



Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä



Työterveyslaitos



Teksti:

Tommi Alanko ja Maila Hietanen

Kuvat:

Tommi Alanko ja Patrick von Nandelstadh

TYÖTERVEYSLAITOS

Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus

Uudet teknologiat ja riskit - tiimi

Oppaan laatimiseen on saatu rahoitusta Sosiaali- ja terveysministeriön Työsuojeluosastolta.

Oppaan painatuskuluihin on saatu rahoitusta EU:n 6. puiteohjelmaan sisältyvästä EMF-NET hankkeesta (Effects of the Exposure to Electromagnetic Fields: from Science to Public Health and Safer Workplace)

Edita Prima Oy 2006

ISBN (vihko) 951-802-707-2

ISBN (PDF) 951-802-708-0

Alkusanat

Matkapuhelinten ja muiden langattomaan viestintään perustuvien laitteiden nopea yleistyminen on samanaikaisesti edellyttänyt kattavan tukiasemaverkoston asentamista. Tukiasemien lähetinantennit lähettävät sähkömagneettisia radiotaajuisia kenttiä (RF-kenttiä), joiden mahdollisista terveyshaitoista on herännyt epäilyjä sekä työntekijöiden että muun väestön keskuudessa.

Sähkömagneettisia kenttiä (sm-kenttiä) koskevat altistumisrajoitukset on vahvistettu äskettäin Euroopan Unionin alueella. EU:n suositus väestön sm-kentille altistumisen rajoittamisesta annettiin vuonna 1999, ja se vahvistettiin Suomessa Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksena vuonna 2002. Työntekijöiden sm-kentille altistumista koskeva EU:n direktiivi vahvistettiin vuonna 2004, ja se tulee saattaa kansallisesti voimaan viimeistään 30.4.2008.

Väestön altistuminen tukiasemien RF-kentille on vähäistä, koska tukiasemat sijoitetaan yleensä siten, että yleisön pääsy tukiasema-antennien lähelle on estetty. Sen sijaan työntekijät voivat joutua työskentelemään lähellä tukiasemien antenniä, jolloin RF-kenttiä koskevat altistumisrajat saattavat ylittyä.

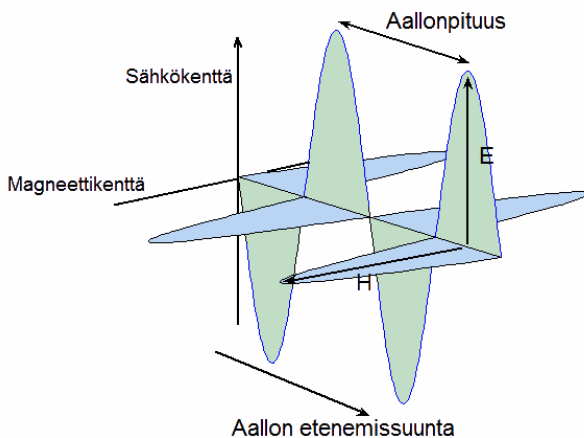
Koska työntekijöiden on yleensä vaikea tietää turvallista etäisyyttä tukiasema-antennista, tämän oppaan tarkoitus on antaa ohjeita turvaetäisyyksien arvioimiseksi. Opas sisältää myös perustietoa tukiasemista, sähkömagneettisista kentistä ja niiden terveysvaikutuksista sekä esimerkkejä kiinteistöjen katoille sijoitettujen antennien lähellä mitatuista kentänvoimakkuuksista.

Mitä sähkömagneettiset kentät ovat

Sähkömagneettiset kentät jaotellaan aallonpituuden (λ) ja taajuuden (f) mukaan eri alueisiin. Aallonpituuden ja taajuuden välillä vallitsee yhteys: $f = c/\lambda$, missä c on valon nopeus (3×10^8 m/s).

Sm-kentillä on kaksi komponenttia: sähkökenttä (E) ja magneettikenttä (H). Sähkökentän voimakkuus ilmoitetaan voltteina metriä kohti (V/m) ja magneettikentän voimakkuus ampeereina metriä kohti (A/m).

Kaukokentässä eli noin yhden aallonpituuden etäisyydellä antennista sähkö- ja magneettikentät ovat kohtisuorassa toisiaan ja säteilyn etenemissuuntaa vastaan. Tällöin kentän voimakkuus pienenee kääntäen verrannollisena etäisyyteen antennista.



Sähkömagneettisen aallon eteneminen kaukokentässä

Altistumisen määrittämiseksi kaukokentässä on tarpeen mitata kentän sähköinen tai magneettinen komponentti. Altistumista voidaan arvioida määrittämällä tehotiheys (S) kaavasta:

$$S = E^2/377 = H^2 \times 377 \text{ (W/m}^2\text{)}.$$

Lähikentässä eli lähetinantennin vieressä sähkö- ja magneettikentät vaihtelevat voimakkaasti ja kentänvoimakkuudet heikkenevät nopeammin kuin kaukokentässä. Lähikentässä molemmat komponentit on mitattava erikseen.

Radiotaajuisten kenttien vaikutukset

RF-kenttien kiistattomasti osoitetut biologiset vaikutukset liittyvät kudosten lämpötilan nousuun. Ihmisen kudoksiin absorboituu eli imeytyy RF-energiaa, mistä voi seurata kehon tai tiettyjen elinten lämpötilan kohoaminen.

Ominaisabsorptionopeus eli SAR-arvo on viime aikoina vakiintunut suureeksi, jolla ilmaistaan kudoksiin imeytyvää RF-säteilytehoa watteina kilogrammaa kohti (W/kg).

SAR-arvo riippuu ulkoisen sm-kentän voimakkuudesta ja taajuudesta sekä polarisaatiosta. Myös altistuvan henkilön koko ja muoto, samoin kuin sm-säteilyä heijastavat pinnat ja henkilön kontakti maahan, vaikuttavat SAR-arvon suuruuteen. RF-energian tunkeutumissyvyys kehossa pienenee taajuuden kasvaessa siten, että yli 10 GHz taajuuksilla RF-energia absorboituu lähinnä ihoon.

Koko kehon altistuminen SAR-arvolle 4 W/kg noin 30 minuutin ajan aiheuttaa noin 1 °C nousun kehon lämpötilassa. Kehon lämpötilan ylittäessä 38 °C pitkäaikainen altistuminen saattaa aiheuttaa lämpöuupumistilan. Silmän mykiö ja muut elimet, joissa on huono verenkierto, ovat erityisen herkkiä lämmölle.

RF-kenttien altistumisrajat

Sekä työntekijöiden että väestön altistumiseen sähkömagneettisille kentille sovelletaan EU:n vahvistamia rajoja.

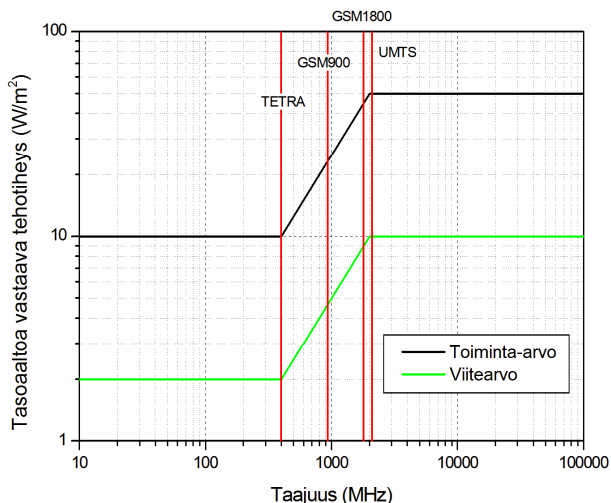
Altistuminen ei saa missään tilanteessa ylittää osoitettuihin terveysvaikutuksiin perustuvia *perusrajoituksia* (väestö) tai *altistumisen raja-arvoja* (työntekijät).

Näitä rajoja noudattamalla varmistetaan, että väestöä ja työntekijöitä suojellaan kaikilta tunnetuilta terveyshaitoilta.

Työntekijöitä koskevat **altistumisen raja-arvot** ja väestöä koskevat **perusrajoitukset**

Taajuus 10 MHz - 10 GHz	Koko kehon keskimääräinen SAR (W/kg)	Paikallinen SAR (pää ja vartalo) (W/kg)	Paikallinen SAR (raajat) (W/kg)
työntekijöitä koskeva altistumisen raja- arvo	0.4	10	20
väestöä koskeva perusrajoitus	0.08	2	4

Käytännön altistumismittauksiin tarkoitetut *viitearvot* (väestö) ja *toiminta-arvot* (työntekijät) on annettu helposti mitattavissa olevina suureina. Näiden arvojen alittaminen varmistaa sen, että myös vastaavat perusrajoitukset ja altistumisen raja-arvot alittuvat.



Tehotiheyteen perustuvat toiminta- ja viitearvot.

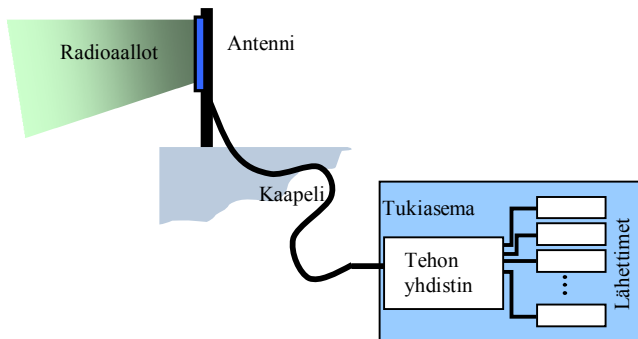
Toiminta-arvojen ylitys

Vaikka työntekijän altistuminen ylittäisi toiminta-arvon, se ei välttämättä ylitä vastaavaa altistumisen raja-arvoa.

Toiminta-arvon ylittyessä tulee arvioida ylittyykö myös raja-arvo. Aina kun altistumisen raja-arvo ylittyy, työnantajan on käynnistettävä torjuntatoimet.

Kuinka tukiasemat toimivat

Radioaallot syntyvät, kun lähetyksantenniin syötetään tehoa lähetettävän signaalin muodossa. Tukiaseman lähetyssignaali muodostetaan lähettimissä, joita voi olla useita. Lähettimien signaalit yhdistetään tehonyhdistimessä, josta ne edelleen siirretään antenniin kaapeleita pitkin.



Tukiasemat ovat jatkuvasti toiminnassa ja lähetyksen teho riippuu toiminta-alueen koosta. Laaja kuuluvuusalue merkitsee samalla suuria lähetystehoja. Voimakkaimmat tukiasema-antennit sijoitetaan pääsääntöisesti korkeisiin mastoihin. Rakennusten katoilla sijaitsevat tukiasemat ovat yleensä pienen kokoluokan soluja, joiden teho on muutamia watteja.

Kaikki antennit eivät lähetä jatkuvasti signaaleja, vaan osa antenneista on pelkästään vastaanottoa varten. Yleensä lähetyks- ja vastaanottoantennit ovat samannäköisiä ja sijaitsevat vierekkäin. Tällä järjestelyllä pyritään parantamaan kuuluvuutta ja tehostamaan verkon käyttöä.

Matkapuhelinverkot

Suomessa toimii kolme erillistä matkapuhelinverkkoa. GSM toimii 900 ja 1800 MHz taajuuksilla ja on tällä hetkellä yleisin puhelinverkko. UMTS perustuu kolmannen sukupolven tekniikkaan ja sen käyttö kasvaa jatkuvasti. TETRA on ammattikäyttöön tarkoitettu teknologia, joka on Suomessa viranomaisverkon (VIRVE) käytössä. UMTS toimii noin 2000 MHz taajuuksilla ja VIRVE noin 400 MHz taajuuksilla.

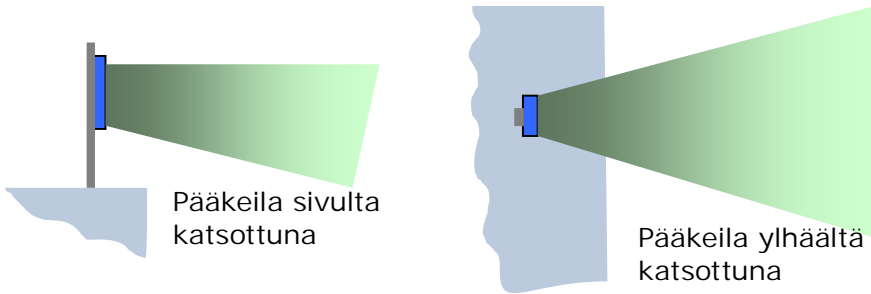
Tukiasemien RF-kenttien lähteet

Ainoastaan tukiaseman antennit synnyttävät radiotaajuisia kenttiä. Tukiaseman konehuone, kaapelit tai antennimastot eivät tuota sähkömagneettisia kenttiä.



Turvallinen työskentelyalue

Useimmat tukiasema-antennit ovat sektori-antenneja, jotka lähettävät radioaaltoja ainoastaan tiettyyn suuntaan. Antennin edessä on suojakupu, josta radiotaajuinen lähetys suuntautuu eteenpäin. Antennin taakse, sivuille tai suoraan ylä- ja alapuolelle ei suunnata lähetyksiä, joten siellä kentänvoimakkuudet ovat pieniä.



Sektoriantennien suuntaus

Korkealle sijoitettujen antennien suuntausta kohdistetaan yleensä hieman alaspäin, jotta kuuluvuus maantasolla olisi mahdollisimman hyvä. Tällöin pääkeila osuu maahan yleensä 50 - 300 m etäisyydellä antennista. Sähkömagneettiset kentät pääkeilassa ovat maantasolla erittäin pieniä.

SM-direktiivin velvoitteet

SM-direktiivin mukaan **työnantajan** on varmistettava, että työssään sähkömagneettisista kentistä aiheutuville riskeille altistuvat työntekijät ja/tai heidän edustajansa saavat riskien arvioinnista saatuihin tuloksiin liittyvän tiedon ja koulutuksen.

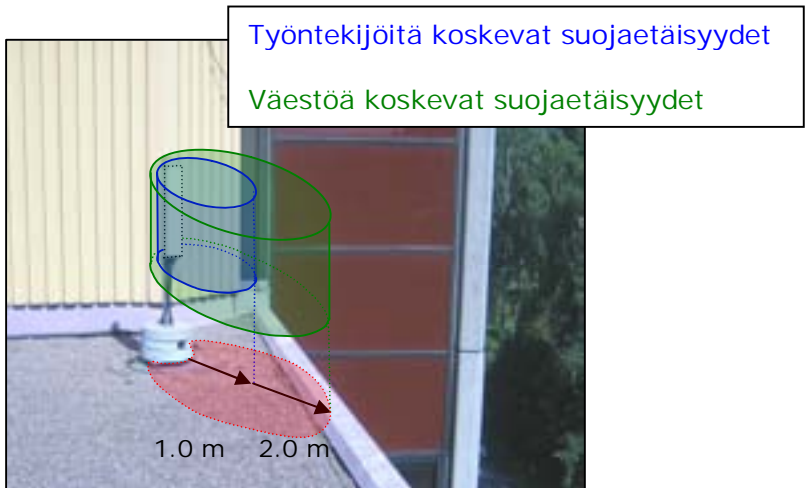
Työntekijöiden altistumisarvioinnissa tulee soveltaa SM-direktiiviä. Tukiasemien antennit on usein sijoitettu katolle, jonne työntekijät voivat joutua muissa kuin tukiasemiin liittyvissä työtehtävissä. Tällaisia työntekijöitä ovat mm. talonmiehet, kattotyöntekijät, rakennusmiehet ja pelastustyöntekijät. Jokaisen **työnantajan** velvollisuus on tehdä riskinarviointi ja varmistettava, että työntekijöille on annettu riittävä koulutus tukiasema-antennien lähellä tehtävää työtä varten.

Työntekijöiden on noudatettava antennien turvaetäisyyksistä ilmoittavien varoituskilpien määräyksiä. Paikoissa, joissa varoituskilpiä ei ole, työnantajan on varmistettava työntekijän turvallisuus esimerkiksi määräämällä työntekijät pysymään vähintään metrin etäisyydellä antennin päikeilasta ja välttämään pitkäaikaista oleskelua antennin välittömässä (< 0.5 m) läheisyydessä.

Sopivat suojaetäisyydet ovat kuitenkin tapauskohtaisia ja riippuvat mm. antennin tehosta ja suuntauksesta.

Tukiasemat

Kiinteistöjen katoille sijoitetut tukiasema-antennit ovat yleensä niin pienitehoisia, että lyhytaikainen oleskelu antennin edessä ei aiheuta kehon lämpötilan nousua tai muita haittoja.



Suojaetäisyydet tyypillisen tukiasema-antennin ympärillä

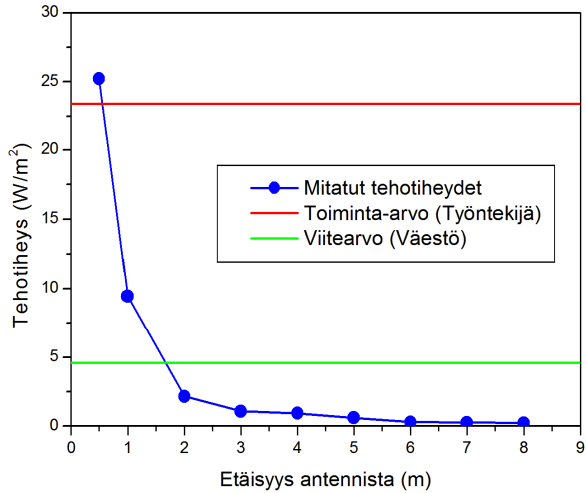
Suojaetäisyydet katoilla oleville tukiasema-antenneille

Noin 1 metrin suojaetäisyys päakeilan suunnassa on yleensä riittävä työskenneltäessä tukiasema-antennin lähellä.

Turvalliset työskentelyetäisyydet voidaan kuitenkin määrittää tarkasti vain mittaamalla tai laskemalla sm-kentät antennin ympäristössä.

RF-kentän heikentyminen

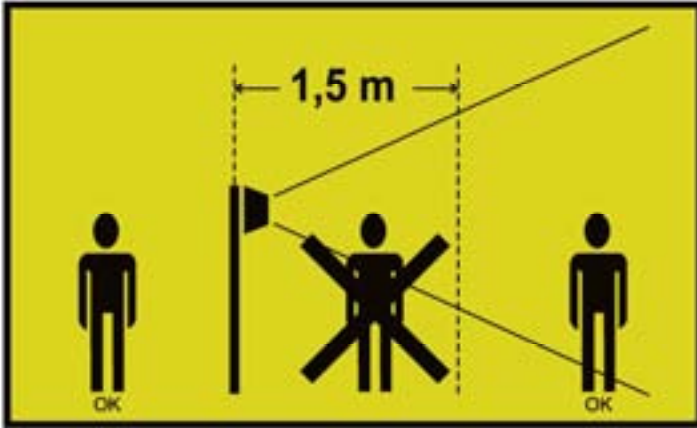
Oheinen kuva havainnollistaa RF-kentän tehotiheyden vaimenevan nopeasti etäisyyden kasvaessa.



Esimerkki tukiasema-antennin tuottamasta RF-tehotiheyden hetkellisestä maksimiarvosta eri etäisyyksillä antennin edessä.

Varoitusmerkit

Jos toiminta-arvot voivat ylittyä tukiaseman antennien lähellä, siitä on varoitettava turvaetäisyyden ilmoittavalla varoituskilvellä. Oheisessa kuvassa on Säteilyturvakeskuksen hyväksymän varoituskilven malli.



Kilpi voi myös olla yksinkertainen RF-säteilyn varoitusmerkki tai selittävällä tekstillä varustettu varoitusmerkki.





Lisää tietoa:

Alanko T, Hietanen M, von Nandelstadh P. Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille. Työympäristötutkimuksen raporttisarja 19, Työterveyslaitos, 2006.

TYÖTERVEYSLAITOS

Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus

Uudet teknologiat ja riskit - tiimi

Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki

puh. 030 4741, faksi 030 474 2805

www.ttl.fi



Työterveyslaitos