



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

VOIMAJOHTOJEN SÄHKÖ- JA MAGNEETTIKENTÄT



Terveysvaikutuksista keskustellaan

Sähköjärjestelmä aiheuttaa ympärilleen sähkö- ja magneettikenttiä. Mahdollisia terveysvaikutuksia on tutkittu paljon. Tutkimustiedon perusteella on asetettu sosiaali- ja terveysministeriön suositusarvot väestön altistumiselle. Voimajohtojen läheisyydessä suositusarvot eivät ylity.



Suomen sähköjärjestelmä

Suomen sähköjärjestelmä koostuu voimalaitok-
sista, sähkön siirto-, alue- ja jakeluverkoista sekä
sähkön kulutuslaitteista. Yksinkertaistaen voidaan
sanoa, että voimalaitoksilta sähkö siirretään ensin
koko maan kattavaan siirtoverkkoon eli kantaverk-
koon, jonka jännite on 110, 220 tai 400 kilovoltia
(kV). Siirtoverkko liittyy jakeluverkkoon sähköase-
milla, joista sähkö kulkee eteenpäin keskijännite-
verkossa, jonka jännite on yleensä 20 kV. Keski-
jännitejohdoista sähkö siirretään edelleen jakelu-
muuntamoihin, joista se siirretään asiakkaille pien-
jännitejohdoissa.

Suomen kantaverkosta vastaa Fingrid Oyj. Sillä
on suurjännitteisiä voimajohtoja yhteensä noin
14 000 km ja sähköasemia 105 kpl. Sähkön jake-
luun käytettävän alue- ja jakeluverkon pituus on
Suomessa noin 25-kertainen kantaverkon johto-
pituuteen verrattuna.

Sähköjärjestelmän sähkö- ja magneettikentät

Sähkökenttä

Jännitteinen johto tai laite synnyttää ympärilleen
sähkökentän. Sähkökentän voimakkuuden yksik-

könä käytetään voltia metriä kohti (V/m). Sähkö-
järjestelmän yhteydessä käytetään usein kilovolt-
tia (1000 voltia) metriä kohti (kV/m).

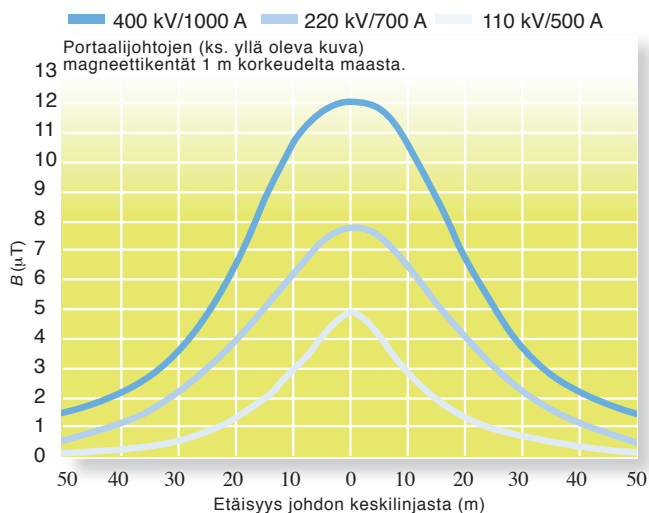
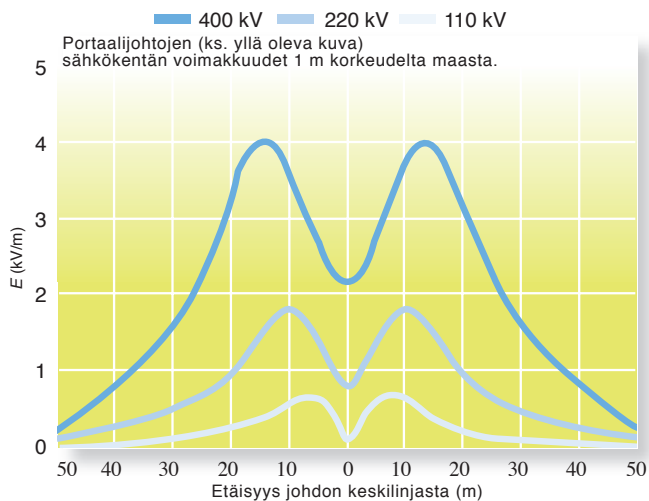
Magneettikenttä

Sähköjohdossa kulkeva virta luo ympärilleen
magneettikentän. Magneettikentän suuruutta ku-
vataan esimerkiksi suureella magneettivuon tihe-
ys, jonka yksikkö on tesla (T). Käytännössä mag-
neettivuon tiheydet ovat suuruudeltaan sellaisia,
että joudutaan käyttämään yksikköä μT eli mikro-
tesla, teslan miljoonasosa.

Kenttien mittaaminen ja laskenta

Kenttien suuruudet voidaan määritellä laskemal-
la tai mittaamalla. Voimansiirto- ja jakelujohtojen ai-
heuttamat kentät voidaan yleensä laskea kohtuul-
lisen tarkasti. Monimutkaisempien rakenteiden ja
laitteiden kentät selviävät paremmin mittaamalla.

Mittaustulos muodostuu mittarin antamasta mit-
taustuloksesta ja siihen liittyvästä mittaasepätark-
kuudesta. Esimerkiksi sähkökentän mittaukses-
sa on huomattava, että itse mittaaja, mittauspai-
kan lähistöllä olevat muut sähköä johtavat kappa-
leet, mahdollinen kasvillisuus, säätölaite jne. vaikutta-
vat mittaustulokseen.



Magneettikentän mittausta vaikeuttaa lisäksi se, että tietyssä paikassa magneettikenttä voi aiheutua monen eri lähteen yhteisvaikutuksesta. Magneettikenttiä aiheuttavien virtojen suuruudet vaihtelevat alinomaa. Mittaustuloksen tulkinnassa tarvitaan siten ammattitaitoista mittaajaa ja monien eri tekijöiden huomioonottamista.

Kenttien vaimeneminen

Sähkökenttien leviäminen ympäristöön voidaan estää eristämällä jännitteiset osat metallikotelon tai muun sähköä johtavan rakenteen sisään. Esimerkiksi maakaapelin metallivaippa estää sähkökentän tunkeutumisen kaapelin ulkopuolelle ja vastaavasti ilmajohdon aiheuttama sähkökenttä ei juuri tunkeudu asuinrakennusten sisään. Metalliset kotelot tai vaipat eivät kuitenkaan vaimenna magneettikenttien leviämistä ympäristöön, jollei käytetä magneettisia materiaaleja tai rakenneta erillisiä magneettikentän suuruutta rajoittavia kompensatiojärjestelmiä.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus

Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asetus (294/2002) ionisoimattoman säteilyn väestöl-





le aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta' tuli voimaan 1.5.2002. Asetuksessa vahvistetaan enimmäisarvot ultraviolettisäteilylle, radiotaajuiselle säteilylle ja lasersäteilylle sekä suositusarvot* pientaajuisille (mm. voimajohdot) sähkö- ja magneettikentille.

Asetuksen valmistelussa on käytetty lähdeaineistona uusimpia kansainvälisiä suosituksia sekä tieteellisiä tutkimustuloksia ionisoimattomasta säteilystä väestölle aiheutuvan altistuksen rajoittamiseksi. Keskeisessä osassa on ollut Euroopan unionin neuvoston suositus (1999/519/EY) väestön 0 - 300 gigahertsin (GHz) sähkömagneettisille kentille altistumisen rajoittamisesta.

EU:n suosittelemat enimmäisarvot

Taajuus 50 Hz	Sähkökenttä	Magneettikenttä
Yksikkö	kV/m	μ T (mikrotesla)
Yleisön altistuminen	5	100

Asetuksen mukaan väestön altistuksen suositusarvo voimajohdon (50 Hz) sähkökentälle on 5 kV/m ja magneettikentälle 100 μ T, kun altistuminen kestää **merkittävän** ajan. Kun altistus ei kestä merkittävää aikaa, arvot ovat 15 kV/m ja 500 μ T. Asetuksen työryhmämuistiossa on todettu, ettei asetuksen seurauksena ole

* Lyhyiden vuoksi suositellusta enimmäisarvosta käytetään tässä esitteessä nimitystä suositusarvo (kuten STM:n asetuksessakin).

tarvetta rajoittaa voimajohtojen alla esimerkiksi marjojen poimimista, maanviljelyä tai metsätöiden tekemistä.

Sähkö- ja magneettikenttien terveysvaikutukset

Sähkö- ja magneettikenttien vaikutusta terveyteen on tutkittu kymmeniä vuosia. Suositusten perustana on, että annetut suositusarvot suojaavat riittävän hyvin merkittävän ajan kestävän sähkö- ja magneettikenttäaltistuksen kaikilta tunnetuilta mahdollisilta haittavaikutuksilta. Suositusarvot on johdettu sähkömagneettisten kenttien osoitettujen (akuuttien) vaikutusten perusteella. Suositusarvoissa on otettu huomioon turvamarginaali, mistä johtuen suositusarvojen katsotaan kattavan epäsuorasti myös mahdolliset pitkän aikavälin vaikutukset.

Tunnetut vaikutukset

Tunnettu pientaajuisten magneettikenttien vaikutus on hermo- ja lihassolujen reagointi kudoksiin syntyvän sähkövirran vaikutuksesta. Lisäksi ovat mahdollisia näköaistimukset. Hyvin voimakkaat pientaajuiset sähkökentät aiheuttavat pin-



nallisia ihovaikutuksia, jotka aiheutuvat pienistä kipinäpurkauksista ja ihokarvojen liikkeestä.

Pienistä kentistä keskustellaan

Tutkimuksissa on saatu myös viitteitä, että vaikutuksia voisi esiintyä selvästi pienemmilläkin altistumistasoilla kuin mitä STM:n asetuksen suosittelemat arvot ovat. Eniten keskustelua on herättänyt se, että lasten leukemiaa voisi esiintyä hieman normaalia enemmän silloin, kun magneettikentän vuontiheys asunnossa on yli 0,4 mikrotieslaa (μT).

Maailman terveysjärjestön WHO:n kansainvälinen syöväntutkimuskeskus IARC on todennut, että pitkäaikainen asuminen yli 0,4 μT magneettikentässä saattaa aiheuttaa lapsilla syöpää (leukemia). IARC on luokitellut pientaajuiset magneettikentät luokkaan 2B, eli mahdollisesti syöpää aiheuttaviin. Riskin lisäämistä ei kuitenkaan ole tieteellisesti pätevästi voitu osoittaa. Ei myöskään tunneta sellaista biologista vaikutusmekanismia, jolla magneettikenttien mahdollinen kyky aiheuttaa syöpää olisi selitettävissä.

Syöpää aiheuttavien tekijöiden kansainvälinen luokitus

IARC luokittelee syöpävaarallisuuden neljään eri luokkaan. Ryhmään 1 kuuluvat ihmiselle syöpää aiheuttavat aineet, fysikaaliset ominaisuudet tai altistusolosuhteet. Tällaisia altisteita ovat esimerkiksi asbesti ja ultraviolettisäteily. Luokkaan 2 kuuluvat alaryhmät 2A (todennäköisesti syöpää aiheuttavat altisteet) ja 2B (mahdollisesti syöpää aiheuttavat altisteet). Ryhmään 2B kuuluvat pientaajuisen magneettikenttien lisäksi esimerkiksi kahvi ja pakokaasu.

Luokkaan 3 kuuluvat altisteet, joita ei nykytiedon valossa pystytä luokittelemaan karsinogeenisuuden mukaan. Tähän luokkaan kuuluvat esimerkiksi tee ja pientaajuiset sähkökentät. Luokkaan 4 kuuluvat altisteet, jotka eivät todennäköisesti ole ihmiselle syöpää aiheuttavia. IARC:n kannanotto magneettikentistä on otettu huomioon STM:n asetusta valmisteltaessa.

IARC on toistaiseksi tutkinut yhteensä 885 ainetta ja fysikaalista ominaisuutta. Sen tutkimus on tietenkin kohdistunut vain aineisiin ja tekijöihin, jotka voisivat olla syöpävaarallisia. Tä-







hän mennessä tutkituista aineista tms. vain yksi on voitu todeta sellaiseksi, että se ei todennäköisesti aiheuta syöpää, ja yli puolet luokkaan ”ei luokiteltavissa” kuuluviksi. Ei luokiteltavissa olevien altisteiden suuri suhteellinen osuus on luonnollista, koska on tavattoman vaikea osoittaa, että jokin aine tai tekijä ei koskaan eikä missään olosuhteissa voisi olla myötävaikuttajana syövän synnyssä.

Noin neljännes tutkituista aineista kuuluu luokkaan 2B: mahdollisesti syöpää aiheuttava. Tämä luokka kertoo sen, että syy-seuraussuhdetta ei ole voitu sitovasti osoittaa. On täysin mahdollista, että syy-seuraussuhdetta ei ole todellisuudessa lainkaan olemassa. Luokka ei myöskään tarkoita, että syöpien esiintymissä tapahtuisi aineen vaikutuksesta jokin merkittävä kasvu.

Voimakkaamman puoleinen tai suhteellisen varma yhteys aineen ja syövän välillä (luokat 2A ja 1) on noin neljänneksellä tutkituista aineista.

Sähköliherkkyys

Julkisuudessa on käyty keskustelua, että sähkölaitteet, matkapuhelimet, tietokoneiden näyt-

töpäätteet ja voimajohtot voisivat aiheuttaa sähköliherkkyttä. Kentille altistumisen ja oireiden välillä ei tieteellisissä tutkimuksissa ole todettu yhteyttä.

Sähköliherkiksi itsensä kokevilla on erilaisia tuntemuksia kuten pistelyä, huimausta, väsymystä, päänsärkyä, voimattomuutta ja iho-oireita. Koetut oireet ovat asianomaiselle todellisia, vaikka oireiden syyksi ei tieteellisesti ole pystytty osoittamaan sähkö- ja magneettikenttiä.

Sydämentahdistimet

Sähkönsiirron, varkaudenestolaitteiden ja metallinpaljastimien sähkö- ja magneettikentät voivat vaikuttaa sydämentahdistimen toimintaan. Tahdistimen häiriintymistä voidaan vähentää säätötoimenpitein ja erityisesti tahdistinvalinnoin.

Voimajohtojen sähkö- ja magneettikentille altistuminen

Voimajohtojen sähkö- ja magneettikenttiä on mitattu ja laskettu varsin paljon. Tampereen teknillisessä yliopistossa (TTY) on mitattu erilaisten johtojen kenttiä.





TTY:n mittausten mukaan STM:n asetuksen mukainen sähkökenttäraja 5 kV/m merkittäväle altistukselle ylittyy noin 30 prosentilla pylväsväleistä aivan 400 kV voimajohdon alapuolella. Korkeimmat arvot jäävät kuitenkin tason 10 kV/m alapuolelle, eli asetuksen suosittelema raja-arvo 15 kV/m lyhytaikaisemmalle (”ei-merkittävän ajan kestäväälle”) altistukselle ei ylitä.

Myöskään 110 ja 20 kV johdoilla ei esiinny suositusarvojen ylityksiä. Arvot ovat huomattavasti alle suositusarvojen. Magneettikenttäaltistuksen osalta voidaan jo sivulla 4 esitettyjen kuvien perusteella todeta, että siirto- ja jakeluverkon johtojen allakin ollaan kaikissa oloissa selvästi STM:n suositusarvon alapuolella.

Asetuksen vaikutus voimajohtoihin liittyviin maankäyttö- ja kaavoituskysymyksiin

Nykyiset johdot

Asetus ei velvoita kaavoittajaa jättämään suoja-aluetta johtoalueen ulkopuolelle. Kuitenkin asuinalueita kaavoitettaessa on hyvä ottaa kentät huomioon ihmisten mahdollisten terveysvaikutushuolien takia. On myös suotavaa, ettei

muutakaan toimintaa kaavoiteta voimajohtoalueelle. Voimajohtoalueelle kaavoittamisen edellytyksenä on aina se, että asiasta on sovittu maanomistajien ja johdonomistajien kanssa. Sähköturvallisuuksiä koskevat määräykset ja standardit asettavat myös omat vaatimuksensa.

Uusien johtojen rakentaminen

Suomessa ei ole olemassa virallisia voimajohtojen sijoittamista koskevia ohjeita tai määräyksiä. Suurten käyttöjännitteiden (110 kV, 400 kV) johtoja suunniteltaessa pyritään kuitenkin siihen, ettei niitä rakenneta esimerkiksi asuntojen, päiväkotien, leikkikenttien tai koulujen läheisyyteen.

Uusi STM:n asetus ei aseta vaatimuksia uusien johtojen rakentamistoiminnan muuttamiseksi.



Lisää aiheesta

Euroopan unionin neuvosto. 1999. Neuvoston suositus väestön sähkömagneettisille kentille (0 Hz – 300 GHz) altistumisen rajoittamisesta (1999/519/EY). Euroopan yhteisöjen virallinen lehti, 199, s. 59-70.

Jokela K. 2003. Rakennusten magneettikenttien mittaaminen. Säteilyturvakeskus, STUK tiedottaa 1/2003, 20 s.

Korpinen L., Hietanen M., Jokela K., Juutilainen J., Valjus J. 1995. Voimajohtojen sähkö- ja magneettikentät ympäristössä. Helsinki, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Kauppa- ja teollisuusministeriön tutkimuksia ja raportteja 89, 210 s.

Korpinen L. 2003. Yleisön altistuminen pientaajuisille sähkö- ja magneettikentille Suomessa. Helsinki, Sosiaali- ja terveysministeriö, Sosiaali- ja terveysministeriön oppaia 2003:12, 64 s.

Pääkkönen R., Uitti J., Polvi J. 1997. Sähköliherkkyys - onko sitä olemassa? Katsaus. Suomen lääkärilehti 5/1997, s. 427-432.

STMa 294/2002. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoimattoman säteilyväestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta. Helsinki, 2002, 47 s.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2002. Väestön ionisoimatonta säteilyaltistusta rajoittavan sosiaali- ja terveysministeriön NIR-asiatuntijaryhmän muistio. Helsinki, Sosiaali- ja terveysministeriö, Sosiaali- ja terveysministeriön työryhmämuistioita, 38, 64 s.

Uitti J., Pääkkönen R. 2000. Sähköallergia ei ole allergiaa, mitä se on? Katsaus. Duodecim. 116(2000);941-7.

Aiheeseen liittyviä WWW-linkkejä

Sosiaali- ja terveysministeriö, www.stm.fi

Asetus ionisoimattoman säteilyn väestölle aiheuttaman altistumisen rajoittamisesta

pre20031103.stm.fi/suomi/eho/julkaisut/nir/nirase.pdf

Yleisön altistuminen pientaajuisille sähkö- ja magneettikentille
pre20031103.stm.fi/suomi/eho/julkaisut/opas03_12/opas0312.pdf

Säteilyturvakeskus, www.stuk.fi

Yleisesti ihmisestä ja säteilystä, www.stuk.fi/sateily_ia_ihminen/
Kodin säteilevät laitteet, www.stuk.fi/sateily_ia_ihminen/laitteet.html

Sähkömagneettiset kentät, www.stuk.fi/sateily_ia_ihminen/kentat.html

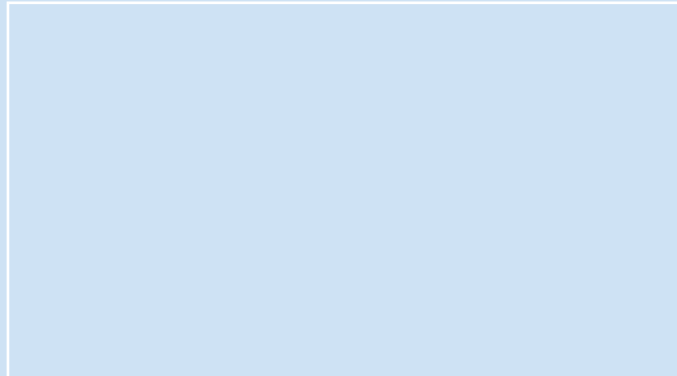
Laserit, www.stuk.fi/sateily_ia_ihminen/laserit.html

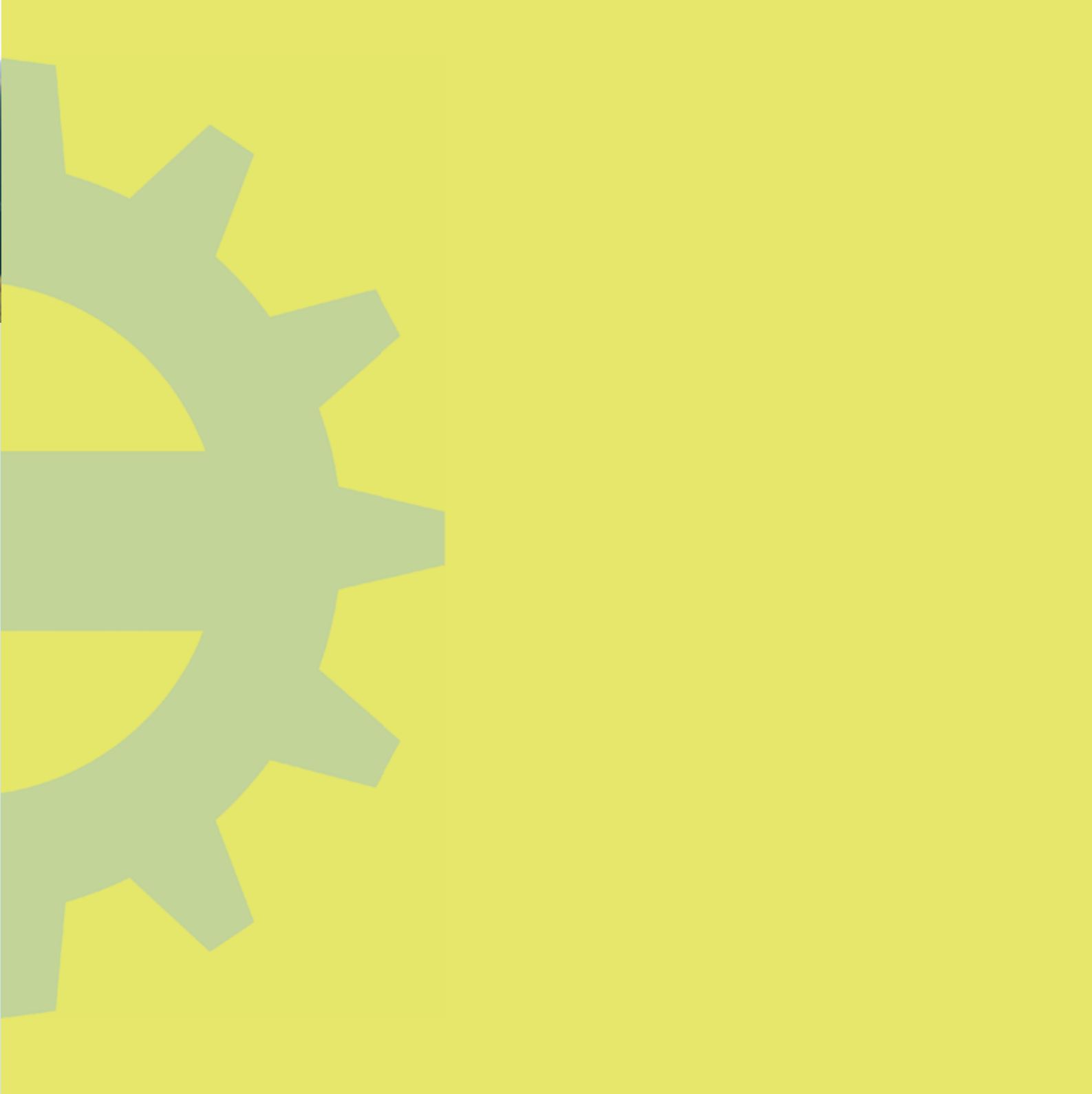
Tampereen teknillinen yliopisto, Sähkötekniikka ja terveys-laboratorio, leeh.ee.tut.fi

International Agency for Research on Cancer (IARC), www.iarc.fr

World Health Organization (WHO), www.who.int

International Electromagnetic Fields Project
http://www.who.int/health_topics/electromagnetic_fields/en/







TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tampereen teknillinen yliopisto (TTY)
Sähkötekniikka ja terveys -laboratorio
Korkeakoulunkatu 3
PL 692
33101 TAMPERE
Puh. (03) 311 511
Faksi (03) 3115 3689
www.tut.fi

