



LPSHP- HALLINTORAKENNUS

Energiakatselmus

Pernu Juho, Pesonen Otto & Rintala Mikko

Sisällysluettelo

Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä	2
Kohteen tiedot	2
Energiankulutus	2
Kohteen energiankäytön nykytila	5
Energian ja veden hankinta	5
Lämmitysjärjestelmän kuvaus	6
Sähköjärjestelmät	7
Vesi- ja viemärijärjestelmät	8
Ilmanvaihtojärjestelmät	8
Jäähdytysjärjestelmät	12
Rakenteet	12
Ehdotetut toimenpiteet	14
Lämmitysjärjestelmät	14
Ilmanvaihtojärjestelmät	14
Sähköjärjestelmät	15
Muut järjestelmät	15
Rakenteet	15
Vedenkulutus	16
Kulutusseuranta	16

Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimenpiteistä

Kohteen tiedot

Kiinteistö: LPSHP hallintorakennus
Osoite: Kauppakatu 25, 94100 Kemi
Rakennustyyppi: Hallintorakennus
Rakentamisvuosi: 1954
Peruskorjausvuosi: 1994
Rakennuksen tilavuus: 3500 m³

Energiankulutus

Rakennuksessa ei ole järjestetty kulutusseurantaa lämmön- tai sähkönkäytön osalta. Näin ollen on mahdotonta arvioida tarkasti kohteen nykyistä energiankulutusta ja korjausehdotusten aikaansaamaa säästöpotentiaalia.

Tämän kohteen energiakäytön osalta kulutuslukemat ovat arvioita, jotka perustuvat simulointiin, mittauksiin ja käyttötarkoitukseltaan vastaavien rakennuksien kulutukseen.

	Arvioitu kulutus	Arvioitu ominaiskulutus	Vertailurakennusten mediaani
Lämpöenergia	350-550 MWh	100-157 kWh/m ³	41,9 kWh/m ³
Sähköenergia	n. 64 MWh	18,2 kWh/m ³	19,3 kWh/m ³
Vedenkulutus	380 m ³ /a	109 dm ³ /rm ³	61 dm ³ /rm ³

Taulukko 1: Yhteenveto arvioituista energiankulutuksista

Taulukossa 1. vertailurakennuksien arvoina on käytetty julkisten toimistorakennuksien mediaanikulutuksia. Taulukosta nähdään sähkönkulutuksen olevan hyvällä tasolla vertaillessa muihin toimistorakennuksiin. Vedenkulutuksen osalta ollaan huomattavasti korkeammalla, mikä osin selittyy saunatilojen käytöllä.

Lämmönkulutuksen arviointi on hyvin hankalaa erityisesti ilmanvaihdon käyttöaikojen epävarmuuden ja selvittämättömän ilmanvuotoluvun vuoksi. Rakennuksen yläpohjan eristystaso on myös mahdotonta todentaa rakenteita rikkomattomilla tutkimuksilla. Optimistisillakin laskennan lähtöarvoilla tulokseksi saadaan yli 300 MWh vuosikulutus. Seuraavilla ratkaisuilla voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä energiankulutuksessa.

Lämpö

- Lämmönkulutuksen seuranta
- Ilmanvaihdon aiheuttaman alipaineen tasaaminen

- Ilmavuotojen tiivistäminen
- Tuloilmakoneen lämmöntalteenotto (LTO)
- Lämpöjohtoon ja IV-kanavan eristäminen

Sähkö

- Sähkönkulutuksen seuranta
- Ilmanvaihtokoneiden tuloilman lämpötilan säätö

Vesi

- Aktiivinen vedenkulutuksen seuranta muun kulutusseurannan lisäksi

Kohteen energiankäytön nykytila

Energian ja veden hankinta

Hallintorakennuksen lämmitysvesi ja käyttövesi tuodaan aluelämpöverkkoa pitkin sairaalarakennuksen lämmönvaihtimelta. Kohteeseen ei ole asennettu alamittausta lämpöenergialle.



Kuva 1: Alajakokeskus

Lämmitysjärjestelmän kuvaus

Kohteen lämmönjakelu on toteutettu vesikiertoisella patteriverkostolla ja lämmönjakokeskuksesta lähtee myös oma haara tuloilmakoneen lämmityskennolle. Lämmityspatterit ja termostaatit ovat pääasiassa hyväkuntoisia.

Pattereiden lämpötiloja mitattiin katselmuksen yhteydessä, jolloin havaittiin korkeimpien lämpötilojen olevan n. 59 °C, kiertoveden lämpötilan ollessa n. 62-63 °C. Vuoden 1994 LVI työselosteessa on veden korkeimman lämpötilan raja-arvoksi mainittu 65 °C. Lämpöjohto kulkee osan matkasta rakenteissa eristämättömänä, minkä vuoksi esimerkiksi eteisessä 103 tavataan usein huomattavaa yllilämpöisyyttä.



Kuva 2: Eristämätön lämpöjohto eteisessä 103

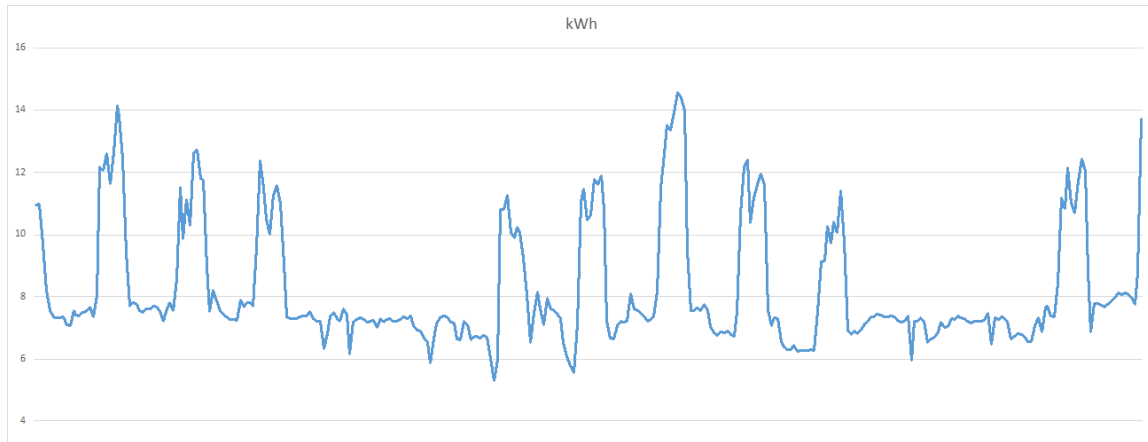
Huonelämpötilat olivat katselmointihetkellä pääsääntöisesti varsin hyvällä tasolla (20-22 °C), mutta kahden viikon seurantajaksolla lämpötilakeskiarvo oli pudonnut itäsiiven ensimmäisessä kerroksessa oletettavasti kylmempien sääolosuhteiden johdosta alle 20 asteen.

Sähköjärjestelmät

Kohteessa ei ole omaa alamittauskeskusta, joten tutkimus tehtiin toteuttamalla kahden viikon mittainen seuranta suoraan rakennuksen nousujohtoa mittaamalla. Nousujohtosta mitattiin viiden minuutin intervalleissa kaikkien kolmen vaiheen sekä nollajohtimen jännitteet ja virrat. Mittaustuloksista voidaan lukea viiden minuutin aikavälein minimi-, maksimi- ja keskiarvot jännitteistä ja virroista vaiheittain.

Mitatuista tuloksista laskettiin viiden minuutin keskiarvoilla keskitehot, joista laskettiin mittausaikavälillä kulutettu sähköenergiamäärä käyttämällä tehokertoimena arvioitua arvoa ($\cos\phi 0,7$). Arvio perustuu kiinteistöissä havaittuihin sähkölaitteisiin.

Vuoden arvioitu kulutettu sähköteho saatiin kertomalla laskettu kahden viikon laskennallinen kulutettu sähköteho 26:lla ja kertomalla vielä saatu tulos 0,9:llä kompensoimaan kesäkuukausien aikana vallitsevaa pienempää sähkönkulutusta. Laskennallinen vuosittainen sähkönkulutus kiinteistöissä on 63,78 MWh



Kuva 3: Sähkön tuntikulutuskäyrä ajalta 15-29.1.19

Tuntikulutuskäyrä on hyvin tyypillinen toimistorakennukselle. Kuvaajasta nähdään selvästi työajalle osuvat kulutushuiput. Yö- ja viikonloppukulutus on käytännössä rakennuksen pohjakuorma, eli ilmanvaihtolaitteista, pumpuista ja sähkölämmittimistä muodostuva kulutus.

Pohjakulutus n. 7,5 kWh

Huippu n. 14,5 kWh (molemmat osuvat keskiviikolle)

Vesi- ja viemärijärjestelmät

Kohteen vesikalusteiden virtaamia mitattiin katselmoinnin yhteydessä Oraksen mittakupilla. WC tilojen pesuallashanoista mitattiin 10-13 l/min ja taukutilojen keittiöhanoista 17 ja 18 l/min virtaamat, tuloksia voidaan pitää hieman korkeina. Rakennuksen vedenkulutus, 380m³, on huomattavasti korkeampi verrattuna keskiverto toimistorakennuksiin Suomessa. Tämä selittyy saunatilojen käytöllä. Vuotavia vesikalusteita ei havaittu katselmoinnin yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmät

Länsisiiven Ilmanvaihdosta vastaa kerroskohtaiset LTO-laitteistolla varustetut tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet. Koneiden ohjaus on järjestetty koneen läheisyyteen

sijoitetulla erillisellä käyttöpaneelilla. Ilmamäärät 2. kerroksen koneelta mitattaessa oli tulo n. 70 l/s ja poisto n. 90 l/s. Ensimmäisen kerroksen koneen ilmamäärää ei voitu mitata puuttuvien mittayhteiden vuoksi.

Kerros	1	2
Ulko	-3°C	-1°C
Tulo	21°C	24°C
Pois	21°C	17°C
Jäte	6°C	3°C

Taulukko 2: Ilmanvaihtokoneiden lämpötilat

Toisen kerroksen ilmanvaihtokoneen tuloilman lämpötila oli huomattavan korkealla tasolla, ja poistoilman lämpötila yllättävän matalalla huonelämpötilaan nähden. Poistoilman tulisi normaalisti olla hyvin lähellä huoneilman lämpötilaa, joten tästä voidaan olettaa poistoilman jäähtyvän matkalla päätelaitteelta ilmanvaihtokoneelle kylmäsiltojen tai ilmavuotojen myötä. Näin ollen voidaan olettaa myös tuloilman jäähtyvän matkalla koneelta päätelaitteelle.

Antureiden toiminta ja ilmavirtojen todellinen lämpötila tulisi varmistaa ja mikäli jäähtymistä todetaan tapahtuvan, tulee kyseinen kanava eristää tai kylmän lähde poistaa.

Deekax talteri DIVK-C220

- Tulopuhallin: 520 W
- Poistopuhallin: 520 W
- Etulämmitysvastus: 1000 W
- Jälkilämmitysvastus: 1000 W
- Max ilmamäärä 220 l/s
- IV:n tarvitsema energiamäärä n. 19 MWh/a
- LTO:lla saavutettu energiansäästö n. 11 MWh



- Ostoenergian kulutus n. 8 MWh/a

Itäsiiven ilmanvaihto on toteutettu ullakkotiloihin sijoitetuilla LTO-varustetuilla ilmanvaihtokoneilla. 1. kerroksen ilmanvaihdosta huolehtivasta koneesta mitattiin n. 75 l/s tuloilmavirta, lämpötilan asetusarvon ollessa n. 23 °C. Koneen ohjaus tapahtuu koneen kyljessä olevista säätimistä ja puhallustehoa voidaan säätää myös erillisestä ohjausyksiköstä.

Toimistotilojen ilmanvaihdon päätelaitteita tarkasteltaessa havaittiin järjestelmän olevan säädön tarpeessa. Osa päätelaitteista oli sijoitettu suoraan työpisteen yläpuolelle, minkä vuoksi käyttäjät valittivat vedon tunnetta. Yksi päätelaitteista oli myös peitetty paperilla vedon tunteen estämiseksi. Neuvotteluhuoneessa havaittiin useita IV-päätelaitteita, mutta aistinvaraisesti ja hiilidioksidimittauksien perusteella ilmavirta on käytön aikana riittämätön. Seurantajakson aikana havaittiin neuvottelutilassa jopa 2000 ppm CO₂ pitoisuuksia, mikä ylittää selvästi toimenpiderajat.



Kuva 4: Tuloilma ei saa virrata suoraan oleskeluvyöhykkeen ohi poistoilman päätelaitteisiin

Ilto 800 405

- Puhallinteho 820W
- Jälkilämmitysvastus: 1500W



Kellarin kokoustilojen ilmanvaihdosta vastaa erillinen tuloilmakone ja huippuimuri. Tuloilmamääräksi mitattiin jopa 2,5-3 m³/s. Ilmamäärää voidaan pitää todella suurena palveltavien tilojen kokoon ja käyttöasteeseen nähden.

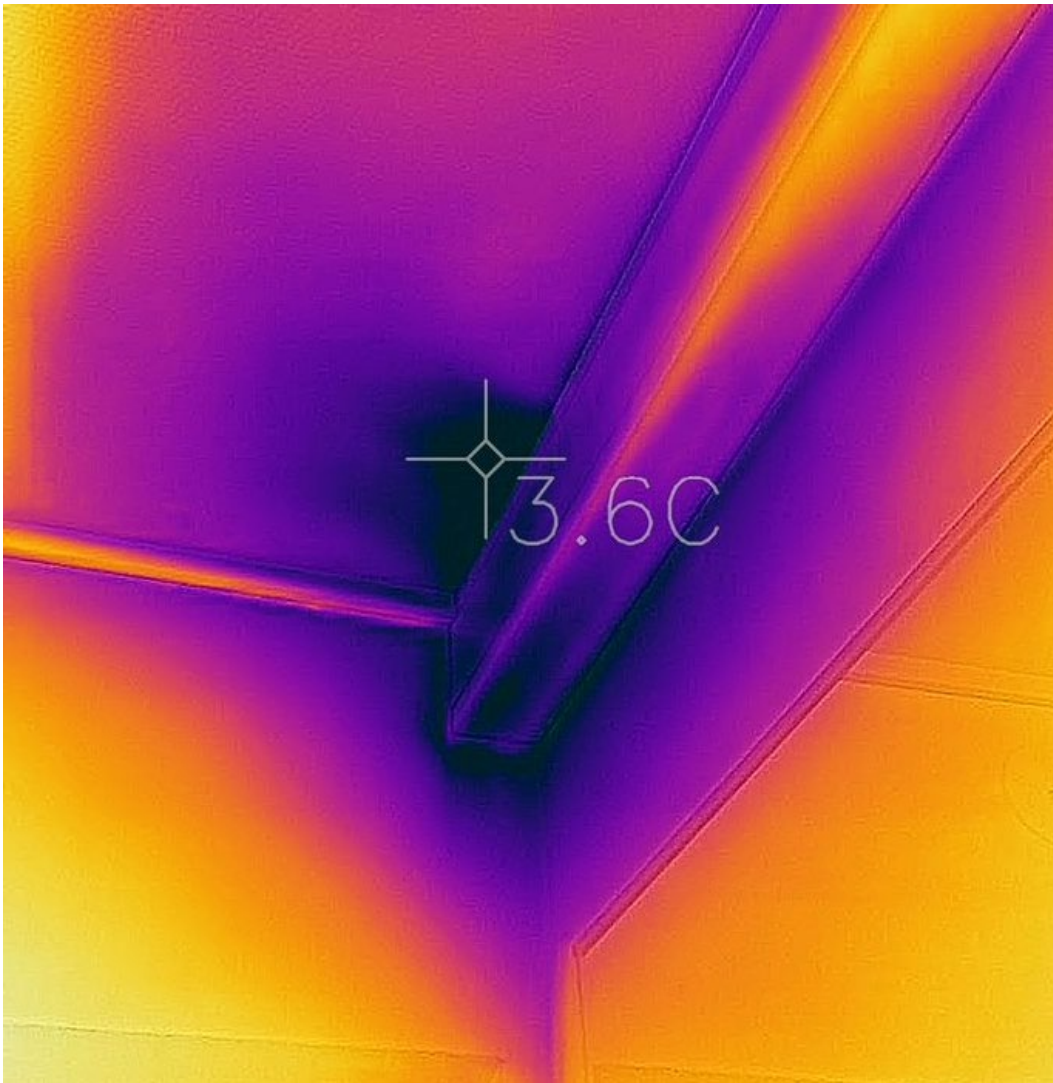
Esimerkiksi 2,5 kuution lämmittäminen sekunnissa kaksikymmentä astetta lämpimämmäksi vaatii jopa 60 kW tehon lämmityspatterilta.

Jäähdytysjärjestelmät

Kellarin kokoustilassa on kiertoilmakone lämmitys- ja jäähdytystoiminnolla. Jäähdytystehoksi tyypikilpi kertoo 4,42 kW ja lämmitystehoksi 6,24 kW. Koneen ulkoyksikkö on asennettu rakennuksen eteläseinälle.

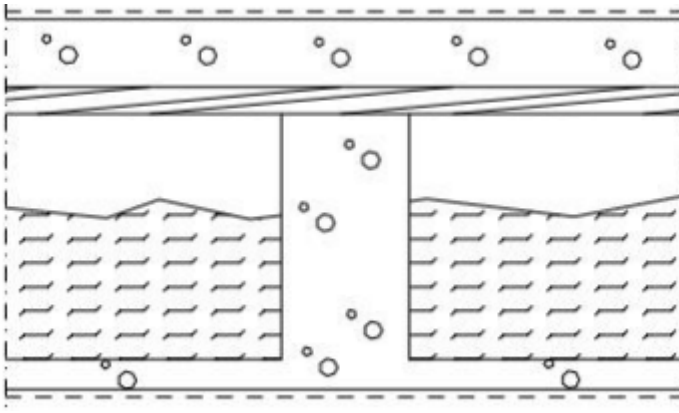
Rakenteet

Katselmoinnin yhteydessä tutkittiin rakenteiden pintalämpötiloja lämpökameralla (Flir One Pro) ja infrapunalämpömittarilla. Rakennuksessa vallitseva suuri alipaineisuus aiheuttaa hallitsematonta korvausilman tunkeutumista sisätiloihin. Erityisesti tiivistämättömät läpiviennit aiheuttivat erittäin matalia pintalämpötiloja, jopa keskellä rakennusta.



Kuva 5: Kaapelikourun läpivienni

Seinärakenteena on aikakaudelle tyypillisissä rakennuksissa yleisesti käytetty 1½ tiilen vahvuista massiivitiilirakennetta n. 50-100mm villaeristyksellä. Välipohjat ja yläpohja on rakennuspiirrosten perusteella toteutettu 50 tai 60 senttiä vahvalla kaksoislaattarakenteella. Yläpohjan kaksoislaatan täyttönä on yleisesti käytetty orgaanisia eristeitä. Ikkunat olivat tarkasteltaessa hyväkuntoisia eikä vuotoja havaittu.



Kuva 6: Kaksoislaattarakenne

Ehdotetut toimenpiteet

Lämmitysjärjestelmät

Mikäli rakennuksen tiiveyttä, lämpövuotoja tai IV-järjestelmää lähdetään korjaamaan, niiden jälkeen tulisi tehdä patteriverkoston perussäätö. Perussäädön tulee olla viimeisenä tehtävä toimenpide, jotta hyöty saavutetaan.

Ilmanvaihtojärjestelmät

Kohteen ilmanvaihtojärjestelmä on tutkimuksien perusteella liian alipaineinen, mikä aiheuttaa kylmiä ilmavirtoja ja pintalämpötiloja eri puolilla rakennusta. Myös osa käyttäjien kokemista sisäilmaongelmista voi selittyä epäpuhtaalla hallitsemattomalla korvausilmalla.

- Ilmanvaihdon tasapainottaminen

Säätämällä tilojen tulo- ja poistoilmamäärät tasapainoon ja tiivistämällä läpiviennit, voidaan välttää suuri osa havaituista ilmapuodoista. Ilmanvaihdon säädön yhteydessä tulisi myös selvittää, onko tiloissa käytetyt päätelaitteet tarkoituksenmukaisia.

- Tuloilmakoneen LTO

Tällä hetkellä kohteen suurin yksittäinen energiankulutuskohte on kellarin tuloilmakoneen lämmityspatteri. Koneen ilmamäärät vaikuttavat mittauksen perusteella erittäin suurelta tilan käyttöasteeseen nähden. Mikäli LTO-laitteiston asentaminen ei ole mahdollista, tulisi koneen ilmamäärät tarkistaa ja järjestää tilojen käyttäjille koneen ohjausmahdollisuus.

Sähköjärjestelmät

- Tuloilman lämpötilan alentaminen

Toimistotilojen ilmanvaihtokoneiden tuloilman lämpötila-asetukset olivat välillä 21-24°C. Alentamalla lämpötilaa n.17-20 asteeseen, voidaan saavuttaa pientä säästöä sähkönkulutuksessa. Toisaalta käyttäjät ovat valittaneet ilmanvaihdon aiheuttamaa vedon tunnetta, joten ratkaisu voi pahentaa tilannetta.

Muut järjestelmät

Energian, veden ja sähkön säästämiseksi tärkein tehtävä olisi järjestää kulutuksen säännöllinen seuranta, jonka perusteella voidaan asettaa käytölle tavoitetaso. Kulutuspoikkeamista voidaan havaita myös viallisia laitteita tai järjestelmien turhaa käyttöä.

Tällä hetkellä ilmanvaihtojärjestelmä on osassa rakennusta hyvin vaikeaselkoinen ja hetkittäin riittämätön. Tulisi selvittää mitkä laitteet, kanavat ja ohjauskytkimet ovat toiminnassa. Mikäli käyttäjällä on mahdollisuus vaikuttaa tilan ilmanvaihtojärjestelmien käyttöön, tulisi heitä opastaa järjestelmän käytössä.

Rakenteet

Rakennuksessa olevia läpivientejä tulisi tiivistää, koska sillä on vaikutusta energiatehokkuuteen kuin myös viihtyvyyteen. Porraskäytävän yläpohjan lisäeristysmahdollisuus tulisi selvittää, kuin myös eristämättömien tai puutteellisesti eristettyjen lämpö- ja IV-kanavien eristys.

Vedenkulutus

Vedenkulutus on ollut huomattavasti korkeampaa, kuin keskiarvo toimistorakennuksella Suomessa. Käyttöveden painetaso tulisi selvittää ja mahdollisuuksien mukaan asentaa paineenalennusventtiili veden virtauksen pienentämiseksi. Huomioon tulee kuitenkin ottaa, onko kiinteistössä sellaisia vesikalusteita, jotka vaativat toimiakseen tietyn painetason. Veden virtausnopeuden tulisi pysyä myös verkoston epäedullisissa osissa suositusarvojen mukaisina paineenalennamisen jälkeen.

Kulutusseuranta

Kulutusseurannan käyttöönotto lämmön ja sähkön osalta on kiinteistön tärkein toimenpide. Kulutusseurannan myötä tiedetään mitä kulutetaan ja säästökohteita löydetään helpommin. Kulutusseurantaa pitäisi toteuttaa vähintään kuukausitasolla niin lämmön, sähkön kuin veden osalta. Kulutuksen epänormaalista vaihtelusta voidaan havaita laitteiden vikaantumista ja muutoksia laitteiden käytössä.