

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

BH10A0300 Ympäristötekniikan kandidaatintyö ja seminaari

## **TOIMISTORAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUSTARKASTELU**

**Case - ABB Kiinteistöt, Helsinki Pitäjänmäki, Tellustalo**

**Energy consumption review of an office building**

**Case - ABB Properties, Helsinki Pitäjänmäki, Tellushouse**

Työn tarkastaja:                      Professori, TkT Risto Soukka

Työn ohjaaja:                         Projekti-insinööri, DI Niina Aranto

Lappeenrannassa 14.1.2010

Ella Kosonen

## SISÄLLYSLUETTELO

SYMBOLILUETTELO .....	3
1 JOHDANTO .....	4
2 RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUS JA SEN ARVIOINTI.....	5
2.1 Kiinteistön energiankulutus .....	5
2.1.1 Lämpöenergia .....	5
2.1.2 Sähköenergia.....	6
2.1.3 Vesi .....	7
2.2 Rakennuksen energiatehokkuus.....	8
3 TALOTEKNIKKAJÄRJESTELMÄT .....	9
3.1 Lämmöntuottojärjestelmät .....	9
3.2 Ilmastointijärjestelmät .....	10
3.2.1 Jäähdytysjärjestelmät .....	13
3.3 Vesi- ja viemärijärjestelmät .....	14
3.4 Sähköjärjestelmät.....	15
3.5 Automaatiojärjestelmät .....	16
4 TARKASTELTAVA KOHDE .....	17
4.1 Kohteen tiedot.....	17
4.2 Kohteen talotekniset järjestelmät.....	18
4.2.1 ThermoNet – ABB:n talotekniikkajärjestelmä .....	20
4.3 Tiivistelmä kohteen energiankulutuksesta ja sen muutoksista .....	21
5 KOHTEEN ENERGIAN JA VEDEN KULUTUS .....	24
5.1 Lämpö .....	24
5.1.1 Lämpöenergian kulutus ja sen muutokset vuosina 2007–2009 .....	24
5.1.2 Lämpöenergian kulutuksen jakautuminen .....	25
5.2 Sähkö .....	27
5.2.1 Sähköenergian kulutus ja sen muutokset vuosina 2007–2009.....	27
5.2.2 Sähköenergian kulutuksen jakautuminen .....	28
5.3 Vesi .....	30
5.3.1 Veden kulutus ja sen muutokset vuosina 2007–2009 .....	30
5.3.2 Veden kulutuksen jakautuminen.....	32

6	KOHTEEN KULUTUSTASON ARVIOINTI.....	33
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	36
	LÄHTEET .....	37

## LIITTEET

Liite 1. Kohteen kaukolämmönkulutustietoja vuosilta 2007-2009

Liite 2. Kohteen sähkönkulutustietoja vuosilta 2007-2009

Liite 3. Kohteen käyttöveden kulutustietoja vuosilta 2007-2009

Liite 4. Energian ja veden kulutus vuosina 2004-2009

Liite 5. Kaukokylmän kulutus vuosina 2004-2008

## SYMBOLILUETTELO

### Symbolit

#### Kreikkalaiset

$\phi$  kokonaislämmitysteho [kW, kWh]

#### Alaindeksit

iv ilmanvaihto  
 j vaipan johtumislämpövirrat  
 lv lämmin käyttövesi  
 maa johtuminen maaperään  
 vuoto vuotoilma

#### Yksiköt

brm<sup>2</sup> bruttoneliömetri (bruttopinta-ala)  
 kW kilowatti, kilo = 10<sup>3</sup>  
 kWh kilowattitunti  
 Lm<sup>2</sup> lämmitysneliömetri (lämmitettävä pinta-ala)  
 Lm<sup>3</sup> lämmityskuutiometri (lämmitettävä tilavuus)  
 MWh megawattitunti, mega = 10<sup>6</sup>  
 ppm parts per million, miljoonasosa, 1/10<sup>6</sup>  
 Rm<sup>2</sup> rakennusneliömetri (rakennuksen kokonaispinta-ala)  
 Rm<sup>3</sup> rakennuskuutiometri (rakennuksen kokonaistilavuus)

# 1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on suorittaa energiankulutuksen yleistarkastelu ABB Oy:n Helsingin Pitäjänmäen Tellus-kiinteistölle. Tarkastettava kiinteistö on toimistorakennus, johon sisältyy pysäköintitiloja. Tarkastelu tehtiin, koska kiinteistön nykykulutus, kulutuksen muutokset lähivuosina sekä kulutus verrattuna tilastolliseen nykytilanteeseen haluttiin selvittää. Myös veden kulutus on otettu mukaan tarkasteluun, koska käyttöveden lämmitystarve vaikuttaa lämpöenergian kulutukseen. Työssä tarkastellaan kohteen energian ja veden nykykulutusta, energian ja veden kulutuksen kehitystä vuosina 2007 - 2009 sekä energiavirtojen ja veden käytön jakautumista ajallisesti ja kulutuskohteittain. Lisäksi kohteen energiatehokkuutta vertaillaan tilastollisesti vastaavien rakennusten ominaiskulutusarvoihin.

Työhön kuuluvassa teoriaosassa käsitellään kiinteistön ja erityisesti toimistorakennuksen energiankulutuksen koostumista yleisesti sekä käydään lyhyesti läpi rakennusten energiatehokkuuden määritelmää ja siihen liittyviä asioita. Yleisten energiaa kuluttavien järjestelmien ja niiden valintaperusteiden lisäksi esitellään hieman myös tarkastelukohteessa käytössä olevaa ABB:n ThermoNet-talotekniikkajärjestelmää. Oikeiden talotekniikkajärjestelmien valinta on tärkeää, sillä rakennuksen lämpöolot lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin vaikuttavat myös rakennuksen viihtyisyyteen ja mukavuuteen.

Kohteen energiankulutustiedot ja energiankulutuksen jakaumat on selvitetty EnerKey-energianhallintaohjelmaan kerättyjen energiankäyttötietojen, rakennuksen läpikäynnin sekä suullisten ja kirjallisten haastattelujen perusteella. Apuna ja vertailukohteena on käytetty Insinööri-toimisto Olof Granlund Oy:n vuonna 2003 tekemää selvitystä Telluksen energiankulutuksesta sekä Telluksen kuntoarviota vuodelta 2003. Lisäksi raportoinnissa on hyödynnetty Motivan ohjeita kiinteistön energiakatselmuksen suorittamisesta sekä kohteen kulutusarvojen analysoinnissa Motivan ja Suomen Kuntaliiton keräämiä vastaavien kiinteistöjen ominaiskulutusarvoja. Energiankulutustarkastelun vastuuhenkilöinä ABB Oy:n puolelta toimivat Erika Salmenvaara ja Matti Suomalainen.

## 2 RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUS JA SEN ARVIOINTI

Tässä luvussa käsitellään kiinteistön energian ja veden kulutukseen vaikuttavia tekijöitä sekä rakennuksen energiatehokkuutta. Energiatehokkuuteen liittyen mainitaan myös Suomessa tapahtuvasta virallisesta energiatehokkuuden arviointitoiminnasta.

### 2.1 Kiinteistön energiankulutus

Kiinteistön energiankulutukseen vaikuttavat kiinteistön lämpöenergian, sähköenergian ja käyttöveden tarve. Tässä luvussa esitellään lämmön, sähkön ja veden tarpeisiin ja kulutukseen vaikuttavia tekijöitä.

#### 2.1.1 Lämpöenergia

Suomessa rakennusten lämmitykseen kuluu noin kolmasosa primäärienergian käytöstä. Lämmitystä tarvitaan sopivien lämpöolojen ylläpitoon sekä ilmanvaihtoilman ja käyttöveden lämmitykseen. (Rakennustietosäätiö RTS 2007, 5.) Lämmitysenergian tarpeen laskennan pääperiaate käy ilmi kokonaislämmitystehon  $\Phi$  [kW, kWh] yhtälöstä (Seppänen 2001, 102).

$$\Phi = \Phi_j + \Phi_{maa} + \Phi_{iv} + \Phi_{vuoto} + \Phi_{lv} \quad (1)$$

missä  $\Phi_j$  = vaipan johtumislämpövirtojen summa [kW, kWh]

$\Phi_{maa}$  = johtuminen maaperään [kW, kWh]

$\Phi_{iv}$  = ilmanvaihdon lämmitystarve [kW, kWh]

$\Phi_{vuoto}$  = vuotoilman vaatima lämmitystehon tarve [kW, kWh]

$\Phi_{lv}$  = lämpimän käyttöveden tehontarve [kW, kWh]

Lämmityksen tarpeeseen vaikuttavat rakennuksen lämpöhäviöt, hyödynnetyt ilmaisenergiat ja lämmön kierrätys. Lämpöhäviöt tarkoittavat johtumislämpövirtoja seinien, ylä- ja alapohjan, ikkunoiden ja ovien läpi sekä jäteilman ja jäteveden mukana poistuvaa lämpöä.

Jäteilmaan kuuluvat vaipan ilmapuodot, jotka pääsevät virtaamaan sisään ja ulos rakenteiden epätiiuista kohdista. Vuodot aiheutuvat tuulen ja lämpötilaerojen synnyttämistä paineeroista. Myös rakennuksen sijainti ja korkeus sekä ilmanvaihtojärjestelmä vaikuttavat vuotojen määrään. Vuotoja voidaan vähentää parantamalla saumojen ja liitosten ilmanpitävyyttä. Ilmaisenergiaa lämmitykseen voi saada auringonsäteilystä, valaistuksesta ja muusta sähkökäytöstä sekä ihmisten tuottamasta lämmöstä. Ilmanvaihdon tai jäteveden lämmöntalteenoton avulla toteutettu lämmönkierrätys pienentää lämpöhäviöitä ja vähentää lisälämmitysenergian tarvetta. Eristysten ja aurinkosuojauksen ansiosta sisäisellä kuormituksella on nykyään enemmän merkitystä energiantarpeeseen, kuin esimerkiksi ulkolämpötilalla ja ilman kosteudella. (Rakennustietosäätiö RTS 2007, 138, 140–141; Seppänen 2001, 110; Seppänen et al. 2004, 42.)

Lämmitysenergian kulutukseen vaikuttavat myös rakennuksen koko, pohjaratkaisu, rakenteet ja talotekniset järjestelmät, tilojen käyttöajat ja tekninen varustetaso, käyttäjien lukumäärä sekä käyttötottumukset. Ihmisen fysiologiset ominaisuudet vaikuttavat henkilökohtaiseen lämmöntarpeeseen, jota voidaan säädellä jossain määrin vaatteilla. Viihtyisyyttä vähentää eniten nopea lämpötilan vaihtelu, joten järjestelmien operatiivinen lämpötila tulisi pitää tasaisena. (Holopainen et al. 2007, 31–32; Seppänen et al. 2004, 1, 7.)

### **2.1.2 Sähköenergia**

Sähköenergiaa kuluttavat esimerkiksi ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmät. Ilmastointi auttaa ylläpitämään oikeita lämpöoloja ja ilmanpuhtautta. Oikeat lämpöolot ovat tärkeitä, koska työntekijöiden terveys ja työteho voivat huonontua epäsooivissa lämpö- tai sisäilmasto-oloissa. Ilmanvaihdon ja ilmastoinnin energiankulutus voidaan jakaa esimerkiksi ilmanvaihtoilman lämmittämiseen, ilmaa siirtävien puhaltimien sähkökulutukseen ja ilmastointikoneen energiankulutukseen. Ilmastointikoneen energia kuluu jäädytykseen, kostutukseen sekä ilman esi- ja jälkilämmitykseen. (Seppänen et al. 2004, 1, 100.) Myös liikenteen rakennuksessa, kuten parkkihallissa, ilmanvaihdon on toimittava riittävän tehokkaasti ilman puhtaustason ylläpitämiseksi (Ympäristöministeriö 2003, 28).

Toimistorakennuksessa myös valaistus, atk-laitteistot ja muut sähkölaitteet kuluttavat sähköä sekä aiheuttavat lämpökuormaa ja siten jäähdytyksen tarvetta. Myös toimistossa työskentelevät ihmiset aiheuttavat lämpökuormaa ja jäähdytystarvetta. Jäähdytyksen tarpeen määrä riippuu muun muassa tehdyn työn laadusta ja valaistuksen voimakkuudesta. Rakennuksen tarvitsemaan jäähdytystehoon on mahdollista vaikuttaa rakennusteknisin ratkaisuin, kuten ikkunoiden lasivalinnoilla, koolla ja suuntauksella sekä aurinkosuojauksilla. Myös mahdollinen ilmankosteuden säätö kuluttaa energiaa. Kevyessä työssä ilman kosteudella ei ole suurta vaikutusta huoneilman lämpötasapainoon, mutta se tulisi pitää sopivalla tasolla infektiosairauksien, pölypunkkien, sienten ja mikrobien ehkäisemiseksi. (Seppänen 1996, 3, 24; Seppänen et al. 2004, 191, 193.)

Energian kulutusta lisäävät laiteviat, puuttuvat tai huonot säätölaitteet, väärät säätö- ja ohjauslaitteiden asetusarvot, riittämättömät eristeet ja ikkunoiden tiivisteet, lämmitysjärjestelmän, ilmanvaihdon tai rakennusautomaation epäkunto tai tarpeeton käyttö sekä inhimillisistä tekijöistä, kuten huolimattomuudesta, johtuva ylimääräinen kulutus. Kulutusta voidaan vähentää hyödyntämällä ilmaisenergiaa, parantamalla sisäilmastoa ja järjestelmiä, vähentämällä ilmavuotoja ja veden hukkakäyttöä sekä muuttamalla käyttötottumuksia. (Seppänen 2001, 403.)

### **2.1.3 Vesi**

Lämpimän käyttöveden tarvitsemaan energiamäärään vaikuttavia tekijöitä ovat käytetyn veden määrä, putkiston eristystaso ja käyttövesiverkostoon liitetyt lämmityslaitteet. Kokonaisvedenkulutukseen vaikuttavat käyttötottumukset, vesikalusteiden ominaisuudet ja niiden kunto. (Seppänen 2001, 247–248.)

Lämpimän käyttöveden kulutus vaihtelee tyypillisesti paljon, mutta suurissa rakennuksissa suhteellisesti vähemmän kuin pienissä johtuen erillisten vesipisteiden käytön eriaikaisuudesta. Veden kulutuksen seuranta voi vaikuttaa kulutusmäärään vähentävästi. (Seppänen 2001, 247–248.)



## 2.2 Rakennuksen energiatehokkuus

Energiatehokkuus tarkoittaa rakennuksen käyttöön kulutettua tai kulutuksen arvioitua energiamäärää. Kioton ilmastopöytäkirjan myötä on alettu kiinnittää huomiota myös rakennusten ympäristövaikutuksiin, joita aiheutuu eniten rakennusten energiankäytöstä. Suomessa rakennusten energiatilaa ja energiankulutuksen laskentaa on käsitelty Suomen rakennusmääräyskokoelmassa. (Pietiläinen et al. 2007, 12, 30; Seppänen et al. 2004, 99.) Rakentamismääräyskokoelmassa on esitetty lähinnä teknisiä vaatimuseroja rakennuksen ja LVI-laitteiden osille, mikä helpottaa rakennusten suunnittelua ja rakentamista sekä alentaa kustannuksia, mutta voi myös hidastaa alan kehitystä. Euroopan yhteisön säännökset on Suomessa sisällytetty rakennuslakiin, -asetuksiin ja määräyksiin. (Seppänen 2001, 414.)

Rakennuksen energiatehokkuuden vaatimuksia on määrätty rakentamismääräyskokoelman osassa D3. Rakennus ja siihen liittyvät laitteet on hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi suunniteltava ja rakennettava välttämättä turhaa energiankäyttöä sekä energia- ja lämpöhäviöitä. Rakennuksen ilmanvaihto-, lämmitys- ja valaistusjärjestelmä sekä käyttöveden lämmitysjärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava niin, että käyttötarkoitukseen sopiva sisäilmasto, lämpöolosuhteet ja valaistus saadaan aikaan energiatehokkaasti ja tarpeetonta energiankulutusta voidaan välttää. Suunnittelussa on huomioitava paikalliset sääolosuhteet, päivänvalo on käytettävä valaistukseen mahdollisimman paljon ja rakennuksen tilojen haitallista lämpenemistä on estettävä rakenteellisin keinoin. (Rakennustietosäätiö RTS 2007, 116–118.)

Suomessa järjestetään rakennusten energiatehokkuuden arvioimiseksi energiakatselmuksia, jota valvoo Motiva ja jota tukee kohteesta riippuen joko työ- ja elinkeinoministeriö tai ympäristöministeriö. Energiakatselmuksessa tai -auditoinnissa selvitetään rakennuksen tai tuotantoprosessin kokonaisenergian ja veden käytön lisäksi muun muassa potentiaaliset energiansäästötoimenpiteet kannattavuuslaskelmien ja toimenpiteiden vaikutukset hiilidioksidipäästöihin. Arvioinnin perusteella voidaan tehostaa energiankäyttöä ja saada siten taloudellista hyötyä sekä vähentää toiminnasta aiheutuvia ympäristöpäästöjä. (Motiva Oy 2009a; Motiva Oy 2009d; Rakennustietosäätiö RTS 2007, 6.) Tämä työ ei kuulu kuitenkaan katselmuksitoimintaan, vaan on ainoastaan yleisluontoinen tarkastelu kohteen energian nykykulutuksesta ja ominaiskulutustasosta.

### 3 TALOTEKNIKKAJÄRJESTELMÄT

Tässä luvussa käsitellään lyhyesti tärkeimpiä talotekniikkajärjestelmiä, niiden valintaperusteita ja soveltuvuutta eri kohteisiin, erityisesti toimistorakennuksiin. Rakennuksen energiatehokkuuden kannalta on tärkeää valita kohteeseen parhaiten soveltuvat järjestelmät.

#### 3.1 Lämmöntuottojärjestelmät

Lämmitysjärjestelmän valinta on merkittävä rakennuksen sisäilmastolle ja energiataloudelle. Järjestelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat rakennuksen koko, käyttötarkoitus, energiantarve ja sijainti sekä hankinta- ja käyttökustannukset. Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa ja asentamisessa tapahtuneet virheet voivat vaikuttaa energiankulutukseen ja sisäilmastoon epäsuotuisasti. Esimerkiksi lattia- ja kattolämmitys voivat aiheuttaa vetoa yhdistettynä suuriin ikkunoihin, ja virheellinen termostaatin sijainti tai erilaisten tilojen säätö samalla termostaatilla voivat aiheuttaa lämmityksen säädön ja ohjauksen ongelmia sekä epäviihtyisyyttä. Lämmöntuotantotapaa valittaessa olisi huomioitava hankinta- ja käyttökustannusten ohella energian saatavuus ja varajärjestelmät kustannuksineen. (Pietiläinen et al. 2007, 46; Rakennustietosäätiö RTS 2007, 5, 11; Seppänen 2001, 1.)

Lämmöntuotantotapoja ovat muun muassa kaukolämpö ja sähkö. Kaukolämpöverkkoon kuuluu Suomessa noin puolet rakennuskannasta, muun muassa liikerakennuksia ja asuin-kerrostaloja. Kaukolämmitys on tehokasta ja edullista, sopii myös teollisuusprosesseihin ja on ympäristökuormitukseltaan vähäistä. Kaukolämmityksessä lämmitettävän kohteen lämmönsiirtimissä virtaa kiertovesi, joka ottaa lämpöä talteen kaukolämpöverkoston vedestä ja siirtää lämpöä huoneilmaan, käyttöveteen tai ilmanvaihtoilmaan. (Rakennustietosäätiö RTS 2007, 8.) Sähkölämmitystä käytetään Suomessa yleisesti etenkin pientaloissa, mutta myös paljon palvelu- ja teollisuusrakennuksissa. Keskitetty sähkölämmitys sopii vesikiertisiin lämmityspattereihin, lattialämmitysputkistoihin ja sisäänpuhallusilmalle. Huonekohmainen sähkölämmitys puolestaan voidaan tehdä lattialämmityskaapeleilla, sähköpattereilla tai kattolämmityksellä. (Rakennustietosäätiö RTS 2007, 10; Seppänen 2001, 353.)

Muita lämmitystapoja ovat kattilassa poltettavat kevytöljyt, raskas polttoöljy, kiinteät polttoaineet tai maakaasu. Lisäksi lämmitykseen voidaan käyttää poistoilma-, maa- tai ulkoilmalämpöpumppua, joiden lisäksi voidaan tarvita lisälämmitysjärjestelmä jos ne otetaan käyttöön liike- tai julkisissa rakennuksissa. Aurinkokeräimen avulla tapahtuva aktiivinen aurinkolämmitys tarvitsee aina lisälämmitysjärjestelmän. (Rakennustietosäätiö RTS 2007, 9-11; Seppänen 2001, 335, 387.)

Lämmönjakelutapoja ovat lattialämmitys, patterilämmitys, ilmalämmitys ja säteilylämmitys. Toimisto- ja liikerakennuksissa vesikiertoinen patterilämmitys sekä yhdistelmäjärjestelmät ovat yleisimpiä. Patterilämmityksessä lämmin vesi kiertää huonekohtaisissa pattereissa luovuttaen lämpöä huonetiloihin. Vesikiertojärjestelmän vaihtoehtona ovat sähköpatterit. Ilmalämmityksessä lämmönjako tapahtuu ilman avulla joko huoneisiin puhaltamalla tai lattiakanavissa kierrättämällä. Kiertoilmajärjestelmä sopii esimerkiksi suurille liiketiloille, joissa lämmönjakautumisen tasaisuudella ei ole merkitystä. Lattialämmitys, missä lattiassa kiertää lämmitysputkia tai -kaapeleita, soveltuu esimerkiksi kosteiden tilojen kuivatukseen ja niiden viihtyvyyden lisäämiseen. Säteilylämmitysjärjestelmän huoneilmaa lämmittävät elementit sopivat lisälämmittimiksi. (Rakennustietosäätiö RTS 2007, 11–12.)

### **3.2 Ilmastointijärjestelmät**

Ilmastointijärjestelmän valinnassa tulee ottaa huomioon hankinta- ja käyttökustannusten lisäksi toimintavarmuus, huolto, kuormituksen vaihtelevuus, jäähtymisen ja lämmityksen samanaikaisuus, rakennuksen laajuus ja käyttötarkoitus, kosteuden hallinnan tarve, ilman jako huonetiloihin ja järjestelmän muunneltavuus. Erilaiset tilat, kuten toimisto ja ruokala, ilmastoidaan useimmiten eri tavoin. (Seppänen 1996, 248; Seppänen et al. 2004, 41.)

Sisäilmastolle on asetettu rakentamisen suunnittelun avuksi eri luokkia hyvän sisäilmaston toteuttamiseksi. Luokat ovat S1, S2 ja S3, joista S2 tarkoittaa hyvää perustasoa eli hyviä lämpöoloja, ilman laatua sekä ääni- ja valaistusolosuhteita. Luokassa S1 on muun muassa perustasoa paremmat mahdollisuudet yksilölliseen säätöön. Luokka S3 tarjoaa tyydyttävän sisäilmaston eli täyttää rakentamismääräyksissä esitetyt vähimmäisvaatimukset. Sisäilmastoluokkien lisäksi ilmanvaihdosta on esitetty, että käyttämättömässä tilassa tulisi aina olla

päällä perusilmanvaihto, joka tulisi vaihtaa normaalin käyttötilanteen ilmanvaihtoon vähintään kaksi tuntia ennen käyttäjien palaamista. Sisäilmaston suunnittelu ja sille asetettavat tavoitteet vaikuttavat merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuden saavuttamiseen. Siksi sisäilmastotavoitteet on pyrittävä toteuttamaan tarpeetonta energiankulutusta välttäen. Energiankäyttöön vaikuttavat esimerkiksi ilmastointikoneiden ominaissähkötehot, lämpötilojen asetusravot, ohjaus ja käyntiajat. (Pietiläinen et al. 2007, 39, 114; Säteri 2008, 1–2, 4.)

Ilmastointijärjestelmän muodostavat ilmastointikone, kanavisto, huonekohtaiset käsittelyyksiköt ja niiden säätöjärjestelmät. Ilmastointijärjestelmän valintaan vaikuttavat järjestelmän ilmanjakotapa, kuten onko kyseessä tuloilmajäähdytys vai huonelaitteet, ja ilmastointin jäähdytysteho, joka riippuu siitä, onko kyseessä esimerkiksi ilmajärjestelmä, vesijärjestelmä vai huonekohtainen järjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa, asennuksessa ja säädöissä tapahtuneista virheistä voi aiheutua haittaa energiankulutukselle ja sisäilmastolle. Esimerkiksi käyttäjän kuristaessa tuloilmamääriä vuotoilman osuus kasvaa ja väärin asennetut ulkoilmaventtiilit voivat aiheuttaa vetoa ja vaikeuttaa huolto- ja säätötoimenpiteitä. Etenkin samanaikainen lämmitys ja jäähdytys kuluttavat ylimääräistä energiaa. Toimisto- ja liikerakennuksille sopivia ilmanvaihtotapoja ovat vakioilmanvaihto, vakioilmavirtailmastointi eli tuloilmajäähdytys, ilmastointipalkit, puhallinkonvektori ja ilmavirtasäätöinen järjestelmä. Toimistorakennuksissa voi olla käytössä useita järjestelmätyyppejä. (Pietiläinen et al. 2007, 47; Seppänen 1996, 224; Seppänen et al. 2004, 42–44.)

Vakioilmanvaihtojärjestelmällä voidaan saavuttaa sisäilmastoluokka S3. Siinä ei ole koellista jäähdytystä ja huoneet lämmitetään pattereilla. Ilmavirtojen mitoitukseen vaikuttaa eniten huoneiden lämpökuorma. Järjestelmä on halpa ja sopii moneen käyttökohteeseen, kuten toimistoihin ja varastoihin. Huonekohtainen lämpötilansäätö on mahdollista ainoastaan pattereiden termostaattien avulla, eikä järjestelmä sovi kohteille joissa on suuria lämpökuormia tai lämpötilan on oltava tasainen vuoden ympäri. Vakioilmavirtailmastoinnilla voidaan saavuttaa sisäilmastoluokat S2 ja S3. Huoneet lämmitetään pattereilla ja jäähdytetään tuloilmalla. Ilmavirtojen mitoitukseen vaikuttaa eniten kesäajan jäähdytystarve. Ilmanvaihto voidaan käynnistää lämpötila-antureiden avulla, jolloin varmistuu lämpötilan pysyminen tasaisena. Järjestelmä on halpa ja sopii suuriin tiloihin, kuten aulatiloihin,

ruokaloihin sekä toimisto- ja liiketiloihin, mutta ei sovi käytettäväksi erilaisten huonetilojen yhdistelmille. (Seppänen et al. 2004, 44–45, 47–49.)

Ilmastointipalkki-ilmastointi mahdollistaa tarkan huonekohtaisen säätelyn. Sillä voidaan saavuttaa sisäilmastoluokat S1 ja S2. Ilmastointipalkit hoitavat jäähdytyksen, ilmanvaihdon ja tarvittaessa lämmityksen. Yleensä huoneilma lämmitetään radiaattoreilla eli säteilevillä lämpöpattereilla. Ilmastointipalkeissa kiertää kylmää vettä. Palkkien jäähdytysteho riippuu huoneen lämpökuormasta ja huoneen sekä palkin ilmavirran mitoitukseen vaikuttaa käyttäjien ulkoilmavirran tarve. Ilmastointipalkkien määrällä voidaan säädellä huoneen jäähdytystehoa. Palkit sopivat käytettäväksi tiloissa, joissa on suuret lämpökuormat ja vähäinen ilmavirran tarve, kuten toimistoissa, neuvottelu- ja liiketiloissa ja hotellihuoneissa, ja on toimistotiloissa eniten käytetty järjestelmä. Kosteisiin tiloihin palkit eivät sovellu. Lämpötilan säätö tapahtuu huonekohtaisen säätöyksikön avulla. Ilmastointipalkkijärjestelmä on yksinkertainen, ei vaadi paljon tilaa eikä huoltoa, eikä aiheuta melua tai vetoa. Passiivipalkit sopivat hyvin kohteiden perusparannukseen, koska ne siirtävät lämpöä vapaan konvektion ja säteilyn avulla ja ovat sen vuoksi riippumattomia ilmanvaihtojärjestelmästä. Aktiivipalkit toimivat pakotetulla konvektiolla. (Seppänen et al. 2004, 47, 49–50.)

Myös puhallinkonvektori-ilmastointi ja ilmavirtasääteinen järjestelmä sopivat huonekohtaista säätelyä tarvittaessa. Niillä voidaan saavuttaa sisäilmastoluokista S1 ja S2. Puhallinkonvektorilla onnistuu huonetilan jäähdyttäminen, lämmittäminen ja ilmanvaihto. Jäähdytysteho määräytyy kuten ilmastointipalkeissa ja ne soveltuvat samanlaisiin kohteisiin. Konvektoreita voidaan lisätä jäähdytystarpeen kasvaessa. Huonekohtainen säätö tapahtuu säätöyksikön avulla. Myös ilmavirran määrää voidaan säätää. Ilmavirtasääteisen järjestelmän eli muuttuvailmavirta-ilmastoinnin (MIV-järjestelmä) jäähdytys hoidetaan talvisin ulkoilman ja kesällä vedenjäähdytyskoneen avulla. Huoneen lämpötilaa säädetään vakiolämpöisen ilmavirran määrällä. Apuna voidaan käyttää myös jälkilämmityspattereita. Lämmitys tapahtuu yleensä radiaattoreilla. Muuttuvailmavirtailmastointi sopii neuvottelu- ja liiketiloihin sekä auditorioihin ja muihin tiloihin, joissa käyttökuormitus ja lämpökuorma vaihtelevat tilanteittain. Huonekohtainen säätö tapahtuu säätöyksiköllä tai esimerkiksi huoneilman laadun mukaan anturin avulla tai ajastuksella. (Seppänen et al. 2004, 47, 54–55, 59–60.)

Luonnollisella ilmanvaihdolla voidaan välttää ilmastointijärjestelmän rakentamista. Erilaisia luonnollisen ilmanvaihdon tapoja ovat tuuletusilmanvaihto, julkisivuilmanvaihto, läpivirtausilmanvaihto ja hybridi-ilmanvaihto. Yleisin näistä on tuuletusilmanvaihto, jossa ilmanvaihto tapahtuu tuulen paineesta tai lämpötilaerosta johtuvan sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron avulla. Menetelmä toimii pienehköissä toimistorakennuksissa. Monikerroksisissa toimistotaloissa voidaan käyttää julkisivuilmanvaihtoa, joka toimii lähinnä vain rakennuksen ulkovyöhykkeelle. Läpivirtausilmanvaihdon lisäksi voidaan asentaa koneellinen poistoilmanvaihto ja apupuhaltimia. Puhaltimilla avustettua luonnollista ilmanvaihtoa sanotaan hybridi-ilmanvaihdoksi. (Seppänen et al. 2004, 66–70.)

Ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutusta voidaan minimoida huolehtimalla järjestelmän osista. Ulkosäleiköstä, suodattimesta, pattereista tai kanavistosta ei saa aiheutua turhia painehäviöitä. Ulkosäleikön painehäviötä suurentavat ruosteauriot, tukkeutuminen ja jäätyminen. Suodattimen painehäviötä lisäävät harvat vaihtovälit ja väärinasennus. Lämmitys- ja jäähdytyspatterit tulisi pitää puhtaana painehäviöiden välttämiseksi. Puhaltimen ja lämmöntalteenoton hyötysuhteet saadaan pidettyä hyvänä, kun ehkäistään laitteiden likaisuutta, säätövikoja ja ilman ohivuotoja. Puhaltimen energiankulutusta voi pienentää myös lyhentämällä käyntiaikoja ja kanaviston vastusta. Lisäksi pellit tulisi tiivistää hyvin ja säätö- ja valvontalaitteiden asetusarvot olisi pidettävä tarkoituksenmukaisina. (Holopainen et al. 2007, 52–54.)

### **3.2.1 Jäähdytysjärjestelmät**

Jäähdytys ei paranna rakennuksen energiataloutta, vaan auttaa ainoastaan parantamaan sisäilmastoa ja lisäämään sen kautta viihtyisyyttä ja työtehoa. Jäähdytysjärjestelmään kuuluvat osat vaihtelevat valitun jäähdytystavan mukaan, mutta koneellisessa jäähdytyksessä laitteistoon voi kuulua esimerkiksi patterit, kompressori ja lauhdutin. Suoraa höyrystystä käytetään usein sähkötiloissa ja ulkotiloissa tai erillisissä tiloissa, kuten keittiöissä. Siinä kylmäaine höyrystyy suoraan ilmastointipatterissa. Veden jäähdytin sopii suuriin laitoksiin, koska siinä pattereiden jäähdytystehon säätö on helppoa, jäähdytysveden lämpötilaa voidaan säätää kuormituksen vaihtelun mukaisesti ja vettä voidaan käyttää ilmastoinnin ilman jäähdyttämiseen tai huonekierrätykseen. Vesijäähdytystä tarvitaan, kun kylmätehon on

oltava suuri, käytössä on huonekohtainen jäähdytys tai jos verkostoa tarvitsee myöhemmin laajentaa. Ilmalauhduttimesta aiheutuu melua ja hankintakustannukset ovat suuremmat kuin pienikokoisessa vesilauhduttimessa. Märkälauhduttimessa yhdistetään ilma- ja vesilauhdutin. Sen koko on pienempi kuin ilmalauhduttimessa, ja vedenkulutus pienempää kuin vesilauhduttimessa. Koneellisessa jäähdytyksessä ilmapvirran lisääminen kasvattaa puhaltimen energiankulutusta enemmän kuin jäähdytyskoneen tehon lisääminen, joten harkittaessa lisjäähdytystä se kannattaa tehdä ennemminkin tuloilman lämpötilaa laskemalla. (Holopainen et al. 2007, 67; Seppänen 1996, 310–311, 317–318.)

Kaukojäähdytys tai kaukokylmä eli keskitetty jäähdytysenergian tuotanto ja jakelu sopii rakennusten ilmanvaihdon ja prosessien jäähdyttämiseen. Se toimii päinvastoin kuin kaukolämpö, eli kiinteistössä oleva ylimääräinen lämpö siirretään kaukojäähdytysveteen. Suomessa Helsingin Energia aloitti ensimmäisenä kaukojäähdytyksen tuotannon ja jakelun vuonna 1998. Etu verrattuna kompressorijäähdytysjärjestelmiin on se, ettei omiin jäähdytyskoneisiin, lauhduttimiin tai niiden huoltoon ja kunnossapitoon tarvitse investoida. Myös meluhaitat poistuvat ja laitteille tarvittava tila vapautuu muuhun käyttöön. Kaukokylmäjärjestelmä kuluttaa myös huomattavasti vähemmän sähköä. Lisäksi jäähdytyksen tuotannon keskittäminen parantaa energian käytön tehokkuutta ja prosessien hyötysuhteita sekä vähentää sähkön kulutuksesta ja kylmäaineiden käytöstä johtuvia ympäristöhaittoja. (Rakennustietosäätiö RTS 2007, 111–112, 114.)

### **3.3 Vesi- ja viemärijärjestelmät**

Kaavoitusalueella sijaitseva kiinteistö voidaan liittää yleiseen vesiverkostoon. Kiinteistö liitetään verkostoon yleensä yhdellä liittymällä ja vedenmittauspisteellä. Kiinteistön sisällä vesi voidaan jakaa vielä eri kohteisiin jotka mitataan erikseen. Jos kiinteistöllä on useampia vesilähteitä, ne eivät saa olla samassa verkostossa. Lämpimän käyttöveden lämmityslaitteiden ja putkistojen on oltava korroosionkestäviä veden happipitoisuuden vuoksi, eikä niistä saa irrota veteen aineita. Lämminvesijohdot on eristettävä hyvin esimerkiksi vuorivillalla, muovilla tai vaahtokumilla hukkalämmön välttämiseksi. Lämpimän veden on oltava lämpötilaltaan +55–65 °C bakteerien määrän minimoimiseksi ja käyttöturvallisuuden optimoimiseksi. Jotta veden lämpötila pysyisi tasaisena eikä vesi ehtisi jäähtyä putkistossa,

on hyvä käyttää veden kierrätystä kiertojohdossa. Tämä nopeuttaa lämpimän veden saamista ja siten vähentää veden kulutusta, estää ilman kerääntymistä putkistoon ja parantaa liitoksien kestoja. Myös kylmävesiputket on eristettävä erityisesti lämpimissä tiloissa niistä syntyvän kosteuden vuoksi. (Lindström 1996, 59–60, 64; Seppänen ja Seppänen 1996, 211–213.)

Energiatohokkuuden varmistamiseksi tulisi jo suunnitteluvaiheessa varmistaa vesilaitteistojen riittävä vedenantokapasiteetti, kestävyys ja käyttövarmuus. Samat asiat tulisi varmistaa myös viemärlaitteistoista, kuten pumpuista ja putkistoista. Viemäriputkien täytyy kestä sisäpuolista painetta ja ulkopuolelta tulevaa kuormitusta, sekä olla vedenpitäviä ja syöpyttäviä. Jokaisen rakennuksen viemäreissä on oltava katolle vietävä tuuletusviemäri, jonka avulla tuuletetaan yleistä ja kiinteistökohtaista viemäriä, estetään korroosiota ja paineenvaihteluita. (Lindström 1996, 117; Pietiläinen et al. 2007, 82; Seppänen ja Seppänen 1996, 224.)

### **3.4 Sähköjärjestelmät**

Sähköjärjestelmät sisältävät kaiken sähköntuotantolaitokselta sähkönjakeluun ja sähköä käyttäviin laitteisiin asti. Rakennuksen sisällä sähköjärjestelmät alkavat sähköteknisestä tilasta, johon sijoitetaan sähkön syöttöjohto, sähkökeskus sekä puhelin- ja antennijärjestelmien jakamo ja keskus. Siellä voivat olla myös esimerkiksi sähköjärjestelmien ohjaus- ja syöttölaitteet. Pääkeskuksen lisäksi voidaan asentaa alakeskuksia suojalaitteineen esimerkiksi ulkoasennuksille ja muille erillisille tiloille. Sähkölaitteita voidaan kiinnittää sähköverkkoon suojamaadoitetuilla pistorasioilla, kiinteästi tai kosketinkiskoilla. Atk-laitteille ja ulkotiloihin suositellaan suko- eli suojakosketinpistorasioita, jotka ehkäisevät häiriöjännitepiikkejä. Sähköjärjestelmään kuuluvat myös esimerkiksi vikavirtasuojakytkimet, jotka kytkyvät liian suuren jännitteen pois päältä ennen kuin siitä ehtii koitua vaaraa, ylijännitesuojat, jotka ohjaavat äkilliset ylijännitteet esimerkiksi ukkosella maahan ja suojaavat verkkoon liitettyjä laitteita sekä varavoimajärjestelmä, joka voi olla tarpeen, jos sähkökatkos voi aiheuttaa vaaratilanteita. (Hieta-Wilkman (toim.) 2004, 82–89.)



Sähköjärjestelmien energiatehokkuuden varmistamisessa on olennaista lähinnä se, että varmistetaan eri kulutusryhmien mitattavuus. Tämä onnistuu esimerkiksi syöttämällä sähköä pääkeskuksesta eri alueiden tai laiteryhmiin jakokeskuksiin, joiden kulutus voidaan mitata erikseen. (Hieta-Wilkman (toim.) 2004, 76–82; Pietiläinen et al. 2007, 83.)

### 3.5 Automaatiojärjestelmät

Rakennusautomaatiojärjestelmän tarkoitus on varmistaa, että rakennus teknisine järjestelmineen toimii, sisäolosuhteet ovat oikeanlaiset, rakennuksen energiankulutus pysyy hallinnassa ja rakennukselle asetetut energiankulutustavoitteet saavutetaan. Lisäksi rakennusautomaatiojärjestelmä säästää henkilöstökustannuksia ja henkilöstön aikaa. Järjestelmien avulla voidaan hoitaa esimerkiksi yleisvalvontaa, päivystystä, käyttötehtäviä, toiminta-arvojen ja olosuhteiden valvontaa, LVI-laitteiden säätöä, energian ja veden kulutuksen seurantaa, energian käytön optimointia ja huolto- ja kunnossapitotöiden ohjelmointia. Myös kulunvalvonta voidaan liittää automaatiojärjestelmään. Kaikkea ei kuitenkaan ole suositeltavaa automatisoida, jottei häiriötilanteessa tulisi ongelmia kaikilla osa-alueilla. Lisäksi järjestelmiä tulisi testata säännöllisesti, jotta taattaisiin niiden toimiminen. Rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu valvomotasosta, alakeskustasosta ja kenttälaitetasosta. (ABB 2000b, 21; Pietiläinen et al. 2007, 86; Seppänen ja Seppänen 1996, 243.)

Valvomossa olevalle tietokoneelle lähetetään alakeskuksista eri mittaus-, hälytys- ja ohjauslaitteista kerätty tieto. Käyttäjä saa tiedon graafisesti esimerkiksi kaavioina. Hälytystiedot voidaan valvomon lisäksi välittää esimerkiksi huoltoyhtiön matkapuhelimeen. Valvomosta voi tietokoneen avulla säätää järjestelmän arvoja, kuten järjestelmien ajastuksia. Säätö- ja valvontatoiminnot toteutetaan alakeskustasolla ja alakeskukset toimivat itsenäisesti, jolloin valvomon häiriöistä ei aiheudu haittaa. Kenttälaitteisiin kuuluvat mittausanturit, toimilaitteet ja hälytyslähettimet. Lisäksi vyöhyke- tai huonesäätimien ja läsnäoloantureiden avulla esimerkiksi ilmastointi voidaan ohjata toimimaan vain tiloissa, joissa oleskellaan. Alakeskukset kannattaa sijoittaa ohjattavien prosessien lähelle, kuten lämmönjako- ja ilmastointikonehuoneisiin. (ABB 2000b, 21; Seppänen ja Seppänen 1996, 244–245.)

## 4 TARKASTELTAVA KOHDE

Tarkasteltava kohde on ABB Oy:n ylläpitämä vuokratalo, jonka vuokrasopimus on voimassa vuoteen 2018 asti (Salmenvaara ja Suomalainen, sähköpostiviesti 23.12.2009). Tässä luvussa esitellään kohteen perustietoja ja käytössä olevia järjestelmiä sekä kohteessa käytettävää ABB:n ThermoNet-talotekniikkajärjestelmää.

### 4.1 Kohteen tiedot

Kiinteistöä on mainostettu rakennusvuonna energiaa säästäväksi rakennukseksi. Kohteen tiedot on kerätty EnerKey-seurantajärjestelmästä, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy:n vuoden 2003 Tellus-raportista, Tellukselle tehdystä kuntoarviosta vuodelta 2003 sekä suullisten ja sähköpostitse käytyjen haastatteluiden perusteella. Kohteen perustiedot on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Kohteen perustietoja. (Hämäläinen 2003, 3; Salmenvaara, sähköpostiviesti 13.11.2009; Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009; YIT Kiinteistötekniikka Oy 2003, 4.)

Kohde	ABB Oy, Pitäjänmäki, Tellus-talo
Osoite	Valimopolku 4, 00380 Helsinki
Rakennuksen omistaja	Varma-Sampo Oyj
Tilavuus	57 900 Rm <sup>3</sup> , 36 096 Lm <sup>3</sup>
Pinta-ala	Bruttoala 35 965 brm <sup>2</sup> , huoneistoala 11 280 m <sup>2</sup> , autohallit 24177 m <sup>2</sup>
Kerrosluku	10 (6 kerrosta pysäköintitiloja, 3 ½ kerrosta toimisto- ja yleistiloja sis. henkilökuntatilat, keittiö ja ruokala)
Rakennusvuosi	1999
Henkilökunnan määrä	n. 400 (maksimimäärä 461)
Ruokalassa valmistettavien aterioiden määrä	350
Käyttöasteet (kesäkuussa)	98 % (2009), 80 % (2008), 82 % (2007)

Luvussa 6 vertaillaan kohteen rakennustilavuudelle laskettuja ominaiskulutusarvoja tilastollisiin arvoihin. Rakennustilavuuteen kuuluvat bruttopinta-alaan sisältyvien huoneistotilojen, autohallien ja muiden tilojen yhteistilavuus sekä muiden lämmitettävien tilojen tilavuus. Lämmitettävä tilavuus on laskettu kertomalla huoneistoala huonekorkeudella, joka on 3,2 metriä, vaikka se on todellisuudessa suurempi esimerkiksi kohteen ruokalan korkeiden tilojen vuoksi. Kohteen pysäköintitiloja ei lämmitetä eikä niissä käytetä vettä, joten lämmön ja veden kulutus syntyy käytännössä vain huoneistoalalta tai -tilavuudelta. Sen sijaan sähkön kulutus syntyy koko rakennuksen bruttoalalta tai -tilavuudelta. Kohde saa sähkön ja kaukolämmön Helsingin Energialta ja veden Helsingin Vedeltä. Kohteen jätevedet menevät kaupungin viemäriverkostoon. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 13.11.2009; Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009.)

## 4.2 Kohteen talotekniset järjestelmät

Talotekniikkatiedot on saatu Insinööritoimisto Olof Granlund Oy:n vuoden 2003 Tellusraportista, Tellukselle tehdystä kuntoarviosta vuodelta 2003 ja suullisten sekä sähköpostitse käytyjen haastatteluiden avulla. Jäähdytysjärjestelmä on ainoa muuttunut järjestelmä edellisen vuonna 2003 tehdyn tarkastelun jälkeen. Kaikki laitteet ovat hyväkuntoisia ja suhteellisen uusia sekä säännöllisesti huollettuja. (Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009.) Vuoden 2003 kuntotarkastuksen perusteella on muun muassa aiottu tiivistää rakennuksen liikuntasauvoja ja laitettu sälekaihtimet toimiston ikkunoihin, jolloin häikäisyn lisäksi myös sisätilojen yllilämpeneminen auringonsäteilyn vaikutuksesta estyy. (YIT Kiinteistötekniikka Oy 2003, 4-5)

Rakennuksen käyttö ajoittuu pääasiallisesti arkipäiviin ja toimistotyöaikoihin. Viikonloppuisin ja iltaisin talo on vain ylityökäytössä. Ruokala on avoinna arkipäivinä klo 7-14. Vedenkulutuksesta on vain yksi mittaus, koska vedenkulutus on kokonaisuudessaan melko vähäistä. Kohteen sähkönkulutus mitataan alamittauksilla muuntajakohtaisesti eli alueittain. Yöllä ja viikonloppuna lämmitetään ulkoseinillä olevilla vesikiertoisilla pattereilla. Arkipäivisin jäähdytetään, koska rakennuksen lämpökuorma on käytöstä johtuen suuri. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 13.11.2009; Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009.)

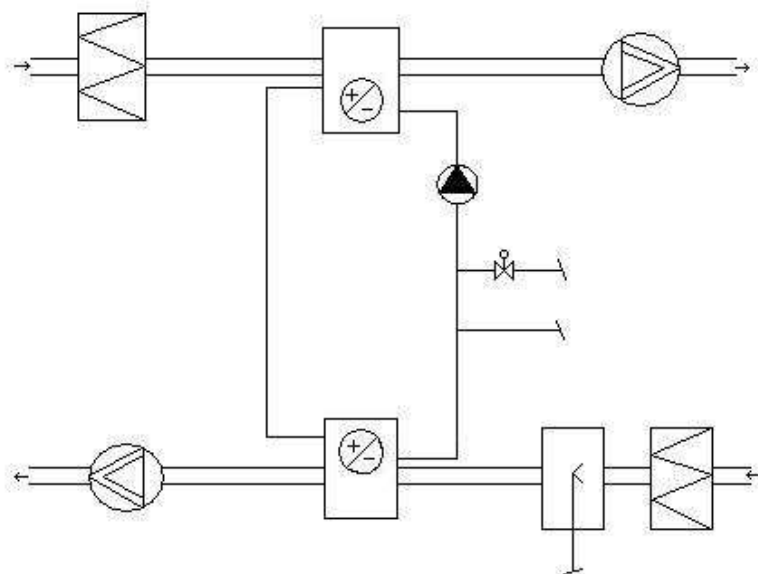
Rakennusvuodesta vuoteen 2009 on ollut käytössä Helsingin Energian pilottiprojektina kaukokylmä, josta ollaan siirtymässä sähkölaitteilla toimivaan jäähdytykseen. Kohteessa on käytössä matalaenergiakone eli ABB:n kehittämä ThermoNet-järjestelmä, jota on esitelty tarkemmin luvussa 4.2.1. Kokous- ja luokkatiloille on omat ThermoNettinsä. Telluksessa on vesikiertoisia aktiivipalkkeja, joista siirretään ilmapuhalluksella viileää ilmaa huoneisiin, sekä vesikiertoisia passiivipalkkeja ilman ilmapuhaltimia. Huoneen lämpötilan noustessa 24 °C:een automaatio lisää ilmapuhallusta huoneeseen tai palkit aktivoituvat. Ilmastointikoneen ohjaus toimii ulkolämpötilan mukaan ja taajuusmuuttajat tekevät säädöt säätökäyrien perusteella. Ilmastointi on päällä ajastimella klo 6.30–18.00, minkä lisäksi yötuuletus toimii klo 1.00–2.55. Viikonloppuna ilmastointi ei ole päällä. Pysäköintitiloissa ilmastointi käynnistyy epäpuhtaustason noustessa asetettua arvoa suuremmaksi. Vyöhykesäädöllä ilmamääräsäätimillä voidaan ohjata pieniä alueita tarpeen mukaan. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 13.11.2009; Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009.)

Telluksella on käytössä vapaajäähdytysjärjestelmä. Vapaajäähdytyksen käytön raja on 10 °C ulkolämpötila (Salmenvaara ja Suomalainen, sähköpostiviesti 23.12.2009), joten talvella lokakuusta huhtikuun loppuun jäähdytys toimii vapaajäähdytyksellä ulkoilmasta ja kesällä käytetään kylmäkoneita. Ulkona talteenotossa kiertää veden sijasta glykoli jäätyksen estämiseksi. Rakennuksen länsipäädystä on kostutusjäähdytysmahdollisuus. Kostutusjäähdytyksellä tuloilman lämpötilaa saadaan alennettua olosuhteiden ja ilmanlaadun mukaisesti. Eniten hyötyä kostutusjäähdytyksestä on kuivan ja lämpimän ilman jäähdytyksessä. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 13.11.2009; Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009.)

Valaistuksessa Telluksella on käytössä läsnäoloon perustuva järjestelmä. Parkkihalleissa on valaistusautomaatio, mutta WC-tiloissa ja keittiössä ei ole läsnäolojärjestelmää. Parkkihallien valaistus on yöllä kolmasosateholla ja toimistotiloissa on käytössä ajastimet sekä lux-anturit, joilla valaistus toimii tilan valoisuusasteen mukaan. (Salmenvaara ja Suomalainen, sähköpostiviesti 23.12.2009; Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009.)

#### 4.2.1 ThermoNet – ABB:n talotekniikkajärjestelmä

ThermoNet on ABB Oy:n kehittänyt erilaisiin rakennuksiin ja kiinteistöihin sopiva talotekniikkajärjestelmä, joka yhdistää kiinteistön lämmityksen, ilmanvaihdon ja jäähdytyksen (kuva 1). Pääpiirteittäin tuloilman lämmitys ja jäähdytys sekä lämmöntalteenotto tapahtuvat kahden patterin ja yhden putkiston avulla. Järjestelmän tärkein osa on ilmastointikone eli talotekniikkakeskus, jossa lämmityksen, jäähdytyksen, poistoilman ja muiden jätelämpöjen talteenotto on yhdistetty. Kokonaisuudessaan järjestelmään kuuluu terminen energiakeskus, energian muuntamisyksikkö, ilmankäsittelyosa, säätöosa, ilman jakeluverkosto ja huonejärjestelmät. Jos samassa rakennuksessa on useita ThermoNet-tekniikkakeskuksia, ne kytketään rinnan lämmönsiirtoverkostoon. ThermoNet-järjestelmällä on tarkoitus minimoida ostoenergian käyttö ja siten myös energiakustannukset. Järjestelmän hyötysuhde poistoilman lämmöntalteenotolle on noin 70 %, minkä ansiosta järjestelmä kuluttaa vähemmän tuloilmanlämmitysenergiaa kuin perinteiset lämmöntalteenotolla varustetut ilmastointijärjestelmät, joiden hyötysuhteet ovat yleensä 40–50 %. (ABB 2000a, 2; Ahonen et al. 1995, 9; Kärki ja Pietarinen 1998, 7, 9, 13.)



**Kuva 1.** ThermoNetin periaatekaavio (ABB 2000a, 2). Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien paluuputket on voitu yhdistää, koska niiden paluuvien lämpötila on samalla tasolla (ABB 2000a, 2).

ThermoNetissä voidaan säätää ilmavirtaa ja sen lämpötilaa, mutta tuloilman kosteuteen ei voida vaikuttaa kuin poistoilman epäsuoran kostutuksen ja kiertoilman kautta. Kosteuden poistaminen huonetilasta sen sijaan onnistuu poisto- ja tuloilmavirtojen suhteita säätämällä. Hiilidioksidipitoisuuden hallinta tapahtuu riittävällä ilmamäärällä. Järjestelmässä on olemassa säädöt eri toimintatiloille, joita ovat päiväkäyttö, yökäyttö, seisokkitila, käynnistystila ja pysäytystila. (Kärki ja Pietarinen 1998, 10, 12–13, liite 1/1.)

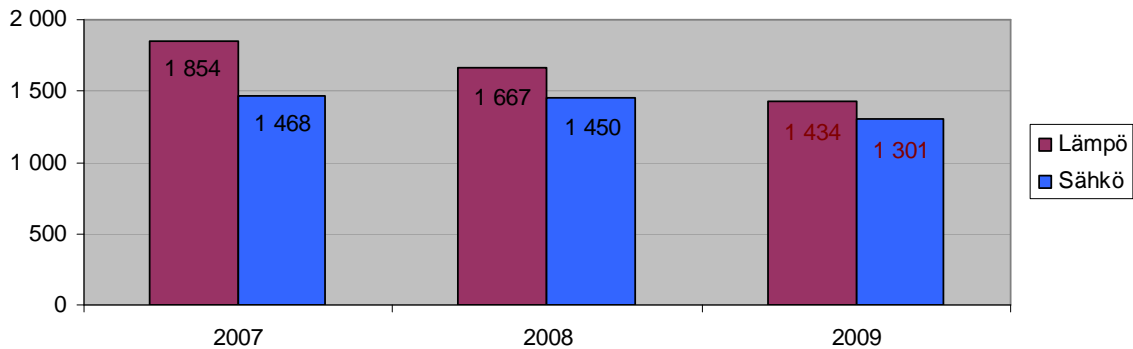
ThermoNet sopii käytettäväksi erityisesti, jos kiinteistössä on mahdollista käyttää kaukolämmön paluuvettä tai prosessien hukkalämpöä energiaksi. Järjestelmä voidaan asentaa uuteen tai vanhaan systeemiin. Koska ThermoNet voi toimia pienellä lämpötilaerolla ja esimerkiksi normaalia kylmemmällä kaukolämpövedellä, se voidaan kytkeä rakennuksen lämmönsiirtoputkistoon tai lämmönjakokeskuksen kaukolämmön paluuputkistoon lämmityspiirin kanssa sarjaan. Sarjaan kytkennässä voi aiheutua ongelmia lämmitystarpeiden eriaikaisuudesta, jolloin kaukolämmön tai vastaavan energian saanti tarvittaessa on varmistettava. VTT:n vertailussa toimistorakennuksessa käytettävien ThermoNetin ja eri hyötysuhteilla toimivien vakioilmavirtajärjestelmien ja muuttuvailmavirtajärjestelmien kesken säästettiin ThermoNetillä noin 10–50 % sekä kaukolämpöveden virtausmäärissä että käyttökustannuksissa. Säästöt jäähdytyksen sähkönkulutuksessa olivat 40 %. Varsinkin laajemmin käytettynä ThermoNet vaikuttaisi taloudelliselta myös energialaitoksen tuotannolle lämpöhäviöiden ja pumppauskustannusten vähentyessä. (Ahonen et al. 1995, 10, 62, 64.)

### **4.3 Tiivistelmä kohteen energiankulutuksesta ja sen muutoksista**

Telluksen normitettu eli ulkolämpötilaan suhteutettu kokonaislämmönkulutus ja kokonais-sähkönkulutus vuosina 2007–2009 on esitetty kuvassa 2 ja vastaavat ominaislämmön- ja ominaissähkönkulutukset kuvassa 3. Vuoden 2009 lukemat ovat vuoden lokakuun loppuun mennessä kertyneitä kulutuksia. Kaavioista huomataan sekä lämmön- että sähkönkulutuksen laskeneen vuodesta 2007 lähtien. Vuosien 2007 ja 2008 välillä kokonais- ja ominaiskulutusten pieneneminen johtunee lähinnä rakennuksen hieman pienentyneestä käyttöasteesta. Vuodesta 2009 ei voi tehdä vielä kattavia johtopäätöksiä, ja koska rakennuksen käyttöaste on vuonna 2009 ollut suurempi kuin edellisinä vuosina, on odotettavissa, että vuoden 2009 kulutukset nousisivat vuoden loppuun mennessä vielä suuremmiksi kuin edellisinä

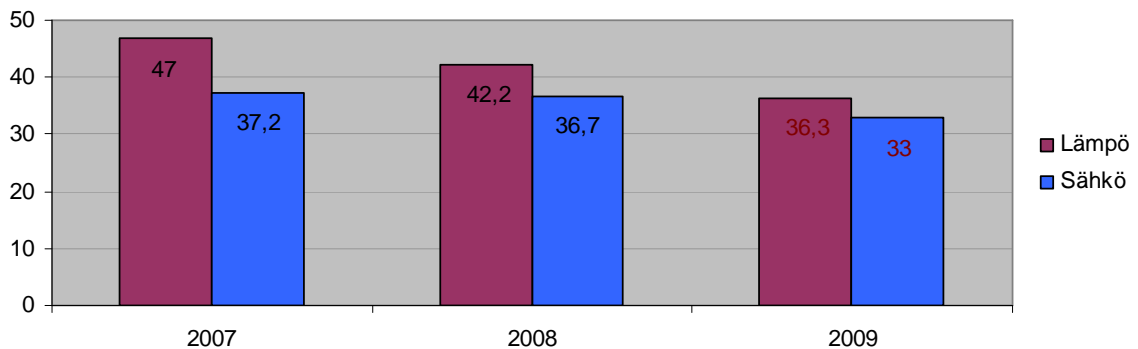
vuosina. Sähkönkulutuksen voisi vuonna 2009 olettaa nousevan suuremmaksi myös siksi, että rakennuksessa on kyseisenä vuonna siirrytty kaukokylmäjäähdytyksestä sähköä kuluttavaan järjestelmään (Salmenvaara, sähköpostiviesti 13.11.2009).

### Lämmön ja sähkön kulutus 2007-2009 [MWh]



**Kuva 2.** Kohteen kokonaislämmön- ja kokonaissähkönkulutukset vuosina 2007-2009. Vuoden 2009 tiedoista puuttuu loppuvuoden lukemia. (EnerKey.)

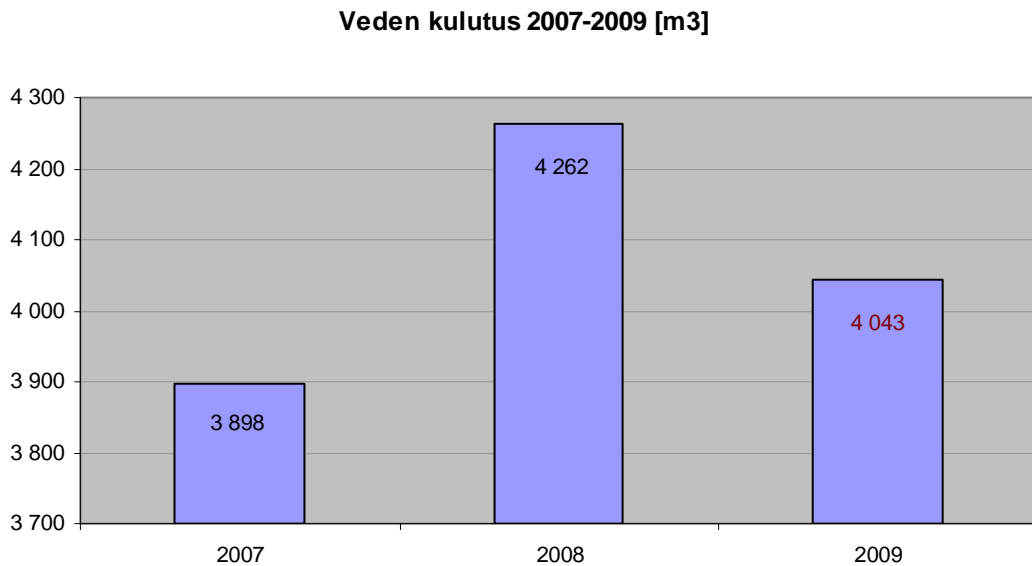
### Lämmön ja sähkön ominaiskulutus 2007-2009 [kWh/m<sup>2</sup>]



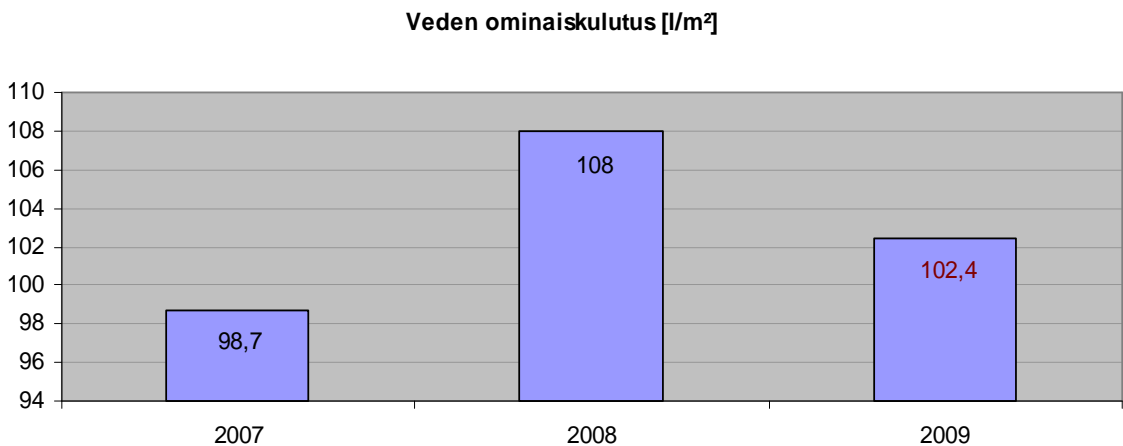
**Kuva 3.** Kohteen ominaislämmön- ja ominaissähkönkulutukset vuosina 2007-2009. Vuoden 2009 tiedoista puuttuu loppuvuoden lukemia. (EnerKey.)

Telluksen kokonaisvedenkulutukset vuosina 2007-2009 on esitetty kuvassa 4 ja vastaavat ominaiskulutukset kuvassa 5. Vuoden 2009 lukemat ovat vuoden lokakuun loppuun mennessä kertyneitä kulutuksia. Saatujen tietojen perusteella vaikuttaisi, että veden kulutus vaihtelee satunnaisesti vuosittain ja on toisaalta selvästi lisääntynyt vuodesta 2007 lähtien. Syynä vuoden 2009 käyttövedenkulutuksen lisääntymiseen on rakennuksen suurempi käyt-

töaste ja käyttöhuolimattomuus. Sen sijaan vuoden 2008 suurelle käyttövedenkulutukselle ei ole tiedossa selkeää syytä, mutta todennäköisesti myös se johtuu käyttäjien huolimattomuudesta aiheutuvista vuodoista, eli turhasta veden valuttamisesta (Salmenvaara, sähköpostiviesti 23.11.2009).



**Kuva 4.** Kohteen kokonaisvedenkulutukset vuosina 2007-2009. Vuoden 2009 tiedoista puuttuu loppuvuoden lukemia. (EnerKey.)



**Kuva 5.** Kohteen ominaisvedenkulutukset vuosina 2007-2009. Vuoden 2009 tiedoista puuttuu loppuvuoden lukemia. (EnerKey.)



## 5 KOHTEEN ENERGIAN JA VEDEN KULUTUS

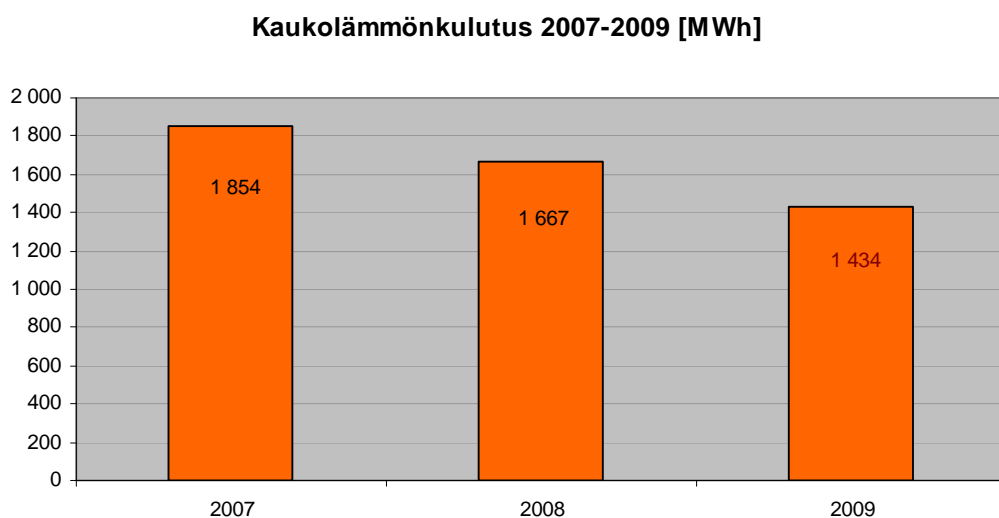
Tässä luvussa esitellään tarkastelukohteen kaukolämmön, sähkön ja käyttöveden kulutusta ja kulutuksen muutoksia tarkasteluajanjaksolla 2007-2009. Lukuun on sisällytetty myös kulutuksien jakautumien yleistarkastelua kulutuskohteittain sekä ajallisesti.

### 5.1 Lämpö

Kohteen lämpöenergia tulee kaukolämmöstä, jonka kulutusta ja kulutuksen muutoksia sekä jakautumista tässä tarkastellaan viimeisen kolmen vuoden ajalta. Tarkempia kaukolämmönkulutustietoja tarkasteluajanjaksolta on esitetty liitteessä 1. Liitteessä 4 on esitetty mielenkiinnon vuoksi myös pidemmän ajanjakson kulutuskaavio.

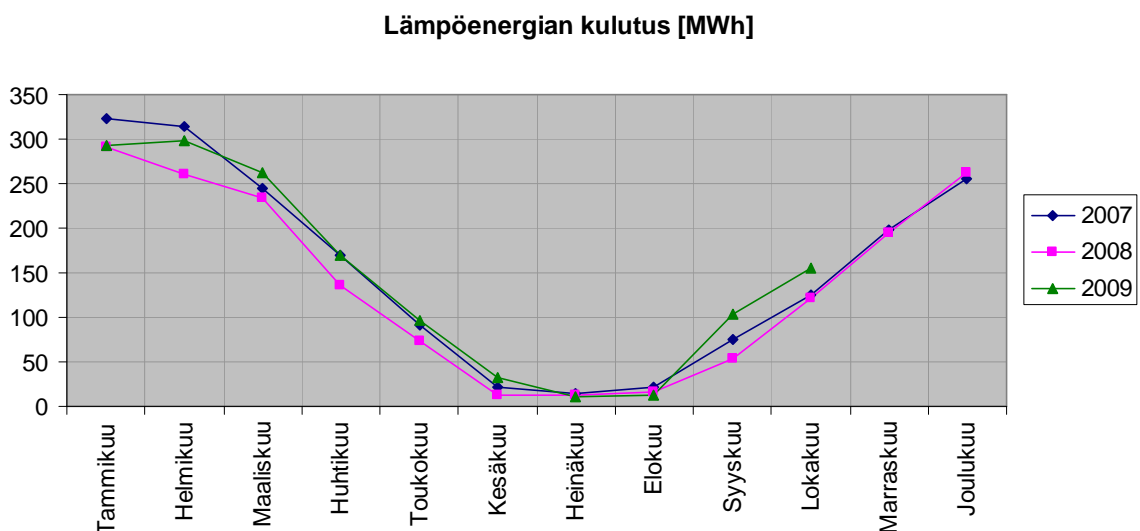
#### 5.1.1 Lämpöenergian kulutus ja sen muutokset vuosina 2007–2009

Lämmönkulutuksen tarkastelussa on käytetty normitettuja eli sääkorjattuja arvoja mitattujen arvojen sijaan yleisvertailun helpottamiseksi. Kuvassa 6 on esitetty kohteen kaukolämmön kokonaiskulutus vuosina 2007-2009. Vuoden 2009 lukemat sisältävät kulutuksen vain tammikuusta lokakuun loppuun. Kulutus on hieman vähentynyt tarkastelujaksolla.



**Kuva 6.** Telluksen kokonaiskaukolämmönkulutus [MWh] vuosina 2007-2009. Vuoden 2009 lukema on ainoastaan lokakuun loppuun asti kulutettu kaukolämpöenergia. (EnerKey.)

Kuvassa 7 on esitetty vuosien 2007-2009 kaukolämmönkulutukset samassa viivakaaviossa. Kulutukset noudattavat selvästi samaa vuodenaikajakaumaa, eli kulutus on suurimmillaan alkuvuodesta ja pienimmillään kesäkuukausina. Tietojen perusteella huomataan, että vuonna 2008 lämmönkulutus on ollut pienintä, kun taas vuonna 2009 kulutus on noussut hieman yli edellisten vuosien kulutuksesta. Tämän vuoksi voitaisiin olettaa, että vuoden 2009 kokonaiskulutus tulee olemaan suurempi kuin edellisinä vuosina (kuva 6). Syynä vuoden 2009 lämmönkulutuksen nousuun on rakennuksen korkea käyttöaste ja järjestelmäsäädöt, koska lämpötila-asetuksia on rakennuksen ylimmissä kerroksissa nostettu henkilöstön viihtyisyystekijöistä johtuen joksikin ajaksi 23 °C:een. Vuosien 2007 ja 2008 välillä kulutuksen vähenemisen syy on todennäköisesti rakennuksen hieman pienentynyt käyttöaste. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 13.11.2009.)

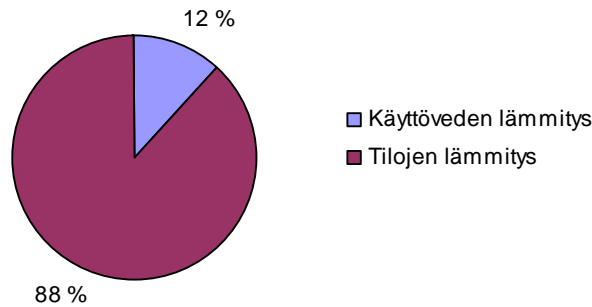


Kuva 7. Kaukolämmön kulutukset [MWh] 2007-2009. (EnerKey.)

### 5.1.2 Lämpöenergian kulutuksen jakautuminen

Ilmanvaihto, toimisto- ja yleistilojen lämmitys sekä käyttöveden lämmitys muodostavat lämpöenergian kulutuksen (kuva 8). Kaukolämmönkulutuksessa on merkittävä ero talvi- ja kesäkuukausien välillä. Kesäkuukausina kulutus on vähäistä. Pääsääntöisesti kulutus on ollut pienimmillään heinäkuussa, kun taas suurinta kulutus on ollut tammi- ja helmikuussa (liite 1). Ilmasto-olojen ohella kesäkuukausina kesälomat ja niistä aiheutuva rakennusta käyttävien henkilöiden määrän vähenemä saattavat alentaa lämmöntarvetta lisää.

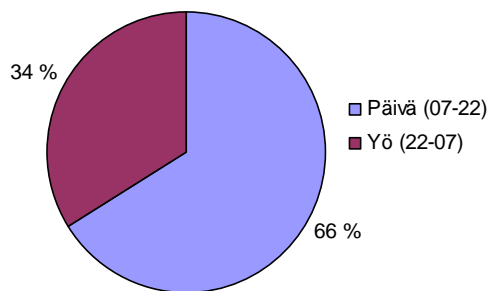
### Lämmönkulutus käyttökohteittain



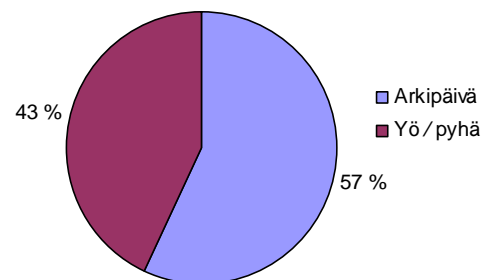
**Kuva 8.** Kohteen lämmönkulutuksen jakauma käyttökohteittain. Käyttövedenlämmitys kuluttaa kaukolämmöstä noin 12 % ja loput kuluvat muuhun lämmöntarpeeseen (Salmenvaara, sähköpostiviesti 19.11.2009).

Kuvissa 9 ja 10 on esitetty kaukolämmönkulutuksen jakautuminen vuorokausittain ja viikoittain. Kaukolämmön yökulutus johtuu yölämmityksestä. Lämmön päiväkulutusta aiheuttavat keittiön ja ruokalan tarvitsema lämpö ja lämmin käyttövesi. Viikonloppukulutus aiheutunee yölämmityksestä ja satunnaisesta käyttövedentarpeesta.

#### Lämmönkulutuksen vuorokausijakauma



#### Lämmönkulutuksen viikkojakauma



**Kuva 9 (vasemmalla).** Kaukolämmönkulutus vuorokausijakaumana. (EnerKey.)

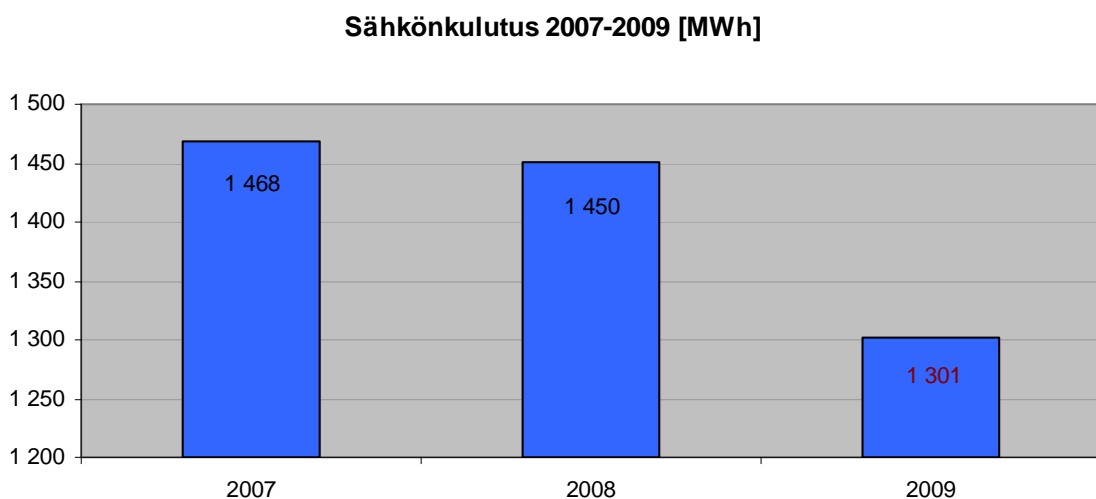
**Kuva 10 (oikealla).** Kaukolämmönkulutus viikkojakaumana. (EnerKey.)

## 5.2 Sähkö

Tässä luvussa tarkastellaan kohteen sähkönkulutusta, kulutuksen muutoksia ja jakautumista tarkasteluajanjaksolla 2007-2009. Tarkempia sähkönkulutustietoja tarkasteluajanjaksolta on esitetty liitteessä 2. Myös kohteen sähkönkulutuksesta on esitetty mielenkiinnon vuoksi pidemmän ajan kulutuskaavio yhdessä kaukolämmönkulutuksen kanssa liitteessä 4.

### 5.2.1 Sähköenergian kulutus ja sen muutokset vuosina 2007–2009

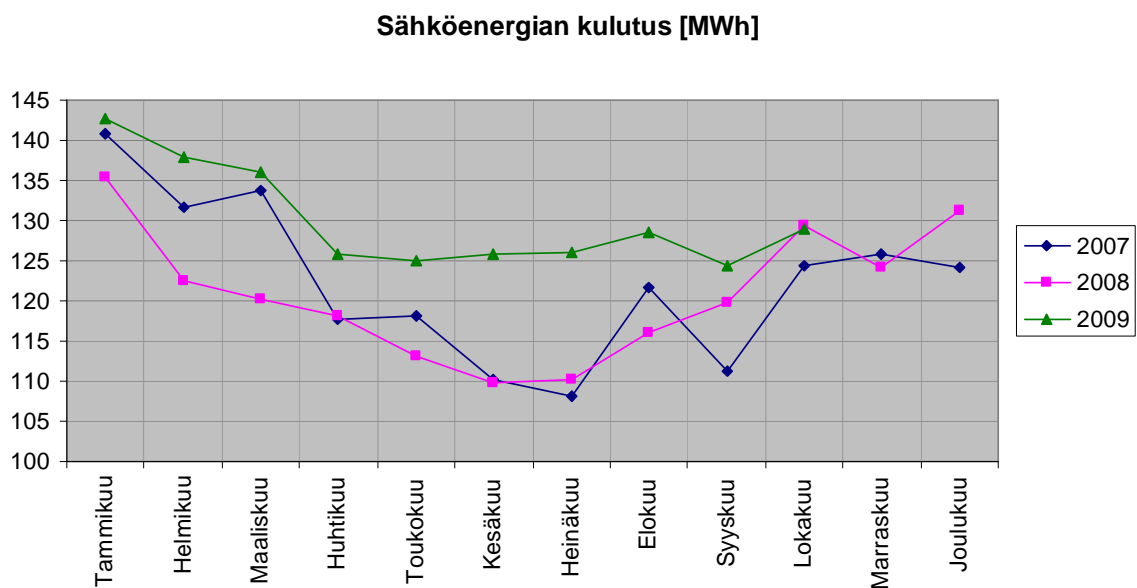
Kohteen kokonaissähkönkulutus vuosina 2007-2009 on esitetty kuvassa 11. Vuoden 2009 lukemat sisältävät kulutuksen ainoastaan tammikuun alusta lokakuun loppuun. Myös sähkönkulutus vaikuttaisi hieman vähentyneen tarkastelujaksolla, mutta vuoden 2009 lukemat todennäköisesti nousevat yli edellisistä vuosista sähköjäähdytysjärjestelmään siirtymisen ja rakennuksen suuren käyttöasteen vuoksi.



**Kuva 11.** Telluksen sähkön kokonaiskulutus [MWh] vuosina 2007-2009. Vuodelta 2009 sähkön lukema sisältää kulutuksen vain lokakuun loppuun asti. (EnerKey.)

Kuvassa 12 on esitetty vuosien 2007-2009 sähkönkulutukset viivakaaviossa, josta nähdään muutokset selkeämmin. Vuosien 2007 ja 2008 välillä kulutuksen pieneneminen johtunee lähinnä rakennuksen vuoden 2008 hieman pienemmästä käyttöasteesta. Kuvasta huomataan, että vuonna 2009 sähkön kulutus on ollut kauttaaltaan suurinta. Syynä tähän ovat

vuoden 2009 suuri käyttöaste rakennukselle sekä kaukokylmällä toimivasta jäähdytysjärjestelmästä siirtyminen sähköä kuluttavaan järjestelmään. Liitteessä 5 on esitetty tarkastelukohteen sekä ABB:n Elektroniikkatehtaan yhteisen kaukokylmän kulutuksen määriä vuosilta 2004-2008, mistä saadaan hieman suuntaa siihen, minkä verran tarkastelukohteen sähkönkäyttö todennäköisesti lisääntyy kaukokylmäjäähdytyksestä luovuttaessa. Alun perin kaukokylmän tavoitekulutus Tellukselle on ollut 124,9 MWh vuodessa, mutta todellisuudessa kulutus on ollut suurempaa, mikä lienee syynä jäähdytysjärjestelmän vaihtoon. (Luomanpää 2003, 1; Salmenvaara, sähköpostiviestit 13.11.2009 ja 23.11.2009.)



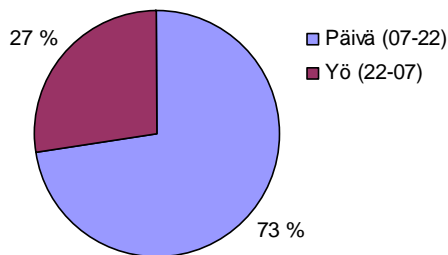
**Kuva 12.** Sähkön kulutukset [MWh] 2007-2009. (EnerKey.)

### 5.2.2 Sähköenergian kulutuksen jakautuminen

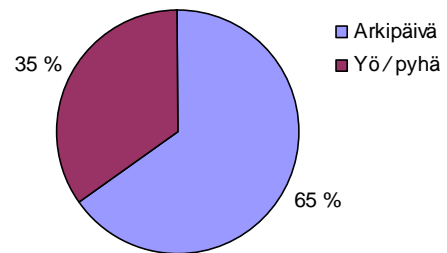
Sähkönkulutuksessa ei ole yhtä suurta eroa vuodenaikojen välillä kuin lämmönkulutuksessa, mutta kulutus on kuitenkin vuosina 2007-2009 ollut suurimmillaan tammikuussa ja pienimmillään kesällä ja alkusyksystä (liite 2). Vuonna 2007 sähkönkulutus on käynyt nollassa (EnerKey), mikä johtunee sähkökatkosta tai järjestelmän tietovirheestä. Kohteen jatkuvan sähkönkulutuksen eli pohjakuorman aiheuttavat perusilmanvaihto, kylmälaitteet mukaan luettuna ruokalan laitteistot, poistumisteiden iki-valot, hälytysjärjestelmät, lämmityspumppu ja it-verkot. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 13.11.2009.)

Kohteen sähkönkulutuksen vuorokausi- ja viikkojakaumat on esitetty kuvissa 13 ja 14. Päivisin ja etenkin arkipäivisin kulutus on suurempaa, koska sähköä kuluttavat järjestelmät toimivat täydellä teholla, kuten toimistolaitteet ja pysäköintitilojen ilmanvaihto ruuhka-aikoina. Yökulutus aiheutuu lähinnä yötuuleuksesta ja osittaisesta valaistuksesta. Viikonloppukulutus aiheutuu perusilmanvaihdosta ja satunnaisesta sähkölaitteiden käytöstä.

**Sähkönkulutuksen vuorokausijakauma**



**Sähkönkulutuksen viikkojakauma**

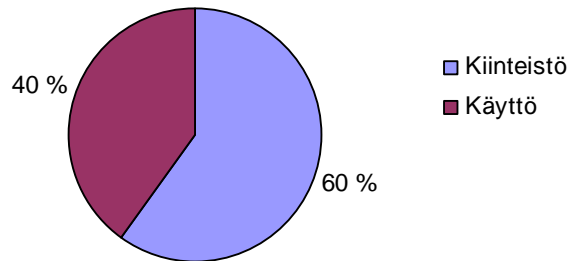


**Kuva 13 (vasemmalla).** Kohteen sähkönkulutuksen vuorokausijakauma. (EnerKey.)

**Kuva 14 (oikealla).** Kohteen sähkönkulutuksen viikkojakauma. (EnerKey.)

Kohteen sähkönkulutuksen jakautuminen käyttökohteittain on esitetty kuvassa 15. Kiinteistön sähkönkulutus koostuu ilmastoinnista, yleisvalaistuksesta ja ulkovalaistuksesta. Muu kulutus eli käyttäjien kulutus muodostuu muun muassa toimistoista sähkölaitteineen, kuten tietokoneista, työpistevalaistuksesta ja kopiokoneista. Vuonna 2003 tehdyssä sähkönkulutusarvioinnissa valaistuksen jälkeen eniten sähkönkulutusta on arvioitu aiheutuvan juuri ATK- ja toimistolaitteista (330 MWh vuodessa). Keittiön kulutuksen arvioidaan olevan 160 MWh vuodessa (Salmenvaara ja Suomalainen, sähköpostiviesti 23.12.2009). Lisäksi kulutusta aiheuttavat muun muassa gsm-yhteyksiä vahvistavat tukiasemat, valopihat, auditoriot ja parkkihallin ilmanvaihto- eli IV-laitteet. Valopiha tarkoittaa sisätiloissa olevia korkeita lasiseinäisiä tiloja, kuten Telluksessa esimerkiksi ruokala. (Hämäläinen 2003, 2-3; Salmenvaara, sähköpostiviestit 13.11.2009 ja 19.11.2009; Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009.)

### Sähkönkulutus käyttökohteittain



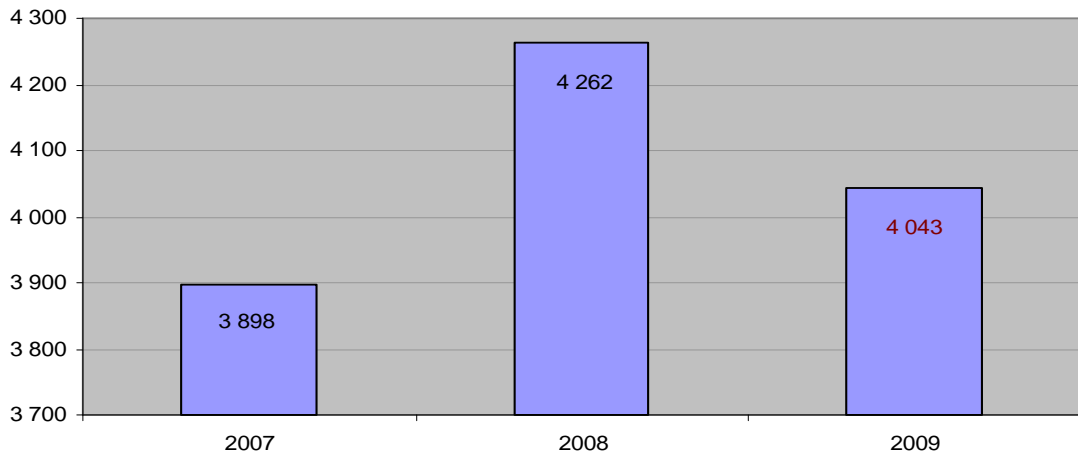
**Kuva 15.** Sähkönkulutuksen jakautuminen käyttökohteittain. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 19.11.2009.)

## 5.3 Vesi

Tässä luvussa tarkastellaan kohteen käyttöveden kulutusta, kulutuksen muutoksia ja jakautumista tarkasteluajanjaksolla 2007-2009. Tarkempia vedenkulutustietoja samalta ajanjaksolta on esitetty liitteessä 3. Myös käyttöveden kulutuksesta on esitetty mielenkiinnon vuoksi pidemmän ajanjakson kulutuskaavio liitteessä 4.

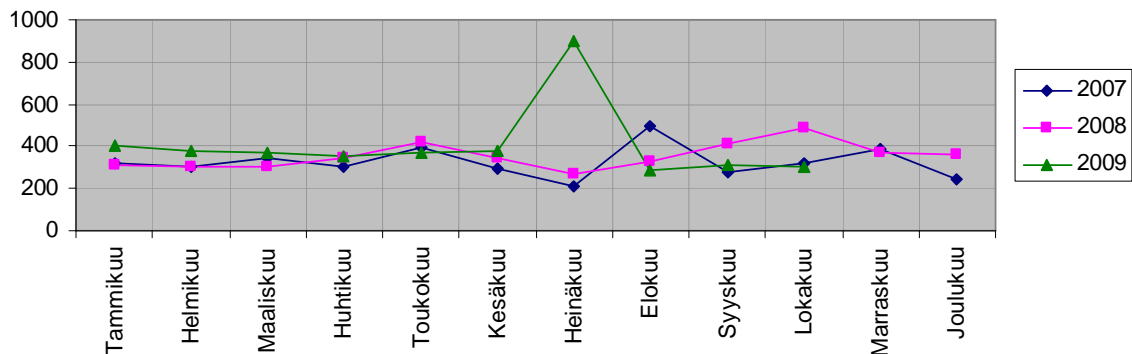
### 5.3.1 Veden kulutus ja sen muutokset vuosina 2007–2009

Kohteen kokonaisvedenkulutus vuosilta 2007-2009 on esitetty kuvassa 16. Vuoden 2009 lukemat sisältävät kulutuksen tammikuun alusta lokakuun loppuun. Veden kulutus vaihtelee satunnaisesti vuosittain. Kulutus näyttäisi lisääntyneen tarkastelujakson aikana.

**Veden kulutus 2007-2009 [m<sup>3</sup>]**

**Kuva 16.** Kohteen kokonaisvedenkulutukset [m<sup>3</sup>] vuosina 2007-2009. Vuoden 2009 käyttöveden kulutus sisältää kulutuksen ainoastaan lokakuun loppuun asti. (EnerKey.)

Kuvassa 17 on esitetty eri vuosien käyttövedenkulutukset samassa viivakaaviossa. Kulutukset ovat olleet suurin piirtein samaa luokkaa lukuun ottamatta vuoden 2009 heinäkuun kulutuspiikkiä, joka johtui inhimillisistä syistä eli käyttäjän virheestä vesihanauksen jäätyä tarpeettomasti auki pitkäksi ajanjaksoksi. Kulutuksen kasvu yleisesti johtuneena rakennuksen käyttöasteen noususta vuonna 2009. Myös vuoden 2008 syksyn vedenkulutuksen nousu johtuneena käyttäjähuolimattomuudesta aiheutuneista vuodoista. (Salmenvaara, sähköposti- viestit 13.11.2009 ja 23.11.2009.)

**Käyttöveden kulutus [m<sup>3</sup>]**

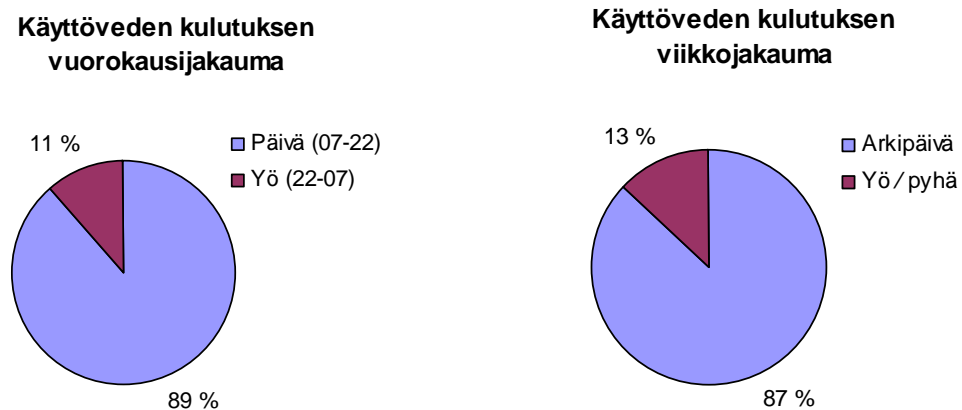
**Kuva 17.** Käyttöveden kulutukset [m<sup>3</sup>] vuosina 2007-2009. (EnerKey.)



### 5.3.2 Veden kulutuksen jakautuminen

Veden kulutus syntyy sosiaali- ja WC-tiloista sekä keittiöstä ja ruokalasta (Salmenvaara, sähköpostiviesti 19.11.2009). Käyttöveden kulutus vaihtelee vuosittain ja vuodenajan mukaan satunnaisesti. Veden kulutukseen vaikuttanevat eniten henkilöstön määrä, joka vaikuttaa keittiössä valmistettavien ruoka-annosten ja syntyvien tiskien määrään. Henkilöstön määrään vaikuttavat rakennuksen käyttöaste ja loma-ajat.

Myös käyttöveden kulutuksen vuorokausijakauma (kuva 18) liittyy suoraan rakennusta käyttävien ihmisten määrään. Päiväkulutus arkipäivisin aiheutuu suurimmaksi osaksi keittiöstä ja ruokalasta. Suurinta vedenkulutus on lounasaikaan, jolloin tiskikoneet ovat päällä lähes jatkuvasti. Yö- ja viikonloppukäyttö on satunnaista ja aiheutunee lähinnä sosiaali- ja WC-tiloista (kuva 19). (Salmenvaara ja Suomalainen, tapaamiset 23.4.2009 ja 28.4.2009.)



**Kuva 18 (vasemmalla).** Kohteen käyttövedenkulutuksen vuorokausijakauma. (EnerKey.)

**Kuva 19 (oikealla).** Kohteen käyttövedenkulutuksen viikkojakauma. (EnerKey.)

## 6 KOHTEEN KULUTUSTASON ARVIOINTI

Rakennuksen ominaiskulutus tarkoittaa sen kuluttamaa energiaa tiettyä suoriteyksikköä, kuten lämmitettyä tilavuutta, kokonaistilavuutta tai pinta-alaa kohden (Seppänen 2001, 397). Telluksen keskimääräiset ominaiskulutukset pinta-alaa kohti vuosina 2007-2009 on esitetty taulukossa 2. Luvut on laskettu EnerKeystä saatujen vuotuisten kokonaiskulutusten (esimerkiksi liitteet 1, 2 ja 3) ja kohteen bruttopinta-alan (taulukko 1) avulla. Lukemat poikkeaisivat siis esimerkiksi kuvien 3 ja 5 lukujen avulla lasketuista ominaiskulutusten keskiarvoista. EnerKeyn laskemien ominaiskulutusarvojen laskentatavasta ja lukujen eroamisen syystä ei ole tietoa. Todennäköisesti EnerKeyssä käytetään eri laskentapinta-alaa. Taulukossa 2 on esitetty ominaiskulutusten arvot laskettuna myös rakennuksen bruttotilavuutta kohti, koska vertailutilastoissa ominaiskulutusarvot on esitetty tilavuutta kohti laskettuna. Esimerkkinä sähkönkulutuksen ominaisarvojen laskenta.

$$\frac{(1467972 + 1450226 + 1304324)kWh}{3 * 35965Rm^2} = 39,1 \frac{kWh}{Rm^2} \quad (2)$$

$$\frac{(1467972 + 1450226 + 1304324)kWh}{3 * 57900Rm^3} = 24,3 \frac{kWh}{Rm^3} \quad (3)$$

**Taulukko 2.** Kohteen keskimääräiset ominaiskulutusarvot rakennuspinta-alaa ja -tilavuutta kohti tarkastelukaudella 2007-2009.

Normitettu ominaislämmönkulutus	45,9 kWh/Rm <sup>2</sup>	28,5 kWh/Rm <sup>3</sup>
Mitattu ominaislämmönkulutus	40,5 kWh/Rm <sup>2</sup>	25,2 kWh/Rm <sup>3</sup>
Ominais­sähkönkulutus	39,1 kWh/Rm <sup>2</sup>	24,3 kWh/Rm <sup>3</sup>
Ominaisvedenkulutus	113,1 l/Rm <sup>2</sup>	70,3 l/Rm <sup>3</sup>

Taulukossa 3 on esitetty tilastollisia vertailuarvoja eri rakennustyyppien ominaiskulutuksista kahdesta eri lähteestä. Suomen Kuntaliiton (Ruokojoki 2009) keräämät tiedot ovat vuodelta 2008 ja Motiva Oy:n keräämät tiedot vuosilta 2000-2007. Kaikista vertailuarvoista ei ole tiedossa niiden tarkkoja laskumenetelmiä, kuten mitä tilavuutta kohti eri arvot on laskettu. Myöskään vertailukohteissa käytössä olevia talotekniikkajärjestelmiä ja muita energiankulutukseen vaikuttavia tekijöitä ei tiedetä. Vertailua hankaloittaa myös se, että

Tellus on yhdistelmä liikenteen rakennusta ja toimistorakennusta. Tilastoissa nämä on eroteltu toisistaan. Nyt vertaillaan Telluksen arvoja sekä toimistorakennusten että liikenteen rakennusten arvoihin ja lasketaan vertailuarvot, joissa oletettu että vertailurakennuksesta on 62 % toimistorakennusta ja 38 % liikenteen rakennusta. Osuudet perustuvat tarkastelukohderakennuksen lämmitettävän tilavuuden osuuteen bruttotilavuudesta (taulukko 1). Lasketut vertailuarvot on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Tilastollisia ominaiskulutusarvoja (Motiva Oy 2009b; Motiva Oy 2009c; Motiva Oy 2009e; Ruokojoki 2009, 22) sekä tilastoista lasketut Tellukseen verrattavat vertailuarvot.

<b>Ruokojoki</b>	Toimisto- (ja hallinto)rakennukset	Liikenteen rakennukset	Yhdistetty toimisto- ja liikenteen rakennus
Ominaislämmönkulutus (norm.)	43,7 kWh/m <sup>3</sup>	28,5 kWh/m <sup>3</sup>	38,0 kWh/m <sup>3</sup>
Ominaislämmönkulutus (mit.)	33,8 kWh/m <sup>3</sup>	20,3 kWh/m <sup>3</sup>	28,7 kWh/m <sup>3</sup>
Ominais sähkökulutus	21,6 kWh/m <sup>3</sup>	16,9 kWh/m <sup>3</sup>	19,8 kWh/m <sup>3</sup>
Ominaisvedenkulutus	85,0 l/m <sup>3</sup>	78,4 l/m <sup>3</sup>	82,5 l/m <sup>3</sup>
<b>Motiva Oy</b>			
Ominaislämmönkulutus	34,8 kWh/r-m <sup>3</sup>	31,7 kwh/r-m <sup>3</sup>	33,6 kWh/r-m <sup>3</sup>
Ominais sähkökulutus	23,4 kWh/r-m <sup>3</sup>	17,9 kwh/r-m <sup>3</sup>	21,3 kWh/r-m <sup>3</sup>
Ominaisvedenkulutus	63 l/r-m <sup>3</sup>	66 l/r-m <sup>3</sup>	64,1 l/r-m <sup>3</sup>

Taulukossa 4 on esitetty tilastoista lasketut vertailuarvot yhdistettynä toisiinsa sekä tarkastelukohteen keskimääräiset ominaiskulutusarvot rakennuskuutiometriä kohti (samat kuin taulukossa 2). Ominaislämmönkulutuksen vertailuarvot on yhdistetty, koska ei ollut täyttä varmuutta siitä, ovatko Motivan arvot normitettuja.

**Taulukko 4.** Tilastoista lasketut vertailuarvot yhdistettynä ja Telluksen keskimääräiset ominaiskulutusarvot.

	<b>Vertailuarvot</b>	<b>Telluksen arvot</b>
Ominaislämmönkulutus	28,7–38,0 kWh/m <sup>3</sup>	28,5 kWh/Rm <sup>3</sup> (norm.) 25,2 kWh/Rm <sup>3</sup> (mit.)
Ominais sähkökulutus	19,8–21,3 kWh/m <sup>3</sup>	24,3 kWh/Rm <sup>3</sup>
Ominaisvedenkulutus	64,1–82,5 l/m <sup>3</sup>	70,3 l/Rm <sup>3</sup>

Sekä Telluksen normitettu että mitattu ominaislämmönkulutus vaikuttaisi olevan tilastollisia vertailuarvoja pienempi. Pieni lämmönkulutus voi johtua rakennuksen vaipasta eristeineen, koska rakennus arvioitiin jo rakennusvuonna energiatehokkaaksi. Asiaan voivat vaikuttaa myös rakennuksen käytöstä aiheutuva suuri lämpökuorma, jolloin lämmitystä tarvitaan suurimmaksi osaksi vain käyttövedelle ja tilojen lämmitykseen rakennuksen hiljaisempina käyttöaikoina. Lämmittämättömien autohallien suuri osuus rakennuksesta vaikuttaa suuresti siihen, että kohteen kulutus on tilastollisia arvoja pienempi. Kaukolämmönkulutus on kuitenkin edelleen suurempaa kuin rakennukselle vuonna 1999 laskettu kaukolämmön tavoiteominaiskulutus  $21,9 \text{ kWh/Lm}^3$ . Tätä tavoitekulutuksen ylitystä on käsitelty jo vuonna 2003 tehdyssä energiankulutustarkastelussa, jolloin syyksi arvioitua suurempaan kulutukseen on arveltu saunan tuloilmakoneen jatkuvaa käyntiä, IV-koneiden käyntiaikojen pituutta, viallisia laitteita, termostaattisten patteriventtiilien asetteluita maksimille ja mahdollisia jäähdytyspalkkien vuotoja. Alkuperäisen kulutusarvion perusteena sen sijaan oli hyvän rakennustekniikan ja vaippojen läpäisykertoimien lisäksi ThermoNet-järjestelmän hyvä hyötysuhde. (Luomanpää 2003, 1-2; Salmenvaara, sähköpostiviestit 19.11.2009 ja 23.11.2009.) Koska edellisen tarkastelun jälkeen vialliset laitteet, vuodot ja väärät säädöt lienee korjattu, voisi osasyynä suurempaan kulutukseen olla myös se, että ThermoNetin hyötysuhde olisi pienempi kuin mitä alun perin oli ajateltu, tai rakenteiden ja vaipan kunnossa ajan myötä tapahtuneet muutokset.

Telluksen ominaissähkönkulutus on hieman vertailuarvoja suurempaa. Nykyistä tilastotaso suurempaa kulutusta aiheuttaa rakennuksen keittiö, jota toimisto- ja liikenteen rakennuksissa ei yleensä ole. Lisäksi sähköjäähdytysjärjestelmään siirtyminen vuodesta 2009 lähtien nostaa kohteen sähkönkulutusta edelleen. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 19.11.2009.) Vaikka myös rakennuksen veden kulutus on keittiöstä johtuen toimistorakennukseksi kohtalaisen suurta (Salmenvaara, sähköpostiviesti 19.11.2009.), vaikuttaisi Telluksen ominaisvedenkulutus olleen tarkastelujaksolla tilastollista keskitasoa käyttäjien huolimattomuusvirheistä huolimatta.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Energiatehokkaaseen rakennukseen tarvitaan tiiviit rakenteet hukkaenergian ja vuotojen välttämiseksi, oikeat talotekniikkajärjestelmät ja järjestelmäsäädöt ja järjestelmien käyttötavat, hyväkuntoiset järjestelmäkalusteet, säännölliset huoltotoimenpiteet sekä käyttäjähuolellisuutta. Jos rakennuksella on paljon käyttäjiä, tulisi kaikkien olla tietoisia säätöjen ja laitteiden käyttötavoista ja niiden vaikutuksista, jotta vältettäisiin turhaa energiankäyttöä.

Työssä tarkasteltavassa kohteessa rakenteet ovat alkuaan hyvät, huolto toimii ja käytössä oleva ThermoNet-talotekniikkajärjestelmä on tutkitusti energiatehokkaampi kuin monet muut ilmastointijärjestelmät. Kohteen suurimmat energianhukkakulutukset vaikuttaisivat aiheutuvan käyttäjäpohjalta esimerkiksi järjestelmien lämpötilasäätöjen ajoittaisten ja paikkoittaisten muutosten vuoksi. Järjestelmien automaatioasetukset kannattaisi pitää pääsääntöisesti vakioina, kuitenkin eri vuoden ja vuorokauden ajanjaksot huomioiden, jottei energiaa menisi hukkaan ja jottei viihtyisyys vähentyisi nopeasti muuttuvien olosuhteiden tai epätasaisten lämpöolojen vuoksi. Esimerkiksi vedon tai kylmyyden tunneelta käyttäjät voivat suojautua myös pukeutumisellaan. Varsinkin kohteen käyttövedenkulutus on ollut ajoittain hyvin suurta käyttäjähuolimattomuuden ja veden tarpeettoman valutuksen vuoksi. Vesihanojen automatisointi tai sen toiminnan varmistus voisi vähentää veden kulutusta.

Verrattaessa kohteen ominaiskulutusta tilastolliseen keskitasoon on muistettava, että kyseessä on yhdistetty toimisto- ja liikenteen rakennus, jolle ei ole suoria tilastollisia vertailuarvoja. Laskettuihin arvoihin verrattaessa käyttövirheistä ja rakennuksen keittiön suuren vedenkulutuksesta huolimatta kohteen vedenkulutus on keskimääräistä tilastotasoa. Lämmönkulutus on rakennuksen rakenteiden ja lämmittämättömien pysäköintihalliensa ansiosta tilastotasoa hieman pienempää, kun ominaiskulutus lasketaan rakennuksen koko tilavuudelle. Sähkönkulutus on tilastotasoa hieman suurempaa ja tulee todennäköisesti nousemaan rakennuksen jäähdytysjärjestelmän vaihduttua sähkökulutteiseksi. Koska jäähdytysjärjestelmä on juuri muuttumassa ja kohteen aiemmasta kaukokylmän kulutuksesta ei ole tarkkaa tietoa, uuden järjestelmän kannattavuutta on vaikea arvioida tässä vaiheessa. Uutta ja tarkempaa tarkastelua voisikin ehdottaa tehtäväksi muutaman vuoden päästä, kun uuden jäähdytysjärjestelmän toimivuudesta on enemmän tietoa.

## LÄHTEET

ABB. 2000a. ABB:n TTT-käsikirja, Luku 20: Talotekniikka, s.1-14. [pdf-dokumentti].  
[viitattu 20.10.2009]. Saatavissa:  
[http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/99ad595c32e0c2d9c12566e1000a4540/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/\\$FILE/201\\_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/99ad595c32e0c2d9c12566e1000a4540/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/$FILE/201_0007.pdf)

ABB. 2000b. ABB:n TTT-käsikirja, Luku 20: Talotekniikka, s. 21-28. [pdf-dokumentti].  
[viitattu 20.10.2009]. Saatavissa:  
[http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/bf177942f19f4a98c1257148003b7a0a/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/\\$FILE/203\\_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/bf177942f19f4a98c1257148003b7a0a/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/$FILE/203_0007.pdf)

Ahonen, Markku; Kosonen, Risto; Kekkonen, Veikko; Wistbacka, Magnus. 1995. Kauko-  
lämmön paluuvettä hyödyntävä rakennuksen ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmä. Espoo:  
Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). 65 s. + liitt. 16 s. VTT Tiedotteita 1653. ISBN  
951-38-4808-6.

EnerKey. Energianhallintapalvelu. [Energiakolmio Oy:n www-sivuilla]. [viitattu  
20.11.2009]. Saatavissa: <http://www2.enerkey.com/>.

Hieta-Wilkman, Sinikka (toim.). 2004. Rakentajan ja remontoijan sähköopas. Espoo: Suo-  
men Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry/Sähköinfo Oy. 112 s. ISBN 952-5382-51-6.

Holopainen, Riikka; Hekkanen, Martti; Hemmilä, Kari; Norvasuo, Markku. 2007. Suoma-  
laisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit. Espoo:VTT. 104 s. +  
liitt. 2 s. VTT Tiedotteita 2377. ISBN 978-951-38-6908-3. Saatavissa:  
<http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>.

Hämäläinen, Sami. 2003. Selvitys: KOY Helsingin Valimopolku 4 ”Tellus”, Sähköenergi-  
an kulutus. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. 4 s.

Kärki, Satu; Pietarinen, Petri. 1998. ThermoNet-järjestelmän säätö ja tiedonsiirto. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). 43 s. + liitt. 12 s. VTT Tiedotteita 1887. ISBN 951-38-5189-3.

Lindström, Kauko. 1996. LVI Vesi- ja viemäritekniikka. 7., tarkistettu painos. Helsinki: Opetushallitus. 146 s. ISBN 951-719-466-8.

Luomanpää, Heikki. 2003. Muistio: KOY Helsingin Valimopolku 4 ”Tellus”, Energiakulutukset. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. 3 s.

Motiva Oy. 2009a. Energiakatselmustoiminta. [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 17.4.2009. [viitattu 14.11.2009]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/>

Motiva Oy. 2009b. Lämpö. [pdf-tiedosto]. [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 7.5.2009. [viitattu 12.11.2009]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/1964/lampo.pdf>

Motiva Oy. 2009c. Sähkö. [pdf-tiedosto]. [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 7.5.2009. [viitattu 12.11.2009]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/1965/sahko.pdf>

Motiva Oy. 2009d. TEM:n tukemat energiakatselmukset. [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 18.8.2009. [viitattu 14.11.2009]. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/tem\\_n\\_tukemat\\_energiakatselmukset](http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset)

Motiva Oy. 2009e. Vesi. [pdf-tiedosto]. [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 7.5.2009. [viitattu 12.11.2009]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/1966/vesi.pdf>

Rakennustietosäätiö RTS. 2007. Rakennusten lämmitysjärjestelmät. Tampere: Rakennustieto Oy. 200 s. ISBN 978-951-682-858-2.

Ruokojoki, J. 2009. Kuntien omien rakennusten lämmön, sähkön ja veden kulutus v. 2008. [pdf-dokumentti]. Suomen kuntaliitto. 58 s. [Suomen Kuntaliiton www-sivuilla]. [viitattu 12.11.2009].

Saatavissa:

[http://www.kunnat.net/k\\_perussivu.asp?path=1;29;356;1033;38145;38171](http://www.kunnat.net/k_perussivu.asp?path=1;29;356;1033;38145;38171)

Salmenvaara, Erika. 2009. Kehityspäällikkö, ABB Oy Kiinteistöt. Sähköpostiviestit 13.11.2009, 19.11.2009 ja 23.11.2009.

Salmenvaara, Erika; Suomalainen, Matti. 2009. ABB Oy Kiinteistöt. Helsinki Pitäjänmäki. Sähköpostiviesti 23.12.2009.

Salmenvaara, Erika; Suomalainen, Matti. 2009. ABB Oy Kiinteistöt. Helsinki Pitäjänmäki. Tapaamiset 24.3.2009 ja 28.4.2009.

Seppänen, Olli et al. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Forssa: Suomen LVI-liitto/Talotekniikka-Julkaisut Oy. 427 s. ISBN 952-91-6896-9.

Seppänen, Olli. 1996. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Helsinki: Suomen LVI-yhdistysten Liitto. 348 s. ISBN 951-96098-0-6.

Seppänen, Olli. 2001. Rakennusten lämmitys. 2. päivitetty painos. Jyväskylä: Suomen LVI-liitto ry. 444 s. ISBN 951-98811-0-7.

Seppänen, Olli; Seppänen, Matti. 1996. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Jyväskylä: Sisäilmayhdistys ry. 279 s. ISBN 951-97186-5-6.

Säteri, Jorma. 2008. Sisäilmastoluokitus 2008. [pdf-dokumentti]. 7 s. [Sisäilmayhdistyksen www-sivuilla]. [viitattu 15.11.2009]. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/attachments/kehityshankkeet/sisailmastoluokitus2008-esittely.pdf>



Pietiläinen, Jorma et al. 2007. ToVa-käsikirja – Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta. Helsinki: VTT. 173 s. + liitt. 56 s. VTT Tiedotteita 2413. ISBN 978-951-38-6969-4.

YIT Kiinteistötekniikka Oy. 2003. 4565 Tellus-talo, Kuntoarvio 2003. Lindholm, Tommi; Sjöberg, Sten-Eric; Smeds, Harry; Suomalainen, Matti. 7 s.

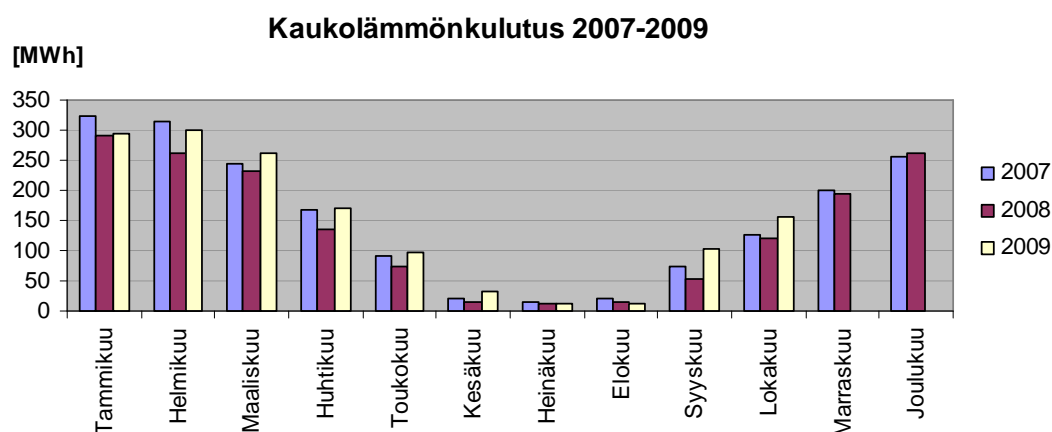
Ympäristöministeriö. 2003. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma – Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. [pdf-dokumentti]. 30 s. [Valtion säädöstietopankin www-sivuilla]. [viitattu 12.11.2009]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/pdf/normit/1921-D2s.pdf>.

## KOHTEEN KAUKOLÄMMÖNKULUTUSTIETOJA V. 2007-2009

Taulukossa 1 on esitetty Telluksen lämmönkulutustietoja vuosilta 2007-2009. Vuoden 2009 tiedot sisältävät kulutuksen lokakuun loppuun asti. Kuvasta 1 nähdään kohteen normitettu kaukolämmönkulutus kuukausittain vuosina 2007-2009 pylväsdiaagrammina.

**Taulukko 1.** Lämmönkulutustietoja vuosilta 2007-2009. Vuoden 2009 lukemat ovat vain marraskuuhun asti. Kokonaiskulutuksen muutos tarkoittaa kulutuksen muutosta verrattuna edellisen vuoden kokonaiskulutukseen. (EnerKey).

	2007	2008	2009
Normitettu kokonaislämmönkulutus [MWh]	1 853,87	1 666,54	1 433,68
Mitattu kokonaislämmönkulutus [MWh]	1 667,30	1 395,00	1 310,20
Normitettu ominaislämmönkulutus [kWh/m <sup>2</sup> ]	47,0	42,2	36,3
Mitattu ominaislämmönkulutus [kWh/m <sup>2</sup> ]	42,2	35,3	33,0
Minimi lämmönkulutus [MWh]	13,70 (heinäkuu)	12,20 (heinäkuu)	11,10 (heinäkuu)
Maksimi lämmönkulutus [MWh]	324,02 (tammikuu)	290,71 (tammikuu)	299,06 (helmikuu)
Kulutuksen keskiarvo [kW]	192	159	188
Kokonaiskulutuksen muutos [%]	-8,9	-10,1	18,6



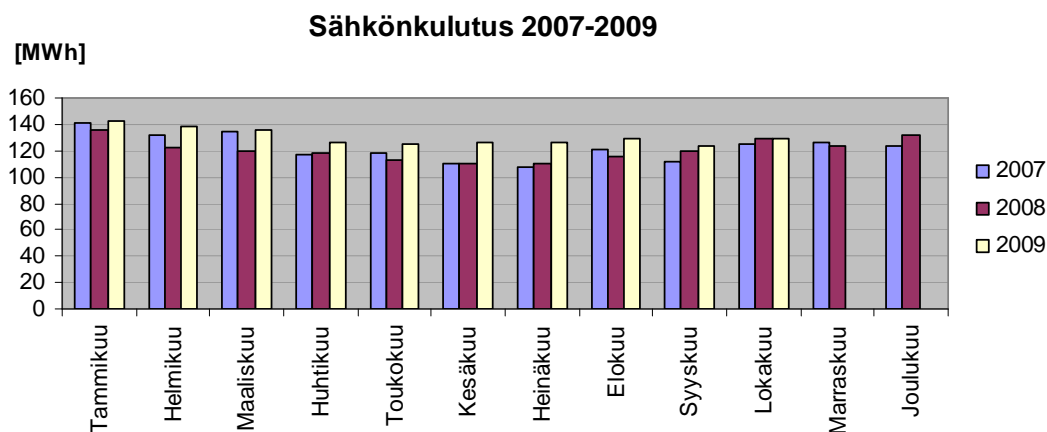
**Kuva 1.** Kaukolämpöenergian normitettu kulutus [MWh] kuukausittain vuosina 2007-2009. (EnerKey.)

## KOHTEEN SÄHKÖNKULUTUSTIETOJA V. 2007-2009

Taulukossa 1 on esitetty Telluksen sähkönkulutustietoja vuosilta 2007-2009. Vuoden 2009 tiedot sisältävät kulutuksen vain lokakuun loppuun asti. Kuvasta 1 nähdään kohteen sähkönkulutus kuukausittain vuosina 2007-2009 pylväsdiagrammissa.

**Taulukko 1.** Sähkönkulutustietoja vuosilta 2007-2009. Kokonaiskulutuksen muutos tarkoittaa kulutuksen muutosta verrattuna edellisen vuoden kokonaiskulutukseen. (EnerKey).

	2007	2008	2009
Kokonaissähkönkulutus [kWh]	1 467 972	1 450 226	1 304 324
Sähkön ominaiskulutus [kWh/m <sup>2</sup> ]	37,2	36,7	33,0
Minimi sähkönkulutus [kWh]	108 029 (heinäkuu)	109 806 (kesäkuu)	124 358 (syyskuu)
Maksimi sähkönkulutus [kWh]	140 922 (tammikuu)	135 482 (tammikuu)	142 760 (tammikuu)
Kulutuksen keskiarvo [kW]	168	165	173
Kokonaiskulutuksen muutos [%]	-9,3	-1,2	8,9



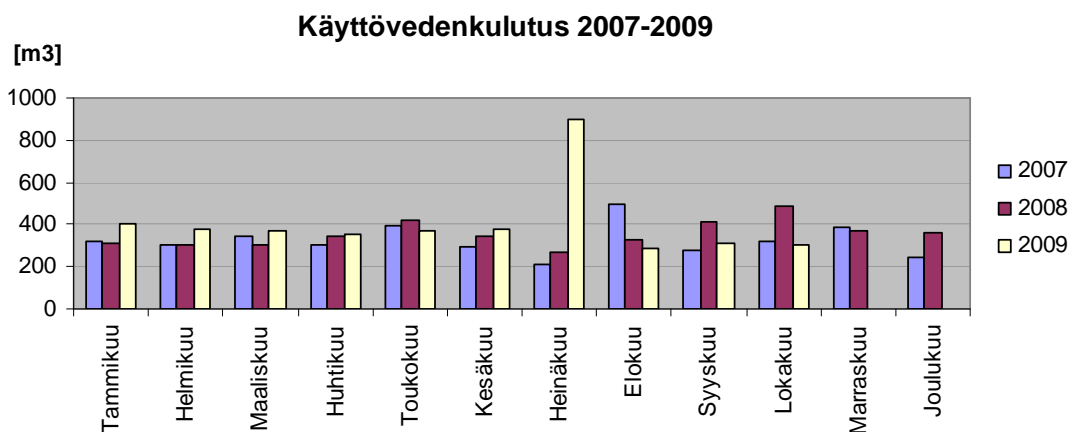
**Kuva 1.** Sähkön kulutus [MWh] kuukausittain vuosina 2007-2009. (EnerKey.)

## KOHTTEEN KÄYTTÖVEDEN KULUTUSTIETOJA V. 2007-2009

Taulukossa 1 on esitetty Telluksen käyttöveden kulutustietoja vuosilta 2007-2009. Vuoden 2009 tiedot sisältävät kulutuksen lokakuun loppuun asti. Kuvasta 1 nähdään kohteen käyttövedenkulutus kuukausittain vuosina 2007-2009 pylväsdiagrammissa.

**Taulukko 1.** Vedenkulutustietoja vuosilta 2007-2009. Kokonaiskulutuksen muutos tarkoittaa kulutuksen muutosta verrattuna edellisen vuoden kokonaiskulutukseen. (EnerKey).

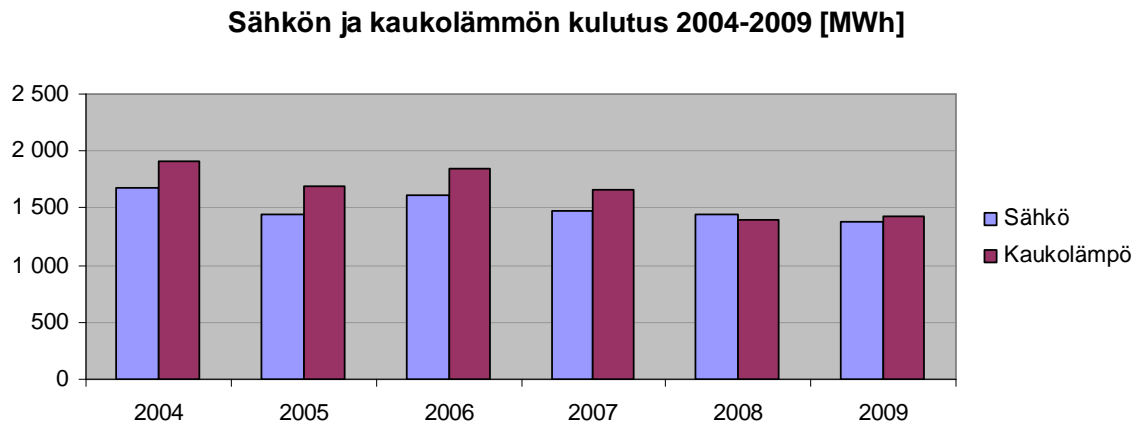
	2007	2008	2009
Kokonaisvedenkulutus [m <sup>3</sup> ]	3 897,50	4 262,15	4 043,25
Veden ominaiskulutus [l/m <sup>2</sup> ]	98,7	108,0	102,4
Minimi vedenkulutus [m <sup>3</sup> ]	210,20 (heinäkuu)	273,10 (heinäkuu)	282,70 (elokuu)
Maksimi vedenkulutus [m <sup>3</sup> ]	498,80 (elokuu)	489,50 (lokakuu)	902,40 (heinäkuu)
Kulutuksen keskiarvo [l/h]	445	485	503
Kokonaiskulutuksen muutos [%]	-0,5	9,4	14,6



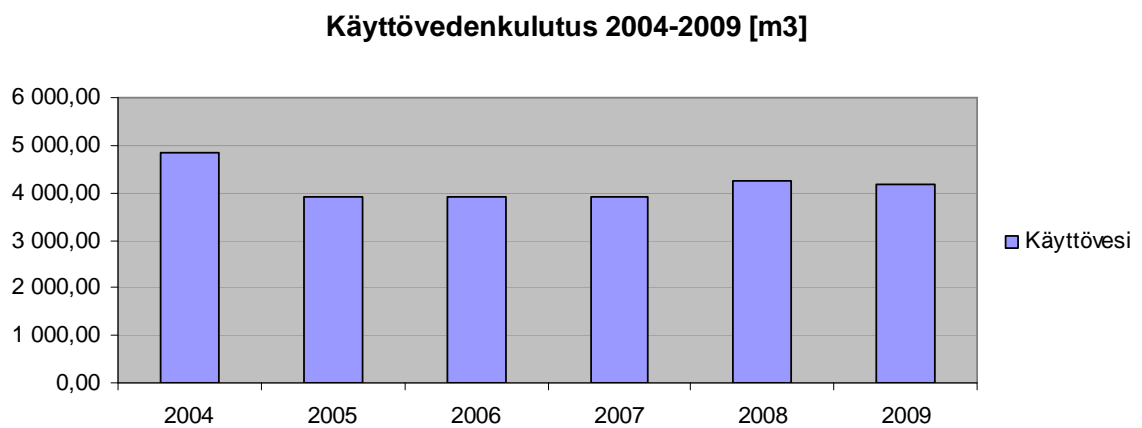
**Kuva 1.** Käyttöveden kulutus [m<sup>3</sup>] kuukausittain vuosina 2007-2009. (EnerKey.)

## ENERGIAN JA VEDEN KULUTUS V. 2004-2009

Kuvassa 1 on esitetty sähkön ja kaukolämmön ja kuvassa 2 käyttöveden vuosikulutus vuodesta 2004 lähtien. Kuvat on esitetty kohteelle tehdyn edellisen tarkastelun (2003) jälkeen tapahtuneiden muutosten havainnoimiseksi.



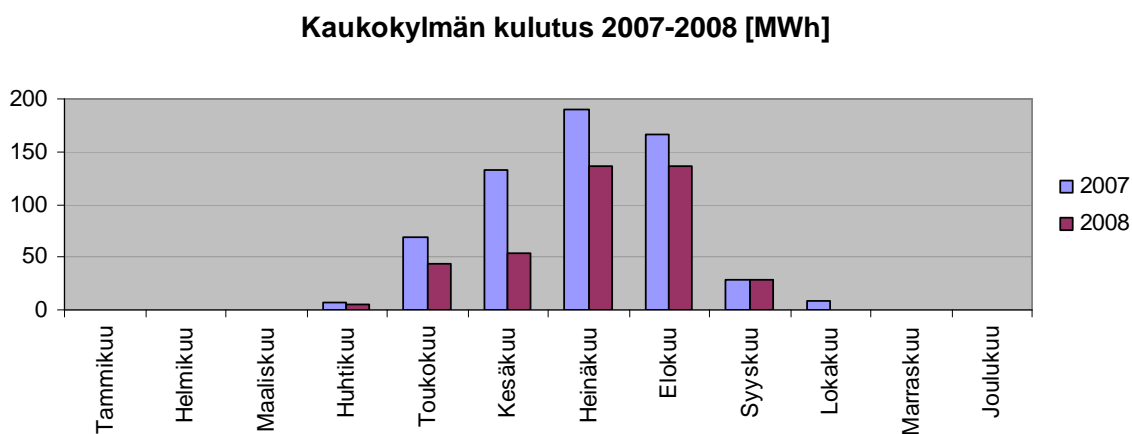
**Kuva 1.** Sähkön ja kaukolämmön kulutus [MWh] pidemmällä aikavälillä. (EnerKey.)



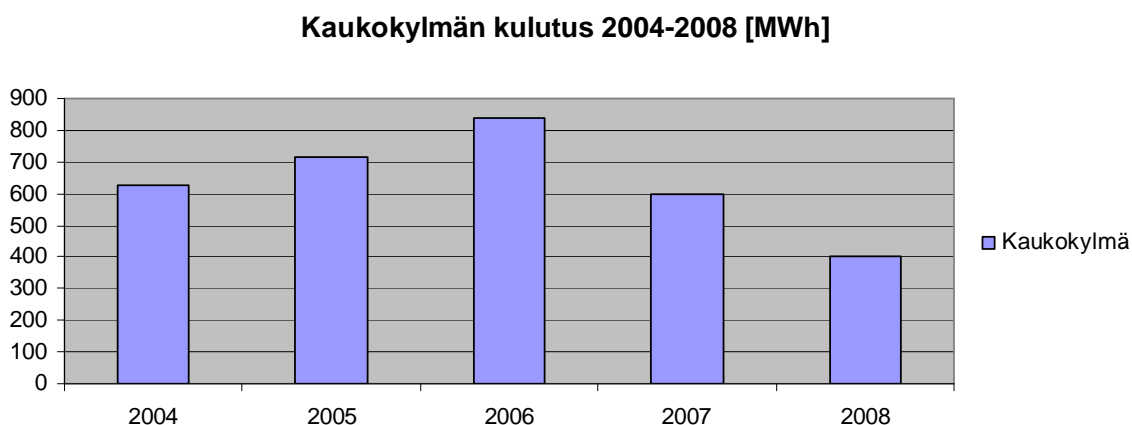
**Kuva 2.** Käyttöveden kulutus [m<sup>3</sup>] pidemmällä aikavälillä. (EnerKey.)

## KAUKOKYLMÄN KULUTUS V. 2004-2008

Kuvissa 1 ja 2 on esitetty EnerKey-järjestelmästä saadut tarkastelukohteessa vuosina 1999-2009 käytössä olleen kaukokylmän kulutukset sekä kuukausittain vuosilta 2007-2008 ja kokonaiskulutukset vuosilta 2004-2008. Lukemiin sisältyy myös ABB:n Elektroniikkatehtaan kuluttama kaukokylmä, jonka kulutus kattaa yli 50 % kokonaiskulutuksesta. Tarkkoja osuuksia ei kuitenkaan ole tiedossa, joten kaavioista saadaan vain suuntaa-antavaa tietoa. Selvää kuitenkin on, että tarkastelukohteen kaukokylmän kulutus on ollut suurempaa kuin alun perin tavoiteltu 124,9 MWh vuodessa. (Salmenvaara, sähköpostiviesti 23.11.2009.)



**Kuva 1.** Telluksen ja E-tehtaan kaukokylmän kulutus kuukausittain vuosina 2007-2008. (EnerKey.)



**Kuva 2.** Telluksen ja E-tehtaan kaukokylmän kulutus vuosina 2004-2008. (EnerKey.)