

Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet

Kiinteistön seurantakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet

Harri Mustasilta, Air-Ix Talotekniikka Oy

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

Copyright Motiva Oy, Helsinki 2005

Päivitetty Motiva Oy ja Energiavirasto, syyskuu 2015

Esipuhe

Kiinteistön käyttöönottokatselmusmalli on Kiinteistön energiakatselmusmallin sovellus, jonka vuoksi tämä ohje tukeutuu pitkälti Kiinteistön energiakatselmusmallin toteutus- ja raportointiohjeeseen. Lukijalta edellytetäänkin Kiinteistön energiakatselmusmallin toteutus- ja raportointiohjeiden tuntemista.

Kiinteistön energiakatselmusmallin toteutus- ja raportointiohjeiden osassa A on esitetty lyhyesti energiakatselmustoimintaan liittyviä ohjeita ja tietoja, eikä sitä esitetä tämän ohjeen yhteydessä. Yksityiskohtaisesti katselmustoiminnan ohjeistus on esitetty työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa, joita on noudatettava kaikissa TEM:n tukemissa energiakatselmushankkeissa. Kokonaisuudessaan viimeiset päivitetyt ja voimassaolevat yleisohjeet löytyvät esimerkiksi Motivan verkkosivuilta (www.motiva.fi).

Kiinteistön käyttöönottokatselmus -katselmusmallin toteutus- ja raportointiohje koostuu:

Osa B: Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeesta

Osa C: Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen esimerkkiraportista

Toteutus- ja raportointiohjeessa (Osa B) esitetään pääsääntöisesti vain ne asiat, joissa Kiinteistön käyttöönottokatselmusmallin toteutus tai raportointi eroaa Kiinteistön energiakatselmusmallin toteutuksesta tai raportoinnista.

Toteutus- ja raportointiohjeen rinnalle on laadittu Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen esimerkkiraportti (Osa C), jonka tarkoituksena on kuvata Kiinteistön käyttöönottokatselmusraportissa esitettävien asioiden käsittelyn laajuutta ja esitystapaa. Esimerkkiraportti ei pyri olemaan kokoelma kaikista mahdollisista katselmuskohteissa esiin tulevista tehtävistä tai tarkasteluista. Esimerkiksi tässä käyttöönottokatselmuksen esimerkkiraportissa kuvataan kaukolämmityskohdetta, jolloin uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuuksien tarkastelua ja vertailua ei ole tehty. Uusiutuvien energiamuotojen tarkastelusta on esitetty esimerkkitarkastelu Kiinteistön energiakatselmusmallin esimerkkiraportissa. Ilmalämpöpumpun hyödyntämistä yksittäisen, sähkölämmityksellä varustetun tilan rinnakkaisena lämmitysmuotona on puolestaan tarkasteltu Kiinteistön seurantakatselmusmallin esimerkkiraportissa.

Tämän ohjeen molempia osia on päivitetty vuonna 2015. Päivityksen yhteydessä esimerkkiraportin osalta on päivitetty vain olennaiset tiedot, kuten esimerkiksi taulukkoja 1 ja 2 koskevat ohjeistukset. Esimerkiksi energian hintoja ei tämän päivityksen yhteydessä ole muutettu.

Sisällysluettelo

Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet	1
Esipuhe	3
Sisällysluettelo	5
Osa B Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet	7
1 Käyttöönottokatselmuksen soveltamiskohteet	9
2 Energiakatselmuksiin liittyvä ohjeistus	10
3 Käyttöönottokatselmuksen suoritus	11
3.1 Vastuuhenkilöt	11
3.2 Käyttöönottokatselmuksen sisältö	11
3.3 Aloituspalaveri ja lähtötietojen kokoaminen	11
3.4 Kenttätyö ja mittaukset	12
3.5 Säästömahdollisuuksien analysointi ja raportointi	12
4 Kohteen energiankäytön nykytila	14
Osa C Esimerkkiraportti	15

Osa B Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen
toteutus- ja raportointiohjeet

1 Käyttöönottokatselmuksen soveltamiskohteet

Tämä toteutus- ja raportointiohje käsittelee palvelusektorin piiriin kuuluvan Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen suorittamista ja raportointia.

Kiinteistön käyttöönottokatselmus on palvelusektorin uusien tai talotekniikan osalta peruskorjattujen rakennusten energiakatselmus. Kiinteistön käyttöönottokatselmus ei korvaa kohteen vastaanottomenettelyä, vaan käyttöönottokatselmuksen suorittaminen edellyttää, että kohteen vastaanotto on toteutettu asianmukaisesti ja siinä mahdollisesti havaitut puutteet ja virheet on korjattu.

Käyttöönottokatselmuksessa analysoidaan kohteen energian käytön kokonaisuus ja kulusjakautumat sekä varmistetaan, että kaikki taloudelliset energiatehokkuuteen johtavat ratkaisut on otettu huomioon ja että valitut ratkaisut on viritetty kohteen käyttöä vastaavasti. Käyttöönottokatselmuksen yhteydessä tarkastellaan myös siis mahdollisia investointeja vaativia taloudellisia tehostamismahdollisuuksia, joita kohdetta rakennettaessa tai peruskorjattaessa ei syystä tai toisesta ole joko otettu huomioon tai on jätetty toteuttamatta. Myös uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuudet raportoidaan TEM:n yleisohjeen mukaisesti. Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen tavoitteena on vähentää kohteen energian- ja vedenkulutusta ja -kustannuksia sekä pienentää energiankäytöstä aiheutuvia CO₂-päästöjä.

Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen toteutukseen voi saada työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) katselmustukea. Tuen määräytymisperusteet on esitetty TEM:n katselmustoiminnan yleisohjeessa. Kiinteistön käyttöönottokatselmus on suositeltavaa toteuttaa takuuajana, jolloin katselmuksessa havaitut urakoihin kuuluvat virheet ja puutteet saadaan korjattaviksi urakoitsijoiden takuiden puitteissa.

Energiakatselmustoiminnan ohjeistus on kolmitasoinen. Ylimmällä tasolla on TEM:n kulloinkin voimassaoleva Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet, joka määrittelee katselmustoiminnan yleiset ja hallinnolliset menettelytavat, tukien suuruudet ja tuen saamisen edellytykset. Energiakatselmuksen tukihakemuksen jättämishetkellä voimassaolevia yleisohjeita on noudatettava kaikissa katselmushankkeissa.

Toisella tasolla ovat Motivan toimesta laaditut mallikohtaiset toteutus- ja raportointiohjeet (mm. tämä Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen 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.

Kokonaisuudessaan viimeiset päivitetyt ja voimassaolevat ohjeet löytyvät esim. Motivan verkkosivuilla (www.motiva.fi).

3 Käyttöönottokatselmuksen suoritus

3.1 Vastuuhenkilöt

Kiinteistön käyttöönottokatselmukseen on nimettävä kaksi katselmuksen vastuuhenkilöä, joista toisella on Motivan myöntämä pätevyys LVI- ja toisella sähköjärjestelmien katselmointiin. Vastuuhenkilöt vastaavat katselmuksesta ja sitä koskevan ohjeistuksen noudattamisesta.

3.2 Käyttöönottokatselmuksen sisältö

Käyttöönottokatselmuksen varsinainen suoritus koostuu seuraavista vaiheista:

- aloituspalaveri
- lähtötietojen kokoaminen
- kenttätyö ja mittaukset
- säästömahdollisuuksien analysointi
- raportointi
- raportin luovutustilaisuus

Käyttöönottokatselmuksen käynnistämiseen liittyvät lisäksi katselmoijien valinta sekä energia- tukihakemuksen täyttö ja toimittaminen ELY-keskukseen ja vastaavasti lopettamiseen energiatuen maksatusselvityksen täyttö ja toimittaminen ELY-keskukseen sekä toimenpiteiden toteutus ja seuranta. Näitä tehtäviä on käsitelty lähemmin TEM:n Energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa ja Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeessa.

3.3 Aloituspalaveri ja lähtötietojen kokoaminen

Aloituspalaverin tavoitteena on hankkeen käytännön järjestelyjen (aikataulu, yhteyshenkilöt, tiedottaminen hankkeesta, liikkumien kohteessa, jne.) lisäksi sopia katselmuksen toteutuksessa tarvittavien lähtötietojen kokoamisesta. Käyttöönottokatselmuksen kannalta oleellisia lähtötietoja ovat mm.:

- luovutusdokumentit ml. huoltokirja sekä vastaanotto- ja takuutarkastusten pöytäkirjat puutelistoineen
- energiankulutustiedot kohteen käyttöönoton ja käyttöönottokatselmuksen väliseltä ajalta
- asiakkaan omat energiatehokkuuteen, olosuhteisiin yms. liittyvät tarpeet ja havainnot, joilla saattaa olla vaikutusta katselmuksen suorittamiseen.
- Em. tiedot voidaan kerätä haluttaessa esimerkiksi käyttäjäkyselyin.

3.4 Kenttätyö ja mittaukset

Kenttätyön ja mittausten osalta käyttöönottokatselmus ei eroa kiinteistön energiakatselmuksesta. Kaikissa katselmuksissa on tärkeää varmistua siitä, että kenttätyön aikana tehdyt havainnot ja johtopäätökset vastaavat kohteen vakiintunutta käyttöä, ja tämä on korostetun tärkeää käyttöönottokatselmuksessa. Järjestelmien toiminnan, kulutusjakaumien ja sitä kautta säästömahdollisuuksien analysoimiseksi on käyttöönottokatselmuksen yhteydessä suoritettava vähintään TEM:n Energiakatselmustoiminnan yleisohjeessa esitetyt mittaukset. Nämä mittaukset suoritushjeineen on esitetty myös Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeessa.

Mittaukset ovat kertamittauksia tai rekisteröiviä mittauksia ja ne suoritetaan luotettavilla ja tarkistetuilla mittareilla tai kohteeseen asennetun rakennusautomaatiojärjestelmän mittaussurantaohjelmiston avulla. Rakennusautomaatiojärjestelmän mittausten oikeellisuudesta on varmistuttava esimerkiksi pistokokein. Mittausjaksojen pituus valitaan siten, että mittauksen avulla voidaan päätellä ko. järjestelmän toiminta erilaisissa käyttötilanteissa (päiväkäyttö, yökäyttö, käynnistystilanne, jne.).

Mittaustulokset voidaan esittää joko raportin tekstin yhteydessä tai raportin liitteissä. Oleellista kuitenkin on, että mittaustulosten perusteella raportissa arvioidaan mitattujen järjestelmien energitehokkuutta sekä mahdollisuutta parantaa sitä.

Kenttätyön yhteydessä mahdollisesti havaittavien, vastaanottovaiheen puutteiden perinpohjainen selvittäminen ei kuulu käyttöönottokatselmuksen tehtäviin, vaan havaitut puutteet ja ongelmat tuodaan selvästi esille ja ratkaisuvaihtoehtojen perusteellisempi selvittäminen jätetään suunnittelijan ja urakoitsijan tehtäväksi.

3.5 Säästömahdollisuuksien analysointi ja raportointi

Kiinteistön käyttöönottokatselmuksessa säästömahdollisuuksien analysointi ja raportointi toteutetaan samalla tavalla kuin kiinteistön energiakatselmuksessa. Käyttöönottokatselmus voi joltakin osin perustua kuitenkin olemassa olevien dokumenttien tehokkaampaan hyödyntämiseen, koska niiden paikkansapitävyys ja saatavuus on uusissa ja peruskorjatuissa kohteissa oletettavasti parempi kuin vanhoissa kohteissa.

Käyttöönottokatselmuksen yhteydessä käydään pääpiirteissään läpi kohteen luovutusdokumentit ja huoltokirja. Loppukuvien läpikäynnin lisäksi tutustutaan myös muihin luovutusdokumentteihin kuten mittauspöytäkirjoihin (vesi- ja ilmapirrat, sähkömoottorien virtamittaukset), säätöjen virituspöytäkirjoihin jne. sillä tarkkuudella ja laajuudella, mikä hyödyttää energiakatselmuksen tavoitteita. Huoltokirjasta selvitetään kaikki mahdollinen energiakatselmusta hyödyttävä lähtötieto.

Hyvään katselmustapaan kuuluu käyttäjien opastus ja neuvonta energiataloudelliseen käyttöön. Opastus ja neuvonta liittyvät luonnostaan kenttätyövaiheeseen ja raportin luovutustilaisuuteen. Opastuksen tarve vaihtelee kohteittain ja sen toteutuksesta ja painotuksesta päättää katselmoija omien havaintojensa perusteella asiakkaan tarpeet ja toiveet huomioiden.

Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen raportin rakenne noudattaa sekä pää- että alaotsikkotasolla kiinteistön energiakatselmuksen raporttia:

Raportin kansilehti

Esipuhe

Sisällysluettelo

1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista toimenpiteistä

2 Kohteen energiankäytön nykytila

3 Kohteen energiatalouden arviointi

4 Ehdotetut toimenpiteet

Liitteet

Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen raportin laajuus ja asioiden käsittelytapa on pääosin sama kuin Kiinteistön energiakatselmuksen raportissa. Seuraavassa on käsitelty kohdittain Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen raportti esittämällä erot Kiinteistön käyttöönottokatselmuksen ja Kiinteistön energiakatselmuksen raportoinnissa.

Raportin kansilehti

Laaditaan kuten Kiinteistön energiakatselmuksessa.

Esipuhe

Mainitaan, koska kohde on otettu käyttöön. Muilta osin esipuhe laaditaan kuten Kiinteistön energiakatselmuksessa.

Sisällysluettelo

Laaditaan kuten Kiinteistön energiakatselmuksessa.

1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista toimenpiteistä

Laaditaan kuten Kiinteistön energiakatselmuksessa.

Ominaiskulutusten vertailuarvot voivat olla myös muualta kuin Motivan tilastoista (lähde mainittava). Vertailut tilastoarvoihin raportoidaan niin, että lukija ymmärtää, että tilastoista saadut keskimääräiset ominaiskulutukset eivät ole kohteen tavoitearvoja ja että ominaiskulutusvertailusta ei yleensä ole mahdollista tehdä voimakkaita päätelmiä kohteen energiatehokkuudesta.

2.1 Kohteen tiedot

Laaditaan kuten Kiinteistön energiakatselmuksessa.

2.2 Energian ja veden hankinta

Laaditaan kuten Kiinteistön energiakatselmuksessa.

2.3 Energian ja veden kulutus

Energian ja veden kulutuksen osalta raportissa esitetään kohteen käyttöönoton ja katselmuksajankohdan väliset kulutukset.

Mikäli käyttöönottokatselmus toteutetaan niin aikaisin, että kohteen vakiintuneet energian ja veden kulutustiedot eivät kata täyttä vuotta, vertailuvuoden kulutukset ja kulutusjakaumat arvioidaan tiedossa olevien kohteen todellista käyttöä vastaavien toteutuneiden kulutusten perusteella. Kulutuslukemia tarkasteltaessa on huomioitava, että kiinteistöjä käytetään alkuvaiheessa tarkoituksella usein poikkeavasti (esim. rakenteiden kuivatuskäyttö), joten alkuvaiheen kulutustiedot ovat useimmiten vain suuntaa antavia. Poikkeaviin kulutuslukemiin voi vaikuttaa myös se, että rakennuksen käyttöönotto on tapahtunut vaiheittain siten, että käyttöönottohetkellä vain osa kiinteistöstä on lopullisessa käytössä osan ollessa vielä työmaakäytössä. Raportissa toteutuneita kulutuksia verrataan myös huoltokirjassa esitettyihin tavoitekulutuksiin. Muilta osin luku 2.3 laaditaan kuten Kiinteistön energiakatselmuksessa.

2.4 Kiinteistön käyttö ja ylläpito

Raportissa kuvataan kiinteistön käyttö- ja huolto-organisaatio, kulutusseurannan toteutus sekä teknisten asiakirjojen laatu. Raportissa arvioidaan myös kohteen huoltokirjan käytettävyyttä ja kehittämistarpeita energiatehokkuuden ylläpitoon liittyvissä asioissa.

3 Kohteen energiatalouden arviointi

Kiinteistön käyttöönottokatselmusraportin luku 3 laaditaan kokonaisuudessaan samalla tavalla kuin Kiinteistön energiakatselmuksessa.

4 Ehdotetut toimenpiteet

Kiinteistön käyttöönottokatselmusraportin luku 4 laaditaan kokonaisuudessaan samalla tavalla kuin Kiinteistön energiakatselmuksessa.

TYÖ- JA ELINKEINOMINISTERIÖN
TUKEMA ENERGIAKATSELMUSHANKE
Dnro: 123456/321/2004
Päätöksen pvm: 1.12.2004

ENERGIAKATSELMUSRAPORTTI
KIINTEISTÖN KÄYTTÖÖNOTTOKATSELMUS

Mallilan ala-aste ja liikuntahalli

Opintie 1
12345 MALLILA

Katselmuksen ajankohta: 11.1. ja 24.–26.1.2005

Raportin päiväys: 15.2.2005

Tilaaajan yhteyshenkilö: Toivo Tomera

Katselmuksen vastuuhenkilöt:
Insinööritoimisto Mallilämpö Oy

Ville Vesi

puh. (12) 987 654

Insinööritoimisto Sähkömalli Oy

Sauli Sähkö

puh. (12) 987 653

Esipuhe

Mallilan ala-aste ja liikuntahalli otettiin käyttöön tammikuussa 2003. Kohteessa nyt suoritettussa kiinteistön käyttöönottokatselmuksessa analysoitiin LVI- ja sähkötekniisten järjestelmien energian- ja vedenkäytön nykytila, kartoitettiin energian- ja vedenkäytön tehostamismahdollisuudet sekä tarkistettiin kohteelle suunnitteluvaiheessa asetettujen energiankulutustavoitteiden toteutumistilanne. Raportissa säästötoimenpide-ehdotuksille on esitetty arvio saavutettavista säästöistä, toimenpiteen kokonaiskustannusarvio ja takaisinmaksuaika sekä arvioitu, miten toimenpiteiden toteuttaminen vaikuttaa kohteen energian käytön aiheuttamiin laskennallisiin hiilidioksidipäästöihin.

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

Tilaaajan yhteyshenkilönä on toiminut Mallilan kaupungin tilakeskuksen isännöitsijä Toivo Tomera. Käyttäjän edustajina katselmukseen ovat osallistuneet ala-asteen rehtori Konsta Koulumies sekä LVI-huoltomies Olli Osaava Mallilan kaupungin tilakeskuksesta.

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

Mallilassa 15.2.2005

Insinööritoimisto Sähkömalli Oy



Sauli Sähkö
Motiva-energiakatselmoija
nro 2120 (sähkö)

Insinööritoimisto Mallilämpö Oy



Ville Vesi
Motiva-energiakatselmoija
nro 2231 (LVI)

Sisällysluettelo

Esipuhe	3
Sisällysluettelo	4
1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista toimenpiteistä	7
2 Kohteen energiankäytön nykytila	12
2.1 Kohteen tiedot	12
2.2 Energian ja veden hankinta	12
2.3 Energian ja veden kulutus	13
2.3.1 Lämpöenergia	13
2.3.2 Sähköenergia	16
2.3.3 Vesi	21
2.4 Kiinteistön käyttö ja ylläpito	23
2.4.1 Käyttö- ja huolto-organisaatio	23
2.4.2 Kulutusseuranta	23
2.4.3 Tekniset asiakirjat	23
3 Kohteen energiatalouden arviointi	24
3.1 Lämmitysjärjestelmät	24
3.1.1 Yleistä	24
3.1.2 Energian mittaus	24
3.1.3 Lämmöntuotanto ja uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuus	24
3.1.4 Lämmönjakelu	24
3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät	26
3.2.1 Yleistä	26
3.2.2 Veden mittaus	26
3.2.3 Lämpimän käyttöveden energiatalous	27
3.2.4 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso	27
3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät	27
3.3.1 Yleistä	27
3.3.2 Ilmanvaihtokoneet	28
3.4 Jäähdytysjärjestelmät	31
3.4.1 Ilmanvaihdon ja huonetilojen jäähdytys	31
3.4.2 Muu jäähdytys mm. kylmäsäilytys	32
3.5 Sähköjärjestelmät	32
3.5.1 Yleistä	32
3.5.2 Energian mittaus	32
3.5.3 Sähkönhankinta	32
3.5.4 Sähkön kulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin	33
3.6 Muut järjestelmät	38
3.7 Rakennusautomaatio	38
3.7.1 Yleistä	38
3.7.2 Rakennusautomaation toimintakunto ja hyödyntäminen	38
3.8 Rakenteet	39
3.8.1 Ikkunat	39

3.8.2	Ulko-ovet	39
3.8.3	Ulkovaippa	39
4	Ehdotetut toimenpiteet	40
4.1	Lämmitysjärjestelmät	41
4.1.1	Lämmöntuotanto	41
4.1.2	Lämmönjakelu	41
4.1.3	Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset	41
4.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	41
4.2.1	Vesijohtoverkoston painetaso	41
4.2.2	Vesi- ja viemärikalusteiden virtaamat/huuhtelumäärät	42
4.2.3	Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset	42
4.3	Ilmanvaihtojärjestelmät	42
4.3.1	Tarpeenmukainen ilmanvaihto	42
4.3.2	Säätöjärjestelmät	45
4.3.3	Lämmöntalteenotto (LTO)	45
4.3.4	Kostutus	45
4.3.5	Yötuuletus	46
4.3.6	Muut ilmanvaihtojärjestelmien toimenpide-ehdotukset	46
4.4	Jäähdytysjärjestelmät	46
4.4.1	Jäähdytyksen tarpeenmukainen käyttö	46
4.4.2	Lauhdutus ja lauhdelämmön talteenotto	46
4.4.3	Vapaajäähdytys	46
4.4.4	Kylmiöiden ja pakkashuoneiden lämpötilat	46
4.4.5	Putkisto- ja säiliöeristykset	46
4.4.6	Muut kylmätekniikan järjestelmien toimenpide-ehdotukset	46
4.5	Sähköjärjestelmät	46
4.5.1	Siirto- ja myyntitariffit	46
4.5.2	Valaistus	47
4.5.3	LVI-laitteet	48
4.5.4	Sähkölämmitykset	48
4.5.5	Muut sähköjärjestelmien toimenpide-ehdotukset	49
4.6	Muut järjestelmät	49
4.7	Rakennusautomaatio	49
4.8	Rakenteet	51
4.8.1	Vuotoilmanvaihto	51
4.8.2	Johtumishäviöt	51
4.8.3	Muut rakenteisiin liittyvät toimenpide-ehdotukset	51
4.9	Muut ehdotukset ja havainnot	51

LIITTEET

Liite 1	Kaukolämmön tilausvesivirtatarkastelu
Liite 2	Huonelämpötilamittaukset
Liite 3	Lämmitysverkostojen mittausseurannan tulokset
Liite 4	Vesikalusteiden virtaamamittaukset
Liite 5	Ilmanvaihtokoneiden tekniset tiedot
Liite 6	Ilmanvaihtokoneiden mittausseurannan tulokset
Liite 7	Sähkön tuntitehokäyriä vuodelta 2004
Liite 8	Sähkötariffivertailu
Liite 9	Valaistusvoimakkuusmittaukset

1 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista toimenpiteistä

Mallilan ala-asteella ja liikuntahallilla suoritettun käyttöönottokatselmuksen tuloksista voidaan todeta, että kohteen lämmön ominaiskulutus on vuonna 2004 ollut 19,5 kWh/rm³, sähkön ominaiskulutus 11,3 kWh/rm³ ja veden ominaiskulutus 42 dm³/rm³.

Kohteen sähkön ominaiskulutus on jonkin verran Motivan katselmoijien ekstranet-sivulla esitettyä yleissivistävien oppilaitosrakennusten ominaiskulutusta (so. 10,8 kWh/rm³, >40 000 rm³) suurempi, mutta lämmön ominaiskulutus tässä kohteessa on selvästi pienempi kuin ko. tilastoitu arvo (so. 36,8 kWh/rm³, >40 000 rm³). Veden ominaiskulutus on myös selvästi tilastoitua arvoa (so. 88 dm³/rm³, >40 000 rm³) pienempi. On huomattava, että ominaiskulutusten tilastovertailusta ei voi suoraan tehdä johtopäätöksiä kohteen energiatehokkuudesta tai säästöpotentiaaleista mm. siksi, että kohteet ovat toiminnoiltaan ja teknisiltä ratkaisuiltaan yksilöllisiä ja tilastojen vertailuryhmät pitävät sisällään monen tyyppisiä kuluttajia. Tilastoituja keskimääräisiä ominaiskulutusarvoja ei tule pitää tavoitekulutuksina.

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

Lämpö

Ehdotetuilla toimenpiteillä saavutetaan 157 MWh ja 4 310 euron vuotuinen energiansäästö, joka merkitsee 13 %:n säästöä vuosikustannuksissa. Lämmönkulutusta voidaan pienentää seuraavilla toimenpiteillä:

- lisäämällä tuloilmakone 301TK01:n (liikuntahalli) katsomon tuloilmakanaviin sulkupellit ja pitämällä katsomon ilmanvaihto toiminnassa vain suurempien yleisötilaisuuksien aikana
- lyhentämällä tuloilmakone 303TK01:n (luokat) käyntiaikaa
- lyhentämällä puutyötilan ilmanvaihdon käyntiaikaa
- korjaamalla tuloilmakone 303TK01:n (luokat) alakeskusohjelmassa oleva ohjelmavirhe
- muuttamalla tuloilmakone 302TK01:n (tekninen työ, käsityö, musiikki, puku- ja pesuhuoneet, yms.) alakeskusohjelmaa siten, että 302TK01 ei käy 301TK01:n (liikuntahalli) yökäyttötilanteiden aikana.

Sähkö

Ehdotetuilla toimenpiteillä saavutetaan 83 MWh ja 4 530 euron vuotuinen energiansäästö, joka merkitsee 14 %:n säästöä vuosikustannuksissa. Sähkönkulutusta voidaan pienentää seuraavilla toimenpiteillä:

- lisäämällä tuloilmakone 301TK01:n (liikuntahalli) katsomon tuloilmakanaviin sulkupellit, jotka mahdollistavat tarpeenmukaisen ilmastonin ko. tiloissa ja kohdistavat tuloilman kostutuksen (sähkötoiminen höyrykostutin) lähinnä vain liikuntasalin osuudelle (2 m³/s). Nykyisellä ilmastointiratkaisulla katsomotilan ilmastointi on tarpeettomasti päällä suuren osan ajasta ja kostutus pyrkii kostuttamaan jatkuvasti liikuntasalin lisäksi myös katsomon tuloilmaa (yhteensä 6 m³/s).
- pienentämällä aulatilojen ja muiden yleisten tilojen valaistuksen käyttöaika aikaohjelmia muuttamalla.

Liikuntahalliin on asennettu parkettilattia. Valmistajan parkettilatialle antaman takuun edellytyksenä on, että liikuntahallin ilman suhteellisen kosteus on vähintään 40 %. Kostutusta varten liikuntahallin tuloilmakone 301TK01 on varustettu sähkötoimisella höyrykostuttimella. Kostutin on mitoitettu 2 m³/s:n ilmavirralle, mutta se on kuitenkin asennettu 301TK01:n 6 m³/s:n pääilmavirtaan. Tämän vuoksi kostutin on toiminut jatkuvasti ylikuormalla. Ylikuormasta johtuen kostuttimen kostutuspatruunat ovat toimineet vain alkuvuonna 2004. Kostuttimen sähkönkulutus on ollut vuonna 2004 arviolta 35 MWh/a. Mikäli kostuttimen kostutustehon lasku olisi huomattu heti keväällä 2004 ja kostutuspatruunat olisi vaihdettu uusiin, olisi kostuttimen sähkönkulutus ollut koko vuoden osalta arviolta 155 MWh/a.

Kostuttimen toiminta tulee suunnitella uudelleen siten, että varmistetaan liikuntahallin tarpeenmukainen kostutus mahdollisimman vähäisellä sähkön kulutuksella. Yksityiskohtaiseen suunnitteluun kostutuksen optimaaliseksi toteuttamiseksi ei kuitenkaan energiakatselmuksessa ole mahdollisuuksia, mutta raportin kohdassa 4.9 on esitetty näkökohtia, jotka liikuntahallin kostutuksen korjauksessa tulee huomioida.

Vesi

Veden kulutuksen osalta ei katselmuksen yhteydessä havaittu säästötoimenpiteitä.

Mallilan ala-asteen ja liikuntahallin vuoden 2004 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				
Lämpö + polttoaineet				
908 MWh/a	157 MWh/a	17 %	3 800 EUR	
32 378 EUR/a	4 310 EUR/a	13 %		
	40 t CO ₂ /a			
Sähkö				
525 MWh/a	83 MWh/a	16 %	0 EUR	
33 441 EUR/a	4 530 EUR/a	14 %		
	58 t CO ₂ /a			
Vedenkulutus				
1 966 m ³ /a	0 m ³ /a	0 %	0 EUR	
5 522 EUR/a	0 EUR/a	0 %		
Kulutukset yhteensä	Säästöt yhteensä			Investoinnit yhteensä
71 341 EUR/a	8 840 EUR/a	12 %	3 800 EUR	
	98 t CO ₂ /a			

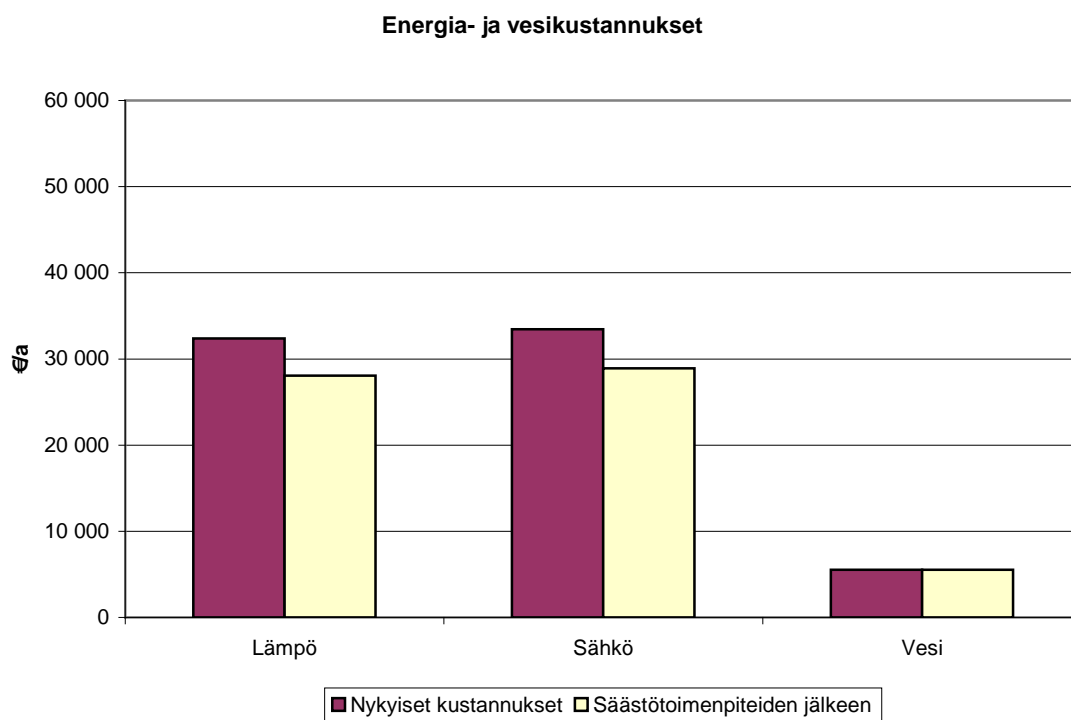
Lämmön + polttoaineiden kulutus energianlähteittäin			Sähkölämmityksen osuus sähköenergiasta		
	Kulutus MWh	Kustannukset €/a		Kulutus MWh	Kustannukset €/a
Lämpö	908	32378	Lämmityssähkö		
Polttoaineet					
Fossiiliset polttoaineet					
Uusiutuvat polttoaineet					
Turve					
Muu					
Normituksen vertailupaikkakunta					
Mallila					

Taulukkoon 1 liittyvät huomautukset:

- Säästöpotentiaali ja kustannukset on esitetty arvonlisäverottomina (alv 0 %).
- Lämpöenergian kulutus on normitettu eli säätikorjattu vuoden 2004 kulutus.
- Lämpöenergian kustannukset on laskettu normitetun kulutuksen ja 1.3.2005 voimaan astuvan tariffin mukaisin hinnoin. Kustannukset sisältävät myös kaukolämmön perusmaksun osuuden.
- Sähköenergian kulutus on vuoden 2004 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 vuoden 2004 mitattu kulutus.
- Vesi- ja jätevesikustannukset on laskettu katselmuksajankohdan hintatason perusteella. Kustannukset sisältävät vesi- ja jätevesimaksujen lisäksi myös mittarivuokran.



Kuva 1 Energia- ja vesikustannukset ennen säästötoimenpiteitä ja niiden jälkeen

Taulukko 2 Yhteenveto ehdotettavista toimenpiteistä

123456/321/2004																	15.2.2005		
Mallilan ala-aste ja liikuntahalli																			
no	TOIMENPITEEN KUVAUS	SÄÄSTÖ YHTEENSÄ EUR/a	TMA a	INVESTOINTI EUR	CO ₂ VÄHENEMÄ YHTEENSÄ t/a	SÄÄSTÖ LÄMPÖ				SÄÄSTÖ SAHKÖ				SÄÄSTÖ VESI		SÄÄSTÖN ELINIKÄ arvio a	RAPORTIN KOHTA	SOVITUT JATKO- TOIMET T,P,H,E	
						energia	CO ₂	kustannukset		energia	CO ₂	kustannukset		vesi	kustannukset				
						MWh/a	t/a	energia	muut	MWh/a	t/a	energia	muut	m ³ /a	EUR/a				
1	303TK01 käyntiaikamuutos	1350		0	14	29,0	7,0	800		10,0	7,0	550				2	4.3.1	P	
2	Aula- yms. tilojen valaistuksen käyntiaikamuutos	420		0	5	-3,0	-1,0	-80		9,0	6,0	500				2	4.5.2	P	
3	Räystäskourulämm. ohjauksen as.arvomuutos	580		0	8					11,0	8,0	580				2	4.5.3	T	
4	303TK01 ohjelmavirheen korjaus	1150		0	11	40,0	10,0	1100		1,0	1,0	50				2	4.7	T	
5	302TK01 puutyöttilän sulcupeltien aikaohjaus	410	0,1	50	5	7,0	2,0	190		4,0	3,0	220				10	4.3.1	P	
6	302TK01 käyttötavan muutos	370	0,4	150	4	10,0	3,0	270		2,0	1,0	100				10	4.7	P	
7	301TK01 sulcupeltien lisäys	4560	0,8	3600	51	74,0	19,0	2030		46,0	32,0	2530				10	4.3.1	H	
8																			
9	MUUT EHDOTUKSET JA HAVAINNOT																		
10	- Huoltokirjan laatimisohje																4.9		
11	- Kulutusseurannan käynnistäminen																4.9		
12	- KL-jäähdytymän kasvattaminen																4.9		
13	- Siirtimen koon tarkistaminen																4.9		
14	- IV-verkon vesivirtojen perussäätö																4.9		
15	- IV-verkon säätökäyrän asettelu																4.9		
16	- IV-verkon säädön virittäminen																4.9		
17	- Patteriverkon perussäätö																4.9		
18	- Patteriverkon säätökäyrän asettelu																4.9		
19	- LKV-kiertojohdon lämpötilan nosto																4.9		
20	- 301TK01:n kostutuksen selvittäminen																4.9		
21	- Teknisen työn tilojen painesuhteiden säätö																4.9		
22	- 302TK01 LTO:n hyötysuhdelask. korjaus																4.9		
23	- 302TK01PF06 imutehon parantaminen																4.9		
24	- Tuloilmakoneiden lämpötilasäätöjen viritys																4.9		
25	- Käyttäjahaastattelun IV:n ongelmat																4.9		
26	- Valaistuksen ohjauskytkimien merkitseminen																4.9		
	YHTEENSÄ	8840	0,4	3800	98	157	40	4310	0	83	58	4530	0	0	0				

T: Totuutettu; P: Päätetty toteuttaa; H: Harkitaan toteutusta; E: Ei toteuteta

2 Kohteen energiankäytön nykytila

2.1 Kohteen tiedot

Kiinteistö:	Mallilan ala-aste ja liikuntahalli Opintie 1 12345 MALLILA
Rakennusluokka:	511 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset
Käyttötarkoitus ja toiminta:	Ala-aste ja liikuntahalli <ul style="list-style-type: none">- koulutilat ma-pe klo 8.00–15.00- keittiö ma-pe klo 7.00–15.00- liikuntahalli ma, ti, to klo 8.00–22.00; ke, pe klo 8.00–21.00, la klo 10.00–19.00, su klo 11.00–21.00- kuntosali ma klo 8.00–22.00, ti-pe klo 8.00–21.30, la klo 9.00–21.00, su klo 12.00–21.00- oppilaita 363- opettajia 35- keittiössä valmistetaan 385 annosta/vrk

Katselmuskohteen rakennukset:

Yksi rakennus, joka sisältää sekä ala-asteen että liikuntahallin.

Valmistumisvuosi:	2003
Peruskorjausvuosi:	-
Rakennuksen tilavuus:	Lämmin 46 600 m ³ (koko rakennus lämmintä tilaa)
Rakennuksen bruttoala:	Lämmin 7 527 brm ² <ul style="list-style-type: none">- ala-aste 5 907 brm² (78 %)- liikuntahalli 1 620 brm² (22 %)

2.2 Energian ja veden hankinta

Lämpö

Lämmöntuotanto:	Mallilan Lämpö Oy:n kaukolämpölaitos
Liittymä:	Mallilan Lämpö Oy:n kaukolämpöverkko <ul style="list-style-type: none">- tilausteho 650 kW- tilausvesivirta 11,2 m³/

Sähkö

- Sähkön siirto: Mallilan Energia Oy
- siirtotariffina 2-aikainen (päivä/yö) pienjännitetelesiirto
- Sähkön myynti: Halpa-Sähkö Oy, kilpailutettu
- myyntitariffina 1-aikainen sopimussähkö
 - myyntihinta sidottu pörssisähkön hintaan
 - hinta tarkistetaan kolme kertaa vuodessa; hintajaksot ovat:
 - 1.1.–30.4.
 - 1.5.–30.9.
 - 1.10.–31.12.
- Liittymä: Mallilan Energian Oy:n 0,4 kV:n pienjänniteverkko
- pääsulake 3 x 630 A
 - suunnitelmien mukainen huipputerho 350 kVA

Vesi ja jätevesi

- Vesiliittymä: Mallilan Vesi Oy:n verkosto
- Jätevesiliittymä: Mallilan Vesi Oy:n verkosto

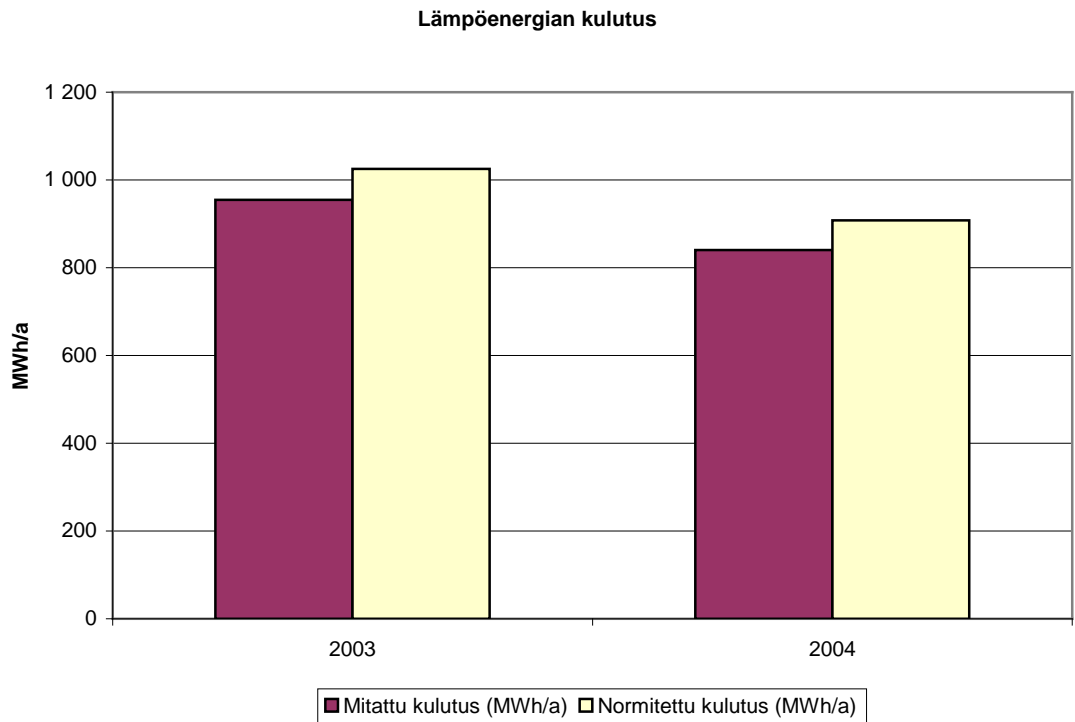
2.3 Energian ja veden kulutus

2.3.1 Lämpöenergia

Vuosikulutus

Taulukko 3 Lämpöenergian kulutus ja ominaiskulutus vuosittain

Vuosi	Mitattu kulutus MWh/a	Normitettu kulutus MWh/a	Ominaiskulutus kWh/rm ³
2003	955	1 025	22,0
2004	840	908	19,5



Kuva 2 Lämpöenergian kulutus vuosittain

Kohde otettiin käyttöön tammikuussa 2003. Rakennuksen toisen käyttövuoden eli vuoden 2004 normitettu kulutus on ollut noin 10 % vuoden 2003 kulutusta pienempi. Tämä on tyypillistä uudiskohteissa, joissa yleensä vasta ensimmäisen käyttövuoden jälkeen saadaan talotekniset järjestelmät toimimaan oikeilla käyttöarvoilla.

Huoltokirjassa on kohteen tavoitekulutukseksi esitetty 1 500 MWh/a, joten toteutunut kulutus jää selvästi tämän alle.

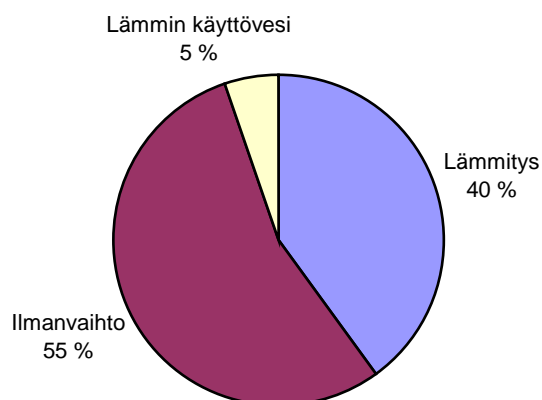
Kulutusjakauma laiteryhmittäin

Lämpöenergian kulutusjakauma-arvio vuonna 2004 on esitetty oheisessa taulukossa.

Taulukko 4 Normitetun lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma kohteittain

Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma	Vuonna 2004	
	MWh/a	%
Lämmitys	362	40
Ilmanvaihto	497	55
Lämmin käyttövesi	49	5
Yhteensä	908	100

Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma v. 2004



Kuva 3 Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma kohteittain

Kustannukset ja tariffi

Taulukko 5 Normitetun lämpöenergian kustannukset vuositasolla

Lämpöenergiamaksut (alv 0 %)	€a	%
Perusmaksut	7 408	23
Energiamaksut	24 970	77
Yhteensä	32 378	100

Lämpöenergiamaksut on laskettu vuoden 2004 normitetun kulutuksen (908 MWh) ja katselmusajankohdan hintatason perusteella. Mallilan Energian Oy:n kaukolämmön myyntihinnat ovat 1.3.2005 alkaen seuraavat (alv 0 %):

Perusmaksu: Kiinteä tilausvesivirran mukaan
Tilausvesivirran 11,2 m³/h mukainen kuukausimaksu on 617,36 €/kk

Kulutusmaksu: 27,50 €/MWh.

2.3.2 Sähköenergia

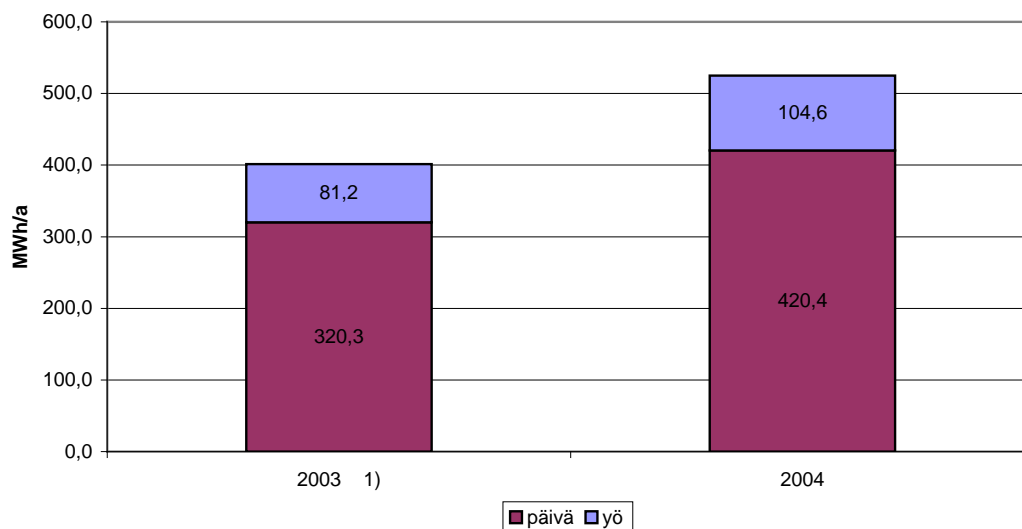
Vuosikulutus

Sähköenergian kulutustiedot sisältävät kohteen kokonaissähkönkulutuksen.

Taulukko 6 Sähköenergian kulutus ja ominaiskulutus vuosittain

Vuosi	Mitattu kulutus		Mitattu kulutus		Mitattu kulutus yhteensä	Ominaiskulutus kWh/rm ³
	päivä		yö			
	MWh/a	%	MWh/a	%	MWh/a	
2003 ¹⁾	320,3	79,8	81,2	20,2	402	
2004	420,4	80,1	104,6	19,9	525	11,3

Sähköenergian kulutus v. 2004



Kuva 4 Sähköenergian kulutus vuosittain

¹⁾ Vuoden 2003 kulutustiedoista puuttuvat tammi-, helmi- ja osin myös maaliskuun kulutukset (kulutustiedot ajalta 14.3.–31.12.2003), jonka vuoksi oheisessa taulukossa esitettyjä vuosien 2003 ja 2004 kulutuksia ei voida verrata keskenään. Huoltokirjassa on kohteen ominaiskulutukseksi esitetty 12 kWh/rm³, joten toteutunut kulutus vastaa varsin hyvin huoltokirjassa esitettyä arviota.

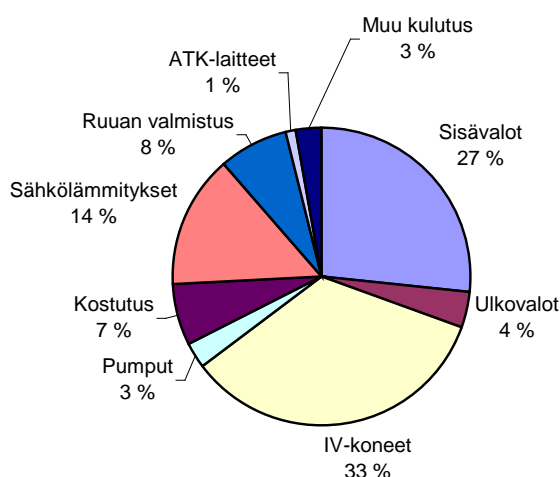
Kulutusjakauma laiteryhmittäin

Sähköenergian laskennallinen vuotuinen kulutusjakauma katselmusajankohtana määritettiin laiteryhmiin arvioituihin käyttöaikoihin, katselmuksessa kartoitettujen laitteiden liitäntätehoihin ja katselmuksen yhteydessä suoritettuihin käyttäjähaastatteluihin perustuen.

Taulukko 7 Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma kohteittain

Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma	Vuonna 2004	
	MWh/a	%
Sisävalot	140	27
Ulkovalot	20	4
IV-koneet	180	34
Pumput	15	3
Kostutus	35	7
Sähkölämmitykset	75	14
Ruuan valmistus	40	8
ATK-laitteet	5	1
Muu kulutus	15	3
Yhteensä	525	100

Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma v. 2004



Kuva 5 Sähköenergian laskennallinen kulutusjakauma kohteittain

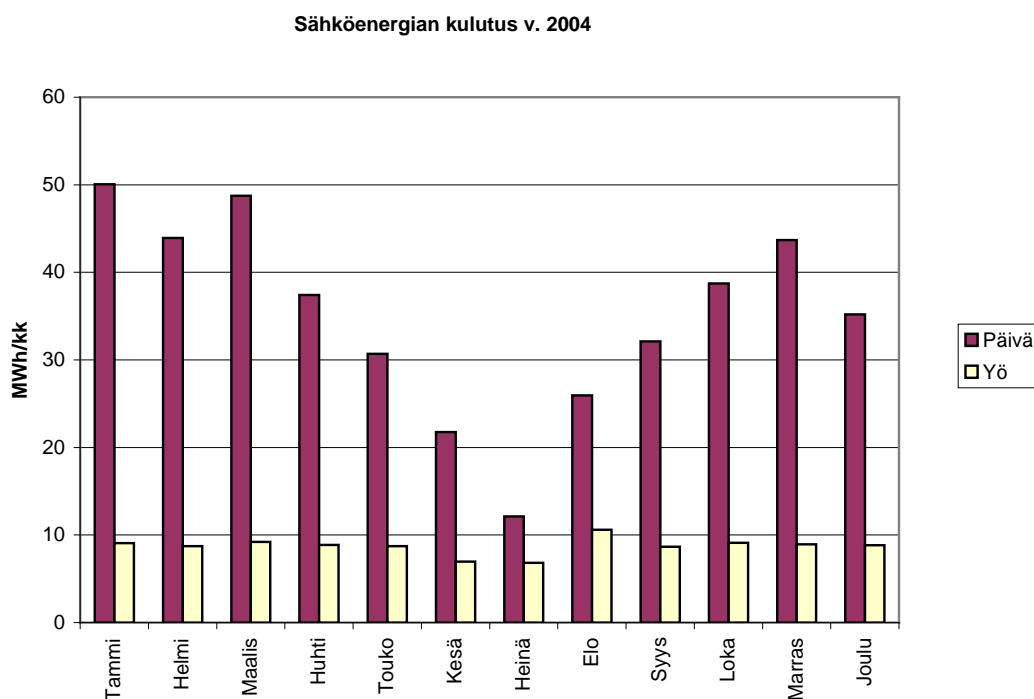
Liikuntahallin höyrykostutuksen sähkönkulutukseksi on edellä olevassa taulukossa arvioitu 35 MWh/a. Katselmuksen yhteydessä tehtyjen laskelmien ja havaintojen perusteella höyrykostutin on toiminut osateholla todennäköisesti huhtikuusta 2004 lähtien. Jos kostutus olisi toiminut kunnolla koko vuoden 2004, sen sähkönkulutus olisi ollut arviolta 155 MWh/a. Tällöin kohteen kokonaissähkönkulutus olisi ollut noin 645 MWh/a, josta kostutuksen osuus olisi siis ollut 155 MWh/a eli 24 %. Liikuntahallin kostutusta on käsitelty lähemmin raportin luvun 3.3.2 Ilmanvaihtokoneet kohdassa Kostutuslaitteet.

Valaistuksen osalta tarkempi kulutusjakauma on esitetty luvussa 3.5.4. Ilmanvaihtokoneiden suuri suhteellinen kulutusosuus johtuu ilmanvaihtokoneiden pitkistä käyntiajoista. Myös sähkölämmitysten osuus kokonaiskulutuksesta on suurehko.

Sähkölämmityskulutus koostuu pääosin räystäslämmityksen (teho yhteensä noin 12 kW ja arvioitu käyttöaika 2 800 h/a) ja liikuntahallin pesuhuoneiden lattialämmityksen (teho yhteensä noin 13 kW ja arvioitu käyttöaika 3 000 h/a) kulutuksesta.

Kuukausikulutukset

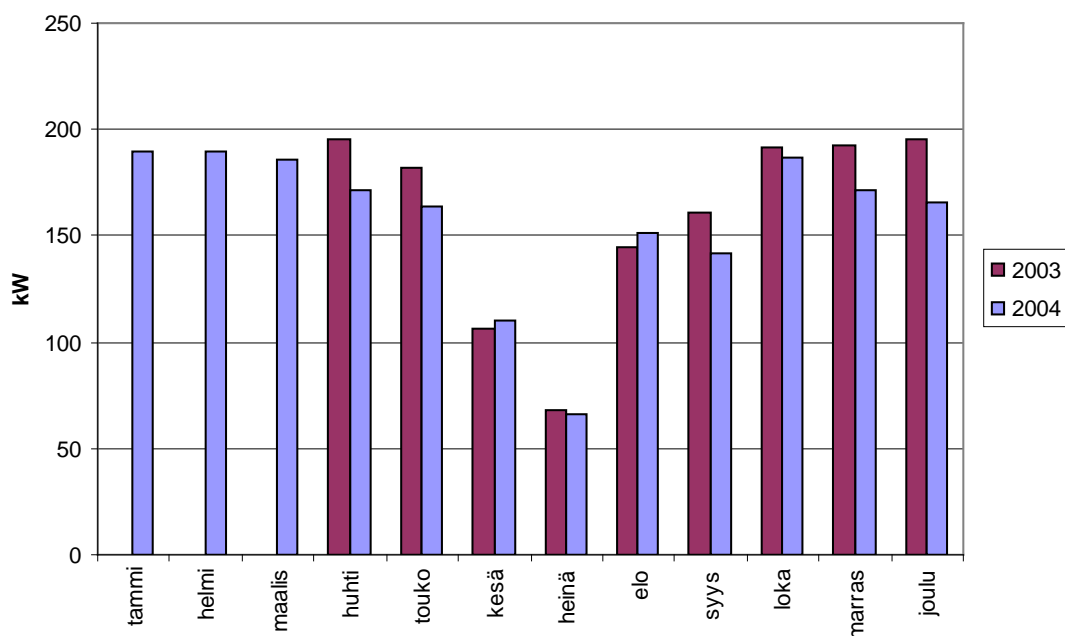
Laskutustietoihin perustuvat kohteen kuukausittaiset energiankulutukset on esitetty oheisessa kaaviossa. Kulutusprofiili ei ole tyypillisen koulukiinteistön kulutusprofiilin mukainen. Kuukausikulutukset riippuvat selvästi ulkolämpötilasta, mikä kaukolämmitetyssä kohteessa ei ole tavanomaista. Sähkönkulutuksen ulkolämpötilariippuvuus johtuu räystäslämmityksestä ja liikuntahallin höyrykostutuksesta, joiden käyttöä ohjataan ulkolämpötilan perusteella ja jotka ovat käytössä pääsääntöisesti loka-huhtikuussa. Hiihto- ja joululomien vaikutus on selvästi havaittavissa helmi- ja joulukuun kulutuksissa, helmikuun pienempään kulutukseen vaikuttaa myös ko. kuukauden päivien lukumäärä.



Kuva 6 Sähköenergian kulutus kuukausitasolla vuonna 2004

Huipputeho

Kuukausittaiset huipputehot v. 2003 ja 2004



Kuva 7 Sähkön kuukausittaiset huipputehot vuosina 2003 ja 2004

Sähkölaskun tehomaksu perustuu talviajan suurimpiin tuntitehoihin. Tehomaksujen osuus on sähkölaskusta noin 10 %. Vuoden 2004 huipputeho on ollut 190 kW, joka on esiintynyt sekä tammi- että helmikuussa. Kuukausittainen huipputeho on vuoden 2004 talvikuukausina huhtikuusta lähtien ollut alemmalla tasolla kuin vastaavana ajanjaksona vuonna 2003. Tämä on johtunut todennäköisesti siitä, että liikuntahallin sähkötoiminen höyrykosteutin on toiminut vajaateholla huhtikuusta 2004 lähtien. Liitteen 7 kuormituskäyrien mukaan suurin kuormitus esiintyy sekä talvella että kesällä yleensä klo 8–10 ja klo 11–13. Suuri kuormitus aiheutuu selvitysten mukaan erityisesti aamupäivään ajoittuvasta keittiölaitteiden käytöstä.

Talviarkipäivään ajoittuva kulutus voi lisätä huipputehomaksuja ja vastaavasti talvipäivään ajoittuvat sähkönsäästötoimet voivat pienentää myös tehomaksuja. Nämä otetaan huomioon mm. kohdan 4 säästölaskelmissa.

Kuormitusvaihtelu

Kohteen kokonaiskuormitusta tarkasteltiin Mallilan Energia Oy:ltä saatujen tuntitehotietojen perusteella. Raportin liitteessä 7 on esitetty tyypillisten talvi-, kevät-, kesä ja syysjaksojen kuormituskäyriä. Koulupäivien kulutusprofiilit ovat varsin samankaltaiset vuodenajasta riippumatta. Sen sijaan huipputehoissa on selviä eroja:

Taulukko 8 Sähkön tuntitehot vuodenaikojen ja viikonpäivien mukaan

	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy
Arkipäivä	190	150	40	130
Arkiyö	30	25	20	25
Viikonloppu, päivä	110	90	40	60
Viikonloppu, yö	30	25	20	25

Talviajan suurempi teho johtuu talvella käytössä olevista sähkölämmityksistä ja liikuntahallin sähkötoimisesta höyrykostuttimesta.

Yöaikainen sähkökuorma koostuu ulkovalaistuksesta, pumpuista, likaisten tilojen IV-poistokoneista, keittiön kylmälaitteista, sähkölämmityksistä (räystäskourulämmitykset, liikuntahallin pesuhuoneiden lattialämmityksistä) ja liikuntahallin sähkötoimisesta höyrykostuttimesta. Viikonlopun yöaikaa suurempaa kuormitusta selittää liikuntahallin kulutus (valaistus, ilmanvaihto).

Kustannukset ja tariffit

Oheisessa taulukossa esitetyt sähköenergiamaksut on laskettu vuoden 2004 toteutuneen kulutuksen ja katselmusajankohdan hintatason perusteella.

Mallilan kaupunki on kilpailuttanut sähkön hankintansa. Sähkön myyjänä toimii Halpa-Sähkö Oy. Myyntisopimuksen mukainen energiamaksu on 1-aikainen. Energiamaksu on sidottu pörssisähkön hintaan ja se tarkistetaan kolme kertaa vuodessa. Energiamaksun lisäksi myyntitariffi ei sisällä muita komponentteja. Viimeisimmät tiedossa olevat myyntisopimuksen mukaiset kausikohtaiset hinnat ovat seuraavat (alv 0 %):

- 05-09/2004 3,08 snt/kWh
- 10-12/2004 3,40 snt/kWh
- 01-04/2005 3,41 snt/kWh

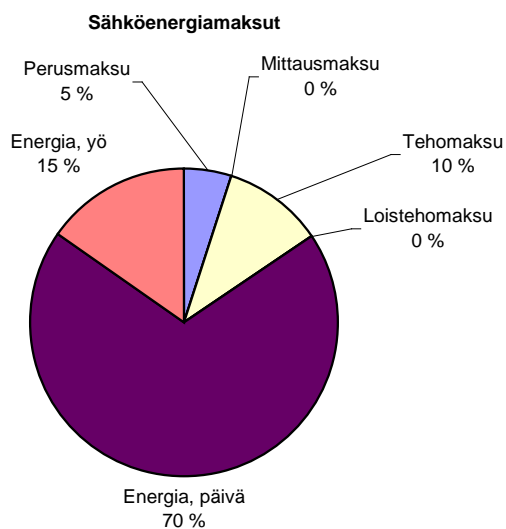
Sähkön siirrossa käytetään Mallilan Energia Oy:n 2-aikaista pienjännitetehotariffia, jonka oheisessa taulukossa esitetyt hinnat ovat olleet voimassa 1.1.2003 lähtien. Siirtotariffin aikamäärittelyt:

- Talvi: 1.11.–31.3.
- Päivä: klo 7–22
- Yö: klo 22–7.

Siirtotariffin tehomaksu määräytyy edellisten viiden talvikuukauden (marras-maaliskuu) kahden suurimman kuukausittaisen tuntitehon keskiarvon perusteella. Loistehomaksu määräytyy kuukauden mitatun loistehohuipun perusteella kuitenkin siten, että loistehon ilmaisuus on 40 %:a laskutettavan päätötehon määrästä.

Taulukko 9 Sähköenergian kustannukset vuositasolla ja kustannusten jakautuminen kustannuslajeittain

	Tariffi (alv 0 %)				Maksuperuste 2004	Vuosikustannus €/a
	Myynti	Siirto	Sähkövero	Kokonaishinta		
Perusmaksu		1 682 €/a		1 682 €/a		1 682
Mittausmaksu		sis. perusm.		0 €/a		0
Tehomaksu		18,48 €/kW, a		18,48 €/kW, a	190 kW	3 511
Loistehomaksu		12,48 €/kVAr, a		12,48 €/kVAr, a	0 kVAr	0
Energia, päivä	3,275 snt/kWh	1,48 snt/kWh	0,743 snt/kWh	5,498 snt/kWh	420,4 MWh	23 114
Energia, yö	3,275 snt/kWh	0,89 snt/kWh	0,743 snt/kWh	4,908 snt/kWh	104,6 MWh	5 134
Yhteensä (alv 0 %)						33 441



Kuva 8 Sähköenergian kustannusten jakautuminen vuositasolla

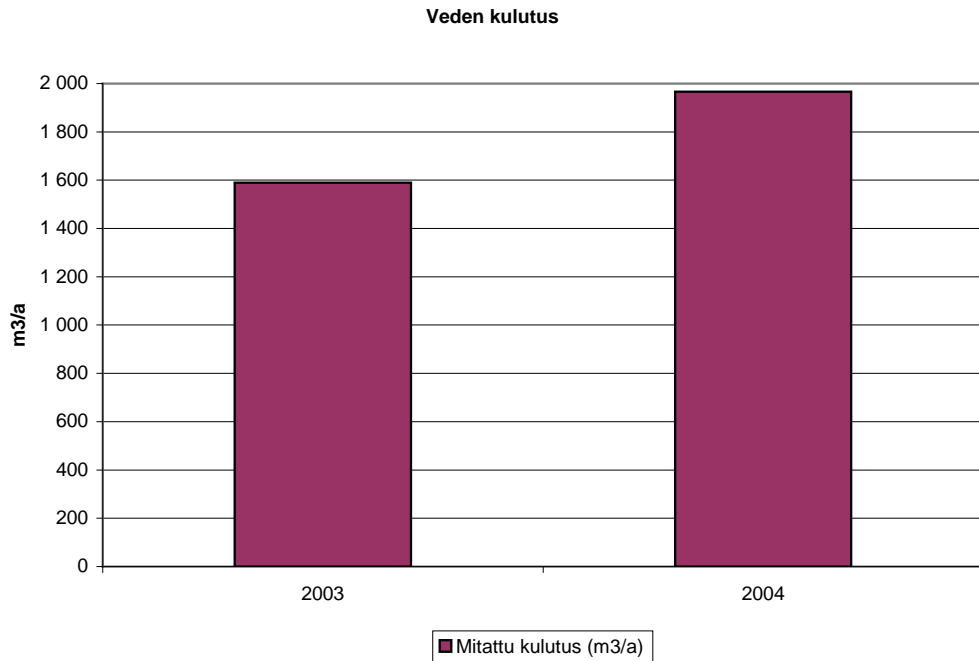
Taulukossa 9 sähköenergian myyntihintana on käytetty vuoden 2004 kuukausikulutusten ja edellä esitettyjen sähköenergian kausikohtaisten myyntihintojen avulla laskettua keskimääräistä sähköenergian myyntihintaa.

2.3.3 Vesi

Vuosikulutus

Taulukko 10 Veden mitattu kulutus ja ominaiskulutus vuosittain

Vuosi	Mitattu kulutus m ³ /a	Ominaiskulutus dm ³ /rm ³
2003	1 590	34
2004	1 966	42



Kuva 9 Veden kulutus vuosittain

Liikuntahallin iltakäyttö alkoi vasta syksyllä 2003, joten vuosien 2003 ja 2004 vedenkulutustiedot eivät ole vertailukelpoisia keskenään. Huoltokirjassa kohteen veden tavoitekulutukseksi on esitetty 4 700 m³/a, josta toteutunut kulutus on vajaa puolet.

Keittiössä on kylmän ja lämpimän veden alamittaukset. Keittiön kylmän veden kulutus vuonna 2004 oli 542 m³/a ja lämpimän veden kulutus 286 m³/a eli yhteensä 828 m³/a. Keittiön kulutus vastaa siten noin 40 %:a veden kokonaiskulutuksesta.

Kustannukset ja tariffi

Taulukko 11 Veden kustannukset vuositason ja kustannusten jakautuminen kustannuslajeittain

Vesi- ja jätevesimaksut (alv 0 %)	€a	%
Perusmaksut	902	16
Vesimaksut	1 828	33
Jätevesimaksut	2 792	51
Yhteensä	5 522	100

Vesimaksut on laskettu vuoden 2004 toteutuneen kulutuksen ja 1.1.2005 voimaan astuneen Mallilan Vesi Oy:n uuden hinnaston perusteella. Uudet hinnat ovat seuraavat (alv 0 %):

- Perusmaksu: 75,16 €/kk (määräytyy vesimittarin koon mukaan)
- Vesimaksu: 0,93 €/m³
- Jätevesimaksu: 1,42 €/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. Lisäksi kohteessa työskentelee arkisin oma kiinteistöhoitaja.

Taloteknisten järjestelmien huollosta vastaa kaupungin tilakeskus. Järjestelmät huolletaan erillisen ennakkohuolto-ohjelman mukaisesti.

2.4.2 Kulutusseuranta

Kohdetta ei ole liitetty säännöllisen kulutusseurannan piiriin. Katselmuksen kulutustiedot perustuvat energia- ja vesilaskutuksen tietoihin (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

2.4.3 Tekniset asiakirjat

Käyttönottokatselmuksen yhteydessä käytiin läpi kohteen luovutusdokumentit. Luovutusdokumenteissa havaittiin jonkin verran virheitä ja puutteita. Dokumenteissa esiintyi ristiriitaisia tietoja mm. tuloilmakoneiden ilmavirroista. Lisäksi ilmavirtojen mittauspöytäkirjasta puuttui yksi sivu, joten tietoa kaikkien tilojen mitatuista ilmavirroista ei ollut käytettävissä. Myös kohteen huoltokirja on varsin puutteellinen ja sen käyttökelpoisuus voidaan asettaa kyseenalaiseksi (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9). Käyttönottokatselmuksen suorittamisessa ei huoltokirjassa esitetyistä tiedoista ollut hyötyä.

3 Kohteen energiatalouden arviointi

3.1 Lämmitysjärjestelmät

3.1.1 Yleistä

Kiinteistö on liitetty Mallilan Energia Oy:n kaukolämpöverkkoon lämmönjakohuoneessa sijaitsevien kolmen lämmönsiirtimen (lämmitys, ilmastointi, lämmin käyttövesi) välityksellä. Rakennuksen lämmitys on hoidettu yhdellä patteriverkostolla. Tuulikaappien (7 kpl) lämmityksestä huolehtivat IV-verkoston kytketyt kierrätysilmakoneet. Ilmastointi- ja käyttövesiverkostoja ei ole jaettu erillisiin säätöpiireihin.

3.1.2 Energian mittaus

Kiinteistön lämpöenergian kulutus mitataan lämmönjakohuoneeseen sijoitetulla lämpöenergiamittarilla. Alamittauksia ei ole asennettu.

3.1.3 Lämmöntuotanto ja uusiutuvien energiamuotojen käyttömahdollisuus

Kaukolämmön tilausteho on 650 kW ja tilausvesivirta 11,2 m³/h. Lämpöenergian kuukausikulutusten ja kaukolämpöveden tavanomaisen jäähtymän (= 50 °C) perusteella laskettu tilausvesivirran tarve on 7-9 m³/h, liite 1. Käyttäjän kertoman mukaan kovilla pakkasilla kaikille tuloilmakoneille ole ei ole riittänyt lämpöä. Katselmuksen yhteydessä havaittiin niin IV-siirtimen mitoituksessa kuin patteri- ja IV-verkon vesivirtojen perussäädöissäkin epäselvyyksiä. Myös kaukolämpöveden jäähtymä oli selvästi tavanomaista jäähtymää pienempi. Em. syistä johtuen ei nykyisen tilausvesivirran pienentämistä voida harkita ennen kuin kohteen lämpöongelmat on ratkaistu. Näitä asioita on käsitelty lähemmin tämän raportin kohdassa 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. Lämpötilataso (keskilämpötila 20,9 °C) oli myös suositusten mukainen. Korkeimmat huonelämpötilat mitattiin keittiössä (22,5 °C) ja ATK-luokassa (22,2 °C) johtuen ko. tilojen suurehkoista sisäisistä lämpökuormista. Matalimmat sisälämpötilat mitattiin tyhjillään olleesta 2. krs:n musiikkiluokasta (19,1 °C) ja ruokalasta (19,8 °C). Ainoastaan kuraattorin huoneen (h. 233) ikkunaseinä oli käyttäjähaastattelun perusteella kylmä. Muilta osin käyttäjähaastattelussa ei tullut esille huonetilojen lämpöongelmia.

Patteriverkosto

Rakennuksen lämmityksestä huolehtii yksi suoraan lämmitysverkoston lämmönsiirtimen perään kytketty patteriverkosto. Patteriverkoston menoveden lämpötilasäätö on toteutettu ulkolämpötilan mukaan kompensoituna säätönä. Patteriverkoston oli aseteltu taulukon 12 mukainen säätökäyrä.

Taulukko 12 Patteriverkoston säätökäyrä

Patteriverkosto	Ulkolämpötila °C	Menoveden lämpötila °C
PV01: Koko rakennus	-30	75
	-5	47
	+5	45
	+20	20

Patteriverkoston on varustettu yölämpötilapudotuksella. Säätökäyrä on huonelämpötilojen perusteella oikealla tasolla.

Patteriverkon menoveden lämpötilasäätö toimi katselmuksen yhteydessä suoritetun mittauseurannan perusteella hyvin (liite 3). Sen sijaan patteriverkon säätökäyrän muoto poikkeaa tavanomaisesta, sillä ulkolämpötilan muuttuessa kymmenen astetta $+5 \rightarrow -5$ °C menoveden lämpötilan asetusarvo nousee vain kaksi astetta $45 \rightarrow 47$ °C (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

Patteriverkoston pumpulla ei ole erillistä ohjausta rakennusautomaatiojärjestelmässä, vaan pumppu on käynnissä jatkuvasti. Pumppu on teholtaan niin pieni, että kesäaikaisen pysäytyksen toteuttamiseksi sen ohjausta ei kannata liittää rakennusautomaatiojärjestelmään.

Vesivirtojen mittauspöytäkirjan perusteella patteriverkon vesivirtojen perussäätö on tehty puutteellisesti. Mittauspöytäkirjassa esitetyistä 13 linjasäätöventtiilistä kolme on kokonaan säätämättä ja kahden linjan säätö on tehty muuten puutteellisesti (mm. osasta pattereita termostaattiosia ei ole irrotettu säätöä tehtäessä). Patteriverkon jäähtymä oli katselmuksen yhteydessä tehtyjen mittausten perusteella -10 °C:een ulkolämpötilalla vain 11 °C, kun sen mitoitustietojen perusteella pitäisi olla $18...20$ °C. Pieni jäähtymä aiheutunee puutteellisesti suoritetusta perussäädöstä (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

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

IV-verkosto

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

Taulukko 13 Ilmanvaihtoverkoston säätökäyrä

Ilmastointiverkosto	Ulkolämpötila °C	Menoveden lämpötila °C
IV01: Tuloilma- ja tuulikaappikoneet	-22	75
	-3	60
	+5	40
	+20	28

IV-verkoston säätökäyrä on tarpeeseen nähden tarpeettoman korkealla tasolla, joka ilmenee mm. siitä, että tuloilmakoneiden säätöventtiilit olivat katselmuskierroksella tehtyjen havaintojen perusteella auki vain 15–30 %. Tämä vaikeuttaa tuloilmakoneiden lämpötilasäätöjen toimintaa, koska säätöventtiilit eivät toimi optimisäätöalueellaan (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

IV-verkon menoveden lämpötilasäädössä esiintyi katselmuksen yhteydessä suoritetun mittausseurannan perusteella huojuntaa pienen kuormituksen aikana sekä illalla että yöllä (liite 3, toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

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

IV-verkosto on varustettu asianmukaisilla linjasäätöventtiileillä vesivirtojen perussäätöä varten. Vesivirtojen mittauspöytäkirjan perusteella tuloilmakoneiden linjakohtaiset virtaamat ja patteripiirien virtaamat eivät ole suunnitteluarvojen mukaiset (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

Lämmitysverkostoihin kytketyt lämmityslaitteet

Kiinteistön tuulikaappien (7 kpl) lämmitys on toteutettu tuulikaappeihin asennettujen kierrätysilmakoneiden avulla, jotka on kytketty IV-verkkoon. 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 päävesimittari on asennettu lämmönjakohuoneeseen. Vesimittari pysähtyi katselmuksen kenttätyön yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella, joten verkostossa ei ole vuotoja.

Keittiöön on asennettu alamittaukset sekä keittiön kylmän veden että lämpimän käyttöveden kulutuksen mittaamista varten.

3.2.3 Lämpimän käyttöveden energiatalous

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

Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon paluuvien lämpötila oli lämmönjakohuoneessa 46 °C, joka on alle suositeltavan arvon (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9). Käyttövesiputkisto on asianmukaisesti eristetty. Käyttövesiverkostoon ei ole kytketty käyttövesipattereita tms. lämmönluovuttimia.

3.2.4 Vesi- ja viemärikalusteet sekä vesijohtoverkoston painetaso

Kiinteistön kaikki hanat ovat 1-otehanoja, joiden virtaamat voidaan säätää hanakohtaisesti. WC:den huuhtelusäiliöt ovat 6 dm³:n säiliöitä. Vesikalusteiden vaihdolla ei saavuteta säästöjä, koska keinot virtaaman rajoittamiseksi ovat jo käytössä.

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 vastaavat varsin hyvin normivirtaamia. Myös vesijohtoverkoston paine on päävesimittarin yhteydessä olevan painemittarin lukeman perusteella (5,0 bar) oikean suuruinen.

3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

3.3.1 Yleistä

Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmastoinnista huolehtii neljä tuloilmakonetta, neljä niiden käyntiin lukittua poistoilmakonetta sekä 18 itsenäisesti toimivaa likaisten tilojen poistoilmakonetta. Lisäksi liikuntahallissa on kaksi kierrätysilmakonetta, jotka pyrkivät huolehtimaan parketin kostutuksesta kierrättämällä liikuntahallin kostutettua ilmaa parketin alle.

Kaikki tuloilmakoneet on varustettu lämmöntalteenottojärjestelmällä. Liikuntahallin koneessa on myös sähkötoiminen höyrykostutus. Jäähdytystä ilmanvaihtojärjestelmissä ei ole käytetty.

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

Kanavistot on varustettu asianmukaisilla säätöpelleillä. Ilmavirrat on säädetty rakennuksen valmistumisen yhteydessä. Mittauspöytäkirja on kuitenkin puutteellinen. Myöskään ilmavirtojen säätötyö ei ole sujunut parhaalla mahdollisella tavalla, sillä käyttäjän kertoman mukaan esimerkiksi teknisen työn tilojen painesuhteet eivät ole kunnossa. Painesuhteiden epäsuhta saattaa tosin ainakin osittain johtua myös suunnittelun puutteista (toimenpide-ehdotuksia kohdassa 4.9).

Katselmuksen yhteydessä mitattiin neljän luokkahuoneen CO₂-pitoisuudet heti oppitunnin päätyttyä. Mitatut pitoisuudet vaihtelivat 900–1 150 ppm, joten luokkahuoneiden CO₂-pitoisuudet alittivat Suomen RakMK:n D2-osan mukaisen enimmäisarvon 1 200 ppm.

Käyttäjähaastattelun perusteella kohteen ilmanvaihtoon oltiin pääosin tyytyväisiä. Käyttäjien havaitsemat ilmanvaihtoon liittyvät ongelmat on esitetty raportin kohdassa 4.9.

3.3.2 Ilmanvaihtokoneet

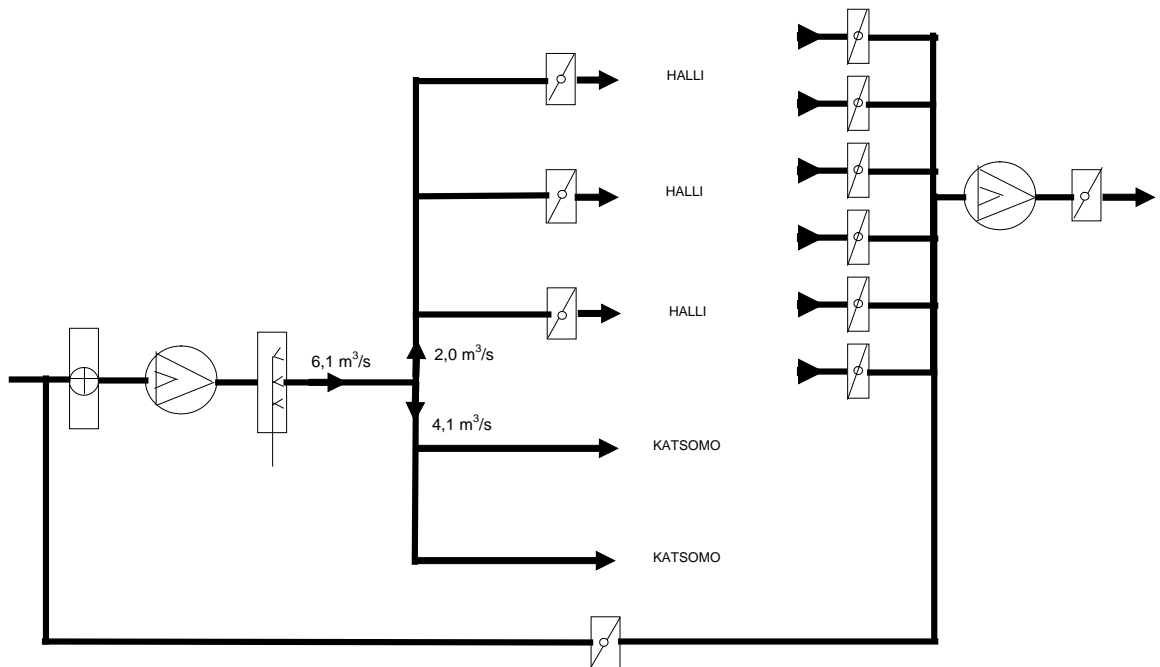
Kiinteistön ilmanvaihtokoneet on kirjattu raportin liitteeseen 5, jossa kunkin koneen osalta on esitetty tunnus, palvelualue, käyttöikä, ilmavirta, rakenne, säätötapa ja asetusarvo, kulutusarvion perusteena oleva tuloilman lämpötila, ohjaustapa, käyntiaika sekä koneista katselmuksen yhteydessä tehdyt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

Ohjaustavat ja käyntiajat

Kaikkien tuloilmakoneiden käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla. Tuloilmakoneiden käyntiajat on esitetty liitteessä 5. Tuloilmakoneen 303TK01 aikaohjelman käyntiajat eivät vastaa ko. tilojen käyttöaikoja (toimenpide-ehdotus kohdassa 4).

Ilmavirrat ja palvelualueet

Tuloilmakone 301TK01:n (liikuntahalli) kanaviston periaatteellinen rakenne on esitetty oheisessa kuvassa.



Kuva 10 Tuloilmakone 301TK:n kanaviston rakenne ja palvelualueet

Tuloilmakone 301TK01:n rakenneratkaisut eivät vastaa tilojen nykyistä käyttöä. Katsomon tuloilmakanavaaaroja ei ole varustettu sulkupelleillä, joten katsomon ilmanvaihto on toiminnassa aina koneen käydessä. Katsomo on kuitenkin käytössä vain suurempien tilaisuuksien aikana, joten muuna aikana katsomon ilmanvaihto toimii tarpeettomasti ja tuhlaa energiaa (toimenpide-ehdotus kohdassa 4).

Tuloilmakone 302TK01 vaikuttaa liikuntasalin puku- ja pesuhuoneisiin, kuntosaliin ja luokkatiloihin (mm. tekninen työ, tekstiilityö, kuvaamataito, musiikki). Näiden käyttöajat poikkeavat toisistaan siten, että luokkatilat ovat käytössä pääsääntöisesti vain normaalina kouluaikana kun taas sekä kuntosalia että liikuntasalin puku- ja pesuhuonetiloja käytetään kouluaikojen lisäksi myös iltaisin ja viikonloppuina. Liikuntatilojen käytön vuoksi tuloilmakone 302TK01 käy kouluaikojen lisäksi myös iltaisin ja viikonloppuisin. Tuloilmakone 302TK01:n rakenneratkaisut eivät kaikilta osin vastaa tilojen nykyistä käyttöä. Tekstiilityö-, kuvaamataito- ja musiikkiluokan sekä osin teknisen työn tilojen ilmanvaihtoa ei voida sulkea normaalin kouluajan ulkopuolella, koska ko. tilojen kanavistoa ei ole varustettu sulkupelleillä (asiaa käsitelty kohdassa 4.9). Lisäksi puutyötilan sulkupelleille ei ole ohjelmoitu omaa aikaohjelmaa, vaan puutyötilan ilmanvaihto on toiminnassa tuloilmakone 302TK01:n käydessä myös iltaisin ja viikonloppuisin (toimenpide-ehdotus kohdassa 4).

Opettajat valittivat juotospaikan poistoilmapuhaltimen (302TK01PF06) huonosta imutehosta (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9).

Säätötavat, asetusarvot ja säädön toiminta

Tuloilmakoneiden säätötavat ja säätöjen asetusarvot on esitetty liitteessä 5. Säätötavat ovat tarkoituksenmukaiset ja samoin säätöjen asetusarvot ovat oikealla tasolla. Sen sijaan katselmuksen yhteydessä suoritetun mittausseurannan (liite 6) perusteella tuloilmakoneiden lämpötilasäädöt huojuvat ja ne on viritettävä uudelleen (toimenpide-ehdotukset kohdassa 4.9).

Lämmöntalteenottolaitteet

Kaikki tuloilmakoneet on varustettu lämmöntalteenottojärjestelmällä. Lämmöntalteenottojärjestelmien lämpötilahyötysuhteet mitattiin katselmuksen yhteydessä rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. Mittausten perusteella lämmöntalteenottojärjestelmät toimivat hyvin (tuloilman lämpötilahyötysuhde vesiglykolijärjestelmissä oli noin 50 % ja pyörivissä LTO-järjestelmissä noin 70 %). Lämmöntalteenottojärjestelmien ilmanvaihtokonekohtaiset mitatut hyötysuhteet on esitetty liitteessä 5.

Kostutuslaitteet

Liikuntahalliin on asennettu parkettilattia. Valmistajan parkettilatialle antaman takuun edellytyksenä on, että liikuntahallin ilman suhteellisen kosteuden tulee olla 40 %. Kostutusta varten liikuntahallin tuloilmakone 301TK01 on varustettu sähkötoimisella höyrykostuttimella. Parketin valmistajan takuun varmistamiseksi on tehty päätös, että liikuntahallin kostutusta käytetään huolimatta sen suurehkosta energian kulutuksesta.

Höyrykostuttimen tehoa ohjataan sekä päivä- että yökäyttötilanteissa rakennusautomaatiojärjestelmän säätöohjelman avulla. Tuloilmakoneen 301TK01 pysähtyessä säätöohjelma siirtyy yökostutuskäytölle. Mikäli yökostutuskäytössä liikuntahallin suhteellinen kosteus laskee alle 38 %, käynnistää säätöohjelma tuloilmakoneen 301TK01 kiertoilmakäytölle sekä ottaa kostuttimen käyttöön.

Rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritetun mittausseurannan yhteydessä havaittiin, että liikuntahallin tuloilmakoneen 301TK01 käynnistyessä yökostutuskäytölle myös liikuntasalin puku- ja pesuhuonetiloihin vaikuttava tuloilmakone 302TK01 käynnistyy. Tämä on toiminnallinen virhe, sillä yökostutustilanteessa puku- ja pesuhuonetilat eivät ole käytössä,

joten myöskään niiden ilmanvaihdon ei tarvitsisi olla toiminnassa (toimenpide-ehdotus kohdassa 4).

Katselmuksen yhteydessä suoritettujen mittausten perusteella 301TK01:n kostutus ei toimi kunnolla. Asiaa tarkemmin selvitettyä havaittiin, että höyrykostutin on mitoitettu $2 \text{ m}^3/\text{s}$:n ilmavirralle ja sillä lienee suunnitteluvaiheessa ollut tarkoitus kostuttaa vain liikuntasalin osuus ($2 \text{ m}^3/\text{s}$) 301TK01:n kokonaisilmavirrasta ($6,1 \text{ m}^3/\text{s}$). Lopullisiin suunnitelmiin tätä ajatusta ei ole kuitenkaan saatettu, sillä suunnitelmapiirustuksissa höyrykostutin on sijoitettu 301TK01:n $6,1 \text{ m}^3/\text{s}$:n pääilmavirtaan (ks. kuva edellä kohdassa "Ilmavirrat ja palvelualueet"). Höyrykostutin on joutunut toimimaan koko ajan ylikuormalla, jonka vuoksi sen kostutuspatruunat ovat tukkeutuneet ennen aikojaan ja sekä kostuttimen kostutusteho että sen verkosta ottama sähköteho ovat laskeneet alle nimellisarvonsa. Huhtikuusta 2004 lähtien ovat kohteen sähkön huipputehot olleet selvästi edellisen vuoden tehoja pienemmät niinä kuukausina, jolloin kostutusta on tarvittu (syys–joulukuussa), jonka perusteella kulutusjakaumalaskennassa arvioitiin, että höyrykostutin on toiminut vajaateholla ko. ajankohdasta lähtien. Kostutin huollettiin välittömästi katselmuksen kenttäkierroksen jälkeen.

Kostutus ei tule nykymuodossaan toimimaan kunnolla. Edullisimman ja tarkoituksenmukaisimman korjausvaihtoehdon selvittäminen edellyttää jatkotarkasteluja, joita on tarkasteltu raportin kohdassa 4.9.

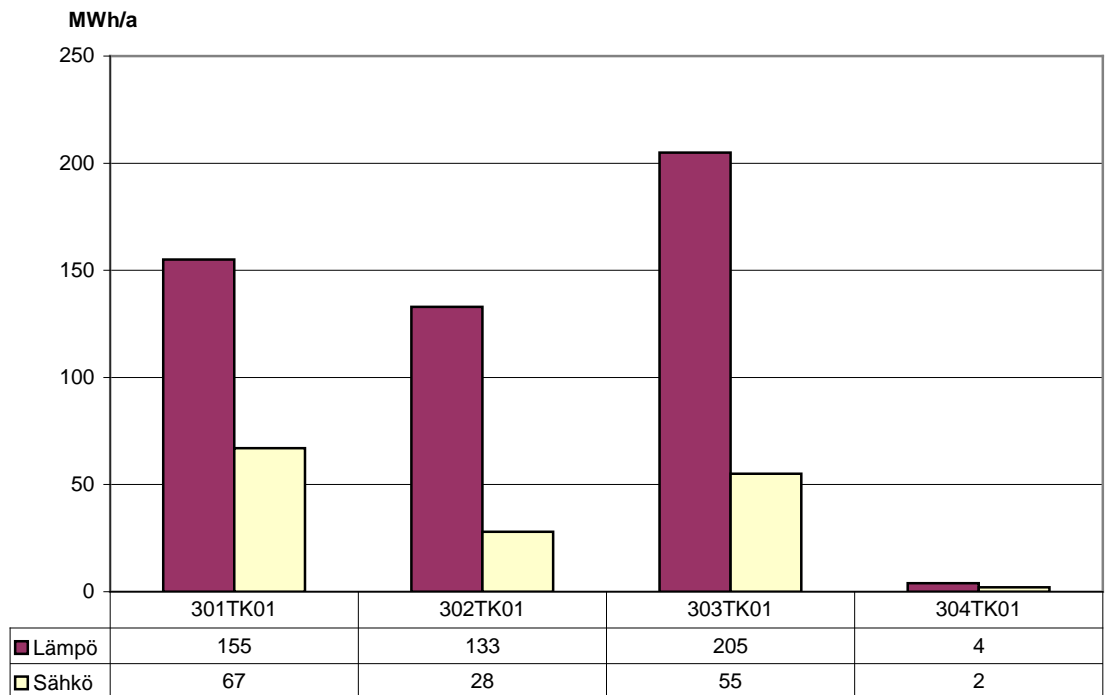
Kohteessa ei ole muita kostutuslaitteita.

Yötuuletus

Tuloilmakoneiden ohjauksessa on käytetty yötuuletusta. Yötuuletuksen käyttö ei pienennä energiankulutusta, koska rakennuksessa ei ole koneellista jäähdytystä. Sen sijaan yötuuletus parantaa jossain määrin tilojen olosuhteita jäähdytyskaudella.

Ilmanvaihdon energiankulutus

Ilmanvaihdon energiankulutus kojeittain on laskettu nykyisin toiminta-arvoin Motiwatilla ja esitetty oheisessa kuvassa. On huomattava, että vaikka ilmanvaihdon sähköenergian kulutus on vain noin 30 % ilmanvaihdon lämpöenergian kulutuksesta, ovat ilmanvaihdon sähköenergiakustannukset silti noin 60 % ilmanvaihdon lämpöenergiakustannuksista johtuen sähköenergian korkeammasta hinnasta.



Kuva 11 Ilmanvaihdon energiankulutus ilmanvaihtokoneittain

Tuloilmakoneissa 301TK01 (liikuntahalli) ja 304TK01 (auditorio) sähköenergian suhteellinen osuus kokonaisenergiankulutuksesta on muita tuloilmakoneita suurempi. Tämä johtuu siitä, että näissä koneissa on tehokas pyörivä LTO-järjestelmä, jolloin lämmön tarve jää käsiteltyä ilmapirtaa (ja puhallinenergiaa) kohden pienemmäksi kuin vesiglykolijärjestelmissä, joita edustavat luokkien tuloilmakoneet 302TK01 ja 303TK01.

3.4 Jäähdytysjärjestelmät

3.4.1 Ilmanvaihdon ja huonetilojen jäähdytys

Ilmanvaihdon jäähdytys

Kohteen ilmanvaihdossa ei ole jäähdytystä.

Huonetilojen jäähdytys

ATK-tilassa on siirrettävä, pistorasiaan kytkettävä jäähdytyslaite (230 V, 10 A). Muita huonetilojen jäähdytyslaitteita ei kohteessa ole.

3.4.2 Muu jäähditys mm. kylmäsäilytys

Keittiössä on elintarvikkeiden kylmäsäilytystä varten kaksi kylmiötä, kaksi pakastinkaappia ja yksi yhdistetty jäähditys/pakastinkaappi. Kylmäsäilytystilojen lämpötilat olivat mittausseurannan perusteella seuraavat:

- kylmiö 1	+4...+5 °C
- kylmiö 2	+2...+3,5 °C
- jäähditys/pakastinkaappi	+7...+10 °C, muutaman kerran kaappi on ollut parin tunnin jaksoja pakastustoiminnalla, tällöin lämpötila on ollut -4...-2 °C.
- pakastin 1	-16 °C
- pakastin 2	-24...-17 °C.

Lämpötilavaihtelut aiheutuvat kompressorien käy/seis -jaksojen vuorottelusta. Lämpötilat vastaavat kylmätilojen käyttötarkoitusta.

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 630 A. Suunnitelmassa kohteen huipputehoksi on arvioitu 350 kVA.

Kohteessa on keskitetty loistehon kompensointi. Sähköpääkeskukseen on asennettu automaattinen loistehon kompensointiparisto, joka koostuu loistehonsäätimestä ja kuudesta kompensointikondensaattorista (4 x 50 kVAr ja 2 x 22 kVAr).

Kohteen laskutuksen perusteena oleva pätöteho on 190 kW ja mitattu loisteho 5 kVAr, sen ollessa noin 3 % laskutettavan pätötehon määrästä. Loistehon kompensointi on näin ollen riittävä.

3.5.2 Energian mittaus

Kohteen koko sähköenergian kulutus mitataan sähköpääkeskukseen asennetulla tuntitehomittarilla (pätö- ja loisenergiamittaus). Keittiön sähkönkulutus mitataan lisäksi omalla alamittauksella.

3.5.3 Sähkönhankinta

Kohteen sähkönhankinta on kilpailutettu. Sähkön myyjänä toimii Halpa-Sähkö Oy. Sähkön myyntisopimus on voimassa vuoden 2005 loppuun. Myyntitariffina on 1-aikainen sopimussähkö.

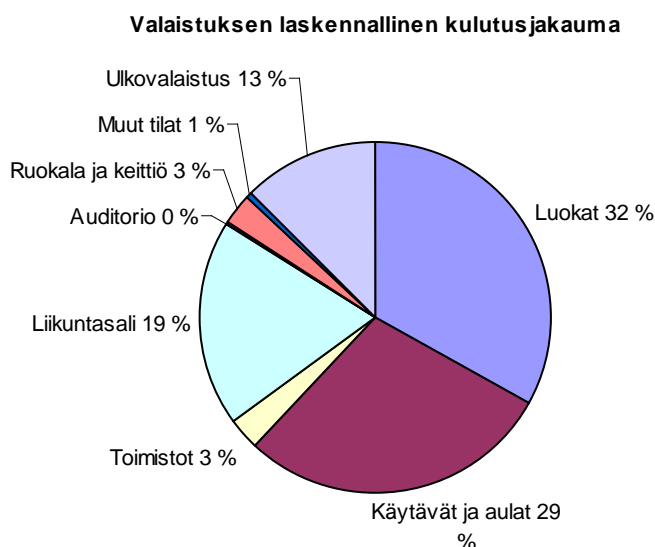
Siirtotariffina käytetään Mallilan Energia Oy:n 2-aikaista pienjännitetehotariffia. Tehdyn tariffitarkastelun (liite 8) perusteella nykyinen siirtotariffi on edullisin käytettävissä olevista siirtotariffeista.

3.5.4 Sähkön kulutus ja energiatehokkuus laiteryhmittäin

Valaistus

Valaistuksen energian kulutus ja kulutusjakauma

Valaistuksen sähkönkulutuksen on laskettu olevan 31 % kohteen kokonaissähkönkulutuksesta. Valaistuksen sähkönkulutuksen arvioitu jakaantuminen eri tilatyyppejen kesken on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12 Valaistuksen sähköenergian laskennallinen kulutus tiloittain

Valaistustoteutuksen yleiskuvaus

Kohteessa mitattiin valaistusvoimakkuudet tärkeimmissä tyyppitiloissa keskimäärin ja/tai työpisteissä. Mittaustulokset ja muu valaistuksen laatuarvio on esitetty tyyppitilakohtaisessa tarkastelussa. Mittauksissa otettiin huomioon päivänvalon vaikutus. Lisäksi otettiin tuloksia arvioitaessa huomioon lamppujen ikä (eli lamppujen vanhenemisesta johtuva valovirran alenema). Mittaukset eivät paljastaneet korjaustarpeita. Käyttäjahaastattelun perusteella tilojen valaistukseen oltiin tyytyväisiä. Yhdessä vastauslomakkeessa tosin ihmeteltiin sitä, miksi talo on aina kuin juhla-valaistu.

Kohteessa on käytössä pääasiassa elektronisilla liitäntälaitteilla varustettuja T5-loistelamppuvalaisimia. Valaistus on pääosin toteutettu yleisvalaistuksena ja huonepintojen värit ovat yleisesti vaaleat.

Sisävalaistusta ohjataan luokkatilojen, toimistojen ja keittiön osalta perinteisin käsikytkimin. Aulatilojen ja muiden yleisten tilojen valaistusta ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla. Liikuntasalin valaistusta ohjataan liiketunnistimien avulla. Sisävalaistuksen teho on yhteensä noin 77 kW, josta rakennusautomaatiojärjestelmän ohjauksen perässä on noin 17 kW eli 22 %. Luokkahuoneissa ja keittiötiloissa kytkimien vaikutusalueen selkeä merkintä voisi ohjata nykyistä paremmin tarpeenmukaiseen käyttöön ja siksi sitä suositellaan toteutettavaksi, vaikka selkeää energiansäästövaikutusarviota ei osatakaan tehdä (ks. kohta 4.9). Asennuksia tai valaisimia uusittaessa läsnäolotunnistimien tai päivänvaloautomaatiikan käyttöön kannattaa kiinnittää

huomiota erityisesti luokkahuoneiden ikkunarivin valaistuksessa ja aulatilojen valaistuksessa (ks. tyyppitilakohtainen tarkastelu).

Valaistuksen energiatehokkuus ja kulutus tilatyypeittäin

Luokkatilat

Valaistus on toteutettu luokissa pääasiassa 2*35 W:n T5-loistelamppuvalaisimin, lisäksi tauluvalaistukseen on asennettu kolme 35 W:n T5-loistelamppua. Valaistuksen ominaisteho luokissa on 14 W/m². Valaisinrivit ovat tauluvalaisimia lukuun ottamatta ikkunan suuntaisesti ja joka riville on oma ohjauskytkimensä oven vieressä, mikä mahdollistaa päivänvalon hyödyntämisen ikkunarivillä. Huonepintojen väri 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 (lamput ovat alkuperäisiä ja niiden polttoikä mittaushetkellä oli noin 2 500 h), mikä vastaa suosituksia (200-500 lx). Opettajan työpöydällä valaistusvoimakkuus oli 500 lx. Tauluvalaistus arvioitiin silmämääräisesti tarkoituksenmukaiseksi ja laadukkaaksi. Muutoinkin valaistustoteutuksen ja laadun todettiin vastaavan vaatimuksia ja näkötehtäviä.

Rehtori on ohjeistanut luokkahuoneiden valojen sammutuksen välituntien ajaksi. Tämä käytäntö on osoittautunut rehtorin mukaan toimivaksi ja ainakin katselmuspäivänä näin näytti tapahtuvan. Myös kouluajan jälkeen valaistuksen sammutuskäytäntö näytti toimivan ja haastateltujen käyttäjien mukaan valaistus ei yleensä jää luokkahuoneisiin tarpeettomasti palamaan.

Luokkahuoneiden valaistuksen kokonaisteho liitännälaitteineen on 41 kW. Energiankulutusarvio on vuotuisella 1 300 h/a (= 190 d/a * 7 h/d) käyttöajalla 53 MWh/a.

Liikuntasali

- Valaistuksen kokonaisteho liitännälaitteineen 11 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 3*49 W:n T5-loistelampuilla.
- Ominaissteho on noin 15 W/m², mitattu keskimääräinen valaistusvoimakkuus 450 lx (ilman päivänvalon vaikutusta), valaistusvoimakkuus ja valaistuksen laatu on tarkoituksenmukainen.
- Valaistusta ohjataan liiketunnistimien avulla useissa ryhmissä, ryhmittely on tilan käytön ja valaistuksen tarpeen kannalta tarkoituksenmukainen.
- Energiankulutusarvio 2 700 h/a (= 270 d/a * 10 h/d) käyttöajalla 30 MWh/a.
- Liikuntasalin valaistuksen pitkä käyttöaika johtuu salin runsaasta ilta- ja viikonloppukäytöstä.

Ruokala ja keittiö

- Valaistuksen kokonaisteho liitännälaitteineen 3 kW, keittiön valaistus on toteutettu pääosin 2*35 W:n T5-loistelamppuvalaisimilla ja ruokalan 250 W:n monimetallilamppuvalaisimilla.

- Valaistusta ohjataan käsikytkimillä (ryhmitysmerkinnät kytkintauluissa selkeyttäisivät valojen käyttöä ja todennäköisesti vähentäisivät tarpeetonta valaistuksen energiankulutusta ruokalassa).
- Energiankulutusarvio 1 500 h/a (= 190 d/a * 8 h/d) käyttöajalla 4,5 MWh/a.

Toimistohuoneet

- Valaistuksen kokonaisteho liitännälaitteineen 3 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 35 W:n T5-loistelampuilla.
- Ominaisteho noin 15 W/m² ja valaistusvoimakkuudeksi työpöydillä ilman päivänvaloa mitattiin 450...550 luksia (lamppujen käyttöikä mittaushetkellä 3 000 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 * 8,5 h/d) käyttöajalla 5 MWh/a.

Auditorio

- Valaistuksen kokonaisteho liitännälaitteineen 1 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 35 W:n T5-loistelampuilla.
- Ominaisteho noin 15 W/m² ja valaistusvoimakkuudeksi ilman päivänvaloa mitattiin 400..600 luksia (lamppujen käyttöikä mittaushetkellä 1 000 h), valaistusvoimakkuus ja valaistuksen laatu on tarkoituksenmukainen.
- Valaistusta ohjataan käsikytkimillä.
- Energiankulutusarvio 500 h/a (= 190 d/a * 2,5 h/d) käyttöajalla 0,5 MWh/a.

Käytävä- ja aulatilat

- Valaistuksen kokonaisteho liitännälaitteineen 17 kW, valaistus on toteutettu pääasiassa 35 W:n T5-loistelampuilla.
- Ominaisteho noin 10 W/m², valaistusvoimakkuudeksi mitattiin 50... 200 luksia (suositus 100..200 lx) ja valaistuksen laatu yleensä tarkoituksenmukaiseksi.
- Valaistusta ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla ja tarvittaessa painonapeilla.
- Energiankulutusarvio 2 700 h/a (= 270 d/a * 10 h/d) käyttöajalla 46 MWh/a.

Aula- ja käytävätilojen valaistuksen käyttöaika on joiltakin osin tarpeeseen nähden turhan pitkä (toimenpide-ehdotus kohdassa 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 liitännälaitteineen 1 kW.
- Valaistusta ohjataan käsikytkimillä.
- Energiankulutusarvio 1 000 h/a käyttöajalla 1 MWh/a.

Ulkovalaistus

- Ulkovalaistus on toteutettu pääasiassa pylväs-, seinä- ja alakattoasenteisilla pienloiste- ja suurpainenatriumlamppuvalaisimilla, lampputehot 13, 50 ja 80 W. Valaistuksen kokonaisteho liitännälaitteineen 5 kW.
- Ulkovalaistus on päällä päivänvaloanturin ohjaamana, siten että valaistus saa käyntiluvan kun ulkovaloisuustaso on 50 lx.
- Energiankulutusarvio 4 000 h/a:n käyttöajalla on 20 MWh/a.

Päivänvalo-ohjaus on energiataloudellinen ohjaustapa, ja se johtaa noin 4 000 tunnin vuotaiseen käyttöaikaan. Ulkovalaistus voitaisiin myös sammuttaa pimeimmän yön ajaksi (esim. klo 02–05, niin kuin joissakin tapauksissa tehdään) rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjauksella, mutta ilkvallan välttämiseksi tätä mahdollisuutta ei tässä kohteessa ole otettu käyttöön.

LVI-laitteet

- Puhaltimien yhteinen nimellisteho on noin 48 kW ja energiankulutus nykyisillä käyntiajoilla 180 MWh/a.
- Lämmityspumppujen yhteinen nimellisteho on noin 2 kW ja energiankulutus jatkuvalla käytöllä 15 MWh/a
- Liikuntasalin sähköisen höyrykostuttimen teho on noin 68 kW. Höyrykostutin ei kuitenkaan ole ollut toimintakunnossa kuin vain alkuvuonna 2004, jonka vuoksi kostuttimen sähkönkulutus on ollut arviolta vain 35 MWh/a. Mikäli kostutin olisi ollut toimintakunnossa koko vuoden 2004, olisi sen sähkönkulutus ollut arviolta 155 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 130 kW.
- Annosmäärä 385 annosta/d * 190 d/a ≈ 73 000 annosta/a.
- Keittiön sähkönkulutukselle on oma alamittaus, jonka perusteella keittiön sähkönkulutus on noin 45 MWh/a. Keittiön alamittaus mittaa ruuan valmistuksen ja keittiön kylmälaitteiden sähkönkulutuksen lisäksi myös keittiön ja ruokalan valaistuksen sähkönkulutuksen, joiden osuus kokonaiskulutuksesta on noin 5 MWh/a. Näin ollen ruuan valmistuksen ja keittiön kylmälaitteiden sähkönkulutus on noin 40 MWh/a eli 0,55 kWh/annos.

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

ATK-laitteet

- Rakennuksessa on kaksi ATK-luokkaa, joissa on yhteensä 30 tietokonetta.
- Yhden tietokoneen teho on noin 150 W (tietokone + kuvaputkinäyttö).
- Rehtorin mukaan ATK-luokat ovat päivittäin käytössä keskimäärin 5 h/d eli vuodessa noin 1 000 h/a ($\approx 190 \text{ d/a} * 5 \text{ h/d}$). Tietokoneiden sammutus oppituntien jälkeen on ohjeistettu ja ohjeistuksen noudattamista on seurattu.
- Tietokoneiden energiankulutusarvio oheislaitteineen 1 000 h/a käyttöajalla on 5 MWh/a.

Taloudellisia säästötoimenpide-ehdotuksia ei voitu todeta.

Sähkölämmitykset

Huonetilojen sähkölämmitys

- Liikuntahallin pesuhuoneissa on sähkötoimiset lattialämmitykset, joiden yhteinen teho on noin 13 kW.
- Lattialämmityksen sähkönkulutusarvio on 3 000 h käyttöajalla 39 MWh/a.
- Pesuhuoneiden lämpötilat olivat 21–22 °C, joten lattialämmitysten ohjauksen asetukset olivat oikealla tasolla. Taloudellisia säästötoimenpide-ehdotuksia ei voitu todeta, koska muuta peruslämmitystä ei ole asennettu.
- Pesuhuoneiden sähköisen lattialämmityksen energiakustannukset ovat vuositasolla noin 2 300 €/a (alv 0 %). Em. kustannus sisältää sekä energia- että tehomaksut. Mikäli lattialämmitys olisi toteutettu kaukolämmön avulla vesikiertoisena lattialämmityksenä, olisivat energiakustannukset vuositasolla olleet noin 1 100 €/a (alv 0 %). Nykyisen sähköisen lattialämmityksen korvaaminen vesikiertoisella lattialämmityksellä ei ole taloudellisesti perusteltavissa, sillä muutostöiden piteen takaisinmaksuaika on yli 10 vuotta.

Huonetiloissa ei ole muita sähkölämmityksiä.

Autolämmitys

Lämmityspisteitä on 20 kpl. Liityntätehoksi voidaan laskea 10 kW (= 20 kpl * 0,5 kW/kpl). Sisätalälämmittimien käyttö on rajoitettu. Ohjaus on toteutettu lämmityspistekohtaisella vuorokausikellolla, jonka avulla lämmitysjakso voidaan asettaa enimmillään 2 h mittaiseksi. Tämä on autolämmityksen osalta suositeltava ja yleensä hyvään energiatalouteen johtava ohjaustapa.

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 on sekä räystäskourujen että kattokaivojen sulatuksia varten lämmityskaapelit. Räystäskourulämmityksen teho on yhteensä 12 kW ja kattokaivojen 0,1 kW. Räystäskourujen ja kattokaivojen lämmityksiä ohjataan ulkolämpötilan perusteella (kattokaivot -3 - +5 °C ja räystäskourut -4 - +3 °C). Ohjauslämpötilojen perusteella räystäskourulämmityksen vuotuinen

käyttöaika on noin 2 800 h/a ja kattokaivojen lämmityksen käyttöaika noin 3 200 h/a sekä sähkönkulutus yhteensä noin 34 MWh/a (toimenpide-ehdotus kohdassa 4).

Muut sähkölämmitykset

Muita sähkölämmityksiä ei ole käytössä.

Muut laitteet

Määrittelemätön muu kulutus aiheutuu pääasiassa pistorasiakuormien ja erityisluokkien kojeiden kulutuksesta. Muun kulutuksen osuus on 15 MWh/a.

3.6 Muut järjestelmät

Puutyöluokassa on purunpoistojärjestelmä. Ko. järjestelmän käyttö on kuitenkin käsityöopettajan mukaan vähäistä. Kohteessa ei ole muita energian kulutuksen kannalta merkittäviä 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 viisi alakeskusta, joista yksi on sijoitettu sähköpääkeskushuoneeseen, yksi lämmönjakuhuoneeseen ja loput kolme IV-konehuoneisiin. Kiinteistössä ei ole omaa valvomoa, vaan se on liitetty Mallilan kaupungin päävalvomoon. Alakeskusten paikalliskäyttö on toteutettu kannettavalla alakeskuspäätteellä.

3.7.2 Rakennusautomaation toimintakunto ja hyödyntäminen

Rakennusautomaatiojärjestelmän toiminta tarkastettiin katselmuksen kenttätöön yhteydessä mm. vertaamalla kenttätöön aikana suoritettujen erillismittausten mittaustuloksia rakennusautomaation antamiin vastaaviin tietoihin sekä seuraamalla säätöjen toimintaa järjestelmän oman historiaseurantaohjelmiston avulla. Seurattavat valvontapisteet historiaseurantaan liitti käyttäjä LVI-katselmoijan antamien ohjeiden mukaisesti.

Mittausseurannan perusteella tehtiin rakennusautomaatiojärjestelmän toiminnassa seuraavat toimenpiteitä vaativat havainnot:

- Liikuntasalin tuloilmakoneen 301TK01 käynnistyessä yöllä kostutuskäytölle myös liikuntasalin puku- ja pesuhuoneiloihin vaikuttava tuloilmakone 302TK01 käynnistyy. Tätä toiminnallista virhettä on käsitelty edellä luvun 3.3.2 ”Ilmanvaihtokoneet” kohdassa ”Kostutuslaitteet”.
- Tuloilmakoneen 302TK01 lämmöntalteenoton hyötysuhdelaskenta ei toimi oikein (toimenpide-ehdotus kohdassa 4.9)
- Tuloilmakone 303TK01 (luokat, keittiö ja ruokala) eivät pysähdy aikaohjelmaan aseteltuna aikana, vaan jää käymään noin 35 %:n teholla vielä kolmeksi tunniksi

aikaohjelmaan merkityn pysäytysajan jälkeen. Asiaa lähemmin tutkittaessa havaittiin kyseessä olevan alakeskusohjelman ohjelmavirhe (toimenpide-ehdotus kohdassa 4).

- Kuten jo edellä lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien yhteydessä esitettiin, on IV-verkon ja kaikkien tuloilmakoneiden lämpötilasäädöt viritettävä uudelleen (toimenpide-ehdotukset kohdassa 4.9).

Muilta osin ei rakennusautomaatiojärjestelmän toiminnassa havaittu puutteita.

Käyttäjä hallitsi hyvin rakennusautomaatiojärjestelmän normaalit päivittäiset rutiinitehtävät kuten aikaohjelmien ja asetusarvojen muutokset, hälytyslistaukset ja historiaseurantaohjelmiston käytön.

3.8 Rakenteet

3.8.1 Ikkunat

Kaikki ikkunat ovat 3-lasisia selektiivilaseilla varustettuja ikkunoita. Ikkunoiden tiivisteet ovat hyvässä kunnossa.

3.8.2 Ulko-ovet

Ulko-ovet ovat pääosin teräsrakenteisia ja lasitettuja. Ovet ovat hyvässä kunnossa.

3.8.3 Ulkovaippa

Kiinteistön julkisivut on tehty betonielementeistä. Katto on tyyppiltään tasakatto, jonka pintamateriaalina on bitumikermi. Kiinteistössä on maavarainen alapohja. Rakennuksen ulkovaipassa ei havaittu puutteita.

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 Lämpö Oy:n katselmusajankohdan mukaista kaukolämmön hintaa, joka on 1.3.2005 alkaen 27,50 €/MWh.

Säästötoimenpiteiden laskennallisten CO₂-päästövaikutusten laskennassa on käytetty Motivan katselmoijien ekstranetsivulla esitettyjä CO₂-kertoimia. Mallilan Lämpö Oy:n kaukolämpölaitos kuuluu CO₂-päästöjen osalta ryhmään H eli lämmönsäästöjen CO₂-päästökerroin on 250 kgCO₂/MWh.

Sähkö

Sähkön hinta säästölaskelmissa määritetään taulukossa 14 esitettyjen katselmusajankohdan hintojen avulla. Säästötoimen ajoittumisesta riippuen määritetään säästetyn sähkön hinta toimenpidekohtaisesti. Erikseen arvioidaan ja otetaan laskelmissa huomioon säästön vaikutus tehomaksuihin.

Taulukko 14 Säästölaskelmissa käytettävän sähkön hinta

	Myynti	Siirto	Sähkövero	Kokonaishinta
Perusmaksu		1 682 €/a		1 682 €/a
Mittausmaksu		sis. perusmaksuun		sis. perusmaksuun
Tehomaksu		18,48 €/kW, a		18,48 €/kW, a
Loistehomaksu		12,48 €/kVAr, a		12,48 €/kVAr, a
Energia, päivä	3,275 snt/kWh	1,48 snt/kWh	0,743 snt/kWh	5,498 snt/kWh
Energia, muu aika	3,275 snt/kWh	0,89 snt/kWh	0,743 snt/kWh	4,908 snt/kWh

Sähkön hintana säästölaskelmissa on käytetty sähköenergian keskimääräistä hintaa 55 €/MWh, joka ei sisällä perus-, mittaus- ja tehomaksuja.

Säästötoimenpiteiden laskennallisten CO₂-päästövaikutusten laskennassa on käytetty Motivan katselmoijien ekstranetsivulla esitettyjä CO₂-kertoimia. Sähkönsäästöjen marginaaliperusteinen CO₂-päästökerroin on 700 kgCO₂/MWh.

Vesi

Veden hintana on säästölaskelmissa käytetty Mallilan Vesilaitoksen 1.1.2004 voimaan astuneita hintoja, jotka ovat veden osalta 0,93 €/m³ ja jäteveden osalta 1,42 €/m³ eli yhteensä 2,35 €/m³.

4.1 Lämmitysjärjestelmät

4.1.1 Lämmöntuotanto

Lämmitystapa

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Kaukolämmön tilausteho/tilausvesivirta

Ei toimenpide-ehdotuksia, ks. myös luku 4.9 "Kaukolämpöveden jäähtymä".

Lämmöntuotannon hyötysuhde

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Fossiilisen polttoaineen korvaaminen uusiutuvalla polttoaineella

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Lämpöpumppujen hyödyntäminen sähkölämmityksessä

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.1.2 Lämmönjakelu

Sisälämpötila

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Lämmityksen optimointi

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Putkisto- ja säiliöeristykset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.1.3 Muut lämmitysjärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

4.2.1 Vesijohtoverkoston painetaso

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.2.2 Vesi- ja viemärikalusteiden virtaamat/huuhdelumäärät

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.2.3 Muut vesi- ja viemärijärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

4.3.1 Tarpeenmukainen ilmanvaihto

Käyntiajat

303TK01:n käyntiaikamuutos

Tuloilmakone 303TK01 vaikutusalueena ovat hallinto, aulatilat, luokat, keittiö ja ravintola. Ko. tilojen tulo- ja poistoilmakanavisto on varustettu sulkupelleillä, joiden avulla voidaan ohjata tilojen ilmanvaihtoa käyttöaikojen mukaisesti rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla. Käyttäjän kertoman mukaan keittiö ja ravintola ovat käytössä arkisin klo 7.00–15.00 ja muut tilat arkisin klo 8.00–15.00. Ilmanvaihdon nykyiset käyntiajat ovat vastaavasti keittiön ja ravintolan osalta arkisin klo 6.00–16.30 ja luokkien osalta klo 6.00–18.30.

Ilmanvaihdon käyntiajat ovat tilojen käyttöaikoihin nähden tarpeettoman pitkät. Asetellaan uudet käyntiajat siten, että tilojen ilmanvaihto alkaa ja loppuu noin tunti ennen ja jälkeen tilan aktiivisen käyttöajan. Tällä perusteella keittiön ja ravintolan ilmanvaihdon viikoittainen käyntiaika pienenee nykyisestä 52,5 h/vko → 50 h/vko ja muiden tilojen vastaavasti 62,5 h/vko → 45 h/vko.

303TK01:n käyntiaikamuutos on alla olevassa laskelmassa oletettu tehtävän raportin kohdassa 4.7 esitetyn 303TK01:n ohjelmavirheen korjauksen jälkeen.

Säästöt

Taulukko 15 303TK01 käyntiaikamuutoksilla saavutettavat säästöt

	Käyntiaika	Lämpöenergia MWh/a	Sähköenergia MWh/a
Ennen	7,7 m ³ /s; 52,5 h/vko 5,7 m ³ /s; 10,0 h/vko	165	49
Jälkeen	7,7 m ³ /s; 45 h/vko 2,0 m ³ /s; 5 h/vko	136	39
Säästö		29	10

Kannattavuus

Taulukko 16 303TK01 käyntiaikamuutosten kannattavuus

303TK01:n käyntiaikamuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- lämpöenergia	29 MWh/a	800 €/a	7 t/a
- sähköenergia	10 MWh/a	550 €/a	7 t/a
Säästöt yhteensä		1 350 €/a	14 t/a
Investointi		0 €	
Takaisinmaksuaika		0 a	

Ohjaustavat

302TK01:n puutyötilan sulkupeltien aikaohjaus

Puutyötilan tulo- ja poistokanavan sulkupelleille on kummallekin oma ohjauspiste rakennusautomaatiojärjestelmässä. Sulkupelleille ei ole ohjelmoitu omaa aikaohjelmaa, vaan puutyötilan ilmanvaihto on toiminnassa aina tuloilmakone 302TK01:n käydessä (siis myös iltaisin ja viikonloppuisin). Puutyötilojen käyttö ajoittuu kuitenkin pääosin vain normaaliin koulu-aikaan.

Puutyötilan ilmanvaihdon energiankulutusta voidaan pienentää ohjaamalla puutyötilan tulo- ja poistokanavan sulkupellit kiinni omalla aikaohjelmalla silloin, kun ko. tila ei ole käytössä. Alla olevassa laskelmassa on oletettu, että puutyötilojen viikoittainen käyttö on 45 h/vko.

Säästöt

Taulukko 17 302TK01 sulkupeltien aikaohjauksella saavutettavat säästöt

	Käyntiaika	Lämpöenergia MWh/a	Sähköenergia MWh/a
Ennen	3,0 m ³ /s; 104 h/vko	123	26
Jälkeen	3,0 m ³ /s; 45 h/vko 2,7 m ³ /s; 59 h/vko	116	22
Säästö		7	4

Kannattavuus

Taulukko 18 302TK01 sulkupeltien aikaohjauksen kannattavuus

302TK01:n puutyötilojen sulkupeltien aikaohjelman lisäys			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- lämpöenergia	7 MWh/a	190 €/a	2 t/a
- sähköenergia	4 MWh/a	220 €/a	3 t/a
Säästöt yhteensä		410 €/a	5 t/a
Investointi		50 €	
Takaisinmaksuaika		0,1 a	

Työ on lisätyö eikä se kuulu takuun piiriin. Investointikustannukseksi on arvioitu automaatiourakoitsijan yhden tunnin työkustannus.

Ilmavirrat

Sulkupeltien lisäys 301TK01:n katsomohaaraan

Liikuntahallin tuloilmakone 301TK01 huolehtii sekä kokoontaitettavan teleskooppikatsomon että liikuntasalin ilmanvaihdosta. Yleensä katsomo on kokoontaitettuna, jolloin katsomo erottaa liikuntasalin ja katsomon takana olevan alueen käytännössä kahdeksi erilliseksi tilaksi. Tuloilmakone 301TK01 on kanavoitu siten, että katsomoa ja sen takana olevaa aluetta palvelee oma ja liikuntasalia oma tuloilmakanavisto (ks. kuva edellä luvun 3.3.2 ”Ilmanvaihtokoneet” kohdassa ”Ilmavirrat ja palvelualueet”). Liikuntasali voidaan lisäksi tarvittaessa jakaa väliverhoilla kolmeen alueeseen, joista kunkin ilmanvaihto voidaan haluttaessa pysäyttää tulo- ja poistokanavissa olevien sulkupeltien avulla. Sen sijaan katsomon kanavaaaroissa ei ole sulkupeltejä, jonka vuoksi katsomon ilmanvaihto toimii aina tuloilmakone 301TK01 käydessä. Tämä aiheuttaa tarpeetonta energian käyttöä, sillä varsinaista tarvetta katsomon ilmanvaihtoon on vain isompien, melko harvakseltaan järjestettävien yleisötilaisuuksien aikana.

Lisätään katsomon tuloilmakanaviin sulkupellit ja ohjataan katsomon ilmanvaihto toimintaan vain yleisötilaisuuksien aikana (ja tarvittaessa muulloinkin) nykyisellä vahtimestarien tilassa olevalla ilmanvaihdon tehostuskytkimellä. Aikaohjelman perusteella ohjataan toimimaan vain liikuntasalin ilmanvaihto. Liikuntasalin nykyisten tulo- ja poistoilmapeltien (FG10...FG12 ja FG31...FG36) ohjaukset on muutoksen yhteydessä suunniteltava siten, että liikuntasalin painesuhteet pysyvät hallinnassa. Nykyistä ohjelmointia muutetaan myös siltä osin, että yökostutusohjelma ohjaa 301TK01:n kiertoilmakäytölle vain liikuntasalin osuudelta. Sen sijaan yölämmitys- ja yötuuletusohjelmat ohjaavat 301TK01:n kiertoilmakäytölle nykyisen ohjelman mukaisesti sekä liikuntasalin että katsomon osuudelta.

Säästöt

Taulukko 19 301TK01 katsomohaaran sulkupellin lisäyksellä ja sen aikaohjauksella saavutettavat säästöt

	Käyttöaika	Lämpöenergia MWh/a	Sähköenergia puhallin MWh/a
Ennen	1/1-teho 104 h/vko	155	67
Jälkeen	1/1-teho 30 h/vko ½-teho 74 h/vko	81	21
Säästö		74	46

Säästölaskelmassa ei ole huomioitu tuloilmakone 301TK01:n höyrykostutuksen energiankulutusta eikä ehdotetun toimenpiteen mahdollista vaikutusta ko. kulutukseen. Höyrykostutuksen toimenpiteitä on käsitelty kohdassa 4.9.

Kannattavuus

Taulukko 20 301TK01 katsomohaaran sulkupellin lisäyksen ja sen aikaohjauksen kannattavuus

301TK01:n sulkupeltien lisäys			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- lämpöenergia	74 MWh/a	2 030 €/a	19 t/a
- sähköenergia	46 MWh/a	2 530 €/a	32 t/a
Säästöt yhteensä		4 560 €/a	51 t/a
Investointi		3 600 €	
Takaisinmaksuaika		0,8 a	

Investointikustannuksiksi on arvioitu kahden sulkupellin kustannukset seuraavasti: sulkupelti á 500 €, pellin asennus á 300 €, peltimoottori á 300 €, sähkötyöt á 300 €, automaatiotyöt á 200 €, suunnittelu yms. á 200 €.

Palvelualueet

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.3.2 Säättöjärjestelmät

Asetusarvot

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Säätötavat, porrastukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Säättöjärjestelmien toiminta

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.3.3 Lämmöntalteenotto (LTO)

Olemassa olevien järjestelmien toiminta

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Uusien LTO-järjestelmien asentaminen

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.3.4 Kostutus

Tuloilmakone 301TK01:n höyrykostutusta on käsitelty kohdassa 4.9.

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 kylmäteknisten järjestelmien toimenpide-ehdotukset**

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.5 **Sähköjärjestelmät**

4.5.1 **Siirto- ja myyntitariffit**

Tariffin vaihto

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Loistehon kompensointi

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Muut tariffikustannussäästöt

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.5.2 Valaistus

Valaistusasennus

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Valaistulaitteet

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Valaistusryhmitykset, ohjaukset ja käyttö

Aulatilojen ja muiden yleisten tilojen valaistuksen käyntiaikamuutos

Aulatilojen ja muiden yleisten tilojen valaistusta ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla. Valaistusteho ko. tiloissa on yhteensä noin 17 kW ja vuosikulutusarvio 46 MWh/a käyttöajan ollessa keskimäärin 2 700 h/a. Valaistuksen ohjausajat ovat pääosin ma–pe klo 6.45–18.00. Tilojen käyttöaika on liikuntasalia ja joitakin iltakäytössä olevia tiloja lukuun ottamatta pääosin ma–pe klo 8.00–15.00, jolloin näiden tilojen valaistus voitaisiin ohjata päälle esimerkiksi ma–pe klo 7.30–16.00. Tämä merkitsisi noin 20 %:n säästöä aulatilojen ja muiden yleisten tilojen valaistuksen sähköenergian kulutuksessa. Valaistuksen sähköenergian säästö lisää jonkin verran ko. tilojen lämpöenergian kulutusta.

Muutetaan valaistusohjausten nykyiset käyntiajat vastaamaan paremmin tilojen käyttöaikoja. Alla olevassa laskelmassa on oletettu, että käyntiaikojen tarkennuksella saavutetaan 20 %:n säästö aulatilojen ja muiden yleisten tilojen valaistuksen sähkökulutuksessa. Lämpöenergian kulutuksen oletetaan kasvavan 30 %:a saavutettavasta sähköenergian säästöstä.

Säästöt

Taulukko 21 Aula- ja muiden yleistilojen valaistuksen aikaohjelmamuutoksilla saavutettavat säästöt

	Käyttöaika	Sähköenergia MWh/a
Ennen	2 700 h/a	46
Jälkeen	2 150 h/a	37
Säästö		9

Kannattavuus

Taulukko 22 Aula- ja muiden yleistilojen valaistuksen aikaohjelmamuutoksien kannattavuus

Aulatilojen ja muiden yleisten tilojen valaistuksen ohjaustapamuutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- sähköenergia	9 MWh/a	500 €/a	6 t/a
- lämpöenergia	-3 MWh/a	-80 €/a	-1 t/a
Säästöt yhteensä		420 €/a	6 t/a
Investointi		0 €	
Takaisinmaksuaika		0 a	

4.5.3 LVI-laitteet

Kts. kohta 4.3.

4.5.4 Sähkölämmitykset

Huonetilojen sähkölämmitys

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Räystäskouru-, kattokaivo-, ajoluiska- tms. sähkölämmitykset

Räystäskourujen ja kattokaivojen sähkölämmityksiä ohjataan ulkolämpötilan perusteella (kattokaivot -3 – +5 °C ja räystäskourut -4 – +3 °C). Ohjausten asetukset ovat tarpeettoman laajat. Lämmitysten sähkönkulutuksia voidaan pienentää asettamalla lämmityksen toiminta-alue kummankin ohjauksen osalta -2 – +2 °C, joka vielä riittää varmistamaan sekä räystäskourujen että kattokaivojen toiminnan.

Säästöt

Taulukko 23 Räystäskourujen ja kattokaivojen lämmityksien asetusarvomutoksilla saavutettavat säästöt

	Käyttöaika	Sähköenergia MWh/a
Räystäskourut, ennen	2 800 h/a	33,6
Kattokaivot, ennen	3 200 h/a	0,3
Yhteensä		33,9
Räystäskourut, jälkeen	1 900 h/a	22,8
Kattokaivot, jälkeen	1 900 h/a	0,2
Yhteensä		23,0
Säästö yhteensä		10,9

Kannattavuus

Taulukko 24 Rästaskourujen ja kattokaivojen lämmityksien asetusarvomuutoksien kannattavuus

Rästaskourujen ja kattokaivojen sähkölämmitysten ohjausrajojen muutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- sähköenergia	10,9 MWh/a	580 €/a	8 t/a
Säästöt yhteensä	10,9 MWh/a	580 €/a	8 t/a
Investointi		0 €	
Takaisinmaksuaika		0 a	

Autolämmitys

Ei toimenpide-ehdotuksia.

Muut sähkölämmitykset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.5.5 Muut sähköjärjestelmien toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.6 Muut järjestelmät

Ei toimenpide-ehdotuksia.

4.7 Rakennusautomaatio

302TK01:n käyttötavan muutos

Tuloilmakoneen 302TK01:n käynti on ohjelmallisesti lukittu tuloilmakone 301TK01:n käyntiin siten, että aina kun tuloilmakone 301TK01 on käynnissä myös tuloilmakone 302TK01 käy. Tämä merkitsee sitä, että 301TK01 käydessä yökäyttötilanteessa kiertoilmalla (yökostutus, yölämmitys, yöjäähdytys) on 302TK01 myös aina käynnissä. 301TK01:n käydessä yökäytöllä on 302TK01:n käynti kuitenkin tarpeetonta, koska yökäyttötilanteissa eivät liikuntasalin puku- ja pesuhuonetilat ole käytössä, ja tällöin ei myöskään niiden ilmanvaihdon tarvitse toimia.

Muutetaan 302TK01:n ohjelmointia siten, että 302TK01:n käynti lukitaan 301TK01:n käyntiin vain niissä tilanteissa, joissa 301TK01 käy jonkin muun kuin yökäyttöohjelman ohjaamana. Alla olevassa laskelmassa on oletettu, että 302TK01:n tarpeeton käynti 301TK01:n yökäyttötilanteissa on ollut tähän asti keskimäärin 10 h/vko.

Kannattavuus

Työ on muutostyö eikä se kuulu takuun piiriin. Investointikustannukseksi on arvioitu ohjelmoitsijan kahden tunnin työkustannus.

Taulukko 25 302TK01 käyttötavan muutoksella saavutettavat säästöt ja sen kannattavuus

302TK01:n käyttötavan muutos			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- lämpöenergia	10 MWh/a	270 €/a	3 t/a
- sähköenergia	2 MWh/a	100 €/a	1 t/a
Säästöt yhteensä		370 €/a	4 t/a
Investointi		150 €	
Takaisinmaksuaika		0,4 a	

303TK01:n ohjelmavirhe

Aikaohjelman mukaan tuloilmakone 303TK01 käy arkisin klo 6.00–18.30. Rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritetun mittausseurannan perusteella havaittiin, että tuloilmakone ei pysähtynyt aikaohjelman mukaisesti klo 18.30, vaan kävi aina klo 21.30 asti. Tämä ilmeni siitä, että tulopuhaltimen taajuusmuuttajan ohjaus oli klo 18.30–21.30 välisenä aikana 35 % ja tulokanavan paine pysyi asetusarvossaan. Syystä tai toisesta säätöohjelma kuitenkin oletti koneen pysähtyneen klo 18.30, koska se pysäytti LTO-pumpun ja ohjasi LTO-venttiiliin kiinni klo 18.30. Yliajalla käydessä tuloilman lämpötilasäätö ei toiminut, vaan lämmityspatterin venttiiliä ohjasi paluuvesisäätö. Tämä puolestaan ilmeni siitä, että tuloilman lämpötila oli klo 18.30–21.30 välisen ajan reilusti yli asetusarvonsa, kun se muulloin koneen käydessä noudatti hyvin asetusarvoaan.

Asiaa tutkittaessa havaittiin, että alakeskuksen ohjelmassa on yksi ylimääräinen aikaohjelma, joka ei näy valvomon grafiikalla. Ko. aikaohjelma pitää koneen käynnissä maanantaista torstaihin klo 18.30–21.30 välisen ajan ilmeisesti keittiön ilmanvaihdon osalta. Se, minkä vuoksi säätöohjelma olettaa koneen olevan pysähdyksissä ko. aikana, ei katselmuksen yhteydessä selvinnyt. Todennäköinen syy tähän on se, että säätöohjelma ei ilmeisesti saa tuloilmakoneen käyntitietoa puhaltimen käyntitilatiedon, vaan jonkin muun tiedon kuten aikaohjelman perusteella.

Alakeskuksen ohjelma on korjattava siten, että säätöohjelma saa tiedon tuloilmakoneen käynnistä tulopuhaltimen käyttötilapisteeltä, jotta säätö toimisi oikein myös niissä tilanteissa, kun tuloilmakoneen käyntiä ohjataan sähkökeskuksen kytkimellä. Samoin ylimääräinen aikaohjelma (ma–to klo 18.30–21.20) poistettava ohjelmasta.

Säästöt

Taulukko 26 303TK1 ohjelmavirheen korjauksella saavutettavat säästöt

	Käyntiaika	Lämpöenergia MWh/a	Sähköenergia MWh/a
Ennen	2,8 m ³ /s; 12 h/vko	40	1
Jälkeen	kone ei käy ma-to klo 18.30– 21.30	0	0
Säästö		40	1

Kannattavuus

Ohjelmavirheen korjaus kuuluu takuun piiriin, joten siitä ei aiheudu kustannuksia.

Taulukko 27 303TK1 ohjelmavirheen korjauksen kannattavuus

303TK01:n ohjelmavirheen korjaus			
Säästöt	Määrä	Kustannus	CO ₂
- lämpöenergia	40 MWh/a	1 100 €/a	10 t/a
- sähköenergia	1 MWh/a	50 €/a	1 t/a
Säästöt yhteensä		1 150 €/a	11 t/a
Investointi		0 €	
Takaisinmaksuaika		0 a	

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

Huoltokirja

Kohteesta laaditun huoltokirjan käyttökelpoisuus voidaan asettaa kyseenalaiseksi. Tulevia rakennuskohteita silmällä pitäen tilakeskuksen tulisi laatia omat määräykset ja ohjeet huoltokirjan sisällöstä ja kokoamisesta. Näin varmistutaan siitä, että huoltokirja laaditaan

jokaisessa kohteessa samalla tavalla ja että siinä on esitetty rakennuksen suunniteltu käyttöikä huomioiden käytön, huollon ja kunnossapidon kannalta oleelliset tiedot ja tehtävät.

Kulutus seuranta

Kohdetta ei ole liitetty säännöllisen kulutus seurannan piiriin. Tarpeenmukaisen energian käytön perusedellytys on, että kulutuksia seurataan ja verrataan budjetoituihin kulutuksiin säännöllisesti vähintään kuukausitasolla. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää kulutuspoikkeamiin ja selvittää välittömästi poikkeamiin johtaneet syyt sekä ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin hallitun energian käytön varmistamiseksi. Kulutus seurannan järjestäminen tulisi liittää osaksi huoltokirjaa.

Kaukolämpöveden jäähtymä

Katselmuksen yhteydessä tehtyjen mittausten perusteella kaukolämpöveden jäähtymä oli $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$:een ulkolämpötilalla vain $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, kun sen pitäisi olla $50\text{--}55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pieni jäähtymä kasvattaa kaukolämmön virtaamaa. $35\text{ }^{\circ}\text{C}$:een jäähtymällä kaukolämmön virtaama on 57 % suurempi kuin jos jäähtymä olisi $55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pieni jäähtymä voi johtaa tilausvesivirran kasvattamiseen ja sitä kautta myös suurempiin perusmaksuihin. Ääritapauksessa pieni jäähtymä voi myös johtaa siihen, että siirtimen ja säätöventtiilin painehäviö muodostuu niin suureksi, että ne rajoittavat kaukolämmön virtaamaa ennen kuin tarvittava lämpöteho on saavutettu. Tällöin tarvittavan lämpötehon saavuttamiseksi olisi suurennettava säätöventtiiliä ja/tai siirrintä tai vaihtoehtoisesti lisättävä tavalla tai toisella kaukolämpöveden jäähtymää.

Asian saamiseksi pois päiväjärjestyksestä on selvitettävä syy siihen, miksi kohteen kaukolämpöveden jäähtymä on pieni. Eräs selitys kaukolämpöveden pienelle jäähtymälle on patteriverkon pieni jäähtymä. Patteriverkon jäähtymää on käsitelty jäljempänä kohdassa ”Patteriverkon vesivirtojen perussäätö”.

Mikäli kaukolämpöveden jäähtymä saadaan normaalille tasolle ($\approx 50\text{ }^{\circ}\text{C}$), tulee kaukolämmön tilausvesivirran tarve tarkastella uudelleen.

IV-siirtimen mitoitus

IV-siirtimen suunniteltu mitoitus teho on 550 kW. IV-verkkoon kytkettyjen tuloilmakoneiden (4 kpl) ja kierrätysilmakoneiden (7 kpl) lämmityspattereiden yhteenlaskettu teho on kuitenkin selvästi IV-siirtimen suunnitelmissa esitettyä mitoitus tehoa suurempi eli 750 kW. Suunnitelmissa on IV-siirrintä mitoitettaessa käytetty samanaikaisuuskerrointa 0,7, jonka perusteella IV-siirtimen tehoksi on valittu 550 kW ($\approx 0,7 \cdot 750\text{ kW}$). Tuloilmakoneita käytetään kuitenkin samanaikaisesti, joten IV-siirtimen mitoitus tehoksi olisi pitänyt valita 750 kW eikä 550 kW.

Käyttäjän kertoman mukaan kovilla pakkasilla lämpöä ei ole riittänyt kaikille tuloilmakoneille. Mm. luokkien tuloilmakoneen 303TK01 tuloilman lämpötila on jäänyt selvästi alle $20\text{ }^{\circ}\text{C}$:een. Patteriverkon osalta ei vastaa lämpövajetta ole havaittu.

Jotta varmistetaan siitä, että lämpö riittää jatkossa kaikille tuloilmakoneille kaikissa olosuhteissa, tulee IV-verkon siirrin ja säätöventtiili vaihtaa suuremmaksi.

IV-verkon vesivirtojen perussäätö

Vesivirtojen mittauspöytäkirjan perusteella tuloilmakoneiden linjakohtaiset virtaamat ovat 20...30 %:a suunniteltuja virtaamia pienemmät. Lisäksi tuloilmakoneiden patteripiirien virtaamat ovat linjojen virtaamia suuremmat. Tämä johtaa siihen, että tuloilmakoneiden lämmityspattereille menevä vesi on aina linjasta tulevan kuumen veden ja pattereilta palaavan jäähtyneen veden sekoitusta eikä menoveden lämpötila näin ollen vastaa patterin mitoituslämpötilaa.

IV-siirtimen väärän mitoituksen lisäksi syy tuloilmakoneiden lämpöongelmiin on myös IV-verkon perussäädössä. IV-verkon vesivirrat on säädettävä suunnitteluarvoihin sekä linjakohtaisten virtaamien että patteripiirin virtaamien osalta. Erityisesti on huolehdittava siitä, että patteripiirin virtaama ei ole linjakohtaista virtaamaa suurempi.

IV-verkon säätökäyrän uudelleen asettelu sekä säädön virittäminen

IV-verkon säätökäyrä (ks. liite 3) on aseteltu tarpeettoman korkealle ainakin katselmuksen kenttätyön aikana vallinneissa olosuhteissa (ulkolämpötila $-4 - -7\text{ }^{\circ}\text{C}$), sillä tuloilmakoneiden lämmityspattereiden säätöventtiilien säätölähdöt vaihtelivat vain 15–30 % lukuun ottamatta auditorion tuloilmakonetta, jonka säätöventtiilin säätölähtö vaihteli 50–60 %. Liian korkea menoveden lämpötila vaikeuttaa tuloilmakoneiden lämpötilasäätöjen toimintaa. IV-verkon säätökäyrä tulee asettaa siten, että tuloilmakoneiden venttiilit toimivat parhaalla säätöalueellaan eli että niiden säätölähdöt ovat 50–80 % (kahden venttiilin tapauksissa pienempi venttiili täysin auki ja isomman venttiilin säätölähtö 50–80 %).

IV-verkon menoveden lämpötilasäätö huojuu pienillä lämpökuormilla iltakäytön aikana sekä öisin. Päiväaikaan säätö toimii hyvin. IV-verkon menoveden lämpötilasäädön huojunta vaikeuttaa tuloilmakoneiden lämpötilasäätöjen toimintaa. Lisäksi huojunnasta aiheutuva venttiilin jatkuva korjausliike rasittaa toimilaitteen mekaanisia osia ja vähentää sen käyttöikää. Säätö on viritettävä uudelleen siten, että se toimii huojumatta myös pienillä lämpökuormilla iltakäytön aikana sekä öisin.

Patteriverkon vesivirtojen perussäätö

Patteriverkon jäähtymä oli katselmuksen yhteydessä tehtyjen mittausten perusteella $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$:een ulkolämpötilalla vain $11\text{ }^{\circ}\text{C}$, kun sen mitoituslämpötilan perusteella pitäisi olla $18...20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pieni jäähtymä viittaa liian suureen virtaamaan. Vesivirtojen mittauspöytäkirjan perusteella patteriverkon vesivirtojen perussäätö on tehty puutteellisesti. Mittauspöytäkirjassa esitetyistä 13 linjasäätöventtiilistä kolme on kokonaan säätämättä ja kahden linjan säätö on tehty muuten puutteellisesti (mm. osasta pattereita termostaattiosia ei ole irrotettu säätöä tehtäessä).

Patteriverkon pieni jäähtymä vaikuttaa myös kaukolämpöveden normaalia pienempään jäähtymään koko kaukolämpöliittymän osalta. Patteriverkon vesivirrat on säädettävä uudelleen siten, että kaikkien linjasäätöventtiilien virtaamat säädetään suunnitteluarvoihin. Kuraattorin huoneen (h. 233) ikkunaseinä on käyttäjähaastattelun perusteella kylmä. Varmistettava myös, että kuraattorin huoneen patterin virtaama on oikea.

Patteriverkon säätökäyrän uudelleen asettelu

Patteriverkon säätökäyrä poikkeaa tavanomaisesta käyrästä ulkolämpötilan ollessa yli $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esimerkiksi ulkolämpötilan muuttuessa kymmenen astetta $+5 \rightarrow -5\text{ }^{\circ}\text{C}$:een menoveden lämpötilan asetusarvo muuttuu vain kaksi astetta $45 \rightarrow 47\text{ }^{\circ}\text{C}$:een. Patteriverkon vesivirtojen

perussäädön jälkeen sekä säätökäyrän muoto että taso on aseteltava tarvittaessa uudelleen siten, että ulkolämpötilasta riippumatta huonelämpötilat säilyvät vakioarvossa (≈ 21 °C).

Lämpimän käyttövesiverkon kiertojohdon lämpötilan nosto

Katselmuksen yhteydessä suoritettujen lämpötilamittausten perusteella lämpimän käyttövesiverkon kiertojohdon lämpötila oli 46 °C. Käyttöveden lämpötila ei saa missään osassa verkkoa laskea alle 50 °C:een legionella-bakteerivaaran takia. Selvitettävä syy alhaiseen kiertojohdon lämpötilaan ja tehtävä tarvittavat korjaukset siten, että kiertojohdon lämpötila ei laske alle 50 °C:een. Yksi syy alhaiseen lämpötilaan voi olla kiertojohdon liian pienessä virtaamassa. Tarvittaessa kiertojohdon virtaama on mitattava ja säädettävä oikeaksi.

301TK01:n kostutuslaitteet

Kuten edellä luvussa 2.3.2 ”Sähköenergia” on todettu, on 301TK01:n höyrykostutin toiminut vajaa teholla todennäköisesti huhtikuusta 2004 lähtien. Kostuttimen arvioitu sähkön kulutus on vuonna 2004 ollut 35 MWh/a. Mikäli kostutin olisi huollettu säännöllisesti ja mikäli se olisi toiminut loppuvuoden 2004 vastaavalla teholla kuin alkuvuonna, olisi kostuttimen sähkönkulutus ollut noin 155 MWh/a.

Höyrykostutin on mitoitettu ilmavirralla $2 \text{ m}^3/\text{s}$ (ks. luvun 3.3.2 ”Ilmanvaihtokoneet” kohta ”Kostutuslaitteet”). Mikäli katsomon tuloilmakanavahaaroihin lisätään sulkupellit (ks. toimenpide-ehdotus kohdassa 4.3.1), voidaan tuloilmakone 301TK01:n ilmavirtaa ohjata jatkossa varsin laajalla alueella. Katsomotilat ovat käytössä harvakseltaan vain suurimpien yleisötilaisuuksien aikana, joten pääosan käyntiajastaan tuloilmakone 301TK01 tulisi toimimaan ilmavirralla $\leq 2 \text{ m}^3/\text{s}$, joten nykyinen kostutusratkaisu olisi sulkupeltien asennuksen jälkeen todennäköisesti toimiva. Jos sulkupeltejä ei asenneta tai jos katsomon käyttö nykyisestäään oleellisesti lisääntyy, tulee liikuntahallin kostutus suunnitella uudelleen. Suunnittelun yhteydessä tulee tutkia ainakin seuraavat kolme vaihtoehtoa:

- siirretään kostutin nykyiseltä paikaltaan halliosan yhteiseen runkokanavaan
- hankitaan uusi kostutin nykyiselle paikalle ja mitoitetaan sen kostutusteho $6 \text{ m}^3/\text{s}$:n ilmavirralla. mikäli kostuttimen tehoa ei lisätä nykyisestä, tulee laskelmin lisäksi varmistua siitä, että liikuntahallin suhteellinen kosteus noudattaa parkettivalmistajan takuehtoja.

Teknisen työn tilojen painesuhteiden säätö (302TK01)

Käyttäjän kertoman mukaan teknisen työn tilojen (lähinnä huoneet 144...148) painesuhteet eivät ole kaikissa käyttötilanteissa hallinnassa. Ongelmia on aiheuttanut tilojen ylipaineisuus, joihin on pyritty löytämään joitakin väliaikaisratkaisuja. Tilojen ilmavirrat tulee suunnitella eri käyttötilanteiden tarpeita vastaaviksi ja säätää tämän jälkeen uudelleen suunniteltuihin arvoihin.

302TK01:n rakenneratkaisut

Tuloilmakone 302TK01 vaikuttaa liikuntasalin puku- ja pesuhuoneisiin, kuntosaliin ja luokkatiloihin (mm. tekninen työ, tekstiilityö, kuvaamataito, musiikki). Näiden käyttöajat poikkeavat toisistaan siten, että luokkatilat ovat käytössä pääsääntöisesti vain normaalina

kouluaikana, kun taas sekä kuntosalia että liikuntasalin puku- ja pesuhuonetiloja käytetään kouluaikojen lisäksi myös iltaisin ja viikonloppuina. Liikuntatilojen käytön vuoksi tuloilmakone 302TK01 käy kouluaikojen lisäksi myös iltaisin ja viikonloppuisin. Tuloilmakone 302TK01:n rakenneratkaisut eivät kaikilta osin vastaa tilojen nykyistä käyttöä. Tekstiilityö-, kuvaamataito- ja musiikkiluokan sekä osin teknisen työn tilojen ilmanvaihtoa ei voida sulkea normaalin kouluajan ulkopuolella, koska ko. tilojen kanavistoa ei ole varustettu sulkupelleillä.

Lisäämällä sulkupellit em. tilojen tulo- ja poistoilmakanaviin voitaisiin tuloilmakoneen energiankulutusta pienentää arviolta lämpöenergian osalta maksimissaan 30 MWh/a ja sähköenergian osalta 9 MWh/a eli kustannuksina yhteensä 1 400 €/a. Sulkupeltejä jouduttaisiin em. säästön saavuttamiseksi asentamaan kymmenkunta kappaletta. Kanavat on asennettu melko ahtaasti, joten peltien mahtuminen käytön kannalta tarkoituksenmukaisille paikoille ei ole välttämättä varmaa ja vaatisi tarkempia selvittelyjä. Lisäksi käyttäjän kertoman mukaan tilojen ilt- ja viikonloppukäyttö tullee jatkossa lisääntymään nykyisestä, joka tulisi pienentämään mahdollista säästöä edellä esitetystä. Koska toimenpiteen todellinen säästö tilojen käytön lisääntymisen vuoksi voi jäädä selvästi edellä esitettyä pienemmäksi, ei toimenpidettä kannata tässä vaiheessa toteuttaa.

Juotospaikan poistoilmapuhaltimen 302TK01PF06 huono imuteho

Katselmuskierroksen yhteydessä opettajat valittivat juotospaikan poistoilmapuhaltimen 302TK01PF06 huonosta imutehosta. Luovutuskansiossa olevan LVI-laiteluettelon mukaan ko. poistoilmapuhaltimen suunniteltu ilmavirta on $75 \text{ dm}^3/\text{s}$. Konekorttien perusteella urakan yhteydessä asennetun puhaltimen ilmavirta on vain noin puolet suunnitteluarvosta eli $35 \text{ dm}^3/\text{s}$. Selvitettävä, miksi juotospaikan imuteho on kuin ”lehmän henkäys” kuten opettaja asian ilmaisi, ja vaihdettava tarvittaessa tehokkaampi puhallin nykyisen tilalle.

302TK01:n lämmöntalteenoton hyötysuhdelaskenta

Tuloilmakone 302TK01:n lämmöntalteenoton hyötysuhde esitetään valvomon grafiikkakuvassa. Hyötysuhteen laskenta ei kuitenkaan toimi oikein. Syy on rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmaan syötetyssä virheellisessä hyötysuhteen laskentakaavassa. Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelman hyötysuhteen laskentakaava on korjattava oikeaksi.

Tuloilmakoneiden lämpötilasäätöjen viritäminen

Katselmuksen yhteydessä rakennusautomaatiojärjestelmän avulla suoritetun mittausseurannan perusteella (liite 6) havaittiin, että tuloilmakoneiden lämpötilasäädöt eivät täytä säädön toiminnalle laskenta-asiapapereissa asetettuja vaatimuksia, jonka vuoksi kaikki tuloilmakoneiden lämpötilasäädöt on viritettävä uudelleen.

Käyttjähaastattelussa esille tulleet ilmanvaihdon ongelmat

Käyttjähaastattelussa tulivat esille seuraavat ilmanvaihtoon liittyvät ongelmat:

- useassa vastauslomakkeessa viitattiin ruokalan veto-ongelmiin
- kotitalousluokissa on riittämätön ilmanvaihto, joka korostuu lihaa ruskistaessa. Vastauslomakkeissa toivottiin mahdollisuutta lisätä ilmanvaihtoa käyttäjän toimesta tarvittaessa.
- kotitalousluokkien ja/tai keittiön käryt leviävät käytävälle
- kuntosalin ilmanvaihto koettiin yhdessä lomakkeessa riittämättömäksi ja toivottiin mahdollisuutta lisätä ilmanvaihtoa käyttäjän toimesta tarvittaessa
- useassa vastauslomakkeessa viitattiin matematiikan opettajien työtilan hajuongelmiin
- keittiön huuvien edessä esiintyy vetoa
- ATK-luokkien lämpötila nousee korkeaksi, kun koneet ovat olleet pitkään käytössä (riittämätön ilmanvaihto?).

Em. ongelmat liittyvät ainakin osittain ilmavirtojen perussäätöön. Kotitalousluokkien, keittiön ja ruokalan ATK-luokkien sekä matematiikan opettajien työtilojen osalta on suoritettava ilmavirtojen tarkistusmittaukset ja tehtävä tarvittavat korjaukset. Ilmanvaihdon tehostamisiin liittyvät toivomukset vaativat jatkoselvittelyä niiden todellisen tarpeen ja mahdollisen toteutustavan osalta.

Valaistusoehjaustaulujen vaikutusaluemerkinnät

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