

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikka / Tietoverkkotekniikka

Jarno Akkanen

YRITYKSEN TIETOVERKON ENERGIANKULUTUKSEN HALLINTA

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikka

Akkanen, Jarno

Yrityksen tietoverkon energiankulutuksen hallinta

Opinnäytetyö

31 sivua + 3 liitesivua

Työn ohjaaja

Yliopettaja Martti Kettunen

Toimeksiantaja

Haminan Energia Oy

Joulukuu 2012

Avainsanat

Cisco Energywise, Joulex,
Vihreä ICT, Energiansäästö

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia yrityksen tietoverkon energiankulutuksen hallintaa. Työ toteutettiin Haminan Energialle. Testiympäristönä toimi normaalin yrityksen tietoverkko tarvittavine laitteineen. Testien tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon säästöjä voidaan saada järjestelmällisen energianhallinnan avulla.

Energianhallinta toteutettiin JouleX-energianhallintaohjelmistolla. JouleX kerää tehonkulutus- ja energiatietoja useista eri laitteista tietoverkon kautta. Näitä laitteita ovat tietoverkon kytkimet, reitittimet, IP-puhelimet, langattomien verkkojen tukiasemat sekä normaalit kannettavat ja pöytämalliset tietokoneet.

Työn tuloksena rakennettiin toimiva yrityksen tietoverkko, jossa voitiin kokeilla JouleX-ohjelmiston avulla erilaisia ratkaisuja energiankulutuksen vähentämiseksi. Perusmenetelmä oli laitteiden ohjaaminen kellon perusteella päälle ja pois tai tarvittaessa virransäästötilaan. Tämä onnistui erityisen hyvin laitteissa, jotka tukivat Cisco Energywise -tekniikkaa. JouleX-ohjelmiston avulla laitteiden tehon- ja energiankulutuksesta voitiin muodostaa havainnollisia graafisia esityksiä.

Työn suurin rajoitus oli käytössä olleen JouleX-ohjelmiston testiversion rajoitettu käyttöaika. Käytettävissä olleen lyhyen testijakson aikana saatiin kuitenkin todettua, että tietoverkon laitteiden energianhallinta onnistuu toivotulla tavalla ja merkittäviä energiasäästöjä saadaan.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Information Technology

JARNO AKKANEN

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

November 2012

Keywords

Energy Management of a Company Network

31 pages + 3 pages of appendices

Martti Kettunen, Principal Lecturer

Haminan Energia Oy

Cisco Energywise, Joulex, Green ICT, Energy saving

The purpose of this study was to examine energy management of a company network. The study was commissioned by Haminan Energia. The test environment was a normal corporate network with all necessary equipment. The objective of the tests was to determine how much savings can be obtained by systematic energy management.

Energy management was carried out by utilizing JouleX energy management software. JouleX collects power consumption and energy data from multiple devices via data network. These devices include network switches, routers, IP phones, wireless access points, as well as normal laptops and desktop computers.

As a result, a functioning corporate network was created, which provided an opportunity to try out different ways to reduce energy consumption with JouleX energy management software. The basic method was based on controlling devices by a timer to switch power on and off, or if necessary, to set the device in power saving mode. This was particularly successfully accomplished in devices that support Cisco Energywise technology. With JouleX software, the power and energy usage of the equipment could be demonstrated with illustrative graphical presentations.

The major limiting factor of this study was the short evaluation period of the JouleX software. After the short available testing period, it was, however, found out that energy management of network devices will be achieved as hoped and significant energy saving can be achieved.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	ENERGIATEHOKKUUTTA	9
	2.1 Yleistä	9
	2.2 Energian säästökohteet	10
3	CISCO ENERGYWISE -RATKAISU	11
	3.1 Cisco Energywise	11
	3.2 Cisco Energywise -ohjelmisto	12
4	JOULEX	13
	4.1 Ohjelmiston käyttötarkoitus	13
	4.2 JouleX-ohjelmisto	13
5	ENERGIANHALLINNAN TOTEUTUS	14
	5.1 Hallittava verkko	14
	5.1.1 Verkon laajentaminen	15
	5.1.2 SimuNet	16
	5.2 Palvelintoteutus	16
	5.2.1 JouleX(2.6.0)-Palvelin	17
	5.2.2 JouleX-hallintasäätöjä	19
	5.3 Laitteiston liittäminen JouleX-palvelimeen	19
	5.3.1 Windows-kone	20
	5.3.2 Cisco-kytkimien lisääminen	21
	5.3.3 Muut laitteet	21
6	MITTAUSTEN TEKEMINEN JA TULOKSET	22
7	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	30

LIITTEET

Liite 1. WMI-script

LYHENTEET JA TERMIT

ESX	VMwaren tekemä virtuaalisointialusta.
SNMP	Simple Network Management protocol: TCP/IP-verkon hallinta protokolla.
IPv4	Internet Protocol versio.4: yleisimmin käytössä oleva internetyhteykskäytäntö. Osoitteita 2^{32} . Osoitteet ilmoitetaan desimaalinumeroilla esim: 192.168.0.1
IPv6	Internet Protocol versio.6: korvaa vanhan IPv4-protokollan, koska IPv4 osoite-avaruus on loppumassa kesken. Osoitteet jaetaan heksadesimaalina. Osoitteita 2^{128} . esim: 2a00:1dd0:100::/48
Domain	Toimialue, joka sisältää tietokoneet ja verkkolaitteet. Laitteita pystytään hallitsemaan yhdestä paikasta.
WLAN	Wireless local area network: langaton lähiverkko.
LAN	Local area network: lähiverkko.
PoE	Power over Ethernet: laite saa käyttöjännitteensä Ethernet-kaapelin kautta, esim: Wlan-tukiasemat ja IP-puhelimet.
VLAN	Virtual local area network: virtuaalinen lähiverkko.
DHCP	Dynamic host configuration protocol: protokolla, joka jakaa IP-osoitteita laitteille lähiverkossa.
HTTP	Hypertext transfer protocol: protokolla, www- sivujen tiedonsiirtoon.
WMI	Windows Management Instrumentation: mahdollistaa esimerkiksi. scriptien ajamisen
AD	Active Directory: toimialueen käyttäjätietokanta, joka jakaa resursseja käyttäjille
Bios	Basic input-output system: ohjelma, joka lataa käyttöjärjestelmän tietokoneen käynnistyessään.

WakeOnLan Standardi joka sallii etäkäynnistyksen valmiustilassa olevalle koneelle. Toimii IP - osoitteiden avulla.

NAS Network access Storage: verkkotallennus, joka jakaa verkonkäyttäjien kesken tallennustilaa.

1 JOHDANTO

Energiankulutus on kasvanut nykymaailmassa suureksi. ICT-palvelinkeskukset ovat suuria energiankuluttajia ja niiden energiatehokkuutta pitäisi pystyä parantamaan. Syynä siihen ovat Internetin suuret tietovarastot ja nopeat yhteydet. Melkein jokaisella on yksi tai useampi Internetiä hyödyntävä laite. Tietotekniikka kehittyy suurella nopeudella, laskentanopeudet nousevat ja samalla tehontarve kasvaa. Tämä on johtanut myös palvelinkeskusten tilan käyttöön. Palvelinsalit on ahdettu mahdollisimman täyteen palvelinkoneita. Seurauksena on lämpenemistason ongelmia, jotka pitää ratkaista lisäämällä jäähdytystehoja. Energiakustannukset nousevat suuriksi, kun virtaa käytetään laitteiden ylläpitoon ja myös jäähdytyslaitteiden käyttöön.

(Kotilainen 2012, 6.)

Opinnäytetyö on tehty Haminan Energian pyynnöstä. Haminan Energia on pääasiallisesti sähköntuottaja ja maakaasun jakajana, mutta tarjoaa myös tietoliikenneyhteyksiä ulkopuolisille yrityksille.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia yrityksen tietoverkon energiankulutuksen hallintaa. Työn tarkoituksena on selvittää, kuinka paljon säästöjä voidaan yrityksen tietoverkossa saada järjestelmällisen energianhallinnan avulla. Energiansäästöä pyritään parantamaan sammuttamalla ja käynnistämällä laitteistoa kellonajan mukaan. Automatisointi toteutetaan JouleX-ohjelmiston energianhallintasäännöillä.

Työssä käytetyt laitteistot ovat Cisco Systemsin kytkimiä, reitittäjiä, WLAN-tukiasemia ja ESX-virtuaalipalvelin. Käytetyt kytkimet ja reitittimet tukivat Cisco Energywise-tekniikkaa. Lisäksi käytössä on muutamia kannettavia sekä pöytätietokoneita. Energianhallintaohjelmana toimii JouleX.

2 ENERGIATEHOKKUUTTA

Energiakulutus on tällä hetkellä tärkeä puheenaihe ICT-maailmassa. Tietotekniikan energiantarve kasvaa suurta vauhtia ja samalla lämmöntuotto lisääntyy, joten samalla jäähdytystehoja pitää nostaa. palvelinsaleissa lämpötilat yritetään pitää 21 - 25 asteessa.

2.1 Yleistä

Energiatehokkuuden parantamiseen on monenlaisia ratkaisuja. Tästä esimerkkinä Googlen Haminassa sijaitseva datakeskus, jossa hyödynnetään jäähdytyksessä merivettä. Helsingissä ratkaisu on toteutettu siten, että palvelinsali rakennettiin kallion sisälle ja palvelimista tullut lämpö johdetaan lähitalojen asukkaille.

Palvelinkeskuksissa pidetään normaalisti 21 - 25asteen lämpötiloja. Nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että salin laitteet kuluttavat sähköä yhtä paljon kuin niiden tarvitsema jäähdytys. On olemassa monenlaisia vaihtoehtoja, joilla pyritään vaikuttamaan jäähdytyskustannuksiin. (Motiva 2011, 9.)

Tällä hetkellä energiankulutus kasvaa ja säästämisen kohteita pitäisi etsiä. Tietokoneiden määrä ja niiden välinen dataliikenne kasvaa nopeasti. Merkittäviä säästökohteita on löydettävissä myös tämän sektorin järjestelmistä ja laitteista. (Rittal 2010, 12.)

Hyvänä esimerkkinä toimii Helsingissä Academica, jonka palvelinkeskuksista johdetaan lämpö läheisille kerrostaloasukkaille. Ratkaisua kehitetään ainutlaatuisiksi maailmassa. (Muukonen, ABB, 2/2010, 10. Karkimo, Academica, 2009, 4.)

2.2 Energian säästökohteet

Lähes jokaisesta työpaikasta löytyy tulostimia, palvelimia ja päätekoneita. Alla olevasta kuvasta voidaan hyvin huomioida yrityksen sisäiset laitteistot.

Vihreä Laitteisto (ICT- alan säästökohteet)						
Palvelimet		Päätelaitteet		Kannettavat laitteet		Oheislaitteet
Fyysiset palvelimet	Verkon laitteisto	Räkki kaapit	Näytöt, työpöydät	Kannettavat tietokoneet	Puhelimet, Laturit, Telakat	Tulostimet, Kopiokoneet

(Kuva.1 Green IT Strategies and applications 2011, s.128, 13.)

Koska energian tarve on kasvanut, tietokonevalmistajat kehittävät yhä enemmän energiataloudellisia komponentteja. Tarkoituksena on rakentaa tehokkaampia prosessoreja, jotka käyttävät vähemmän virtaa ja energiatehokkaita kannettavien tietokoneiden akkuja. (Green IT Strategies and Applications, 13.)

Tässä kyseisessä opinnäytetyössä säästökohteiksi yritettiin saada tarkasteluun mahdollisimman paljon jokaisesta kuvan osa-alueesta.

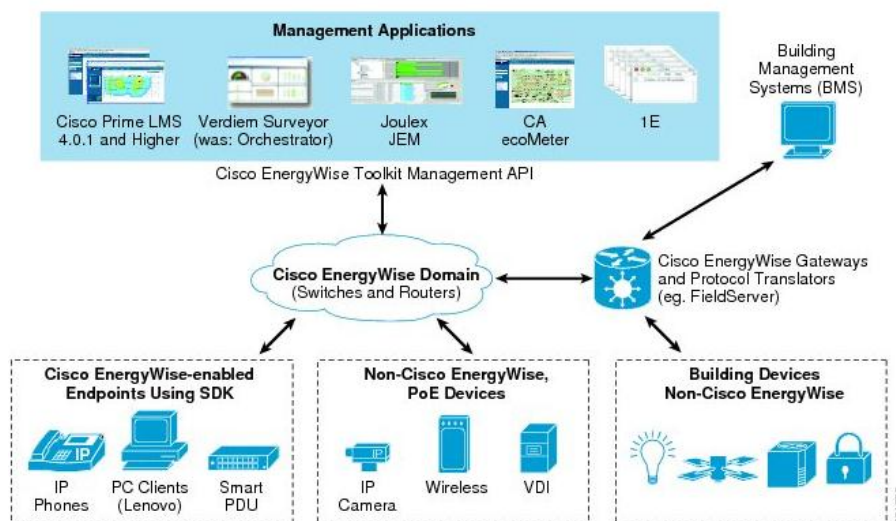
3 CISCO ENERGYWISE -RATKAISU

Cisco Energywise on Cisco Systemsin oma ratkaisu vihreään it-tarjontaan. Kaikissa Ciscon uusissa laitteissa tulee sisäänrakennettuna kyseinen ominaisuus. Ominaisuuden käyttöönotto on helppoa. Energywise-hallinta on helpointa hoitaa master- ja slave-periaatteella. Yhdestä kytkimestä tehdään hallitseva ja muut tottelevat sen ohjeita. Kyseisellä toiminnalla saadaan aikaan helpompaa hallittavuutta. Ominaisuus tulee esille, jos energiansäästösääntöjä luodaan. Sääntöjä tarvitsee vain luoda master-laitteeseen, josta laite jakaa ne muille.

3.1 Cisco Energywise

Cisco Energywise on energiansäästöohjelmisto, jolla laitteet pystytään konfiguroimaan itsenäiseen virransäästöön. Energywise-tekniikkaa käytetään pääasiassa jonkin ohjelmiston alaisena, esimerkiksi JouleX:n. Energianhallintaa ohjaa master-kytkin tai master-reititin. Osa vanhemmista verkkolaitteista ei osaa kertoa kuin oman virrankulutuksensa, joten ne eivät pysty toimimaan hallitsevana osapuolena. Laitteiston virrankulutustiedot kulkevat SNMP-pakettien avulla ja ainoastaan samaan domain-alueeseen liitettyihin laitteisiin. Varsinaisen hyödyn tästä Energywise-tekniikasta saavat irti PoE-laitteet, joissa voidaan toteuttaa virran päälle- ja pois-kytkeytyminen kellonajan perusteella.

Valitettavasti Energywise -tekniikkaa on käytetty vasta uudemmissa laitteissa.



Kuva.2 (Cisco Energywise Desing Guide 2010, 1.)

3.2 Cisco Energywise -ohjelmisto

Cisco tarjoaa omaa Cisco Prime LAN Management Solution-ohjelmistoa, mikä on pääosin tarkoitettu verkkohallintaan ja rakentamiseen, mutta mahdollistaa myös tässä työssä tutkittavan verkon energianhallinnan. Suurena etuna tässä ohjelmistossa on laaja verkkohallinta-osio, koska se sisältää suuren määrän työkaluja vikatilanteiden selvittelyyn. (Cisco Energywise Desing Guide 2010, 1)

4 JOULEX

JouleX on yritys, joka valmistaa ohjelmistoa, jolla saadaan yrityksen sisäiset energiakulut hallintaan. JouleX-yritys on tiiviisti yhteistyössä Ciscon Systemsin kanssa. JouleX-ohjelmiston ja Cisco-laitteiden toimivuus keskenään on hyvää ja mutkatonta. Ohjelmalla pystyy helposti tekemään halutut hallintasäännöt sekä seuraamaan laitteiden toimintaa. (JouleX 2012, 3)

4.1 Ohjelmiston käyttötarkoitus

JouleX-ohjelmisto on tarkoitettu sellaiseen käyttöön, jossa energiansäästö on suuressa roolissa. Koko ohjelmisto pohjautuu ainoastaan energianhallintaan ja –valvontaan. Olkoon kyseessä Windows-, Linux- tai Mac-tietokone, ryhmä reitittimiä, kytkimiä, IP-puhelimia tai tulostimia, ohjelmisto sopii näihin kaikkiin.

4.2 JouleX–ohjelmisto

JouleX-ohjelmisto vaatii palvelinraudalta 4 GB ram-muistia, tuplaydinprosessorin, yli 20 GB levytilaa ja Windows 2003 - tai uudemman palvelinohjelmiston.

Seurattavaan laitteistoon ja JouleX–ohjelmistoon konfiguroidaan sama Energywise domain -alue, jolloin ohjelmisto alkaa heti skannata verkkoa. Löydettyään laitteet ohjelma taulukoi ne domainin mukaisesti.

Hallinta on tehty todella helpoksi sääntöjen avulla. Niillä pystytään määrittämään esimerkiksi tiettyjen laitteiden automaattinen sammutus tai lepotilaan asettaminen.

Esimerkki ohjelmasta: Kello 17.00 on varmistettu, ettei koko toimistossa ole enää työntekijöitä, joten pakotettu sammutus voidaan suorittaa. Jos joku olisi unohtanut koneensa käyntiin, niin sen sammuttaminen tapahtuisi säännön käynnistymisen myötä. Käynnistys on määritetty ennen työntekijöiden paikalle saapumista klo 07.00.

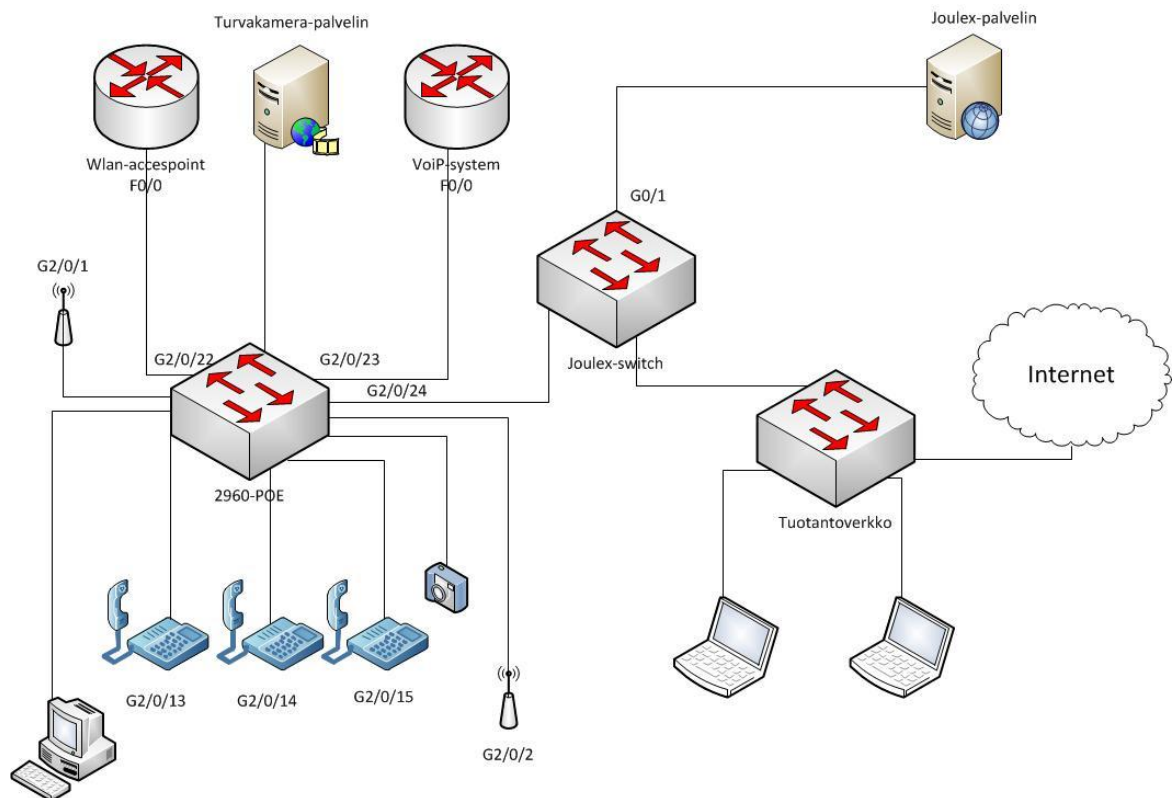
Kyseisten määrityksien avulla ohjelmisto alkaa automaattisesti kerätä säästetyn energian määrää, niin rahassa kuin kilowattitunneissa. Tilastoja voi katsella yhden päivän aikavälillä aina yhden vuoden mittaisesta tulokertymästä.

5 ENERGIANHALLINNAN TOTEUTUS

Verkkokokoonpanon toteutus tapahtui mahdollisimman realistisessa yritysverkossa. Tähän verkkoon kuuluivat yrityksen pääosin tarvitsemat laitteistot eli WLAN-verkko, LAN-verkko ja IP-puhelinverkko. Käytössä oli Ciscon 2960 –kytkimiä ja yksi niistä oli PoE-laite.

5.1 Hallittava verkko

Testiverkon kokoonpanosta tehtiin mahdollisimman monipuolinen. Se sisältää WLAN-tukiasemia, IP-puhelinverkon, valvontakameran, 4 kpl tietokoneita ja 2 kpl kytkimiä (Cisco 2960), jotka kaikki olivat mittauksen kohteena.



Kuva3: Täydellinen verkkokokoonpano.

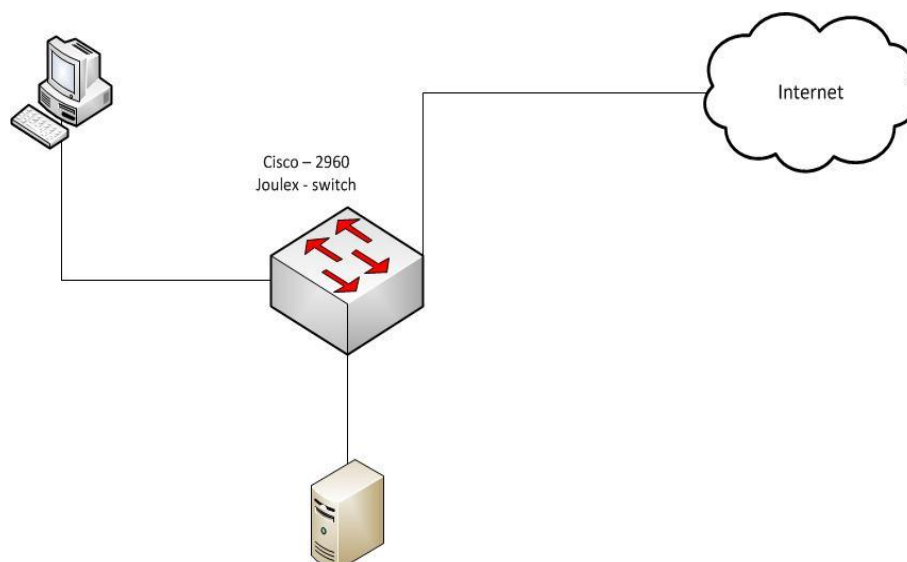
Työn suurena ongelmana oli saada oikeanlaiset verkkolaitteet, koska tarvittavaa Cisco Energywise -ominaisuutta ei löydy vanhemmista laitteista, eikä edes firmware -päivitys auta asiaan. Ominaisuus on lisätty vasta uusiin laitteisiin. Suurin hyöty löytyi 2960-PoE kytkimestä sekä reitittimistä, jotka toimivat WLAN-verkon ja IP-puhelinverkon keskuksena (Cisco 2811).

IP-osoitealueet jaettiin kolmeen osaan: WLAN-yhteys, IP-puhelimet ja lankaverkko. Langallinen yhteysmuoto käytti jo nyt tuotannossa olevaa osoiteavaruutta, jonka osoitteet jakoi testilaboratorion verkon DHCP-palvelin. Joulex-palvelin tarvitsi jatkuvan yhteyden Internetiin, mikä oli yksi syy tähän ratkaisuun.

Toisin sanoen verkko jaettiin kolmeen eri VLAN osioon: puhelimet, WLAN-yhteys ja lankaverkon koneet.

5.1.1 Verkon laajentaminen

Ensimmäinen mittaustesti suoritettiin käyttämällä vain yhtä kytkintä, joka yhdisti Joulex-palvelimen ja mitattavan tietokoneen toisiinsa. Onnistuneen suorituksen jälkeen järjestelmään lisättiin laitteita ja palveluja, jotka koettiin tarpeelliseksi yritysverkon kokonaisuuden kannalta. Järjestelmään lisättiin toimiva IP-puhelinjärjestelmä, WLAN-tukiasemat sekä video- ja valvontajärjestelmä.



Kuva4: Ensimmäinen verkon kokoonpano.

5.1.2 SimuNet

SimuNet on Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opetusympäristö. Pääosalta käyttö on testaamista ja harjoittelua hallita vaativia verkko-operaattorin taseisia tehtäviä. SimuNet-verkolla pystytään suorittamaan laajasti erilaisia virtualisointitekniikoita esimerkiksi. energiatehokkuutta. (Kettunen, 2010, 5.)

Alun perin työ piti toteuttaa käyttäen koulun SimuNet-projektin runkoa apuna, jotta voisimme pitää palvelimen etäkäyttöisenä jossain muualla kuin samassa verkossa, missä mitattavat laitteistot olisivat. Ongelmana tässä oli, ettei SimuNet-verkossa ole kuin IPv6-yhteys ulkomaailman suuntaan ja JouleX-ohjelmisto näytti toimivan ainoastaan IPv4-yhteyden avulla. Tämän vuoksi jouduimme muuttamaan alkuperäistä verkko-rakennetta kyseisen ongelman takia. Tarvittavan muutoksen tekeminen olisi kyllä ollut mahdollista, mutta aikataulun kiireydestä johtuen tätä ei ehditty suorittaa.

Edellä mainittu mahdollistaisi operaattorille mahdollisuuden myydä yrityksille energianhallintaohjelmistoa palveluna. Mittaustiedot lähetettäisiin Internetin yli operaattorin palvelimelle.

5.2 Palvelintoteutus

JouleX-palvelin on toteutettu Windows server2008 -käyttöjärjestelmällä, joka on asennettu ESX-palvelinparmiin virtuaalipalvelimeksi.

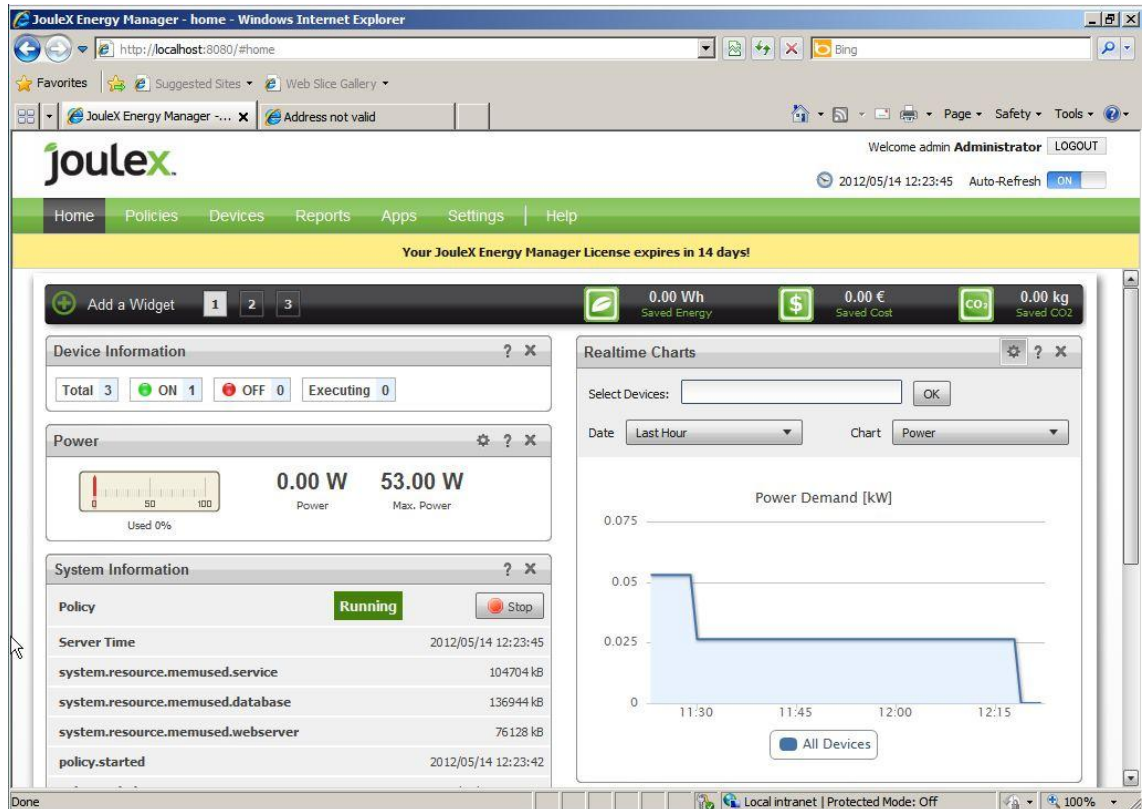
Käyttöön suositetaan 4 Gt RAM-muistia ja 40 Gt kovalevytilaa. Ainoastaan http-palvelu on otettava käyttöön, koska Joulex käyttää verkkoselainta hallinnoimiseen.

Kokeilussa ollut JouleX-ohjelmisto vaati jatkuvaa verkkoyhteyttä JouleX:n omaan palveluun, luultavasti lisenssin voimassaolon varmistamisen vuoksi. Jos Internet-yhteys katkeaa, niin ohjelmiston mittaustiedot pysähtyy kokonaan. Minkäänlaista varoitusta tai huomautusta asiasta ei tule. Jos tätä rajoitusta ei olisi ollut, toteuttaminen olisi tapahtunut IPv6 -osoitteiden avulla.

5.2.1 JouleX(2.6.0)-Palvelin

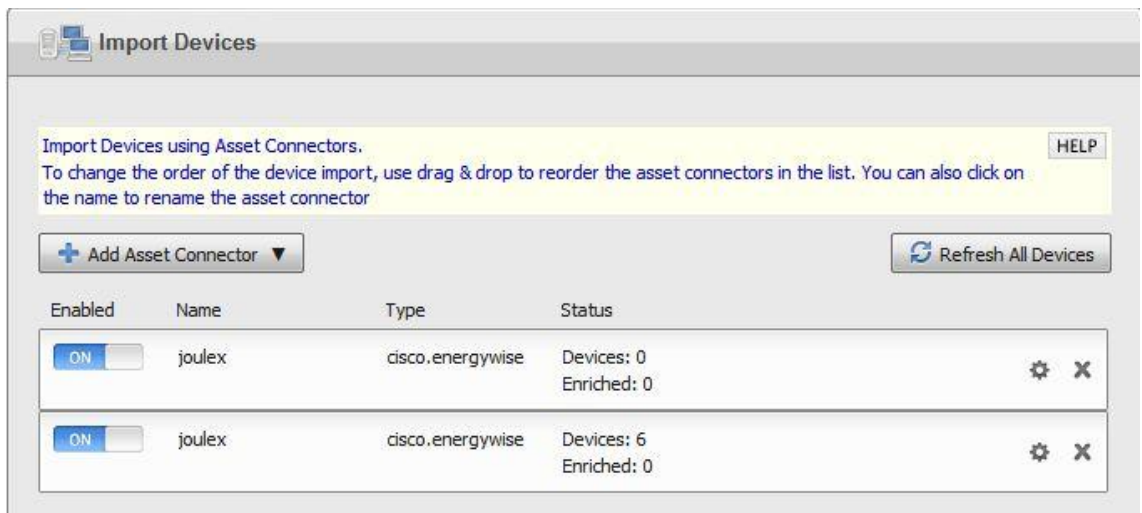
Ohjelmiston asennuksen jälkeen JouleX-palvelu on osoitteessa <http://localhost>. Jos porttimuutoksia halutaan, niin se tehdään asennuksen yhteydessä.

Asennuksen aikana määritetyt käyttäjätunnukset kysytään ennen ohjelman työpöydälle pääsyä.



Kuva.5. JouleX työpöytä näkymä

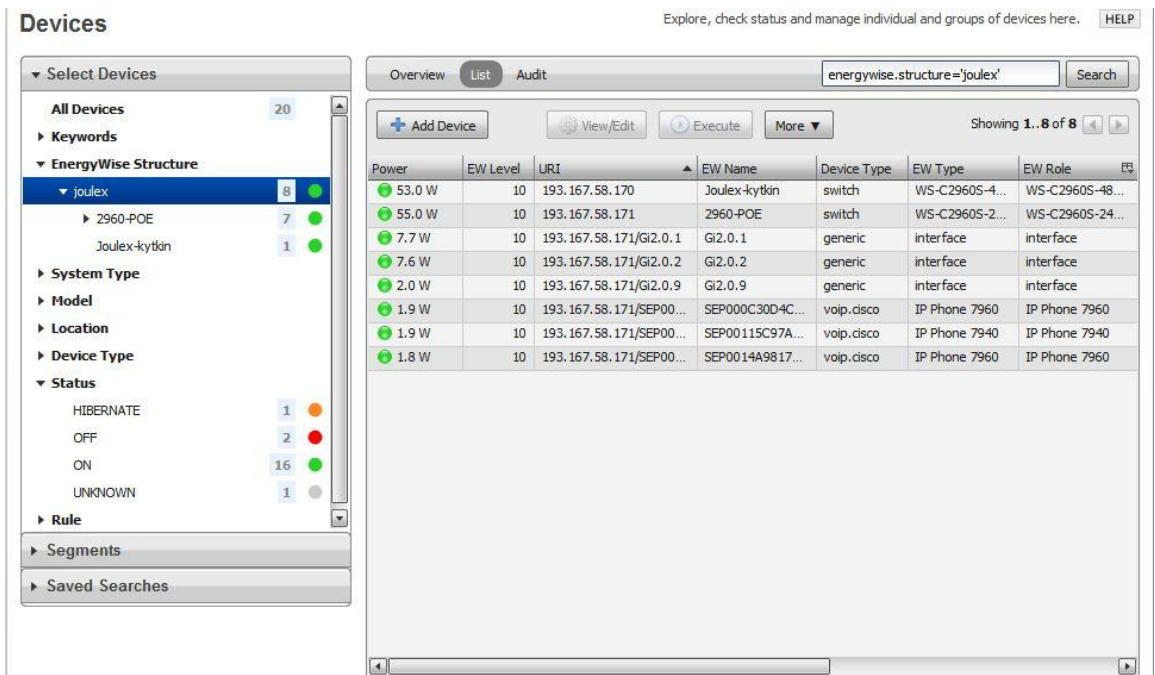
Itse toteutin laitteiden käyttöönoton domain-pohjaisesti ja määritin oman VLAN-alueen pelkästään energianhallintaan. JouleX-ohjelmisto alkaa muutaman minuutin jälkeen tutkia saatavia energiatietoja ja ilmoittaa työpöydälle, aktiivisista laitteista.



Kuva 6. JouleX-domain

Kun valvonta on saatu täyteen toimintakuntoon, domain-näkymä näyttää yllä olevan kuvan mukaiselta. Ryhmätyyppiin pystytään luomaan vaihtoehtoisesti esimerkiksi AD-domain.

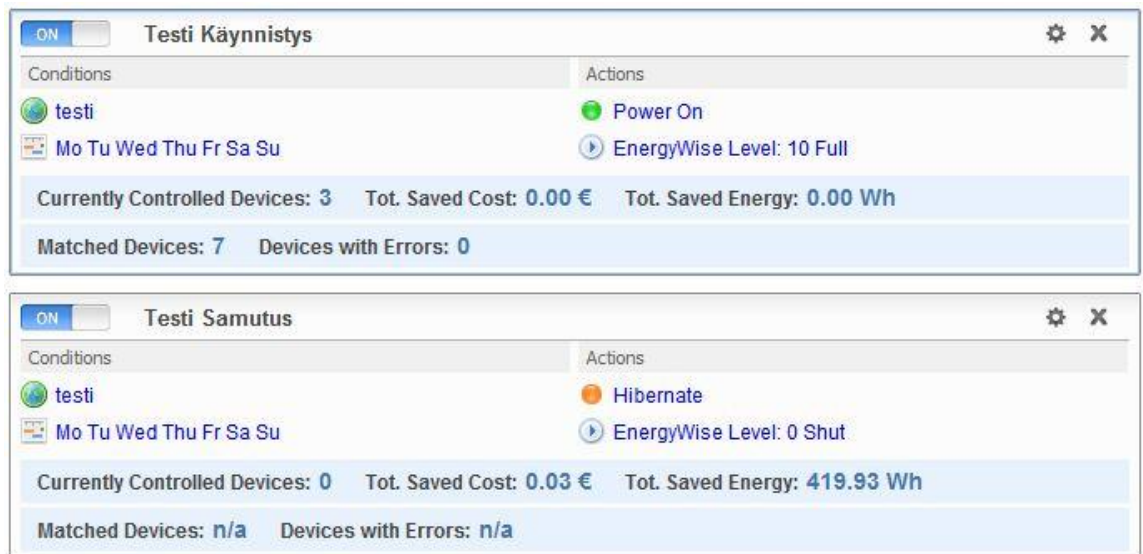
Ohjelmisto tarjoaa monta kategoriaa, jotka määräävät tarkkailtavien laitteiden järjestyksen. Alla olevassa kuvassa on luodun JouleX-domainin laitteet. Kuva on 2960-PoE kytkimestä, johon on kytketty WLAN-tukiasemia, IP-puhelimia ja valvontakamera.



Kuva7. JouleX- ryhmähallinta.

5.2.2 JouleX-hallintasääntöjä

JouleX-hallintasääntöjä tekemällä pystytään määrittämään viikonpäivä, kellonaika ja toimenpide, mitä halutaan tehdä.



Kuva 8. JouleX:n määritetyt säännöt.

Esimerkiksi: Kyseisessä kuvassa käynnistys tapahtuu joka päivä klo 9:30 ja sammutus klo 15:30. Toimintoja määrätään Energywise Level -toimintoina: 0 sammuttamista ja 10 käynnistämistä. Siltä väliltä olevat numerot ovat erilaisia horros- ja lepotiloja.

5.3 Laitteiston liittäminen JouleX-palvelimeen

Laitteiston liittäminen JouleX-palvelimeen tapahtuu yhdistämällä ne JouleX-palvelimen Energywise-domain -alueeseen. Seuraavaksi Windows -koneen virranhallinta sallitaan etälaitteen käyttöön. Tapahtuma suoritetaan käynnistämällä WMI-scripti (liite.1). Ciscon laitteisiin annetut konfiguraatiot ovat esimerkkimallissa, joita pystyy käyttämään muissakin laitteissa, mutta vaatimuksena on laitteen pitää tukea Energywise tekniikkaa.

5.3.1 Windows-kone

Windows-kone on mahdollista kytkeä kahdella tavalla: joko yksittäisenä käyttäjänä tai domain-alue-käyttäjänä. WMI-scriptin suorittamisen jälkeen, JouleX-ohjelmisto alkaa hallita tietokoneen virranhallintaa.

Yksittäiskäyttäjänä ongelmana on hankalampi asennus: jos koneita on esimerkiksi 100 kpl, niin aikaa kuluu paljon. Asennuksessa ajetaan WMI-scripti.(liite 1.)

Domain-käyttäjän on helppo laittaa vain AD-palvelimeen asennustiedostoihin WMI – script(liite.1), jolla saadaan kerralla kaikkiin koneisiin sama ohjelma. Mutta samalla kääntöpuolena ovat turvallisuusongelmat, koska AD- sääntöihin pitää tehdä muutoksia.

Käytetty WMI-scripti puhkaisee suorittamisen yhteydessä aukon windowsin-palomuurin. Manuaalisilla määrittelyksillä suoritettava muutoskin vaatii palomuriin etähallinnan sallimisen.

Suorittamalla alla olevan komennon, saadaan etähallinta avattua:

Komentoriville:

```
netsh firewall set service RemoteAdmin enable
```

Etäkäynnistyksen käyttöönoton toteuttamiseksi BIOS:ista pitää laittaa käyntiin WakeOn-Lan.

5.3.2 Cisco-kytkimien lisääminen

Ciscon laitteissa aktivoidaan Energywise

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Switch(config)#energywise domain domainname security shared-secret 0 domainsecret
```

Kyseinen käsky määrittää Energywise domain -alueen nimen ja salasanan.

```
Switch(config)#energywise management security shared-secret 0 managementsecret
```

Hallinnan salasanan määrittäminen.

```
Switch(config)#energywise endpoint security shared-secret 0 endpointsecret
```

Päätökäyttäjän salasanan määrittäminen.

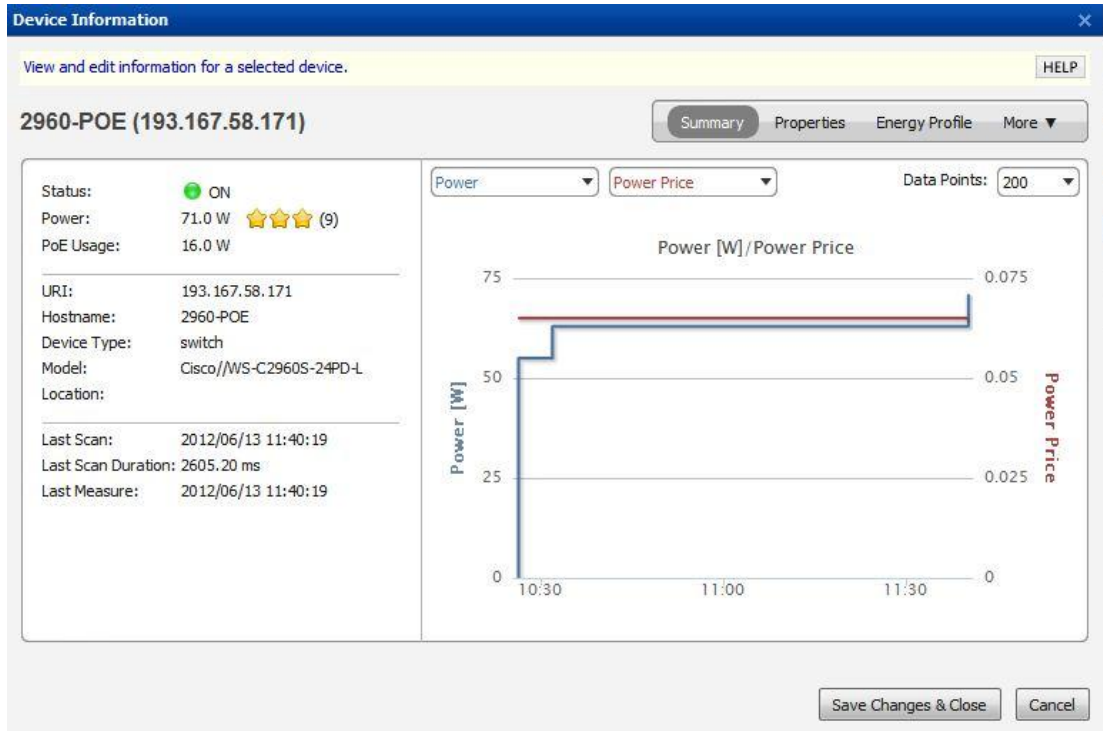
Kyseisiä salanoja tarvitaan Joulex-ohjelman SNMP-pakettien hallinnassa. Ilman salanaa, kuka tahansa voisi sammuttamaan verkonlaitteita.

5.3.3 Muut laitteet

Muut laitteet kytketään seuraavasti: Valvontakameroihin yhteys otetaan vain IP-osoitteen avulla. Domain-alueeseen määrittämisen jälkeen Ciscon PoE-kytkin laittoi automaattisesti kameran listalle ilman nimeä, mutta kuitenkin tieto portista, johon kamera oli kytketty, tuli näkyviin. Domain-alue määrittämisen avulla, Cisco PoE-kytkin etsii ja listaa automaattisesti kameran listalle. Jos laitteelle ei ole määritetty nimeä, niin se listautuu käytetyn portin mukaan. Etsiminen perustuu SNMP-pakettien seurantaan, jonka perusteella uusi laite lisätään.

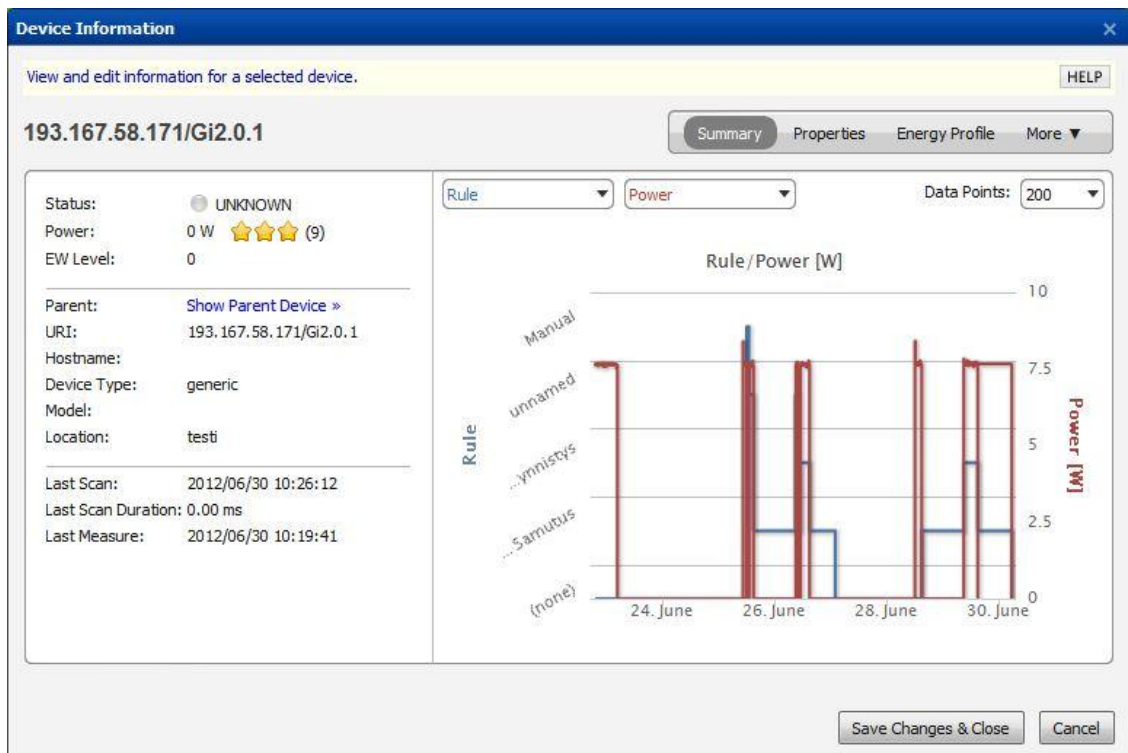
6 MITTAUSTEN TEKEMINEN JA TULOKSET

Ohjelma kerää reaaliaikaista tietoa siitä, miten laitteet käyttävät energiaa. Listasta voidaan poimia yksi laite tarkempaa tutkimusta varten.



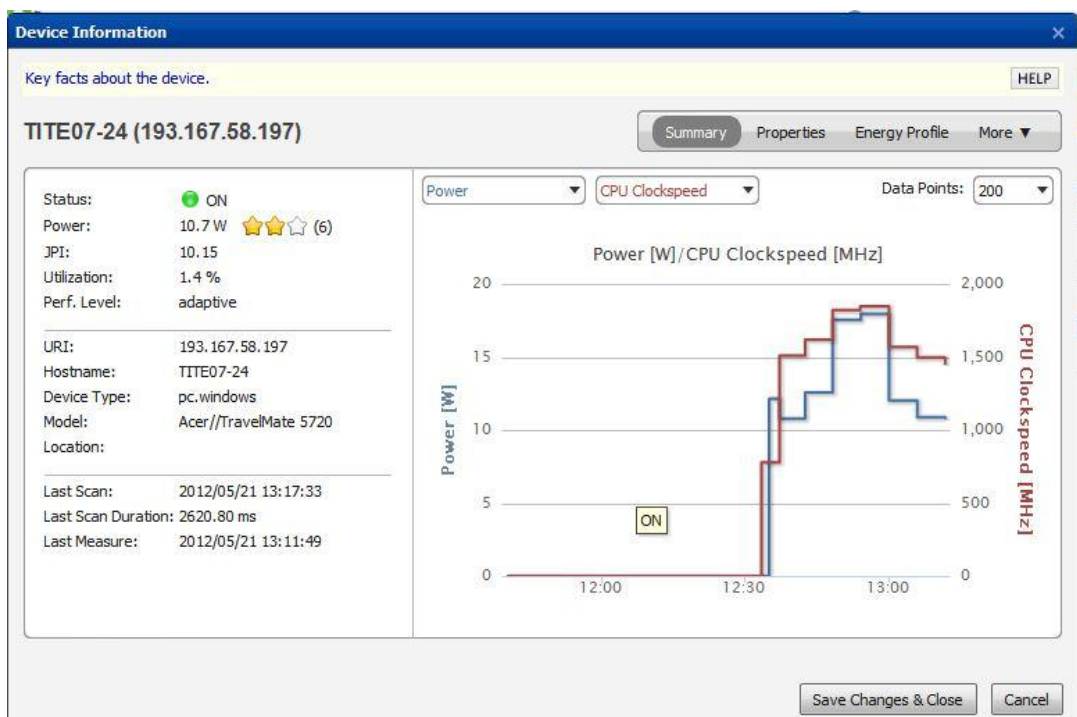
Kuva 9. 2960-PoE kytkimestä.

Kuvaajaan saadaan piirrettyä halutut käyrät liukuvalikoista. Vasemmalta ikkunasta nähdään suoraan käytetty teho ja paljonko siitä menee PoE-laitteiden käyttöön.

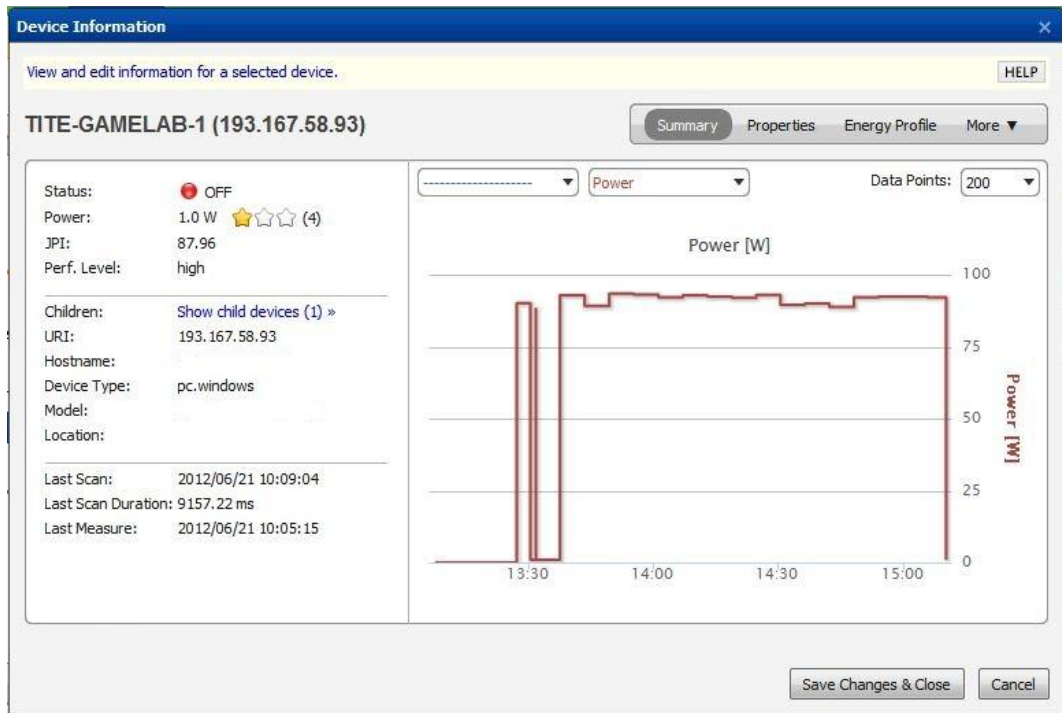


Kuva 10. WLAN-tukiasema

WLAN-tukiasema: Kuvassa langaton tukiasema, josta voidaan seurata laitteen käyttäytymistä sääntöihin nähden ja onko kukaan käynyt käsin nostamassa laitetta käyntiin.



Kuva 11. Windows-kone, kannettava tietokone.



Kuva 12. Windows-pöytäkoneen näyttö

JouleX-ohjelmisto tunnistaa tietokoneeseen liitetyt lisälaitteet. Liitetyt lisälaitteet löytyvät konekohtaisesta grafiikka-valikosta. Ikkunan sivupalkissa on ilmoitus lisälaitteista (child devices), esimerkiksi kahdesta näytöstä ja kertoo niiden virrankulutuksen. Vaikka ohjelmisto pystyy kertomaan lisälaitteista, mutta energiankulutus säännöillä ei pystyvä vaikuttamaan niiden säästötiloihin.

JouleX ilmoittaa laitekohtaisella hakemisella jokaiselle kytkimelle omanlaisen diagrammin, joka kuvastaa esimerkiksi kytkimeen liitettyjen laitteiden tilaa. Ohjelma ilmoittaa neljällä eri tavalla laitteiden tilasta: Vihreä - Käynnissä, Punainen - Sammuttanut, Oranssi - Lepotila ja Harmaa - Ei yhteyttä.

Power	EW Level	URI	EW Name	Device Type	EW Type
55.0 W	10	193.167.58.171	2960-POE	switch	WS-C2960S-24...
7.7 W	0	193.167.58.171/Gi2.0.1	Gi2.0.1	generic	interface
7.7 W	10	193.167.58.171/Gi2.0.2	Gi2.0.2	generic	interface
2.1 W	10	193.167.58.171/Gi2.0.9	Gi2.0.9	generic	interface
1.9 W	0	193.167.58.171/SEP000C30D4C31A	SEP000C30D4C...	voip.cisco	IP Phone 7960
1.8 W	10	193.167.58.171/SEP00115C97A125	SEP00115C97A...	voip.cisco	IP Phone 7940
1.8 W	0	193.167.58.171/SEP0014A9817BB4	SEP0014A9817...	voip.cisco	IP Phone 7960

Kuva.13. Mahdolliset sammutukset tai lepotilat ilmoitetaan erivärisillä palloilla. Puolitehoilla testi.

Testiä ajettiin automaattisesti välillä puolitehoilla. Yksi WLAN-tukiasema ja kaksi IP-puhelinta sammutettiin. Tällä kokeella testattiin järjestelmän toimivuutta ja tarkoitus oli porrastaa yrityksen automaattista sammuttamista. Sammuttamis-sääntöjä piti määrittää kaksi, joiden avulla jaettiin verkkoa.

Testissä viimeisenä oli pitkän viikonlopun alasajo säännöillä. Sammuttamisen tarkoituksena oli esittää loma-aikaa, jolloin pystytään sammuttamaan koko yrityksen lähiverkko. Määrittäminen tapahtui luomalla uusi sääntö, joka sammuttaa laitteet ja käynnistää vasta kolmen päivän kuluttua. Tarkoitus oli testata, paljonko pelkästään sammuttaminen voi tehdä säästöä loma-ajalta.



Kuva.14. Lepotilaan ajo



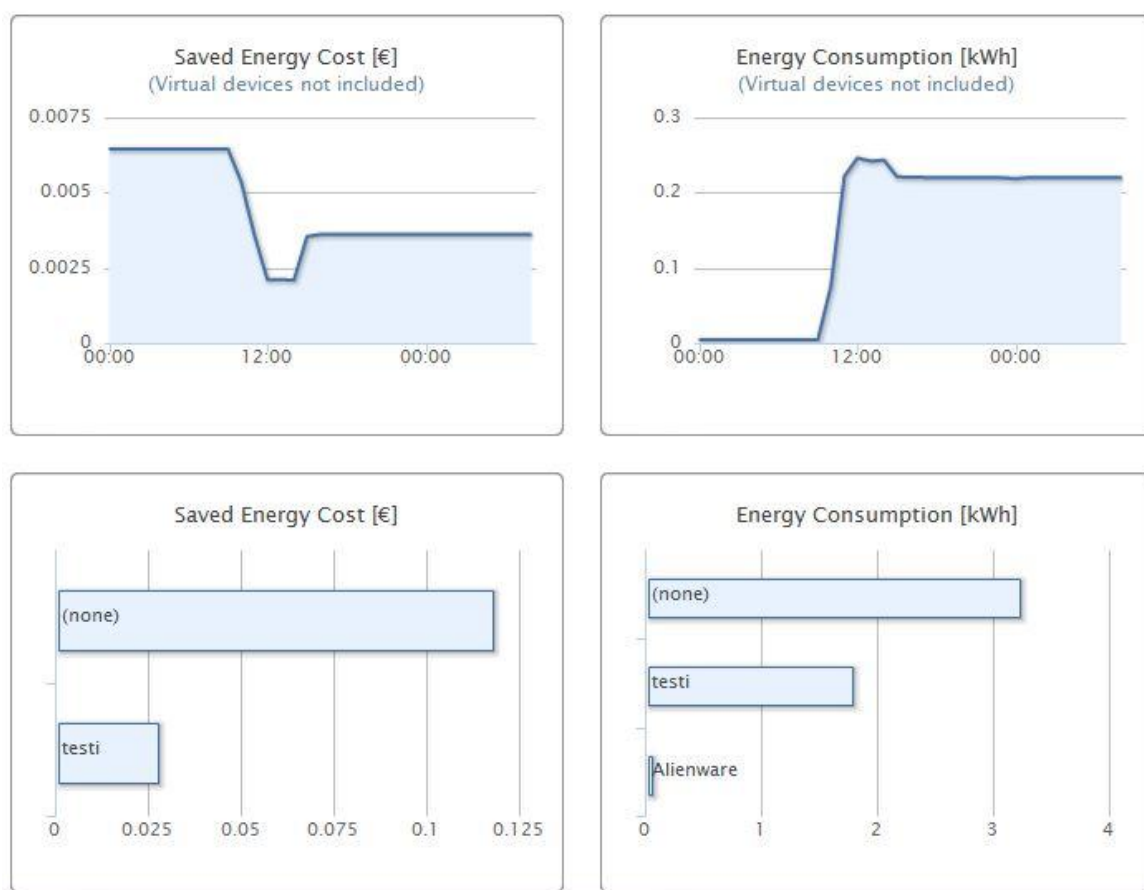
Kuva.15. Lepotila

Sivustolla on koko ajan näkymässä palkki, jossa näkyy säästetyn energian määrä, säästetty raha ja paljonko hiilidioksidipäästöissä on säästetty.



Kuva.16. Kokonaisuussäästö-palkki.

Näin pienilläkin laitemäärillä muutaman päivän alasajoilla saadaan jonkinlaista säästöä aikaiseksi. Kyseinen testi tehtiin kolmen viikon aikavälillä. Pisimmillään kokoonpano sai pyöriä rauhassa neljän päivän ajan. Verkkomuutosten takia katkoksia tuli useasti, kun laitteistoa lisättiin mahdollisimman lähelle yrityksen todellisia tarpeita. Silti kyseiseltä kolmen viikon ajanjaksolta säästöä näyttäisi kertyvän 12,59euroa ja sähköä säästettäisiin 28,39 kilowattituntia.



Kuva.17. Graafinen kuvaaja, kuinka paljon mikäkin laitteisto on kuluttanut.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön erityisenä ongelmana oli JouleX-ohjelmiston tarjoama lyhyt koeaika, jonka puitteissa koko työ piti suorittaa. Lisäksi paljon aikaa kului vian etsimiseen. JouleX ei päivittänyt mitattavien laitteiden listaa Internet -ongelman takia. Tämän ongelman kanssa kului paljon koe-aikaa hukkaan. Jos kyseisillä kokoonpanoilla saadaan jo tuollaisia säästöjä pienillä sammutuksilla, olisi kyllä mielenkiintoista saada jokin isompi yritys työn alle.

Hyvänä kokeilukohteena voisi toimia koulu tai muu virastorakennus, jossa on kiinteät aukioloajat, jolloin säännöistä saataisiin täysi hyöty irti. Kirjallisen materiaalin saatavuus oli tässä työssä hyvin vähäistä. Opinnäytetyön aihealueeseen kuuluvat asiat muuttuvat nopeasti, joten kovin vanhaa kirjapainosta ei voi tässä käyttää. Energywise-tekniikkaan olisi ollut hyvä saada tietoa kirjaksi painetussa muodossa.

Tämän projektin kohteiden lisäksi myös verkkotulostin, NAS-levy tai NAS-palvelin olisi hyvä lisätä valvonnan kohteisiin. Laajennuksia tähän työhön on lukematon määrä. Seurannan piiriin pystytään laittamaan miltei kaikki laitteet, joihin pystytään kytkemään verkkokaapeli.

Domain-hallinta toimi todella hyvin JouleX-ohjelmistossa. Kerran tehtyyn domain-alueeseen ei tarvitse tehdä muutoksia, jos siihen halutaan lisätä laite. Lisätäkseen laite seurantaan tarvitaan vain konfiguraatioon lisätä domainin nimi ja salasana.

Valitettavasti en todentanut oikeaksi ohjelman ilmoittamia energiankulutuslukemia, kun vieressä ei ollut sähkömittaria, josta olisi voinut tarkistaa ohjelman ilmoittaman ja todellisen sähkönkulutuksen eron.

Pitkällä aikavälillä tämänlaisesta energiatietojen keräyspalvelimesta olisi mielenkiintoista seurata sen hetkistä tilastoa ja vertailla edeltäviin vuosiin. Verkossa tulisi olla oikeaa käyttöä ja rasiutusta. Samalla tutkimista voitaisiin laajentaa siihen, miten verkkoliikenteen lisääntyvä kuormitus lisää sähkötulutusta? Työssä oli käytössä liian suorituskykyinen laitteisto ja tästä johtuen riittävän suuri koekuormittaminen oli käytännössä mahdotonta.

JouleX-ohjelmiston ostamisessa yrityksen käyttöön pitää myös huomioida ohjelmiston hinta. Saadaanko oikeasti säästöä niin paljon, että saadaan katettua lisenssikustannukset ja pienennettyä yrityksen sähkölaskua. Pienessä yrityksessä ei voida luultavasti mitenkään saada JouleX-ohjelmistolla sellaisia säästöjä, että yritys hyötyisi riittävän paljon. Optimaalinen tilanne olisi, jos yrityksessä olisi valmiina palvelinrauta, johon voitaisiin asentaa ohjelmisto suoraan. Jos joudutaan hankkimaan uutta palvelinrauta, lisää se JouleX-ohjelmistolle säästötarpeita, joiden avulla saataisiin katettua palvelimen ostohinta. Oikeiden hintatietojen käyttäminen olisi ollut myös tärkeää, jotta olisi voitu tehdä tarkkoja johtopäätöksiä kannattavuudesta. Paljonko laitteita tarvitaan säästökohteisiin, jotta niiden avulla saataisiin säästöjä tehtyä ja lisenssimaksu hoidettua. JouleX-ohjelmiston hinta pitää keskustella myynti-organisaation kanssa yrityskohtaisesti. Ohjelmiston lähtöhintaa ei ilmoiteta JouleX:n verkkosivuilla.

LÄHTEET

Cisco Energywise Desing Guide. 2010. Saatavissa:

http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Borderless_Networks/Energy_Management/energywisedg.html#wp554362 [viitattu: 11.11.2012]

JouleX ja JouleX -Ohjelmisto. Saatavissa: <http://www.joulex.net/>

[viitattu:19.11.2012]

Joulex (2.6.0) 17.8.2011. Ohje-sivusto. Saatavissa:

<http://download.joulex.net/doc/2.6.0/html/pages/> [viitattu:10.11.2012]

Karkimo, Ari. 1.12.2009 Academican konesali Helsingissä. Saatavissa:

http://www.tietokone.fi/uutiset/palvelinsalista_lampoa_koteihin_ei_harakoille

[viitattu: 9.11.2012]

Kettunen, Martti. 2010. Tietoverkkotekniikan uudet haasteet SimuNet-hankkeen lähtökohtana. Tutkimusjulkaisu 2010. s. 11-28. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Saatavissa:

<http://papaya.ictlab.kyamk.fi/~amake/SimuNet/SimuNet%20artikkeliv6a.pdf> [viitattu 18.11.2012].

Kotilainen Samuli. 2012. Vihreä IT – tietotekniikan tulevaisuus, Tietokonelehti 11/2012.

http://www.tietokone.fi/lehti/fallback/vihrea_it_1091 [luettu: 17.11.2012]

Maakuva, 14.09.2011. Google avasi energiatehokkaan palvelinkeskuksen Haminaan. Saatavissa:

<http://www.maakuva.fi/google-avasi-energiatehokkaan-palvelinkeskuksen-haminaan/>

[luettu: 17.11.2012]

Minoli Daniel. 2011. Designing Green Networks and Network Operation. CRC Press. 1.painos. ISBN:978-1-4398-1658-7 [luettu: 10.10.2012]

Motiva, 2011, Energiatehokas konesali. Opas-pdf. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/4828/Energiatehokas_konesali.pdf [viitattu: 9.11.2012]

Muukkonen, Jukka. Artikkel: Power & Automation 2/2010 ABB – hukkalämpö hyötykäyttöön. Saatavissa:

<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/e60f38c751dcae1dc125782c002a745d.aspx>

[viitattu: 9.11.2012]

Ollila Kauko, TIVI 26.11.2011. Googlen Haminan konesalin lämpö valuu harakoille.

Saatavissa:

http://www.tietoviikko.fi/kaikki_uutiset/googlen+haminan+konesalin+lampo+valuu+harakoille/a720296 [viitattu: 9.11.2012]

Rittal, lehdistötiedote. 1.11.2010. Rittal, academica Helsingin energia Saatavissa:

<http://www.rittal.fi/information/press/academica.html> [luettu: 10.11.2012]

Unhelkar Bhuvan. 2011. Green IT strategies and applications: using environmental intelligence. CRC Press 1.painos. ISBN:978-1-4398-3780-1.[viitattu: 10.11.2012]

Liitteet:

WMI- scripti:

set user=

set domain=

set account=

echo JouleX WMI configuration script for Windows Vista, 7 and Server 2008

echo -----

echo This script will configure your machine for WMI usage.

echo It will perform the following tasks:

echo - set the WMI rights for the given user

echo - set the DCOM permission rights for the given user (NOTE: will enable all remote and local permissions)

echo - open the firewall for remote administration (for all users)

echo - set the network sharing model to "Classic" (for all users)

echo - disable remote UAC (for all users)

echo - enable the given user account (for local users)

echo NOTE: you have to run this as administrator

echo -----

set /p choice= Are you sure you want to execute this script? [y/N]


```
if "%choice%" == "y" goto :execute

if "%choice%" == "Y" goto :execute

goto :end

:execute

set /p domain= Please enter the domain:

set /p user= Please enter the user account:

if %user% == "" goto :error

set account=%domain%\%user%

echo -----

echo setting WMI rights

WmiSecurity /C=localhost /A /N=Root /M="%account%:REMOTEACCESS" /R

echo -----

echo setting DCOM permission rights

DComPerm -ml set "%account%" permit level:ll,la,rl,ra

rem TODO - execute newer command 'netsh advfirewall firewall' if possible

echo -----

echo opening firewall for remote administration

netsh firewall set service RemoteAdmin enable
```

```
echo -----
```

```
echo setting network sharing model to classic
```

```
reg add HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Lsa /v  
forceguest /t REG_DWORD /d 0 /f
```

```
echo -----
```

```
echo disabling remote UAC
```

```
reg ADD HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Policies\System  
/v LocalAccountTokenFilterPolicy /t REG_DWORD /d 1 /f
```

```
if "%domain%" == "" (
```

```
echo -----
```

```
echo enabling user account
```

```
net user %user% /active:yes)
```

```
goto :end
```

```
:error
```

```
echo username is empty
```

```
:end
```