

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

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 -katselmusmallin suorittamista ja raportointia. Ohjeen alussa on esitetty lyhyesti yleisiä katselmustoimintaan liittyviä ohjeita ja tietoja (Osa A). Yksityiskohtaisesti katselmustoiminnan ohjeistus on esitetty Kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa, joita on noudatettava kaikissa KTM:n tukemissa energiakatselmushankkeissa. Kokonaisuudessaan viimeiset päivitetty ja voimassaolevat yleisohjeet löytyvät esimerkiksi Motivan verkkosivuilta (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 koelma 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.

Sisällysluettelo

Esipuhe	3
Osa A	
Kiinteistöjen energiakatselmusten yleisiä ohjeita	9
1 Kiinteistöjen energiakatselmusten yleisiä ohjeita	11
1.1 Käsitteitä	11
1.2 Energiakatselmuksiin liittyvä ohjeistus	12
1.3 KTM:n tuki energiakatselmuksille	12
1.4 Energiakatselmusten vastuuhenkilöt	13
1.5 Energiakatselmushankkeen sisältö	13
1.5.1 Energiatukihakemus	13
1.5.2 Katselmushankkeen aloituspalaveri	14
1.5.3 Katselmuksen suorittaminen	14
1.5.4 Raportin luovutustilaisuus	14
1.5.5 Energiatuen maksuselvitys	14
1.6 Energiakatselmuksen toteutuksessa huomioitavia erityisohjeita	15
1.6.1 Uusiutuvien energialähteiden tarkastelu energiakatselmuksissa	15
1.6.2 Aluehanke	15
1.6.3 Usean vuokralaisen energiakatselmuksen erityispiirteitä	16
1.6.4 Energiakatselmuksen ja kuntoarvion yhdistäminen	16
Osa B	
Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohje	17
1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä	20
2 Kohteen energian käytön nykytila	23
2.1 Kohteen tiedot	23
2.2 Energian ja veden hankinta	23
2.3 Energian ja veden kulutus	24
2.3.1 Lämpöenergia	24
2.3.2 Sähköenergia	25
2.3.3 Vesi	26
2.4 Kiinteistön käyttö ja ylläpito	27
2.4.1 Käyttö- ja huolto-organisaatio	27
2.4.2 Kulutusseuranta	27
2.4.3 Tekniset asiakirjat	27

3	Kohteen energiatalouden arviointi	28
3.1	Lämmitysjärjestelmät	28
3.1.1	Yleistä	28
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	30
3.2.1	Yleistä	30
3.2.2	Veden mittaus	31
3.2.3	Lämpimän käyttöveden energiatalous	31
3.2.4	Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso	31
3.3	Ilmanvaihtojärjestelmät	31
3.3.1	Yleistä	31
3.3.2	Ilmanvaihtokoneet	31
3.4	Jäähdytysjärjestelmät	33
3.4.1	Ilmanvaihdon ja huonetilojen jäähdytys	33
3.4.2	Muu jäähdytys mm. kylmäsäilytys	33
3.5	Sähköjärjestelmät	34
3.5.1	Yleistä	34
3.5.2	Energian mittaus	34
3.5.3	Sähkönhankinta	34
3.5.4	Sähkönkulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin	34
3.6	Muut järjestelmät	36
3.7	Rakennusautomaatio	36
3.7.1	Yleistä	36
3.7.2	Rakennusautomaation toimintakunto ja hyödyntäminen	37
3.8	Rakenteet	37
3.8.1	Ikkunat	37
3.8.2	Ulko-ovet	37
3.8.3	Ulkovaippa	37
4	Ehdotetut toimenpiteet	38
4.1	Lämmitysjärjestelmät	39
4.1.1	Lämmöntuotanto	39
4.1.2	Lämmönjakelu	40
4.1.3	Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset	40
4.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	40
4.2.1	Vesijohtoverkoston painetaso	40
4.2.2	Vesi- ja viemärikalusteiden virtaamat/huuhtelumäärät	40
4.2.3	Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset	40
4.3	Ilmanvaihtojärjestelmät	41
4.3.1	Tarpeenmukainen ilmanvaihto	41
4.3.2	Säätöjärjestelmät	41
4.3.3	Lämmöntalteenotto (LTO)	41
4.3.4	Kostutus	41
4.3.5	Yötuuletus	42
4.3.6	Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset	42

4.4	Jäähdytysjärjestelmät	42
4.4.1	Jäähdytyksen tarpeenmukainen käyttö	42
4.4.2	Lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto	42
4.4.3	Vapaajäähdytys	42
4.4.4	Kylmiöiden ja pakkahuoneiden lämpötilat	42
4.4.5	Putkisto- ja säiliöeristykset	42
4.4.6.	Muut kylmäteknisten järjestelmien toimenpide-ehdotukset	42
4.5	Sähköjärjestelmät	43
4.5.1	Siirto- ja myyntitariffit	43
4.5.2	Valaistus	43
4.5.3	LVI-laitteet	43
4.5.4	Sähkölämmitykset	43
4.5.5	Muut sähköjärjestelmät	44
4.6	Muut järjestelmät	44
4.7	Rakennusautomaatio	44
4.8	Rakenteet	45
4.8.1	Vuotoilmanvaihto	45
4.8.2	Johtumishäviöt	45
4.8.3	Muut rakenteisiin liittyvät toimenpide-ehdotukset	45
4.9	Muut ehdotukset ja havainnot	45
	Liitteet	46
	Osa C	
	Esimerkkiraportti	47

Osa A
Kiinteistöjen energiakatselmusten yleisiä ohjeita

1.1 Käsitteitä**Energiakatselmus**

Energiakatselmus on yleisnimitys asiantuntijoiden ja katselmuksen tilaajaorganisaation yhdessä suorittamalle selvitykselle, jossa kartoitetaan, analysoidaan ja raportoidaan rakennuksen ja tuotantoprosessin nykyinen energian ja veden käyttö sekä niiden kannattavat tehostamismahdollisuudet. Energiakatselmuksen tavoitteena on vähentää kohteen energian- ja vedenkulutusta ja -kustannuksia sekä pienentää energiankäytöstä ja tuotannosta aiheutuvia CO₂-päästöjä.

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, Kiinteistön energiakatsastus, Kiinteistön seurantakatselmus ja Kiinteistön käyttöönottokatselmus.

Kiinteistön energiakatselmus -malli ja siihen liittyvä ohjeistus on perusta muille palvelusektorin kiinteistökatselelmuksille. Katsastuksen, seurantakatselmuksen ja käyttöönottokatselmuksen mallikohtaisissa ohjeissa on pyritty keskittymään ko. katselmusten erityispiirteisiin.

Katselmusmallit soveltuvuuskohteineen on esitelty KTM:n Energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa. Seuraavassa on esitetty lyhyt kuvaus palvelusektorin katselmusmalleista.

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 energiakatsastus

Pienten palvelurakennusten energiakatselmus, jossa kenttätyö ja tulostus keskittyvät kohteen säästömahdollisuuksien raportointiin. Esimerkkejä mahdollisista katsastuskohteista ovat huoltoasema, päiväkotit, kyläkauppa ja varastohalli.

Kiinteistön seurantakatselmus

Kiinteistön seurantakatselmus on aiemmin katselmoidun palvelusektorin kohteen päivitetty energiakatselmus. Kiinteistön seurantakatselmuksella tarkistetaan aiemmin toteutetussa energiakatselmuksessa ehdotettujen toimenpiteiden toteuttamistilanne, kohteen nykyinen energiatalous ja uudet tehostamismahdollisuudet.

Kiinteistön käyttöönottokatselmus

Palvelusektorin uusien tai talotekniikan osalta peruskorjattujen rakennusten energiakatselmus, jolla rakennuksen energiataloudellinen käyttö varmistetaan käyttöjakson alussa. Käyttöönottokatselmus suositellaan toteutettavaksi takuuajan puitteissa.

1.2 Energiakatselmuksiin liittyvä ohjeistus

Energiakatselmustoiminnan ohjeistus on kolmitasoinen. Ylimmällä tasolla on KTM:n Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet, joka määrittelee katselmustoiminnan yleiset ja hallinnolliset menettelytavat, tukien suuruudet ja tuen saamisen edellytykset. Yleisohjeita on noudatettava kaikissa katselmushankkeissa.

Toisella tasolla ovat Motivan toimesta laaditut mallikohtaiset toteutus- ja raportointiohjeet (mm. tämä Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohje ja siihen liittyvä esimerkkiraportti), joita on noudatettava kohteen ominaispiirteet huomioiden.

Kolmannella tasolla on Energiakatselmoijan käsikirja, jossa kuvataan hyvää energiakatselmustapaa ja jossa on ohjeistusta varsinaisen katselmointityön suorittamiseksi. Käsikirjaa julkaistaan verkkojulkaisuna Motivan energiakatselmoijien ekstranet-sivuilla.

1.3 KTM:n tuki energiakatselmuksille

KTM tukee vuosittain erikseen vahvistettavalla määrällä energiakatselmusten suorittamista. Tuen saamisen edellytyksenä on, että katselmukset toteutetaan KTM:n ohjeiden mukaisesti. Tarkemmin tukien suuruudet ja tukien määräytymisperusteet on esitetty Energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa.

KTM:n tukea ei kuitenkaan myönnetä valtion virastoille, laitoksille tai liikelaitoksille eikä myöskään asuinrakennusten ja maatalojen energiakatselmusten suorittamiseen. Asuinrakennusten energiakatselmuksiin on tällä hetkellä mahdollista saada tukea ympäristöministeriöstä.

1.4 **Energiakatselmuksen vastuuhenkilöt**

Kuhunkin KTM:n tukemaan energiakatselmushankkeeseen on nimettävä kaksi katselmuksen vastuuhenkilöä, joista toisella on Motivan myöntämä pätevyys LVI- ja toisella sähköjärjestelmien katselmointiin. Vastuuhenkilöt vastaavat katselmuksesta ja sitä koskevan ohjeistuksen noudattamisesta.

1.5 **Energiakatselmushankkeen sisältö**

Energiakatselmushanke koostuu seuraavista vaiheista ja tehtävistä:

- katselmustoteutuksen organisointi (mm. kohteen oma asiantuntemus ja osallistuminen toteutukseen, tarjouspyynnöt, ulkopuolisten katselmoijien valinta)
- energiatukihakemuksen täyttö ja toimittaminen TE-keskukseen
- katselmushankkeen aloituspalaveri
- lähtötietojen kokoaminen
- kenttätyö ja mittaukset
- säästömahdollisuuksien analysointi
- raportointi
- raportin luovutustilaisuus
- energiatuen maksatusselvityksen täyttö ja toimittaminen liitteineen TE-keskukseen
- toimenpiteiden toteutus ja seuranta.

Kaikissa tapauksissa hyvä ja tulokellinen energiakatselmointi on yhteistyötä tilaajan, kohteen ja muiden asiantuntijoiden välillä. Halutessaan tilaaja voi sopia yhteistyöstä myös tukihakemuksen ja maksatusselvityksen täytössä katselmoijan kanssa.

1.5.1 **Energiatukihakemus**

Energiakatselmuksen tilaaja toimittaa energiatukihakemuksen sen työvoima- ja elinkeinokeskuksen (TE-keskus) yritysosastolle, jonka alueella hakijan kotipaikka sijaitsee. Tiedot TE-keskuksista löytyvät osoitteesta www.te-keskus.fi. Tukihakemuslomakkeen sekä voimassa olevan KTM:n yleisohjeen saa TE-keskuksesta ja Motivan tai KTM:n kotisivuilta. Katselmustukea voi hakea jatkuvasti.

Tukihakemukseen merkitään mm. katselmusaikataulu. Aikataulua laadittaessa on huomioitava kohteen LVISA-järjestelmien asettamat vaatimukset katselmoinnin suoritusajankohdalle (lämmitysjärjestelmiä ei voi katselmoida kesällä eikä ilmastoinnin jäähdytysjärjestelmiä talvella).

Energiakatselmuksen saa käynnistää vasta, kun tukipäätös on tehty tai erikseen pyydetty aloittamislupa on myönnetty TE-keskuksesta. Kustannuksia, jotka ovat syntyneet ennen tukihakemuksen jättämistä, ei hyväksytä tuen piiriin.

1.5.2 **Katselmushankkeen aloituspalaveri**

Energiakatselmus aloitetaan aloituspalaverilla. Pienissä kohteissa aloituspalaveri voidaan yhdistää ensimmäiseen kenttätyöpäivään. Aloituspalaverin tarkoituksena on varmistaa yhteinen näkemys energiakatselmuksen tavoitteista, sisällöstä ja työjärjestyksestä. Motivan kotisivuilla on esityslista aloituspalaverissa käsiteltävistä asioista.

1.5.3 **Katselmuksen suorittaminen**

Varsinainen katselmointi koostuu osatehtävistä, joita ovat lähtötietojen kokoaminen, kenttätyö ja mittaukset, säästömahdollisuuksien analysointi ja raportointi. Näitä tehtäviä on käsitelty tarkemmin KTM:n Energiakatselmuksitoiminnan yleisohjeissa sekä tässä ohjeessa jäljempänä raportointiohjeiden yhteydessä.

1.5.4 **Raportin luovutustilaisuus**

Katselmusraportin tulokset ja toimenpide-ehdotukset esitellään katselmuksen tilaajalle raportin luovutustilaisuudessa. Tilaisuudessa esitetään selkeä kokonaiskuva kohteen energiankäytöstä ja sen tehostamismahdollisuuksista sekä opastetaan tilaajaa jatkotoimenpiteiden käynnistämiseksi. Lisäksi tilaajalle kerrotaan KTM:n tukemien energiansäästöinvestointien hakumenettelystä sekä ESCO-toiminnan periaatteista.

Raportin luovutustilaisuudessa käydään myös läpi energiatuen maksatusselvityksen täyttö sekä etenkin katselmusraportin yhteenvedon taulukkoon 2 tehtävät merkinnät katselmuksessa esitettyjen energiansäästötoimenpide-ehdotusten jatkotoimenpiteistä.

1.5.5 **Energiatuen maksatusselvitys**

Katselmushankkeen valmistuttua tilaaja täyttää tukipäätöksen mukana toimitetun maksatusselvityksen ja tilaajan laadunvarmistuslomakkeen. Maksatusselvityksessä esitetään hankkeen lopullinen rahoitus ja toteutuneet kustannukset tilintarkastajan lausuntoineen. Maksatusselvityksen ja tilaajan laadunvarmistuslomakkeen lisäksi tilaaja toimittaa TE-keskukseen jokaisesta hakuvaiheesta erillisenä rakennuksena katselmoitavaksi esitetystä kohteesta:

- yhden täydellisen katselmusraportin
- yhden tiivistelmän.

Tiivistelmä koostuu katselmusraportin kansilehdestä, kohdetietosivuista sekä yhteenveto-
taulukkoista (taulukot 1 ja 2).

- paataulu.xls-tiedoston

Katselmuksessa käytettävä viimeisin versio paataulu.xls-tiedostosta löytyy Motivan kotisivuilta energiakatselmoijille tarkoitettu ekstrasnet-palvelusta. Useiden kohteiden hankkeissa eri kohteiden paataulu.xls-tiedostot tallennetaan samaan hakemistoon kohteiden mukaan nimettyihin tiedostoihin. Kaikkien tiedostojen nimen tulee sisältää sana ”paataulu” (esim. mallikoulu_paataulu.xls).

Taulukon 2 kohtaan ”Sovitut jatkotoimet” on kirjattava tieto kunkin toimenpiteen toteutumisesta seuraavin merkinnöin:

- T = Toteutettu
- P = Päätetty toteuttaa
- H = Harkitaan toteutusta
- E = Ei toteuteta

TE-keskukseen toimitettavassa raportissa ja tiivistelmässä em. merkinnät voi tehdä käsin, mutta ko. merkinnät tulee olla kirjattuina myös TE-keskukseen toimitettavassa paataulu.xls-tiedostossa.

1.6 **Energiakatselmuksen toteutuksessa huomioitavia erityisohjeita**

1.6.1 **Uusiutuvien energialähteiden tarkastelu energiakatselmuksissa**

Energiakatselmuksessa esitetään energiansäästötoimenpiteitä joiden vaikutuksena myös CO₂-päästöt vähenevät. Uusiutuvien energialähteiden käytön mahdollisuudet ja kannattavuus on tarkasteltava kohteissa, joissa on sähkölämmitys tai käytetään fossiilisia polttoaineita lämmön ja/tai sähkön tuotannossa. Jos kohteessa ei ole omaa polttoaineen käyttöä ja se on liitetty kaukolämpöön, ei uusiutuvien energialähteiden tarkastelua tehdä.

Seuraavassa on esitetty vaihtoehdot katselmuksissa tehtävistä uusiutuvien energialähteiden tarkasteluista:

- Fossiilisen polttoaineen (esimerkiksi öljy) korvaaminen puuperäisellä polttoaineella (esimerkiksi hake).
- Lämpöpumppujen hyödyntäminen rinnakkaisena tai pääasiallisena lämmöntuotantomuotona tai lämmön talteenotossa. Lämpöpumppujen kannattavuus tarkastellaan aina sähkölämmityskohteissa ja muissa kohteissa, mikäli ko. vaihtoehdot nähdään mahdollisiksi.

Aurinkoenergian, biokaasun ja muiden uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisen tarkastelut voidaan sisällyttää energiakatselmukseen, jos arvioidaan, että ko. vaihtoehdot ovat kohteelle taloudellisesti kannattavia.

Kiinteistön energiakatsastus -mallin esimerkkiraportissa on esitetty yksi esimerkki uusiutuvan energian kuvauksesta ja kannattavuustarkastelusta öljylämmityskohteessa.

1.6.2 **Aluehanke**

Katselmushanke voi muodostua useamman rakennuksen muodostamasta alueesta (sairaala, kurssikeskus), jolla on vain yksi kaukolämpöliittymä tai aluelämpökeskus. Sähköliittymiä voi olla yksi tai useampia. Mikäli tukea on haettu ko. hankkeelle rakennuskohtaisesti, laaditaan aluehankkeesta rakennuskohtaiset raportit sekä lisäksi yksi yhteenvetoraportti, jossa käsitellään alueen yhteisen liittymän asiat (energianhankinta).

Rakennuskohtaisen raportin taulukossa 1 esitetään ko. rakennuksen mitattu, arvioitu tai laskennallinen energiankulutus. Taulukon ohessa esitetään selittävä teksti taulukon kulutusten määrittelyperusteista (mittausjakson perusteella, ominaiskulutusten perusteella, rakennus-

tilavuuksien suhteessa, Motiwatilla laskettu, jne.). Taulukossa 2 esitetään ko. rakennuksen säästötoimenpide-ehdotukset.

Yhteenvetoraportin taulukossa 1 esitetään koko alueen todelliset mitatut kulutukset sekä alueen kokonaissäästöpotentiaali. Taulukossa 2 esitetään rakennuskohtaiset säästöpotentiaalit yhden rivin yhteenvetoina, joihin tiedot on poimittu kunkin rakennuksen rakennuskohtaisen raportin taulukosta 2. Lisäksi yhteenvetoraportissa esitetään koko aluetta koskevat yhteiset asiat (energian hankinta) sekä energiankulutuksen nykytilanne liittymien osalta (kulutusten historiatiedot, ominaiskulutukset, jne.).

1.6.3 Usean vuokralaisen energiakatselmuksen erityispiirteitä

Energiakatselmus on aina tarkasteltavan kohteen kokonaisvaltainen selvitys. Myös kohteissa, jossa sähkö- ja/tai lämpöenergian kulutus jakaantuu usean eri tilan käyttäjän kesken, on tehtävä kokonaisvaltainen energiankäytön ja säästömahdollisuuksien tarkastelu siihen osuuteen rakennustilavuudesta tai energiankäytöstä, jonka perusteella katselmustuki on haettu.

Poikkeustapauksissa voidaan yksittäisiä rakennuksen osia jättää isossa katselmuksen tarkastelun ulkopuolelle edellyttäen, että tähän osuuteen ei ole haettu katselmustukea. Jos esimerkiksi kauppakeskuksessa on katselmustuki haettu koko rakennustilavuudelle, ei sähkön osalta voida säästötarkastelua rajata yksinomaan kiinteistösähköön, vaan myös käyttäjien tilat tulee katselmoida säästömahdollisuuksien havaitsemiseksi. Yksittäisen käyttäjän osalta voidaan kuitenkin jättää kulutustiedot analysoimatta, mikäli kulutuksen osuus on alle 5 % kohteen kokonaiskulutuksesta.

1.6.4 Energiakatselmuksen ja kuntoarvion yhdistäminen

Kohteeseen on mahdollista tehdä samanaikaisesti sekä energiakatselmus että kuntoarvio. Energiakatselmus- ja kuntoarvioraportti voidaan yhdistää, mikäli valitulle energiakatselmukselle asetetut toteutus- ja raportointivaatimukset täyttyvät. Energiakatselmuksiosuutta voi käyttää ainoastaan energiakatselmuksen toteutusta ja raportointia palvelemaan työhön.

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 kenttätöiden 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 kenttätöiden 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 nimettyjen vastuuhenkilöiden (LVI ja sähkö) omakätisillä allekirjoituksilla.

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 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.

Kulloinkin voimassa oleva paataulu.xls-tiedosto löytyy Motivan kotisivuilta energiakatselmoijille tarkoitettusta ekstranet-palvelusta.

Taulukko 1

Taulukossa 1 esitetään vallitseva kulutustilanne ja katselmuksessa todettu säästöpotentiaali ja siihen liittyvä CO₂-päästöjen vähenemä sekä niiden toteutumiseen tarvittavat investoinnit. Katselmuksessa todettu säästöpotentiaali ja CO₂-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 esitetyin 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.

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

- Miltä aikajaksolta kulutukset ovat ja perustuvatko kulutustiedot mitattuihin vai arvioituihin kulutuksiin.
- Jos kohteessa on sähkölämmitys, koko sähkön kulutus merkitään (lämmitysosuus normitettuna) sähkökohtaan ja taulukon alla esitetään tästä erillinen kommentti.
- Esitetään, ovatko kustannukset arvonlisäverollisia vai -verottomia. Katselmusta käynnistetäessä 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 epä-tarkoituksenmukaista tai vaikeaa) on mahdollista merkitä taulukkoon 1 sähkön kulutukseksi pelkästään kiinteistönsähkön kulutus ja sitä vastaavat säästöt ja investoinnit. Tämä tieto myös merkitään selvästi taulukon huomautuskohtaan. Vuokralaisten sähkön kulutukseen liittyvät säästoehdotukset investointineen 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, joiden suora takaisinmaksuaika (= investointi/vuosisäästö) on alle 10 vuotta. Ko. toimenpiteet kuvataan tarkemmin raportin luvussa 4 ”Ehdotetut toimenpiteet”.

Toimenpide-ehdotukset kirjataan taulukkoon 2 niiden ehdotetussa toteuttamisjärjestyksessä. Toimenpiteen kuvauksen lisäksi taulukkoon merkitään kunkin toimenpiteen osalta:

- investointikustannukset
- arvio saavutettavista säästöistä sekä CO₂-päästöjen vähenemästä
- raportin kohta, jossa toimenpide on kuvattu tarkemmin
- sovittuja jatkotoimenpiteitä kuvaava kirjainkoodi
 - T = Toteutettu
 - P = Päätetty toteuttaa
 - H = Harkitaan toteutusta
 - E = Ei toteuteta.

CO₂-päästöjen laskennassa käytettävät CO₂-päästökertoimet on esitetty Motivan katselmoijien ekstranet-sivuilla.

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

Energiataloudellisesti kannattavien toimenpide-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 paataulu.xls-tiedoston sisällä taulukkoon 1 ja näin vääristäisivät taulukon 1 yhteenvetoa.

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 säästölaskelmineen 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 toimenpideehdotusten 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.

2.1 Kohteen tiedot

Raporttiin kirjattavat katselmuskohteen tiedot on esitetty esimerkkiraportissa. Rakennustyyppi valitaan rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaan käyttäen Tilastokeskuksen rakennusluokituksen mukaista kolminumeroista luokitusta (löytyy tilastokeskuksen www-sivuilta kohdasta www.stat.fi -> Tuotteet ja palvelut -> Tietoa tilastoista -> Luokitukset -> Muut luokitukset -> Rakennus). 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 oleellisimmin 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

2.3.1 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 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

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 katselmusajankohdan hintojen perusteella. Mikäli kuitenkin katselmusta suoritettaessa on tiedossa lähiaikoina tulevia muutoksia katselmusajankohdan mukaiseen hintatasoon, käytetään laskelmissa tulevan uuden hintatason mukaisia

hintoja. Raporttiin kirjataan maksujen määräytymisperusteiden lisäksi katselmuksessa käytetyt hinnat. Energiamaksut esitetään taulukkomuodossa ja/tai kuvaajana.

2.3.2 Sähköenergia

Vuosikulutus

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

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 laiteryhmäjakamaa täsmennetään tila- tai laitekohtaiseen kulutukseen. Kulutusjakauma esitetään taulukkona ja/tai kuvaajana. Kulutusjakamaa 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 tuntitehotietojen tai erikseen suoritettavien mittausten perusteella. Perusteet tehotietojen arvioimiseksi 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 päto-teho) 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. Pienimmissä kohteissa kuormitusvaihtelut voidaan selvittää tehostetulla laskutusmittarin luvulla, mikä yleensä edellyttää kohteen oman henkilökunnan osallistumista mittarin luentaan.

Tuntitehokäyrän avulla pyritään mm. selvittämään sähkönkäytön tarpeenmukaisuus etenkin öisin ja viikonloppuisin sekä arvioimaan kulutusjakaumaa tariffitarkastelua varten. Vähimmäisvaatimukset ja ohjeet tuntitehokäyrän mittaamisesta on esitetty KTM: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.

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 katselmusajankohdan hintojen perusteella. Mikäli kuitenkin katselmusta suoritettaessa on tiedossa lähiaikoina tulevia muutoksia katselmusajankohdan 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.

2.4.2 Kulutusseuranta

Kuvaus kohteen kulutusseurannasta ja kulutusseurannan hyödyntämisestä kohteen energiatalouden hallinnassa.

2.4.3 Tekniset asiakirjat

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

Luvun 3 laajuus ja käsittelytapa

Raportin tämän luvun tarkoituksena on keskittyä kohteen nykyisten 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 mittaussurantaohjelmiston 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).

3.1.2 **Energian mittaus**

Kuvaus kohteen lämpömäärämittauksista vaikutusalueineen. Lisäksi raportissa otetaan kantaa nykyisen mittaroinnin riittävyteen 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. Arvion perusteella tehdään ehdotukset mahdollisesta tilausvesivirran pienentämisestä ja jatkoneuvotteluista lämpölaitoksen edustajan kanssa.

Jos kohde on varustettu omalla kattilalaitoksella, mitataan kattilalaitoksen palamishyötysuhteet. Palamishyötysuhteen lisäksi arvioidaan kattilalaitoksen vuosihyötysuhde sekä esitetään arvio kattilalaitoksen toimintakunnosta.

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.

3.1.4 **Lämmönjakelu**

Sisälämpötilat

Katselmuksen kenttäkierroksen aikana mitataan sisälämpötilat otoksella, jonka perusteella voidaan määrittellä 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 raportin liitteenä. Huonelämpötilojen mittauspöytäkirjassa esitetään seuraavat tiedot:

- mittauksen päiväys
- mittausajankohdan ulkoilman olosuhteet (ulkolämpötila, säättila: pilvinen/puolipilvinen/aurinkoinen)
- mittauspiste
- mittauspistekohtaisesti

- tilaa palveleva patteriverkosto
- tilaa palveleva tuloilmakone
- mitattu huonelämpötila
- patteriventtiili (käsikäyttöinen/termostaattinen patteriventtiili)
- tilan sisäinen lämpökuorma (tyhjä huone/normaali kuorma/raskas kuorma)
- auringon vaikutus (ei lainkaan/vähäinen/suuri)

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.

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 kenttätöön 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 määrittellä 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 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, kostutus, jäähdytys, ilmavirtasäätö, jne.)
- ohjaus- ja säätötoimintojen toteutus
- käyttöperiaatteet (esim. koneet ovat käynnissä työaikana lukuun ottamatta tuloilmakone TK1, joka käy jatkuvasti)
- ilmavirtojen säätömahdollisuudet.

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 ilmamääräsää-
töisissä ratkaisuisa)
- 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, läm-
möntalteenoton hyötysuhde, palautusilmasuhte, 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 kenttätö-
n yhteydessä mitataan vähintään hetkellismittauksina energiataloudellisesti merkittävien
tuloilmakoneiden sisäpuhalluslämpötilat ja lämmöntalteenottojen hyötysuhteet normaalissa
lämmityskauden käyttötilanteessa. Merkittävien tuloilmakoneiden säädön toiminta tarkiste-
taan rekisteröivän mittausseurannan avulla (dataloggerilla tai rakennusautomaation avulla).
Perustelluista syistä voidaan rekisteröivä mittaus jättää tekemättä (mm. katselmuskohteen
pienuus, ilmastoinnin pieni energiakustannusosuus kohteessa, koneen pieni energiankulu-
tusosuus ilmastoinnin lämmönkulutuksesta tms.).

Lämmöntalteenottolaitteet

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

Olemassa olevan lämmöntalteenoton toiminta varmistetaan mittaamalla lämmöntal-
teenottolaitteiden hyötysuhteet. Mittaustuloksia arvioitaessa on huomioitava lämmöntal-
teenoton jälkeen tuloilmakanavassa tapahtuva voimakas lämpötilakerrostuminen. Vesi-

glykolijärjestelmissä on selvittävä myös liuoksen glykolipitoisuus ja johtopäätökset esitettävä 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). Laskenta voidaan tehdä esim. Motiwatti-ohjelmalla. Tulokset esitetään kuvaajana joko raportissa tai erillisessä liitteessä. Suurimpien kuluttajien osalta esitetään myös arvio syistä, jotka ovat johtaneet suureen kulutukseen.

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.

3.4.2 Muu jäähdytys mm. kylmäsäilytys

Kuvaus kohteen kylmäjärjestelmistä (jäähdytys- ja sähkötehot, lauhdutus, lauhdelämmön talteenotto, jne.) sekä kommentit laitteiden toiminnasta ja käyttöparametrien tarkoituksenmukaisuudesta. Katselmuksen yhteydessä mitataan merkittävien kylmiöiden ja pakkashuoneiden 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, sähkönjakelujärjestelmän tyyppi, jne.).

3.5.2 Energian mittaus

Kuvaus laskutus- ja alamittauksista vaikutusalueineen. Lisäksi raportissa otetaan kantaa nykyisen mittaroinnin riittävyteen 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 vaihtoehtoisten siirto- ja myyntitariffien välillä. Mikäli kohteen sähkömyynti on kilpailutettu, ei tariffivertailua tarvitse myyntitariffin osalle tehdä.

3.5.4 Sähkön kulutus ja energiatehokkuus laitoryhmittäin

Valaistus

Valaistuksen energian kulutus ja kulutusjakauma

Kohdassa esitetään katselmuskohteen 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.

Mitatut valaistusvoimakkuudet voidaan esittää tässä kootusti, erillisellä liitteellä tai tilatyyppikohtaisesti. Tärkeintä on hyödyntää tehtyjä mittauksia valaistuksen laadun ja energiatehokkuuden arvioinnissa. 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 käyttäjästä 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 (W/m^2 , pintojen värit jne.)
- 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 laiteryhmiin: pumpat ja puhaltimet, ilmastoinnin ja tilojen jäähdytys, kylmäsiilytys, 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 valmistettävien annosmäärien perusteella.

Katselmuksen kenttätöiden 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, 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
- autolämmitys
- räystäskouru-, kattokaivo-, ajoluiska- tms. sähkölämmitykset
- muut sähkölämmitykset

Mikäli kohteen lämmitys on toteutettu sähkölämmityksenä, raportin luvussa 3.2.3 tarkastellaan lämpöpumppujen hyödyntämismahdollisuuksia joko rinnakkaisena tai pääasiallisena lämmöntuotantomuotona ja/tai lämmön talteenotossa sekä arvioidaan lämmitystapamuutoksen kannattavuutta.

Muut laitteet

Tässä kohdin esitetään muiden kuin em. kulutukseltaan huomattavien laitteiden tehot, ja kulutusarvot perusteluineen, energiatehokkuus sekä mahdollinen säästöpotentiaali. Erityisjärjestelmien sähköenergian kulutus ja energiatehokkuus käsitellään kohdassa 3.6.

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 mitoitusten, 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 varmistetaan vertaamalla ko. mittaustuloksia kenttätyön aikana tehtäviin erillismittauksiin.

3.8 **Rakenteet**

3.8.1 **Ikkunat**

Kuvaus rakennuksen ikkunoiden energiataloudesta (esim. karmit, tiivisteet, sulkeutuminen) 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, joiden suora takaisinmaksuaika (investointi/vuosisäästö) on alle 10 vuotta. 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, vaikka sen takaisinmaksuaika on yli 10 vuotta 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 toteutus päätös 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 CO₂-päästöjen vähenemänä
- vuosisäästöt yhteensä kustannusten ja CO₂-päästöjen osalta
- toimenpiteen kokonaisinvestoinnit suunnittelu ja käyttöönottokustannuksineen
- toimenpiteen suora takaisinmaksuaika (= investointi/vuosisäästö)

Raportissa esitetään perusteet investointikustannusten arvioimiselle.

Säästölaskelmissa käytetyt energian ja veden hinnat sekä CO₂-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 vuoro-kauden- tai vuodenaikaan säästötoimenpide kohdistuu. Eli jos säästötoimenpide vähentää yöajan kulutusta, tulee myös kustannussäästö laskea yöajan mukaisilla hinnoilla. Toimenpide-ehdotusten mahdolliset vaikutukset tehomaksuihin otetaan huomioon erikseen jokaisen toimenpiteen kohdalla.

Säästölaskelmissa käytettävien hintojen lisäksi raporttiin kirjataan CO₂-kerroin, jota käytetään arvioitaessa esitettyjen säästötoimenpiteiden vaikutusta kohteen CO₂-päästöihin. CO₂-päästöjen laskennassa käytetään Motivan katselmoijien ekstranet-sivuilla esitettyjä CO₂-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.

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 Säätojärjestelmät

Asetusarvot

Toimenpide-ehdotukset asetusarvojen muuttamisesta.

Säätötavat, porrastukset

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

Säätojärjestelmien 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 kustutuslaitteiden 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 sähkökustannussäästämahdollisuuksista:

- siirto- ja/tai myyntitariffin vaihto
- huipputehomaksujen rajoittaminen
- loistehon kompensoinnin toteutus tai järjestelmien kunnostus loistehomaksujen välttämiseksi
- kulutuksen ajoittaminen
- 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.

Valaistuslaitteet

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, jäähtymiseen 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 voidaan pienentää vuotoilmanvaihtoa.

4.8.2 **Johtumishäviöt**

Ehdotukset toimenpiteistä, joiden avulla voidaan pienentää johtumishäviöitä.

4.8.3 **Muut rakenteisiin liittyvät säästötoimenpiteet**

Muut rakenteihin 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, kulutus seurannan 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

KAUPPA- JA TEOLLISUUSMINISTERIÖN
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
Tilaaajan 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 sähköteknisten järjestelmien energian- ja vedenkäytön nykytila sekä mahdollisuudet pienentää kohteen lämmön, sähkön ja veden kulutusta ja kustannuksia. Toimenpide-ehdotuksille on esitetty arvio saavutettavista säästöistä, toimenpiteen kokonaiskustannusarvio ja takaisinmaksuaika sekä arvioitu, miten toimenpiteiden toteuttaminen vaikuttaa kohteen hiilidioksidipäästöihin.

Energiakatselmuksen ovat rahoittaneet kauppa- ja teollisuusministeriö (50 %) ja Mallilan kaupunki (50 %).

Tilaaajan 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 Kalle Valo Insinööritoimisto Sähkömalli Oy:stä ja LVI-osuuden Ville Vesi Insinööritoimisto Mallilämpö Oy:stä. Tuloksista vastaavat allekirjoittaneet Motivan auktorisoimat vastuuhenkilöt.

Mallilassa 16.3.2004

Insinööritoimisto Sähkömalli Oy

Insinööritoimisto Mallilämpö Oy

Sauli Sähäkkä
Motiva-energiakatselmoija
nro 120 (sähkö)

Ville Vesi
Motiva-energiakatselmoija
nro 231 (LVI)

Sisällysluettelo

Esipuhe	51
Sisällysluettelo	53
1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä	57
2 Kohteen energian käytön nykytila	61
2.1 Kohteen tiedot	61
2.2 Energian ja veden hankinta	61
2.3 Energian ja veden kulutus	62
2.3.1 Lämpöenergia	62
2.3.2 Sähköenergia	64
2.3.3 Vesi	69
2.4 Kiinteistön käyttö ja ylläpito	70
2.4.1 Käyttö- ja huolto-organisaatio	70
2.4.2 Kulutusseuranta	71
2.4.3 Tekniset asiakirjat	71
3 Kohteen energiatalouden arviointi	72
3.1 Lämmitysjärjestelmät	72
3.1.1 Yleistä	72
3.1.2 Energian mittaus	72
3.1.3 Lämmöntuotanto ja uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuus	72
3.1.4 Lämmönjakelu	72
3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät	74
3.2.1 Yleistä	74
3.2.2 Veden mittaus	74
3.2.3 Lämpimän käyttöveden energiatalous	74
3.2.4 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso	75
3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät	75
3.3.1 Yleistä	75
3.3.2 Ilmanvaihtokoneet	75
3.4 Jäähdytysjärjestelmät	78
3.4.1 Ilmanvaihdon ja huonetilojen jäähdytys	78
3.4.2 Muu jäähdytys mm. kylmäsäilytys	78
3.5 Sähköjärjestelmät	79
3.5.1 Yleistä	79
3.5.2 Energian mittaus	79
3.5.3 Sähkönhankinta	79
3.5.4 Sähkönkulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin	79
3.6 Muut järjestelmät	84

3.7	Rakennusautomaatio	84
3.7.1	Yleistä	84
3.7.2	Rakennusautomaation toimintakunto ja hyödyntäminen	84
3.8	Rakenteet	85
3.8.1	Ikkunat	85
3.8.2	Ulko-ovet	85
3.8.3	Ulkovaippa	85
4	Ehdotetut toimenpiteet	86
4.1	Lämmitysjärjestelmät	87
4.1.1	Lämmöntuotanto	87
4.1.2	Lämmönjakelu	87
4.1.3	Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset	88
4.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	88
4.2.1	Vesijohtoverkoston painetaso	88
4.2.2	Vesi- ja viemärikalusteiden virtaamat/huuhtelumäärät	88
4.2.3	Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset	88
4.3	Ilmanvaihtojärjestelmät	89
4.3.1	Tarpeenmukainen ilmanvaihto	89
4.3.2	Säätöjärjestelmät	92
4.3.3	Lämmöntalteenotto (LTO)	93
4.3.4	Kostutus	93
4.3.5	Yötuuletus	93
4.3.6	Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset	93
4.4	Jäähdytysjärjestelmät	94
4.4.1	Jäähdytyksen tarpeenmukainen käyttö	94
4.4.2	Lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto	94
4.4.3	Vapaajäähdytys	94
4.4.4	Kylmiöiden ja pakkahuoneiden lämpötilat	94
4.4.5	Putkisto- ja säiliöeristykset	94
4.4.6	Muut kylmätekniikan järjestelmien toimenpide-ehdotukset	94
4.5	Sähköjärjestelmät	94
4.5.1	Siirto- ja myyntitariffit	94
4.5.2	Valaistus	95
4.5.3	LVI-laitteet	96
4.5.4	Sähkölämmitykset	97
4.5.5	Muut sähköjärjestelmät	97
4.6	Muut järjestelmät	97
4.7	Rakennusautomaatio	97
4.8	Rakenteet	98
4.8.1	Vuotoilmanvaihto	98
4.8.2	Johtumishäviöt	98
4.8.3	Muut rakenteisiin liittyvät toimenpide-ehdotukset	98
4.9	Muut ehdotukset ja havainnot	98

Liitteet

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

1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä

Oheessa on esitetty lyhyt yhteenveto Mallilan yläasteella suoritettun energiakatselmuksen tuloksista. Yhteenvedossa esitetyt ominaiskulutusten vertailuarvot ovat Motivan katselmoijien ekstranet-sivuilta.

Säästöpotentiaali, energiahinnat ja kustannukset on koko raportissa esitetty arvonlisäverottomina (alv 0 %).

Lämpö

Kiinteistön lämpöenergian normitettu ominaiskulutus vuonna 2003 oli 40,6 kWh/rm³, joka on jonkin verran pienempi kuin tilastokeskiarvo 46,8 kWh/rm³. Ehdotetuilla toimenpiteillä lämpöenergian ominaiskulutus pienenee arvoon 27,1 kWh/rm³. Lämmönkulutusta voidaan pienentää mm.:

- Muuttamalla ilmastoinnin 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 viallista lämmityspatterin säätöventtiilin venttiilimoottorista. Venttiilimoottorin uusinta ja TK5:n käyttöönotto parantaa käsityöluokkien olosuhteita, mutta lisää jonkin verran kohteen lämmönkulutusta.

Sähkö

Kiinteistön sähköenergian ominaiskulutus vuonna 2003 oli 12,8 kWh/rm³, joka on jonkin verran suurempi kuin tilastokeskiarvo 9,6 kWh/rm³. Ehdotetuilla toimenpiteillä sähköenergian ominaiskulutus pienenee arvoon 10,2 kWh/rm³. Sähkönkulutusta voidaan pienentää mm.:

- ilmastoinnin 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 sähkönkulutusta.

Vesi

Kiinteistön veden ominaiskulutus vuonna 2003 (10/2002–9/2003) oli 118 dm³/m³, joka on tilastokeskiarvon 116 dm³/m³ suuruinen. Veden ominaiskulutus voidaan pienentää arvoon 100 dm³/m³ alentamalla vesijohtoverkoston paine tarpeenmukaiselle tasolle.

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

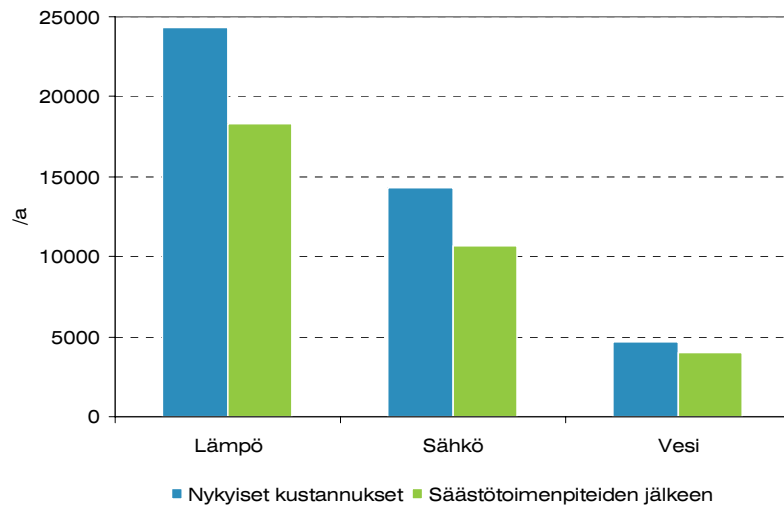
Taulukko 1. Yhteenveto energiankulutuksesta ja säästöpotentiaalista.

Nykyinen kulutus	Säästöpotentiaali		Kokonaisinvestointi
2003			
Lämpöenergia 659 MWh/a 24 300 €/a	219 MWh/a 5 960 €/a 54 t CO ₂	33 % 25 %	2 900 €
Sähköenergia 208 MWh/a 14 297 €/a	42 MWh/a 3 570 €/a 29 t CO ₂	20 % 25 %	450 €
Vedenkulutus 1 923 m ³ /a 4 627 €/a	290 m ³ /a 640 €/a	15 % 14 %	1 000 €
Kulutukset yhteensä	Säästöt yhteensä		Investoinnit yhteensä
43 224 €/a	10 170 €/a 84 t CO ₂	24 %	4 350 €

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 katselmusajankohdan hintatason perusteella. Kustannukset sisältävät myös kaukolämmön perusmaksun osuuden.
- Sähköenergian kulutus on vuoden 2003 mitattu kulutus.
- Sähköenergian kustannukset on laskettu katselmusajankohdan 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.

Energia- ja vesikustannukset



Taulukko 2. Yhteenveto ehdotettavista toimenpiteistä.

Mallilan yläaste															16.2.2004		
Koulutie 1, 12345 MALLILA																	
no	TOIMENPITEEN KUVAUS	SÄÄSTÖ YHTEENSÄ EUR/a	TMA a	INVES- TOINTI EUR	CO ₂ VÄHENEMÄ YHTEENSÄ t	SÄÄSTÖ LÄMPÖ				SÄÄSTÖ SÄHKÖ				SÄÄSTÖ VESI		RAPOR- TIN KOHTA	SOVITUT JATKO- TOIMET T,P,H,E
						energia	CO ₂	kustannukset		energia	CO ₂	kustannukset		vesi	kustan- nukset		
						MWh/a	t	EUR/a	EUR/a	MWh/a	t	EUR/a	EUR/a	m ³ /a	EUR/a		
1	Sähkön siirtotariffin vaihto	530	0,0	0								530			4.5.1	T	
2	TK1, TK3, TK4 käyntiaikamuutokset	2820	0,0	0	28	84,0	21,0	2310		10,0	7,0	510			4.3.1	T	
3	TK1 LTO:n asetusarvomuuos	550	0,0	0	5	20,0	5,0	550							4.3.2	T	
4	TK1 säätötapamuutos	880	0,0	0	8	32,0	8,0	880							4.3.2	T	
5	TK4 tuloilma-anturin kalibrointi	80	0,0	0	1	3,0	0,8	80							4.7	T	
6	Aulatilojen valaistuksen käyntiaikamuutos	120	0,0	0	2	-1,0	-0,3	-30	3,0	2,1	150				4.5.2	H	
7	Loistehonsäätimen viritys	900	0,2	200								900			4.5.1	P	
8	TK2 ohjaustapamuutos	1260	0,7	900	13	31,0	7,8	850	8,0	5,6	410				4.3.1	P	
9	TK4 ilmamäärämuutos	610	0,3	200	7	15,0	3,8	410	4,0	2,8	200				4.3.1	P	
10	Vesijohtoverkoston paineen alentaminen	780	1,3	1000	1	7,0	1,3	140					290	640	4.2.1	P	
11	TK2 ilmamäärämuutos	1590	1,1	1800	18	28,0	7,0	770	16,0	11,2	820				4.3.1	P	
12	Liikuntasalin valaistuksen ohjaustapamuutos	50	5,0	250	1				1,0	0,7	50				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	Valaistusohtojen vaikutusaluemerkinnät														4.9	P	
21	TK5 venttiilimoottorin uusinta														4.9	H	
22	Huoltokirjan laadinta														4.9	P	
23																	
24																	
25																	
26																	
	YHTEENSÄ	10170		4350	84	219	54	5960	0	42	29	2670	900	290	640		

T = toteutettu, P = päätetty toteuttaa, H = harkitaan toteutettavaksi, E = ei toteuteta

2.1 Kohteen tiedot

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

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">- tilausteho 400 kW- tilausvesivirta 6,9 m³/h

Sähkö

Sähkön siirto:	Mallilan Energia Oy <ul style="list-style-type: none">- siirtotariffina 2-aikainen (talvi/arkipäivä, muu aika) pienjännitetehosähkö
----------------	---

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

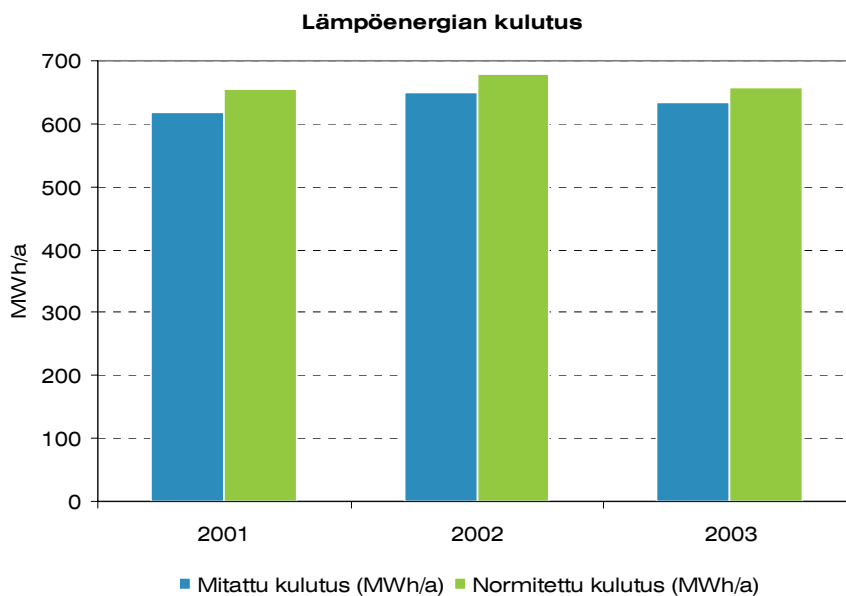
Jätevesiliittymä: Mallilan Vesi Oy:n verkosto

2.3 Energian ja veden kulutus

2.3.1 Lämpöenergia

Vuosikulutus

Lämpöenergian kulutus	2001	2002	2003
Mitattu kulutus (MWh/a)	619	649	634
Normitettu kulutus (MWh/a)	655	679	659
Ominaiskulutus (kWh/m ³)	40,3	41,8	40,6



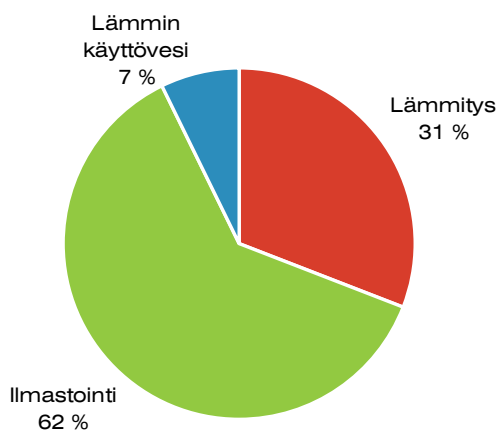
Lämpöenergian kulutus on viimeisen kolmen vuoden aikana pysynyt samalla tasolla. Tasainen lämmönkulutus kuvaa sitä, että seurantajakson aikana tiloja palvelevien LVIS-järjestelmien käyttöajoissa ja -tavoissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia.

Lämpöenergian ominaiskulutukset ovat olleet jonkin verran keskimääräisiä ominaiskulutuksia pienemmät. Motivan katselmoituista palvelurakennuksista keräämän tilaston perusteella on vuosina 1996–2001 katselmoitujen yleissivistävien oppilaitosrakennusten lämpöenergian ominaiskulutus ollut keskimäärin 46,8 kWh/rm³.

Kulutusjakauma laiteryhmittäin

Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma	MWh/a	%
Lämmitys	203	31
Ilmastointi	408	62
Lämmin käyttövesi	48	7
Yhteensä	659	100

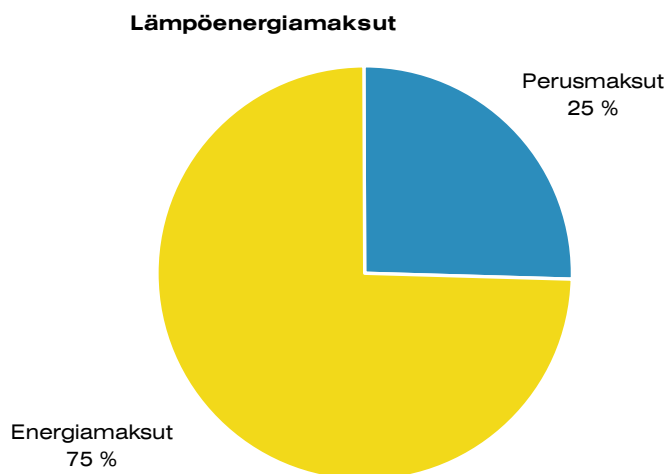
Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma



Lämpöenergian kulutusjakauma on laskettu Motivatilla. Ilmastoinnin lämmönkulutuksen suurehko osuus johtuu lähinnä tuloilmakoneiden nykyisistä pitkistä käyntiajoista sekä luokkien tuloilmakoneen (TK1) lämmöntalteenoton huonosta hyötysuhteesta. Asiaa on käsitelty tarkemmin luvussa 3.3.2 kohdassa Lämmöntalteenottolaitteet.

Kustannukset ja tariffi

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



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

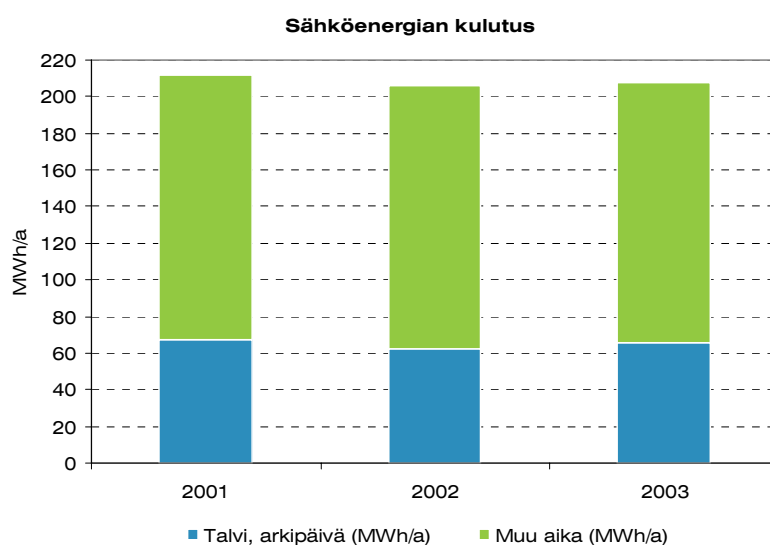
- Perusmaksu: Kiinteä tilausvesivirran mukaan
Tilausvesivirran 6,9 m³/h mukainen kuukausimaksu on 515 €/kk
- Kulutusmaksu: 27,50 €/MWh

2.3.2 Sähköenergia

Vuosikulutus

Sähköenergian kulutustiedot sisältävät kohteen kokonaissähkökulutuksen.

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
Yhteensä (MWh/a)	211,8	205,7	207,6
Ominaiskulutus (kWh/rm3)	13,0	12,7	12,8



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 tariffivertailussa on esitetty kulutuksen arvioitu jakautuma vaihtoehtoisten tariffien aikajaksoihin.

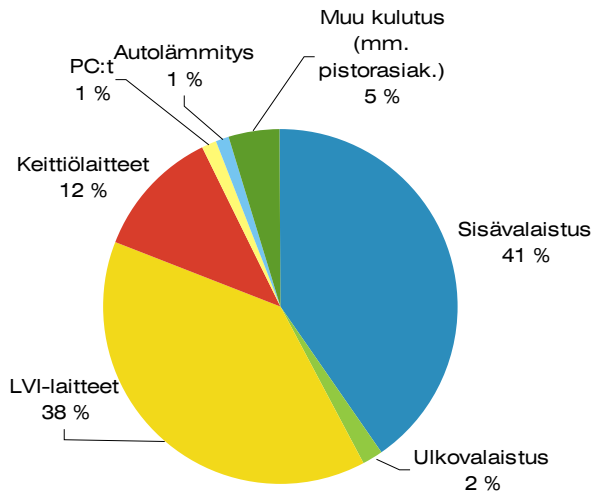
Sähköenergian ominaiskulutukset ovat olleet jonkin verran keskimääräisiä ominaiskuluksia suuremmat. Motivan katselmoiduista palvelurakennuksista keräämän tilaston perusteella on vuosina 1996–2001 katselmoitujen yleissivistävien oppilaitosrakennusten sähköenergian ominaiskulutus ollut keskimäärin 9,6 kWh/m³. Keskimääräistä suurempaan ominaiskulutukseen ovat vaikuttaneet ilmastoinnin pitkien käyntiaikojen lisäksi myös ilmastoinnin 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.

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
Yhteensä	208	100

Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma

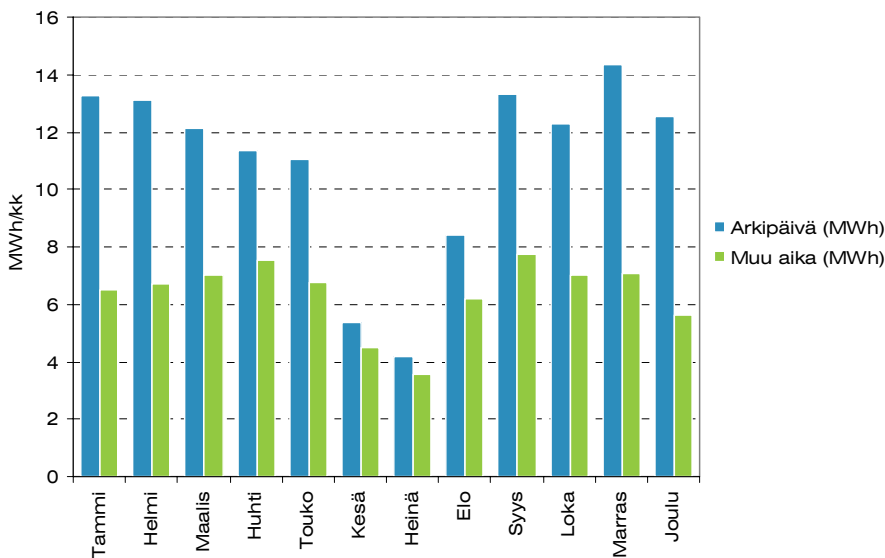


Valaistuksen osalta on esitetty tarkempi kulutusjakauma luvussa 3.5.4. LVI-laitteiden suurehkon osuuden sähköenergian kokonaiskulutuksesta selittävät mm. ilmastoinnin lämmöntalteenotto ja pitkät käyntiajat, kulutusosuutta on jaoteltu tarkemmin luvussa 3.3.

Kuukausikulutukset

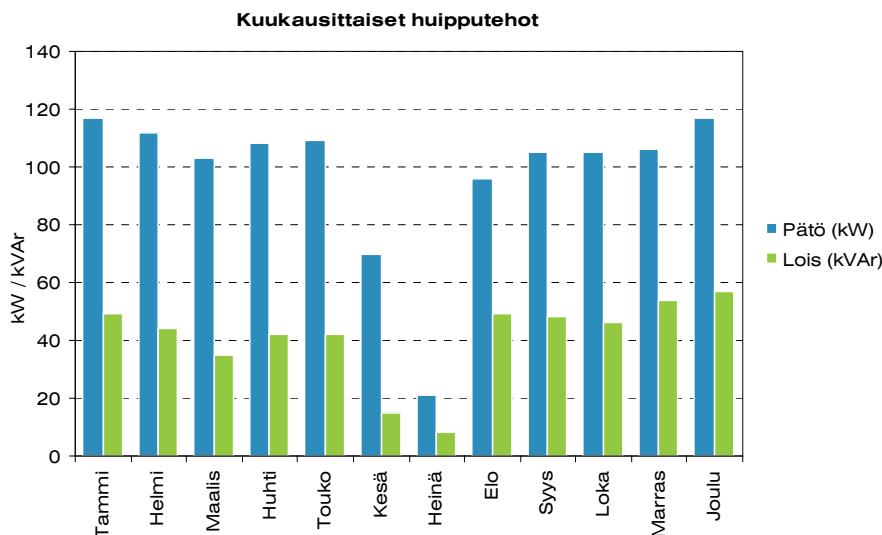
Vuoden 2003 laskutustietoihin perustuvat kohteen kuukausittaiset energiankulutukset on esitetty seuraavan sivun kaaviossa. Oppilaitoskäytöstä johtuen sähköenergian kulutus on kesäkuukausina talvikuukausia alhaisempi. Kulutusprofiili vastaa tavanomaisen koulurakennuksen kulutusta.

Sähköenergian kulutus kuukausittain



Huipputeho

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



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 talvikuukauden (marras–maaliskuu) kahden suurimman kuukausittaisen tuntitehon keskiarvon perusteella. Laskutusteho on vuonna 2003 ollut keskimäärin 115 kW. Tämä vastaa ominaiskuormitusta 28 W/m^2 . Huipun käyttöaika on ollut 1 778 h/a. Sekä ominaiskuormitus että huipun käyttöaika ovat suuremmat kuin Mallilan kaupungin muiden koulukiinteistöjen vastaavat arvot. Muita koulukiinteistöjä suurempi ominaiskuormitus johtuu kohteen runsaasta varustelusta (ilmanvaihto, valaistus) ja suurempi huipun käyttöaika ilmastoinnin pitkistä käyntiajoista.

Loistehon huippuarvo on ollut 40–50 %:a ko. kuukauden mitatusta pätötehoaihuipusta. 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

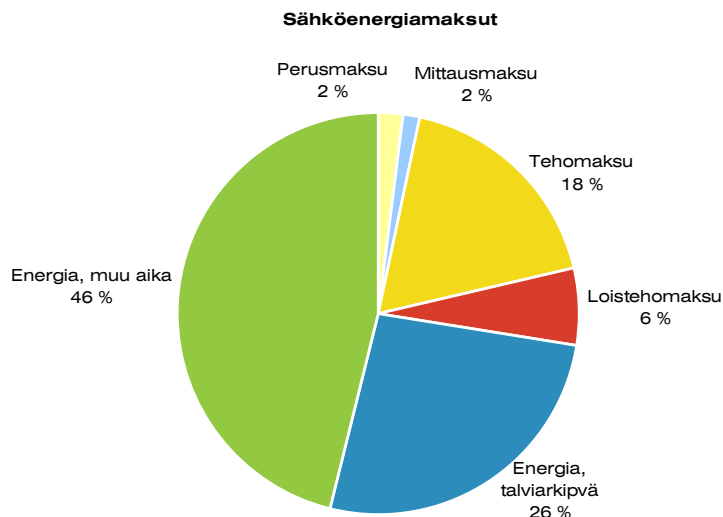
Kohteen kokonaiskuormitusta tarkasteltiin Mallilan Energia Oy:ltä saatujen tuntitehotietojen perusteella. Raportin liitteessä 6 on esitetty tyypillisen talvikuukauden kuormituskäyrä (tammi-kuu 2003). Arkipäivinä pätöteho vaihteli välillä 80...117 kW keskimääräisen tehon ollessa 90 kW. Yökuormitus oli 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

	Tariffi (alv 0 %)				Maksu- peruste 2003	Vuosi- kustannus €/a
	Myynti	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



Edellä esitetyt sähköenergiamaksut on laskettu vuoden 2003 toteutuneen kulutuksen ja katselmuajakohdan 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. Energiamaksun 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

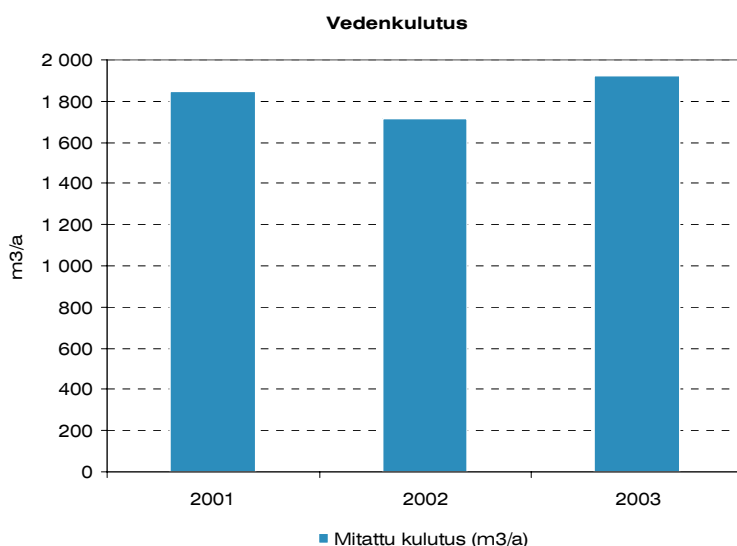
Siirtotariffin tehomaksu määräytyy edellisten viiden talvikuukauden (marraskuu–maaliskuu) kahden suurimman kuukausittaisen tuntitehon keskiarvon perusteella. Loistehomaksu määräytyy kuukauden mitatun loistehohuipun perusteella kuitenkin siten, että loistehon ilmaisuus on 16 %:a laskutettavan päätötehon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

2.3.3 Vesi

Vuosikulutus

Vedenkulutus	2001	2002	2003
Mitattu kulutus (m ³ /a)	1 845	1 716	1 923
Ominaiskulutus (dm ³ /m)	114	106	118

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

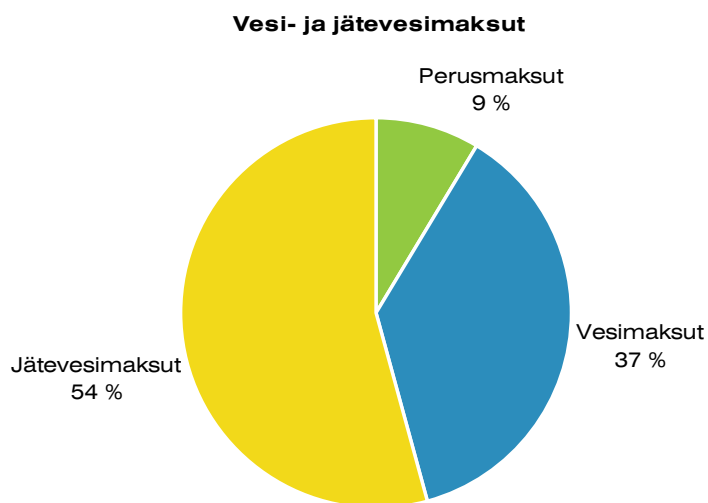


Vedenkulutus on viimeisen kolmen vuoden aikana pysynyt samalla tasolla. Tasainen kulutus kuvaa sitä, että rakennuksen käyttö on seurantajakson aikana pysynyt kutakuinkin ennallaan.

Veden ominaiskulutukset ovat olleet keskimääräisellä tasolla. Motivan katselmoiduista palvelusektorin rakennuksista keräämän tilaston perusteella on vuosina 1996–2001 katselmoitujen yleissivistävien oppilaitosrakennusten veden ominaiskulutus ollut keskimäärin 116 dm³/m³.

Kustannukset ja tariffi

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



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 €/m³
- Jätevesimaksu: 1,30 €/m³

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 ilmastoinnin käyntiaika jää liian lyhyeksi muuttuneiden työaikojen tms. syiden johdosta, ilmoittavat tilojen käyttäjät tästä useimmiten välittömästi ylläpito-organisaatiolle ja pyytävät pidentämään ilmastoinnin 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 tavoitekulutukseen ja selvitetään syyt mahdollisiin kulutuspoikkeamiin. Kulutusseuranta tukee ylläpito-organisaation ponnisteluja saavuttaa 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.

3.1 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. Ilmanvaihto- ja käyttövesiverkostoja ei ole jaettu erillisiin säätöpiireihin.

3.1.2 Energian mittaus

Kiinteistön lämpöenergian kulutus mitataan lämmönjakohuoneeseen sijoitetulla lämpö määrämittarilla, 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 m³/h. Kuukausikulustietojen 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:

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 vetovalituksiin johtuen kylmistä seinäpinnoista. Pienen säästön ja toisaalta mahdollisten olosuhdeheikkien vuoksi yölämpötilapudotuksen käyttöönotto ei ole tarkoituksenmukaista.

Patteriverkostojen säätökäyrät ovat huonelämpötilojen perusteella oikealla tasolla. Katselmuksen yhteydessä rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritetussa mittausseurannassa havaittiin, että patteriverkoston PV2 menoveden lämpötilasäätö huojuu keskimäärin ± 3 °C asetusravon 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 ilmastointisiirtimen perässä olevaan IV-verkostoon. IV-verkoston menoveden lämpötilasäätö on toteutettu ulkolämpötilan mukaan kompensoituna säätönä. IV-verkostoon oli asetettu seuraava 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 suoritetussa mittausseurannassa (liite 3) havaittiin, että IV-verkoston säätö toimii erinomaisesti.

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

IV-verkosto on varustettu asianmukaisilla linjasäätöventtiileillä vesivirtojen perussäätöä varten.

Lämmitysverkostoihin kytketyt lämmityslaitteet

Kiinteistön tuulikaappien (3 kpl) lämmitys on toteutettu tuulikaappeihin asennettujen kierrätysilmakoneiden 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 kenttätyön 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 suoritetun 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. lämmönlvovuttimia.

3.2.4 **Vesi- ja viemäri kalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso**

Kiinteistön kaikki hanat ovat 1-otehanoja, joiden virtaamat voidaan säätää hanakohtaisesti. WC-huuhtelusäiliöt ovat 6 dm³: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 mittausten (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. Ilmastoinnista 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, kulutusarvion 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 iltakäytön perusteella. Koulurakennuksen aktiivinen käyttö liikun-

tasalia 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 ilmastoinnin nykyiset käyntiajat ovat tarpeettoman pitkät (toimenpideehdotus 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 (toimenpideehdotus luvussa 4). Rakennuksen muiden tilojen käyttö on niin säännöllistä, että ilmastoinnin 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. Normaalissa liikuntasalikäytössä ko. tilassa on vain murto-osa mitoitustilanteen ihmismäärästä, jolloin 1/1-tehon ilmavirta on tilan kuormitukseen nähden liian iso ja johtaa tarpeettomaan energiankäyttöön (toimenpideehdotus 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 ilmastoinnin 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 toimii täydellä teholla koko käyntiaikansa (toimenpideehdotus 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 ilmanvaihdosta (lämmitys tapahtuu patteriverkostoilla PV1 ja PV2), johtaa nykytilanteen mukainen säätötapa käytännössä useimmiten siihen, että tuloilman lämpötila on lämmityskaudella max-rajalla ja vastaavasti jäähtymiskaudella min-rajalla. Katselmuksen yhteydessä suoritettujen seurannan perusteella TK1:n tuloilman lämpötila oli koko seurantajakson max-rajalla (+26 °C). Tämä tuhlaa tarpeettomasti lämpöenergiaa (toimenpideehdotus 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 Lämmöntalteenotto-laitteet.

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 ± 2 °C asetuservonsa ympärillä. Säädön huojunnasta huolimatta TK3 ei tuhlaa energiaa, sillä tuloilman lämpötilan keskiarvo on juuri asetuservonsa (20 °C) suuruinen.

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

Lämmöntalteenottolaitteet

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

TK1:n lämmöntalteenoton lämpötilahyötysuhde oli katselmuksen yhteydessä suoritettuna mittauksen perusteella 35 %, joka on selvästi alle normaalin arvon (≈ 50 %). Rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritettuna mittausseurannan tuloksista ilmeni, että lämmitysventtiili alkaa aueta ennen kuin LTO-venttiili on täysin auki. Asiaa tarkemmin tutkittaessa havaittiin, että huurteeneston asetuservo 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 (asetuservo, käyntiaika) niin pieni, että lämmöntalteenoton asentaminen niihin ei ole taloudellisesti perusteltavissa.

Kostutuslaitteet

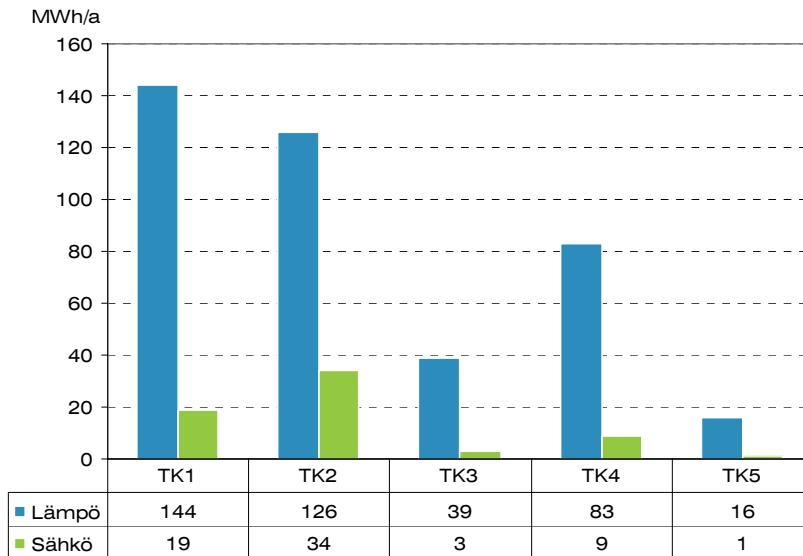
Ilmastoinnissa ei ole kostutusta.

Yötuuletus

Tuloilmakoneiden ohjauksessa ei ole käytetty yötuuletusta eikä yötuuletuksen käyttö myöskään pienentäisi energiankulutusta, koska rakennuksessa ei ole koneellista jäähdystystä. 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 sähköön merkitys kasvaa sähköön lämpöä suuremmista yksikkökustannuksista johtuen.



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) sähköpääkeskuksessa, joka sijaitsee lämmönjakohuoneen vieressä. Pääsulakkeen koko on 3 x 315 A vastaten liittymistehoa 220 kVA. Huipputehoksi suunnitelmissa on laskettu 140 kW.

Kohteessa on keskitetty loistehon kompensointi. Sähköpääkeskukseen on asennettu automaattinen 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 tuntitehomittarilla (pätö- ja loisenergiamittaus). Alamittauksia ei ole asennettu eikä niitä ehdoteta asennettavaksi.

3.5.3 Sähkönhankinta

Kohteen sähkönhankinta on kilpailutettu. Sähkön myyjänä toimii Halpa-Sähkö Oy. Sähkön myyntisopimus on voimassa vuoden 2004 loppuun. Myyntitariffina on 1-aikainen sopimus-sähkö.

Siirtotariffina käytetään Mallilan Energia Oy:n 2-aikaista pienjännitetehtotariffia. Tehdyn tariffitarkastelun (liite 7) perusteella siirtotariffi kannattaa vaihtaa 1-aikaiseen pienjännitetehtotariffiin (toimenpide-ehdotus luvussa 4).

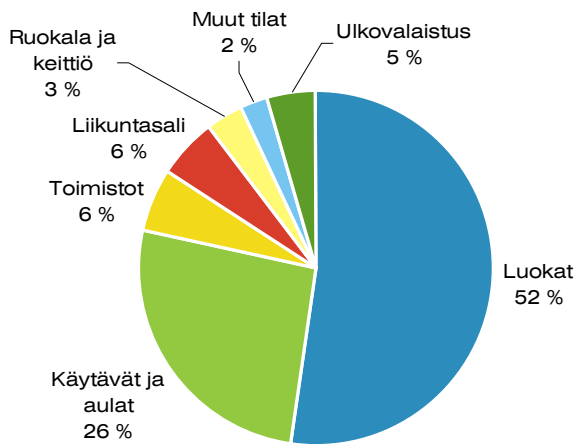
3.5.4 Sähkön kulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin

Valaistus

Valaistuksen energian kulutus ja kulutusjakauma

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

Valaistuksen laskennallinen kulutusjakauma



Valaistustoteutuksen yleiskuvaus

Kohteessa mitattiin valaistusvoimakkuudet tärkeimmissä tyyppitiloissa keskimäärin ja /tai työpisteissä. Mittaustulokset ja muu valaistuksen laatu-arvio on esitetty tyyppitiloittain 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. Kiinteistöissä 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. Luokkahuoneissa 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 päivänvaloautomatiikan käyttöön kannattaa kiinnittää huomiota erityisesti luokkahuoneiden ikkunarivin valaistuksessa ja aulatilojen valaistuksessa (ks. tilatyypikohtainen 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^2 . 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 väritys 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.

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

Liikuntasali

- Valaistuksen kokonaisteho liitäntälaitteineen 3 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 58 W:n loistelampuilla.
- Ominais-teho noin 8 W/m^2 , 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 liitäntälaitteineen 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 liitäntälaitteineen 3 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 58 W:n loistelampuilla.
- Ominasteho noin 15 W/m² 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 liitäntälaitteineen 9 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 36 W:n loistelampuilla ja 18 W:n pienoisloistelampuilla.
- Ominasteho noin 10 W/m², 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 porrasvaloautomaatin 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 liitäntälaitteineen 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 liitäntälaitteineen 1 kW.
- Ulkovalaistus on päällä päivänvaloanturin ohjaamana.
- 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 aikaoh-

jauksella, mutta ilkivallan 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 käytönohjausautomaattilla 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:eiden 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

Sisätalälämmittimien 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 käsityönopettajan 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 kenttätyön yhteydessä mm. vertaamalla kenttätyön 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 (käsiöluokat) lämmityspatterin säätöventtiilin venttiilimoottori rikki.

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

Pääkäyttäjät hallitsi hyvin rakennusautomaatiojärjestelmän normaalit päivittäiset ruutiinitehtävät: aikaohjelmien ja asetusarvojen muutokset, hälytyslistaukset ja historiaseurantaohjelmiston 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 hyvässä kunnossa.

3.8.3 Ulkovaippa

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

Säästölaskelmissa käytetyt energian ja veden hinnat sekä CO₂-kertoimet

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

Lämpö

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

CO₂-päästöjen laskennassa on käytetty Motivan katselmoijien ekstranet-sivuilla esitettyjä CO₂-kertoimia. Mallilan Energia Oy:n kaukolämpölaitos kuuluu CO₂-päästöjen osalta ryhmään H eli lämmönsäästöjen CO₂-päästökerroin on 250 kgCO₂/MWh.

Sähkö

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

	Myynti	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

CO₂-päästöjen laskennassa on käytetty Motivan katselmoijien ekstranet-sivuilla esitettyjä CO₂-kertoimia. Sähkösäästöjen marginaaliperusteinen CO₂-päästökerroin on 700 kgCO₂/MWh.

Vesi

Veden hintana on säästölaskelmissa käytetty Mallilan Vesi Oy:n 1.3.2004 voimaan astuvia hintoja, jotka ovat veden osalta 0,90 €/m³ ja jäteveden osalta 1,30 €/m³ eli yhteensä 2,20 €/m³.

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 Vesijärjestelmät

4.2.1 Vesijohtoverkoston painetaso

Kohteen vedenkulutusta voidaan pienentää asentamalla vesimittarin jälkeen paineenalennin, jonka avulla vesijohtoverkoston painetaso alennetaan tarpeenmukaiselle tasolle. Painetasoa säädettyä on varmistettava 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 kulukskohteiden 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

	Vesi m ³ /a	Lämmin käyttövesi m ³ /a	Lämpöenergia MWh/a
Ennen	1 923	577	48
Jälkeen	1 633	490	41
Säästö	290	87	7

Kannattavuus

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

4.2.2 Vesijärjestelmien virtaamat/huuhtelumäärät

Ei toimenpide-ehdotuksia, ks. luku 4.2.1.

4.2.3 Muut vesijärjestelmien 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 ilmastoinnin 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. Motivatilla lasketut säästöt on esitetty oheisessa taulukossa.

Ilmanvaihdon käyntiaikamuutokset voidaan toteuttaa ilman investointeja rakennusautomaatiojärjestelmän nykyisiä aikaohjelmia muuttamalla.

Säästöt

	Käyntiaika h/vko	Lämpöenergia MWh/a	Sähköenergia 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

Ilmastoinnin käyntiaikamuutokset			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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 (tuu-

letuskäyttö). 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

	Käyntiaika h/vko	Lämpöenergia MWh/a	Sähköenergia MWh/a
Ennen	75	125	34
Jälkeen	56	94	26
Säästö		31	8

Kannattavuus

TK2:n ohjaustapamuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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 1/2-tehoja ulkolämpötilan lisäksi liikuntasalin CO₂-pitoisuuden perusteella. Tämä edellyttää kahden CO₂-lähettimen asentamista liikuntasaliin, niiden kaapelointia IV-konehuoneen alakeskukseen sekä ohjelmointimuutoksia alakeskuksessa.

Alla olevassa laskelmassa on oletettu, että edellä kuvatun toimenpiteen jälkeen TK2 toimii 1/2-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

	Käyntiaika h/vko	Lämpöenergia MWh/a	Sähköenergia MWh/a
Ennen	1/1-teho 56	94	26
Jälkeen	1/1-teho 17 1/2-teho 39	66	10
Säästö		28	16

Kannattavuus

TK2:n ilmvirtamuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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

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

Kannattavuus

TK4:n ilmvirtamuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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 Säätöjärjestelmät

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

	LTO:n hyötysuhde	Lämpöenergia MWh/a
Ennen	35 %	100
Jälkeen	50 %	80
Säästö		20

Kannattavuus

TK1:n LTO:n huurteeneston asetusarvomuuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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

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

Kannattavuus

TK1:n säättötapamuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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 pienjännitetelesiirtotariffi 1-aikaiseksi pienjännitetelesiirtotariffiksi. Toimenpide ei aiheuta kustannuksia.

Kannattavuus

Siirtotariffin vaihto (toimenpide n:o 1)			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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 työkustannukset.

Kannattavuus

Loistehonsäätimen viritys			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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 käyttäjän mukaisiksi 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

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

Kannattavuus

Aula- ja käytävätilojen valaistuksen käyntiaikamuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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 päälläoloaika 2 h/d nykyiseen käyttöön verrattuna.

Säästöt

	Käyntiaika h/vko	Sähköenergia MWh/a
Ennen	42,5	5
Jälkeen	32,5	4
Säästö		1

Kannattavuus

Liikuntasalin valaistuksen ohjaustapamuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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

	Ruokalan tuloilman lämpötila, °C	Lämpöenergia MWh/a
Ennen	22	54
Jälkeen	20	51
Säästö		3

Kannattavuus

TK4:n anturin kalibrointi			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- 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.

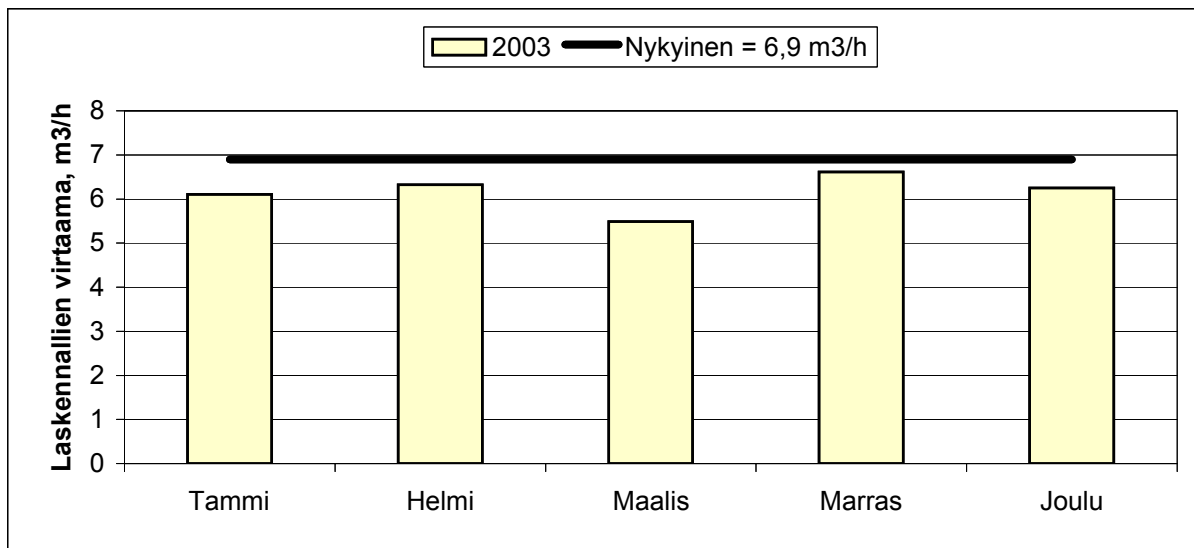
Huoltokirjan laadinta

Käyttö- ja huoltotoiminnan systematisoimiseksi kohteeseen tulisi laatia huoltokirja, joka sisältäisi kuukausitasoisen 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**

KAUKOLÄMMÖN TILAUSVESIVIRTATARKASTELU



Tilausvesivirtatarkastelu on tehty talviukuukausien (marras-...maaliskuu) lämmönkulutusten perusteella arvioimalla ko. kuukausien tunnin huipputehot seuraavasti:

$$P = (Q_{kk} * dT_{mit}) / (24 * APL_{kk})$$

jossa

P kaukolämmön laskennallinen 1 h huipputeho (kW)
 Q_{kk} tarkasteluukauden lämmönkulutus (kWh)
 dT_{mit} sisä- ja ulkolämpötilan mitoituslämpötila-ero (°C), tarkastelussa 50 °C
 APL_{kk} tarkasteluukauden lämmitystarveluku (°Cd)

Tilausvesivirran tarve on laskettu yo. tavalla saadun huipputehon perusteella seuraavasti:

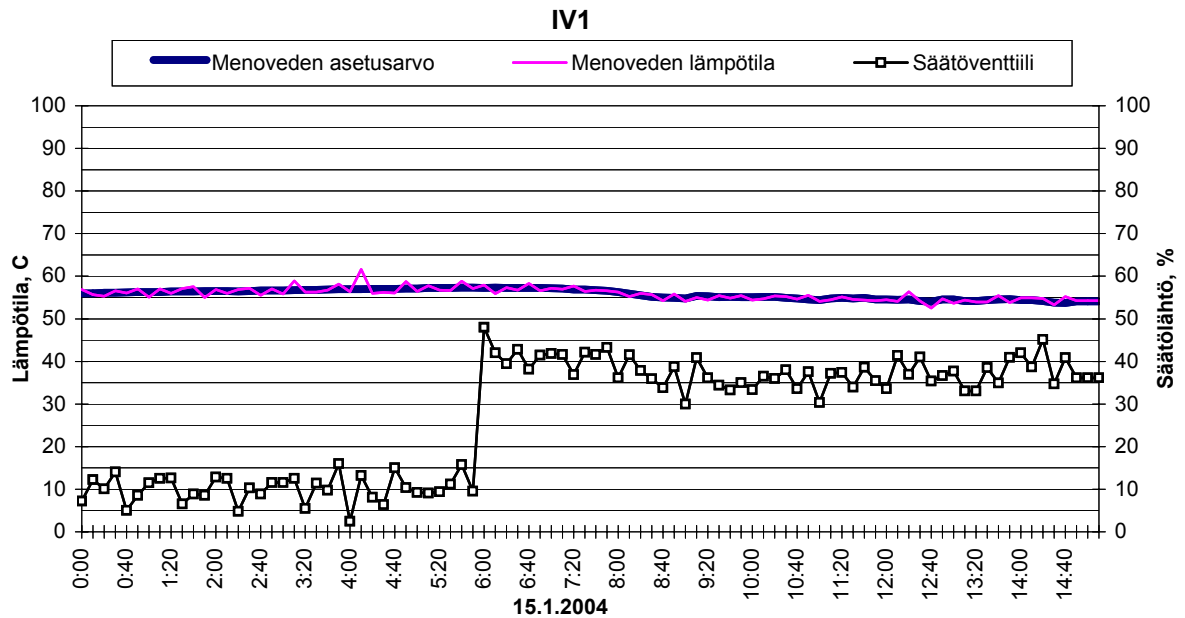
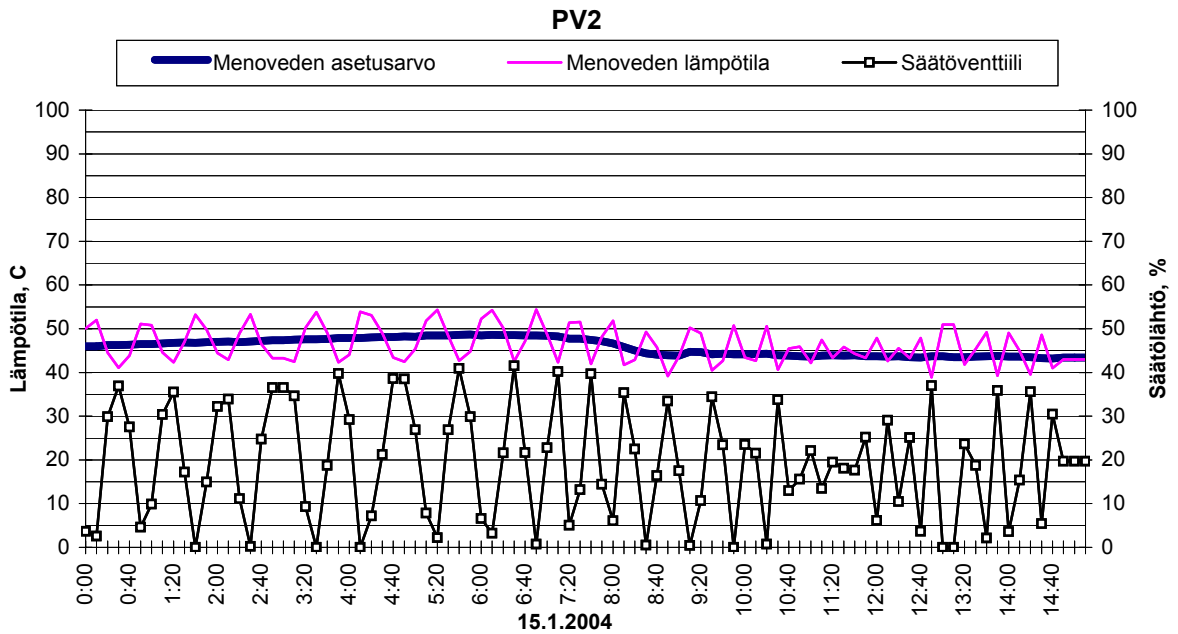
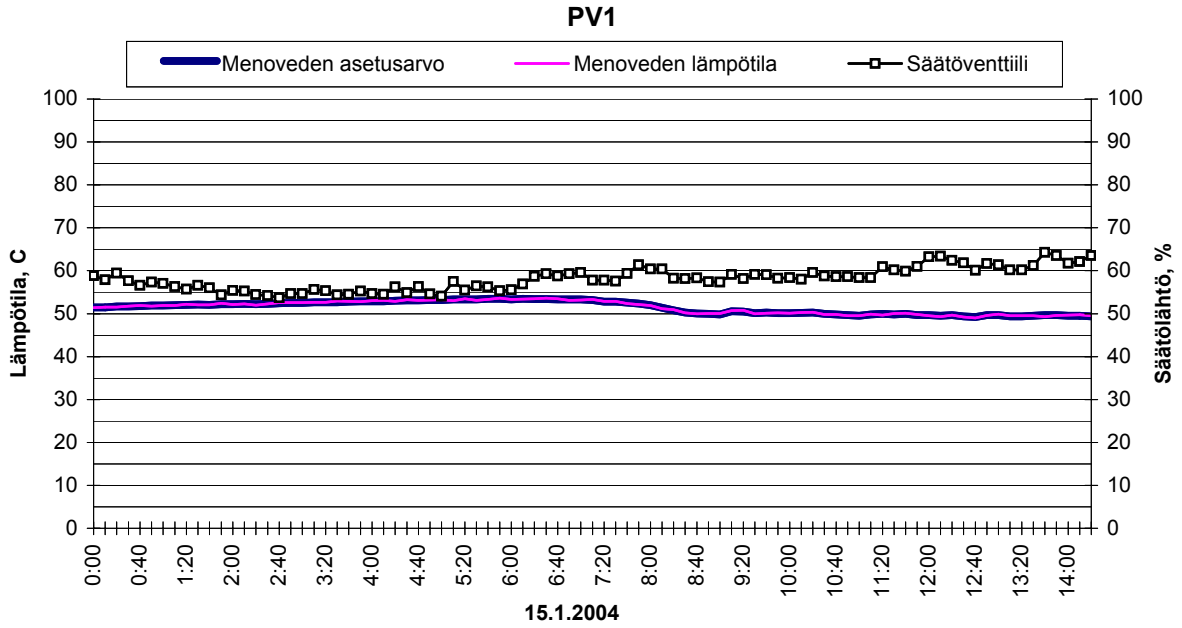
$$V = P / (1,163 * dT_{jääh})$$

jossa

V laskennallinen tilausvesivirta (m³/h)
 P kaukolämmön laskennallinen 1 h huipputeho (kW)
 dT_{jääh} kaukolämmön jäähtymä (°C), tarkastelussa 50 °C

Laskennallinen tilausvesivirta on lähellä nykyistä arvoa, jonka johdosta tilausvesivirran pienentäminen ei vaikuta mahdolliselta. Jatkotarkasteluja tai -neuvotteluja lämpölaitoksen edustajan kanssa aiheesta ei ehdoteta.

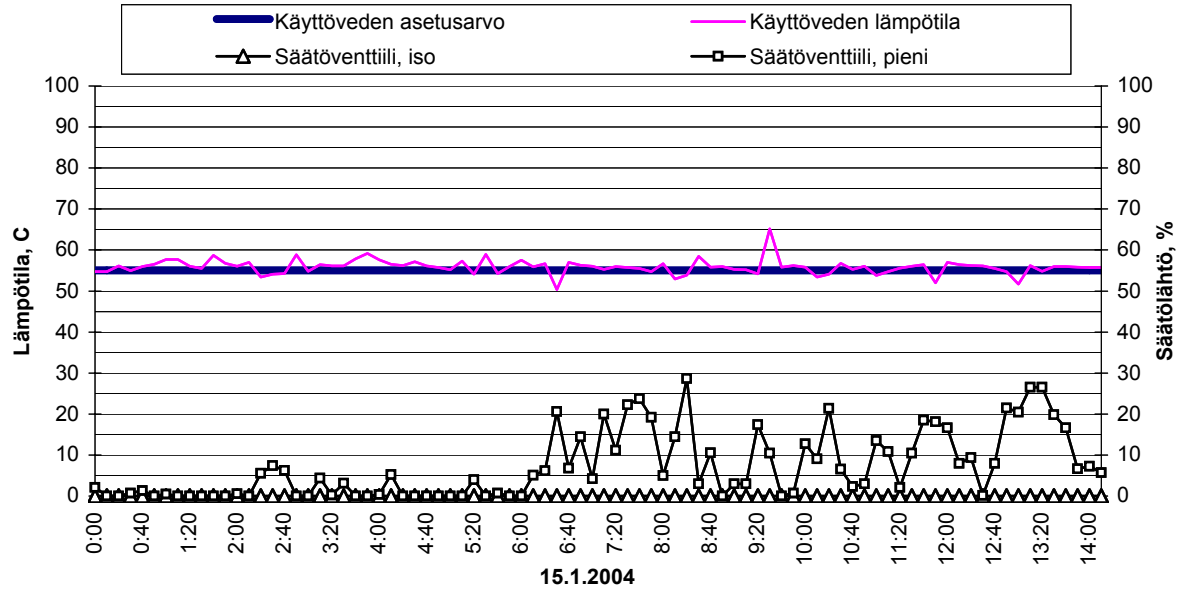
Mittausseuranta: Verkotot



Mittausseuranta: Verkotot

Liite 3
2 (2)

LV1

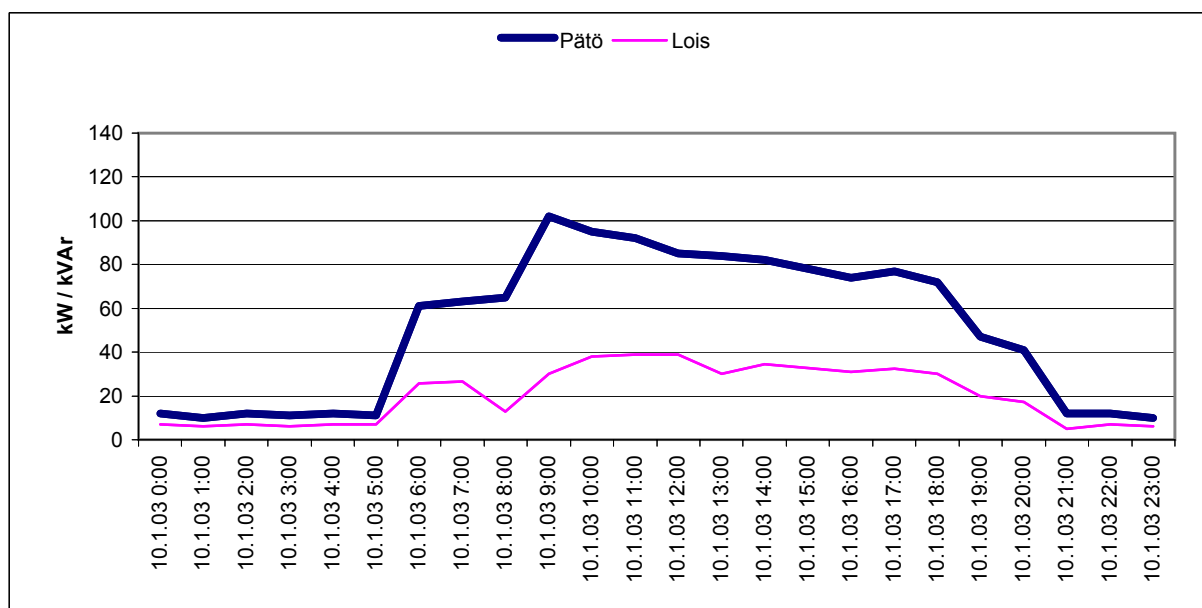
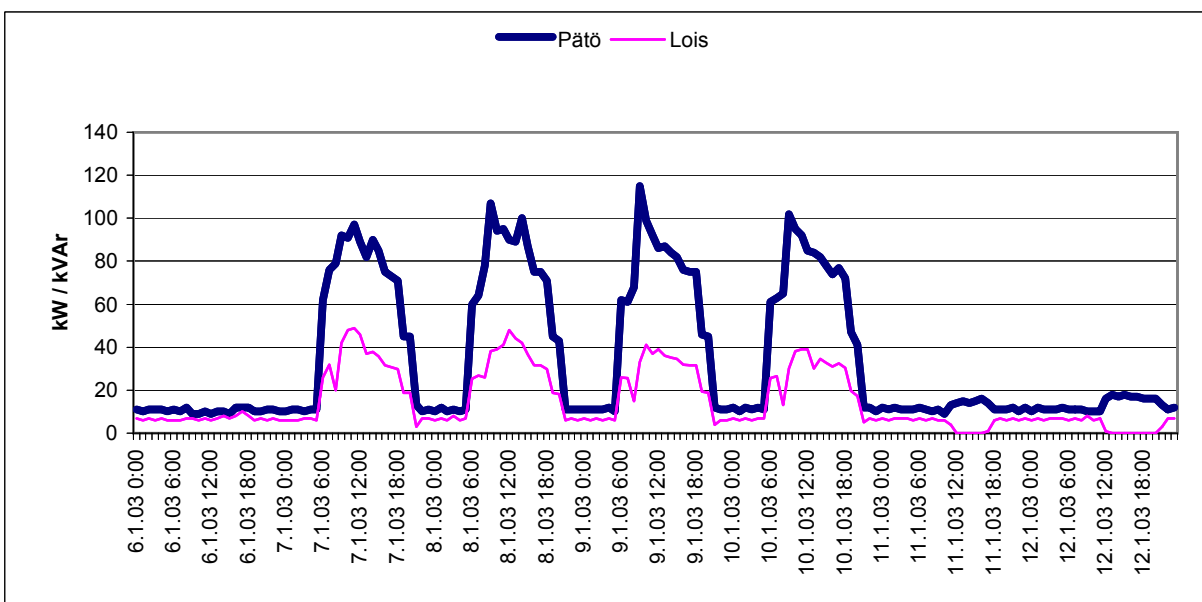
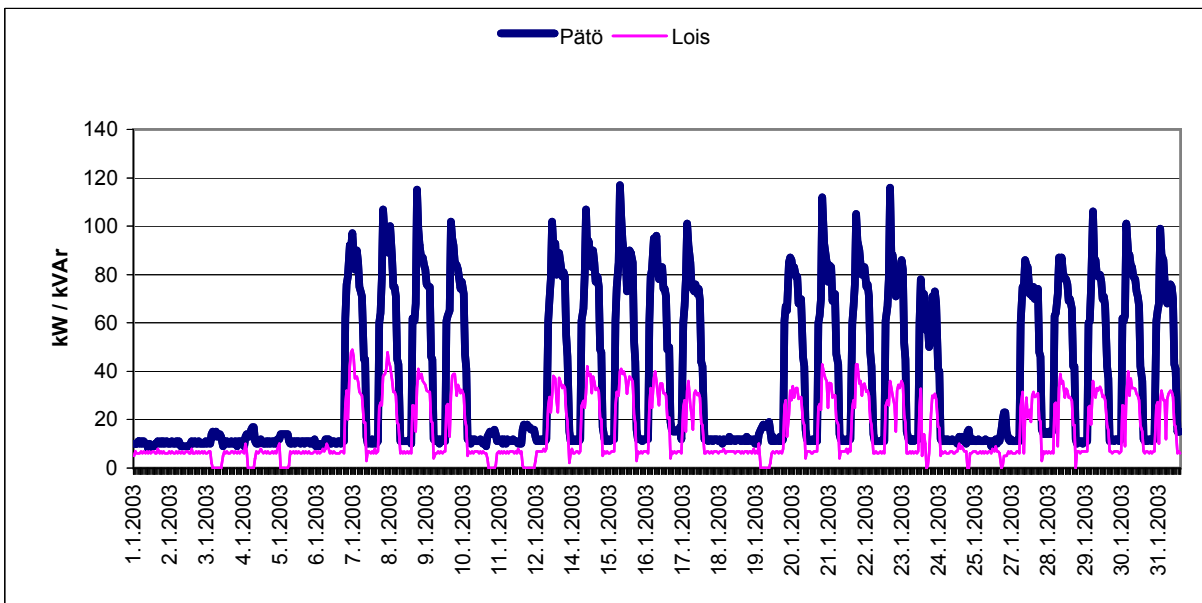


ILMASTOINTIKONEIDEN TEKNISET TIEDOT

Kone	Palvelualue	Käyttöikä a	Ilmamäärä ¹⁾ m ³ /s	Rakenne	Säätötapa ja asetusarvo	Tuloilman lämpötilä °C	Ohjaustapa	Käyntiajat	Huom
TK1	Luokat	7	2,5 / 1,25 (M)	suodatus, LTO (vesiglykoli), lämmitys, puhallin	vakio huoneilman lämpötilä (21 °C) + tuloilman min- (16 °C) ja max- (26 °C) rajoitus	26	rakennusautomaatiojärjes- telmän aikaohjaus	ma-pe klo 6.00-19.00	Nopeudenvaihto -10 °C. LTO:n hyötysuhde 35 % (glykoliölitoisuus 30 %).
TK2	Liikuntasali	7	4,0 / 2,0 (M)	suodatus, LTO (vesiglykoli), lämmitys, puhallin	huonelämpötilan mukaan säädetty tuloilman lämpötilä (huone/tulo: 24/16, 18/23)	20	rakennusautomaatiojärjes- telmän aikaohjaus	ma-pe klo 6.00-21.00	Nopeudenvaihto -10 °C LTO:n hyötysuhde 50 % (glykoliölitoisuus 30 %)
TK3	Opettajien huone	7	0,6 (S)	suodatus, lämmitys, puhallin	vakio tuloilman lämpötilä (20 °C)	20	rakennusautomaatiojärjes- telmän aikaohjaus	ma-pe klo 6.00-19.00	
TK4	Keittiö ja ruokala	7	1,4 (S)	suodatus, lämmitys, puhallin (taajuusmuuttaja), jälkilämmitys ja suikupelti (ruokala)	vakio huoneilman lämpötilä (21 °C) + tuloilman min- (16 °C) ja max- (26 °C) rajoitus, jälkilämmitys vakio tuloilman lämpötilä (20 °C)	16, ruokala 22	rakennusautomaatiojärjes- telmän aikaohjaus	ma-pe klo 6.00-19.00	Ruokalan sulkupellin peiti- moottori rikki ja peiti auki jatkuvasti. Ruokalan tuloilma- anturi näyttää 2 °C liian vähän (näyttämä 20 °C, mitattu arvo 22 °C)
TK5	Käsityöluokat	7	0,5	suodatus, lämmitys, puhallin	vakio tuloilman lämpötilä (20 °C)	kone oli poissa käytöstä	rakennusautomaatiojärjes- telmän aikaohjaus	ma-pe klo 6.00-19.00	Lämmityspatterin säätö- venttiilin venttiilimoottori oli rikki, jonka vuoksi kone oli ollut seis arviolta 1/2-vuotta.

1) A = arvioitu M = mitattu S = suunniteltu

SÄHKÖTEHOT : Mallilan yläaste



SÄHKÖTARIFFITARKASTELU (alv 0%)

Kohde: Mallilan yläaste
Osoite: Koulutie 1, 12345 MALLILA
Sähkölaitos: Mallilan Energia Oy

Lähtötiedot:

Mittaustapa rekisteröivä
 Sähköliittymä 400 V
 Pääsulake 315 A
 Vuosienergia 207,6 MWh
 Laskutettava pätöteho 115 kW
 Laskutettava loisteho 25 kVAr
 Kulutusjakauma:

talvi (1.11.-31.3.)
 ma-la 07-22 31,5 %
 muu aika 68,5 %

Edullisin siirtotariffi: Tehosiirto 1 (400 V)
Kustannukset yhteensä: 7 537 euro/a
Kokonaishinta: 3,63 snt/kWh
Energiahinta: 2,143 snt/kWh

Tehosiirto 1 (400 V)	siirto		
	euro/a		
Perusmaksu	178		
Mittausmaksu	216		
Tehomaksu	1 794	15,6 euro/kW,a	
Loistehomaksu	900	36 euro/kVAr,a	
Energiamaksu	2 906	1,4 snt/kWh	
Sähkövero	1 542	0,743 snt/kWh	
Yhteensä	7 537		

Tehosiirto 2 (400 V)	siirto		
	euro/a		
Perusmaksu	270		
Mittausmaksu	216		
Tehomaksu	2 553	22,2 euro/kW,a	
Loistehomaksu	900	36 euro/kVAr,a	
Energiamaksu			
	talvi (1.11.-31.3.)		
	ma-la 07-22	1 308	2 snt/kWh
	muu aika	1 280	0,9 snt/kWh
Sähkövero	1 542	0,743 snt/kWh	
Yhteensä	8 069		

