkin paljon lisäävää vaikutusta voimakkaampi.

Tutkijoiden oman hypoteesin mukaan magneettikentille altistuminen lisää melatoniinin esiasteen serotoniinin tuotantoa ja toisaalta hillitsee erityisesti yöaikaan tapahtuvaa serotoniinin muuttumista melatoniiniksi. Aiemman hypoteesin vastainen löydös melatoniinipitoisuuden lisääntymisestä altistuksessa selittyisi sillä, että magneettikenttä hillitsee yhdessä kesäkauden lyhyen pimeän ajan kanssa serotoniinin muuttumista melatoniiniksi, jolloin serotoniinitaso pysyy korkeammalla kuin ilman altistusta. Tällöin myös melatoniinitaso on lopulta jonkin verran korkeampi.

Jatkotutkimuksissa tulisi tutkijoiden mukaan mitata myös serotoniinitasot ja selvittää, onko valoisuuden ja lämpötilan vuodenaikavaihteluilla ja magneettikentille altistumisella niihin yhteisvaikutusta.

Lähde:

Kolbabová T, Malkemper EP, Bartoš L, Vanderstraeten J, Turčáni M, Burda H. Effect of exposure to extremely low frequency magnetic fields on melatonin levels in calves is seasonally dependent. *Scientific Reports* 5, Article number 14206 (2015).

Hakusanat:

pientaajuinen magneettikenttä, vasikka, melatoniini, serotoniini

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 2016.

Arkiston löydät osoitteesta www.leenakorpinen.fi.

Tampereen teknillinen yliopisto. Elektroniikan ja tietoliikennetekniikan laitos

Tilannekatsaus ISSN 1799-4594