

**MARKO FLINK**

**ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN  
KIINTEISTÖSSÄ**

**Apex Automation Oy**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Lokakuu 2015**

<b>Yksikkö</b> Ylivieskan yksikkö	<b>Aika</b> Lokakuu 2015	<b>Tekijä/tekijät</b> Marko Flink
<b>Koulutusohjelma</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma		
<b>Työn nimi</b> ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN KIINTEISTÖSSÄ		
<b>Työn ohjaaja</b> Hannu Puomio	<b>Sivumäärä</b> 39+ 42	
<b>Työelämäohjaaja</b> Kenneth Grankull		
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Apex Automation Oy:n Kokkolan kiinteistöön. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda automaation ja sähköistyksen keinoin energiatehokkaampi ja käytettävyydeltään parempi kiinteistörakennus.</p> <p>Opinnäytetyöhön kuului lisäksi kiinteistön jakokeskuksen vaihto ja siihen liittyvien sähkösuunnitelmien teko.</p> <p>Kiinteistön nykyinen tekniikka kartoitettiin ja tehtiin suunnitelmat, joiden avulla parannettiin kiinteistön energiatehokkuutta ja hallintaa.</p> <p>Opinnäytetyön aikana tutustuin energiatehokkuutta käsitteleviin lähteisiin.</p> <p>Opinnäytetyö sisältää salattuja osioita.</p>		

**Asiasanat**

Automaatio, Energiatehokkuus, Energian säästäminen, Jakokeskus, Käytettävyys, Käyttäjien opastus, Operointipaneeli, Sähkösuunnittelu

**ABSTRACT**

<b>Unit</b> Ylivieska unit	<b>Date</b> October 2015	<b>Author/s</b> Marko Flink
<b>Degree programme</b> Degree Programme of Electrical Engineering		
<b>Name of thesis</b> IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF A COMMERCIAL PROPERTY		
<b>Instructor</b> Hannu Puomio	<b>Pages</b> 39+42	
<b>Supervisor</b> Kenneth Grankull		
<p>This thesis was commissioned by Apex Automation Oy located in Kokkola. The aim of the thesis was to increase the energy-efficiency and usability of their premises by means of automation and electrification.</p> <p>This thesis also included changing the switchboard of the premises and making the related electricity plans.</p> <p>The current technology at use in the premises was mapped and plans and measures were made which will help to improve the energy-efficiency and control of the premises.</p> <p>During the thesis process a variety of sources concerning energy-efficiency were studied.</p> <p>Some parts of the thesis are classified.</p>		

<p><b>Key words</b> Automation, Energy efficiency, Energy saving, Switchboard, Usability, User Guidance, Operating panel, Electricity plans.</p>
--

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

m <sup>3</sup>	Kuutiometri, tilavuuden yksikkö
h	Tunti, ajan yksikkö
W	Watti, tehon yksikkö
kW	Kilowatti, tehon yksikkö, vastaa 1000 wattia
MW	Megawatti, tehon yksikkö, vastaa 1 000 000 wattia
kWh	Kilowattitunti, energian yksikkö, vastaa 1000 watin tehoa tunnin ajan
MWh	Megawattitunti, energian yksikkö, vastaa 1000 000 watin tehoa tunnin ajan

## **ESIPUHE**

Haluan kiittää Apex Automation Oy:n henkilökuntaa opinnäytetyöpaikasta sekä hyvästä ohjauksesta ja työilmapiiristä. Erityisesti haluan kiittää Kenneth Grankullia ja Tuomo Käsäkangasta arvokkaasta tuesta ja avusta opinnäytetyön tekemisessä. Kiitokset Matti Pajukankaalle työ- ja opinnäytepaikasta sekä aiheen valikoimisesta. Opinnäytetyön ohjaajalleni Hannu Puomiolle haluan myös välittää kiitokset hyvästä ohjauksesta.

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**ESIPUHE**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 ENERGIATEHOKKUUS</b>	<b>2</b>
2.1 Energiatodistus	2
2.2 Automaatiostandardi SFS-EN 15232	3
2.3 Energianhallinta	3
2.4 Sähkösuunnittelun ja laitehankintojen energiatehokkuus	5
2.5 Energiatehokkuuden parantaminen	6
2.6 Valaistus	7
2.6.1 Sisävalaistus	8
2.6.2 Ulkovalaistus	9
2.7 Kiinteistöautomaatiojärjestelmä	9
2.8 Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmä	10
<b>3 NYKYTILANNE</b>	<b>12</b>
3.1 Apex Automation Oy	12
3.2 Talotekniikan kartoitus	13
3.2.1 Sähköjärjestelmä	13
3.2.2 Valaistusjärjestelmä	13
3.2.3 Kaukolämmitysjärjestelmä	14
3.2.4 LVI-järjestelmä	14
3.2.5 Automaatiojärjestelmä	14
3.3 Kiinteistön energiankäytön nykytila	14
3.3.1 Sähkö	15
3.3.2 Lämpö	17
3.3.3 LVI	18
3.4 Kokonaiskustannukset ja kulutukset vuonna 2014	19
<b>4 SUUNNITELMAT ENERGIATEHOKKUUDEN JA KÄYTETTÄVYYDEN PARANTAMISEKSI</b>	<b>20</b>
4.1 Sähkösuunnitelmat	20
4.2 Ryhmäkeskuksen uusinta	20
4.2.1 Lait ja säädökset	21
4.2.2 Jakokeskuksen kokoonpano	21
4.2.3 Jakokeskuksen asentaminen	23
4.2.4 Tarkastus ja käyttöönotto	25
4.3 Ilmastoinninsäätimen vaihto	25
4.4 Kiinteistön hallinta ja käytettävyys	26
4.4.1 Kosketusnäytöt	26
4.4.2 Comfort paneelit	27
4.4.3 Käyttöliittymä	27
4.5 Käyttäjien opastus	28
4.6 Ohjausjärjestelmät	29

4.6.1 Ilmastoinninsäädin EH-105	29
4.6.2 Lämmityksen säädin EH-203	30
4.7 Toimintakaavio	31
4.7.1 Sisävalaistus	31
4.7.2 Ulkovalaistus	32
4.7.3 Ilmastointi	32
4.7.4 Energia- ja sähkömittarin luenta	33
4.7.5 Hälytysjärjestelmä	33
4.7.6 Anturit	33
4.8 Ulkopuolelle jätettyjen sähköjärjestelmien tarkastelu	34
4.8.1 Pistorasiajärjestelmä	34
4.8.2 Auto- ja sulanapitolämmitykset	34
4.9 Toimenpiteiden energiansäästö ja kannattavuus	35
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>37</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>38</b>
<b>LIITTEET</b>	
LIITE 1. Operointipaneelien käyttöliittymä	
LIITE 2. Sähkösuunnitelmat piirikaaviot	<b>(Poistettu julkisesta versiosta)</b>
LIITE 3. Sähkösuunnitelmat keskuskaaviot	<b>(Poistettu julkisesta versiosta)</b>
LIITE 4. Sähkösuunnitelmat layoutkuvat	<b>(Poistettu julkisesta versiosta)</b>
LIITE 5. Keskuksen IO- luettelo	<b>(Poistettu julkisesta versiosta)</b>
LIITE 6. Rakennuksen pohjakuva	<b>(Poistettu julkisesta versiosta)</b>
<b>KUVIOT</b>	
KUVIO 1. Yksityisten toimistorakennusten sähkönkäytön jakaumat	7
KUVIO 2. Valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä	8
KUVIO 3. Sähkönkulutus vuosina 2010–2015	15
KUVIO 4. Kuukausikohtainen energiankulutus 2014	16
KUVIO 5. Vuorokautisen sähkönkulutuksen jakauma	16
KUVIO 6. Lämmönkulutus vuosina 2010–2014	18
KUVIO 7. Vedenkulutus vuodesta 2012 vuoteen 2014	18
KUVIO 8. Keskuksen valmistajan arvokilpi	21
KUVIO 9. Kotelon valmistajan arvokilpi	22
KUVIO 10. Jakokeskus asennettuna tekniseen tilaan	23
KUVIO 11. Keskuksen kokoonpano	24
KUVIO 12. EH-105 ilmastoinninsäädin	26
KUVIO 13. TP 1500 Comfort paneeli asennettuna	27

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Sähkönkulutuksia ennen muutostöitä	17
TAULUKKO 2. Kokonaiskustannukset vuonna 2014	19
TAULUKKO 3. Sähkönkulutuksia muutostöiden jälkeen	36
TAULUKKO 4. Arvio säästöistä vuoden aikana	36



## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Apex Automation Oy:lle. Työn tavoitteena on luoda automaation ja sähköistyksen keinoin energiatehokkaampi ja käytettävyydeltään parempi kiinteistörakennus. Opinnäytetyön tarkoituksena on saada aikaan toimisto- ja tuotantotiloihin liittyvien sähköjärjestelmien hallinnasta sekä ohjauksista tehokkaampaa ja käyttäjäystävällisempää. Työssä on kiinnitetty erityistä huomiota energianhallintaan ja siihen liittyviin mahdollisuuksiin. Opinnäytetyöhön sisältyi vielä kiinteistön jakokeskuksen vaihto ja keskuksen vaihtoon liittyvä sähkösuunnittelu sekä tarvittavien sähköasennusten teko. Käytettävyyden parantaminen kiinteistössä toteutettiin ulko-oville asennettujen operointipaneelien avulla, jotka liitettiin osaksi suunnittelemani automaatiojärjestelmää.

Opinnäytetyö on rajattu siten, että se käsittää nykyisen tekniikan kartoituksen ja suunnitelmat, joiden avulla parannetaan kiinteistön energiatehokkuutta ja hallintaa. Havaittujen muutostarpeiden kohdalla esitän tarvittavat kehittämissuositukset ja opinnäytetyössä tehtyjen muutosten avulla saavutetut parannukset ja niiden toimintaselvitykset toimintakaavion avulla. Tavoitteena on saada aikaan 10 % energiansäästö vuosittain.

Työn alkuosassa käsittelem teorian avulla kiinteistörakennusten energiansäästöpotentiaaleja ja mahdollisuuksia. Jotta energiatehokkuus tuli tutuksi, olin minun tutustuttava alaan liittyvään kirjallisuuteen ja materiaaleihin. Energiatehokkuuteen liittyvissä toimenpiteissä asiantuntijayritys Motiva tarjosi mielenkiintoista luettavaa.

Opinnäytetyön liitteenä löytyy työstä tehdyt suunnitelmat ja käytettävyyden kannalta oleellisten operointipaneelien käyttöliittymistä lisätyt kuvat.

## **2 ENERGIATEHOKKUUS**

Energiatehokkuuteen panostaminen korjaus- ja uudisrakentamisessa on tärkeää aloittaa jo suunnitteluvaiheessa. Tavoitteena on saada aikaan sähköteknisesti mahdollisimman toimiva ja kustannustehokas ratkaisu. Rakennuksen sähkön- ja energiankulutusten seurannan avulla saadaan selville mahdolliset parannuskohteet ja pystytään seuraamaan rakennuksen sähkön- ja energiankulutusta reaaliajassa. Järjestelmien muokattavuus ja hallinta on avainasiassa, kun lähdetään parantamaan energiatehokkuutta. Uudisrakennusten kohdalla vuoden 2012 aikana siirryttiin kokonaisenergiatarkasteluun, jossa sähkönkulutus on noussut muita energiamuotoja painavammaksi asiaksi. Tällä tavoitellaan tehostettua sähkönkäyttöä.

### **2.1 Energiatodistus**

Energiatodistuksen avulla määritellään rakennuksen energiatehokkuusluku. Energiatehokkuusluvulla tarkoitetaan tarvittavaa energiamäärää (kWh/lämmitetty netto m<sup>2</sup>/vuosi), jonka rakennuksen käyttö vaatii. Energiatodistuksen avulla saadaan selville eri rakennusten energiankulutus, jonka avulla tunnistetaan paljon ja vähän kuluttavat rakennukset. Energiatehokkuusluvun avulla saadaan selville rakennuksen energialuokka. Energialuokat jaotellaan kirjainten perusteella A-G. (Motiva 2014a.)

Teollisuusrakennuksille on määritetty tavoitteeksi energiatehokkuusluokka A, jonka saadakseen on rakennuksen kulutuksen oltava alle 110 kWh/m<sup>2</sup>/vuosi. Tavoitteeseen pääseminen tarkoittaa systemaattista panostamista energiatehokkuuteen. (Motiva 2014a.)

## **2.2 Automaatiostandardi SFS-EN 15232**

SFS-EN 15232 on eurooppalainen standardi, joka antaa ohjeita ja menetelmiä, joiden perusteella automaatiojärjestelmät jaotellaan eri luokkiin A:sta D:hen. Standardi käsittelee rakennuksissa olevan automaation vaikutusta energiatehokkuuteen. Standardi antaa lisäksi suosituksia rakennusten automaation tehokkuudelle. Suositustasoksi on määritelty tehokkuusluokka B, jossa rakennuksessa oleva automaation tukee kokonaisuutena energian tehokasta ja järkevää käyttöä. Minimivaatimustasoksi todetaan rakennusmääräyksissä tehokkuusluokka, C. Pyrkimyksenä on saada tavanomaiseksi tasoksi tulevaisuudessa tehokkuusluokka B. (Ympäristöministeriö 2012.)

Energiakulutukseen ja ohjaukseen on syytä kiinnittää huomiota tilojen lämmityksessä, jäähdytyksessä, ilmanvaihdossa, valaistus- ja laitesähköenergiassa sekä lämpimän käyttöveden tuotossa (Ympäristöministeriö 2012.) Apex Automation Oy:lle vuonna 2013 tehdyssä energiatodistuksessa selviää, että rakennus kuuluu energiatehokkuusluvun perusteella energialuokkaan C. Standardista saadaan hyviä ohjeita energiatehokkuuden parantamiseksi aina suunnittelusta lähtien

## **2.3 Energianhallinta**

Energianhallinnalla tarkoitetaan yrityksen toiminnoissa ja järjestelmissä energian huomioon ottamista. Suurimpana tavoitteena on vähentää rakennuksen energiankulutusta ja tehdyissä parannuksissa pysymistä. (Motiva 2014b.)

Alempana on koottu työkaluja, joiden avulla voidaan kehittää ja seurata kiinteistön energiankäyttöä. Energianhallinnalla pystytään vaikuttamaan rakennuksen energiankulutukseen pitkällä ja lyhyellä aikavälillä.

### *Energiakatselmuksset*

Energiankäytön tehostamistoimenpiteisiin luo perustan energiankatselmus. Kyseisessä katselmuksessa käydään läpi, mihin ja kuinka energiankäyttöä voidaan tehostaa. (Motiva 2014b.)

### *Kulutusseuranta*

Kiinteistön kulutusseuranta mahdollistaa tavoitteellisen energiankäytön hallinnan. Jatkuva kulutusseuranta on välttämätöntä, jotta pysytään selvillä kulutuksen tasosta ja voidaan tehdä havaintoja muutoksista, joiden syistä voidaan sitten ottaa selvää. (Motiva 2014b.)

### *Kulutuksen normeeraus*

Energiankulutus vaihtelee vallitsevien olosuhteiden mukaan. Jotta on mahdollista saada energiankulutus vertailukelpoiseksi, tulee kulutus normeerata lämmitystarvelukujen avulla. Normeerauksen avulla havaitaan mahdolliset poikkeamat vuosien tai eri rakennusten keskimääräiseen tasoon verrattuna. Havaittuihin poikkeamiin ja muutoksiin pystytään puuttumaan ja ryhtymään oikeisiin toimenpiteisiin. (Motiva 2014b.)

### *Lämmitysverkoston perussäätö*

Rakennuksen lämmitysjärjestelmä säädetään toimimaan halutulla ja suunnitellulla tavalla. Oikeilla säädöillä tasataan yli- ja alilämpötilojen vaihteluita. Työskentelymukavuus paranee ja samalla säästetään energiaa. Lämpötilojen suuri vaihtelu nostaa rakennuksen energiakustannuksia. (Motiva 2014b.)

### *Käyttäjien opastus*

Kiinteistön käyttäjät tarvitsevat tietoa, kannustusta ja motivointia siihen, kuinka he voivat käytännön toimillaan välttää tarpeetonta energiankulutusta ja vaikuttaa kiinteistön energiankäytön tehostumiseen. (Motiva 2014b.)

## 2.4 Sähkösuunnittelun ja laitehankintojen energiatehokkuus

Tässä osiossa on käsitelty sähkösuunnittelun ja laitehankintojen energiatehokkuutta. Toimistorakennuksissa uusia laitteita tai järjestelmiä hankittaessa energiatehokkaat ratkaisut tuovat merkittäviä säästöjä. Energiatehokkaat ratkaisut ja hankinnat pienentävät ja tehostavat rakennuksen sähkönkäyttöä. Sähkösuunnittelulla voidaan vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen, sähkölaitteiden käyttöikään ja huollettavuuteen. Kun kiinnitetään huomiota suunnitteluvaiheessa rakennuksen valaistussuunnitteluun, ilmastoinnin- ja lämmityksen ohjauksiin sekä toteutukseen, saadaan aikaan merkittäviä säästöjä. (Työ ja elinkeinoministeriö 2011.) Järjestelmien hallinnan, käytön ja toimivuuden kannalta hyvin tehdyt suunnitelmat takaavat hyvät lähtökohdat energiatehokkuuden parantamiseen.

Energiatehokkaassa suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota energian kokonaisvaltaiseen tarkasteluun ja selvittää nykyiset lähtöarvot energiankulutuksissa. Tarvittavia hankintoja tehdessä kartoita markkinoiden tarjonta mahdollisimman tarkasti. Energiatehokkuuden huomioon ottaminen varsinkin hankintoja tehdessä tulisi ottaa osaksi johtamisjärjestelmiä ja muita käytäntöjä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2011,10.)

Seuraavaksi on esitetty työ- ja elinkeinoministeriön laatimia ohjeita julkisten hankintojen energiatehokkuuteen liittyen. Kyseisen ohjeet eivät täysin liity prioriteetteihin, millä yritykset hankkivat IT- ja toimistolaitteita, mutta niissä on hyviä vinkkejä, joiden avulla yritys saa apua energiatehokkaisiin ratkaisuihin uusien hankintojen tehdessään.

Energiankäytön lisäksi julkisella sektorilla on todettu suurimman säästöpotentiaalini olevan tietotekniikan ja toimistolaitteiden hankinnoissa, joissa säästöpotentiaali on jopa 60 prosenttia verrattuna nykytasoon. Laitteita hankitaan usein ja lisäksi palvelimien ja levyjärjestelmien määrä kasvaa tiedon ja tallennusmäärän kasvaessa. Energiatehokkuus kyseisten laitteiden kohdalla on tärkeää. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2011, 10.)

Motiva tarjoaa IT-laitteiden ja palveluiden hankintaohjeita ja neuvoja vaatimusten käytännön soveltamisessa. Peruslähtökohtana laitteiden hankinnalle on niiden energiankulutus. Energiankulutuksen tulisi olla mahdollisimman alhainen aktiivikäyttötilassa sekä valmius- ja lepotilassa. Laitteiden sammuttaminen tulisi tehdä mahdollisimman helpoksi ja niiden tulisi kytkeytyä pois päältä, kun niitä ei käytetä.

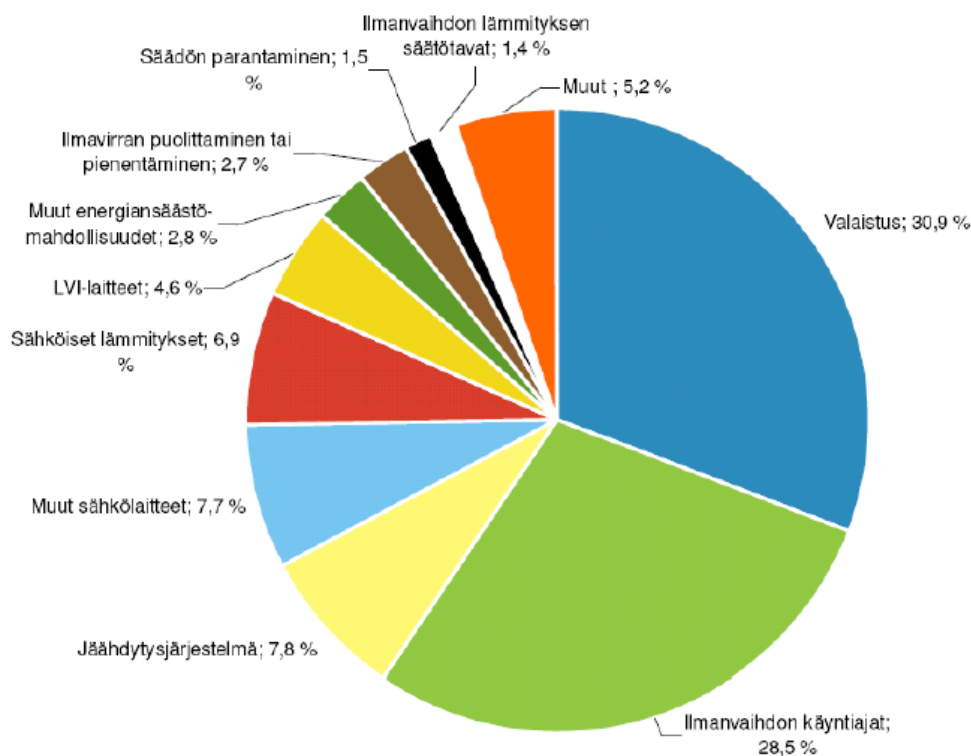
Energiankulutuksen kannalta suositeltavaa olisi hankkia malleja, joiden lepovirrankulutus olisi mahdollisimman pieni. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2011,10.)

Tietokoneet ja muut toimistolaitteet tulisi vaatia toimitettaviksi energiansäästöominaisuudet valmiiksi aktivoituina. Käyttöönoton yhteydessä tarvittavat energiankulutusta säästävät asetukset tulisi ottaa käyttöön. Kyseisten ominaisuuksien poiskytkentä olisi tehtävä vain erityisen painavista syistä. Laitteilta tulee riittävän käyttöiän varmistamiseksi edellyttää riittävää takuuta, päivitettävyyttä, korjattavuutta, huollettavuutta sekä huollon ja varaosien saantimahdollisuuksia. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 11.)

## **2.5 Energiatehokkuuden parantaminen**

Energiatehokkuutta pystytään parantamaan monilla eri keinoilla. Toimistorakennuksissa suurimmat säästöpotentiaalit liittyvät valaistusratkaisuihin sekä ilmanvaihto- ja lämmöntalteenottojärjestelmiin. Näiden järjestelmien ohjauksiin ja säätöihin panostaminen kiinteistöautomaation avulla parantaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuutta. Toimistorakennuksissa pitää kiinnittää huomiota myös muiden sähkölaitteiden päällä pitämiseen vain silloin, kun siihen on tarvetta (erityisesti tietokoneet sekä niihin liitetyt näytöt sekä projektorit). Laitteiden ja laitteistojen sammutus työpäivän jälkeen ja silloin kun niitä ei tarvitse parantaa energiatehokkuutta ja laitteiden elinikää. Virransäästö sekä valmiustilassa kuluttaa myös sähköä. Kulutusta on mahdollista leikata arkipäiväisillä valinnoilla ja fiksulla käytöllä.

Seuraavaksi kerrotaan energiatehokkuuden parantamisesta ja siihen liittyvistä mahdollisuuksista ja menetelmistä aina suunnittelusta lähtien. Seuraavalla sivulla olevasta kuvioista selviää suurimmat energiansäästöpotentiaalit toimistorakennuksissa.



KUVIO 1. Yksityisten toimistorakennusten sähkönkäytön jakaumat. (IT-sovellukset ja energiatehokkuuden kehittäminen 2007.)

## 2.6 Valaistus

Valaistuksen energiankulutus riippuu monesta seikasta: lamputa, valaisimista, valaisimien sijoittelusta ja ohjaustekniikasta. Hyödyksi saatavan valon määrään vaikuttaa myös huonepintojen ja valaisimien likaantuminen ja kuluminen. Valojen käyttöä vain tarvittaessa on tärkeimpiä yksittäisiä seikkoja valaistuksen energiankulutuksen vähentämiseksi. Tämäkin voidaan nykyään hoitaa automaattisesti kehittyneen ohjaustekniikan avulla. Yhtä tärkeää on opastaa käyttäjiä toimimaan oikein. (Motiva 2014c.)

Valaistuksen osalta energiatehokkuus ei tarkoita laadusta tai valon määrässä tinkimistä. Valaistuksen osalta uuden tekniikan avulla saadaan aikaan säästöjä käyttökustannuksissa. Vanhojen valaisimien korvaaminen uusilla energiatehokkailla ledi, monimetalli ja induktiolampuilla parantavat entisestään valaistuksen energiatehokkuutta. (Motiva 2012, 16.)

Valitsemalla laadukkaan valaisimen ja valaisimeen soveltuvan uuden valonlähteen sekä käyttötarkoitukseen sopivan ohjausjärjestelmän, voidaan saavuttaa jopa 70 % energiansäästö lähtötasoon verrattuna. Ohjausjärjestelmän valinnalla parannetaan valaistuksen käytettävyyttä ja mukavuutta. (Riikkula 2011, s. 50.)

Alla olevasta kuviosta nähdään esimerkki siitä miten toteutetaan energiatehokas ja käyttäjäystävällinen valaistus.



KUVIO 2. Valaistuksen energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä (Suomen Valoteknillinen Seura ry 2008, 24).

### 2.6.1 Sisävalaistus

Sisävalaistuksen osalta pystytään parantamaan energiatehokkuutta jo mainittujen ohjaus- ja säätömahdollisuuksien lisäksi käyttämällä mahdollisimman paljon hyväksi luonnonvaloa ja valaistuksen säädettävyyttä toimistohuoneissa esimerkiksi himmentimien avulla mahdollisuuksien mukaan. Valaisimien oikein sijoittelulla saadaan vähennettyä turhan valaistuksen määrää.

Valaistuksen voimakkuus on yksi mutta ei ainoa sähkönkulutukseen vaikuttavista tekijöistä. Tarvittavan valon oikea määrä riippuu sekä työtehtävästä että työntekijästä. (Motiva2014d.)

Alle olevaan tekstiin on koottu energiansäästövinkejä sisävalaistuksen osalta. Sammuta valot aina, kun tila tai huone on käyttämättä yli 10 minuuttia. Työpäivän aikana tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi lounaalle tai kokoukseen lähtö. Hyvä olisi huomata, ettei



loisteputkien sammuttaminen vaurioita loisteputkivalaisimia eikä aiheuta kulutuspiikkejä sytyttäessä. Loisteputket kuluttavat lisäksi neljänneksen vähemmän sähköä, kuin tavallinen hehkulamppu. (Motiva 2014d.)

Valaistuksen valaistustaso voi laskea pölyn ja lian takia jopa 20 prosenttia. Kirkkaana päivänä valojen sammuttamista tulisi harkita. Tärkeää on myös muistaa sammuttaa valot yhteisistä tiloista ja käytävistä lähtiessä viimeisenä illalla kotiin. (Motiva 2014d.)

## **2.6.2 Ulkovalaistus**

Ulkovalaistuksen valonlähteen valinnalla saavutetaan merkittäviä energiansäästöjä. Pihatai parkkialueelle valitaan sopivin valonlähde kuitenkin tinkimättä riittävästä valaistuksesta. Nykyaikaisilla energiansäästöpolttimoilla ja alati kehittyvillä ledipolttimoilla saadaan aikaiseksi kustannustehokkaampi ratkaisu. Ulkovalaistuksen tarpeenmukaisella käytöllä parannetaan valonlähteen elinikää ja saadaan aikaan kustannussäästöjä.

Ulkovalaistuksen osalta olisi tärkeää vaihtaa lamput huoltosuunnitelman mukaisesti. Tämä johtuu siitä, että ulkotiloissa käytettävien lamppujen valontuotto pienenee ikääntyessä. (Motiva 2014e.)

Ulkovalaistuksen osalta olisi tärkeä kiinnittää huomiota polttoaikoihin. Hämäräkytkinten tai muiden ulkovalaistukseen ohjaukseen käytettävien laitteiden tulisi olla säädetty oikein. Jos valaistus on päällä turhaan esimerkiksi 10 minuuttia aamuisin ja iltaisin tekee se jo yli kaksi tuntia viikossa. (Motiva 2014e.)

## **2.7 Kiinteistöautomaatiojärjestelmä**

Kiinteistön taloteknisten järjestelmien säädöt ja hallintamahdollisuudet on hyvä tarkistaa, kun lähdetään joko uutta tai vanhaa järjestelmää päivittämään. Automaation avulla saadaan laitteistojen hälytystiedot siirrettyä eteenpäin esimerkiksi GSM-viestinä. Vanhojen säätimien uusinta esimerkiksi ilmastointilaitteessa, voi tulla ajankohtaiseksi jossain

vaiheessa. Uusissa säätimissä on usein enemmän säätö- ja ohjausmahdollisuuksia. On hyvä selvittää saavutetaanko laitteistoja uusimalla tai päivittämällä energiansäästöjä.

Kiinteistöautomaatio ohjaa, säätää ja valvoo rakennuksen taloteknisiä järjestelmiä asetettujen arvojen ja mittausten mukaisesti. Kiinteistöautomaatioon kannattaa liittää kaikki teollisuuskiinteistön talotekniset järjestelmät. Automaation tason nostaminen, esimerkiksi kulutusmittauksia lisäämällä, kohentaa myös kiinteistön energiatehokkuutta. (Motiva 2012, 18.)

Kiinteistöautomaation parantamishankkeessa on ensimmäiseksi kiinnitettävä huomiota ilmanvaihtokoneiden ja valaistuksen ohjattavuuteen sekä säätöjen toimivuuteen ja tarkoituksenmukaisuuteen. Ohjausarvot ja säädöt tulee valita niin, että talotekniset järjestelmät tukevat tarpeenmukaisesti ja energiatehokkaasti tilojen käyttöä, toimintoja ja olosuhdevaatimuksia. (Motiva 2012, 19.)

Helppokäyttöiseen käyttöliittymään on syytä panostaa, kuten myös käyttäjien perehdyttämiseen niin koko kiinteistöautomaation kuin käyttöliittymän toimintaan. Käyttäjän on kyettävä seuraamaan aktiivisesti kiinteistöautomaation toimintaa. Puuttuminen mahdollisiin olosuhdemuutoksiin ja mahdollisiin vikatilanteisiin on täten helpompaa. (Motiva 2012,18.)

## **2.8 Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmä**

Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmissä ohjausmahdollisuuksia on paljon; kullekin kiinteistölle löytyy varmasti paras ja energiaystävällisin ratkaisu. Lämmönvaihtimet, ilmanvaihto ja lämmitys ovat yleisimmät järjestelmät, jotka kuuluvat kiinteistöautomaation piiriin. Järjestelmiin liittyy tyypillisesti lämpötila-antureita, joiden avulla laitteisto säätää automatisoidusti itseään.

Suunnittelulla on merkittävä vaikutus sähkönkulutukseen. Lämmönkulutusta voidaan ratkaisevasti vähentää tehokkaalla lämmöntalteenotolla poistoilmasta tai muista mahdollisista hukkaenergiälähteistä. (Motiva 2014, 15.)

Ilmanvaihdon osalta energiatehokkuuteen panostaminen alkaa laitekannan ja kulutuksen selvityksellä. Ilmanvaihdon tarpeen määrittämisellä ja ilmanvaihdon oikealla säädöllä sekä ohjauksella saadaan aikaan energiansäästöjä. Tärkeää on myös pitää huoli lämmöntalteenoton toiminnasta sekä järjestelmän huollosta ja kunnossapidosta. (Motiva 2014, 14.)

### 3 NYKYTILANNE

#### 3.1 Apex Automation Oy

Apex Automation Oy on Kokkolassa toimiva, automaatio- ja sähkösuunnitteluun erikoistunut insinööritoimisto. Yritys on perustettu vuonna 1993, ja se on vuosi vuodelta jatkanut tasaista kasvuaan yhdeksi alansa merkittäväksi osaajaksi. Yrityksellä on myös toimisto Vaasassa. Apex Automationilla on vahva kokemus sähköistys- ja automatisointihankkeiden suunnittelusta ja käyttöönotosta sekä teollisuuteen että julkisrakentamiseen. Toiminta-ajatuksena Apex Automationilla on parantaa asiakkaiden tuotantokapasiteettia, kilpailukykyä ja tuotteen laatua tarjoamalla tarpeen mukaisia automaatio- ja sähkötekniisiä palveluja. Liikeideana on tarjota kokonaisvaltaisia ratkaisuja asiakkaiden automaatio- ja sähkötekniisiin tarpeisiin. Yrityksen palveluksessa työskentelee tällä hetkellä lähemmäs 50 eri alojen osaajaa. (Apex Automation Oy 2015.)

Yrityksen keskeisiin palveluihin kuuluvat: rakennussähkösuunnittelu liike- ja toimistorakennuksiin, rakennussähkösuunnittelua teollisuus- ja varastorakennuksiin, prosessisähkösuunnittelua teollisuuteen, prosessi- ja energiateollisuuden instrumentoinnin suunnittelua, sähköturvallisuuspalveluita, sovellusohjelmointia, automatisoinnin esisuunnittelua, käyttöönottoa ja ylläpito suunnittelua, koneturvallisuuspalveluja, koneturvallisuuskoulutusta ja opastusta, keskusvalmistusta, asiantuntijapalveluita, kurssi- ja koulutustarjontaa sekä konsulttipalveluja. Kokonaistoimituksia, jotka sisältävät myös laiteosuudet. (Apex Automation Oy 2015.)

Lisätietoja yrityksestä löydät yrityksen nettisivuilta [www.apexautomation.fi](http://www.apexautomation.fi)

## **3.2 Talotekniikan kartoitus**

Tässä luvussa esitellään kiinteistörakennuksen nykyistä talotekniikkaa. Talotekniikkaan luetaan kaukolämmitys-, lvi, valaistus- ja automaatiojärjestelmät.

### **3.2.1 Sähköjärjestelmä**

Kiinteistön sähköjärjestelmä koostuu neljästä ryhmäkeskuksesta ja sähköpääkeskuksesta. Uusissa toimisto- ja tuotantotiloissa sijaitsee kaksi ryhmäkeskusta, joista toinen on mahdollista ottaa käyttöön uutena sähköpääkeskuksena. Mahdollisuus on otettu huomioon jo keskusta suunniteltaessa ja uusi syöttökaapeli on vedetty rakennustöiden yhteydessä muuntamolta. Uuden puolen toinen ryhmäkeskus on tarkoitettu tuotantotilan sähköjärjestelmien käyttöön.

Sähköpääkeskus ja sähkömittari sijaitsevat kiinteistön ulkoseinällä. Vanhan puolen ryhmäkeskuksen korvaaminen uudella keskuksella sekä sen suunnittelu ja kasaaminen kuuluvat osaksi opinnäytetyötäni. Toinen vanhan puolen ryhmäkeskus sijaitsee teknisessä tilassa, jossa sitä käytetään ilmanvaihtoon ja lämmitysjärjestelmiin liittyvien säätimien ja taajuusmuuttajien sekä moottorien sähkönsyöttöön.

### **3.2.2 Valaistusjärjestelmä**

Kiinteistön valaistus on tällä hetkellä toteutettu pääosin elektronisilla liitäntälaitteilla varustetuilla loisteputkivalaisimilla. Lisäksi löytyy halogeeni- ja led-kohdevalaisimia. Ulkovalaistus on toteutettu seinä- ja pylväsväläisimillä. Pylväsväläisimissä on käytetty suurpainenaatriumlamppuja.

### **3.2.3 Kaukolämmitysjärjestelmä**

Järjestelmä koostuu kolmesta lämmönvaihtimesta, joista kaksi on tarkoitettu lattialämmitykselle ja kolmas lämpimälle käyttövedelle. Vaihtimet sijaitsevat samassa lämmönjakuhuoneessa.

### **3.2.4 LVI-järjestelmä**

Kiinteistön lämmitys on toteutettu vesikiertoisella lattialämmityksellä. Ilmastointijärjestelmä on toteutettu koneellisella tulolla ja poistolla. Lämmön talteenotto ja jäähdytys sisältyvät ilmapaihtokoneeseen. Ilmanvaihto on toteutettu kahdella ilmastointikoneella, joista toinen sijaitsee uuden puolen teknisessä tilassa ja toinen vanhan puolen teknisessä tilassa. Ilmanvaihtokoneet ovat taajuusmuuttajakäytön takana. Ilmanvaihtokoneiden ja lämmityspiirin säädöt ja ohjaukset on toteutettu Oumanin lämmön- ja ilmanvaihdon säätöön tarkoitetuilla säätimillä.

### **3.2.5 Automaatiojärjestelmä**

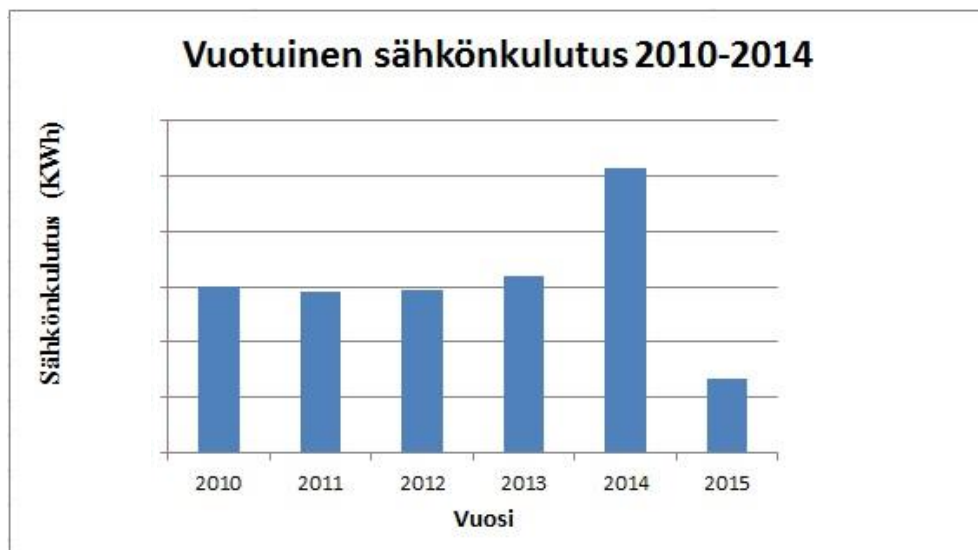
Rakennuksen valaistusta, lämmitystä ja ilmanvaihtoa kehitetään käyttäjäystävällisemmäksi ja energiatehokkaammaksi. Tällä hetkellä rakennuksen automaatiojärjestelmä koostuu valaistusohjauskeskuksesta, ja siihen liittyvästä logiikkapohjaisesta ohjauksesta.

## **3.3 Kiinteistön energiankäytön nykytila**

Seuraavissa alaotsikoissa on käsitelty Apex Automation Oy:n toimisto- ja tuotantotilojen sähkön, lämmön ja veden kulutuksia sekä kustannuksia vuodesta 2010 lähtien. Kulutustiedot sähkön- ja lämmön osalta on peräisin Kokkolan Energian verkkopalvelusta. Vedenkulutuksen tiedot ovat peräisin Kokkolan Veden verkkopalvelusta.

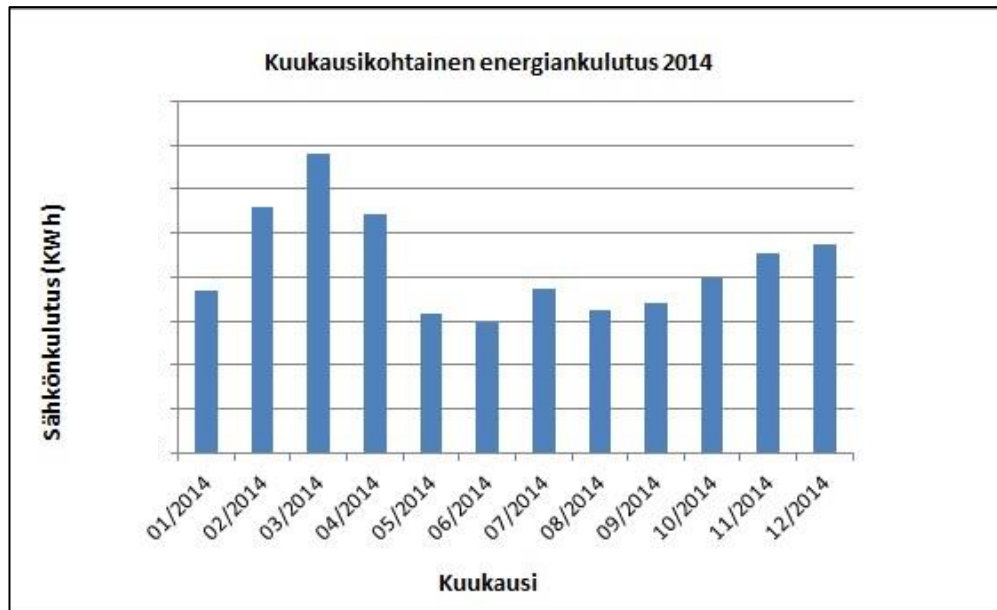
### 3.3.1 Sähkö

Vuotuinen sähkönkulutus nousi huomattavasti uusien tilojen valmistumisen ja käyttöönoton jälkeen vuonna 2014. Rakennuksen pinta-ala lähes tuplaantui, joten sähkönkulutuksen nousu oli odotettavissa. Ennuste vuodelle 2015 kertoo, että sähkönkulutus on nousemassa lisää edellisvuoteen verrattuna. Ennen vuotta 2014 sähkönkulutus on pysynyt lähes samana. Sähköä toimisto- ja tuotantotiloissa on kulunut alla olevan diagrammin mukaan:



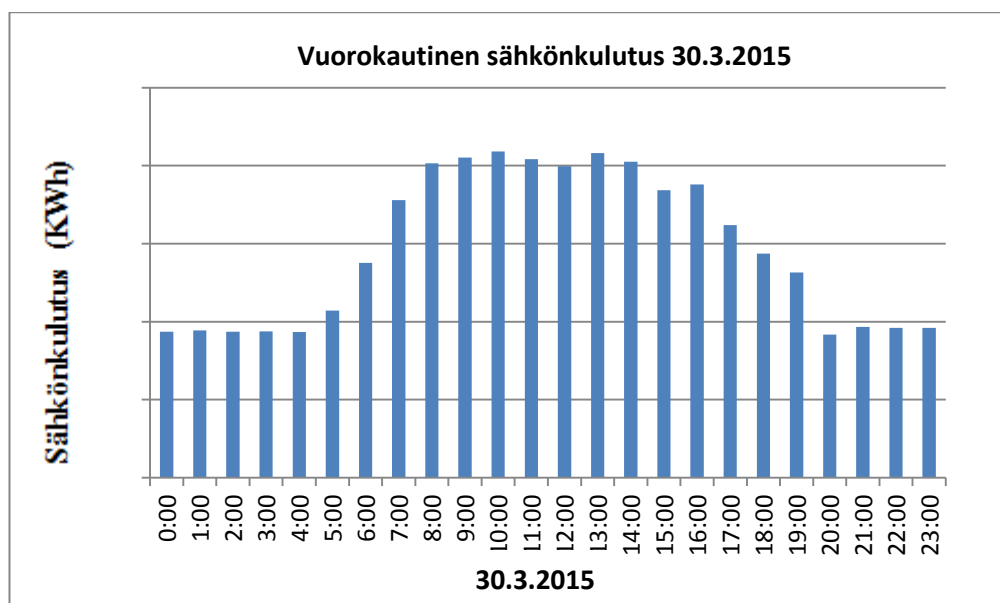
KUVIO 3. Sähkönkulutus vuosina 2010–2015 (Kokkolan Energia Online 2015) **(Salattu osittain)**

Kulutustietojen tarkemmassa tarkastelussa käy hyvin ilmi se, että sähkönkulutus vaihtelee kuukausikohtaisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaan. Kesäkuukausina energiankulutus laskee verrattuna talvikuukausiin. Kesäkuukausina energiakulutuksen lasku johtuu yksinkertaisesti siitä, että rakennuksen lämmitykseen tarvittavan energian määrä laskee huomattavasti. Vastaavasti rakennuksen jäähdyttäminen vie enemmän energiaa, joka tasaa kulutusta. Alla olevassa diagrammissa selviää kuukausikohtainen energiankulutus vuodelta 2014. Suuret vaihtelut selittyvät suurimmaksi osaksi sillä, että laajennuksen rakennustyöt kuluttivat paljon energiaa.



KUVIO 4. Kuukausikohtainen energiankulutus 2014 (Kokkolan Energia Online 2015)  
(Salattu osittain)

Tarkastelun siirtäminen tarkemmaksi ja päiväkohtaisemmaksi auttaa selvittämään vuorokautisen sähkönkulutuksen. Tarkemman tarkastelun avulla nähdään suurimmat kulutushuiput ja tuntikohtaiset tiedot sähkönkulutuksen osalta.



KUVIO 5. Vuorokautisen sähkönkulutuksen jakauma (Kokkolan Energia Online 2015)  
(Salattu osittain)



Kiinteistön sähköenergian jakaumat perustuvat lisättävien erillisten kulutus mittareiden antamiin energiankulutustietoihin, sekä tehomittarilla mitattujen lyhyen jakson hetkellisteho arvoihin. Lisäksi apuna käytettiin Kokkolan Energia Oy:n lukemapalvelusta saatuja tietoja. Apex Automaton Oy:n toimisto- ja tuotantotiloissa suurimpia sähkökuluttajia ovat tilojen tarvitsemat sisä- ja ulkovalaistus, LVI-laitteiden sekä IT-laitteet (tietokoneet ja tulostimet). Saatujen mittausten ja kulutustietojen avulla olen määritellyt keskimääräisiä kulutuksia edellä mainituista kulutuskohteista.

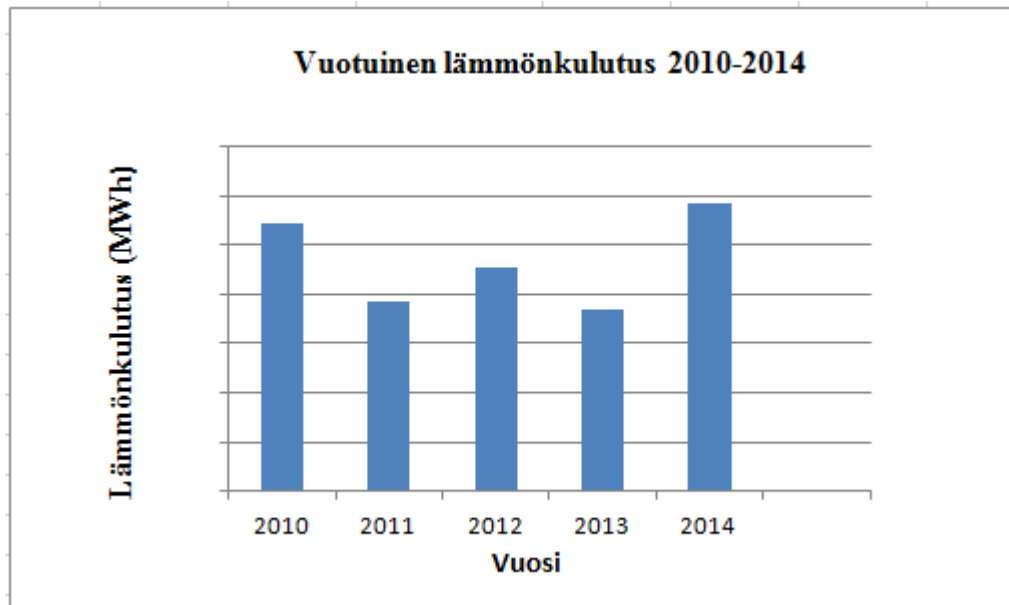
Kulutuslukemat sisävalaistuksen ja laitesähkökulutuksen osalta pysyvät vallitsevista olosuhteista riippumatta lähes samana. Kulutusvaihteluja tapahtuu eniten lvi laitteiden osalta vallitsevien sääolosuhteiden mukaan.

TAULUKKO 1. Sähkökulutuksia ennen muutostöitä

Sähkökulutus ennen muutostöitä	Teho/kW	Vuorokautinen käyttöaika/h	Energia kulut/kWh
Sisävalaistus keskimääräinen	8	12	96
Ulkovalaistus keskimääräinen	2	8	16
Ilmastointi päivä	5,5	12	66
Ilmastointi yö	3,8	12	45,6
Laitesähkökulutus keskimääräinen 1 hlö		24	0,7
Laitesähkökulutus keskimääräinen 50 hlö		24	35
Muut: Lämmönvaihtimet, tulostimet, puhaltimet yms		24	15
Kokonaiskulutukset tehtyjen mittausten mukaan		24	274,3
Keskimääräinen kulutus arkivuorokausi kesä		24	280
Keskimääräinen kulutus arkivuorokausi talvi		24	320
Keskimääräinen kulutus arkipäivä 06.00-18.00/kesä		12	200
Keskimääräinen kulutus arki-ilta 18.00-06.00/kesä		12	80
Keskimääräinen kulutus arkipyhä/kesä		24	165

### 3.3.2 Lämpö

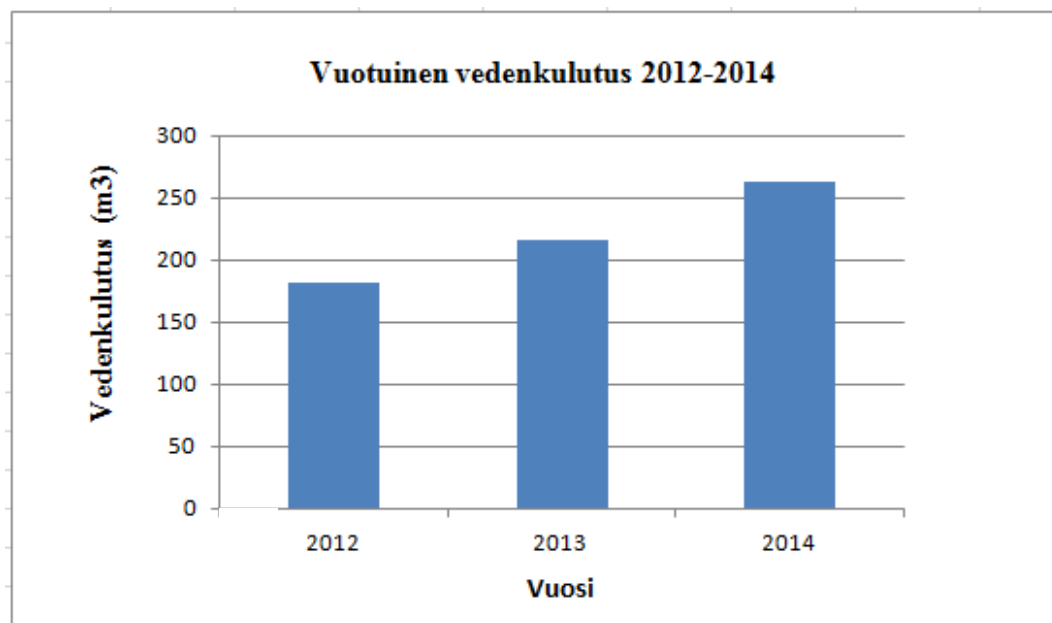
Lämmönkulutus riippuu pitkälti vuoden keskimääräisistä lämpötiloista, vuoden 2014 osalta kasvun selittää toimisto- ja tuotantotilojen laajennus. Ennuste vuodelle 2015 näyttää pientä kasvua edellisvuoteen verrattuna.



KUVIO 6. Lämmönkulutus vuosina 2010–2014 (Kokkolan Energia Online 2015)  
(Salattu osittain)

### 3.3.3 LVI

Vettä toimisto- ja tuotantotiloissa vuodesta 2010 vuoteen 2014 on kulunut seuraavan pylväsdiagrammin mukaan. Ennuste vuodelle 2015 on vuoden 2014 tasoa.



KUVIO 7. Vedenkulutus vuodesta 2012 vuoteen 2014 (Kokkolan Vesi Online 2015)

### 3.4 Kokonaiskustannukset ja kulutukset vuonna 2014

Kokonaiskustannukset vuonna 2014 on esitetty alla olevassa taulukossa, kuukausikohtainen vaihtelu ja vertailu selventävät kulutuksen ymmärtämistä ja seurantaan. Kokonaiskustannukset eivät sisällä arvonlisäveroa.

TAULUKKO 2. Kokonaiskustannukset vuonna 2014

	Sähköenergia (MWh)	Sähköenergia kust. (€)	Lämpöenergia (MWh)	Lämpöenergia kust. (€)	Vesi (m <sup>3</sup> )	Vesi kust. (€)
Tammikuu	<b>SALATTU TOIMEKSIANTAJAN PYYNNÖSTÄ</b>					
Helmikuu						
Maaliskuu						
Huhtikuu						
Toukokuu						
Kesäkuu						
Heinäkuu						
Elokuu						
Syyskuu						
Lokakuu						
Marraskuu						
Joulukuu						
<b>Yht.</b>						

## **4 SUUNNITELMAT ENERGIATEHOKKUUDEN JA KÄYTETTÄVYYDEN PARANTAMISEKSI**

Tässä luvussa käydään läpi opinnäytetyöhöni liittyvät käytännön työt ja suunnitelmat. Tämän lisäksi läpi käydään muutoksilla saavutetut kiinteistön energiatehokkuutta ja järjestelmän käytettävyyttä parantavat ratkaisut. Käytännön työt alkoivat sähkösuunnittelulla. Suunnitelmien jälkeen tilattiin suunnitelmien pohjalta tarvittavat laitteet ja komponentit. Keskuksen vaihto ja näyttöpaneelien asennukset sekä järjestelmän käyttöönotto olivat osa opinnäytetyötä.

### **4.1 Sähkösuunnitelmat**

Suunnitteluprosessi alkoi vanhojen sähkökuvien tutkimisella ja niihin perehtymisellä. Sähkösuunnitelmia tehdessä oli selvitettävä, miten saadaan toteutettua kaikki energianseurantaan, valaistuksen sekä ilmastoinnin ohjaukseen liittyvät tavoitteet. Suunnitelmat sisälsivät ryhmäkeskuksen uusintaan liittyvät piirikaaviot sekä layout kuvat. Sähkösuunnittelukuvien perusteella kasattiin käyttötarkoituksiin soveltuva keskus Apex Automation Oy:n tuotantotiloissa. Seuraavissa alaotsikoissa käyn tarkemmin läpi sähköistyksen ja automatisoinnin avulla toteutetut ratkaisut.

### **4.2 Ryhmäkeskuksen uusinta**

Ryhmäkeskuksen uusinta tuli kiinteistössä ajankohtaiseksi, kun havaittiin keskuksen olevan tilanpuutteen ja yleisen ulkonäön sekä käytettävyyden kannalta automaatiotalolle soveltumaton ratkaisu. Uuden keskuksen myötä tilanpuutteeseen liittyvät ongelmat ratkesivat. Nykyisen keskuksen tekniikka sekä ulkonäkö soveltuvat suunniteltuihin käyttötarkoituksiin. Keskusta tullaan käyttämään apuna Apex Automation Oy:n järjestämissä koulutuksissa. Keskuksessa on käytetty suurimmaksi osaksi ainoastaan Siemensin valmistamia sähköjärjestelmiin ja automaatioon liittyviä komponentteja. Keskus toimii hyvänä esimerkkinä nykyisille ja tuleville asiakkaille.

#### 4.2.1 Lait ja säädökset

Jakokeskuksia koskevat standardit ovat uudistuneet. Uusi standardisarja SFS-EN 61349 on korvannut vanhan jakokeskuksia koskeneen sarjan SFS-EN 60439. Sähköurakoitsijalle tyypillisiä asennustyömaalla tehtäviä töitä ovat jakokeskusten asentaminen ja kytkeminen käyttökuntoon. (Jakokeskusopas 2014,3.)

#### 4.2.2 Jakokeskuksen kokoonpano

Valmistaja vastaa keskuksen kokoonpanosta, sähköisistä ja mekaanisista kytkennöistä sekä liitännöistä. Keskuksen valmistaja on organisaatio, jolla on vastuu valmiista keskuksista. Valmistaja voi olla esimerkiksi sähköurakoitsija, joka kokoaa keskuksen. (Jakokeskusopas 2014, 30.)

Keskuksen valmistajan vastuulla on varustaa keskus yhdellä tai useammalla arvokilvellä. Arvokilpi on sijoitettava paikkaan, jossa ne ovat näkyvissä ja luettavissa. Kilpi on valmistettava kulutusta kestävällä tavalla. (Jakokeskusopas 2014,42.)



KUVIO 8. Keskuksen valmistajan arvokilpi

Kotelo valitaan kuormitus ja häviöt huomioon ottaen. Kotelon valintaan vaikuttavat myös ympäristön edellyttämien henkilöturvallisuuskäytökohtien ja laitteiden suojaustarpeet. Koteloiden sallitut häviötehot, komponenttien häviötehot ja sallitut ympäristön lämpötilat määritellään komponenttivalmistajan mukaan. Mekaanisten iskujen suojaus kotelossa määritellään asianomaisissa keskusstandardeissa. (Jakokeskusopas 2014,31.)

Alla olevasta kuvioista selviää kotelon valmistajan valmistuksessa käyttävät sertifikaatit sekä hyväksyntämerkinnät.



KUVIO 9. Kotelon valmistajan arvokilpi (RITTAL TS 8004.500)

Kotelon valinnassa urakoitsijalla on paljon vaihtoehtoja, moduulikomponenteille on olemassa sopivia vaihtoehtoja. Koteloita on sekä muovisia että metallisia, pinnalle asennettavia ja upotettavia. Kotelointiluokaltaan koteloita on kosketussuojaisista korkeisiin tiiveysluokkiin asti. On olemassa sekä maadoitettuja että suojaeristettyjä koteloita. (Jakokeskusopas 2014,33.)

Opinnäytetyössäni valitsimme sopivaksi koteloksi Rittalin valmistaman, TS8 – TS 8004.500 teräslevykotelon. Kotelon valintaan vaikutti erityisesti kotelon soveltuvuus käyttökohteeseen. Kotelointiluokaltaan kotelo on IP 55, joka täyttää kaikki tilan- ja käytön vaatimat standardit. (Rittal Oy:n verkkosivut 2015.) Lisätietoja jakokeskuksen ja kotelon vaatimista valmistamiseen ja kokoamiseen liittyvistä ohjeista löydät standardista SFS-EN 61349.

Alla olevasta kuvasta selviää opinnäytetyönä suunniteltu keskus



KUVIO 10. Jakokeskus asennettuna tekniseen tilaan.

#### **4.2.3 Jakokeskuksen asentaminen**

Asennettavan keskuksen kotelointiluokan ja asennuspaikan tulee olla sellainen, että kosteuden, veden, pölyn tms. vieraan aineen haitallinen vaikutus on estetty. Keskusten asennusohjeita on noudatettava ehdottomasti. Standardista SFS 6000-7-729 edellyttää, että 63 A:n tai sitä suuremmilla keskuksilla tulee olla vähintään 0,8 metrin hoitotila. (Jakokeskusopas 2014,48.)

Keskukseen liitettävät johdot edellyttävät usein sisään viennissä asennustarvikkeiden käyttöä. Hyvä tapa välttää mekaanista vahingoittumista on muovisten läpivientiholkkien käyttö. (Jakokeskusopas 2014,52.)

Kyseisessä keskuksessa käytimme kaapeleiden läpivientiin asennusholkkeja, jotka ovat vastamutterilla kiinnitettyjä. Holkeissa on tiivisteet, jotka estävät esimerkiksi kosteuden- ja pölyn pääseminen keskuksen sisälle.

Jakokeskusten kytkennässä on johtimille varattava riittävästi kiinteästi asennettuja liittimiä. Standardi SFS 600 määrittelee, että jokaiselle tulevan ja lähtevän johdon nolla, PEN- ja suojohtimella on oltava oma liittimensä. (Jakokeskusopas 2014,54.)

Johdinniput keskuksen sisällä tulisi sijoittaa tarkoitettuihin johtokouruihin tai vastaaviin tiloihin. Teollisuuden käytössä on erittäin tavallista, että keskuksissa esiintyy pääpiiristä poikkeavia ja riippumattomia jännitteitä erilaisissa ohjaus-, säätö- ja mittauspiireissä. Toimintahäiriöiden estämiseksi ja turvallisuuden takia ovat nämä piirit pidettävä erillä toisistaan. Paras tapa olisi käyttää erillisiä johtoreittejä ja liittymiä kullekin jännitejärjestelmälle. (Jakokeskusopas 2014,60.)



KUVIO 11. Keskuksen kokoonpano



Kyseisessä keskuksessa käytimme johdinnippujen sijoittamiseen johtokouruja. Jännitejärjestelmät erottelimme erillisillä johtokouruilla. Kentältä tulevat johtimet on kytketty niille varatuille riviliittimille. Keskukseseen on jätetty tilavarauksena tilaa uusille komponenteille sekä riviliittimille.

#### **4.2.4 Tarkastus ja käyttöönotto**

Jakokeskuksen valmistaja on varmistanut keskuksen turvallisen rakenteen ja toiminnallisen sopimuksenmukaisuuden. Sähköurakoitsijan tulee osaltaan varmistaa, että jakokeskus on edelleen turvallisuustasoltaan määräysten mukainen ja toiminnaltaan luotettava sekä käyttäjänsä tarvetta vastaava. (Jakokeskusopas 2014,80.)

Jakokeskukselle tehdään säännöllisiä tarkastuksia asennuksen eri vaiheissa. Keskuksen saapumisen jälkeen tehdään ensimmäinen tarkastus, jossa selvitetään mm. keskuksen mekaaninen kunto ja tarvittavien dokumenttien olemassaolo. Keskuksen mekaanisen asennuksen jälkeen varmistetaan esimerkiksi ovien sekä katkaisijoiden toiminnat. Keskuksen kytkentöjen jälkeen varmistetaan sähköisten toimintojen moitteettomuus tarkastamalla. (Jakokeskusopas 2014,81.)

Tarkastuksen tulee sisältää myös tarvittavat käyttöönottomittaukset. Tehdyistä mittauksista on laadittava käyttöönottotarkastuspöytäkirja, josta selviää kohteen perustiedot sekä kohteesta tehdyt mittaukset sekä saadut tulokset.

#### **4.3 Ilmastoinninsäätimen vaihto**

Säätimen vaihtoon päädyttiin sen jälkeen, kun havaittiin vanhan EH-10 ilmastoinnin säätimen olevan toiminnaltaan ja säätömahdollisuuksiltaan rajallinen energiatehokkaaseen ilmanvaihtoon. EH-10 säätimen ohjaaminen ulkoisella kytkimellä ei ollut mahdollista, joka vaikutti osaltaan siihen että päädyttiin vaihtamaan säädin uudempaan. Uudemmallalla EH-105 ilmastoinnin säätimellä pystytään toteuttamaan ilmastoinnin ohjausta kattavammin. Säätö- ja toimintamahdollisuuksien ansiosta parannamme ilmastointikoneen energiatehokkuutta ja käytettävyyttä. Lisäksi säädin mahdollistaa ulkoisen tehon

ohjauksen, joka oli tärkeää kiinteistön ja erityisesti ilmastointikoneen hallinnan kannalta. Ilmastoinnin käyntiaikoja ja lämpötiloja muuttamalla saadaan aikaan energiansäästöjä, kuitenkin tinkimättä ilmanvaihdon laadusta ja tarpeesta.



KUVIO 12. EH-105 ilmastoinninsäädin

#### 4.4 Kiinteistön hallinta ja käytettävyys

Kiinteistön käyttäjille oleellisten paneelien tekniikka ja toiminta käydään läpi seuraavissa alaluvuissa. Laitteistojen oikealla käytöllä saavutetaan tavoiteltuja energiansäästöjä. Käyttäjät tarvitsevat neuvoja ja opastusta järjestelmän sekä kiinteistön hallintaan.

##### 4.4.1 Kosketusnäytöt

SIMATIC HMI- kosketusnäytöt ovat operointipaneeleita, joita operoidaan koskettamalla laitteen näyttöä. Kosketuselementit on tehty vaativiin teollisuusolosuhteisiin. Operointimahdollisuuksia ovat joko painikepohjainen operointi tai kosketusnäyttö. Kosketusnäytöissä käytettävän tekniikan ansiosta näytön likaantuminen ei vaikuta kosketusnäytön toimintaan. (Siemens Oy:n verkkosivut 2015.)

#### 4.4.2 Comfort paneelit

Comfort paneelit ovat paneelien uusi lippulaivasarja kuvasuhteella 16:9. Laajakuvanäyttö tarjoaa jopa 40 % enemmän kuva-aluetta, kuin perinteiset näytöt. Suurimmat paneelit ovat kooltaan 22 tuumaisia ja pienimmät 4 tuumaisia. Ohjelmointiympäristönä Simatic Wincc Comfort V13 SP1. (Siemens Oy:n verkkosivut 2015.)

Kiinteistössä on kaksi Siemensin TP1500 comfort paneelia, paneelien kautta tapahtuvat ohjaukset selviävät toimintakaaviosta.



KUVIO 13. TP 1500 Comfort paneeli asennettuna

#### 4.4.3 Käyttöliittymä

Käyttöliittymällä tarkoitetaan ohjelmiston osaa, jonka kautta käyttäjät käyttävät tuotetta ja siihen liittyviä toimintoja. Opinnäytetyössä pyrimme tekemään operointipaneelien käyttöliittymistä mahdollisimman selkeitä ja helppokäyttöisiä. Tämä oli tärkeää, koska operointipaneelien kautta ohjataan käytännössä koko rakennuksen tekniikkaa. Käyttöliittymän suunnittelussa panostimme energiatehokkuuden huomioon ottamiseen erityisesti energianseurannan ja valaistuksen ohjauksen avulla.

Operointipaneelit ja niihin tehdyt käyttöliittymät toimivat samalla hyvänä esimerkkinä automaatio suunnittelun ja siemensin tekniikan mahdollisuuksista toteuttaa teollisuus- ja kiinteistö rakennusten automatisointi ratkaisuja.

#### **4.5 Käyttäjien opastus**

Kiinteistön käyttäjille tulee kertoa seuraavista energiatehokkuuteen liittyvistä asioista; valaistuksen käyttöajat ja ohjeet tilojen käyttäjille, ilmanvaihdon käyttöajat ja toimintaohjeet ongelmatilanteissa sekä tilojen oikeat lämpötilat ja toimintaohjeet ongelmatilanteissa. (Motiva 2015.)

Pyrin seuraavaksi kertomaan edellä mainituista käyttäjien opastukseen liittyvistä asioista, sekä muista havaitsemistani energiatehokkuuteen liittyvistä tehostamismahdollisuuksista Apex Automation Oy:n tiloissa.

Valaistuksen osalta käyttäjien olisi hyvä muistaa valaistuksen tarpeenmukainen käyttö ja käyttää iltaisin ja viikonloppuisin suositeltuja tilakohtaisia ohjauksia. Työpäivän aikana valaistuksen käytössä käyttäjän olisi hyvä muistaa toimistohuoneiden ja yleisten tilojen valojen sammuttamisen mahdollisuuksien mukaan, jos tilalle ei ole käyttöä esimerkiksi seuraavan tunnin aikana.

Ilmanvaihdon osalta käyttäjien on hyvä muistaa mahdollisuus ilmastonin tehostamiseen iltaisin ja viikonloppuisin, jos siihen on tarvetta. Työpäivän aikana käyttäjiltä ei vaadita erityisiä toimenpiteitä ilmastonin osalta. Mahdollisissa ongelmatilanteissa on tärkeää ottaa yhteyttä kiinteistön käytöstä vastaaviin henkilöihin.

Tilojen lämpötilat ovat asennusten valmistuttua luettavissa operointipaneeleilta. Lämpötilojen seurannan avulla pystytään puuttamaan mahdollisiin lämpötilojen muutoksiin nopeasti. Tilojen oikeana lämpötilana voidaan arkena pitää noin 21 - 24 celsiusastetta. Havaituista muutoksista on tärkeää informoida kiinteistön käytöstä vastaavia henkilöitä.

Laitesähkön kulutus on merkittävä osa toimistorakennusten energiankulutusta. Tietokoneiden ja monitoreiden sammuttamisella työpäivän jälkeen tehostetaan kiinteistön energiankäyttöä. Käyttäjien olisi hyvä muistaa, että valmius- ja lepotila-asetukset kuluttavat myös sähköä.

## **4.6 Ohjausjärjestelmät**

Tässä luvussa käydään läpi rakennuksen ilmanvaihtoon ja lämmitykseen liittyvät säätimet, niiden perustiedot ja toimintaperiaatteet. Kiinteistön käytöstä vastaaville saadaan säätimien toimintaan, ohjelmointiin, huoltoon ja käytettävyyteen annettua tietoa ja ohjeita.

### **4.6.1 Ilmastoinninsäädin EH-105**

Ouman EH-105 on monipuolinen ja älykäs ilmastoinninsäädin, joka soveltuu erilaisiin ja vaativiin kohteisiin. Ilmanvaihdon toteutustapoja ja mahdollisuuksia on paljon, säädin huomioi ilmastoidun tilan olosuhteiden muutokset (lämpötila, CO<sub>2</sub>- pitoisuus, kanavapaine, kosteuden nousu). EH-105:ssä on normaalien kello-ohjauksien lisäksi vuosikello, jonka avulla voidaan luoda esimerkiksi kesälomille ja arkisunnuntaille haluttuja käyntiohjauksia. Säädintä on mahdollista käyttää joko taajuusmuuttaja tai kontaktori ohjatuissa ilmastointilaitteissa. (Ouman 2010.)

EH-105 soveltuu monipuolisuutensa puolesta ilmanvaihtokoneisiin, jotka toimivat tulo-, huone- ja poistoilman, ulkolämpötilan sekä taajuusmuuttajien kanssa paineen mukaan.

Mittauksia säätimeen voidaan kytkeä yhteensä 18 kappaletta. Näistä mittauksista tärkeimpiä ovat NTC -mittaukset, joita säätimeen voidaan kytkeä yhteensä kuusi. Kyseisillä mittauksilla mitataan prosessin lämpötiloja. Prosessin lämpötilojen mittauksiin luetaan ulkoilman sekä tulo- ja poistoilman lämpötilat. Säätimeen on mahdollista kytkeä myös lähetin- ja digitaalimittauksia. (Ouman 2010)

Tavallisesti säätimessä käytetään automaattiohjausta, jolloin ilmastointikone käy säätimen kello-ohjelman mukaisesti. Säätimeen asetettu vrk/vko-ajastimen kello-ohjelma voidaan

ohittaa ja valita jokin muu ohjaustapa. Käyttäjän on mahdollista asettaa IV-kone halutulle teho asetukselle. (Ouman 2010.)

Mittaustietojen lukeminen, hälytysten vastaanottaminen ja kuittaus sekä asetettujen aikaohjelmien käsittely voidaan hoitaa joko manuaalisesti paikanpäällä tai tarvittaessa etäohjatusti GSM-puhelimella tai web-selaimella. Etäohjauksien käyttö edellyttää lisävarusteiden hankintaa (Ouman 2010.). Apex Automation Oy:n ilmastoinninsäätimet ovat poistoilmaohjattuja ja taajuusmuuttajakäyttöisiä.

#### **4.6.2 Lämmityksen säädin EH-203**

Ouman EH-203 on monipuolinen lämmityksen säädin, joka soveltuu hyvin monenlaisiin lämmitysjärjestelmiin. Ouman EH-203 voi ohjata samanaikaisesti kahta lämmityspiiriä ja yhtä lämpimän käyttöveden säätöpiiriä. (Ouman 2010.)

Lämmönsäätimen tarkoitus on säätää rakennuksen lämmitykseen tarkoitettua menoveden lämpötilaa. Säätimen on kyettävä ottamaan huomioon vuodenaikojen ja lämpötilojen vaihtelut. Tarvittavat tiedot lämmitysverkoston säätämistä varten saadaan järjestelmään sijoitettavien anturien avulla. Lämpötilan säätämiseen tarvitaan ulko- ja lämmityslaitteelle menevän veden lämpötilatiedot. Näiden tietojen avulla ohjataan lämmityspiirin moottoriventtiiliä. (Ouman 2010.)

Säätimeen voidaan kytkeä yhteensä 14 samanaikaista mittaustietoa. Säädin voi lukea mittaustietoja myös väylän kautta. Digitaalituloon voidaan kytkeä joko kosketintieto tai pulssitieto. (Ouman 2010.)

EH-203:lla on mahdollista ohjelmoida kelloa käyttäviä ohjauksia esimerkiksi lämmityspiirien pudotukset, käyttöveden lämpötilan korotus. (Ouman 2010.)

Rakennuksessa sijaitsee kaksi Oumannin EH-203 säädintä. Vanhan- ja uudenpuolen lämmityksen ja ilmastoinnin paluueden lämmitykseen käytetään erillisiä säätimiä. Toinen säätimistä ohjaa lisäksi rakennuksen käyttöveden lämpötilaa.

## 4.7 Toimintakaavio

Rakennuksen automaatiojärjestelmä toteutetaan kahdella Siemensin logiikalla, jotka kommunikoivat väylän kautta keskenään. Automaatiojärjestelmä sisältää myös molemmille ulko-oville sijoitettavat TP 1500 Comfort paneelit. Paneelien ja logiikoiden avulla hallitaan rakennuksen valaistusta, ilmanvaihtoa sekä hälytysjärjestelmiä. Automaatiojärjestelmä liitetään myös toimiston sisäiseen verkkoon, jolloin paneelien avulla pystytään näyttämään asiakkaille esimerkkiprojekteja. Paneelien kautta päästään myös Siemensin internet sivuille, jolloin niiden kautta pystytään hankkimaan tietoja Siemensin laitteista ja niiden toiminnasta. Automaatio- ja sähköjärjestelmien avulla toteutettiin seuraavissa alaotsikoissa esitetyt energiatehokkuutta ja käytettävyyttä parantavat ratkaisut.

### 4.7.1 Sisävalaistus

Sisävalaistus toteutettiin siten, että valaistuksen ohjaukset tapahtuvat ryhmä- ja aluekohtaisesti molemmille ulko-oville sijoitetuilla operointipaneeleilta. Työpäivän aikana valaistuksen osalta ei tapahdu suuria muutoksia, kaikki valaistusryhmät ohjataan lähtökohtaisesti päälle kun ensimmäinen työntekijä tulee töihin (LIITE 1/1). Työpäivän jälkeen kello 17.00 tulee valomerkki, joka sammuttaa rakennuksen valaistuksen hetkellisesti. Tämän kellonajan jälkeen valaistuksessa siirrytään tilakohtaiseen valaistukseen, jossa vanhan puolen (LIITE 1/2), sekä uudenpuolen (LIITE 1/3) valaistusta ohjataan tilajakojen mukaan.

Käyttäjä valitsee mihin toimistoon tai tilaan hän haluaa valaistuksen päälle, tällä estetään valaistuksen päällä pitäminen niissä tiloissa missä sitä ei tarvita. Viikonloppuisin sisävalaistuksen ohjaus tapahtuu samalla tavalla, tilakohtaisesti. Tilakohtaiseen valaistukseen siirryttäessä iltaisin ja viikonloppuisin valaistusta ei tämän jälkeen saa ohjattua päälle kuin kahdeksi tunniksi kerrallaan. Kellolla estetään, ettei valaistus jää lähtiessä vahingossa päälle. Siinä tapauksessa, jos valojen ohjaukseen tarkoitettu automaatiojärjestelmä menee jostain syystä vikatilaan sisävalaistuksen saa päälle tämän jälkeen käsi-nolla-automaatti kytkimellä. Tarvittaessa valaistuksen saa päälle koko kiinteistöön, myös iltaisin sekä viikonloppuisin. Tämä onnistuu parametrisivuilta, josta on

mahdollista myös asettaa tunteina jokaiselle valaistusryhmälle oman ajan, jonka ne ovat päällä käytettäessä tilakohtaista valaistusta (LIITE 1/4).

#### **4.7.2 Ulkovaalaistus**

Ulkovaalaistuksen osalta muutokset tehtiin toiminta-aikoihin ja ohjaustapaan. Astronominen kytkinkello ohjaa ulkovaalaistusta hämäryyden ja kellonaikojen mukaan. Hämäräohjaus toimii Astronomisella kellolla GPS- koordinaattien mukaan. Kello-ohjauksella pystytään lisäksi määrittämään täsmällisemmin valaistuksen päällä oloajat. Molemmat toiminnot ovat tärkeitä, koska ulkona sijaitsevia pylväs- ja seinävaloja ohjataan eritavalla.

Seinävalot toimivat hämäräohjauksen mukaan. Isot pylväsvalot, jotka kuluttavat eniten energiaa, niiden palamista ohjataan hämäryyden ja kellonaikojen mukaan. Pylväsvalojen turhaa sähkönkulutusta tullaan vähentämään merkittävästi. Käyttäjät pystyvät paneelilta katsomaan onko ulkovaalaistus toiminnassa. Kuten sisävalaistuksessa ulkovalot on myös mahdollista syyttää ulkoisella käsi-nolla-automaatti kytkimellä tarvittaessa tai mahdollisessa vikatilanteessa.

#### **4.7.3 Ilmastointi**

Ilmanvaihtokoneiden mahdolliset hälytykset ohjataan logiikan kautta paneelille, hälytykset näkyvät paneelilla. Samalla molemmille paneeleille asennetaan ilmanvaihtokoneiden lisäaikakytkimet, joista on mahdollista pakottaa ilmastointikoneet isommalle teholle. Tehonnosto mahdollisuus on käytössä molemmilla ilmastointikoneilla. Käyttöä tehonnostolle tulee niissä tilanteissa, jolloin ilmastointikone on minimiteholla esimerkiksi iltaisin tai viikonloppuisin (LIITE 1/5). Paneelisivulta nähdään myös trendinä sisä- ja ulkolämpötilojen vaihtelut.



#### **4.7.4 Energia- ja sähkömittarin luenta**

Energiamittarilta saadaan pulssitieto logiikalle vaihtamalla mittarille sopiva pulssiulostulokortti. Sähköenergian seuranta tapahtuu sähkömittarille sijoitettavan pulssi-anturin kautta, jonka toiminta perustuu sähkömittarissa olevan kulutus ledin luentaan. Molempien mittareiden antamaa informaatiota pystytään seuraamaan näyttöpaneelilta, sekä toimiston sisäisen verkon kautta.

Energianseuranta on tärkeää kun lähdetään parantamaan rakennuksen energiantehokkuutta, seuranta mahdollistaa reaali sekä pitkänaikavälin kulutuksen seurannan. Käyttäjien on tärkeää nähdä rakennuksen energiankulutuksen muutokset niin päivän kuin esimerkiksi kuukauden aikana. Seurannan avulla havaittuihin muutoksiin on tämän jälkeen helpompi puuttua. Käyttäjät on helpompi saada mukaan yhteisiin energiansäästötalkoisiin, kun pystytään näyttämään konkreettisesti miten paljon kulloinkin energiaa kuluu (LIITE 1/6).

#### **4.7.5 Hälytysjärjestelmä**

Lämmitys- ja ilmanvaihtoon liittyvien laitteiden hälytystiedot siirretään teknisessä tilassa olevan hälytyskeskuksen kautta logiikalle ja sieltä edelleen paneelille. Laitteistojen hallinta ja seuranta paranee merkittävästi.

Murto- ja palohälyttimien tilatieto ohjataan logiikan kautta paneelille, jolloin nähdään onko hälytysjärjestelmä päällä vai ei. Samalla saadaan tarvittaessa hälytystiedot etäyhteyden kautta valituille käyttäjille. Laajennuksen ja vanhanpuolen välissä olevaa palo-ovea ohjataan niin, että työpäivän jälkeen palo-ovi sulkeutuu automaattisesti.

#### **4.7.6 Anturit**

Automaatiojärjestelmään liittyy myös ulko- ja huonelämpötila antureita. Rakennuksen uuden ja vanhan puolen sisätiloihin on sijoitettu huonelämpötila-anturit. Antureiden tarkoitus on ilmoittaa käyttäjälle mahdollisista lämpötilojen muutoksista. Lämpötilatiedot on luettavissa näyttöpaneelilta. Lämpötilan laskuihin ja nousuihin pystytään puuttumaan

nopeasti, mahdolliset vikatilanteet esimerkiksi ilmanvaihdon kanssa pystytään selvittämään nopealla aikataululla.

## **4.8 Ulkopuolelle jätettyjen sähköjärjestelmien tarkastelu**

Tässä luvussa käyn läpi rakennuksen sähköjärjestelmiin ja automaatioon liittyviä sähkön- ja energiankulutus kohteita, joita ei tässä vaiheessa erisyistä otettu mukaan tarkasteluun. Alla oleviin väliotsikoihin on koottu kohteita, joita voidaan mahdollisesti myöhemmässä vaiheessa ottaa osaksi energiatehokkuusjärjestelmää.

### **4.8.1 Pistorasiajärjestelmä**

Pistorasioiden tarkastelu opinnäytetyössäni keskittyi pistorasioihin liittyvien laitteiden sähkönkulutusten seurantaan. Toimistorakennuksissa pistorasioihin liittyvistä laitteista eniten sähköä vievät kannettavat tietokoneet ja niihin liittyvät näyttöpäätteet sekä tulostimet ja serverit. Siirrettävällä energiamittarilla tarkastelin eri tulostinten sekä työpisteiden hetkellisiä ja vuorokautisia kulutuslukemia.

Pistorasiajärjestelmän osalta päätimme tässä vaiheessa olla tekemättä mitään toiminnallisia muutoksia. Rakennuksessa on paljon tietokoneita ja servereitä, joiden katkaisu esimerkiksi yön ajaksi ei ole mahdollista. Tulostinten osalta tulimme siihen lopputulokseen, ettei niiden sähkönkulutus lepotilassa ole merkittävä kokonaisuuden kannalta. Pyrimme käyttäjien opastuksella kertomaan työntekijöille tietokoneiden- ja monitorien sammuttamisen tärkeydestä.

### **4.8.2 Auto- ja sulanapitolämmitykset**

Autolämmitystolppia rakennuksen ympärillä on kaksikymmentä kappaletta, jokaisessa tolpassa on kaksi kellokytkimellä varustettua pistorasiaa. Autolämmityksen katkaisu pidemmäksi aikaa sekoittaa niissä olevien kellojen toiminnan, joten tässä tapauksessa lämmitystolppia ei lähdetä ulkoisesti ohjaamaan. Työajan ulkopuolellakin pitää olla

mahdollisuus käyttää autolämmitystä, joten niiden mahdollinen aikakatkaisu tietyksi ajanjaksoksi ei ole tässä tapauksessa kannattavaa tai järkevää.

Sulanapitolämmityksiä rakennuksessa löytyy putkistoille, ajoluiskalle ja nosto-ovelle. Kyseisten lämmitysten toimintaa ohjaa tällä hetkellä ulkolämpötilatermostaatti. Termostaatti säätöinen sulana pitolämmitys on todettu hyvin toimivaksi systeemiksi, joten päätimme olla puuttumatta lämmitysten ohjauksiin.

#### **4.9 Toimenpiteiden energiansäästö ja kannattavuus**

Seuraavaksi esittelen tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksia energiatehokkuuteen. Esittelyjen lopussa löytyy taulukot, joissa käydään läpi nykyisten tietojen valossa arvioita energiansäästöistä.

Opinnäytetyön teoriaosuuden sekä esitettyjen laskujen ja tulosten perusteella olen päässyt selville kiinteistön energiansäästömahdollisuuksista. Suurimmat sähköenergian säästöpotentiaalit rakennuksessa liittyvät valaistukseen, ilmastointiin sekä laitesähkö kulutuksiin. Yllä mainittujen säästökohteiden tuottamat sähköenergian kulutuspiikit näkyvät selvästi kulutusseurantapalvelun tiedoista. Tehdyt toimenpiteet kyseisten kulutuskohteiden kohdalla selviävät toimintakaaviosta.

Ilmastointilaitteiden käyntiaikoja sekä tehoja muuttamalla olemme pystyneet laskemaan, jonkin verran ilta ja yösähkön kulutuksia ilmastoinnin osalta. Perussähkön kulutukseen, joka suurimmaksi osaksi rakennuksessa tulee LVI-järjestelmien kautta, emme pysty vaikuttamaan jo tehtyjen muutosten jälkeen kovinkaan paljon. Suurimmat säästöt tulemme saamaan muutosten valmistuttua sisävalaistuksen osalta. Sisävalaistuksen tilakohtaisella ohjauksella säästöjä saadaan varsinkin arki-iltaisain sekä viikonloppuisin.

Kaikkien toimenpiteiden ja muutosten valmistuttua pääsemme tarkemmin perille energiansäästöistä. Rakennuksen nykyinen tilakapasiteetti on ollut laajennusprojektin jälkeen käytössä täysmääräisesti elokuun lopulta 2014, joten vertailua tarkemmin kulutusten välillä pystymme tekemään syyskuusta 2015 lähtien.

### TAULUKKO 3. Sähkönkulutuksia muutostöiden jälkeen

Sähkönkulutus muutostöiden jälkeen	Teho/kW	Vuorokautinen käyttöaika/h	Energia kulut arvio/kWh
Sisävalaistus keskimääräinen	8	11	88
Ulkovaalaistus keskimääräinen	2	5	10
Ilmastointi päivä	5,5	12	66
Ilmastointi yö	3,5	12	42
Laitesähköt kulutus keskimääräinen 1 hlö		24	0,6
Laitesähköt kulutus keskimääräinen 50 hlö		24	30
Muut: Lämmönvaihtimet, tulostimet, puhaltimet yms		24	15
Kokonaiskulutukset tehtyjen mittausten mukaan			251,6

Seuraavassa taulukossa on esitetty arvioita säästöistä sähköenergian osalta vuoden aikana. Arviot ovat suuntaa antavia ja tarkemmin perille säästöistä päästään vasta pidemmän aikavälin seurannan avulla ja kaikkien muutostöiden valmistuttua.

### TAULUKKO 4. Arvio säästöistä vuoden aikana

Arvio säästöistä vuoden aikana	Säästöt sähköenergia (kWh)	Säästöt (kWh) (%)	Säästöt (€) (%)
<b>Toimenpide</b>			
Laitesähköt kulutuksen vähentäminen työpäivien aikana	1070	1,04 %	1,37 %
Sisävalaistuksen kulutuksen vähentäminen työpäivien aikana	1712	1,67 %	2,20 %
Sisävalaistuksen kulutuksen vähentäminen viikonloppuisin	624	0,61 %	0,80 %
Ulkovaalaistuksen ohjauksen parantaminen	380	0,37 %	0,49 %
Ilmastointi	1314	1,28 %	1,69 %
<b>Yhteensä</b>		<b>4,97 %</b>	<b>6,55 %</b>

## 5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja toteuttaa Apex Automation Oy:n Kokkolan kiinteistön energiansäästöpotentiaalit sekä käytettävyyden ja hallinnan parantamiseen liittyvät mahdollisuudet automaation sekä sähköistyksen avulla. Opinnäytetyöhön liittyi lisäksi kiinteistön jakokeskuksen vaihto ja vaihtoon liittyvä sähkösuunnittelu.

Energiatehokkuuden osalta työn tavoitteena oli vähentää sähköenergian kulutusta 10 %. Käytettävyyden ja hallinnan osalta tavoitteena oli mahdollistaa kiinteistön valaistuksen, ilmastoinnin ja muiden teknisten järjestelmien ohjausmahdollisuus. Jakokeskuksen vaihdon tavoitteena oli saavuttaa keskus, joka vastaa tekniikaltaan automaatiotalon tarpeita ja toimii tarvittaessa järjestettävissä koulutuksissa mallina. Yhteisenä tavoitteena oli toteuttaa kokonaisuus, joka palvelee niin kiinteistön käyttäjiä ja toimii samalla esimerkkinä yrityksen nykyisille ja tuleville asiakkaille.

Opinnäytetyötä aloittaessa tutustuin alaan liittyvään kirjallisuuteen sekä muihin tietolähteisiin. Etenkin Motivan tarjoamista materiaaleista oli suuri apu energiatehokkuuteen liittyvässä tiedon keruussa.

Opinnäytetyön tavoitteissa onnistuttiin kaiken kaikkiaan varsin hyvin. Käytettävyyttä ja rakennuksen hallintaa parannettiin merkittävästi tehtyjen toimenpiteiden avulla. Kulutuksen seurannan avulla energianhallinta paranee huomattavasti. Jakokeskuksen vaihto ja siihen liittyvät työt sujuivat onnistuneesti. Jakokeskuksesta tuli ulkonäöltään ja tekniikaltaan yritykselle onnistunut kokonaisuus. Tarkemmista energiansäästöistä pääsemme perille kaikkien toimenpiteiden valmistuttua sekä pidemmän aikavälin seurannan avulla ja vertailuilla edellisvuoden vastaaviin kulutuksiin. Arvioideni ja laskelmieni mukaan pääsemme noin 5 % energiansäästöihin.

Kiinteistön energiankatselmuksen jälkeen on yrityksellä tiedossa tarkemmin, mihin ja miten paljon energiaa kuluu. Selvinneiden säästökohteiden kohdalla on tehty tarvittavia toimenpiteitä energiatehokkuuden parantamiseksi. Yrityksellä on jatkossa edellytykset kehittää edelleen energiatehokkuutta.

## LÄHTEET

Apex Automation Oy. Yritys. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.apexautomation.fi/fi/yritys> Luettu 18.9.2015.

Kokkolan Energia 2015. Kulutusseurantapalvelu. WWW-sivusto. Luettu 1.4.2015

Kokkolan vesi 2015. Kulutusseurantapalvelu. WWW-sivusto. Luettu 1.4.2015

Lehtonen M, Heine P, Kallonen M, Lähdetie A, Tapper J, Vitie M, Koski P, Elväs S, Rautiainen K, Husu T & Silvast A. 2007. IT-sovellukset ja energiatehokkuuden kehittäminen. Espoo:Helsinki university of technology publications in power systems and high voltage engineering

Motiva 2012. Energiatehokas teollisuuskiinteistö. Pdf-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/files/5847/Energiatehokas\\_teollisuuskiinteisto.pdf](http://www.motiva.fi/files/5847/Energiatehokas_teollisuuskiinteisto.pdf). Luettu 30.3.2015.

Motiva 2014a. Energiatodistus. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.motiva.fi/rakentaminen/energiatodistus>. Luettu 27.3.2015

Motiva 2014b. Kiinteistöjen energianhallinta. Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiankayton\\_tehostaminen/kiinteistojen\\_energia\\_nhallinta](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energia_nhallinta). Luettu 30.3.2015.

Motiva 2014c. Valaistus. WWW-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiankayton\\_tehostaminen/valaistus](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/valaistus). Luettu 30.3.2015.

Motiva 2014d. Sisävalaistus. Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiankayton\\_tehostaminen/valaistus/sisavaalaistus](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/valaistus/sisavaalaistus). Luettu 30.3.2015.

Motiva 2014e. Katu- ja ulkovalaistus. Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiankayton\\_tehostaminen/valaistus/katu\\_ja\\_ulkovalaistus](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/valaistus/katu_ja_ulkovalaistus). Luettu 30.3.2015.

Motiva 2015. Käyttäjien opastus. Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/energiankayton\\_tehostaminen/kiinteistojen\\_energia\\_nhallinta/kiinteistojen\\_kayttajien\\_opastus](http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energia_nhallinta/kiinteistojen_kayttajien_opastus). Luettu 21.9.2015.

Ouman EH-105. Ilmastoinninsäädin. Pdf-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.ouman.fi/ouman\\_old/files/kayttoohjeet/eh-105\\_kasikirja.pdf](http://www.ouman.fi/ouman_old/files/kayttoohjeet/eh-105_kasikirja.pdf) Luettu 25.5.2015.

Ouman EH-203. Lämmönsäädin. Pdf-dokumentti. Saatavissa:

[http://ouman.fi/documentbank/EH-203\\_manual\\_fi.pdf](http://ouman.fi/documentbank/EH-203_manual_fi.pdf) Luettu 25.5.2015.

Riikkula, Jukka. 2011. Energiatohokkuutta lisää: talotekniset ratkaisut talotekniikassa. Sähköala koti, s.50.

Rittal Oy:n verkkosivut. Tuotteet.Kytkenäkaapit.Kaappijärjestelmät.TS-8 rivitysjärjestelmät teräslevyä. TS 8004.500. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.rittal.com/fi>. Luettu 25.9.2015.

Rousku H, Isto A, Hieta-Wilkman S, Kytöpuu M, Nurmi T & Siivola S. 2014. Jakokeskusopas. Espoo: Painokurki.

Siemens Oy:n verkkosivut. Industry. Teollisuus. Tuotteet ja järjestelmät. Automaatiotekniikka. Käyttöliittymät (SIMATIC HMI). Operointipaneelit. Kosketusnäytöt. Www-dokumentti. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/operointipaneelit/kosketusnaytot.php](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/operointipaneelit/kosketusnaytot.php). Luettu 10.9.2015.

Suomen Valoteknillinen Seura ry 2008, 24. Valaistushankintojen energiatohokkuus. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www.valosto.com/tiedostot/SVS\\_Valaistushankintojen\\_energiatohokkuus\\_V4.pdf](http://www.valosto.com/tiedostot/SVS_Valaistushankintojen_energiatohokkuus_V4.pdf). Luettu 30.3.2015.

Työ- ja Elinkeinoministeriö 2011. Sähkösuunnittelun ja laitehankintojen energiatohokkuus. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tem.fi/files/30410/Energiatohokkuus.pdf> Luettu 10.9.2015.

Ympäristöministeriö. 2012. Rakennusten automaation vaikutus energiatohokkuuteen. Pdf-dokumentti. Saatavissa: [http://www.avoinautomaatio.fi/doc/standardi\\_sfs-en\\_15232/Rakennusten-automaation-vaikutus-energiatohokkuuteen.pdf](http://www.avoinautomaatio.fi/doc/standardi_sfs-en_15232/Rakennusten-automaation-vaikutus-energiatohokkuuteen.pdf). Luettu 31.3.2015.

**SIEMENS**

SIMATIC HMI



21. syyskuuta 2015 8:19:10

Valaistus  
Sammutta  
Kaikki

Ulkona  
**+15,4°C**

Uusipuoli  
**+0,0°C**

Vanhapuoli  
**+21,4°C**

VALAISTUS

VANHA

UUSI



KAIKKI PÄÄLLE

Solution Partner  
Automation

**SIEMENS**

Υπρωστήριξη

**SIEMENS**

Etusivu

Vanhapuoli

Uusipuoli

Silvous 2h

Tilastointi

Parametrit

Yleiset

**TOUCH**



SIEMENS

SIMATIC HMI

**APex AUTOMATION**

21. syyskuuta 2015 8:20:12

Valaistus  
Sammuta kaikki

Ulkona  
+15,4°C

Uusipuoli  
+0,0°C

Vanhapuoli  
+21,4°C



TOUCH



- Etusivu
- Vanhapuoli
- Uusipuoli
- Sivous 2h
- Ilmastointi
- Parametrit
- Yleiset

SIEMENS

SIMATIC HMI

**APAX AUTOMATION**

21. syyskuuta 2015 8:20:31

Valaistus  
Sammutta  
kaikki

Ulkona  
**+15,4°C**

Uusipuoli  
**+0,0°C**

Vanhapuoli  
**+21,4°C**



Ei käytössä vielä!



- Etusivu
- Vanhapuoli
- Uusipuoli
- Sivous 2h
- Ilmastointi
- Parametrit
- Yleiset

TOUCH

SIEMENS

SIMATIC HMI



21. syyskuuta 2015 8:21:42

Valaistus  
Sammutta  
kaikki

Ulkona  
**+15,4°C**

Uusipuoli  
**+0,0°C**

Vanhapuoli  
**+21,4°C**



TOUCH

Yleiset tilat vanha	2	h	Huomi
Yleiset tilat uusi	0	h	Voit asettaa tunteina jokaiselle valaistusr ryhmälle oman ajan jonka ne ovat päällä tilaisin kun käytetään yksittäisten ryhmien ohjausta.  Valomerkki tulee 5 minuuttia ennen sammumista.
Avokonttori	2	h	
Avokonttori lisäosa	2	h	
Neukkari/työhuone	2	h	
Työhuoneet 1-3	2	h	
Työhuoneet 4 & 5	2	h	
Kahvi/Koulutus	2	h	
Työpisteet	0	h	
Kokoonpano	0	h	
Toimisto 1 & 2	0	h	
Toimisto 3-5	0	h	
Toimisto 6 & 7	0	h	
Työaika alkaa	6	: 00	
Työaika loppuu	18	: 00	

Etusivu

Vanhapuoli

Uusipuoli

Sivous 2h

Ilmastointi

Parametrit

Yleiset

KAIKKI PÄÄLLE  
ILMAN AIKAKATKAISUA

Stop  
runtime

SIEMENS

SIEMENS

SIEMENS

SIMATIC HMI



21. syyskuuta 2015 8:21:22

Valaistus  
Sammutta  
kaikki

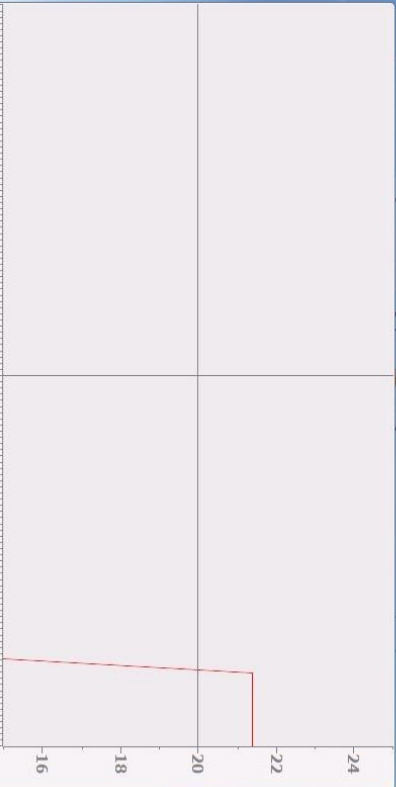
Ulkona  
**+15,4°C**

Uusipuoli  
**+0,0°C**

Vanhapuoli  
**+21,4°C**



TOUCH



8:10:22 8:12:52 8:15:22 8:17:52 8:20:22  
21.9.2015 21.9.2015 21.9.2015 21.9.2015 21.9.2015

Käytä Muuttujayhteyks Arvo Päivämäärä/kellonaika  
Uusipuoli apunuttujat\_lämp... ##### 21.9.2015 8:15:22:943  
Vanhapuoli apunuttujat\_lämp... ##### 21.9.2015 8:15:22:943

VANHA PUOLI ILMASTONIT UUSI PUOLI

Tehon nosto

Kesto: +0 h  
Jälgellä: 0 min

Tehon nosto

Kesto: 0 h  
Jälgellä: 0,0 min

SIEMENS

SIEMENS

- Etusivu
- Vanhapuoli
- Uusipuoli
- Sivous 2h
- Ilmastointi
- Parametrit
- Yleiset

SIEMENS

SIMATIC HMI



21. syyskuuta 2015 8:21:56

Valaistus  
Sammutta  
kaikki

Ulkona  
**+15,4°C**

Uusipuoli  
**+0,0°C**

Vanhapuoli  
**+21,4°C**



Solution Partner  
Automation

SIEMENS

Yhteystiedot

SIEMENS

- Etusivu
- Vanhapuoli
- Uusipuoli
- Sivous 2h
- Ilmastointi
- Parametrit
- Internet
- Energia
- Yhteiset

TOUCH

**SALATTU TOIMEKSIANTAJAN PYYNNÖSTÄ**















































































