



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU

EMF-safety mittausraportti

22. kesäkuuta 2017
Electromagnetic Field Safety (EMF)



22.6.2017

EMF MITTAUSRAPORTTI

22. kesäkuuta 2017

Electromagnetic Field Safety (EMF)

Dokumentin numero: 0037030307A

Mitattava kohde: Vahtivuoren sähköasema

Asiakas: Kuopion Energia Oy
Esa Lindholm
Snellmaninkatu 25, PL 105
70101 Kuopio
Suomi

Mitattavan kohteen sijainti: Kuopion Sähköverkko Oy
Kauppakatu 6
70100 Kuopio
Suomi

REF: Työmääräyksen perusteella, numero: 0037030204A

YHTEENVETO:

Toteutettujen mittausten osalta mittauskohde / kohteet eivät ylittäneet määritettyjä tai suositeltuja raja-arvoja sähkö- ja magneettikentille, viitaten direktiiviin 2013/35/EU ja ICNIRP 2010:n ohjearvoihin yleiselle ja työperäiselle sähkö- ja magneettikenttien altistumiselle (kts. sivu 4).

Testaaja ja raportoiija:

Lauri Soininen
Projektityöntekijä

Tarkistanut:

Mikko Laasanen
Tekninen vastaava



22.6.2017

Sisällysluettelo

Mittauksien ja mittausraportin kirjallisuus	4
1 Yhteystiedot	5
1.1 Asiakkaan yhteystiedot	5
1.2 Mittausten toteuttajan yhteystiedot	5
2 Mittauskohteen kuvaus	6
2.1 Kuvaus	6
2.2 Tekniset tiedot	7
3 Määritetyt ja suositellut altistumisten raja-arvot sähkö- ja magneettikentille	8
3.1 Toimenpidetasot EU direktiivin 2013/35/EU mukaisesti	8
3.2 Suositellut raja-arvot julkiselle altistumiselle ICNIRP 2010 mukaisesti	8
4 Toteutetut mittaukset	9
4.1 Mittalaitteisto	9
4.1.1 Mittalaitteiston epävarmuus	10
4.2 Mittapisteiden määrittely	10
4.2.1 Kartoitussmittausten periaate	10
4.2.2 Mittapisteet	11
4.2.3 Mittapisteiden tunnukset	11
4.3 Mittausajankohta ja olosuhteet	14
4.4 Lopullista altistumista arvioitaessa huomioon otettavat epävarmuustekijät	14
4.5 Mittaustulokset	15
4.5.1 Mitatut tulokset mittapisteittäin	15
4.5.2 Valokuvat	20
4.6 Arvio lopullisesta altistumisesta mitatuilla alueilla	26



22.6.2017

Mittauksien ja mittausraportin kirjallisuus

Kohteen mittaukset, saatujen kentänvoimakkuuksien vertailut raja-arvoihin, sekä raportointi toteutettiin seuraavien standardien, direktiivien ja ohjearvojen pohjalta:

Julkaisu	Standardi / direktiivi / ohjearvo
EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI 2013/35/EU, annettu 26 päivänä kesäkuuta 2013, terveyttä ja turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista työntekijöiden suojelemiseksi altistumiselta fyysisistä tekijöistä (sähkömagneettiset kentät) aiheutuville riskeille (kahdeskymmenes direktiivin 89/391/ETY 16 artiklan 1 kohdassa tarkoitettu erityisdirektiivi) ja direktiivin 2004/40/EY kumoamisesta	2013/35/EU : 2013
For limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 HZ – 100 KHZ)	ICNIRP Guidelines : 2010
International standard. Electric and magnetic levels generated by AC power systems – Measurement procedures with regard to public exposure.	IEC 62110 : 2009
European standard. Basic standard on measurement and calculation procedures for human exposure to electric, magnetic and electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)	EN 50413 : 2008



22.6.2017

1 Yhteystiedot

1.1 Asiakkaan yhteystiedot

Mittauskohteen tiedot:

Vahtivuoren sähköasema
Kuopion Sähköverkko Oy
Kauppakatu 6
70100 KUOPIO, Suomi

Asiakkaan / yhteyshenkilön tiedot:

Kuopion Energia Oy
Esa Lindholm, Toimitusjohtaja
Snellmaninkatu 25, PL 105
70101 KUOPIO, Suomi

tel: +358 (0) 40 709 7101
e-mail: esa.lindholm@kuopionenergia.fi

1.2 Mittausten toteuttajan yhteystiedot

Osoite:

Savonia-ammattikorkeakoulu Oy
Teknologia- ja ympäristöala, EMC laboratorio
PL 6 (Microkatu 1 C)
70201 KUOPIO, Suomi

Yhteyshenkilö:

Lauri Soininen, Projektityöntekijä
Tel: +358 (0) 44 785 5557
e-mail: lauri.soininen@savonia.fi

22.6.2017

2 Mittauskohteen kuvaus

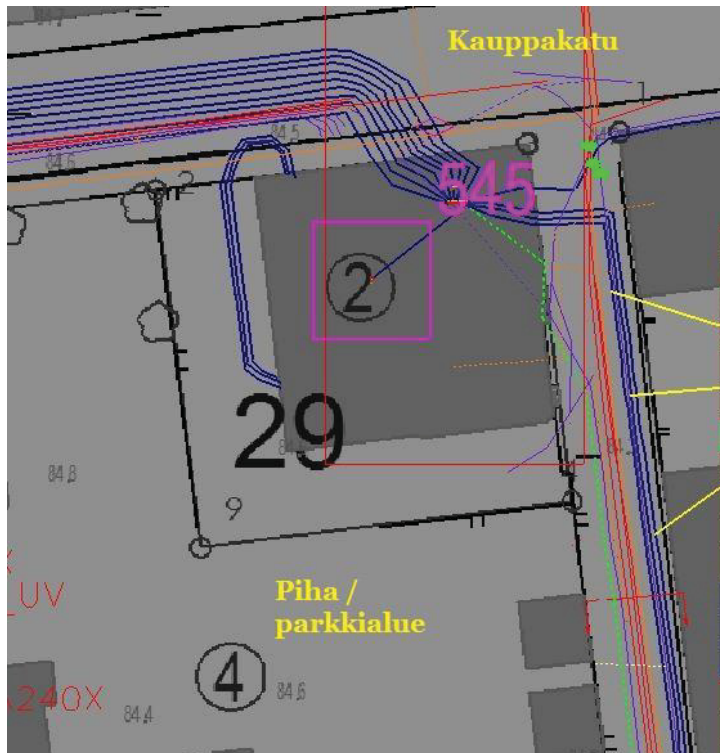
2.1 Kuvaus

Vahtivuoren sähköasema sijaitsee Kuopiossa, Kauppakatu 6:ssa, omalla tontillaan Kuopion Energian toimitilatontin välittömässä läheisyydessä. Ilmakuva tontista on esitetty kuvassa 2.1. Sähköasema on sijoitettu erilliseen muuntamorakennukseen parkkipaikalle. Kaikki sähköaseman tulevat ja lähtevät kaapeloinnit ovat sijoitettu maan alle. Kauppakadulle päin tulee tontilla päämuuntajalta keskijännitteellä syöttökaapelit, mutta muuntajabunkkereiden edustalla, pihan puolella, ei ole kaapelointia. Kaapeloinnin sähkökuva on esitetty kuvassa 2.2.



Kuva 2.1. Ilmakuva Kuopion Energian toimitilojen ja sähköaseman tontista. Muuntamo kuvassa oikealla ylhäällä rajausten sisällä, vaaleampi seinäinen rakennus.

22.6.2017



Kuva 2.2. Sähköaseman maanalaiset kaapeloinnit pihaan ja katuihin nähden.

2.2 Tekniset tiedot

Taulukko 2.1 Mitattavan kohteen tekniset tiedot.

Mitat:	20 m x 20 m x 7 m (pituus * leveys * korkeus)
Sisältä löytyvät komponentit:	110 kV kaasueristeinen kojeisto
	110 / 10 kV päämuuntaja
	10 kV keskijännitekojeisto
Suojaukset:	Rakennus on betonia ja siinä ei ole mitään erillisiä säteilysuojia. Kojekot on metallikoteloituja ja kosketusjännitesuojattuja. Niiden sähköiset osat eivät sijaitse kiinni rakennuksen seinissä.
Mittausten aikainen kuormitus:	Kuormat olivat kenttämittausajankohtana normaalit arkipäivän tehot ja tehojen mittaustulokset sen mukaiset. Aseman huippu-tehot vaihtelevat 10-13 MVA välillä. Kuorma mittauspäivänä oli noin 10 MVA. Mitatut tulokset olisivat samanlaiset myös isommalla kuormalla piha-alueella.



22.6.2017

3 Määritetyt ja suositellut altistumisten raja-arvot sähkö- ja magneettikentille

3.1 Toimenpidetasot EU direktiivin 2013/35/EU mukaisesti

Direktiivi 2013/35/EU antaa työnantajille toimenpidetasot henkilöstön altistumiselle sähkö- ja magneettikentille. Matala toimenpidetaso sähkökentän voimakkuudelle **(E) [kV/m] (RMS)** 50 Hz taajuudella on **10 kV/m**. Vastaavan taajuuden korkea toimenpidetaso sähkökentän voimakkuudelle on **20 kV/m**.

Matala toimenpidetaso magneettivuon tiheydelle **(B) [μT] (RMS)** 50 Hz taajuudella on **1000 μT (1 mT)**. Vastaavan taajuuden korkea toimenpidetaso magneettivuon tiheydelle on **6000 μT (6 mT)**.

3.2 Suositellut raja-arvot julkiselle altistumiselle ICNIRP 2010 mukaisesti

ICNIRP:n (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) julkaisu vuodelta 2010 antaa suositellut raja-arvot väestön sähkö- ja magneetti-kenttien altistumisille. Taajuudella 50 Hz suositus antaa sähkökentälle **(E) [kV/m] (RMS)** raja-arvon **5 kV/m**.

Taajuudella 50 Hz magneettivuon tiheydelle **(B) [μT] (RMS)** suositeltu väestön altistumisen raja-arvo on **200 μT**.

22.6.2017

4 Toteutetut mittaukset

4.1 Mittalaitteisto

Toteutetut mittaukset suoritettiin Narda Safety Test Solutionsin mittalaitteistoilla. Laitteet ovat eriteltyinä taulukossa 4.1. Laitteiston kokonaisuus kuvassa 4.1.

Taulukko 4.1. Mittalaitteisto.

ID.	Laite	Tyyppi	Voimassaoleva kalibrointi sertifikaatti	Kalibrointi voimassa	Valmistaja	Sarjanumero
13.1	Mittalaite	NBM-550	0036031021A	01/2018	Narda STS	G-0349
13.2	E/H kenttien mittaprobe	EHP50F	0036031020A	01/2018	Narda STS	000WX51052
13.4	Kolmijalka mittaprobelle	-	-	-	Berlebach	-



Kuva 4.1. Narda STS sähkö- ja magneettikenttien mittalaitteista taajuudelle 1 Hz – 400 kHz.



22.6.2017

4.1.1 Mittalaitteiston epävarmuus

Narda STS pientaajuisten sähkö- ja magneettikenttien mittaprobelle valmistajan antamat mittausepävarmuudet on kuvattu taulukossa 4.2.

Taulukko 4.2. Mittaproben EHP50F mittausepävarmuudet

Epävarmuus	Sähkökenttä	Magneettikenttä
Laajennettu mittaepävarmuus ^{a)}	± 9 % @ 40 Hz – 100 kHz, ≥ 1 V/m	± 5,6 % @ 40 Hz – 100 kHz, ≥ 200 nT
Tasaisuus @ 100 V/m, 2 μT	± 0,35 dB (5 Hz – 400 kHz)	5 Hz – 40 Hz ± 0,7 dB
		40 Hz – 100 kHz ± 0,35 dB
		100 kHz – 400 kHz ± 0,7 dB
Lineaarisuus (referenssinä 100 V/m, 2 μT)	± 0,2 dB (1 V/m – 1 kV/m)	± 0,2 dB (200 nT – 10 mT)
Isotroopinen vaste	± 0,54 dB	± 0,12 dB
Lämpötilan vaihtelu (@ 55 Hz) (referenssinä 23 °C, 50 % suhteellinen ilmankosteus)	-0,004 dB/°C (-20 °C – 55 °C)	-0,008 dB/°C (-20 °C – 23 °C)
		+0,013 dB/°C (23 °C – 55 °C)
Suhteellisen ilmankosteuden vaihtelu (@ 55 Hz) (referenssinä 23 °C, 50 % suhteellinen ilmankosteus)	+0,011 dB/% (10 % - 50% kosteus)	-0,007 dB/% (10 % - 50% kosteus)
	+0,022 dB/% (50 % - 90% kosteus)	+0,01 dB/% (50 % - 90% kosteus)

a) Epävarmuus sisältää tasaisuuden, lineaarisuuden ja isotroopisen vaihtelun jatkuvalle aaltosignaali (CW) ja luotettavuustason 95%.

4.2 Mittapisteiden määrittely

4.2.1 Kartoitusmittausten periaate

Mittaukset suunniteltiin siten, että kohteen ympärillä toteutettiin yhden päivän aikana kartoitusmittauksia. Kartoituksella pyrittiin etsimään kohteen ympäriltä suurimpia sähkö- ja magneettikenttiä. Mikäli raja-arvojen läheisyyteen yltäviä tuloksia olisi löytynyt, jatkomittaukset olisi suoritettu toisena päivänä standardien edellyttämällä tavalla.

Kartoitusmittauksessa mukailtiin standardin IEC 62110 : 2009 mittausmenetelmiä. Standardin mukaisten kolmipistemittausten sijaan suoritettiin sovellettuja kaksipistemittauksia muuntamon seinustalla. Standardin mukainen kolmipistemittaus tulisi suorittaa 0,5, 1,0 ja 1,5 metrin korkeuksilta ≥ 1,5 metrin korkuisille kohteille, mutta mitattavan kohteen huomattavan suuresta korkeudesta johtuen mittaukset suoritettiin korkeammalta. Kaksipistemittauksiin siirryttiin, koska kyseessä oli kartoitusmittaus, jolla pyritään löytämään kohteen ympäriltä suurimpia sähkö- ja magneettikenttiä. Näissä mittauksissa sähkö- ja magneettikentät mitattiin 1 metrin ja 2 metrin



22.6.2017

korkeudesta maan pintaan nähden. Standardi IEC 62110 : 2009 ei ota tarkasti kantaa mittauskorkeusväleihin, mikäli kohde on korkeampi kuin 1,5 metriä.

Yksipistemittauksissa standardin 1 metrin korkeudesta poikettiin suorittamalla yksipistemittaukset 2 metrin korkeudesta johtuen kohteen korkeudesta.

4.2.2 Mittapisteet

Muuntamon etelä- ja länsiseinustat kartoitusmitattiin 1 metrin, sekä 4 metrin päästä seinistä. Metrin päästä suoritettavat mittaukset toteutettiin edellä kuvatulla 2-pistemittauksella (= korkeudet 1 m ja 2 m). Metrin päästä seinästä toteutettujen mittapisteiden välimatka seinän varrella oli 2 metriä. Muuntamon lounaiskulmassa sijaitsevien metalliportaiden takia portaikon ympärille jouduttiin määrittelemään omat mittapisteensä.

Samat muuntamon seinät kartoitusmitattiin myös 4 metrin päästä seinistä. Nämä mittaukset toteutettiin edellä kuvatulla yksipistemittauksella (= korkeus 2 m). 4 metrin päästä toteutettujen mittapisteiden välimatka seinän varrella oli 4 metriä.

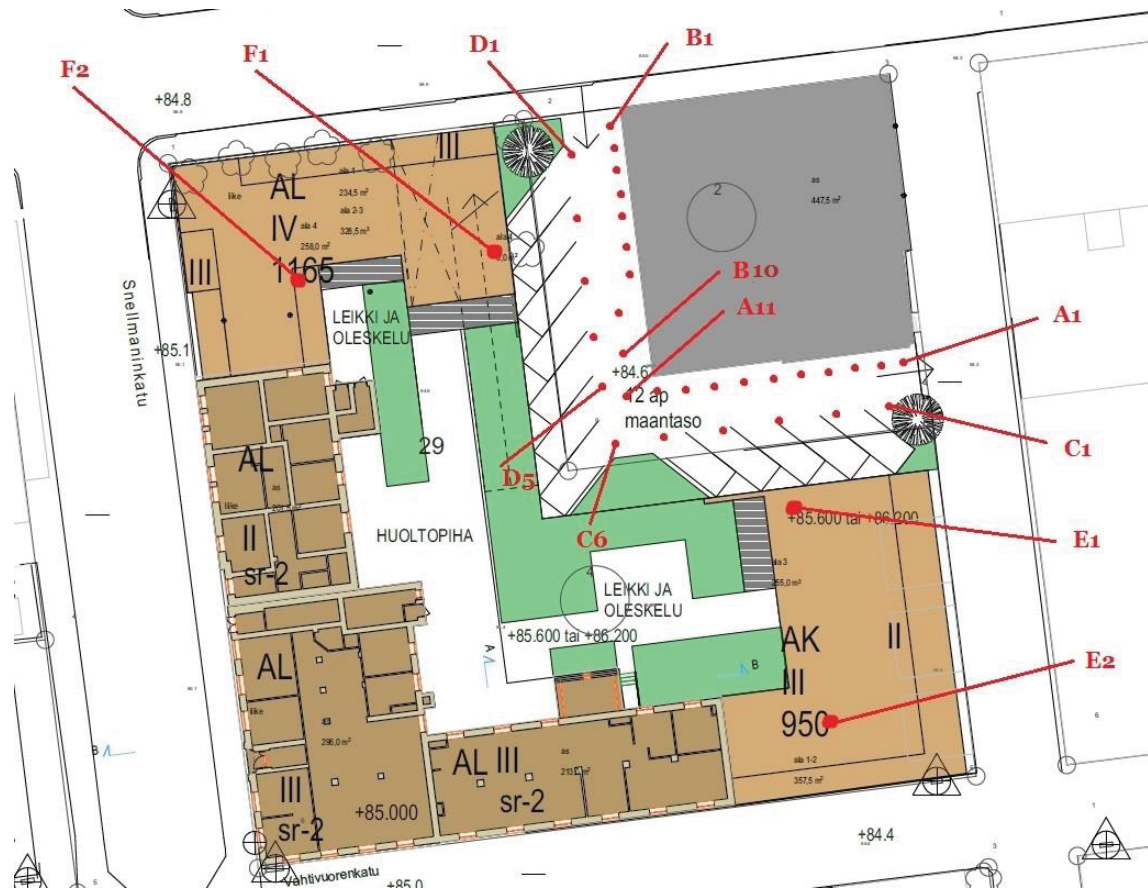
Lounaiskulman portaiden kohdalta mitat otettiin 2,5 metrin päässä seinästä, 1,5 metrin päässä portaista.

Lisäksi alueella suoritettiin neljä kappaletta pistemittauksia kauempana muuntamon mitattavista seinistä. Molempien seinien keskikohdan linjalta suoritettiin yksipistemittaukset 10 metrin ja 25 metrin päästä seinistä. Nämä mittapisteet yltyvät alueille, joissa oli runsaasti autoja parkissa. Autot aiheuttavat mittatuloksiin määrittelemätöntä epävarmuutta. Tästä johtuen kyseiset neljä mittauspaikkaa voidaan pitää ainoastaan suuntaa antavina tuloksina, eikä lainkaan virallisina mittaus tuloksina.

4.2.3 Mittapisteiden tunnukset

Alueella suoritettavat mittauspaikat on eritelty kuvassa 4.2 ja selitykset mittapisteiden tunnuksille on taulukossa 4.3. Mittaus tuloksissa viitataan kyseisiin tunnuksiin.

22.6.2017



Kuva 4.2. Mittapisteet punaisilla pisteillä kaavoituspohjakuvassa. Tummalla pohjalla ovat jo olemassa olevat rakennukset. Vaaleammalla pohjalla ovat kaavamuutosprosessia varten alustavasti suunnitellut uudet rakennukset. Harmaa rakennus yläkulmassa on mittausharjoitteena oleva sähköasema. Kuvan yläreuna osoittaa maantieteellisesti pohjoiseen.

Taulukko 4.3. Selitykset mittapisteille.

Mittapisteen ID	Etäisyys eteläseinästä	Etäisyys länsiseinästä	Etäisyys pohjoisesta aidasta	Etäisyys itäisestä aidasta
A1	1 m	-	-	2 m
A2	1 m	-	-	4 m
A3	1 m	-	-	6 m
A4	1 m	-	-	8 m
A5	1 m	-	-	10 m
A6	1 m	-	-	12 m
A7	1 m	-	-	14 m
A8	1 m	-	-	16 m



22.6.2017

A9	1 m	-	-	18 m
A10	1 m	-	-	20 m
A11	1 m	-	-	23 m
B1	-	1 m	2 m	-
B2	-	1 m	4 m	-
B3	-	1 m	6 m	-
B4	-	1 m	8 m	-
B5	-	1 m	10 m	-
B6	-	1 m	12 m	-
B7	-	1 m	14 m	-
B8	-	2,5 m	16 m	-
B9	-	2,5 m	18 m	-
B10	-	2,5 m	20 m	-
C1	4 m	-	-	4 m
C2	4 m	-	-	8 m
C3	4 m	-	-	12 m
C4	4 m	-	-	16 m
C5	4 m	-	-	20 m
C6	4 m	-	-	24 m
D1	-	4 m	4 m	-
D2	-	4 m	8 m	-
D3	-	4 m	12 m	-
D4	-	4 m	16 m	-
D5	-	4 m	20 m	-
E1	10 m	-	-	10 m
E2	25 m	-	-	10 m
F1	-	10 m	10 m	-
F2	-	25 m	10 m	-

Nämä testitulokset ovat päteviä vain mitatuille kohteille. Tästä raportista ei saa ottaa osittaisia kopioita ilman Savonia-ammattikorkeakoulun kirjallista lupaa. | Savonia-ammattikorkeakoulu Oy, Teknologia- ja ympäristöala, EMC laboratorio | PL 6 (Microkatu 1 C), FI-70201 Kuopio, Suomi | <http://emc.savonia.fi>



22.6.2017

4.3 Mittausajankohta ja olosuhteet

Mittaukset suoritettiin 9. päivänä kesäkuuta 2017. Mittaukset aloitettiin aamulla klo 8:45. Tuolloin ilman lämpötila oli 17.2 °C, ilman suhteellinen kosteus 50.8 % ja ilmanpaine 1008.8 hPa.

Mittausten jatkuessa päivälle olosuhteet mitattiin uudelleen klo 12:50. Tuolloin ilman lämpötila oli 23.4 °C, ilman suhteellinen kosteus 29.0 % ja ilmanpaine 1008.8 hPa.

Mittausten lopuksi, klo 14:20, olosuhteet mitattiin jälleen. Tuolloin ilman lämpötila oli 22.4 °C, ilman suhteellinen kosteus 35.0 % ja ilmanpaine 1008.8 hPa.

Mittaukset suoritettiin järjestyksessä A1 – B1 (1 metrin korkeudesta), B1 – A1 (2 metrin korkeudesta), C1 – D1 (2 metrin korkeudesta), F1 (2 metrin korkeudesta), F2 (2 metrin korkeudesta), E1 (2 metrin korkeudesta) ja E2 (2 metrin korkeudesta).

Olosuhteet tulee ottaa huomioon mittauksia tehdessä. Liiallinen ilmankosteus vaikuttaa lopullisen mitatun arvon epävarmuuteen ja suhteellisen ilmankosteuden ylittäessä 70 % mittauksia ei voida suositusten mukaan suorittaa.

4.4 Lopullista altistumista arvioitaessa huomioon otettavat epävarmuustekijät

Mittaustuloksia ja mittapisteitä tutkaillessa tulee ottaa huomioon seuraavat mittausepävarmuuteen ja kentiin vaikuttavat liikuteltavat tai kiinteät objektit:

- muuntamon eteläseinällä olevat metalliset tuuletusritiliköt (kuvat 4.5 ja 4.6)
- muuntamon molemilla seinustoilla olevat metallikehyksiset aidat (kuvat 4.5 ja 4.12)
- muuntamon pihan kulmassa sijaitseva metallinen portaikko (kuva 4.7)
- muuntamon länsiseinustalla olevat suuri metallinen ovi, oven molemmin puolin autosähkötolpat, metallinen ränniputki ja seinään kiinnitetty metallinen pysäköintikieltomerkki, sekä metallinen kaivon kansi (kuva 4.8)
- pysäköintialueen autosähkötolpat (kuva 4.12)
- kaavoitetuilla alueilla otettujen mittapisteiden ympärillä olevat autot

22.6.2017

Mittausten aikana parkkipaikka oli tyhjennetty autoista. Kuvassa 4.3 on havainnollistettu alue, joka oli tyhjänä autoista mittausten aikana.



Kuva 4.3. Kuvan sinisen rajauksen ja muuntamon välinen alue oli mittausten aikana tyhjä autoista. Tässä kuvassa kyseisellä alueella on eniten autoja. Muuntamo on kuvassa vasemmassa alareunassa, ruskeakattoinen rakennus.

4.5 Mittaustulokset

4.5.1 Mitatut tulokset mittapisteittäin

Oheisessa taulukossa (taulukko 4.4) on esitetty eri mittapisteiltä mitatut sähkö- ja magneettikenttien voimakkuudet. Mittauksissa on käytetty laitteiston puolelta taajuuspyyhkäisyssä (span) väliä 1 Hz – 100 Hz. Taulukossa ilmoitettu tulos on 16 pyyhkäisyn keskiarvotulos annetulta taajuusväliltä kyseiseltä mittapisteeltä. Mitatut arvot ovat RMS arvoja.



22.6.2017

Taulukko 4.4. Mitatut sähkö- ja magneettikenttien voimakkuuksien keskiarvot 16:ta mittapyyhkäisyltä taajuudella 1 Hz – 100 Hz.

Mittapiste ID	Mittaus korkeus	Mitattu E-kenttä ka. (V/m)	Mitattu H-kenttä ka. (μ T)	Taajuus jossa suurin kentänvoimakkuus (Hz)
A1	1 m	1,023	0,4738	1
A1	2 m	1,026	0,461	1
A2	1 m	0,971	0,4603	1
A2	2 m	1,076	0,4766	1
A3	1 m	1,246	0,4502	1
A3	2 m	1,013	0,4583	1
A4	1 m	1,005	0,4471	1
A4	2 m	1,005	0,4611	1 E, 50 H
A5	1 m	1,023	0,4956	1 E, 50 H
A5	2 m	0,946	0,6231	1 E, 50 H
A6	1 m	1,03	0,8812	1 E, 50 H
A6	2 m	0,975	1,138	1 E, 50 H
A7	1 m	1,034	1,5785	1 E, 50 H
A7	2 m	0,944	2,2331	1 E, 50 H
A8	1 m	1,01	1,5561	1 E, 50 H



22.6.2017

Mittapiste ID	Mittaus korkeus	Mitattu E-kenttä ka. (V/m)	Mitattu H-kenttä ka. (μ T)	Taajuus jossa suurin kentänvoimakkuus (Hz)
A8	2 m	0,965	2,1349	1 E, 50 H
A9	1 m	1,049	0,8237	1 E, 50 H
A9	2 m	0,981	1,0662	1 E, 50 H
A10	1 m	1,002	0,5081	1 E, 50 H
A10	2 m	1,261	0,5248	1 E, 50 H
A11	1 m	1,054	0,4534	1
A11	2 m	0,955	0,4559	1
B1	1 m	1,007	1,1987	1 E, 50 H
B1	2 m	3,087	0,7026	1 E, 50 H
B2	1 m	1,193	1,3176	1 E, 50 H
B2	2 m	1,066	0,6372	1 E, 50 H
B3	1 m	6,168	1,3312	1 E, 50 H
B3	2 m	0,978	0,597	1 E, 50 H
B4	1 m	0,955	1,2275	1 E, 50 H
B4	2 m	0,97	0,5821	1 E, 50 H



22.6.2017

Mittapiste ID	Mittaus korkeus	Mitattu E-kenttä ka. (V/m)	Mitattu H-kenttä ka. (μ T)	Taajuus jossa suurin kentänvoimakkuus (Hz)
B5	1 m	0,941	1,2358	1 E, 50 H
B5	2 m	0,986	0,6257	1 E, 50 H
B6	1 m	0,975	1,2926	1 E, 50 H
B6	2 m	0,926	0,8467	1 E, 50 H
B7	1 m	1,019	2,9028	1 E, 50 H
B7	2 m	-	-	Ei mitattu, koska kyseisellä kohdalla kyltti seinällä.
B8	1 m	0,969	1,2917	1 E, 50 H
B8	2 m	1,01	0,9905	1 E, 50 H
B9	1 m	0,931	0,7348	1 E, 50 H
B9	2 m	1,038	0,6942	1 E, 50 H
B10	1 m	0,957	0,4741	1 E, 50 H
B10	2 m	1,038	0,4787	1 E, 50 H
C1	2 m	1,104	0,4507	1
C2	2 m	1,318	0,4594	1
C3	2 m	2,055	0,4685	1



22.6.2017

Mittapiste ID	Mittaus korkeus	Mitattu E-kenttä ka. (V/m)	Mitattu H-kenttä ka. (μ T)	Taajuus jossa suurin kentänvoimakkuus (Hz)
C4	2 m	1,203	0,4651	1
C5	2 m	1,209	0,4547	1
C6	2 m	0,969	0,4679	1
D1	2 m	0,996	0,4709	1
D2	2 m	1,104	0,4722	1 E, 50 H
D3	2 m	1,168	0,5492	1 E, 50 H
D4	2 m	1,011	0,5484	1 E, 50 H
D5	2 m	1,139	0,4744	1
E1	2 m	0,965	0,4538	1
E2	2 m	0,986	0,4551	1
F1	2 m	0,947	0,4581	1
F2	2 m	1,262	0,4751	1

22.6.2017

4.5.2 Valokuvat



Kuva 4.5. Mittapiste A1, korkeus 1 metri. Ympärillä paljon mittausepävarmuuteen vaikuttavia metallisia, kiinteitä objekteja.



Kuva 4.6. Mittapiste A11, korkeus 1 metri. Muuntamon lounaiskulmalla metalliset portaat jotka vaikuttavat mittausepävarmuuteen.

22.6.2017



Kuva 4.7. Mittapiste B10, korkeus 1 metri.



Kuva 4.8. Mittapiste B4, korkeus 1 metri. Länsiseinällä runsaasti mittausepävarmuuteen vaikuttavia, metallisia kiinteitä objekteja.



22.6.2017



Kuva 4.9. Mittapiste B6, korkeus 2 metriä.



Kuva 4.10. Mittapiste A5, korkeus 2 metriä.

22.6.2017



Kuva 4.11. Mittapiste A11, korkeus 2 metriä.



Kuva 4.12. Mittapiste F1, korkeus 2 metriä. Ympärillä autosähkötolppia, jotka vaikuttavat mittausepävarmuuteen.



22.6.2017



Kuva 4.13. Mittapiste F2, korkeus 2 metriä. Mittapisteen ympärillä oli runsaasti autoja parkissa, jotka eivät näy kuvassa. Mitatut tulokset mittapisteeltä ainoastaan suuntaa antavia.

22.6.2017



Kuva 4.14. Mittapiste E1, korkeus 2 metriä.



Kuva 4.15. Mittapiste E2, korkeus 2 metriä. Mittapisteen ympärillä oli runsaasti autoja parkissa, jotka eivät näy kuvassa. Mitatut tulokset mittapisteeltä ainoastaan suuntaa antavia.



22.6.2017

4.6 Arvio lopullisesta altistumisesta mitatuilla alueilla

Suoritettujen kartoitusmittaukset eivät antaneet aihetta jatkomittauksille. Sähköaseman ympäriltä mitatut kentät ovat lähes olemattomia. Vaikka otettaisiin huomioon mittauserävarmuuteen vaikuttavat tekijät (mm. laitteiston mittauserävarmuus, kiinteät metalliset objektit mittapisteillä, virralliset autojen sähkötolpat, sääolosuhteet, parkkeeratut autot uloimmilla mittapisteillä), niin tästä huolimatta jäädytään todella kauaksi kentänvoimakkuuksista, jotka työsuojelumielessä velvoittaisivat työnantajan toimiin, tai jotka olisivat millään tapaa haitaksi väestölle.

Kaikilta pisteiltä mitattiin noin 1 V/m sähkökenttiä, sekä 0,5 – 2 μ T magneettivuon tiheyksiä. Voidaan todeta, että Vahtivuoren sähköasema ei tuota Kuopion Energian pihan puolelle sellaisia sähkö- tai magneettikenttiä, jotka ylittäisivät millekään toimenpide- tai suositusrajoille (kts. tämän raportin kappale 3).