

# Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet

---

Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet

Harri Mustasilta, Air-ix Talotekniikka Oy

Janne Hietaniemi, Timo Husu, Pertti Koski ja Ulla Suomi, Motiva Oy

Copyright Motiva Oy, Helsinki 2004

Päivitetty Motiva Oy ja Energiavirasto, syyskuu 2015 ja 2024

# Esipuhe

---

Tämä toteutus- ja raportointiohje koostuu kolmesta osasta:

Osa A: Yleisiä ohjeita

Osa B: Kiinteistön energiakatselmuksen raportointiohjeet

Osa C: Esimerkkiraportti.

Ohje käsittelee palvelusektorin piiriin kuuluvan Kiinteistön energiakatselmus -katselmus-mallin suorittamista ja raportointia. Ohjeen alussa on esitetty lyhyesti yleisiä kiinteistöjen energiakatselmusmalleihin liittyviä tietoja (Osa A). Yksityiskohtaisesti katselmustoiminnan ohjeistus on esitetty työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa, joita on noudatettava kaikissa TEM:n tukemissa energiakatselmushankkeissa. Kokonaisuudessaan viimeiset päivitettyt ja voimassaolevat yleisohjeet löytyvät esimerkiksi Motivan verkkosivuilta ([www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)).

Yleisten ohjeiden jälkeen on esitetty Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet (Osa B), jossa on varsinaisten raportointiohjeiden lisäksi tarvittavilta osin täydennetty katselmushankkeen yleisiä toteutusohjeita nimenomaan Kiinteistön energiakatselmus -katselmusmallin toteutuksen osalta.

Tämän toteutus- ja raportointiohjeen rinnalle on laadittu Kiinteistön energiakatselmuksen esimerkkiraportti, jonka tarkoituksena on kuvata Kiinteistön energiakatselmusraportissa esitettävien asioiden käsittelyn laajuutta ja esitystapaa. Esimerkkiraportti ei pyri olemaan kokoelma kaikista mahdollisista katselmuskohteissa esiin tulevista tehtävistä tai tarkasteluista. Esimerkiksi tässä esimerkkiraportissa kuvataan kaukolämmityskohdetta, jolloin uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuuksien tarkastelua ja vertailua ei ole tehty. Uusiutuvien energiamuotojen tarkastelusta on esitetty esimerkkitarkastelu kiinteistön energiakatsastusmallin esimerkkiraportissa. Esimerkkiraportti on osassa C.

Ohjeen kaikkia osia on päivitetty vuonna 2015. Päivityksen yhteydessä esimerkkiraportin osalta on päivitetty vain olennaiset tiedot, kuten esimerkiksi taulukkoja 1 ja 2 koskevat ohjeistukset. Esimerkiksi energian hintoja ei tämän päivityksen yhteydessä ole muutettu. Vuonna 2024 ohjetta päivitettiin kevyesti mm. termien osalta.



|   |                                                                              |           |
|---|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|   | Sisällysluettelo                                                             |           |
|   | Esipuhe                                                                      | 3         |
|   | <b>Osa A: Kiinteistöjen energiakatselmusten yleisiä ohjeita</b>              | <b>9</b>  |
| 1 | Kiinteistöjen energiakatselmusten yleisiä ohjeita                            | 10        |
|   | <b>1.1 Käsitteitä</b>                                                        | <b>10</b> |
|   | 1.1.1 Katselmusmallit                                                        | 10        |
|   | 1.1.2 Kiinteistön energiakatselmus                                           | 10        |
|   | 1.1.3 Kiinteistön energiakatsastus                                           | 10        |
|   | <b>Osa B: Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet</b> | <b>12</b> |
| 1 | Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä    | 15        |
| 2 | Kohteen energiankäytön nykytila                                              | 18        |
|   | <b>2.1 Kohteen tiedot</b>                                                    | <b>18</b> |
|   | <b>2.2 Energian ja veden hankinta</b>                                        | <b>18</b> |
|   | <b>2.3 Energian ja veden kulutus</b>                                         | <b>18</b> |
|   | 2.3.1 Lämpöenergia                                                           | 18        |
|   | 2.3.2 Sähköenergia                                                           | 19        |
|   | 2.3.3 Vesi                                                                   | 21        |
|   | <b>2.4 Kiinteistön käyttö ja ylläpito</b>                                    | <b>22</b> |
|   | 2.4.1 Käyttö- ja huolto-organisaatio                                         | 22        |
|   | 2.4.2 Kulutusseuranta                                                        | 22        |
|   | 2.4.3 Tekniset asiakirjat                                                    | 22        |
| 3 | Kohteen energiatalouden arviointi                                            | 23        |
|   | <b>3.1 Lämmitysjärjestelmät</b>                                              | <b>23</b> |
|   | 3.1.1 Yleistä                                                                | 23        |
|   | 3.1.2 Energian mittaus                                                       | 24        |
|   | 3.1.3 Lämmöntuotanto ja uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuus       | 24        |
|   | 3.1.4 Lämmönjakelu                                                           | 24        |
|   | <b>3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät</b>                                      | <b>26</b> |
|   | 3.2.1 Yleistä                                                                | 26        |
|   | 3.2.2 Veden mittaus                                                          | 26        |
|   | 3.2.3 Lämpimän käyttöveden energiatalous                                     | 26        |
|   | 3.2.4 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso            | 26        |
|   | <b>3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät</b>                                           | <b>26</b> |
|   | 3.3.1 Yleistä                                                                | 26        |
|   | 3.3.2 Ilmanvaihtokoneet                                                      | 27        |
|   | <b>3.4 Jäähdytysjärjestelmät</b>                                             | <b>28</b> |
|   | 3.4.1 Ilmanvaihdon ja huonetilojen jäähdytys                                 | 28        |
|   | 3.4.2 Muu jäähdytys mm. kylmäsäilytys                                        | 29        |
|   | <b>3.5 Sähköjärjestelmät</b>                                                 | <b>29</b> |
|   | 3.5.1 Yleistä                                                                | 29        |

|   |            |                                                          |           |
|---|------------|----------------------------------------------------------|-----------|
|   | 3.5.2      | Energian mittaus                                         | 29        |
|   | 3.5.3      | Sähkönhankinta                                           | 29        |
|   | 3.5.4      | Sähkön kulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin       | 29        |
|   | <b>3.6</b> | <b>Muut järjestelmät</b>                                 | <b>31</b> |
|   | <b>3.7</b> | <b>Rakennusautomaatio</b>                                | <b>31</b> |
|   | 3.7.1      | Yleistä                                                  | 31        |
|   | 3.7.2      | Rakennusautomaation toimintakunto ja hyödyntäminen       | 32        |
|   | <b>3.8</b> | <b>Rakenteet</b>                                         | <b>32</b> |
|   | 3.8.1      | Ikkunat                                                  | 32        |
|   | 3.8.2      | Ulko-ovet                                                | 32        |
|   | 3.8.3      | Ulkovaippa                                               | 32        |
| 4 |            | Ehdotetut toimenpiteet                                   | 33        |
|   | <b>4.1</b> | <b>Lämmitysjärjestelmät</b>                              | <b>34</b> |
|   | 4.1.1      | Lämmöntuotanto                                           | 34        |
|   | 4.1.2      | Lämmönjakelu                                             | 35        |
|   | 4.1.3      | Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset         | 35        |
|   | <b>4.2</b> | <b>Vesi- ja viemärijärjestelmät</b>                      | <b>35</b> |
|   | 4.2.1      | Vesijohtoverkoston painetaso                             | 35        |
|   | 4.2.2      | Vesi- ja viemärikalusteiden virtaamat/huuhtelumäärät     | 36        |
|   | 4.2.3      | Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset | 36        |
|   | <b>4.3</b> | <b>Ilmanvaihtojärjestelmät</b>                           | <b>36</b> |
|   | 4.3.1      | Tarpeenmukainen ilmanvaihto                              | 36        |
|   | 4.3.2      | Säätöjärjestelmät                                        | 36        |
|   | 4.3.3      | Lämmöntalteenotto (LTO)                                  | 36        |
|   | 4.3.4      | Kostutus                                                 | 37        |
|   | 4.3.5      | Yötuuletus                                               | 37        |
|   | 4.3.6      | Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset      | 37        |
|   | <b>4.4</b> | <b>Jäähdytysjärjestelmät</b>                             | <b>37</b> |
|   | 4.4.1      | Jäähdytyksen tarpeenmukainen käyttö                      | 37        |
|   | 4.4.2      | Lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto                    | 37        |
|   | 4.4.3      | Vapaajäähdytys                                           | 37        |
|   | 4.4.4      | Kylmiöt ja pakkashuoneiden lämpötilat                    | 37        |
|   | 4.4.5      | Putkisto- ja säiliöeristykset                            | 37        |
|   | 4.4.6      | Muut kylmäteknisten järjestelmien toimenpide-ehdotukset  | 38        |
|   | <b>4.5</b> | <b>Sähköjärjestelmät</b>                                 | <b>38</b> |
|   | 4.5.1      | Siirto- ja myyntitariffit                                | 38        |
|   | 4.5.2      | Valaistus                                                | 38        |
|   | 4.5.3      | LVI-laitteet                                             | 38        |

|                                 |                                                |           |
|---------------------------------|------------------------------------------------|-----------|
| 4.5.4                           | Sähkölämmitykset                               | 39        |
| 4.5.5                           | Muut sähköjärjestelmät                         | 39        |
| <b>4.6</b>                      | <b>Muut järjestelmät</b>                       | <b>39</b> |
| <b>4.7</b>                      | <b>Rakennusautomaatio</b>                      | <b>39</b> |
| <b>4.8</b>                      | <b>Rakenteet</b>                               | <b>39</b> |
| 4.8.1                           | Vuotoilmanvaihto                               | 39        |
| 4.8.2                           | Johtumishäviöt                                 | 40        |
| 4.8.3                           | Muut rakenteisiin liittyvät säästötoimenpiteet | 40        |
| <b>4.9</b>                      | <b>Muut ehdotukset ja havainnot</b>            | <b>40</b> |
| Liitteet                        |                                                | 41        |
| <b>Osa C: Esimerkkiraportti</b> |                                                | <b>1</b>  |



## Osa A: Kiinteistöjen energiakatselmusten yleisiä ohjeita

---

# 1 Kiinteistöjen energiakatselmusten yleisiä ohjeita

---

## 1.1 Käsitteitä

---

### 1.1.1 Katselmusmallit

Termi energiakatselmus määrittelee tehtävän yleisen sisällön ja tavoitteen, mutta ei sen yksityiskohtaista toteutustapaa. Energiakatselmuksen toteutustavan ja raportointivaatimusten määrittelyä varten Motiva on kehittänyt ns. katselmusmallit palvelusektorin, teollisuuden sekä energia-alan erityyppisten, kokoisten ja ikäisten rakennusten ja prosessien energiakatselmuksille.

Palvelusektorin katselmusmalleja ovat: Kiinteistön energiakatselmus ja Kiinteistön energiakatsastus. Katselmusmallit soveltuvuuskohteineen on esitelty TEM:n Energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa. Kappaleessa 1.1.2 on esitetty lyhyt kuvaus palvelusektorin katselmusmalleista.

### Suurten yritysten pakolliset energiakatselmuks

Erilaisia katselmusmalleja voidaan käyttää mallipohjana tehtäessä suuryritysten pakollisten energiakatselmusten kohdekatselmuksia. On kuitenkin huomattava, että vaikka suuryrityksen pakollisen energiakatselmuksen kohdekatselmus tehtäisiin ns. Motiva mallilla, ei siihen ole saatavissa TEM:n energiakatselmustukea. Tarkempaa tietoa suuryritysten pakollisista energiakatselmuksista löytyy TEM:n Energiakatselmustoiminnan yleisohjeista sekä energiaviraston www-sivuilta.

### 1.1.2 Kiinteistön energiakatselmus

Kiinteistön energiakatselmus on tavanomaisella tai vaativalla talotekniikan tasolla varustettujen palvelusektorin rakennusten energiakatselmus, jossa kartoitetaan rakennuksen LVIS-järjestelmien ja rakenteiden energiansäästömahdollisuudet. Esimerkkejä tavanomaisen tekniikan tason (luokka 1) kohteista ovat toimisto- ja liikerakennukset, koulut ja hotellit. Esimerkkejä vaativan tekniikan tason (luokka 2) kohteista ovat sairaalat, uimahallit, kylpylät ja suuret liikekeskukset. Kiinteistön energiakatselmusta voi käyttää myös uuden tai peruskorjatun kohteen käyttöönottokatselmuksena.

### 1.1.3 Kiinteistön energiakatsastus

Pienten palvelurakennusten energiakatselmus, jossa kenttätyö ja tulostus keskittyvät kohteen säästömahdollisuuksien raportointiin. Esimerkkejä mahdollisista katsastuskohteista ovat pieni huoltoasema, päiväkot, kyläkoulu ja varastohalli.



## Osa B: Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet

---



# Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet

---

Tässä luvussa käsitellään Kiinteistön energiakatselmuksen toteutusta ja raportointia. Varsinaisten raportointiohjeiden lisäksi on tarvittavilta osin annettu ohjeita myös katselmuksen kenttätöön suorittamista varten (esimerkiksi mittaukset). Asioiden käsittelyjärjestys noudattaa Kiinteistön energiakatselmus -esimerkkiraportin sisällysluettelon mukaista järjestystä.

## Raportin kansilehti

Raportin kansilehden tulee asettelultaan ja tietosisällöltään vastata esimerkkiraportin kansilehteä:

- Tiedot avustuspäätöksestä tulee arkistointisyistä sijoittaa vasempaan yläkulmaan.
- Katselmuksmalli on mainittava kohteen osoitetietojen yhteydessä.
- Katselmuksen ajankohta tarkoittaa kenttätöön lämmitys- ja jäähdytystarkastelujen suoritusaikaa ja raportin päiväys katselmushankkeen valmistumispäivämäärää.

## Esipuhe

Esipuheeseen kirjataan:

- katselmuksen tavoitteet
- katselmuksen rahoittajat ja rahoitusosuudet
- tilaajan yhteyshenkilöt
- katselmustyön toteuttajat.

Lisäksi raportti päivätään (= katselmuksen valmistumispäivämäärä) ja varustetaan katselmuksen nimetyn vastuuhenkilön omakätisellä allekirjoituksella.

# 1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä

Tässä luvussa esitetään yhteenveto katselmuksen päätuloksista, täsmällinen kuvaus katselmuksessa tarkastellusta kohteesta, esitetään kokonaisnäkemys kohteen energiataloudesta, esitetään erikseen tarkastellut sähkön, lämmön, polttoaineiden ja veden kulutukset ja tärkeimmät ehdotetut säästötoimenpiteet ja kaikkien toimenpiteiden arvioitu kokonaisvaikutus kohteen kulutuksiin ja kustannuksiin sekä esitetään vastaavan tyyppisten kohteiden keskimääräisiä ominaiskulutuksia (lähde mainittava). On huomattava, että vaikka ominaiskulutus olisi ns. keskimääräistä tai pienempää kuin muissa vastaavan tyyppisissä kohteissa, asiakkaalle ei perusteettomasti saa antaa kuvaa, että tämän ominaiskulutustarkastelun perusteella voidaan suoraan pitää kohteen energiatehokkuutta hyvänä.

Luvun loppuun liitetään paataulu.xls-tiedoston taulukot 1 ja 2 sekä kuvaaja, jossa esitetään energialajeittain kohteen nykyiset (= vertailuvuoden) ja säästötoimenpiteiden jälkeiset energia- ja vesikustannukset. Taulukon 1 osalta on huomattava, että se liitetään raporttiin kokonaisuudessaan jäljempänä olevan ohjeen mukaisesti.

Kulloinkin voimassa oleva paataulu.xls-tiedosto löytyy Motivan kotisivuilta energiakatselmuksia käsittelevästä sivukokonaisuudesta.

## Taulukko 1

Taulukossa 1 esitetään vallitseva kulutustilanne ja katselmuksessa todettu säästöpotentiaali ja siihen liittyvä CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemä sekä niiden toteutumiseen tarvittavat investoinnit. Tämän lisäksi taulukossa 1 esitetään myös lämmön ja polttoaineiden kulutus energialähteittäin, sähkölämmityksen osuus sähköenergiasta normitettuna ja normituksen vertailupaikkakunta. Katselmuksessa todettu säästöpotentiaali ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemä siirtyvät automaattisesti paataulu.xls-tiedoston sisällä taulukosta 2 taulukkoon 1, joten taulukkoon 1 kirjataan vain nykyiset kulutukset ja kustannukset sekä tarvittavat investoinnit jaettuna lämpö-, sähkö- ja vesi-investointeihin.

Vertailuvuosi, johon säästöjä verrataan ja josta säästöpotentiaali lasketaan, on pääsääntöisesti katselmusvuotta edeltävä täysi kalenterivuosi tämän ohjeen kohdissa 2.3.1–2.3.3 esitetyn tarkennuksin ja poikkeuksin. Mikäli tiedot eivät ole täydeltä kalenterivuodelta tai ovat osittain arvioituja, tulee taulukossa vertailuvuoden vuosiluvuksi merkitä se vuosi, jolta suurin osa tiedoista on. Kulutustietojen (lämpö, sähkö, vesi) tulee olla samalta ajanjaksolta. Lämpöenergian osalta esitetään lämmitystarveluvulla sääkorjattu (= normitettu) kulutus. Kustannukset lasketaan normitetun kulutuksen perusteella. Sähköenergian osalta taulukkoon ilmoitetaan kokonaiskulutus ja kustannukset sisältäen mahdolliset sähkölämmityksen normitetut kulutukset ja kustannukset. Mikäli kohteessa on sähkölämmitys, täytetään sen osuus (kulutus normitettuna ja sen mukaiset kustannukset) taulukon 1 soluihin *Sähkölämmityksen osuus sähköenergiasta*.

Taulukon 1 yhteyteen kirjataan taulukossa esitettyjen nykyisten kulutusten ja kustannusten määräytymisperusteet:

- Miltä aikajaksolta kulutukset ovat ja perustuvatko kulutustiedot mitattuihin vai arvioituihin kulutuksiin.
- Esitetään, ovatko kustannukset arvonlisäverollisia vai -verottomia. Katselmusta käynnistettäessä tilaajan kanssa on sovittava, käsitelläänkö katselmuksessa arvonlisäverollisia vai -verottomia hintoja.
- Esitetään, minkä ajankohdan hinnoilla kustannukset on laskettu.
- Kustannusten tulee sisältää kulutusmaksujen lisäksi myös kaikki kiinteät energian- ja vedenhankintaan liittyvät maksut kuten perusmaksut, tehomaksut, mittarivuokrat, jne.
- Poikkeustapauksissa usean vuokralaisen kohteessa (esim. kauppakeskukset tai vastaavat, joissa vuokralaisilla on oma sähköliittymä ja sähkönhankintatietojen hankkiminen epätarkoituksenmukaista tai vaikeaa) on mahdollista merkitä taulukkoon 1 sähkön kulutukseksi pelkästään kiinteistösähkön kulutus ja sitä vastaavat säästöt ja investoinnit. Tämä tieto myös merkitään selvästi taulukon huomautuskohtaan. Vuokralaisten sähkön kulutukseen liittyvät säästöehdotukset investointeineen ja säästöarvioineen raportoidaan tässä tapauksessa erikseen raportin kohtaan 4.9 ”Muut ehdotukset ja havainnot” ja yhteenvedot taulukossa 2 samannimisen otsikon alla vain nimikkeinä ilman säästöarvioita (ko. säästöjä ei lasketa yhteen taulukon 2 yhteenvetoriville).

## Taulukko 2

Taulukkoon 2 kirjataan kaikki katselmuksen yhteydessä esille tulleet toimenpide-ehdotukset. Ko. toimenpiteet kuvataan tarkemmin raportin luvussa 4 ”Ehdotetut toimenpiteet”.

Toimenpide-ehdotukset kirjataan taulukkoon 2 niiden takaisinmaksuajan mukaisessa järjestyksessä. Toimenpiteen kuvauksen lisäksi taulukkoon merkitään kunkin toimenpiteen osalta:

- investointikustannukset
- arvio saavutettavista säästöistä sekä CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemästä
- säästön arvioitu elinikä
- raportin kohta, jossa toimenpide on kuvattu tarkemmin
- sovittuja jatkotoimenpiteitä kuvaava kirjainkoodi
  - T = Toteutettu
  - P = Päätetty toteuttaa
  - H = Harkitaan toteutusta
  - E = Ei toteuteta.

CO<sub>2</sub>-päästöjen laskennassa käytettävät CO<sub>2</sub>-päästökertoimet on esitetty Motivan kotisivuilla, mutta laskennassa voi käyttää myös alueelle parhaiten soveltuvia kertoimia.

Säästötoimenpiteiden eliniän arvioinnissa voi käyttää Motivan www-sivuilla olevaa energiatehokkuussopimustoiminnan säästölaskennan pelisääntöjen liitteenä olevia taulukoita.

Pelkästään kustannuksia säästävä osuus kirjataan taulukon 2 kohtaan ”muut” - kustannussäästöt. Tällaisia säästöjä ovat mm. kaukolämmön tilausvesivirran pienentämisestä syntyvä säästö, sähkötariffin vaihdosta syntyvä säästö, sähkön laskutustehon pienentämisestä syntyvä säästö jne.

Energiatehokkuustoimenpide-ehdotusten lisäksi taulukkoon 2 voidaan kirjata katselmuksen yhteydessä esille tulleet muut energian käyttöön ja tehokkuuteen liittyvät havainnot ja toimenpide-ehdotukset, joiden toteuttaminen ei ole pelkästään energiataloudellisin syin perusteltavissa. Nämä toimenpiteet esitellään tarkemmin raportin luvussa 4.9. Muiden toimenpiteiden

ja havaintojen osalta taulukkoon 2 kirjataan vain toimenpiteen kuvaus ja raportin kohta, jossa toimenpide on kuvattu tarkemmin. Investointikustannuksia ja mahdollisia säästöarvioita ei näiden toimenpiteiden osalta kirjata taulukkoon 2, koska ko. tiedot siirtyvät automaattisesti paa-  
taulu.xls-tiedoston sisällä taulukkoon 1 ja näin vääristäisivät taulukon 1 yhteenvedoa.

Niissä usean vuokralaisen katselmuskohteissa, joissa taulukkoon 1 on merkitty kulutukseksi pelkästään kiinteistösähkön kulutus ja sitä vastaavat säästöt ja investoinnit, vuokralaisten sähkön käyttöä koskevat säästöehdotukset esitetään myös erikseen taulukossa 2, kuten edellä on todettu otsikolla "Muut ehdotukset ja havainnot" ja toimenpiteiden kuvaukset säästölaskelmiseen raportoidaan kohdassa 4.9 ja yhteenvetona kohdassa 1.

Kohteen nimi, osoite ja raportin päiväys siirtyvät automaattisesti paataulu.xls-tiedoston sisällä kohteen perustiedoista taulukon 2 otsikkokenttään.

### **Kulutus- ja kustannustietojen tarkistaminen**

Raportissa esitetään katselmuskohteen energian kulutus- ja kustannustietoja sekä toimenpide-  
ehdotusten investointikustannuksia ja säästöarvioita useassa eri yhteydessä:

- luvun 1 taulukossa 1
- luvun 1 taulukossa 2
- luvussa 2.3
- luvussa 4.

Katselmoijien tulee huolehtia siitä, että raportin yhteenvetokohdassa ja eri luvuissa esitetyt kulutus- ja kustannustiedot sekä säästöpotentiaalit ja investoinnit eivät ole ristiriidassa keskenään.

## 2 Kohteen energiankäytön nykytila

---

### 2.1 Kohteen tiedot

---

Raporttiin kirjattavat katselmuskohteen tiedot on esitetty esimerkkiraportissa. Rakennustyyppi valitaan rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaan käyttäen Tilastokeskuksen rakennusluokituksen mukaista kolminumeroista luokitusta (luokitukset löytyvät tilastokeskuksen www-sivuilta). Lisäksi kuvataan, miten kohteen tilavuus ja/tai pinta-ala jakautuu eri toimintoihin ja käyttötarkoituksiin.

Rakennuksen käyttötarkoitus ja toiminta -kohdassa kuvataan ne toiminta-, kapasiteettiyms. tiedot, jotka oleellisesti vaikuttavat ja/tai ovat vaikuttaneet rakennuksen energian ja veden kulutukseen.

### 2.2 Energian ja veden hankinta

---

Lämpöenergian osalta kirjataan:

- rakennuksen lämmöntuotantotapa (kaukolämpö, öljykattila, maakaasukattila, hakekattila, sähkövaraaja jne.) sekä kaukolämpökohteissa lisäksi lämmön toimittaja
- lämmönlähteen teho (tilausteho/tilausvesivirta, kattilateho, sähkövaraajan tilavuus/sähköteho jne.).

Sähköenergian osalta kirjataan:

- jakeluverkon haltija ja siirtotariffin tyyppi
- sähkön myyjä ja myyntitariffin tyyppi
- vuokralaisten sähkön hankinta
- sähköliittymän koko.

Veden osalta kirjataan:

- veden hankinta
- jätevesien käsittely.

### 2.3 Energian ja veden kulutus

---

#### 2.3.1 Lämpöenergia

##### Vuosikulutus

Lämpöenergian vuosikulutustiedot esitetään pääsääntöisesti katselmusvuotta edeltäviltä kolmelta täydeltä kalenterivuodelta seuraavin poikkeuksin:

- Mikäli katselmusta suoritettaessa todetaan, että kohteen kulutustaso on katselmuksen suoritusvuonna oleellisesti muuttunut edellisestä vuodesta (käyttö, toiminta, käyttöaste, ym. kulutukseen vaikuttava tekijä on muuttunut), tulee taulukossa viimeisen vuoden kulutuksena esittää nykyistä toimintaa ja käyttöastetta vastaava arvioitu tai laskettu kulutus.

- Mikäli katselmusta toteutetaan vuoden viimeisinä kuukausina, voidaan taulukossa viimeisen vuoden kulutuksena esittää arvio katselmuksen suoritusvuoden toteutuvasta kulutuksesta esittämällä kulutuksena viimeisen 12 kuukauden kulutus.

Kulutustiedot esitetään numeroarvoina taulukossa ja kuvaajana. Mikäli viimeisen vuoden kulutustiedot eivät ole katselmusvuotta edeltävältä täydeltä kalenterivuodelta, tulee viimeisen vuoden kulutustietojen määräytymisperuste esittää vuosikulutustaulukon yhteydessä. Taulukossa esitetään toteutuneen kulutuksen lisäksi myös lämmitystarveluvulla sääkorjatut vuosikulutukset sekä ominaiskulutukset.

Ominaiskulutuksia verrataan vastaavanlaisten kohteiden keskimääriin ominaiskulutuksiin (lähde mainittava) sekä arvioidaan toiminnallisia ym. syitä, jos ominaiskulutus poikkeaa merkittävästi keskimääristä. On huomattava, että vaikka kulutus olisi ns. keskimääristä tai pienempää kuin muissa vastaavan tyyppisissä kohteissa, asiakkaalle ei perusteettomasti saa antaa kuvaa, että tämän tarkastelun perusteella voidaan suoraan pitää kohteen energiatehokkuutta hyvänä. Myös mikäli vuosikulutuksissa on tapahtunut oleellisia vaihteluita, tarkastellaan ja raportoidaan kulutusvaihteluiden mahdollisia syitä tavoitteena säästömahdollisuuksien paljastaminen.

Mikäli kohteen kuukausittainen mitattu lämmönkulutustieto on saatavissa, on myös se suositeltavaa esittää tässä kappaleessa analysointineen.

### **Kulutusjakauma laiteryhmittäin**

Lämmitysenergian laskennallinen kulutusjakauma esitetään viimeisen vuoden normitetulle kulutukselle. Kulutusjakaumassa arvioidaan lämmitysenergian jakautuminen lämmityksen, ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden lämmityksen kesken ja kerrotaan arvioinnin tai laskennan perusteet. Omalla kattilalaitoksella varustetuissa kohteissa kulutusjakaumassa esitetään em. lisäksi myös arvio kattilalaitoksen häviöistä. Raportissa kommentoidaan lyhyesti esitettyä kulutusjakaumaa. Kulutusjakauma esitetään taulukkomuodossa ja/tai kuvaajana.

### **Kustannukset ja tariffi**

Kiinteistön lämpöenergiamaksut jaetaan perusmaksuun ja energiamaksuun, ja ne määritetään viimeisen vuoden normitetun kulutuksen ja katselmuksajankohdan hintojen perusteella. Mikäli kuitenkin katselmusta suoritettaessa on tiedossa lähiaikoina tulevia muutoksia katselmuksajankohdan mukaiseen hintatasoon, käytetään laskelmissa tulevan uuden hintatason mukaisia hintoja. Raporttiin kirjataan maksujen määräytymisperusteiden lisäksi katselmuksessa käytettävät hinnat. Energiamaksut esitetään taulukkomuodossa ja/tai kuvaajana.

#### **2.3.2 Sähköenergia**

##### **Vuosikulutus**

Sähköenergian kulutustiedot esitetään vastaavalta ajanjaksolta ja vastaavalla tavalla määritettynä kuin lämpöenergian kulutustiedot. Raportissa tulee mainita, mitä ajankohtaa esitetty kulutuslukemat edustavat. Erityisesti usean käyttäjän tai vuokralaisen tapauksessa on tärkeää, että tässä selkeästi todetaan myös, mitä kulutusta esitetty lukemat edustavat.

Taulukossa esitetään toteutuneen kulutuksen lisäksi myös ominaiskulutukset. Toteutunut kulutus esitetään jaettuna siirtotariffin aikajaksoihin. Siirtotariffin mukainen kulutusjakauma esitetään eri vuosilta myös kuvaajana.

Ominaiskulutuksia verrataan vastaavanlaisten kohteiden keskimääräisiin ominaiskulutuksiin (lähde mainittava) sekä arvioidaan toiminnallisia ym. syitä, jos ominaiskulutus poikkeaa merkittävästi keskimääräisistä. On huomattava, että vaikka kulutus olisi ns. keskimääräistä tai pienempää kuin muissa vastaavan tyyppisissä kohteissa, asiakkaalle ei perusteettomasti saa antaa kuvaa, että tämän tarkastelun perusteella voidaan suoraan pitää kohteen energiatehokkuutta hyvänä. Myös mikäli vuosikulutuksissa on tapahtunut oleellisia vaihteluita, tarkastellaan ja raportoidaan kulutusvaihteluiden mahdollisia syitä tavoitteena säästömahdollisuuksien paljastaminen. Jos kohteessa on jo olemassa oleva aurinkosähköjärjestelmä, tulisi sen tuotanto ja kohteessa käytetty sähkö ottaa myös huomioon kulutuksissa ja sen jakaumissa.

### **Kulutusjakauma laiteryhmittäin**

Raportissa esitetään sähköenergian arvioitu kulutusjakauma laiteryhmittäin. Sähkönkulutus on jaettava vähintään laiteryhmiin: sisävalaistus, ulkovalaistus, LVI-laitteet, sähkölämmitys, keittiölaitteet ja muu kulutus. Kulutusjakauma-arvio tehdään niin tarkaksi, että koko kulutus hallitaan riittävän yksityiskohtaisesti ja luotettavasti, ts. myös laiteryhmäjakaumaa täsmennetään tila- tai laitekohtaiseen kulutukseen. Kulutusjakauma esitetään taulukkona ja/tai kuvaajana. Kulutusjakaumaa kommentoidaan tarvittavilta osin (esim. miksi jonkun tietyn laiteryhmän osuus kokonaiskulutuksesta on suuri).

### **Kuukausikulutukset**

Tariffivertailua ja laiteryhmäkohtaista kulutusjakauma-arviota varten jaetaan vuotuinen sähkön kulutus kuukausi- ja pv/yö-kulutuksiin niin, että vaihtoehtoisten tariffien vuosikustannusvertailut voidaan tehdä. Ko. tariffit aikajaksoineen ja kulutusjakauma-arvioineen esitetään raportissa.

Kulutusjakauma-arviot tehdään laskutustietoihin, jakeluverkonhaltijalta saataviin tuntitehotietoihin, erillisiin mittauksiin (ks. jäljempänä kohta Kuormitusvaihtelu) sekä näistä tehtyihin laskelmiin ja arvioihin perustuen. Kulutusjakauma-arvion perusteet esitetään raportissa. Kuukausikulutukset esitetään taulukossa lukuarvoina ja/tai kuvaajana.

### **Huipputeho**

Tariffivertailua ja laiteryhmäkohtaista kulutusjakauma-arviota varten on katselmuksen yhteydessä selvitettävä kohteen huipputeho joko laskutuksen, jakeluverkonhaltijalta saatavien tunti-tehotietojen tai erikseen suoritettavien mittausten perusteella. Perusteet tehotietojen arvioimiselle on esitettävä raportissa. Mikäli loisteholla ei ole merkitystä tariffitarkastelun, liittymän kapasiteetin tms. syyn johdosta, voidaan loisteho jättää tarkastelun ulkopuolelle.

Tehotariffikohteissa raporttiin kirjataan suurimman huipputehon esiintymisajankohta, tehomaksujen määräytymisperusteet (lois- ja pätöteho) sekä keskimääräiset laskutustehot. Tehotiedoista lasketaan kohteen ominaiskuormitukset sekä huipunkäyttöaika, joita mahdollisuuksien mukaan hyödynnetään energiatehokkuusarvioinnissa ja verrataan vastaavanlaisten kohteiden vastaaviin arvoihin.

## **Kuormitusvaihtelu**

Katselmuksen yhteydessä selvitetään sähkökuormituksen vaihtelut esimerkiksi jakeluverkon haltijalta saatavien tuntitehotietojen tai erillismittausten tai -tarkastelujen perusteella.

Tuntitehokäyrän avulla pyritään mm. selvittämään sähkönkäytön tarpeenmukaisuus etenkin öisin ja viikonloppuisin sekä arvioimaan kulutusjakaumaa tariffitarkastelua varten. Vähimmäisvaatimukset ja ohjeet tuntitehokäyrän mittaamisesta on esitetty TEM:n Energia-katselmustoiminnan yleisohjeissa.

Raportissa esitetään lyhyt yhteenveto kuormitusvaihteluista. Yhteenvedossa kuvataan kohteen kuormitusta eri päivinä ja vuorokaudenaikoina sekä esitetään kohteen kuormituksesta ja sen ajoittumisesta tehdyt havainnot ja johtopäätelmät. Kilpailutetun sähkönhankinnan vuotuisista tuntitehotiedoista esitetään edustava otos eri ajanjaksojen kuormituksista kuvina raportin liitteenä.

## **Kustannukset ja tariffit**

Kohteen sähköenergiamaksut esitetään viimeisen vuoden ajalta. Maksut jaetaan käytettyjen tariffien (siirto/myynti) mukaisiin komponentteihin, ja ne määritetään viimeisen vuoden kulutuksen ja katselmuksajakohdan hintojen perusteella. Mikäli kuitenkin katselmusta suoritettaessa on tiedossa lähiaikoina tulevia muutoksia katselmuksajakohdan mukaiseen hintatasoon, käytetään laskelmissa tulevan uuden hintatason mukaisia hintoja. Raporttiin kirjataan maksujen määräytymisperusteiden lisäksi katselmuksessa käytettävät hinnat. Energiamaksut esitetään taulukkomuodossa ja kuvaajana.

### **2.3.3 Vesi**

#### **Vuosikulutus**

Veden kulutustiedot esitetään vastaavalta ajanjaksolta ja vastaavalla tavalla määritettyinä kuin lämpöenergian kulutustiedot. Taulukossa esitetään toteutuneen kulutuksen lisäksi myös ominaiskulutukset. Toteutuneet kulutukset esitetään myös kuvaajana.

Ominaiskulutuksia verrataan vastaavanlaisten kohteiden keskimääräisiin ominaiskulutuksiin (lähde mainittava) sekä esitetään arvio syistä, jos ominaiskulutus poikkeaa merkittävästi keskimääräisistä arvoista. Myös mikäli vuosikulutuksissa on tapahtunut oleellisia vaihteluita, tulee raportissa esittää arvio kulutusvaihteluiden syistä. Veden kulutusjakauma arvioidaan varsinkin, jos vesikustannukset ovat merkittävät.

Mikäli kohteen kuukausittainen tai tuntitason mitattu veden kulutustieto on saatavissa, on myös ne suositeltavaa esittää tässä kappaleessa analysointieineen.

#### **Kustannukset ja tariffi**

Raportissa esitetään kohteen vuotuiset vesikustannukset. Maksut jaetaan kulutusmaksuihin (vesi ja jätevesi) ja kiinteisiin maksuihin (perus- ja sprinklerimaksut sekä mittarivuokrat) ja ne määritetään viimeisen vuoden kulutuksen ja katselmuksajakohdan hintojen perusteella. Mikäli kuitenkin katselmusta suoritettaessa on tiedossa lähiaikoina tulevia muutoksia katselmuksajakohdan mukaiseen hintatasoon, käytetään laskelmissa tulevan uuden hintatason mukaisia hintoja. Raporttiin kirjataan maksujen määräytymisperusteiden lisäksi katselmuksessa käytettävät hinnat. Vesimaksut esitetään taulukkomuodossa ja kuvaajana.

## 2.4 Kiinteistön käyttö ja ylläpito

---

### 2.4.1 Käyttö- ja huolto-organisaatio

Kuvaus kohteen käyttö- ja huolto-organisaatiosta ja sen toiminnasta energiatalouden kannalta tarkasteltuna. Tekstissä esitetään toimet energiatehokkuuden parantamisen kannalta.

### 2.4.2 Kulutusseuranta

Kuvaus kohteen kulutusseurannasta ja kulutusseurannan hyödyntämisestä kohteen energiatalouden hallinnassa. Tekstissä esitetään mittaroinnin täydennystarpeet energiataseiden ja –tehokkuuden kannalta.

### 2.4.3 Tekniset asiakirjat

Kommentit katselmusta suoritettaessa käytössä olleista teknisistä asiakirjoista: piirustukset, mittauspöytäkirjat, huoltokirja, sähköjärjestelmien huoltosuunnitelma ja määräaikaistarkastukset.

### Luvun 3 laajuus ja käsittelytapa

Luvun tarkoituksena on keskittyä kohteen olemassa olevien järjestelmien energiatalouden ja käytön tarkoituksenmukaisuuden arviointiin. Kunkin jäljempänä esitetyn järjestelmän osalta on soveltuvilta osin kommentoitava seuraavia järjestelmän energiatalouteen liittyviä näkökohtia, vaikka niistä ei olisi erillistä mainintaa jäljempänä ko. järjestelmän käsittelyn yhteydessä:

- tarve ja käyttö
- järjestelmän ja/tai laitteen energiatehokkuus
- ohjaustapa ja sen soveltuvuus sekä ohjauksen toimivuus
- säätötapa ja sen soveltuvuus sekä säädön toimivuus
- toimintaparametrit ja niiden tarkoituksenmukaisuus (asetusarvot, käyntiajat)
- energiatalouden tehostamismahdollisuudet.

Raportissa esitetään kaikki tämän ohjeen mukaiset otsikot. Mikäli raportoitavassa kohteessa ei ole esitetyn otsikon mukaista järjestelmää, kirjataan ko. otsikon kohdalle, että kohteessa ei ole mainittua järjestelmää. Tarvittaessa voidaan kohteen raportti laatia esitettyä laajemmaksikin.

### Mittaukset

Järjestelmien nykyisen toimintakunnon selvittämiseksi katselmuksen kenttätyön yhteydessä suoritetaan jäljempänä esitetyt mittaukset. Mittaustulokset voidaan esittää joko raportissa ao. järjestelmän kuvauksen yhteydessä tai vaihtoehtoisesti mittaustulokset esitetään raportin liitteissä. Kaikista mittauksista esitetään kuitenkin yhteenveto johtopäätöksineen raportissa ao. järjestelmän kuvauksen yhteydessä.

Rekisteröivät mittaukset suoritetaan joko erillisillä dataloggereilla tai kohteeseen mahdollisesti asennetun rakennusautomaatiojärjestelmän mittausseurantaohjelmiston avulla. Seurantajakson pituus valitaan siten, että seurannan avulla voidaan päätellä ko. järjestelmän toiminta erilaisissa käyttötilanteissa (päiväkäyttö, yökäyttö, käynnistystilanne jne.).

### 3.1 Lämmitysjärjestelmät

---

#### 3.1.1 Yleistä

Kuvaus kohteen lämmöntuotannosta sekä lämmönjakelun ja -luovutuksen periaatteista (mm. patteri- ja IV-verkostot, tuulikaappi- ja oviverhokojeet jne.) sekä verkoston kunnosta (vuodot, eristykset, linjasäätö- ym. venttiilit jne.).

### 3.1.2 Energian mittaus

Kuvaus kohteen lämpömittauksista vaikutusalueineen. Lisäksi raportissa otetaan kantaa nykyisen mittaroinnin riittävyyteen ja tarkoituksenmukaisuuteen energian käytön ja kustannusten hallinnan kannalta tarkasteltuna.

### 3.1.3 Lämmöntuotanto ja uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuus

Kuvaus kohteen lämmöntuotannon periaatteista tehotietoineen. Mikäli kohde on liitetty kaukolämpöön, esitetään arvio nykyisen tilaustehon/tilausvesivirran tarpeenmukaisuudesta. Arvio voi perustua vuotuisista lämmönkulutuksista ja lämmitystarveluvuista laskettuihin kaukolämmön laskennallisiin huipputehoihin tai, jos kuukausittaiset kulutus- ja lämmitystarveluvut ovat käytettävissä, kuukausittaiseen tarkasteluun. Tilaustehon/tilausvesivirran arvioinnissa voidaan myös hyödyntää mahdollista tuntitehon/virran mittausta, mikäli sellainen on käytettävissä. Arvion perusteella tehdään ehdotukset mahdollisesta tilausvesivirran pienentämisestä ja jatko-neuvotteluista lämpölaitoksen edustajan kanssa. Tilaustehon/tilausvesivirran määrittämisessä tulee kuitenkin huomioida, että kaukolämpöyhtiöllä on erilaisia tapoja määrittää tilaustehon/tilausvesivirran oikeellisuus. Jos kaukolämpöyhtiö tekee tilausvesivirran tai -teho tarkastelut itse, tulee tämä mainita raportissa.

Mikäli kohteessa käytetään fossiilisia polttoaineita lämmön ja/tai sähkön tuotannossa tai mikäli kohteessa on sähkölämmitys, on raportissa tarkasteltava uusiutuvien energialähteiden käyttömahdollisuudet seuraavien vaihtoehtojen osalta:

- Fossiilisen polttoaineen korvaaminen puuperäisellä polttoaineella
- Sähkölämmityskohteissa lämpöpumppujen hyödyntäminen rinnakkaisena tai pääasiallisena lämmöntuotantomuotona tai lämmön talteenotossa.

Lämpöpumpputarkastelu tehdään myös muissa kuin sähkölämmityskohteissa, mikäli arvioidaan lämpöpumppuvaihtoehdon olevan taloudellisesti kannattava. Uusiutuvan energian osalta jokaisessa katselmuskohteessa tulee myös käsitellä aurinkosähkön tuottamisen mahdollisuus karkealla tasolla kohteessa. Nämä tulokset voi esittää sähköjärjestelmiä käsittelevässä kappaleessa.

### 3.1.4 Lämmönjakelu

#### Sisälämpötilat

Katselmuksen kenttäkierroksen aikana mitataan sisälämpötilat otoksella, jonka perusteella voidaan määritellä kohteen sisälämpötilojen tasaisuus, keskimääräinen sisälämpötila ja mahdollinen lämmitysenergian säästöpotentiaali. Raportissa esitetään yhteenveto ja kommentit suoritetuista sisälämpötilamittauksista sekä johtopäätökset (patteriverkostojen perussäädön tarve, säätökäyrien taso, ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmän toimivuus jne.) Erityistä huomiota tulee kiinnittää ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmän yhteisvaikutukseen, etenkin, koska sisälämpötiloihin vaikuttavia seikkoja on lukuisia eivätkä erot huonelämpötiloissa välttämättä johdu perussäädön puutteista.

Huonelämpötilojen mittauspöytäkirjat esitetään tässä kohdassa taulukoituna tai erikseen raportin liitteenä. Huonelämpötilojen mittauspöytäkirjassa esitetään seuraavat tiedot:

- mittauksen päiväys
- mittausajankohdan ulkoilman olosuhteet (ulkolämpötila, säätila: pilvinen/puolipilvinen/aurinkoinen, tyyni/tuulinen/myrskyisä)
- mittauspiste
- mittauspistekohtaisesti
  - tilaa palveleva patteriverkosto
  - tilaa palveleva tuloilmakone
  - mitattu huonelämpötila
  - patteriventtiili (käsiikäyttöinen/termostaattinen patteriventtiili)
  - tilan sisäinen lämpökuorma (tyhjä huone/normaali kuorma/raskas kuorma)
  - auringon vaikutus (ei lainkaan/vähäinen/suuri).

Lämpötilojen mittauspisteet voidaan esittää myös rakennuksen pohjakuvassa, jolloin niiden tarkka sijainti rakennuksessa tulee selville havainnollisesti.

### **Patteriverkostot**

Patteriverkoston toteutuksen ja toiminnan energiatalouteen liittyvä kuvaus:

- palvelualueet
- säädön toteutus
- asetusarvot ja säädön toiminta sekä arvio säätökäyrän tasosta
- yölämpötilapudotus tai muu lämmityksen optimointitoiminto sekä kommentit niiden käytön tai käyttöönoton tarkoituksenmukaisuudesta
- pumppujen ohjaus sekä arvio ohjauksen tarpeellisuudesta
- vesivirtojen perussäädön säätömahdollisuudet (linjasäätöventtiilit) sekä arvio perussäädön tarpeesta
- termostaattiset patteriventtiilit, niiden määrä ja toimintakunto.

### **IV-verkostot**

IV-verkoston toteutuksen ja toiminnan energiatalouteen liittyvä kuvaus

- palvelualueet
- säädön toteutus
- asetusarvot ja säädön toiminta sekä arvio säätökäyrän tasosta
- pumppujen ohjaus sekä arvio ohjauksen tarpeellisuudesta
- vesivirtojen perussäädön säätömahdollisuudet (linjasäätöventtiilit) sekä arvio perussäädön tarpeesta.

### **Lämmitysverkostoihin kytketyt lämmityslaitteet**

Kohteen tuulikaappi- ja oviverhokojien ym. lämmitysverkostojen toteutuksen ja energiatehokkuuden kuvaus (palvelualueet, ohjaus- ja säätötavat, asetusarvot) sekä kommentit käyttöparametrien tarkoituksenmukaisuudesta.

Kaikkien edellä mainittujen säätökäyrien arviointia helpottaa graafinen esitystapa.

## 3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

---

### 3.2.1 Yleistä

Kohteen vesi- ja viemärijärjestelmien kuvaus (veden hankinta ja jätevesien käsittely) sekä havainnot verkoston kunnosta (esim. vuodot, eritykset, paineenkorotukset/-alennukset jne.).

### 3.2.2 Veden mittaus

Kuvaus kohteen vesimittareista vaikutusalueineen. Lisäksi raportissa otetaan kantaa nykyisen mittaroinnin riittävyyteen ja tarkoituksenmukaisuuteen energiatalouden ja jätevesikustannusten kannalta tarkasteltuna.

### 3.2.3 Lämpimän käyttöveden energiatalous

Kuvaus verkostoittain vähintään seuraavassa laajuudessa:

- säädön toteutus ja toiminnan tarkistus
- asetusarvo ja säädön toiminta sekä kannanotto käyttöveden lämpötilatasoon (missään runkoverkon osassa ei saa alittaa 50 °C, yli 65 °C vesi voi aiheuttaa palovammoja)
- kiertojohdon paluuveden lämpötila (mitataan katselmuksen kenttätyön yhteydessä) sekä kommentit paluuveden lämpötilan tasosta.

### 3.2.4 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso

Kuvaus kohteen vesikalusteista (hanatyypit, WC-huuhtelusäiliöiden koot, jne.) ja muista laitteista (astianpesukoneet, astioiden lajittelulinjastot, jne.).

Katselmuksen yhteydessä mitataan vesikalusteiden virtaamat otoksella, jonka perusteella voidaan määritellä keskimääräiset virtaamat ja mahdollinen veden kulutuksen säästöpotentiaali. Raportissa esitetään yhteenveto ja kommentit suoritetuista mittauksista sekä johtopäätökset veden säästöpotentiaalista. Mittauspöytäkirja esitetään raportin liitteessä.

Raportissa esitetään arvio vesijohtoverkoston painetasosta ja sen vaikutuksesta kohteen veden kulutukseen. Painetaso selvitetään esimerkiksi paikallisen painemittarin avulla, kaukolämpökohteessa lämpimän käyttöveden kylmän veden syötön yhteydessä olevasta painemittarista tai mitataan tarvittaessa erillisellä painemittarilla.

## 3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

---

### 3.3.1 Yleistä

Kohteen ilmanvaihdon yleiskuvaus, jossa käsitellään ainakin seuraavat asiat:

- ilmastoinnin/ilmanvaihdon toteutus (koneellinen, luonnollinen jne.)
- tuloilma-, poistoilma- yms. koneiden lukumäärät
- energiatalouden kannalta oleelliset näkökohdat (esim. lämmöntalteenottojen kattavuus ja toimivuus, kustutus, jäähdytys, ilmavirtasäätö jne.)
- ohjaus- ja säätötoimintojen toteutus
- käyttöperiaatteet ja käyntiajat
- ilmavirtojen säätötavat ja -mahdollisuudet.

### 3.3.2 Ilmanvaihtokoneet

Kohteen kaikista tai isoissa kohteissa vähintään energiataloudellisesti tärkeistä tulo- ja poistoilmakoneista esitetään seuraavat nykytilanteen mukaiset tiedot:

- tunnus
- palvelualue
- koneen ikä
- ilmavirta (1/1- ja ½-tehot erikseen ja arvio ilmavirroista eri vuodenaikoina ilmavirtasäätöissä ratkaisuihin)
- koneen rakenne
- säätötapa ja säädön asetusarvot
- tuloilman lämpötila, jonka perusteella koneen nykyinen energiankulutus on laskettu
- ohjaustapa mm. lisäaikapainikkeet
- käyntiajat, joiden perusteella koneen nykyinen energiankulutus on laskettu
- muut koneen energiankulutukseen vaikuttavat tekijät (esim. tehonvaihtolämpötila, lämmöntalteenoton hyötysuhde, palautusilmasuhde jne.).

On suositeltavaa esittää edellä mainitut tiedot erillisessä taulukossa raportin liitteenä.

#### Ohjaustavat ja käyntiajat

Nykyisen toteutuksen, käytön ja käyttötarpeen analysointiin perustuvat johtopäätökset energiatehokkuudesta (toimenpide-ehdotukset esitetään yksityiskohtaisesti kohdassa 4).

#### Ilmavirrat ja palvelualueet

Nykyisen toteutuksen, ilmavirtojen ja tarpeen analysointiin perustuvat johtopäätökset energiatehokkuudesta (toimenpide-ehdotukset esitetään yksityiskohtaisesti kohdassa 4).

#### Säätötavat, asetusarvot ja säädön toiminta

Nykyisen toteutuksen ja toiminnan analysointiin perustuvat johtopäätökset energiatehokkuudesta (toimenpide-ehdotukset esitetään yksityiskohtaisesti kohdassa 4).

Säädön toiminta varmistetaan konekohtaisten mittausten avulla. Katselmuksen kenttätyön yhteydessä mitataan vähintään hetkellismittauksina energiataloudellisesti merkittävien tuloilmakoneiden sisäänpuhalluslämpötilat ja lämmöntalteenottojen hyötysuhteet normaalissa lämmityskauden käyttötilanteessa. Merkittävien tuloilmakoneiden säädön toiminta tarkistetaan rekisteröivän mittausseurannan avulla (dataloggerilla tai rakennusautomaation avulla). Perustelluista syistä voidaan rekisteröivä mittaus jättää tekemättä (mm. katselmuksen kohteen pienuus, ilmastoinnin pieni energiakustannusosuus kohteessa, koneen pieni energiankulutusosuus ilmastoinnin lämmönkulutuksesta tms.).

## **Lämmöntalteenottolaitteet**

Nykyisen ilmanvaihdon toteutuksen ja toiminnan analysointeihin perustuvat johtopäätökset olemassa olevien LTO-laitteiden energiatehokkuudesta tuloilmakoneittain sekä lämmöntalteenoton lisäämismahdollisuuksista (toimenpide-ehdotukset esitetään yksityiskohtaisesti kohdassa 4).

Olemassa olevan lämmöntalteenoton toiminta varmistetaan mittaamalla lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteet. Mittaustuloksia arvioitaessa on otettava huomioon lämmöntalteenoton jälkeen tuloilman kanavassa tapahtuva merkittävä lämpötilajakauman muodostuminen. Mitatut hyötysuhteet esitetään koneittain ja esitetään tähän perustuen arvio lämmöntalteenottolaitteiden toiminnasta. Vesiglykolijärjestelmissä on myös suositeltavaa selvittää liuoksen glykolipitoisuus ja esittää johtopäätökset tuloilmakonekohtaisesti.

## **Kostutuslaitteet**

Kuvaus ilmanvaihdon kostutuslaitteista ja niiden energiankulutuksesta sekä johtopäätökset kostutuksen toiminnasta, asetusarvoista sekä niiden tarpeenmukaisuudesta sekä energiatehokkuudesta.

## **Yötuuletus**

Kuvaus yötuuletuksen käyttöönotto- ja lisäämismahdollisuuksista tai nykyisestä toiminnasta, toimintaparametreista ja tarkoituksenmukaisuudesta.

## **Ilmanvaihdon energiankulutus**

Raportissa esitetään nykytilanteen mukaiset tuloilmakonekohtaiset energiankulutukset (lämpö, sähkö). Tulokset esitetään ilmanvaihtokonekohtaisesti kuvaajana joko raportissa tai erillisessä liitteessä. Poikkeavien kuluttajien osalta esitetään myös arvio syistä, jotka ovat johtaneet poikkeaman syntymiseen.

### **3.4 Jäähdytysjärjestelmät**

---

#### **3.4.1 Ilmanvaihdon ja huonetilojen jäähdytys**

##### **Ilmanvaihdon jäähdytys**

Kuvaus ilmanvaihdon jäähdytyksen toteutuksesta ja energiantehokkuudesta (jäähdytys- ja sähkötehot, ohjaus- ja säätötavat, asetusarvot, lauhdelämmön talteenotto, vapaajäähdytyksen hyödyntäminen jne.) sekä kommentit jäähdytyksen toiminnasta ja käyttöparametrien tarpeenmukaisuudesta. Johtopäätökset energiatehokkuudesta (toimenpide-ehdotukset esitetään yksityiskohtaisesti kohdassa 4).

##### **Huonetilojen jäähdytys**

Kuvaus tilojen jäähdytyksen toteutuksesta (jäähdytys- ja sähkötehot, ohjaus- ja säätötavat, asetusarvot, lauhdutus, lauhdelämmön talteenotto, jne.) sekä kommentit jäähdytyksen toiminnasta ja käyttöparametrien tarpeenmukaisuudesta. Jäähdytysjärjestelmien osalta huomioita tulee

kiinnittää erityisesti siihen, että huonetilojen jäähdytyksen ohjaus toimii siten, että tiloja ei jäähdytetä ja lämmitetä samanaikaisesti.

#### 3.4.2 **Muu jäähdytys mm. kylmäsäilytys**

Kuvaus kohteen kylmälaitteistosta (jäähdytys- ja sähkötehot, lauhdutus, lauhdelämmön talteenotto, jne.) sekä kommentit laitteiden toiminnasta ja käyttöparametrien tarkoituksenmukaisuudesta. Katselmuksen yhteydessä mitataan merkittävien kylmiöiden ja pakkahuoneiden sisälämpötilat, jotka esitetään myös raportissa. Erityiskohteissa mm. kaupan kylmälaitteet voivat olla merkittävä energiankuluttaja ja tällöin ko. järjestelmät katselmoidaan perusteellisesti.

### 3.5 **Sähköjärjestelmät**

---

#### 3.5.1 **Yleistä**

Kuvaus sähköjakeluverkon rakenteesta erityisesti sähkölaskutuksen ja kustannussäästön näkökulmasta (liittymän jännite, pääsulakekoko, mahdollisen muuntamon ja pääkeskuksen sijainti, loistehon kompensoinnin toteutus, sähköjakelujärjestelmän tyyppi jne.).

#### 3.5.2 **Energian mittaus**

Kuvaus laskutus- ja alamittauksista vaikutusalueineen. Lisäksi raportissa otetaan kantaa nykyisen mittaroinnin riittävyyteen ja tarkoituksenmukaisuuteen energian käytön ja kustannusten hallinnan kannalta tarkasteltuna.

#### 3.5.3 **Sähkönhankinta**

Kuvaus kohteen sähkönhankinnasta (myynti ja siirto) sekä arvio nykyisten tariffien (myynti- ja siirtotariffi) edullisuudesta (viittaus tariffitarkasteluun). Raportissa esitetään tariffivertailu kaikkien kohteessa mahdollisesti kyseeseen tulevien paikallisen jakeluverkonhaltijan vaihtoehtoisien siirto- ja myyntitariffien välillä. Mikäli kohteen sähkönmyynti on kilpailutettu, ei tariffivertailua tarvitse myyntitariffin osalle tehdä. Mikäli paikallisella jakeluverkon haltijalla on vain yksi kohteelle soveltuva siirtotariffi, riittää, että asia mainitaan raportissa.

#### 3.5.4 **Sähkön kulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin**

##### **Valaistus**

##### **Valaistuksen energian kulutus ja kulutusjakauma**

Kohdassa esitetään katselmuksen kohteen valaistusenergian kokonaiskulutus ja kuvaaja jakaumasta tärkeimpiin tyyppitiloihin. Kulutusjakauma-arvio laaditaan kenttätyön yhteydessä suoritettuihin tilakohtaisiin tarkasteluihin perustuen.

##### **Valaistustoteutuksen yleiskuvaus**

Tässä kohdassa on tarkoitus esittää yhteenvedonomaaisesti kohteen valaistuksen perusratkaisut tarkoituksena rajoittaa toistoa tyyppitilakohtaisessa raportoinnissa.

Mahdollisesti mitatut valaistusvoimakkuudet voidaan esittää tässä kootusti, erillisellä liitteellä tai tilatyypikohtaisesti. Useimmiten tyyppitilakohtainen esitys johtopäätöksineen on suositeltavin.

### **Valaistuksen energiatehokkuus ja kulutus tilatyypeittäin**

Valaistuksen toteutusta, sähkönkulutusta ja energiatehokkuutta analysoidaan ja raportoidaan tilatyypeittäin. Raportissa esitetään kunkin tilatyypin osalta arvio valaistustehosta, vuotuisesta käyttöajasta ja energiankulutuksesta.

Raportissa esitetään tilatyypeittäin valaistuksen käytön ja toteutuksen energiatehokkuuteen liittyvät asiat ja esitetään johtopäätökset:

- valaistusratkaisu (yleis-/paikallis-/kohdevalaistus) ja valaistusasennus (valaisimien sijoitus ja asennuskorkeus, ryhmitysten soveltuvuus tarpeenmukaiseen käyttöön jne.)
- valaistuksen tehokkuutta ja hyötysuhdetta kuvaavia tunnuslukuja ja muita tekijöitä ( $\text{W/m}^2$ , pintojen värit ym.)
- laitetehokkuudet (lamppu, valaisintyyppi, liitäntälaitteet)
- ohjaustapa ja soveltuvuus ko. tilan energiataloudelliseen käyttöön (läsnäolotunnistimet, päivänvalon hyödyntäminen jne.)
- näkemys valaistustoteutuksen ja käytön energiatehokkuudesta ja säästöpotentiaalista.

Säästömahdollisuuksia punnittaessa ja toteutusehdotuksia laadittaessa otetaan huomioon muutosehdotusten kaikki merkittävät seurausvaikutukset, kuten esimerkiksi vaikutukset valaistuksen laatuun ja sisäolosuhteisiin, lämmitys- ja jäähdytystarpeeseen sekä huolto- ja laitekustannuksiin.

### **LVI-laitteet**

LVI-laitteiden sähkönkulutus jaetaan vähintään seuraavien laiteryhmien kulutuksiin: pumppaukset ja puhaltimet, ilmastoinnin ja tilojen jäähdytys, kylmäsäilytys, ilmanvaihdon kostutus, muut LVI-laitteet. Haluttaessa myös LVI-laitteiden sähkönkulutuksen kulutusjakauma voidaan esittää kuvaajana.

Kunkin laiteryhmän osalta arvioidaan teho, vuotuinen käyttöaika, energiankulutus, säästöpotentiaali tai arvio energiatehokkuudesta sekä esitetään perusteet em. arvioiden tekemiselle. Ohjaustapa, käyttöaika ja arvio ohjaustavan tarkoituksenmukaisuudesta voidaan esittää myös ao. LVI-järjestelmän kuvauksen yhteydessä.

### **Keittiölaitteet**

Raportissa esitetään arvio keittiölaitteiden liityntätehosta ja energiankulutuksesta. Keittiölaitteiden energiankulutusarvio voidaan tehdä ominaiskulutusten ja keittiössä vuodessa valmistettavien annosmäärien perusteella.

Katselmuksen kenttätöön aikana haastatellaan keittiöhenkilökuntaa laitekannan sijoituksesta, soveltuvuudesta, energiatehokkuudesta, käyttöiästä yms. keittiölaitteiden energiankulutukseen vaikuttavista tekijöistä sekä analysoidaan tarvittaessa mittauksin energiatehokkuutta. Raportissa esitetään johtopäätökset energiatehokkuudesta ja säästöpotentiaalista.

## ATK-laitteet

Raportissa esitetään ATK-laitteiden lukumäärät (mm. tietokoneet, tulostimet, kopiokoneet ja UPS-laitteet), tehot ja sähkönkulutukset sekä esitetään kommentit työpisteiden ja tietokoneiden käytöstä (ovatko PC:t, näytöt ja oheislaitteet jatkuvasti päällä vai sammutetaanko ne esim. työajan ulkopuoliseksi ajaksi jne.) sekä niiden energiatehokkuudesta.

## Sähkölämmitykset

Kunkin jäljempänä esitettävän sähkölämmityksen osalta esitetään teho, vuotuinen käyttöaika ja energiankulutus sekä esitetään perusteet em. arvioiden tekemiselle. Lisäksi kuvataan laiteryhmän nykyinen ohjaustapa ja esitetään näkemys ohjaustavan soveltuvuudesta ja energiatehokkuudesta sekä mahdollisista muutostarpeista.

- huonetilojen sähkölämmitys (ml. siirreltävät sähkölämmittimet)
- autolämmitys
- räystäskouru-, kattokaivo-, ajoluiska- tms. sähkölämmitykset
- muut sähkölämmitykset.

Mikäli kohteen lämmitys on toteutettu sähkölämmityksenä, raportin luvussa 3.1.3 tarkastellaan lämpöpumppujen hyödyntämismahdollisuuksia joko rinnakkaisena tai pääasiallisena lämmöntuotantomuotona ja/tai lämmön talteenotossa sekä arvioidaan lämmitystapamuutoksen kannattavuutta. Kohteessa jo olemassa oleva lämpöpumppujärjestelmä käsitellään kappaleessa 3.1.1.

## Muut laitteet

Tässä kohdin esitetään muiden kuin em. kulutukseltaan huomattavien laitteiden tehot ja kulusarviot perusteluineen, energiatehokkuus sekä mahdollinen säästöpotentiaali. Erityisjärjestelmien sähköenergian kulutus ja energiatehokkuus käsitellään kohdassa 3.6. Muihin laitteisiin voi kuulua myös kohteessa jo olemassa oleva aurinkosähköjärjestelmä.

## 3.6 Muut järjestelmät

---

Tässä kohdassa kuvataan kohteen energiankulutukseltaan merkittävät muut erityisjärjestelmät, kuten esimerkiksi uima-allas-, paineilma-, höyry- ym. järjestelmät. Raportissa keskitytään ko. järjestelmien energiankulutukseen vaikuttavien käytön, käyttötapojen, mitoitus- ja toimintojen, asetusarvojen, ohjaustapojen yms. tekijöiden kuvaamiseen sekä toimintakunnon ja tarpeenmukaisuuden arviointiin.

## 3.7 Rakennusautomaatio

---

### 3.7.1 Yleistä

Kuvaus kohteen LVI- ja sähköjärjestelmien säätö-, ohjaus- ja valvontatoimintojen toteutuksesta.

### 3.7.2 **Rakennusautomaation toimintakunto ja hyödyntäminen**

Kuvaus kohteen rakennusautomaation toimintakunnosta ja hyödyntämisestä lähinnä energiatalouden kannalta tarkasteltuna.

Rakennusautomaatiojärjestelmän mittausten toimivuudesta ja luotettavuudesta varmistutaan vertaamalla ko. mittaustuloksia kenttätöön aikana tehtäviin erillismittauksiin.

## 3.8 **Rakenteet**

---

### 3.8.1 **Ikkunat**

Kuvaus rakennuksen ikkunoiden energiataloudesta (esim. karmit, tiivisteet, sulkeutuminen, aurinkosuojaukset) ja johtopäätökset.

### 3.8.2 **Ulko-ovet**

Kuvaus rakennuksen ulko-ovien rakenteiden (suoruus, tiiviys) sekä käytön (esim. mahdollinen tarpeeton aukiolo lastausten tms. aikana) energiataloudesta ja johtopäätökset.

### 3.8.3 **Ulkovaippa**

Kuvaus rakennuksen ulkovaipasta (seinät, katto, alapohja) sekä arvio ulkovaipan energiataloudesta ja tiiviyydestä.

Raportin luku 4 tulee laatia tämän ohjeen otsikoinnin mukaiseksi. Mikäli otsikon alle ei kohdistu toimenpidettä, kirjataan raporttiin ko. otsikon kohdalle esim. ”Ei toimenpide-ehdotusta”. Kaikki tämän ohjeen otsikoinnin mukaiset kohdat tulee kuitenkin raportissa esittää.

### Raportin luvussa 4 esitettävät toimenpide-ehdotukset

Luvussa 4 esitetään kaikki katselmuksen aikana esille tulleet energiataloudellisesti perusteltavissa olevat toimenpide-ehdotukset. Lisäksi kohdassa 4.9 voidaan esittää muita energian käyttöön, huoltoon, kulutusseurantaan jne. liittyviä suositeltavia toimenpiteitä.

Mikäli jokin energiankulutukseen vaikuttava toimenpide olisi kohteessa järkevä toteuttaa esimerkiksi viihtyvyys- tms. syiden johdosta, tai sen taloudellisuutta ei ole voitu arvioida, esitetään ko. toimenpide raportin luvussa 4.9 ”Muut ehdotukset ja havainnot”.

### Toimenpide-ehdotuksen esitystapa

Toimenpide-ehdotuksen kuvauksen lisäksi kunkin toimenpiteen osalta esitetään toimenpiteen perustelut ja kannattavuuslaskelma. Lisäksi voidaan säästöjen syntymistä havainnollistaa ns. säästölaskelmalla, jossa kuvataan esim. taulukkomuodossa tilannetta ennen ja jälkeen säästö-ehdotuksen. Yksinkertaisimpien toimenpiteiden osalta säästölaskelmaa ei tarvitse esittää, ks. esimerkkiraportin luku 4.5.1. Toimenpide-ehdotus tulee kuvata niin tarkasti, että tilaajalla on riittävät edellytykset tehdä toimenpiteestä joko toteutuspäätös tai päätös toteutukseen tähtäävästä suunnittelutyöstä.

Säästölaskelmassa esitetään:

- suure (esim. käyntiaika, lämpötila tms.), johon muutos vaikuttaa, sekä suureen arvot ennen ja jälkeen toimenpiteen
- energiankulutus energialajeittain ennen ja jälkeen toimenpiteen niiden energialajien osalta, joiden kulutukseen kyseinen toimenpide vaikuttaa
- säästöarvio energialajeittain (= tilanne ennen – tilanne jälkeen)

Säästölaskelmassa on huomioitava toimenpiteen kokonaisvaikutus kohteen energian ja veden kulutuksiin. Esimerkiksi sisävalaistuksessa saavutettava sähköenergian säästö lisää jonkin verran lämpöenergian kulutusta. Energiankulutussäästöjen lisäksi raportissa esitetään toimenpide-ehdotuksen olennaiset liitännäisvaikutukset esimerkiksi huoltokustannuksiin. Liitännäisvaikutusten osuutta ei kuitenkaan esitetä taulukoissa 1 ja 2.

Mikäli lähtö- ja/tai toimenpiteen toteutuksen jälkeinen tilanne ei ole täysin selvillä, tulee raportissa esittää ne oletukset, joiden perusteella säästöarvio on laskettu. Mikäli samaan järjestelmään kohdistuu useampia toimenpiteitä, tulee säästölaskelmaa tehtäessä huomioida, missä järjestyksessä toimenpiteet on toteutettu. Raporttiin tulee kirjata toimenpiteiden toteuttamisjärjestys.

Kannattavuuslaskelmassa esitetään:

- toimenpiteen kuvaus (sama teksti kuin taulukossa 2)
- vuosisäästöt energialajeittain kulutuksina, kustannuksina ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähenemänä
- vuosisäästöt yhteensä kustannusten ja CO<sub>2</sub>-päästöjen osalta
- toimenpiteen kokonaisinvestoinnit suunnittelu- ja käyttöönottokustannuksineen
- toimenpiteen suora takaisinmaksuaika (= investointi/vuosisäästö)

Raportissa esitetään perusteet investointikustannusten arvioimiselle.

Säästöehdotuksen yhteydessä raportissa voidaan myös pelkän suoran takaisinmaksuajan lisäksi käyttää vaihtoehtoisia tapoja esittää hankkeiden kannattavuus, esimerkiksi elinkaarilaskennan avulla. Näitä tietoja ei kuitenkaan esitetä taulukossa 2.

### **Säästölaskelmissa käytetyt energian ja veden hinnat sekä CO<sub>2</sub>-kertoimet**

Raporttiin kirjataan erikseen lämmölle, sähkölle ja vedelle hinnat, joilla säästöt lasketaan. Pääsääntöisesti säästölaskelmissa käytetään katselmusajankohdan hintoja. Mikäli kuitenkin katselmusta suoritettaessa on tiedossa lähiaikoina tulevia muutoksia katselmusajankohdan mukaiseen hintatasoon, käytetään laskelmissa tulevan uuden hintatason mukaisia hintoja. Säästölaskelmat tehdään niillä hinnoilla, joilla taulukossa 1 esitetyn vertailuvuoden kustannuksetkin on laskettu.

Säästöt lasketaan esitetyn tariffin mukaisilla hinnoilla ottaen huomioon se, mihin vuorokauden- tai vuodenaikaan säästötoimenpide kohdistuu. Eli jos säästötoimenpide vähentää yöajan kulutusta, tulee myös kustannussäästö laskea yöajan mukaisilla hinnoilla. Toimenpideehdotusten mahdolliset vaikutukset tehomaksuihin otetaan huomioon erikseen jokaisen toimenpiteen kohdalla.

Säästölaskelmissa käytettävien hintojen lisäksi raporttiin kirjataan CO<sub>2</sub>-kerroin, jota käytetään arvioitaessa esitettyjen säästötoimenpiteiden vaikutusta kohteen CO<sub>2</sub>-päästöihin. CO<sub>2</sub>-päästöjen laskennassa voi käyttää esimerkiksi Motivan sivuilta löytyviä päästökertoimia tai muita kohteeseen parhaiten soveltuvia paikkakuntaakohtaisia kertoimia.

Sähkön osalta on tuotava selvästi esille, toteutetaanko mahdollinen tariffin vaihto ensimmäisenä toimenpiteenä vai vasta myöhemmin. Jos tariffin vaihto toteutetaan vasta myöhemmin, käytetään säästöjen laskennassa alkuperäisen tariffin mukaisia hintoja.

## **4.1 Lämmitysjärjestelmät**

---

### **4.1.1 Lämmöntuotanto**

#### **Lämmitystapa**

Lämmitystapaan liittyvät toimenpide-ehdotukset.

### **Kaukolämmön tilausteho/tilausvesivirta**

Toimenpide-ehdotukset kaukolämmön nykyisen tilaustehon/-vesivirran pienentämisestä ja toteutuksesta yhteistyössä kaukolämpölaitoksen kanssa. Tässä on huomattava että eri kaukolämpöyhtiöllä on erilaiset tavat määrittää tilaustehon/-vesivirran oikeellisuus. Esimerkiksi osa kaukolämpöyhtiöistä tekee tilaustehon/-vesivirran tarkistuksia automaattisesti. Tällaisissa tapauksissa tilaustehon/-vesivirran tarkastelua ei ole tarpeellista esittää, mutta raportissa tulee vähintäänkin mainita että kaukolämpöyhtiö tekee tarkastelut automaattisesti.

### **Lämmöntuotannon hyötysuhde**

Toimenpide-ehdotukset lämmöntuotannon hyötysuhteen parantamisesta.

### **Fossiilisen polttoaineen korvaaminen uusiutuvalla polttoaineella**

Toimenpide-ehdotukset lämmöntuotannossa käytettävän fossiilisen polttoaineen korvaamisesta uusiutuvalla polttoaineella.

### **Lämpöpumppujen hyödyntäminen sähkölämmityksessä**

Toimenpide-ehdotukset sähkölämmityksen korvaamisesta lämpöpumpulla/-pumpuilla joko rinnakkaisena tai pääasiallisena lämmöntuotantomuotona ja/tai lämmöntalteenotossa.

## **4.1.2 Lämmönjakelu**

### **Sisälämpötila**

Toimenpide-ehdotukset sisälämpötilojen alentamisesta tai tasaamisesta.

### **Lämmityksen optimointi**

Toimenpide-ehdotukset lämmityksen optimointiin liittyen.

### **Putkisto- ja säiliöeristykset**

Toimenpide-ehdotukset putkisto- ja säiliöeristysten parantamisesta.

## **4.1.3 Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset**

Toimenpide-ehdotukset muista lämmitysjärjestelmiin kohdistuvista toimenpiteistä.

## **4.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät**

---

### **4.2.1 Vesijohtoverkoston painetaso**

Toimenpide-ehdotukset vesijohtoverkoston painetason alentamisesta.

#### 4.2.2 **Vesi- ja viemärikalusteiden virtaamat/huuhtelumäärät**

Toimenpide-ehdotukset vesi- ja viemärikalusteiden virtaamien/huuhtelumäärien pienentämisestä.

#### 4.2.3 **Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset**

Toimenpide-ehdotukset muista vesi- ja viemärijärjestelmiin kohdistuvista toimenpiteistä.

### 4.3 **Ilmanvaihtojärjestelmät**

---

#### 4.3.1 **Tarpeenmukainen ilmanvaihto**

##### **Käyntiajat**

Toimenpide-ehdotukset käyntiaikojen muuttamisesta.

##### **Ohjaustavat**

Toimenpide-ehdotukset ohjaustapojen muuttamisesta.

##### **Ilmavirrat**

Toimenpide-ehdotukset ilmavirtojen muuttamisesta.

##### **Palvelualueet**

Toimenpide-ehdotukset ilmastoinnin palvelualueiden muuttamisesta.

#### 4.3.2 **Säätöjärjestelmät**

##### **Asetusarvot**

Toimenpide-ehdotukset asetusarvojen muuttamisesta.

##### **Säätötavat, porrastukset**

Toimenpide-ehdotukset säädön porrastuksiin (jäähdytys, lämmöntalteenotto, lämmitys) ja säätötapoihin liittyen.

##### **Säätöjärjestelmien toiminta**

Toimenpide-ehdotukset säätölaiteusunnoista tai -korjauksista sekä säätöjen virittämisestä.

#### 4.3.3 **Lämmöntalteenotto (LTO)**

##### **Olemassa olevien järjestelmien toiminta**

Toimenpide-ehdotukset olemassa olevien LTO-järjestelmien kunnostuksesta tai uusinnasta.

## **Uusien LTO-järjestelmien asentaminen**

Toimenpide-ehdotukset uusien LTO-järjestelmien asentamisesta.

### **4.3.4 Kostutus**

Toimenpide-ehdotukset nykyisten kostutuslaitteiden korjauksesta, uusinnasta, käyttöparametrimuutoksista tai muista energiatalouteen liittyvistä toimenpiteistä.

### **4.3.5 Yötuuletus**

Toimenpide-ehdotukset yötuuletusohjelman käyttöönotosta tai nykyisen yötuuletusohjelman käyttöparametrimuutoksista.

### **4.3.6 Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset**

Toimenpide-ehdotukset muista ilmanvaihtojärjestelmiin kohdistuvista toimenpiteistä.

## **4.4 Jäähdytysjärjestelmät**

---

Tässä kohdassa esitetään jäähdytysjärjestelmien (ilmanvaihto, huonetilat ja erityisjärjestelmät esim. kylmäsäilytystilat) energiatehokkuutta koskevat toimenpide-ehdotukset.

### **4.4.1 Jäähdytyksen tarpeenmukainen käyttö**

Toimenpide-ehdotukset jäähdytyksen käytön, tehon ja ohjauksen tarkoituksenmukaistamiseksi.

### **4.4.2 Lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto**

Toimenpide-ehdotukset lauhdutustapamuutoksesta tai lauhdelämmön talteenotosta.

### **4.4.3 Vapaajäähdytys**

Toimenpide-ehdotukset vapaajäähdytyksen käyttöönotosta tai nykyisten käyttöparametrien muutoksista.

### **4.4.4 Kylmiöt ja pakkashuoneiden lämpötilat**

Toimenpide-ehdotukset kylmiöiden ja pakkashuoneiden lämpötiloista.

### **4.4.5 Putkisto- ja säiliöeristykset**

Toimenpide-ehdotukset putkisto- ja säiliöeristysten parantamisesta.

#### 4.4.6 Muut kylmäteknisten järjestelmien toimenpide-ehdotukset

Toimenpide-ehdotukset muiden kylmäteknisten järjestelmien energiatehokkuuden parantamiseksi.

### 4.5 Sähköjärjestelmät

---

#### 4.5.1 Siirto- ja myyntitariffit

Lausunnot ja toimenpide-ehdotukset seuraavista sähkökustannussäästömahdollisuuksista:

- siirto- ja/tai myyntitariffin vaihto
- huipputehomaksujen rajoittaminen
- loistehon kompensoinnin toteutus tai järjestelmien kunnostus loistehomaksujen välttämiseksi
- kulutuksen ajoittaminen ja kulutusjousto
- perusmaksujen tai sulakeperustaisten vuosimaksujen pienentämismahdollisuudet

#### 4.5.2 Valaistus

##### Valaistusasennus

Valaistustapaa (yleis-, paikallis-, kohdevalaistus), huoneiden pintaväriä, valaistuksen laatua mm. valaistusvoimakkuuksia ja valaistuksen huoltoa koskevat toimenpide-ehdotukset.

##### Valaistusratkaisut

Valaisimia, valaisinasennusta, valonlähteitä ja liitäntälaitteita koskevat toimenpide-ehdotukset.

##### Valaistusryhmitykset, ohjaukset ja käyttö

Ehdotukset valaistuksen käytön tarpeenmukaistamiseksi tila- tai tyyppitilakohtaisesti koskien mm. automaattisten päivänvalo-, läsnäolo-, aikakytkin ym. automaattisten ohjausratkaisujen käyttöönottoa sekä tarvittavien ryhmitysten muuttamista.

#### 4.5.3 LVI-laitteet

LVI-järjestelmiin kohdistuvat sähköenergian ja -tehon säästöt voidaan esittää ao. LVI-järjestelmän yhteydessä. Tällaisia säästöjä ovat mm. LVI-järjestelmien käyntiaikaan, jäähdytykseen ja kostutukseen liittyvät säästöt, jne. Kunkin sähkönkulutukseen vaikuttavan toimenpide-ehdotuksen osalta on erikseen arvioitava sen mahdollinen vaikutus kohteen tehomaksuihin. Pelkästään sähkökustannussäästöjä tuovat toimenpide-ehdotukset voidaan vaihtoehtoisesti esittää myös tässä kohdassa.

#### 4.5.4 Sähkölämmitykset

##### Huonetilojen sähkölämmitys

Lämmityksen ajoitusta tai tarpeenmukaistamista sekä korvaamista (esim. lämpöpumpputekniikat) uusiutuvien energiamuodoin.

##### Räystäskouru-, kattokaivo-, ajoluiska tms. sähkölämmitykset

Lämmityksen tai sulatuksen tarvetta, käyttöä tai ohjaustekniikkaa koskevat toimenpideehdotukset.

##### Autolämmitys

Autojen sisä- ja moottorilämmitinkäytön tarvetta rajoittavat, ryhmittelyä, ohjausta tms. koskevat toimenpideehdotukset.

##### Muut sähkölämmitykset

Muiden sähkölämmitysten (erilliset sähköiset lisälämmittimet, saunaosastojen kiukaat, lämpöpuhaltimet yms.) tarvetta rajoittavat käyttötekniset, LVI-tekniset ym. toimenpideehdotukset.

#### 4.5.5 Muut sähköjärjestelmät

Mm. rakennustyyppikohtaisia erityislaitteita ("prosessilaitteita") ja -järjestelmiä koskevat energiatehokkuutta edistävät toimenpideehdotukset omissa alaotsikoissaan mm:

- keittiöt ja ravintolalaitteet
- uima-allaslaitteet
- sairaalan välinehuolto- ym. laitteet
- liukuportaat ja hissit.

#### 4.6 Muut järjestelmät

---

Muihin järjestelmiin kohdistuvat toimenpideehdotukset.

#### 4.7 Rakennusautomaatio

---

Rakennusautomaation käyttöön ja hyödyntämiseen, kenttälaitteisiin, ohjelmointiin ja ohjelmistoihin kohdistuvat toimenpideehdotukset esitetään ao. LVI- tai sähköjärjestelmän yhteydessä.

#### 4.8 Rakenteet

---

##### 4.8.1 Vuotoilmanvaihto

Ehdotukset niistä toimenpiteistä, joiden avulla vuotoilmanvaihtoa voidaan pienentää.

#### 4.8.2 Johtumishäviöt

Ehdotukset toimenpiteistä, joiden avulla johtumishäviöitä voidaan pienentää.

#### 4.8.3 Muut rakenteisiin liittyvät säästötoimenpiteet

Muut rakenteisiin kohdistuvat toimenpide-ehdotukset.

### 4.9 Muut ehdotukset ja havainnot

---

Raportin tässä kohdassa esitetään toimenpide-ehdotukset, jotka eivät nykytilanteessa ole energiataloudellisesti kannattavia (takaisinmaksuaika yli 10 vuotta), mutta joiden hyödyt voivat myöhemmin muussa yhteydessä korostua tai joilla saavutetaan toiminnallisia tms. etuja.

Tähän kohtaan merkitään myös tämän toteutusohjeen osassa B kohdassa 1 (taulukko 1 ja 2) esitetyissä tapauksissa vuokralaisten sähkön säästömahdollisuuksia koskevat ja toimenpiteitä kuvaavat ehdotukset vuokralaisittain jaoteltuna ja alaotsikoituna.

Lisäksi tässä yhteydessä esitetään muut katselmuskierroksella tehdyt havainnot, jotka voivat olla peruskorjausluonteisia tai muita korjausehdotuksia tai ne voivat liittyä rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntämiseen, olemassa olevaan dokumentointiin, kulutusseurannan tasoon ja luotettavuuteen jne.

## Liitteet

---

Liitteissä esitetään vertailulaskelmia, mittaustuloksia, kuormituskäyriä ja muita katselmuksen toteutukseen ja tuloksiin oleellisesti liittyviä seikkoja, joihin tekstissä viitataan.

## Osa C: Esimerkkiraportti

---



TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖN  
TUKEMA ENERGIAKATSELMUSHANKE  
Dnro: 123456/457/03  
Päätöksen pvm: 1.12.2003

***ENERGIAKATSELMUSRAPORTTI  
KIINTEISTÖN ENERGIAKATSELMUS***

**Mallilan yläaste**

Koulutie 1  
12345 MALLILA

Katselmuksen ajankohta: 14.–18.1.2004  
Raportin päiväys: 16.3.2004  
Tilaajan yhteyshenkilö: Toivo Tomera

Katselmuksen tekijät:  
Insinööritoimisto Mallilämpö Oy  
Ville Vesi  
puh. (12) 987 654  
Insinööritoimisto Sähkömalli Oy  
Kalle Valo  
puh. (12) 987 653



## Esipuhe

---

Tässä kiinteistön energiakatselmusraportissa esitetään Mallilan yläasteen LVI- ja sähkötekniisten järjestelmien energian- ja vedenkäytön nykytila sekä mahdollisuudet pienentää kohteen lämmön, sähkön ja veden kulutusta ja kustannuksia. Toimenpide-ehdotuksille on esitetty arvio säävutettavista säästöistä, toimenpiteen kokonaiskustannusarvio ja takaisinmaksuaika sekä arvioitu, miten toimenpiteiden toteuttaminen vaikuttaa kohteen hiilidioksidipäästöihin.

Energiakatselmuksen ovat rahoittaneet työ- ja elinkeinoministeriö (50 %) ja Mallilan kaupunki (50 %).

Tilaajan yhteyshenkilönä on toiminut Mallilan kaupungin tilakeskuksen isännöitsijä Toivo Tomera. Käyttäjän edustajina katselmukseen ovat osallistuneet yläasteen rehtori Tero Tietävä sekä LVI-huoltomies Olli Osaava Mallilan kaupungin tilakeskuksesta.

Energiakatselmuksen sähköosuuden on suorittanut Sauli Sähäkkä Insinööritoimisto Sähkömalli Oy:stä ja LVI-osuuden Ville Vesi Insinööritoimisto Mallilämpö Oy:stä. Tuloksista vastaavat allekirjoittaneet Motivan hyväksymät vastuuhenkilöt.

Mallilassa 16.3.2004

Insinööritoimisto Sähkömalli Oy



Sauli Sähäkkä  
Motiva-energiakatselmoija  
nro 120 (sähkö)

Insinööritoimisto Mallilämpö Oy



Ville Vesi  
Motiva-energiakatselmoija  
nro 231 (LVI)



# Sisällysluettelo

---

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Esipuhe                                                                     | 5  |
| Sisällysluettelo                                                            | 7  |
| 1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä | 11 |
| 2 Kohteen energiankäytön nykytila                                           | 16 |
| 2.1 Kohteen tiedot                                                          | 16 |
| 2.2 Energian ja veden hankinta                                              | 16 |
| 2.3 Energian ja veden kulutus                                               | 18 |
| 2.3.1 Lämpöenergia                                                          | 18 |
| 2.3.2 Sähköenergia                                                          | 21 |
| 2.3.3 Vesi                                                                  | 26 |
| 2.4 Kiinteistön käyttö ja ylläpito                                          | 28 |
| 2.4.1 Käyttö- ja huolto-organisaatio                                        | 28 |
| 2.4.2 Kulutusseuranta                                                       | 28 |
| 2.4.3 Tekniset asiakirjat                                                   | 28 |
| 3 Kohteen energiatalouden arviointi                                         | 29 |
| 3.1 Lämmitysjärjestelmät                                                    | 29 |
| 3.1.1 Yleistä                                                               | 29 |
| 3.1.2 Energian mittaus                                                      | 29 |
| 3.1.3 Lämmöntuotanto ja uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuus      | 29 |
| 3.1.4 Lämmönjakelu                                                          | 29 |
| 3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät                                            | 31 |
| 3.2.1 Yleistä                                                               | 31 |
| 3.2.2 Veden mittaus                                                         | 31 |
| 3.2.3 Lämpimän käyttöveden energiatalous                                    | 31 |
| 3.2.4 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso           | 32 |
| 3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät                                                 | 32 |
| 3.3.1 Yleistä                                                               | 32 |
| 3.3.2 Ilmanvaihtokoneet                                                     | 32 |
| 3.4 Jäähdytysjärjestelmät                                                   | 35 |
| 3.4.1 Ilmanvaihdon ja huonetilojen jäähdytys                                | 35 |
| 3.4.2 Muu jäähdytys mm. kylmäsäilytys                                       | 35 |
| 3.5 Sähköjärjestelmät                                                       | 36 |
| 3.5.1 Yleistä                                                               | 36 |
| 3.5.2 Energian mittaus                                                      | 36 |
| 3.5.3 Sähkönhankinta                                                        | 36 |
| 3.5.4 Sähkön kulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin                    | 36 |

|       |                                                          |    |
|-------|----------------------------------------------------------|----|
| 3.6   | Muut järjestelmät                                        | 41 |
| 3.7   | Rakennusautomaatio                                       | 41 |
| 3.7.1 | Yleistä                                                  | 41 |
| 3.7.2 | Rakennusautomaation toimintakunto ja hyödyntäminen       | 41 |
| 3.8   | Rakenteet                                                | 42 |
| 3.8.1 | Ikkunat                                                  | 42 |
| 3.8.2 | Ulko-ovet                                                | 42 |
| 3.8.3 | Ulkovaippa                                               | 42 |
| 4     | Ehdotetut toimenpiteet                                   | 43 |
| 4.1   | Lämmitysjärjestelmät                                     | 44 |
| 4.1.1 | Lämmöntuotanto                                           | 44 |
| 4.1.2 | Lämmönjakelu                                             | 44 |
| 4.1.3 | Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset         | 44 |
| 4.2   | Vesi- ja viemärijärjestelmät                             | 45 |
| 4.2.1 | Vesijohtoverkoston painetaso                             | 45 |
| 4.2.2 | Vesi- ja viemärikalusteiden virtaamat/huuhtelumäärät     | 45 |
| 4.2.3 | Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset | 45 |
| 4.3   | Ilmanvaihtojärjestelmät                                  | 46 |
| 4.3.1 | Tarpeenmukainen ilmanvaihto                              | 46 |
| 4.3.2 | Säätöjärjestelmät                                        | 49 |
| 4.3.3 | Lämmöntalteenotto (LTO)                                  | 50 |
| 4.3.4 | Kostutus                                                 | 51 |
| 4.3.5 | Yötuuletus                                               | 51 |
| 4.3.6 | Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset      | 51 |
| 4.4   | Jäähdytysjärjestelmät                                    | 51 |
| 4.4.1 | Jäähdytyksen tarpeenmukainen käyttö                      | 51 |
| 4.4.2 | Lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto                    | 51 |
| 4.4.3 | Vapaajäähdytys                                           | 51 |
| 4.4.4 | Kylmiöiden ja pakkashuoneiden lämpötilat                 | 51 |
| 4.4.5 | Putkisto- ja säiliöeristykset                            | 51 |
| 4.4.6 | Muut kylmäteknisten järjestelmien toimenpide-ehdotukset  | 51 |
| 4.5   | Sähköjärjestelmät                                        | 51 |
| 4.5.1 | Siirto- ja myyntitariffit                                | 51 |
| 4.5.2 | Valaistus                                                | 52 |
| 4.5.3 | LVI-laitteet                                             | 54 |
| 4.5.4 | Sähkölämmitykset                                         | 54 |
| 4.5.5 | Muut sähköjärjestelmät                                   | 54 |
| 4.6   | Muut järjestelmät                                        | 55 |
| 4.7   | Rakennusautomaatio                                       | 55 |
| 4.8   | Rakenteet                                                | 55 |

|          |                                                   |    |
|----------|---------------------------------------------------|----|
| 4.8.1    | Vuotoilmanvaihto                                  | 55 |
| 4.8.2    | Johtumishäviöt                                    | 56 |
| 4.8.3    | Muut rakenteisiin liittyvät toimenpide-ehdotukset | 56 |
| 4.9      | Muut ehdotukset ja havainnot                      | 56 |
| Liitteet |                                                   | 57 |



# 1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä

---

Ohessa on esitetty lyhyt yhteenveto Mallilan yläasteella suoritettun energiakatselmuksen tulok-  
sista. Yhteenvedossa esitetyt ominaiskulutusten vertailuarvot ovat Motivan katselmoijien  
ekstranet-sivuilla.

Säästöpotentiaali, energiahinnat ja kustannukset on koko raportissa esitetty arvonlisäve-  
rottomina (alv 0 %).

## Lämpö

Kiinteistön lämpöenergian normitettu ominaiskulutus vuonna 2003 oli 40,6 kWh/rm<sup>3</sup>, joka on  
jonkin verran pienempi kuin tilastokeskiarvo 46,8 kWh/rm<sup>3</sup>. Ehdotetuilla toimenpiteillä lämpö-  
energian ominaiskulutus pienenee arvoon 27,1 kWh/rm<sup>3</sup>. Lämmönkulutusta voidaan pienentää  
mm.:

- Muuttamalla ilmanvaihdon käyntiaikoja siten, että ne nykyistä paremmin  
vastaavat tilojen käyttöaikoja.
- Ohjaamalla liikuntasalin tuloilmakoneen käyntiä nykyisen aikaohjauksen  
sijaan liiketunnistimien avulla.
- Muuttamalla luokkien tuloilmakoneen säätötapa tuloilman vakiolämpötilasäädöksi.

Tuloilmakone TK5 (käsityöluokat) on ollut poissa käytöstä kesästä 2003 lähtien johtuen viallisesta  
lämmityspatterin säätöventtiilin venttiilimoottorista. Venttiilimoottorin uusinta ja TK5:n käyt-  
töön otto parantaa käsityöluokkien olosuhteita, mutta lisää jonkin verran kohteen lämmönkulu-  
tusta.

## Sähkö

Kiinteistön sähköenergian ominaiskulutus vuonna 2003 oli 12,8 kWh/rm<sup>3</sup>, joka on jonkin verran  
suurempi kuin tilastokeskiarvo 9,6 kWh/rm<sup>3</sup>. Ehdotetuilla toimenpiteillä sähköenergian omi-  
naiskulutus pienenee arvoon 10,2 kWh/rm<sup>3</sup>. Sähkönkulutusta voidaan pienentää mm.:

- ilmanvaihdon käyntiaikamuutoksilla
- liikuntasalin tuloilmakoneen ohjaustapamuutoksella
- liikuntasalin valaistuksen ohjaustapamuutoksella

Sähkön hankinnasta aiheutuvia kustannuksia voidaan lisäksi pienentää vaihtamalla siirtotariffi ja  
kunnostamalla loistehon kompensointi.

Tuloilmakone TK5:n (käsityöluokat) käyttöönotto lisää jonkin verran kohteen sähkönkulu-  
tusta.

## Vesi

Kiinteistön veden ominaiskulutus vuonna 2003 (10/2002–9/2003) oli 118 dm<sup>3</sup>/rm<sup>3</sup>, joka on tilastokeskiarvon 116 dm<sup>3</sup>/rm<sup>3</sup> suuruinen. Veden ominaiskulutus voidaan pienentää arvoon 100 dm<sup>3</sup>/rm<sup>3</sup> alentamalla vesijohtoverkoston paine tarpeenmukaiselle tasolle.

Mallilan yläasteen vertailuvuoden 2003 energiankäyttö ja säästöpotentialiaali on esitetty taulukossa 1. Taulukossa 2 on esitetty toimenpide-ehdotukset ehdotetussa toteuttamisjärjestyksessä.

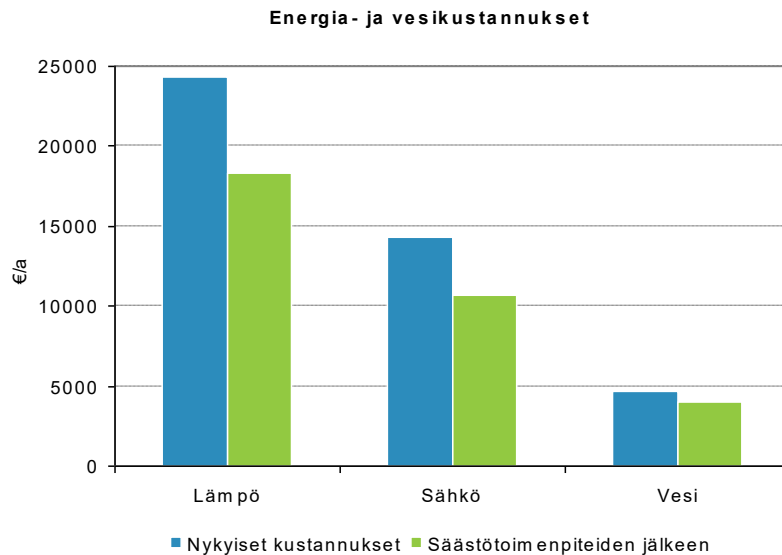
**Taulukko 1 Yhteenveto energiankulutuksesta ja säästöpotentialista.**

| Nykyinen kulutus           | Säästöpotentialiaali    |      |           | Kokonaisinvestointi          |
|----------------------------|-------------------------|------|-----------|------------------------------|
| <b>2003</b>                |                         |      |           |                              |
| Lämpö + polttoaineet       |                         |      |           |                              |
| 659 MWh/a                  | 219 MWh/a               | 33 % | 2 900 EUR |                              |
| 24 300 EUR/a               | 5 960 EUR/a             | 25 % |           |                              |
|                            | 54 t CO <sub>2</sub> /a |      |           |                              |
| Sähkö                      |                         |      |           |                              |
| 208 MWh/a                  | 42 MWh/a                | 20 % | 450 EUR   |                              |
| 14 300 EUR/a               | 3 570 EUR/a             | 25 % |           |                              |
|                            | 29 t CO <sub>2</sub> /a |      |           |                              |
| Vedenkulutus               |                         |      |           |                              |
| 1 923 m <sup>3</sup> /a    | 290 m <sup>3</sup> /a   | 15 % | 1 000 EUR |                              |
| 4 630 EUR/a                | 640 EUR/a               | 14 % |           |                              |
| <b>Kulutukset yhteensä</b> | <b>Säästöt yhteensä</b> |      |           | <b>Investoinnit yhteensä</b> |
| 43 230 EUR/a               | 10 170 EUR/a            | 24 % | 4 350 EUR |                              |
|                            | 84 t CO <sub>2</sub> /a |      |           |                              |

| Lämmön + polttoaineiden kulutus energianlähteittäin |             |                  | Sähkölämmityksen osuus sähköenergiasta |             |                  |
|-----------------------------------------------------|-------------|------------------|----------------------------------------|-------------|------------------|
|                                                     | Kulutus MWh | Kustannukset €/a |                                        | Kulutus MWh | Kustannukset €/a |
| <b>Lämpö</b>                                        | 659         | 24300            | <b>Lämmityssähkö</b>                   |             |                  |
| <b>Polttoaineet</b>                                 |             |                  |                                        |             |                  |
| Fossiiliset polttoaineet                            |             |                  |                                        |             |                  |
| Uusiutuvat polttoaineet                             |             |                  |                                        |             |                  |
| Turve                                               |             |                  |                                        |             |                  |
| <b>Muu</b>                                          |             |                  |                                        |             |                  |
| Normituksen vertailupaikkakunta                     |             |                  |                                        |             |                  |
| Mallila                                             |             |                  |                                        |             |                  |

Taulukkoon 1 liittyvät huomautukset:

- Säästöpotentiaali ja kustannukset on esitetty arvonlisäverottomina (alv 0 %).
- Lämpöenergian kulutus on normitettu eli säätilakorjattu vuoden 2003 kulutus.
- Lämpöenergian kustannukset on laskettu normitetun kulutuksen ja katselmuksajankohdan hintatason perusteella. Kustannukset sisältävät myös kaukolämmön perusmaksun osuuden.
- Sähköenergian kulutus on vuoden 2003 mitattu kulutus.
- Sähköenergian kustannukset on laskettu katselmuksajankohdan hintatason perusteella. Kustannukset sisältävät energiamaksujen lisäksi kaikki kiinteät maksut (teho- ja loistehomaksut, perusmaksut ja mittarivuokrat) sekä sähkön siirron että myynnin osuudelta.
- Veden kulutus on viimeisen luentajakson 10/2002–9/2003 (12 kuukautta) mitattu kulutus.
- Vesi- ja jätevesikustannukset on laskettu 1.5.2004 voimaan astuvan tariffin mukaisin hinnoin. Kustannukset sisältävät vesi- ja jätevesimaksujen lisäksi myös mittarivuokran.



**Kuva 1**

**Energia- ja vesikustannukset ennen säästötoimenpiteitä ja niiden jälkeen.**

Taulukko 2 Yhteenvedo ehdotettavista toimenpiteistä.

123456/457/3

16.3.2004

Mallilan yläaste

| no | TOIMENPITEEN<br>KUVAUS                        | SÄÄSTÖ<br>YHTEENSÄ<br><br>EUR/a | TMA<br><br>a | INVE-<br>TOINTI<br><br>EUR | CO <sub>2</sub><br>VÄHENEMÄ<br>YHTEENSÄ<br><br>t/a | SÄÄSTÖ<br>LÄMPÖ |                 |              |       | SÄÄSTÖ<br>SÄHKÖ |                 |              |       | SÄÄSTÖ<br>VESI    |                   | SÄÄSTÖN<br>ELINIKÄ<br>arvio<br><br>a | RAPOR-<br>TIN<br>KOHTA | SOVITUT<br>JATKO-<br>TOIMET<br><br>T,P,H,E |
|----|-----------------------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|-------|-----------------|-----------------|--------------|-------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|
|    |                                               |                                 |              |                            |                                                    | energia         | CO <sub>2</sub> | kustannukset |       | energia         | CO <sub>2</sub> | kustannukset |       | vesi              | kustan-<br>nukset |                                      |                        |                                            |
|    |                                               |                                 |              |                            |                                                    | MWh/a           | t/a             | EUR/a        | EUR/a | MWh/a           | t/a             | EUR/a        | EUR/a | m <sup>3</sup> /a | EUR/a             |                                      |                        |                                            |
| 1  | TK1, TK3, TK4 käyntiaikamuutokset             | 2820                            |              | 0                          | 28                                                 | 84,0            | 21,0            | 2310         |       | 10,0            | 7,0             | 510          |       |                   |                   | 2                                    | 4.3.1                  | T                                          |
| 2  | TK1 LTO:n asetusarvomuuos                     | 550                             |              | 0                          | 5                                                  | 20,0            | 5,0             | 550          |       |                 |                 |              |       |                   |                   | 2                                    | 4.3.2                  | T                                          |
| 3  | TK1 säätötapamuutos                           | 880                             |              | 0                          | 8                                                  | 32,0            | 8,0             | 880          |       |                 |                 |              |       |                   |                   | 2                                    | 4.3.2                  | T                                          |
| 4  | TK4 tuloilma-anturin kalibrointi              | 80                              |              | 0                          | 1                                                  | 3,0             | 0,8             | 80           |       |                 |                 |              |       |                   |                   | 2                                    | 4.7                    | T                                          |
| 5  | Aulatilojen valaistuksen käyntiaikamuutos     | 120                             |              | 0                          | 2                                                  | -1,0            | -0,3            | -30          |       | 3,0             | 2,1             | 150          |       |                   |                   | 2                                    | 4.5.2                  | H                                          |
| 6  | Sähkön siirtotariffin vaihto                  | 530                             |              | 0                          |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              | 530   |                   |                   |                                      | 4.5.1                  | T                                          |
| 7  | Loistehonsäätimen viritys                     | 900                             | 0,2          | 200                        |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              | 900   |                   |                   | 10                                   | 4.3.1                  | P                                          |
| 8  | TK4 ilmamäärämuutos                           | 610                             | 0,3          | 200                        | 7                                                  | 15,0            | 3,8             | 410          |       | 4,0             | 2,8             | 200          |       |                   |                   | 10                                   | 4.3.1                  | P                                          |
| 9  | TK2 ohjaustapamuutos                          | 1260                            | 0,7          | 900                        | 13                                                 | 31,0            | 7,8             | 850          |       | 8,0             | 5,6             | 410          |       |                   |                   | 10                                   | 4.3.1                  | P                                          |
| 10 | TK2 ilmamäärämuutos                           | 1590                            | 1,1          | 1800                       | 18                                                 | 28,0            | 7,0             | 770          |       | 16,0            | 11,2            | 820          |       |                   |                   | 10                                   | 4.3.1                  | P                                          |
| 11 | Vesijohtoverkoston paineen alentaminen        | 780                             | 1,3          | 1000                       | 1                                                  | 7,0             | 1,3             | 140          |       |                 |                 |              |       | 290               | 640               | 5                                    | 4.2.1                  | P                                          |
| 12 | Liikuntasalin valaistuksen ohjaustapamuutos   | 50                              | 5,0          | 250                        | 1                                                  |                 |                 |              |       | 1,0             | 0,7             | 50           |       |                   |                   | 10                                   | 4.5.2                  | H                                          |
| 13 |                                               |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
| 14 |                                               |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
| 15 |                                               |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
| 16 | MUUT EHDOTUKSET JA HAVAINNOT                  |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
| 17 |                                               |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
| 18 | Lj-huoneen putkien eristäminen                |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      | 4.9                    | P                                          |
| 19 | PV2 säädön virittäminen                       |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      | 4.9                    | H                                          |
| 20 | Valaistusohjaustaulujen vaikutusaluemerkinnät |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      | 4.9                    | P                                          |
| 21 | TK5 venttiilimoottorin uusinta                |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      | 4.9                    | H                                          |
| 22 | Huoltokirjan laadinta                         |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      | 4.9                    | P                                          |
| 23 |                                               |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
| 24 |                                               |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
| 25 |                                               |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
| 26 |                                               |                                 |              |                            |                                                    |                 |                 |              |       |                 |                 |              |       |                   |                   |                                      |                        |                                            |
|    | YHTEENSÄ                                      | 10170                           | 0,4          | 4350                       | 84                                                 | 219             | 54              | 5960         | 0     | 42              | 29              | 2140         | 1430  | 290               | 640               |                                      |                        |                                            |

T = Toteutettu, P = Päätetty toteuttaa, H = Harkitaan toteutettavaksi, E = Ei toteuteta



## 2 Kohteen energiankäytön nykytila

---

### 2.1 Kohteen tiedot

---

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kiinteistö:                  | Mallilan yläaste<br>Koulutie 1<br>12345 MALLILA                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Rakennustyyppi:              | 511 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Käyttötarkoitus ja toiminta: | Koulurakennus (yläaste) <ul style="list-style-type: none"><li>- oppitunnit arkisin klo 8.00–15.00</li><li>- liikuntasalissa iltakäyttöä arki-iltoisin klo 21.00 asti</li><li>- oppilaita 300, henkilökuntaa 20</li><li>- keittiö auki arkisin klo 6.30–14.30</li><li>- keittiössä valmistetaan 320 annosta/vrk</li></ul> |
| Rakennukset:                 | Koulurakennus ja kylmä ulkovarasto                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Rakentamisvuosi:             | 1995                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Peruskorjausvuosi:           | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Rakennuksen tilavuus:        | lämmin 16 234 m <sup>3</sup> , kylmä 120 m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Rakennuksen bruttoala:       | lämmin 4 123 m <sup>2</sup> , kylmä 40 m <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 2.2 Energian ja veden hankinta

---

#### Lämpö

|                 |                                                                                                                                                          |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lämmöntuotanto: | Mallilan Energia Oy:n kaukolämpölaitos                                                                                                                   |
| Liittymä:       | Mallilan Energia Oy:n kaukolämpöverkko <ul style="list-style-type: none"><li>- tilausteho 400 kW</li><li>- tilausvesivirta 6,9 m<sup>3</sup>/h</li></ul> |

#### Sähkö

|                |                                                                                                                                                    |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sähkön siirto: | Mallilan Energia Oy <ul style="list-style-type: none"><li>- siirtotariffina 2-aikainen (talvi/arkipäivä, muu aika) pienjännitetehtösähkö</li></ul> |
| Sähkön myynti: | Halpa-Sähkö Oy, kilpailutettu myyntitariffina 1-aikainen sopimussähkö                                                                              |
| Liittymä:      | Mallilan Energia Oy:n 0,4 kV:n pienjänniteverkko                                                                                                   |

pääsulake 3 x 315 A  
liittymisteho 220 kVA

**Vesi ja jätevesi**

Vesiliittymä:

Mallilan Vesi Oy:n verkosto

Jätevesiliittymä:

Mallilan Vesi Oy:n verkosto

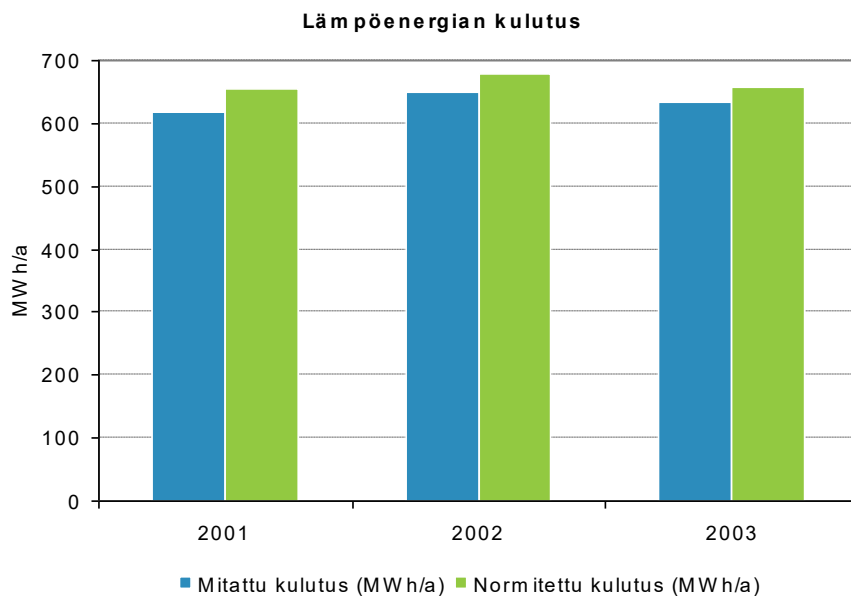
## 2.3 Energian ja veden kulutus

### 2.3.1 Lämpöenergia

#### Vuosikulutus

**Taulukko 3** Lämpöenergian kulutus ja ominaiskulutus vuosittain.

| Lämpöenergian kulutus                 | 2001 | 2002 | 2003 |
|---------------------------------------|------|------|------|
| Mitattu kulutus (MWh/a)               | 619  | 649  | 634  |
| Normitettu kulutus (MWh/a)            | 655  | 679  | 659  |
| Ominaiskulutus (kWh/rm <sup>3</sup> ) | 40,3 | 41,8 | 40,6 |



**Kuva 2** Lämpöenergian kulutus vuosittain.

Lämpöenergian kulutus on viimeisen kolmen vuoden aikana pysynyt samalla tasolla. Tasainen lämmönkulutus kuvaa sitä, että seurantajakson aikana tiloja palvelevien LVIS-järjestelmien käyttöajoissa ja -tavoissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia.

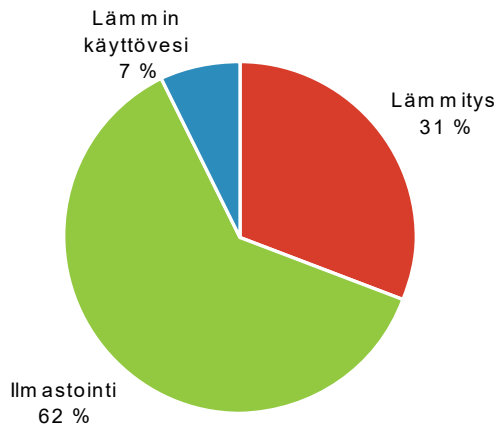
Lämpöenergian ominaiskulutukset ovat olleet jonkin verran keskimääräisiä ominaiskulutuksia pienemmät. Motivan katselmoiduista palvelurakennuksista keräämän tilaston perusteella on vuosina 1996–2001 katselmoitujen yleissivistävien oppilaitosrakennusten lämpöenergian ominaiskulutus ollut keskimäärin 46,8 kWh/rm<sup>3</sup>.

## Kulutusjakauma laityryhmittäin

**Taulukko 4** Normitetun lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma kohteittain.

| Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma | MWh/a      | %          |
|---------------------------------------------|------------|------------|
| Lämmitys                                    | 203        | 31         |
| Ilmanvaihto                                 | 408        | 62         |
| Lämmin käyttövesi                           | 48         | 7          |
| <b>Yhteensä</b>                             | <b>659</b> | <b>100</b> |

**Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma**



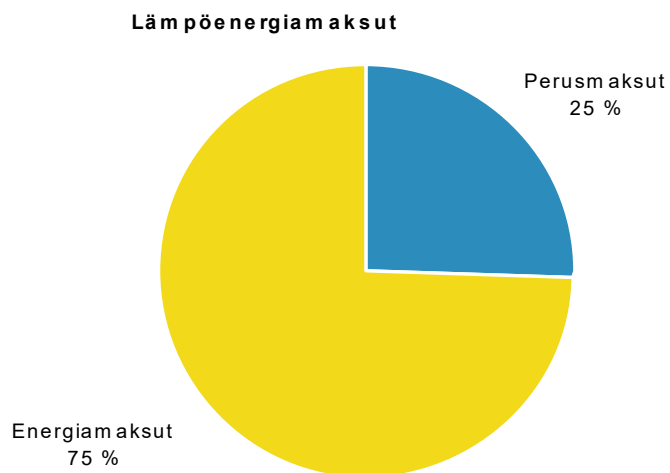
**Kuva 3** Normitetun lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma kohteittain.

Lämpöenergian kulutusjakauma on laskettu Motiwatilla. Ilmanvaihdon lämmönkulutuksen suu-  
rehko osuus johtuu lähinnä tuloilmakoneiden nykyisistä pitkistä käyntiajoista sekä luokkien tu-  
loilmakoneen (TK1) lämmöntalteenoton huonosta hyötysuhteesta. Asiaa on käsitelty tarkemmin  
luvussa 3.3.2 kohdassa Lämmöntalteenottolaitteet.

## Kustannukset ja tariffi

**Taulukko 5** Normitetun lämpöenergian kustannukset vuositasolla.

| Lämpöenergiamaksut (alv 0 %) | €/a           | %          |
|------------------------------|---------------|------------|
| Perusmaksut                  | 6 180         | 25         |
| Energiamaksut                | 18 120        | 75         |
| <b>Yhteensä</b>              | <b>24 300</b> | <b>100</b> |



**Kuva 4** Lämpöenergiakustannusten jakautuminen vuositasolla.

Lämpöenergiamaksut on laskettu vuoden 2003 normitetun kulutuksen (659 MWh) ja katsel-musajankohdan hintatason perusteella. Mallilan Energia Oy:n kaukolämmön myyntihinnat ovat 1.11.2003 alkaen olleet seuraavat (alv 0 %):

- Perusmaksu: Kiinteä tilausvesivirran mukaan  
Tilausvesivirran 6,9 m<sup>3</sup>/h mukainen kuukausimaksu on 515 €/kk
- Kulutusmaksu: 27,50 €/MWh

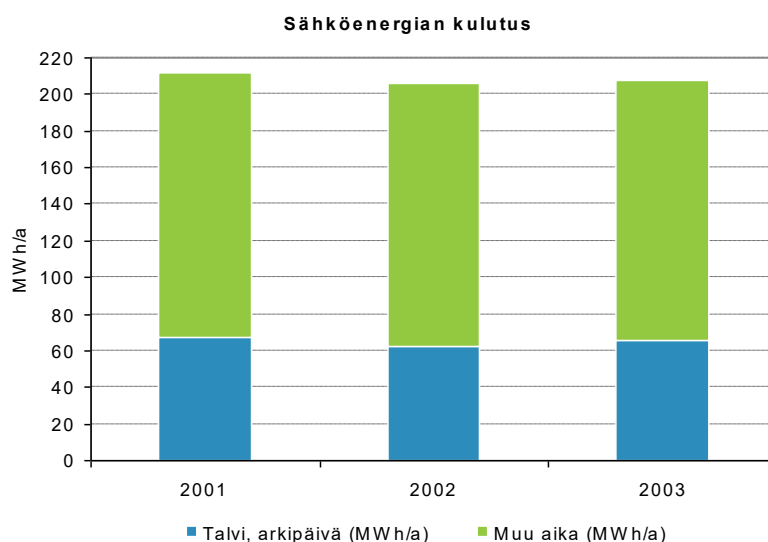
### 2.3.2 Sähköenergia

#### Vuosikulutus

Sähköenergian kulutustiedot sisältävät kohteen kokonaissähkönkulutuksen.

**Taulukko 6 Sähköenergian kulutus ja ominaiskulutus vuosittain.**

| Sähköenergian kulutus    | 2001         | 2002         | 2003         |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Talvi, arkipäivä (MWh/a) | 67,2         | 62,6         | 65,4         |
| Muu aika (MWh/a)         | 144,6        | 143,1        | 142,2        |
| <b>Yhteensä (MWh/a)</b>  | <b>211,8</b> | <b>205,7</b> | <b>207,6</b> |
| Ominaiskulutus (kWh/rm3) | 13,0         | 12,7         | 12,8         |



**Kuva 5 Sähköenergian kulutus vuosittain.**

Sähköenergian kulutus on viimeisen kolmen vuoden aikana pysynyt samalla tasolla. Tasainen sähkönkulutus kuvaa sitä, että seurantajakson aikana ei tilojen käyttäjämäärissä ja tiloja palvelevien LVIS-järjestelmien käyttöajoissa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Liitteen tariffiverailussa on esitetty kulutuksen arvioitu jakautuma vaihtoehtoisten tariffien aikajaksoihin.

Sähköenergian ominaiskulutukset ovat olleet jonkin verran keskimääräisiä ominaiskulutuksia suuremmat. Motivan katselmoiduista palvelurakennuksista keräämän tilaston perusteella on vuosina 1996–2001 katselmoitujen yleissivistävien oppilaitosrakennusten sähköenergian ominaiskulutus ollut keskimäärin 9,6 kWh/rm<sup>3</sup>. Keskimääräistä suurempaan ominaiskulutukseen ovat vaikuttaneet ilmanvaihdon pitkien käyntiaikojen lisäksi myös ilmanvaihdon tehokkaat lämmöntalteenottojärjestelmät, jotka lämmönsäästön ohella lisäävät puhaltimien sähkönkulutusta verrattuna toteutuksiin, joissa ei lämmöntalteenottoa ole käytetty.

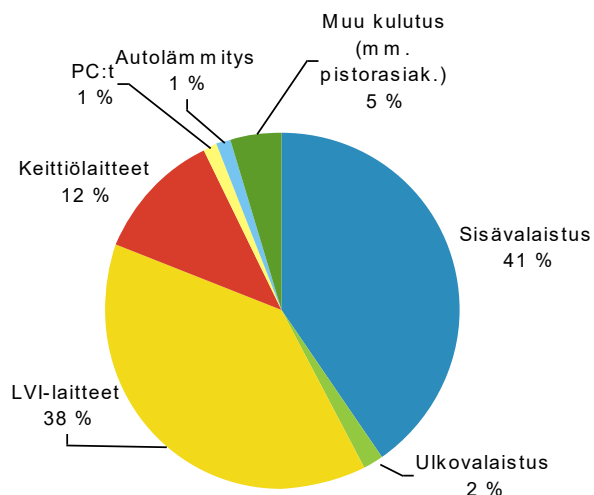
## Kulutusjakauma laiteryhmittäin

Sähköenergian laskennallinen vuotuinen kulutusjakauma katselmusajankohtana tehtiin katselmuksen yhteydessä mittauksiin, käyttäjien haastatteluihin ja laskelmiin perustuen.

**Taulukko 7 Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma kohteittain.**

| Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma | MWh/a      | %          |
|---------------------------------------------|------------|------------|
| Sisävalaistus                               | 84         | 40         |
| Ulkovalaistus                               | 4          | 2          |
| LVI-laitteet                                | 80         | 38         |
| Keittiölaitteet                             | 25         | 12         |
| PC:t                                        | 3          | 1          |
| Autolämmitys                                | 2          | 1          |
| Muu kulutus (mm. pistorasiak.)              | 10         | 5          |
| <b>Yhteensä</b>                             | <b>208</b> | <b>100</b> |

**Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma**

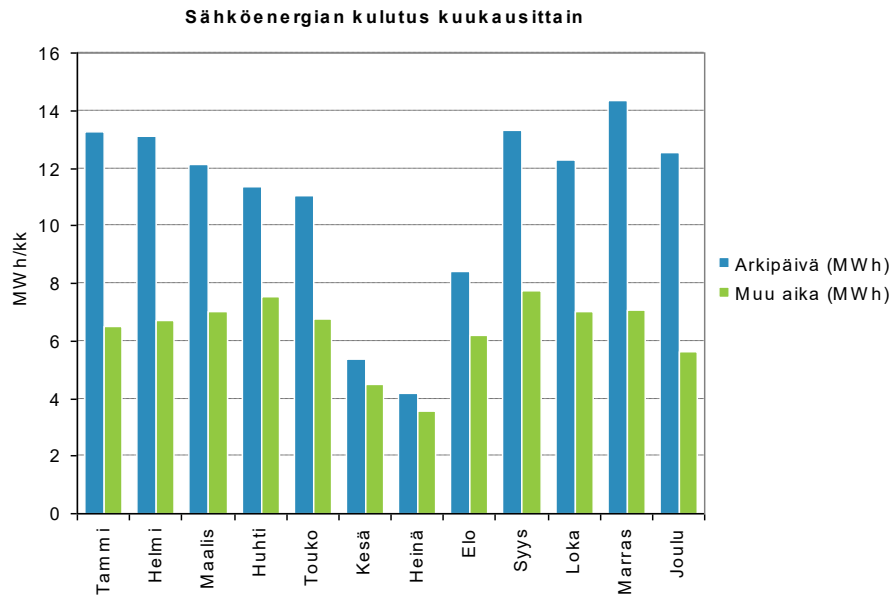


**Kuva 6 Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma kohteittain.**

Valaistuksen osalta on esitetty tarkempi kulutusjakauma luvussa 3.5.4. LVI-laitteiden suurehkon osuuden sähköenergian kokonaiskulutuksesta selittävät mm. ilmanvaihdon lämmöntalteenotto ja pitkät käyntiajat, kulutusosuutta on jaoteltu tarkemmin luvussa 3.3.

### Kuukausikulutukset

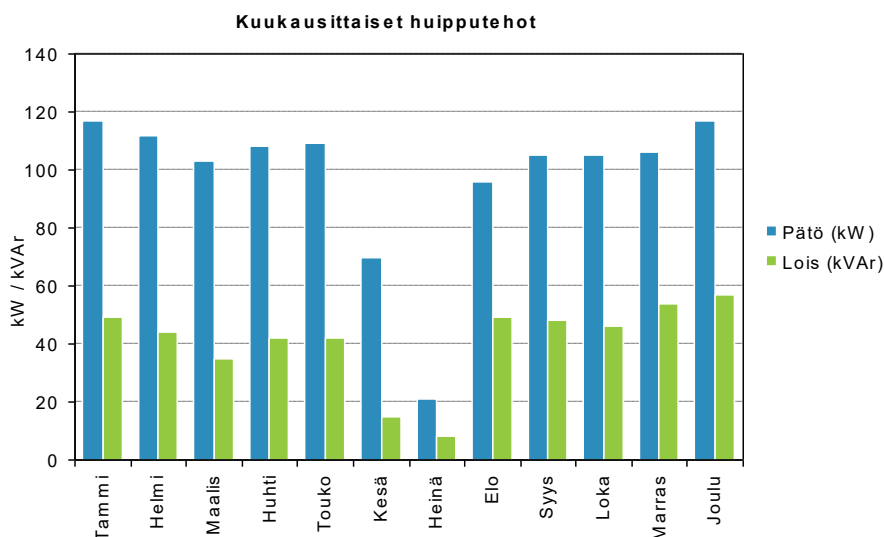
Vuoden 2003 laskutustietoihin perustuvat kohteen kuukausittaiset energiankulutukset on esitetty seuraavan sivun kaaviossa. Oppilaitoskäytöstä johtuen sähköenergian kulutus on kesäkuukausina talvikuukausia alhaisempi. Kulutusprofiili vastaa tavanomaisen koulurakennuksen kulutusta.



Kuva 7 Sähköenergian kulutus kuukausitasolla.

## Huipputeho

Vuoden 2003 laskutustietoihin perustuvat kohteen sähköliittymän huipputehot on esitetty oheisessa kaaviossa.



**Kuva 8 Sähkön mitatut kuukausittaiset huipputehot ja loistehot.**

Kuukausittainen huipputeho on ollut suurimmillaan vuonna 2003 tammi- ja joulukuussa, jolloin se on ollut 117 kW. Huipputeho on kesäkuukausia lukuun ottamatta ollut varsin tasainen (vaihdellut 1031–117 kW). Kunkin kuukauden tehomaksu on määräytynyt edellisten viiden talvikauden (marras–maaliskuu) kahden suurimman kuukausittaisen tuntitehon keskiarvon perusteella. Laskutusteho on vuonna 2003 ollut keskimäärin 115 kW. Tämä vastaa ominaiskuormitusta  $28 \text{ W/m}^2$ . Huipun käyttöaika on ollut 1 778 h/a. Sekä ominaiskuormitus että huipun käyttöaika ovat suuremmat kuin Mallilan kaupungin muiden koulu kiinteistöjen vastaavat arvot. Muita koulu kiinteistöjä suurempi ominaiskuormitus johtuu kohteen runsaasta varustelusta (ilmanvaihto, valaistus) ja suurempi huipun käyttöaika ilmanvaihdon pitkistä käyntiajoista.

Loistehon huippuarvo on ollut 40–50 %:a ko. kuukauden mitatusta pätötehohuipusta. Mallilan Energia Oy:n tehotariffeissa loistehon ilmaisosuus on 16 %:a laskutettavan pätötehon määrästä, joten laskutettava loisteho on ollut keskimäärin 25 kVAr/kk ja loistehomaksut vuodessa yhteensä noin 900 euroa (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

## Kuormitusvaihtelu

Kohteen kokonaiskuormitusta tarkasteltiin Mallilan Energia Oy:ltä saatujen tuntitehotietojen perusteella. Raportin liitteessä 6 on esitetty tyypillisen talvikauden kuormituskäyrä (tammikuu 2003). Arkipäivinä pätöteho vaihteli välillä 80–117 kW keskimääräisen tehon ollessa 90 kW. Yökuormitus oli noin 10 kW. Viikonlopun kuormitus vastasi yöajan kuormitusta.

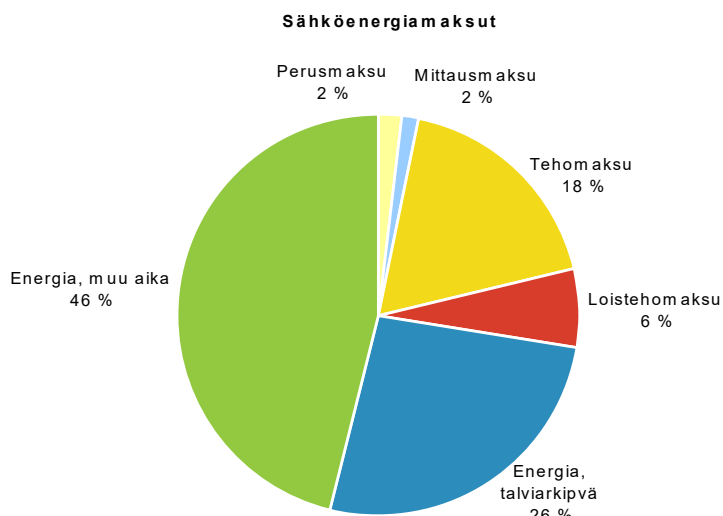
Suuri sähkökuormitus jatkuu arkisin pitkälle iltaan kiinteistön aktiivisen käyttöajan ulkopuolelle. Ilta-ajan kuormitus johtuu ilmanvaihtolaitteiden käyntiajoista, joiden tarpeenmukaisuutta tarkastellaan luvussa 3.

Kuormituskäyrässä aamupäivisin esiintyvä kulutuspiikki johtuu keittiölaitteista (uunit, liedet, padat yms.). Yöaikainen sähkökuorma koostuu ulkovalaistuksesta, pumpuista, likaisten tilojen IV-poistokoneista sekä keittiön kylmälaitteista.

## Kustannukset ja tariffit

**Taulukko 8 Sähköenergian kustannukset vuositason ja kustannusten jakautuminen kustannuslajeittain.**

|                         | Tariffi (alv 0 %) |              |               |               | Maksu-<br>peruste<br>2003 | Vuosi-<br>kustannus<br>€/a |
|-------------------------|-------------------|--------------|---------------|---------------|---------------------------|----------------------------|
|                         | Energia           | Siirto       | Sähkövero     | Kokonaishinta |                           |                            |
| Perusmaksu              |                   | 270 €/a      |               | 270 €/a       |                           | 270                        |
| Mittausmaksu            |                   | 216 €/a      |               | 216 €/a       |                           | 216                        |
| Tehomaksu               |                   | 22,2 €/kW, a |               | 22,2 €/kW, a  | 115 kW                    | 2 553                      |
| Loistehomaksu           |                   | 36 €/kVAr, a |               | 36 €/kVAr, a  | 25 kVAr                   | 900                        |
| Energia, talviarkipäivä | 3,00 snt/kWh      | 2,00 snt/kWh | 0,743 snt/kWh | 5,743 snt/kWh | 65,4 MWh                  | 3 756                      |
| Energia, muu aika       | 3,00 snt/kWh      | 0,90 snt/kWh | 0,743 snt/kWh | 4,643 snt/kWh | 142,2 MWh                 | 6 602                      |
| Yhteensä (alv 0 %)      |                   |              |               |               |                           | 14 297                     |



**Kuva 9 Sähköenergian kustannusten jakautuminen vuositason.**

Edellä esitetyt sähköenergiamaksut on laskettu vuoden 2003 toteutuneen kulutuksen ja katselmuksajankohdan hintatason perusteella.

Mallilan kaupunki on kilpailuttanut sähkön hankintansa. Sähkön myyjänä toimii Halpa-Sähkö Oy, jonka kanssa solmittu myyntisopimus on voimassa vuoden 2004 loppuun. Myyntisopimuksen mukainen energiamaksu on 1-aikainen ja se on kiinteä koko sopimusjakson ajan. Energimaksun lisäksi myyntitariffi ei sisällä muita komponentteja.

Sähkön siirrossa käytetään Mallilan Energia Oy:n 2-aikaista pienjännitetehotariffia, jonka edellä olevassa taulukossa esitetyt hinnat ovat olleet voimassa 1.9.2003 lähtien. Siirtotariffin aikamäärittelyt:

- Talvi: 1.11.–31.3
- Arkipäivä: ma–la, klo 7–22

Siirtotariffin tehomaksu määräytyy edellisten viiden talvikuukauden (marraskuu–maaliskuu) kahden suurimman kuukausittaisen tuntitehon keskiarvon perusteella. Loistehomaksu määräytyy kuukauden mitatun loistehohuipun perusteella kuitenkin siten, että loistehon ilmaisosuus on 16 %:a laskutettavan pätötehon määrästä.

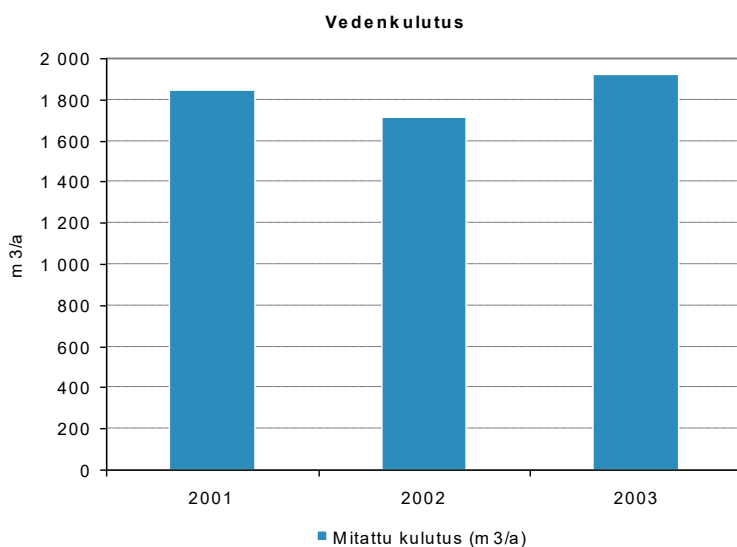
### 2.3.3 Vesi

#### Vuosikulutus

**Taulukko 9 Veden mitattu kulutus ja ominaiskulutus vuosittain.**

| Vedenkulutus                         | 2001  | 2002  | 2003  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| Mitattu kulutus (m <sup>3</sup> /a)  | 1 845 | 1 716 | 1 923 |
| Ominaiskulutus (dm <sup>3</sup> /rm) | 114   | 106   | 118   |

**Huom. Vuoden 2003 kulutus on jaksolta 10/2002–9/2003, koska mittaria ei ole luettu kalenterivuositain.**



**Kuva 10 Veden mitattu kulutus vuosittain.**

Vedenkulutus on viimeisen kolmen vuoden aikana pysynyt samalla tasolla. Tasainen kulutus kuvaa sitä, että rakennuksen käyttö on seurantajakson aikana pysynyt kutakuinkin ennallaan.

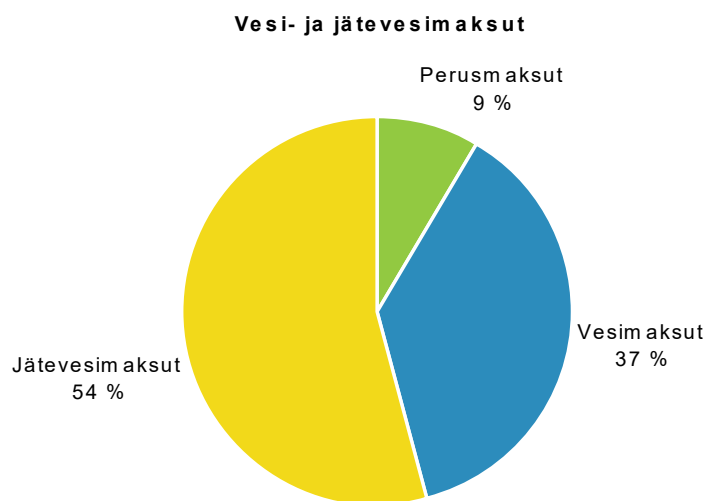
Veden ominaiskulutukset ovat olleet keskimääräisellä tasolla. Motivan katselmoiduista palvelusektorin rakennuksista keräämän tilaston perusteella on vuosina 1996–2001 katselmoi-

tujen yleissivistävien oppilaitosrakennusten veden ominaiskulutus ollut keskimäärin 116 dm<sup>3</sup>/rm<sup>3</sup>.

## Kustannukset ja tariffi

**Taulukko 10 Veden kustannukset vuositasolla ja kustannusten jakautuminen kustannuslajeittain.**

| Vesi- ja jätevesimaksut (alv 0 %) | €/a          | %          |
|-----------------------------------|--------------|------------|
| Perusmaksut                       | 396          | 9          |
| Vesimaksut                        | 1 731        | 37         |
| Jätevesimaksut                    | 2 500        | 54         |
| <b>Yhteensä</b>                   | <b>4 627</b> | <b>100</b> |



**Kuva 11 Veden kustannusten jakautuminen vuositasolla.**

Vesimaksut on laskettu vuoden 2003 (lokakuu 2002...syyskuu 2003) toteutuneen kulutuksen ja 1.5.2004 voimaan astuvan Mallilan Vesi Oy:n uuden hinnaston perusteella. Uudet hinnat ovat seuraavat (alv 0 %):

- Perusmaksu: Kiinteä vesimittarin koon mukaan  
40 mm vesimittarin mukainen kuukausimaksu on 33 €/kk
- Vesimaksu: 0,90 €/m<sup>3</sup>
- Jätevesimaksu: 1,30 €/m<sup>3</sup>

## 2.4 Kiinteistön käyttö ja ylläpito

---

### 2.4.1 Käyttö- ja huolto-organisaatio

Kiinteistöä isännöi Mallilan kaupungin tilakeskuksen isännöitsijä Toivo Tomera. Kiinteistön ylläpidosta vastaa tilakeskuksen käyttöpäällikkö Risto Reipas. Ylläpito-organisaatiossa on omat ammattimiehet LVI-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien käyttö-, huolto- ja kunnossapitotehtäviä varten.

Kiinteistön käyttäjien ja ylläpito-organisaation välille ei ole luotu systematiikkaa, jonka avulla siirrettäisiin säännöllisesti tietoa kiinteistön käytössä ja käyttötarpeissa esille tulleista muutoksista eri osapuolten välillä. Nykytilanteessa heräte tiedonsiirtoon syntyy yleensä vasta silloin, kun käyttäjä havaitsee ongelmia olosuhteissa.

Edellä kuvattu toimintatapa johtaa useimmiten tarpeettomaan energiankäyttöön. Esimerkiksi jos ilmanvaihdon käyntiaika jää liian lyhyeksi muuttuneiden työaikojen tms. syiden johdosta, ilmoittavat tilojen käyttäjät tästä useimmiten välittömästi ylläpito-organisaatiolle ja pyytävät pidentämään ilmanvaihdon käyntiaikaa vastaamaan uutta tilannetta. Mikäli tilanne on päinvastainen, jää ilmoitus ylläpito-organisaatiolle usein tekemättä ja johtaa näin liian pitkiin käyntiaikoihin ja tarpeettomaan energiankäyttöön. Jos käyttäjien ja ylläpito-organisaation välillä olisi sovittu säännöllisestä tietojen vaihdosta, voitaisiin tarpeetonta energiankäyttöä pienentää.

Taloteknisten järjestelmien huollosta vastaa kaupungin tilakeskus. Järjestelmiä ei huolleta erillisen ennakkohuolto-ohjelman mukaisesti, vaan huolto on ns. korjaavaa huoltoa, joka perustuu pääosin käyttäjien tekemiin havaintoihin ja vikailmoituksiin. Myös tällainen toimintatapa johtaa pitkällä aikavälillä tarpeettomaan energiankäyttöön (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

### 2.4.2 Kulutusseuranta

Kohteen energian- ja vedenkulutuksia ei seurata säännöllisesti (toimenpide-ehdotus luvussa 4.9). Tämän raportin tiedot kulutuksista perustuvat lämpö-, sähkö- ja vesilaskuihin.

Hallitun energiankäytön perusedellytys on vähintään kuukausitasolla toteutettu kulutusseuranta, jossa toteutuneita (lämmön osalta normitettuja) kulutuksia verrataan tavoitekulutuksiin ja selvitetään syyt mahdollisiin kulutuspoikkeamiin. Kulutusseuranta tukee ylläpito-organisaation ponnisteluja saavuttaen asetetut kulutustavoitteet antamalla välittömästi palautetta toteutettujen käyttötoimenpiteiden kulutusvaikutuksista.

### 2.4.3 Tekniset asiakirjat

Kiinteistön lämmönjakohuoneessa on yksi sarja LVI-, sähkö- ja automaatiourakan luovutusdokumentteja: piirustukset, mittauspöytäkirjat sekä huolto- ja hoito-ohjeet. Katselmuksen yhteydessä ei luovutusdokumenteissa havaittu puutteita. Huoltokirjaa ei kohteesta ole laadittu (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

Huoltokirjalla tarkoitetaan asiakirjakokonaisuutta, jossa esitetään mm. hyvän energiatalouden ja sisäilmaston edellyttämät hoito-, huolto- ja kunnossapitotehtävät sekä ohjeet tilojen käyttäjille. Huoltokirjan avulla voidaan saavuttaa kiinteistön ylläpidon tavoitteet koko sen taloudellisen käyttöiän ajan.

## 3 Kohteen energiatalouden arviointi

---

### 3.1 Lämmitysjärjestelmät

---

#### 3.1.1 Yleistä

Kiinteistö on liitetty Mallilan Energia Oy:n kaukolämpöverkkoon lämmönjakohuoneessa sijaitsevien kolmen lämmönsiirtimen (lämmitys, ilmanvaihto, lämmin käyttövesi) välityksellä. Rakennuksen lämmitys on hoidettu kahdella patteriverkostolla, joista toinen palvelee rakennuksen pohjois-/itäsisivua (ns. kuumaryhmä) ja toinen etelä-/länsisivua. Tuulikaappien (3 kpl) lämmityksestä huolehtivat IV-verkoston kytketyt kierrätysilmakoneet.

#### 3.1.2 Energian mittaus

Kiinteistön lämpöenergian kulutus mitataan lämmönjakohuoneeseen sijoitetulla lämpömäärämittarilla, josta on liitetty energiamittauspulssi myös rakennusautomaatiojärjestelmään. Alamittauksia ei ole asennettu.

#### 3.1.3 Lämmöntuotanto ja uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuus

Kaukolämmön tilausteho on 400 kW ja tilausvesivirta 6,9 m<sup>3</sup>/h. Kuukausikulutustietojen perusteella (liite 1) nykyinen tilausvesivirta on oikean suuruinen. Kaukolämmön jäähtymä -5 °C:een ulkolämpötilalla oli noin 55 °C, joka vastaa suositusten mukaista jäähtymää.

Osa lämmönjakohuoneen putkista on eristämättä, jonka vuoksi lämmönjakohuoneen lämpötila nousee tarpeettoman korkeaksi (katselmuksen yhteydessä lämmönjakohuoneen lämpötila oli +26 °C). Korkea lämpötila saattaa alentaa lämmönjakohuoneeseen sijoitetun rakennusautomaatiojärjestelmän alakeskuksen käyttöikää (toimenpide-ehdotus luvussa 4.9).

Kohteessa ei ole omaa polttoaineen käyttöä eikä muitakaan mahdollisuuksia uusiutuvien energialähteisiin siirtymiseksi voitu katselmuksessa todeta.

#### 3.1.4 Lämmönjakelu

##### Sisälämpötilat

Kiinteistön huonelämpötilat olivat katselmuksessa suoritettujen lämpötilamittausten (liite 2) perusteella varsin tasaiset, joten mittaustulosten perusteella ei patteriverkostoissa ole vesivirtojen perussäädön tarvetta. Lämpötilataso (keskilämpötila 21,7 °C) oli myös suositusten mukainen, joten patteriverkostojen säätökäyrät ovat oikealla tasolla.

Korkeimmat huonelämpötilat (23,8 °C) mitattiin keittiössä ja ATK-luokassa johtuen ko. tilojen suurehkoista sisäisistä lämpökuormista. Matalimmat sisälämpötilat (17,4 °C) olivat portaikossa.

## Patteriverkosto

Rakennuksen lämmityksestä huolehtivat kaksi patteriverkostoa, joiden palvelualueet ovat:

- Patteriverkosto PV1: Pohjois- ja itäsivu
- Patteriverkosto PV2: Etelä- ja länsisivu

Patteriverkosto PV1 (ns. kuumaryhmä) on kytketty suoraan lämmityssiirtimen perään. Patteriverkosto PV2 on kytketty sekoituskytkennällä omana jälkisäätöryhmänä patteriverkoston PV1 perään. Patteriverkostojen menoveden lämpötilasäätö on toteutettu ulkolämpötilan mukaan kompensoituna säätönä. Patteriverkostoihin oli aseteltu seuraavat säätökäyrät:

**Taulukko 11 Patteriverkostojen säätökäyrät.**

| Patteriverkosto          | Ulkolämpötila °C | Menoveden lämpötila °C |
|--------------------------|------------------|------------------------|
| PV1: Pohjois- ja itäsivu | -26              | 75                     |
|                          | 0                | 45                     |
|                          | +10              | 25                     |
| PV2: Etelä- ja länsisivu | -26              | 68                     |
|                          | 0                | 40                     |
|                          | +10              | 20                     |

Kummassakaan verkostossa ei ole yölämpötilapudotusta. Mahdollisella yölämpötilapudotuksella saavutettavissa oleva säästö olisi arviolta enimmillään 10–15 MWh/a eli 300–400 €/a (saatu arvioimalla lämpötilapudotukseksi 2 °C öisin ja viikonloppuisin lämmityskaudella eli 5–7 % lämmityksen kulutuksesta 200 MWh/a). Yölämpötilapudotus saattaisi johtaa aamuisin vetovalitukseen johtuen kylmistä seinäpinnoista. Pienen säästön ja toisaalta mahdollisten olosuhdeheikenysten vuoksi yölämpötilapudotuksen käyttöönotto ei ole tarkoituksenmukaista.

Patteriverkostojen säätökäyrät ovat huonelämpötilojen perusteella oikealla tasolla. Katselmuksen yhteydessä rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritettussa mittausseurannassa havaittiin, että patteriverkoston PV2 menoveden lämpötilasäätö huojuu keskimäärin  $\pm 3$  °C asetusarvon ympärillä (liite 3). Huojunta ei vaikuta patteriverkoston energiankulutukseen, sillä menoveden lämpötilan keskiarvo oli säätökäyrän mukainen.

Patteriverkostojen pumpuilla ei ole erillistä ohjausta rakennusautomaatiojärjestelmässä, vaan pumput ovat käynnissä jatkuvasti. Patteriverkostojen pumput ovat teholtaan niin pieniä, että kesäaikaisen pysäytyksen toteuttamiseksi niiden ohjauksia ei kannata liittää rakennusautomaatiojärjestelmään.

Kumpikin patteriverkosto on varustettu asianmukaisilla linjasäätöventtiileillä. Patteriverkostojen vesivirrat on perussäädetty rakennuksen valmistumisen yhteydessä. Huonelämpötilojen perusteella patteriverkostojen vesivirroissa ei ole perussäädön tarvetta.

Lämmityspatterit on varustettu termostaattisilla patteriventtiileillä, jotka katselmuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan olivat toimintakuntoisia.

## IV-verkostot

Rakennuksen tuloilma- ja tuulikaappikoneet on kytketty suoraan ilmanvaihtosiirtimen perässä olevaan IV-verkostoon. IV-verkoston menoveden lämpötilasäätö on toteutettu ulkolämpötilan mukaan kompensoituna säätönä. IV-verkostoon oli asetettu seuraava säätökäyrä:

**Taulukko 12 Ilmanvaihtoverkoston säätökäyrä.**

| Ilmastointiverkosto                 | Ulkolämpötila °C | Menoveden lämpötila °C |
|-------------------------------------|------------------|------------------------|
| IV1: Tuloilma- ja tuulikaappikoneet | -26              | 75                     |
|                                     | 0                | 50                     |
|                                     | +10              | 25                     |

IV-verkoston säätökäyrä on oikealla tasolla. Katselmuksen yhteydessä rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritettussa mittausseurannassa (liite 3) havaittiin, että IV-verkoston säätö toimii erinomaisesti.

IV-verkoston pumpulla ei ole erillistä ohjausta rakennusautomaatiojärjestelmässä, vaan pumpu on käynnissä jatkuvasti.

IV-verkosto on varustettu asianmukaisilla linjasäätöventtiileillä vesivirtojen perussäätöä varten.

## Lämmitysverkostoihin kytketyt lämmityslaitteet

Kiinteistön tuulikaappien (3 kpl) lämmitys on toteutettu tuulikaappeihin asennettujen kierrätys-ilmakoneiden avulla, jotka on kytketty IV-verkostoon. Tuulikaappikoneiden käyntiä ohjataan tuulikaappeihin asennetuilla huonetermostaateilla. Huonetermostaatit oli aseteltu +19 °C:een (eroalue +2 °C). Tuulikaappien lämpötilat olivat oikealla tasolla.

## 3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

### 3.2.1 Yleistä

Kiinteistö on liitetty Mallilan Vesi Oy:n vesi- ja viemäriverkostoon.

### 3.2.2 Veden mittaus

Kiinteistön vesimittari on asennettu lämmönjakohuoneeseen. Vesimittari pysähtyi katselmuksen kenttätöy yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella, joten verkostossa ei ole vuotoja. Alamittauksia ei ole toteutettu.

### 3.2.3 Lämpimän käyttöveden energiatalous

Lämpimän käyttöveden lämpötilan asetusarvo oli suositusten mukaisesti 55 °C. Katselmuksen yhteydessä rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritettun mittausseurannan perusteella käyttöveden lämpötilasäätö toimii hyvin (liite 3).

Kiertojohdon paluuv veden lämpötila oli lämmönjakohuoneessa 51 °C, joka vastaa suositusten mukaista arvoa (min 50 °C). Käyttövesiputkisto on asianmukaisesti eristetty. Käyttövesiverkostoon ei ole kytketty käyttövesipattereita tms. lämmönluovuttimia.

### 3.2.4 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso

Kiinteistön kaikki hanat ovat 1-otehanoja, joiden virtaamat voidaan säätää hanakohtaisesti. WC-huuhtelusäiliöt ovat 6 dm<sup>3</sup>:n säiliöitä. Vesikalusteiden vaihdolla ei saavuteta säästöjä.

Em. kalusteiden lisäksi keittiössä on käytössä käytönohjausautomaatiikalla varustettu tunnelipesukone sekä astioiden lajittelulinjasto. Muita vesikalusteita ei kohteessa ole.

Katselmuksen yhteydessä tehtyjen mittauksen (liite 4) perusteella kalustekohtaiset virtaamat ovat 1,5–2-kertaiset normivirtaamiin verrattuina, joten veden kulutuksessa on selvää säästöpotentiaalia. Myös vesijohtoverkoston paine on päävesimittarin yhteydessä olevan painemittarin lukeman perusteella (6,5 bar) tarpeeseen nähden turhan korkea (toimenpide-ehdotukset luvussa 4).

## 3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

---

### 3.3.1 Yleistä

Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihdosta huolehtivat viisi tuloilmakonetta, seitsemän niiden käyntiin lukittua poistoilmakonetta sekä kolme itsenäisesti toimivaa likaisten tilojen poistoilmakonetta.

Luokkien tuloilmakone (TK1) ja liikuntasalin tuloilmakone (TK2) on varustettu lämmöntalteenottojärjestelmillä (vesiglykoli).

Ilmanvaihtojärjestelmien säätö-, ohjaus- ja valvontatoiminnot on toteutettu rakennusautomaatiojärjestelmällä. Tuloilmakoneet ovat käynnissä työaikana. Likaisten tilojen poistoilmakoneet ovat käynnissä jatkuvasti.

Kanavistot on varustettu asianmukaisilla säätöpelleillä, joissa on myös mittayhteet. Ilmavirrat on säädetty rakennuksen valmistumisen yhteydessä.

### 3.3.2 Ilmanvaihtokoneet

Kiinteistön ilmanvaihtokoneet on kirjattu raportin liitteeseen 5, jossa kunkin koneen osalta on esitetty tunnus, palvelualue, käyttöikä, ilmavirta, rakenne, säätötapa ja asetusarvo, kulutusarvioon perusteena oleva tuloilman lämpötila, ohjaustapa, käyntiaika sekä koneista katselmuksen yhteydessä tehdyt erityishavainnot.

### Ohjaustavat ja käyntiajat

Kaikkien tuloilmakoneiden käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla. Tuloilmakoneiden käyntiajat on esitetty liitteessä 5.

Huoltomiehen mukaan tuloilmakoneiden käynnistys- ja pysäytysajat on aseteltu siistijöiden työaikojen mukaisesti lukuun ottamatta liikuntasalin konetta (TK2), jonka pysäytysaika on valittu liikuntasalin iltaikäytön perusteella. Koulurakennuksen aktiivinen käyttö liikuntasalia lukuun ottamatta loppuu arkisin klo 16.00 mennessä. Tämän jälkeen rakennuksessa työskentelee

enää kaksi siistijää. Siivoustyönjohtajan mukaan normaali viikkosiivous ei edellytä tuloilmakoneiden käyttöä. Sen sijaan loma-aikoina suoritettavassa perussiivouksessa käytetään voimakkaita pesuaineita ja vahoja, jolloin on suositeltavaa pitää ilmanvaihto käynnissä. Tämän perusteella ilmanvaihdon nykyiset käyntiajat ovat tarpeettoman pitkät (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

Liikuntasalin käyttö on epäsäännöllistä etenkin talviaikaan, jolloin liikuntatunnit järjestetään usein ulkona (esim. hiihto, luistelu, jne.). Tämän vuoksi liikuntasalin tuloilmakoneen (TK2) käynnin ohjaus pelkkään kellonaikaan perustuen johtaa tarpeettoman pitkiin käyntiaikoihin (toimenpide-ehdotus luvussa 4). Rakennuksen muiden tilojen käyttö on niin säännöllistä, että ilmanvaihdon ohjaus nykytilanteen mukaisesti rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla on tarkoituksenmukainen ohjaustapa.

### **Ilmavirrat ja palvelualueet**

Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet ovat tarkoituksenmukaiset ja ne palvelevat hyvin kiinteistön käyttöä. Tuloilmakoneiden ilmavirrat ja palvelualueet on esitetty liitteessä 5.

Luokkien ja liikuntasalin tuloilmakoneet (TK1 ja TK2) ovat 2-nopeuksisia. Ulkolämpötilan laskiessa alle -10 °C:een ohjaa rakennusautomaatiojärjestelmä koneet ½-teholle. Muulloin TK1 ja TK2 käyvät aikaohjelman ohjaamina 1/1-teholla.

TK2:n 1/1-teho on mitoitettu juhlasalikäytölle, jolloin salissa on paljon ihmisiä. Normaalisissa liikuntasalikäytössä ko. tilassa on vain murto-osa mitoitustilanteen ihmismäärästä, jolloin 1/1-tehon ilmavirta on tilan kuormitukseen nähden liian iso ja johtaa tarpeettomaan energiankäyttöön (toimenpide-ehdotus luvussa 4). Sen sijaan luokkien kuormitus on niin tasaista, että TK1:n nykyinen 1/1-tehon käyttö on perusteltua.

Keittiön ja ruokalan yhteinen tuloilmakone TK4 on varustettu ruokalan tulo- ja poistokanaviin asennetuilla sulkupelleillä, joiden avulla on mahdollista sulkea ruokalan ilmanvaihto pois käytöstä ruokalan käyttöaikojen ulkopuolella. Tulo- ja poistopuhallin on kumpikin varustettu omalla painesäädöllä, joka ruokalan ilmanvaihdon ollessa pois käytöstä pienentää ko. puhaltimen pyörimisnopeutta taajuusmuuttajan välityksellä. Katselmuksen yhteydessä havaittiin, että ruokalan tulokanavan sulkupellin peltimoottori oli rikki ja pelti oli auki jatkuvasti. Näin ollen tuloilmapuhallin toimi täydellä teholla koko käyntiaikansa (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

### **Säätötavat, asetusarvot ja säädön toiminta**

Tuloilmakoneiden säätötavat on esitetty liitteessä 5. Luokkien tuloilmakoneen (TK1) säätötapa (vakio huoneilman lämpötilasäätö varustettuna tuloilman lämpötilan min- ja max-rajoituksella) ei ole energiataloudellinen. Koska TK1 on mitoitettu huolehtimaan vain luokkien ilmanvaihdesta (lämmitys tapahtuu patteriverkostoilla PV1 ja PV2), johtaa nykytilanteen mukainen säätötapa käytännössä useimmiten siihen, että tuloilman lämpötila on lämmityskaudella max-rajalla ja vastaavasti jäähdytyskaudella min-rajalla. Katselmuksen yhteydessä suoritettun seurannan perusteella TK1:n tuloilman lämpötila oli koko seurantajakson max-rajalla (+26 °C). Tämä tuhlaa tarpeettomasti lämpöenergiaa (toimenpide-ehdotus luvussa 4). Muiden tuloilmakoneiden säätötavat ovat tarkoituksenmukaiset.

Tuloilmakoneiden lämpötilasäätöjen asetusarvot on esitetty liitteessä 5. Asetusarvot ovat tarkoituksenmukaiset lukuun ottamatta tuloilmakone TK1:n huurteeneston asetusarvoa, joka on liian korkea. Ko. asiaa on käsitelty jäljempänä tässä luvussa kohdassa Lämmöntalteenottolaitteet.

Rakennusautomaatiojärjestelmää hyödyntäen todettiin, että tuloilmakoneiden TK1 (luokat), TK2 (liikuntasali) ja TK4 (keittiö ja ruokala) lämpötilasäädöt toimivat moitteetta. Sen sijaan tuloilmakone TK3:n (opettajien huone) säätöä ei ole viritetty kunnolla, sillä tuloilman lämpötila huojuu  $\pm 2$  °C asetusarvonsa ympärillä. Säädön huojunnasta huolimatta TK3 ei tuhlaa energiaa, sillä tuloilman lämpötilan keskiarvo on juuri asetusarvonsa (20 °C) suuruinen.

Tuloilmakone TK5:n (käsityöluokat) säädön toimintaa ei voitu tarkastaa, koska kone on ollut seis arviolta ½-vuotta johtuen viallisesta lämmityspatterin säätöventtiilin venttiilimoottorista (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

### **Lämmöntalteenottolaitteet**

Tuloilmakoneet TK1 (luokat) ja TK2 (liikuntasali) on varustettu lämmöntalteenottojärjestelmillä (vesiglykoli-LTO).

TK1:n lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhde oli katselmuksen yhteydessä suoritettua mittauksen perusteella 35 %, joka on selvästi alle normaalin arvon ( $\approx 50$  %). Rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritettua mittausseurannan tuloksista ilmeni, että lämmitysventtiili alkaa aueta ennen kuin LTO-venttiili on täysin auki. Asiaa tarkemmin tutkittaessa havaittiin, että huurteeneston asetusarvo oli liian korkea (+5 °C), jonka vuoksi säätöohjelma rajoittaa LTO:n tehoa ja pienentää näin myös sen hyötysuhdetta jo reilusti ennen LTO-patterin huurtumisvaaraa (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

TK2:n lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhde oli 50 %, joka vastaa normaalia arvoa. Sekä TK1:n että TK2:n LTO-liuoksen glykolipitoisuus oli 30 %, joka vastaa suositusten mukaista pitoisuutta.

Muissa ilmanvaihtokoneissa ei ole lämmöntalteenottoa. Näiden koneiden lämpöenergian kulutus on oikeilla käyttöparametreilla (asetusarvo, käyntiaika) niin pieni, että lämmöntalteenoton asentaminen niihin ei ole taloudellisesti perusteltavissa.

### **Kostutuslaitteet**

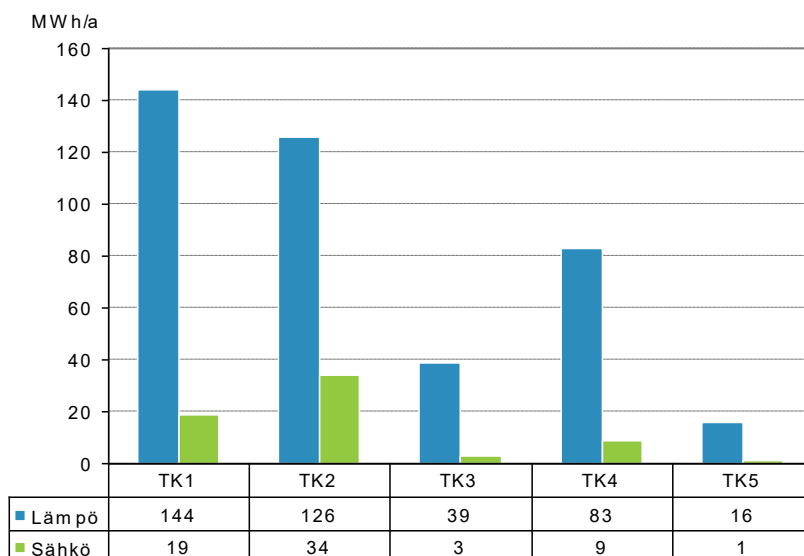
Ilmanvaihdossa ei ole käytössä kostutusta.

### **Yötuuletus**

Tuloilmakoneiden ohjauksessa ei ole käytetty yötuuletusta eikä yötuuletuksen käyttö myöskään pienentäisi energiankulutusta, koska rakennuksessa ei ole koneellista jäähdytystä. Toisaalta yötuuletuksella voitaisiin jossain määrin parantaa tilojen olosuhteita.

## Ilmanvaihdon energiankulutus

Ilmanvaihdon energiankulutus kojeittain on laskettu nykyisin toiminta-arvoin Motiwatti-ohjelmalla ja esitetty oheisessa kuvassa. Vaikka kojekohtaisesti sähköenergian kulutus on selvästi lämpöenergian kulutusta pienempi, on muistettava, että konekohtaisia kustannuksia tarkasteltaessa sähkön merkitys kasvaa sähkön lämpöä suuremmista yksikkökustannuksista johtuen.



Kuva 12 Ilmanvaihtokoneiden lämpö- ja sähköenergian kulutus koneittain.

Tuloilmakoneiden TK1 (luokat), TK2 (liikuntasali) ja TK4 (keittiö ja ruokala) suuri energiankulutus johtuu ko. koneiden suurista ilmamääristä ja pitkistä käyntiajoista.

### 3.4 Jäähdytysjärjestelmät

#### 3.4.1 Ilmanvaihdon ja huonetilojen jäähdytys

##### Ilmanvaihdon jäähdytys

Kohteessa ei ole ilmanvaihdon jäähdytystä.

##### Huonetilojen jäähdytys

Kiinteistössä ei ole erillisiä huonetilojen jäähdytyslaitteita.

#### 3.4.2 Muu jäähdytys mm. kylmäsäilytys

Keittiössä on elintarvikkeiden kylmäsäilytystä varten kaksi kylmiötä ja yksi pakkashuone. Kompressorien yhteinen sähköteho on 5 kW. Jäähdytyslaitteiden lauhduttimina toimivat keittiön vesikatolla sijaitsevat ilmalauhdutinyksiköt. Kylmälaitteiden lauhdelämpöä ei oteta talteen.

Pakkashuoneen sisälämpötila oli -18 °C ja kylmiöiden +4 °C vastaten käyttötarkoitustaan.

### 3.5 Sähköjärjestelmät

---

#### 3.5.1 Yleistä

Katselmuskohde on liitetty Mallilan Energia Oy:n pienjänniteverkkoon (0,4 kV) sähköpääkeskuk- sessa, joka sijaitsee lämmönjakohuoneen vieressä. Pääsulakkeen koko on 3 x 315 A vastaten liittymistehoja 220 kVA. Huipputehoksi suunnitelmissa on laskettu 140 kW.

Kohteessa on keskitetty loistehon kompensointi. Sähköpääkeskukseen on asennettu au- tomaattinen loistehon kompensointiparisto, joka koostuu loistehonsäätimestä ja kuudesta kompensointikondensaattorista (6 x 22 kVAr).

Loistehon kompensointi ei toimi kunnolla, sillä tehokäyrien (liite 6) perusteella mitattu loistehohuippu on ollut 50 kVAr pätötehon ollessa 110 kW ja loistehosta on syntynyt maksuja (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

#### 3.5.2 Energian mittaus

Kohteen koko sähköenergian kulutus mitataan sähköpääkeskukseen asennetulla tuntitehomit- tarilla (pätö- ja loisenergiamittaus). Alamittauksia ei ole asennettu eikä niitä ehdoteta asennet- tavaksi.

#### 3.5.3 Sähkönhankinta

Kohteen sähkönhankinta on kilpailutettu. Sähkön myyjänä toimii Halpa-Sähkö Oy. Sähkön myyn- tisopimus on voimassa vuoden 2004 loppuun. Myyntitariffina on 1-aikainen sopimussähkö.

Siirtotariffina käytetään Mallilan Energia Oy:n 2-aikaista pienjännitetehotariffia. Tehdyn ta- riffitarkastelun (liite 7) perusteella siirtotariffi kannattaa vaihtaa 1-aikaiseen pienjännitetehota- riffiin (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

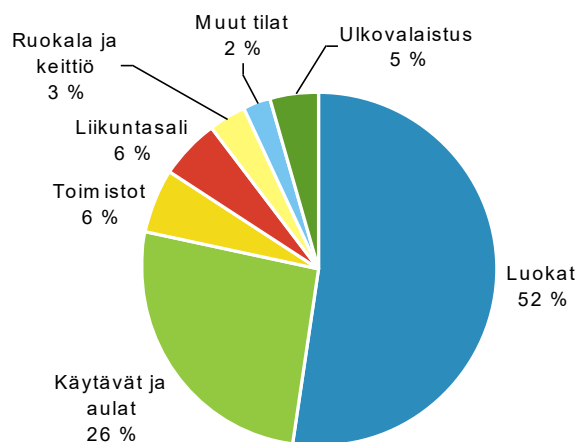
#### 3.5.4 Sähkön kulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin

##### Valaistus

##### Valaistuksen energian kulutus ja kulutusjakauma

Valaistuksen sähkönkulutuksen on laskettu olevan 38 % kohteen kokonaissähkönkulutuksesta. Valaistuksen sähkönkulutus jakaantuu eri tilatyyppien kesken arviolta seuraavasti:

#### Valaistuksen laskennallinen kulutusjakauma



Kuva 13 Valaistuksen laskennallinen kulutusjakauma tilatyypeittäin.

#### Valaistustoteutuksen yleiskuvaus

Kohteessa mitattiin valaistusvoimakkuudet tärkeimmissä tyyppitiloissa keskimäärin ja /tai työpisteissä. Mittaustulokset ja muu valaistuksen laatu-arvio on esitetty tyyppitilakohtaisessa tarkastelussa. Mittauksissa otettiin huomioon päivänvalon vaikutus. Lisäksi otettiin tuloksia arvioitaessa huomioon lamppujen ikä (eli lamppujen vanhenemisesta johtuva valovirran alenema).

Kohteessa on käytössä pääasiassa loistelamppuvalaisimia ja valaisimet ovat alkuperäisiä (asennettu 1995). Valaistus on pääosin toteutettu yleisvalaistuksena ja huonepintojen värit ovat yleisesti vaaleat.

Loistelamppuvalaisimissa on liitäntälaitteina käytetty perinteisiä kuristimia. Elektronisten liitäntälaitteiden käytöllä voitaisiin säästää valaistuksen sähkönkulutuksessa 20–25 % nykyiseen kulutukseen verrattuna. Tämä merkitsisi noin 15 MWh/a eli 750 €/a vuosisäästöä. Kiinteistössä on noin 500 valaisinta. Mikäli tarkastellaan kuristimien korvaamista elektronisilla liitäntälaitteilla ja ko. toimenpiteelle asetetaan kymmenen vuoden takaisinmaksuaikavaatimus, saa vaihtokustannus yhden valaisimen osalta olla korkeintaan 15 €. Näin ollen nykyisten kuristimien korvaaminen elektronisilla liitäntälaitteilla ei ole erillisenä toimenpiteenä taloudellisesti perusteltavissa.

Sisävalaistusta ohjataan pääasiassa perinteisin käsikytkimin. Luokahuoneissa ja keittiötiloissa kytkimien vaikutusalueen selkeä merkintä voisi ohjata nykyistä paremmin tarpeenmukaiseen käyttöön ja siksi sitä suositellaan toteutettavaksi, vaikka selkeää energiansäästövaikutusarviota ei osatakaan tehdä (ehdotus kohdassa 4.9). Asennuksia tai valaisimia uusittaessa läsnäolotunnistimien tai päivänvaloautomaatiikan käyttöön kannattaa kiinnittää huomiota erityisesti luokahuoneiden ikkunarivin valaistuksessa ja aulatilojen valaistuksessa (ks. tilatyyppikohtainen tarkastelu).

## **Valaistuksen energiatehokkuus ja kulutus tilatyypeittäin**

### **Luokkatilat**

Valaistus on toteutettu luokissa pääasiassa 58 W:n loistelamppuvalaisimin, lisäksi tauluvalaistukseen on asennettu neljä 36 W:n loistelamppua. Valaistuksen ominaisteho luokissa on 14 W/m<sup>2</sup>. Valaisinrivit ovat tauluvalaisimia lukuun ottamatta ikkunan suuntaisesti ja joka riville on oma ohjauskytkimensä oven vieressä, mikä mahdollistaa päivänvalon hyödyntämisen ikkunarivillä. Valaisimet oli pesty kaksi vuotta sitten ja huonepintojen värit on vaalea.

Ikkunarivin valaistuksen ohjauksessa olisi mahdollista käyttää valaisimia, joissa on liike- ja päivänvalotunnistin ja näin saavuttaa energiansäästöä. Muutostyönä tätä ei kuitenkaan nähty taloudelliseksi, mutta valaisimien uusimisen yhteydessä tämän ratkaisun toimivuus ja vaikutukset kannattaa arvioida uudelleen esimerkiksi koeasennuksen avulla.

Vaakatason valaistusvoimakkuudeksi luokissa (pulpettien työtasolla) mitattiin keskimäärin 400–500 luksia, mikä vastaa suosituksia (200–500 lx). Opettajan työpöydällä valaistusvoimakkuus oli 500 lx. Lamppujen polttoikä mittaushetkellä arvioitiin käyttäjien kanssa 4 000 h:ksi. Tauluvalaistus arvioitiin silmämääräisesti tarkoituksenmukaiseksi ja laadukkaaksi. Muutoinkin valaistustoteutuksen ja laadun todettiin vastaavan vaatimuksia ja näkötehtäviä.

Rehtori on sopinut opettajien kanssa, että opettajat sammuttavat valot luokista välituntien ajaksi. Tämä käytäntö on osoittautunut rehtorin mukaan varsin toimivaksi. Myös kouluajan jälkeen valaistus ei käyttäjien mukaan jää yleensä tarpeettomasti palamaan.

Luokkahuoneiden valaistuksen kokonaisteho liitälaitteineen on 35 kW. Energiankulutusarvio vuotuisella 1 300 h/a (= 190 d/a x 7 h/d) käyttöajalla on 46 MWh/a.

### **Liikuntasali**

- Valaistuksen kokonaisteho liitälaitteineen 3 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 58 W:n loistelampuilla.
- Ominaisteho noin 8 W/m<sup>2</sup>, mitattu keskimääräinen valaistusvoimakkuus 250–350 lx (ilman päivänvalon vaikutusta), valaistusvoimakkuus ja valaistuksen laatu on tarkoituksenmukainen.
- Valaistusta ohjataan käsikytkimillä useissa ryhmissä, ryhmittely on tilan käytön ja valaistuksen tarpeen kannalta tarkoituksenmukainen.
- Energiankulutusarvio 1 600 h/a (= 190 d/a x 8,5 h/d) käyttöajalla on 5 MWh/a.

Liikuntasalissa ovat valot olleet usein päällä, vaikka sali ei olisikaan käytössä (toimenpideehdotus luvussa 4.5).

### **Ruokala ja keittiö**

- Valaistuksen kokonaisteho liitälaitteineen 2 kW, valaistus on toteutettu 58 W:n ja 36 W:n loistelamppuvalaisimin.
- Valaistusta ohjataan käsikytkimillä (ryhmitysmerkinnät kytkintauluissa selkeyttäisivät valojen käyttöä ja todennäköisesti vähentäisivät tarpeetonta valaistuksen energiankulutusta ruokalassa).
- Energiankulutusarvio 1 500 h/a (= 190 d/a x 8 h/d) käyttöajalla on 3 MWh/a.

### **Toimistohuoneet**

- Valaistuksen kokonaisteho liitälaitteineen 3 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 58 W:n loistelampuilla.
- Ominatieto noin 15 W/m<sup>2</sup> ja valaistusvoimakkuudeksi työpöydillä ilman päivänvaloa mitattiin 450–550 luksia (lamppujen käyttöikä mittaushetkellä 5 000 h), mikä vastaa suosituksia ja vaikutti kohteessa tarkoituksenmukaiselta.
- Valaistusta ohjataan käsikytkimillä kahdessa ryhmässä erikseen ikkuna- ja käytävän puoleisille valaisimille.
- Energiankulutusarvio 1 600 h/a (= 190 d/a x 8,5 h/d) käyttöajalla on 5 MWh/a.

### **Käytävä- ja aulatilat**

- Valaistuksen kokonaisteho liitälaitteineen 9 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 36 W:n loistelampuilla ja 18 W:n pienisloistelampuilla.
- Ominatieto noin 10 W/m<sup>2</sup>, valaistusvoimakkuudeksi mitattiin 50–200 luksia (suositus 100–200 lx) ja valaistuksen laatu yleensä tarkoituksenmukaiseksi.
- Valaistusta ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmalla ja tarvittaessa painonapeilla.
- Energiankulutusarvio 2 500 h/a (= 190 d/a x 13 h/d) käyttöajalla on 23 MWh/a.

Aula- ja käytävätilojen valaistusta ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmalla ja aikaohjelman ulkopuolella tarvittaessa painonapeilla porrastaloautomaatin ohjaamina. Aikaohjelma sytyttää ja sammuttaa valot siistijöiden työaikojen mukaisesti (ma–pe klo 6.00–19.00). Koska aikaohjelma sytyttää/sammuttaa kaikki aula- ja käytävävalot samanaikaisesti, on niiden käyttöaika tarpeettoman pitkä, sillä siistijät tarvitsevat valaistusta kerrallaan vain osaan tiloja (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

### **Muut tilat**

- Teknisten tilojen, varastojen yms. tilojen valaistus on toteutettu pääasiassa 36 W:n loistelampuilla. Vähäisessä määrin on käytetty myös hehkulamppuja, joskin niitä on tiloissa joissa valaistuksen vuotuinen käyttöaika jää hyvin lyhyeksi. Valaistuksen kokonaisteho liitälaitteineen 2 kW.
- Valaistusta ohjataan käsikytkimillä.
- Energiankulutusarvio 1 000 h/a käyttöajalla on 2 MWh/a.

### **Ulkovalaistus**

- Ulkovalaistus on toteutettu pääasiassa pylväs-, seinä- ja alakattoasenteisilla pienloiste- ja suurpainenatriumlamppuvalaisimilla, lampputehot 13, 50 ja 80 W. Valaistuksen kokonaisteho liitälaitteineen 1 kW.
- Ulkovalaistus on päällä päivänvaloanturin ohjaamana, siten että valaistus saa käyntiluvan kun ulkovaloisuustaso on 50 lx.
- Energiankulutusarvio käyttöajalla 4 000 h/a on 4 MWh/a.

Päivänvalo-ohjaus on energiataloudellinen ohjaustapa, ja johtaa n. 4000 tunnin vuotuisen käyttöaikaan. Ulkovalaistus voitaisiin myös sammuttaa pimeimmän yön ajaksi (esim. klo 02.00–05.00, niin kuin joissakin tapauksissa tehdään) rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjauksella, mutta ilkvallan välttämiseksi tätä mahdollisuutta ei tässä kohteessa ole otettu käyttöön.

### **LVI-laitteet**

- Puhaltimien yhteinen nimellisteho on noin 35 kW ja energiankulutus nykyisillä käyntiajoilla 67 MWh/a.
- Lämmityspumppujen yhteinen nimellisteho on noin 2 kW ja energiankulutus jatkuvalla käytöllä 12 MWh/a.
- Muiden LVI-laitteiden (lähinnä tuulikaappikoneet) yhteinen nimellisteho on alle 1 kW ja energiankulutusarvio 1 MWh/a.
- LVI-laitteiden nykyistä energiankäyttöä ja sen tarkoituksenmukaisuutta myös sähkön kulutuksen osalta on käsitelty edellä LVI-järjestelmien yhteydessä.

### **Keittiölaitteet**

- Keittiölaitteiden (lämpökojeet) yhteenlaskettu teho on noin 115 kW.
- Annosmäärä 320 annosta/d \* 190 d/a  $\approx$  61 000 annosta/a, ominaiskulutusarvio 0,2 kWh/annos (valmistuskeittiö) ja energiankulutusarvio noin 13 MWh/a.
- Keittiön kylmäkoneiden yhteinen sähköteho on noin 5 kW ja energiankulutusarvio 12 MWh/a.

Keittiölaitteina on käytetty energiatehokkaita laitteita kuten esim. halogeeniliesiä ja käytönohjausautomaatiikalla varustettua tunnelipesukonetta. Laitteiden sijoitus ja laitekanta mahdollistaa keittiölaitteiden energiataloudellisen käytön. Katselmuksen yhteydessä haastateltiin emäntää, joka oli tyytyväinen keittiön nykyiseen laitekantaan ja sen tarkoituksenmukaisuuteen. Säästömahdollisuuksia ei voitu havaita.

### **ATK-laitteet**

- Rakennuksessa on yksi ATK-luokka, jossa on 20 PC:tä.
- Yhden PC:n teho on noin 150 W (PC + näyttö).
- Rehtorin mukaan ATK-luokka on päivittäin käytössä keskimäärin 5 h/d eli vuodessa noin 1 000 h/a ( $\approx$  190 d/a x 5 h/d). Opettaja huolehtii kunkin tunnin jälkeen, että PC:t ovat sammutettuja.
- PC:iden energiankulutusarvio oheislaitteineen 1 000 h/a käyttöajalla on 3 MWh/a.

Taloudellisia säästötoimenpide-ehdotuksia ei voitu todeta.

### **Sähkölämmitykset**

#### **Huonetilojen sähkölämmitys**

Rakennuksessa ei ole huonetilojen sähkölämmityksiä.

### **Autolämmitys**

Lämmityspisteitä on 40 kpl. Liityntätehoksi voidaan laskea 20 kW (= 40 kpl x 0,5 kW/kpl). Ohjaus on toteutettu lämmityspistekohtaisella vuorokausikellolla, jonka avulla lämmitysjakso voidaan asetella enimmillään 2 tunnin mittaiseksi. Tämä on autolämmityksen osalta suositeltava ja yleensä hyvään energiatalouteen johtava ohjaustapa

Sisätilalämmittimien käyttö on rajoitettu. Mikäli oletetaan, että 50 % lämmityspisteistä on käytössä työpäivisin 2 h/d aina silloin, kun ulkolämpötila on alle 0 °C, on autolämmitysten vuotuinen käyttöaika noin 200 h/a ja energiankulutusarvio 2 MWh/a.

### **Räystäskouru-, kattokaivo-, ajoluiska- tms. sähkölämmitykset**

Rakennuksessa ei ole räystäskouru-, kattokaivo- ajoluiska- tms. sähkölämmityksiä.

### **Muut sähkölämmitykset**

Muita sähkölämmityksiä ei ole käytössä.

### **Muut laitteet**

Määrittelemätön muu kulutus aiheutuu pääasiassa pistorasiakuormien ja erityisluokkien laitteiden kulutuksesta. Muun kulutuksen osuus on 10 MWh/a.

## **3.6 Muut järjestelmät**

---

Puutyöluokassa on purunpoistojärjestelmä. Järjestelmän käyttö on kuitenkin käsityönopeettajan mukaan vähäistä. Kohteessa ei ole muita järjestelmiä.

## **3.7 Rakennusautomaatio**

---

### **3.7.1 Yleistä**

Kiinteistön LVI-järjestelmien ja osittain myös sähköjärjestelmien säätö-, ohjaus- ja valvontatoiminnoista huolehtii DDC-tekniikkaan pohjautuva rakennusautomaatiojärjestelmä. Järjestelmässä on kaksi alakeskusta, joista toinen on sijoitettu lämmönjako- ja toinen IV-konehuoneeseen. Kiinteistössä ei ole omaa valvomoa, vaan alakeskukset on liitetty Mallilan kaupungin päävalvomoon. Paikalliskäyttö on toteutettu alakeskuskoteloihin asennetuilla alakeskuspäätteillä.

### **3.7.2 Rakennusautomaation toimintakunto ja hyödyntäminen**

Rakennusautomaatiojärjestelmän toiminta tarkastettiin katselmuksen kenttätöyön yhteydessä mm. vertaamalla kenttätöyön aikana toteutettujen erillismittausten (sisälämpötila, kosteus) rakennusautomaation antamiin vastaaviin tietoihin sekä seuraamalla säätöjen toimintaa järjestelmän oman historiaseurantaohjelmiston avulla. Seurattavat valvontapisteet historiaseurantaan liitti rakennusautomaatiojärjestelmän pääkäyttäjä LVI-katselmoijan antamien ohjeiden mukaisesti.

Tarkistusmittausten yhteydessä havaittiin, että tuloilmakone TK4:n ruokalan tuloilmakanavan lämpötilamittausta ei ole kalibroitu kunnolla, vaan rakennusautomaatiojärjestelmän mittaustulos on 2 °C alle todellisen arvon. Koska TK4:n lämpötilasäätö toimii muuten moitteettomasti, on ruokalan tuloilman lämpötila (22 °C) väärän mittaustuloksen vuoksi 2 °C yli asetusarvon (20 °C; toimenpide-ehdotus luvussa 4.7). Rakennusautomaatiojärjestelmän muissa mittauksissa ei havaittu puutteita.

Muilta osin rakennusautomaatiojärjestelmän toiminnasta tehtiin seuraavat havainnot:

- Patteriverkosto PV2:n (etelä- ja länsisivu) säätö huojuu.
- Tuloilmakone TK3:n (opettajien huone) säätö huojuu.
- Tuloilmakone TK4:n ruokalan tulokanavan sulkupellin peltimoottori rikki.
- Tuloilmakone TK5:n (käsityöluokat) lämmityspatterin säätöventtiilin venttiilimoottori rikki.

Em. puutteiden ja virhetoimintojen vaikutusta kiinteistön energiankulutukseen on tarkasteltu tässä raportissa edellä ao. LVI-järjestelmän yhteydessä.

Pääkäyttäjä hallitsi hyvin rakennusautomaatiojärjestelmän normaalit päivittäiset rutii- nitehtävät: aikaohjelmien ja asetusarvojen muutokset, hälytyslistaukset ja historiaseurantaoh- jelmiston käytön. Järjestelmän hyödynnettävyyttä voisi nykyisestä parantaa mm. liittämällä lämpö määrämittauksen lisäksi myös sähkö- ja vesimittarit järjestelmään sekä ohjelmoimalla ko- pisteet kulutusseurantaan (ks. toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

## 3.8 Rakenteet

---

### 3.8.1 Ikkunat

Kaikki kiinteistön ikkunat ovat alkuperäisiä, 3-lasisia ikkunoita. Ikkunoiden tiivisteet ovat hyvässä kunnossa.

### 3.8.2 Ulko-ovet

Ulko-ovet ovat pääosin teräsrakenteisia ja lasitettuja. Ulko-ovet ovat alkuperäisiä ja ne ovat hy- vässä kunnossa.

### 3.8.3 Ulkovaippa

Kiinteistön julkisivut on tehty betonielementeistä. Katto on tyypiltään tasakatto, jonka pintama- teriaalina on bitumikermi. Rehtorin kertoman mukaan katto ei ole vuotanut. Kiinteistössä on maavarainen alapohja.

## 4 Ehdotetut toimenpiteet

### Säästölaskelmissa käytetyt energian ja veden hinnat sekä CO<sub>2</sub>-kertoimet

Kaikki tässä kappaleessa esitetyt hinnat ja kustannukset ovat arvonlisäverottomia (alv 0 %).

#### Lämpö

Kaukolämmön hintana on säästölaskelmissa käytetty Mallilan Energia Oy:n katselmusajankohdan mukaista kaukolämmön hintaa, joka on 1.11.2003 alkaen ollut 27,50 €/MWh.

CO<sub>2</sub>-päästöjen laskennassa on käytetty Motivan katselmoijien ekstranet-sivuilla esitettyjä CO<sub>2</sub>-kertoimia. Mallilan Energia Oy:n kaukolämpölaitos kuuluu CO<sub>2</sub>-päästöjen osalta ryhmään H eli lämmönsäästöjen CO<sub>2</sub>-päästökerroin on 250 kgCO<sub>2</sub>/MWh.

#### Sähkö

Sähkön hintana on säästölaskelmissa käytetty siirtotariffin vaihdon jälkeisiä hintoja, jotka ovat 1.9.2003 alkaen olleet seuraavat:

**Taulukko 13 Säästölaskelmissa käytettävät sähkön hinnat.**

|               | Energia      | Siirto       | Sähkövero     | Kokonaishinta |
|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Perusmaksu    |              | 178 €/a      |               | 178 €/a       |
| Mittausmaksu  |              | 216 €/a      |               | 216 €/a       |
| Tehomaksu     |              | 15,6 €/kW, a |               | 15,6 €/kW, a  |
| Loistehomaksu |              | 36 €/kVAr, a |               | 36 €/kVAr, a  |
| Energiamaksu  | 3,00 snt/kWh | 1,40 snt/kWh | 0,743 snt/kWh | 5,143 snt/kWh |

Sähkön hintana säästölaskelmissa on käytetty sähköenergian hintaa 51 €/MWh, joka ei sisällä perus-, mittaus- ja tehomaksuja.

CO<sub>2</sub>-päästöjen laskennassa on käytetty Motivan katselmoijien ekstranet-sivuilla esitettyjä CO<sub>2</sub>-kertoimia. Sähkönsäästöjen marginaaliperusteinen CO<sub>2</sub>-päästökerroin on 700 kgCO<sub>2</sub>/MWh.

#### Vesi

Veden hintana on säästölaskelmissa käytetty Mallilan Vesi Oy:n 1.3.2004 voimaan astuvia hintoja, jotka ovat veden osalta 0,90 €/m<sup>3</sup> ja jäteveden osalta 1,30 €/m<sup>3</sup> eli yhteensä 2,20 €/m<sup>3</sup>.

## 4.1 Lämmitysjärjestelmät

---

### 4.1.1 Lämmöntuotanto

#### **Lämmitystapa**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### **Kaukolämmön tilausteho/tilausvesivirta**

Ei toimenpide-ehdotuksia (ks. liite 1).

#### **Lämmöntuotannon hyötysuhde**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### **Fossiilisen polttoaineen korvaaminen uusiutuvalla polttoaineella**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### **Lämpöpumppujen hyödyntäminen sähkölämmityksessä**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

### 4.1.2 Lämmönjakelu

#### **Sisälämpötila**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### **Lämmityksen optimointi**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### **Putkisto- ja säiliöeristykset**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

### 4.1.3 Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

## 4.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

### 4.2.1 Vesijohtoverkoston painetaso

Kohteen vedenkulutusta voidaan pienentää asentamalla vesimittarin jälkeen paineenalennin, jonka avulla vesijohtoverkoston painetaso alennetaan tarpeenmukaiselle tasolle. Painetasoa säädettyäessä on varmistuttava siitä, että paine on muutoksen jälkeen riittävä keittiön astianpesukoneelle ja että verkoston kannalta epäedullisimmissa pisteissä vesikalusteiden virtaamat ovat paineen alentamisen jälkeen vähintään normivirtaamien suuruiset.

Alla olevassa laskelmassa on oletettu, että paineen alentamisen jälkeen vesikalusteiden virtaamat laskevat normivirtaamien tasolle. Hanojen ja muiden paineesta riippuvaisten kulutuskohteiden osuudeksi on arvioitu 60 %, josta voidaan säästää 25 %. Paineenalennuksen seurauksena kohteen kokonaisvedenkulutus laskee 15 %. Lämpimän käyttöveden osuudeksi laskelmassa on oletettu 30 % kokonaisvedenkulutuksesta. Lämpimän käyttöveden kulutuksen pienentymisen myötä toimenpiteen toteuttaminen säästää myös lämpöenergiaa.

#### Säästöt

**Taulukko 14 Vesijohtoverkoston paineen alentamisella saavutettava säästöt.**

|         | Vesi<br>m <sup>3</sup> /a | Lämmin käyttövesi<br>m <sup>3</sup> /a | Lämpöenergia<br>MWh/a |
|---------|---------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Ennen   | 1 923                     | 577                                    | 48                    |
| Jälkeen | 1 633                     | 490                                    | 41                    |
| Säästö  | 290                       | 87                                     | 7                     |

#### Kannattavuus

**Taulukko 15 Vesijohtoverkoston paineen alentamisen kannattavuus.**

| Vesijohtoverkoston paineen alentaminen |                       |           |                 |
|----------------------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|
| Säästöt                                | Määrä                 | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - lämpöenergia                         | 7 MWh/a               | 140 €/a   | 1,3 t           |
| - vesi                                 | 290 m <sup>3</sup> /a | 640 €/a   |                 |
| Säästöt yhteensä                       |                       | 780 €/a   | 1,3 t           |
| Investointi                            |                       | 1 000 €   |                 |
| Takaisinmaksuaika                      |                       | 1,3 a     |                 |

### 4.2.2 Vesi- ja viemärikalusteiden virtaamat/huuhtelumäärät

Ei toimenpide-ehdotuksia, ks. luku 4.2.1.

### 4.2.3 Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

## 4.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

### 4.3.1 Tarpeenmukainen ilmanvaihto

#### Käyntiajat

Tuloilmakoneiden TK1 (luokat), TK3 (opettajien huone) ja TK4 (keittiö ja ruokala) käyntiaikoja voidaan lyhentää merkittävästi valitsemalla käyntiajat siten, että ilmanvaihto alkaa ja loppuu noin puoli tuntia ennen ja jälkeen tilan aktiivisen käyttöajan. Tällä perusteella ilmanvaihdon uudet käyntiajat ovat: TK1 ma–pe klo 7.30–16.30, TK3 ma–pe klo 7.00–16.30 ja TK4 ma–pe klo 6.00–15.30. Motiwatilla lasketut säästöt on esitetty oheisessa taulukossa.

Ilmanvaihdon käyntiaikamuutokset voidaan toteuttaa ilman investointeja rakennusautomaatiojärjestelmän nykyisiä aikaohjelmia muuttamalla.

#### Säästöt

**Taulukko 16 Ilmanvaihtokoneiden käyntiaikamuutoksilla saavutettavat säästöt.**

|            | Käyntiaika<br>h/vko | Lämpöenergia<br>MWh/a | Sähköenergia<br>MWh/a |
|------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ennen      |                     |                       |                       |
| - TK1      | 65                  | 144                   | 19                    |
| - TK3      | 65                  | 39                    | 3                     |
| - TK4      | 65                  | 83                    | 9                     |
| - Yhteensä |                     | 266                   | 31                    |
| Jälkeen    |                     |                       |                       |
| - TK1      | 45                  | 100                   | 13                    |
| - TK3      | 47,5                | 28                    | 2                     |
| - TK4      | 42,5                | 54                    | 6                     |
| - Yhteensä |                     | 182                   | 21                    |
| Säästö     |                     | 84                    | 10                    |

#### Kannattavuus

**Taulukko 17 Ilmanvaihtokoneiden käyntiaikamuutosten kannattavuus.**

| Ilmanvaihdon käyntiaikamuutokset |          |           |                 |
|----------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| Säästöt                          | Määrä    | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - lämpöenergia                   | 84 MWh/a | 2 310 €/a | 21,0 t/a        |
| - sähköenergia                   | 10 MWh/a | 510 €/a   | 7,0 t/a         |
| Säästöt yhteensä                 |          | 2 820 €/a | 28,0 t/a        |
| Investointi                      |          | 0 €       |                 |
| Takaisinmaksuaika                |          | 0 a       |                 |

## Ohjaustavat

Tuloilmakone TK2:n (liikuntasali) käyntiaikoja voidaan lyhentää merkittävästi ohjaamalla koneen käyntiä liiketunnistimilla: käynnistys liiketunnistimen havaitessa liikettä tilassa; pysäytys esimerkiksi 15 minuuttia sen jälkeen, kun liiketunnistin ei ole enää liikettä havainnut (tuuletuskäyttö). Tämä edellyttää kahden liiketunnistimen asentamista liikuntasaliin, niiden kaapelointia IV-konehuoneen alakeskukseen sekä ohjelmointimuutoksia alakeskuksessa. Mahdollista aamu- ja iltakäyttöä varten TK2 ohjataan lisäksi käymään tuuletuskäytölle 1/1-teholla aikaohjelman ohjaamana ma–pe klo 7.30–8.30 ja 16.30–17.30.

Alla olevassa laskelmassa on oletettu, että edellä kuvattu ohjaustapamuutos lyhentää TK2:n käyntiaikaa keskimäärin 25 % nykytilanteeseen verrattuna. Sähkön säästövaikutuksissa mahdollisesti syntyviä pieniä tehomaksusäästöjä ei ole huomioitu.

## Säästöt

**Taulukko 18 Tuloilmakone TK2 liiketunnistinohjauksella saavutettavat säästöt.**

|         | Käyntiaika<br>h/vko | Lämpöenergia<br>MWh/a | Sähköenergia<br>MWh/a |
|---------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ennen   | 75                  | 125                   | 34                    |
| Jälkeen | 56                  | 94                    | 26                    |
| Säästö  |                     | 31                    | 8                     |

## Kannattavuus

**Taulukko 19 Tuloilmakone TK2 liiketunnistinohjauksen kannattavuus.**

| TK2:n ohjaustapamuutos |          |           |                 |
|------------------------|----------|-----------|-----------------|
| Säästöt                | Määrä    | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - lämpöenergia         | 31 MWh/a | 850 €/a   | 7,8 t/a         |
| - sähköenergia         | 8 MWh/a  | 410 €/a   | 5,6 t/a         |
| Säästöt yhteensä       |          | 1 260 €/a | 13,4 t/a        |
| Investointi            |          | 900 €     |                 |
| Takaisinmaksuaika      |          | 0,7 a     |                 |

## Ilmavirrat

### Tuloilmakone TK2 (liikuntasali)

TK2:n käsittelemää ilmavirtaa voidaan pienentää merkittävästi ohjaamalla TK2:n 1/1- ja ½-tehoja ulkolämpötilan lisäksi liikuntasalin CO<sub>2</sub>-pitoisuuden perusteella. Tämä edellyttää kahden CO<sub>2</sub>-lähettimen asentamista liikuntasaliin, niiden kaapelointia IV-konehuoneen alakeskukseen sekä ohjelmointimuutoksia alakeskuksessa.

Alla olevassa laskelmassa on oletettu, että edellä kuvatun toimenpiteen jälkeen TK2 toimii ½-teholla 70 %:a ja 1/1-teholla 30 %:a käyntiajastaan. Säästöt on laskettu olettaen, että TK2:n ohjaustapamuutos (ks. 4.3.1 Ohjaustavat) on toteutettu. Sähkön mahdollisia tehomaksusäästöjä ei ole pyritty arvioimaan.

## Säästöt

**Taulukko 20 Tuloilmakone T2K CO<sub>2</sub> ohjauksella saavutettavat säästöt.**

|         | Käyntiaika<br>h/vko      | Lämpöenergia<br>MWh/a | Sähköenergia<br>MWh/a |
|---------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ennen   | 1/1-teho 56              | 94                    | 26                    |
| Jälkeen | 1/1-teho 17<br>½-teho 39 | 66                    | 10                    |
| Säästö  |                          | 28                    | 16                    |

## Kannattavuus

**Taulukko 21 Tuloilmakone T2K CO<sub>2</sub> ohjauksen kannattavuus.**

| TK2:n ilmvirtamuutos |          |           |                 |
|----------------------|----------|-----------|-----------------|
| Säästöt              | Määrä    | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - lämpöenergia       | 28 MWh/a | 770 €/a   | 7,0 t/a         |
| - sähköenergia       | 16 MWh/a | 820 €/a   | 11,2 t/a        |
| Säästöt yhteensä     |          | 1 590 €/a | 18,2 t/a        |
| Investointi          |          | 1 800 €   |                 |
| Takaisinmaksuaika    |          | 1,1 a     |                 |

## Tuloilmakone TK4 (keittiö ja ruokala)

TK4:n käsittelemää ilmvirtaa voidaan merkittävästi pienentää uusimalla ruokalan tulokanavan sulkupellin peltimoottori. Toimenpide ei aiheuta uuden peltimoottorin hankinta- ja asennuskustannusten lisäksi muita kustannuksia, koska rakennusautomaatiojärjestelmässä on valmiina ohjauspiste ja aikaohjelma peltimoottorin ohjausta varten. Asetellaan peltimoottorin ohjausajoiksi ma–pe klo 10.30–13.00. Säästöt on laskettu uusilla käyntiajoilla (ks. 4.3.1 Käyntiajat) ja olettaen, että tuloilma-anturin kalibrointia koskeva säästöehdotus (ks. 4.7) on toteutettu.

## Säästöt

**Taulukko 22 Tuloilmakone TK4 tuloilman sulkupellin ohjaustapamuutoksella saavutettavat säästöt.**

|         | Käyntiaika<br>h/vko        | Lämpöenergia<br>MWh/a | Sähköenergia<br>MWh/a |
|---------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ennen   | 1/1-teho 42,5              | 51                    | 6                     |
| Jälkeen | 1/1-teho 12,5<br>½-teho 30 | 36                    | 2                     |
| Säästö  |                            | 15                    | 4                     |

## Kannattavuus

**Taulukko 23** Tuloilmakone TK4 tuloilman sulkupellin ohjaustapamuutoksen kannattavuus.

| TK4:n ilmvirtamuutos |          |           |                 |
|----------------------|----------|-----------|-----------------|
| Säästöt              | Määrä    | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - lämpöenergia       | 15 MWh/a | 410 €/a   | 3,8 t/a         |
| - sähköenergia       | 4 MWh/a  | 200 €/a   | 2,8 t/a         |
| Säästöt yhteensä     |          | 610 €/a   | 6,6 t/a         |
| Investointi          |          | 200 €     |                 |
| Takaisinmaksuaika    |          | 0,3 a     |                 |

## Palvelualueet

Ei toimenpide-ehdotuksia.

### 4.3.2 Säästöjärjestelmät

#### Asetusarvot

Tuloilmakone TK1:n (luokat) LTO-järjestelmän hyötysuhdetta voidaan parantaa laskemalla huurteeneston asetusarvoa nykyisestä +5 °C → -5 °C. Toimenpide ei aiheuta kustannuksia. Säästöt on laskettu TK1:n uusilla käyntiajoilla (ks. 4.3.1 Käyntiajat).

## Säästöt

**Taulukko 24** Tuloilmakone TK1 huurteeneston asetusarvomuutoksella saavutettavat säästöt.

|         | LTO:n<br>hyötysuhde | Lämpöenergia<br>MWh/a |
|---------|---------------------|-----------------------|
| Ennen   | 35 %                | 100                   |
| Jälkeen | 50 %                | 80                    |
| Säästö  |                     | 20                    |

## Kannattavuus

**Taulukko 25** Tuloilmakone TK1 huurteeneston asetusarvomuutoksen kannattavuus.

| TK1:n LTO:n huurteeneston asetusarvomuutos |          |           |                 |
|--------------------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| Säästöt                                    | Määrä    | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - lämpöenergia                             | 20 MWh/a | 550 €/a   | 5,0 t/a         |
| Säästöt yhteensä                           |          | 550 €/a   | 5,0 t/a         |
| Investointi                                |          | 0 €       |                 |
| Takaisinmaksuaika                          |          | 0 a       |                 |

## Säätötavat, porrastukset

Tuloilmakone TK1:n (luokat) lämmöntalteenotto- ja lämmitysporras toimivat osittain päällekkäin johtuen liian korkeasta LTO:n huurteeneston asetusarvosta. Ko. asiaa on käsitelty edellä kohdassa "Asetusarvot".

Tuloilmakone TK1:n (luokat) lämpöenergian kulutusta voidaan pienentää muuttamalla nykyinen säätötapa (vakio huoneilman lämpötilasäätönä varustettuna tuloilman lämpötilan min- ja max-rajoituksella) vakio tuloilman lämpötilasäädöksi. Säätötavan muutos voidaan toteuttaa asettelemalla nykyiset min- ja max-rajat yhtäsuuriksi esimerkiksi +21 °C:een. Toimenpide ei aiheuta kustannuksia. Säästöt on laskettu TK1:n uusilla käyntiajoilla (ks. 4.3.1 Käyntiajat) ja LTO:n huurteeneston asetusarvomutoksen jälkeen (ks. 4.3.2 Asetusarvot).

## Säästöt

**Taulukko 26 Tuloilmakone TK1 tuloilman asetusarvojen muutoksella saavutettavat säästöt.**

|         | TK1:n tuloilman lämpötila, °C | Lämpöenergia<br>MWh/a |
|---------|-------------------------------|-----------------------|
| Ennen   | 26                            | 80                    |
| Jälkeen | 21                            | 48                    |
| Säästö  |                               | 32                    |

## Kannattavuus

**Taulukko 27 Tuloilmakone TK1 tuloilman asetusarvojen muutoksen kannattavuus.**

| TK1:n säätötapamuutos |          |           |                 |
|-----------------------|----------|-----------|-----------------|
| Säästöt               | Määrä    | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - lämpöenergia        | 32 MWh/a | 880 €/a   | 8,0 t/a         |
| Säästöt yhteensä      |          | 880 €/a   | 8,0 t/a         |
| Investointi           |          | 0 €       |                 |
| Takaisinmaksuaika     |          | 0 a       |                 |

## Säätöjärjestelmien toiminta

Ei toimenpide-ehdotuksia.

### 4.3.3 Lämmöntalteenotto (LTO)

#### Olemassa olevien järjestelmien toiminta

Tuloilmakone TK1:n (luokat) lämmöntalteenoton toimintaan liittyvä toimenpide-ehdotus on esitetty edellä luvun 4.3.2 kohdassa "Asetusarvot".

#### Uusien LTO-järjestelmien asentaminen

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.3.4 **Kostutus**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.3.5 **Yötuuletus**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.3.6 **Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

### 4.4 **Jäähdytysjärjestelmät**

---

#### 4.4.1 **Jäähdytyksen tarpeenmukainen käyttö**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.4.2 **Lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.4.3 **Vapaajäähdytys**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.4.4 **Kylmiöiden ja pakkashuoneiden lämpötilat**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.4.5 **Putkisto- ja säiliöeristykset**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.4.6 **Muut kylmätekniikan järjestelmien toimenpide-ehdotukset**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

### 4.5 **Sähköjärjestelmät**

---

#### 4.5.1 **Siirto- ja myyntitariffit**

##### **Tariffin vaihto**

Sähkön hankintakustannuksissa voidaan saavuttaa vuositasolla säästöjä noin 530 €/a vaihtamalla nykyinen 2-aikainen pienjännitetehtäsiirtotariffi 1-aikaiseksi pienjännitetehtäsiirtotariffiksi. Sähkön siirtotariffin vertailu on esitetty liitteessä 7. Toimenpide ei aiheuta kustannuksia.

## Kannattavuus

**Taulukko 28 Sähkön siirtotariffin vaihdon kannattavuus.**

| Siirtotariffin vaihto (toimenpide n:o 1) |       |           |                 |
|------------------------------------------|-------|-----------|-----------------|
| Säästöt                                  | Määrä | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - sähkön siirtomaksut                    |       | 530 €/a   |                 |
| Säästöt yhteensä                         |       | 530 €/a   |                 |
| Investointi                              |       | 0 €       |                 |
| Takaisinmaksuaika                        |       | 0 a       |                 |

## Loistehon kompensointi

Loistehomaksut voidaan välttää virittämällä loistehonsäädin uudelleen. Vuosisäästö on tällöin 900 €/a. Toimenpiteen investointikustannuksiksi on arvioitu ulkopuolisen asentajan 4 h:n työ-kustannukset.

## Kannattavuus

**Taulukko 29 Loistehon kompensointilaitteen virityksen kannattavuus.**

| Loistehonsäätimen viritys |       |           |                 |
|---------------------------|-------|-----------|-----------------|
| Säästöt                   | Määrä | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - loistehomaksut          |       | 900 €/a   |                 |
| Säästöt yhteensä          |       | 900 €/a   |                 |
| Investointi               |       | 200 €     |                 |
| Takaisinmaksuaika         |       | 0,2 a     |                 |

## Muut tariffikustannussäästöt

Muita tariffikustannussäästömahdollisuuksia ei kohteessa ole.

### 4.5.2 Valaistus

#### Valaistusasennus

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### Valaistuslaitteet

Ei toimenpide-ehdotuksia.

## Valaistusryhmitykset, ohjaukset ja käyttö

Aula- ja käytävätilojen valaistuksen käyttö

Aula- ja käytävätilojen valaistuksen käyttöä voidaan merkittävästi pienentää asettelemalla aula- ja käytävätilojen valaistuksen aikaohjelman käyntiajat rakennuksen aktiivisen käyttöajan mukai-

siksi ma–pe klo 7.30–16.30. Aikaohjelman ulkopuolella voidaan ko. valot tarvittaessa sytyttää painonapeilla. Painonappikäytön käyttöajaksi on alla olevassa laskelmassa arvioitu 2 h/d. Lämmönkulutuksen kasvuksi lämmityskaudella laskettiin tässä tapauksessa 1 MWh/a. Toimenpiteen toteuttaminen ei aiheuta kustannuksia.

## Säästöt

**Taulukko 30** Aula- ja käytävävalaistuksen aikaohjelmamuutoksella saavutettavat säästöt.

|         | Käyntiaika<br>h/vko | Sähköenergia<br>MWh/a | Lämpöenergia<br>MWh/a |
|---------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ennen   | 65                  | 23                    |                       |
| Jälkeen | 55                  | 19                    |                       |
| Säästö  |                     | 3                     | -1                    |

## Kannattavuus

**Taulukko 31** Aula- ja käytävävalaistuksen aikaohjelmamuutoksen kannattavuus.

| Aula- ja käytävätilojen valaistuksen käyntiaikamuutos |          |           |                 |
|-------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------------|
| Säästöt                                               | Määrä    | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - sähköenergia                                        | 3 MWh/a  | 150 €/a   | 2,1 t/a         |
| - lämpöenergia                                        | -1 MWh/a | -30 €/a   | -0,3 t/a        |
| Säästöt yhteensä                                      |          | 120 €/a   | 1,8 t/a         |
| Investointi                                           |          | 0 €       |                 |
| Takaisinmaksuaika                                     |          | 0 a       |                 |

## Liikuntasalin valaistuksen ohjaus

Liikuntasalin valaistuksen tarpeetonta käyttöä voidaan vähentää lisäämällä rakennusautomaatiojärjestelmään liikuntasalin valojen ohjauspiste ja ohjaamalla valaistusta läsnäolokytkimen tilatiedon perusteella. Tämä toimenpide edellyttää vain valaistuksen ohjauskaapelin vetoa valaistuskeskuksesta IV-konehuoneen alakeskukseen ja alakeskuksen ohjelmointia, sillä läsnäolokytkimen kustannukset on huomioitu edellä luvussa 4.3.1 liikuntasalin tuloilmakoneen (TK2) ohjaustapamuutoksen yhteydessä. Alla olevassa laskelmassa on oletettu, että toimenpide pienentää liikuntasalin valaistuksen päälläoloaikaa 2 h/d nykyiseen käyttöön verrattuna.

## Säästöt

**Taulukko 32 Liikuntasalin valaistuksen läsnäolokytkimen asennuksella saavutettavat säästöt.**

|         | Käyntiaika<br>h/vko | Sähköenergia<br>MWh/a |
|---------|---------------------|-----------------------|
| Ennen   | 42,5                | 5                     |
| Jälkeen | 32,5                | 4                     |
| Säästö  |                     | 1                     |

## Kannattavuus

**Taulukko 33 Liikuntasalin valaistuksen läsnäolokytkimen asennuksen kannattavuus.**

| Liikuntasalin valaistuksen ohjaustapamuutos |         |           |                 |
|---------------------------------------------|---------|-----------|-----------------|
| Säästöt                                     | Määrä   | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - sähköenergia                              | 1 MWh/a | 50 €/a    | 0,7 t/a         |
| Säästöt yhteensä                            |         | 50 €/a    | 0,7 t/a         |
| Investointi                                 |         | 250 €     |                 |
| Takaisinmaksuaika                           |         | 5 a       |                 |

### 4.5.3 LVI-laitteet

Ks. kohta 4.3.

### 4.5.4 Sähkölämmitykset

#### Huonetilojen sähkölämmitys

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### Räystäskouru-, kattokaivo-, ajoluiska tms. sähkölämmitykset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### Autolämmitys

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### Muut sähkölämmitykset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

### 4.5.5 Muut sähköjärjestelmät

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.6 Muut järjestelmät

---

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.7 Rakennusautomaatio

---

##### TK4:n tuloilma-anturin kalibrointi

Tuloilmakone TK4:n (keittiö ja ruokala) lämpöenergian kulutusta voidaan pienentää kalibroimalla ruokalan tuloilmakanavan lämpötila-anturi uudelleen. Anturin kalibroinnista ei aiheudu kustannuksia, sillä käyttäjä voi tehdä sen omatoimisesti. Säästöt on laskettu uusilla ehdotetuilla käyntiajoilla (ks. 4.3.1 Käyntiajat).

##### Säästöt

**Taulukko 34 Tuloilmakone TK4 tuloilma-anturin kalibroinnilla saavutettavat säästöt.**

|         | Ruokalan tuloilman<br>lämpötila, °C | Lämpöenergia<br>MWh/a |
|---------|-------------------------------------|-----------------------|
| Ennen   | 22                                  | 54                    |
| Jälkeen | 20                                  | 51                    |
| Säästö  |                                     | 3                     |

##### Kannattavuus

**Taulukko 35 Tuloilmakone TK4 tuloilma-anturin kalibroinnin kannattavuus.**

| TK4:n anturin kalibrointi |         |           |                 |
|---------------------------|---------|-----------|-----------------|
| Säästöt                   | Määrä   | Kustannus | CO <sub>2</sub> |
| - lämpöenergia            | 3 MWh/a | 80 €/a    | 0,8 t/a         |
| Säästöt yhteensä          |         | 80 €/a    | 0,8 t/a         |
| Investointi               |         | 0 €       |                 |
| Takaisinmaksuaika         |         | 0 a       |                 |

Muut rakennusautomaatiojärjestelmään kohdistuvat toimenpide-ehdotukset on esitetty edellä rakennusautomaatiojärjestelmän säädössä, ohjauksessa tai valvonnassa olevien LVIS-järjestelmien toimenpide-ehdotusten yhteydessä.

#### 4.8 Rakenteet

---

##### 4.8.1 Vuotoilmanvaihto

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.8.2 Johtumishäviöt

Ei toimenpide-ehdotuksia.

#### 4.8.3 Muut rakenteisiin liittyvät toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

### 4.9 Muut ehdotukset ja havainnot

---

#### **Lämmönjakohuoneen putkien eristäminen**

Lämmönjakohuoneeseen asennetun rakennusautomaatiojärjestelmän alakeskuksen toimintakunnon varmistamiseksi, tulee lämmönjakohuoneen eristämättä olevat putket eristää.

#### **Valaistusohjaustaulujen vaikutusaluemerkinnät**

Valaistuksen käsikytkimien vaikutusalueiden selkeä merkintä ohjaustauluissa mahdollistaisi nykyistä paremmin tarpeenmukaisen valaistuksen käytön. Ehdotus koskee erityisesti ruokalan valaistusohjausratkaisua, mutta myös toimistojen ja muutamien yleisten tilojen valaistusohjausta.

#### **Patteriverkoston PV2 säädön virittäminen**

Patteriverkoston PV2 (etelä- ja länsisivu) vaikutusalueen olosuhteiden varmistamiseksi ja venttiilimoottorin käyttöiän pidentämiseksi kannattaa patteriverkoston lämpötilasäätö virittää uudelleen.

#### **Tuloilmakoneen TK5 venttiilimoottorin uusinta**

Tuloilmakoneen TK5 (käsityöluokat) venttiilimoottori tulisi uusida, jotta käsityöluokkien ilmanvaihto saadaan toimimaan ja olosuhteita parannettua. Toimenpiteen toteuttaminen lisää kohteen lämpö- ja sähköenergiankulutusta.

#### **Huoltokirjan laadinta**

Käyttö- ja huoltotoiminnan systematisoimiseksi kohteeseen tulisi laatia huoltokirja, joka sisältäisi kuukausittaisen kulutusseurannan.

## Liitteet

---

|         |                                           |
|---------|-------------------------------------------|
| Liite 1 | Kaukolämmön tilausvesivirtatarkastelu     |
| Liite 2 | Huonelämpötilamittaukset                  |
| Liite 3 | IV- verkostojen mittausseurannan tulokset |
| Liite 4 | Vesikalusteiden virtaamamittaukset        |
| Liite 5 | Ilmanvaihtokoneiden tekniset tiedot       |
| Liite 6 | Sähkön tuntitehot, tammikuu 2003          |
| Liite 7 | Sähkötariffitarkastelu                    |
| Liite 8 | Valaistusvoimakkuusmittaukset             |