

**KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU
TEKNIikka**

Kenttä Kari

**Kiinteistön sähköenergian käytön tehostaminen
kulutuksen pohjakuormaa pienentämällä
Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä Lappiassa**

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelman opinnäytetyö
Kunnossapito
Kemi 2011

TIIVISTELMÄ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö	
Koulutusohjelma	Teknologiaosaamisen johtaminen
Opinnäytetyön tekijä	Kari Kenttä
Opinnäytetyön nimi	Kiinteistön sähköenergian käytön tehostaminen kulutuksen pohjakuormaa pienentämällä Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä Lappiassa
Työn laji	Opinnäytetyö
päiväys	1.3.2011
sivumäärä	49 + 17 liitesivua
Opinnäytetyön ohjaaja	Lehtori Jaakko Etto
Yritys	Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä Lappia
Yrityksen yhteyshenkilö/valvoja	Ins. (AMK) Tomi Saapunki

Opinnäytteen tavoitteena oli tuottaa toimintamalli kiinteistöjen energiatehokkuuden parantamiseksi Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä Lappiassa. Koulutuskuntayhtymän ennalta hankkima EnerKey-energianhallintapalvelu toimii työkaluna toimintamallin luomisessa. Toimintamalli toimisi tulevaisuudessa työkaluna, jonka avulla pyrittäisiin selvittämään jatkossa uusien energianhallintapalveluun liittyvien kiinteistöjen energiatehokkuutta. Tavoitteena on tuottaa toimintamalli lomakemuotoon, jolloin se toimii parhaiten kiinteistöhallinnon arkisena työkaluna. Energiatehokkuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä kiinteistön sähköenergian käytön tehokkuutta.

Opinnäytteen toisena tavoitteena oli luoda euromääräisiä pysyviä säästöjä nykyiseen energiankulutukseen uuden toimintamallin avulla. Tässä EnerKey-energianhallintapalvelu toimii energiankulutuksen seuranta- ja analysointityökaluna. Energiasäästötavoitteita varten laadittiin kehityssuunnitelma.

Opinnäytetyö keskittyi löytämään ratkaisuja kiinteistöjen sähköenergiatehokkuuteen. EnerKey-energianhallintapalvelun reaaliaikainen energian mittausspalvelu tuotti tarvittavan informaation kulutuksesta. Työn tavoitteena ei ollut perehtyä kiinteistöjen rakenteellisiin ratkaisuihin, kuten ilmatiiveyteen tai lämmöneristykseen k-arvoihin, jotka parantavat energiatehokkuutta.

Työssä tehtiin esimerkkikiinteistölle energiankulutuksen selvitys, jonka perusteella laadittiin toimintamalli. Tämän toimintamallin avulla voitiin selvittää kiinteistöjen energiankulutuksen pohjakuormaa kasvattavat tekijät. Työssä laadittiin kohteelle kehityssuunnitelma, joka sisältää toimenpide-ehdotuksia pohjakuorman pienentämiseksi.

Asiasanat: energiatehokkuus, etämittaus, energianhallinta.

ABSTRACT

Kemi-Tornio University of Applied Sciences, Technology	
Degree Programme	Technology management
Name	Kari Kenttä
Title	Rationalizations of electric energy expenditure in real estates by decreasing the base load of consumption in Kemi Tornio Valley Educational Lappia
Type of Study	Master's Thesis
Date	1 March 2011
Pages	49 + 17 appendices
Instructor	Jaakko Etto, MScEng
Company	Kemi Tornio Valley Educational Lapland
Contact Person/Supervisor from Company	Tomi Saapunki, BScEng

The aim of this thesis was to produce an operation model for improving energy efficiency in Kemi Tornio Valley Educational Lappia real estates. The EnergyKey-energy management tool provided in advance by Lappia will serve as a tool when creating the operation model. In future, operation model will serve as a tool which clarifies the energy efficiency in new in real estates joining the energy management tool. The goal is to commercialize energy management tool to the shape of the formular paper. In this case it would work best as an everyday tool in real estate management. In this context energy efficiency means that electrical energy is used efficiently in real estates.

The second objective of this thesis was to create stable euro-denominated savings targeted to the new operating model. EnergyKey- energy management service will be operating as a tool of energy monitoring and –analysis. A development plan will be drawn up for energy saving targets.

This thesis was focused on finding solutions for electrical energy efficiency in buildings. EnerKey-energy management service, in real time energy measuring service, provided the necessary information about consumption. The aim was not to study structural solutions in real estates, such as air tightness or heat insulation in k-values, which improve energy efficiency in buildings.

In this study, energy consumption clearing was made in example buildings and energy management tool was prepared on this clearing basis. The new operating model will help to find energy loads which increase buildings' basic energy consumption. In this study, development plan was made for example building. This development plan contains proposals for action to reduce energy loads of buildings basic energy consumptions.

Keywords: energy efficiency, remote measuring, energy management.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	I
ABSTRACT.....	II
SISÄLLYSLUETTELO.....	III
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET.....	IV
1. JOHDANTO.....	1
2. KIINTEISTÖJEN ENERGIANKÄYTTÖ.....	2
2.1. Sähköenergian kulutus.....	2
2.2. Sähköenergian käytön tehostaminen.....	4
2.2.1. Liitännälaitteet ja niiden vaikutus energiankulutukseen.....	4
2.2.2. Valaistuksen ohjaus ja säätö.....	5
2.3. Toimistorakennusten sähkön säästöpotentiaalit.....	6
2.4. Sähkön säästöpotentiaalin jakautuminen eri toimenpideluokkiin.....	7
3. SÄÄDÖKSET.....	10
3.1. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi julkisyhteisöjen energiatehokkuudesta....	10
3.2. Sähkömarkkinoiden uudet asetukset.....	10
3.2.1. Otteita valtioneuvoston asetuksesta 66/2009.....	11
4. ENERGIANKÄYTÖN HALLINTA.....	12
4.1. Energiakolmio Oy:stä.....	12
4.1.1. EnerKey.com.....	12
4.1.2. Energianhallintajärjestelmän tiedonkeruu.....	15
4.2. Pistemittaus.....	16
4.3. Tallentava seurantalaitte.....	17
5. ESIMERKKIKIINTEISTÖ.....	18
5.1. Taustatietoja kohteesta.....	18
5.2. Sähköenergian kulutus.....	18
5.3. Sähkökeskukset ja keskeiset kuormitukset.....	20
6. TOIMINTAMALLISUUNNITELMA MITTAUKSILLE.....	22
7. MITTAUSTEN SUORITTAMINEN.....	24
7.1. Mittausten kirjaaminen.....	24
7.2. Mittaustuloksia ja havaintoja.....	24
7.3. Mittauksen aikana tehtyjä havaintoja.....	31
7.4. Tarkentavat mittaukset.....	31
7.5. Tarkentavien mittausten kirjaaminen.....	32
7.6. Tarkentavien mittausten tuloksia ja havaintoja.....	33
8. KEHITYSSUUNNITELMA.....	37
8.1. Toimenpide-ehdotuksia.....	38
8.2. Seurantajakso.....	40
9. YHTEENVETO.....	42
10. LÄHDELUETTELO.....	43
11. LIITELUETTELO.....	44

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Lappia	Kemi-Torniolaakson koulutuskuntayhtymä Lappia
PIR	Passive infrared sensor
kVAr	kilovoltiampeeri
NK	nousukeskus
RK	ryhmäkeskus

1. JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on parantaa Lappian kiinteistöjen sähköenergiatehokkuutta pohjakuormaa tunnistamalla ja pienentämällä. Energiatehokkuuteen päästään parhaiten käsiksi etäluettavan energianhallintajärjestelmän kautta, järjestelmän Lappia on itselleen entuudestaan hankkinut. Energianhallintajärjestelmä tuottaa tärkeää tietoa kohteesta, jonka avulla voidaan selvittää energiankulutustietoja. Yhtenä tavoitteena onkin tutkia esimerkkikiinteistön kulutushistoriaa muodostaen tietoa kuormituskäyttäytymisestä. Saatujen tietojen avulla pyritään tunnistamaan esimerkkikiinteistön pohjakuormitusta. Opinnäytetyön alkupuolella esitellään energiahallintapalvelua ja sekä vaihtoehtoisia energianhallintatapoja.

Esimerkkikiinteistöstä saatujen energiankulutustietojen perusteella tehdään kohteessa pistemittauksia pihtivirtamittarilla, joiden avulla pyritään selvittämään, mihin sähköenergiaa kuluu, kun kiinteistössä ei ole toimintaa. Mittaukset tehdään yhdelle esimerkkikiinteistölle ja ne suoritetaan pistemittauksena, jolloin lukemat edustavat hetkellisiä energiankulutuksia. Saatujen mittaustietojen perusteella tehdään pohjakuormaa pienentävä ja energiatehokkuutta parantava kehityssuunnitelma, joka sisältää toimenpideehdotuksia.

Energianhallintajärjestelmästä haettavasta tiedosta ja kohteessa tehtävistä pistemittauksista muokataan toimintamalli. Toimintamalli toimii tulevaisuudessa kiinteistöhallinnon toimintatyökaluna kaikille Lappian kiinteistöille energiatehokkuutta parannettaessa.

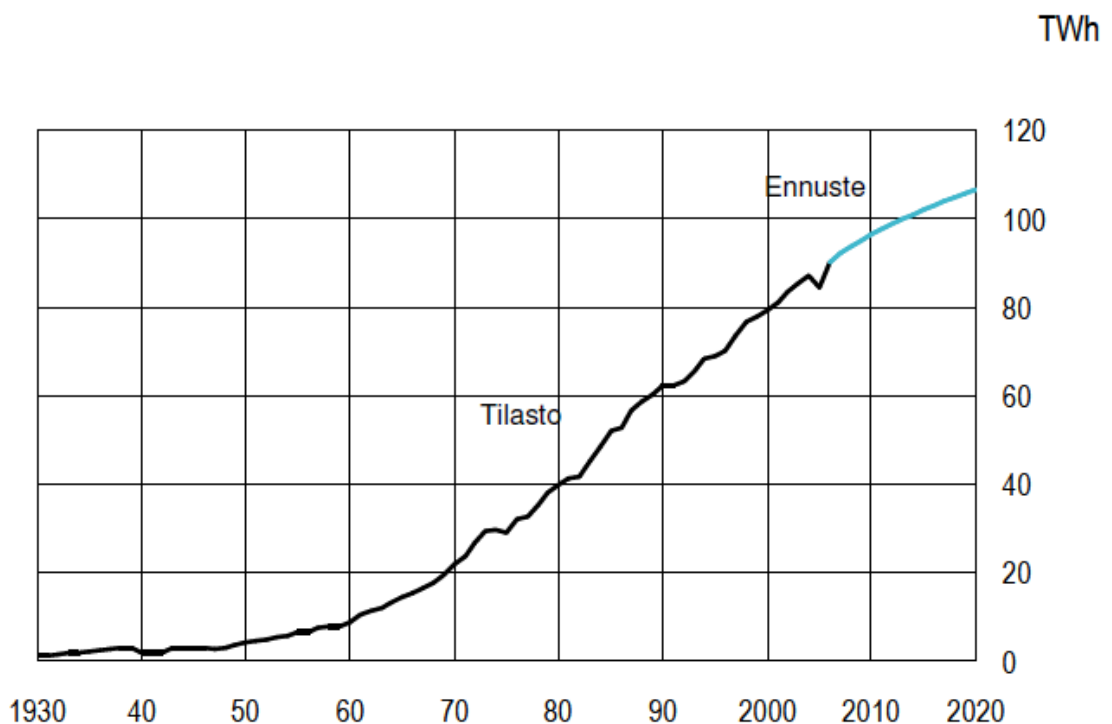
Kohteeseen tehdään esimerkkitoimintamalli ja kehityssuunnitelma sekä selvitys nykyisestä energiankulutuksesta ja kuormituksista. Saatujen tietojen pohjalta laaditaan kehityssuunnitelma. Kehityssuunnitelmassa on tarkoitus esittää konkreettisia korjausehdotuksia ja parannuksia esimerkkikiinteistölle. Kehityssuunnitelmassa esitetään näkemyksiä, miten kiinteistöjen pohjakuormaa voitaisiin pienentää parantaen näin energiatehokkuutta.

Opinnäytteessä käsitellään vain sähköenergiatehokkuuteen ja tarkemmin sanottuna sähköenergian pohjakuorman paikantamiseen liittyviä menetelmiä esimerkkikiinteistössä.

2. KIINTEISTÖJEN ENERGIANKÄYTTÖ

2.1. Sähköenergian kulutus

Suomen sähkön kokonaiskulutus on noussut tasaisesti viimeisten vuosikymmenien ajan. Vuonna 1970 ylitettiin 20 TWh:n raja ja vuonna 2006 lähestyttiin jo 90 TWh:n rajaa (Kuva 1). Kasvun on ennustettu jatkuvan ja ylittävän 100 TWh:n rajan 2010-luvun puolivälissä. Sähköenergian käytön kasvun hallitsemisen yksi keino on sähköenergian käytön tehostaminen. /1/



Kuva 1. Sähkön kokonaiskulutuksen kehittyminen Suomessa /1/

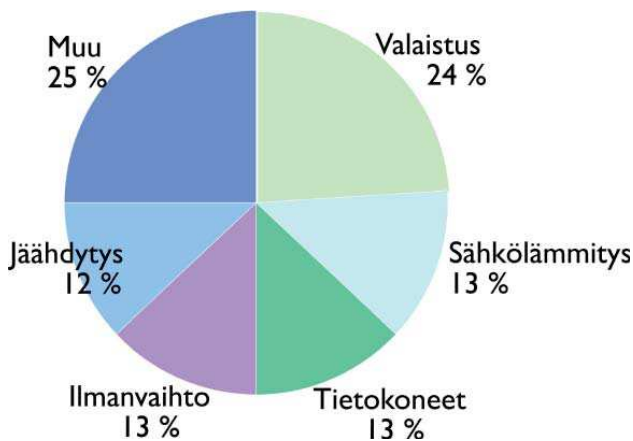
Sähköenergian käyttö kasvaa. Sen lisäksi sähkön kulutuksen vuosittaiset kokonaishuiput seuraavat sähkön kokonaiskulutuksen kasvua. Sähkön kulutuksen huippupäivä ajoittuu Suomessa tyypillisesti kylmään, talviseen arkipäivän aamuun tai illansuuhun. Teollisuuden kulutuksen lisäksi ko. ajankohtaan ajoittuu sähkön kulutus kotien ja työpaikkojen lämmitykseen, valaistukseen ja arkipäivän toimiin. Viimeisin sähkön kulutuksen ennätys on vuoden 2007 helmikuulta, jollin sähkön kulutushuippu oli Suomessa 14 808 MW. Kulutushuippujen leikkaaminen tai siirtäminen toiseen ajankohtaan on monien toimijoiden tavoitteena. Huipun leikkaus ja/tai siirto toiseen ajankohtaan tarkoittaa osaltaan tehokkaampaa sähköenergian käyttöä. /1/

Sähköenergiaa voidaan säästää ja käyttöä tehostaa energia-arvoketjun kaikissa vaiheissa, niin primäärienergiaratkaisuisissa, energian muuntamisessa, voimansiirrossa, sähköjakelussa ja -käytössä. Periaatetasolla energiankäytön tehostamisen potentiaali on suuri. Tehostamisen vaikutukset ovat sekä ekologisia että taloudellisia ja vaikutukset näkyvät välittömästi. Loppuasiakasryhmistä energiankäytön tehostaminen koskee kaikkia asiakasryhmiä. Suomen sähkön kokonaiskulutuksesta (90 TWh:n) teollisuuden osuus oli runsas puolet ja kotitalouksien osuus noin viidesosa. Tarkemmat luvut käyvät ilmi alla olevasta taulukosta. /1/

Taulukko 1. Eri asiakasryhmien osuus sähkön kokonaiskulutuksesta (90 TWh) Suomessa vuonna 2006 /1/

Asiakasryhmä	Osuus sähkön kokonaiskulutuksesta (%)
Teollisuus	54
Kotitalous	21
Maatalous	3
Palvelu	12
Julkinen	6
Häviöt	4

Kuvassa 2 on esitettyä esimerkki, miten sähkönkulutus toimistorakennuksissa jakautuu. Valaistus ja tietokoneet ovat suurimpia yksittäisiä sähkönkuluttajia toimistorakennuksissa. Käyttäjät pystyvät vaikuttamaan niiden sähkönkulutukseen. /5/



Kuva 2. Esimerkki sähkönkulutuksen jakaumasta toimistorakennuksissa /5/

Suurin säästöpotentiaali, noin 40 %, toimistorakennuksissa on valaistuksessa. Myös ilmanvaihdon käyntiajoissa on paljon säästöpotentiaalia, noin 26 %. Laitteiden energiatehokkaat valinnat ovat suositeltavia. Laitteet kehittyvät koko ajan ja niiden tehonkulutusta pyritään pienentämään. Toimistolaitteet tuottavat lämpöä ja ne lisäävät jäähdytyksen tarvetta. Tästäkin syystä laitteet kannattaa sulkea, kun niitä ei käytetä. /5/

2.2. Sähköenergian käytön tehostaminen

Koska opinnäytetyön esimerkkikiinteistö on julkinen oppilaitos eli verrattavissa toimistorakennuksiin, seuraavaksi esitetyt sähkönkäytön tehostamisen toimenpideehdotukset painottuvat vain valaistukseen. Lisäksi aihepiiriä on rajattu kohteelle soveltuvammaksi huomioiden laitteiston nykytilanne.

2.2.1. Liitälaitteet ja niiden vaikutus energiankulutukseen

Kaikki purkauslamput, loisteputkilamput mukaan lukien, tarvitsevat toimiakseen lamppuvirtaa rajoittavan liitälaitteen. Liitälaitteita on erilaisia ja ne voidaan karkeimmillaan jakaa neljään pääryhmään:

- konventionaaliset
- muuntajat
- osittain elektroniset
- elektroniset. /1/

Tyypillinen liitälaitte on konventionaalinen kuristin, joka on käytännössä induktanssia kytkettynä lampun kanssa sarjaan. Kuristimessa tapahtuu tehohäviöitä, jotka johtuvat käämilangan resistanssista, käämin rautasydämen hystereesi- ja pyörrevirtahäviöistä. Tavallisesti häviöiden osuus asennuksen ottamasta tehosta on 10-20 %, mutta pienitehoisilla häviöiden osuus on vieläkin suurempi. Lisäksi induktiivinen piiri johtaa tehokertoimen laskuun, eli käytännössä johtimia rasittava näennäisteho on päätötehoa suurempi, ellei loistehoa kompensoida valaisinkohtaisesti. /1/

Elektroniset liitälaitteet muodostavat lampun kanssa värähtelypiirin, joka sovitetaan tavallisesti 20 - 50 kHz:n taajuudelle. Lisäksi liitälaitteessa on apupiirejä, esim. virranrajoitusta, lämpötilan ja lampun valvontaa sekä häiriöiden suodatusta varten. Liitälaitteen tehokerroin on hyvä ollen $> 0,95$, joten valaisinkohtaista kompensointia ei tarvita. Elektronisia liitälaitteita on säädettäviä ja ei-säädettäviä valittavaksi käyttökohteen mukaan. Yhteistä elektronisille liitälaitteille on konventionaalisia kuristimia huomattavasti tehokkaampi toiminta, sillä energiansäästö konventionaaliin verrattuna on noin 25 % ja valonlähteen elinikä voi kasvaa jopa 30 %. Liitälaitteiden energiankäyttöön on reagoitu EU:n tasolla säätämällä direktiivi 200/55/EY, jonka tarkoituksena on vähentää loistelamppujen energian kulutusta ohjaamalla liitälaitteiden käyttöä energiatehokkaampaan suuntaan. Osa vanhimmista konventionaalisista liitälaitteista kiellettiin uusien asennusten osalta vuonna 2002. Direktiivin tavoitteena oli, että vuoden 2005 aikana myydyistä liitälaitteista yli 55 % olisi elektronisia ja näin parempia energiatehokkuudeltaan. /1/

2.2.2. Valaistuksen ohjaus ja säätö

Päivänvalon hyödyntäminen

Päivänvaloa voidaan hyödyntää valaistuksessa antureilla, jotka tarkkailevat valaistusvoimakkuutta ja säätävät lampun valovirtaa. Näin voidaan hyödyntää luonnonvaloa tinkimättä valaistustasosta ja kuitenkin energiaa säästäen. Päivänvalo-ohjausratkaisut on usein yhdistetty läsnäolotunnistimeen, jolloin säästetyn energian määrä on hyvällä tasolla. Tavallisesti päivänvaloa hyödyntävien valaistusratkaisuiden valonlähteenä on T8- tai TL5-loisteputket, sillä näiden säätäminen on vaivatonta. Yhdistettynä säädettävään, elektroniseen liitäntälaitteeseen yhdistelmän jokainen komponentti on energiataloudellisesti hyvä. Päivänvalojärjestelmiä voi olla vaikea saada toimimaan optimaalisesti. Niiden käytössä on havaittu mm. seuraavia ongelmia:

- Valoisuusantureiden toiminta poikkeaa silmän havaitsemasta ja niiden toiminta ei välttämättä ole toivotun kaltaista.
- Jotkut valonlähteiden ja ohjauslaitteiden yhdistelmät eivät säästä energiaa alhaisilla valotasolla.
- Yksilöillä on erilaisia mieltymyksiä, ja esim. valotasoon vaikuttamisen poistaminen voidaan kokea sietämättömäksi.
- Valaistustason säätö energian säästömielessä voi madaltaa turvallisuustasoa tai heikentää turvallisuuden tuntua. /1/

Toimiva päivänvaloa hyödyntävä järjestelmä voi kuitenkin pienhuonetoimistossa alentaa valaistuksen energiakustannuksia vuositasolla 30 – 60 %. Sen sijaan avokonttoreiden keskivyohykkeet, jotka ovat etäällä ikkunoista, eivät tavallisesti hyödy luonnonvalosta. /1/

Läsnäolotunnistimet

Toimistoissa valaistuksen ohjaaminen jää usein ”aamulla päälle, iltapäivällä pois”-asteelle. Usein käyttäjät jättävät valot päälle käydessään syömässä, kokouksissa yms. Valaistuksen päällä oloaika riippuu tilan tyypistä: Yhden hengen huoneessa valaistuksen käyttötunteja on vuodessa noin 1240 h, kahden hengen huoneissa 1390 h ja muissa tiloissa, kuten avokonttoreissa 2340 h. Käyttötuntien määrät ovat suuntaa-antavia ja ne eroavat toimistokohtaisesti merkittävästi. Tulokset ovat loogisia, sillä jos saman valaistuksen vaikutusalueella on muita, ei valoja ohjata pois toimistosta lähtiessä. Avokonttorit ovat ongelmallinen alue, sillä yhden valaisimenkin sammuttaminen saattaa vaikuttaa negatiivisesti monen muun työskentelijän havaitsemaan valotasoon. Sen sijaan yhden ja kahden hengen huoneissa valaistus voidaan rakentaa niin, etteivät muut käyttäjät häiriinny osavalaistuksen sammuttamisesta. Yksinkertaisimmillaan valaistuksen ohjaus tapahtuu kytkimillä tai painonapeilla. Näiden kautta saavutettu energian säästö voi jäädä pieneksi ratkaisun vaatiessa käyttäjän toimenpiteitä. /1/

Läsnäoloantureilla voidaan tehdä johtopäätös, onko tilassa valoa tarvitsevia henkilöitä, ja suorittaa ohjaus tai säätö haluttuun tilanteeseen. Läsnäoloanturit ovat usein infrapunatunnistimia, jotka voivat havaita kohteen jopa 10 - 20 metrin päästä. Ilmaisimiin

on saatavilla useita erilaisia linssejä, joilla säde voidaan kohdistaa haluttuun paikkaan, eikä esim. käytävällä kulkevat ihmiset aiheuta tulkintaa työpöytänsä äärellä istuvasta henkilöstä. Passiiviset infrapunailmaisimet (PIR) tutkivat havaitsemisalueensa kohteista säteilevää lämpöä. Jos havaittu säteilevän lämmön määrä kasvaa, tulkitaan se henkilön tulemiseksi havaintoalueelle. /1/

PIR-tunnistimien lisäksi läsnäoloantureita on toteutettu mikroaalto- ja ultraäänitekniikoilla, mutta näiden käyttö valaistuksen ohjauksessa on kohtalaisen harvinaista. Molemmat näistä käyttävät Doppler-ilmiötä havaintojensa tekemiseen. Kehittyneemmissä järjestelmissä havainto tehdään mikroaalto- ja PIR-tunnistimen tai ultraääni- ja PIR-tunnistimen yhteisvaikutuksella. Ideana on se, että käyttövarmuutta saadaan parannettua, jos kahden eri tekniikan antureiden herätteet ovat samassa tilassa. /1/

Läsnäoloantureilla voidaan saavuttaa varovaisten arvioiden mukaan 10 - 20 % energian säästö säästetyin sähkön muodossa. /1/

2.3. Toimistorakennusten sähkön säästöpotentiaalit

Motivan energiakatselmusten seurantatietokannassa on vuosilta 1992 – 2005 tiedot 750 toimistorakennuksen (noin 27 milj.m³) energiakatselmuksesta. Nämä toimistorakennukset voidaan jakaa julkisen palvelusektorin toimistorakennuksiin (209 kpl, 4,3 milj.m³) ja yksityisen sektorin toimistorakennuksiin (541 kpl, 22,5 milj.m³). Katselmoitujen toimistorakennusten sähkön kulutus sekä katselmusraporteissa raportoitu sähköenergian säästöpotentiaali on esitetty taulukossa 2. /1/

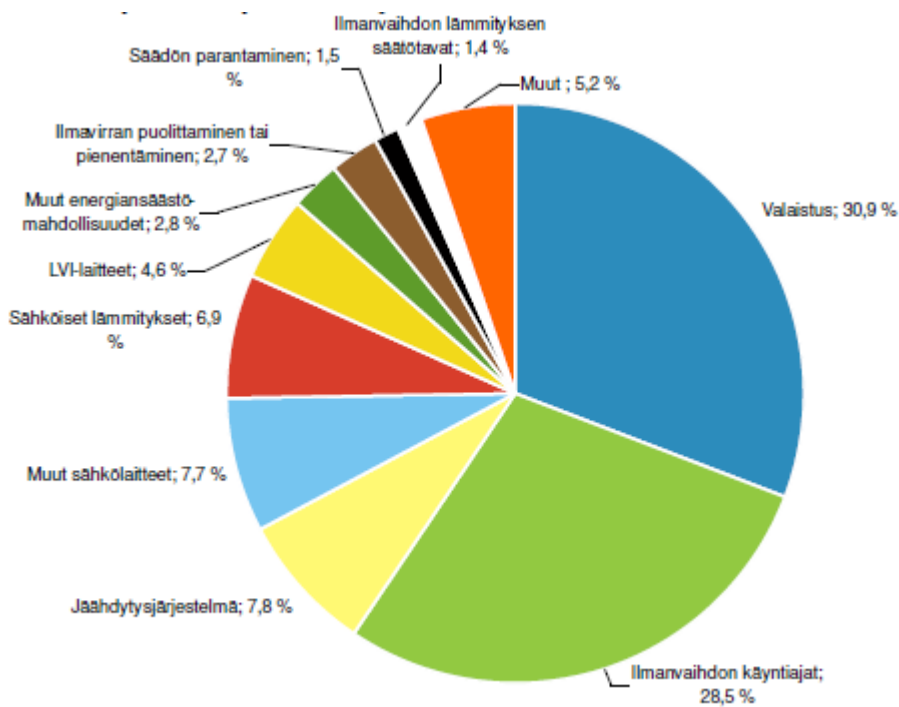
Energiakatselmuksissa ehdotettujen säästötoimenpiteiden kustannussäästöt jaetaan sähköenergian säästötoimilla saavutettaviin kustannussäästöihin ja muihin sähkökustannussäästöihin (ns. tehomaksusäästöt). Jälkimmäisillä tarkoitetaan sellaisia säästötoimenpiteitä (esimerkiksi tariffin vaihto tai loistehon kompensointi), jotka tuovat kustannussäästöjä, mutta eivät välttämättä vähennä energian kulutusta. Energiakatselmuksissa raportoitu kokonaissäästöpotentiaali sähkökustannuksissa on esitetty taulukossa 2. /1/

Taulukko 2. Katselmoitujen toimistorakennustensähkön kulutus (GWh) ja katselmuksissa raportoitu säästöpotentiaali (%) /1/

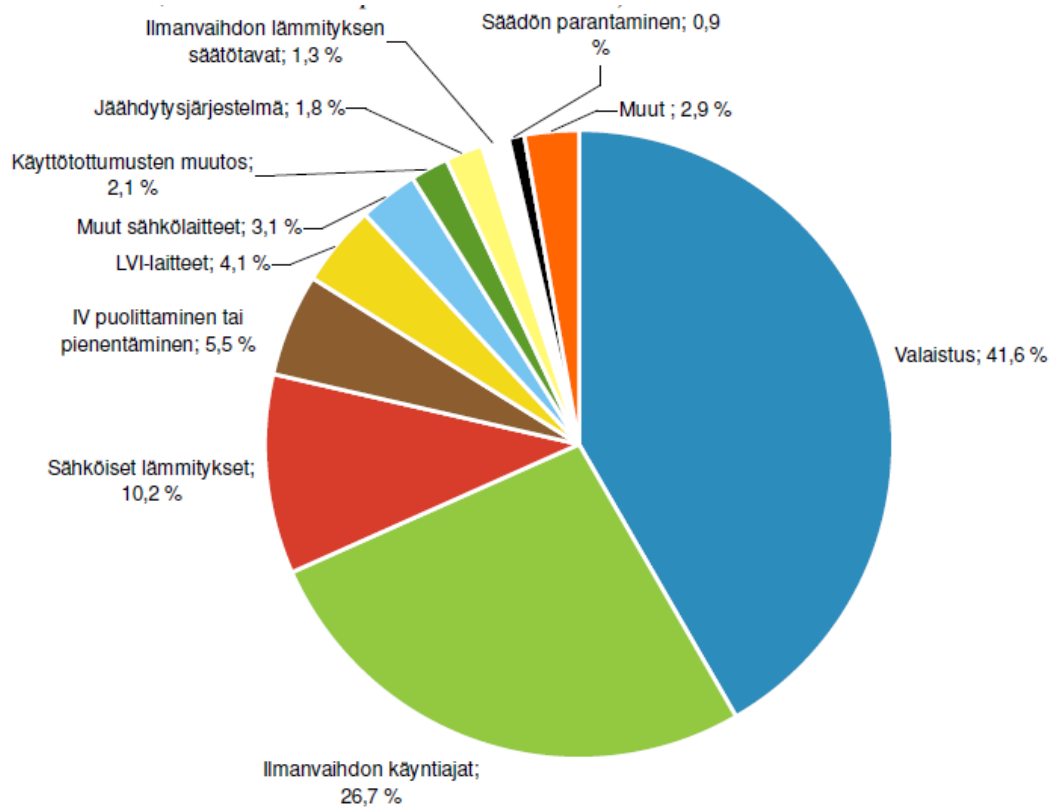
	Rakennusten lukumäärä	Tilavuus milj. m ³	Sähkönkulutus GWh	Energian säästöpotentiaali %	Kustannussäästöpotentiaali %
Julkinen sektori	209	4,3	89	7,6	10,4
Yksityinen sektori	541	22,5	727	6,8	7,6
Yhteensä	750	27	817	6,8	7,9

2.4. Sähkön säästöpotentiaalın jakautuminen eri toimenpideluokkiin

Energiakatselmusten seurantatietokantaan syötetään kaikki katselmusraporteissa esitetyt säästötoimenpiteet investointi- ja säästöpotentiaalitietoineen. Lisäksi toimenpiteet luokitellaan kahdeksaan pääluokkaan ja niiden alaluokkiin (yhtensä 37 säästötoimenpideluokkaa). Kuvissa 3 ja 4 on kuvattuna julkisen ja yksityisen palvelusektorin sähköenergian säästöpotentiaalın jakautumista mainittuihin säästötoimenpideluokkiin. Kuvissa ovat omina sektoreinaan kymmenen suurinta yksittäistä säästötoimenpideluokkaa sekä kaikki loput toimenpiteet laskettuna yhteen kategoriaan ”Muut”. Toimenpideluokka ”Käyttötottumusten muutos” sisältää osin myös sellaisia toimenpiteitä, jotka voitaisiin luokitella myös muihin toimenpideluokkiin mm. valaistukseen käyttöön liittyviä toimenpiteitä. /1/



Kuva 2. Yksityisen palvelusektorin toimistorakennusten sähköenergian säästöpotentiaalın jakautuminen eri toimenpideluokkiin (541 rakennusta, 22,5 mil.m³, sähkökulutus 727 GWh, sähkön säästöpotentiaali 49 GWh) /1/



Kuva 3. Julkisten toimistorakennusten sähköenergian säästöpotentiaalin jakautuminen eri toimenpideluokkiin (209 rakennusta, 4,3 milj.m³, sähkönkulutus 89 GWh, sähköenergian säästöpotentiaali 7 GWh) /1/

Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty kuvien 2 ja 3 tiedot taulukkomuodossa. Taulukoissa 3 ja 4 lueteltujen toimenpideluokkien lisäksi on taulukoissa sekä julkisella että yksityisellä sektorilla suurimmasta toimenpideluokasta ”Valaistus” eroteltu toimenpiteiden nimien perusteella hehkulamppujen vaihto pienloistelampuiksi ja ulkovalaistukseen liittyvät toimenpiteet vielä erikseen. Tässä tarkemmassa jaotellussa täytyy kuitenkin huomioida, että osa hehkulamppujen vaihdoista ja ulkovalaistuksen toimenpiteistä on saattanut jäädä luokittelematta, mikäli toimenpiteen nimessä ei ole ollut käytettyjä hakuparametreja (kuten esim. *hehkul*). Vastaavasti on tarkemmin jaoteltu myös ”Sähköiset lämmitykset” -toimenpideluokka. Tässä luokassa on eroteltu erikseen autojen lämmitykseen liittyvät toimenpiteet ja luiskalämmityksiin liittyvät toimenpiteet. Myös näissä jaotelluissa on osa toimenpiteistä mahdollisesti jäänyt pois tarkemmasta luokittelusta, mikäli toimenpiteen nimessä ei ole esiintynyt käytettyjä hakuparametreja. /1/

Taulukko 3. Yksityisen sektorin toimistorakennusten sähköenergian säästöpotentiaalin jakautuminen eri toimenpideluokkiin /1/

Säästötoimenpideluokka	Osuus kokonaisenergiesäästöstä
Valaistus	30,9 %
- hehkulamppujen vaihto pienloistelampuiksi	2,5 %
- ulkovaalaistus	0,8 %
- muut valaistustoimenpiteet	27,6 %
Ilmanvaihdon käyntiajat	28,5 %
Jäähdytysjärjestelmä	7,8 %
Muut sähkölaitteet	7,7 %
Sähköiset lämmitykset	6,9 %
- autolämmitykset	1,4 %
- luiskalämmitykset	1,9 %
- muut sähköiset lämmitykset	3,6 %
LVI-laitteet	4,6 %
Muut energiansäästömahdollisuudet	2,8 %
Ilmavirran puolittaminen tai pienentäminen	2,7 %
Säädön parantaminen	1,5 %
Ilmanvaihdon lämmityksen säätötavat	1,4 %
Muut	5,2 %

Taulukko 4. Julkisen palvelusektorin toimistorakennusten sähköenergian säästöpotentiaalin /1/

Säästötoimenpideluokka	Osuus kokonaisenergiesäästöstä
Valaistus	41,6 %
- hehkulamppujen vaihto pienloistelampuiksi	6,7 %
- ulkovaalaistus	2,0 %
- muut valaistustoimenpiteet	32,9 %
Ilmanvaihdon käyntiajat	26,7 %
Sähköiset lämmitykset	10,2 %
- autolämmitykset	4,8 %
- luiskalämmitykset	0,8 %
- muut sähköiset lämmitykset	4,6 %
IV puolittaminen tai pienentäminen	5,5 %
LVI-laitteet	4,1 %
Muut sähkölaitteet	3,1 %
Käyttötottumusten muutos	2,1 %
Jäähdytysjärjestelmä	1,8 %
Ilmanvaihdon lämmityksen säätötavat	1,3 %
Säädön parantaminen	0,9 %
Muut	2,9 %

3. SÄÄDÖKSET

3.1. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi julkisyhteisöjen energiatehokkuudesta

Lain tavoitteena on panna käytäntöön energiapalveludirektiivi (2006/32/EY), jota on pantu täytäntöön tähän mennessä vapaaehtoisilla energiatehokkuussopimuksilla. Lakiehdotuksen tavoitteena on asettaa tavoitteet julkisyhteisöjen energiatehokkuuden parantamiseksi ja energian käytön vähentämiseksi. Lain tavoitteena on myös juurruttaa suunnitelmallista ja pitkäjännitteistä energiatehokkuuden edistämistoimintaa. Kustannussäästöjen tavoittelu on yksi keskeisistä asioista. /7/

Lakia sovellettaisiin mm. virastoihin, laitoksiin yliopistoihin sekä kuntiin ja kuntayhtymiin. Yhteisöille asetettaisiin laissa energiansäästöille yhdeksän prosentin vähimmäistavoite. Kuntien ja kuntayhtymien olisi yhdeksän prosentin tavoitteen sijaan energiansäästötavoitteissaan otettava huomioon niiden todenmukaiset mahdollisuudet säästä energiaa. Lisäksi julkisyhteisöille asetettaisiin energiankäytön vähentämiseksi tavoite vuodelle 2020 siten, että kaikkien julkisyhteisöjen energiankäytön tulisi olla vuonna 2020 vähemmän kuin mitä se on vuonna 2010. /7/

Lisäksi lakiin ehdotetaan otettavaksi säännökset energiantehokkuuden edistämismääräyksistä, energiantehokkuuden huomioimisesta hankintatoimissa toimintasuunnitelmasta energiankäytön tehostamiseksi, ostonenergian kulutusseurannasta sekä energiansäästön raportoinnista. /7/

Lakiehdotus on toistaiseksi lausuntokierroksella. Laki tulisi asettamaan energian loppukäyttäjällä määrälliset tavoitteet ja mallit energiatehokkuuden parantamiseksi. Energiatehokkuus ajattelua tulisi viedä läpi kaikissa toimintamalleissa. Tavoitteiden asettamiselle ja suunnitelmien teolle laki määritteli toimintasuunnitelma mallit. Yhteisöt olisivat velvoitettuja toimittamaan toimintasuunnitelmat ja seurantaraportit ministeriölle.

3.2. Sähkömarkkinoiden uudet asetukset

Valtioneuvosto antoi 5.2.2009 asetukset sähkömarkkinoista sekä sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta. Niiden myötä otetaan käyttöön valtakunnallisesti sähkönkulutuksen tunneittain tapahtuva mittaus sekä sähkömittareiden etäluenta. Suomi nousee samalla sähkönjakeluverkkojen mittaus- ja kuormanohjausteknologian soveltamisessa erääksi maailman kehittyneimmistä maista. Asetukset tulivat voimaan 1.3.2009. /4/

Jakeluverkkojen asiakkaat siirretään sähkönkulutuksen tuntimittauksen ja mittauslaitteistojen etäluennan piiriin vuoden 2013 loppuun mennessä. Uudet sähkömittarit

varustetaan viestintäverkon kautta ohjattavalla kuormanohjausominaisuudella. Mittareiden tulee myös kerätä tiedot sähkökatkoista verkonhaltijan tietojärjestelmiin. Verkonhaltijoille tulee velvollisuus ilman erillistä maksua saattaa asiakkaidensa sähkönkulutustiedot näiden hyödynnettäväksi sähköisessä muodossa samanaikaisesti kuin ne ovat asiakkaan sähköntoimittajan käytettävissä. /4/

Jakeluverkkojen siirtyminen tuntimittaukseen ja etäluentaan parantaa energiatehokkuutta sekä sähköjärjestelmän varmuutta ja kustannustehokkuutta. Tuntimittaukseen siirtyminen ja kuormanohjausominaisuuden sisällyttäminen uusiin mittalaitteisiin luo asiakkaalle edellytykset siirtää omaa sähkökäyttöään huippukulutusajanjaksoista, jolloin sähkön markkinahinta on korkeimmillaan, alemman kulutuksen ajankohtiin. /4/

Asiakkaat saavat jatkossa käyttöönsä omat sähkönkulutustietonsa ilman eri korvausta. Asiakkaat voivat halutessaan tilata sähkömittarin, josta kulutustiedot voidaan siirtää suoraan ohjaamaan taloautomaatioon kytkettyjä ohjausjärjestelmiä. /4/

3.2.1. Otteita valtioneuvoston asetuksesta 66/2009

Mittalaitteiston asentaminen jokaiseen kohteeseen ei ole pakollista sähköverkkoon liitetyssä verkonhaltijan sähkölaitteistossa eikä käyttöpaikassa, jonka pääsulake on pienempi kuin 3 x 25 ampeeria, jos sähkönkäyttöpaikan sähkönkulutus voidaan arvioida riittävän tarkasti. /8/

Sähkönkulutuksen ja pienimuotoisen sähköntuotannon mittauksen tulee perustua tuntimittaukseen ja mittauslaitteiston etäluentaan. Jakeluverkon haltija voi poiketa tuntimittausveloitteestaan enintään 20 prosentissa jakeluverkon sähkönkäyttöpaikoista, jos poikkeuksen piiriin kuuluva sähkönkäyttöpaikka

- 1) on varustettu enintään 3 x 25 ampeerin pääsulakkeilla
- 2) on varustettu yli 3 x 25 ampeerin pääsulakkeilla, sähkönkulutus sähkönkäyttöpaikassa on enintään 5 000 kilowattituntia vuodessa ja sähkö ostetaan sähkönkäyttöpaikkaan sähkömarkkinalain 21 §:ssä tarkoitetuilla ehdoilla. /8/

Tuntimittauslaitteiston mittaustietoja käsittelevä tietojärjestelmä tulee sisältää mm. seuraavanlaisia ominaisuuksia. Sen tulee rekisteröidä yli kolmen minuutin pituisen jännitteettömyyden ajan alkamis- ja päättymisajankohta. Mittaustietoja sekä jännitteetöntä aikaa koskeva tieto tulee tallentaa verkonhaltijan tietojärjestelmään, jossa tuntikohtainen mittaustieto tulee säilyttää vähintään kuusi vuotta ja jännitteetöntä aikaa koskeva tieto vähintään kaksi vuotta. /8/

Verkonhaltijan tulee asiakkaansa erillisestä tilauksesta tarjota tämän käyttöön tuntimittauslaitteisto, jossa on standardoitu liitäntä reaaliaikaista sähkönkulutuksen seuranta varten. /8/

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 5.2.2009/66 tuli voimaan 1. päivänä maaliskuuta 2009. Tuntimittauslaitteistojen tulee olla asennettuna asetuksen mukaan viimeistään 31. päivänä joulukuuta 2013. /8/

4. ENERGIANKÄYTÖN HALLINTA

4.1. Energiakolmio Oy:stä

Energiakolmio Oy on Jyväskylässä toimipaikkaa pitävä energianhallinnan palvelutoimintaa tarjoava yhtiö. Yhtiön on perustettu 1995, yhtiön omistaa Alpiq Group. Henkilökuntaa Suomessa on noin 70 henkilöä. Yhtiö tuottaa kolmea eri energiapalvelua, EnerPro, joka tarkoittaa energianhankinnan asiantuntijapalvelua, EnerControl, joka tarkoittaa energiankäytön tehostamispalvelua ja EnerCount, joka tarkoittaa energianlaskutuksen tehokkuuspalvelua. /3/

4.1.1. EnerKey.com

Lappia on hankkinut Energiakolmio Oy:n tarjoaman EnerControl: energianseuranta ja raportointipalvelun. EnerControl-palveluun kuuluvat raportointipalvelut kulutusseurannasta, kustannusseurannasta sekä automaattiset hälytykset. Kaikkea kolmea toimintoa hallitaan internet-pohjaisella käyttöliittymällä EnerKey.com. Ohjelmaan sisään kirjautuminen tapahtuu käyttäjän henkilökohtaisilla tunnuksilla. Ohjelman ylläpitäjä Energiakolmio toimittaa asiakkaalle tarvittavat käyttäjätunnukset ja käytönopastuksen. /3/

Kulutusseurannasta käyttäjä pystyy muodostamaan raporteja kulutuksista tuntitasosta vuositason. Kulutustiedot voidaan siirtää analysoitavaksi suoraan taulukkolaskentaohjelmaan suoraan käyttöliittymästä. Kustannusseurannasta voi tarkastella kiinteistöjen toteutuneita energiakustannuksia eri ajanjaksoilla. Kustannusraportointi on mahdollista sähkölle, kaukolämmölle ja käyttövedelle. Kustannusraporttien ansiosta budjetointi onnistuu helpommin eri kohteille valmiin kulutustiedon avulla. /3/

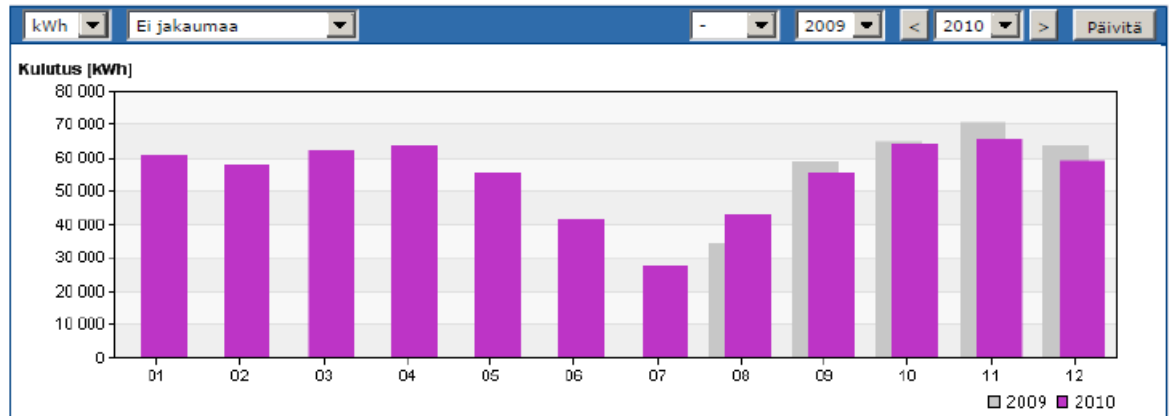
Hälytykset-osiossa kohteille voidaan asettaa automaattisia hälytyksiä seuraamaan kulutusmuutoksia. Hälytysten avulla päästään nopeasti kiinni hälyttäviin muutoksiin kulutuksissa. Esimerkiksi vesikalusteen vuodon aiheuttama pohjakuorman kasvu voidaan havaita ja tällöin vahinko nopeasti paikantaa. /3/

Vuosiraportti, Sähkö (2010)

5089

6.1.2011

Kohde AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja rakennushalli		Katuosoite Etappitie 4, 95400 TORNIO	
Yritys Kemi-Torniolaakson koulutuskuntayhtymä Lappia		Omistaja -	
Lämmitysmuoto -	Kiinteistötyyppi	Valmistumisvuosi -	

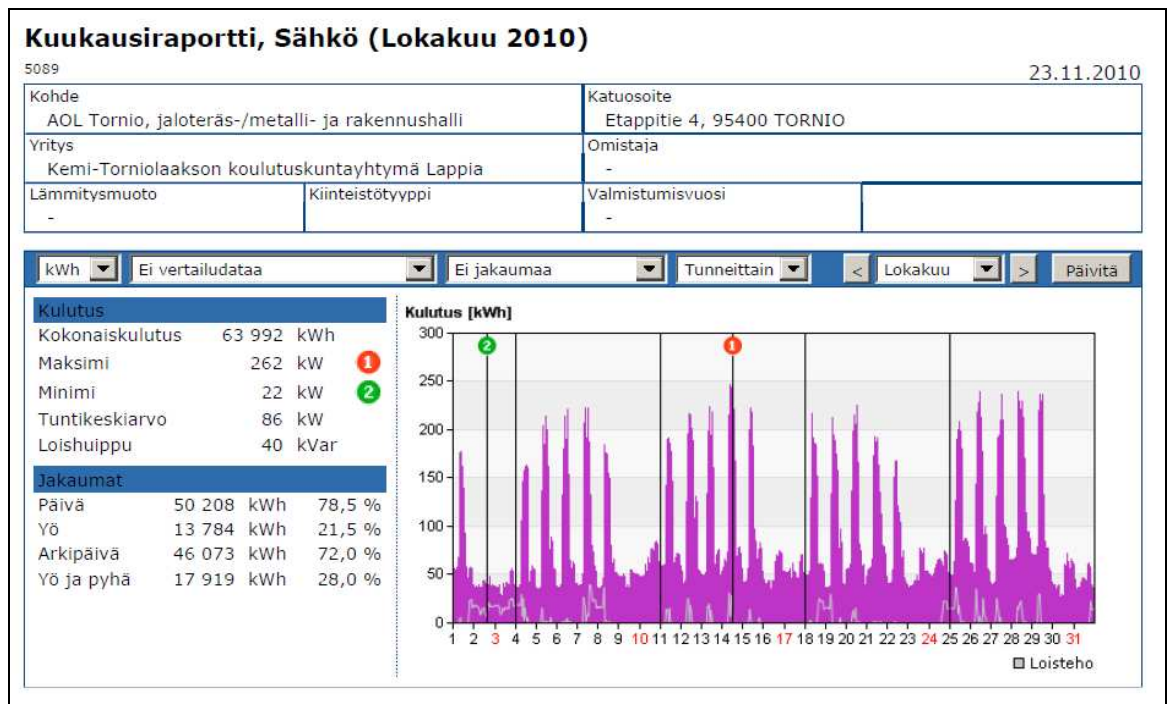


Yhteensä [kWh]					
Kuukausi	2009	2010	Muutos	Maksimi [kW]	Loishuippu [kVar]
Tammikuu	-	60 903	-	249	38
Helmikuu	-	57 973	-	274	33
Maaliskuu	-	62 387	-	266	38
Huhtikuu	-	63 640	-	241	34
Toukokuu	-	55 733	-	238	34
Kesäkuu	-	41 626	-	227	34
Heinäkuu	-	27 469	-	125	27
Elokuu	34 229	43 222	26,3 %	201	36
Syyskuu	58 602	55 383	-5,5 %	230	33
Lokakuu	65 043	63 992	-1,6 %	262	40
Marraskuu	70 731	65 878	-6,9 %	261	36
Joulukuu	63 464	59 188	-6,7 %	278	38
Yhteensä	292 069	657 393	-1,5 %	278	40

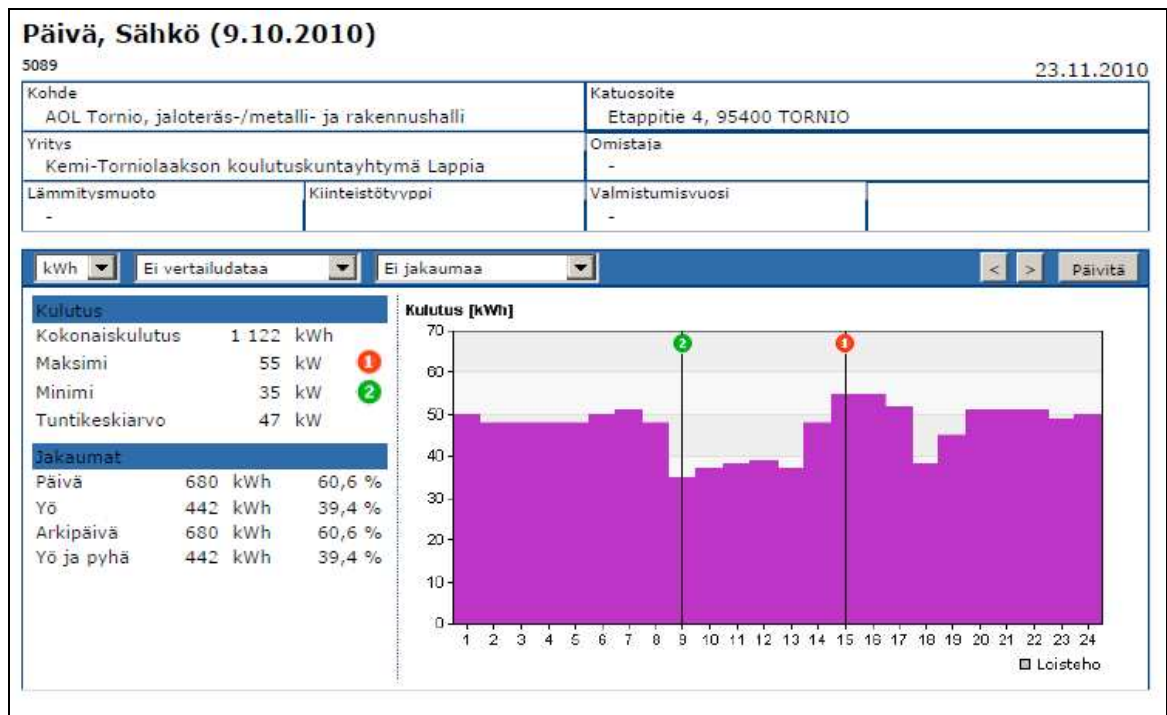
Jakauma			Kulutus	
Päivä (07-22)	516 848 kWh	78,6 %	Maksimi	278 kW
Yö (22-07)	140 546 kWh	21,4 %	Kulutuksen keskiarvo	75 kW
Arkipäivä	473 523 kWh	72,0 %	Minimi	14 kW
Yö/pyhä	183 871 kWh	28,0 %		

Kuva 4. Seurantakohteen energiankulutuksen vuosiraportti tulostettuna energianseurantapalvelusta

Energianseurantapalvelusta voidaan tulostaa erilaisia raportteja. Kuvassa 4 on kohteen sähköenergian vuosikulutusraportti. Raportin perusteella voidaan vertailla mm. vuosittaisia kulutuksia keskenään. Pitkä seurantahistoria luonnollisesti helpottaa kulutuskäyttäytymisen analysointia.



Kuva 5. Seurantakohteen energiankulutuksen kuukausiraportti kulutustietoineen



Kuva 6. Seurantakohteen energiankulutus vuorokausijaksolla tarkasteltuna

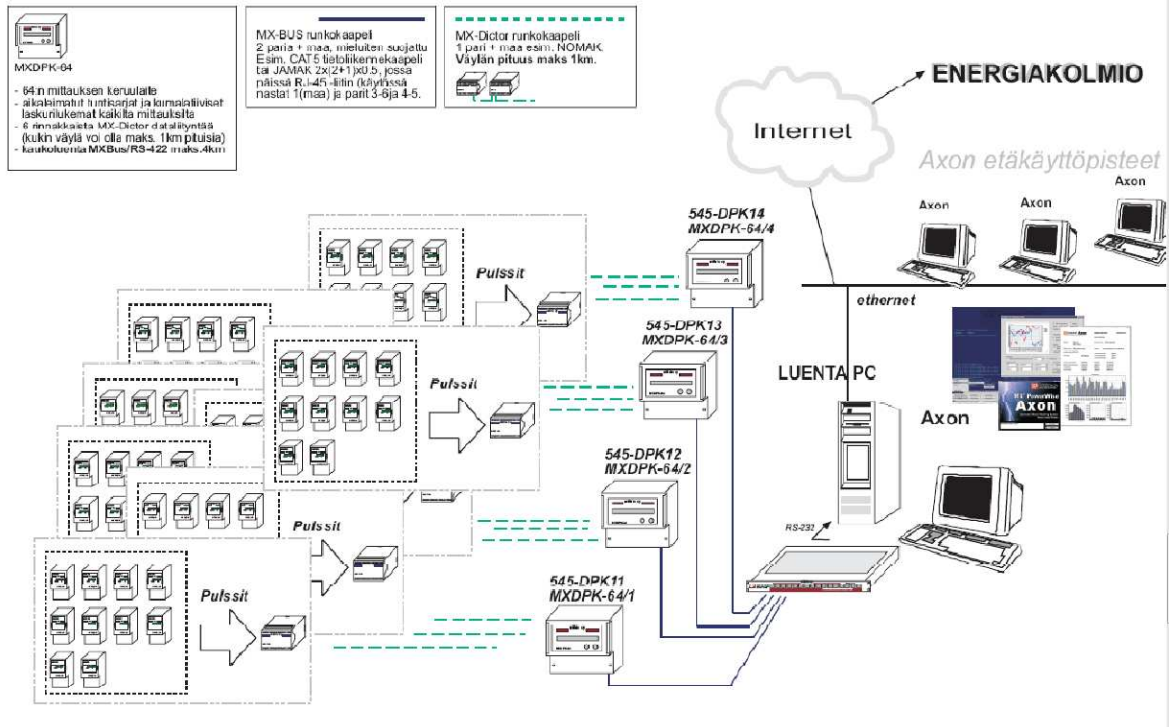
Kuvassa 5 on tulostettuna kohteen kuukausiseurantaraportti. Samalla ohjelma muodostaa tilastollisia arvoja, jotka näkyvät kuvassa 5 vasemmalla. Kuukausiraportista voidaan hiirellä valitsemalla tulostaa halutun päivän energiankulutusraportti, esimerkki tästä on

kuvassa 6. Raportista voidaan nähdä jokaisen tunnin aikana kulutettu energiamäärä kilowattitunteina.

4.1.2. Energianhallintajärjestelmän tiedonkeruu

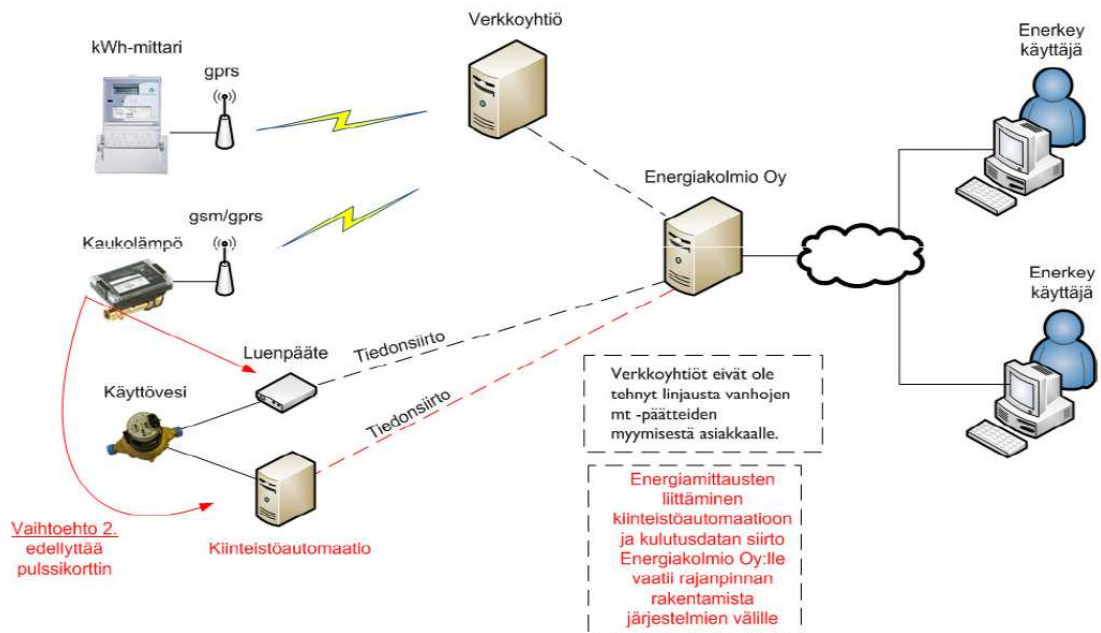
Energianhallintajärjestelmän tiedonkeruu perustuu paikallisten energiayhtiöiden etäluentapalveluun. Energiakolmio käyttää tiedonkeruussa paikallisen energiayhtiön kuluttajalle asentamaa etäluettavaa energiamittaria, joka lähettää kulutustiedon verkkoyhtiölle sekä myös palvelun tarjoajalle. Energiamittarin etäluenta tapahtuu kerran tunnissa verkkoyhtiön toimesta. Verkkoyhtiö kerää tiedon, josta se edelleen välitetään Energiakolmion energianhallintajärjestelmään. Toiminnan mahdollistaa valtioneuvoston asetus 66/2009. /2/

MITTRIX MXDPK-64



Kuva 7. Energianhallintajärjestelmän tiedonkeruun periaate Mitrix-mittareilla /2/

Kuvassa 7 on havainnollistettu etäluennan toimintaperiaatetta, kun luenta tapahtuu puhelinverkonvälityksellä. Kuvasta nähdään myös, kuinka luentadata kerätään sekä kuinka Energiakolmio saa tiedon itselleen jatkokäsiteltäväksi. Kun meillä ei ole mahdollista käyttää puhelinverkkoa tiedonkeruuseen, on tieto siirrettävä langattomasti. Kuvassa 8 on esitetty, kuinka langaton tiedonsiirto ja tiedon keruu tapahtuvat.



Kuva 8. Energianhallintajärjestelmän tiedonkeruu gprs-yhteydellä /2/

Energianhallintajärjestelmän johdosta ei tarvita erikseen asennettavia energiamittareita, koska verkkoyhtiöt on veloitettu välittämään kulutustiedot asiakkaalle energiatehokkuuden parantamiseksi. Energiakolmion palvelun voidaan näin ollen ottaa käyttöön hyvin nopeasti ja ilman mittavia laiteinvestointeja tai asennuksia. /2/

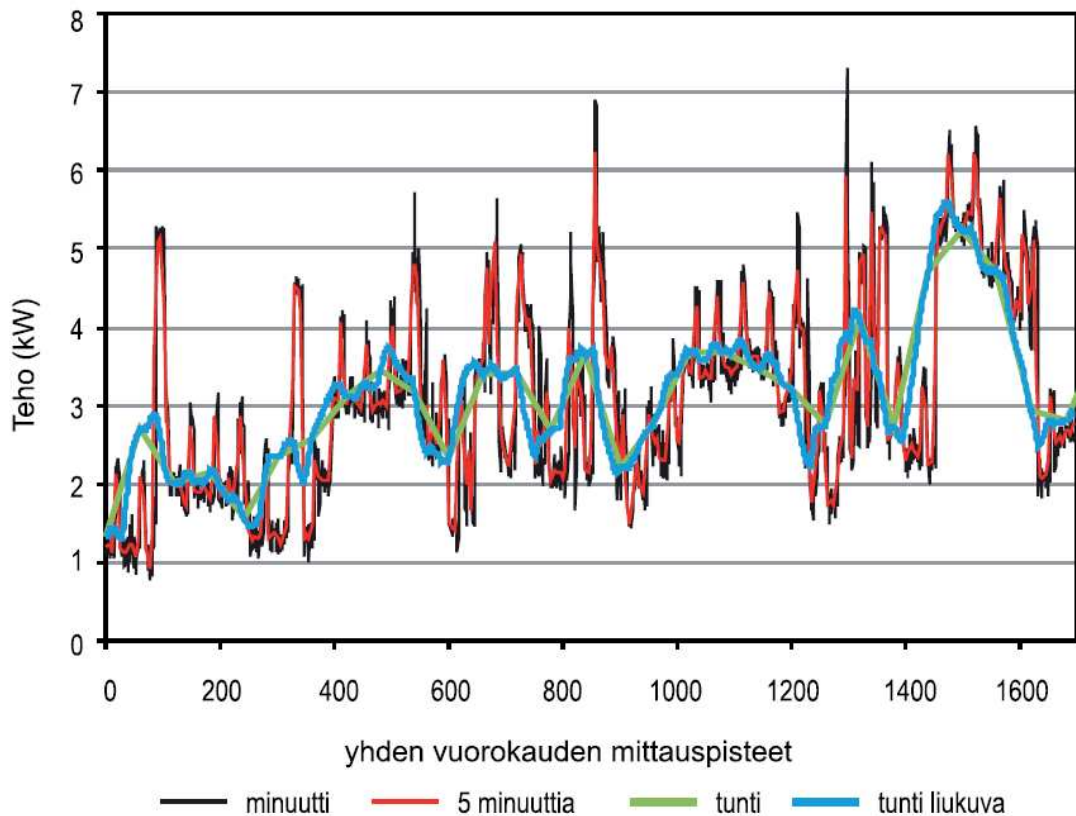
Jos asiakas haluaa tarkempaa tietoa, mihin energiaa kuluu kohteessa, voidaan kohde varustaa erillisillä alamittareilla. Palvelun toimitusnimi on AlaMi. Näiden alamittareiden etäluenta tarvitsee oman väyläkaapeloinnin kohteessa. Alamittarit lähettävät järjestelmään viimeisen kellotunnin aikana kuluneen energiankulutustiedon. /2/

4.2. Pistemittaus

Yksinkertaisin tapa tehdä energiankulutuksen seuranta on käyttäjän suorittama pistemittaus. Pistemittauksista voidaan helpoiten suorittaa pihtivirtamittarilla. Mittaus tapahtuu kohteen tai kohdetta syöttävän sähköjohtimen välittömässä läheisyydessä. Mittaustapahtumassa tulisi muistaa tarkistaa tehokerroin. Perinteiset pihtivirtamittarit eivät tätä automaattisesti huomioi. Mittauksesta saadut hetkellisen energiankulutuksen lukemat kerätään taulukkolaskentaohjelmaan, jossa lukemia voidaan muokata ja muodostaa haluttuja raportteja. Pistemittauksen tulos kertoo vain mittaushetken kulutuksen, tämä tulee muistaa mittauksista suunniteltaessa. Mittaustapa soveltuu parhaiten kuormituksille, joiden virrankulutus on vakaata, eivätkä sisällä suuria kuormitusmuutoksia.

4.3. Tallentava seurantalaitte

Kun halutaan selvittää tarkasti energiankulutusta ja sähkölaatua, on tallentava seurantalaitte paras tällaiseen. Laite kytketään seurattavan kohteen energiansyöttökaapelin ympärille pihtivirtamittarin tapaan. Laite mittaa ja tallentaa hetkelliset tulokset muistiinsa. Mittauksen yhteydessä laite rekisteröi myös tehokertoimen muutokset. Laite voidaan jättää kohteeseen seuraamaan kulutusta esimerkiksi viikon ajaksi, jonka jälkeen laitteen keräämät tiedot puretaan tietokoneelle analysoitavaksi. Koska laite tallentaa hetkelliset kulutukset muistiinsa, voidaan analysoinnissa löytää yllättäviäkin piilokuormia, joiden paikantaminen hetkellisellä pistemittauksella on lähes mahdotonta. Yksi käytetyimpiä sähkönlaadun ja tiedonkeruulaitteita on Fluke 1735.



Kuva 9. Minuutti- ja tuntipohjaisen mittauksen vertailu /6/

Kuvasta 9 nähdään, kuinka helposti voidaan havaita kuormituksessa tapahtuvat muutokset, kun mittaustieto tallennetaan minuutin välein. Tuntimittauksessa suuret kuormituspiikit tasoittuvat ja piikinaiheuttajaa on näin ollen vaikea paikantaa. Kuvasta voidaan selvästi havaita, kuinka ratkaisevassa asemassa mittaustiedon tallennusväli on.

5. ESIMERKKIKIINTEISTÖ

Opinnäytetyön tutkimus- ja esimerkkikohteeksi valittiin Lappian kiinteistö, joka sijaitsee Torniossa. Esimerkkikiinteistö on rakennuskokonaisuus osoitteessa Etappitie 4.

5.1. Taustatietoja kohteesta

Esimerkkikiinteistön bruttoneliöala on 6816 m² ja bruttokuutioita on 39 840 m³ ilman palloiluhallia.

Rakennustyyppi on oppilaitosrakennuksen ja pienteollisuusrakennuksen kombinaatio. Kiinteistö käsittää perinteisten oppilasloukkien ja toimistotilojen lisäksi työhalleja, joissa sijaitsee perinteisiä pienmetallipajojen laitteita sekä tiloja, joissa on jaloteräksen muokkaukseen käytettäviä erikoislaitteita. Rakennusosaston työhalleissa on satunnaista pistekuormitusta rakennusteollisuuden tapaisesti.

Lisäksi samassa mittauksessa on Lappiahalli Oy, jonka sähköenergian kulutus laskutetaan käyttäjiltä alamittauksen perusteella. Lappiahalli on tekonurmella varustettu jalkapallohalli sosiaalituloineen ja toimii itsenäisenä toimijana kiinteistökombinaatiossa.

5.2. Sähköenergian kulutus

Kiinteistössä on yksi sähköliittymä, jonka pääsulake on 3 x 1250 A. Kiinteistön lämmitysmuoto on kaukolämpö. Varsinaista sähkölämmitystä kiinteistössä ei ole muutamia kynnyslämmityksiä lukuun ottamatta.

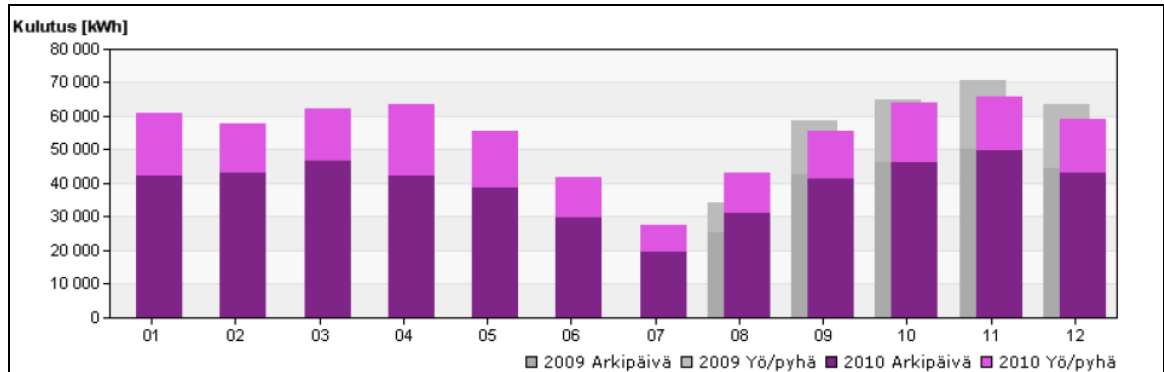
Johtuen energianhallintajärjestelmän myöhäisestä käyttöönotosta, esimerkkikiinteistöstä ei ole saatavilla kuin reilun vuoden takainen kulutushistoriatieto. Seuraavassa on esitelty taulukoituna kulutustietoja kohteesta. Kulutustiedot on tulostettu energianhallintajärjestelmästä.

Taulukko 5. Sähköenergian vuosikulutus kohteessa vuonna 2010

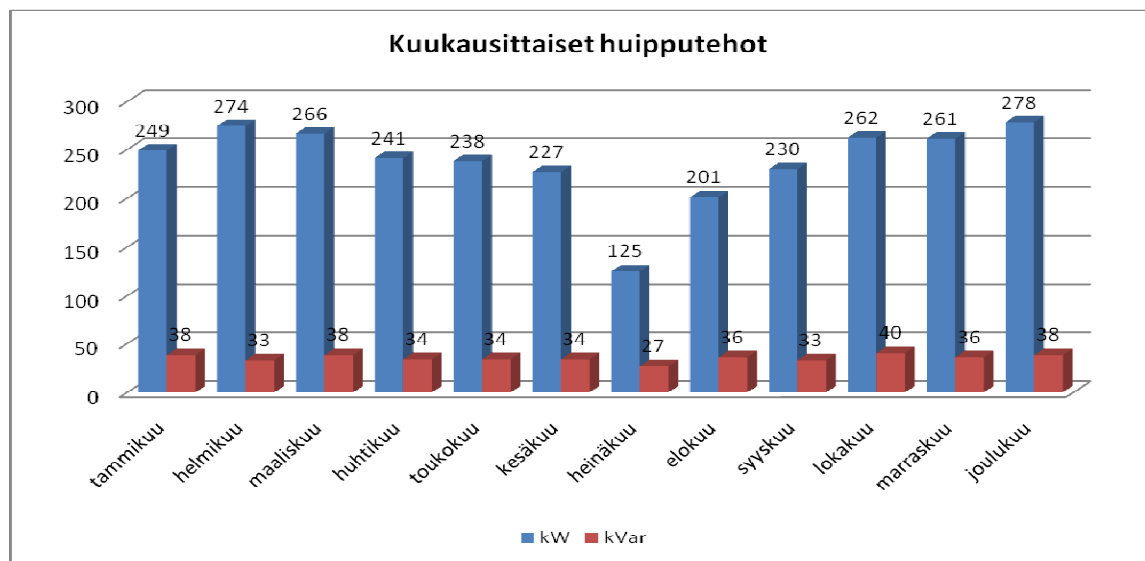
Sähköenergian kulutus	2010	osuus kokonaiskulutuksesta (%)
Päivä (07-22)	537,1 MWh	81,7
Yö (22-07)	120,3 MWh	18,3
Arkipäivä	446,4 MWh	67,9
Yöpyhä	211,0 MWh	32,1
Yhteensä	657,4 MWh	100
Ominaiskulutus (kWh/rm ³)	16,50	

Taulukko 6. Sähköenergian kulutushuiput kohteessa vuonna 2010

Kulutus	
Maksimi	278 kW
Kulutuksen keskiarvo	75 kW
Minimi	14 kW

**Kuva 10. Sähköenergian kulutuksen jakautuminen kuukausittain**

Kuvasta 10 nähtävä tasainen sähkönkulutus kuvaa sitä, että seurantajakson aikana ei tilojen käyttäjämäärässä ja tiloja palvelevien LVIS-järjestelmien käyttöajoissa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia.

**Kuva 11. Vuoden 2010 huipputehot kuukausittain, mukana myös loisteho**

Kuukausittainen huipputeho oli suurimmillaan vuonna 2010 joulukuussa, jolloin se on ollut 278 kW. Huipputeho on kesäkuukausia lukuun ottamatta ollut varsin tasainen. Huipputeho on vaihdellut 201 – 278 kW:n välillä, kun kesäkuuta ei huomioida koko vuoden keskiarvolla mitattuna 238 kW. Kesäkuun poikkeava kulutus näkyy hyvin kuvassa 11. Loisteho on myös varsin tasaista ollen koko vuoden keskiarvolla mitattuna 40 kVar. Loisteho on vaihdellut välillä 27 – 40 kVar. Kohteessa on loistehonkompensointiparisto, teholtaan 300 kVar.

Taulukko 7. Esimerkkikiinteistön ilta/pyhäajan pohjakuorma

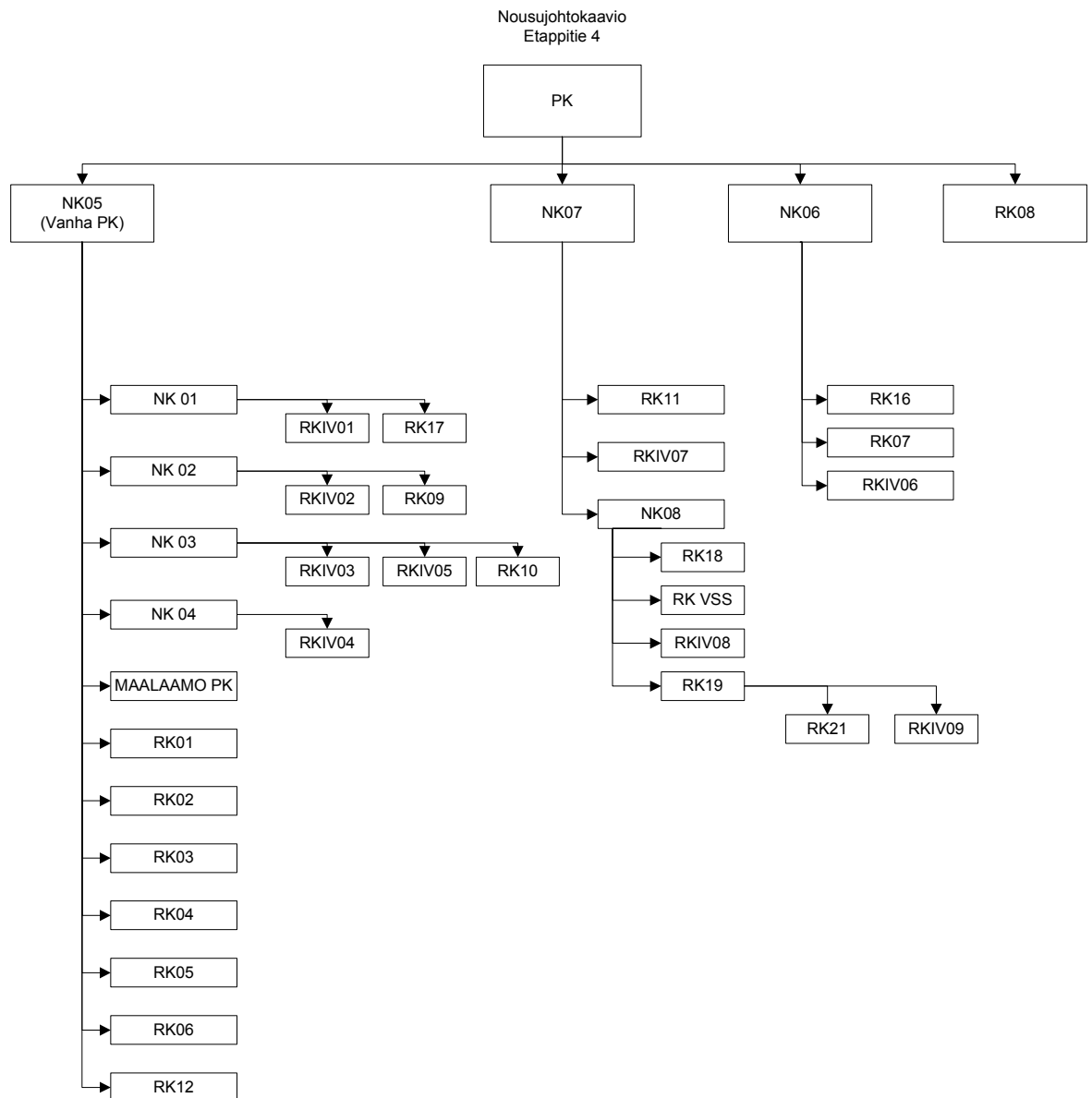
Kuukausi 2010	kW
tammikuu	53
helmikuu	52
maaliskuu	52
huhtikuu	61
toukokuu	46
kesäkuu	37
heinäkuu	26
elokuu	37
syyskuu	46

Taulukossa 7 on esimerkkikiinteistön sähkön pohjakuorma, joka on selvitetty energianhallintaohjelmasta saatavan tuntidatan perusteella. Kokonaisenergiankulutuksesta on poistettu välillä maanantai perjantai kello 7.00 – 18.00 energiakulutus. Näin on saatu selvitettyä sähkönkulutus, jonka esimerkkikiinteistö kuluttaa ilman, että kiinteistössä on aktiivista toimintaa. Kiinteistön pohjakuorman keskiarvo tarkasteluajavälillä 1.1.-30.9.2010 on laskelmien perusteella 45,4 kW. Energianhallintajärjestelmä ilmoittaa kulutuskeskiarvoksi 75 kW. Tämä arvo on ympärivuotiselle kulutukselle. Lisäselvityksellä saatu keskiarvo antaa todellisemman kuvan esimerkkikohteen pohjakuormasta.

5.3. Sähkökeskukset ja keskeiset kuormitukset

Esimerkkikiinteistö on yhden sähköliittymän perässä. Oma haaste mittaukselle muodostui siitä, että sähköliittymässä oli 36 eri alakeskusta, jotka olivat mittauksen kannalta ratkaisevia. Mittauksen ulkopuolelle jäi vielä alakeskuksia, mutta niiden läpikäyminen ei selvitystyön kannalta ollut ratkaisevassa asemassa.

Lähtötilanteessa ei ollut odotettavissa suuria keskeisiä kuormituksia, jotka olisivat ratkaisevassa asemassa selvittäessä kiinteistön pohjakuormaa. Koska ajankohdaksi oli valittu tilanne, jolloin kiinteistössä ei tapahdu toimintaa, voidaan mittauksissa hyvin keskittyä vain yksittäisten sähkövirtojen selvittämiseen.



Kuva 12. Kuvassa kohteen mittauksen kannalta keskeisimmät sähkökeskukset

Kuvassa 12 on esitetty kohteen sähkökeskukset alenevassa järjestyksessä pääkeskukselta katsottuna. Mittauksen ulkopuolelle jätettiin muutama apujärjestelmän sähkökeskus, joka todettiin jännitteettömäksi tai kuormittamattomaksi. Näiden keskusten sijoittaminen nousujohtokaavioon olisi muutenkin osoittautunut liian haastavaksi tässä vaiheessa. Tämä haaste johtui siitä, että esimerkkikiinteistöä on laajennettu useaan otteeseen, minkä seurauksena täydellisesti ajan tasalla olevia sähkökuvia ei ollut saatavilla.

Energianmittaus kohteesta suoritetaan energiamittarilla, joka sijaitsee pääkeskuksessa (PK). Lappiahallin energiankulutus mitataan omalla alamittarilla, joka sijaitsee ryhmäkeskuksessa 19 (RK 19). Mittareista etäluennassa on vain pääkeskuksen energiamittari.

6. TOIMINTAMALLISUUNNITELMA MITTAUKSILLE

Ennen kohteeseen jalkautumista oli selvitetävä, miten tulisi edetä alustavien lähtötietojen ja kulutustietojen perusteella. Tästä johtuen tulisi olla alustava toimintamallisuunnitelma, kuinka edetä, jotta voisimme mittauksissa puuttua keskeisiin tekijöihin esimerkkikohteen energiatehokkuuden parantamiseksi.

Kattava pohjatutkimus jo itsessään kertoi paljon kohteesta sekä kuinka esimerkkikuormitus käyttäytyy. Lähtökohtaisesti oli selvää, että jos halutaan selvittää esimerkkikiinteistön pohjakuormaa ja lepotilan energiatehokkuutta, tulee tehdä kohteessa mittauksia, joilla selvitetään, missä sähköenergiaa kuluu tarkasteluhetkellä.

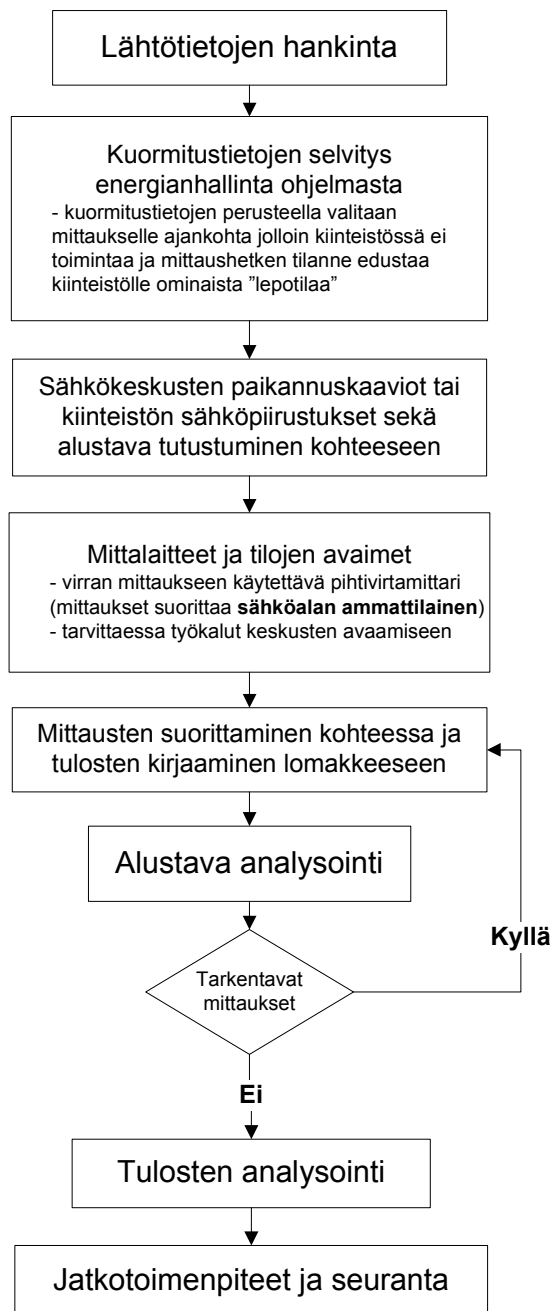
Taustaselvitys esimerkkikohteen kulutushistoriasta tehtiin energianhallintajärjestelmän kautta. Selvityksen perusteella saatiin käsitys, millaista kuormitusta kohteessa on sekä, koska kiinteistössä on aktiivitoimintaa. Kun kohteena oli oppilaitoskohde, on lähes itsestään selvää, että aktiivitoiminta ja kulutus ajoittuu arkipäiville kello kahdeksan ja kello 16 välille. On kuitenkin mahdollista, että oppimisen tukitoiminta sekä muut poikkeavat tapahtumat voivat myös ajoittua illoille tai viikonlopuille. Näin ollen perusteellinen taustaselvittely on aina tarpeen. Tehdyn taustaselvityksen perusteella mittausten suorittamiselle paras ajankohta olisi esimerkkikohteessa viikonloppu ja aamupäivä.

Kohteesta oli saatavilla sähkökeskusten paikannuskaaviot, jotka helpottivat paljon keskusten löytämistä. Esimerkkikiinteistön paikannuskaaviot oli päivitetty taannoin ja niiden paikkansa pitävyys oli hyvä. Paikannuskaavioiden tarkastaminen kohteessa paikanpäällä on kuitenkin tarpeen. Kun kohteeseen ja paikannuskaavioihin tutustuttiin, tehtiin samalla havaintoja siitä, millaisia sähkökeskukset olivat. Näin ollen osattaisiin varautua mm. siihen, kuinka keskukset voidaan avata sekä, kuinka pistemittaukset voitaisiin suorittaa tai kuinka työskentelyn aikana varmistetaan turvallinen työskentely. Kohteen olleessa paikoin iäkäs, olivat keskukset luonnollisesti iäkkäitä ja kaukana tämän päivän sähkökeskusstandardeista. Näin ollen havaintona olikin, että useamman keskuksen avaamiseen ja mittausten suorittamiseen tulee mittaajan olla sähköalan ammattilainen, joka omaa turvallisen ja itsenäisen työskentelyn periaatteet.

Mittausten kirjaamiseen tarvitaan tilanteeseen soveltuva kaavake, jotta mittaustulokset olisivat helposti luettavissa analysointivaiheessa. Mittaustapahtuma ei saisi venyä liian pitkäksi, jotta kiinteistössä ei tapahtuisi suuria kuormitusmuutoksia. Mittausten kirjaaminen olisi lisäksi oltava luotettavaa, koska paluuta mittaushetkeen ei olisi. Näin ollen mittaukselle soveltuva mittauspöytäkirja oli luotava. Mittausohje ja mittauspöytäkirjapohja ovat opinnäytteen liitteenä (LIITE 1 ja LIITE 2).

Ennen mittausten analysointia ja pohdintojen tekemistä oli odotettavaa, että olisi tarpeen tehdä lisäksi tarkentavia mittauksia. Esimerkkikohteen ollessa laaja ei mittauksia tehtäessä olisi aikaa analysointiin ja tarkennetuilla mittauksilla varmistettaisiin näin ollen aiempia mittauksia. Tarkennetut mittaukset tulisi tietenkin ajoittaa samanlaiseen energiankulutushetkeen kuin aiempi mittaustapahtuma. Mittausohje ja

mittauspöytäkirjapohja tarkentaville mittauksille ovat opinnäytteen liitteenä (LIITE 3 ja LIITE 4).



Kuva 13. Toimintamalli pohjakuormaa ja energiatehokkuutta selvittäville mittauksille

Alustavien tutkimuksien ja selvityksien perusteella laadittiin toimintamalli (kuva 13), jonka mukaan lähdettiin toteuttamaan mittauksia ja analysointia. Toimintamallin laadintaa edisti luonnollisesti se, että oli oma aiempaa kokemusta kiinteistöjen sähköenergian kulutuksista sekä kokemusta kiinteistöjen sähköistyksistä ja sisäjohtoasennuksista.

7. MITTAUSTEN SUORITTAMINEN

Mittaukset suoritettiin esimerkkikiinteistössä lauantaina 9.10.2010 aamupäivän aikana. Ajankohdan valintaan vaikutti kiinteistön kulutushistorian tutkiminen, jonka perusteella oli oletettavissa kyseisenä päivänä tilanne, jolloin kiinteistössä ei olisi toimintaa aamupäivän aikana. Kappaleessa 5.2 esitetyn taulukon 3 perusteella kiinteistön pohjakuorma oli 45,4 kW.

Energianhallintajärjestelmästä jälkeinpäin haettujen tietojen perusteella kiinteistön energiankulutuksen keskiarvo kyseisenä päivänä oli 46,8 kW. Tämän tiedon perusteella voidaan todeta, että valittu mittauspäivä tulisi edustamaan kohteelle tyypillistä energiankulutusta kuvaavaa päivää, aikana jolloin kohteessa ulkovalaistus ja autolämmitys ei ole käytössä.

Mittauksia ei tehty Lappiahallin osalta kuin kiinteistöosan ryhmäkeskukselle saakka, ryhmäkeskuksessa sijaitsee Lappiahallin energianmittaus. Lappiahallin energiankulutuksen tarkastelu ei kuulunut tämän opinnäytteen yhteyteen.

7.1. Mittausten kirjaaminen

Koska tulokset käsiteltäisiin ja muokattaisiin taulukkolaskentaohjelmassa kokonaisuudeksi, mittaukset suoritettiin keskuksittain satunnaisessa järjestyksessä. Mittaukset tehtiin keskuskohtaisen pääkytkimen jälkeisistä virtajohtimista vaihekohtaisesti. Edellytyksenä oli, että keskus olisi rakenteiltaan mittauksille suotuisa.

Mittauksen aikana esimerkkikohteessa ilmastointi ei ollut päällä. Myöskään autolämmitys, pihavalistus ja räystäskourujen lämmitys ei ollut päällä. Mittaukset aloitettiin kello 9:20 ja mittaukset päättyivät kello 13:10. Ulkoilma oli puolipilvinen mittauksen aikana ja ulkolämpötila oli plus yhdeksän asetetta.

Tarkat keskuskohtaiset mittaustulokset on esitetty tämän opinnäytteen liitteessä (LIITE 5).

7.2. Mittaustuloksia ja havaintoja

Valittu päivä mittauksen kannalta osoittautui erittäin hyväksi, koska esimerkkikiinteistössä ei havaittu toimintaa tai kiinteistön lepotilasta poikkeavaa toimintaa muutamaa tapausta lukuun ottamatta. Näihin poikkeamiin palataan tarkemmin myöhemmin.

Energianhallintajärjestelmästä haetusta mittausdatasta on nähtävissä jokaisen tunnin aikana kulunut sähköenergia. Mittausdatasta on havaittavissa kello 13 jälkeen hieman kasvanut energiankulutus, joka johtunee Lappiahallin valaistuksen päällä olosta tuon jälkeen.

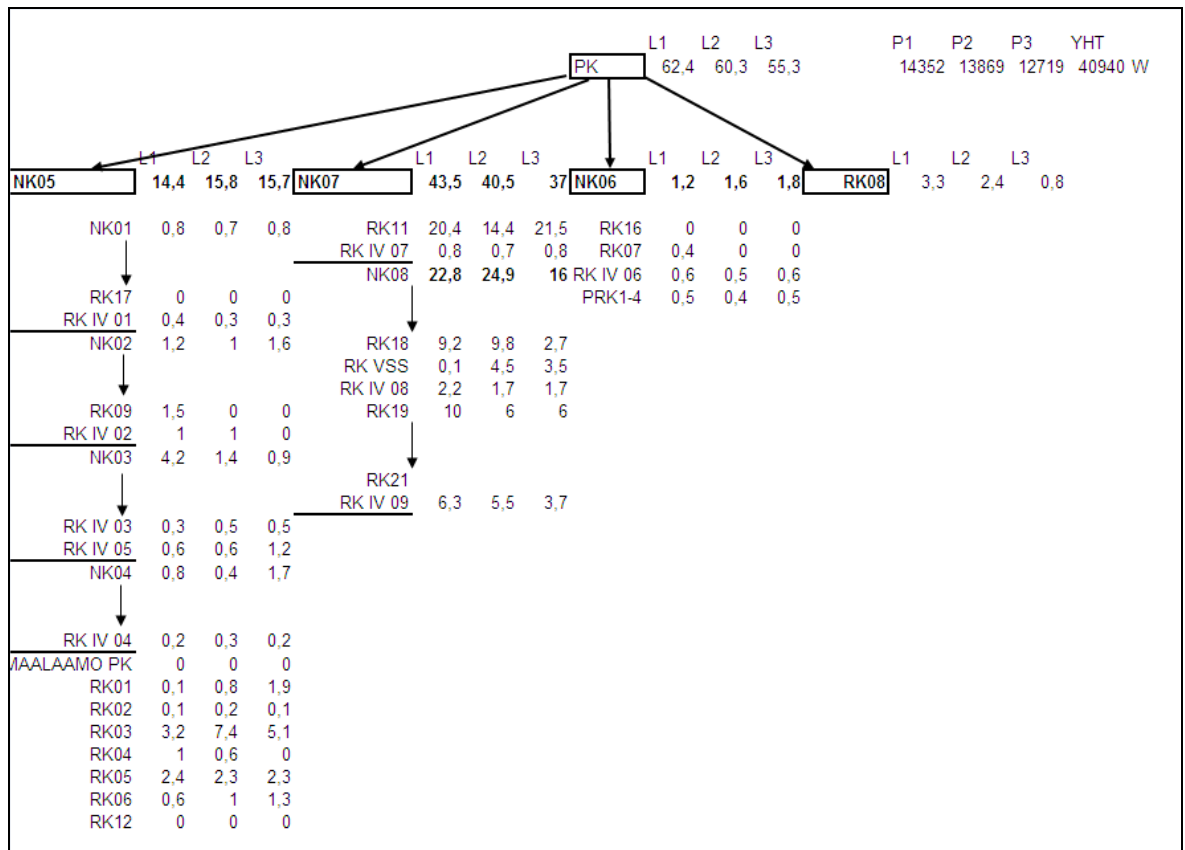
Lappiahallin ilmastointikoneet käyvät omalla toimintaohjelmalla. Näin ollen ilmastointikoneet käyvät myös kyseisenä päivänäkin. Hallissa on käyttäjävuoroja viikon jokaisena päivänä aamusta iltaan saakka.

Taulukko 8. Taulukosta voidaan nähdä mittauspäivän 9.10.2010 sähkönkulutuksen mittausdata

Päivämäärä	AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja rakennushalli	
	kWh	kVar
9.10.2010 0:00	50	0
9.10.2010 1:00	48	0
9.10.2010 2:00	48	0
9.10.2010 3:00	48	0
9.10.2010 4:00	48	0
9.10.2010 5:00	50	0
9.10.2010 6:00	51	0
9.10.2010 7:00	48	0
9.10.2010 8:00	35	0
9.10.2010 9:00	37	0
9.10.2010 10:00	38	0
9.10.2010 11:00	39	0
9.10.2010 12:00	37	0
9.10.2010 13:00	48	0
9.10.2010 14:00	55	0
9.10.2010 15:00	55	0
9.10.2010 16:00	52	0
9.10.2010 17:00	38	0
9.10.2010 18:00	45	0
9.10.2010 19:00	51	0
9.10.2010 20:00	51	0
9.10.2010 21:00	51	0
9.10.2010 22:00	49	0
9.10.2010 23:00	50	0
10.10.2010 0:00	48	0

Päivän keskiarvo kulutus

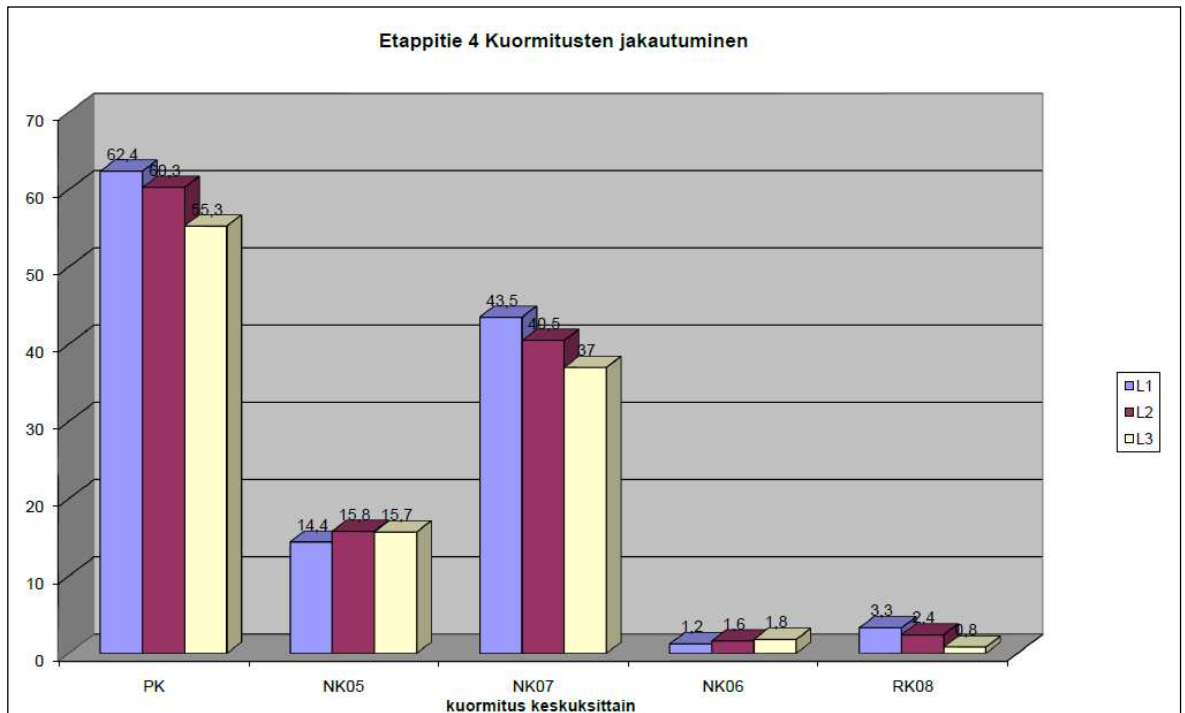
46,8 kWh



Kuva 14. Kuvassa yksittäisten keskusten vaihevirrät ampeereina

Mittauspäivän sähköenergian keskikulutus tunnille oli 46,8 kW. Mittauspöytäkirjaan merkittyjen osavirtojen summan perusteella laskettu hetkellinen sähköenergiankulutus oli 41 kW. Laskelmista voidaan todeta, että ne pitävät paikkansa mittausdataan verrattaessa vaikkakin lukemat poikkeavat 5 kW verran. Lukemien heitto johtune opastinpylvään opastintaulujen voimakkaasta virranvaihtelusta, jonka vuoksi opastintaulujen virran keskiarvoa on kenttäolosuhteissa vaikea määrittellä.

Kuvassa 14 on nähtävissä kaikki vaihevirrät kiinteistön jokaisella keskuksella. Virrat on saatu pistemittaamalla pihtivirtamittarilla vaihejohtimen ympäriltä. Mittaustapa ei ota huomioon kuormituksen tehokerrointa. Kuvassa nuolet esittävät keskuksia alenevassa järjestyksessä. Kuva 14 kertoo, kuinka mittauksessa saatuja tuloksia on helppo käsitellä taulukkolaskentaohjelmassa. Kuvan yläkulmassa on nähtävissä laskennallinen tehonkulutus mitattujen virtojen suhteen. Kuvan tulkinnassa on syytä käyttää apuna kuvan 12 nousujohtokaaviota, jotta osataan tulkita, mikä keskus on minkä keskuksen alaisuudessa.

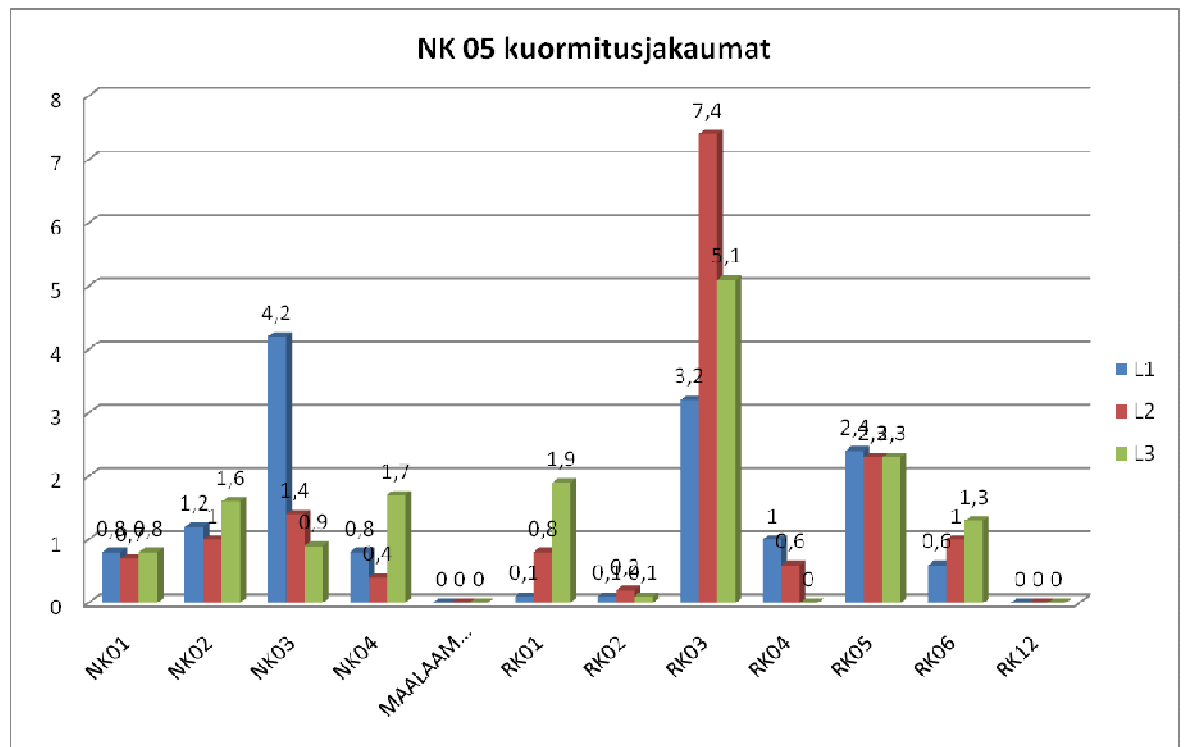


Kuva 15. Kuvassa on havaittavissa pientä epätasapainoa vaihevirtojen välillä

Kuvasta 15 selviää, kuinka päävirrat jakautuvat keskuksittain. Pääkeskuksen (PK) vaihevirrat olivat mittaushetkellä kohtuullisessa symmetriassa L1 62,4 A, L2 60,3 A ja L3 53,3 A. Havaittua virtojen epäsymetrisyyttä aiheutti opastinpylvään opastaulujen sijoitus vaiheille L1 ja L2. Kun opastintauluja on kaksi kappaletta, tämä on luonnollinen tekninen ratkaisu. KytKentätapa selvisi vasta myöhemmin tehdyissä tarkentavissa mittauksissa.

Keskuksen NK05 alaisuudessa on kiinteistökombinaation ns. vanha osa, joka käsittää metalliosaston ja rakennusosaston (ilman pintakäsittelyä). Keskuksen NK05 virta kiinteistön ollessa lepotilassa ei ole kohtuuton, kun tarkastellaan tarkemmin osavirtoja, jotka löytyvät liitteenä olevasta mittauspöytäkirjasta (LIITE 5).

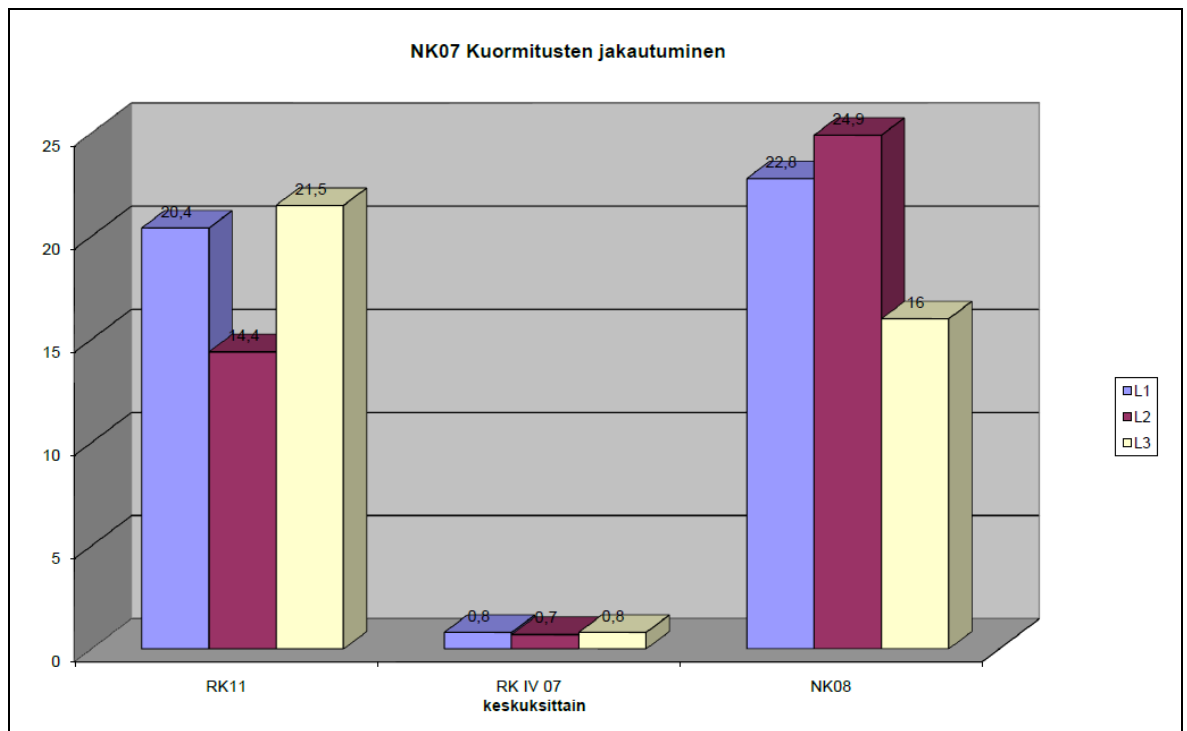
Kiinteistön välikatolle sijoitetut välitilapuhaltimet on sijoitettu keskuksen NK05 alaisuuteen. Välikaton puhaltimet toimivat ympärivuorokautisesti tuulettaen katon yläpohjaa. Näiden puhaltimien jatkuvatoiminen käyttö on kiinteistön rakenteiden ja tuulettumisen kannalta välttämätöntä. Puuttellisista merkinnöistä johtuen kyseisiä puhaltimia ei pystytty keskuksista paikantamaan.



Kuva 16. Keskuksista RK03:ssa oli havaittavissa varsin suuret vaihevirratt

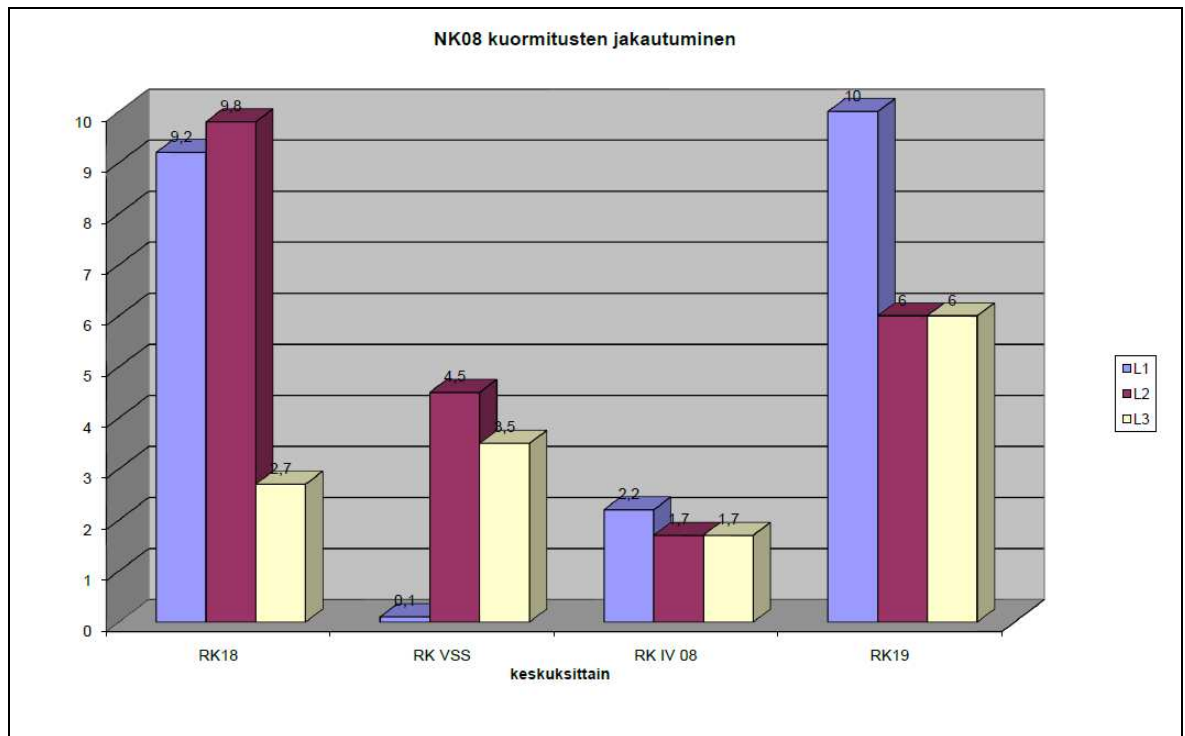
Nousukeskuksen NK05 alaisuudessa olevien keskusten vaihevirroissa ei havaittu mitään merkittävää. Kuvasta 16 näkyy tarkemmin vaihevirtojen vaihtelu keskuksien suhteen. Keskuksen RK05 alaisuudessa on vanhan osan kiinteistön lämmönjakohuone, jolloin keskuksista mitatut virrat ovat kaikki pumppujen ja käyttöjen vaatimia ylläpitovirtoja. Nousukeskuksen NK03 mitatut virrat herättävät tarvetta tarkemmalle tarkastelulle. Tuolloin kuitenkin paikanpäällä ei havaittu mitään sellaista laitetta, joka olisi aiheuttanut tuon kyseisen kulutuksen. Lukemat viittaisivat olevan välitilatuulettimien ottamaa käyntivirtaa.

Ryhmäkeskus RK03 vaihevirratt olivat myös erittäin merkittävät. Kuitenkaan virtojen tarkempi tarkastelu ei tuottanut tarvetta tarkentaville mittauksille. Kyseisen keskuksen alaisuudessa oli ATK-jakamo sekä siihen liittyvä laitetila, jossa olivat valot päällä käyttäjien jättämänä. Myös tämän keskuksen alaisuudessa olevassa pukuhuoneessa olivat valot tarpeettomasti päällä. Pukuhuoneessa valojenohjaus tapahtuu käyttäjien toimesta valokatkaisijasta. Muiden keskusten ottamat lepovirratt ovat ilmanvaihtokoneiden käyttöjen aiheuttamia pakollisia tyhjäkäyntivirtoja. Ilmanvaihtokoneen ollessa pois päältä käyvät lämpöpatterien kiertovesipumput edelleen sekä taajuusmuuttajat ovat valmiustilassa jäähdystuulettimet pyörien.



Kuva 17. Keskuksessa RK11 havaittiin erittäin suuret vaihevirrat

Nousukeskuksen NK07 vaihevirrat mittauksen aikana olivat L1 43,5 A, L2 40,5 A, L3 37 A. Kuvasta 17 nähdään, kuinka kuormitus jakautui kolmen alakeskuksen suhteen. Ryhmäkeskuksen RK11 suuret vaihevirrat aiheutuivat työhallin päälle jääneestä valaistuksesta. Hallissa on loisteputkivalaisimia 2 x 49 W yhteensä 113 kappaletta. Tilassa valojenohjaus tapahtuu käyttäjientoimesta valokatkaisijasta. Ilmavaihtokoneen ryhmäkeskuksen RKIV 07 ottamat virrat olivat puolestaan ilmanvaihtokoneiston vaatimia valmiustilavirtoja. Nousukeskuksen NK08 vaihevirtojen jakautuminen selviää tarkemmin kuvasta 15.



Kuva 18. Keskuksen NK08 alaisuudessa on myös Lappiahallin keskus RK19

Nousukeskuksen NK08 alaisuudessa on neljä alakeskusta. Virtojen jakautuminen keskusten suhteen näkyy tarkemmin yllä olevasta kuvasta 18. Ryhmäkeskus RK18 vaihevirratt olivat hyvin merkittävät. Virta vaihteli mittauksen aikana 9,2 A – 15 A. Vaihtelua tapahtui molemmilla vaiheilla ja vaihtelu oli yhtä suurta. Syy vaihtelulle tulisi selvittää tarkentavilla mittauksilla. Näissä tarkentavissa mittauksissa virtavaihtelun syyksi paljastuivat LED-opastintaulujen virranvaihtelut.

Ryhmäkeskuksen RK VSS alaisuudessa ovat väestösuojassa toimivat sosiaalitalat. Keskuksen erittäin suuri virrankulutus lepotilassa johtui tilassa tarpeettomasti päällä olleista valoista. Kyseisessä tilassa valojenohjaus tapahtuu käyttäjientoimesta valokatkaisijasta.

Ilmanvaihtokoneen ryhmäkeskuksen RKIV 08 lukemat ovat koneelle välttämättömien pumppujen käynnistä ja taajuusmuuttajien päällä olosta aiheutuvia virtoja. Kone ei käynyt mittaushetkellä.

Ryhmäkeskus RK19 on Lappiahallin oma alakeskus. Hallin energiankulutus mitataan omalla energiamittarilla ja erotellaan käsin kiinteistön päämittauksesta. Tarkastelu ei ulottunut Lappiahalliin.

7.3. Mittauksen aikana tehtyjä havaintoja

Rakennusosaston työhallissa olivat valot tarpeettomasti päällä viikonloppuna. Käyttäjät olivat unohtaneet sammuttaa valot poistuessaan. Pintakäsittelyosaston sosiaalityötilojen valot olivat tarpeettomasti päällä. Käyttäjät olivat unohtaneet sammuttaa valot poistuessaan. Jaloterästudion aulavalot olivat päällä jatkuvasti. Valot eivät sammuneet edes tilassa olevasta katkaisijasta. Metalliosaston sosiaalityötiloissa valot olivat myös tarpeettomasti päällä. Viimeinen sammuttaa valot -ajattelu ei aina toimi käytännössä.

7.4. Tarkentavat mittaukset

Tehtyjen mittausten perusteella laadittiin suunnitelma, miten mittaukset tehtäisiin ja mitä tarkentavilla mittauksilla lähdettäisiin hakemaan. Tarkentaville mittauksille laadittiin mittausohjeistus sekä mittauspöytäkirjapohja Lappian automaatioinsinöörin arvion perusteella tarkennusmittausten kohteeksi valittiin ryhmäkeskus RK11, ryhmäkeskus RK18. Lisäksi tutkittaisiin, mistä suuri vaihevirtavaihtelu johtuu keskuksella RK18. Sekä lisäksi päätettiin tutkia samalla halliovien kynnyslämmityksien ohjausautomaatio. Tarkentavien mittausten aikana tehtäisiin lisäksi havaintoja valaistuksen ohjauksesta.

Mittaukset suoritettiin kohteessa 24.10.2010 lauantaina aamupäivällä. Ajankohdan valintaan vaikutti kiinteistön kulutushistorian tutkiminen. Tutkimuksen perusteella oli oletettavissa kyseisenä päivänä tilanne, jolloin kiinteistössä ei ole toimintaa aamupäivän aikana.

Taulukko 9. Mittauspäivän 24.10.2010 sähköenergian tuntimittausdata

Päivämäärä	AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja rakennushalli	
	kWh	kVar
24.10.2010 0:00	51	0
24.10.2010 1:00	50	0
24.10.2010 2:00	49	0
24.10.2010 3:00	49	0
24.10.2010 4:00	48	0
24.10.2010 5:00	51	0
24.10.2010 6:00	50	0
24.10.2010 7:00	56	0
24.10.2010 8:00	60	0
24.10.2010 9:00	49	0
24.10.2010 10:00	64	0
24.10.2010 11:00	65	0
24.10.2010 12:00	66	0
24.10.2010 13:00	66	0
24.10.2010 14:00	65	0
24.10.2010 15:00	64	0
24.10.2010 16:00	59	7
24.10.2010 17:00	54	12
24.10.2010 18:00	74	22
24.10.2010 19:00	73	22
24.10.2010 20:00	71	23
24.10.2010 21:00	71	22
24.10.2010 22:00	67	21
24.10.2010 23:00	52	14
25.10.2010 0:00	51	15

Päivän keskiarvo kulutus

59,0 kWh

Energianhallintajärjestelmästä jälkepäin haettujen tietojen perusteella kiinteistön energiankulutuksen keskiarvo kyseisenä päivänä oli 59,0 kW. Saadun tiedon perusteella voidaan tässä vaiheessa jo todeta, että valittu mittauspäivä tulisi edustamaan kohteelle hieman keskiarvoa suurempaa energiankulutusta edustavaa päivää. Kiinteistön pohjakuormakeskiarvo oli 45,4 kW. Koska mittauksia tehtiin keskuskohtaisesti, eikä koko kiinteistöä kattavana, ei poikkeaminen keskiarvokulutuspäivästä ole ratkaisevassa asemassa. Mittauksilla haluttiin varmistua, mihin tarkasteltavasta keskuksista virta lähtee sekä, onko kuormitus toiminnankannalta kohtuullinen tai välttämätön.

7.5. Tarkentavien mittausten kirjaaminen

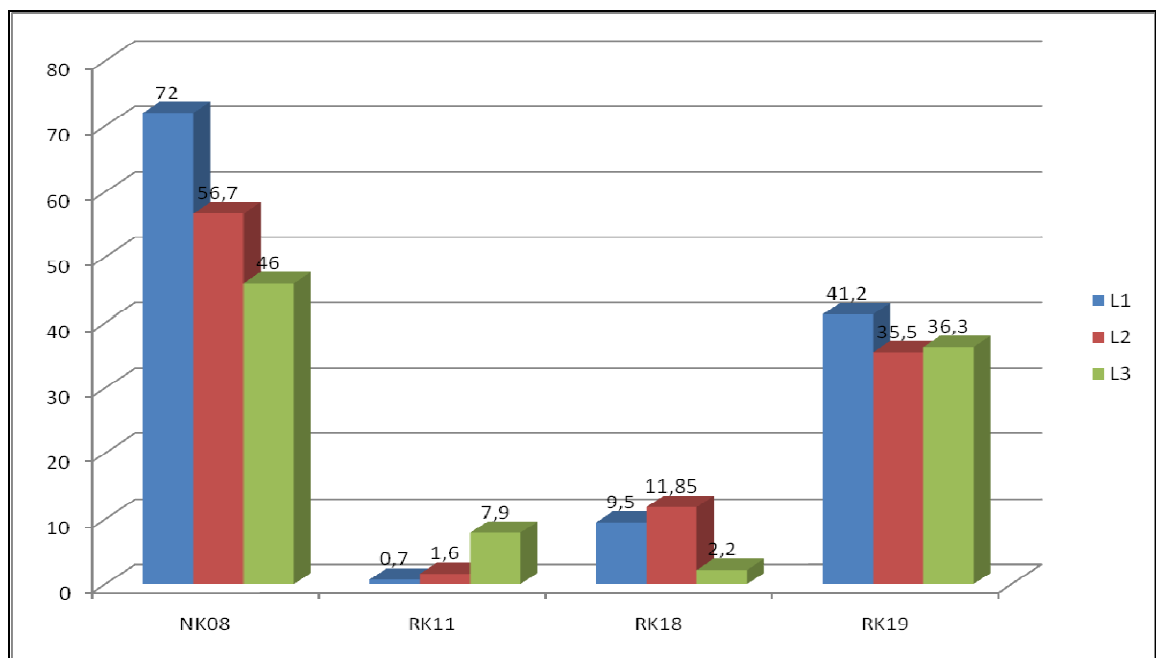
Mittaukset suoritettiin keskuskohtaisesti ja lähdöittäin. Mittauksen aikana keskuksen jokainen lähtö tulee mitata ja tulos kirjata. Ensimmäiseksi mitattiin keskuksen päävirrat, minkä jälkeen siirryttiin lähtökohtaisiin mittauksiin.

Mittauksen aikana kohteessa ilmastointi ei ollut päällä. Myöskään autolämmitys, pihavalaistus ja räystäskourujen lämmitys eivät olleet päällä. Mittaukset aloitettiin kello 12:43 ja mittaukset päättyivät kello 14:15. Ulkoilma oli puolipilvinen mittausten aikana ja ulkolämpötila oli plus kaksi asetetta.

Tarkat keskus- ja lähtökohtaiset mittaustulokset on esitetty tämän opinnäytteen liitteessä (LIITE 6).

7.6. Tarkentavien mittausten tuloksia ja havaintoja

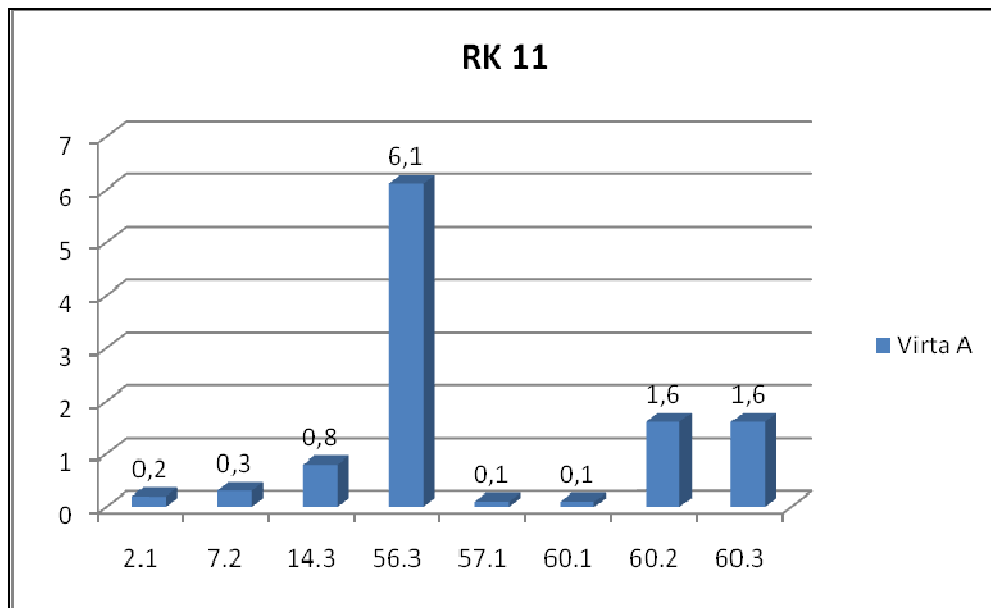
Mittauksen tehtiin ensin nousukeskus NK08 vaihevirroille. Tähän menettelyyn päädyttiin jotta voitaisiin varmistua siitä, millainen tilanne kiinteistössä olisi kuormitusten suhteen sekä voitaisiinko saatuja mittaustuloksia soveltaa aiempiin mittauksiin.



Kuva 19. Kuvassa keskuksen NK08 mitatut vaihevirrat sekä keskuksen alaisuudessa olevien keskusten vaihevirrat

Kuvasta 19 voidaan nähdä, että kyseisenä päivänä ryhmäkeskus RK19 kuormitus oli erittäin vaikuttava. Keskuksen RK19 alaisuudessa on Lappiahalli. Hallissa oli mittausten aikana käyttäjiä. Käytöstä johtuen oli ilmastointi ja hallivalaistus käytössä. Tässä työssä ei käsitellä Lappiahallin energiatehokkuuden parantamista.

Sen sijaan keskuksen RK11 vaihevirrat olivat erittäin pienet, ainoastaan vaiheella L3 oli havaittavissa muista vaiheista poikkeava virransuuruus. Mittaushetkellä kyseisen keskuksen alaisuudessa olevissa työhalleissa ei ollut käyttäjien päälle unohtamia tarpeettomia valaistuksia. Ryhmäkeskus RK18 vaihevirrat olivat mittaushetkellä tavanomaiset. Näin ollen tarkentavien mittausten teon ajankohta oli suotuisa.



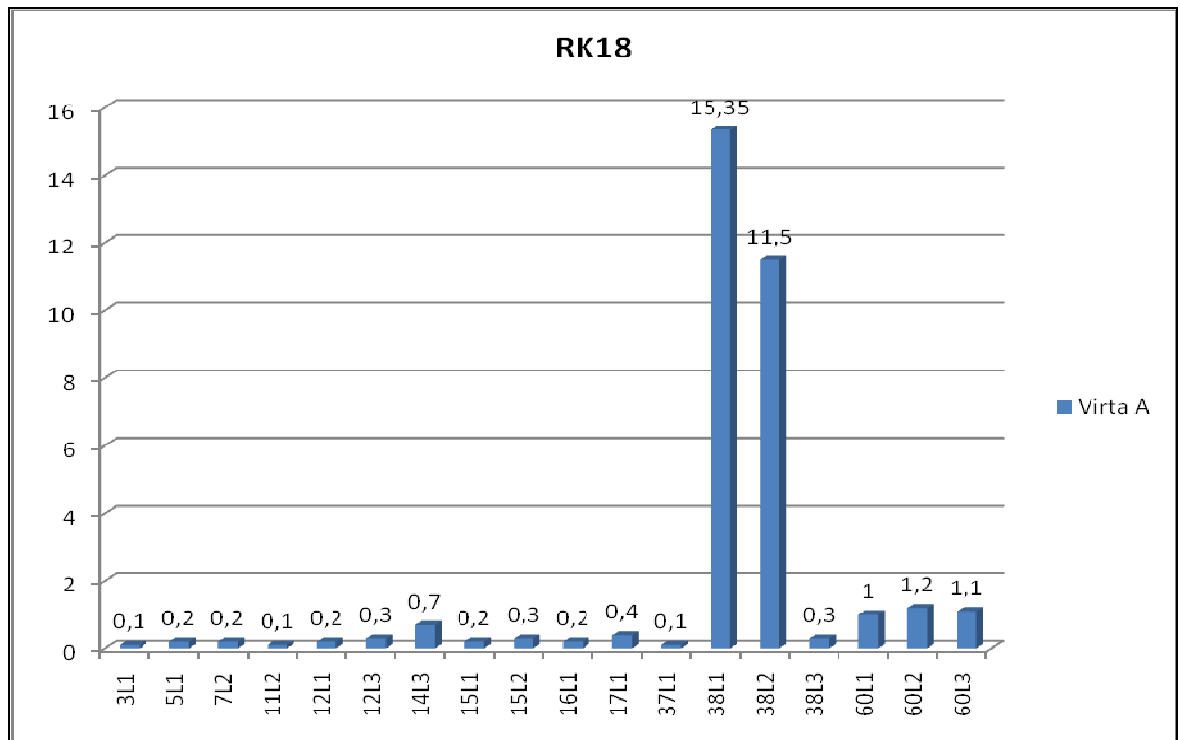
Kuva 20. Keskuksen RK11 lähdöt, joissa oli kuormitusta mittaushetkellä

Taulukko 10. Lähdöt yksilöitynä keskuksesta RK11

Lähtö	Mitattu virta	Kuvaus lähdöstä
2.1	0,2 A	Valaistus siivous 024, opeth. 052
7.2	0,3 A	Pistorasiat opeth. 052
14.3	0,8 A	Turvavalokeskus TVK 2
56.3	6,1 A	Kynnyslämmitys työhalli
57.1	0,1 A	Pesukone
60.1	0,1 A	Nosturi
60.2	1,6 A	Nosturi
60.3	1,6 A	Nosturi

Kuvan 20 perusteella mittaustuloksista voidaan havaita seuraavaa. Pistorasialähdöissä oli ATK-laitteiden ottamia lepovirtoja, joiden suuruus oli vähäistä. Turvavalokeskuksen päällä oloon ja sen ottamaan virtaan ei voida vaikuttaa. Turvavalokeskuksen tulee olla aina valmiustilassa. Kynnyslämmitys oli turhaa päällä. Keskuksessa lämmityksen valintakytkin oli A-asennossa. Tarkempi tarkastelu kertoi, että A-asennossa lämmitys on jatkuvasti päällä riippumatta ulkolämpötilasta. Kyseinen kynnyslämmitys on hallioven alareunan maa-alueen sulana pitävä itsestäänsäätyvä lämpökaapeli. Pesukoneen ottama valmiusvirta oli suuruudeltaan vähäinen. Työhallissa oleva siltanosturi paljastui erääksi piilokuormaksi. Nosturi otti valmiustilassa erittäin suuren valmiusvirran kahdelta vaiheelta. Kun nosturin turvakytin aukaistiin ja nosturi näin ollen oli täysin virraton, poistuivat edellä mitatut vaihevirratt 1,6 A kokonaan.

Mittaustulosten ja havaintojen perusteella ei tilassa havaittu tarpeettomana päällä olevaa valaistusta mittaushetkellä.



Kuva 21. Keskukseen RK18 lähdöt, joissa oli kuormitusta mittaushetkellä

Taulukko 11. Lähdöt yksilöitynä keskukselta RK18

Lähtö	Mitattu virta	Kuvaus lähdöstä
3L1	0,1A	Valaistus Pukuh. 111, wc:t
5L1	0,2	Valaistus IV-konehuone 201
7L2	0,2	Lukko/murto hälytysjärjestelmä
11L2	0,1	Pistorasiat Luokka 15
12L1	0,2	Pistorasia Etappitie alueopaste
12L3	0,3	Pistorasiat ATK-jakamo FD 104
14L3	0,7	Turvavalokeskus TVK3
15L1	0,2	Pistorasiat Jakamo J4/01
15L2	0,3	Pistorasiat Jakamo J4/01
16L1	0,2	Pistorasiat Koulutuspäällikkö 106
17L1	0,4	Pistorasiat opettajat 110
37L1	0,1	Pistorasiat Työhalli
38L1	8,6 - 22,1	Etappitie Alueopaste, pyloni
38L2	7,1 - 15,9	Etappitie Alueopaste, pyloni
38L3	0,3	Etappitie Alueopaste, pyloni
60L1	1	Kaukolämmön alakeskus
60L2	1,2	Kaukolämmön alakeskus
60L3	1,1	Kaukolämmön alakeskus

Kuvasta 21 nähdään, että keskuksessa on havaittavissa paljon lähtöjä, jotka ottavat ATK-laitteille tyypillisiä lepovirtoja. Kiinteistön hallintajärjestelmienlaitteiden ottamat virrat

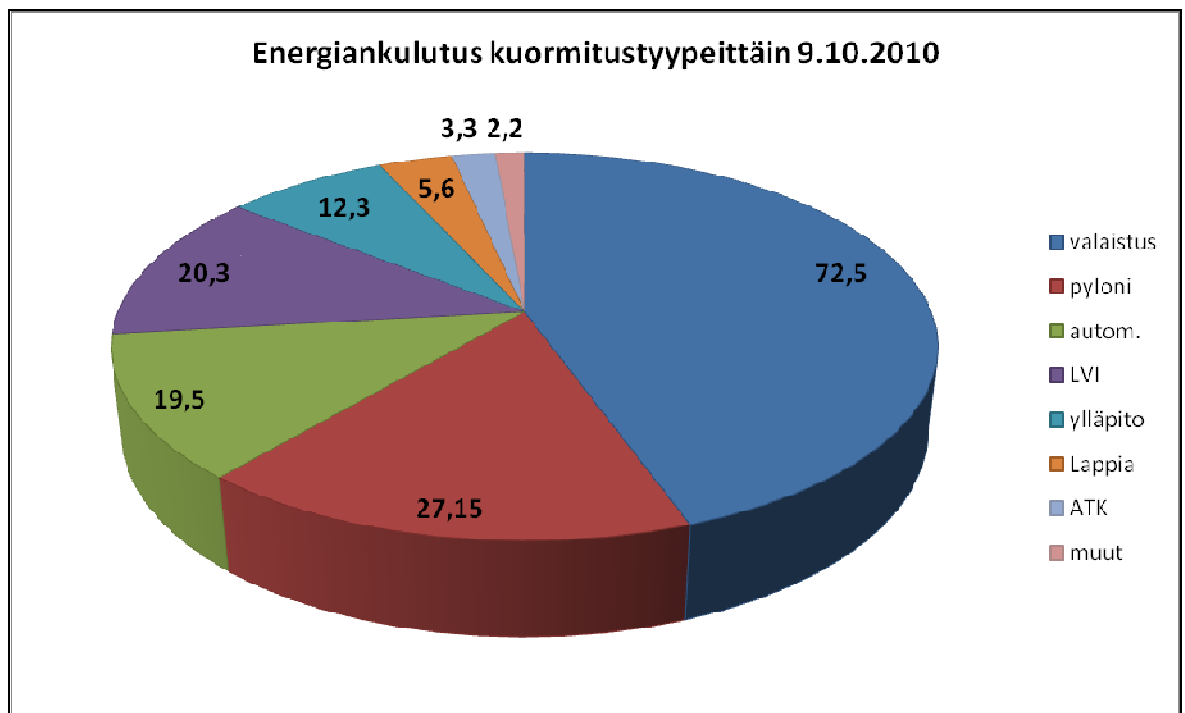
eivät ole suuria, mutta välttämättömiä kiinteistön toiminnalle. Esimerkiksi turvavalokeskus tai ATK-jakamon kytkinlaitteet tulee olla jatkuvasti valmiustilassa. Kiinteistössä ei ollut havaittavissa mittauksen aikana tarpeettomana päällä olevia valaistuksia.

Suurena virtakuormituksena mittauksissa paljastui alueopastinpylvään LED-tylit aiheuttaen suuret kuormitukset vaiheille L1 ja L2. Tylit on kaksi kappaletta sijoitettuna kahdelle edellä mainitulle vaiheelle. Tylien tarkkaa virranmittausta oli vaikea suorittaa, koska kuvan vaihtuessa tyllillä muuttui opastaulun ottama virta samanaikaisesti. Pääsääntö tällaisessa on, että mitä enemmän näytettävässä kuvassa on valkoista, sitä suurempi on virrankulutus.

Toinen keskukselle merkittävä kuormitus oli kaukolämmön alakeskuksen pumppulaitteisto. Laitteiston ottamaa virtaa voidaan pitää kohtuullisena.

8. KEHITTYSSUUNITELMA

Esimerkkikiinteistöstä löytyi selkeitä ja potentiaalisia parannuskohteita kiinteistön energiatehokkuuden parantamiseksi. Toisaalta mittauksien avulla saatiin paljon tietoa siitä, kuinka paljon esimerkiksi kiinteistöautomaatio kuluttaa energiaa kiinteistön ollessa lepotilassa. Kiinteistöautomaationlaitteiston ottamaan energiankulutukseen on enää tässä vaiheessa vaikea vaikuttaa, mutta selvittämällä kulutus saadaan kuitenkin aikaan käsitys kulutuksen mittasuhteista.



Kuva 22. Kuvassa on esitetty esimerkkikiinteistön energiankulutuksen jakautuminen kiinteistön ollessa lepotilassa, lukemat ampeereina

Kuvasta 22 havaitaan kuinka merkittävän osan muodostavat tarpeettomasti päällä olevat valaistukset. Mittauspäivän yhdessä työhallissa valot olivat tarpeettomasti päällä. Todennäköisesti viimeinen tilasta poistunut ei ollut muistanut sammuttaa valoja. Tämä ”unohdus” näkyy erittäin suurena virrankulutuksena energianmittauksessa. Kyseisessä hallissa loisteputkivalaisimia on 113 kappaletta teholtaan 2 x 49 W. Tämä tarkoittaa noin 11 kW:n energiankulutusta. Jos mukaan lasketaan lisäksi loisteputkivalaisimien liitäntälaitteet, on todellinen tehonkulutus vieläkin suurempi. Valojen päälläolo viikonlopun yli maksaa noin 70 €, laskettu vuoden 2010 energiahinnoilla ja 13 kW kuormituksella. Jos nämä yhdet valot olisi sammutettu, olisi valaistuksen osuus kuvassa 18 arvona 22,2 A.

Kuvassa Lappia-lyhenne tarkoittaa Lappiahallin ottamaa energiaa.

Kiinteistöautomaation ja LVI-automaation virrankulutus myös selvitettiin. Nämä kulutukset ovat sellaisia, joihin on enää tässä vaiheessa vaikea puuttua. Lukemissa ovat mukana kaikki pumput, puhaltimet ja taajuusmuuttajat, joiden tulee pyöriä aina riippumatta kiinteistön käytöstä.

Kohdassa ylläpito on esitetty sellaiset energiankulutukset, jotka muodostuvat erinäisten laitteiden ylläpitovirroista. Nämä laitteet ovat lähinnä henkilökohtaisia tietokoneita, tulostimia ja kopiokoneita työpisteissä. Kulutuksen suuruus vaikuttaa erittäin pieneltä ottaen huomioon kiinteistökombinaation suuruuden ja laitekannan.

Kannettavat tietokoneet kuluttavat noin 20 % pöytäkoneen kuluttamasta sähköstä ja niitä kannattaa suosia tulevaisuudessa. Kannettavat tietokoneet on kehitetty kuluttamaan vähän tehoa, jotta niiden toiminta-aika akkukäytöllä olisi mahdollisimman pitkä. Tietokoneiden maksimiteho on 150 W. Niiden teho virransäästötilassa on 40 W. Kannettavien tietokoneiden maksimiteho on 30 W ja virransäästötilassa 10 W. Virransäästötilojen käyttöönotolla tietokoneen sähkönkulutuksessa voidaan säästää jopa 50 %. Tietokoneen ollessa virransäästötilassa se säilyttää internetyhteyden ja pitää käytössä olleet ohjelmat auki. /5/

Tietokoneennäyttöjen tehonkulutus nousee huomattavasti näytön koon kasvaessa. Näytön säästötilaan siirtyminen ei tarkoita automaattisesti virransäästötilaan siirtymistä, ellei tietokoneen asetuksissa näin ole määritelty. Lcd-näytöt ovat teholtaan 40 W käytössä ja 2 W virransäästötilassa. Näyttö on syytä sammuttaa aina, kun tietokonetta ei käytetä. Näin näyttö ei kuluta turhaan sähköä. /5/

Kohtaan ATK on merkitty jakamoiden ja kytkinlaitteiden virrankulutukset sekä laitteiden ottamia valmiusvirtoja. Lukemat olisivat todennäköisesti suurempia, jos kiinteistössä olisi enemmän aktiivista verkkoliikennetoimintaa. Mittaustapahtuman aikana oli verkkoliikenne oletettavasti vähäistä, koska kiinteistö oli tyhjä.

Kulutuksia, joille ei ollut osoittaa tarkempaa ryhmittymää, on merkitty kohtaan muut. Kulutuslukemien pienuudesta johtuen ei tarkempia selvityksiä näille arvoille tehty.

8.1. Toimenpide-ehdotuksia

Valaistus

Esimerkkikiinteistön jokainen pukuhuone, jossa valojen sammutus on viimeisen käyttäjän vastuulla, tulee varustaa läsnäolotunnistimella. Läsnäolotunnistin tunnistaa käyttäjän liikkeen tilassa sytyttäen valot ja käyttäjän poistuessa tilasta sammuttaa valot viiveajan päätyttyä. Pukuhuoneiden valaistuskorjaukset ovat kohtuullisen pieniä, mutta energiankulutuksen kannalta merkittäviä. Pienestä kuormituksesta johtuen voidaan tilan valaistusta ohjata suoraan yksittäisellä läsnäolotunnistimella ilman keskukseen tulevia muutoksia. Kun tunnistin on tilassa, ei keskuksessa tarvitse tehdä muutoksia. Tällaisen

muutostyönkustannukset tilakohtaisesti olisivat noin 200 €, käytettäessä esimerkiksi läsnäolotunnistimena Lyxomat PD3 noin 80 €/kpl ja muutostöihin kuluisi noin 2 tuntia.

Työhallien valaistuksenohjausta tulee myös täydentää. Tällä hetkellä tilojen valojen ohjaus tapahtuu käyttäjien toimesta ohjauspainikkeesta. Tällä painikkeella ohjataan keskuksessa olevaa pienjännitteistä askelrelettä. Yksinkertaisin vaihtoehto olisi muuttaa askelrele päästöhidasteiseksi askelreleeksi. Näin valot palaisivat yhdestä painikkeen painalluksesta määritellyn ajan esimerkiksi kaksi tuntia. Tämä ei käyttäjien kannalta olisi hyvä ratkaisu, koska valojen sammuttua tilassa voisi olla kuitenkin toimintaa. Toinen vaihtoehto on liittää kiinteistöautomaation VAK-keskukselta ohjauspulssi pienjännitereleelle. VAK:n lähettämä virtapulssi sammuttaisi päälle unohtuneet valot. Toiminnan mahdollistamiseksi tulisi keskukseseen lisätä vielä yksi rele, sekä asentaa kaapeli sähkökeskuksen ja VAK-keskuksen välille. Tällaisen muutostyönkustannukset keskukskohtaisesti olisivat noin 300 €. Hinta sisältäisi releen ja muutostyöt, joihin kuluisi noin 5 tuntia.

Jaloterästudion aulavalot eivät totelleet tilassa olleita ohjauspainikkeita. Valojenohjaus tulisi tarkistaa muutenkin kokonaisuudessaan. Tilan valojen ohjaus tulisi muuttaa läsnäolotunnistimella ohjattavaksi. Tämän päivän tilavalaistussuunnittelu pohjautuu sellaiseen ajatteluun, että valot palavat tilassa, mikäli siellä on toimintaa. Tyhjiä tiloja ei nykyisillä sähköenergian hinnoilla kannata valaista. Aulavalojen muutostyö olisi noin 300 €, käytettäessä esimerkiksi läsnäolotunnistimena Lyxomat PD3 noin 80 €/kpl ja muutostöihin kuluisi noin 4 tuntia.

Kynnyslämmitys

Työhallin 097 kynnyslämmitys tulee muuttaa kiinteistöautomaation ohjauksen piiriin. Tällä hetkellä kaapeli lämpenee jatkuvasti. Itsestäänsäätyvä tarkoittaa sitä, että kaapeli pyrkii pitämään itsensä ja kaapelin ympäristön aina noin 20 asteen lämpöisenä. Nykyinen ohjaus tuhlaa energiaa huomattavasti. Ohjaus ei tällä hetkellä mukaudu muuttuvien keliolosuhteiden mukaan. Ohjaus tulee muuttaa siten, että VAK-keskus antaa päälläolokäskyn releelle ja vastaavasti huolehtii sammuttamisesta. Kyseistä ohjaustapaa on käytössä kiinteistön muissakin osissa mm. räystäskourujen lämmityksessä. Ohjauksen muutostyönkustannukset olisivat noin 250 €, sisältäisi kaapeloinnin keskukselta VAK-keskukselle, kytkentämuutokset ja töitä noin 3 tuntia.

Nosturi

Rakennusosaton työhallissa 097 on käytössä siltanosturi. Käyttäjien mukaan kyseisen nosturin käyttö on satunnaista ja kausiluontoista. Nosturi ottaa kohtuullisen suuren ylläpitovirran valmiudessa. Kyseistä virrankulutusta nosturissa ei tarkemmin tutkittu laitteen luonteen vuoksi. Nosturin läheisyydessä sijaitsee laitteen turvakytkin. Käyttäjät tulisikin opastaa kääntämään nosturin turvakytkin 0-asentoon, kun laitetta ei käytetä. Turvakytkimen ollessa 0-asennossa ylläpitovirrat poistuvat. Käyttäjien mukaan tämä toimenpide käytön yhteydessä ei olisi kohtuutonta. Toimintatapojen muutos toisi energiasäästöjä ilman minkäänlaisia muutuskustannuksia.

Laitevalinnat

Kiinteistöautomaatiosta on hyvin vaikea hakea energiasäästöjä. Pumppujen on pyörittävä ja ohjauslaitteiden oltava valmiustilassa, vaikei tilassa olisi toimintaa. Näin ollen energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet tehdään suunnittelupöydän ääressä. Suunnittelijan tulee tehdä vastuullisia valintoja ottaen huomioon laitteen energiankulutus ja elinkaari. Usein urakoitsija valitaan tarjouspyynnön perustella ja näin ollen urakoitsijan valintakriteeri on usein miten kokonaishinta. Tällä hetkellä voi olla vaikeaa puolustaa rakennushetkellä kalliimpaa, mutta käytössä edullisemmaksi tulevaa suunnitelmaa. Tulevaisuudessa tarjouskäsittelyyn onkin tulossa muutoksia näiltä osin.

Valaistustottumukset

Valaistus on suurimpia energiankuluttajia oppilaitosrakennuksissa. Näin ollen tulee hieman pohtia, miten tiloja olisi tehokkainta valaista. Tehokkuuteen on kaksi tietä, laitevalinnat tai ohjaus.

Tämän päivän valaisintekniikka kehittyi nopeasti. LED-valaistus tuo jo nyt suuria säästöjä yleistilojen valaistuksessa ja piha-alueiden valaistuksessa. Tuleekin miettiä, milloin vanha valaistus tulisi muuttaa nykyaikaiseksi vähemmän energiaa kuluttavaksi. Näiden muutostöiden ongelmana on se, että investoinnin takaisinmaksuaika on pitkä. Muutostöihin uhratulla pääomalla voidaan ostaa energiaa erittäin paljon. Tämä onkin ongelma, jos asioita pohtii lyhyellä aikajaksolla, 3 – 5 vuotta. Kun tarkasteluväliksi otetaan pitempi aikajakso, tulee investointi näin ollen kannattavammaksi. Investoinnin etuna on tuottaa tulevaisuudessa pienempi energiankulutus. Sähköenergian hinta on ollut jatkuvassa nousupaineessa, hinnannousu tulee siis lyhentämään takaisinmaksuaikaa.

Toinen tapa on ohjata nykyistä tai uutta valaistusta tehokkaasti ja älykkäästi. Tilassa ovat valot päällä silloin, kun siellä on toimintaa. Tästä huolehtivat läsnäolotunnistimet. Läsnäolotunnistimia on kahta mallia, passiivinen infrapunatunnistin, joka reagoi liikkeeseen ja ihmisen ruumiinlämpöön sekä tutkatunnistin, joka reagoi kaikkeen liikkeeseen. Tällainen tutkavalaisin reagoi jo aukeavaan oven liikkeeseen ilman, että ihminen on havaittavissa. Eräs ohjaustapa on valaista valaisimet esimerkiksi käytävissä siten, että valaisin palaa päällä 5 %:n tai 20 %:n teholla, mutta kun se havaitsee liikettä valaisin palaa 80 % tai 100 % teholla. Eli valojen ei aina tarvitse palaa täydellä teholla. Joskus tila halutaan valaista jatkuvasti esimerkiksi arkkitehtonisista syistä.

8.2. Seurantajakso

Kun kiinteistökombinaation on tehty kaikki ehdotetut muutostyöt ja käyttäjille annettu asian mukaista opastusta uusista toimintatavoista, tulisi seurata, muuttuuko

energiankulutus. On oletettavaa, että energiankulutus tulee muuttumaan pitkällä aikavälillä tehtyjen toimenpiteiden jälkeen.

Vaikeudeksi muodostuu kuitenkin seurantajakson muodostaminen tämän opinnäytteen hyödyksi. Esimerkkikiinteistön energianmittaus tapahtuu yhdellä etäluettavalla energiamittarilla. Tästä kulutuslukemasta erotetaan Lappiahallin kulutus omalla alamittauksella. Tämän yhden energiamittarin takana on näin ollen koko kiinteistökombinaatio. Yhdessä mittauksessa on mukana aluevalaistus, autolämmitys, räystäskourujenlämmitys, kynnyslämmityksen, tilavalistus, Jaloteräs-studion tuotantolaitteet ja kaikki muu kiinteistössä tapahtuva energiankulutus. Näin ollen tehdyt energiatehokkuutta parantavat muutostyöt eivät näy mittauksessa heti, varsinkin, kun opinnäytteen tekeminen ajoittuu lämmityskaudelle. Tulisi olemaan erittäin vaikea näyttää toteen, kuinka paljon tehdyt muutokset säästäisivät energiaa. Energiankulutuksen vuosivertailu voisi tuottaa jonkin verran luotettavaa dataa. Edellisvuosi 2010 oli erittäin kylmä talvi, joka näkyy suoraan energiankulutuksena. Vallitseva talvi 2011 on edelleen alkanut erittäin kylmänä ja ennusteet kertovat talven olevan aiempaa vuotta kuukauden aikaisessa. Näin ollen vallitseva talvi on todennäköisesti edellisvuotta kylmempi. Kylmä vuodenaika näkyy mm. energiankulutuksessa sen takia, koska mittauksen alaisuudessa on paljon autolämmityspaikkoja ja tarve lämmittää kasvaa lämpötilan pudotessa. Myös pimeä vuodenaika vääristäisi seurantajakson tuloksia, koska mittauksessa on mukana aluevalaistus.

Energiankulutuksen muutosta voitaisiin todennäköisemmin tarkastella vuositasolla tai vuosineljänneksinä ja vertaamalla näitä keskenään. Oletettavasti parhaimmat seurantajakset olisivat lämmityskauden ulkopuolelle sijoittuvat jaksot. Energiatehokkuuden mittarina voisi toimia kiinteistölle laskettava pohjakuorma-arvo, jota käsiteltiin tarkemmin kappaleessa 4.2. Opinnäytteen tavoitteenakin mainitaan kiinteistön pohjakuorman pienentäminen. Jatkossa voitaisiin todeta tämän mittarin paikkansapitävyys seurannassa.

9. YHTEENVETO

Opinnäytteenaihe oli erittäin hyvä, mielenkiintoinen ja motivoiva. Se tuottaa sellaista tietoa, josta ei olisi aiempaa kokemusta työn kautta. Alkuun tuntuikin, että tuli valittua liian suuri aihe pohdittavaksi, koska esimerkikiinteistö oli varsin mittava ja aihe monitahoinen. Työn edetessä sainkin huomata, että aihe on hyvä, mutta haasteeksi muodostui kehityssuunnitelman toteuttaminen tai ainakin mahdollisten toimenpide-ehdotuksien vaikutusten arviointi. Opinnäytteen kohteen kiinteistökombinaatio on useamman laajennuksen ja peruskorjauksen tulos. Rakennuksen käyttötarkoitus on kuitenkin pysynyt samana, oppilaitos. Oppilaitoksen seinien sisällä tapahtuva toiminta on vain muuttunut muutaman vuoden välein. Näin ollen oli aavistettavissakin, että energianseuranta kohteessa tulisi olemaan yksi vaikeimpia asioita. Asian voisi kiteyttää näin, että yhden energiamittauksen perässä on liian paljon vaihtelevaa toimintaa. Tämä hankaloittaa yksittäisten toimenpiteiden vaikutusten arviointia.

Kehityssuunnitelman toimenpide-ehdotuksien toteuttamista odotellessa voidaan vain arvioida tulevaa pohjakuorman pienentymistä. On todennäköistä, että esitetyt muutostoimenpiteet pienentävät myös kokonaisenergiankulutusta kohteessa. Yleisesti oppilaitosten energiatehokkuustarkasteluissa on pureuduttu tarkasti valaistuksen ohjaukseen. Valaistus on kuitenkin oppilaitoksen yksi tärkeimmistä oppimista tukevista työkaluista. Valaistuksen tulee olla hyvä, tehokas ja toimiva. Tilojen hyvä ja tasainen valaistus saadaan aikaan usealla oikean tehoisella valaisimella. Valojen tulee palaa vain silloin, kun tilassa on toimintaa. Valaisimien tulee lisäksi olla energiatehokkaita ja pitkäikäisiä.

Elinkaariajattelu kiteytyy valaistuksessa, mutta eritoten kiinteistöautomaatiossa. Kun kiinteistöautomaatio on rakennuttu, ei sen energiatehokkuuteen ole helppo enää jälkikäteen puuttua. Näin ollen laitevalintojen tekeminen tulee avainasemaan. Laitteen tulee olla pitkäikäinen ja käyttökustannuksiltaan alhainen. Kohteessa havaitsin useita pumppuja tai taajuusmuuttajia, joiden tuli olla päällä toimintakunnon ylläpitämiseksi.

Kiinteistöpohjakuorman selvittäminen kiinteistöhallinnon arkisten töiden ohessa ei ole helppoa. Selvityksen tekeminen vaatii aikaa, näin ollen opinnäytteelle oli tilausta. Selvittäminen vaatii paljon jalkautumista kohteeseen, ajan löytäminen toimistotyön ohessa on vaikeaa. Tämän opinnäytteen mukaisen toimintamallin avulla työ kuitenkin osittain helpottuu ja nopeutuu. Ensimmäisen kerran jälkeen toisen kohteen selvittäminen on jo paljon nopeampaa. Toimintamalli, joka nyt muodostettiin, tulee vielä jatkossa kokeilla muihin kiinteistöihin. Kokeilun jälkeen toimintamalliin tulee tehdä päivityksiä sekä laatia uusia ehkäpä kohdekohtaisia versioita.

10. LÄHDELUETTELO

- /1/ Elväs, Saara, Heine, Pirjo, Husu, Timo, Kallonen, Milla, Koski, Pertti, Lehtonen, Matti, Lähdetie, Artturi, Rautiainen, Kimmo, Silvast, Antti, Tapper, Jan, Vitie, Matias, Itsovellukset ja energiatehokkuuden kehittäminen, [pdf-dokumentti], luettu 2.2.2011.
- /2/ Energiakolmio, Energianhallintajärjestelmä, [pdf-dokumentti], luettu 10.10.2010.
- /3/ Energiakolmio, Energiakolmio ja energiatehokkuuspalvelut,[pdf-dokumentti], luettu 10.10.2010.
- /4/ Rajala, Arto, Sähkömarkkinoita koskevat uudet asetukset voimaan 1.3.2009, Energiakatsaus, 1, 2009, 1-2.
- /5/ Selvitys tietotekniikkaympäristön sähkönsäästämahdollisuuksista, [WWW-dokumentti],
<http://www.motiva.fi/files/1580/Selvitys_tietotekniikkaympariston_sahkonsaastomahdollisuuksista.pdf> 2.2.2011.
- /6/ Suomen ympäristökeskus SYKE, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 7/2008, Kotien reaaliaikainen sähkönkulutuksen mittaaminen ja havainnollistaminen–HEAT’07 projektin tulokset,[pdf-dokumentti], luettu 26.1.2011.
- /7/ Työ- ja elinkeinoministeriö, Julkisyhteisöjen energiatehokkuutta ja energiayhtiöiden energiatehokkuuspalveluja koskevat säädökset, [WWW-dokumentti], <http://www.tem.fi/index.phtml?s=3004>, 24.8.2010.
- /8/ 66/2009 Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 5.2.2009/66.

11. LIITELUETTELO

LIITE 1 Mittausohjeistus keskuksille

LIITE 2 Mittauspöytäkirjapohja keskuksille

LIITE 3 Mittausohjeistus tarkentaville mittauksille

LIITE 4 Mittauspöytäkirjapohja tarkentaville mittauksille

LIITE 5 Mittauspöytäkirja 9.10.2010

LIITE 6 Keskuskohtaisten lähtöjen mittausten 24.10.2010 pöytäkirja

MENETTELYOHJE KATSEMUKSEEN KESKUSTEN KUORMITUSTEN MITTAUKSILLE

Katselmuksen tarkoituksen selvittää mihin energiaa katoaa, kun kiinteistö on ns. lepotilassa. Käymällä läpi jokainen alakeskus, jotka ovat päämittauksen alaisuudessa, pääsemme selville mikä aiheuttaa talon pohjakuorman.

Keskusten kuormitusten selvittäminen

Mittaus tulisi tehdä olosuhteessa jolloin kiinteistössä ei ole toimintaa tai muuta lepotilasta poikkeavaa toimintaa. Ilmastoinnin tulee olla pois päältä kytkettynä. Mittauspäiväksi soveltuvat parhaiten viikonloput ja vastaavat pyhäpäivät.

Mittaus

1. Mittauspäivä ja ulkolämpötila kirjataan mittauspöytäkirjaan osaan kohde.
2. Ilmoitetaan virta vaiheilta L1 L2 ja L3 tulokset mittauspöytäkirjaan.
3. Mittaushetken kellon aika kirjataan mittauspöytäkirjaan
4. Tehdään mittauksen alaisesta keskuksesta kuvaus minkä tyyppistä kulutusta ko. keskuksen alaisuudessa on.
5. Kirjataan tarvittaessa muita huomautuksia.

Kohde:	Mittauspäivä	Mittaukset alkoivat klo	Mittaukset päättyivät klo	Ulkolämpötila mittauksen aikana
AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja Etappitie 4 95400 Tornio				
Muuta huomioitavaa joka voisi vaikuttaa mittaustuloksiin				

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					

MENETTELYOHJE KATSEMUKSEEN KESKUSKOHTAISTEN LÄHTÖJEN MITTAUKSILLE

Katselmuksen tarkoituksen selvittää mihin energiaa katoaa kun talo on ns. lepotilassa. Käymällä läpi jokainen alakeskus, jotka ovat päämittauksen alaisuudessa, pääsemme selville mikä aiheuttaa talon pohjakuorman.

Keskuskohtaisten lähtöjen kuormitusten selvittäminen

Mittaus tulisi tehdä olosuhteissa jolloin kiinteistössä ei ole toimintaa tai muuta lepotilasta poikkeavaa toimintaa. Ilmastoinnin tulee olla pois päältä kytkettynä. Mittauspäiväksi soveltuvat parhaiten viikonloput ja vastaavat pyhäpäivät.

Mittaus

1. Mittauspäivä ja ulkolämpötila kirjataan mittauspöytäkirjaan osaan kohde.
2. Ilmoitetaan virta (pääkytkimen jälkeen) vaiheilta L1 L2 ja L3 tulokset mittauspöytäkirjaan.
3. Mittaushetken kellon aika kirjataan mittauspöytäkirjaan
4. Tehdään mittauksen alaisesta keskuksesta kuvaus minkä tyyppistä kulutusta ko. keskuksen alaisuudessa on.
5. Tehdään lähtökohtainen virranmittaus pihtivirtamittarilla. Kun lähdössä esiintyy havaittavia virtoja, kirjataan lähdön numero, nimi ja virta pöytäkirjaan.
6. Kirjataan tarvittaessa muita huomautuksia.
7. Kirjataan kellon aika milloin mittaukset päättyivät.

Kenttä Kari

OPINNÄYTETYÖ

LIITE 4/1

Kohde: AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja Etappitie 4 95400 Tornio	Mittauspäivä	Mittaukset alkoivat klo	Mittaukset päättyivät klo	Ulkolämpötila mittauksen aikana
Muuta huomioitavaa joka voisi vaikuttaa mittaustuloksiin				

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					

Kohde:	Mittauspäivä	Mittaukset alkoivat klo	Mittaukset päättyivät klo	Ulkolämpötila mittauksen aikana
AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja Etappitie 4 95400 Tornio	9.10.2010	9:20	13:10	noin +9 astetta
Muuta huomioitavaa joka voisi vaikuttaa mittaustuloksiin				
<ul style="list-style-type: none">-Ilma puolipilvinen syysaamu.-Ulkovalot eivät palaneet mittauksen aikana-Autolämmitys ei ollut päällä mittauksen aikana-Ilmastointi ei ollut päällä mittauksen aikana lukuunottamatta Lappia-hallia.				

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
PK	10:13	-	-	-	
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Ei voitu mitata pääkytkimen ollessa 1-asennossa					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK 01	9:49	0,8	0,7	0,8	Kojejännitekytketty-valo ei palanut. Keskukseen perässä hallin työstökoneet, pistorasiat ja valaistus. Valot eivät palaneet hallissa
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK 02	9:56	1,2	1	1,6	Kojejännitekytketty-valo ei palanut. Keskukseen perässä hallin työstökoneet, pistorasiat ja valaistus. Valot eivät palaneet hallissa
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK 03	10:58	4,2	1,4	0,9	Keskukseen perässä Metallityöhalli 072. Keskukseen perässä RK2 (ei mitattu)
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Mittaus suoritettu NK 05 keskuksen päästä					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK 04	10:39	0,8	0,4	1,7	
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Mittaus suoritettu NK 05 keskuksen päästä					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK 05					
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Ei voitu mitata pääkytkimen ollessa 1-asennossa					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK 06	11:10	1,2	1,6	1,8	Keskukseen perässä JT-studion laitteet ja sähkötyöt.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK 07	10:18	43,5	40,5	37	Rakennusosaston laajennusosa. Pintakäsittelyosasto ja Lappia-halli.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Mittaus suoritettu NK 05 keskuksen päästä					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK 08	12:16	22,8	24,9	16	Pintakäsittelyosasto sekä Lappia-halli
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 01	9:28	0,1	0,8	1,9	Luokkahuoneiden ja käytävien valaistus/pistorasiat.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 02	10:04	0,1	0,2	0,1	Luokkahuoneiden ja käytävien valaistus/pistorasiat.
MUUTA HUOMIOITAVAA					

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 03	10:32	3,2	7,4	5,1	Keskukseen kytketty käytävävalot, luokkien pistorasiat, luokkien valaistus sekä atk-tilan pistorasioita. ATK-tilaan ei päässyt käyttämilläni avaimilla.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Mittaus suoritettu NK 05 keskuksen päästä					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 04	10:31	1	0,6	0	
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Mittaus suoritettu NK 05 keskuksen päästä					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 05	9:23	2,4	2,3	2,3	Keskuksen perässä lämmönjakuhuoneen laitteisto.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 06	10:28	0,6	1	1,3	Keskuksen perässä autolämmityspistorasiat, JT-studion robotti, laser ja jäähdytys
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 07	11:03	0,4	0	0	JT-studion keskus jossa ko. osan valaistus ja pistorasia syötöt.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 08	11:39	3,3	2,4	0,8	JT-studion toimisto-osan keskus jossa valaistus ja pistorasia lähtöjä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Mittauksen aikana aulavalot paloivat, valo-ohjaus aulassa ei toiminut painonapista.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 09	9:52	1,5	0	0	Hallissa olevien hitsauskoppien ilmanvaihto ja pistorasiat. Taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 10	10:58	0	0	0	Keskuksen perässä ilmeisesti kompressori?
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 11	12:08	20,4	14,4	21,5	Rakennusosaston työhallit ja luokat.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Työhallissa 097 valot paloivat mittauksen aikana. Valojen ohjaus painikkeesta. Valojen sammutuspulssi ohjaus ei toimi tai sitä ei halleissa					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 12	10:21	0	0	0	Keskuksessa räystäskourujen lämmityksen ohjaus.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 14					Rakennusosaston työhallien nosto-ovien ohjauskeskus.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Ei mitattu koska ei kuormitusta mittaushetkellä.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 16	11:30				JT-studion hallissa olevien isojen hitsauskoneiden keskus.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Ei mitattu koska ei kuormitusta mittaushetkellä. Ei voitu mitata pääkytkimen ollessa 1-asennossa					

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 17					Hallin työstökoneita. Syöttö keskukselta NK 01.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Keskus mittauksen aikana jännitteetön.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 18	12:30	9,2	9,8	2,7	Keskuksen syöttö NK 08 jolle syöttö NK 07:stä. Keskuksen perässä pintakäsittelyosaston luokka- ja työhuoneet, sekä käytävävalot. Kynnyslämmityksen ohjaus asennossa-A. Keskuksen perässä turvavalokeskus.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Mittauksen aikana vaiheen L2 virta heilui 9,2 - 15 A välillä. Keskukselta syöttö pylonille jossa LED-näytöjä 2kpl, tämä voi aiheuttaa kuormituksen heilumisen.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 19	12:40	10	6	6	Keskuksen perässä Lappia-halli sekä siihen kuuluvat tilat. Keskuksen syöttö NK 08:sta.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Halli ja käytävävalot eivät palaneet mittauksen aikana.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 21					Keskuksen perässä Lappia-hallin kahvila. Syöttö keskukselta RK19
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Ei mitattu.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 01	9:38	0,4	0,3	0,3	IV-keskus. Ilmastointi ei käynyt mittauksen aikana. IV-koneiden taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 02	10:00	1	1	0,8	IV-keskus. Ilmastointi ei käynyt mittauksen aikana. IV-koneiden taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 03	11:32	0,3	0,5	0,5	IV-keskus. Ilmastointi ei käynyt mittauksen aikana. IV-koneiden taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 04	11:28	0,2	0,3	0,2	IV-keskus. Ilmastointi ei käynyt mittauksen aikana. IV-koneiden taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 05	10:47	0,6	0,6	1,2	IV-keskus. Ilmastointi ei käynyt mittauksen aikana. IV-koneiden taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 06	11:07	0,6	0,5	0,6	IV-keskus. Ilmastointi ei käynyt mittauksen aikana. IV-koneiden taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 07	11:58	0,8	0,7	0,8	IV-keskus. Ilmastointi ei käynyt mittauksen aikana. IV-koneiden taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 08	12:47	2,2	1,7	1,7	IV-keskus. Ilmastointi ei käynyt mittauksen aikana. IV-koneiden taajuusmuuttajat kävivät tyhjäkäyntiä. Keskuksessa myös räystäskourujen lämmityksen ohjaus.
MUUTA HUOMIOITAVAA					

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK IV 09	12:47	6,3	5,5	3,7	Lappia-hallin ilmapahtokone.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Koneet kävivät mittauksen aikana.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK VSS	13:05	0,1	4,5	3,5	Pintakäsittelyosaston pukuhuone/VSS-tila
MUUTA HUOMIOITAVAA					
VSS-tilan valot paloivat mittauksen aikana. Valojen ohjaus kytkimellä, käyttäjä.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
PRK 1-4	11:17	0,5	0,4	0,5	JT-studion pistorasiakeskukset hallissa. Syöttö keskuksesta NK 06.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK 2					Työhuoneiden valaistus ja pistorasiat metalli. Serveri pistorasia.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Syöttö keskuksesta NK 03 ei mitattu.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
Maalaamo PK	10:35	0	0	0	
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Mittattu keskuksesta NK 05.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					

Mittauksen aikana tehtyjä havaintoja:

Rakennusosaston työhallivalot paloivat turhaan. Todennäköisesti hallin valojen sammutusautomaatiikka ei toimi. Pintakäsittelyosaston pukuhuoneen valot paloivat turhaan koska käyttäjä ei ole sammutanut valoja. Valoissa ei ohjausautomaatiikkaa. JT-studion aulavalot päällä turhaa.

Jatkotoimenpiteitä

Tutkittava tarkemmin keskukset jossa suurimmat virrat oli havaittavissa.
Tutkittava mistä johtui suuri virta heilahtelu vaiheella L2 keskuksessa RK 18.
Korjattava työhallien valaistuksen ohjaus. Lisättävä sammutuskäsky VAK:ita
Korjattava JT-studion aulavalojen ohjaus. Sammutuskäsky VAK:ita
Korjattava VSS-tilan valojen ohjaus. Lisättävä tilaan läsnäolotunnistin valojen ohjaukseen.

Suuria pohjakuormia ei mittauksen aikana pystytty havaitsemaan/paikantamaan.

Tutkittava RK05 millainen keskus kyseessä ja mistä kuormitusvirrat muodostuvat

Kohde:	Mittauspäivä	Mittaukset alkoivat klo	Mittaukset päättyivät klo	Ulkolämpötila mittauksen aikana
AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja Etappitie 4 95400 Tornio	24.10.2010	13:00	13:10	noin +2 astetta
Muuta huomioitavaa joka voisi vaikuttaa mittaustuloksiin				

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
NK08	13:00	72	56,7	46	
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Lappia-hallissa valot ja IV-koneet päällä					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK18	13:10	9,5	7,4-16,3	2,2	
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Ei toimintaa pylönin ottama virta ei vakio näkyy mittauksissa.					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK19	13:10	41,2	35,5	36,3	
MUUTA HUOMIOITAVAA					
Lappia-hallissa valot ja IV-koneet päällä					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK11	12:45	0,7	1,6	7,9	Kynnyslämmityspäällä, valot pois päältä.
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					
KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
MUUTA HUOMIOITAVAA					

Kohde:	Mittauspäivä	Mittaukset alkoivat klo	Mittaukset päättyivät klo	Ulkolämpötila mittauksen aikana
AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja Etappitie 4 95400 Tornio	24.10.2010	13:30	14:15	NOIN +2 C
<p>Muuta huomioitavaa joka voisi vaikuttaa mittaustuloksiin Ei havaittavissa mittausta häiritseviä kuormituksia kuten tarpeettomia valaistuksia. Ulkovalot ja käytävalot eivät palaneet</p>				

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK18	13:30	9,5	7,4-16,3	2,2	Keskuksen perässä pintakäsittelyosaston luokka ja työsalien pistorasiat ja valaistus.
<p>MUUTA HUOMIOITAVAA</p> <p>Pylonin LED-näyttöjen kuvanvaihtuminen aiheuttaa voimakasta virran heilumista vaiheilla L1 ja L2.</p>					

LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
3L1	0,1A	Valaistus Pukuh. 111, wc:t	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
5L1	0,2	Valaistus IV-konehuone 201	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
7L2	0,2	Lukko/murto hälytysjärjestelmä	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
11L2	0,1	Pistorasiat Luokka115	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
12L1	0,2	Pistorasia Etappitie alueopaste	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
12L3	0,3	Pistorasiat ATK-jakamo FD 104	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
14L3	0,7	Turvavalokeskus TVK3	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
15L1	0,2	Pistorasiat Jakamo J4/01	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
15L2	0,3	Pistorasiat Jakamo J4/01	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
16L1	0,2	Pistorasiat Koulutuspäällikkö 106	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
17L1	0,4	Pistorasiat opettajat 110	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
37L1	0,1	Pistorasiat Työhalli	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
38L1	8,6 - 22,1	Etappitie Alueopaste, pyloni	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
38L2	7,1 - 15,9	Etappitie Alueopaste, pyloni	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
38L3	0,3	Etappitie Alueopaste, pyloni	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
60L1	1	Kaukolämmön alakeskus	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
60L2	1,2	Kaukolämmön alakeskus	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
60L3	1,1	Kaukolämmön alakeskus	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMÄ KUORMITUKSESTA

Mittauksen aikana tehtyjä havaintoja:

Tällä kertaa turhaan palavia valoja ei havaittu. Opettajahuoneiden tulostimien ja ATK:n valmiusvirrat näkyvät mittauksissa.

Jatkotoimenpiteitä

VSS:n tilan valaistuksen muuttaminen läsnäolotunnistimella ohjatuksi. Työhallien valo-ohjaus (sammutus) tulisi varmistaa VAK/kellokykimellä.

05.11.2010 Tehtyjä havaintoja

Keskuksessa havaitaan lähdössä kulutuslaitteiden valmiusvirtoja, suuria yksittäisiä kulutuksia ei ole. Keskuksessa myös kynnyslämmityksiä jotka eivät olleet päällä mittauksien aikana johtuen vallitsevasta säästä joka oli noin +2 astetta.

Kohde:	Mittauspäivä	Mittaukset alkoivat klo	Mittaukset päättyivät klo	Ulkolämpötila mittauksen aikana
AOL Tornio, jaloteräs-/metalli- ja Etappitie 4 95400 Tornio	24.10.2010	12:43	14:15	NOIN +2 C
Muuta huomioitavaa joka voisi vaikuttaa mittaustuloksiin Ei havaittavissa mittausta häiritseviä kuormituksia kuten tarpeettomia valaistuksia.				

KESKUS	KLO	L1	L2	L3	KUVAUS KESKUKSESTA
RK11	12:43	0,7	1,6	7,9	
MUUTA HUOMIOITAVAA Keskuksen virrat L1 21,5A L2 16,4A ja L3 23,6A kun työhallin valot paloivat päällä. Hallissa valaisimia 113 kpl teholtaan 2*49W, yhteensä noin 13 kW.					

LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
2.1	0,2	Valaistus siivous 024, opeth. 052	Atk-laitteiden lepovirtaa.
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
7.2	0,3	Pistorasiat opeth. 052	Kopiokoneen lepovirtaa.
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
14.3	0,8	Turvavalokeskus TVK 2	Turvavalokeskuksen ylläpivirtaa.
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
56.3	6,1	Kynnyslämmitys työhalli	Kynnyslämmityksen ohjaus VAK:ita tarkistettava ei todennäköisesti toimi.
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
57.1	0,1	Pesukone	Ylläpivirtaa
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
60.1	0,1	Nosturi	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
60.2	1,6	Nosturi	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
60.3	1,6	Nosturi	
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA
LÄHTÖ	MITATTU VIRTA	KUVAUS LÄHDÖSTÖ	PÄÄTELMIÄ KUORMITUKSESTA

Mittauksen aikana tehtyjä havaintoja:

Tällä kertaa turhaan palavia valoja ei havaittu. Opettajahuoneiden tulostimien ja kopiokoneen valmiusvirrat näkyvät mittauksissa. Nosturin lepovirta kohtuu suuri.

Jatkotoimenpiteitä

Työhallien valojen sammutus tulee ohjata keskitetysti VAK:ita tai omalla kellokytkimellä. Käyttäjän unohtaessa valot päälle, aiheuttaa valoje turha päällä olo tarpeetonta energiahukkaa. Hallioven kynnyslämmityksen ohjaus ja päällä olo tarkistettava/korjattava. Kynnyslämmitystä on turhapitää päällä liian kovilla pakkasilla kuin liian lämpimällä ilmalla.

05.11.2010 Tehtyjä havaintoja

Kynnyslämmityksessä käytössä itsestään säätävä lämpökaapeli. Kynnyslämmityksen ohjaus on A-asennossa (automaatti) jolloin kynnyslämmitys on jatkuvasti päällä. Syy jatkuvaan päällä oloon on se ettei ko. lähdölle tule tällä hetkellä ohjausta VAK:ita. VAK ohjauksen mahdollisuus on jo valmiina mutta käyttöönottamatta.

Siltanosturi ottaa kohtuu suuren valmiusvirran lähes 1A / vaihde. Nosturia pidetään valmiustilassa 24/7 painamalla ohjainkapulan hätä-seis panike pohjaa. Hallissa nosturin läheisyydessä palkissa on turvakytin. Käyttäjät olisi syytä jatkossa ohjesta katkaisemaan nosturin päävirta turvakytimestä kun nosturia ei käytetä. Nosturin käyttö on yleensäkin satunnaista.