

# **Tutkimuskeskus Neulasen pohjakuormatutkimus**

**Jori Markkanen**

Opinnäytetyö

---



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jori Markkanen	
Työn nimi Tutkimuskeskus Neulasen pohjakuormatutkimus	
Päiväys 14.4.2013	Sivumäärä/Liitteet 34
Ohjaaja(t) lehtori Jari Ijäs, vanhempi konsultti Aulis Kananoja, talotekniikan asiantuntija FL Timo Keskikuru	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Senaatti-kiinteistöt, AH-Talotekniikka	
Tiivistelmä <p>Tutkimuskeskus Neulasen pohjakuormatutkimuksessa oli tavoitteena selvittää kyseisen kiinteistön pohjakuorman koostumus. Pohjakuormalla tarkoitetaan opinnäytetyössä sähköenergian kulutuksesta aiheutuvaa kuormaa, joka on kiinteistössä käynnissä jatkuvasti.</p> <p>Pohjakuorman tutkiminen suoritettiin teettämällä kyselyitä mm. ympäri vuorokauden käynnissä olevista laitteista ja näiden ottamista sähkötehoista. Tämän lisäksi pohjakuorman selvittämiseksi tuli selvittää järjestelmät, joita kiinteistössä on käynnissä jatkuvasti. Eri järjestelmien vaikutus pohjakuormaan selvitettiin keräämällä järjestelmien käyttötiedot ja mittaamalla joko seurantamittauksella tai hetkellismittauksella niiden ottamat sähköenergiat.</p> <p>Saatujen tulosten perusteella pyritään vähentämään kiinteistön energiankulutusta tulevaisuudessa. Opinnäytetyötä voi hyödyntää myös vastaavien Senaatti-kiinteistöjen kiinteistöjen energianselvityksissä.</p>	
Avainsanat pohjakuorma, energiankulutus, energiansäästö	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Jori Markkanen			
Title of Thesis Base Load Research of Tutkimuskeskus Neulanen			
Date	14 april 2013	Pages/Appendices	34
Supervisor(s) Mr Jari Ijäs Lecturer, Mr Aulis Kananoja Older Consultant, Mr Timo Keskikuru HVAC Specialist			
Client Organisation/Partners Senaatt-kiinteistöt, AH-Talotekniikka			
<p>Abstract</p> <p>The goal of the base load research of Tutkimuskeskus Neulanen was to find out the property`s base load composition. In this thesis, the base load means the electrical consumption that is on 24/7.</p> <p>The base load research was done by making inquiries to the property`s users about devices that are on 24/7 and the power drawn by these devices. Besides that the base load research included finding out devices and systems that are on 24/7. The effect of different devices and systems on the base load was found out by collecting information on the usage and making some measurements.</p> <p>Based on the results, Senaatti-kiinteistöt is going to reduce the energy consumption in future. Senaatti-kiinteistöt can also use the results of this thesis in the energy reporting of their other properties.</p>			
Keywords base load, energy consumption, energy saving			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	SÄHKÖNKULUTUS SUOMESSA.....	8
	2.1 Sähkön kokonaiskulutus .....	8
	2.2 Kokonaiskulutus sektoreittain.....	9
3	YRITYSESITTELYT .....	11
	3.1 Senaatti-kiinteistöt.....	11
	3.2 AH Elens Oy/AH-Talotekniikka .....	11
4	SÄHKÖENERGIANKULUTUS JA POHJAKUORMA KIIINTEISTÖSSÄ .....	13
	4.1 Sähköenergiankulutus.....	13
	4.2 Pohjakuorman osuus sähköenergiankulutuksesta.....	13
5	TIETOJEN KERÄÄMINEN.....	15
	5.1 Lähtötiedot .....	15
	5.2 Käyttötiedot .....	16
6	MITTAUKSET .....	17
	6.1 Ilmastointi.....	18
	6.2 Lämmönjako ja kylmälaitteet .....	22
	6.3 Sulatukset.....	25
7	IV-KONEIDEN MOOTTOREIDEN VAIHTAMINEN .....	27
8	POHJAKUORMAN JAKAUTUMINEN .....	29
	8.1 Pohjakuorman jakautuminen mittusten kesken.....	29
	8.2 Pohjakuorman jakautuminen Tutkimuskeskus Neulasella.....	30
9	PARANNUSEHDOTUKSET .....	31
10	YHTEENVETO .....	33
	LÄHTEET .....	34

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on pohjakuorman selvitys, joka tarkoittaa sähköenergiasta aiheutuvaa kuormaa, joka kiinteistössä on käynnissä jatkuvasti. Opinnäytetyön tilaajana on Senaatti-kiinteistöt, joka on tilannut kyseisen työn AH-Talotekniikalta, jonka valvonnassa työ on tehty.

Tutkimuskeskus Neulaseen pohjakuormatutkimuksessa tavoite on selvittää, mistä osista pohjakuorma koostuu ja miten se on jakautunut. Saatujen tulosten perusteella tulee esittää parannusehdotuksia pohjakuorman pienentämiseksi.

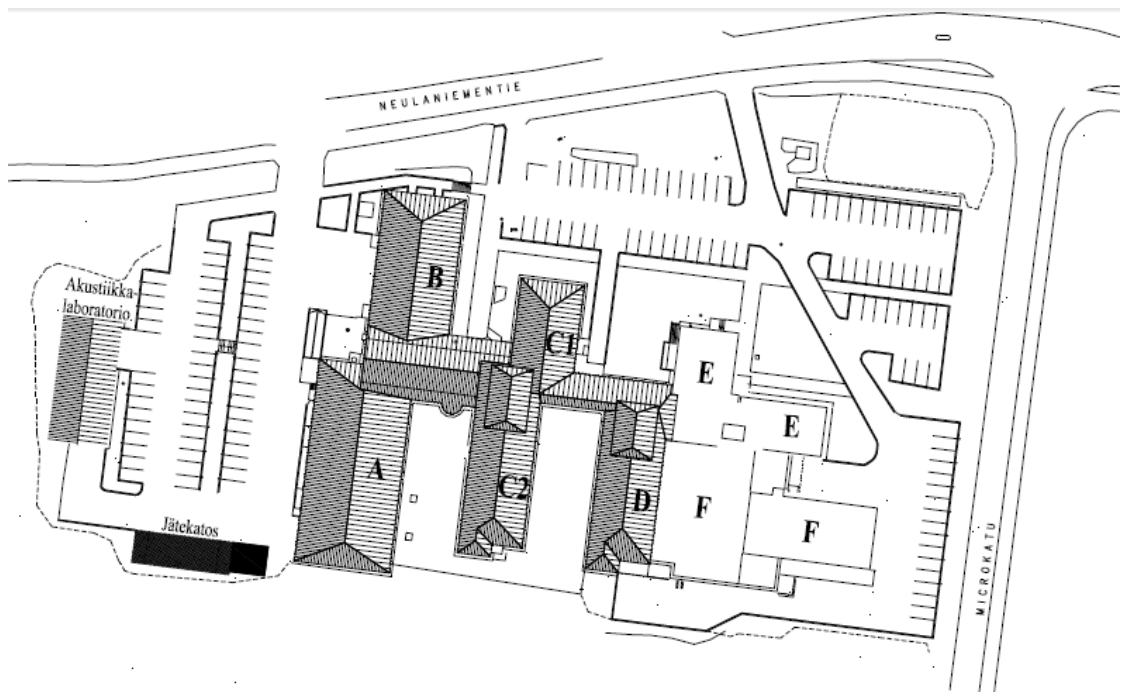
Opinnäytetyöstä laaditaan Senaatti-kiinteistöille raportti pohjakuorman tutkimisesta ja kyseisen kohteen tuloksista. Raportissa tulee käydä ilmi, millaisia menetelmiä ja millaista aineistoa tutkimiseen on käytetty. Raportin tulee olla sellainen, että Senaatti-kiinteistöt voivat hyödyntää sitä myös muiden kohteidensa pohjakuorman selvittämisessä ja pienentämisessä.

Tutkimuskeskus Neulaseen sijaitsee Kuopion yliopistokampuksen naapurissa Savilahdessa osoitteessa Neulaniementie 4. Kiinteistö on rakennettu vuonna 1985, jolloin rakennettiin siivet A, B, C ja D. Kiinteistöä laajennettiin vuonna 1992, jolloin rakennettiin siivet E ja F. Tutkimuskeskus Neulaseen kuuluu myös akustiikkalaboratorio, joka on omana rakennuksenaan. Kiinteistön bruttoala on 13 610 brm<sup>2</sup>. (Senaatti-kiinteistöt 2013.)

Tutkimuskeskus Neulaseen on tutkimuskäytössä ja toimitilat ovat pääosin laboratoriotiloja, joissa toimivia yrityksiä ovat Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos THL, Työterveyslaitos TTL, Elintarviketutkimuslaitos EVIRA sekä tutkimuslaitos Charles Rivers. Kiinteistön omistaa Senaatti-kiinteistöt. (Senaatti-kiinteistöt 2013.)



KUVA 1. Tutkimuskeskus Neulanen (Valokuva Jori Markkanen 2013)

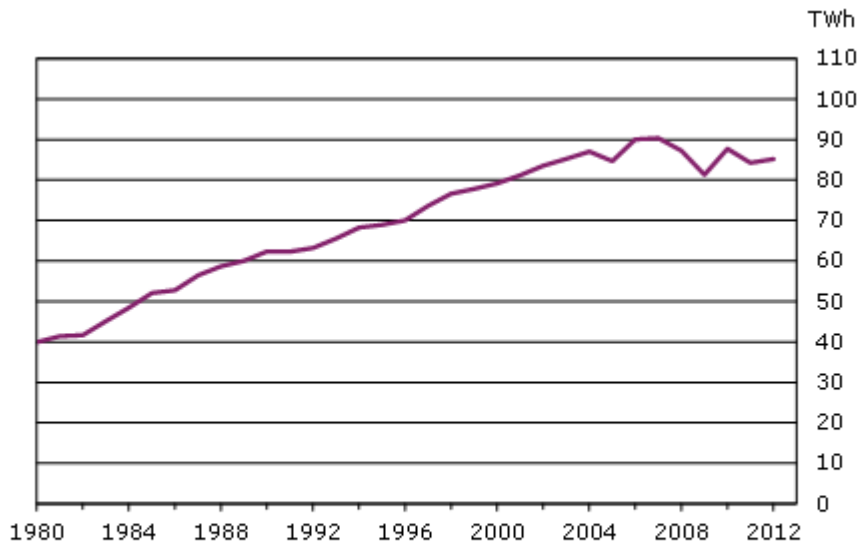


KUVIO 1. Tutkimuskeskus Neulasen rakennukset ja siivet

## 2 SÄHKÖNKULUTUS SUOMESSA

### 2.1 Sähkön kokonaiskulutus

Kuviossa 2 on Suomen sähkÖnkokonaiskulutus vuonna 2012. Kuten kuvasta nähdään, sähkÖnkulutus on kasvanut melko tasaisesti vuodesta 1980 vuoteen 2006. Tämä sähkÖnkulutuksen kasvu johtuu sähkÖä käyttävien laitteiden määrän kasvusta. Kasvu on kuitenkin hidastunut ja paikoin jopa vähentynyt viime vuosina. Osasy tähän on laitteiden energiatehokkuuden parantuminen ja käyttäjien tiedon lisääntyminen tehokkaammasta energiankäytöstä.



Energiateollisuus

23.1.2013

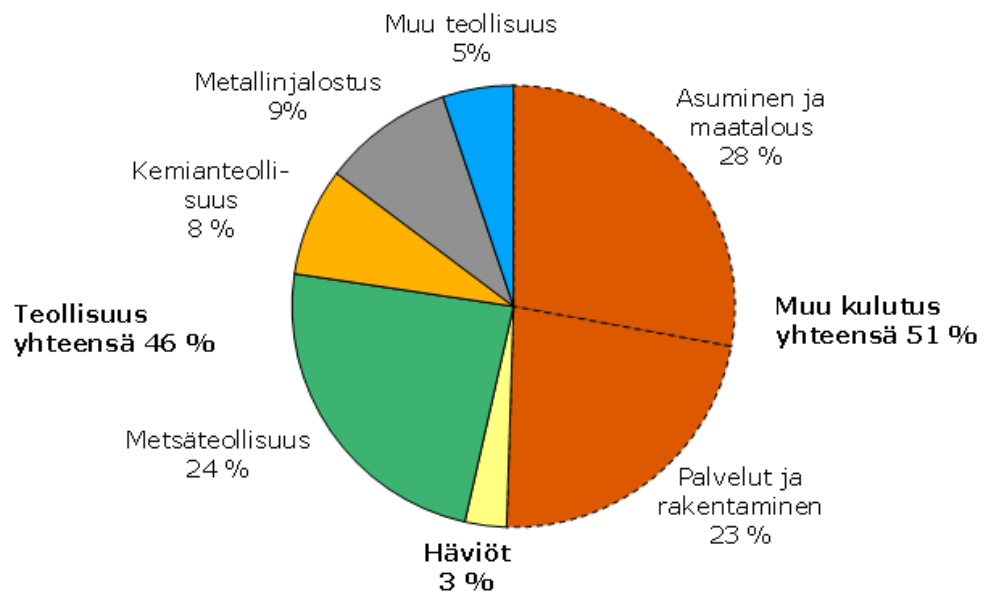
KUVIO 2. SähkÖn kokonaiskulutus v. 2012 (85,2 TWh) (Energiateollisuus ry)

EU:n yhteisenä tavoitteena on energiankäytön 20 % tehostuminen vuoteen 2020 mennessä. Suomi on hyvin mukana tavoitteessa ja onkin monissa energiansäästötoimissa sekä energiankäytön tehokkuudessa kansainvälisesti johtavia maita. Suomessa näihin tuloksiin on päästy mm. sähkÖn ja lämmön yhteistuotolla sekä energiatehokkuussopimusten ja energiakatselmusten avulla. Suuressa osassa Suomen energiansäästöhankeita on mukana valtion omistama yhtiö Motiva Oy, joka tekee käytännön työtä energiankäytön edistämiseksi. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013.)



## 2.2 Kokonaiskulutus sektoreittain

Kuviossa 3 on Suomen sähkön kokonaiskulutus sektoreittain vuonna 2012. Opinnäytetyössä tutkittava kohde luokitellaan palvelut ja rakentaminen -lohkoon, joka muodostaa noin viidenneksen koko Suomen sähkönkulutuksesta. Tähän kulutukseen voidaan vaikuttaa käyttäjien energiankäytön tehostamisen lisäksi mm. opinnäytetyössä tutkittavaa pohjakuormaa pienentämällä.



Energiateollisuus

23.1.2013

KUVIO 3. Sähkön kokonaiskulutus sektoreittain v. 2012 (Energiateollisuus ry)

Kiinteistöjen asianmukaisella käytöllä voidaan merkittävästi vaikuttaa energiankäytön tehokkuuteen. Kiinteistön energiankulutukseen vaikuttavat kiinteistöhoitajat, henkilöstö ja kiinteistön käyttäjät, jotka omalla toiminnallaan voivat vaikuttaa suuresti siihen, kuinka paljon energiaa kuluu. (Motiva 2013.)

Oikeanlainen käyttäjien opastus ja motivointi on tärkeää energiankäytön tehostamisessa. On tärkeää opastaa sekä päivä- että iltakäyttäjiä. Energiankulutukseen voidaan vaikuttaa mm. valaistuksella, ilmanvaihdolla sekä tilojen lämpötiloilla ja suosituksilla veden käytöstä mm. pesutiloissa. (Motiva 2013.)

Keskimääräisessä toimistorakennuksessa noin puolet sähkönkulutuksesta menee valaistukseen sekä tietokoneisiin ja niiden oheislaitteisiin. Sähkönkulutuksesta toinen puoli menee ilmanvaihdon ja muun talotekniikan tarpeisiin. Tutkimuskeskus

Neulasella on toimistojen lisäksi paljon laboratoriotiloja, joiden laboratoriolaitteet ovat aina käynnissä. (Senaatti-kiinteistöt 2013.)

### 3 YRITYSESITTELYT

#### 3.1 Senaatti-kiinteistöt

Senaatti-kiinteistöt on valtionvarainministeriön alainen liikelaitos, jonka tehtävänä on huolehtia valtion kiinteistövarallisuuden hallinnasta ja toimitilojen vuokrauksesta. Senaatti-kiinteistöt tuottaa ja tarjoaa tilapalveluita ensisijaisesti valtionhallinnolle. Palvelut muodostuvat toimitilojen vuokrauksen, investointien, kiinteistövarallisuuden kehittämisen ja hallinnoimisen pohjalta. (Senaatti-kiinteistöt 2013.)

Liikelaitoksena Senaatti-kiinteistöt rahoittaa toimintansa itse eikä kuulu valtion budjettitalouden piiriin. Senaatti-kiinteistöjen toimintaa säädellään valtion liikelaitoksista annetulla lailla sekä Senaatti-kiinteistöistä annetulla valtioneuvoston asetuksella. (Senaatti-kiinteistöt 2013.)

Senaatti-kiinteistöillä on neljä toimialaa: ministeriöt ja erityiskiinteistöt, puolustus ja turvallisuus, toimistot sekä kehityskiinteistöt. Alueorganisaatio jakautuu neljään alueeseen: Etelä-Suomen, Länsi-Suomen, Itä-Suomen ja Pohjois-Suomen alueisiin. (Senaatti-kiinteistöt 2013.)

Senaatti-kiinteistöt omistavat noin 11 000 rakennusta, joka vastaa noin 6,5:tä miljoonaa neliometriä. Kiinteistöomaisuutta Senaatti-kiinteistöillä on 4,6 miljardia euroa ja kokonaisliikevaihto on 583 miljoonaa euroa, josta vuokraustoiminnan liikevaihto on 512 miljoonaa euroa. Investointeja on 244 miljoonaa euroa ja työntekijöitä 251. (Senaatti-kiinteistöt 2013.)

#### 3.2 AH Elens Oy/AH-Talotekniikka

AH Elens Oy/AH-Talotekniikka on perustettu vuonna 1996. Toiminta sai alkunsa yrityskaupasta, jossa yhtiön johto osti Jaakko Pöyry -konserniin kuuluneen Rakennus-Ekonon Kuopion toimiston sähköosaston. Vuoden 1998 lopussa Erkki Pitkänen myi omistamansa osakkeet vuonna 1973 perustetusta Sähköinsinööritoimisto E. Pitkänen Oy:stä AH Elens -yhtiön omistajille. Vuoden 2003 alussa Sähköinsinööritoimisto E. Pitkänen Oy:n liiketoiminta ja henkilökunta kokonaisuudessaan siirtyi AH-Talotekniikalle. AH-talotekniikan omistajuus,

liiketoiminta ja henkilökunta siirtyi taas vuoden 2013 alussa uusille omistajille. Tällä hetkellä AH-Talotekniikka työllistää 13 työntekijää. (AH-Talotekniikka 2013.)

AH Elens Oy/AH-Talotekniikka on Itä-Suomen suurin pelkästään sähkö- ja tietojärjestelmäsuunnittelua tarjoava toimisto, joka sai myös Vuoden sähkösuunnittelija 2012 -tittelin. Yrityksen tarjoamia palveluita ovat suunnittelu, hankintapalvelut ja valvonta. Näihin kuuluvat sähköjakeluverkot, ohjausjärjestelmät (mm. KNX/EIB, Dali), telejärjestelmät, tietoverkot, hälytys- ja turvallisuusjärjestelmät sekä AV-järjestelmät. Yritys tarjoaa myös energia konsultointia, johon kuuluvat Motiva-energiakatselmukset, energiaselvitykset sekä kyselyt ja kilpailuttaminen. (AH-Talotekniikka 2013.)

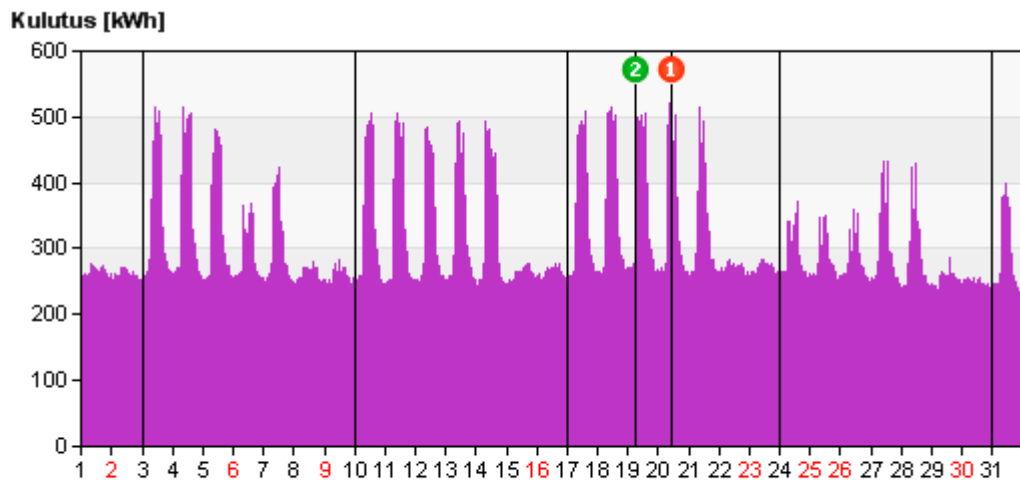
Yritys suorittaa myös kuntoarvioita ja –tutkimuksia. Sähkö- ja televerkkojen korjauksen perustaksi yritys tekee kiinteistölle järjestelmien kuntoarvion, jossa kaikki järjestelmät kartoitetaan ja arvioidaan niiden kuntoluokka. Kuntoluokalla määritellään laitteiston odotettavissa oleva käyttöikä, korjausehdotukset ja korjauksien aikataulut. (AH-Talotekniikka 2013.)

## 4 SÄHKÖENERGIANKULUTUS JA POHJAKUORMA KIINTEISTÖSSÄ

### 4.1 Sähköenergiankulutus

Tutkimuskeskus Neulasen energiankulutus –tiedot on saatu Energiakolmio Oy:ltä, jonka kautta Senaatti-kiinteistöt saavat kohteen laskun veloitusperusteet. Energiakolmio tuottaa EnerKey-energianhallintapalvelua, jossa asiakkaalle tuodaan kustannussäästöjä energian hankinnan ja käytön sekä laskutuksen hallinnan osalta. (Energiakolmio 2013.)

Tutkimuskeskus Neulasen sähköenergian kulutus joulukuussa 2012 oli yhteensä noin 226 MWh. Kuviossa 4 näkyy energiankulutus eri viikonpäivinä kyseisenä ajanjaksona. Kulutusmaksimi, jolloin kulutus oli huipussaan joulukuussa 2012, oli 528 kW ja noin kello 11 aamupäivällä. (Energiakolmio 2013.)



© Energiakolmio Oy - [www.enerkey.com](http://www.enerkey.com)

KUVIO 4. Joulukuun energiankulutus. (Energiakolmio 2013)

### 4.2 Pohjakuorman osuus sähköenergiankulutuksesta

Kuten kuviosta 4 nähdään, energiankulutus pysytteli koko joulukuun 2012 noin 230 kWh:n yläpuolella. Tämä 230 kWh on siis kiinteistön pohjakuormaa, joka on jatkuvasti käynnissä ja jonka osuus kyseisen kiinteistön sähkönkulutuksesta on noin 2/3. Tämä korkea pohjakuorman osuus on syy siihen, miksi tämä tutkimus tehtiin.

Pohjakuorma muodostuu aina käynnissä olevista laitteista ja järjestelmistä. Näiden laitteiden ja järjestelmien toimintaa voidaan parantaa mm. huolehtimalla, ettei laitteita ja järjestelmiä ole turhaan käynnissä tai ainakaan koko aikaa täydellä teholla, jos ei ole tarve.

## 5 TIETOJEN KERÄÄMINEN

Pohjakuorman tutkiminen alkoi lähtötietojen keräämisellä ja tietojen kartoittamisella niistä asioista, joita on kannattavaa ryhtyä tutkimaan ja mistä aloittaa. Näitä asioita olivat mm. tutustuminen ajan tasalla oleviin piirustuksiin sekä tutustuminen mm. kohteessa käytössä oleviin järjestelmiin. Kun lähtötiedot oli saatu koottua, alettiin suunnitella mittauksia, joista muodostui koko työn suurin osuus. Mittaukset kestivät kokonaisuudessaan muutaman kuukauden, koska tutkittavassa kohteessa eri järjestelmät oli hajautettu ympäri rakennusta, mm. IV-huoneita kohteessa on 6 kappaletta. Mittausten lisäksi pohjakuormaa tutkittiin myös keräämällä käyttötietoja eri yksiköiden käyttäjiltä ja automaatiojärjestelmistä.

### 5.1 Lähtötiedot

Talotekniikan selvitettäviä kohteita kartoitettiin Senaatti-kiinteistöjen, AH-Talotekniikan ja ISS:n kanssa. Selvitettäviksi kohteiksi mittausten suoritusta varten muodostuivat ilmastointi, sulatukset, lämmönjako- sekä kylmälaitteistot.

Tutkimuskeskus Neulasella on lähestulkoon jokaiselle järjestelmälle oma sähkökeskuksensa. Näiden sähkökeskusten sijainnit selvitettiin AH-talotekniikalta saaduista kuvista sekä ISS:n kiinteistöhuollon avulla. Ilmanvaihdossa Tutkimuskeskus Neulasella on IV-koneiden lisäksi lukemattomia erillispoistopuhaltimia, jotka saavat syöttönsä jostain muualta kuin IV-keskuksesta ja pyörivät pääsääntöisesti jatkuvasti, joten kaikkia puhaltimia ei ollut mahdollista mitata.

IV-koneiden keskuskeskukset sijaitsevat IV-konehuoneissa, Lämmönjakokeskus sijaitsee lämmönjakohuoneessa ja kylmälaitteiden keskuskeskukset sijaitsevat pohjakerroksessa sekä syväjäähäarkutilassa.

Käyttäjien laitteista sai tietoa teettämällä Neulasen henkilökunnalla kyselyitä, joissa heitä pyydettiin listaamaan heillä koko ajan käynnissä olevia laitteita, mm. pakastimia sekä laboratorio- ja toimistolaitteita. Laitteita on kyselyiden perusteella paljon, ja ne sijaitsevat hajautetusti, joten niiden mittaaminen erikseen ei ollut järkevää. Laitteet eivät ole kovin tehokkaita, mutta muodostavat silti huomattavan osan pohjakuormasta. Nämä kyseiset laitteet on esitetty pohjakuorman jakautumisessa osassa muut.

## 5.2 Käyttötiedot

Ilmastoinnin käyttötiedot saatiin Jatau Oy:ltä ja sulatuksien AH-talotekniikalta. Lämmönjaon ja kylmälaitteiden käyttötiedot saatiin Tutkimuskeskus Neulasen käyttäjiltä. Alla olevassa taulukossa 1 on luettelo IV-koneista ja niiden palvelualueista sekä IV-koneiden aikaohjelmista Tutkimuskeskus Neulasella. Säätoaajuusmuuttajilla ohjatuilla koneilla toteutetaan tarvittaessa myös kanavapaineen mukaan säätävänä.

TAULUKKO 1. IV-koneiden palvelualueet. (sähköposti Jatau Oy 2013)

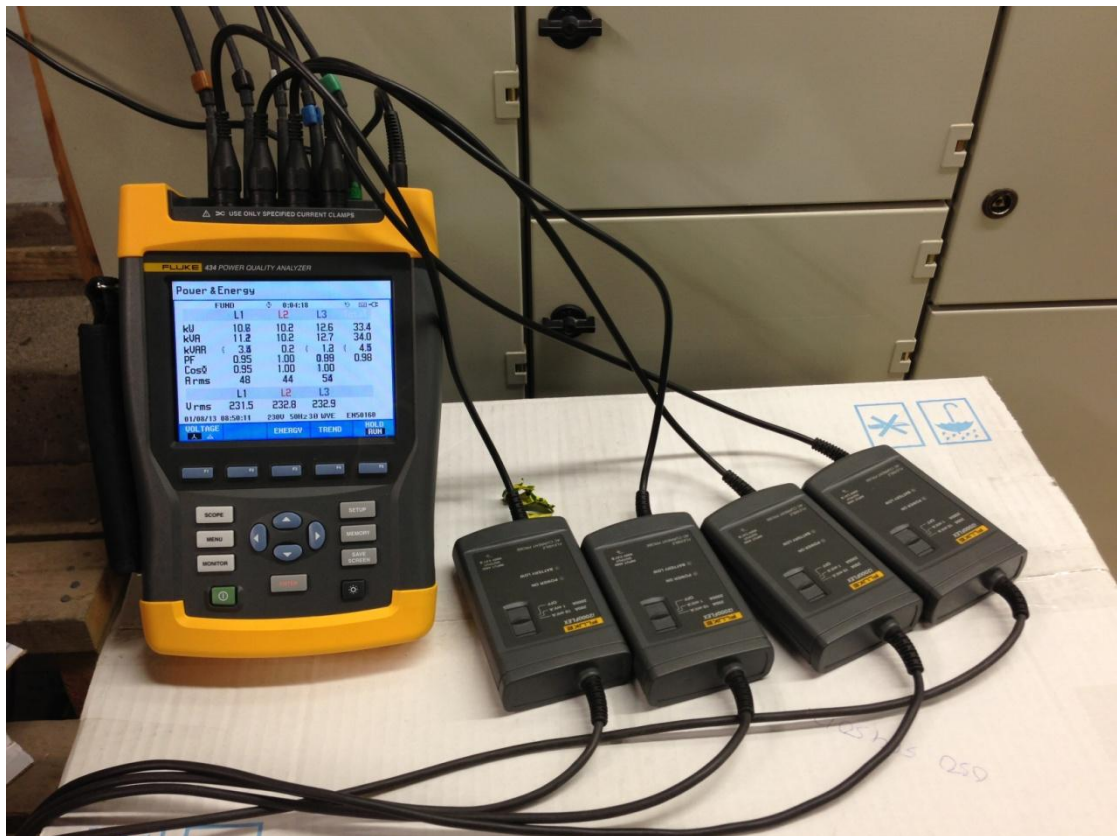
IV-koneet - Tutkimuskeskus Neulanen, Jatau Oy, 5.11.2012			
IV-kone	Palvelualue	Taajuusmuuttaja	Aikaohjelma
TK1	A-osa Labrat	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
TK2	B-osa Toimistot	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
TK3	C-osa Labrat	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
TK4	C-osa Toimistot	Kyllä	Ma-Pe 24h, La ja Su seis.
TK5	Auditorio	Kyllä	Ma-Pe 7:30 - 7:45 tuuletus
TK6	D-osa labrat	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
TK7	D-osa Eläintilat	Kyllä	Ma-Pe 6:00-22:00, La-Su jatkuvasti
01TK01	E-osa	Ei	Hidas nopeus aina arkisin, nopea 8:00-16:00. La-Su Hidas 7:00-17:00
02TK01	E-osa	Ei	Hidas nopeus aina, nopea 7:00-17:00
03TK01	E-osa toksikolog.	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
04TK01	F-osa koe-eläintilat	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
05TK01	F-osa koe-eläintilat	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
06TK01	F-osa toks.labra	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
07TK01	Purettu	Ei	ei ole
08TK01	E-osa ilmahyg.lab.	Ei	ei ole
09TK01	Akustiikan lab.	Ei	Hidas nopeus 7:00-17:00 arkisin, La-Su seis
10TK01	Akustiikan lab.	Kyllä	7:00-17:00 Arkisin, La ja Su.
TK14	D-osa	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7
TK15	A-osa 2.krs	Kyllä	Käy jatkuvasti 24/7



## 6 MITTAUKSET

Sähkönkulutusta mitattiin Fluke 434 -mittarilla sekä virtoja (A), jännitteitä (V) sekä tehoa (W) pihtimittarilla. Mittaukset suoritettiin pääsääntöisesti Fluke 434 -mittarilla, jolloin mittausten kesto vaihteli muutamasta päivästä viikkoon. Pihtimittarilla mitatut arvot otettiin hetkellisarvoina. Pihtimittarilla mitattuja kohteita olivat mm. yksittäisten moottorien ottamat tehot sekä yhden rännisulatuskeskuksen virrat.

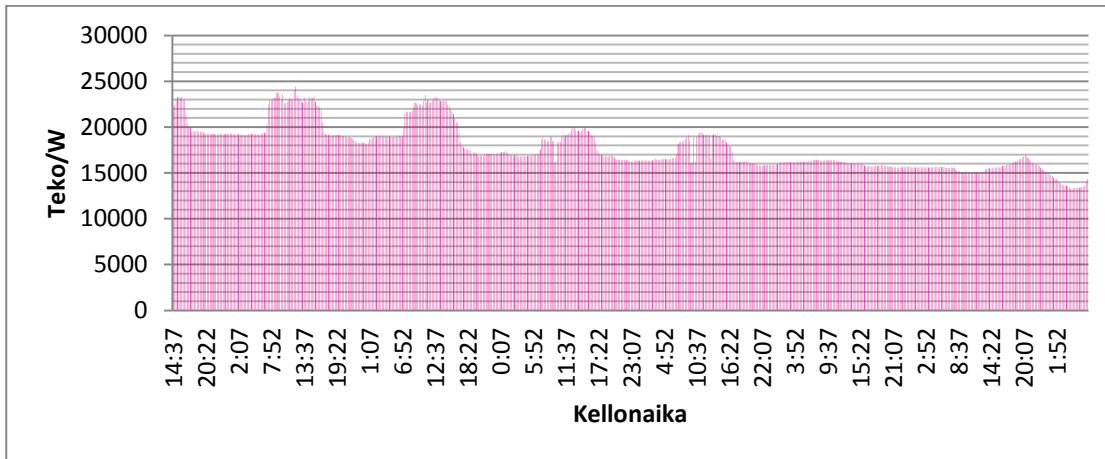
Fluke 434 -mittarilla mittaus tehtiin 3-vaihekytkentämittauksena ja tehot siis mitattiin kolmevaiheisena. Mittarista kytkettiin virranmittaus jokaiselle vaiheelle ja nollalle. Jännitteenmittaus kytkettiin jokaiselle vaiheelle sekä nollalle ja maalle. Pihtimittarilla mitattaessa kytkettiin jännitteet kahdesta vaiheesta ja virranmittaus yhdestä. Osassa pihtimittarilla tehdyistä mittauksista mitattiin vain virrat.



KUVA 2. Fluke 434. (Valokuva Jori Markkanen 2013)

## 6.1 Ilmastointi

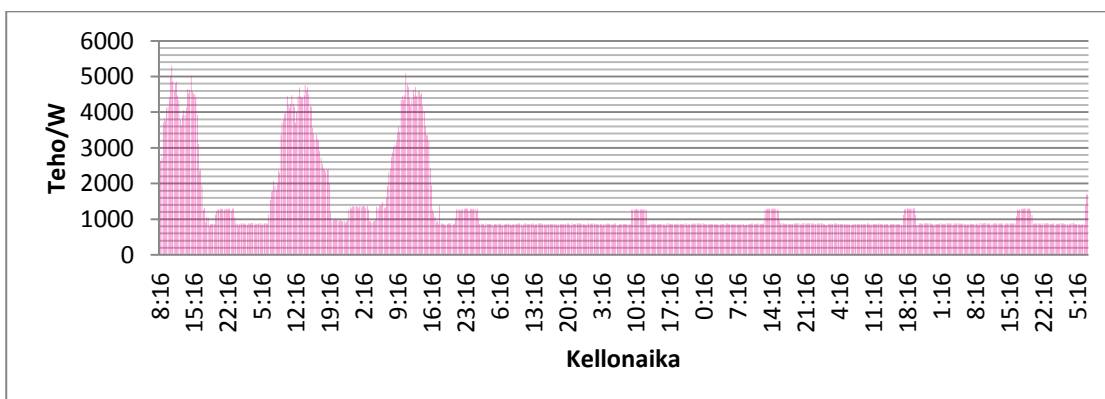
Mittaukset alkoivat ilmastointikeskuksista tehdyistä ilmastoinnin seurantamittauksista. Aluksi oli vuorossa A- ja B-osan IV-keskus JP 3.1, johon kuuluvat IV-koneet TK1 ja TK2. TK1 palvelee A-osan laboratoriotiloja ja TK2 palvelee B-osan toimistoja. Keskukseen JP 3.1 mittaustuloksista saatu diagrammi on kuviossa 5.



KUVIO 5. Keskukseen JP 3.1 mittaustulokset 23.11.2012 - 3.12.2012

Keskuksessa JP 3.1 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 15 - 17 kW.

Seuraavaksi oli mittausvuorossa A-osan keskus JP 3.6, johon kuuluu IV-kone TK15, joka palvelee A-osan 2. kerrosta. Keskukseen JP 3.6 mittaustuloksista saatu diagrammi on kuviossa 6.

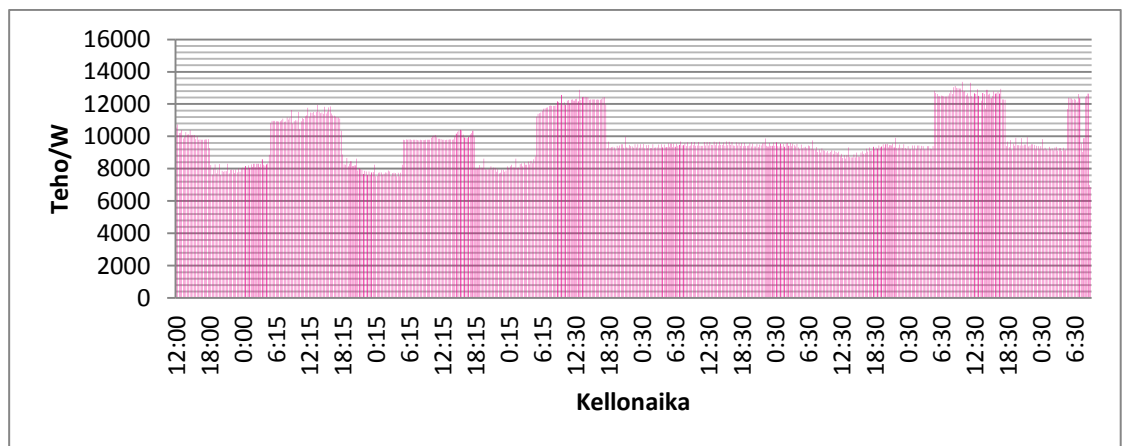


KUVIO 6. Keskukseen JP 3.6 mittaustulokset 19.12.2012 - 27.12.2012

Keskuksessa JP 3.6 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä vajaa 1 kW. Mittaustuloksesta näyttää puuttuvan muutamia kulutushuippuja arkipäivien kohdilta,

koska mittaus on suoritettu 19.12.2012 - 27.12.2012. Kyseinen ajankohta on ollut pohjakuorman selvitykselle hyvä, koska tuolloin sähkönkulutus koostuu puhtaasti pohjakuormasta.

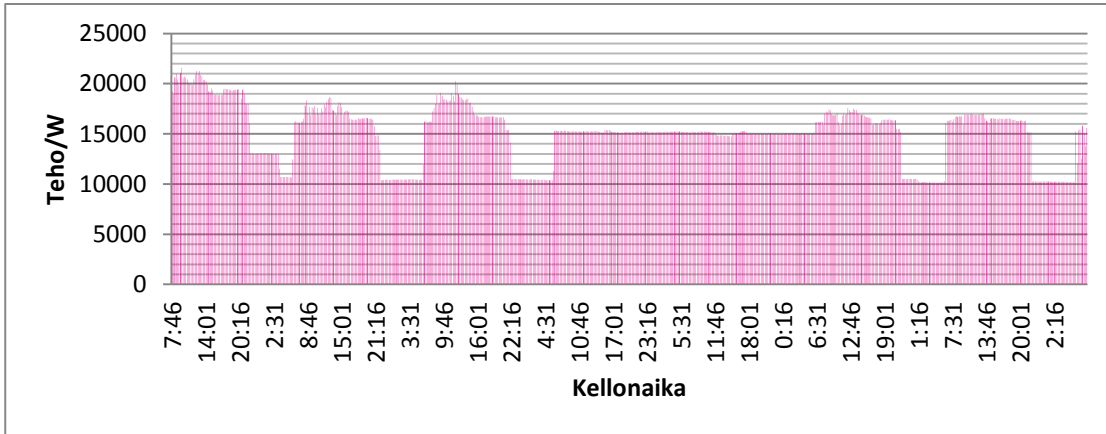
Seuraavaksi mitattiin C-osan IV-keskus JP 4.1, johon kuuluvat IV-koneet TK3 ja TK4. TK3 palvelee C-osan laboratoriotiloja ja TK4 palvelee C-osan toimistoja. Keskuksen JP 4.1 mittaustuloksista saatu diagrammi on kuviossa 7.



KUVIO 7. Keskuksen JP 4.1 mittaustulokset 4.12.2012 - 11.12.2012

Keskuksessa JP 4.1 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 8 kW.

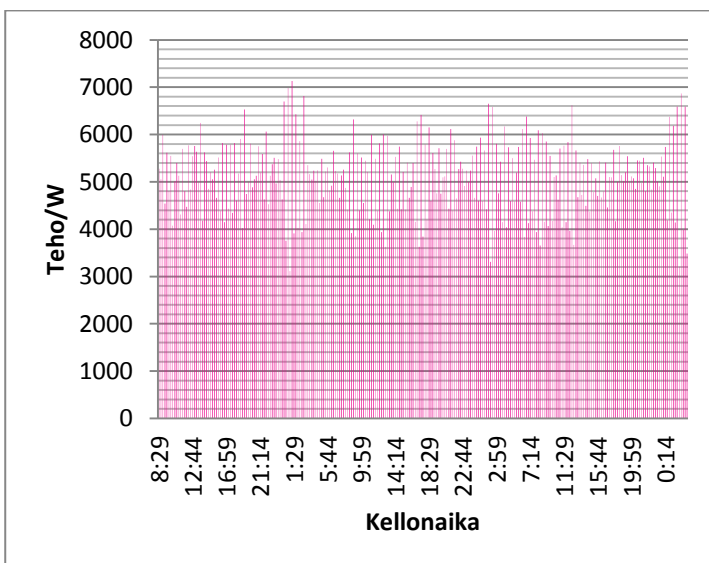
Seuraavaksi mitattiin D-osan IV-keskus VVJK 42, johon kuuluu IV-koneet TK5, TK6, TK7 ja TK14. TK5 palvelee D-osan auditoriota, TK6 palvelee D-osan laboratoriotiloja, TK7 palvelee D-osan eläintiloja ja TK14 palvelee D-osan toimistoja. Keskuksen VVJK 42 mittaustuloksista saatu diagrammi on kuviossa 8.



KUVIO 8. Keskuksen VVJK 42 mittaustulokset 12.12.2012 - 19.12.2012

Keskuksessa VVJK 42 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 10 kW.

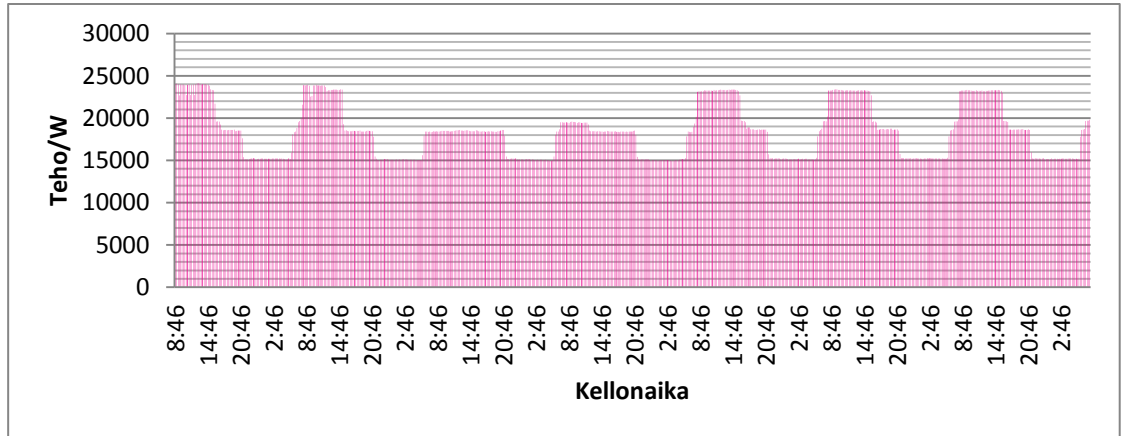
Seuraavaksi mitattiin E-osan IV-keskus VVJPE 41, johon kuuluvat IV-koneet 01TK01 ja 02TK01. 01TK01 ja 02TK01 palvelevat E-osan toimistoja. Keskuksen VVJPE 41 mittaustuloksista saatu diagrammi on kuviossa 9.



KUVIO 9. Keskuksen VVJPE 41 mittaustulokset 29.1.2013 - 4.2.2013

Keskuksessa VVJPE 41 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 4 kW.

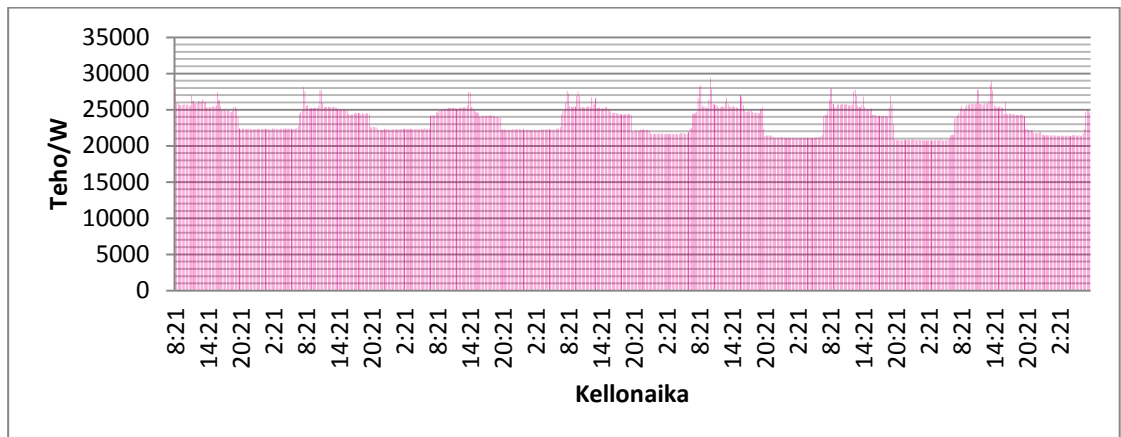
Seuraavaksi mitattiin E-osan IV-keskus JPE 41, johon kuuluvat IV-koneet 03TK01 ja 08TK01. 03TK01 ja 08TK01 palvelevat E-osan laboratoriotiloja. Keskuksen JPE 41 mittaustuloksista saatu diagrammi on kuviossa 10.



KUVIO 10. Keskuksen JPE 41 mittaustulokset 20.12.2012 - 27.12.2012

Keskuksessa JPE 41 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 15 kW.

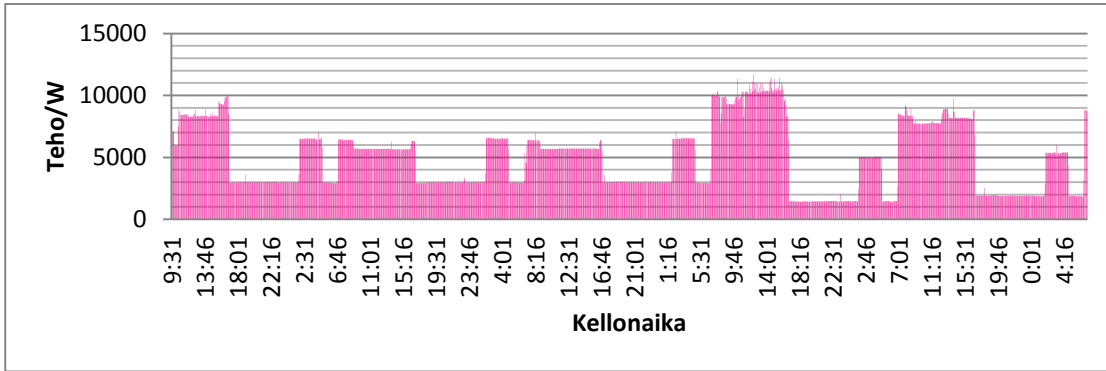
Seuraavaksi mitattiin F-osan IV-keskus VVJPF 21, johon kuuluvat IV-koneet 04TK01, 05TK01 ja 06TK01. 04TK01 ja 05TK01 palvelevat F-osan koe-eläintiloja. 06TK01 palvelee F-osan laboratoriotiloja. Keskuksen VVJPF 21 mittaustuloksista saatu diagrammi on kuviossa 11.



KUVIO 11. Keskuksen VVJPF 21 mittaustulokset 11.1.2013 - 18.1.2013

Keskuksessa VVJPF 21 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 22 kW.

Viimeisenä ilmastoinnista mitattiin akustiikkalaboratorion IV-keskus VVNK 3, johon kuuluvat IV-koneet 09TK01 ja 10TK01, jotka palvelevat akustiikkalaboratoriota. Keskuksen VVNK 3 mittaustuloksista saatu diagrammi on kuviossa 12.



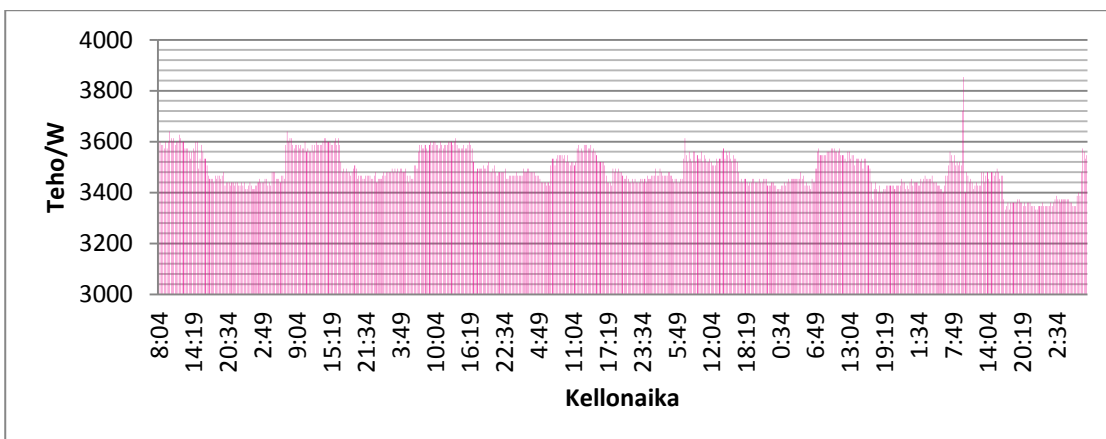
KUVIO 12. Keskuksen VVNK 3 mittaustulokset 18.1.2013 - 23.1.2013

Keskuksessa VVNK 3 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 2 kW.

Mittaustulosten perusteella ilmastointi muodostaa kiinteistön pohjakuormasta noin 80 kW, joka on noin 35 % koko kiinteistön pohjakuormasta. Todellisuudessa ilmastoinnin osuus on vieläkin suurempi, johtuen Tutkimuskeskus Neulasen lukuisista erillispoistoilmapuhaltimista, jotka eivät näy mittaustuloksissa, koska niiden sähkösyötöt tulevat alueen jakokeskuksilta, eikä IV-keskuksilta. Jataku Oy:ltä saatujen tietojen mukaan puhaltimia on noin 60 kappaletta ja ne pyörivät pääsääntöisesti jatkuvasti vakioteholla. Näiden puhaltimien mittaaminen ei ollut mahdollista.

## 6.2 Lämmönjako ja kylmälaitteet

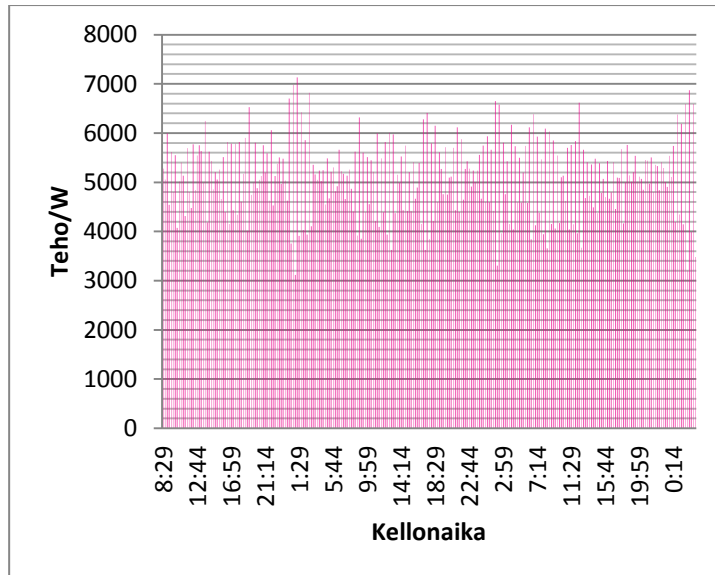
Lämmönjaon ja kylmälaitteiden ottama pohjakuorma selvitettiin samoin kuin ilmastoinnin osalta. Ensiksi mitattiin lämmönjaon ottama pohjakuorma keskukselta VVJK 013. Keskukselta saatu diagrammi on kuviossa 13.



KUVIO 13. Keskuksen VVJK 013 mittaustulokset 27.12.2012 - 3.1.2013

Keskuksessa VVJK 013 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 3,4 kW.

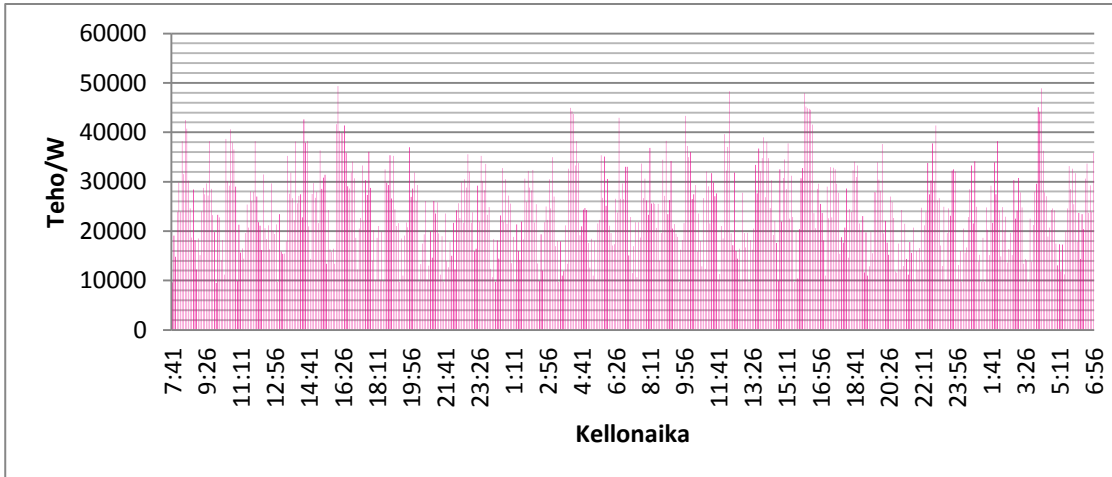
Tämän jälkeen sama mittaus suoritettiin syväjäähdytyskeskukselta VVJK15, jossa on kylmälaitteita. Keskukselta saatu diagrammi on kuviossa 14.



KUVIO 14. Keskuksen VVJK15 mittaustulokset 4.2.2013 - 7.2.2013

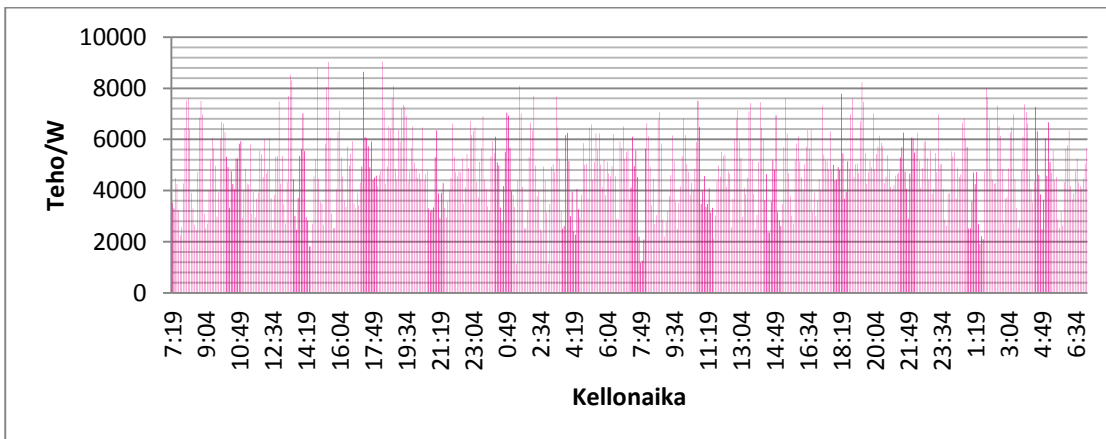
Keskuksessa VVJK15 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 4 kW.

Seuraavaksi mitattiin kompressorien ottama pohjakuorma. Kompressorit on Tutkimuskeskus Neulasella jaoteltu kolmeen paikkaan ja niille on otettu sähkö kolmelta keskukselta, jotka ovat JK-1.4, VVJK 03 ja VVJK 6-10. Kyseisten keskusten kompressorien perässä on kylmä- ja pakkashuoneita. Keskuksista saadut diagrammit ovat kuvioissa 15, 16 ja 17.



KUVIO 15. Keskuksen JK-1.4 mittaustulokset 13.3.2013 - 15.3.2013

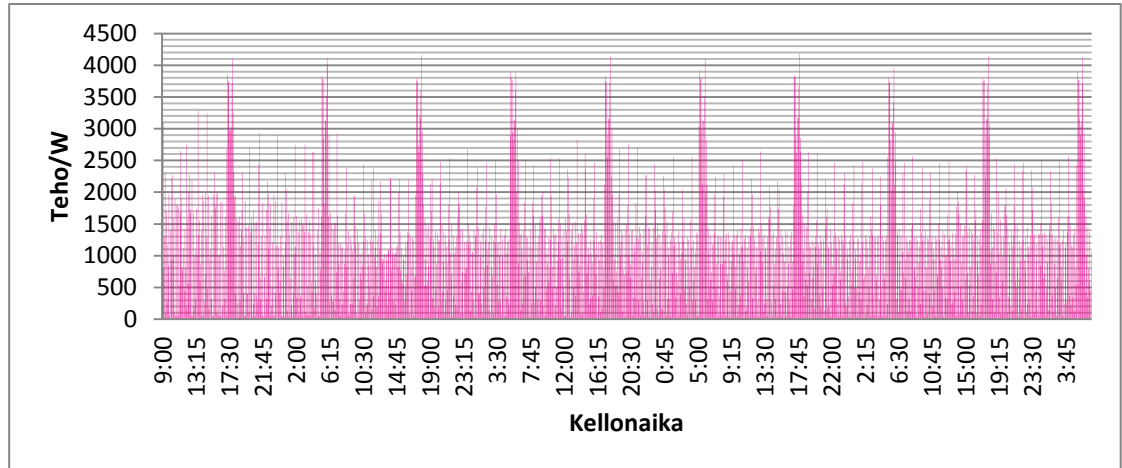
Keskuksessa JK-1.4 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 10 kW.



KUVIO 16. Keskuksen VVJK 03 mittaustulokset 11.3.2013 - 13.3.2013

Keskuksessa VVJK 03 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 2 kW.





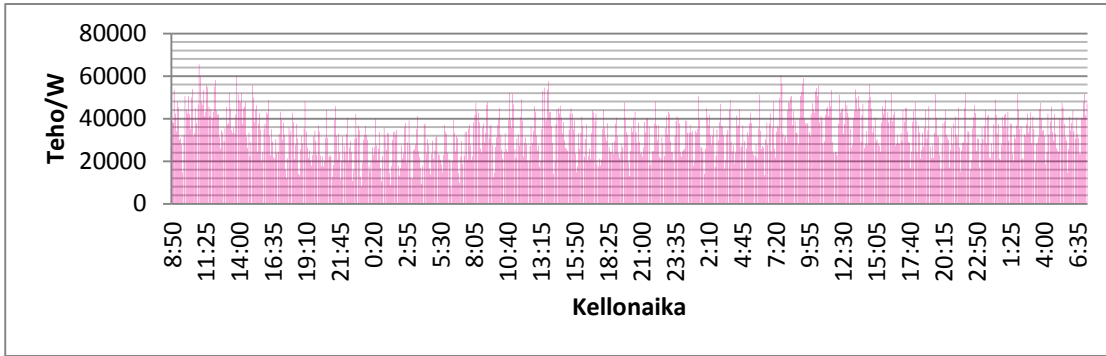
KUVIO 17. Keskuksen VVJK 6-10 mittaustulokset 6.3.2013 - 11.3.2013

Keskuksessa VVJK 6-10 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 1 kW.

Mittaustulosten perusteella lämmönjako ja kylmälaitteet muodostavat kiinteistön pohjakuormasta noin 20 kW, joka on <10 % koko kiinteistön pohjakuormasta. Kuten eivät ilmastointi, eivät nämäkään mittaukset kerro todellista lämmönjaon ja kylmälaitteiden pohjakuormaa. Tutkimuskeskus Neulasella on kyselyiden perusteella mm. pakastimia, jotka saavat sähkönsyötön alueen jakokeskuksilta ja ovat käytössä jatkuvasti käynnissä ja lisäävät osaltaan pohjakuormaa. Nämä kylmälaitteet sijaitsevat mm. laboratoriotiloissa, joita Tutkimuskeskus Neulasella on lukuisia.

### 6.3 Sulatukset

Tutkimuskeskus Neulasella rännisulatukset tulevat pääsääntöisesti kahdesta keskuksista, JPF 21 ja SJP-4.1. Osa rännisulatuksista on otettu IV-konehuoneiden keskuksista, mutta näiden vaikutus pohjakuormaan on mukana IV-keskuksista mitatuissa tuloksissa. Keskuksista JPF 21 on tehty seurantamittaus, joka näkyy kuviossa 18. Tutkimuskeskus Neulasella sulatuksia ohjataan lämpötilan mukaan. Luiskasulatusten syötöt on otettu jakokeskuksilta, eivätkä ne ole mukana mittauksissa.



KUVIO 18. Keskuksen JPF 21 mittaustulokset 8.1.2013 - 11.1.2013

Keskuksessa JPF 21 on pohjakuormaa koko ajan käynnissä noin 20 kW.

Keskuksesta SJP-4.1 mitattiin pihtimittarilla hetkelliset virrat, joiden avulla laskettiin keskuksen ottama kuorma. Lasketuksi kuormaksi saatiin noin 5 kW.

Mittaustulosten perusteella sulatukset muodostavat koko kiinteistön pohjakuormasta noin 25 kW, joka on noin 11 % kiinteistön pohjakuormasta. Edellä mainittujen sulatusten lisäksi Tutkimuskeskus Neulasella on mm. luiskasulatuksia, joiden syöttö tulee jostain muualta. Kuten mm. rännisulatukset, ovat luiskasulatuksetkin koko ajan käynnissä ja lisäävät pohjakuormaa, joten todellisuudessa sulatustenkin osuus on siis suurempi.

## 7 IV-KONEIDEN MOOTTOREIDEN VAIHTAMINEN

Varsinaisen pohjakuorman tutkimisen lisäksi työhön kuului myös nykyisten IV-koneiden moottoreiden tietojen kerääminen (mm. kW-tiedot). Tietojen kerääminen liittyi tulo- ja poistoilmakoneiden uusimiseen, joka Senaatti-kiinteistöillä oli tekeillä Schneider Electricin kanssa. Tiedot kerättiin mittaamalla hetkellisarvot pihtimittarilla sekä lukemalla moottoreiden kilpiarvot sikäli, kuin se oli mahdollista. Saadut tulokset ovat taulukoissa 2 ja 3.

TAULUKKO 2. IV-koneiden TK1 – TK7 virta- ja tehoarvoja

IV-kone	Nimellisvirta (A)	Nimellisteho (kW)	Mitattu teho (kW)
<b>TK1</b>			
P1/TK1 Pumppu	0,7	0,2	0,29
P2/TK1 LTO	2,6	1,1	1,32
TK1 Tuloilmahuuhailin	22	11	5,7
PK1A Poistoilmahuuhailin	11,7	5,5	4,2
PK1B Poistoilmahuuhailin	8,8	4	2,2
<b>TK2</b>			
P1/TK2 Pumppu	0,7	0,2	0,22
P2/TK2 LTO	-	-	0,7
TK2 Tuloilmahuuhailin	8,4	4	2,6
PK2 Poistoilmahuuhailin	6,6	-	1,67
<b>TK3</b>			
3P55 LJ-pumppu	0,7	0,2	0,15
3P01 LTO-pumppu	2,6	1,1	0,95
3TFD1 TJM	11	5,5	3,6
3PFD1 TJM	5,4	-	2,1
3PFD2 TJM	8,8	0,55	0,95
<b>TK4</b>			
4P55 LJ-pumppu	0,33	0,09	0,12
4P01 LTO-pumppu	2,26	1,1	0,79
4TFD1 TJM	6,6	-	1,6
4PFD1 TJM	8,8	-	1,5
<b>TK5</b>			
5P55 LJ-pumppu	0,38	0,09	0,07
5TFD1 TJM	2,4	-	0,38
5PFD1 TJM	2,4	0,95	0,45
<b>TK6</b>			
6P55 LJ-pumppu	0,7	0,2	0,2
6P01 LTO-pumppu	3,3	1,5	1,59
6TFD1 TJM	15,3	7,5	3,6
6PFD1 TJM	5,4	-	0,18
6PFD2 TJM	8,9	4	2,45
6PFD3 TJM	3,5	1,5	0,6
<b>TK7</b>			
7P55 LJ-pumppu	0,33	0,09	0,1
7P01 LTO-pumppu	2,6	1,1	0,79
7TFD1 TJM	7,6	4	0,85
7PFD1 TJM	7,6	4	2,7
7TFP3 JL-pumppu	0,33	0,09	0,1

TAULUKKO 3. IV-koneiden 01TK01 - 06TK01 virta- ja tehoarvoja

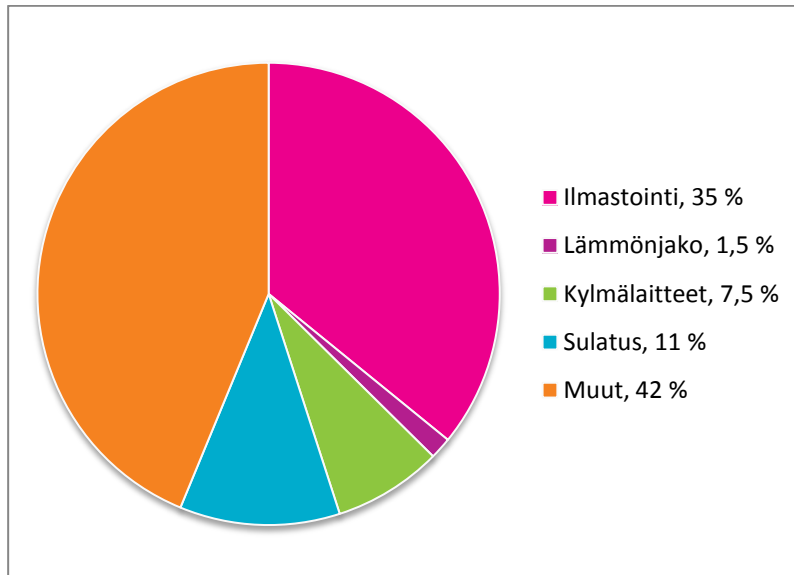
IV-kone	Nimellivirta (A)	Nimellisteho (kW)	Mitattu teho (kW)
<b>01TK01</b>			
01PU05 Pumpou	0,28	0,08	0,04
01TK01 Tulolimapuhallin	-	-	2,37
01PK01 Poistolimapuhallin	-	-	2,5
01PK02 Poistolimapuhallin	-	-	0,43
01PK03 Poistolimapuhallin	3,3	1,5	0,66
<b>02TK01</b>			
02PU05 Pumpou	0,22	0,05	0,26
02TK01 Tulolimapuhallin	-	-	0,8
02PK01 Poistolimapuhallin	-	-	0,2
02PK02 Poistolimapuhallin	-	-	0,25
02PK03 Poistolimapuhallin	-	-	0,23
02PK04 Poistolimapuhallin	-	-	1,15
<b>03TK01</b>			
03PU05 Pumpou	0,65	0,2	0,14
03PU02 LTC-pumppu	3,3	1,5	0,37
03TK01 Tulolimapuhallin	-	-	7,4
03PK01 Poistolimapuhallin	-	-	1,38
03PK02 Poistolimapuhallin	-	-	3
03PK03 Poistolimapuhallin	-	-	0,28
03PK04 Poistolimapuhallin	-	-	-
03PK05 Poistolimapuhallin	-	-	0,05
03PK06 Poistolimapuhallin	-	-	0,16
<b>04TK01</b>			
04P4.1 Kiertovesipumppu	0,65	0,2	0,08
04P4.2 Kiertovesipumppu	0,65	0,2	0,18
04P02 LTC-pumppu	-	-	0,85
04TF01 Tulolimapuhallin	16	-	-
04TF02 Tulolimapuhallin	16	-	4
04PF01 Poistolimapuhallin	-	-	-
04PF02 Poistolimapuhallin	-	-	4,7
04PF03 Poistolimapuhallin	-	-	0,05
04PF04 Poistolimapuhallin	-	-	-
04PF05 Poistolimapuhallin	-	-	0,25
<b>05TK01</b>			
05P04 Kiertovesipumppu	0,22	0,05	-
05P02 LTC-pumppu	3,3	1,5	-
05TF01 Tulolimapuhallin	-	-	2,3
05PF01 Poistolimapuhallin	-	-	1,9
05PF02 Varakäyttöpoistolimapuhallin	-	-	0,07
<b>06TK01</b>			
06PU04 Kiertovesipumppu	0,28	0,08	0,13
06P02 LTC-pumppu	3,3	1,5	0,97
06TF01 Tulolimapuhallin	5,4	-	2,2
06PF01 Poistolimapuhallin	8,1	-	2,7
06PF02 Poistolimapuhallin	-	-	0,2
06PF03 Poistolimapuhallin	-	-	0,55
06PF04 Poistolimapuhallin	-	-	0,55

Schneider Electricilla on ohjelmassa ilmanvaihtokoneiden modernisointi, johon kuuluu nykyisten keskipakoisuuspuhaltimien uusiminen energiatehokkaammilla ja vähemmän huoltoa vaativilla aksiaalipuhaltimilla. Myös nykyisiin puhallinkammioihin tehdään muutoksia. Saatuja tuloksia käytetään moottoreiden mitoitusta varten. Tulokset eivät ole suoraan verrattavissa koneiden modernisoinnin jälkeen vanhoihin mittaustuloksiin, koska kammioden rakenne muuttuu modernisoinnin johdosta merkittävästi.

## 8 POHJAKUORMAN JAKAUTUMINEN

### 8.1 Pohjakuorman jakautuminen mittausten kesken

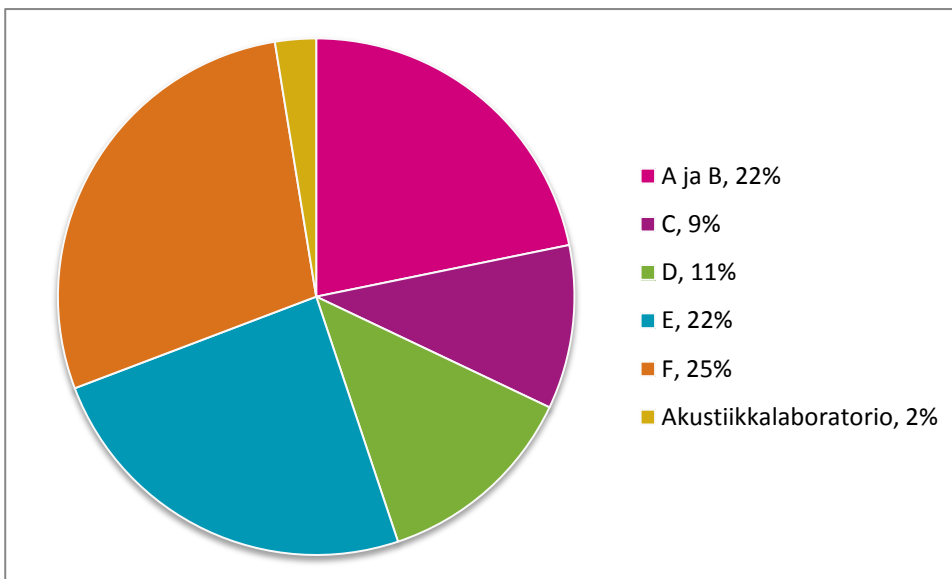
Kuviossa 18 näkyy pohjakuorman jakautuminen mitattujen kohteiden perusteella. Mitatut kohteet muodostavat kiinteistön pohjakuormasta noin 60 %. Kuvassa osiossa muut on mittaamattomia kohteita, kuten toimistolaitteita, pakastimia, erillispoistopuhaltimia, käynnissä olevia valaistuksia ja lämmityksiä. Näiden mittaaminen ei olisi ollut mahdollista niiden suuren määrän vuoksi.



KUVIO 19. Pohjakuorman jakautuminen

## 8.2 Pohjakuorman jakautuminen Tutkimuskeskus Neulasella

Koska ilmastointi muodostaa suurimman osan mitatuista pohjakuormista, tutkitaan ilmastoinnin jakautumista tarkemmin. Suurin osa ilmanvahdosta näyttäisi keskittyvän laajennuksen E- ja F-osaan. Tiloissa toimii laboratoriotiloja, jotka vaativat ilmanvaihtoa 24 tuntia vuorokaudessa ja kuluttavat mittausten perusteella paljon energiaa. Vanhan osan A - D -osissa ilmanvaihdon muodostama pohjakuorma jakautuu tasaisesti rakennuksen kesken.



KUVIO 20. Pohjakuorman jakautuminen IV-konehuoneiden kesken.

## 9 PARANNUSEHDOTUKSET

Tärkeitä asiota energiankäytön tehostamisessa sähköenergian kannalta ovat mm. valaistus, ilmanvaihto sekä toimistolaitteet. Tärkeässä osassa kiinteistön energiansäästöä ovat mm. käyttäjien opastaminen ja automaation lisääminen kiinteistössä. Hyvä tapa vaikuttaa energiankulutukseen on säätää valaistuksen ja ilmanvaihdon käyttöaikoja sekä ohjata näitä järjestelmiä mm. tunnistimilla. Tutkimuskeskus Neulasella tällaista on jo jonkin verran käytössä, mutta tunnistimien lisäämisellä saavutettaisiin säästöjä.

Tunnistimilla säästetään energiaa. Valaistuksessa saadaan säästöjä oikeanlaisella ohjauksella, kuten liiketunnistimilla sekä hyödyntämällä luonnonvaloa. Ilmanvaihdossa säätö voidaan toteuttaa käytön mukaan, jolloin ilmavaihdon tarvetta lisätään silloin, kun tilassa on käyttäjiä, ja puolestaan vähennetään silloin, kun tila on käyttämättömänä. Ilmanvaihdon ottamaa sähkötehoa voi myös parantaa uusimalla tulo- ja poistoilmakoneita nykypäivän tekniikkaa hyödyntäviksi.

Tutkimuskeskus Neulasella on useita satoja metrejä sulanapitokaapelia. Vaikka sulatuksissa on käytössä ns. itsesäätyvät kaapelit, kannattaisi sulatuksiin lisätä lumianturit, jotka tunnistavat, kun sulatukselle on oikeasti tarvetta. Itsesäätyvä sulanapitokaapeli voi olla koko talvenkin käynnissä, vaikka sulatettavaa ei olisi lainkaan, ja kuluttaa näin ollen koko ajan sähköä. Itsesäätyvän kaapelin ohjaus kytkee sen käyntiin lämpötilan laskiessa lähelle nollaa. Lumianturin tehtävä on kerätä tietoa siitä, onko sulatukselle oikeasti tarvetta.

Toimistolaitteet voivat kuluttaa hyvinkin paljon sähköä. Tätä toimistolaitteiden sähkönkulutusta voi kuitenkin hallita erilaisilla energiansäästöjärjestelmillä, joita mm. tietokoneissa ja tulostimissa on olemassa. Suuri osa toimistojen energiankulutuksesta aiheutuu turhaan käynnissä olevista laitteista, joten käyttämättömien laitteiden meneminen automaattisesti virransäästötilaan säästäisi sähköä.

Kannettavat tietokoneet ovat huomattavasti energiaystävällisempiä kuin pöytätietokoneet. Kannettavat tietokoneet kuluttavat vain noin kymmeneksen pöytätietokoneen sähkönkulutuksesta, joten jos mahdollista, kannattavaa olisi suosia kannettavia tietokoneita. Myös näytöllä on suuri merkitys sähkönkulutuksessa ja

säästöjä saadaankin vaihtamalla vanhat perinteiset kuvaruudut nykypäivän näyttöihin.



## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli Tutkimuskeskus Neulasen pohjakuorman selvitys. Pohjakuorman selvityksen perusteella oli tarkoitus löytää parannusehdotuksia pohjakuorman pienentämiseen. Opinnäytetyö suoritettiin yhdessä Senaatti-kiinteistöjen, AH-Talotekniikan sekä mm. ISS:n kanssa.

Tutkimuskeskus Neulasella on korkea sähköenergian pohjakuorman osuus, joka on käynnissä jatkuvasti. Pohjakuormaa selvitettiin pääosin mittaamalla eri järjestelmien kuluttamaa sähkötehoa, mutta selvitykseen kuului myös mm. kyselyiden teettäminen sekä kohteen tietojen kerääminen.

Pohjakuorman tutkiminen alkoi keräämällä lähtötiedot, joiden perusteella työtä suoritettiin. Mittauksilla saatiin selville tiedossa olevasta pohjakuormasta noin 60 %. Loput pohjakuormasta koostuu mittaamattomista laitteista, joihin kuuluu mm. toimistolaitteita, erillispoistopuhaltimia sekä laboratoriolaitteita.

Parannusehdotuksina työstä saatiin laitteiden uusimista sekä ohjausten ja tunnistimien lisäämistä. Myös käyttäjien opastuksella on suuri merkitys pohjakuorman koostumuksesta. Näiden lisäksi laitteiden nykypäiväistämällä saavutetaan säästöjä, tämä koskee mm. toimistolaitteita.

## LÄHTEET

AH-Talotekniikka. Esittely. [verkkosivu] [viitattu 4.2.2013]. Saatavissa: <http://ah-talotekniikka.fi/>

AH-Talotekniikka. Palvelut. [verkkosivu] [viitattu 4.2.2013]. Saatavissa: <http://ah-talotekniikka.fi/>

Energiakolmio. Etusivu. [verkkosivu] [viitattu 8.3.2013]. Saatavissa: <http://www2.enerkey.com>

Energiateollisuus ry. Kalvosarjat. [verkkosivu] [viitattu 1.4.2013]. Saatavissa: <http://www.energiateollisuus.fi/kalvosarjat/energiavuosi-2012-sahko>

Senaatti-kiinteistöt. Info. [verkkosivu] [viitattu 8.3.2013]. Saatavissa: <http://www.senergia.fi/>

Senaatti-kiinteistöt. Kohteet. [verkkosivu] [viitattu 8.3.2013]. Saatavissa: <http://www.senergia.fi/>

Senaatti-kiinteistöt. Toiminta. [verkkosivu] [viitattu 4.2.2013]. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/>

Työ ja elinkeinoministeriö. Energia. [verkkosivu] [viitattu 6.4.2013]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/>