



Hotelli- ja ravintola-alan energiatehokkuuden kehittäminen

Opinnäytetyö

Sakari Syrjälä

Opinnäytetyö, AMK

Elokuu 2023

Energia- ja ympäristötekniikka, insinööri (AMK)

Sakari Syrjälä

Hotellikiinteistön energiatehokkuuden kehittäminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Elokuu 2023, 86 sivua.

Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: Suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Caverion Suomi Oy toimi opinnäytetyön toimeksiantajana. Caverion Suomi Oy:llä oli asiakas, joka omisti hotellikiinteistön. Asiakas halusi selvittää hotellikiinteistön energiatehokkuuden kehittämismahdollisuudet. Kiinteistöön ei ollut tehty aikaisempia energiatehokkuuden kehitystoimenpiteitä tai energiakatselmusta. Tehtävänä opinnäytetyössä oli selvittää, miten hotellikiinteistön taloteknisten järjestelmien energiatehokkuutta voitaisiin kehittää. Tavoitteena oli luoda konkreettisia taloudellisesti kannattavia toimenpide-ehdotuksia taloteknisten järjestelmien energiatehokkuuden kehittämiseen.

Opinnäytetyö toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Hotellikiinteistön nykytila selvitettiin perusteellisesti havainnoinnilla paikan päällä sekä rakennusautomaation etävalvomossa. Kiinteistön käytöstä vastaava henkilökunta ja toimitusjohtajaa teemahaastateltiin. Lisäksi rakennusaikaisia dokumentteja käytettiin kiinteistön nykytilan selvityksessä. Kerätty aineisto analysoitiin käyttäen apuna Caverionin kehittämää laskentapohjaa. Laskentapohjalla laskettiin taloteknisten järjestelmien taloudellisesti kannattavimmat toimenpide-ehdotukset.

Tulokseksi saatiin taloudellisesti kannattavia konkreettisia toimenpide-ehdotuksia taloteknisten järjestelmien energiatehokkuuden kehittämiseksi. Lisäksi tukitoimenpiteiksi luotiin lukuisia muita toimenpide-ehdotuksia. Toimenpide-ehdotusten vuotuisiksi säästöpotentiaaliksi arvioitiin jopa 24% vähennys nykyisistä energiakustannuksista.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin erinomaisesti. Tulosten perusteella taloteknisten järjestelmien energiatehokkuutta voitaisiin kehittää merkittävästi vähentämällä ja tehostamalla energian käyttöä. Energian käyttöä voitaisiin tehostaa investoimalla nykyaikaisiin laitteistoihin. Energia säästöä kyettäisiin myös luomaan optimoimalla nykyisten järjestelmien käyttöä.

Avainsanat (asiasanat)

Energiatehokkuus, energiansäästö, energiakatselmus, talotekniikka, talotekniset järjestelmät, hotellikiinteistö, Caverion Suomi Oy

Sakari Syrjälä

Developing the energy efficiency of the hotel building

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, August 2023, 86 pages.

Degree Programme in Energy and Environmental Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Caverion Suomi Oy was the principal of the thesis. Caverion Suomi Oy had a client who owned a hotel building. The customer wanted to find out the possibilities for developing the energy efficiency of the hotel building. No previous energy efficiency development measures or an energy audit had been carried out on the building. The task in the thesis was to find out how the energy efficiency of the building technology systems of the hotel building could be developed. The goal was to create economically viable action proposals for developing the energy efficiency of building technology systems.

The thesis was carried out as a qualitative study. The current state of the hotel building was thoroughly investigated with on-site observations and in the building automation remote control program. The staff responsible for the use of the building and the CEO were theme interviewed. In addition, documents from the time of construction were used to assess the current state of the building. The collected data was analyzed using the Excel calculation base developed by Caverion. The calculation basis was used to calculate the most economically profitable measures for building technical systems.

The result was financially viable measures to develop the energy efficiency of building technology systems. In addition, numerous other proposals were created as support measures. The annual savings potential of the proposed measures was estimated to be up to 24% reduction of the current energy costs.

The goals of the thesis were excellently achieved. Based on the results, the energy efficiency of building technical systems could be improved significantly by reducing and increasing the use of energy. Energy use could be made more efficient by investing in modern equipment. Energy savings could also be created by optimizing the use of current systems.

Keywords/tags (subjects)

Energy efficiency, energy saving, energy survey, building technology, building technology systems, hotel building, Caverion Suomi Oy

Sisältö

1	Johdanto	8
2	Tutkimusasetelma	9
2.1	Tavoitteet, rajaus ja tutkimuskysymykset.....	9
2.2	Tutkimusotteen ja -menetelmien kuvaus	10
2.2.1	Aineistonkeruun toteutus.....	12
2.2.2	Tietoperustan tiedonhankinnan kuvaus.....	13
2.3	Tutkimuksen luotettavuus ja -eettisyys	14
2.4	Toimeksiantaja	14
3	Sisäilmasto	15
3.1	Lämpöolosuhteet	16
3.2	Ilmanlaatu.....	18
3.2.1	Ulkoilman epäpuhtaudet.....	18
3.2.2	Maaperän epäpuhtaudet.....	19
3.2.3	Kiinteistöstä ja kiinteistössä syntyvät epäpuhtaudet	20
3.3	Ääniolosuhteet.....	22
3.4	Valaistus	23
3.5	Sisäilmastoluokitus.....	25
4	Hotelli kiinteistön talotekniset järjestelmät ja niiden tehostus	26
4.1	Ilmanvaihto.....	27
4.1.1	Keskitetty ilmanvaihto	28
4.1.2	Huoneistokohtainen ilmanvaihto	29
4.1.3	Ilmanvaihto prosessina	30
4.1.4	Ilmanvaihdon energiankäytön tehostaminen	31
4.1.5	Lämmöntalteenottomallit	32
4.1.6	Puhallintyyppit ja niiden energiatehokkuus	33
4.1.7	Ilmanvaihtoa ohjataan rakennusautomaatiolla	34
4.2	Lämmitys	36
4.3	Jäähdytys.....	38
4.4	Rakennusautomaatio	40
4.5	Muita tehostuskeinoja	42
5	Energiakatselmus.....	44
5.1	Energiatuki ja lainsäädäntö	45
5.2	Energiatehokkuus.....	45

6	Nykytilan selvitys toimeksiannon hotellikiinteistössä	46
6.1	Energian- ja vedenkulutus ja kustannustiedot.....	46
6.1.1	Kaukolämpö	46
6.1.2	Sähkö.....	49
6.1.3	Vesi	51
6.2	Kiinteistön käyttö ja ylläpito	53
6.3	Sisäilmasto-olosuhteet.....	54
7	Taloteknisten järjestelmien nykytilan kuvaus	55
7.1	Lämmitys	55
7.2	Ilmanvaihto.....	60
7.3	Jäähdytys	68
7.4	Vesijohtojärjestelmä	71
7.5	Sähkö ja rakennusautomaatio.....	71
7.6	Muut havainnot.....	74
8	Energiatehokkuus toimenpide-ehdotukset.....	75
8.1	Muut ehdotukset.....	82
8.2	Taloudellisesti kannattamattomat toimenpiteet.....	83
9	Johtopäätökset.....	84
10	Pohdinta.....	84
	Lähteet	86

Kuviot

Kuvio 1.	Kvalitatiivisen tutkimusotteen menetelmäpolku (Kananen 2019, 28).	11
Kuvio 2.	Aineistonkeruumenetelmät kvalitatiivisessa tutkimuksessa (Kananen 2019, 29).	13
Kuvio 3.	Sisäilmastoluokkien tavoitelämpötila-arvoja (RT 07-11299 2018, 6).	26
Kuvio 4.	Sisäilmastoluokkien tavoiteilmanlaatu-arvoja (RT 07-11299 2018, 7).	26
Kuvio 5.	Oikeaoppiset ilmanvaihtoreitit (Kemppainen & Pakarinen 2022, 66).	28
Kuvio 6.	Keskitetyn ilmanvaihdon periaatekuva (Ilmanvaihdon eri toteutustavat n.d.).....	29
Kuvio 7.	huoneistokohtaisen ilmanvaihdon periaatekuva (Ilmanvaihdon eri toteutustavat n.d.).	30
Kuvio 8.	Nykyaikainen keskitetty ilmanvaihtokone. (Koja Future - ilmanvaihtokone n.d.).....	34
Kuvio 9.	Etävalvomonäkymä hotellikiinteistön ilmanvaihtokoneesta.....	34
Kuvio 10.	Kaukolämmön periaatekuva (LVI 10-10397).....	37
Kuvio 11.	Välillisen järjestelmän toimintakaavio (Parviainen 2016, 15).....	40
Kuvio 12.	Kaukolämmön kulutus 2021–2022.	47

Kuvio 13. Kaukolämmön kuukausikulutus 2021.	48
Kuvio 14. Kaukolämmön kuukausikulutus 2022.	48
Kuvio 15. Lämmönkulutuksen laskennallinen jakauma vuonna 2022.	49
Kuvio 16. Sähköenergiankulutus 2021–2022.....	50
Kuvio 17. Sähköenergian kuukausittainen kulutus 2020–2022.....	50
Kuvio 18. Sähkönkulutuksen jakauma 2022.	51
Kuvio 19. Vedenkulutus 2021–2022.	52
Kuvio 20. Veden kuukausittainen kulutus 2021–2022.	52
Kuvio 21. Veden hinnan muodostuminen 2022.	53
Kuvio 22. Lämmönjakohuone.	56
Kuvio 23. Eristämätön jakotukki.	56
Kuvio 24. Lämmönjakonäkymä e-valvomosta.	58
Kuvio 25. PV-verkoston historiatrendi, jossa asetusravossa on havaittavissa epätavallista toimintaa.	58
Kuvio 26. Asetusravot PV-verkosto.....	59
Kuvio 27. Asetusravot IV-verkosto.....	59
Kuvio 28. Tuloilmakone TF 1.1.	60
Kuvio 29. Poistoilmakone PF 1.1.....	61
Kuvio 30. Keittiön erillispoisto.	61
Kuvio 31. TK01 lämmityspatterin kiertovesipumppu.	62
Kuvio 32. TK01 valvomonäkymä.	63
Kuvio 33. TK02 poistoilmakone.....	64
Kuvio 34. TK02 tuloilmakone.	64
Kuvio 35. TK02 lämmityspatterin vuoto.	65
Kuvio 36. TK02 lämmityspatterin venttiili FV 2.51 soutaa.....	65
Kuvio 37. TK02 valvomonäkymä.	66
Kuvio 38. TK02 aikaohjelma.	66
Kuvio 39. TK03 ilmanvaihtokone.	67
Kuvio 40. TK03 valvomonäkymä.	68
Kuvio 41. Vedenjäähdytin VJ1.....	69
Kuvio 42. Jäähdytyskone JK2.....	69
Kuvio 43. Vedenjäähdytin VJ1 valvomonäkymä, joka on puutteellinen.	70
Kuvio 44. Vesiverkoston paineenalennusventtiili ja virtausmittaus.....	71
Kuvio 45. Säästöpotentiaali yhteensä.....	82

Taulukot

Taulukko 1. Energiankulutus ja kustannustiedot.....	46
Taulukko 2. Kaukolämmön hintajakauma.....	49
Taulukko 3. Veden hintajakauma.	53
Taulukko 4. Lämpöolosuhdemittaukset.....	54
Taulukko 5. Valaistusolosuhdemittaukset.	55
Taulukko 6. Valaisinluettelo.....	72
Taulukko 7. Aurinkopaneeli toimenpide-ehdotus.	75
Taulukko 8. TK01:n puhallinsaneeraus toimenpide-ehdotus.	76
Taulukko 9. TK01:n tarpeenmukainen ohjaus toimenpide-ehdotus.	76
Taulukko 10. TK02:n puhallinsaneeraus toimenpide-ehdotus.	77
Taulukko 11. Käytävävalaistuksen muuttaminen liiketunnistimilla toimivaksi toimenpide-ehdotus.	77
Taulukko 12. Sisäänkäynnin yläpuolella olevien natriumvalaisimien led-päivitys toimenpide-ehdotus.	78
Taulukko 13. Sulatuslämmitysten lämpötilaohjausten optimointi toimenpide-ehdotus.	78
Taulukko 14. Lämmönjakopumppujen kesäpysäytys toimenpide-ehdotus.	79
Taulukko 15. Hanavirtaamien säätäminen toimenpide-ehdotus.	79
Taulukko 16. Energiaviisas suihkuhaaste toimenpide-ehdotus.....	79
Taulukko 18. Toimenpide-ehdotusten yhteenveto.	81

1 Johdanto

Energiatehokkuus on ajankohtainen megatrendi. Energiatehokkuutta pyritään kehittämään yksittäisen kohteen tasolta aina kokonaisen maan tasolle asti. Energianhintojen nousu on lisännyt kiinnostusta kehittää energiatehokkuutta. Energiatehokkuuskehityshankkeiden kannattavuudet ovat nousseet energian hintojen nousun johdosta, mikä on lyhentänyt takaisinmaksuaikoja. Takaisinmaksuajat voivat olla yllättävän lyhyitä, riippuen kohteen nykytilasta ja käytössä olevista energiaratkaisuista.

Energiakatselmukset ovat työkalu energiatehokkuuden kehittämiseksi. Opinnäytetyössä tehtiin energiakatselmus hotellikiinteistöön. Energiakatselmuksen tavoitteena oli taloteknisten järjestelmien nykytilan- ja kehittämismahdollisuuksien selvitys. Tuotoksena oli tarkoitus muodostaa konkreettisia ehdotuksia kiinteistön energiatehokkuuden kehittämiseksi.

Hotelliyrittäjän kannalta kehitystyö on merkityksellinen, koska hotellit ovat merkittäviä energiankuluttajia. Energiatehokkuuden kehittäminen luo hotellille monia etuja. Suorina etuina ovat taloudelliset säästöt. Epäsuorina etuina voidaan pitää imagon parantumista vastuullisena energian- ja luonnonvarojen kuluttajana. Luonnonvarojen vastuullinen käyttö on ympäristöystävällistä. Ympäristöystävällisyys antaa yrityksestä vastuullisen kuvan asiakkaille, joka voi luoda etulyöntiaseman kilpailijoihin nähden. Ympäristötietoinen asiakas voi suosia kulutuksessaan kestävän kehityksen mukaisia toimijoita.

Isommassa kuvassa aihe on ollut pinnalla jo pitkään ja tulee olemaan tulevaisuudessa yhä merkityksellisempi. Euroopan unionissa laaditaan jatkuvasti uusia kansainvälisiä tavoitteita energian loppukäytön vähentämiseksi, joissa Suomi on mukana. EU:n energiatehokkuusdirektiivin (EED) tavoitteiden saavuttamiseksi Suomessa on tehtävä investointeja energiatehokkuuden kehittämiseksi. Energiankäytön tehostamiseksi on tehtävä suuria ponnisteluja, jotta Suomea sitoviin energiansäästö tavoitteisiin päästään.

2 Tutkimusasetelma

2.1 Tavoitteet, rajaus ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää hotellikiinteistön taloteknisten järjestelmien energiatehokkuuden kehittämismahdollisuudet. Kehittämismahdollisuuksista oli tavoitteena luoda konkreettisia toimenpide-ehdotuksia, miten taloteknisten järjestelmien energiankäyttöä hotellissa voitaisiin tehostaa ja kehittää. Ehdotuksien oli oltava toteutettavissa ja taloudellisesti kannattavia toteuttaa. Ehdotusten toteutettavuudelle rajoitteita loi kiinteistön tyyppistä, tilojen koosta ja -käytöstä johtuvat rajoitteet sekä vaatimukset.

Opinnäytetyössä oli rajattu tutkimuksen ulkopuolelle kiinteistön rakenteet. Primäärisyy rakenteiden rajauksesta tarkastelun ulkopuolelle oli, että lähtökohtaisesti massiiviset rakennemuutokset eivät ole taloudellisesti kannattavia toteuttaa pelkästään energiatehokkuuden kehittämistä tavoitella. Sekundäärinen syy rakenteiden ulosrajaamiselle oli, että kiinteistön tyyppi oli hotelli. Hotellin olisi kehitysehdotusten toteutuksen aikana pystyttävä palvelemaan asiakkaitaan mahdollisimman hyvin ja säilyttämään korkea asiakastytyväisyys. Massiivisia rakenteellisia muutoksia olisi hankala toteuttaa ilman, että asiakastytyväisyys kärsisi. Asiakastytyväisyydestä ei sovi tinkiä, sillä se saattaisi vaikuttaa negatiivisesti hotellin liiketoimintaan, mikäli osa hotellista ei olisi käytettävissä kehitysehdotusten toteutuksen aikana, tai mikäli toteutuksista aiheutuisi muita lieveilmiöitä asiakkaille.

Tilojen koko loi myös kehitysehdotuksille vaatimuksia ja rajoitteita. Taloteknisille järjestelmille on tyyppillisesti varattuna tekniset tilat. Vanhoissa kiinteistöissä teknisiin tiloihin ei ole suunniteltu lisäävän uusia taloteknisiä laitteistoja. Tekniset tilat ovat siis ahtaita eikä vapaata lattiapinta-alaa ole välttämättä saatavilla. Tiloihin ei välttämättä yksinkertaisesti fyysisesti sovi uusia kehitysehdotusten mukaisia laitteita tai ratkaisuita, joilla pystyttäisiin saavuttamaan energiatehokkuuden kehitystä. Opinnäytetyössä oli otettava huomioon tilojen koon aiheuttamat rajoitteet.

Tutkimusongelma opinnäytetyössä kiteytettynä oli, miten hotellikiinteistön taloteknisten järjestelmien energiatehokkuutta pystyttäisiin kehittämään. Tutkimusongelman ratkaisemiseksi ja kehittämistyön tavoitteiden saavuttamiseksi johdettiin tutkimuskysymyksiä, jotka olivat:

- Mikä on kiinteistön nykytila sisäilmaston ja energiatehokkuuden näkökulmasta?
- Miten taloteknisiä järjestelmiä voidaan kehittää energiatehokkaammiksi kiinteistön käyttötarpeet ja -rajoitukset huomioiden, samalla säilyttäen tai parantaen sisäilmasto-olosuhteita?
- Mitkä ovat konkreettiset toimenpide-ehdotukset energiatehokkuuden kehittämiseksi?

Näihin kysymyksiin opinnäytetyössä pyrittiin löytämään vastaukset. Ensimmäinen kysymys, eli kiinteistön nykytilan selvitys oli äärimmäisen oleellinen kehittämistyön kannalta. Ensimmäisen kysymyksen vastaukset antoivat heti suunnan, mitä kiinteistön taloteknisille järjestelmille kannattaisi tehdä, jotta niiden toimintaa ja käyttötarkoitusta voitaisiin kehittää energiatehokkaammaksi sisäilmasto-olosuhteet huomioiden.

Nykytilan selvityksen jälkeen selvitettiin, miten taloteknisiä järjestelmiä voidaan kehittää energiatehokkaammiksi kiinteistön käyttötarpeet ja -rajoitukset huomioiden, samalla säilyttäen ja parantaen sisäilmasto-olosuhteita? Kysymykseen vastatessa tarkasteltiin nykyisten teknologioiden käytön tehostamista ja mikäli tehostusmahdollisuutta ei enää ollut, verrattiin kiinteistön nykyisiä ja markkinoilla saatavilla olevia kehittyneempiä teknologioita toisiinsa siten, että saavutettaisiinko kehittyneemmällä teknologialla riittävä taloudellinen säästö, jotta päivitys olisi taloudellisesti kannattava. Kysymykseen vastaamalla punnittiin toimenpiteitä, joilla saavutettaisiin haluttu energiatehokkuuden kehittäminen.

Viimeinen kysymys oli, mitkä ovat konkreettiset kehitysehdotukset energiatehokkuuden parantamiseksi kiinteistössä? Edellisen kysymyksen vastauksista karsitut taloudellisesti kannattavat ja toteutukseltaan mahdolliset toimenpide-ehdotukset toimivat vastauksena viimeiseen kysymykseen. Näihin kysymyksiin vastaamalla päästiin opinnäytetyön tavoitteisiin.

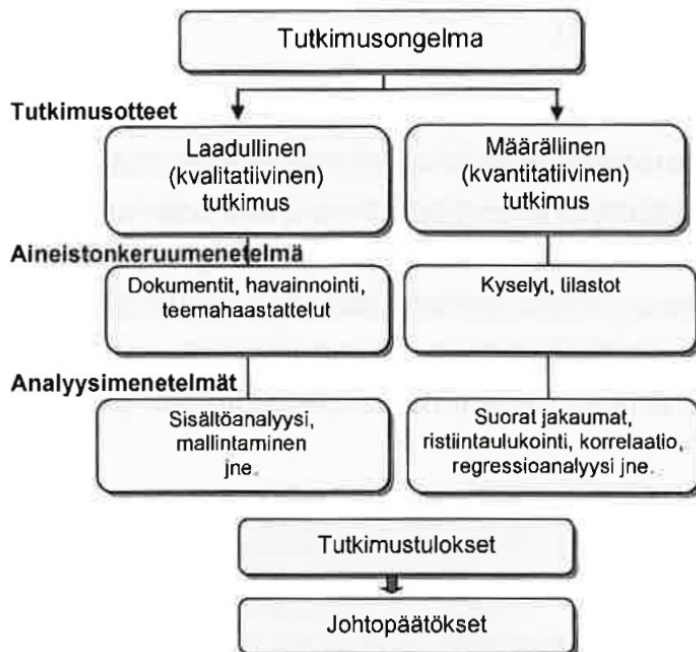
2.2 Tutkimusotteen ja -menetelmien kuvaus

Opinnäytetyön tutkimusotteeksi valittiin kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Kvalitatiivisen tutkimuksen kulku ja aineistonkeruumenetelmät soveltuivat tutkimusongelman ratkaisemiseksi parhaiten. Kvalitatiivisen tutkimuksen kulku alkaa tutkimusongelmasta, josta kerätään aineistoa. Aineistoa analysoidaan ja saadaan tutkimustulokset. Tutkimustuloksista luodaan johtopäätökset.

Kvalitatiivisen tutkimuksen kulku on siis sama, kuin opinnäytetyössä tehdyssä energiakatselmuksessa (kuvio 1.). Tutkimusotteen käyttö on perusteltua myös aineistonkeruumenetelmien osalta, sillä Kanasen (2019, 26) mukaan kvalitatiivisen tutkimuksen aineistonkeruun tunnusmerkkejä ovat:

- Tutkimusta toteutetaan luonnollisessa ympäristössään.
- Aineistoa kerätään vuorovaikutuksessa asianomaisten kanssa.
- Tutkija toimii toimijana ja kerää aineistoa.
- Tutkimusaineisto koostuu useista eri lähteistä.
- Tavoitteena on saavuttaa syvälinen käsitys tutkittavasta ilmiöstä.

Tehdyn tutkimustyön aineistonkeruumenetelmät vastasivat kvalitatiivisen tutkimuksen menetelmiä osuvasti (Kuvio 2.). Tutkimuskysymyksen ratkaisemiseksi aineistonkeruumenetelminä käytettiin primäärisesti havainnointia ja haastatteluja. Kenttäkäynneillä havainnoitiin hotellikiinteistössä, eli kehitettävän kohteen ympäristössä. Taloteknisistä järjestelmistä vastaavia henkilöitä teema-haastateltiin kohteessa kasvokkain. Sekundäärinä aineistolähteinä käytettiin rakennusaikaisia dokumentteja toimintakaavioista, työpiirustuksista ja muista teknisistä dokumenteista. Tutkimusaineistosta syntyi täten monilähteistä. Tavoitteena oli selvittää perusteellisesti kiinteistön nykytila ja tehdä siihen perustuen kehitysehdotuksia.



Kuvio 1. Kvalitatiivisen tutkimusotteen menetelmäpolku (Kananen 2019, 28).

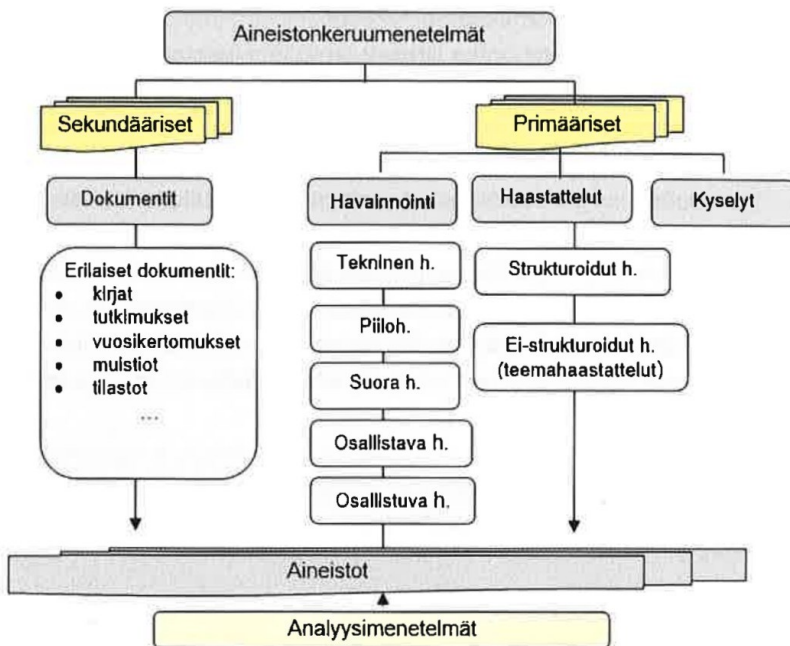
2.2.1 Aineistonkeruun toteutus

Suoraa havainnointia suoritettiin osallistuvasti ja osallistavasti paikan päällä aistinvaraisesti kiinteistön ulko- ja sisätiloissa, huoneistoissa ja teknisissä tiloissa. Havainnoidessa eli kenttäkäynnillä oli mukana kiinteistön huollosta ja ylläpidosta vastaava henkilö. Henkilöä haastateltiin kenttäkäynnin aikana samalla, kun edettiin eri osiin kiinteistössä. Haastatteluissa aiheina olivat aina vallitsevan kiinteistön osion laitteiden ja ympäristön toiminnot. Haastattelun kohteena oli myös hotellin toimitusjohtaja. Toimitusjohtajaa haastateltiin kiinteistön yleisestä käytöstä ja käytänteistä. Haastatteluita toteutettiin strukturoidusti ja teemahaastatteluina. Haastateltavat olivat perustellusti asiantuntevia henkilöitä, sillä he tekevät kohteessa parhaillaan päivittäin havainnointia eri muodoissa. Henkilöiden havainnoinneista ilmeni tietoa, jota muualta ei ollut saatavilla ja heidän kiinteistön käyttötottumuksiinsa pystyttiin luomaan kehitysehdotuksia.

Kohteessa toteutettiin myös teknistä havainnointia. Teknisessä havainnoinnissa kohteen eri osioiden lämpötiloja, valaistusvoimakkuuksia ja hanojen virtaamia mitattiin ja kirjattiin ylös. Mittauksien perusteella luotiin kuva tilojen laadun tasaisuudesta. Teknistä havainnointia kohteesta suoritettiin myös taloteknisten järjestelmien rakennusautomaatioiden etävalvomosta. Etävalvomossa käytiin läpi kaikki prosessit perusteellisesti ja tehdyt havainnot kirjattiin ylös. Rakennusautomaation etävalvomosta saatiin arvokasta tietoa, miten kiinteistön järjestelmät ovat tähän asti käyttäytyneet ja toimineet eri vuorokauden aikoina. Etävalvomosta nähtiin myös, miten kiinteistön taloteknisiä järjestelmiä käytetään tällä hetkellä. Tekniseksi havainnoinniksi voidaan myös laskea kiinteistön toteutuneiden energiankulutuksien kerääminen. Energiankulutustiedoista selvisi se, onko kulutus vastannut vallitsevien sääolosuhteiden vaatimaa normeerattua kulutusta. Toteutuneita kulutustietoja verrattiin muihin olemassa oleviin samantyyppisiin kiinteistöihin. Tällöin pystyttiin tarkastelemaan, onko kiinteistön energiankulutus nykytilassaan oikeassa suuruusluokassa. Vertaus oli osa aineiston validiteetin varmistamista.

Kerättyä aineistoa analysoitiin usealla tavalla. Päällimmäinen analysointi tapahtui Caverionin kehittämällä laskentaohjelmalla, jolla laskettiin ja analysoitiin kulutusjakaumaa. Kulutusjakauma-arvion synnyttyä tiedossa oli kiinteistön energiatase. Energiataseen määrittelyn jälkeen pystyttiin tarkastelemaan, mitkä kulutuskohteista omaisivat suurimmat säästöpotentiaalit. Suurimpien säästöpotentiaalien tunnistamisen jälkeen taloudellisesti kannattavia toimenpide-ehdotuksien laskenta

pystyttiin toteuttamaan. Analysointitapana käytettiin myös sisällönanalyysiä kerättyihin haastatteluaineistoihin.



Kuvio 2. Aineistonkeruumenetelmät kvalitatiivisessa tutkimuksessa (Kananen 2019, 29).

2.2.2 Tietoperustan tiedonhankinnan kuvaus

Tietoperustan aineistona käytettiin eri julkisoikeudellisten yhteisöjen ja -laitosten nettisivustoja, eri liittojen-, laitosten- ja yhdistysten nettisivustoja, aihe kirjallisuutta sekä ohjeistuksia, kuten RT-kortistoa. Tietoperusta pyrittiin luomaan mahdollisimman puolueettoman ja luotettavan tiedon perustalta. Tietoperustassa kuvattiin opinnäytetyön kannalta oleellimmat käsitteet. Oleellisimpina käsitteistöä voitiin pitää sisäilmastoa, energiakatselmusta, energiatehokkuutta, hotellikiinteistön taloteknisiä järjestelmiä ja taloteknisten järjestelmien energiankäyttöä.

Nettisivustoja, joista valtio omistaa tai rahoittaa valtaosan kutsutaan julkisoikeudellisiksi yhteisöiksi tai -laitoksiksi. Edellä mainittuja laitoksia voidaan pitää luotettavina lähteinä, sillä niillä ei ole kaupallisia intressejä ja ovat asiantuntijoiden tutkimusten perusteilla luotuja. Tällaisia laitoksia ovat muun muassa työterveyslaitos ja ilmatieteenlaitos. Yhdistykset ja liitot, joiden tavoitteena ei ole olla kaupallisia voidaan pitää laadukkaina ja luotettavina lähteinä. Tällaisia yhdistyksiä ja liittoja ovat esimerkiksi sisäilma yhdistys ry. Yhdistysten ja liittojen tieto pyrkii olemaan puolueetonta.

Aihekirjallisuus lukeutuu hyviin lähteisiin, sillä niissä kirjoittaja on tiedossa ja kirjoittajan asiantuntijuudesta voidaan tällöin vakuuttua. Standardit ja eri ohjeistukset ovat niin ikään laadukkaiden ja hyvien lähteiden listalla. Ohjeistus, jota tietoperustassa käytettiin, on RT-kortisto. RT-kortistoon on kerätty eri talotekniikka-alan ammattilaisten ja asiantuntijoiden tietoa laajasti. Ohjeistuksia päivitetään, kun uutta tietoa alalla on saatavilla, kuinka jokin asia ratkaistaan laadukkaasti ja kestävästi.

2.3 Tutkimuksen luotettavuus ja -eettisyys

Opinnäytetyössä noudatettiin JAMK:n ja Caverionin eettisiä periaatteita ja luotettavuusvaatimuksia. Käytännössä tämä tarkoitti muun muassa, että aineiston keräämisessä, käsittelyssä ja analysoinnissa noudatettiin tutkimusetiikkaa ja kunnioitettiin tutkimuskohteen yksityisyyttä. Lisäksi tutkimuksessa noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä. Tulosten luotettavuus ja puolueettomuus varmistettiin henkilökohtaisista näkemyksistä ja asenteista riippumattomalla näkemyksellä. Opinnäytetyöhön tehtiin liiteaineiston salassapitosopimus. Salassapitosopimus oli osa tutkimuksen luotettavuutta ja eettisyyttä. Tämä tarkoittaa, että julkiseen versioon ei tullut materiaalia, josta hotelli voitaisiin tunnistaa. Toimenpide oli hotellin liiketoiminnan yksityisyyden suojauksen ja hotellin turvallisuuden varmistamisen kannalta vastuullista. Opinnäytetyön ohjaajana toimi Caverionin asiantuntija. Ohjaajan roolissa asiantuntija varmisti kehitysehdotusten validiteetin ja reliabiliteetin.

2.4 Toimeksiantaja

Toimeksiantajana opinnäytetyöllä toimi Caverion Suomi Oy. Aiheen valinta oli yksinkertaista, sillä se tuli toimeksiannon yhteydessä. Caverion on listattu Helsingin pörssiin (Tietoja yrityksestä n.d.). Yrityksen palveluihin kuuluvat rakennusten, infrastruktuurin, teollisuuslaitosten ja teollisten prosessien hallinta koko elinkaaren osalta. Projektit ovat yrityksen erityisosaamista. Projekteja toteutetaan suunnittelusta asennukseen ja aina kunnossapitoon saakka. Yhtiöllä työskentelee yhteensä noin 14500 henkilöä, joista Suomessa työskentelee noin 3700 henkilöä. Toimintaa yrityksellä on 10 eri maassa. Toiminta on kuitenkin keskittynyt Pohjois- ja Keski-Eurooppaan. (Tietoa Caverionista - mikä vie meitä eteenpäin? n.d.) Yritykselle myönnettiin vuonna 2022 EcoVadis Gold luokitus vastuullisuudesta. Luokituksen saaneet yritykset edustavat alansa parhaimmistoa kestävässä kehityksessä. (Caverionille EcoVadis Gold -tunnustus – työstä kestävä kehityksen edistämiseksi 2022.)

Hotellikiinteistö, johon opinnäytetyö tehtiin oli Caverionin asiakkaan omistama kiinteistö. Kiinteistön omistaja oli eri, kuin hotelliliiketoimintaa harjoittavan yrityksen omistaja. Opinnäytetyössä luotiin arvoa sidosryhmän kaikille osapuolille. Opinnäytetyön tekijä sai käytännön kokemusta energiakatselmus toiminnasta, hotellin ja kiinteistön omistajat saivat tietoa kiinteistön nykytilasta ja kehittämismahdollisuuksista, ja Caverion sai vähintään hyvää julkisuutta energiakatselmuksen toimeksiantajana.

3 Sisäilmasto

Sisäympäristö, -ilmasto ja -ilma ovat oleellisia käsitteitä ymmärtää tarkasteltaessa kiinteistön sisäolosuhteita. Näistä käsitteistä laajin on sisäympäristö, joka koostuu tilojen sisäilmastosta, -käytävyydestä, -tilajärjestelyistä, -ergonomiasta ja -viihtyvyyteen vaikuttavista tekijöistä, kuten väri- ja materiaalivalinnoista (Yleistä sisäilmasta n.d.). Kaikki sisäympäristön osa-alueet ovat merkityksellisiä kiinteistön käyttäjille, mutta opinnäytetyön kannalta oleellisimpana osa-alueena on sisäilmasto. Sisäilmasto vaikuttaa kauaskantoisesti kiinteistön käyttäjiin ja itse kiinteistöön. Motiva Oy:n sisäilmasto sivuston (n.d.) mukaan sisäilmastoa voidaankin pitää hyvänä mittarina kuvaamaan sisäympäristön terveellisyyttä, turvallisuutta sekä viihtyvyyttä. Kun suurin osa ihmisistä kokee sisäolosuhteet miellyttäväksi, eikä sisäilmasto aiheuta terveydellisiä oireita tai vaaroja, voidaan sisäilmastoa pitää hyvänä. Sisäilmasto muodostuu osa-alueista, joita ovat sisäilman lämpö-, laatu-, ääni- ja valaistusolosuhteet. Sisäilmastolla tarkoitetaan siis sisäilman ominaisuuksia ja -olosuhteita. (Sisäilmasto n.d.)

Sisäilmalla tarkoitetaan kiinteistön sisällä olevaa ilmaa, jota hengitetään. Sisäilmayhdistys ry:n Perustietoa sivuston (n.d.) mukaan Ihmisen hengittämä ilma koostuu 90–95% sisäilmasta. Vuorokauden aikana ihmisen hengittämä kokonaisilmamäärä voikin olla jopa 40 kuutiometriä. (Perustietoa n.d.) Tämän takia on siis perusteltua sekä ensiarvoisen tärkeää ottaa sisäilma huomioon, sillä puhdas ja raikas sisäilma tukee ihmisen terveyttä ja edistää hyvinvointia sekä toimintakykyä (Miten sisäilma vaikuttaa ihmisten terveyteen? n.d.).

3.1 Lämpöolosuhteet

Sisäilmaston lämpöolosuhteiden osatekijöiksi lukeutuu Motiva Oy:n sisäilmastosivuston (n.d.) mukaan ilmanlämpötila, -kosteus ja -liike. Kaikki nämä osatekijät vaikuttavat siihen, miten miellyttäväksi ihminen kokee sisäilmastossa oleskelun ja kuinka tasaiset lämpötilat eri pintojen välillä ovat. Mieltymysoolosuhteet ovat kuitenkin yksilöllisiä, missä kukin ihminen kokee olonsa miellyttäväksi. Lämpöolosuhteille on kuitenkin ohjeistuksia, joita noudattamalla saavutetaan tyytyväisyys lämpöolosuhteisiin suurimmalle osalle kiinteistön käyttäjistä. (Sisäilmasto n.d.)

Lämmityskaudella yleinen ohjearvo sisäilman lämpötilalle asuintiloissa on 20–22°C Motiva Oy:n sisäilmasto sivuston (n.d.) mukaan. Liian korkealla tai matalalla lämpötilalla on pitkäjaksoisesti seuraamuksia. Konkreettisimpana suorana seuraamuksena on korkeat lämmityskulut; mitä lämpöisempänä kiinteistöä pidetään, sitä enemmän se kustantaa. Suunnittelulämpötilasta poikkeavalla lämpötilalla voi saada aikaan rakennusmateriaaleista peräisin olevien haitallisten päästöjen vapautumisen sisäilmaan. Päästöt sisäilmassa ovat juurisyy sairausoireille kiinteistön käyttäjissä. Lisäksi liian lämmin sisäilma turruttaa ihmisiä laskien vireyttä ja talvella lisää kuivan ilman tunnetta. (Sisäilmasto n.d.)

Sisäilmankosteus on riippuvainen ulkoilman kosteudesta. Tilojen käytöllä on myös vaikutus ilman kosteuteen. Jos tiloissa valmistetaan ruokaa, käytetään suihkua tai uidaan uima-altaassa, nostaa se ilmankosteutta. Ilmankosteuden oleelliset käsitteet ovat suhteellinen kosteus ja kastepiste. (Sisäilmasto n.d.) Ilmatieteenlaitoksen ilmankosteussivuston (2020) mukaan ilman kosteudesta puhuttaessa tarkoitetaan yleensä ilman suhteellista kosteutta %Rh. Suhteellisen kosteuden prosenttiluku kuvaa, kuinka paljon ilmassa on vesihöyryä, suhteessa siihen, mitä kyseisessä lämpötilassa olevassa ilmassa voi enimmillään olla vesihöyryä. (Ilman kosteus 2020.) Kastepiste on lämpötilan raja-arvo tietyn suhteellisen kosteuden omaavalla ilmalla. Kosteus tiivistyy ilmasta lämpötilaeron omaavaan pintaan, jos pinnan lämpötila on alle kastepisteen. Pienen suhteellisen kosteuden ilmalla kastepiste on lämpötilaltaan matala. Suuren suhteellisen kosteuden ilmalla kastepiste on lämpötilaltaan korkeampi. (Ilman kosteus 2020.)

Motiva Oy:n sisäilmastosivuston (n.d.) mukaan ilmankosteudelle ei ole säädetty tarkkoja ohjearvoja asumisterveysasetuksessa. Ilmankosteus on talvisin matalampi ja kesäisin puolestaan korkeampi. Optimi ilmankosteus sisäilmassa on 25–45 % välillä. Ilmankosteutta pystytään mittaamaan

kosteusmittarilla. Liian kuiva sisäilma, eli alle 20 % Rh, aiheuttaa hengitysteiden limakalvojen, silmien sidekalvojen ja ihon huomattavaa kuivumista. On myös mahdollista, että allergiaoireet korostuvat kuivassa ilmassa. (Sisäilmasto n.d.)

Sisäilman liike lukeutuu Motiva Oy:n sisäilmastosivuston (n.d.) mukaan lämpöolosuhteiden osatekijöihin. Ilman liikettä tapahtuu kiinteistössä tarkoituksellisesti ilmanvaihdossa. Sitä voi tapahtua myös ei-tarkoituksellisesti, jos kiinteistön rakenteet vuotavat kylmää ilmaa sisään. Ihminen voi aistia ilman liikkeen, jolloin puhutaan vetoisuudesta. Ylen tekemän artikkelin ”Tuntuuko sisällä vetoisalta? Asiantuntija kertoo miksi” (2017) mukaan vetoisuuden tunne syntyy, kun ihon paikallista jäähtymistä tapahtuu. Vetoisuuden tuntemus koetaan epämiellyttävänä. Sitä voi esiintyä erityisesti rakenteiden vuotojen lähetyvillä, tai jos ilmanvaihdossa sisään tuleva ilma on kylmää ja samaan aikaan ilmanvaihdon virtaus on erityisen voimakas. Vetoisuuden tunne pyritään minimoimaan rakentamalla kiinteistöt tiiviiksi ja suunnittelemalla sekä säätämällä ilmanvaihto oikein. Ilman liike voi vuotaessaan rakenteista aiheuttaa lämpötilaeroja rakenteiden pintojen välille, jolloin syntyy riski kosteuden tiivistymisestä. (Sisäilmasto n.d.)

Kiinteistön miellyttävät lämpöolosuhteet saavutetaan oikeilla ilmanvaihto- ja lämmitysratkaisuilla, jotka on säädetty oikein. Lämmitysjärjestelmille pitää tehdä säännöllisesti perussäätö, jotta eri osissa kiinteistöä olisi esiasetuksena tasaiset lämpötilat. Esiasetuslämpötila on yleensä 21°C (Jaakkola, Lindstedt & Junnonen 2010, 15). Omaan mieltymykseen sopivan lämpötilan voi säätää huoneistokohtaisilla termostaateilla, mikäli huoneistoissa on huoneistokohtaiset termostaatit. Lämmitysjärjestelmän kunnossa olo ei yksin riitä pitämään sisälämpötilaa miellyttävänä, vaan tarvitaan lisäksi toimiva ilmanvaihto. Ilmanvaihto olisi mitoitettava siten, että sisäilma vaihtuu kiinteistössä oleskeltaessa kerran kahdessa tunnissa. Sisäänpuhallettavan ilman lämpötilalla on merkittävä vaikutus kiinteistön sisälämpötiloihin. Sisäänpuhalluslämpötilan tavoiteltava arvo on energiatehokas ilmanvaihto (2012) -ohjeistuksen mukaan muutaman asteen alhaisempi, mitä huonelämpötila. Tällöin sisäänpuhallettava ilma sekoittuu huoneilmaan, eikä jää katonrajaan leijailemaan. Vetoisuuden tuntemuksia ja veden tiivistymistä rakenteisiin kyetään myös eliminoimaan, kun sisäänpuhalluslämpötila on sopiva. (Energiatehokas ilmanvaihto 2012.)

3.2 Ilmanlaatu

Ilmanlaadulla kuvataan sisäilman puhtautta. Ilmanlaatu lukeutuu Motiva Oy:n sisäilmastosivuston (n.d.) mukaan yhdeksi sisäilmaston osa-alueeksi. Sisäilman laatua pystytään mittaamaan ja havaitsemaan aistinvaraisesti, sillä sisäilma koostuu Työterveyslaitoksen Yleistä sisäilmasta -sivuston (n.d.) mukaan monipuolisesta sekoituksesta kaasuja ja hiukkasia. Puhdas ilma on hajutonta, väritöntä, eikä se sisällä terveydelle haitallisia koostumuksia. Ilma voi kuitenkin sisältää terveydelle haitallisia, tai jopa vaarallisia kaasuja tai hiukkasia. Näitä kutsutaan ilman epäpuhtauksiksi. (Yleistä sisäilmasta n.d.) Ilman epäpuhtaudet voivat olla peräisin useista eri lähteistä ja epäpuhtauksia voi esiintyä erilomuoissa. Asiantuntijat eri laitoksissa ovat yhtä mieltä siitä, että epäpuhtauksia sisäilmaan voi päästä kiinteistöön tulevasta ulkoilmasta, maaperästä, kiinteistöä itsestään tai syntyä kiinteistön sisällä arkielämässä. (Yleistä sisäilmasta n.d. & Miten sisäilma vaikuttaa ihmisten terveyteen? n.d.)

3.2.1 Ulkoilman epäpuhtaudet

Kiinteistöön tulevan ulkoilman epäpuhtauksien määrään vaikuttaa hyvin pitkälle kiinteistön sijainti (Sisäilman tekijät n.d.). Ulkoilman epäpuhtauksien lähteinä voivat olla ihmisen itseaiheuttamat lähteet, kuten lähiympäristön liikenne, teollisuus tai energiantuotanto. Näiden epäpuhtauslähteiden päästöt sisältävät merkittäviä määriä muun muassa epäorgaanisia kaasuja, kuten hiilimonoksidia, hiilidioksidia, hiilivetyjä, typen oksideja ja rikkidioksidia. Näistä lähteistä epäpuhtauksia esiintyy myös hiukkasina, raskasmetalleina ja musta hiilenä. Ulkoilman epäpuhtauksiksi lasketaan myös luonnollisista lähteistä olevat epäpuhtaudet. Luonnollisia epäpuhtauslähteitä ovat muun muassa metsä-, ja maastopalot, tulivuorten purkaukset, mikrobit ja puista sekä kasveista peräisin oleva siitepöly. Epäpuhtaus määrät ovat yleensä hetkellisiä kohoumia teollisuuden tai energiantuotannon häiriöstä johtuen tai luonnollisen kiertokulun mukaisia jaksottaisia kohoumia. (Pienhiukkaset n.d.)

Laadukas sisäilma syntyy laaja-alaisen suunnittelutyön aikaansaannoksena. Suunnittelussa otetaan huomioon kaikki sisäilmanlaatuun vaikuttavat muuttujat. Raikas ja puhdas sisäilma varmistetaan riittävällä ja erityisesti oikein mitoitetulla ilmanvaihdolla, ulkoa tulevan tuloilman suodatuksella, maankäytön suunnittelulla ja ilmanvaihdon kunnossapidolla. (sisäilmayhdistys ry n.d.)

Riittävä ilmanvaihto on avainasemassa, kun pyritään saavuttamaan ja ylläpitämään hyvää ilmanlaatua kiinteistössä. Ilmanvaihto voi olla riittämätön, mikäli käytössä olevat ilmanvaihtoratkaisut tai järjestelmät on mitoitettu riittämättömiksi kyseiseen tilaan tai kiinteistöön, tai mikäli tiloissa oleskelee liikaa ihmisiä mitoitettuun ilmanvaihtoon nähden. On myös ensiarvoisen tärkeää, että koneellisten ilmanvaihtojen korvausilmakanavat ovat oikein mitoitettuja. Alimitoitettut tai puuttuvat korvausilmakanavat aiheuttavat kiinteistön alipaineisuutta, jolloin ilma pyrkii sisään rakenteiden epätiiveistä raoista tuoden sisäilmaan mukanaan epäpuhtauksia rakenteista. (Huono ilmanvaihto aiheuttaa vahinkoa n.d.)

Ulkoilman epäpuhtauksia torjutaan maankäytönsuunnittelulla. Nykypäivän uudisrakentamisessa otetaan ilmanlaatu huomioon. Maankäyttö suunnitellaan siten, että ihmisten altistuminen ilman epäpuhtauksille olisi mahdollisimman vähäistä. Kiinteistöt sijoitetaan suunnittelussa etäämmälle päästölähteistä. (Ilmanlaatu mukaan maankäytön suunnitteluun, uusi opas ilmestynyt (Uudenmaan ELY-keskus) 2015.)

Kunnossapito on pitkäaikaisesti laadukkaan sisäilman perusta. Laadukkaastikaan toteutettu ilmanvaihto ei toimi ilman sen säännöllistä kunnossapitoa. Ilmanvaihdon säännöllinen huolto ja kunnossapito ovat avaintekijöitä, jotta kiinteistön sisäilma säilyy hyvänä pitkällä aikavälillä. Säännöllisellä ilmansuodattimien vaihdolla varmistetaan, että ulkoa tulevan ilman epäpuhtaudet eivät päädy kiinteistön sisäilmaan, vaan jäävät ilmanvaihtokoneen suodattimeen. Suodattimien suodatustehon ylläpidolla vältetään myös ennenaikaisilta ilmanvaihtolaitteiden vikaantumisilta ja järjestelmän likaantumiselta. (Ilmanvaihdon suodattimet n.d.) Ilmanvaihtokanavien määräaikaishuokukset kuuluvat myös osaksi ilmanvaihtokoneiden kunnossapitoa.

3.2.2 Maaperän epäpuhtaudet

Maaperä voi olla myös ilman epäpuhtauksien lähde. Maaperässä on yksi merkittävä epäpuhtaus, joka on radon. Radon on radioaktiivinen kaasu, joka on hajutonta, mautonta ja väritöntä. Se haihtuu ja leviää ilmaan helposti. Radonia ei pysty havaita aistinvaraisesti. (Miten sisäilma vaikuttaa ihmisten terveyteen? n.d.) Erityisen viheliäisen radonista tekee se, että se aiheuttaa syöpää vaurioittamalla DNA:ta radioaktiivisuutensa vuoksi. Suomessa kuoleekin arviolta 300 ihmistä radonin aiheuttamiin keuhkosityöpiin vuosittain (Radon aiheuttaa keuhkosityöpää n.d.). On siis syytä ottaa se

huomioon tarkasteltaessa ilmanlaatua. Suomessa on useimpia muita maita korkeammat radonpitoisuudet. Radonia esiintyy erityisesti hiekkaharjuisissa ja sorapohjaisissa maastoissa, sillä se läpäisee nämä maalaadut helposti. (Radon Suomessa n.d.)

Rulja (2013, 12–32) kertoo opinnäytetyössään keskeisimmät toimenpiteet kiinteistön sisäilman radonpitoisuuden minimoimiseksi. Ruljan (2013) mukaan radonin torjuntatoimenpiteet ovat helppointa sekä kustannustehokkainta toteuttaa kiinteistön suunnittelu- ja rakennusvaiheissa. Vaiheissa otetaan huomioon maankäytön suunnittelu sijoittamalla kiinteistö maaperälle, jossa luonnostaan esiintyy maltillisia radonpitoisuuksia. Muita oleellisia toimenpiteitä ovat sopivan alapohjan perustustavan ratkaisun valinta ja riittävän alapohjan tiiveyden varmistaminen. Lisäksi alapohjan maa-aineksen radonpitoisuutta laimennetaan alapohjan alle rakennetulla tuuletusjärjestelmällä, josta imetään ilmaa erillisellä huippuimurilla. Tuuletusjärjestelmä luo alapohjan alle alipaineen, jolloin radon poistuu alapohjan alta tuuletusjärjestelmän putkistoja pitkin pois, eikä täten päädy kiinteistön alapohjan epätiiviyksistä sisäilmaan. (Rulja 2013, 12–32.)

3.2.3 Kiinteistöstä ja kiinteistössä syntyvät epäpuhtaudet

Kiinteistöstä itsestään voi syntyä sisäilman epäpuhtauksia. Kiinteistön rakentamiseen käytetyt materiaalit sisältävät erilaisia kemikaaleja, jotka voivat aiheuttaa haju- ja terveyshaittoja. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) arvioidaan olevan yhtenä näiden haittojen lähteinä (Haihtuvat orgaaniset yhdisteet n.d.). VOC-yhdisteitä voi päästä sisäilmaan kalusteista, pintamateriaaleista, rakennusmateriaaleista tai tekstiileistä. Pintamateriaaleilla on merkitystä ilmanlaatuun, koska ne omaavat suuren pinta-alan (Epäpuhtaudet ja niiden torjunta n.d.). Työterveyslaitoksen tekemän tutkimuksen ”Haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimistotyypisissä työympäristöissä (2021)” mukaan VOC-yhdisteet voivat suurina pitoisuuksina aiheuttaa terveyshaittaa. VOC-yhdisteitä torjutaan jo rakennusvaiheessa valitsemalla pintamateriaalit vähäpäästöisistä laadukkaista materiaaleista, joiden valmistuksessa on käytetty mahdollisimman vähän kemikaaleja. Riittävä ilmanvaihto on kuitenkin pääasiallinen torjuntakeino. Tilojen tuuletus laimentaa ilmassa olevien yhdisteiden määrää. (Epäpuhtaudet ja niiden torjunta n.d.)

Kosteusvauriot ovat hankala ongelma. Lyhytaikainen kosteus ei yleensä tuota kosteusvaurioita. Kosteusvaurioita syntyy rakenteiden ja pintamateriaalien liiallisen tai pitkäaikaisen korkean kos-

teuden vuoksi. Materiaalin kosteudensietokyky ylittyy tällöin. Kosteusvaurioissa terveydelle haitallisia tekijöitä ovat mikrobit. Mikrobeja on puhtaassakin sisäilmassa, mutta kosteusvaurioissa kasvavat mikrobit ovat terveydelle haitallisia ja allergisoivia. Kaikissa kosteusvaurioissa ei kuitenkaan pääse syntymään mikrobeja. Pohjan mikrobien kasvulle luo pitkäaikaiset sopivat kosteus- ja lämpötilaolosuhteet eloperäisessä materiaalissa. (RT 103528 2023, 7–10.) Mikrobit käyttävät kasvusaan lähes mitä tahansa eloperäistä materiaa, kuten puuta, tapettia ja muita selluloosapitoisia materiaaleja. Jopa huonepöly riittää mikrobeille kasvualustaksi. Suomalaisissa kiinteistöissä tunnetusti käytetään näitä materiaaleja runsaasti. (Epäpuhtaudet ja niiden torjunta n.d.)

Kosteusvaurioiden torjunta alkaa suunnittelu- ja rakennusvaiheista. Oikein suunnitellut ja toteutetut rakenteet ja ilmanvaihtoratkaisut ehkäisevät ja estävät liiallisen pitkäaikaisen kosteuden. Riittäväällä ilmanvaihdolla ehkäistään sisäilman kosteuden pitkittymisriskiä. Ilmanvaihdolla poistetaan kiinteistön käytöstä syntyvää liiallista kosteutta. Riittävä ilmanvaihtokaan ei kuitenkaan pelasta kosteusvaurioilta. Kosteusvaurioita voi syntyä virheellisesti suunniteltujen- tai toteutettujen rakennusratkaisuiden seurauksena. Lisäksi kosteusvaurion voi syntyä äkillisistä vesivahingoista, kiinteistön käyttövirheistä tai puutteellisesta työmaavaiheen kosteuden hallinnasta. Mikäli kosteusvaurioita rakenteisiin pääsee syntymään, eivät ne poistu muuten, kuin vaurioituneiden materiaalien poistamisella ja virheellisen rakenneratkaisun korjaamisella. (RT 103528 2023, 14–18.)

Kiinteistössä olekelevat lemmikkieläimet ovat sisäilman epäpuhtauslähteitä. Lemmikkieläimistä lähteviä epäpuhtauksia ovat niiden hilse ja eritteet. Näitä kutsutaan allergeeneiksi. Jopa noin 15 % suomalaisista saa oireita lemmikkieläimien allergeeneista. Allergeenien torjuntaa vastaan ei ole juurikaan muita keinoja, kuin siedätyshoito tai allergialääkkeet. Allergia-, Iho- ja Astmaliiton tekemässä ohjeistuksessa lemmikkieläinallergiat (2019) kerrotaan, että tutkimusten mukaan tehostetulla siivouksella ei ole vaikutusta allergisiin oireisiin. Allergeeninen pöly on niin kevyttä, että se leijailee ilmassa leviten kaikkialle sisäilmaan. (Lemmikkieläinallergiat 2019, 3-15.)

Siivous on laadukkaan sisäilman edellytys. Vaikka siivouksella ei pystytäkään torjumaan lemmikkieläinallergeeneja, sillä on merkittävä vaikutus ilmanlaatuun. Laadukas ilmanlaatu saavutetaan säännöllisellä siivouksella, joka toteutetaan fiksusti valituilla puhdistusaineilla. Kun siivousta suoritetaan säännöllisesti, pystytäänkin siivoamaan kemikaaliviisaasti. Vahvoja kemikaalipesuaineita ei

ole tarvetta käyttää, kun siivous on säännöllistä. Vahvoja pesuaineita on suositeltavaa käyttää harkiten, koska niiden kemikaalit ovat myös sisäilman epäpuhtauksia. Sisäilman epäpuhtaudet kohoavat hetkellisesti, kun käytetään vahvoja pesuaineita siivouksessa. (Kemikaalit kodinhoidossa n.d.)

3.3 Ääniolosuhteet

Ääniolosuhteet ovat yksi sisäilmaston osiosta. Miellyttävän sisäilmaston rakentumiseen vaikuttavat myös äänet. Äänien vaikutusta terveyteen ei osata monesti edes ajatella. Terveyteen vaikuttavia ääniä kutsutaan melusaasteeksi. Melusaasteella onkin yllättävän suuri vaikutus ihmisen terveyteen. Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) julkaiseman raportin Environmental noise in Europe — 2020 (2019) mukaan melusaasteella olisi jopa isompi vaikutus elämänlaatuun ja mielenterveyteen, kuin ilmansaasteilla. Raportin mukaan pitkäaikainen melusaaste voi aiheuttaa unihäiriöitä ja häiritä sydän- ja verenkiertoelimistön toimintaa ja -aineenvaihduntaa. Nykytiedon valossa melusaaste aiheuttaa Euroopassa jopa 12000 ennenaikaista kuolemaa vuosittain. Arvioiden mukaan jopa 22 miljoonaa kärsii kroonisesta merkittävästä herkkyydestä ja 6,5 miljoonaa merkittävästä unihäiriöistä. Melusaasteen pääasiallinen lähde on liikenne eri muodoissa. (Environmental noise in Europe — 2020 2019.)

Melusaasteiden torjuntaan on syytä kiinnittää huomiota. Liikenteen melua torjutaan tehokkaimmin maankäytön suunnittelulla samaan tapaan, kuin ilmansaasteita (ks. luku 3.2.1.). Tästä syystä muun muassa lentokentät ja muut äänekkäät ilmiöt sijoitetaan yleensä kaupunkien keskustoista etäämmälle. Asutusta ei myöskään lähtökohtaisesti kannattaisi sijoittaa lähelle suuria maanteitä. Mikäli kuitenkin asutus sijoitetaan lähelle vilkasta maantietä, tehokas melusaasteen torjuntatapa on meluvallit (ks. Melusuojaus, tieympäristön hiljainen sankari). Kiinteistön ulkopuolelta tulevan melusaasteen minimoimiseksi rakenteellisilla ratkaisuilla on myös valtava rooli. Ulkovaipan rakenneratkaisuilla voidaan vaikuttaa sisäilmaston melusaasteen määrään.

Melusaastetta voi kantautua sisäilmastoon myös kiinteistön taloteknisistä järjestelmistä. Taloteknisten järjestelmien melusaastetta voi olla esimerkiksi ilmanvaihdosta kantautuvat äänet muista asunnoista tai itse laitteistoista. Ilmanvaihtokoneissa ääntä aiheuttaa pääasiassa puhaltimet ja ilmanvirtausta haittaavat kanaviston osat. Ilmanvirtausta haittaavia osia ovat muun muassa käyrät ja haaroitukset. Toisaalta käyrillä ja haaroituksilla voi olla myös ääntä vaimentava vaikutus. Kanaviston osat pitää siis sijoitella harkiten. Melun kulkeutumiseen muista kiinteistön osista toisiin osiin

vaikuttaa ilmanvaihtojärjestelmän toteutus. Useasti melu voi kulkeutua yhteispoistokanavan kautta. Ilmanvaihdon melusaastetta voidaan torjua IV-kanavistojen oikeaoppisella suunnittelulla ja äänenvaimentimilla. Sijoittamalla ilmanvaihtokanavistoon äänenvaimentimia sopiviin kohtiin ja käyttämällä käyriä ja haaroituksia harkituissa kohdissa, voidaan melusaaste ilmanvaihdosta minimoida. (RT 56-10815 2004, 1-8.)

Huoneiston akustisella suunnittelulla poistetaan sisällä syntyvä melu. Melua syntyy arkipäiväisesti kaikessa tekemisessä kiinteistön sisällä. Akustisella suunnittelulla voidaan minimoida melusaaste sisätiloissa. Ääniaallot kulkevat ilmassa värinä ja kimpoilevat kaikista sisäpinoista. Kuten pallokin, ääniaallot kimpoavat kovista pinnoista helpommin, mitä pehmeistä. Akustisessa sisätilojen suunnittelussa onkin tärkeää välttää sisätiloissa kovia pintoja. Sisätilojen muodolla on myös merkitystä, miten ääniaallot etenevät sisäilmastossa (Kuvio 3.). Eri kiinteistöjen osilla on erilaisia akustisia vaatimuksia, joiden saavuttamiseksi on käytettävä erilaisia ratkaisuita materiaalivalinnoissa ja pintojen muodoissa. (SIT 05-610038 2006, 1-10.)

3.4 Valaistus

Valaistuksella on ääniolosuhteiden tapaan ihmisen hyvinvointiin vaikutus, jota ei välttämättä tulisi ajatelleeksikaan. Männistön (2011) mukaan valo ja valonvärilämpötila vaikuttavat ihmisen vireystilaan, hyvinvointiin ja suorituskykyyn. Eri valonvoimakkuudet ja värilämpötilat vaikuttavat ihmisen hormonitoimintaan. Hormonitoiminta säätelee ihmisen luonnollista unirytmää. Hämärässä ja pimeässä ihmisen aivot erittävät melatoniinia, jolla on nukuttava vaikutus. Kirkkaassa valossa taas erittyy kortisolia, jolla on piristävä ja energiaa antava vaikutus. Valon värillä, eli värilämpötilalla on samanlaiset vaikutukset. Auringon laskiessa taivaanranta on punertava, kun taas aamuauringon noustessa taivas alkaa sinertää. Lämpöinen punertava valo luontaisesti laskee vireystilaa ja valmistaa nukkumiseen, sillä on rentouttava vaikutus. Suuremmat biologiset vaikutukset omaa kuitenkin aamuauringon siniset valonsäteet. Kylmän värissävyä omaava sinivalo herättää ja pysäyttää melatoniinin tuotannon. Sinivalolla on vireystilaa nostava ja ylläpitävä vaikutus. (Männistö 2011.)

Valoon liittyy myös varjopuoli, joka on valosaaste. Valosaaste on keinovaloa. Keinovaloa käytetään yöaikaan valaisemaan liikenneväyliä, kiinteistöjen julkisivuja ja ulkoalueita. Valosaasteen esiintymisessä Suomessa on suuria alueellisia eroja. Valosaastetta esiintyy enimmäkseen kaupunkialueilla. Valosaasteesta on haittaa ihmisen ja koko ekosysteemin terveydelle ja hyvinvoinnille. Keinovalo

sotkee luonnollisen pimeyden, joka on luontaista-aikaa lepäämiseen ja palautumiseen. Lyytimäen (2014) toteuttaman raportin mukaan valosaasteen terveydellisiä vaikutuksia on 2000-luvulla alettu tutkia enenemissä määrin. Tutkimusten mukaan valosaasteelle altistuminen vaikuttaa kiistattomasti unen määrään ja laatuun. Pienikin valoaltistus riittää pysäyttämään melatoniinin tuotannon. (Lyytimäki 2014, 8–17.)

Valaistus on toteutettava harkiten. Kuten on todettu, valaistusvoimakkuutta ja värilämpötiloja säätelällä voidaan keinovalolla säädellä ihmisen luontaista hormonitoimintaa ja vuorokausirytmiiä. Nämä tekijät on syytä ottaa huomioon suunnittelussa, jotta kiinteistön eri tilojen valaistuksilla säävutetaan terveyttä ja hyvinvointia edistäviä tunnelmia. Seppälä (2020) kertoo opinnäytetyössään, että valaistussuunnittelussa on paljon huomioon otettavaa. Yksinkertaisesti valaistus on kuitenkin toteutettava toimimaan vain tarpeenmukaisesti. Lisäksi valaistus on suunnattava siten, että valo ei häikäise ja heijastuu pelkästään kohteeseen, joka on tarkoitus valaista. Heijastukset sisätiloihin tai taivaalle on estettävä. (Seppälä 2020, 37.) Kiinteistön aiheuttamaan valosaasteeseen voidaan vaikuttaa helpoiten ohjelmoimalla ulkovalojen valaistusohjaukset toimimaan vain tarpeenmukaisesti tiettyinä aikoina ja silloinkin liiketunnistimilla. Muihin kuin oman kiinteistön valosaasteisiin on hankala vaikuttaa, sillä valaistuksien käyttöihin tarvittaisiin enemmän lakisääntelyä ja valaistusratkaisuiden päivittämistä nykypäivään, jotta valaistusta pidettäisiin päällä ainoastaan tarpeenmukaisesti. Lyytimäen (2014) mukaan Suomessa ei ole lainsäädäntöä valosaasteen ehkäisyyn (Lyytimäki 2014, 23). Ainoa keino tällä hetkellä kaupunkien valosaasteiden torjumiseen on tehokkaat pimenysverhot. Sisätilojen valaistussuunnittelu riippuu pitkälti tilojen käyttötarkoituksesta. Mikäli sisätiloissa on käytössä älykäs valaistuksen ohjaus, olisi se fiksuinta ohjelmoida himmentämään valaistusta iltaa kohden ja säätämään valaistuksen värilämpötilaa lämpöisemmäksi. Aamuisin ja päivisin taas puolestaan kirkkaammaksi ja kylmemmän sävyisemmäksi. Valaistuksen optimoinnilla ja valosaasteen ehkäisyllä voidaan siis parhaillaan vaikuttaa positiivisesti ihmisten ja koko ympäristön terveyteen ja hyvinvointiin. Samalla säästettäisiin runsaasti energiaa, kun valaistuksia ei pidettäisi turhanpäiten päällä tai sitä optimoitaisiin, jolloin se käyttäisi vähemmän energiaa. Valaistus on perustellusti tärkeä sisäilmastotekijä.

3.5 Sisäilmastoluokitus

Sisäilmastoluokat ovat mittari sisäilmaston laadukkuudelle. Sisäilmastoluokat on luotu, jotta uudis- ja korjausrakentamisessa voitaisiin käyttää yhteisiä tavoitetasoja ja -arvoja. Luokkia on kolme kappaletta. Niillä voidaan kuvata sisäilmaston eri osa-alueiden laatuja erikseen. Sisäilmastoluokat ovat S1, S2 ja S3. Luokat on määritelty sisäilmastoluokitus 2018:ssa. Luokkien tavoitteet on referoitu lyhyesti alla. (RT 07-11299 2018, 1-4.)

S1 eli yksilöllinen sisäilmasto on luokitusmittapuun paras tavoiteluokitus. Luokituksen tiloissa sisäilma on erittäin hyvä eikä havaittavissa ole hajuja. Sisäilmaan kosketuksissa olevat tilat tai rakenteet eivät sisällä ilmanlaatua heikentäviä tekijöitä tai kosteusvaurioita. Lämpöolosuhteet ovat miellyttävät eikä tiloissa esiinny vetoisuutta tai yllämpenemistä. Lämpöoloja tilassa pystytään hallitsemaan yksilöllisesti. Ääniosuhteet soveltuvat tilojen käyttötarkoitukseen ja ovat erittäin hyvät. Valaistus on säädettävissä tiloissa yksilöllisesti. (RT 07-11299 2018, 5.)

S2 eli hyvä sisäilmasto edustaa luokituksen keskitasoa. Luokituksen omaavissa tiloissa sisäilman laatu on hyvä eikä häiritseviä hajuja esiinny. Sisäilmaan kosketuksissa olevissa tiloissa tai rakenteissa ei esiinny ilmanlaatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolosuhteet ovat hyvät. Vetoisuutta ei yleensä esiinny, mutta yllämpenemisen mahdollisuus on kesäpäivinä. Tilojen ääni- ja valaistus olosuhteet ovat hyvät ja tilojen käyttötarkoitukseen soveltuvat. (RT 07-11299 2018, 5.)

S3 eli tyydyttävä sisäilmasto on luokituksen häntäpää ja täyttää sisäilmaston minimivaatimukset. Luokituksen tilojen sisäilman laatu-, lämpö-, valaistus- ja ääniosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellyt säädökset ja terveydensuojelulain perusteelta asetetut minimivaatimukset. Asetusten mukaisten vaatimusten täyttymiseen ei välttämättä edellytetä S3-luokan tavoitearvojen käyttämistä. S3-luokan arvot esitetään sisäilmastoluokituksessa tukemaan vertailua. (RT 07-11299 2018, 5.)

Sisäilmastoluokitus 2018:sta esitetyt tavoitearvot ovat joka olosuhdeosiollaan merkityksellisiä, mutta energiatehokkuuden kehityksen kannalta voidaan nostaa esiin luokkien tavoitelämpötiloja ja ilmanlaadun arvoja (Kuviot 4. ja 5.). Näitä arvoja voidaan pitää tavoitteina, kun kiinteistön energiatehokkuutta kehitetään.

	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 [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

¹⁾ S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.

²⁾ Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

Kuvio 3. Sisäilmastoluokkien tavoitelämpötila-arvoja (RT 07-11299 2018, 6).

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuus ^{a)} [ppm]	< 350	< 550	< 800
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	< 100	< 100	< 200
PM _{2,5} [µg/m ³]	< 10	< 10	< 25
PM _{2,5} sisällä/ulkona	< 0,5	< 0,7	–
Ilman suhteellinen kosteus [% RH]	–	–	–
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	–
asunnot	90 %	80 %	–

^{a)}suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Kuvio 4. Sisäilmastoluokkien tavoiteilmanlaatu-arvoja (RT 07-11299 2018, 7).

4 Hotellikiinteistön talotekniset järjestelmät ja niiden tehostus

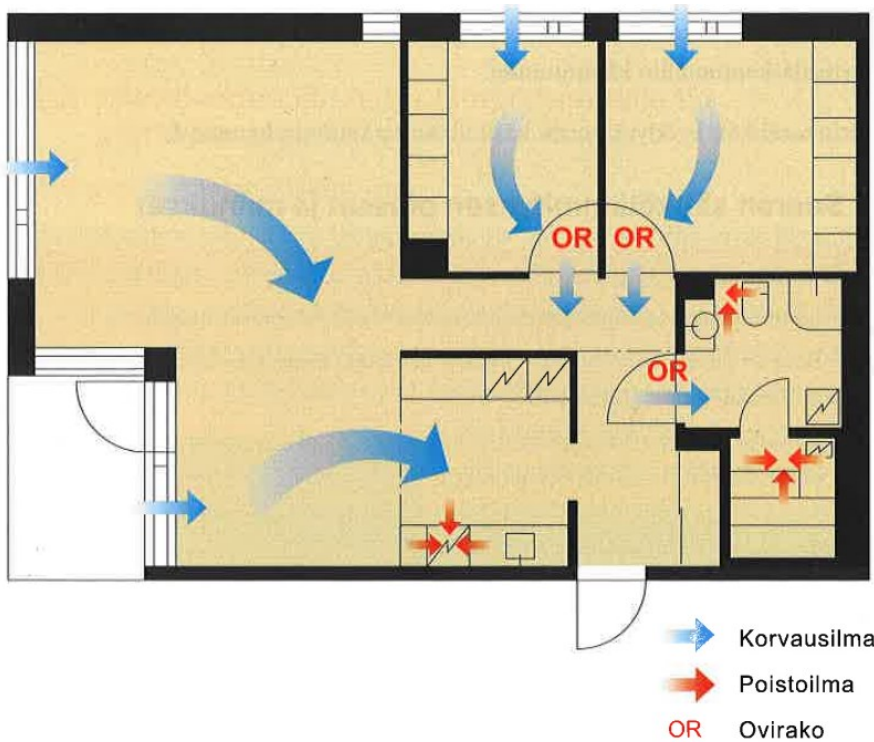
Hotellikiinteistön taloteknisillä järjestelmillä on merkittävä vaikutus energiankulutukseen ja liiketoiminnan taloudelliseen kannattavuuteen. Energian tehokas käyttö auttaa vähentämään kustannuksia ja ympäristövaikutuksia, samalla parantaen hotellin kilpailukykyä. Taloteknisillä järjestelmillä tarkoitetaan kiinteistön LVISA-laitteistoja. LVISA-laitteistoja ovat lämmitys-, vesi-,

ilmanvaihto-, sähkö- ja automaatiolaitteistot. Taloteknisten järjestelmien tehtävä on luoda ja ylläpitää kiinteistössä terveellisiä, miellyttäviä ja hyvinvointia edistäviä sisäilmasto-olosuhteita, kuten talotekniikkainfon Sisäilmasto ja ilmanvaihto -oppaassa todetaan useiden asiantuntijoiden voimin (Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas 2021, 15).

4.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto on oleellinen osa toimivaa taloteknisten järjestelmien kokonaisuutta. Ilmanvaihdon tarkoituksena on nimensä mukaisesti vaihtaa kiinteistön sisäilmaa. Ilmanvaihdolla tuodaan raikasta ilmaa ulkoa sisään ja poistetaan sisältä ulos niin kutsuttua poistoilmaa. (Kemppainen & Pakarinen 2022, 66.) Ilmaa vaihtamalla ylläpidetään kiinteistön sisäilmaston terveellisyyttä, kuten luvussa 3. Sisäilmasto todettiin perustellen (ks. luku 3.1 ja 3.2).

Ilmanvaihdon periaate on looginen. Ilmaa vaihdetaan periaatteella, jossa poistoilmaa imetään ”likaisista” tiloista ja puhalletaan raikasta ilmaa ”puhtaisiin” tiloihin (Kuvio 6.). Poistoilmalla tarkoitetaan sisäilmaa, joka sisältää epäpuhtauksia. Likaisia tiloja ovat vessat, kylpyhuoneet ja keittiöt. Näissä tiloissa syntyy sisäilmaan eniten epäpuhtauksia, eikä niitä haluta levittää muualle kiinteistön tiloihin. On siis loogisinta poistaa poistoilmaa sieltä, missä eniten epäpuhtauksia syntyy. Puhdaita tiloja, joihin raikasta ilmaa puhalletaan ovat makuuhuoneet, olohuoneet ja muut oleskelutilat. Puhtaissa tiloissa syntyvät epäpuhtaudet poistetaan myös likaisten tilojen kautta, jolloin ilmavirtojen suunta on likaisiin tiloihin päin. Oikeaoppisen ilmavirta suunnan ansiosta torjutaan likaistentilojen epäpuhtauksien leviämistä puhtaisiin tiloihin. (Räsänen 2022, 16.) Puhtaiden tilojen poistoilma voidaan johtaa muiden tilojen läpi, sillä näissä tiloissa ei yleensä synny merkittäviä hajuhaittoja.



Kuvio 5. Oikeaoppiset ilmanvaihtoreitit (Kempainen & Pakarinen 2022, 66).

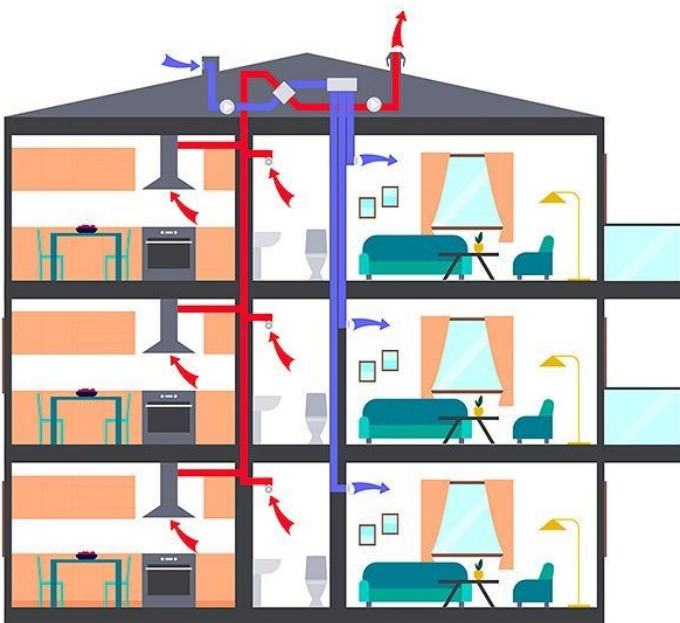
Ilmanvaihdolle on olemassa useita toteutusvaihtoehtoja. Hotelli- ja kiinteistöjen ilmanvaihto on kuitenkin lähes aina toteutettu koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla. Toteutuksesta riippuen ilmanvaihtokone saattaa sisältää jäähdytyspatterin. Jäähdytyspatterin omaavasta ilmanvaihtokoneesta käytetään nimitystä ilmastointikone. Ilmanvaihtokoneella vaihdetaan ja suodatetaan kiinteistön sisäilmaa. Ilmastoinnilla käsitellään lisäksi sisäilman lämpötilaa ja joissain ratkaisuissa jopa kosteutta. (Ilmanvaihto Vs. Ilmastointi n.d.) Koneellinenkin ilmanvaihto voidaan toteuttaa eri tavoin. Kaksi yleisintä koneellisen ilmanvaihdon toteutustapaa ovat keskitetty- ja huoneistokohtainen ilmanvaihto.

4.1.1 Keskitetty ilmanvaihto

Keskitetyssä ilmanvaihdossa tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet on sijoitettu samaan paikkaan (Kuvio 7.). Kiinteistön koosta riippuen kiinteistössä voi olla useita ilmanvaihtokoneita, vaikka ilmanvaihto olisi toteutettu keskitetysti. Tällöin yhdellä ilmanvaihtokoneella palvellaan vain tiettyä osaa kiinteistöstä. Keskitetyn ilmanvaihtokoneet sijaitsevat tyypillisesti kiinteistön katolla tai ullakkotiloissa. Ilmanvaihtokoneesta johdetaan kiinteistön tiloihin ja huoneistoihin raikasta ilmaa ja takaisin ilmanvaihtokoneelle imetään poistoilmaa. Ilmanvaihtojärjestelmän ollessa keskitetty, sen etuna on

huoltohenkilöstön resurssitehokkuus. Kun kaikki on keskitetysti yhdessä paikassa, vaatii se luonnollisesti vähemmän resursseja kunnossapidolta ja automatiikan ylläpidolta

Keskitetystä ilmanvaihdosta johtuen huoneistokohtaisten sisäilmasto-olosuhteiden säädön mahdollistaminen edellyttää huomattavia lisäinvestointeja. Huoneistokohtaisen ilmavirtojen säädön mahdollistamiseksi tarvitaan säätöpeltejä tai ilmamääräsäätimiä huoneisto- ja tilakohtaisiin kanavistoihin. Huoneistokohtaiseen lämpötilan vaikuttamiseen tarvitaan jälkilämmitys ja -jäähdytyspatereita. (Ilmavirtojen ohjaus n.d.) Huoneistokohtaisten sisäilmasto-olosuhteiden säätö on täten mahdollista, mutta varsinkin lämpöolosuhteisiin vaikuttamiseen vaadittavat lisälaitteistot ovat merkittävä lisä hankinta- ja käyttökustannuksiin. Varsinkin jo olemassa olevaan kiinteistöön jälkeinpäin tehtynä muutokset tulisivat taloudellisesti kannattamattomiksi. Tosin huone tai tilakohtaiset ilmamääräsäätimet mahdollistaisivat tarpeenmukaisen ohjauksen. Tarpeenmukaista ilmanvaihtonohjausta käsitellään myöhemmin (ks. luku 4.1.5)



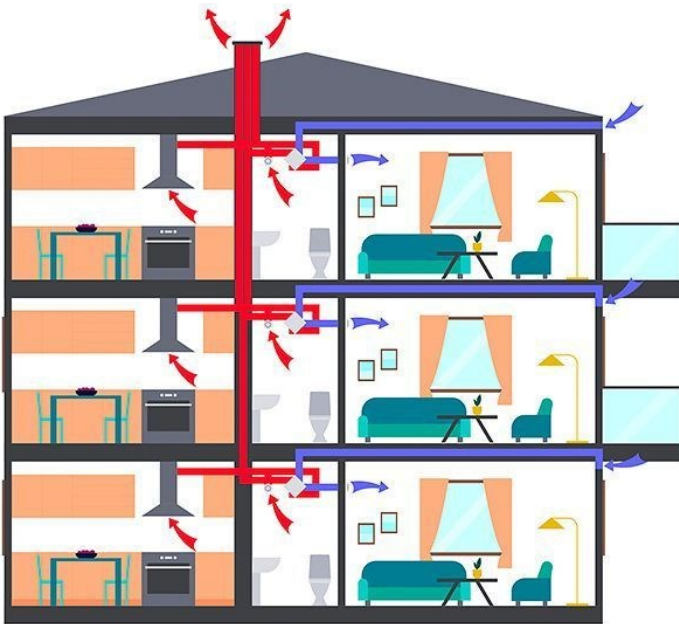
Kuvio 6. Keskitetyn ilmanvaihdon periaatekuva (Ilmanvaihdon eri toteutustavat n.d.).

4.1.2 Huoneistokohtainen ilmanvaihto

Huoneistokohtainen ilmanvaihto on mukavuustekijä. Huoneistokohtaisessa ilmanvaihdossa ilmanvaihtokoneet ovat pieniä huoneistokohtaisen ilmanvaihdon tarvetta vastaaviksi mitoitettuja ilmanvaihtokoneita. Huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet sijaitsevat huoneistossa itsessään, niiden

sijainti riippuu koneiden koosta ja mallista. Kyseisessä toteutustavassa kanavistot ovat nimensä mukaisesti vain ja ainoastaan huoneistokohtaisia (Kuvio 8.). Tämä mahdollistaa helposti huoneistokohtaisen sisäilmasto-olosuhteisiin vaikuttamisen ja tarpeenmukaisen käytön. Lämpöolosuhteisiin voidaan vaikuttaa säätämällä halutessaan huoneiston ilmanvaihdon lämmityspatteria tai -vastusta isommalle. (Kemppainen & Pakarinen 2022, 70–72.) Lisäksi ilmastoinnillisissa huoneistokohtaisissa ilmanvaihtokoneissa pystytään jäähdyttämään tuloilmaa.

Käyttökustannuksiltaan ratkaisu olisi varmasti kannattamaton, sillä kunnossapidolta vaadittaisiin paljon resursseja ylläpitää jokaisen huoneiston omaa ilmanvaihtokonetta. Asiakastytyvyyden näkökulmasta ratkaisu olisi varmasti menestys, sillä huoneistokohtaisten säätömahdollisuuksien ansiosta asiakas voisi säätää itselleen mieluisimman lämpötilan huoneistoon.



Kuvio 7. huoneistokohtaisen ilmanvaihdon periaatekuva (Ilmanvaihdon eri toteutustavat n.d.).

4.1.3 Ilmanvaihto prosessina

Ilmanvaihtoprosessi koostuu useista komponenteista ja on samanlainen riippumatta ilmanvaihdon toteutustavasta. Ilmanvaihtokoneen pääkomponentit ovat puhaltimet, suodattimet, lämmöntalteenotto ja lämmityspatterit. Jotkin ilmanvaihtokoneet saattavat sisältää myös jäähdytyspatterin. Lisäksi ilmanvaihtokoneessa on useita mittauksia, joilla mitataan muun muassa lämpötiloja ja

paine-eroja prosessin eri vaiheista. Mittauksilla säädetään prosessia saavuttamaan halutut tavoitteet sisäänpuhallettavan ilman ominaisuuksille. Puhaltimia ilmanvaihtokoneessa on yleensä kaksi. Puhaltimia käytetään raikkaan ulkoilman puhallukseen sisätiloihin ja sisätiloista poistoilman puhallukseen ulos. Puhallus toteutetaan eri kanavissa, jotta ilmavirrat eivät sekoittuisi. Suodatuksia ilmanvaihtokoneessa on myös kaksi. Ensimmäinen suodattaa sisään tulevaa ulkoilmaa ennen lämmöntalteenottoa. Toinen suodattaa tiloista tulevaa poistoilmaa, myös ennen lämmöntalteenottoa. Ulkoilman suodatuksella pystytään sisäilmaston ilmanlaatu ylläpitämään korkeana. Poistettavan poistoilman suodatuksella poistoilmakanavistot ja lämmöntalteenotonkennot pystytään säilyttämään puhtaina, jolloin lämmöntalteenoton hyötysuhde ei kärsi ajan saatossa.

Lämmöntalteenottolaitteita on useita erilaisia. Kaikkien lämmöntalteenottojen tavoite on kuitenkin ottaa poistettavasta poistoilmasta lämpöenergiaa talteen sisäänpuhallettavaan ulkoilmaan. Lämmöntalteenotolla voidaan joko jäähdyttää tai lämmittää sisääntuloilmaa, riippuen vallitsevista sääolosuhteista ja sisäilman lämpötilatavoitteesta. Yleisimpiä malleja ovat kuitenkin levy-, pyörivä- ja vesikiertoinen lämmöntalteenotto. Lämmöntalteenotosta käytetään tästä eteenpäin LTO-lyhennettä, mielekkään luettavuuden säilyttämiseksi. LTO-laitteet esitellään yksityiskohtaisemmin myöhemmin (ks. luku 4.1.4). Sisäänpuhallusilman lämpötilaa käsitellään tarvittaessa vielä LTO:n jälkeen erillisillä lämmitys- tai jäähdytyspattereilla. Lämmityspatteri on pääsääntöisesti jokaisessa ilmanvaihtokoneessa. Jäähdytyspatteria taas ei välttämättä ole ilmanvaihtokoneessa. Kyseisillä pattereilla käsitellään sisäänpuhallettavan ulkoilman lämpötilaa, jotta sisäänpuhallettava ilma olisi muutaman asteen viileämpää, kuin huoneilma. Tällöin sisäänpuhallettava ilma sekoittuu hyvin huoneilmaan ja tuntuu miellyttävältä.

4.1.4 Ilmanvaihdon energiankäytön tehostaminen

Ilmanvaihtoon kuluu merkittävä määrä energiaa. Ilmanvaihdossa voi kulua jopa yli kolmannes koko kiinteistön lämmitysenergian käytöstä (Kempainen & Pakarinen 2022, 12) ja se voi olla jopa suurin yksittäinen sähköenergian kuluttaja taloteknisissä järjestelmissä. (Polomaa 2022, 11). Ilmanvaihdon energiatehokkuuteen on siis syytä kiinnittää huomiota. Ilmanvaihdossa kulutetaan energiaa tuloilman lämpötilan käsittelyyn ja ilman liikuttelemiseen puhaltimilla. Lisäksi ilmanvaihdon rakennusautomaatio ja lämmitys- ja jäähdytyspatterien kiertopumput kuluttavat energiaa. Ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuuden kehittämiseen liittyy osaksi käytössä olevien laitteiden päivittäminen, mutta myös käytettävien laitteiden tehostaminen.

Vanhan ilmanvaihtokoneen tai sen komponenttien päivittämistä pitää aina tarkastella tapauskohtaisesti. Nykyaikaisista ilmanvaihtokoneratkaisuista merkittävimmät säästöt saadaan aikaiseksi kehittyneemmällä korkean hyötysuhteen LTO:lla ja nykyaikaisilla puhaltimilla. LTO-laitteet ovat kehittyneet lähivuosikymmeninä huomasti, joten vaikka vanha ilmanvaihtokone olisikin varustettu LTO:lla, saattaa sen päivittäminen olla taloudellisesti kannattavaa. Mitä enemmän ulospuhallusilmasta saadaan lämpöä talteen, sitä vähemmän sisäänpuhallusilmaa tarvitsee lämmittää. (Vanhan LTO-laitteen korvaaminen uudella ilmanvaihtolaitteella n.d.)

4.1.5 Lämmöntalteenottomallit

Levyllisessä LTO:ssa sisään- ja ulospuhallusilmavirrat virtaavat useiden limittäisten ohuiden metallisten levyjen välissä. Ilmavirrat virtaavat sekoittumattomina levyjen välissä. Ilma luovuttaa lämpöenergiansa levyjen seinään. Seinän toisella puolella on eri lämpötilassa oleva ilma, jolloin levyn seinän läpi johtuu lämpöenergia ilmavirtojen välillä. Levyllisen LTO-ratkaisun hyvä puoli on, että ilmavirrat eivät sekoitu. Huonona puolena on, että ratkaisun hyötysuhde ei ole yhtä hyvä, kuin pyörivässä LTO:ssa. Levylämmönsiirtimien hyötysuhteet ovat 55–70 % välillä. (Bragge 2017, 4–5.)

Pyörivä LTO on tehokkain ratkaisu. Pyörivässä LTO:ssa sisään- ja ulospuhallusilmavirtakanavat ovat päällekkäin. Kanavat johdetaan pyörivään kiekkoon, jonka kennoston läpi ilmavirrat virtaavat. lämpöenergia siirtyy pyörivän kennoston massaansa. Kun kiekon lämpöenergiaa varastoinut osio pyörähtää toisen kanaviston puolelle, luovuttaa se varastoineensa energian toiseen suuntaan virtaavaan ilmavirtaan. Ratkaisun hyötysuhde on LTO-järjestelmien korkein 70–80 %. Huonona puolena ratkaisussa on, että kanavistojen välissä pyörivän kiekon takia voi tapahtua vähäistä ilmavirtojen sekoittumista. (Bragge 2017, 5–6.) Tämän takia ratkaisu ei sovellu LTO-laitteeksi tiloihin, joissa syntyy paljon epäpuhtauksia tai kosteutta, eikä tiloihin, joiden tuloilman on oltava ehdottoman puhtaasta.

Nestekiertoinen LTO tarjoaa joustavuutta. Nestekiertoinen LTO on ainut ratkaisu kohteisiin, joissa tulo- ja poistoilmakanavat sijaitsevat toisistaan kaukana. Se on siis kustannustehokas ratkaisu kiinteistöihin, joihin alun perin ei ole suunniteltu LTO:a. Lisäksi ratkaisu on paras kohteisiin, joissa lämpöenergiaa otetaan talteen erittäin likaisesta poistoilmavirrasta, joka ei saa sekoittua tuloilmavirtaan. Nestekiertoisen LTO:n hyötysuhde on mallien huonoin 40–60 %, mutta soveltuu ainoana erityiskohteisiin. (Bragge 2017, 6–7.)

4.1.6 Puhallintyypit ja niiden energiatehokkuus

Vanhoissa ilmanvaihtokoneissa puhaltimet on yleensä toteutettu hihnavetoisesti oikosulku AC-moottoreilla. Oikosulkumoottorit voivat olla toteutettu taajuusmuuttajilla ohjattuna aikakaudesta riippuen. Taajuusmuuttajilla mahdollistetaan sähkömoottorin pyörimisnopeuden muuttaminen taajuusvaihtelun avulla. Pyörimisnopeuden muuttaminen on tarpeellista muuttuvailmamääräisissä ilmanvaihtokoneissa. Pienempi pyörimisnopeus kuluttaa vähemmän sähköä. Vanhojen hihnavetoisten AC-moottoreiden korvaaminen uusilla paremman hyötysuhteen omaavilla suoravetoisilla moottoreilla on taloudellisesti kannattava sijoitus. Uusia puhallinkäyttöön soveltuvia ja suunniteltuja moottoreita ovat PM- ja EC-moottorit.

PM-moottorit eli kestopagneettimoottorit sisältävät kestopagneetin, joka magnetisoi moottorin. Moottorin käyttöön tarvitaan juuri PM-moottorityypille soveltuva taajuusmuuttaja, sillä sitä ei voida käyttää suoraan sähköverkosta. PM-moottori on selvästi energiatehokkaampi, kuin vanhat AC-moottorit, koska PM-moottorissa ei ole juurikaan häviöitä. Häviöttömyys korostuu pienillä pyörimisnopeuksilla.

EC-moottorit eli elektronisesti kommutoidut moottorit ovat alan tuorein tulokas. Niiden uutuuden takia niitä on vielä saatavilla rajallisesti eri teholuokissa. Suurempia tehoja tarvittaessa EC-moottorisia puhaltimia voidaan kuitenkin sijoittaa useampia vierekkäin. Tallaista useiden pienten puhallinten muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan EC-puhallinseinäksi. EC-moottorit ovat ylivoimaisesti energiatehokkain vaihtoehto. Taajuusmuuttajakäyttöisiin moottoreihin verrattuna sen säätöalue on täydet 0–100 % ja se on energiatehokkaampi kierrosalueen koko skaalalla. EC-moottorit sisältävät oman säätöelektroniikan, jonka takia ne eivät tarvitse taajuusmuuttajia. (Polo-maa 2022, 11–19.)

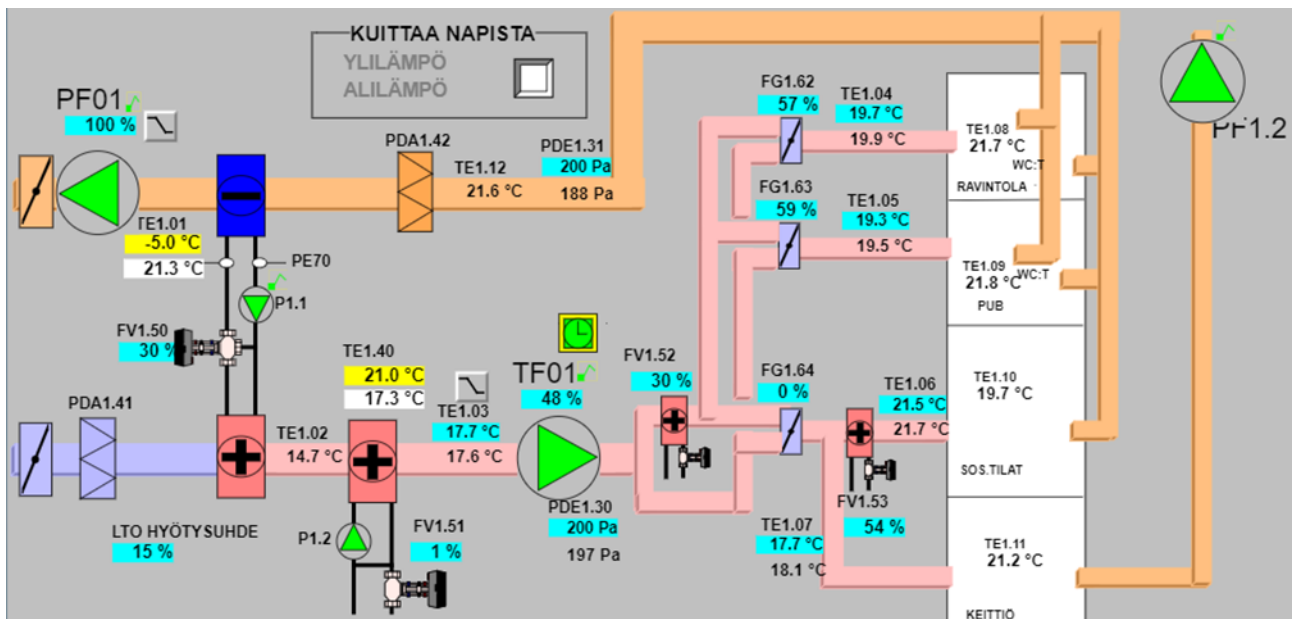
Puhallinmoottorien päivityksellä voidaan siis saada aikaan merkittävät säästöt sähköenergian kuluksessa. Lisäksi suoravetoiseen vetotapaan vaihdettaessa sisäänpuhallettavan ilman ilmanlaatu paranee, sillä hihnavetoiset moottorit on sijoitettu ilmanvaihtokanavien sisälle. Hihnan kuluessa hihnasta irtoaa aina ilmaan epäpuhtauksia. Kun hihnaa ei ole, vältytään epäpuhtauksien synnyttä. Hihnan poistaminen tuo myös ilmanvaihtokoneelle käyttövarmuuden kohotusta, sillä ilman liike ei pysähdy mahdollisen hihnan katkeamisen johdosta. Toimenpiteellä luodaan lisäksi siis kunnossapidollisia säästöjä.



Kuvio 8. Nykyaikainen keskitetty ilmanvaihtokone. (Koja Future - ilmanvaihtokone n.d.)

4.1.7 Ilmanvaihtoa ohjataan rakennusautomaatiolla

Koko ilmanvaihtoprosessia ohjataan rakennusautomaatiolla. Rakennusautomaatioon on säädetty halutut tavoitearvot huoneistoihin sisäänpuhallettavan ilman lämpötilalle. Tavoitearvoihin päättäkseen rakennusautomaatiolla säädetään sisäänpuhallettavan ulkoilman lämpötilan käsittelyä. Rakennusautomaatiosta on rakennettu valvomonäkymä. Valvomonäkymästä voi tarkkailla toteutuneita arvoja, nykyisiä arvoja ja tehdä tavoitearvoihin muutoksia. Etäluettavasta valvomosta voidaan käyttää nimitystä etävalvomo (Kuvio 10.).



Kuvio 9. Etävalvomonäkymä hotelli kiinteistön ilmanvaihtokoneesta.

Rakennusautomaatiolla ilmanvaihtokonetta käytetään energiatehokkaasti. Nykyaikaisinkaan ilmanvaihtokone ei toimi energiatehokkaasti ilman sen järkevää käyttöä. Vanhoissa rakennusautomaatoratkaisuissa ilmanvaihto on usein toteutettu toimimaan puoli- ja täysteholla aikaohjelman avulla. Aikaohjelma perustuu oletuksiin kiinteistön käytölle. Puoliteholla ilmanvaihtokonetta käytetään, kun oletetaan ilmanvaihdon tarpeen olevan vähäistä. Täysteholla ilmanvaihtokonetta taas käytetään, kun oletetaan ilmanvaihdon tarpeen olevan suurta. Ilmanvaihtoa yleensä käytetään täysteholla oletettuina ruuanvalmistus- ja peseytymisaikoina ja kun kiinteistössä oletetaan oleskelevan suurimman osan ihmisistä.

Nykyaikaisen ilmanvaihtokoneen ohjauksena käytetään tarpeenmukaista ohjausta. Ohjauksen tarkoituksena on vaihtaa tilojen ilmaa vain tarpeen mukaan. Kun tiloissa ei oleskella, ilmanvaihto on joko hyvin pienellä tai kokonaan sammutettuna. Kun tiloissa taas oleskellaan, ilmanvaihtoa käytetään vain sen verran, että sisäilmastoluokituksen ohjearvot saavutetaan. Tarpeenmukainen ohjaus voidaan toteuttaa paikallaolo-, kosteus tai hiilidioksidimittauksilla. Kosteus- ja hiilidioksidimittaukset indikoivat, kuinka paljon tiloissa tarvitaan ilmanvaihtoa. Kosteus- tai hiilidioksidipitoisuuksien noustessa ilmanvaihtoa tehostetaan, kunnes saavutetaan tavoitearvot näille pitoisuuksille. Ohjaustapa säästää energiaa runsaasti. Ohjaustapaa voidaan käyttää kiinteistötyypistä riippumatta. Hotellikiinteistöön ohjaustapa olisi fiksu, sillä harvoin kaikki kiinteistön huoneet ovat käytössä yhtä aikaa.

Taloudelliselle kannattavuudelle on kuitenkin rajoitteita tarpeenmukaisessa ohjauksessa. Ohjauksen toteutus vaatii kanavistoihin ilmamääräsäätimiä tai säätöpeltejä. Lisäksi jokainen huone tai tila tarvitsee hiilidioksidianturin. Jälkikäteen olemassa olevaan järjestelmään säätimien ja antureiden lisääminen saattaisi tulla kiinteistöstä riippuen taloudellisesti kannattamattomaksi. Hotellikiinteistössä, joissa on paljon pieniä huoneita investointi olisi todennäköisimmin taloudellisesti kannattamaton. Ohjaustapa olisi taloudellisesti kannattava tiloihin, jotka omaavat suuren tilavuuden ja joiden käyttö on vaihtelevaa.

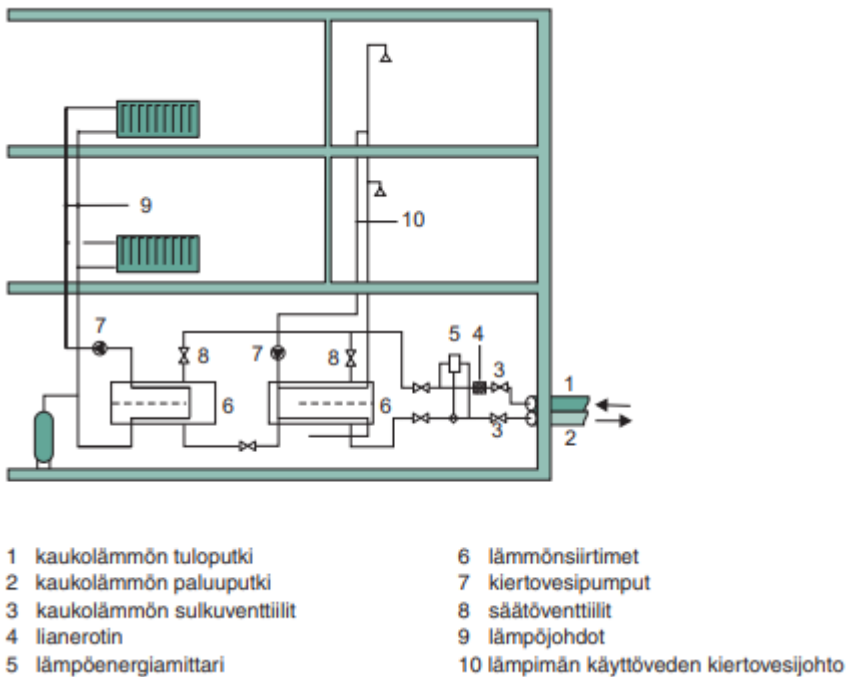
Ilmanvaihtoon voidaan saavuttaa säästöjä myös muilla keinoin. Hotellityyppisissä kiinteistöissä ilmanvaihtoa ei voida kokonaan sammuttaa yöajaksi. Voidaan kuitenkin varmistaa, että aikaohjelmassa on järkevät oletusajat tiloissa oleskeltavalle ajalle ja käyttötehoille. Säästöjä saadaan aikaiseksi myös lämpötiloja muuttamalla. On varmistuttava, että huoneistoihin puhallettavaa ilmaa

ei lämmitetä tai jäähdytetä tarpeettoman paljon. Yhden asteen lämpötilan muutos vaikuttaa keskimäärin 5 % lämmitykseen käytettävän energian määrään (Hallitse huonelämpötiloja n.d.). On siis varmistuttava, että tiloihin puhallettava ilma on lämmityskaudella muutaman asteen huoneilmaa matalampi ja viilennyskaudella jäähdytyksessä ei jäähdytetä tarpeettoman paljon.

4.2 Lämmitys

Lämmitysjärjestelmä on välttämättömyys sisäilmasto-olosuhteiden luomiseen. Lämmitystä tarvitaan hotelli kiinteistössä useisiin välttämättömiin toimintoihin. Lämmitysenergiaa kuluu kiinteistön tilojen, käyttöveden ja sisäänpuhallettavan ilman lämmittämiseen. Näiden kohteiden lämmitykseen on olemassa monia ratkaisuja. Kaupunkialueella sijaitsevan hotelli kiinteistön yleisin lämmitysmuoto on kuitenkin kaukolämpö. (ks. Hietämäki 2023, 2–6.)

Kaukolämpö on suosittu kaupungeissa. Suosio perustuu sen kunnossapidon helppouteen ja matalaan investointikustannukseen. Kaukolämmössä kiinteistöön toimitetaan lämpöä kaukolämpöverkoston putkistossa. Putkistosta kiinteistöön virtaa kuumaa vettä, joka on noin 65–115 °C riippuen verkostosta ja ulkolämpötilasta. Kiinteistöstä kaukolämpöverkoston palaa viilentynyt vesi, josta on lämpöenergia otettu talteen. Lämpöenergia otetaan talteen lämmönjakokeskuksen lämmönvaihtimilla. Lämmönjakopaketissa on lämmönvaihtimet kaikille kiinteistön lämmitysverkostoille. Tyypillisesti hotelli kiinteistössä se sisältää kolme lämmönvaihdinta, jotka ovat lämpimälle käyttövedelle, lämmitykselle ja ilmanvaihdolle. Lämmönvaihtimia saattaa kuitenkin olla erikseen myös muille merkittävälle lämmönkuluttajille kiinteistökohtaisesti. Lämmönvaihtimista lämpöenergia siirtyy kiinteistön sisäisiin vesikiertosiin verkostoihin. Kaukolämmön tilalle kuitenkin yhä useammin mietitään korvaavaa lämmitysmuotoa, koska kaukolämmön käyttökustannukset ovat korkeat nousseiden energian hintojen vuoksi. Usein kaukolämmön korvaajaksi taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta tarkastellaan maalämpöön siirtymistä. (ks. Hietämäki 2023, 2–6.)



Kuvio 10. Kaukolämmön periaatekuva (LVI 10-10397).

Maalämmön suosio on viime vuosikymmeninä noussut. Suosio johtuu maalämmön elinkaarikustannuksista, jotka ovat matalammat kuin kaukolämmössä. Investointina maalämpö on yksi kalleimmista lämmitysmuodoista, mutta sen käyttökustannukset ja energianhinta jäävät niin matalaksi, että joissain tapauksissa elinkaarikustannuksia tarkasteltaessa se on yksi halvimmista ratkaisuista. Taloudellista kannattavuutta on kuitenkin tarkasteltava kiinteistökohtaisesti. Maalämmön toiminta perustuu lämpöpumppuun, joka käyttää lämmönlähteenään maassa olevaa lämpöä. Lämpöpumpun toiminta kuluttaa pelkästään sähköä. Suoraan sähkölämmitykseen verrattuna toteutuskohtaisesti maalämpöpumppu käyttää sähköä 3–4 kertaa paremmalla hyötysuhteella. (ks. Hietämäki 2023, 7–14.)

Lämmityksen tehostukseen kannattaa kiinnittää huomiota koska, lämmitykseen käytetään paljon energiaa. Lämmityksessä on siis suuret potentiaalit myös säästöihin. Kuten ilmanvaihdossakin, lämmitystä voidaan tehostaa nykyaikaisilla lämmityslaiteratkaisuilla ja niiden oikealla käytöllä. Rakennusautomaation oikeasta käytöstä kerrotaan myöhemmässä luvussa (ks. luku 4.4). Tehostuksessa voidaan lähteä liikkeelle lämmitysjärjestelmän perussäädöllä. Hotelli kiinteistön lämmitysverkostonä käytetään yleensä vesikiertoista lämmitystä. Vesikierto voi olla toteutettu lattialämmityksenä tai seinäpattereilla. Perussäädössä lämmitysverkosto ilmataan ja varmistetaan,

että huonelämpötilat ovat tasaiset. Kuten aiemmin todettiin yhden asteen lämpötilan muutos vaikuttaa keskimäärin 5 % lämmitykseen käytettävän energian määrään (ks. luku 4.1.5). Perussäädöllä voidaan säästää siis rutkasti energiaa, kun varmistetaan ettei tiloja yllälämmitetä. Huonelämpötilat voivat muuttua merkittävästi, mikäli kiinteistöön tehdään rakenteellisia tai taloteknisiä muutoksia, joissa lämmöntarve muuttuu. Huonelämpötilat voivat myös muuttua useiden muiden syiden seurauksena, esimerkiksi vikaantuneiden termostaattien takia. Perussäädössä viat korjataan ja järjestelmä palautetaan toimimaan suunnitellusti. Arvioiden mukaan lämmitysjärjestelmän perussäädöllä voidaan saavuttaa jopa 10–15 % energiansäästö. Tasaiset lämpötilat mahdollistavat hyvät sisäilmasto-olosuhteet ja energiatehokkaan lämmityksen. (Lämmitysverkoston perussäätö n.d.)

Nykyaikaiset lämmityslaitteistot ovat energiatehokkaita. Taloudellisesti kannattavia investointeja voivat myös olla laitteistojen päivitykset tai lämmitysmuodon muuttaminen. Lämmitysmuodon muuttamiseen vaihtoehtona voi olla muun muassa aiemmin esitelty maalämpö. Kaukolämmön lämmönjakokeskuksen uusiminen nykyaikaiseen on kannattavaa, kun vanha laitteisto on käyttökänsä lopussa. Lämmönjakokeskuksen käyttöikä on noin 20–25 vuotta. (Lämmönjakokeskuksen uusinta kannattaa tehdä suunnitelmallisesti n.d.) Uuden lämmönjakokeskuksen lämmönvaihtimet omaavat korkeamman hyötysuhteen, koska lämmönvaihtimien lämmönsiirtopintoihin kertyy ajan saatossa kerrostumia, jotka heikentävät lämmönsiirtoa (Jaakkola, Lindstedt & Junnonen 2010, 13–14). Nykyaikaiset lämmönvaihtimet omaavat myös kehittyneemmän tekniikan ansiosta korkeammat hyötysuhteet. Lämmönjakopaketin nykyaikaiset toimilaitteet ja toteutustavat parantavat energiatehokkuutta. Vanhojen järjestelmien kiertovesipumput ovat usein ylivoimaisia, toteutettu kuristimilla ja ilman pyörimisnopeuden säätöä. Mänttärin (2011) mukaan oikein mitoitettu ja valittu pumppu voi kuluttaa jopa 60 % vähemmän energiaa. Nykyaikaisissa pumpuissa käytetään kierrosnopeussäädettäviä EC-moottoreita, jotka omaavat korkean hyötysuhteen verrattuna AC-moottoriin. (Mänttärin 2011, 2–18.) Moottorityyppi on sama, jota käytetään ilmanvaihdossa (ks. luku 4.1.5).

4.3 Jäähdytys

Jäähdytys on mukavuustekijä. Kuten muidenkin taloteknisten järjestelmien tavoitteena, myös jäähdytyksellä pyritään ylläpitämään sisäilmasto-olosuhteita. Jäähdytystä ei ole läheskään kaikissa vanhemmissa kiinteistöissä, mutta jäähdytys on yleinen isomman kokoluokan kiinteistöissä, kuten

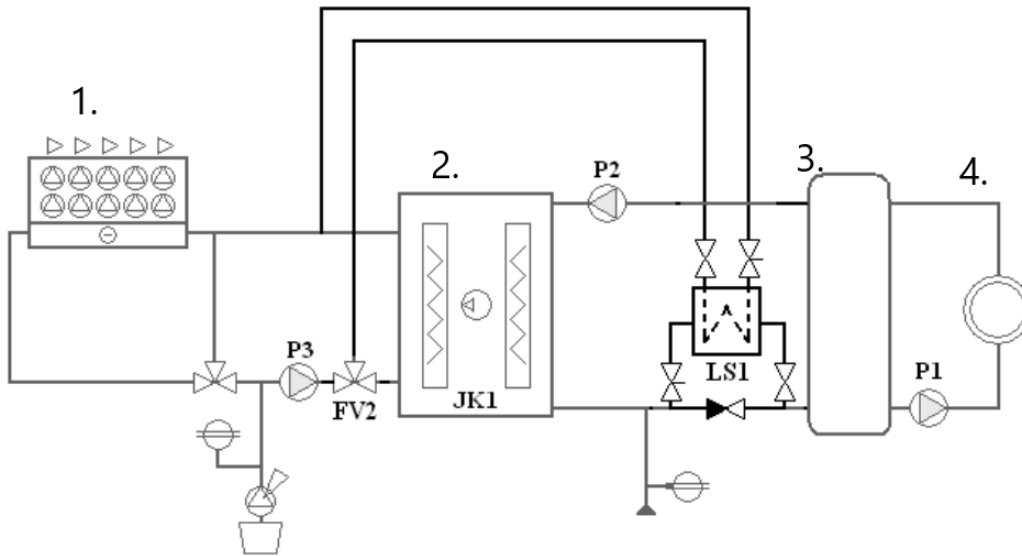
hotelleissa. Jäähdytykselle on useita toteutusvaihtoehtoja, ja ne riippuvat yleensä tilojen koosta ja käyttötarkoituksesta. Yleisimpiä toteutustapoja kuitenkin on suora- ja välillinen jäähdytys.

Suorajäähdytyslaitteissa kylmäainepiirin höyrystin tai jäähdytyspatteri on sijoitettu suoraan ilmavirtaan, jota jäähdytetään. Suorajäähdytyksessä on täten vähemmän häviöitä, kuin välillisessä jäähdytyksessä. Suorajäähdytys on yksinkertainen prosessiltaan, joten putkistoja ei ole paljoa. Se siis soveltuu hyvin kohteisiin, joissa on rajallisesti tilaa käytössä. Huonoina puolina ovat kylmäainevuodoista aiheutuvat riskit, kun kylmäaineen höyrystin on suoraan yhteydessä jäähdytettävään ilmaan. Lisäksi kylmän hallinnointi ja varastointi on tässä toteutuksessa hankalaa, joten se ei sovellu isoihin kohteisiin. Hallinnoinnin hankaluus estää vapaajäähdytyksen käytön. (Parviainen 2016, 15–17.) Käytännön esimerkki suorajäähdytyslaitteesta on ilmalämpöpumppu. Ilmalämpöpumput soveltuvat hyvin tila- tai huoneistokohtaiseen jäähdytykseen, mikäli kiinteistössä ei ole keskitettyä jäähdytystä.

Välillinen jäähdytys on yleisin kookkaan kiinteistön jäähdytysjärjestelmä. Välillisessä jäähdytyksessä tuotettu kylmä siirretään väliaineen kautta. Väliaineena toimii yleisimmin vesiglykoliseos. Välillisen jäähdytyksen etuina on, että järjestelmässä pystytään käyttämään varaajia ja vapaajäähdytystä. Varaajilla tasataan jäähdytystarvehuippuja. Välillinen järjestelmä pystytään myös sijoittamaan kauemmas jäähdytyslaitteista tai verkostoista, koska välittäjäainetta pystytään siirtämään eristetyillä putkistoilla. Huonona puolena välillisessä järjestelmässä on häviöt, johtuen välittäjäaineista. Välillinen jäähdytys saattaaakin kuluttaa jopa 30–40 % enemmän energiaa, kuin suora jäähdytys. (Parviainen 2016, 16–17.)

Kuvataan lyhyesti välillisen jäähdytysjärjestelmän toimintaperiaate kuvion 12. avulla. Välillisen jäähdytysjärjestelmän keskeisin komponentti on jäähdytyskone (2.) tai niin kutsuttu vedenjäähdytyskone. Vedenjäähdytyskoneessa on lämpöpumppu, joka siirtää jäähdytettävän verkoston (4.) kiertovedestä lämpöä lauhdutinpuolelle. Lauhdutinpuolella vesiglykoliseosta jäähdytetään nestelauhduttimilla (1.) yleensä ulkoilmaan. Vedenjäähdytinkoneen (2.) ohi vie myös vapaajäähdytyksen lämmönsiirtimen (LS1) kierto. Vapaajäähdytyksellä voidaan jäähdyttää verkoston (4.) kiertovettä, ilman vedenjäähdytinkonetta (2.), kun sääolot sen mahdollistavat. Jäähdytystarvehuippuja tasa-

taan varaajalla (3.) jäähdytettäviä verkostoja voi olla kytkettynä useita. Verkostoina voidaan käyttää samoja verkostoja kuin lämmitykseen, kuten lämmitys- ja puhallinkonvektoriverkostoja. Myös ilmanvaihdon jäähdytyspatteri kytketään verkostoksi.



Kuvio 11. Välillisen järjestelmän toimintakaavio (Parviainen 2016, 15).

jäähdytysprosessi kuluttaa paljon energiaa. Energiatehokkaan jäähdytyksen avain piilee niin ikään niiden järkevässä käytössä. Jäähdytyksen energiatehokasta käyttöä käsitellään rakennusautomaation yhteydessä (ks. luku 4.4).

4.4 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio mahdollistaa sisäilmasto-olosuhteiden ylläpidon energiatehokkaasti. Talotekniset järjestelmät tarvitsevat keskitettyä ohjausta, jotta ne voivat toimia yhdessä tehokkaasti. Rakennusautomaatiolla voidaan varmistua kärjistetysti, että esimerkiksi kiinteistöä ei lämmitetä ja jäähdytetä yhtä aikaa. Lisäksi varmistetaan, että sisäilmasto-olosuhteita käsitellään sopivasti ja tarpeenmukaisesti.

Rakennusautomaatiolla on hierarkiatasoja. Tasoja on kolme, joista ylimpänä on valvomotaso. Valvomosta voi tarkastella ja hallita kaikkia järjestelmiä kootusti. Valvomosta on tarkasteltavissa historiadataa mittauksista ja kuinka järjestelmä on reagoinut sääolojen muutoksiin. Nykyaikainen valvomo on yhdistetty verkkoon. Verkkoon yhdistettyä valvomoa voidaan käyttää etänä. Tämän kaltaista valvomoa nimitetään etävalvomoksi. Etävalvomot mahdollistavat järjestelmien toiminnan seurannan tehokkaasti. Valvomon tiedot tulevat alemmalta alakeskustasolta. Alakeskukset ohjaavat kenttälaitteita. Kenttälaitteet ovat alin taso. Kenttälaitteita ovat mittaukset ja ohjaukset, kuten lämpötilamittaukset ja venttiilit. Kenttälaitteilla prosesseja säädetään ja kerätään mittausdataa. (Hakanen 2022, 9.)

Rakennusautomaation ohjausten energiatehokkuus riippuu hyvin pitkälle siitä, miten ne on toteutettu. Toteutus riippuu osaksi aikakaudesta, jolloin järjestelmä on suunniteltu. Vanhoissa järjestelmissä on tyypillisesti käytössä aikaohjelmia ja lämmitys perustuu sillä hetkellä vallitsevaan ulkolämpötilaan. Vanhakin automaatio voi toimia suhteellisen energiaviisaasti, kunhan sen asetusarvot on huolellisesti suunniteltu ja toimilaitteet toimivat. Nykyaikaiset rakennusautomaatioratkaisut ovat kuitenkin huomattavasti energiatehokkaampia. Järjestelmät käyttävät tarpeenmukaisia ohjauksia ja hyödyntävät sääennusteita ennakoimaan hetkellistä lämmityksen tarvetta. Ennakointia ohjaa tekoäly, joka optimoi kiinteistön lämmitystä vähäisemmäksi, jos seuraaville päiville on ennustettu ulkolämpötilan nousua. Tällöin ilmaisenergiaa saadaan talteen tehokkaammin, eikä välttämättä tarvitse vallitsevalla hetkellä lämmittää ja seuraavana päivänä jäähdyttää tarpeettoman paljoa.

Rakennusautomaatiosaneeraus on suotavaa tehdä ennen, kuin järjestelmä hajoaa, sillä hätäkorjaukset tulevat usein kalliiksi. Rakennusautomaation saneeraus on tehtävä yleensä 15–20 vuoden välein (Hakanen 2023, 10). Järjestelmän eri osien ikä määrittelee, onko järkevämpää uusia koko järjestelmä, vai voidaanko esimerkiksi osa kenttälaitteista jättää uusimatta. Takaisinmaksuaikaa saneeraukselle ei kuitenkaan oikeastaan pysty määrittelemään, sillä saneeraus on pakollinen järjestelmän elinkaaren päättyessä. Kehittyneemmillä ohjauratkaisuilla on kuitenkin merkitystä energiatehokkuuteen.

Rakennusautomaatiolla ohjataan myös erillispisteitä. Erillispisteitä ovat muun muassa valaistus ja sauna. Ulkovalaistuksen käyntilupaa voidaan rajoittaa aikaohjelmilla. Kun aikaohjelma sallii ulkova-
lojen päälle kytkeytymisen, lähtevät ne vanhoissa toteutuksissa tyypillisesti suoraan päälle tai eril-
lisen hämäräkytkimen sen salliessa. Energia- ja ympäristöviisaampi tapa olisi kuitenkin läsnäolo- tai
liiketunnistimet, jolloin valaistus olisi päällä vain tarpeen vaatiessa, kun sen on oikeasti valaistava
tietä jollekulle. Yksittäisinä suurina sähkön kuluttajina hotelleissa ovat saunat. Saunan lämmityk-
seen käytetään usein aikaohjelmia, jotta se on päällä tiettyinä päivinä tietyn ajan. Aikaohjelman
ajat on syytä asettaa vastaamaan tarvetta. Hotellikiinteistössä saunoja käytetään tyypillisesti aktii-
visesti niille varattuina aikoina. Aikaohjelma sopii siis hotellikiinteistöihin hyvin. Sähkönkulutusta
voidaan kuitenkin pienentää lämmittämällä saunaa energiataloudelliseen 70–80 °C lämpötilaan,
sillä saunan lämmitys 100 °C nostaa sähkönkulutusta 20–30 %. (Sauna ja kylpyhuone n.d.)

4.5 Muita tehostuskeinoja

Hotellihuoneissa ja yleisissä tiloissa käytettävien sähkölaitteiden valinta ja käyttö voivat vaikuttaa
merkittävästi energiankulutukseen. Laitehankinnoissa kannattaa suosia energiatehokkaita laitteita,
sillä niiden elinkaarikustannukset voivat olla matalammat, vaikka hankintakustannukset olisivat
hieman korkeammat. Lisäksi laitteiden hallintajärjestelmät, kuten ajastimet ja läsnäolotunnistimet,
voivat auttaa säästämään energiaa, kun laitteita ei käytetä.

Säästöt syntyvät viime kädessä energiaviisaalla toiminnalla. Hotellikiinteistössä asiakkaat vastaavat
vedenkulutuksesta huoneissa. Asiakkaita voitaisiin kohteliaasti valistaa energiaviisaasta kulutuk-
sesta. Huoneisiin tai suihkuihin voitaisiin lisätä A4-kokoinen valistava ohjeistus, miten energiaviisas
vedenkäyttö vaikuttaa hotellin käyttökustannuksiin. Ohjeistuksessa voitaisiin kertoa kannusti-
meksi, mitä lisäarvoa hotellissa yöpymiseen asiakas saisi, kun hän käyttäisi vettä energiaviisaasti.
Mikäli suuri osuus asiakkaista päätyisi käyttämään suihkuissa vähemmän vettä, voisi sillä olla suu-
ret vaikutukset kustannuksiin. Säästetyillä kustannuksilla hotelli voisi kehittää ja tarjota esimerkiksi
laadukkaampaa ja kattavampaa aamupalatarjoilua. Ohjeistuksen yhteyteen lisättäisiin tiimalasi,
jossa olisi hiekkaa noin 4–5 minuutiksi, tässä ajassa suihkussa käytäisiin energiaviisaasti. Keskimää-
rin voidaan olettaa, että suihkussa asiakas olisi noin 8–10 minuuttia. Energiaviisaalla suihkulla voi-
taisiin säästää siis jopa puolet vedenkulutuksesta ja runsaasti lämmitysenergian tarpeesta. (Suih-
kututkimus kertoo arjen hygieniasta 2017.)

Henkilökunnan koulutus on tärkeä osa kiinteistön viisasta käyttöä. Henkilökunnan koulutukseen voitaisiin lisätä perehdytystä energiaviisaaseen kiinteistön käyttöön. Vaikka järjestelmät toimisivat oikein eivät ne silti toimi tehokkaasti, jos tiloja käytetään väärin. Usein kiinteistöissä näkee, että tiloja käytetään väärin. Esimerkiksi mikäli kesäkuumalla tiloja jäähdytetään, on ovet ja ikkunat silloin pidettävä kiinni, jotta sisään pääsee mahdollisimman vähän kuumaa ilmaa. Tämänkaltaiset perusasiat voivat olla hukassa henkilökunnallakin. Kun talotekniset järjestelmät ovat kunnossa, on syytä silloin varmistaa, että tiloja käytetään viisaasti.

Palautte ja kehitysehdotukset ovat hyvä keino energiansäästöön. Asiakkailta ja henkilökunnalta voitaisiin kerätä säännöllisesti palautetta ja kehitysehdotuksia energiatehokkuuden parantamiseen. Hyville säästöä luoville palautteille ja kehitysehdotuksille voisi antaa kannustimeksi bonuksen, joka voisi olla rahallista tai hotellissa yöpymiseen oikeuttava muistaminen. Paras näkemys päivittäisistä energiankäyttörutiineista on kiinteistön henkilökunnalla. Käyttötottumuksien merkittävä kehittäminenkin voi poikia säästöjä.

Kiuastyypin valinnalla voidaan myös saada aikaan säästöjä. Hotelleissa saunoja käytetään tyypillisesti päivittäin aamuin ja illoin, joten valitsemalla ainavalmiin kiukaan, voitaisiin saavuttaa säästöä sähkönkulutuksesta, koska sähkösaunassa yli 50 % sähköstä kuluu kiukaan esilämmitykseen ja loput lämmön ylläpitämiseen. Ainavalmiilla kiukaalla säästettäisiin kiukaan esilämmityksessä saunassa, jota käytetään usein. (Sauna ja kylpyhuone n.d.)

Analytiikalla varmistetaan energiatehokkuuden toteutuvuus. Analytiikkaa voidaan suorittaa seurantaan ja energiakulutuksia vertailemalla. Seuranta on tärkeää suorittaa säännöllisesti, sillä seurannalla varmistetaan järjestelmän energiatehokkaasta toiminnasta. Ilman seuranta mahdollisia vikatiloja ei välttämättä havaita. Vikatiloissa voi syntyä merkittävää energiahukkaa. Seurannassa myös kehitetään järjestelmää toimimaan entistä tehokkaammin, kun puutteita havaitaan. Toteutuneita kulutuksia historiatrendiin vertaamalla voidaan päätellä, onko toteutunut kulutus linjassa aiempien vuosien vastaavan ajan toteutuneisiin kulutuksiin. Kulutusvertailulla voidaan myös tarkastella, miten mahdollisesti toteutetut energiatehokkuustoimenpiteet ovat vaikuttaneet kulutukseen.

5 Energiakatselmus

Energiakatselmus on järjestelmällinen prosessi, jossa tarkastellaan ja arvioidaan kohteen energiankäyttöä ja -tehokkuutta. Tavoitteena on löytää järjestelmien ja rakenteiden energiansäästöpotentiaaleja ja energiankäytön tehostamismahdollisuuksia. Konkreettisenä tuotoksena syntyy kehitysehdotuksia toimenpiteistä, joilla kohteen energiankäytön tehokkuus maksimoidaan ja optimoidaan vastaamaan tarpeita. Kehitysehdotuksille esitetään selkeät laskelmat säästöistä, taloudellisuudesta ja muista mahdollisista vaikutuksista. Tärkeää onkin löytää mahdollisimman merkittäviä säästöpotentiaaleja, jotta saavutetaan mahdollisimman suuret säästöt. (Energiakatselmus kannattaa - säästöjä kunnille ja pk-yrityksille 2015, 2.)

Energiakatselmusmalleja on useita erilaisia. Katselmusmalleja on luotu palvelemaan erityyppisten kohteiden katselmuksia, ja niiden laajuus vaihtelee mallista riippuen. Katselmuksen malliin vaikuttaa myös, missä kiinteistön elinkaaren vaiheessa se tehdään. Katselmuksia on niin sanottuja Motiva-mallisia ja yrityksillä voi olla omia katselmusmalleja, kuten Caverion:lla on Caverion Energy Audit -mallinen katselmus.

Energiakatselmuksen vaiheet ovat mallista riippumatta samantapaisia. Kun kohteeseen soveltuva katselmusmalli on valittu ja tavoitteet katselmukselle määriteltä, voidaan aloittaa nykytilan selvitys. Nykytilan selvityksessä kohteen nykytila kartoitetaan perusteellisesti. Nykytilan selvityksessä kerätään kohteesta kaikkien energiankulutukseen vaikuttavien järjestelmien ja toimintojen tiedot, energiankulutusdata ja dokumentit. Kohteeseen suoritetaan nykytilan selvityksessä myös kenttäkierros, jossa havainnoidaan aistinvaraisesti ja erilaisilla teknisillä mittareilla kohteen nykytilaa. Kenttäkierroksen aikana valokuvataan ja kirjoitetaan muistiinpanoihin tehdyt havainnot. Nykytilan selvitykseen kuuluu myös kohteen käytöstä vastaavan henkilökunnan haastattelut tai kyselyt. Kun nykytilasta on kerätty kaikki saatavissa oleva materiaali, on analysointivaiheen aika. Analysointivaiheessa käydään läpi kerättyä materiaalia ja luodaan kattava kuva kohteen nykytilasta ja energiankulutusjakaumasta. Analysointivaiheen aikana tunnistetaan kohteen kehityskohteet ja tarkastellaan taloudellisesti kannattavia toimenpide-ehdotuksia kehityskohteiden parantamiseksi. Taloudellisesti kannattavimpien kehitysehdotusten löydyttyä on tulosvaiheen aika. Tulosvaiheessa energiakatselmus raportoidaan ja esitetään asiakkaalle kohteeseen kannattavimmat energiatehokkuuden kehittämistoimenpiteet laskelmineen. Tulosten esitys tapahtuu kootusti ja selkeästi.

5.1 Energiatuki ja lainsäädäntö

Suomessa energiakatselmuksien toiminta jakautuu kahteen osaan. Vapaaehtoiseen Pk-yritysten energiakatselmuksiin, joita tuetaan, ja suurten yritysten pakollisiin energiatehokkuuslain velvoittamiin energiakatselmuksiin. Kunnilla ja Pk-yrityksillä on mahdollisuus saada taloudellista tukea energiakatselmusten ja -analyysien toteuttamiseen. Työ- ja elinkeinoministeriö voi myöntää energiaturvakehityksen tukea investointi- ja selvityshankkeisiin, joilla edistetään uusiutuvan energian tuotantoa, energiatehokkuutta tai energijärjestelmän muuttamista vähähiiliseksi (Energiatuki n.d.). Valtio tukee erityisesti uuden teknologian käyttöönottoa. Tukea energiakatselmuksen tekoon voi saada Pk-yritys, jolla on alle 250 työntekijää ja, jonka liikevaihto on alle 50 miljoonaa euroa tai jonka tase on alle 43 miljoonaa euroa tai jota ei voida luokitella suureksi yritykseksi omistussuhteen kautta. Tuen osuus energiakatselmuksen hyväksyttävistä kustannuksista voi olla enintään 50 % (Energiakatselmus kannattaa - säästöjä kunnille ja pk-yrityksille 2015, 8.)

Suuria yrityksiä velvoittaa energiatehokkuuslaki, joka tuli voimaan 2015. Laki velvoittaa suuria yrityksiä tekemään energiakatselmuksen neljän vuoden välein. Suurten yritysten energiakatselmuksia ei tueta. Suuren yrityksen energiakatselmuksessa tarkastellaan koko yrityksen ja toimipaikkojen energiankulutuksia ja tunnistetaan energian säästöpotentiaaleja tekemällä yksittäisiin kohteisiin kohdekatselmuksia. Kohdekatselmuksista saadaan yksityiskohtaista tietoa kohteiden energiankulutuksista ja soveltuvista energiatehokkuustoimenpiteistä. (Energiakatselmuksien n.d.)

5.2 Energiatehokkuus

Energiatehokkuuden käsite liittyy siihen, kuinka paljon energiaa tarvitaan hotellin eri toimintoihin, jotta saavutetaan tietty tulos, ja kuinka tehokkaasti tätä energiaa hyödynnetään. Se tarkoittaa sitä, että saavutetaan sama tai parempi tulos käyttämällä vähemmän energiaa (Mitä on energiatehokkuus? n.d.). Käsite on tärkeä, koska se pyrkii maksimoimaan energiankäytön hyötysuhteen ja vähentämään hukkaan menevän energian määrää. Energiatehokkuuden parantamiseksi voidaan tehdä erilaisia toimenpiteitä, kuten päivittää järjestelmiä energiatehokkaammilla laitteilla tai optimoimalla nykyisiä järjestelmiä. Energiatehokkuus on tärkeä osa kestävästä kehityksestä. Kun hotellissa hyödynnetään energiaa tehokkaasti, voidaan vähentää energiankulutusta, päästöjä ja ympäristövaikutuksia. Yritystasolla energiatehokkuudesta on siis hyötyä taloudellisesti ja se voi jopa auttaa

erottumaan kilpailijoista positiivisesti vastuullisuudella. EU-tasolla energiatehokkuuden edistäminen on osa kansallista ja EU:n energia- ja ilmastopolitiikkaa, jolla pyritään estämään ilmastonmuutosta ja tuottamaan kustannussäästöjä. (Energiatehokkuus 2023.)

6 Nykytilan selvitys toimeksiannon hotellikiinteistössä

6.1 Energian- ja vedenkulutus ja kustannustiedot

Energian- ja vedenkulutusta tarkasteltiin vuosilta 2021–2022. Vuosi 2020 jätettiin tarkastelusta pois, koska korona-aikaan hotellilla ei käytännössä ollut toimintaa. Motivan tekemässä ominaiskulutuksia vertailevassa tilastossa rakennus luokitellaan luokkaan "Majoitusliikerakennukset". Sähkön ominaiskulutus on suurempi kuin Motivan vertailukulutus, joka on 30,8 kWh/m³. Lämmön ominaiskulutus on suurempi kuin Motivan vertailukulutus, joka on 52,3 kWh/m³. Veden ominaiskulutus on suurempi kuin Motivan vertailukulutus, joka on 254 dm³/m³/a.

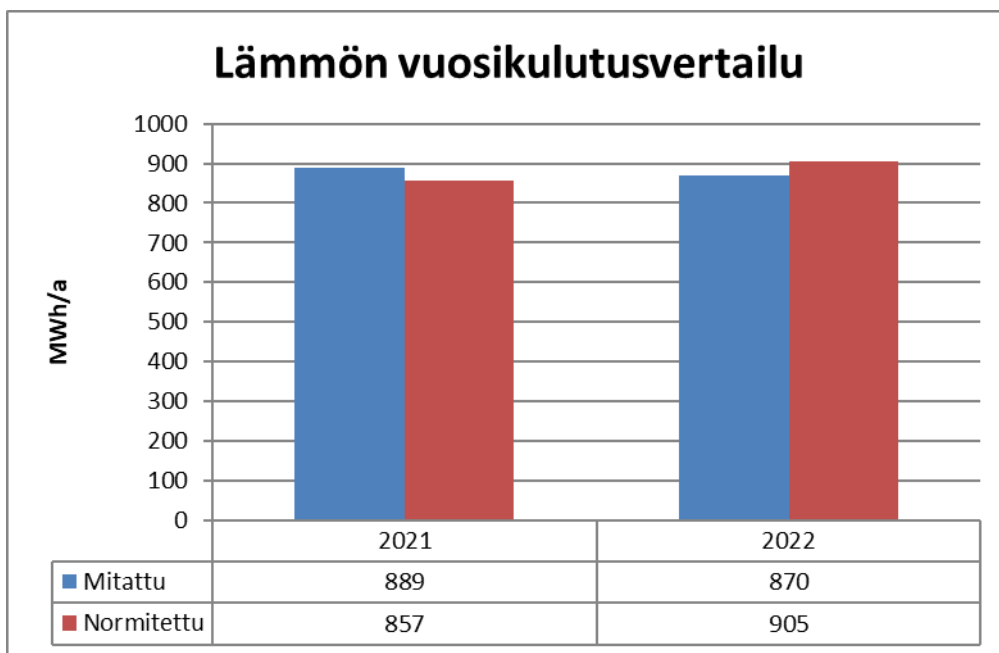
Taulukko 1. Energiankulutus ja kustannustiedot.

Sähkön kulutus	2021	2022
Mitattu kulutus [MWh/a]	441	433
Ominaiskulutus [kWh/m ³ /a]	34,7	34,1
Kustannukset [€/a]	63 000	61 800
Lämmön kulutus	2021	2022
Mitattu kulutus [MWh]	889	870
Normitettu kulutus [MWh]	857	905
Ominaiskulutus [kWh/m ³]	67	71
Kustannukset [€]	53 500	52 600
Veden kulutus	2021	2022
Mitattu kulutus [m ³ /a]	4139	4737
Ominaiskulutus [dm ³ /m ³ /a]	326	373
Kustannukset [€/a]	18 600	20 800

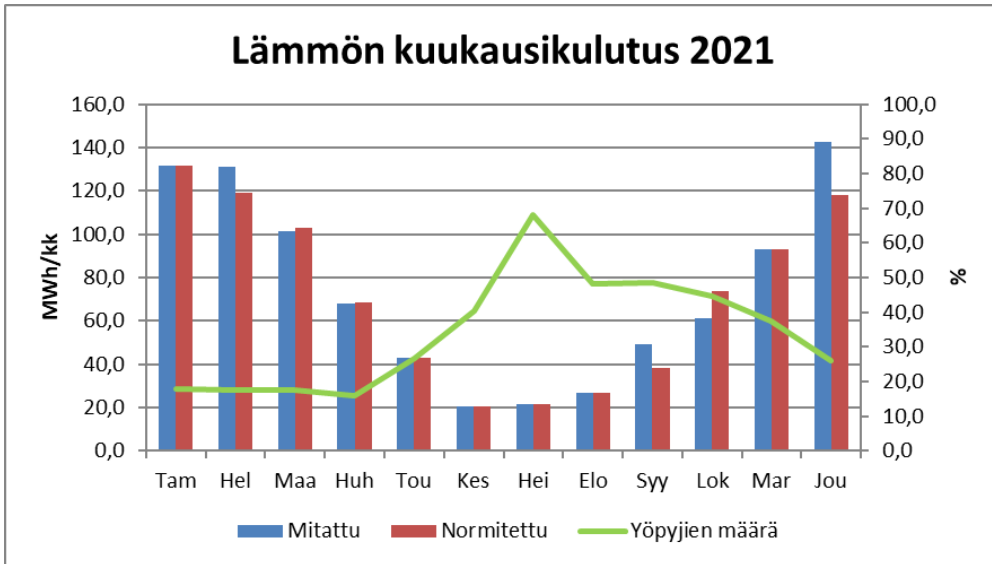
6.1.1 Kaukolämpö

Vuosikulutusvertailussa (kuvio 13.) voidaan havaita, että mitattu kulutus on tasainen tarkasteluvoosien välillä. Kaukolämmön mitattu kulutus oli 32 MWh suurempi, kuin normitettu kulutus oli

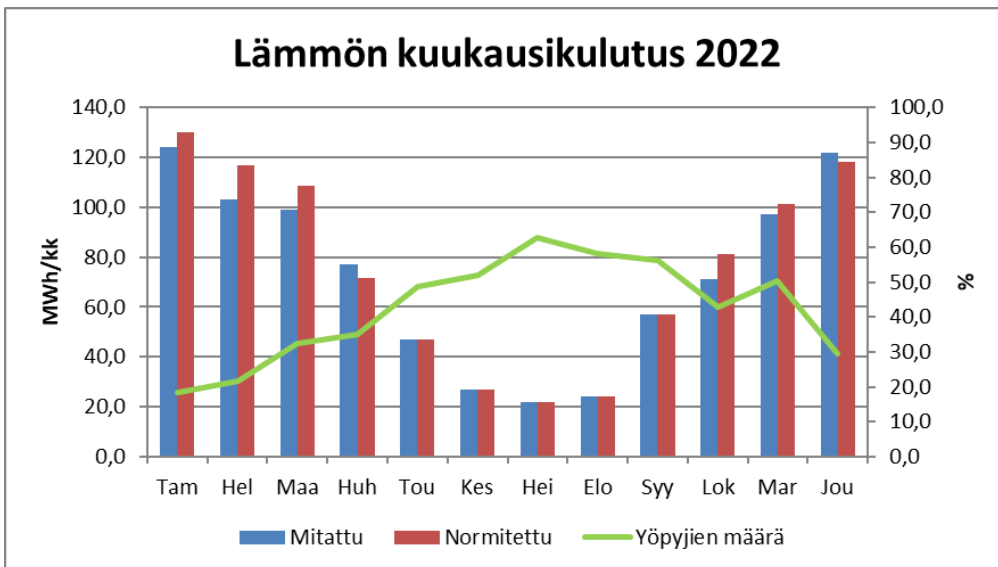
vuonna 2021. Vuonna 2022 mitattu kulutus oli 35 MWh pienempi, kuin normeerattu kulutus. Vertailuvuosien mitatut kulutukset ovat samassa suuruusluokassa, joten normeerattujen kulutuksien pienet poikkeamat eivät ole huolestuttavia. Joulukuun 2021 mitatun kulutuksen poikkeama normeeratusta voi olla normeerausvirhettä, sillä kulutus on ollut samalla tasolla joulukuussa 2022 (kuvat 14. ja 15.). Yöpyjämääräprosentti kuvaa, kuinka paljon hotellin kapasiteetista on ollut käytössä. Yöpyjämäärällä ei vaikuttanut olevan merkittävää vaikutusta lämmönkulutukseen. Molempien vuosien kuukausittaisissa kulutuksissa on havaittavissa selvät vuodenaikavaihteluista johtuvat energiankulutuksen vaihtelut.



Kuvio 12. Kaukolämmön kulutus 2021–2022.

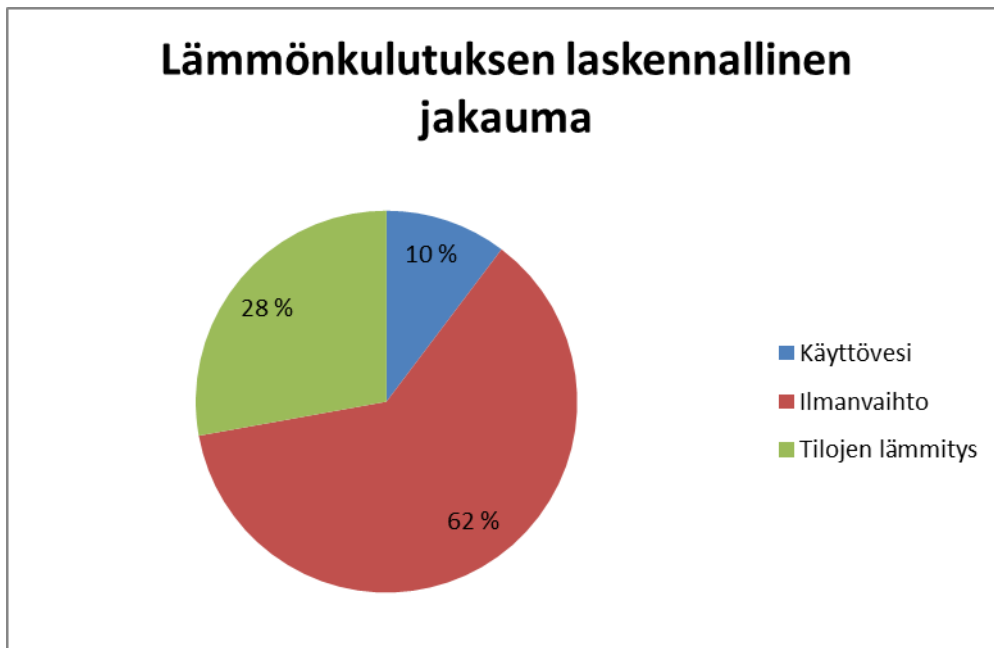


Kuvio 13. Kaukolämmön kuukausikulutus 2021.



Kuvio 14. Kaukolämmön kuukausikulutus 2022.

Lämmönkulutus jakauma saatiin arvioimalla ja laskemalla yhteen kulutuskohteiden kulutukset. Lämmönkulutuksesta menee ilmanvaihtoon noin 62 %, käyttöveteen noin 10 % ja tilojen lämmitykseen noin 28 % (kuvio 16.). Jakauma on uskottava ja vastaa hyvin hotellikiinteistön tyyppistä kulutusjakaumaa. Ilmanvaihto vie eniten lämpöä, sillä hotellikiinteistössä ilmanvaihtokoneet käyvät ympäri vuorokauden ja vaihdettavat ilmamäärät ovat suuria.



Kuvio 15. Lämmönkulutuksen laskennallinen jakauma vuonna 2022.

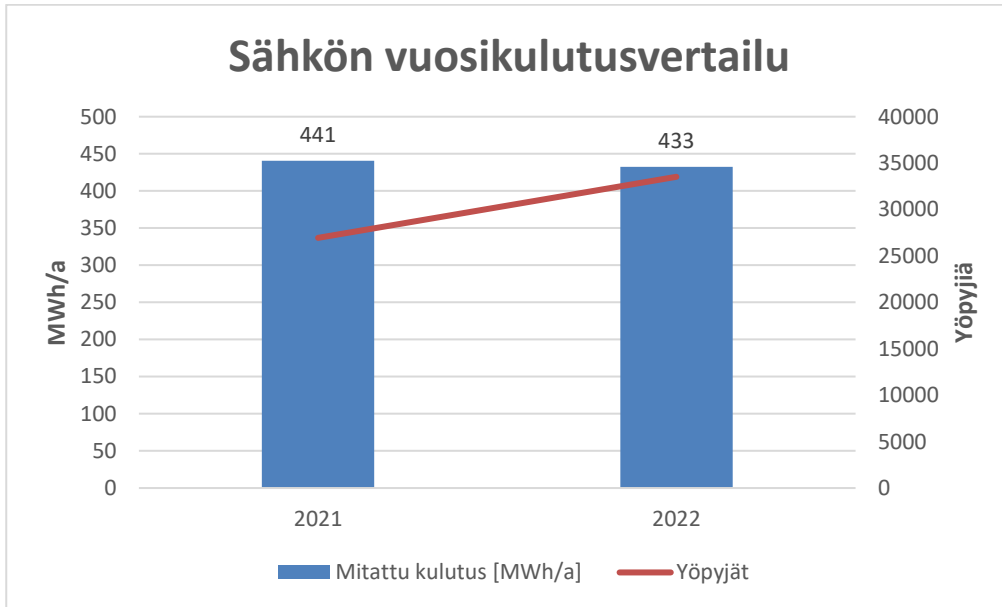
Kaukolämmön hinta muodostuu huipputehomaksusta ja energiamaksusta (taulukko 2.). Tuntitaisoista huipputehodataa ei ollut kohteesta saatavilla, eikä hotellikiinteistön omistaja tiennyt huipputehomaksun määrää. Huipputehon arvioitiin keskiarvallisesti olevan eri vuodenaikoina noin 150 kWh. Tällä luvulla laskettiin kaukolämmöntoimittajan laskentakaavaa käyttäen huipputehomaksun arvio. Arvio vaikutti olevan oikeassa suuruusluokassa.

Taulukko 2. Kaukolämmön hintajakauma.

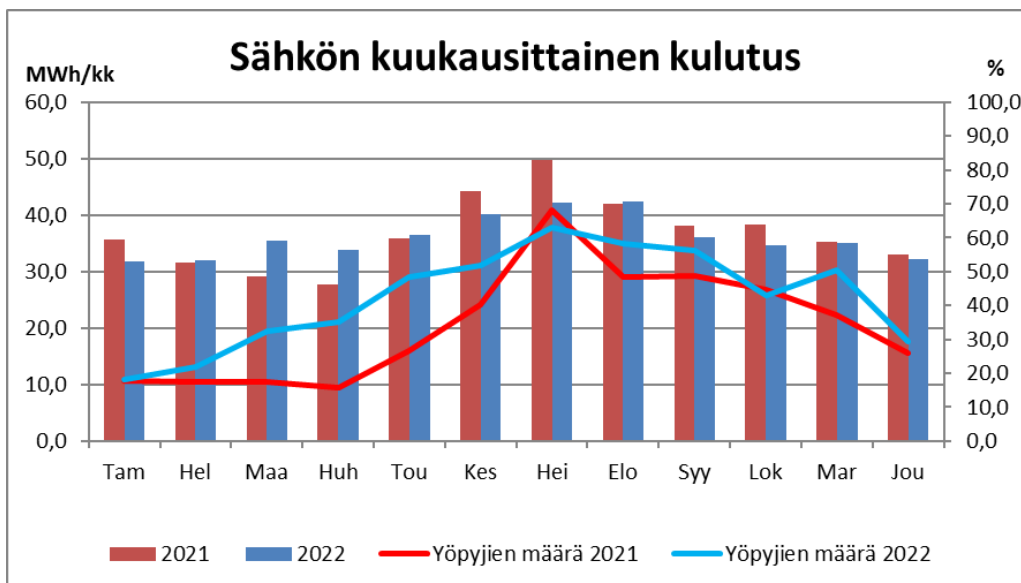
Lämpöenergiamaksut	€/a	%
Huipputeho maksu	10 080	19 %
Energiamaksu	42 543	81 %
Yhteensä	52 623	100 %

6.1.2 Sähkö

Sähkön vuosikulutusvertailussa (kuvio 17.) voitiin havaita sähkönkulutuksen olevan tasainen vertailuvuosina. Kuukausittainen sähkönkulutus seuraa melko lineaarisesti hotellissa yöpyjien määrää (kuvio 18.). Kesäajan korkea sähkönkulutus johtuu myös osaksi kasvaneesta jäähdytystarpeesta.



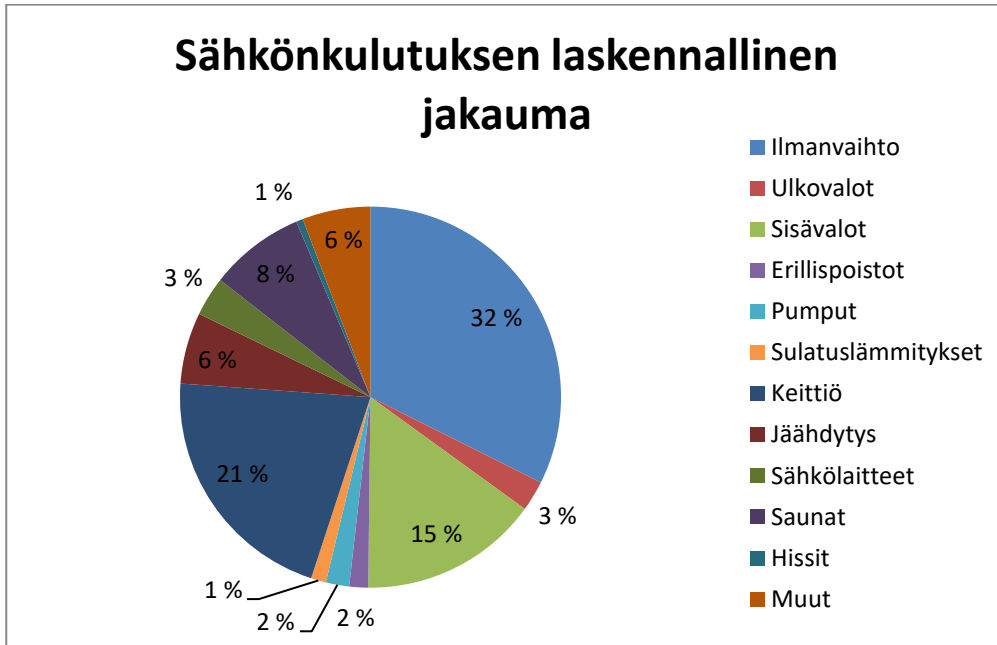
Kuvio 16. Sähköenergiankulutus 2021–2022.



Kuvio 17. Sähköenergian kuukausittainen kulutus 2020–2022.

Sähkönkulutuksen laskennallisella jakaumalla päästiin todenmukaisiin arvioihin sähkönkulutuskohteista (kuvio 19.). Merkittävämpänä sähkönkuluttajana on ilmanvaihto 32 % osuudella. Muiden kulutuskohteiden määrät ovat: ulkovalot 3 %, sisävalot 15 %, erillispoistot 2 %, pumput 2 %, sulatuslämmitykset 1 %, keittiö 21 %, jäähdytys 6 %, sähkölaitteet 3 %, saunat 8 %, hissit 1 % ja muun jäljittämättömän kulutuksen osuus 6 %. Pumput sisältävät lämmönjakopaketin kiertovesipumput.

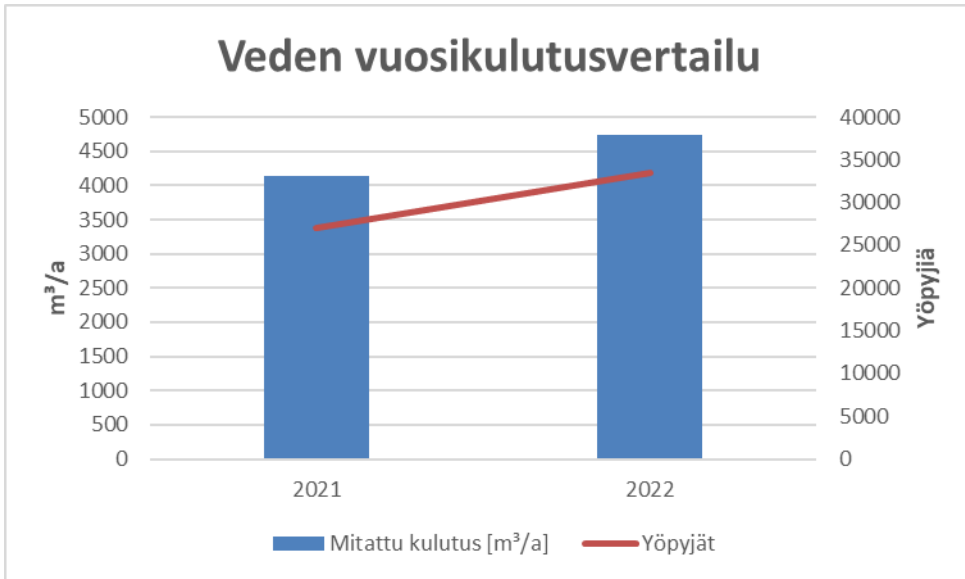
Sähkölaitteet sisältävät huoneiden minijääkaapit, televisiot ja henkilökunnan tietokoneet. Muu jäljittämätön kulutus koostuu suurimmaksi osin asiakkaiden omasta kulutuksesta huoneissa ja autojen lämmityksestä ja lataamisesta.



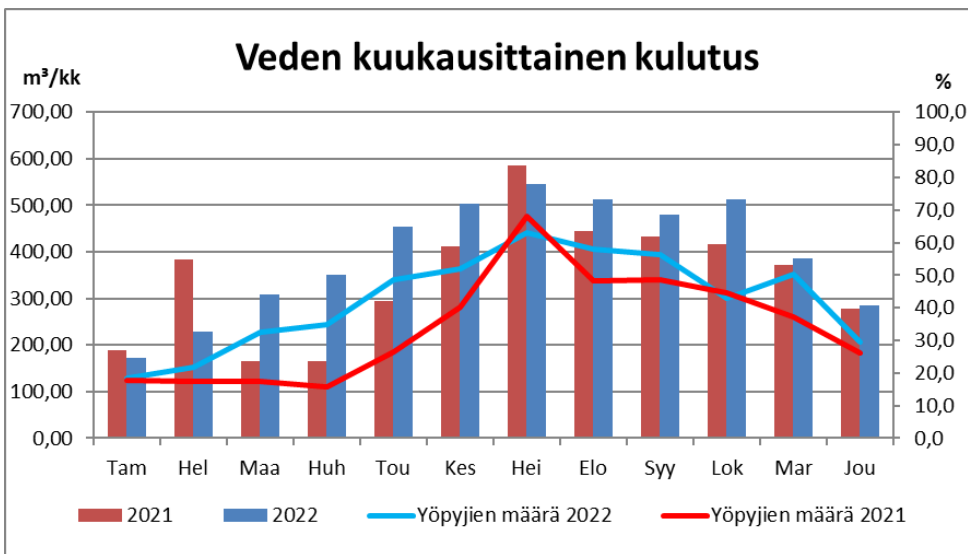
Kuvio 18. Sähkönkulutuksen jakauma 2022.

6.1.3 Vesi

Veden vuosikulutusvertailussa voidaan havaita, että yöpyjämäärien kasvu nostatti kulutusta vuodesta 2021 vuoteen 2022 (kuvio 20.). Veden kuukausikulutus on seurannut melko lineaarisesti yöpyjämääriä (kuvio 21.). Vuoden 2021 helmikuussa on kuitenkin tapahtunut poikkeuksellisen runsasta vedenkulutusta, eikä tätä kyetty selittämään. Kesäkuukausien hieman korkeampaa vedenkulutusta selittää osaksi hotellissa oleva à la carte -ravintola. Todennäköisimmin ravintolassa kesäkuukausina valmistetaan ilta-aikaan enemmän annoksia.

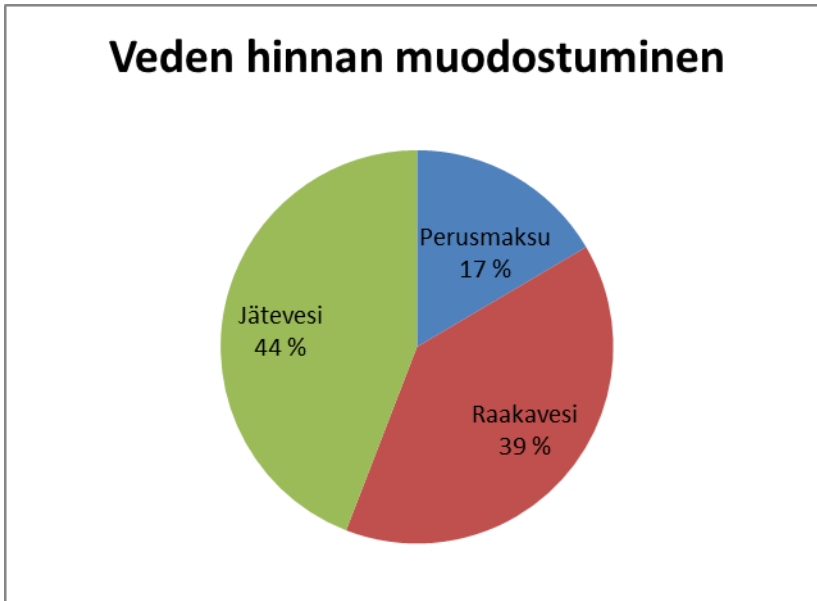


Kuvio 19. Vedenkulutus 2021–2022.



Kuvio 20. Veden kuukausittainen kulutus 2021–2022.

Veden hinta muodostuu perus-, raakavesi- ja jätevesimaksuista (kuvio 22.). Kokonaisvesimaksu vuonna 2022 on ollut noin 21000 € (taulukko 3.).



Kuvio 21. Veden hinnan muodostuminen 2022.

Taulukko 3. Veden hintajakauma.

Vesimaksut	€/a	%
Perusmaksu	3442,6	17 %
Raakavesi	8195,0	39 %
Jätevesi	9189,8	44 %
Yhteensä	20827,4	100 %

6.2 Kiinteistön käyttö ja ylläpito

Kiinteistö on aktiivisessa hotellikäytössä vuoden jokaisena päivänä. Keskiarvallisesti kiinteistön kokonaiskapasiteetista vuonna 2022 oli käytössä noin 42 %. Hotellissa on yhteinen sauna, jossa saunotaan päivittäin kello 18:00–21:00. Hotellissa on ravintolakeittiö, joka on käytössä päivittäin kello 6:00–22:00. Keittiössä valmistetaan keskiarvallisesti päivittäin noin 100–200 ruoka-annosta, jotka ovat aamupaloja, lounaita ja päivällisiä.

Kiinteistön ylläpito oli haastattelujen perusteella hajautettuna useille eri palveluntarjoajille. Kiinteistön sähkön, LVI:n ja ilmastoinnin kunnossapito oli eri palveluntarjoajien alaisena. Taloteknisten

järjestelmien fyysistä seurantaan harjoitti neljäs palveluntarjoaja. Rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaa seurasi viides palveluntarjoaja. Lisäksi kiinteistöön oli tehty konsultointia vielä kuudennen palveluntarjoajan toimesta. Kiinteistön hallinta kannattaisi keskittää yhdelle palveluntarjoajalle, jolloin taloteknisten järjestelmien toimivuudesta ja tehokkuudesta olisi hallitsijalla selvä kokonaiskuva. Hallinnan keskittäminen mahdollistaisi taloteknisten järjestelmien tehokkaan käytön varmistamisen ja toimivan kunnossapidon. Osa fyysisen seurannan tehtäväluehtelon tarkastuskohdista oli kyseenalaisia, sillä tehtäviin kuului järjestelmien toiminnan tarkastus. Tarkastuksia suorittavalla henkilöllä ei kuitenkaan ollut tietoa onko kohteessa valvomotietokonetta. Järjestelmien kuukausittainen toimintatarkastus ilman valvomotarkastelua on melko lisäarvoa antamattonta kummallekään palvelun osapuolelle. Fyysistä tarkastelua voitaisiin siis vähentää tai ainakin täsmentää osuvammaksi.

6.3 Sisäilmasto-olosuhteet

Sisäilmasto-olosuhteet olivat kiinteistössä hyvät. Sisäilmastoluokituksessa tilat lämpöolosuhteiltaan voisivat sijoittua luokkaan S2, eli hyvä sisäilmasto. Mittaushetkellä ulkolämpötila oli noin 17 °C ja aurinko paistoi lämmittäen kiinteistön julkisivua. Sisälämpötilat voisivat olla koko kiinteistössä hieman matalammat, mutta aurinko lämmitti tiloja jo kyseisenä ajanhetkenä nostattaen sisälämpötiloja (taulukko 4.). Valaistusolosuhteet olivat tiloissa mittaushetkellä riittävät, sillä luonnonvaloa pääsi runsaasti kiinteistöön auringon paistaessa (taulukko 5.). Aistinvaraisesti havainnoituna muut sisäilmasto-olosuhteet vaikuttivat miellyttäviltä ja olivat täten hyvät.

Taulukko 4. Lämpöolosuhdemittaukset.

Tila	Lämpötila °C	Suositus °C
Neuvotteluhuone	23,0	20–22
Kabinetti	23,5	20–22
Ravintola	23,5	20–22
Vastaanotto	23,0	20–22
Rappukäytävä 2. Krs.	25,0	20–22
Käytävä 2. ja 3. Krs.	23,0	20–22
Huone 104	24,0	20–22
Huone 119	23,0	20–22
Huone 1005	24,5	20–22
Huone 1006	23,0	20–22

Taulukko 5. Valaistusolosuhdemittaukset.

Tila	Valaistusvoimakkuus lx	Valaistusvoimakkuus suositus lx
Neuvotteluhuone	700	500
Kabinetti	800	500
Ravintola	900	200–500
Vastaanotto	270	500
Rappukäytävä 2. Krs.	200–400	100
Käytävä 2. ja 3. Krs.	75	100
Huone 104	900	200–500
Huone 119	530	200–500
Huone 1005	800	200–500
Huone 1006	300	200–500

7 Taloteknisten järjestelmien nykytilan kuvaus

7.1 Lämmitys

Kiinteistön lämmitysmuotona oli kaukolämpö. Kaukolämmön lämmönjakokeskus oli hyvässä kunnossa (kuvio 23.). Vuotoja ei ollut havaittavissa. Lämmönjakokeskus oli uusittu vuonna 2016. Lämpöä jaettiin kolmella lämmönsiirtimellä ilmanvaihto-, patteri- ja lämpimänkäyttöveden verkostoihin. Verkostojen kiertovesipumput olivat muuttuvakierrosnopeusmoottorisia. Yhteenvetona lämmönjakokeskuksesta voidaan sanoa, että se oli kunnossa ja lähtökohdiltaan se oli energiatehokas. Mainitsemisen arvoisia havaintoja lämmönjakokeskuksesta ja lämmönjakohuoneesta kuitenkin ilmeni. Lämmönjakokeskuksen jakotukki oli eristämättä (kuvio 24.). Tukkia ei enää jälkikäteen ole taloudellisesti kannattavaa lähteä erikseen eristämään. Nykyisen lämmönjakokeskuksen säävuttaessa käyttöikänsä lopun tai kun tiloissa tehdään muuta eristystyötä, on vaadittava eristäjiä eristämään kaikki eristettävissä olevat putket. Lämmönjakohuoneeseen liittyvä havainto oli, että tilaa käytettiin osittain tavaroiden varastointiin (kuvio 23.). Ilman tavaroiden varastointitakin tiloissa ei juurikaan ollut ylimääräistä tilaa uusille järjestelmille. Tavaroiden varastointia teknisiin tiloihin pitäisi välttää, sillä se hankaloittaa tiloissa kulkua, havainnointia ja mahdollista kunnossapitoa.

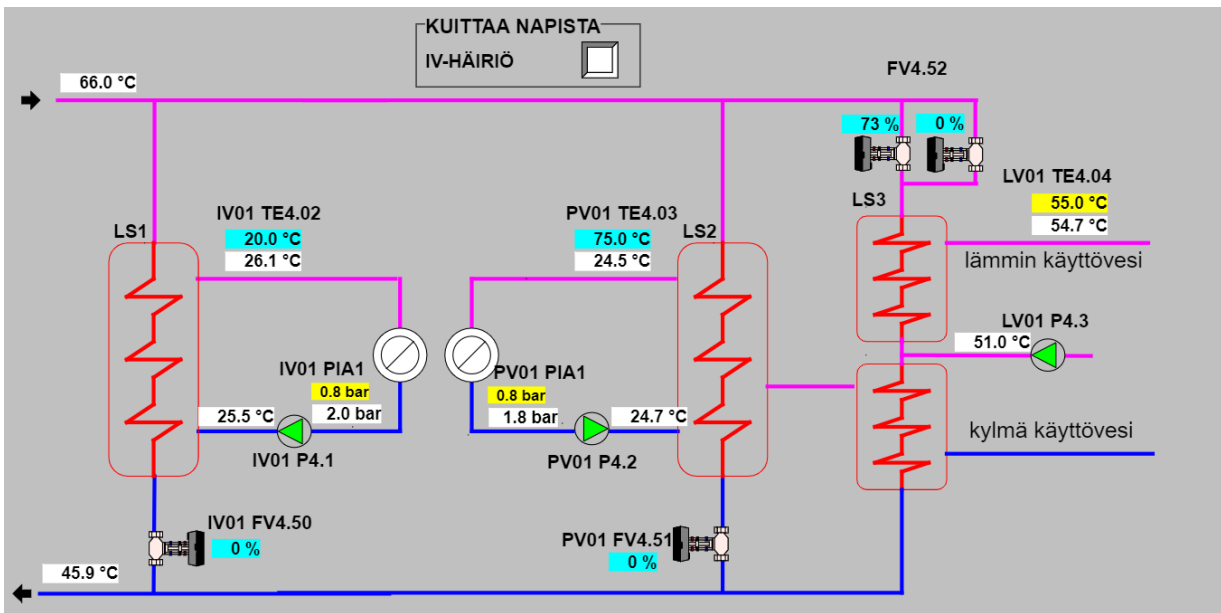


Kuvio 22. Lämmönjakohuone.



Kuvio 23. Eristämätön jakotukki.

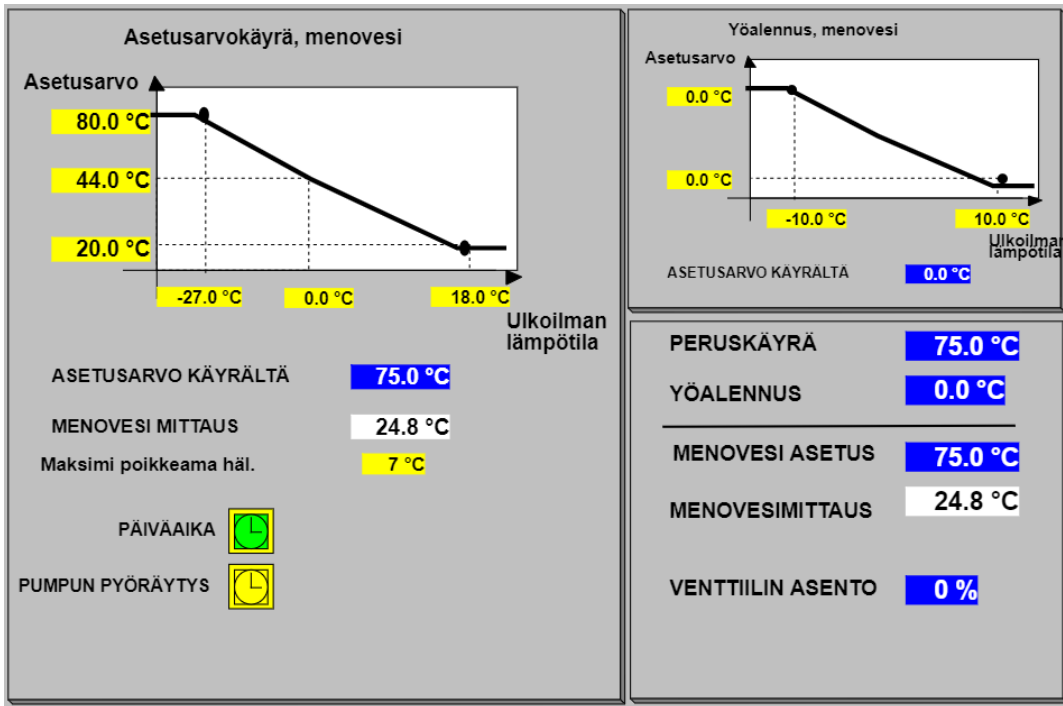
Lämmönjakoryhmät vaikuttivat toimivan välttämättömin osin etävalvomon tarkasteluhetkillä, mutta valvomossa esiintyi useita epäkohtia (kuvio 26.). Lämpimänkäyttöveden hienosäätöventtiili FV_52_2 ei aukea historiatrendissä missään vaiheessa. Hienosäätöventtiilin ollessa kiinni prosessia säätää pelkästään pääventtiili FV_52_1, joka tämän seurauksena säätötieto muuttuu (soutaa) hie-man koko ajan. Liiallisesta soutamisesta aiheutuu ennenaikaista kulumista, joka voi kuluttaa venttiiliä nopeammin. Hienosäätöventtiili olisi otettava käyttöön rakennusautomaation ohjelmasta, jotta voitaisiin välttää pääventtiilin ennenaikaista kulumista. Patteriverkoston (PV-verkosto) asetustilämpötila näyttää 75 °C, vaikka ulkolämpötila on 22,8 °C. Ulkolämpötilan ollessa 22,8 °C asetustilämpötilan kuuluisi olla noin 20 °C. Venttiili PV01 FV4.51 kuitenkin toimii oikein ja on täysin kiinni. Historiatrendistä voidaan havaita, että aina kun venttiili PV01 FV4.51 sulkeutuu ja ulkolämpötila saavuttaa kesäpysäytyksen 18 °C, asetustilämpötila nousee 75 °C. PV- ja IV-verkostoissa oli kierto-pumppujen kesäpysäytysarvot asetettuina, mutta pumput eivät kuitenkaan pysähtyneet, vaikka ulkolämpötila oli yli asetetun arvon (kuviot 26, 28 ja 29). Tilanteesta ei saatu täyttä varmuutta, mutta tilanteessa saattoi olla ristiriita korkean asetustilämpötilan ja kesäpysäytyksen välillä, mikäli pumput olivat käsiohjaukselle pakotettuina. Ristiriitahälytyksiä ei kuitenkaan syntynyt ja käsiohjauksia ei havaittu indikoituneen ohjelmaankaan. Verkostojen asetustilämpötilat olivat kuitenkin järjeviä. PV-verkostossa oli yöalennus, mutta se ei ollut käytössä (kuvio 27.). Rakennusautomaation ohjelmat olisi syytä laittaa kuntoon. Lämmönjaon pumppujen kesäpysäytyksen taloudellisesta kannattavuudesta on toimenpide-ehdotus laskelmiseen (ks. luku 8.). Lisäksi historiatrendit ja valvomon toteutus oli puutteellinen. Muista rakennusautomaation korjauksista ei suoraviivaisesti voida laskea taloudellista kannattavuutta, mutta korjaamattomina viat voivat aiheuttaa järjestelmän energiatehottomuutta ja sen seuranta on hankalaa ilman kunnollisia historiatrendejä.



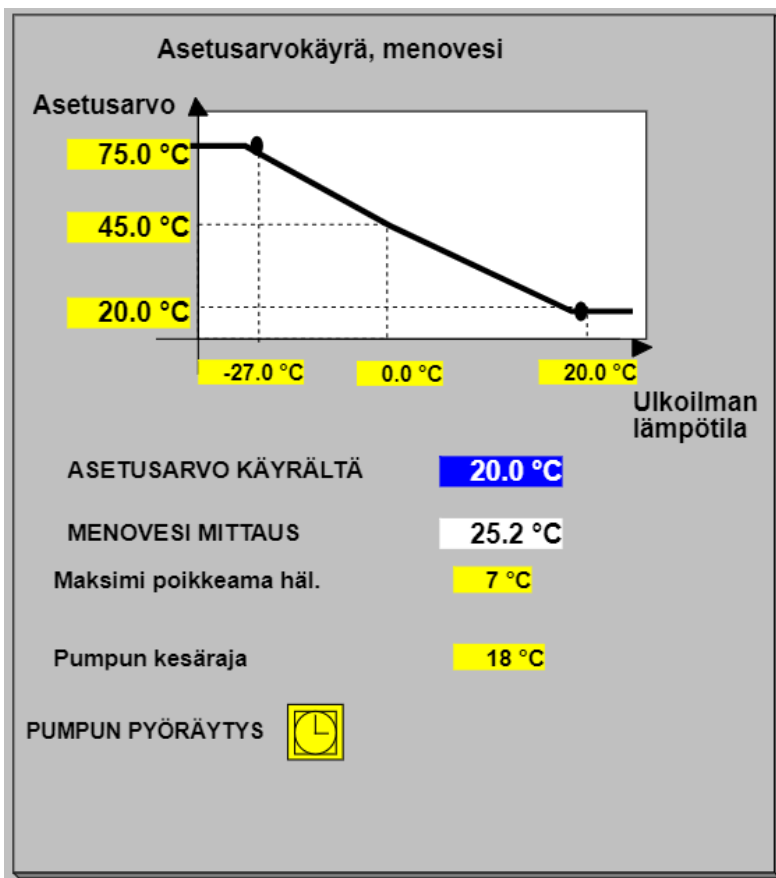
Kuvio 24. Lämmönjakonäkymä e-valvomosta.



Kuvio 25. PV-verkoston historiatrendi, jossa asetusarvossa on havaittavissa epätavallista toimintaa.



Kuvio 26. Asetusarvot PV-verkosto.



Kuvio 27. Asetusarvot IV-verkosto.

7.2 Ilmanvaihto

Kiinteistön ilmanvaihdosta huolehti kolme ilmanvaihtokonetta ja laajennusosassa oli lisäksi huonekohtaiset jälki-ilmastointilaitteet. Ilmanvaihtokoneet olivat TK01, TK02 ja TK03. TK01 vaihtoi ilmaa ravintolasta, keittiöstä, pubista ja sosiaali-tiloista. Ilmanvaihtokoneen tulo- (kuvio 30.) ja poistoilmapuoli (kuvio 31.) olivat ilmanvaihtokonehuoneessa eri puolilla huonetta. Ilmanvaihtokone sisälsi erotetusta rakenteesta johtuen nestekiertoisen LTO-laitteen. Jäähdytyksenä ilmanvaihtokoneessa oli pelkästään jäähdytyskompressori JK 5.1 ravintolan ja keittiön tiloihin. Ilmaa saatiin kuitenkin toimitettua eri tiloihin eri lämpöisenä säätöpeltien ja jälkilämmityspattereiden avulla. Ilmanvaihtokoneen valmistusvuosi oli 1988, joten ilmanvaihtokone oli melko vanha. Ilmanvaihtokoneen puhaltimet olivat hihnavetoisia AC-moottoreita, joilla oli kuitenkin taajuusmuuttajat. Keittiöstä oli erillinen poistoilmapuhallin rasvaiselle ilmalle (kuvio 32.).



Kuvio 28. Tuloilmakone TF 1.1.



Kuvio 29. Poistoilmakone PF 1.1.



Kuvio 30. Keittiön erillispoisto.

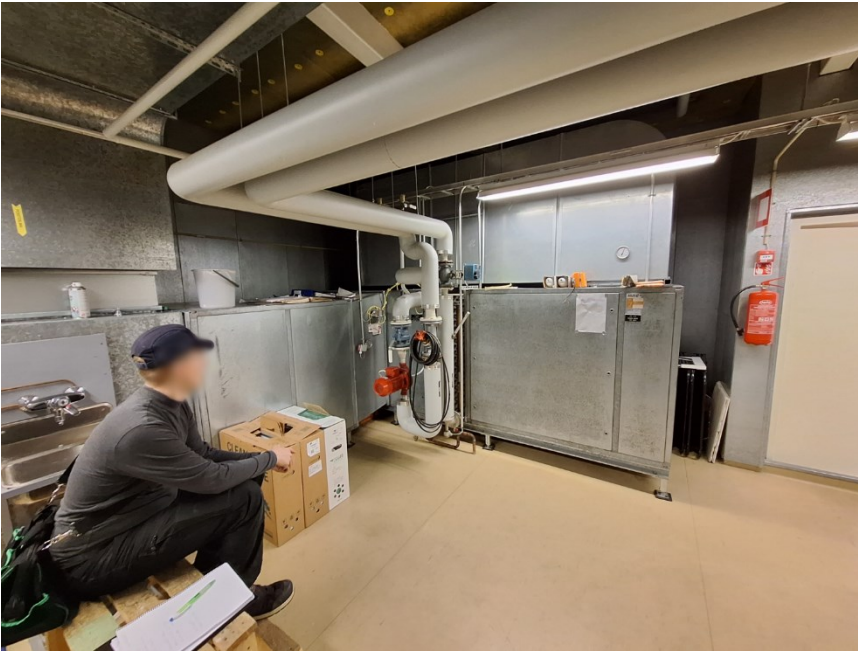
Ilmanvaihtokone TK01 vaikutti olevan päällisin puolin välttävissä kunnossa. Ilmanvaihtokone sisälsi muutaman huomioitavan havainnon. Toimilaitteet olivat rakennusautomaation osalta ikään tynnyttä ja alkoivat olemaan elinkaarensa loppupuolella. Toimilaitteista lämmityspatterin kiertovesipumppu laippoineen oli vahvasti ruosteessa ja oli vuotanut jossain vaiheessa (kuvio 33.). Toimilaitteet olisi suositeltavaa päivittää esimerkiksi jonkin toteutettavan saneerauksen yhteydessä. Ilmanvaihtokoneeseen tehtiin puhallinsaneerauksen taloudellisen kannattavuuden laskelma (ks. luku 8).



Kuvio 31. TK01 lämmityspatterin kiertovesipumppu.

Ilmanvaihtokone TK01 vaikutti toimivan suunnitellulla tavalla valvomon seurantahetkellä. Toteutuneet huonelämpötilat vaikuttivat sopivilta ja säädöt toimivat oikein. Tuloilman lämpötila säätyi poistoilman lämpötilan mukaan tilakohtaisesti. Tilakohtaisia säätöpeltejä ohjattiin huonelämpötilojen pyyntien mukaan siten, että kylmintä pyytävälle tilalle johdettiin suoraan ulkoilmaa LTO:n lämmityksen jälkeen ja muille jälkilämmityspattereilla lämmitettyä ilmaa. Säätökäyrät vaikuttivat järkeviltä, sillä niillä saavutettiin sopivat huonelämpötilat. Puhaltimien nopeuksia säädettiin taajuusmuuttajilla aikaohjelmaperusteisesti siten, että jokaisena päivänä puhaltimet pyörivät nope-

jotta ennenaikaiselta kulumiselta vältyttäisiin. LTO olisi tehokkaampi toteuttaa pyörivänä kiekkona, mutta se vaatisi käytännössä koko ilmanvaihtokoneen saneerauksen, joten se ei olisi taloudellisesti kannattavaa. ilmanvaihtokoneeseen tehtiin puolestaan puhallinsaneerauksesta taloudellisen kannattavuuden laskelma (ks. luku 8.).



Kuvio 33. TK02 poistoilmakone.



Kuvio 34. TK02 tuloilmakone.



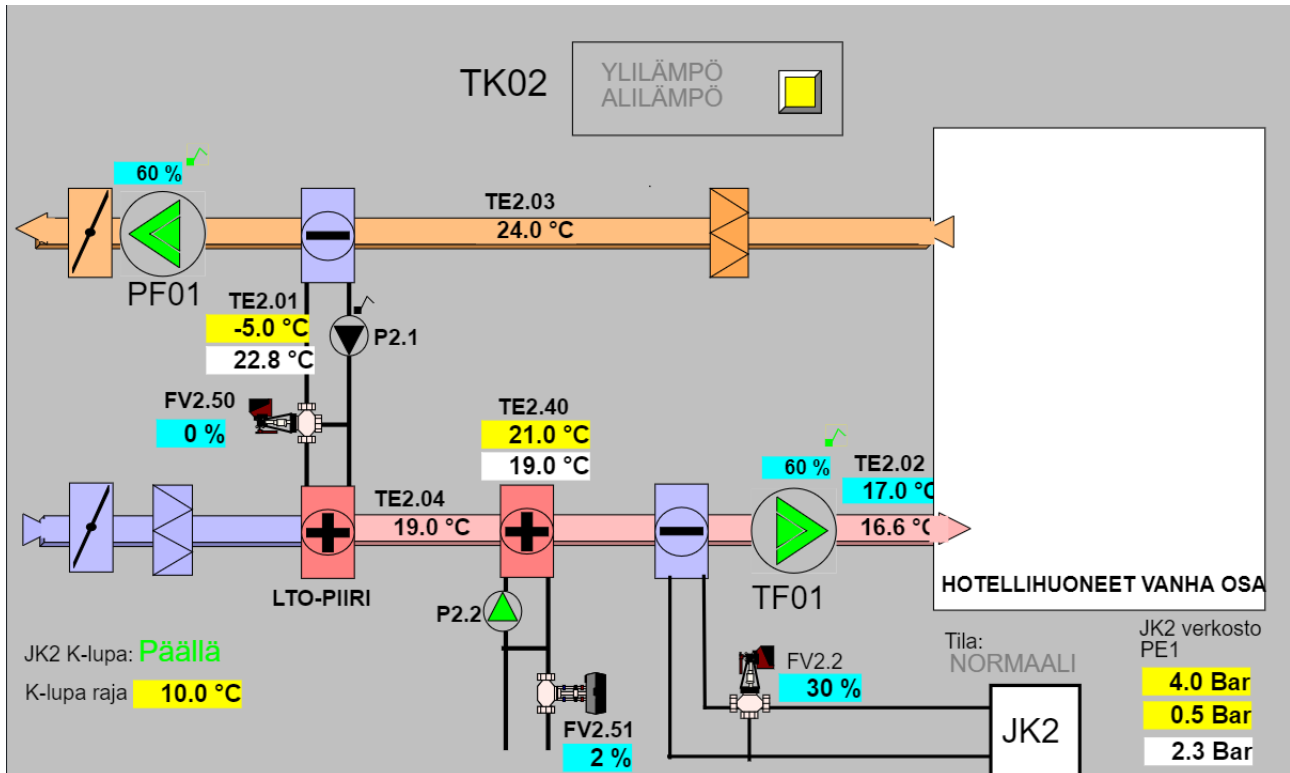
Kuvio 35. TK02 lämmityspatterin vuoto.



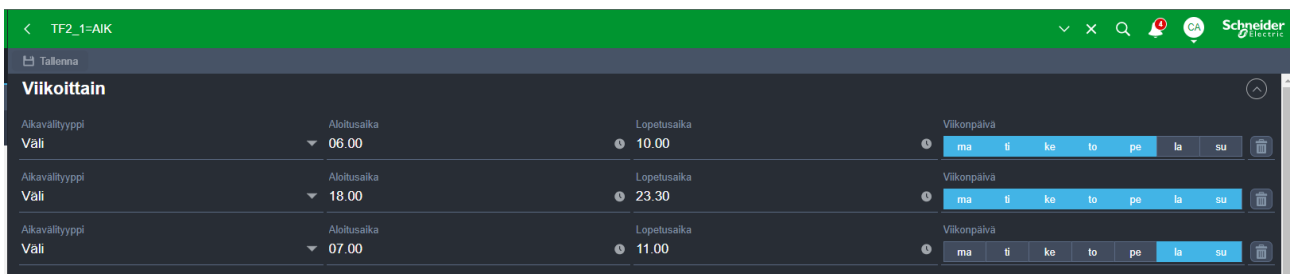
Kuvio 36. TK02 lämmityspatterin venttiili FV 2.51 soutaa.

TK02 valvomoseurannassa havaittiin, että järjestelmä voisi toimia tehokkaammin. Ilmanvaihtokoneella kyllä saavutettiin sopiva tuloilman lämpötila huoneisiin, mutta venttiili FV 2.51 soutaa myös

silloin, kun ilmaa jäähdytetään (kuvio 39.). Yhtäaikainen lämmitys ja jäähdytys olisi estettävä rakennusautomaatiosta. Tuloilman lämpötila säätyy poistoilman lämpötilan mukaan. Lämpötilan säätökäyrä ja aikaohjelma vaikuttivat järkeviltä. Aikaohjelman täystehon tunnit olivat aikoina, jolloin huoneissa arvioitiin olevan eniten ihmisiä (kuvio 40.). Tarpeenmukainen ohjaus olisi ideaalinen hotellihuoneisiin, mutta se tulisi väistämättä taloudellisesti kannattamattomaksi toteuttaa kyseiseen ilmanvaihtokoneeseen.



Kuvio 37. TK02 valvomonäkymä.



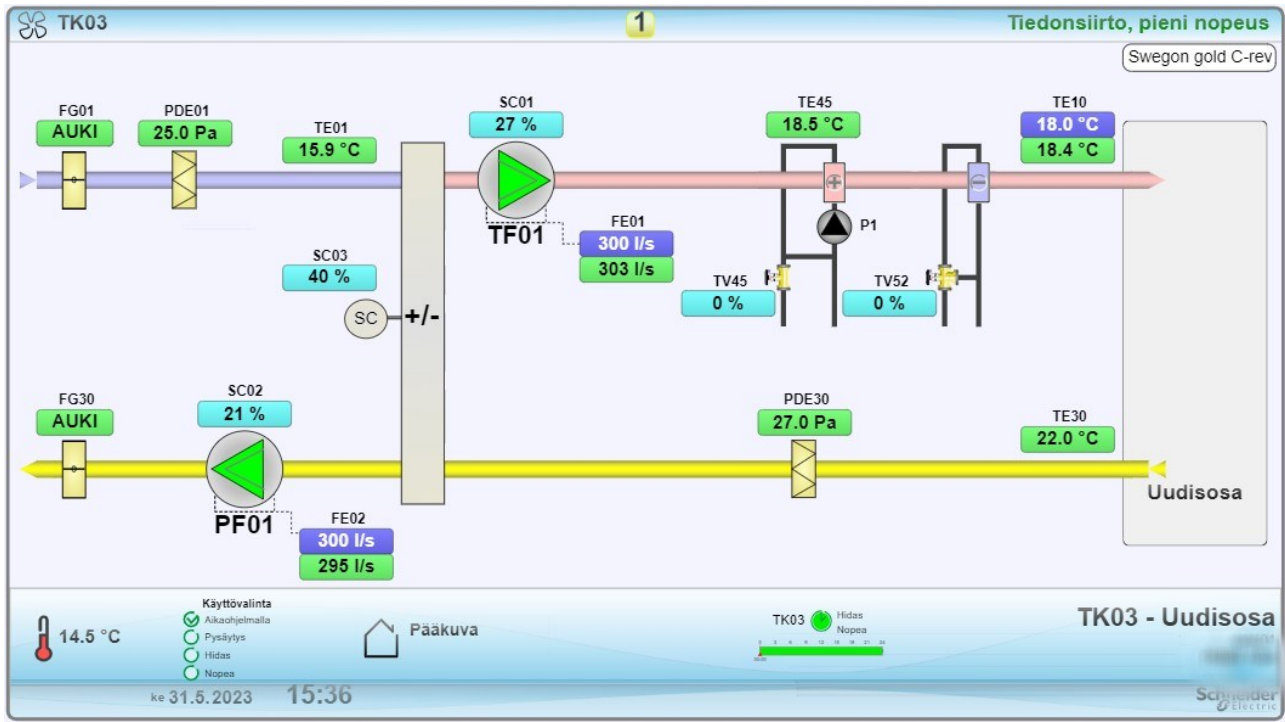
Kuvio 38. TK02 aikaohjelma.

TK03 oli laajennusosan ilmanvaihtokone ja edusti kohteen uusinta ilmanvaihtotekniikkaa. TK03 sijaitsi laajennusosan katolla (kuvio 41.). Ilmanvaihtokone oli suhteellisen uusi ja hyvässä kunnossa, sillä se oli asennettu vuonna 2007. Ilmanvaihtokoneella vaihdettiin keskitetysti laajennusosan huoneiden sisäilmaa. TK03 sisälsi pyörivän LTO:n ja jäähdytyspatterin. Puhaltimet olivat suoravetoisia EC-moottoreita. Kokonaisuudessaan ilmanvaihtokone oli energiatehokas, eikä sen komponenteissa ollut kehitettävää.



Kuvio 39. TK03 ilmanvaihtokone.

TK03 valvomotarkastelussa voitiin todeta, että ilmanvaihtokone toimi oikein ja energiatehokkaasti (kuvio 42.). Tuloilman lämpötilaa ohjattiin poistoilman lämpötilan mukaan. Lämpötilakäyrä ja aikaohjelma olivat järkevät. Aikaohjelmassa oli samat arvot kuin TK02:ssa (kuvio 40.).



Kuvio 40. TK03 valvomönäkymä.

Ilmanvaihtokone TK03:n tiloissa eli uudisosan 22 huoneessa oli lisäksi huonekohtaiset jälki-ilmastointilaitteet. Ilmastointilaitteilla sai jäähdytettyä tuloilmaa ja tehostettua ilmanvaihtoa. Ilmastointilaitteita ei ollut liitetty mitenkään valvomoon, jonka takia niistä ei saatu juurikaan tietoa. Ilmastointilaitteiden lämpötila-arvon nollaamiselle asiakkaiden käytön jälkeen oli sovittu käytäntö. Epäselväksi jäi kuitenkin se, oliko käytäntöä dokumentoitu käytännön toteutumiseksi eri työntekijöiden välillä.

7.3 Jäähdytys

Kiinteistön tuloilmaa jäähdyttivät vedenjäähdytyskone VJ1 (kuvio 43.) ja jäähdytyskone JK2 (kuvio 44.). Molemmat jäähdytyskoneet sijaitsivat kiinteistön katolla, olivat melko uusia ja olivat epäsuorasti jäähdyttäviä vesikierrolla. VJ1 oli asennettu vuonna 2007 ja JK2 valmistusvuosi oli 2012, koneita voitiin siis pitää energiatehokkaina. Molemmat jäähdytyskoneet oli huollettu vuonna 2022 kesällä. Jäähdytyskoneiden valvomot oli toteutettu puutteellisiksi ja prosessien syvemmästä toimivuudesta ja tehokkuudesta ei saanut mitään irti. VJ1:llä oli oma valvomosivu, mutta sieltä ei saanut paljoa tietoa irti (kuvio 45.). JK2:lla ei ollut omaa valvomosivua vaan sen käyntilupa ja käyntilupa-paraaja oli TK02 valvomoon yhdistettynä (kuvio 39.). Jäähdytyskoneiden valvomot olisi syytä

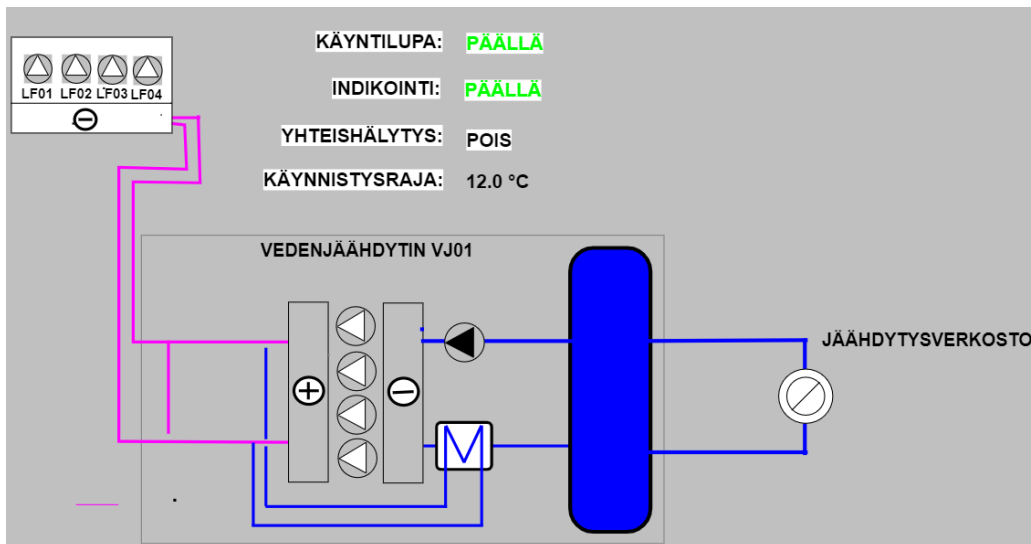
toteuttaa paremmin ja tuoda koneiden mittausdataa valvomoon näkyviin. Ilman kunnollista valvomoa laitteiden tehokkuudesta ei voida olla selvillä.



Kuvio 41. Vedenjäähdytin VJ1.



Kuvio 42. Jäähdytyskone JK2.



Kuvio 43. Vedenjäähdytin VJ1 valvomonäkymä, joka on puutteellinen.

TK01:n tiloja jäähdytettiin ilmalämpöpumpuilla ja jäähdytyskompressorilla. Kiinteistössä oli kolme ilmalämpöpumppua viilentämässä TK01:n ilmanvaihtoaluetta. Ravintolan tiloihin oli tilattu kaksi ilmalämpöpumppua lisää viilentämään tilaa. Ilmalämpöpumput vaikuttivat olevan toimivia ja energiatehokkaita. Ilmalämpöpumppujen käytöstä oli sovittu ohjeistus, miten ja milloin ilmalämpöpumppuja käytettäisiin jäähdytykseen. Epäselväksi kuitenkin jäi se, oliko ohjeistuksia dokumentoitu, jotta se olisi kaikkien työntekijöiden tiedossa. Jäähdytyskompressorilla JK 5.1:llä jäähdytettiin keittiön ja ravintolan tuloilmaa. Kompressorilla ei ollut liitettyä valvomoon, joten sen toiminnasta ei saatu mitään tietoa. Kompressorin ohjaustieto ja saatavilla olevat muut mittaukset olisi suositeltavaa liittää valvomoon.

Tiloissa oli myös jäähdytyskonvektorit 2. ja 3. Kerroksissa. Konvektoreita ei havaittu kenttäkäynnillä, vaan huomattiin rakennusautomaatiosta myöhemmin. Rakennusautomaatiossa ei ollut mitään muuta tietoa konvektoreista, kuin käynnistysulkoilämpötila raja ja ohjauksen indikointi. Konvektoreiden käynnistysulkoilämpötilaksi oli asetettu rakennusautomaatiovalvomosta 14 °C, joka vaikutti melko alhaiselta. Ei siis voitu varmistua miten ja milloin jäähdytyskonvektorit toimivat. Selvyyttä ei myöskään saatu, että millaiset jäähdytyskonvektorit tarkalleen kiinteistössä olivat, mutta niiden toiminta olisi varmistettava, jotta niiden käytössä ei esiinny päällekkäistä lämmitystä ja jäähdytystä.

7.4 Vesijohtojärjestelmä

Lämmönjakohuoneessa sijaitseva vesijohtoverkoston paineenalennusventtiili ja vesimittari (kuvio 45.). Vesijohtoverkoston paineeksi oli asetettu noin 4 bar. Painetaso oli hyvä. Vesimittari vaikutti olevan etäluettava, mutta haastatteluista ilmeni, että henkilökunta kävi lukemassa mittarin kuukausittain ja kirjasi kulutuslukeman ylös. Vesimittauksesta kannattaisi asettaa vuotovahti rakennusautomaatioon ja liittää vesimittaus suoraan energiaseurannan piiriin. Tällöin mittausdataa pystyttäisiin hyödyntämään tehokkaammin energiaseurannassa ja pystyttäisiin reagoimaan mahdollisiin vuotoihin aikaisessa vaiheessa.



Kuvio 44. Vesiverkoston paineenalennusventtiili ja virtausmittaus.

7.5 Sähkö ja rakennusautomaatio

Kiinteistön sähköjärjestelmät olivat suurimmaksi osin alkuperäisiä, eli melko vanhoja. Pääsulakkeiden koot olivat 3x250A. Kiinteistön muuntamossa oli loistehon kompensointikondensaattorit, mutta sähköpääkeskuksessa oli kyltti, jossa kerrottiin, että kondensaattorit olisi irrotettu laitevian vuoksi. Selvyyttä ei saatu olivatko kondensaattorit edelleen poistettuina tai milloin ne korjattaisiin. Kondensaattorit olisi syytä korjata ensi tilassa, jotta loistehomaksu pysyisi mahdollisimman pieninä.

Kiinteistön valaistus oli päivitetty valtaosin led-valaisimilla. Vanhoja valaisimia oli kuitenkin vielä käytössä ympäri kiinteistöä, sillä valaisimia korvattiin ledeillä vanhojen valaisinten rikkoonnuttua. Valaistuksen energiatehokkuudessa on kehittämisen varaa. Sisävaloista käytävävalaistus pidettiin aina päällä. Käytävävalaistus kannattaisi muuttua toimivaksi liiketunnistimilla. Ulkovalojen ohjaus tapahtuu hämäräkytkimellä. Olisi kuitenkin järkevää asettaa ulkovalaistukselle lisäksi aikaohjelma rakennusautomaatiosta. Ulkovalaistuksen tai edes osan niiden päällä oloaikoja voisi harkita rajoitettavan aikaohjelmalla yöllä, koska se vähentäisi huoneisiin päätyvää valosaastetta ja yöaikaan voimakkaan valaistuksen tarve on melko kyseenalaista. Julkisivun edustalla on kuitenkin kevyenliikenteenväylä, joka on kaupungin puolesta valaistu. Toimenpide-ehdotuksissa on valaistuksen energiatehokkuuden kehittämistoimenpiteitä (ks. luku 8.).

Taulukko 6. Valaisinluettelo.

Sisä/ulko	Tila	Tyyppi	Teho [W]	Määrä [kpl noin]	Ohjaus-tapa	Tuntia vuodessa	Sähkö [MWh/a]
sisä	Käytävät 1&2 kerros	PL	9	142	Kytkin	8760	11,20
sisä	Huone seinävalaisin	PL	11	126	Kytkin	4500	6,24
sisä	Huone kattovalaisin	LED	8	189	Kytkin	4500	6,80
sisä	Huone yövalaisin	LED	5,6	126	Kytkin	4500	3,18
sisä	Huone WC valaisin	PL	40	126	Kytkin	4500	22,68
sisä	1. Kerros arvio valoteholla 7W/m2	LED/PL	3500	1	Kytkin	4500	15,75
ulko	Parkkipatoksen valot teho arvioitu	LED/PL	30	28	Hämäräkyt-kin	4538	3,81
ulko	Julkisivu seinävalaistus teho arvio	LED/PL	30	11	Hämäräkyt-kin	4538	1,50
ulko	Sisäänkäynnin yllä "halo-geeni"	Halo-geeni	250	2	Hämäräkyt-kin	4538	2,27
ulko	Valomainokset	LED/PL	200	3	Hämäräkyt-kin	4538	2,72
ulko	Terassi kattovalaisin arvio teho	LED/PL	30	3	Hämäräkyt-kin	4538	0,41
ulko	Terassi seinävalaisin arvio teho	LED/PL	25	4	Hämäräkyt-kin	4538	0,45
Yhteensä			15881,6	761			77,00

Kiinteistössä on sähkösulatuslämmityksiä kattokaivoissa (SL-01 JK311) ja pääsisäänkäynnin kuiva-kaivossa (SL02 JK211). Käynnistys- ja sammumislämpötilat kattokaivoilla ovat -5°C–5°C ja kuiva-viemäriässä on ainoastaan määritelty käynnistysrajaksi -3°C. Sulatuslämpötilojen optimoinnille on toimenpide-ehdotus (ks. luku 8.).

Kiinteistössä on yksi yhteinen sauna ja lisäksi 10:ssä laajennusosan huoneissa on saunat. Yhteistä saunaa lämmitetään tarpeen mukaan henkilökunnan toimesta. Huonekohtaisten saunojen lämmityksestä vastaavat asiakkaat. Saunojen osuus yksittäisistä sähkölaitteista on merkittävä, joten olisi syytä huolehtia, että saunoja lämmitetään energiatehokkaaseen 70–80 °C lämpötilaan. Haastattelussa ja havainnoinnissa ei saatu täyttä varmuutta, mihin lämpötilaan yhteistä saunaa lämmitetään. Huonekohtaisten saunojen tarpeenmukaisesta lämmityksestä voitaisiin varmistua siten, että kiukailla olisi kellokytkimet, jotka saa laitettua kerralla maksimissaan kahdeksi tunniksi päälle. Lisäksi huonekohtaisten kiukaiden teho olisi hyvä esisäätää ja rajoittaa siten, ettei saunoja yllämmittettäisi.

Jokaisessa huoneessa on minibaarijääkaappi ja televisio. Minibaarijääkaappien teho oli 60 W. Jääkaappien lämpötila kannattaa pitää järkevänä, jotta niitä ei ylijäähdyttäisi. Televisioihin kannattaa asetuksista laittaa päälle automaattinen sammutus, jotta ne eivät olisi vahingossa turhaan päällä. Kuvaruudun kirkkauden virransäästötilaa voisi myös harkita, mikäli kuvanlaatu ei kärsi merkittävästi.

Kiinteistön autopaikoilla oli kaksi sähköautonlatauspistettä, joiden maksimilatausteho oli 2x22 kW. Lisäksi autopaikoilla oli lämmitystolppia yhteensä 9 kpl, joista 6 kpl oli kellokytkimellä ja 3 kpl suoräsähköllä toimivia. Sähköautonlatausasema oli melko uusi, joten se voitiin luokitella energiatehokkaaksi. Lämmitystolppiin olisi järkevää laittaa kaikkiin kellokytkimet, jotta autojen yllämmittämiseltä vältyttäisiin.

Kiinteistössä oli Schneider Electricin hallinnoima TAC Menta rakennusautomaatiovalvomo. Valvomo on toteutettu monelta osa-alueelta puutteellisesti ja kömpelösti. Valvomosta puuttuu lukuisia mittauksia, historiatrendejä ja toiminnallisuuksia. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden paine-eromittaukset ja jäähdytyskoneiden mittaukset puuttuivat valvomosta, vaikka sellaiset järjestelmistä löytyivätkin. Historiatrendejä valvomosta ei juuri löydy tai jos löytyy, ei niitä ole toteutettu yksiselitteisesti ja trendistä puuttuu tulkintaan vaadittavia oleellisia mittauseroja. Käytännössä historiatrendeillä ei tee mitään, koska yhdestä kuvaajasta ei näy mitä kyseisellä ajanhetkellä muuta prosessiin vaikuttavaa on tapahtunut. Lisäksi historiatrendit näyttävät ajassa taaksepäin todella rajallisesti. Aikaongelmasta kysyttiin Schneideriltä, mutta vastausta kyseiseen ongelmaan ei

saatu. Toiminnallisuuksia, jotka puuttuvat tai eivät toimi oikein, ovat muun muassa lämmönjaon pumppujen kesäpysäytykset, valo-ohjausten aikaohjelmat ja toimimattomat painikkeet. Lämmönjaonpumpuilla on kesäpysäytykset, mutta ne eivät toimi oikein. Valo-ohjauksilla on aikaohjelmat, mutta aikaohjelmat ovat vuorokaudenympäri päällä. Valvomossa on lukuisia painikkeita, jotka eivät vie sinne ohjelman osioon, minne pitäisi. Yhteenvetona voidaan todeta, että valvomo toimii juuri ja juuri välttämättömiltä osin, mutta siinä olisi paljon kehitettävää energiatehokkuuden ja toiminnallisuuden näkökulmasta. Suositeltavaa olisikin laittaa valvomo kuntoon, jotta seuranta ja energiatehokkuus voidaan mahdollistaa.

Valvonta-alakeskukset alkavat olla vanhentuneita. Kiinteistössä on käytössä valvonta-alakeskuk-
sina TAC Xenta 400 -sarjan valvonta-alakeskuksia, joita kiinteistössä oli kaksi. Yksi lämmönjaolla ja toinen ilmanvaihtokoneilla. Kyseisien valvonta-alakeskusten saatavuus vaikuttaa jo heikolta, joten käyttöikä rakennusautomaation valvonta-alakeskuksilla alkaa täytyä. Valvonta-alakeskukset toimivat vielä, mutta rakennusautomaationsaneerausta kannattaisi alkaa suunnitella, jotta välttyttäisiin kalliilta hätäkorjauksilta. Rakennusautomaatio olisi suositeltavaa saneerata seuraavan 5–8 vuoden päästä. Viimeistään silloin olisi uusittava myös valvomo-ohjelma ja toteutettava se kunnolla.

Rakennusautomaation toimilaitteet olivat vaihtelevassa kunnossa. Toimilaitteet olivat lämmönjaossa ja TK03 ilmanvaihtokoneessa hyvässä kunnossa, mutta TK01 ja TK02 ilmanvaihtokoneissa osaltaan vanhenemassa. Mittaukset ja pumput edustivat vanhaa tekniikkaa, ja ne olivat elinkaarensa loppupuolella. Toimilaitteet kannattaisi uusia rakennusautomaatiosaneerauksen yhteydessä, sillä uudet mittaukset ovat tarkempia ja pumput moottoreineen ovat energiatehokkaampia. Järjestelmän käyttövarmuus kohoaisi samalla merkittävästi.

7.6 Muut havainnot

Kiinteistöön ei ollut olemassa elinkaarisuunnitelmaa (PTS-suunnitelma). Kiinteistöön kannattaisi tehdä PTS-suunnitelma, jossa on välttämättömien remonttien toteutukset ajoitettuna suunnitellusti. PTS-suunnitelman voi tehdä erikseen energiatehokkuuden kehittämiseksi tai sisällyttää välttämättömien remonttien yhteyteen. Välttämättömien remonttien yhteydessä kannattaa kiinnittää huomiota energiatehokkuuden kehittämiseen, sillä esimerkiksi rakenteiden lisäeristäminen ei erikseen tehtynä ole kovinkaan kannattavaa, mutta peruskorjauksien yhteydessä suositeltavaa. Hotel-

liyrittäjällä oli kuitenkin tieto, että kiinteistön omistaja oli suunnitellut kattoremontin toteuttamista lähivuosina. Katon lisäeristämistä on kannattavaa harkita toteutettavaksi samalla kerralla. Kattoremontin jälkeen oli alustavasti jo puhuttu aurinkopaneelien asentamisesta, josta on myös toimenpide-ehdotus (ks. luku 8.).

8 Energiatehokkuus toimenpide-ehdotukset

Taloudellisesti kannattavat energiaterhokkuustoimenpiteet on esitelty alla. Toimenpide-ehdotuksilla saavutettavat säästöt eri energialajeittain on esitetty määränä ja hintana. Hinnat muodostuvat kiinteistössä tällä hetkellä vallitsevista energiamaksuista. Investointihinnat tarkoittavat budjet-tihintaa ja sisältävät kaikki kustannukset. Mahdollisia energiatukia ei ole hinnoissa huomioitu. Alla esitetyillä toimenpide-ehdotuksilla pystytään kehittämään kiinteistön taloteknisten järjestelmien energiaterhokkuutta sisäilmasto-olosuhteet ja kiinteistön rajoitteet huomioiden.

Taulukko 7. Aurinkopaneeli toimenpide-ehdotus.

Aurinkopaneelit

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksu- aika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€	t/CO ₂	m ³	€	
91 000	0,0	0	0	57,4	8 200	34,4		0	11,1

Aurinkopaneelien asennus olisi hotelli-kiinteistöön taloudellisesti kannattava toimenpide ottaen huomioon tuotannon aikaisen kulutuksen. Aurinkopaneeleilla saadaan tehokkaasti tasattua kesäaikaisia kulutushuippuja. Kattopinta-alaa on hyvin käytettävissä. Laskelman aurinkovoimalan teho on 70 kW. Hankinta kannattaa kuitenkin toteuttaa vasta kattoremontin jälkeen.

Taulukko 8. TK01:n puhallinsaneeraus toimenpide-ehdotus.

TK01:n puhallinsaneeraus

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksu-aika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€/t/CO ₂	€/t/CO ₂	m ³	€	a
20 000	-6,0	-290	-0,9	26,4	3 770	15,8		0	5,7

Ilmanvaihtokone TK01:n puhallinsaneeraus olisi kannattava toimenpide taloudellisesti. Puhallinsaneeraus säästäisi energiaa ja parantaisi kiinteistön sisäilman laatua, kun hinnavetoiset AC-moottorit korvattaisiin suoravetoisilla EC-moottoreilla.

Taulukko 9. TK01:n tarpeenmukainen ohjaus toimenpide-ehdotus.

TK01:n tarpeenmukainen ohjaus

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksu-aika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€/t/CO ₂	€/t/CO ₂	m ³	€	a
6 100	74,9	3 660	11,8	22,9	3 270	13,7		0	0,9

Ilmanvaihtokone TK01:n ohjaustavan muuttaminen tarpeenmukaiseksi suoritettaisiin pitoisuusmitauksilla ja nykyisiä säätöpeltejä ohjattaisiin auki tarpeen mukaan. Puhaltimien pyörimisnopeuksia voisi tällöin laskea tarpeenvaatimalle tasolle, kun kaikkiin tiloihin ei johdettaisi täyttä ilmamäärää. Toimenpide on kannattavinta suorittaa puhallinsaneerauksen yhteydessä.

Taulukko 10. TK02:n puhallinsaneeraus toimenpide-ehdotus.

TK02:n puhallinsaneeraus

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksu- aika	
	€	MWh	€	t/CO ₂	MWh	€	t/CO ₂	m ³	€	a
20 000	-4,1	-200	-0,6	14,8	2 120	8,9		0		10,4

Ilmanvaihtokone TK02:n puhallinsaneeraus parantaisi ilmanlaatua ja olisi taloudellisesti kannattavaa. Hihnavetoiset AC-moottorit korvattaisiin suoravetoisilla EC-moottoreilla.

Taulukko 11. Käytävävalaistuksen muuttaminen liiketunnistimilla toimivaksi toimenpide-ehdotus.

Käytävävalaistuksen muuttaminen toimimaan liiketunnistimilla

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksu- aika	
	€	MWh	€	t/CO ₂	MWh	€	t/CO ₂	m ³	€	a
3 000		0	0	6,4028	920	3,8		0		3,3

Käytävävalaistus kannattaisi muuttaa liiketunnistimilla toimivaksi, jolloin käytävän valot olisivat vain tarpeen mukaan päällä, kun käytävällä käveltäisiin.

Taulukko 12. Sisäänkäynnin yläpuolella olevien natriumvalaisimien led-päivitys toimenpide-ehdotus.

Sisäänkäynnin yläpuolella olevien natriumvalaisimien led päivitys

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksuaika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€	t/CO ₂	m ³	€	
500	0,0	0	0	1,85	260	1,1		0	1,9

Sisäänkäynnin yläpuolella olevat natriumvalaisimet kannattaisi vaihtaa led-lampuiksi. Valaisimien ohjausta voisi myös rajoittaa aikaohjelmalla, että ne eivät olisi yöllä päällä. Takaisinmaksuaika kuitenkin pitenee, kun päälläoloa rajoitetaan.

Taulukko 13. Sulatuslämmitysten lämpötilaohjausten optimointi toimenpide-ehdotus.

Sulatuslämmitysten lämpötila ohjausten optimointi

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksuaika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€	t/CO ₂	m ³	€	
100	0,0	0	0	1	200	0,8		0	0,5

Sulatuslämmityksien käyttölämpötiloja optimoimalla voitaisiin saavuttaa säästöä. Nykyiset arvot -5–5 °C ja toisella pelkästään -3 °C. Arvot on suositeltua muuttaa -3–3 °C välille.

Taulukko 14. Lämmönjakopumppujen kesäpysäytys toimenpide-ehdotus.

Lämmönjakopumppujen kesäpysäytys

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksuaika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€/t/CO ₂	€/t/CO ₂	m ³	€	
400	0,0	0	0	1	150	0,6		0	2,7

Lämmönjakokeskuksen pumpuille kannattaisi tehdä automaatioon ohjelmallinen muutos kesäpysäytykselle. Kesäpysäytyksen voisi toteuttaa lämpötilaan sidotuksi.

Taulukko 15. Hanavirtaamien säätäminen toimenpide-ehdotus.

Hanavirtaamien säätäminen

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksuaika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€/t/CO ₂	€/t/CO ₂	m ³	€	
1 000	2,6	130	0,4	0	0	0	131,18	481,42	1,6

Kiinteistön hanojen säätöä oli suoritettu, mutta pistokokeiden keskiarvotulos kuitenkin kertoi, että hanavirtaamat kannattaisi kuitenkin tarkastaa ja säätää pienistä hanoista. Suihkujen virtaamakeskiarvo oli hyvällä tasolla.

Taulukko 16. Energiaviisas suihkuhaaste toimenpide-ehdotus.

Energiaviisas suihkuhaaste

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksuaika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€/t/CO ₂	€/t/CO ₂	m ³	€	
1 000	22,7	1 110	3,6	0	0	0	2434	8931,4	0,1

Keskimäärin asiakkaat käyttävät suihkussa aikaa noin 8,8 minuuttia. Suihku aika on melko pitkä. Energiaviisas suihku olisi noin 3–4 minuuttia. Hotellissa voitaisiin rohkaista asiakkaita käyttämään vähemmän vettä. Veden käyttöä voisi vähentää esimerkiksi ”Suihkuhaasteella”. Suihkuhaasteessa asiakas haastetaan peseytymään energiaviisaasti alle neljään minuuttiin. Haasteelle olisi ohjeistuslappu, jossa lisättäisiin asiakkaiden tietoutta paljonko eri mittaiset suihkuajat kuluttavat vettä ja energiaa. Motivaattorina voisi kertoa esimerkiksi, että hotelli pystyy tarjoamaan pienentyneiden energiakustannuksien johdosta laadukkaampaa ja kattavampaa aamupalaa asiakkaille. Suihku aikaa mitattaisiin ajastimella tai tiimalasilla. Yllä olevassa laskelmassa on oletettu, että joka toinen asiakas kokeilisi suihkuhaastetta ja suihku aika olisi neljä minuuttia. Investoinnissa on mukana ajastimet ja ohjeistukset suihkuihin.

Rakennusautomaation saneeraus

Investointi	Säästö vuodessa lämpö			Säästö vuodessa sähkö			Säästö vuodessa vesi		Takaisin-maksuaika
	€	MWh	€/t/CO ₂	MWh	€/t/CO ₂	t/CO ₂	m ³	€	
25 000	0,0	0	0	0	0	0		0	ei tietoa

Rakennusautomaationsaneeraus olisi tulossa ajankohtaiseksi lähivuosina. Rakennusautomaatiosaneeraukselle ei oikeastaan voida laskea takaisinmaksuaikaa, koska pelkkä laitteiston päivitys ei säästä energiaa. Saneeraus on kuitenkin pakollinen toimenpide toteutettavaksi vanhan järjestelmän elinkaaren päättyessä. Saneerausinvestointi olisi noin 25000 € nykylaajuudessaan uusittaessa, sisältäen toimilaitteet, valvonta-alakeskukset ja valvomo-ohjelman. Saneerausta suunniteltaessa kannattaa harkita myös hieman kalliimpaa tekoälyennustukseen ja analytiikkaan perustuvaa rakennusautomaation käyttöönottoa.

Taulukko 17. Toimenpide-ehdotusten yhteenveto.

no	Toimenpiteen kuvaus	Säästö yhteensä (EUR/a)	TMA (a)	Investointiarvio (EUR)	SÄÄSTÖ LÄMPÖ		SÄÄSTÖ SÄHKÖ		SÄÄSTÖ VESI	
					Energia	Kustannukset	Energia	Kustannukset	Kustannukset	
						Energia		Energia	Vesi	Vesi
					MWh/a	EUR/a	MWh/a	EUR/a	m ³ /a	EUR/a
1	Aurinkopaneelit	8 200	11,1	91 000	0	0	57,4	8 200	0	0
2	TK01 puhallinsaneeraus	3 480	5,7	20 000	-6	-290	26,4	3 770	0	0
3	TK01 tarpeenmukainen ohjaus	6 930	0,9	6 100	74,9	3 660	22,9	3 270	0	0
4	TK02 puhallinsaneeraus	1 920	10,4	20 000	-4,1	-200	14,8	2 120	0	0
5	Käytävä valaistuksen muuttaminen toimimaan liiketunnistimilla	920	3,3	3 000	0	0	6,4	920	0	0
6	Sisäänkäynnin yläpuolella olevien natriumvalaisimien led päivitys	260	1,9	500	0	0	1,9	260	0	0
7	Sulatuslämmitysten lämpötilaohjausten optimointi	200	0,5	100	0	0	1,4	200	0	0
8	Lämmönjako pumppujen kesäpysäytys	150	2,7	400	0	0	1,1	150	0	0
9	Hanavirtaamien säätäminen	611	1,6	1 000	2,6	130	0,0	0	131,2	481,4
10	Energiaviisas suihkuhaaste	10 041	0,1	1 000	22,7	1 110	0,0	0	2433,6	8931,4
11	Rakennusautomaation saneeraus	0		25 000	0,0	0	0	0	0,0	0,0
	YHTEENSÄ	32 713	5,1	168 100	90,1	4 410	132,2	18 890	2564,8	9 413

Investointien yhteissummana olisi noin 168000 €. Säästöä yhteensä näillä toimenpiteillä kertyisi noin 32700 € vuodessa. Investointien takaisinmaksuajaksi muodostuisi noin 5,1 vuotta lasketuilla säästöillä. Toimenpide-ehdotuksia voidaan toteuttaa asteittain. Osa toimenpiteistä on edullisia ja helppoja toteuttaa.

Säästöpotentiaali on prosentuaalisesti suuri kiinteistössä. Nykytilan energiankulutuskustannukset vuodessa ovat noin 135000 € (kuva 46.). Toimenpide-ehdotukset toteuttamalla voidaan säästää jopa noin 32700€ vuodessa. Prosentuaalisesti tämä tarkoittaa noin 24 % säästöpotentiaalia. On kuitenkin otettava huomioon toimenpiteiden päällekkäiset säästövaikutukset. Esimerkiksi TK01:n puhallinsaneeraus ja tarpeenmukainen ohjaus vaikuttavat toisiinsa ja näiden säästöt on laskettava yhdessä. Voidaan kuitenkin arvioida, että toimenpide-ehdotukset kokonaisuudessaan toteutettuna omaisivat todenmukaisesti noin 20–25 % prosentuaalisen säästöpotentiaalin.



Kuvio 45. Säästöpotentiaali yhteensä.

8.1 Muut ehdotukset

Henkilökunnan kouluttaminen käyttämään kiinteistöä energiatehokkaasti on tärkeää. Työntekijöillä saattaa olla toimintatapoja, jotka lisäävät energiankulutusta. On hyvä laatia yhteiset ohjeistukset 5s-tyylisesti, joilla varmistutaan kaikkien työntekijöiden työskentelevän energiaviisaasti.

Energiaviisailla käytännöillä säästetään energiaa. Käytäntöjä huoneiden luovutuksen jälkeisiin toimenpiteisiin oli käytössä. Huoneiden ja huoneistosaunojen säätimien lämpötilat palautettiin oletusasetuksille. Olisi kuitenkin suositeltavaa luoda tähän dokumentoidut ohjeistukset, jotta kaikilla työntekijöillä olisi tiedossa kyseiset käytännöt. Lisäksi olisi suositeltavaa huolehtia, että valoja ei jätetä turhaan päälle, eikä ikkunoita ole avoinna lämmitys- tai jäähdytyskaudella.

Laitehankinnoilla voidaan vaikuttaa energiankulutukseen. Suosimalla energiatehokkaita laitteita niitä hankittaessa, maksavat kalliimmat laitteet elinkaarensa aikana itsensä todennäköisesti takaisin.

Vesikalusteiden määräaikainen tarkastus olisi tärkeää. Vesikalusteita on hotellissa paljon, ja suurin osa niistä oli melko ikääntyneitä. Vesikalusteet kannattaisi tarkastaa järjestelmällisesti kolmen kuukauden välein tai vähintään kuuden kuukauden välein. WC-istuinten vuotoja voi olla hankala

havaita, mutta laittamalla paperiarkin istuimen takaseinään vuodon voi havaita helposti. Mikäli arkki kastuu yhtään, vuotaa istuimen venttiili.

Kiinteistön ylläpidon keskittäminen yhdelle toimijalle antaisi paremmat mahdollisuudet ylläpitää kiinteistöä, sillä se antaa palveluntarjoajalle selkeämmän kokonaiskuvan kiinteistöstä. Kokonaiskuva mahdollistaa kiinteistön hallinnan. Samalta palveluntarjoajalta kannattaisi ottaa käyttöön rakennusautomaation ja energian seuranta. Seuranta luo valmiuden energiankulutusvaihteluiden ja taloteknisten järjestelmien vikatilojen nopeaan reagointiin. Taloteknisten järjestelmien tehokkuuden kehittäminen on myös oleellinen osa seurantaa. Kiinteistön ylläpidosta kannattaa maksaa yhdelle keskitetylle toimijalle, sillä se maksaa itseään takaisin pienentyneissä käyttökustannuksissa ja asiakastyytyvyydessä.

8.2 Taloudellisesti kannattamattomat toimenpiteet

Kiinteistön jäteveden hukkaenergian hyödyntämisen mahdollisuutta tarkasteltiin, mutta se todettiin taloudellisesti kannattamattomaksi. Vaikka kiinteistössä käytetään runsaasti lämmintä vettä, laskelmissa todettiin, ettei jäteveden lämpöenergian talteenottojärjestelmään olisi taloudellisesti kannattavaa investoida. Jäteveden lämpöenergian talteenottojärjestelmäksi tarkasteltiin Ecowec B8 hybridivaihdinta, johon lisättäisiin lämpöpumppu tehostamaan prosessia. Jätevedestä talteen saatavaksi energiamääräksi arvioitiin noin 70 MWh vuodessa. Säästöä vuodessa kertyisi noin 3400 €. Teknisten tilojen pieni koko kuitenkin tuo lisäkustannuksia, sillä teknisiä tiloja pitäisi laajentaa. Jätevesiputkistojen sijaintia ja etäisyyttä lämmönjakohuoneeseen ei tarkasteltu, mutta niiden kanavointi kasvattaa investointia vielä lisää. Pitkän takaisinmaksuaika-arvion myötä perusteellisempaa tarkastelua ei ollut tarvetta suorittaa.

Lisäksi tarkasteltiin ulkovalaistuksen muuttamista toimimaan liiketunnistimilla. Toimenpide todettiin taloudellisesti kannattamattomaksi. Vaikka investointi ei ollut suuri, sen takaisinmaksuaika olisi kuitenkin ollut yli 16 vuotta. Mikäli ulkovalaistuksen valaistusaikoja rajoitetaan, kuten olisi suositeltavaa, takaisinmaksuaika pitenisi entisestään. Valaistuksen käyttöä kannattaisi rajoittaa mieluummin aikaohjelmalla siten, että ainakaan kaikkia ulkovaloja ei pidettäisi päällä keskellä yötä.

9 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tuloksena syntyi toimenpide-ehdotukset tutkimusongelman ratkaisemiseksi. Hotelli- ja kiinteistöjen taloteknisten järjestelmien energiatehokkuutta voitaisiin kehittää vähentämällä ja tehostamalla nykyistä energiankäyttöä. Energiankäyttöä voitaisiin tehostaa ilmanvaihdon ja valaistuksen saneerauksilla. Energiankäyttöä voitaisiin selvästi vähentää optimoimalla lämmityksiä, hanavirtaamia, pumppujen käyttöaikoja ja rohkaisemalla asiakkaita energiaviisaaseen käyttäytymiseen. Lisäksi omalla energiantuotannolla voitaisiin tasata kulutushuippuja. Tukitoimenpiteinä voidaan pitää muita ehdotuksia luomaan energiaviisaita käytäntöjä.

Tutkimustuloksia tarkasteltaessa voitiin havaita, että kaikilla toimenpide-ehdotuksilla yhdessä on merkittävä säästöpotentiaali. Toimenpide-ehdotuksilla hotellin taloudellista kannattavuutta ja imagoa pystyttäisiin kehittämään merkittävästi. Energiatehokkuuden kehityshankkeita tekemällä suuressa mittakaavassa pystyttäisiin Suomessa valtiotasolla saavuttamaan suuria energiasäästöjä.

10 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteiden saavuttamisessa onnistuttiin erinomaisesti, mutta tietoperustan kirjoittamisen yksityiskohtaisuudessa menttiin jopa liian syväälle. Tietoperusta on sisällysluettelossa melko tiivis. Toteutuksena siinä kuitenkin alettiin käsittelemään aiheita hyvin syvällisesti, joka kieltämättä aiheutti paljon työtä ja paisutti opinnäytetyön pituutta. Syvälinen tietoperustan kasaaminen opetti kuitenkin paljon taloteknisistä järjestelmistä ja niiden tehostamisesta. Opinnäytetyön toteutusvaiheessa käytiin kiinteistö paikan päällä ja etävalvomossa hyvin perusteellisesti läpi. Perusteellinen läpikäynti loi hyvän kokonaiskuvan kiinteistöistä ja paljasti sen kehityskohteet. Kehityskohteita löytyi paljon, joilla saavutettiin opinnäytetyön tavoitteet erinomaisesti. Tulokseksi saatiin taloudellisesti kannattavia toimenpide-ehdotuksia 10 kappaletta, joilla hotelli- ja kiinteistöjen energiatehokkuutta pystyttäisiin kehittämään. Lisäksi listattiin useita muita ehdotuksia, joilla energiatehokkuutta pystyttäisiin kehittämään. Muiden ehdotusten taloudellista kannattavuutta ei pystytty kuitenkaan laskennallisesti todentamaan, mutta niiden voidaan päätellä olevan kannattavia.

Opinnäytetyön luotettavuus ylläpidettiin korkealla jokaisessa vaiheessa. Jo tietoperustan kirjoittamisesta lähtien pyrittiin lähteenä käyttämään puolueettomia tietolähteitä sekä muita opinnäytetöitä käsiteltävistä aiheista. Tietoperustasta saatiin täten laadittua laadukas kirjallisuuskatsaus.

Tutkimusvaiheessa kerätty aineisto analysoitiin huolellisesti ja arvioitiin niiden paikkaansa pitävyyttä. Aineiston analysoinnissa ja laskennassa käytettiin Caverionin laskentapohjaa. Kerätty aineisto ja arviot saatiin uskottaviksi, kun kaikki kulutuskohteet oli saatu arvioitua. Kerätty aineisto ja aineiston tulkinta vahvistettiin onnistuneeksi ja luotettavaksi Caverionin asiantuntijan toimesta.

Toimeksiantaja oli opinnäytetyöhön ja sen tuloksiin erittäin tyytyväinen. Toimeksiantajan mielestä tavoitteet saavutettiin ja opinnäytetyöllä luotiin lisäarvoa toimeksiantajalle. Lisäksi todettiin, että opinnäytetyöntekijän asiantuntijuus kehittyi selvästi.

Lähteet

Bragge, M. 2017. Ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmät. Opinnäytetyö. Viitattu 4.7.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127145/Bragge_Mikael.pdf?sequence=4

Caverionille EcoVadis Gold -tunnustus – työstä kestävä kehityksen edistämiseksi. 2022. Caverionin lehdistötiedote. Viitattu 28.6.2023. <https://www.caverion.fi/media/tiedotteet/2022/caverionille-ecovadis-gold--tunnustus--tyosta-kestavan-kehityksen-edistamiseksi/>

Energiakatselmukset. N.d. Energiavirasto. Viitattu 11.5.2023. <https://energiavirasto.fi/energiakatselmukset>

Energiakatselmus kannattaa - säästöjä kunnille ja pk-yrityksille. 2015. Motiva Oy. Viitattu 10.5.2023. https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiakatselmukset

Energiatehokas ilmanvaihto. 2012. Motiva Oy:n ohjeistus. Viitattu 28.6.2023. https://www.motiva.fi/files/6147/Energiatehokas_ilmanvaihto2012.pdf

Energiatehokkuus. 2023. Energiavirasto. Tiedote. Viitattu 16.5.2023. <https://energiavirasto.fi/energiatehokkuus>

Energiatuki. N.d. Työ- ja elinkeinoministeriö. Viitattu 10.5.2023. <https://tem.fi/energiatuki>

Environmental noise in Europe — 2020. 2019. Euroopan ympäristökeskus (EEA). Raportti. Viitattu 29.6.2023. <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe>

Epäpuhtaudet ja niiden torjunta. N.d. Sisäilmayhdistys ry – puolueetonta tietoa sisäilmasta nettisivusto. Viitattu 29.6.2023. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Epapuhtaudet-ja-niiden-torjunta>

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimistotyypisissä työympäristöissä. 2021. Työterveyslaitoksen tekemä tutkimus. Viitattu 28.6.2023. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/140940/TTL_978-952-261-957-0.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet. N.d. Suomen sisäilmatutkimus Oy:n nettisivusto. Viitattu 28.6.2023. <https://www.suomensisailmatutkimus.fi/haihtuvat-orgaaniset-yhdisteet/>

Hakanen, M. 2023. Rakennusautomaation avulla saavutettava energiatehokkuus ja pienempi hiilijalanjälki. Opinnäytetyö. Viitattu 10.7.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/703833/Hakanen_Mikko.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Hietämäki, J. 2023. Kerros- ja rivitalojen vaihtoehtoisten lämmitysmuotojen elinkaarikustannukset ja valintaan vaikuttavat tekijät. Opinnäytetyö. Viitattu 6.7.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/801214/Hietamaki_Juho.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Huono ilmanvaihto aiheuttaa vahinkoa. N.d. Terveysilma Oy. Viitattu 22.5.2023.

<https://www.velco.fi/tunnista-huono-ilmanvaihto>

Ilman kosteus. 2020. Ilmatieteenlaitos. Teematietoa sivusto. Viitattu 17.5.2023. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilman-kosteus>

Ilmanlaatu mukaan maankäytön suunnitteluun, uusi opas ilmestynyt (Uudenmaan ELY-keskus). 2015. Ely-keskus. Viitattu 22.5.2023. <https://www.ely-keskus.fi/-/ilmanlaatu-mukaan-maankayton-suunnitteluun-uusi-opas-ilmestynyt-uudenmaan-ely-keskus->

Ilmanvaihdon eri toteutustavat. N.d. Motiva Oy:n ohje sivusto. Viitattu 3.7.2023. https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ taloyhtiot_ -_ yhdessa_ energiatehokkaasti/ ilmanvaihto/ ilmanvaihdon_ eri_ toteutustavat

Ilmanvaihdon suodattimet. N.d. Hengitysliitto. Viitattu 19.5.2023. <https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/ilmanvaihto/ilmanvaihdon-suodattimet/>

Ilmanvaihto Vs. Ilmastointi. Ecoideal.fi sivuston artikkeli. Viitattu 3.7.2023. <https://ecoideal.fi/ilmanvaihto-vs-ilmastointi/>

Ilmavirtojen ohjaus. N.d. Talotekniikkainfon ohjeistussivuston Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. Viitattu 4.7.2023. <https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/10-ilmavirtojen-ohjaus>

Jaakkola, T., Lindstedt, T. & Junnonen, J. 2010. Energiatehokas asuinkerrostalojen talotekniikkakorjaus. Helsinki: Suomen rakennusmedia. Viitattu 28.6.2023.

Kananen, J. 2019. Opinnäytetyön ja pro gradun pikaopas: Avain opinnäytetyön ja pro gradun kirjoittamiseen. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 28.6.2023.

Kemikaalit kodinhoidossa. N.d. Martat ohjeistus sivusto. Viitattu 29.6.2023. <https://www.martat.fi/kodinhoito/kodin-kemikaalit/kemikaalit-kodinhoidossa/>

Kempainen, A. & Pakarinen, H. 2022. Taloyhtiön energiatehokkaat lämmitysratkaisut. 1. painos. Helsinki: Kiinteistömedia. Viitattu 3.7.2023.

Koja Future – ilmanvaihtokone. n.d. Koja Oy. Tuote-esite. Viitattu 5.7.2023. <https://koja.materiaali.fi/folder/kiinteistot1/ilmanvaihto/future-ilmanvaihtokoneet/17>

Lemmikkieläinallergiat. 2019. Allergia-, Iho- ja Astmaliitto ry. Ohjeistus. 1. painos. Viitattu 29.6.2023. <https://www.allergia.fi/site/assets/files/28002/lemmikkielainallergiat.pdf>

Lyytimäki, A. 2014. Valosaaste ympäristöongelmana. Katsaus yhteiskunnalliseen ohjaukseen. Raportti. Viitattu 30.6.2023. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135831/SY-KEra_27_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lämmitys ja ilmanvaihto. 2017. Yle. Artikkelit. Viitattu 17.5.2023. <https://yle.fi/a/3-9375511>

Lämmitysverkoston perussäätö. n.d. Motiva Oy:n ohjeistussivusto. Viitattu 6.7.2023.
[https://www.motiva.fi/julkinen sektori/kiinteiston energian kaytto/lammitysverkoston perussaato](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/lammitysverkoston_perussaato)

Melusuojaus, tieympäristön hiljainen sankari. N.d. Väyläviraston tieto sivusto. Viitattu 29.6.2023.
<https://vayla.fi/ymparisto/melu-tarina/meluesteet>

Miten sisäilma vaikuttaa ihmisten terveyteen? N.d. Terveyden ja hyvinvoinninlaitos (THL). Ympäristöterveys sivusto. Viitattu 19.5.2023. <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/miten-sisailma-vaikuttaa-ihmisten-terveyteen->

Mitä on energiatehokkuus? N.d. EU, Euroopan unioni. Oppiainat. Viitattu 16.5.2023.
https://learning-corner.learning.europa.eu/learning-materials/eu-energy-policy/what-energy-efficiency_fi

Männistö, A. 2011. Valon värin ja värilämpötilan säätö ja niiden vaikutus ihmiseen. Opinnäytetyö. Viitattu 30.6.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/27990/Mannisto_Arto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Parviainen, J. 2016. Kiinteistön jäähdytysjärjestelmät ja niiden automaatioliitännät. Opinnäytetyö. Viitattu 7.7.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/111576/Parviainen_Jarkko.pdf?sequence=1

Perustietoa. N.d. Sisäilmayhdistys ry. Viitattu 17.5.2023. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Perustietoa>

Pienhiukkaset. N.d. Hengitysliiton sivuston artikkeli pienhiukkasista. Viitattu 5.6.2023.
<https://www.hengitysliitto.fi/elamanlaatu-ja-hyvinvointi/saa-ja-ilmanlaatu/pienhiukkaset/>

Polomaa, A. 2022. EC-puhallinsaneeraus. 11-19. Opinnäytetyö. Viitattu 5.7.2023.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/747084/Polomaa_Aivar.pdf?sequence=2

Radon aiheuttaa keuhkosityöpää. N.d. Säteilyturvakeskus (STUK). Viitattu 26.5.2023
<https://stuk.fi/etusivu/radon/radon-aiheuttaa-keuhkosityopaa>

Radon Suomessa. N.d. Säteilyturvakeskus (STUK). Viitattu 26.5.2023 <https://stuk.fi/etusivu/radon/radon-suomessa>

RT 07-11299. 2018. Sisäilmastoluokitus 2018. RT-kortiston ohjekortti. Viitattu 5.7.2023.

Rulja, S. 2013. Radonin torjunta. Opinnäytetyö. Viitattu 5.6.2023.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59374/Rulja_Sami.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Räsänen, E. 2022. Opas pientalon ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyöhön. Opinnäytetyö. Viitattu 3.7.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/749313/Rasanen_Eemil_2022_05_20.pdf?sequence=2

Sauna ja kylpyhuone. N.d. Motiva Oy. Viitattu 16.5.2023. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/sauna_ja_kylpyhuone

Siikström, T. 2018. Asuinkerrostalon keskitetyn ja huoneistokohtaisen ilmanvaihtojärjestelmän hankinta- ja käyttökustannusvertailu. Opinnäytetyö. Viitattu 3.7.2023.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/143920/Siikstrom_Tommi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sisäilman tekijät. N.d. Sisäilmayhdistys ry. Viitattu 22.5.2023. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Sisailman-tekijat>

Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. Päivitetty 2021. 15. Talotekniikka info. Viitattu 30.5.2023.

Sisäilmasto. N.d. Motiva Oy Ohjeistussivusto. Viitattu 17.5.2023. https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiöt_-_yhdessä_energiätehokkaasti/sisailmasto

SIT 05-610038. 2006. SIT-ohjekortti. Viitattu 29.6.2023.

Suihkututkimus kertoo arjen hygieniasta. 2017. Talotekniikka lehden nettisivusto. Viitattu 10.7.2023. <https://talotekniikka-lehti.fi/suihkututkimus-kertoo-arjen-hygieniasta/>

Tietoa Caverionista - mikä vie meitä eteenpäin? N.d. Caverion Oy:n artikkeli yrityksestä. Viitattu 28.6.2023. <https://www.caverion.fi/tietoa-meista/>

Tietoja yrityksestä. N.d. Nordnetin Caverion Oyj:n sivusto. Viitattu 28.6.2023. <https://www.nordnet.fi/markkinakatsaus/osakekurssit/16215676-caverion?details>

Vanhan LTO-laitteen korvaaminen uudella ilmanvaihtolaitteella. N.d. Talotekniikkainfon ohjeistussivusto. Viitattu 5.7.2023. <https://talotekniikkainfo.fi/ratkaisut-etusivu/vanhan-lto-laitteen-korvaaminen-uudella-ilmanvaihtolaitteella>