



Mika Hakkarainen

Kiinteistön energiatehokkuuskatsel- mus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

22.3.2025

Tiivistelmä

Tekijä: Mika Hakkarainen
Otsikko: Kiinteistön energiatehokkuus katselmus
Sivumäärä: 49 sivua + 4 liitettä
Aika: 22.3.2025

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka
Ammatillinen pääaine: LVI-suunnittelu
Ohjaajat: Yliopettaja Aki Valkeapää
Toimitusjohtaja Martti Pennanen

Insinööriyössä toteutettiin tilaajan omistamaan kiinteistöön energiatehokkuuskatselmus. Työn tavoitteena oli parantaa nykyisten lämmitys-, jäähdytys-, ja ilmanvaihtojärjestelmien käytönaikaista energiatehokkuutta. Tämän lisäksi tarkasteltiin kiinteistöön soveltuvia perusparannushankkeita, joilla voidaan tehostaa energiankulutusta.

Työn alussa kiinteistössä otettiin käyttöön toimistokerrosten olosuhdeseurantajärjestelmä, joka toteutettiin Caverion SmartView:llä. Järjestelmällä haettiin valittujen huoneanturien keräämä lämpötilatieto automaatiojärjestelmästä. Seuranta aloitettiin noin vuosi ennen varsinaista katselmusta, jotta mitatut tiedot toimistotilojen lämpötiloista lämmitys- ja jäähdytyskaudelta olivat käytettävissä katselmuksen aikana.

Katselmuksessa tarkasteltiin kiinteistön toteutuneet lämpötilat, veden-, sähkön- ja kaukolämpöenergian kulutukset. Lisäksi kartoitettiin järjestelmän nykyisen energiakulutuksen tehostamiseen tähtääviä parannusehdotuksia, jotka perustuivat automaatiojärjestelmän toimintaan. Tarkastelussa huomioitiin myös havaitut toiminnalliset puutteet, joilla ei kuitenkaan välttämättä ollut suoraa vaikutusta energiatehokkuuteen.

Tarkasteltavat perusparannushankkeet olivat henkilöstöravintolan poistoilmapuhaltimen käytön optimointi, poistoilmapuhaltimen korvaaminen lämmöntalteenotolla varustetulla ilmanvaihtokoneella, aurinkosähkön käytön lisääminen, maalämpöjärjestelmän alustava tarkastelu sekä vedenjäähdytyskoneen korvaaminen vesi-ilmalämpöpumpuilla.

Insinööriyössä löydettiin automaatiojärjestelmästä useita lämpötilojen ja käyntiaikojen asetusarvoja, joita muuttamalla voidaan pienentää energiankulutusta. Perusparannushankkeiden tarkastelussa löydettiin useita toteutuskelpoisia vaihtoehtoja nykyisille järjestelmille.

Avainsanat: energiatehokkuus, energiakatselmus, olosuhdeseuranta, kiinteistön energiankulutus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Mika Hakkarainen
Title: Energy Audit of Building
Number of Pages: 49 pages + 4 appendices
Date: 22 March 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Design
Supervisors: Aki Valkeapää, Principal Lecturer
Martti Pennanen, CEO

The purpose of this final year project was to identify ways to improve the energy efficiency of an existing building. The project focused on one hand on the performance of the current technical systems of the building, and on the other hand on refurbishment projects suitable for the building that would reduce its total energy consumption.

Prior to the project, the building's indoor temperature performance was monitored for one year. Therefore, temperature data throughout both the heating and cooling periods were available for the project. The building's energy consumption performance was analysed, and the building automation system and technical plannings were studied.

The project resulted in several improvement proposals for optimizing the setup values in the building automation system. Furthermore, a suggestion to improve the energy efficiency of the ventilation system of the restaurant kitchen in the building by reducing use of extraction air fan was presented. To compensate for the building's electricity consumption, an additional solar power system was designed. Preliminary investigations were conducted for heating and cooling solutions, including ground heat and air-to-water heat pumps.

In conclusion, the building owner received multiple improvement solutions to improve the energy efficiency of the existing systems and potential investment options.

Keywords: energy efficient, energy investigation, energy consumption

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Energiatehokkuuskatselmuksen ajoittaminen	1
3	Kiinteistön perustiedot	3
3.1	Kiinteistön esittely	3
3.2	Rakennuksen tekninen toteutus	4
4	Kiinteistön energiankulutus	5
4.1	Energiankulutuksen seuranta	5
4.2	Sähkönkulutus	6
4.3	Vedenkulutus	7
4.4	Kaukolämmön kulutus	10
5	Kiinteistön sisäolosuhteet	13
5.1	Sisäympäristön lämpötilanseurannan toteutus	13
5.2	Lämpötilanseurannan tulokset	16
6	Nykyisten LVI-järjestelmien energiatehokkuus	20
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	20
6.2	Lämmitysjärjestelmä	23
6.3	Vesi- ja viemärijärjestelmä	29
6.4	Jäähdytysjärjestelmä	31
7	Energiatehokkuutta parantavat toimet	35
7.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	35
7.1.1	Keittiön ilmanvaihdon optimointi	35
7.1.2	Huippuimurien käyttö kohdepoistoina	36
7.1.3	Huippuimurin korvaaminen ilmanvaihtokoneella	37
7.2	Maalämpöjärjestelmän tarkastelu	38
7.3	Aurinkosähköjärjestelmä	40
7.4	Ilma-vesilämpöpumppu tarkastelu	41
7.5	Toimenpide-ehdotukset ja säästöpotentiaalit	45
8	Yhteenveto	46

Liitteet

Liite 1: Kyselyn kysymykset ja vastaukset

Liite 2: Automaatio-järjestelmän kehitysideat

Liite 3: FlowHero järjestelmän säästölaskelma

Liite 4: Aurinkovoimalan laskentatiedot ja tulokset

1 Johdanto

Tämän insinööriyön toimeksiantajana on anonyymi kiinteistöosaakeyhtiö. Opin- näytetyön tavoitteena ja rajauksena on tarkastaa kiinteistön energiakulutukseen vaikuttavat vesi-, viemärointi-, ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät. Tarkastuksen avulla on tarkoitus löytää ratkaisuja, joilla parannetaan kiinteistön energiatehokkuutta. Energiatehokkuuskatselmuksessa tilaajalle laaditaan toimenpide-ehdotuksia, joiden tavoitteena on laskea energiankulutusta ja saada tietoa niiden vaikutuksista hiilidioksidipäästöihin (1).

Insinööriyön tavoite voidaan jakaa kahteen osakokonaisuuteen: Ensimmäisessä kokonaisuudessa tarkastellaan ja pyritään kehittämään nykyisten järjestelmien energiatehokkuutta. Tämän kaltaiset kehitysehdotukset eivät yleensä edellytä suuria investointeja. Toisena kokonaisuutena tutkitaan järjestelmien perusparannusten avulla saavutettavia energiakulutuksen säästötoimenpiteitä. Tämänkaltaiset ratkaisut edellyttävät usein suurempia investointeja, mutta vastaavasti näin saavutetaan suurempia säästötoimenpiteitä. Työssä arvioidaan investointien toteutuskelpoisuuksia takaisinmaksuaikojen perusteella.

2 Energiatehokkuuskatselmuksen ajoittaminen

Energiakatselmuksen toteutuksen ajankohtaa pohdittaessa usein ajatellaan, että uudehkoihin kiinteistöihin ei ole tarvetta toteuttaa katselmuksia. Tämän luonteinen päätelmä on kuitenkin usein virheellinen.

Insinööriyön tekijä on osallistunut useiden uusien kiinteistöjen käyttöönottoihin. Käyttötarkoituksiltaan kiinteistöt ovat olleet toimistoja, kauppakeskuksia ja logistiikkarakennuksia. Yhteinen tekijä kaikissa käyttöönotoissa ja takuuajoina on ollut lukuisat virheet ja puutteet toteutuksissa. Taloteknisissä järjestelmissä on ollut usein toiminnallisia puutteita, eivätkä ne ole toimineet suunnitellulla tavalla. Tästä on ollut seurauksena, että kiinteistöjen käyttäjille on aiheutunut monenlaisia käytönaikaisia haittoja. Tyypillisiä haittoja ovat olleet puutteet

lämmityksessä, jäähdytyksessä sekä ilmanvaihdossa. Lisäksi kiinteistön järjestelmät ovat kuluttaneet ylimääräistä energiaa, koska ne eivät ole toimineet suunnitellusti.

Kokemusperäisen tiedon tueksi insinööriyössä toteutettiin lyhyt kysely kolmelle alalla työskentelevälle henkilölle. Kyselyyn vastanneet henkilöt ovat toimineet talotekniikkavalvojina, suunnittelijoina, urakoinnissa sekä kiinteistöjen energiatehokkuuden kehitystehtävissä. Kyselytulokset osaltaan tukevat päätelmää, että energiatehokkuuteen vaikuttavissa taloteknisten järjestelmien asetusarvoissa sekä niiden yhteistoiminnoissa on usein puutteita. Kyselyn kysymykset ja vastaukset löytyvät liitteestä 1.

Granlund Oy:n on julkaissut tutkimusraportin Talotekniikan tila kiinteistö- ja rakennusalalla, ja sen on toteuttanut Taloustutkimus Oy. Tutkimusraportti on julkaistu 13.10.2022. Tutkimuksen kohderyhmät olivat kiinteistö- ja rakennusalan liiketoiminnan kehitysjohtajat, ylimmät päättäjät ja liiketoimintajohtajat. Tutkimuksessa selvitettiin haastatteluin, kuinka kohderyhmät näkivät talotekniikan tämänhetkisen tilan ja mahdollisuudet. (2.)

Kyselyn tuloksia tarkasteltiin opinnäytetyön aiheen näkökulmasta. Tutkimusraportista poimittiin seuraavat keskeiset kysymykset. Vastajilta kysyttiin, missä neljästä osa-alueesta nähdään eniten kehitystarpeita, suunnittelussa, käyttöönotossa, toteutuksessa tai hankinnoissa. Vastajista 68 % vastasi joko suunnittelu tai käyttöönotto. Vastajilta selvitettiin, missä talotekniikan osa-alueissa he näkevät kehitettävää. Vastajista 28 % vastasi tärkeimmäksi kehityskohteeksi energiatehokkuuden. (2, s. 6, 23.)

Yhteenvedona voidaan todeta, että kokemusperäiset havainnot vastaavat alan yleisiä näkemyksiä. Tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätelmä, että uusien kiinteistöjen toteutuksissa nähdään monilla osa-alueilla kehitettävää sekä puutteellisia toteutuksia. On syytä tunnistaa, että tavoitetasoa enemmän energiaa käyttävä kiinteistö ei välttämättä aina aiheuta haittaa kiinteistön käyttäjille. Näin puutteiden havaitseminen jää kiinteistönomistajan ja ylläpito-organisaation

tehtäväksi. Ylimääräistä kulutusta aiheuttavien puutteiden löytäminen vaatii usein laaja-alaista osaamista ja kokemusta. Tämän takia energiaa kuluttavat puutteet jäävät usein huomaamatta. Energiatehokkuuskatselmuksen toteuttaminen myös uudehkoihin kiinteistöihin johtaa usein energiategokkuuden paraneamiseen.

3 Kiinteistön perustiedot

3.1 Kiinteistön esittely

Rakennustyyppiltään kiinteistö on toimistorakennus. Rakennus on valmistunut vuonna 2012, ja sen bruttopinta-ala on 24 377 brm² ja tilavuus 101 027,5 m³. Kuvassa 1 on nähtävissä rakennuksen julkisivu ja pääsisäänkäynnin puoleinen piha-alue. Kuva on otettu rakennusta sivuavalta kadulta.



Kuva 1. Kiinteistön julkisivu pääsisäänkäynnin puoleiselta sivulta.

Rakennus koostuu kahdesta osasta, joihin viitataan tässä työssä nimillä Talo A ja Talo B. Talo A on kuvassa 1 julkisivultaan tummempi osa ja Talo B vaaleampi. Kiinteistöt yhdistyvät toisiinsa lasirakenteisella osalla.

Talo A on julkisivultaan kaareva kuusikerroksinen toimisto-osa, jonka ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee lounasravintola. Rakennuksen ylimmässä

kerroksessa on lisäksi sauna sekä kokoustiloja ja tämä kerros on osittain sisäänvedetty. Ullakolla on kiinteistön tekninen tila, jossa sijaitsevat muun muassa ilmanvaihtokoneet.

Talo B on seitsemänkerroksinen toimistorakennus. Rakennuksen ullakolla sijaitsee tekninen tila, jossa ovat muun muassa ilmanvaihtokoneet.

Rakennuksien alapuolella on kellarikerros, jossa sijaitsee pysäköintitiloja, kuntosali, sosiaalitilat, kiinteistön teknisiä tiloja sekä varastoja.

3.2 Rakennuksen tekninen toteutus

Kiinteistön lämmitysmuoto on kaukolämmitys, ja kiinteistö on liitetty Helen Oy:n kaukolämpöverkkoon. Kiinteistössä on yksi lämmönjakokeskus, joka sijaitsee Talo A:ssa. Molemmilla taloilla on omat lämmönsiirtimet.

Talo A:n lämmönjakokeskuksen siirtimien mitoitustehot:

- käyttövesi 250 kW
- lämmitys 150 kW
- ilmanvaihto 800 kW.

Talo B:n lämmönjakokeskuksen siirtimien mitoitustehot:

- käyttövesi 150 kW
- lämmitys 160 kW
- ilmanvaihto 480 kW.

Rakennuksessa on käytetty lämmönluovuttimina seinäasenteisia patteriradiaattoreita, suihkuhuoneissa vesikiertoisia lattialämmityspiirejä sekä toimistotiloissa palkkiverkostoa.

Talo A:n jäädytys on toteutettu vedenjäähdytyskoneella 401-VJK01, jonka kylmäaine on R134a ja jäähdytysteho 630 kW. Lisäksi kiinteistössä hyödynnetään vapaajäädytystä, jonka teho 200 kW. Talo B:n jäädytys on toteutettu

vedenjäähdytyskoneella 405-VJK01, jonka kylmäaine on R407C ja jäähdytysteho 590 kW. Lisäksi kiinteistössä hyödynnetään vapaajäähdytystä, jonka teho on 200 kW.

Talo A:n jäähdytyksen mitoitustehot:

- IV-jäähdytyspatteriverkosto 480 kW
- jäähdytyspalkkiverkosto 140 kW
- jäähdytyskonvektoriverkosto 120 kW.

Talo B:n jäähdytyksen mitoitustehot:

- IV-jäähdytyspatteriverkosto 430 kW
- jäähdytyspalkkiverkosto 170 kW
- jäähdytyskonvektoriverkosto 90 kW.

Tilakohtainen jäähdytys on toteutettu molemmissa taloissa puhallinkonvektoreilla sekä jäähdytyspalkeilla. Suurin jäähdytysteho molemmissa taloissa käytetään tuloilman jäähdyttämiseen.

Ilmanvaihto on toteutettu Talo A:ssa kahdeksalla ilmanvaihtokoneella ja yhdeksällä huippuimuria. Talo B:ssä on neljä ilmanvaihtokonetta ja neljä huippuimuria.

4 Kiinteistön energiankulutus

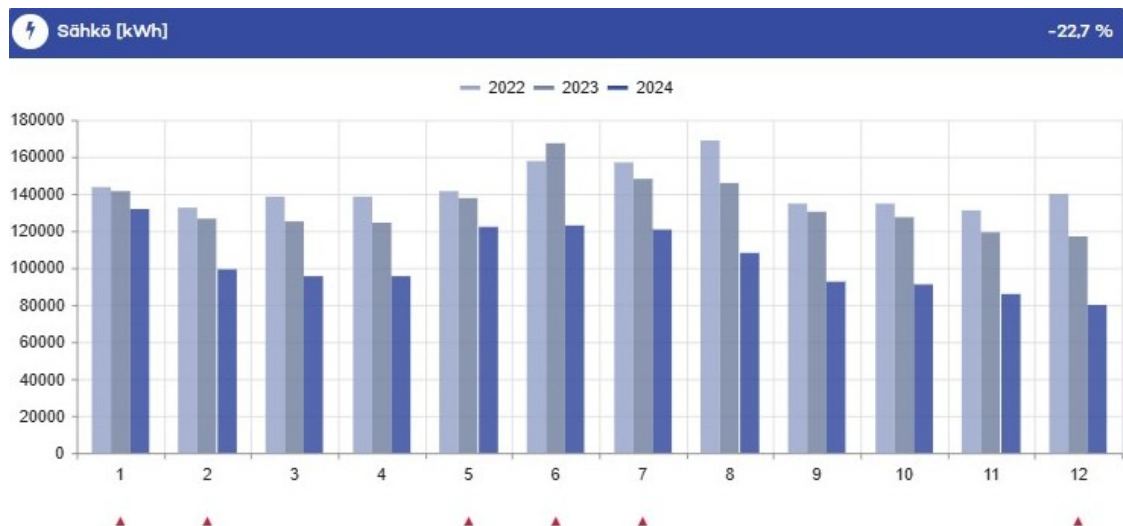
4.1 Energiankulutuksen seuranta

Kiinteistön energiankulutuksen seurantajärjestelmänä toimii EG Finland Oy:n Enerkey-ohjelma. Seurantajärjestelmän käyttö tuo useita hyötyjä kulutusseuranassa. Näitä ovat muun muassa hälytystiedotukset kulutuspoikkeamista, kulutukseen liittyvien havaintojen dokumentointi sekä tiedon säilyttäminen yhdessä paikassa. (3.)

Kiinteistöstä mitataan sähkön- ja kaukolämmönkulutusta A- ja B-talon osalta sekä vedenkulutusta kahdella päämittarilla. Kulutustiedot tallentuvat järjestelmään tuntitasoisesti. Tässä työssä tarkasteltiin vuosien 2022–2024 kulutuksia.

4.2 Sähkönkulutus

Koko kiinteistön sähkönkulutus on nähtävissä kuvassa 2. Toteutuneet kulutukset on esitetty kuvassa kuukausitasolla vuosilta 2022–2024, yksikössä kWh. Kiinteistön sähkönkulutusta arvioitaessa on huomioitava Talo A:n katolla oleva aurinkovoimala, joka syöttää tuotetun sähköenergian Talo A:n sähköverkkoon.



Kuva 2. Koko kiinteistön sähkönkulutustiedot Enerkey ohjelmasta vuosilta 2022–2024, yksikössä kWh.

Lisäksi on huomioitava, että kiinteistössä on normaalista toimistorakennuksesta poikkeavia toimintoja, jotka vaikuttavat kohottavasti sähkön kulutukseen. Kyseisiä toimintoja ei yksilöidä tarkemmin.

Taulukossa 1 on esitetty lisäksi kuukausitasoiset sähkön kulutukset vuosilta 2022–2024 yksikössä kWh sekä prosentuaalinen muutos verrattuna vuoteen 2024.

Taulukko 1. Kiinteistön sähkönkulutus kuukausitasolla vuosina 2022–2024

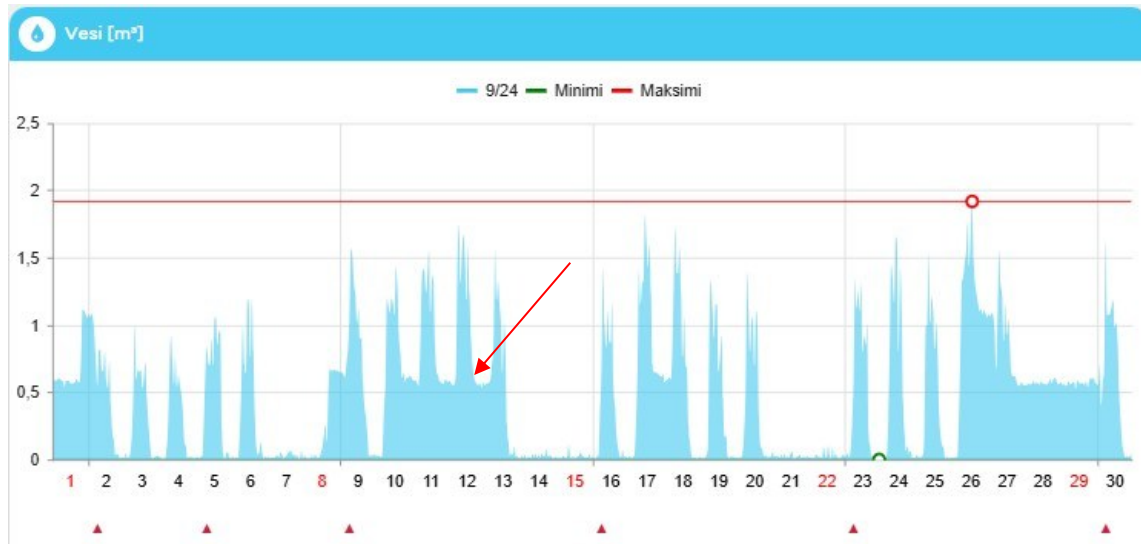
kuukausi	2022 (kWh)	2023 (kWh)	2024 (kWh)	2022→2024 %	2023→2024 %
1	143 702	141 368	131 905	-8,2 %	-6,7 %
2	132 464	126 073	99 254	-25,1 %	-21,3 %
3	138 148	124 811	95 552	-30,8 %	-23,4 %
4	137 899	123 980	95 259	-30,9 %	-23,2 %
5	140 934	137 816	122 010	-13,4 %	-11,5 %
6	157 134	167 366	122 449	-22,1 %	-26,8 %
7	156 648	147 837	120 661	-23,0 %	-18,4 %
8	168 214	145 902	105 058	-37,5 %	-28,0 %
9	134 876	129 961	92 266	-31,6 %	-29,0 %
10	134 499	126 869	90 804	-32,5 %	-28,4 %
11	131 006	119 377	85 824	-34,5 %	-28,1 %
12	139 430	116 735	79 655	-42,9 %	-31,8 %
yhteensä	1 714 954	1 608 096	1 243 725		

Tiedot on kerätty Enerkey-järjestelmästä tammikuussa 2025. Kulutustiedoista voidaan tehdä arvio säästöpotentiaalista vertaamalla kiinteistön ominaiskulutusarviota esimerkiksi Motivan julkaisemiin kiinteistötyypeittäin jaoteltuihin ominaiskulutusarvoihin. Kyseinen kiinteistö poikkeaa energiankulutukseltaan tyypillisestä toimistokiinteistöstä, jonka takia vertailua ei toteutettu. (4. s. 18–19.)

4.3 Vedenkulutus

Vedenkulutusta tarkasteltiin talojen yhteiskulutuksesta. Normaaliin toimistotaloon verrattaessa on hyvä huomioida lounasravintolan vaikutus kokonaiskulutukseen. Kulutuksen arviointi aloitettiin vertailemalla kuukausikohtaisia kulutuksia eri vuosien välillä. Tämän jälkeen tarkastettiin tuntikohtaiset kulutukset vuoden 2024 osalta. Tuntitasolla on tärkeää tarkastella öisin ja viikonloppuisin tapahtuvaa kulutusta. Jos kiinteistössä ei ole ympärivuorokautista käyttöä ja

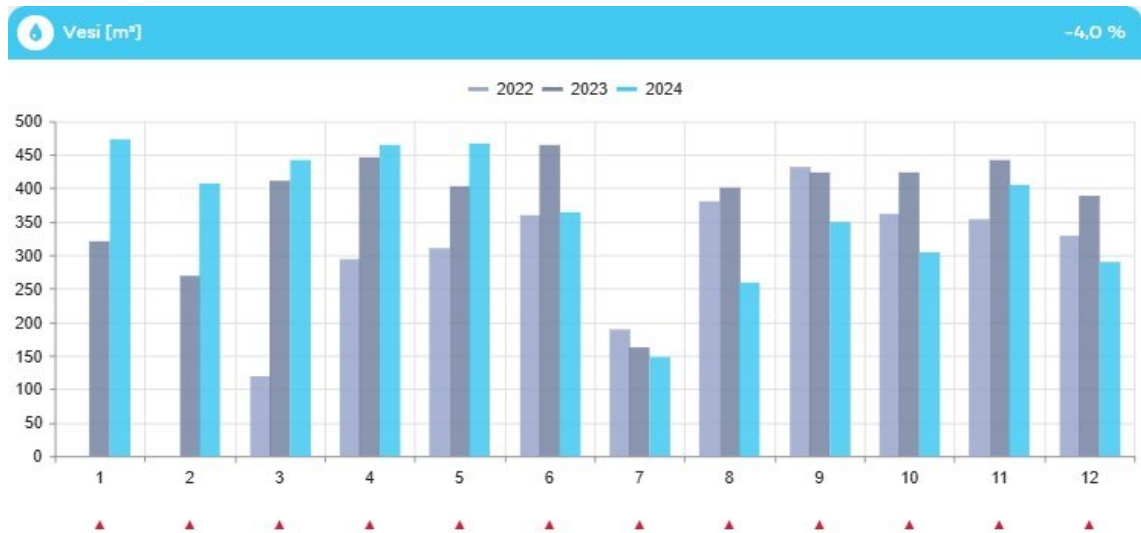
havaitaan jatkuvaa kulutusta vuorokauden läpi, antaa se viitteen mahdollisesta vuodosta. Yksi yleinen esimerkki tällaisesta on vesikalustevuoto, jonka tyypillinen esimerkki on wc-istuimen huuhtelun osittainen päälle jääminen. Kuvassa 3 on tyypillinen esimerkki siitä, kuinka vesikalustevuoto näkyy kulutusseuranassa vuorokauden läpi jatkuvana vedenkulutuksena.



Kuva 3. Esimerkki vesikalustevuodon aiheuttamasta kulutuksesta. Kuvakaappaus Enerkey-ohjelmasta.

Tuntitasoisessa kulutustarkastelussa havaittiin, että kiinteistöissä on ollut ympäri vuorokauden jatkuvia vedenkulutusjaksoja. Nämä ovat aiheuttaneet ylimääräistä vedenkulutusta 0,35–0,65 m³/h. Tämän tyyppiset vuodot ovat tyypillisiä vesikalustevuotoja. Jatkuvat kalustevuodot aiheuttavat varsin helposti kuukausitasolla merkittävää veden ylimääräistä kulutusta (5).

Kuvassa 4 on esitetty diagrammi veden kuukausittaisesta kulutuksesta kuutina vuosien 2022–2024 aikana.



Kuva 4. Kiinteistön vedenkulutustiedot Enerkey ohjelmasta vuosilta 2022–2024 yksikössä m³.

Koska käyttöasteet ovat vaihdelleet merkittävästi, kulutustieto ei anna oikeaa kuvaa normaalitilanteesta. Tämän takia vuositasoinen ominaiskulutusvertailu jätettiin tekemättä. Taulukossa 2 on esitetty kulutustiedot kuukausitasolla vuosilta 2022–2024 yksikössä kWh sekä prosentuaalinen muutos verrattuna vuoteen 2024.

Taulukko 2. Kuukausikohtaiset vedenkulutukset vuosina 2022–2024.

kuukausi	2022 (m3)	2023 (m3)	2024 (m3)	2022→2024 (%)	2023→2024 (%)
1		319,31	471,72		47,7 %
2		268,39	406,40		51,4 %
3		411,49	441,44	273,6 %	7,3 %
4	293,56	445,15	463,81	58,0 %	4,2 %
5	309,53	401,65	465,29	50,3 %	15,8 %
6	358,86	465,08	364,19	1,5 %	-21,7 %
7	189,20	162,07	147,77	-21,9 %	-8,8 %
8	379,46	399,82	259,33	-31,7 %	-35,1 %
9	431,48	423,05	348,56	-19,2 %	-17,6 %
10	362,11	423,49	304,45	-15,9 %	-28,1 %
11	352,21	442,28	405,10	-15,0 %	-8,4 %
12	328,86	387,12	289,47	-12,0 %	-25,2 %
yhteensä	3 123,44	4 548,90	4 367,53		

Tiedot on kerätty Enerkey-järjestelmästä tammikuussa 2025. Kulutustiedoista voidaan havaita, kuinka koronapandemia vaikutti kulutukseen vuonna 2022. Pandemian aikana toimitilojen käyttöasteisiin tuli merkittäviä muutoksia ja etätyöskentely otettiin laaja-alaisesti käyttöön, mikä vähensi vedenkulutusta. (6. s. 13.)

4.4 Kaukolämmön kulutus

Kaukolämmityksen osalta tiedot kerättiin suoraan normeerattuna Enerkey-järjestelmässä. Normeerauksessa kohteen vertailupaikkakuntana on käytetty Helsinki Kaisaniemeä.

Kuvassa 5 on esitetty diagrammissa rakennuksen kuukausikohtaiset normeeratut kaukolämpökulutukset vuosilta 2022–2024 yksikössä MWh.



Kuva 5. Kiinteistön normeerattu lämmönkulutustieto Enerkey-järjestelmästä vuosilta 2022–2024 yksikössä MWh.

Taulukkoon 3 on kerätty vuosilta 2022–2024 rakennuksen normeerattu kaukolämmön kulutus kuukausitasolla. Ilmoitetut lukemat ovat yksikössä MWh. Lisäksi taulukossa on esitetty prosentuaalinen muutos verrattuna vuoteen 2024. Tiedot on kerätty Enerkey-järjestelmästä tammikuussa 2025.

Taulukko 3. Rakennuksen kuukausikohtainen normitettu kaukolämmönkulutus yksikössä MWh.

kuukausi	2022 (MWh)	2023 (MWh)	2024 (MWh)	2022→2024 %	2023→2024 %
1	330	363	332	0,6 %	-8,7 %
2	322	326	325	1,0 %	-0,3 %
3	254	288	295	16,2 %	2,5 %
4	211	211	211	-0,2 %	0,0 %
5	128	137	119	-7,2 %	-13,3 %
6	36	46	8	-77,1 %	-82,3 %
7	19	27	7	-61,5 %	-73,2 %
8	22	24	7	-64,8 %	-67,3 %
9	107	48	46	-57,1 %	-3,9 %
10	205	213	183	-10,3 %	-14,0 %
11	267	259	225	-15,9 %	-13,3 %
12	317	288	269	-15,3 %	-6,8 %
yhteensä	2 223	2 236	2 027		

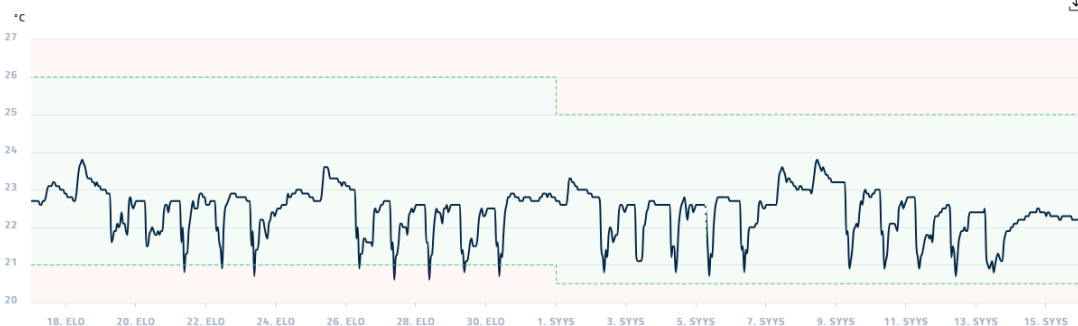
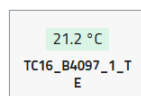
Kulutusta verrattiin Motiva Oy:n julkaisemiin ominaiskulutustietoihin. Vertailuarvona käytettiin toimistorakennuksen alakvartaalia, joka oli 26,8 kWh/r-m³. Kuvassa 6 on esitetty Motivan keräämät tiedot ovat ajanjaksolta 2013–2023. Koska tiedot ovat osittain varsin vanhoja, niitä on syytä pitää suuntaa antavina.
(7.)



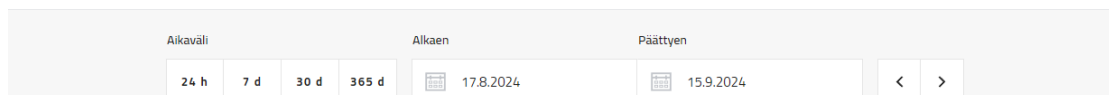
Kuva 7. Esimerkki kerrosta B4 Caverion SmartView -järjestelmästä.

Järjestelmään voi tallentaa perinteisen 2D-tasopiirustuksen mutta järjestelmässä on mahdollista käyttää myös 3D-kuvia. Tasopiirustus näkymästä on mahdollista siirtyä anturitasolle, josta on esimerkki alla olevassa kuvassa 8.

TC16_B4097_1_TE
ID: 43447, Kerros: B 4



Double click to add a note to chart



Kuva 8. Havainnekuva Caverion SmartView -järjestelmän anturitasosta, jossa on esitetty lämpötilavaihtelut tuntitasoisesti.

Anturikohtaisesti tietoa voidaan tarkastella tuntitasolta aina vuositason saakka. Tarkasteltava ajanjakso voidaan myös itse määrittellä halutulle ajanjaksolle.

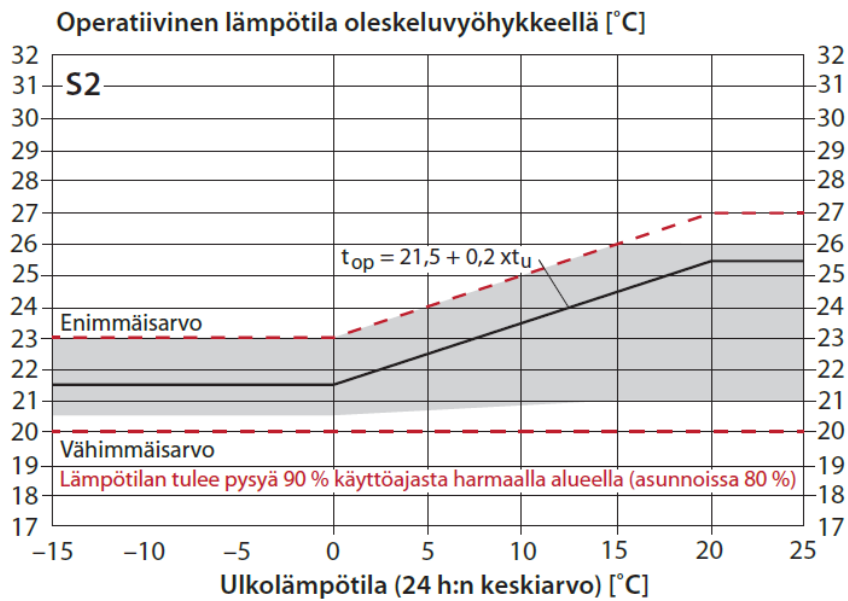
Lämpötilojen mittaaminen on ohjeistettu tekemään oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 metrin korkeudelta ja työpisteissä 0,6 metrin korkeudelta. Oleskeluvyöhykkeellä tarkoitetaan aluetta tilassa, joka on rajattu lattiasta 1,8 metrin korkeuteen ja 0,6 metrin etäisyyteen seinistä. Tässä työssä kuitenkin poikettiin mittaustavasta, koska mittaustulokset saatiin huonetila-antureista. (9.)

Sisäilmastoluokituksessa S2 on määritelty operatiivisen lämpötilan vaihteluvälit kolmeen eri luokkaan t_u ulkolämpötilan mukaan. Ensimmäinen luokka on $t_u \leq 0$ °C, toinen $0 < t_u \leq 20$ °C sekä viimeinen $t_u > 20$ °C. Kuvassa 9 on kerrottu tavoitearvot kyseisille luokille. (10, s. 6.)

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5 ¹⁾	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ ¹⁾	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 ¹⁾	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	< $22,5 + 0,166 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	> $20,5 + 0,075 \times t_u$	> $20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20$ °C	< $23 + 0,2 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 27	< 27	
$t_u \leq 10$ °C			< 25 (26) ²⁾
$t_u > 10$ °C			< 27 (32) ²⁾
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) ²⁾
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

Kuva 9. S1–S3 sisäilmaluokkien-tavoitearvot (10, s. 6).

Ulkolämpötila t_u määritellään 24 tunnin liukuvan keskiarvon mukaan lähimmältä säähavaintopaikalta. Kuvassa 10 on havainnollistettu sallittu lämpötilan vaihtelu eri ulkolämpötiloilla.



Kuva 10. Operatiivisen oleskeluvyöhykkeen lämpötilojen tavoitearvot S2 luokituksessa.

Suunnitellun käyttöajan aikana lämpötila tulee pysyä tavoitealueella 90 %. Yhden tunnin liukuva keskiarvo ei kuitenkaan saa ylittää tai alittaa enimmäis- tai vähimmäisarvoa. (10, s. 6.)

5.2 Lämpötilaseurannan tulokset

Seuranta aloitettiin kiinteistössä huhtikuussa 2023. Tavoite oli, että mitattua tietoa olisi käytössä yhden lämmitys- ja jäähdytyskauden ajalta. Tarkasteluajanjaksona käytettiin 1.10.2023–20.9.2024. Lämpötila-anturit valittiin kyseisten kerrosten päädyistä. Näin päivän aikana auringon aiheuttaman lämpökuorman vaikutus sisälämpötiloihin havainnollistuu parhaiten.

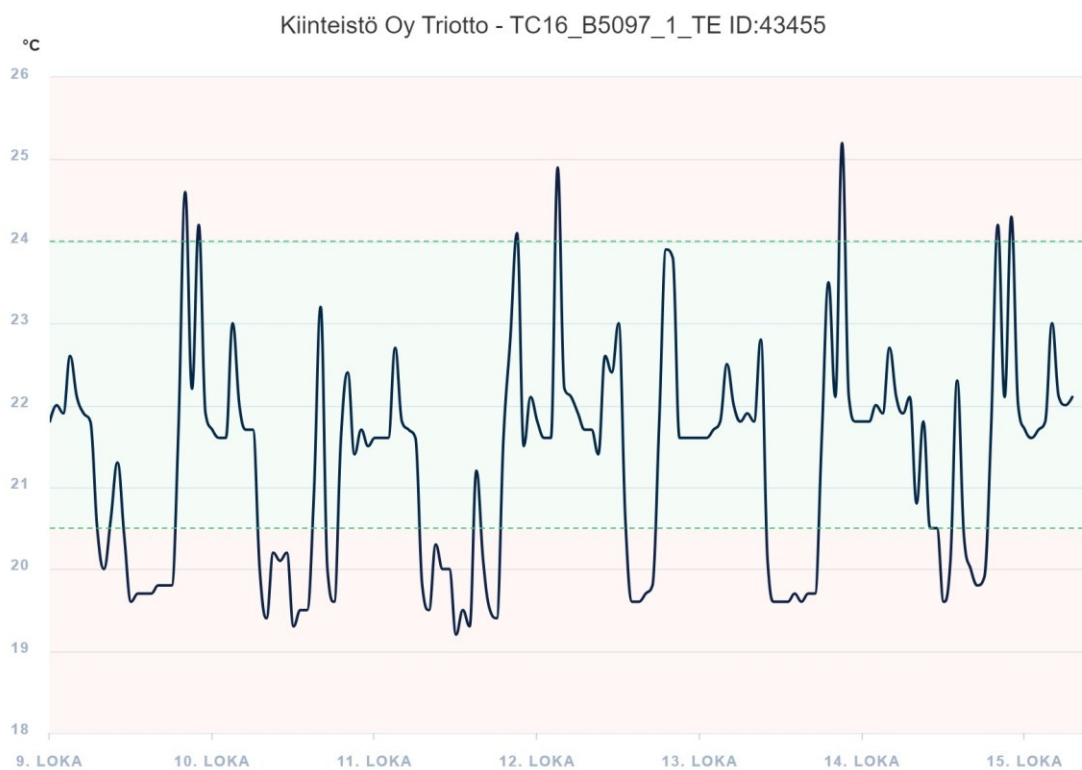
Tulokset tarkasteltiin ensin vuositasolla ja tämän jälkeen tutkittiin vuoden aikojen mukaan päiväkohtaisia toteumia. Päiväkohtaisessa tarkastelussa oli tarkoitus muun muassa selvittää mahdolliset päällekkäiset toiminnot lämmityksen ja jäähdytyksen osalta. Alla olevassa taulukossa on esitetty pysyvyysarvot rakennuksen käyttöajan mukaan.

Taulukko 4. Anturikohtaiset lämpötilan pysyvyysarvot rakennuksen käyttöajalla.

Anturi	Pysyvyys rakennuksen käyttöajalla	Huomiot
TC 16 A2040 TE	100 %	kesä-heinäkuussa alitukset klo 21.00–07.00 välillä.
TC 16 A2074 TE	100 %	
TC 16 A5040 TE	100 %	
TC 16 A5069 TE	100 %	alitukset klo 21.00–07.00 välillä.
TC 16 B2060 TE	90 %	alitukset ajanjaksolla 7.6.–8.8. välillä.
TC 16 B2097 TE	90 %	alitukset ajanjaksolla 7.6.–8.8. välillä.
TC 16 B7070 TE	-	mittaustulokset eivät ole käyttökelpoisia.
TC 16 B7097 TE	100 %	

A-talon osalta lämpötilat pysyivät tavoitearvoissa, tämän perusteella järjestelmä toimii suunnitellusti. B-talon osalta havaittiin, että edellisen kesän aikana rakennusta on jäädytetty tavoitetasoa alemmaksi. Tarkastelussa havaittiin, että molempien talojen toimistokerroksissa kesäajan lämpötilat olivat pääsääntöisesti noin 22 °C. Energiatohokkuuden näkökulmasta S2-luokka mahdollistaisi lämpötilan nostamisen korkeammaksi. Ennen mahdollista muutosta asia on hyvä käsitellä kiinteistön käyttäjien kanssa.

Lisäksi päiväkohtaisia lämpötilakäyriä tutkittaessa havaittiin, että lämmityskaudella lämpötilat vaihtelivat päiväkohtaisesti jopa 5–6 astetta. Kuvassa 11 on esimerkki, kuinka mitta-anturin lämpötila vaihteli aikavälillä 9.–15. lokakuuta.



Kuva 11. TC16 B5097 TE mittatulokset Caverion SmartView -järjestelmässä aikavälillä 9.–15.2024.

Kiinteistökatselemuksen aikana tarkastettiin kyseiset anturit ja havaittiin että anturien pääte-elimä oli sijoitettu virheellisesti aktiivipalkkien kupariputken päälle. Kuvassa 12 on havainnekuva virheellisestä sijoittelusta.



Kuva 12. Huoneanturin pääte-elin oli sijoitettu aktiivipalkin kupariputken päälle.

Virheellinen sijoittaminen johtaa siihen, että anturi ilmoittaa automaatiojärjestelmälle virheellisen lämpötilatiedon. Tämän takia tilan mitatut lämpötilat ovat vaihdelleet suuresti ja tilan lämpöolosuhteet eivät ole vastanneet tarvetta.

Kuvassa 13 on oikein sijoitettu anturin pääte-elin. Mittapään tulee roikkua vapaasti huonetilassa. Sijoituspaikkaa valittaessa tulee huomioida palkista tulevat ilmavirtaukset. Mittapäättä ei saa sijoittaa tuloilmavirtaan.



Kuva 13. Kuvassa esitetty oikeanlainen pääte-elimen sijoittelu.

Virheellisesti sijoitettujen pääte-elinten takia Talo B:n mittaustulokset eivät olleet todellisia. Tästä syystä mittaustuloksia ei voida hyödyntää katselmuksessa.

6 Nykyisten LVI-järjestelmien energiatehokkuus

Osana energiatehokkuustarkastusta oli myös olemassa olevan järjestelmän optimaalisen käytön varmistaminen. Tarkastelu toteutettiin 3.1.2025 noin kello 11, jolloin ulkona oli pilvistä ja lämpötila oli $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Talo A

Ilmanvaihtokoneet TK 301 ja 302 tuottavat ilmanvaihdon toimistokerrokseen 1–5. TK 302 tuottaa lisäksi myös osan sisääntuloaulan ilmanvaihdosta kolmannen kerroksen kautta. Ilmanvaihtokoneella TK 303 toteutetaan toimistokerrosten wc-

tilojen ilmanvaihto. TK 304 toteutetaan ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevan ruokalan ilmanvaihto. Ruokalan keittiön ilmanvaihto on toteutettu TK 305:llä. Ilmanvaihtokoneella TK 309 toteutetaan neljännessä kerroksessa olevan taukotiilan sekä viidennen kerroksen saunaosaston ilmanvaihto. Kolmen porrashuoneen kohdepoistot on toteutettu poistoilmapuhaltimilla 370PF01-03 sekä kolmen hissikuilun poistot 370PF04 sekä 371PF01-02. Jätehuoneen poistoilmanvaihto on toteutettu 372PF01:lla. Keittiön poistoilmapuhallin on 305PF01.

Ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmien tarkastuksessa tehtiin useita huomioita. TK 301 ja 302 palvelevat samoja tiloja ja viiden kerroksen osalta niiden aikaohjelmat olivat erilaiset. Lisäksi kyseisillä koneilla on erilaiset sisäänpuhalluslämpötilan asetusarvot. TK 303:lta puuttui pyhäpäivä ohjaukset. Ilmanvaihtokone TK 309 osa vyöhykelleistä oli auki ilmanvaihtokoneen ollessa poissa päältä. Ilmanvaihtokoneissa TK 301, 302, 304 ja 309 oli huomioitu pyhäpäivät ohjauksissa vain joulukuu, uusivuosi, vappu ja itsenäisyyspäivä. Ilmanvaihtokoneet käynnistyvät arkisin klo 5.00–7.00 ja sammuvat klo 17.00–18.00 välillä. Muista poiketen TK 303 käy nopealla arkisin klo 7.00–17.00 ja muina aikoina hitaalla.

Erillispoistojen osalta 370PF4 ja 372PF01 poistoilmapuhaltimilta puuttui ohjaukset automaatiojärjestelmästä. Poistoilmapuhaltimet käyvät asetusarvolla 1/1 arkisin klo 7.00–19.00 ja muina aikoina asetusarvolla 1/2.

Seuraavaksi tarkasteltiin ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottojen hyötysuhteet. TK 301, 302, 304 ja 309 ovat varustettu pyörivillä talteenottokeinoilla, joiden tarkasteluhetken hyötysuhteet vaihtelivat 71,0–78,3 %:n välillä. Normaali hyötysuhde pyörivillä talteenottokeinoilla vaihtelee 60–85 %:n välillä. TK 303 on varustettu ristivirtaus levylämmönsiirtimellä. Tarkastus hetkellä hyötysuhde oli 61 %. Ristivirtaus levylämmönsiirtimellä normaalina hyötysuhteena voidaan pitää 60–80 %. (11.)

Talo B

Tarkastuksen ajankohtana Talo B oli tyhjillään kuudetta kerrosta lukuun ottamatta.

Ilmanvaihtokoneet TK 306 ja 307 tuottavat ilmanvaihdon toimiston kerrokseen 2–7 sekä aulatilaan. Lisäksi TK 306 tuottaa osan sisääntuloaulan ilmanvaihdosta kolmannen kerroksen kautta. Ilmanvaihtokoneella TK 308 toteutetaan toimistokerrosten wc-tilojen ilmanvaihto. Ilmanvaihtokoneella TK 313 toteutetaan kerroksien 1 ja 7 neuvottelutilojen ilmanvaihto. Kolmen porrashuoneen kohdepoistot on toteutettu poistoilmapuhaltimilla 307PF05-08 ja kahden hissikuilun 307PF03:n avulla.

Aikaohjelmien tarkastuksessa havaittiin seuraavia huomioita. Ilmanvaihtokoneen TK 306 kuudetta kerrosta palvelevan alueen aikaohjelma oli tiistaina klo 6.00–8.00 ja muiden arkipäivien osalta klo 6.00–18.00. Huomioitavaa että aulan ilmanvaihto tapahtuu osittain TK 306:lla toimistokerroksen kolmen kautta. Muilta osin ilmanvaihtokoneet TK 306 ja 307 olivat päällä arkena klo 8.00–11.00. Ilmanvaihtokone TK308:n aikaohjaukset olivat arkipäivinä asetusarvolla 1/1 klo 9.00–15.00 ja muina aikoina asetusarvolla 1/2. TK 308:ltä puuttui arkipyhäohjaukset. TK 313:n aikaohjaukset olivat maanantaista torstaihin 03.00–00.00, perjantaina 08.00–17.00 sekä lauantaina ja sunnuntaina 8.00–12.00. Ilmanvaihtokoneissa TK 306, 307 ja 313 oli huomioitu pyhäpäivät ohjauksissa vain joulukuusi, vappu ja itsenäisyyspäivä.

307PF05-08 ja 307PF03 poistoilmapuhaltimet käyvät asetusarvolla 1/1 arkisin klo 9.00–14.00 ja muina aikoina asetusarvolla 1/2. Hissikuilujen poistoilmapuhaltimen nimiöinnit ovat ristiriidassa suunnitelmien ja automaatiojärjestelmän välillä.

Viimeiseksi tarkasteltiin ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottojen hyötysuhteet. TK 306, 307 ja 313 ovat varustettu pyörivillä talteenottokeinoilla, joiden tarkasteluhetken hyötysuhteet vaihtelivat 72,7–83,4 %:n välillä. Normaalisti toimivalla pyörivillä talteenottokeinoilla hyötysuhde vaihtelee 60–85 %:n välillä. TK 308 on varustettu ristivirtaus levylämmönsiirtimellä. Tarkastus hetkellä hyötysuhde oli 58,8 %. Normaalina hyötysuhteena voidaan pitää kyseiselle keinoilla 60–80 %. (11.)

Talo A ja B

Ilmanvaihtokoneiden sisäänpuhalluslämpötiloissa havaittiin konekohtaisia eroavuuksia. Lämpötilat vaihtelivat 18,6–20,1 °C välillä. Lämpötilat on syytä tarkistaa ja yhtenäistää varsinkin niiden koneiden osalta, jotka palvelevat samoja kerroksia. Sisäänpuhalluslämpötilan suositellaan säädettäväksi noin yhden asteen pienemmäksi kuin tavoite sisälämpötila. Talo B:n tyhjiä tilojen osalta on järkevää laskea sisäänpuhalluslämpötiloja lämmityskaudella sekä vastaavasti nostaa jäähdytyskaudella. Asetusarvoja muutettaessa on syytä muistaa yhtenäistää myös lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien asetuserot.

Aikaohjelmien osalta yleisenä ohjeistuksena voidaan käyttää esimerkiksi Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohjetta. Julkaisun mukaan ilmanvaihtokoneet käynnistetään arkipäivinä maanantaina kolmea tuntia ja muina päivinä kahta tuntia aikaisemmin, kun normaali työskentely tiloissa alkaa. Ilmanvaihto suositellaan ajettavan alas noin 1–2 tuntia normaalin käyttöajan jälkeen. Päivinä, jolloin kiinteistössä ei ole toimintaa suositellaan koneita käytettävän normaalilla teholla yhden tunnin ajan. Hygieniatiloja palvelevat koneet suositellaan pidettävän päällä muun ilmanvaihdon ohjauksen mukaisesti. Varsinkin silloin, kun tiloja palvelee pelkkä poistoilmanvaihto. Näin vältetään kiinteistön aiheen alipaineistaminen.

Kohdepoistojen osalta tulee huomioida, että esimerkiksi jätehuoneita, hissikuiluja tai radontuuletusjärjestelmiä ei saa sulkea. Muuten näiden ohjauksen tulisi seurata muuta kiinteistön ilmanvaihtoa. (12, s. 5.)

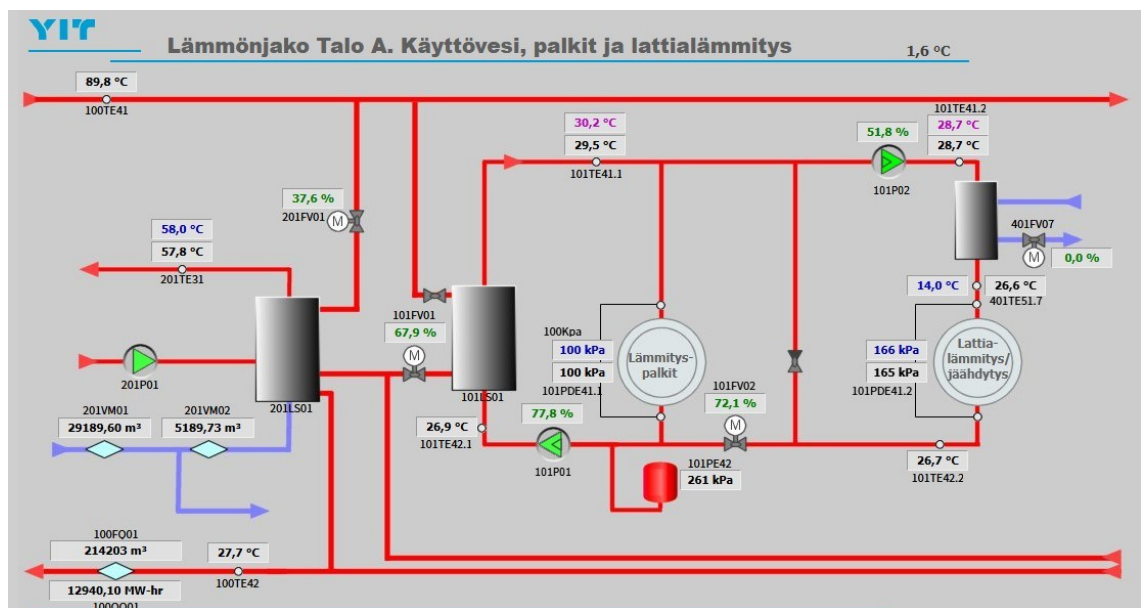
6.2 Lämmitysjärjestelmä

Talo A

Automaation tarkastelu tehtiin 27.12.2024 jolloin mittapisteen mukaan ulkolämpötila oli 1,7 °C:ta. Kaukolämmön ensiöpuolen menoveden lämpötila oli 89,8 °C ja paluueden lämpötila oli 27,7 °C. Kaukolämmön ensiöpuolen paluueden

lämpötila saa olla suurimmillaan suunnitteluohjeen K1 mukaan 33 °C sekä lisäksi 3 °C lämpimämpi kuin toisiopuolen paluulämpötila (13, s. 8). Helen Oy:n ohjeistuksen mukaan kesäaikana hyvä jäähtymä on 15–30 °C sekä talviaikana 50–70 °C. Tämän tarkastelun mukaan kaukolämmitys toimii ohjeistuksen mukaisesti.

Kuvassa 14 on Talo A:n automaatiojärjestelmän lämmönjaon grafiikkakuva. Kuvasta nähdään keskeiset järjestelmän osat sekä mittapisteet, asetusarvot ja mittarit.

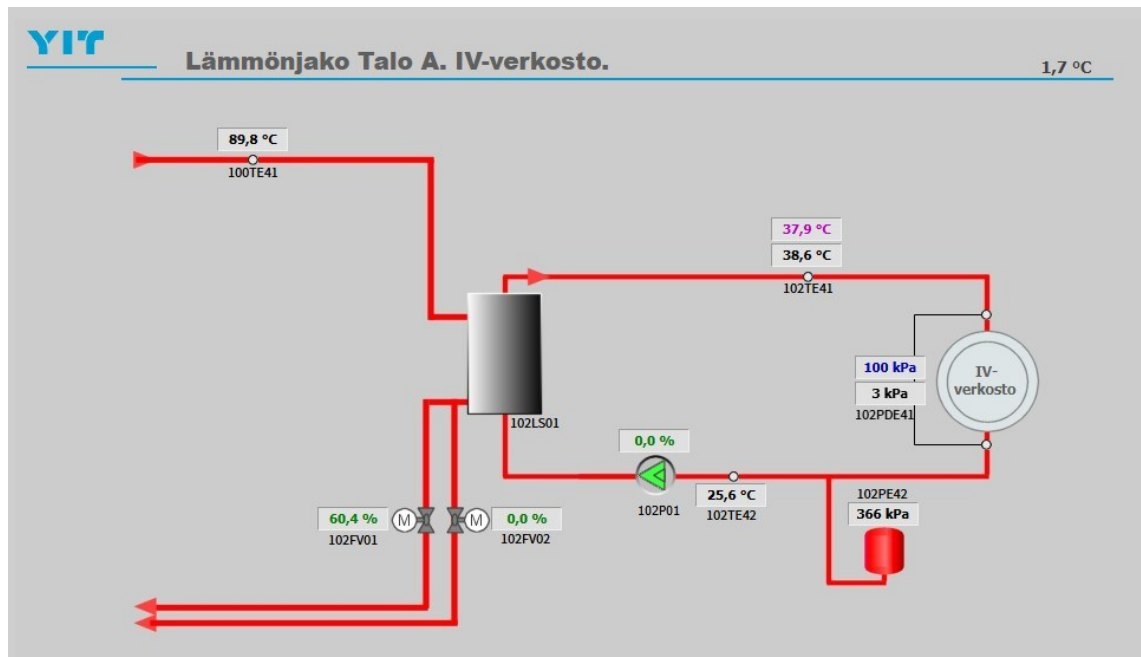


Kuva 14. Talo A:n lämmönjaon grafiikkakuva Niagara-automatiojärjestelmässä.

Lämmönjaon osalta kiinteistössä on käytössä lattia-, patteri- ja palkkilämmitykset. Automaation grafiikkakuvista puuttui kokonaan patterilämmityspiiri. Lämmityspiirien menovedenlämpötila oli tarkastelu hetkellä 29,5 °C ja paluulämpötila 26,9 °C.

Ilmanvaihdon lämmityspiirin grafiikkakuva on esitelty alla olevassa kuvassa 15. Mittapiste 102PDE41 mittaa verkoston paine-eroa, mittauksen mukaan paine-

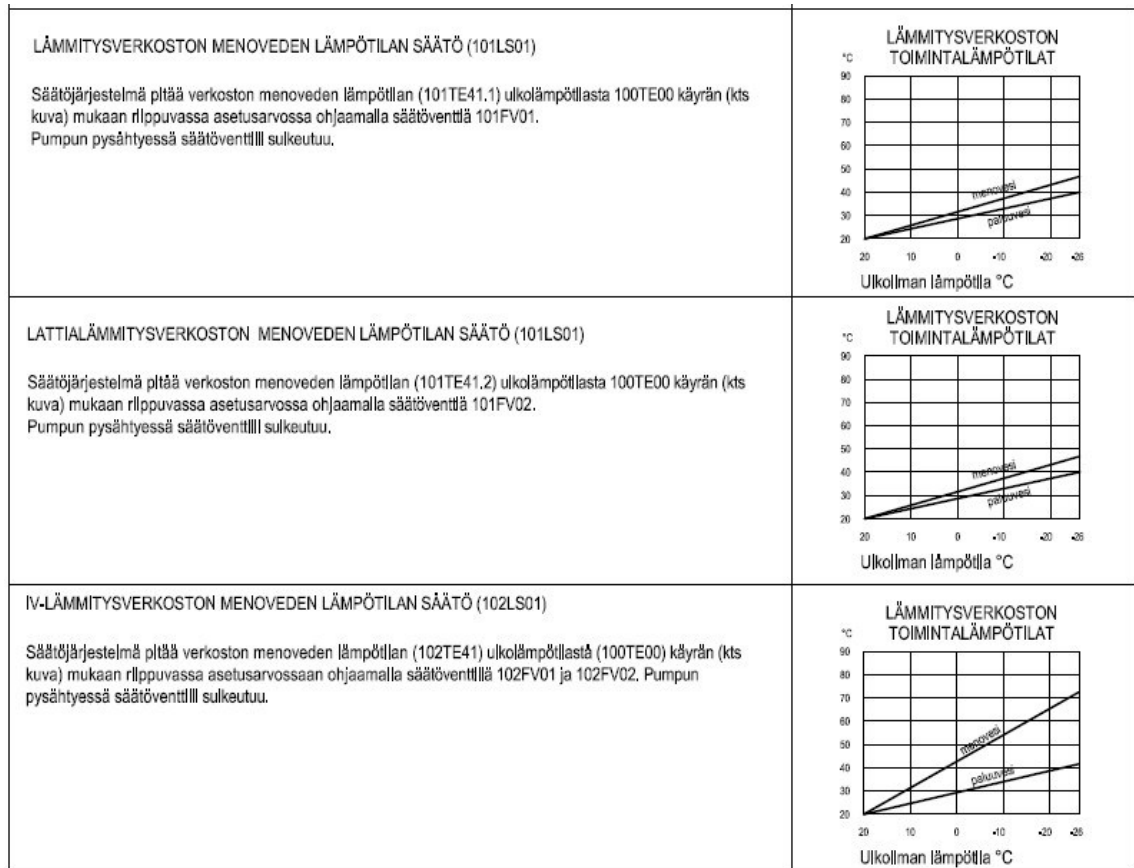
ero on 3 kPa. Mittauksen oikeellisuus tulee tarkistaa, puutteella ei ole energiatehokkuuteen vaikutusta.



Kuva 15. Talo A ilmanvaihtoverkoston lämmityspiirin grafiikkakuva Niagara-automaatiojärjestelmässä.

Lisäksi kuvasta havaittiin, että pumpun 102P01 käyntitieto osoittaa virheellisesti 0,0 %. Grafiikkakuvan perusteella säätöventtiili 102FV01 on 60,4 % auki, jolloin pumpun tulee olla päällä. Tämä tulee tarkastaa ja korjata, vaikka puutteella ei ole suoranaista vaikutusta energiatehokkuuteen.

Kuvassa 16 on esitetty ote Talo A:n kytkentäkaaviosta, jossa on esitetty lämmitysverkostojen suunnitellut meno- ja paluueden lämpötilat.



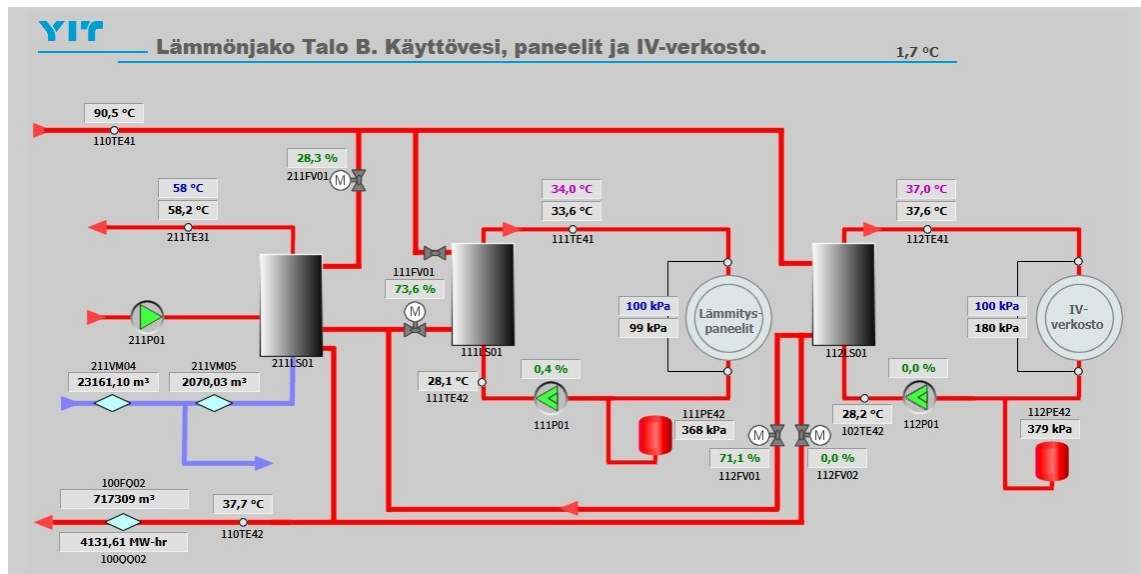
Kuva 16. Talo A:n suunnitellut lämmitysverkostojen toimintalämpötilat.

Lämmitysverkostojen lämpötilat toteutuvat suunnitellun mukaisesti, joten säätöarvoissa ei ollut korjattavaa.

Talo B

Automaation tarkastelu tehtiin 27.12.2024, jolloin mittapisteen mukaan ulkolämpötila oli 1,7 °C. Kaukolämmön ensiöpuolen menoveden lämpötila oli 90,5 °C ja paluuv veden lämpötila oli 37,7 °C. Kaukolämmön ensiöpuolen paluuv veden lämpötila saa olla suurimmillaan suunnitteluohjeen K1 mukaan 33 °C sekä lisäksi 3 °C lämpimämpi kuin toisiopuolen paluulämpötila (13, s. 8). Helen Oy:n ohjeituksen mukaan kesäaikana hyvä jäähtymä on 15–30 °C sekä talviaikana 50–70 °C. Talojen paluuv veden lämpötiloja vertailtaessa huomataan, että Talo B:n lämpötila on noin 10 °C suurempi. Syy tulee selvittää ja korjata. Kuvassa 17 on

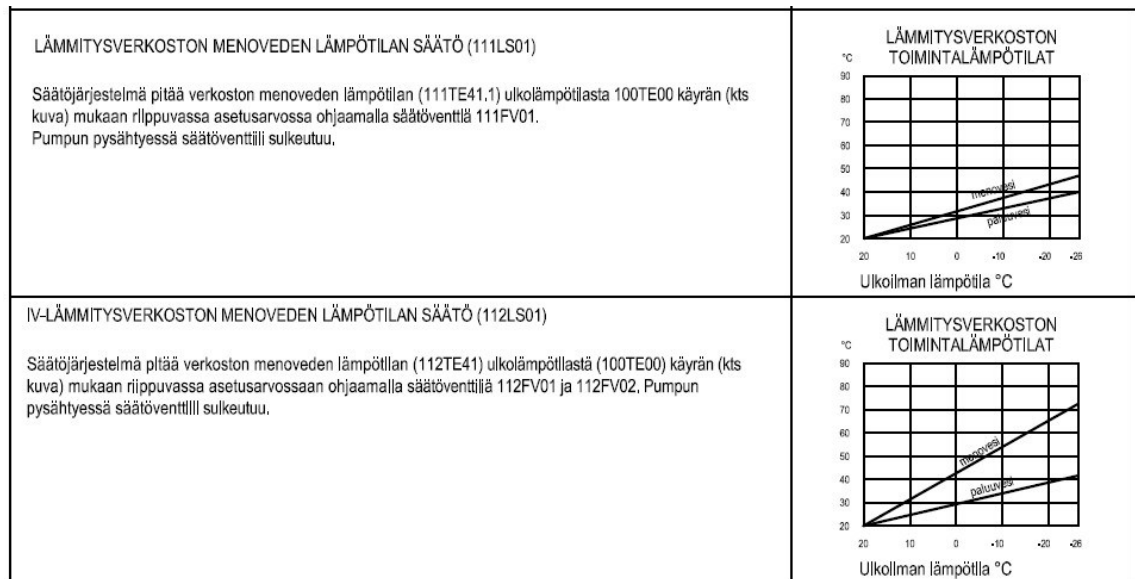
nähtävissä Talo B:n automaatiojärjestelmästä käyttöveden, lämmityspaneelien ja IV-verkon lämmönjaon grafiikkakuva.



Kuva 17. Talo B:n lämmönjaon grafiikkakuva Niagara-automaatiojärjestelmästä.

Pumppujen 111P01 ja 112P01 grafiikan tiedot tulee tarkastaa ja korjata. Automaation perusteella 111P01 toimii 0,4 % ja 112P01 on pysähdyksissä. Molempien piirien paluupuolen säätöventtiilit ovat auki, jolloin kyseisten pumppujen tulee käydä. Lisäksi IV-verkon painemittaus näytti 180 kPa, asetusravon ollessa 100 kPa. KytKentäkaavion perusteella mittapisteestä tulisi tulla hälytys. Järjestelmässä ei ollut voimassa olevia hälytyksiä. Nämä tulee tarkistaa ja korjata. Puutteilla ei ole suoranaista vaikutusta energiatehokkuuteen.

Kuvassa 18 on esitetty ote Talo B:n kytKentäkaaviosta, jossa on esitetty lämmitysverkostojen suunnitellut meno- ja paluueden lämpötilat.



Kuva 18. Talo B:n suunniteltujen lämmitysverkoston toimintalämpötilat.

Tarkastuksen perusteella voidaan todeta, että automaatioissa olevien mittauspisteiden lämpötilat ovat hieman alle suunniteltujen lämpötilojen. Koska kiinteistöissä saavutetaan tavoitelämpötilat asetusarvoja ei ole syytä lähteä muuttamaan.

Automaation kerroskuvien tarkastuksessa havaittiin, että seitsemännessä kerroksessa viidessä huoneanturissa tilan huonelämpötila oli 3238,2 °C. Puute tulee tarkastaa ja korjata huoltoyhtiön toimesta.

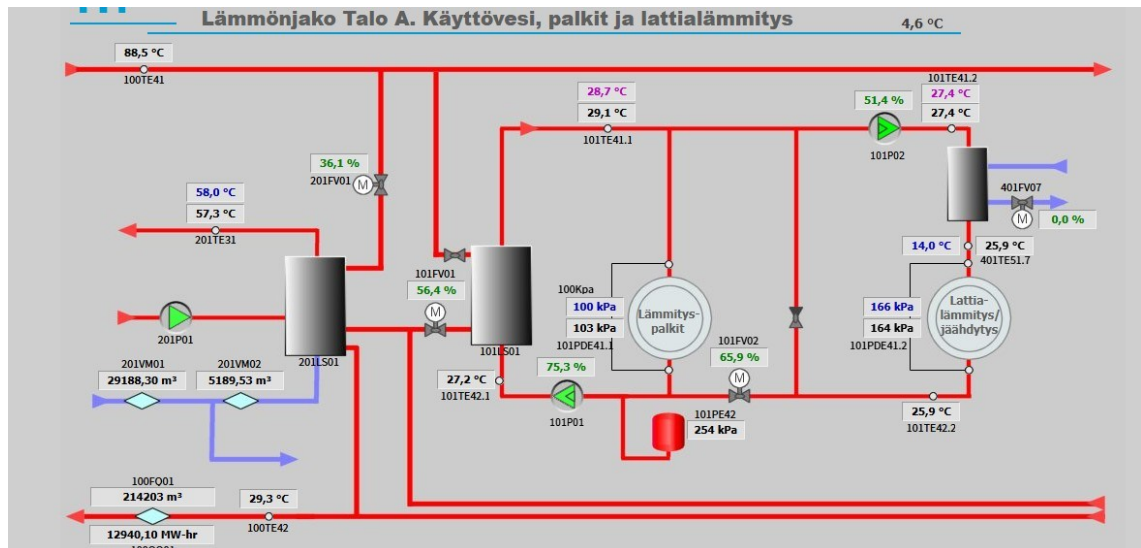
Talo A ja B

Tilakohtaisina perusasetuksina lämmityksen osalta käytettiin Talo A:ssa 22 °C sekä Talo B:ssä 21,5 °C. Talo B:n toisen kerroksen päädyn lämpötilan asetusarvo oli poikkeavasti 24 °C.

Talo B:n tyhjen tilojen osalta on järkevää laskea lämpötiloja lämmityskaudella. Koska huonetilojen lämpötilan asetusarvot asetetaan manuaalisesti automaatioissa kerroskuvissa. Suositellaan, että lämpötilojen asetusarvojen tarkistamisesta tehdään erilliset kuitattavat tehtävät huoltokirjaan ennen lämmitys- ja jäähdytyskauden alkua.

6.3 Vesi- ja viemärijärjestelmä

Käyttövesiverkoston tarkastelu aloitettiin automaatiosta. Lämpimän käyttöveden asetusarvoina molemmissa taloissa oli 58 °C. Alla olevassa kuvassa 19 on nähtävissä asetusarvo sekä tarkasteluajankohtana mitattu 57,3 °C menoveden lämpötila.



Kuva 19. Talo A:n lämmönjaon grafiikkakuva Niagara-automaatiojärjestelmästä.

Asetustekstin mukaan lämpimän käyttöveden tulee olla järjestelmässä minimissään 55 °C ja lämpötila tulisi saavuttaa kaikissa vesipisteissä vähintään 20 sekunnin kuluttua. Lämpötila ei saa ylittää 65 °C rajaa. (14, 6 §.)

Lämpimän käyttöveden lämpötilan ohjausta on hyvä kehittää lisäämällä lämpötilan mittapiste paluuverkkoon. Näin voidaan optimoida menoveden lämpötila sellaiseksi, että verkoston lämpötilaa ei pidetä tarpeettoman korkeana.

Kiinteistön verkosto on varustettu paineenkorotusasemalla. Vesiverkoston paine tarkistettiin Talo B:n ilmanvaihtuhuoneen pesualtaan sekoittajasta, joka sijaitsee verkoston päässä. Tarkistus tehtiin laskemalla hanasta minuutin verran vettä astiaan ja tämän jälkeen vesimäärä mitattiin. Mittauksessa havaittiin, että altaan sekoittajan virtaama oli 19 l/min tai 0,32 l/s. Suositeltu energiatehokas virtaama

on 12 l/min ja 0,2 l/s. Samalla mitattiin lämpimänveden suurin saavutettu lämpötila, joka oli 61,5 °C. Mittaus suoritettiin Thermocouple Thermometer ET-959 mittalaitteella, jonka mittaustarkkuus on +0,5 % + 1 °C. Mittauksen perusteella verkostopaineen asetukset on syytä tarkastaa. Lisäksi tulee selvittää syy lämpimän käyttöveden lämpötilalle koska automaatiassa lähtevän lämpimän käyttöveden asetusarvo on 58,0 °C. (15, 9 §.)

Pumppaamot

Kiinteistössä on kolme pumppaamoja. Jätevesipumppaamossa on kaksi erillistä pumppua 201 JVP 01 ja 02. Pohjavesipumppaamo 225 PVP 01 sekä sadevesipumppaamo 211 SVP 01.

Pumppaamoiden toiminta tulee tarkastaa vuosittain. Tarkastuksessa on syytä varmistaa, että hälytykset toimivat automaatiassa sekä tarkastaa pumpun käyntirajat. Näin varmistutaan, että pumput eivät käy tarpeettomasti kaivoissa ja kuluta turhaan energiaa.

Saattolämmitykset

Kiinteistössä on suunnitelmien perusteella saattolämmitykset vesikaton katto-kaivoissa, IV-kammiossa, sprinklerijärjestelmässä, pihakannenkaivoissa, kellarin kattoviemäröinneissä ja pysäköintihallin kaivoissa.

Saattolämmitysten ohjausten osalta automaatiassa on esitetty järjestelmät kuvan 20 mukaisesti. Automaatiassa on esitetty järjestelmä, asetusarvojen ylä- ja alarajat ulkolämpötilojen mukaan, hystereesi ja ohjauksen tila.

Sulatukset	Yläraja	Alaraja	Hystereesi	Ohjaus
Sulanapito	3,0 °C	-4,0 °C	2,0 °C	Päällä
Saattolämmitys		2,0 °C	2,0 °C	Päällä
Saattolämmityksen alivirtarelehälytys				Normaali
Luiskasulatuksen ristiriitta			OK	
SPR saattolämmitys		3,0 °C	1,0 °C	Kay

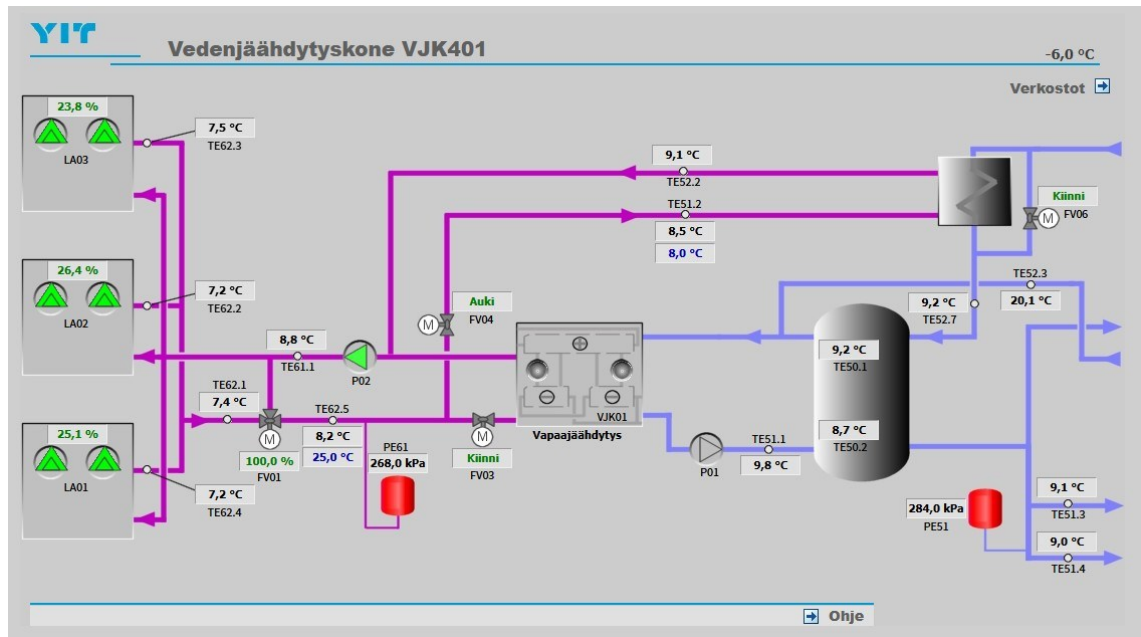
Kuva 20. Kiinteistön saattolämmitysten raja-arvot automaatiojärjestelmässä.

Sulanapitojärjestelmän ylä- ja alarajan arvot suositellaan muutettavaksi +2 °C ja -2 °C. Automaatiossa ei ollut tarkemmin esitetty, mitä kuvan 20 sulatukset pitävät sisällään. Nämä olisi hyvä toteuttaa automaatioon seuraavassa kehitysversiossa.

6.4 Jäähdytysjärjestelmä

Talo A

Talo A:n vedenjäähdytyskoneena toimii 401-VJK01 ja liuosjäähdyttiminä 401-LA01-03. Jäähdytysjärjestelmän kylmäaine on R134a. Jäähdytyskojeikko sijaitsee lämmönjakohuoneessa ja lauhduttimet kellarin pysäköintihallissa. Kuvassa 21 on esitetty automaatiiossa näkymä grafiikkakuva kyseisistä koneista.

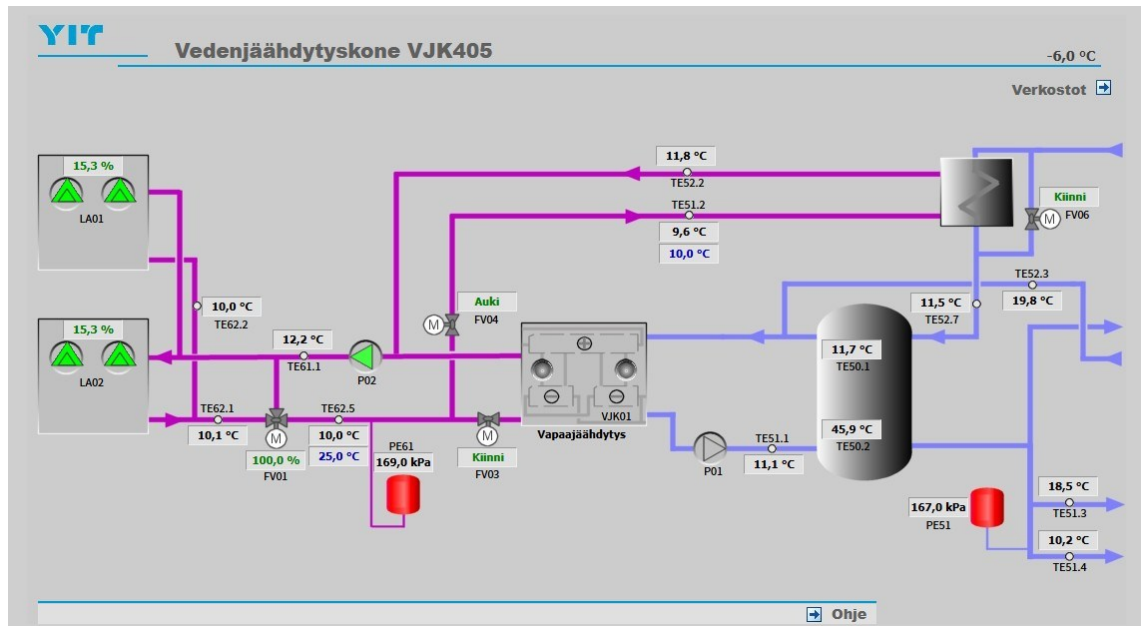


Kuva 21. Niagara-automaatiojärjestelmän grafiikkakuva vedenjäähdytyskoneesta 401-VJK01.

Kuvasta voidaan havaita, että VJK toimii vapaajähdytyksellä hyvin koska asteisuus on alle 1 °C.

Talo B

Talo B:n vedenjäähdytyskoneena toimii 405-VJK01 ja liuosjäähdyttimiä 405-LA01-02. Jäähdytysjärjestelmän kylmäaine on R407C. Jäähdytyskojeikko sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneessa ja nestejäähdyttimet vesikatolla. Kuvassa 22 on esitetty automaatioissa näkymä grafiikkakuva kyseisistä koneista.



Kuva 22. Automaatiojärjestelmän näkymä 405-VJK01.

Kuvasta voidaan havaita, että VJK toimii vapaajäähdytyksellä hyvin, koska aseteisuus on 2 °C. Lisäksi kuvasta huomattiin, että lämpötilamittauspiste TE50.2:n mittaustulos on 45,9 °C, joka on virheellinen. Mitta-anturin toiminta tulee tarkistaa ja korjata.

Talo A ja B

Jäähdytysjärjestelmän nestejäähdyttimien liuospiirien pumput ovat vakiokierros- lukupumppuja. Kuvassa 23 on nähtävissä liuospiirin pumppu 405-VJK01-405-P02.



Kuva 23. Liuospiirin pumppu 405-VJK01-405-P02.

Pumppujen 401-P02 nestevirta on $39 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja teho 15 kW sekä 405-P02 nestevirta on $36,8 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja teho 12 kW . Pumput ovat vakiokierroslukupumppuja, jolloin ne käyvät suuren osan ajastaan tarpeettoman suurella nopeudella. Mikäli kiinteistön jäähdytys toteutetaan jatkossakin vedenjäähdytyskonein, on syytä tarkastella pumppujen vaihtamista invertteriohjatuiksi.

Normaalisti energiatehokkuustarkastuksessa tulisi tarkastaa toimitilojen jäähdytyspalkkien toiminta lämpökamerakuvauksin. Tällä kertaa tarkastusta ei toteutettu koska kiinteistön palkkiverkoston termiset toimilaitteet oli uusittu kokonaisuudessa muutama vuosi aikaisemmin.

Tarkastuksessa havaittujen parannus- ja korjausehdotukset on koostettu liitteen 2. Koska ehdotusten toteuttaminen ei varsinaisesti aiheuta kustannuksia, muutosehdotukset tulisi toteuttaa mahdollisimman nopeasti.

7 Energiatehokkuutta parantavat toimet

7.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

7.1.1 Keittiön ilmanvaihdon optimointi

Keittiön nykyinen ilmanvaihto perustuu aikaohjaukseen. Poistoilma ohjataan suoraan ulos ilman lämmöntalteenottoa. Safera Oy:n Flowhero on yksi ratkaisu, jolla voidaan pienentää poistoilman mukana poistuvan hukkalämmön määrää.

Järjestelmässä keittiön huuviin asennetaan monianturijärjestelmä, joka liitetään kiinteistön automaatiojärjestelmään. Anturit seuraavat muun muassa läsnäoloa, ilman lämpötilaa, pienhiukkasia, kosteutta ja hiilidioksidia. Mittausten perusteella ohjataan keittiön tulo- ja poistoilmanvaihtoa. Näin ilmanvaihtoa voidaan ohjata tilaan juuri sen verran, kun sitä tilaan tarvitaan. Kuvassa 24 on esitetty periaatekuva mallikeittiöstä, jossa anturiyksiköt on asennettu huuviin, jotka ovat edelleen yhdistetty tilassa olevaan ohjauskeskukseen. Ohjauskeskus on yhdistetty rakennuksen automaatiojärjestelmään, joka on ohjelmoitu ohjaamaan tulo- ja poistoilmanvaihtokoneita. (16.)



Kuva 24. Periaatekuva Safera Oy:n Flowhero järjestelmästä keittiössä (16).

Liitteessä 3 on esitetty Safera Oy:n toteuttama arviolaskelma, siitä paljonko järjestelmällä on teoreettisesti mahdollista säästää. Kaukolämmönkustannuksissa ei ole huomioitu sopimusveloitusta. Tämän takia takaisinmaksuaika on todellisuudessa hieman lyhyempi. Takaisinmaksuaika järjestelmällä on noin kaksi ja puoli vuotta. Laskelman perusteella järjestelmän toteuttaminen kohteeseen on kannattava.

7.1.2 Huippuimurien käyttö kohdepoistoina

Kiinteistön hissikuilut, rappukäytävät ja jätehuoneen kohdepoistot on toteutettu vesikatolle asennetuilla huippuimureilla. Poistoissa ei ole lämmöntalteenottoa, vaan lämmitetty sisäilma poistetaan sellaisenaan ulos rakennuksesta.

Talo A

Porrashuoneiden A1-A3 korvausilma tulee raitisilmasäleikköjen kautta. Hissin 2 ja keittiön hissikuiluissa on kellarikerroksessa tulo- ja poistokanavat TK 303:sta. Hissikuilussa 1 on ensimmäisessä kerroksessa samankaltainen tulo- ja poistoilmamatkaisu. Kaikkien porrashuoneiden ja hissikuilujen yläosassa on huippuimuri vesikatolla.

Suunnitelmien tarkastelun jälkeen todettiin, että TK 303:sta on toteutettavissa ilmanvaihtokanavointi kuudennessa kerroksessa porrashuoneelle A1 sekä hisseille 1–2. Porrashuoneiden A2-A3 toteutus edellyttää kohteella tehtävää tarkempaa reittisuunnittelua.

Keittiön hissi kulkee kellarin ja ensimmäisen kerroksen välillä. Edellä mainitun mukaisesti kuiluun tulee kellarikerroksessa tulo- ja poistoilmakanavat. Tämän lisäksi ensimmäisessä kerroksessa on poistoilmapuhallin 370-PF04. Parantamalla ilman siirtymistä kuilussa esimerkiksi erillisellä puhaltimella voidaan poistoilmapuhallin poistaa tarpeettomana.

Talo B

Porrashuoneiden B1-B3 korvausilma tulee raitisilmasäleikköjen kautta. Hissien 1–2 kuiluissa on tuloilmakanavat TK 303:sta kellarikerroksessa.

Porrashuoneilla B1-B3 on omat ja hisseillä B1-B2 yhteinen vesikatolla sijaitsevat huippuimurit.

Talo B:n kyseisten tilojen ilmanvaihtoon soveltuva kone on TK 308. Seitsemännen kerroksen tasokuvaa tarkasteltaessa. Ilmanvaihtokanavien reitittäminen tiloihin on haastavaa ilman, että alakattojen korkoja täytyy muuttaa.

7.1.3 Huippuimurin korvaaminen ilmanvaihtokoneella

Tässä työssä haluttiin tarkastella vaihtoehtoisena ratkaisuna huippuimureiden korvaamista pienillä lämmöntalteenotoilla varustetuilla ilmanvaihtokoneilla. Kiinteistön rappukäytävät ovat toteutettu kierreportailla. Tämä mahdollistaa ilmanvaihtokanavan asentamisen porraskuiluun kustannustehokkaasti, koska näin vältetään porauskustannuksilta, jotka syntyvät kerrostasojen läpivienneistä.

Selvitystyö aloitettiin laskemalla nykyisen ratkaisun käyttämä lämmitys- ja sähköenergia. Laskentatiedoissa lähtötietoina käytettiin sähkön siirto- ja energiakustannuksena 0,10 €/kWh. Lämmitysenergian kuukausikohtaiset hinnat on kerätty vuoden 2024 kaukolämpölaskutuksesta. Laskennassa käytettiin tarkastelu hetkellä käytössä olevia käyntiaikoja. Käyntiaikojen optimoinnilla on vaikutusta takaisinmaksuaikaan. Kaukolämmöntuottaja alueella on Helen Oy. Lämmitystarpeen määrittämisessä käytettiin ilmatieteenlaitoksen ylläpitämää lämmitystarvelukua. Taulukossa 5. on esitetty laskennalliset energiankulutustiedot yksikössä kilowattitunteina ja euroina.

Taulukko 5. vertailutaulukko lämmitys- ja sähköenergian kulutuksesta.

Laite	Vuotuinen laskennallinen lämmitysenergian kulutus (kWh)	Vuotuinen laskennallinen sähköenergian kulutus (kWh)	Vuotuinen laskennallinen lämmitysenergian kulutus (€)	Vuotuinen laskennallinen sähköenergian kulutus (€)
huippuimuri	11 880 kWh	666 kWh	1 469,98 €	66,61 €
Ilmanvaihtokone	2 970 kWh	1 332 kWh	367,50 €	133,23 €
erotus	8 910 kWh	-666 kWh	1 102,49 €	-66,61 €

Lämmitysenergian kulutusta voidaan vuodessa pienentää laskennallisesti noin 8 910 kWh, mutta sähkökulutus kasvaa vastaavasti noin 666 kWh. Tämän perusteella euromääräinen vuositasolla saavutettava säästö on noin 1035,88 €. Ilmanvaihtokoneen asennuskustannuksena sekä huippuimurin purkukustannuksiksi arvioitiin noin 5000 €. Tämän perusteella investoinnin takaisinmaksuaika on noin viisi vuotta. Vaihtoehtoinen ratkaisu korvata huippuimurit ilmanvaihtokonein tulisi huomioida viimeistään peruskorjausvaiheessa.

7.2 Maalämpöjärjestelmän tarkastelu

Kiinteistöille tehtiin alustava mitoitustarkastelu. Maalämpöpumpun tehopeittona käytettiin 100 prosenttia. Hyötysuhteina tarkastelussa käytettiin energiamitoituksessa 3,5 sekä tehomitoituksessa 3,0. Varsinaisessa suunnitellussa on syytä tarkastella erivaihtoehtoja huipputehon toteuttamiseksi. Usein maalämpöjärjestelmän suunnitellussa tavoitellaan 90–95 % energiapeittoa. Näin saavutetaan säästöjä laiteinvestoinneissa. Huipputeho voidaan toteuttaa esimerkiksi, vaikka sähköllä.

Lämpökaivon ominaiskuormituksena käytettiin 75 kWh/m. Ominaiskuormitusta voidaan kasvattaa isommaksi esimerkiksi hyödyntämällä kiinteistön vedenjäähdytyskoneiden lauhdelämpöä. Lauhdelämmöllä voidaan lämmittää energiakaivojen kautta ympäröivää maaperää ja kasvattaa sieltä saatavaa lämpöenergian

määrää. Näin voidaan pienentää lämpökaivokapasiteettiä ja kaivojen porauskustannuksia. Tässä tarkastelussa ei huomioitu tätä vaihtoehtoa. Mahdollisen toteutussuunnittelun aikana tämä tulee kuitenkin ottaa huomioon.

Tarkempi lämpökaivon energiantuotto voidaan arvioida tekemällä ensimmäisestä kaivosta energia-analyysi. Tämän perusteella voidaan tarkentaa lopullista kaivomäärää.

Talo A

Kaukolämpötoimittajan Helen Oy:n keräämän tiedon mukaan kolmen edellisen vuoden aikana huipputeho on ajoittunut 4.1.2024 joka oli 475 kW. Kolmen edellisen vuoden keskiarvoinen lämmitysenergiankulutus on ollut 1 171 MWh/v. (17.)

Alustavassa laskennassa kallioperästä saatavaksi ilmaisenergian määräksi 836 MWh/v sekä kallioperästä saatavaksi tehoksi 317 kW. Alustavaksi lämpökaivokapasiteetiksi saatiin noin 11 152 m.

Talo B

Kaukolämpötoimittajan Helen Oy:n keräämän tiedon mukaan kolmen edellisen vuoden aikana huipputeho on ollut 3.1.2024 joka oli 317 kW. Kolmen edellisen vuoden keskiarvoinen lämpöenergiankulutus on ollut 913 MWh/v. (17.)

Alustavassa laskennassa kallioperästä saatavaksi ilmaisenergian määräksi 652 MWh/v sekä kallioperästä saatavaksi tehoksi 211 kW. Alustavaksi lämpökaivokapasiteetiksi saatiin noin 8 695 m.

Järjestelmän investointikustannukseksi arvioitiin noin 1 400 000 € ja vuosittaiseksi säästökseksi noin 104 200 €. Arvioiden perusteella järjestelmän takaisinmaksuajaksi tulee noin 13,4 vuotta.

Nykyisessä kaukolämpöratkaisussa molemmilla kiinteistöllä on omat lämmönjakokeskukset. Tulevan peruskorjauksen tai lämmitystapa uudistuksen yhteydessä tulisi tarkastella yhteisen lämmönjakokeskuksen toteutusta.

7.3 Aurinkosähköjärjestelmä

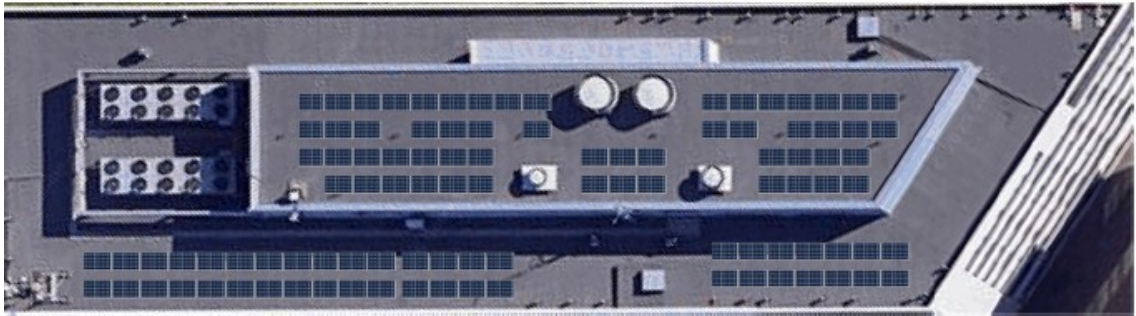
Talo A:n katolle on aikaisemmin rakennettu 140 kappaleen monikideaurinkopaneeli aurinkovoimala. Järjestelmä syöttää tuotetun sähköenergian A-talon sähköjärjestelmään ilman akustoa. Kuvassa 25 on esitetty toteutetun aurinkovoimalan paneelien asettelu vesikatolle.



Kuva 25. Talo A:n aurinkopaneelien sijoittelu vesikatolle.

Aurinkovoimalan suunnitelma Talo B:n osalle tehtiin yhteistyössä kumppaniyrityksen kanssa. Aurinkopaneelityypiksi valittiin ZNShinesolar ZXM7-SHLDD108 400 W, joka on kaksipuoleinen monokidepaneeli. Voimalan suunnittelua ohjasi ensisijaisesti käytössä oleva vapaa kattopinta-ala. Vesikatolle päätettiin jättää vapaata pinta-alaa, jotta tarvittaessa paneelien siirroille jää tilaa.

Paneeleiden alustava sijoitus suunnitellaan tehtaan vesikatolle, joka on esitetty kuvassa 26.



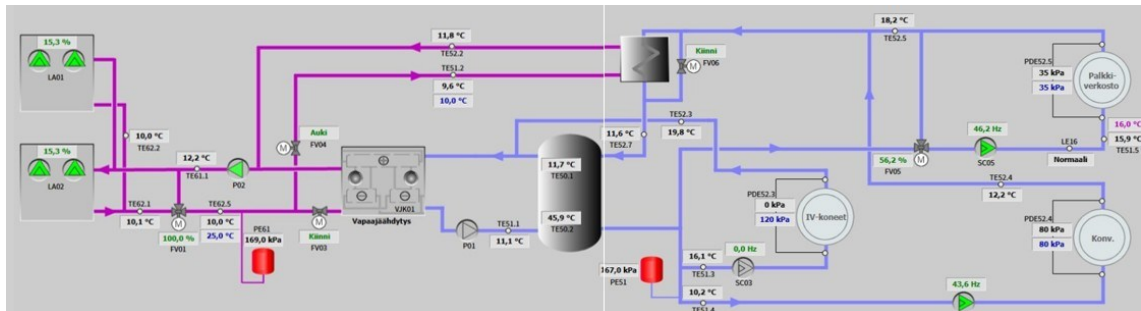
Kuva 26. Talo B:n vesikatolle suunniteltu aurinkovoimala.

Suunnitelmassa päädyttiin 100 kappaleen järjestelmään, jonka teho on 30 kW. Aurinkovoimalan alustava tuottoarvio tehtiin PVGIS-aurinkosähkölaskurilla. Laskurilla saatiin vuosituotoksi 41 132 kWh. Suurin kuukausikohtainen tuotto on 6031 kWh toukokuussa. Liitteessä 4 on esitetty tarkemmin laskennassa käytetyt lähtötiedot sekä laskennantulokset. Tarkasteltaessa omaan käyttöön jäävän sähkön osuutta tulee tarkastelu tehdä aina tuntitasolla. Järjestelmän toteutuskustannukset ovat noin 31 500 € sekä vuosittaiseksi tuotoksi saadaan 0,10 €/kWh energiakustannuksella noin 4 110 €. Takaisinmaksuajaksi tulee näin ollen noin 7,5 vuotta. Sähköenergian hinnalla on merkittävä vaikutus hankkeen kannattavuuteen. (18.)

7.4 Ilma-vesilämpöpumppu tarkastelu

Tässä työssä tarkastellaan ilma-vesilämpöpumpputekniikan hyödyntämistä vedenjäähdytyskoneen uusimisessa. Tarkastelu toteutettiin vedenjäähdytyskone VJK 405:lle. Kuvassa 27 on esitetty automaatiojärjestelmässä esitetty nykyisen vedenjäähdytyskoneikon prosessi. Kuvan vasemmassa reunassa on kaksi vesikatolla sijaitsevaa nestejäähdytintä, joista liuospiirin putket haarautuvat vapaajäähdytyksen lämmönsiirtimelle sekä vedenjäähdytyskoneelle. Vesikatolla sijaitsevat nestejäähdyttimet ovat myös nähtävissä kuvan 26 vasemmassa reunassa. Jäähdytyspiiri jatkuu edelleen 1500 litran puskurisäiliölle. Puskurisäiliön

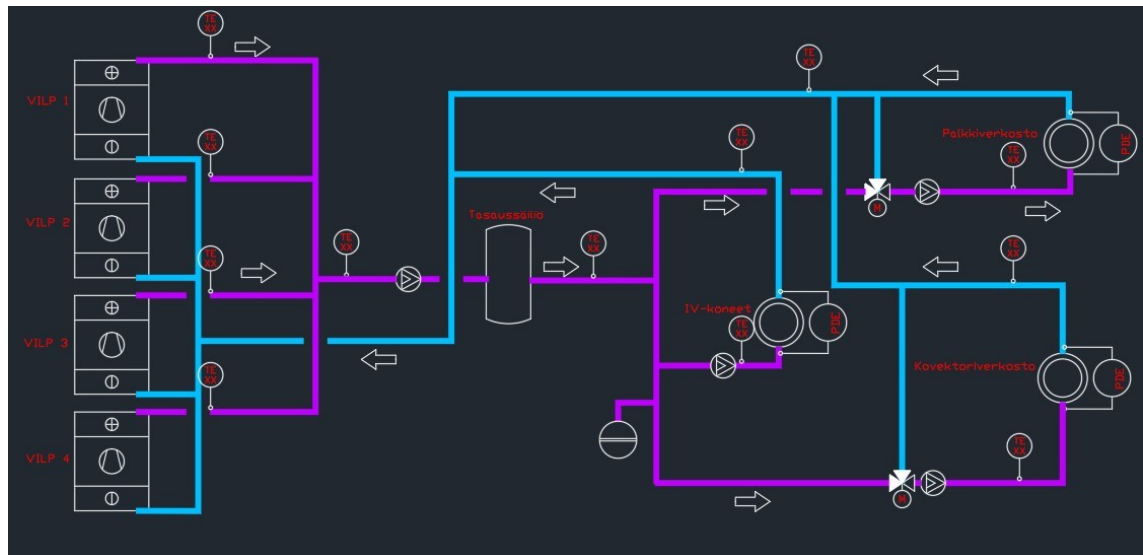
jälkeen jäähdytyspiiri haarautuu kolmeen osaan ilmanvaihtokoneille, konvektoreille sekä palkkiverkostolle.



Kuva 27. Niagara-automaatiojärjestelmästä vedenjäähdytyskoneen prosessikuvaus.

Ilma-vesilämpöpumppujärjestelmässä nestejäähdyttimet ja vedenjäähdytyskoneikko korvataan vesikatolle sijoitettavilla ilma-vesilämpöpumpuilla. Vanhojen nestejäähdyttimien jalustat kannattaa hyödyttää uusien pumppujen yhteydessä. Jalustojen kantavuus tulee kuitenkin tarkastaa ennen uudelleen käyttöä. Samoin nykyisten vedenjäähdytyskoneiden sähkösyöttöjen uudelleen hyödyntäminen tulee selvittää.

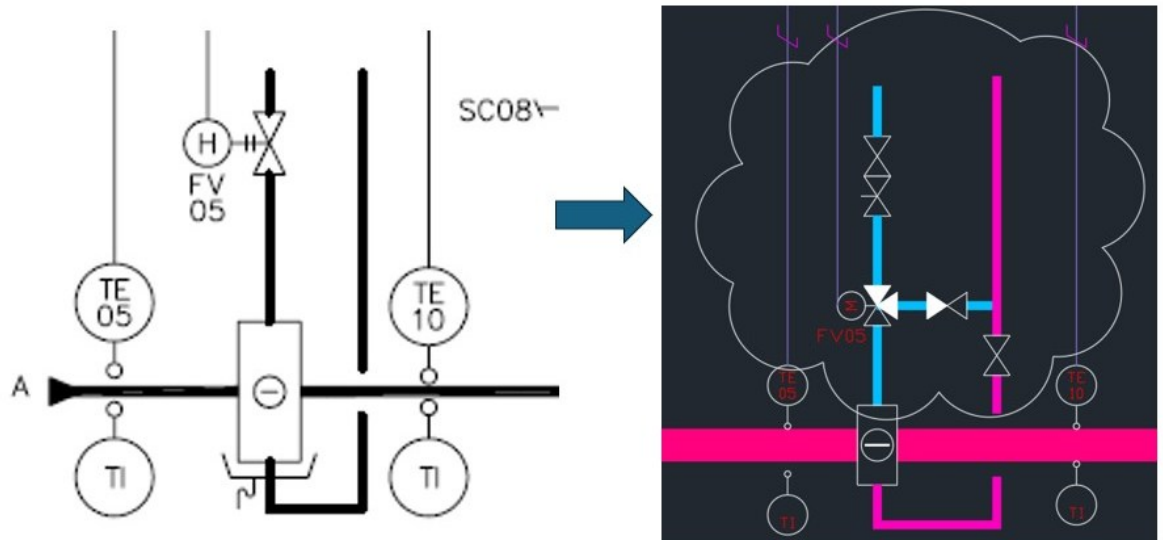
Suunnittelua aloitettaessa tulee selvittää kiinteistön jäähdytystarve lämmityskaudella. Jos kiinteistössä ei ole laajempaa tarvetta jäähdytykselle, ilma-vesilämpöpumppujen käyttö lämmityskaudella voidaan toteuttaa jäähdytysverkon kautta. Koska nykyinen vedenjäähdytyskone sijaitsee samassa tilassa kiinteistön ilmanvaihtokoneiden kanssa, vältetään lämmityslinjojen rakennuskustannuksilta kellarin lämmönjakotilaan. Nykyisen jäähdytysverkoston soveltuvuutta selvittäessä tulee selvittää lisäksi konvektoreiden soveltuvuus lämmityskäyttöön. Tämän mallin mukaan suunniteltaessa yksittäiset jäähdytystä tarvitset tilat kannattaa toteuttaa erillisellä jäähdytysratkaisulla. Lisäksi tämän kaltainen toteutus on yksinkertainen ja toimintavarma. Kuvassa 28 on esitetty periaatteellinen kytkentäsuunnitelma, kuinka ilma-vesilämpöpumpuilla on korvattu nykyinen vedenjäähdytyskoneikko. Suunnitellussa on hyvä tunnistaa myös ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja jäähdytyspatterien luovutustehot. (19.)



Kuva 28. Ilma-vesilämpöpumpun kytkennän periaatekuva.

Konvektoriverkkoon ohjattavan lämpöenergian ohjaus toteutetaan lisäämällä kiertoaara 3- tieventtiilillä. Ennen palkki- ja konvektoriverkostoja olevilla 3-tieventtiileillä säädetään virtausta siten että ensisijaisesti lämmitysenergia ohjataan IV-verkostossa. Tämän jälkeen jäljelle jäävä energia ohjataan palkki- ja konvektoriverkoston. (19.)

Jos patterien tehot poikkeavat toisistaan niin koko lämmityksen tarkastelussa tulee arvioida tarve lisätä haara myös ilmanvaihdon lämmityspatterille. Vesi-ilmalämpöpumppuja käytettäessä tuloilman lämmittämiseen tulee jäähdytyspatterin kytkentää muuttaa kuvassa 29 esitetyllä tavalla. (19.)



Kuva 29. Ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterin kytkentämuutos.

Säätöventtiili FV 05 vaihdetaan kolmitieventtiiliksi ja tehdään patterille ohitushaara piirin paluupuoleen. Lämmityskaudella säätöventtiilien toimintajärjestys tulee uudelleen ohjelmoida automaatio järjestelmään. Tuloilmaa lämmitettäessä tulee lämmityskapasiteetti ottaa ensisijaisesti jäähdytyspatterista ja tämän jälkeen lisälämmitys varsinaisen lämmityspatterin kautta. Tuotettu lämmitysenergia ohjataan ensisijaisesti tuloilman lämmitykseen. Lisäksi huoneiden palkkijärjestelmän jäähdytys- ja lämmitysventtiilien ohjaus tulee tarkistaa lämmityskaudella. Ilma-vesilämpöpumpulla tuotettu lämmitys ohjataan lämmityskaudella palkkeihin jäähdytyslinjan kautta. (19.)

Ilma-vesilämpöpumppuja valittaessa tulee tarkastella valmistajien ja pumppukokojen välillä niiden hyötysuhteiden erot ja erityisesti selvittää niiden toimintarajat talviolosuhteissa. Kompressorin ohjaustavaksi kannattaa valita invertteriohjaus. Tässä suunnitelmassa päädyttiin neljän pumpun yhdistelmään, joiden toteutuskustannukseksi arvoitiin noin 400 000 €. Pumpuilla vuodessa tuotettu teho on noin 850 MWh ja tästä ilmaisenergianosuus on noin 560 MWh. Kaukolämmön keskimääräisenä energianhinta käytettiin 110 €/MWh. Näin vuosittaiseksi säästökseksi saatiin noin 62 000 €. Perusparannusinvestoinnin takaisinmaksu ajaksi tuli noin kuusi ja puoli vuotta. (19.)

7.5 Toimenpide-ehdotukset ja säästöpotentiaalit

Kehitysideat on koostettu alla olevaan taulukkoon 6, jossa on esitetty toimenpide, arvioidut syntyvät kustannukset, syntyvät säästöt sekä takaisinmaksuaika. Lisäksi taulukossa on esitetty vaikutus hiilijalanjälkeen.

Taulukko 6. Toimenpide-ehdotukset ja säästöpotentiaalit.

Toimenpide	kustannus-arvio (€)	säästöpotentiaali (€)	TMA (a)	hiilijalanjälki (tCO ₂)
Safera Flowhero	8 100 €	3 300 €	2,5 a	-5,0 tCO ₂
Huippuimurin vaihtaminen ilmanvaihtokoneeseen	5 000 €	1 036 €	4,8 a	-1,4 tCO ₂
Huippuimurin korvaaminen nykyisellä IV-koneella	2 500 €	1 036 €	2,2 a	-1,4 tCO ₂
Maalämpöjärjestelmä	1 400 000 €	104 200 €	13,4 a	-189,4 tCO ₂
Aurinkovoimala	31 500 €	4 113 €	7,7 a	-3,2 tCO ₂
Aikaohjelma muutokset	1 000 €	12 000 €	0,1 a	-10,6 tCO ₂
Ilma-vesilämpöpumppu järjestelmä	400 000 €	62 000 €	6,5 a	-89,0 tCO ₂

Kiinteistönomistajan investointi halukkuudesta riippumatta hankkeet, joiden takaisinmaksuaika on alle viisi vuotta, voidaan perustellusta pitää toteutuskelpoina hankkeina. Aurinkovoima ja ilma-vesilämpöpumppu järjestelmillä kuitenkin saavutetaan huomattavasti suurempia säästöjä, jolloin näiden toteuttaminen on perusteltua.

Vedenjäähdytyskoneiden kylmäaineina toimivat R134a sekä R407C, jotka molemmat ovat fluorihilivedyllisiä kylmäaineita. Kyseisten kylmäaineiden valmistusta ja käyttöä rajoitetaan nykyisellä lainsäädännöllä ja tulevaisuudessa lainsäädäntö tulee kiristymään. Nämä osaltaan vaikuttavat kyseisten aineiden

saatavuuteen ja hinnoitteluun. Näiden tulevat vaikutukset on hyvä tunnistaa kyseisten laitteiden huolloissa. (20.)

8 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia toimeksiantajan kohdekiinteistön sisäolosuhteita sekä nykyisten lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtojärjestelmien toimivuutta. Työn tavoitteena oli kartoittaa tapoja tehostaa nykyisten järjestelmien käytönaikaista energiatehokkuutta. Tämän lisäksi haluttiin tutkia energiatehokkuudeltaan parempi toteutusvaihtoehtoja nykyisille järjestelmille.

Työ aloitettiin toteuttamalla vuoden mittainen sisätilojen lämpötilaseuranta. Seurannan tarkoitus oli kerätä tietoa lämmitys- ja jäähdytyskauden ajalta. Seuranta toteutettiin Caverion SmartView -järjestelmän avulla, joka koosti huoneantureista kerättyä tietoa automaatiojärjestelmästä. Varsinaisen katselmus aloitettiin lämpötilaseurannan sekä kiinteistön energiakulutusten arvioinnilla. Tämän jälkeen tarkasteltiin automaatiojärjestelmä ja koostettiin havaitut parannusehdotukset. Lopuksi valittiin tarkasteltaviksi perusparannushankkeiksi alustava maalämmitysjärjestelmän tarkastelu, poistoilmapuhaltimien korvaamiset vaihtoehtoisilla ratkaisuilla, aurinkosähkön lisääminen sekä vedenjäähdytyskoneen korvaaminen ilma-vesilämpöpumpuilla.

Lämpötilaseurannan osalta havaittiin, että pääosin kiinteistössä toteutui S2-luokan vaatimukset. Seurantatuloksien perusteella löydettiin lisäksi, että osa huoneanturien mittapäistä oli asennettu virheellisesti väärään paikkaan. Tämän takia näiden mittapisteiden mittaustiedot eivät olleet käyttökelpoisia.

Automaatiojärjestelmän tarkastelussa havaittiin asetusarvojen osalta useita parannusehdotuksia. Parannusehdotukset tyypillisesti liittyivät lämpötilan tai käyntiaikojen asetusarvoihin. Asetusarvomuutoksilla saavutetaan helppoja ja kustannustehokkaita energiasäästöjä. Lisäksi tarkastelussa havaittiin toimintapuutteita mittauspisteissä, joiden mitta-arvot eivät vastanneet todellista tilannetta ja edellyttivät korjaustoimia.

Perusparannusehdotusten osalta löydettiin vaihtoehtoja, joilla saavutetaan energiasäästöjä ja joiden toteuttaminen on pääosin kannattavaa, tarkasteltaessa niiden takaisinmaksuaikoja. Ennen energiatehokkuutta parantavan hankkeen aloitusta tulee aina tarkistaa, mikä on tilanne energiatukien osalta.

Insinööriyössä esitettyjen toiminnallisten muutosten ja perusparannusehdotusten perusteella kiinteistön energiatehokkuutta voidaan parantaa merkittävästä. Havaintojen ja ehdotusten perusteella työn lopputulosta voidaan pitää onnistuneena.

Lähteet

- 1 Energiakatselmus – käynnistämisestä seurantaan. 2022. Verkkoaineisto. Motiva Oy. https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmukset/energiakatselmus_-_kaynnistamisesta_seurantaan>. Päivitetty 4.8.2022. Luettu 10.3.2025.
- 2 Talotekniikan tila kiinteistö- ja rakennusalalla. Verkkoaineisto. Granlund. <<https://www.granlund.fi/uutinen/paattajatutkimus-talotekniikan-rooli-kasvussa/#raportti>>. 13.10.2022. Luettu 16.10.2022.
- 3 Energiahallintajärjestelmän toteuttaminen EG Enerkeyn avulla. Verkkoaineisto. EG Finland Oy. <<https://eg.fi/it/eg-enerkey/>>. Luettu 10.3.2025.
- 4 Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet. 2004. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/files/23331/Kiinteiston_energiakatselmuksen_toteutus-ja_raportointiohjeet_2024.pdf>. Päivitetty 2015 ja 2024. Luettu 10.2.2025.
- 5 Vuotava vesikaluste – pienestä purosta valtava energiahukka ja rahasyöppö. 2022. Verkkoaineisto. Talotekniikka-lehti. <<https://talotekniikka-lehti.fi/vuotava-vesikaluste-pienesta-purosta-valtava-energiahunukka-ja-rahasyoppo/>>. Luettu 10.3.2025.
- 6 Toimistotilojen tarve ja käyttö koronan jälkeisessä maailmassa. 2021. Verkkoaineisto. Senaatti-kiinteistöt. <https://www.senaatti.fi/app/uploads/2021/09/KTI_koronakriisin-vaikutukset-kiinteistomarkkinoihin.pdf>. 20.8.2021. Luettu 10.3.2025.
- 7 Ominaiskulutukset palvelusektorilla. 2024. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmukset/tilastotietoa_katselmuksista/ominaiskulutukset_palvelusektorilla>. Päivitetty 4.12.2024. Luettu 28.12.2024.
- 8 Ota ympäristösi haltuun kokonaisvaltaisella olosuhteiden hallinnalla. 2024. Verkkoaineisto. Caverion. <https://www.caverion.fi/katalogi/palvelut/smart-view/?utm_campaign=&utm_medium=ppc&utm_term=caverion%20smart-view&utm_source=adwords&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-831430898059&hsa_grp=171968708078&hsa_acc=5971675613&hsa_ad=722941949217&hsa_cam=21948291494&hsa_net=ad-words&hsa_ver=3&hsa_kw=caverion%20smart-view&hsa_mt=e&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwvvr--BhB5EiwAd5YbXnkeyFpqPxPDU4aeNKBpj-XjU4Q2S6dFEjZAQPgzdGqnC1oJOGKUBoCf1EQAvD_BwE>. 29.3.2021. Luettu 28.1.2025.

- 9 SFS 5511. 1989. Ilmastointi. Rakennusten sisäilmasto. Lämpötilojen kenttämittaukset. Suomen Standardisoimisliitto.
- 10 Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. 2018. RT 07-11299. Rakennustieto.
- 11 Denut, Mikael. 2024. Ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteet. Verkkoaineisto. IVAeris Oy. <<https://www.tietosalkku.fi/post/lammontalteenotto-ja-hyotysuhde>>. 15.9.2024. Luettu 10.3.2025.
- 12 Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohje ja Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohjeen perustelumuuisto. Opas. Kuntien sisäilmaverkosto. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcaj-pcglclefindmkaj/<https://sisailmayhdistys.fi/wp-content/uploads/2023/12/Ilmanvaihdon-kayton-yleisohje-ja-perustelumuuisto-20190314-1.pdf>> 14.3.2019. Luettu 30.1.2025.
- 13 K1 Rakennusten kaukolämmitys määräykset ja ohjeet. 2021. Verkkoaineisto. Energiateollisuus ry. <<https://energia.fi/julkaisut/rakennusten-kaukolammitys-maaraykset-ja-ohjeet-julkaisu-k1-2021>>. Luettu 27.12.2024.
- 14 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. 2017. 1047/22.12.2017.
- 15 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistä vaatimuksista. 2019. 497/ 1.1.2020.
- 16 Safera FlowHero Älykäs ilmanvaihdon tarveohjaus ammattikeittäöihin. Verkkoaineisto. Safera. <<https://www.safera.com/fi/flowhero/>>. Luettu 3.1.2025.
- 17 Oma Helen. 2025. Helen Oy.
- 18 Orrberg, Matti (toim.). 2023. Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelu ja toteutus. ST-Käsikirja 40. 3., uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo.
- 19 Pennanen, Martti. 2025. Toimitusjohtaja, Awillas Oy, Espoo. Keskustelu 13.2.2025
- 20 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus fluoratuista kasvihuonekaasuista. 2024. 2024/573. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti. 20.2.2024. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32024R0573>>. Luettu 9.3.2025.

Tehdyn kyselyn kysymykset ja vastaukset

Kysymykset ja vastaukset Energiatehokkuuden parissa työskentelevältä henkilöltä.

1. Työkokemus tehtävissä, jotka liittyvät kiinteistöjen energiatehokkuuteen?

- Yli 13 vuotta päätoimisesti kiinteistöjen energiatehokkuusasioiden parissa

2. Miten yleistä on, että katselmuksissa tulee vastaan puutteita, jotka vaikuttavat energiatehokkuuteen ja ovat peräisin rakennusajalta?

- Puutteita löytyy valtaosasta uudiskohteita. Puutteet voivat olla lähtöisin rakennusajalta tai jo sitä edeltävältä suunnitteluvaiheelta, jossa energiatehokasta käyttöä ei ole huomioitu. Tämä näkyy mm. siten että ilmanvaihdon, lämmityksen, jäähdytyksen ja valaistuksen tarpeenmukainen ohjaus ei toteudu.
- Muita puutteita: Eri urakoiden rajapinnat eivät toimi yhteen (RAU-urakka, IV-urakka, putkiurakka, sähköurakka). Kyse voi olla puutteellisesta toteutuksesta tai suunnittelupuutteesta.
- Järjestelmissä ilmenee myös käyttäjälähtöisiä asetusarvojen puutteita.

3. Kerro edelliseen kohtaan liittyen esimerkkejä merkitykseltään suurimmista energiatehokkuuteen vaikuttavista puutteista?

- Saman tilan olosuhteisiin vaikuttaa useampi päällekkäinen ohjauslaite (patteritermostaatit ohjaavat lämmitystä, erillinen huonetermostaatti jäähdytystä, poistoilman lämpötila ohjaa ilmanvaihdon tuloilman lämpötilaa). Suunnitelmapuutteita, joiden perusteella järjestelmät eivät voi toimia energiatehokkaasti.

4. Mistä mielestäsi johtuu, että puutteita on jäänyt korjaamatta?

- Suunnittelussa ja valvonnassa on harvoin henkilöitä, jotka tarkastelevat rakennusta kokonaisuutena. Suunnittelu- ja valvontavaiheissa henkilöt keskittyvät omaan erikoisalueeseen (LVI, Sähkö, automaatio), mutta eivät huomioi näiden yhteistoimintaa, rakennuksen käyttövaiheen toimivuutta ja energiatehokkuutta.

5. Edellisiin kysymyksiin liittyen millaisia tarkastustehtäviä mielestäsi olisi hyvä tehdä energiatehokkuus katselmuksessa?

- Suunnitelmien tarkastus, onko ohjauksissa huomioitu energiatehokas käyttö. Käyttäjähäastattelujen perusteella kohdennettuja järjestelmän toiminnan tarkastuksia (toimintakokeita, jotka jätetty usein tekemättä vastaanottovaiheessa). Talotekniikan toiminta olisi syytä tarkastaa sekä lämmitys- että jäähdytyskaudella.

Kysymykset ja vastaukset urakoinnin ja suunnittelun parissa työskentelevältä henkilöltä.

1. Työkokemus tehtävissä, jotka liittyvät kiinteistöjen automaatio urakointiin (vuosina)?

- 1,5 vuotta projektin suunnittelijana, jossa pääosin suunnitelmien pohjalta tehtiin ja suunniteltiin toteutuskuvia käytettävän automaatiojärjestelmän kytkennästä. Projektin hoitoa 4 vuotta, jossa pääpainona laitteiden ja järjestelmien käyttöönotto kohteella ja projektinjohtoa.

2. Minkälaisiin ongelmiin olet havainnut suunnitelmissa urakkojen yhteydessä, joilla on vaikutusta kiinteistön energiatehokkuuteen?

- Suunnitelmista useasti puuttuvat asetusarvot ja ne jäävät usein urakoitsijan määriteltäviksi, esim. suuren kiinteistön kaikkien huonesäätimien lämpötilakäyrät ja asetusarvot. Näiden määrittely suunnitteluvaiheessa vaikuttaa suuresti energian kulutukseen. Huoneasetusarvojen lisäksi myös aikaohjelmat ja lämmityskäyrät.

3. Minkälaisiin ongelmiin olet havainnut toteutuksessa urakkojen valmistumisen/ luovuttamisen yhteydessä, joilla on vaikutusta kiinteistön energiatehokkuuteen?

- Aikaohjelmat, jäähdytysverkostojen talvipysäytykset, asetusarvojen puuttuminen erijärjestelmistä tai ympärilyöreit määritellyt asetusarvot.

4. Mistä puutteet mielestäsi johtuvat?

- Aikaohjelmien määrittely esim. kaikille iv-koneille voi olla haastavaa, jos ei vuokralaisen tai käyttäjän tarpeita tiedetä. Suunnittelijoilla ei aikaa perehtyä tarpeeksi tarkasti kohteeseen vaan käytetään vanhoja ja valmiita toimintaselostuksia.

5. Edellisiin kysymyksiin liittyen millaisia tarkastustehtäviä mielestäsi olisi hyvä tehdä energiatehokkuus katselmuksessa?

- Aikaohjelmien tarkistukset, lämmityskäyrien tarkistukset, jäähdytys ja lämmitys tarpeiden optimointi talvi ja kesäaikana, erillisohjauksien esim. sulana pitojen ohjauksien aikaohjelmat, vanhojen kohteiden iv-koneiden lämmitys ja jäähdytysventtiilien toiminta, valaistus, verkostojen virtaamat ja asetusarvot, ristiriitaisuudet tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen osalta esimerkiksi, ettei iv-koneilla lämmitetä tilaa ja huonelaitteilla jäähdytetä.

Kysymykset ja vastaukset valvojana työskentelevältä henkilöltä.

1. Työkokemus tehtävissä, jotka liittyvät talotekniikan Valvojan tehtäviin (vuosina)?

- Yli 30 vuotta

2. Minkälaisiin ongelmiin olet havainnut suunnitelmissa urakkojen yhteydessä, joilla on vaikutusta kiinteistön energiatehokkuuteen?

Suurin ongelma on kokonaisuuden hahmottaminen sekä kiinteistön muun tekniikan korjausvelan huomiotta jättäminen. Toinen suuri ongelma on sisäilman laadun huomiotta jättäminen sekä asiakastyytyvyyden vaikutus tehtyihin ratkaisuihin. Seuraava ongelma on laskea oikein kannattavuus. Käytettäessä voimassa olevia ohjeita tai asetuksen antamia laskentaperusteita, nämäkin käytännössä ovat suuntaa antavia. Omistajille tulisi avata laskelmat selkeästi sekä kertoa "skenaariot" ym. ennusteet. Sähkön hinnan merkittävä vaihtelu on osaltaan johtanut osassa kohteita "väärin" takaisinmaksuarvioihin. Investointilaskelmissa tulisi huomioida paremmin suunnittelun ja valvonnan ym. tilaajan omat kulut. Pääsääntöisesti nämä jätetään pois laskelmista, näiden kustannusten osuus yleensä on noin 10 % investoinneista. Kiinteistön perusominaisuudet tulisi aina selvittää huolella. Mikäli kiinteistö on korkean lämmön kohde eli tarkoitetaan vanhaa öljykattilakohdetta. Lämmityspatterit ym. on mitoitettu erittäin epäedullisesti, lämpöpumppuja ajatellen. Yleensä lämmityspatterit ovat yksi tai kaksilamelisia, pieniä ja vaativat mitoitustilanteessa 80–90 °C lämpötiloja. Tämä tulisi aina huomioida uusituvan energian projekteissa. Tämän huomioiminen voidaan tehdä monella eri tavalla, mutta valitettavasti laskelmat ovat "sokeita" ja tekevät "väärää energiasäästöennusteita", jos kohteen lämmönluovuttimia ei ole huomioitu oikein.

3. Minkälaisiin ongelmiin olet havainnut toteutuksessa urakkojen valmistumisen/ luovuttamisen yhteydessä, joilla on vaikutusta kiinteistön energiatehokkuuteen?

Vähän kuten edellä eli kokonaisuus ja toiminnallisuuden haasteet. Esimerkiksi jos on tehty IV- projekti, jossa kerroksen poistokanavaan on tehty CO₂ mittaus ja tulo- ja poistoa ohjataan kerroksessa tämän mukaisesti. Jos kerroksessa on kymmeniä huoneita ja käyttäjiä voi syntyä tiloja, joissa on huono sisäilma sen takia, ettei ilmanvaihto toteudu kaikkialla oikein. "Soitellen sotaan" ns. termi, ettei todellisuudessa ole riittävän huolellisesti tiedostettu vallittujen laitteiden todellista toimintaa sekä käytönoton jälkeen ei ole tehty riittävän huolellista "sisäänajoa". Tällä tarkoitetaan lämpöpumpun, yleensä VILP pumppujen optimoimista kohteen energian sekä tehon kulutuksen suhteessa. Jokainen kohden on ns. "uniikki", jossa pitäisi käytön aikana seurata VILP toimintaa suhteessa koneiden toimintaan sekä ulkolämpötilaan.

4. Mistä puutteet mielestäsi johtuvat?

Kiinteistön omistajan osaamattomuus. Urakoitsijoiden "aggressiivisuus" myydä ns. energiasäätöjä. Säästöjen päätavoite on tehdä € itselle, ei olla kiinnostuneita kiinteistön korjausvelasta tai muista ongelmista. Ennen oli termi "mummo siniseksi" säästötoimet. Vääriä laskelmia, kun perusasioiden käsittelyä ei osata tehdä oikein. Huonoja laitevalintoja tai jopa järjestelmävalintoja. Kokonaisuuden hallitsemattomuus. Käyttöönotto sekä käytön aikainen seuranta. Tähän tulisi varata resursseja, jotta järjestelmää voidaan seurata, käyttöä ja käyntiä ns. optimoida. Esimerkiksi VILP hyvän hyötysuhteen käyntilämpötilat. Samoin jos huipputehossa käytetään kaukolämpöä ja sähkön hinta on halpaa, tulisi koneita käynnistää ja hyödyntää VILP verkostoissa. Tässäkin on monia eri tapoja tehdä energiatehokkaita toimia. Yleensä automaation tulisi olla aina ns. kiinteistön pääautomaatiojärjestelmä, joka ohjaa pääkäyttöjä. Suurten lämpöpumppujen sisäisiä ohjauksia ei tulisi käyttää ensisijaisena ohjaustapana.

5. Edellisiin kysymyksiin liittyen millaisia tarkastustehtäviä mielestäsi olisi hyvä tehdä energiatehokkuus katselmuksessa?

- Energiakatselmus tulee tehdä aina kahdessa osassa. Kesällä nähdään jäähdytyksen toiminta sekä talvella lämmityksen toiminta. Isoissa kohteissa tehdään useampi kierros ja kauppakeskuksessa olen esimerkiksi ollut yöllä varmistamassa, että miten kaikki erilliset IV- koneet ovat toimineet käyttöajan ulkopuolella. Tämän jälkeen perehtyä kiinteistön teknisten laitteiden elinkaareen sekä pohtia järkeviä kokonaisuuksia, kun siirrytään energiatehokkaisiin toimiin. Kannattavuuslaskelmissa tulisi pohtia "suuria" linja ja kokonaisuuksia sekä vaihtoehtoja. Alueen sekä rakennuksen kaava-alueen muutokset ja paineet on aina tiedostettava ennen kuin tehdään mitään investointeja.

Automaatio-järjestelmän kehitysideat.

Talo	Järjestelmä	Kone	Muutos
A	ilmanvaihto	TK301	Vyöhykepeltien toiminnan tarkastaminen
A	ilmanvaihto	TK301 & 302	Koneen käyntiaikojen tarkastus
A	ilmanvaihto	TK301 & 302	Tuloilman lämpötilan asetusarvojen yhtenäistäminen
A	ilmanvaihto	TK303	Aikaohjelmien tarkistaminen
A	ilmanvaihto	TK304	Aikaohjelmien tarkistaminen
A	ilmanvaihto	TK304	Tuloilman lämpötilan asetusarvojen tarkastaminen
A	ilmanvaihto	TK306	Säädöissä huomioitava aulan ilmanvaihdon ohjaus tulee 3 krs kautta
A	ilmanvaihto	TK306	Tiistai päivän ohjauksen korjaus
B	ilmanvaihto	TK309	Vyöhykepeltien toiminnan tarkastaminen
B	ilmanvaihto	TK313	Toimialuiden tarkistaminen grafiikkakuviosta, puuttuuko 7 krs?
B	ilmanvaihto	307PF03	Nimi poikkeaa suunnitelmista
B	ilmanvaihto	kaikki	Kaikkien pyhäpäivien syöttäminen koneille
B	ilmanvaihto	kaikki	Peruskäyntiohjelmien tarkastus ja päivittäminen
B	ilmanvaihto	kaikki koneet	Sisäänpuhalluslämpötilojen asetusarvojen tarkastaminen
B	jäähdytys	TE50-2	Toiminnan tarkastaminen
A	lämmin käyttövesi		Paluuveden lämpötilan tiedon lisäys ja menoveden lämpötilan säätäminen
B	lämmin käyttövesi		Paluuveden lämpötilan tiedon lisäys ja menoveden lämpötilan säätäminen
A ja B	lämmin käyttövesi		Lämpimän käyttöveden meneveden lämpötilan mittauksen tarkistaminen
A	lämmitys		Patteriverkoston lisäys grafiikkakuvaan
A	lämmitys	102PDE41	Paine-eromittauksen 102PDE41 tarkastaminen
A	lämmitys	102P01	Käyntitiedon tarkastaminen
B	lämmitys	111P01	Käyntitiedon tarkastaminen
B	lämmitys	112P01	Käyntitiedon tarkastaminen
B	lämmitys	automaatio	7 krs. Viiden lämpötilan mittauksen korjaus
B	lämmitys		Kaukolämmön paluuveden korkean lämpötilan syyn selvitys
A ja B	saatto ja sulanapito		Sulanapito- ja saattolämmitysjärjestelmien parempi erittely
A ja B	saatto ja sulanapito		Käyntirajojen muuttaminen +2 °C - -2 °C

FlowHero järjestelmän säästölaskelma.

FlowHero-tarveohjaus – Arvio säästöistä

9.9.2024

Triotto

FlowHero - Vaikutus vuodessa

Hiihijalanjälki -5 tCO2	Energiankulutus -36 309 kWh	Energiakustannukset -3 300 EUR	Takaisinmaksuaika 2,5 vuotta
---	---	--	--

Lue lisää:

[Safers FlowHero - Ammattikeittiön ilmanvaihdon tarveohjaus](https://www.safers.com/fi/flowhero/)
<https://www.safers.com/fi/flowhero/>

Lähtötiedot

Ilmanvaihto

Tehostusasetus (mitoitusilmamäärä)	2 000 l/s
Puoliteho	700 l/s
Ajastin, keskimääräinen ilmamäärä	625 l/s
Ajastin, keskimääräinen ohjaus-%	31 %
FlowHero, arvioitu säästö-% ilmamäärästä	41 %
FlowHero, keskimääräinen ilmamäärä	369 l/s

IV-laitteet

Poistoilmapuhaltimen teho	2 kW
Tuloilmapuhaltimen teho	2 kW
LTO-laitteen vuosihyötysuhde (n)	0 %
Sisääntuleva ilma (t, t)	18,1 °C
Poistoilma (t, p) eli ilma joka tulee LTO:lle	24 °C

Energian hinta

Kaukolämpö: Helen

Lämmityskuukausi	Energiamaksu alv. 0%
Tammikuu	102,5 EUR/MWh
Helmi	100,6 EUR/MWh
Maalis	93,9 EUR/MWh
Huhti	80,6 EUR/MWh
Touko	49,7 EUR/MWh
Kesä	36,7 EUR/MWh
Heinä	31,8 EUR/MWh
Elo	33,7 EUR/MWh
Syys	46,0 EUR/MWh
Loka	69,1 EUR/MWh
Marras	88,4 EUR/MWh
Joulu	95,8 EUR/MWh

Puhaltimien käyttöenergia	Sähkön hinta, alv. 0%
Sähkön hinta, kesä (ml. siirtohint)	0,12 EUR/kWh
Sähkön hinta, talvi (ml. siirtohint)	0,12 EUR/kWh

Valitse lähin kaupunki: **Helsinki**
Keskim. ulkolämpötila: 7,0 °C

Hiihijalanjälki

CEV_District heat	0,158 CO2/kWh
CEV_electricity	0,077 CO2/kWh

Arvio hankkeen investoinnista

Investointi yhteensä	8 137 €
FlowHero-laitteet ja asennus	6 137 €
Automatiikkikytkentä	2 000 €

Aurinkovoimalan laskentatiedot ja tulokset.



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

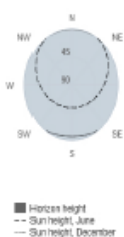
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 60.220,24.942
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-ERA5
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 40 kWp
 System loss: 14 %

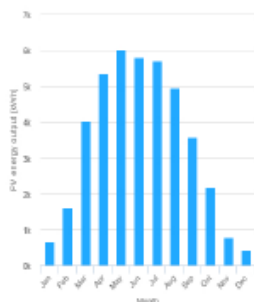
Simulation outputs

Slope angle: 45 (opt) °
 Azimuth angle: -1 (opt) °
 Yearly PV energy production: 41132.98 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1319.37 kWh/m²
 Year-to-year variability: 1552.87 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -2.77 %
 Spectral effects: NaN %
 Temperature and low irradiance: -6.79 %
 Total loss: -22.08 %
 PV electricity cost [per kWh]: 0.083 per kWh

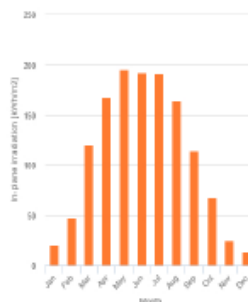
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	656.5	20.2	175.4
February	1612.9	47.7	295.7
March	4030.2	120.8	640.2
April	5354.0	167.2	479.2
May	6031.4	195.3	552.3
June	5791.5	191.9	357.3
July	5705.8	191.3	323.9
August	4971.6	164.4	480.9
September	3576.7	114.4	399.5
October	2184.8	67.8	445.0
November	794.4	24.9	209.7
December	423.3	13.4	162.1

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].
 H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].
 SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them. However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.
 It is our goal to minimize disruption caused by technical errors. However, some data or information on this site may have been created or structured in file or formats that are not error-free and we cannot guarantee that our website will not be disrupted or otherwise affected by such problems. The Commission accepts no responsibility with regard to such problems incurred as a result of using this site or any linked external sites.
 For more information, please visit https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en

