



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# TULOSTAULU SIIPELLE

Opinnäytetyö

TEKIJÄ: Pauli Tervonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Pauli Tervonen			
Työn nimi Tulostaulu SiiPe:lle			
Päiväys	26.8.2014	Sivumäärä/Liitteet	26/5
Ohjaajat lehtori Sami Lahti, lehtori Keijo Kuosmanen, lehtori Jussi Koistinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu, Teknologia- ja ympäristöala / Tutkimus- ja kehittämisspäällikkö Mikko Laasanen			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tehdä pesäpallo-ottelussa käytettävän tulostaulun ohjaamiseen soveltuva ohjelmisto. Tulostauluna on yksivärinen led-pistematriisinäyttö, jota ohjataan tietokoneen ja led-näytön ohjaamiseen tarkoitettun ohjainkortin avulla. Työn tilaajana oli Savonia-ammattikorkeakoulu, mutta tulostaulun ja ohjelmiston loppukäyttäjänä on siilinjärveläinen pesäpalloseura SiiPe.</p> <p>Sovellus toteutettiin projektityönä, jossa oli mukana kolmannen vuoden CDIO kurssilta yksi opiskelijaryhmä tekemässä käyttöliittymää. Vaatimuksena oli sovelluksella helppokäyttöisyys, mutta käyttöliittymästä haluttiin kuitenkin hieno, joten sovellus tehtiin WPF-pohjalle.</p> <p>Ohjelmoinnin lisäksi työ sisältää tulostaulun kokoamisen ja sen EMC-testaamisen Savonian EMC-laboratoriossa.</p> <p>Ohjelmointikielenä käytettiin C# ja käyttöliittymän kuvauskielenä XML. Sovelluskehitysympäristönä ohjelmoinnissa käytettiin Visual Studio 2012:ta</p> <p>Tuloksena työstä syntyi toimiva tulostaulu ja ohjelmisto sen hallintaan. Tulostaulun EMC-testeissä ilmeni kuitenkin ongelmia, joita ei kyetty opinnäytetyön aikana ratkaisemaan.</p>			
Avainsanat WPF, C#, .NET, EMC, SiiPe			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Information Technology			
Author(s) Pauli Tervonen			
Title of Thesis Scoreboard for Siipe			
Date	26 August 2014	Pages/Appendices	26/5
Supervisor(s) Mr. Sami Lahti, Lecturer; Mr. Keijo Kuosmanen, Lecturer; Mr. Jussi Koistinen, Lecturer			
Client Organization /Partners Savonia University of Applied Sciences, School of Engineering and Technology / Research and Development Manager Mr. Mikko Laasanen			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was the developing of scoreboard controlling software for scores during a baseball match. The Scoreboard is a single-color led screen which consists of led-dot-matrix modules. The scoreboard is controlled by computer software via a led-controller card. The client of this product was Savonia, but the end user will be Siipe, a baseball team from Siilinjärvi.</p> <p>This Windows Presentation Foundation (WPF) based software was developed during the autumn of 2014. It was done in co-operation with the CDIO project course. The requirements for the software were that it had to be easy-to-use and have a good user interface. The software was developed with the Visual Studio 2012 development environment by using the C#programming language with the XML script language. The XML language was used in design of the graphical user interface. The scoreboard was ordered as parts and it was assembled during the project. The scoreboard's EMC radiation levels were also measured.</p> <p>As a result of this thesis the fully-working led screen was assembled and an application for controlling the led screen was developed. The EMC tests revealed some problems, which were not solved during the thesis project.</p>			
Keywords WPF, C#, .NET, EMC, Siipe			

## ESIPUHE

Haluan kiittää työntilaajaa Savonia-ammattikorkeakoulua ja tukimus- ja kehittämisspäällikkö Mikko Laasasta saamastani työn aiheesta. Haluan myös kiittää asiakkaana toiminutta SiiPeä, sekä yhteyshenkilönä toiminutta SiiPen puheenjohtajaa Petri Kejosta hyvästä yhteistyöstä. Kiitoksen ansaitsevat myös opinnäytetyön ohjaajana toimeet Sami Lahti, Keijo Kuosmanen ja Jussi Koistinen, Savonia-ammattikorkeakoulun EMC-laboratorion testausinsinöörit Marko Sorsa, Tero Sipari ja Ari Halvari, sekä kolmannen vuosikurssin ohjelmistotekniikan opiskelijat Ekaterina Azorkina, Petra Nevalainen ja Maria Seppänen. Kiitos kuuluu myös Kuopion Muotoiluakatemiaan opiskelijoille Olli Taskiselle ja Pirita Laukkaselle käyttöliittymän suunnittelemisesta.

Kuopiossa 2.6.2014

Pauli Tervonen

## SISÄLTÖ

ESIPUHE.....	4
TERMIT JA LYHENTEET.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 TULOSTAULUT URHEILUTAPAHTUMISSA.....	8
3 LED-NÄYTTÖ.....	9
3.1 Ohjainkortti.....	9
3.1.1 Ohjainkortin toiminta.....	9
3.1.2 Kytkenä.....	9
3.2 EMC-testaus.....	11
3.2.1 EMC-testaus yleisesti.....	11
3.2.2 Varsinainen testaaminen.....	11
4 OHJAUSOVELLUS.....	14
4.1 Näytön ulkoasu ja asettelu.....	14
4.2 Sovelluksen käyttöliittymä.....	15
4.3 Sovelluksen toimintaperiaate.....	17
4.4 Sovelluksessa käytetyt tekniikat.....	17
4.5 Sovelluksen vaatimukset.....	18
4.6 Ohjainkortin rajapinta.....	18
5 LOPPUTULOS.....	19
6 POHDINTA.....	20
LÄHTEET.....	21
LIITE 1: EMC-MITTAUSTULOKSIA.....	22

## TERMIT JA LYHENTEET

CDIO	Conceive — Design — Implement — Operate, Ajattele – Suunnittele – Toteuta – Käytä, opiskelumalli
EMC	Electromagnetic compatibility, sähkömagneettinen yhteensopivuus, mittausten avulla määritellään sähköisten laitteiden aiheuttamaa sähkömagneettista kenttää ja sen aiheuttamaa häiriötä muille sähkölaitteille
KuMu	Kuopion Muotoiluakatemia
led-moduuli	32 x 16 (leveys x korkeus) ledistä koostuva näyttö / moduuli
RS-232	Sarjaliitäntä standardi kahden tietokonelaitteen väliseen tietoliikenteeseen
SiiPe	Siilinjärven Pesis Ry, siilinjärveläinen pesäpallo seura
USB	Universal Serial Bus, sarjaväyläarkkitehtuuri tietokoneen oheislaitteille
WPF	Windows Presentation Foundation, käyttöliittymärajapintakirjasto

## 1 JOHDANTO

Ykköspesiksen säännöt edellyttävät sähköisen tulostaulun pesäpallo-ottelun aikana syntyviä merkintöjä varten (Kilpailumääräykset 2014, 62). Kun siilinjärveläinen Siilinjärven Pesis ry:n (SiiPe) miesten edustusjoukkue nousi pesäpallon Ykköspesikseen eli Suomen toiseksi korkeimmalle sarjatasolle, tuli tarve tälle työlle. SiiPe on perustettu 1987 ja miesten edustusjoukkue pelasi vuoteen 1998 asti Suomen korkeimmalla sarjatasolla. Myös SiiPen naiset ovat pelanneet vuosina 1990 – 2011 Superpesistä. Seuran suurimpia saavutuksia ovat miesten Halli-SM-pronssi vuodelta 1996 ja naisten puolella kolme hopeaa 1993 - 1995 ja Suomen mestaruus 1999. Myös junioripuolella on useina vuosina tullut menestystä, joista viimeisin on hopea vuodelta 2009. SiiPe pyrkiikin tarjoamaan toimintaa koko perheelle ja seuran junioritoiminta onkin palkittua ja tunnustettua. SiiPeä voidaan pitää maan suurimpana pesäpalloseurana, koska sillä on Suomen eniten lisenssipelaajia. (Heikkinen 2013, 9-10.)

Työ koostuu kahdesta osasta, varsinaisen tulostaulun kokoamisesta ja tulostaulun ohjaamiseen käytettävästä sovelluksesta. Pesäpallossa käytettäviä tulostauluja olisi ollut valmiina saatavilla, mutta päätettiin, että tulostauluksi hankitaan led-näyttö, joka soveltuisi muuhunkin kuin pelkästään tuloksen näyttämiseen. Yleisimmin näytöt ovat segmenttinäyttöjä, jotka on räätälöity yhteen tarkoitukseen, eikä sellaisella voi näyttää esimerkiksi mainostekstejä. Valmiina tarjolla olevat led-näytöt ovat hyviä ja toimivia, mutta niiden hinnat ovat melko korkeita ja sellaiselle ei välttämättä pysty tekemään räätälöityä sovellusta.

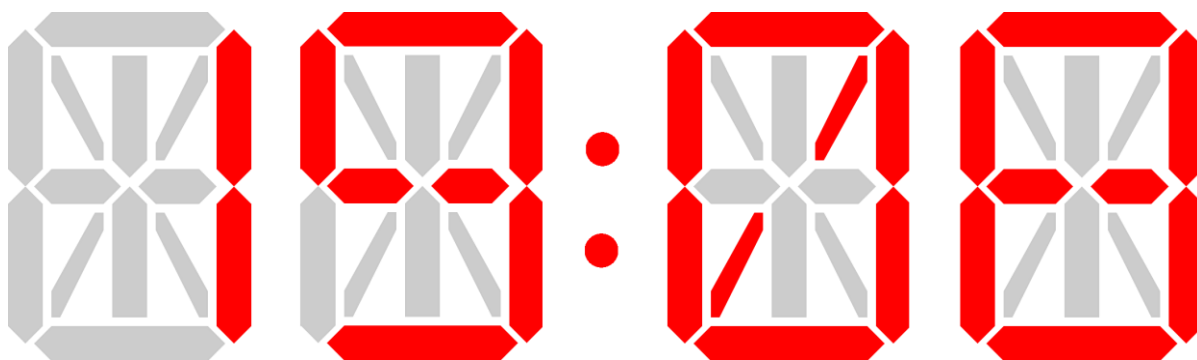
Tulostaulu koostuu valmiista led-pistematriisimoduuleista ja niiden ohjaamiseen tarkoitettua ohjainkortista. Yhteensä valmiissa tulostaulussa on 40 led-matriisia, ja se on mitoiltaan 160 cm x 128 cm. Tulostaulu tilattiin osina, joten sen kokoaminen oli osa työtä. Lisäksi tulostaululle päätettiin tehdä EMC-testaus. EMC, Electromagnetic Compatibility, tarkoittaa sähkömagnettista yhteensopivuutta, eli kuinka erilaiset elektroniset laitteet vaikuttavat toisiinsa.

Näyttötaulujen ohjaamiseen käytettäviä sovelluksia on saatavina valmiina, mutta ne ovat hyvin yleiskäyttöisiä, koska ne sisältävät paljon ominaisuuksia ja toimintoja. Paljon ylimääräisiä ominaisuuksia sisältävän ohjelman käyttäminen on monimutkaista. Tämän takia päätettiin tehdä oma sovellus, jolla pesäpallo-ottelun aikana syntyviä merkintöjä olisi helppo ja yksinkertaista tehdä. Lisäksi sovellusta voisi kehittää niin, että sitä voisi käyttää myös muiden lajien tapahtumissa.

## 2 TULOSTAULUT URHEILUTAPAHTUMISSA

Nykyään lähes jokaisessa urheilu- tai kilpailutapahtumassa käytetään elektronisia tulostauluja tai -näyttöjä. Interaktiivisten tulostaulujen avulla tulos voidaan merkitä moneen paikkaan yhtä aikaa. Yhdellä hiiren klikkauksella tilanne päivittyy sekä paikalla olevalle yleisölle että muihin tulosseuranta-palveluihin, esimerkiksi internetiin. Monissa lajeissa myös säännöt edellyttävät elektronisen tulostaulun käyttämisen. Lisäksi elektronisten tulostaulujen avulla yleisölle voidaan viestiä myös muuta sisältöä. Useissa tapahtumissa näytetään mainoksia ja tiedotteita yleisölle kesken tapahtuman.

Segmenttinäyttöjä käytetään yleisemmin alemman sarjatason tapahtumissa ja niitä on jokaisessa sisäliikuntatilassa. Segmenttinäytössä (KUVA 1) kullekin merkittävälle asialle on varattu oma lohkonsa. Yleensä tällaiset näytöt on rakennettu ainoastaan yhden lajin käyttöön eikä sen muokkaaminen toisen lajin käyttöön ole kovin helppoa. Näyttöä voidaan muokata ainoastaan rakenteellisilla muutoksilla. led-näyttöä sen sijaan pystytään muokkaamaan ohjelmallisesti melko vapaasti ja sen käyttäminen useamman eri lajin tapahtumassa on helpompaa.



KUVA 1. Esimerkki segmenttinäyttö, kello (Kuva Pauli Tervonen)



### 3 LED-NÄYTTÖ

Tulostauluksi valikoitui 40 led-moduulista koostuva näyttö. Moduulit koostuvat 32 x 16 (leveys x korkeus) punaisista ledeistä ja moduulin pikselitiheys on 1 led/cm<sup>2</sup>. Valmiin näytön resoluutio on 160 x 128 pikseliä ja fyysinen koko on sama 160 cm x 128 cm. Näyttö koostuu siis kahdeksasta moduulirivistä, joilla kullakin rivillä on viisi moduulia.

Moduulien ledien väriksi valikoitui punainen, koska punaiset moduulit ovat hintatasoltaan halvempia ja niiden saatavuus on parempi, kuin monivärisillä moduuleilla.

#### 3.1 Ohjainkortti

Näytön ohjainkorttina on CPower-4200, jonka valmistaja on kiinalainen Shenzhen Lumen Electronics. Ohjainkortti tukee jopa 2048 x 256 pikselin moniväri näyttöjä, ja sen avulla voidaan näyttää kuvia ja animaatioita varsinaisella näytöllä. Ohjainkortilla on valmius verkko- ja sarjaliitännälle. Lisäksi ohjainkortille on mahdollista saada lämpötila-anturi, mutta sitä ei ollut tässä mallissa. Ohjainkortti tarvitsee 5 V tasavirtalähteen vähintään 230 mA virransyötöllä.

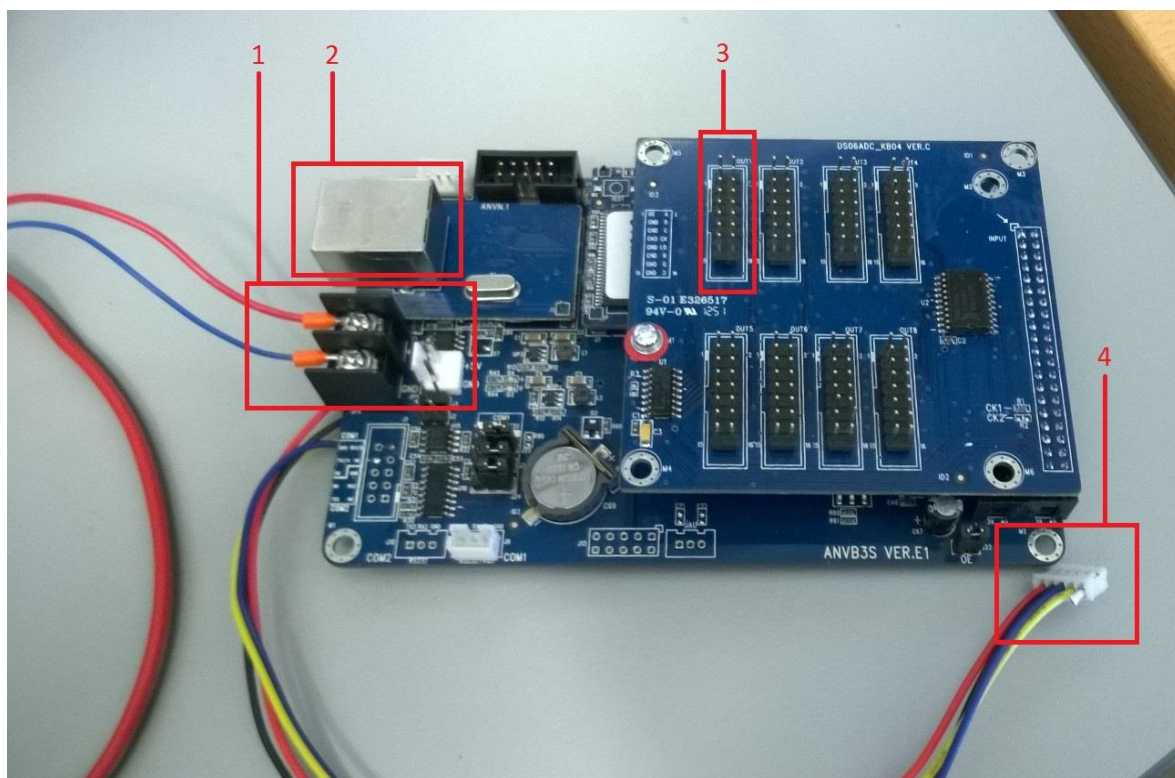
##### 3.1.1 Ohjainkortin toiminta

Ohjainkortille luodaan ensin ohjelmarunko, playbill, johon määritellään ohjattavan näytön koko ja värialue. Ohjelmarungon lisäksi kortille tehdään yksi tai useampi ohjelma, joita voi olla jopa 512 kappaletta. Ohjelmien suorittaminen voidaan ajastaa monella tavalla, kuitenkin siten, että yhtä ohjelmaa voidaan ajaa kerrallaan. Yhden ohjelman voi jakaa useampaan eri näyttöikkunaan, joille kullekin voi määritellä omat parametrit.

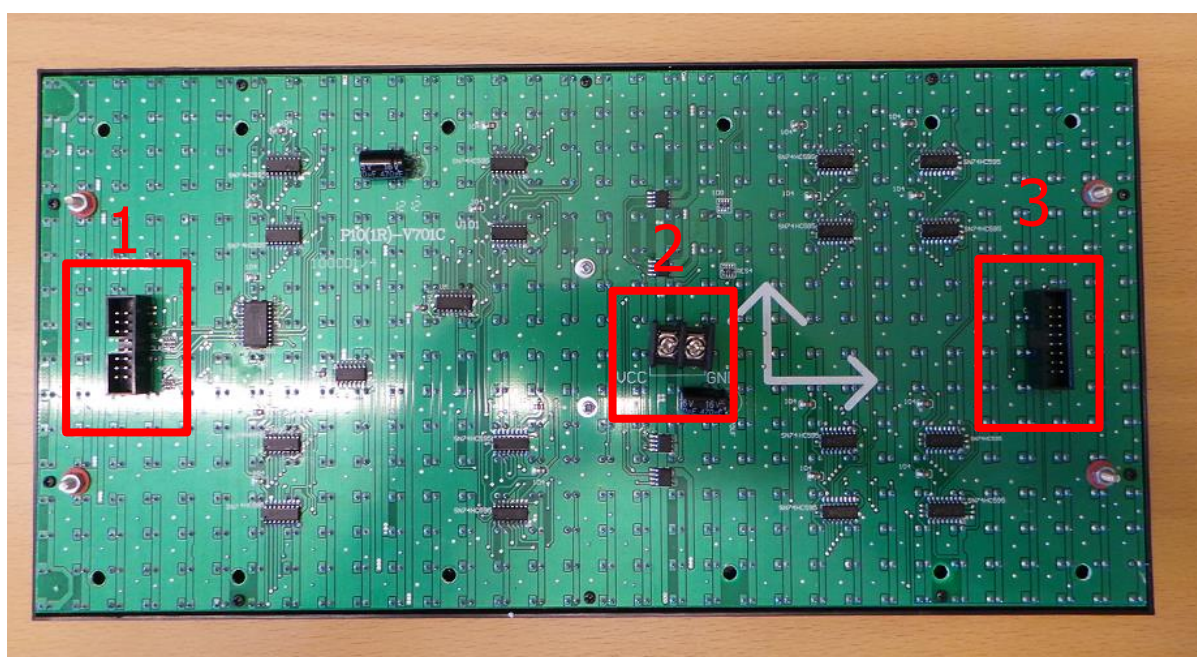
Ohjelmarunko ja ohjelmat voidaan syöttää ohjainkortille joko verkkoliitännän kautta langallisesti tai RS-232/RS-485 sarjaportin avulla langattomasti. Sarjaporttia varten on adapteri sekä tietokoneeseen että ohjainkortille, jotka muuntavat sarjaliikenteen langattomaksi. Ohjainkortti on myös mahdollista liittää palvelimeen, jonka kautta ohjelmat ajetaan kortille.

##### 3.1.2 Kytkenä

Ohjainkortilla on kymmenen lähtöä led-moduuleita varten (kuva 2). Yhteen lähtöön liitetään aina yksi näyttörivi ja näytöt rivillään liitetään toisiinsa (kuva 3).



KUVA 2. Ohjainkortti, liitännät: 1. +5 VDC, 2. verkkoliitäntä, 3. lähtö näyttöriville, 4. liitäntä sarjaportin adapterille (Valokuva Pauli Tervonen.)



KUVA 3. Led-moduuli taustapuolelta, liitännät: 1. ohjaustulo (ohjainkortilta tai edelliseltä näytöltä), 2. +5 VDC@4 A, 3. ohjauslähtö (seuraavalle näytölle) (Valokuva Pauli Tervonen.)

Led-näytön tehontarve osoittautui ongelmaksi. Yhden moduulin suurin teho on 20 W, mikä tarkoittaa sitä, että jännitelähteen täytyy pystyä antamaan 4 A virtaa 5 V:n jännitteellä. Yhteensä lopullinen näyttö käyttäisi siis maksimissaan 8 kW energiaa, joten myös lämmöntuotto voi olla ongelma. Suuri tehontarve selittyi näytön kirkkaudella.

Näytön virrantarvetta kuitenkin testattiin EMC-mittausten yhteydessä, ja osoittautui, että näyttö toimii vielä 3,7 V jännitteellä 200 mA virralla. Virran pienentyessä alle edellä mainitun tason näyttö sammuu, mutta syttyy itsestään heti, kun sille syötetään taas tarvittava virta. Tämä kuitenkin edellyttää, että ohjainkortille syötetään jännite omalta virtalähteeltä, koska se ei toimi alle 5 V:n jännitteellä. Nämä testaustulokset olivat varsin huojentavia tietoja virtalähteiden hankintaa varten.

## 3.2 EMC-testaus

Ohjainkortin mukana ei ollut dokumentaatiota EMC-testauksesta, vaikka näin tavaran toimittaja antoi ymmärtää. Ohjainkorttiin on lisäksi kytketty langattoman ohjaamisen mahdollistava radiopiiri, jonka oletettiin aiheuttavan sähkömagneettista häiriösäteilyä. Näistä syistä päätettiin ohjainkortille suorittaa EMC-testaus. Mittauksissa keskityttiin säteilevään häiriöön.

### 3.2.1 EMC-testaus yleisesti

EMC:llä tarkoitetaan sähkölaitteiden yhteensopivuutta. Sähkölaitteille EMC-testaaminen on osa EU:n alueella voimassa olevaa CE-merkintää. CE-merkintää ei kuitenkaan vaadita kiinteiltä asennuksilta. EMC-testaamisella pyritään selvittämään sähkölaitteen muille laitteille aiheuttamaa häiriötä sekä sen häiriintyvyyttä. (EU-DIREKTIIVI 2004/108/EY 2004-12-31.)

Kaikki sähkölaitteet aiheuttavat sähkömagneettista säteilyä, joten niiden toiminnan kannalta on oleellista tuntea tuotekehityksestä koskevat EMC-direktiivit ja -lainsäädäntö. EMC-häiriöt saattavat aiheuttaa ongelmia laitteelle itselleen, tai pahimmassa tapauksessa laite häiritsee ja aiheuttaa toimintahäiriötä muille laitteille. (CST.) Esimerkiksi televisiossa näkyvät vaakaviivat tai radion särinä voi olla seurausta toisen sähkölaitteen aiheuttamasta häiriöstä. Suomessa sähkölaitteiden yhteensopivuutta ja direktiivien mukaisuutta valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto lukuun ottamatta yleisradio- ja televisiovastaanottimia, joiden vaatimuksenmukaisuutta valvoo Viestintävirasto. (Tukes 2012-9-17.)

### 3.2.2 Varsinainen testaaminen

EMC-testit suoritettiin auditoidussa standardien mukaisessa Savonian EMC-laboratoriossa. Mittauksissa pyrittiin selvittämään ohjainkortin aiheuttamaa häiriötasoa. Heti alkuvaiheessa ohjainkorttia testattaessa häiriötasot ylittivät sallitut rajat, vaikka siihen oli kytketty ainoastaan yksi näyttömoduuli. Myös pelkkä ohjainkortti ylitti rajan.

Yleensä hepoin tapa vaimentaa EMC-häiriöitä on muutoksien tekeminen suoraan piirikortille. Häiriötasoja saadaan alemmas lisäämällä kondensaattoreita ja ferriittejä sopiviin kohtiin sekä parantamalla maadoitusta. Tälle ohjainkortille piirimuutokset ovat kuitenkin lähes mahdoton tehdä, koska muutoksien tekeminen suoraan piirikortille vaatii vähintään tarkat kaaviot ja piirustukset komponenteista ja niiden sijoittelusta. Usein myös EMC-testaaminen suoritetaan piirikorttien suunnittelun aikana, jolloin muutoksia on helpompi tehdä (Reitmaa 1996, 7). Oikeastaan ainoaksi vaihtoehdoksi jäi häiriösäteilyn vaimentaminen asentamalla maadoitettu kotelo ohjainkortin ympärille sekä eristämällä kaikki

mahdolliset ohjainkortilta lähtevät kaapelit. Piirikortilta lähtevät näytönohjauslatta-kaapelit ovat yksi pahimmista häiriönlevittäjistä kokoonpanossa (Reitmaa 1996, 63).

Testien alkuvaiheissa häiriötasoja mitattaessa käytettiin kokoonpanona pelkkää ohjainkorttia, johon kytkettiin ensin yksi näyttö. Näyttöjen lisäämisen ajateltiin vain nostavan häiriötasoja, mutta myös sitä kokeiltiin (kuva 4). Kokoonpanolle yritettiin keksiä keino, jolla häiriötasot saataisiin pudotettua alle asetetun rajan. Ensimmäisinä toimenpiteinä kokeiltiin ferriittien lisäämistä ohjainkortilta lähteviin kaapeleihin ja kaapelien eristämistä mahdollisimman hyvin. Nämä toimenpiteet eivät kuitenkaan vaikuttaneet häiriötasoihin juuri lainkaan. Ainoastaan ohjainkortin asetusten muuntaminen, kuten kello-  
taajuuden pudottaminen, laski häiriötasoja merkittävästi. Tästä pääteltiin, että ohjainkortilla oleva kellopiiri tai suoritin on suurin syyllinen korkeisiin häiriötasoihin. Myös ohjainkortilta lähtevät kaapelit aiheuttavat sähkömagneettisen kentän ympärilleen (Montrose 1998 35). Kaapelit kuitenkin pyrittiin pitämään mahdollisimman lyhyinä. Liitteestä 1 näkee, kuinka muutamat toimenpiteet vaikuttivat häiriötasoihin. Tuloksista käy myös ilmi, että häiriöpiikkien kelloaajuus on noin 4 MHz, joka on myös ohjainkortin kellopiirin taajuus.



KUVA 4. Ohjainkortin ja kahden näyttömoduulin kokoonpano EMC-testeissä (Valokuva Pauli Tervonen.)

EMC-testien aikana otettiin yhteys maahantuojaan, jonka kautta saatiin neuvoja valmistajalta häiriötasojen pudottamiseksi. Ensimmäisenä ohjeena oli näytön kokoaminen lopulliseen muotoonsa, mikä viivästytti testien jatkamista, sillä kaikkia osia ei ollut tilattu etukäteen. Laittevalmistaja neuvoi myös lisäämään kondensaattoreita ja vastuksia ohjainkortilta lähteviin näyttöjen ohjauskaapeleihin. Valmistajan ohjeiden perusteella moduuleista koottiin varsinainen näyttö ensin testikokoonpanona (kuva 5) ilman kotelointia. Tähän kokoonpanoon kokeiltiin myös valmistajan ohjeiden mukaisesti komponenttien lisäämistä, mutta vaikutukset olivat hyvin vähäisiä.





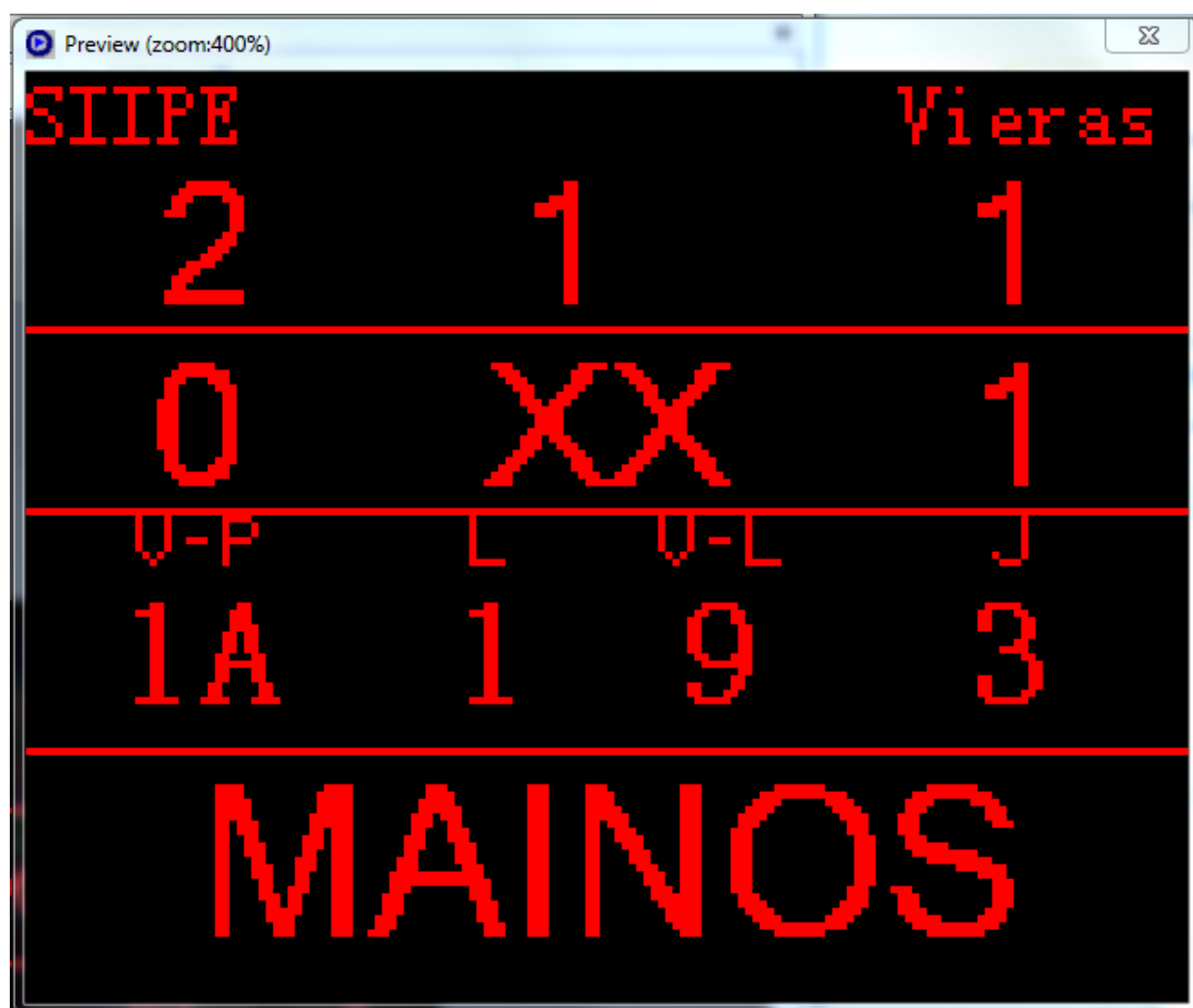
KUVA 5. Ohjainkortin ja 40 näyttömoduulin kokoonpano EMC-testeissä (Valokuva Pauli Tervonen.)

## 4 OHJAUSOVELLUS

Led-näytön ohjaamiseen käytettävä sovellus kehitettiin Savonian tiloissa kevään 2014 aikana. Sovelluskehityksessä mukana oli yhteistyössä CDIO-projektikurssilta yksi opiskelijaryhmä sekä käyttöliittymä ja ulkoasu suunnittelusta vastasivat Kuopion muotoiluakatemia kaks opiskelijaa. Sovellus kehitettiin ensisijaisesti SiiPe:n tarpeisiin seuran määritelmien ja toiveiden mukaan. Varsinaista määrittelydokumenttia ei laadittu, vaan käyttöliittymän suunnittelu toteutettiin aktiivisessa yhteistyössä SiiPe:n kanssa. Käyttöliittymä- ja ulkoasukuvat toimivat määrittelynä ja niiden pohjalta eri toiminnallisuudet kehitettiin sovellukseen.

### 4.1 Näytön ulkoasu ja asettelu

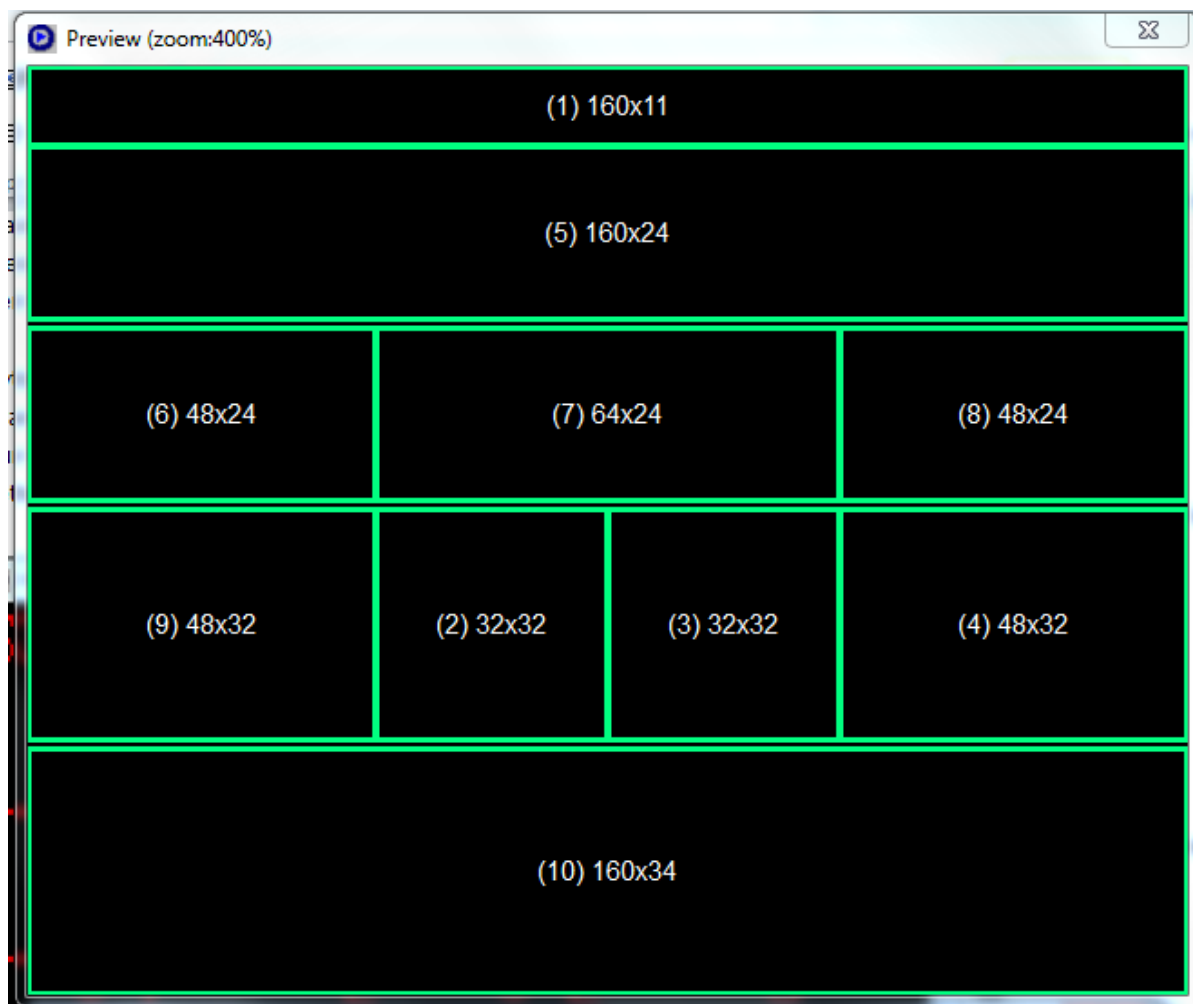
Näytön ulkoasua rajasivat näytön väri sekä tarkkuus. Näytön sijoittelun hahmotelman pohjalta laadittiin ensin laitevalmistajan tarjoamalla LedCenter-sovelluksen avulla asettelu näytöstä (kuva 6). Näyttökuvan avulla se ohjelmoitiin sovellukseen.



KUVA 6. Näytön asettelu (Kuvakaappaus LedCenter-sovelluksesta.)

Näytön ohjaaminen tapahtuu siten, että sovelluksella luodaan ensin ohjelma (Program), johon määritellään 1 - 10 ikkunaa ja niiden sijainnit näytöllä. Sijaintia ei voi kuitenkaan valita aivan vapaasti,

vaan x-akselilla liikuttaessa lukujen täytyy olla jaollinen kahdeksalla. Y-akselilla ei rajoituksia ole (kuva 7). Kuhunkin ikkunaan voi määritellä näytettäväksi tekstiä tai kuvan. Kuva voi myös olla animaatio. Tekstille voidaan asettaa useita erilaisia näyttöefektejä, esimerkiksi fonttikoon ja sijoittelun ikkunassa. Ongelma tässä on kuitenkin se, että kaikille teksteille ei voi asettaa tässä tapauksessa omaa ikkunaa, vaan osa teksteistä näytetään samassa ikkunassa. Tästä syystä tekstien sijoittelu ikkunaan on hankalaa.



KUVA 7. Näytön ikkunoiden sijainnit ja koot pikseleinä (Kuvakaappaus LedCenter-sovelluksesta.)

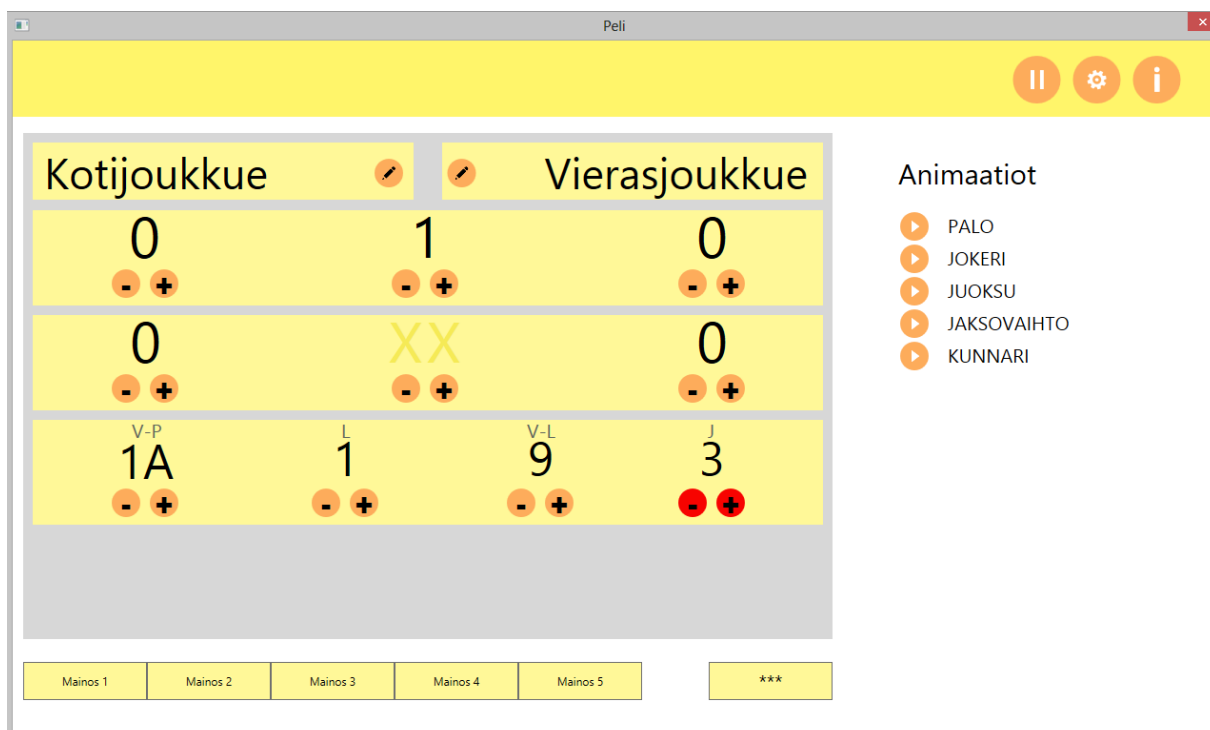
Kun jotain kohtaa näytöllä halutaan päivittää, esimerkiksi vierasjoukkueen tekee juoksun, täytyy kyseisen ikkunan teksti päivittää uudeksi, tallentaa muutos ohjelmaan ja lopuksi ladata ohjelma uudelleen ohjainkortille. Monimutkainen prosessi saattaa aiheuttaa hieman viivettä, mutta kyse on kuitenkin korkeintaan muutamasta sekunnista.

#### 4.2 Sovelluksen käyttöliittymä

Sovelluksen käyttöliittymästä haluttiin yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Käyttöliittymän ulkoasuun kuitenkin päätettiin panostaa hieman. WPF-sovellukseen on kohtuullisen helppo tehdä ulkoasusta silmää miellyttävä, toisin kuin perinteiseen Windows Forms -pohjaiseen sovellukseen. XML-pohjainen WPF-sovellus antaa laajemmat työkalut käyttöliittymän ulkoasun suunnitteluun. Esimerkiksi pelkääseen käyttöliittymän värimaailman toteuttaminen on helpompaa WPF-sovellukseen. Ulkoasun suun-

nittelivat opiskelija kaksikko Kuopion Muotoiluakatemiasta ja toteutuksen hoiti yksi CDIO-kurssin projektiryhmä.

Käyttöliittymän suunnittelun aikana tehtiin myös yhteistyötä SiiPen kanssa ja lopulliseksi versioksi valikoitui muutamasta eri vaihtoehdosta alla olevassa kuvassa (kuva 8) oleva käyttöliittymä.



KUVA 8. Ohjaussovelluksen käyttöliittymä (Kuvakaappaus sovelluksesta.)

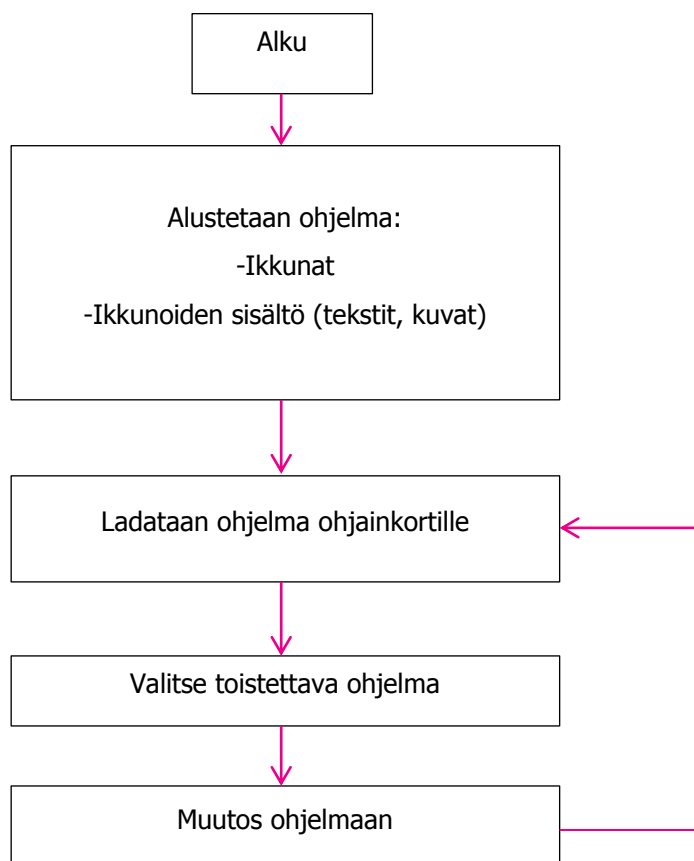
Käyttöliittymän asettelu on samantyyppinen kuin varsinaisella näytöllä. Sovelluksen käytetyimmät toiminnot ovat numeroiden alapuolella olevat plus- ja miinusnapit, joilla joko lisätään tai vähennetään kyseisen kentän arvoa. Muita toimintoja ovat joukkueiden muuttaminen, näytettävän mainoksen vaihtaminen, uuden mainoksen lisääminen ja tilanneanimaation näyttäminen. Uusia mainoksia tuskin lisätään pelin aikana, mutta saman painikkeen kautta on myös mahdollista näyttää jokin viesti yleisölle, esimerkiksi kehoitus auton siirtämisestä.



### 4.3 Sovelluksen toimintaperiaate

Ohjainkortti voi sisältää jopa 512 eri ohjelmaa, mutta niiden ajaminen ei ole kuitenkaan yksiselitteistä. Ne voidaan määritellä ajettavaksi ainoastaan peräjälkeen joko toistokerroittain määriteltynä tai määrittelemällä toisto aika, jonka jälkeen ajetaan seuraavana oleva ohjelma. Jokin ohjelma voidaan kuitenkin määritellä ajettavaksi yksinään eli toistokertojen tai toistoajan täytyessä samaa ohjelmaa pyöritetään koko ajan. Siipellä oli kuitenkin toiveena, että esimerkiksi juoksun tullessa näytettäisiin lyhyt animaatio. Tällainen animaatio kuitenkin täytyy asettaa ajettavaksi toiseen ohjelmaan ja sen toistaminen ainoastaan kerran on melko haastavaa. Ongelma ratkaistiin siten, että ensin laskettiin työpöytäsovelluksen avulla animaation kesto, jonka jälkeen asetettiin ohjainkortti toistamaan animaatio-ohjelmaa. Kun animaation toisto aika tuli täyteen, asetettiin ohjainkortti ajamaan taas varsinaista ohjelmaa, jossa näytetään pelitilannetta.

Sovelluksen toimintaperiaate on kuvattu alla olevassa kaaviossa (kuvio 1).



KUVIO 1 Ohjelman toimintaperiaate

### 4.4 Sovelluksessa käytetyt tekniikat

Sovelluskehitykseen käytettiin C#-ohjelmointikieltä ja kehitysympäristönä Microsoft Visual Studio 2012:ta. Aluksi sovellus oli tarkoitus tehdä Windows Forms -pohjalle, mutta se päätettiin kuitenkin tehdä WPF 4.5 -rajapinnan päälle. WPF helpottaa visuaalisemman käyttöliittymän tekemistä.

Led-näytön ohjainkortin valmistaja tarjoaa ohjainkortille rajapintakirjastoja dokumentteineen usealle eri ohjelmointikielelle.

#### 4.5 Sovelluksen vaatimukset

WPF 4.5 -sovellus vaatii .Net Framework -version 4.5, joten vaatimuksena on vähintään Windows Vista Service Pack 2 (Microsoft). Tiedot syötetään ohjainkortille verkkoliitännän tai USB-sarjapotti-adapterin kautta, joten tietokoneessa on oltava liitännät näille. Lähes kaikissa tietokoneissa on molemmat, mutta verkkoliitännää käytettäessä tarvitaan kaksi verkkokorttia, mikäli on tarvetta internet-yhteydelle.

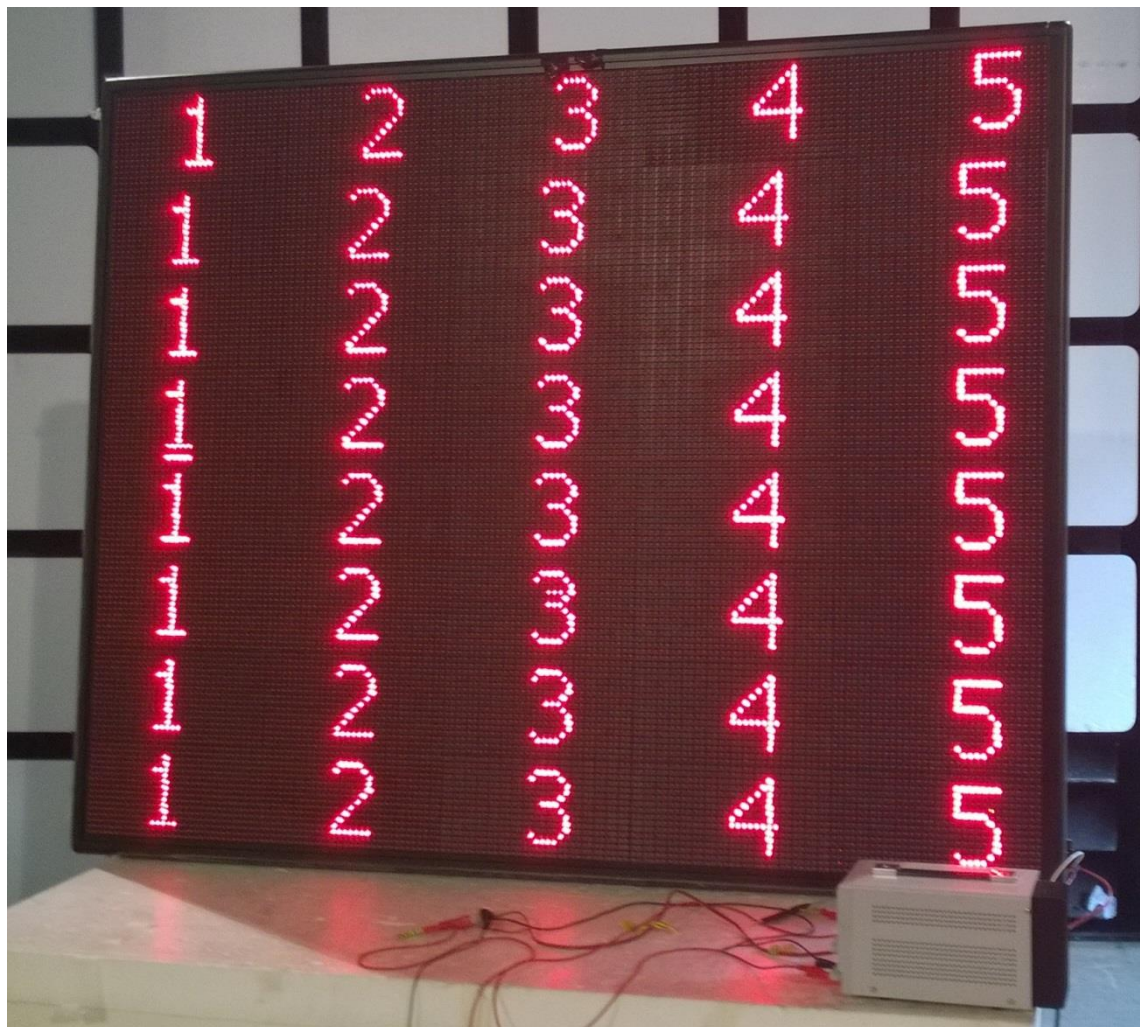
WPF on Microsoftin kehittämä käyttöliittymäraajapintakirjasto. Se on ollut osa .NET frameworkia versiosta 3.0 lähtien. WPF-sovelluskehityksessä käyttöliittymän kuvauskielenä käytetään XAML:a ja toiminnallisuus ohjelmoidaan Visual Basic - tai C#-ohjelmointikielellä. XAML on resoluutoriippumaton, joten sama sovellus skaalautuu hyvin kaikille resoluutioille. Lisäksi se tukee paljon erilaisia mediatiedostoja, sekä käyttöliittymäohjaimet ovat helposti muokattavia. (Moser 2011-08-15).

#### 4.6 Ohjainkortin rajapinta

Ohjainkortin valmistajan tarjoama rajapintakirjasto C#-ohjelmointikielelle on hyvin laaja. Sen avulla on mahdollista käskyttää ohjainkorttia tuntematta juurikaan sulautettujen järjestelmien maailmaa. Rajapintakirjasto tarjoaa metodeja sekä verkkoliitännän että sarjaportin kautta suoritettavaan ohjainkortin ohjaamiseen. Lisäksi valmistaja tarjoaa esimerkkiohjelman lähdekoodeineen rajapinnan käytöstä ja dokumentin, jossa on selitetty metodien parametrit.

## 5 LOPPUTULOS

Lopputuloksena syntyi led-näytön ohjaamiseen soveltuva ohjelmisto ja valmis laitteisto (KUVA 9). Laitteisto ei kuitenkaan läpäissyt EMC-testejä, joten sitä ei voida ottaa käyttöön. Testejä kuitenkin jatketaan muiden projektien puitteissa. Näyttö itsessään olisi käyttökelpoinen, mutta tilalle pitäisi saada jokin toinen ohjainkortti, joka ei aiheuttaisi niin paljon sähkömagneettista häiriösäteilyä. Ohjainkortin vaihtaminen toiseen edellyttäisi myös uuden ohjelmiston.



KUVA 9. Valmis näyttötaulu kokonaisuudessaan EMC-testissä. (Valokuva Pauli Tervonen)

## 6 POHDINTA

Työn aihe oli mielenkiintoinen sen monipuolisuuden vuoksi. Työ sisälsi paljon ohjelmointia, mutta myös näytön kokoaminen oli mielenkiintoista. Ohjelmointiosiossa oli paljon uutta opittavaa, ja ohjelmoinnin aikana sai pienen käsityksen siitä, kuinka tietokoneeseen liitetyjä ulkoisia laitteita ohjataan. Lisäksi rajapintadokumentteja opiskellessa koki useita palkitsevia oivalluksia.

Aluksi kuvittelin työn olevan pelkästään ohjelmointia, mutta hyvin pian ensimmäisten EMC-testien jälkeen tuli selväksi, että ohjelmoinnin osuus jää vähäisemmäksi kuin ennalta arveltiin. Koko EMC-aihealue oli ennestään täysin vierasta, joten silläkin saralla riitti paljon uuden oppimista. Toisaalta vähäinen elektroniikan tuntemus hidasti työn etenemistä. Onneksi tukea sai Savonian ammattitaitoisilta testausinsinööreiltä, joiden seurassa oli mukava työskennellä.

Jos jotain voisi tehdä toisin, olisi heti ensimmäisten testien jälkeen pitänyt hankkia uusi ohjainkortti. Sellaista yritettiin kyllä etsiä, mutta sopivaa ei löytynyt. Lisäksi ennen projektin aloittamista olisi kannattanut tutustua tarkemmin siihen, millaista tekniikkaa muut toimijat tai urheiluseurat käyttävät.

Vaikka lopputuloksena ei syntynyt täysin toimivaa laitteistoa, itselleni tämä projekti oli monella tapaa opettavainen. Työtä oli mukava tehdä ja motivaatio oli korkea, vaikka vastoinkäymisiäkin oli. Myös yhteistyö muiden alojen osaajien kanssa onnistui hyvin. Käyttöliittymän tekeminen valmiin suunnitelman pohjalta on huomattavasti helpompaa kuin suunnitella tehdessä.

Mielestäni parhaiten onnistuin ohjelmoinnissa. Työskentely edistyi nopeasti ja uusia ideoita näytön käyttöä varten syntyi jatkuvasti. Tällaista näyttöä voisi käyttää lähes jokaisessa urheilutapahtumassa ja lisäksi myös monessa muussa tilaisuudessa, kuten esimerkiksi erilaisissa messutapahtumissa. Erilaisia käyttökohteita varten tulisi kuitenkin suunnitella käyttöliittymä hyvin tarkasti, jotta siitä saisi helppokäyttöisen. Käyttöliittymästä tulee helposti vaikeaselkoinen ja sovelluksesta monimutkainen käyttöä, jos pyritään samalla käyttöliittymällä kattamaan kaikki mahdolliset tilanteet.

## LÄHTEET

CST, EMC/EMI [verkkosivu]. [Viitattu 2014-05-12.] Saatavissa:

[https://www.cst.com/Applications/EMC\\_EMI](https://www.cst.com/Applications/EMC_EMI)

EU-DIREKTIIVI 2004/108/EY 2004-12-31. [Viitattu 2014-03-14.] Saatavissa:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:fi:PDF>

HEIKKINEN, Marko 2013. Kuulevatko seuratoimijat? – Vapaaehtoistyön ja seuraviestinnän kehittäminen Siilinjärven Pesis ry:ssä. Kulttuurituotannon koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 2014-05-12.] Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013112518176>

KILPAILUMÄÄRÄYKSET 2014 [Verkkodokumentti]. [Viitattu 2014-05-14] Saatavissa: <http://pesis-fi-bin.directo.fi/@Bin/316d65652406eb1663e31ff3bae3c333/1400060487/application/pdf/172896/Kilpailum%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset%202014,%20lopullinen.pdf>

MICROSOFT, .Net Framework System Requirements [WWW-artikkeli]. [Viitattu 2014-03-12] Saatavissa:

[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/8z6watww\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/8z6watww(v=vs.110).aspx)

MONTROSE, Mark I. 1998. EMC and the Printed Circuit Board: Design Theory and Layout Made Simple. New York: Wiley-IEEE.

MOSER, Christian 2011. Introduction to Windows Presentation Foundation [WWW-artikkeli]. [Viitattu

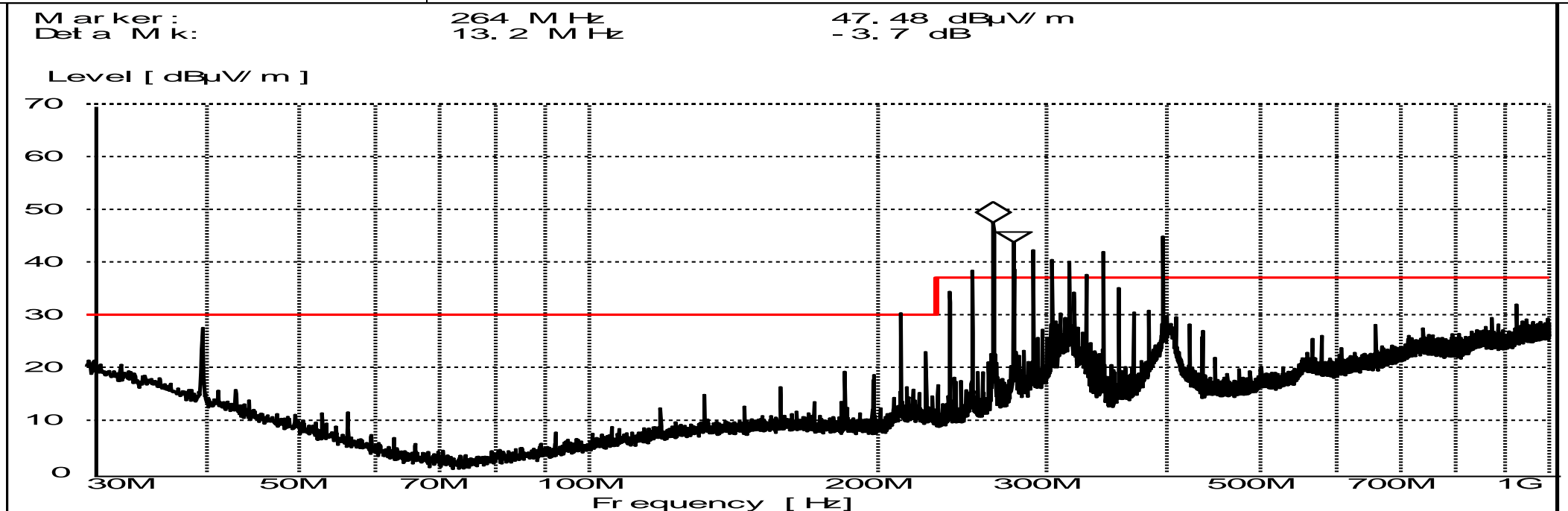
2014-3-13.] Saatavissa: <http://wpftutorial.net/WPFIntroduction.html>

REITMAA, Ilpo ja GUSTAFSSON, Jouni 1996. Varma digitaalielektroniikka. Helsinki: Otatieto.

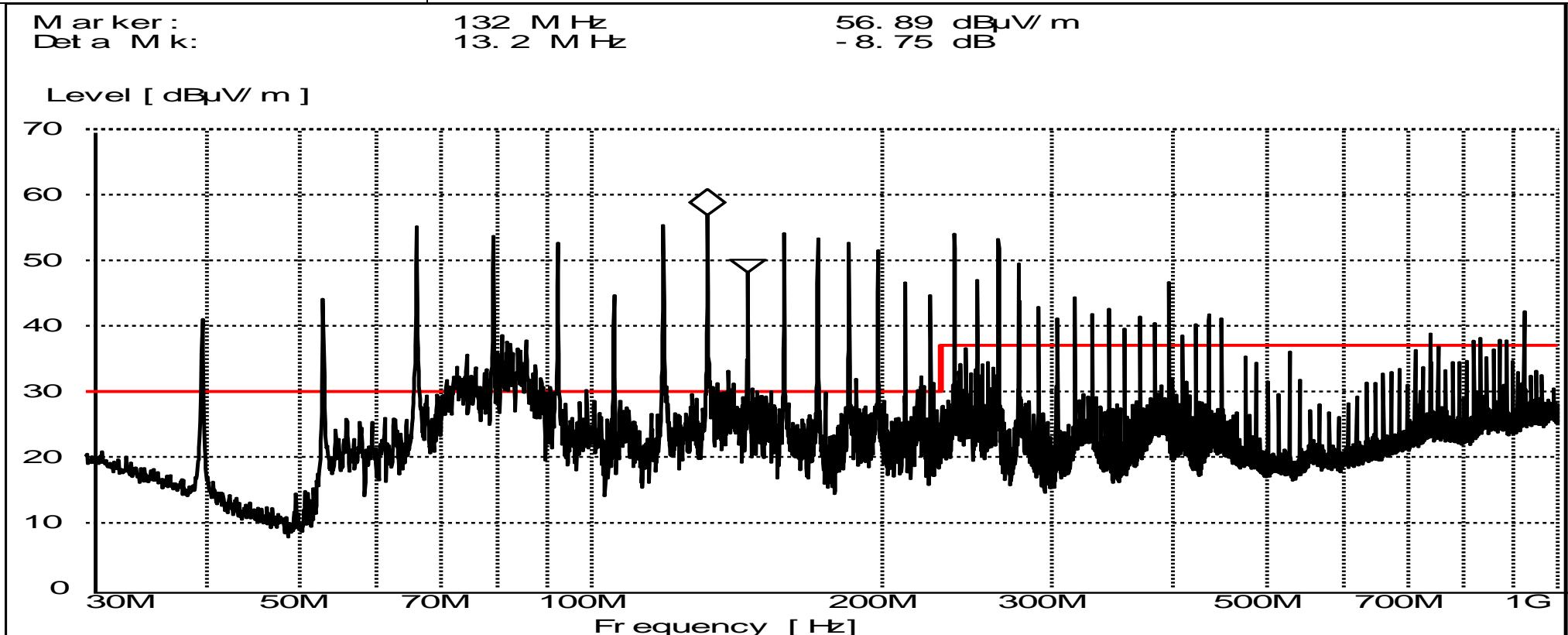
TUKES 2012-9-17. Lisätietoa sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta [verkkosivu] [Viitattu 2014-05-13] Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/EMC---sahkomagneettinen-yhteensopivuus/EMC---Sahkomagneettinen-yhteensopivuus/>

## LIITE 1: EMC-MITTAUSTULOKSIA

<b>Customer:</b>	Savonia-amk/Broadband Platform/Siipe/Pauli Tervonen
<b>EUT:</b>	Led moduuli 2kpl ja ohjainkortti
<b>Date of testing:</b>	23.01.2014
<b>Test ID:</b>	14-01-23-301
<b>Test method / Antenna polarization / Antenna height / Turn table position</b>	CISPR 22 (30 – 1000 MHz) / <b>HOR</b> / 1,0 m / <b>0</b> deg
<b>Measurement equipment:</b>	Test receiver: ESU 40, Measurement antenna: CBL 6141
<b>Ambient condition (Temp / RH):</b>	C / % RH
<b>EUT configuration:</b>	<b>pelkkä ohjainkortti paikallaan virtajohtoineen ja langattoman lähettimen johtoineen.</b>
<b>Operator:</b>	Marko Sorsa/Ari Halvari



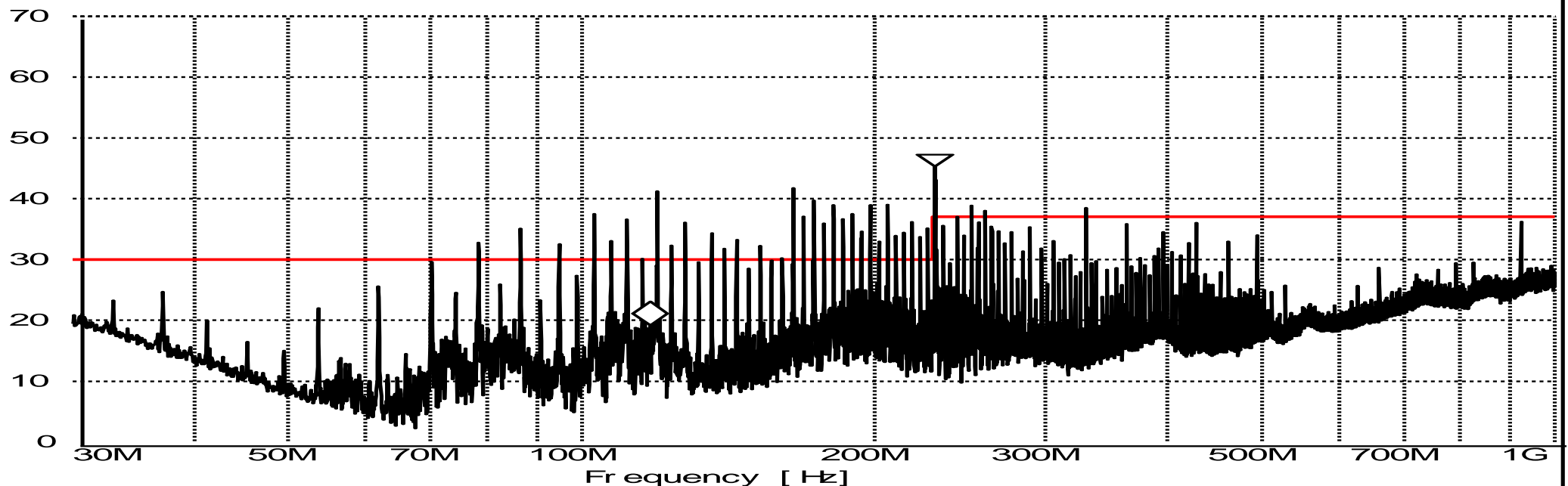
<b>Customer:</b>	Savonia-amk/Broadband Platform/Siipe/Pauli Tervonen
<b>EUT:</b>	Led moduuli 2kpl ja ohjainkortti
<b>Date of testing:</b>	23.01.2014
<b>Test ID:</b>	14-01-23-301
<b>Test method / Antenna polarization / Antenna height / Turn table position</b>	CISPR 22 (30 – 1000 MHz) / <b>HOR</b> /1,0 m / <b>0</b> deg
<b>Measurement equipment:</b>	Test receiver: ESU 40, Measurement antenna: CBL 6141
<b>Ambient condition (Temp / RH):</b>	C / % RH
<b>EUT configuration:</b>	<b>2 näyttöä yhdistetty ohjainkorttiin</b>
<b>Operator:</b>	Marko Sorsa/Ari Halvari



<b>Date of testing:</b>	28.01.2014
<b>Test ID:</b>	14-01-28-301
<b>Test method / Antenna polarization / Antenna height / Turn table position</b>	CISPR 22 (30 – 1000 MHz) / <b>HOR</b> /1,0 m / <b>0</b> deg
<b>Measurement equipment:</b>	Test receiver: ESU 40, Measurement antenna: CBL 6141
<b>Ambient condition (Temp / RH):</b>	C / % RH
<b>EUT configuration:</b>	Ferriittirengas B3 742 715 5, 2krs virtajohtojen ympäri. Molemmissa oma ferriittirengas. Yksi led näyttö, jossa virta kiinni. cmad 10 attenuation clamp näytön virtajohdon ympärille myös. Ledinäytön ohjelma muutos (näyttää tekstin vilkkuvana 2x/s). Langattoman lähettimen johtoihin ferriitit B3 (1krs), A7 (2krs). Ferriitti B9 742 724 7. Maadoitusjohdon ympärille cmad 10 attenuation clamp. RF Att muutettu 75 dB to 10 dB ja Min RF Att muutettu 10 dB to 0 dB jotta olisi vertailu edelliseen mittaukseen. Clock mode ohjainkortista muutettu 4 M.

Marker : 117.54 MHz 19.19 dB $\mu$ V/m  
 Delta M k: 113.46 MHz 26.13 dB

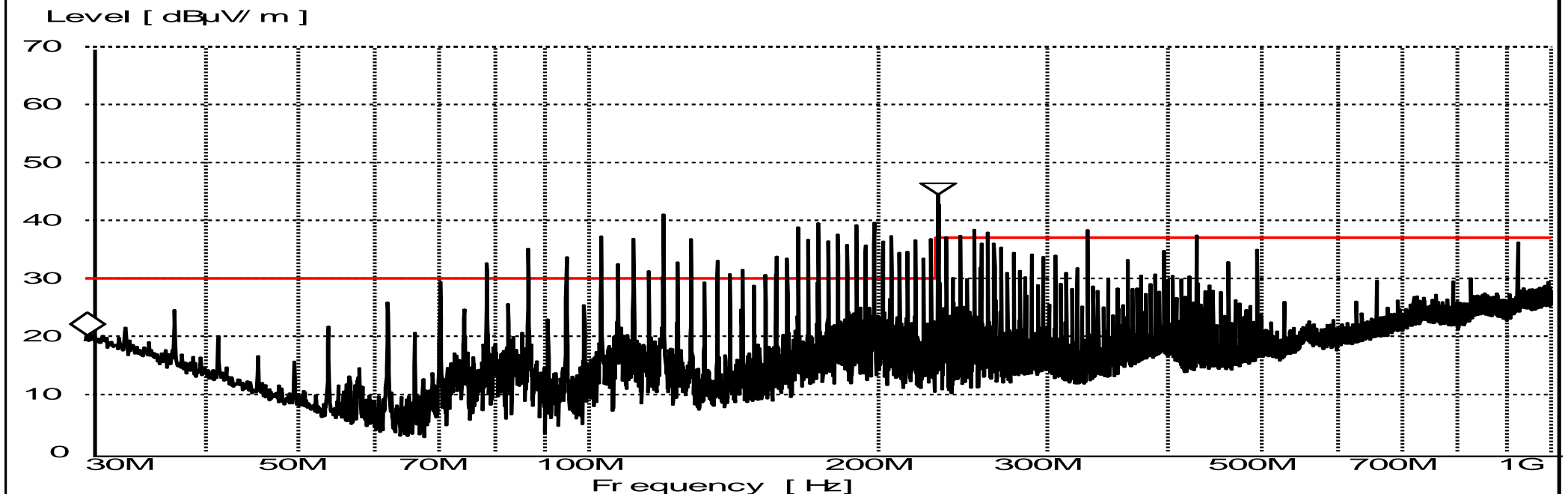
Level [ dB $\mu$ V/m ]





<b>Date of testing:</b>	28.01.2014
<b>Test ID:</b>	14-01-28-301
<b>Test method / Antenna polarization / Antenna height / Turn table position</b>	CISPR 22 (30 – 1000 MHz) / <b>HOR</b> /1,0 m / <b>0</b> deg
<b>Measurement equipment:</b>	Test receiver: ESU 40, Measurement antenna: CBL 6141
<b>Ambient condition (Temp / RH):</b>	C / % RH
<b>EUT configuration:</b>	<b>Ferriittirengas B3 742 715 5, 2krs virtajohtojen ympäri. Molemmissa oma ferriittirengas. Yksi led näyttö, jossa virta kiinni. cmad 10 attenuation clamp näytön virtajohdon ympärille myös. Ledinäytön ohjelma muutos (näyttää tekstin vilkkuvana 2x/s). Langattoman lähettimen johtoihin ferriitit B3 (1krs), A7 (2krs). Ferriitti B9 742 724 7. Maadoitusjohdon ympärille cmad 10 attenuation clamp. RF Att muutettu 75 dB to 10 dB ja Min RF Att muutettu 10 dB to 0 dB jotta olisi vertailu edelliseen mittaukseen. Clock mode ohjainkortista muutettu 4 M. Timing trimming 1 to 2.</b>

Marker : 30.18 MHz 20.21 dBuV/m  
 Defl Mark: 200.82 MHz 24.25 dB



<b>Customer:</b>	Savonia / Siipe
<b>EUT:</b>	Tulostaulu
<b>Date of testing:</b>	5.5.2014
<b>Test ID:</b>	-
<b>Test method / Antenna polarization / Antenna height / Turn table position</b>	CISPR 22 (30 – 1000 MHz) / <b>HOR</b> /1,0 m / <b>0</b> deg
<b>Measurement equipment:</b>	Test receiver: ESU 40, Measurement antenna: CBL 6141
<b>Ambient condition (Temp / RH):</b>	C / % RH
<b>EUT configuration:</b>	Täydellinen tulostaulu kehikossaan / kotelossa (LED-moduuleja 40kpl + ohjainkortti). Ohjainkortille erillinen virtalähde, joka sijoitettuna mittakammion ulkopuolelle.
<b>Operator:</b>	Marko Sorsa

