

Viikin ympäristötalon käytönaikainen toimivuus

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikka
Energiatekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2017
Laura Salonpää

Lahden ammattikorkeakoulu
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

SALONPÄÄ, LAURA:

Viikin ympäristötalon käytönaikainen
toimivuus

Energiatekniikan opinnäytetyö, 58 sivua, 3 liitesivua

Syksy 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Viikin ympäristötalon käytönaikaista toimivuutta ylläpidon sekä käyttäjien näkökulmasta. Tavoitteena oli laatia toimeksiantajalle suunnitelma, jonka pohjalta voitaisiin tulevaisuudessa suunnitella rakennuksen auditointiprosessia. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Helsingin kaupunki.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa on perehdytty toimitilojen matalaenergiarakentamiseen, matalaenergiarakennuksien luokituksiin, Viikin ympäristötaloon sekä ympäristötalon energiatehokkaisiin ratkaisuihin. Teoriaosuuden pohjalta voidaan vastata opinnäytetyön toiseen tutkimuskysymykseen: Miten Viikin ympäristötalon käytönaikainen toimivuuden varmistus arvioidaan? Työssä on käyty lyhyesti läpi myös mitä uutta vuonna 2018 voimaan astuvat rakentamista koskevat asetukset tuovat nykyisten energiatehokkuutta määrittelevien määräysten tilalle.

Tutkimus on kvalitatiivinen, ja tutkimusmenetelmäksi on valittu teemahaastattelut. Tutkimusaineisto kerättiin haastattelemalla rakennuksen käyttäjiä ja ylläpidon jäseniä sekä tarkastelemalla vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyiden vastauksia. Tutkimustuloksia analysoimalla saatiin selville, mitkä ovat ympäristötalon olennaisimmat toimivuuden varmistamisen kohteet.

Käyttäjii ja ylläpitoa haastattelemalla rakennuksessa nousi esille puutteita muun muassa rakennuksen mittarointi- ja energiankulutus-seurantajärjestelmässä sekä aurinkovoimalan toimivuudessa.

Asiasanat: energiatehokkuus, matalaenergiarakentaminen, uusiutuvat energialähteet

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

SALONPÄÄ, LAURA:

The mid-use functionality of Viikki
Environment House

Bachelor's Thesis in Energy Engineering, 58 pages, 3 pages of
appendices

Autumn 2017

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to survey the functionality of the Viikki Environment House from the point of view of users and maintenance. The goal was to prepare a plan for the client, which could then be used to plan the audit process of the building in the future. The study was commissioned to City of Helsinki.

The theoretical part of this study consists of the following topics: low energy construction of office buildings, low energy building ratings, Viikki Environment House as a building and the energy-efficiency solutions of the Environment House. Based on the theoretical part, the second research question of the study is answered based on: How is the functionality of Viikki Environment House assessed? This thesis also briefly reviews how the new building regulations coming into effect in 2018 will affect the existing energy-efficiency regulations.

The research is qualitative and theme interviews were chosen as the research method. The survey material consists of the interviews conducted with the users and members of maintenance of the building as well as satisfaction surveys conducted in 2014 and 2015. In the analysis of the results of the research, the most important targets for ensuring the functionality of the building were mapped out.

The user and maintenance member interviews revealed shortcomings in, for instance, the measurement and energy monitoring system of the building and the functionality of the Environment House's solar power plant.

Key words: energy efficiency, low-energy construction, renewable energy sources

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	MySMARTLife-hanke	2
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimuskysymykset	3
2	MATALAENERGIARAKENTAMINEN	4
2.1	Hankesuunnittelu	4
2.2	Yleis- ja toteutussuunnittelu	6
2.3	Rakentaminen	9
2.4	Käyttö ja ylläpito	11
2.5	Haasteet	11
2.6	Luokitukset	12
2.6.1	Matalaenergiarakennusten luokitukset	12
2.6.2	Energiatehokkuusluku	14
2.7	Vuoden 2018 rakentamista koskevien asetusten uudistus	18
3	VIIKIN YMPÄRISTÖTALO	22
3.1	Viikin Ympäristötalon energiatehokkaat suunnitteluratkaisut	24
3.1.1	Rakenteet	24
3.1.2	Lämmitys	25
3.1.3	Jäähdytys	26
3.1.4	Ilmanvaihto	27
3.1.5	Valaistus	27
3.1.6	Aurinkovoimala	27
3.1.7	Tuuliturbiinit	29
3.2	Aiemmat tutkimukset	31
4	OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSMENETELMÄT JA TOTEUTUS	32
5	TUTKIMUSTULOKSET	35
5.1	Vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyt	35
5.2	Haastattelut	39
5.2.1	Käyttäjät	40
5.2.2	Ylläpito	42
6	TUTKIMUSTULOSTEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET	47
6.1	Rakenteet	47
6.2	Lämmitys ja jäähdytys	48

6.3	Sisäilmanlaatu	48
6.4	Valaistus	49
6.5	Ääniolosuhteet	49
6.6	Aurinkovoimala	49
6.7	Tuuliturbiinit ja muut	50
6.8	Johtopäätökset	51
7	YHTEENVETO	53
	LÄHTEET	55
	LIITTEET	59

KÄSITE- JA LYHENNELUETTELO

E-luku [kWh/m^2] eli energiatehokkuusluku lasketaan rakennukseen ostettavien energioiden ja energiamuotojen kertoimien tulona. Sitä käytetään rakennuksen energialuokan määrittelemisessä.

Energialuokka A-G ilmaisevat rakennuksien (myös ikkunoiden ja kodinkoneiden) energiatehokkuuden verrattuna muihin kohteisiin. Energialuokka A on paras ja G huonoin.

g-arvo [%] eli auringon säteilyn kokonaisläpäisykerroin kertoo kuinka suuri osa ikkunan ulkopintaan tulleesta auringonsäteilystä lämmittää huonetilaa.

Ilmanvuotoluku n_{50} [$1/h$] kertoo, kuinka monta kertaa tunnissa ilma vaihtuu 50 Pa:n ali- tai ylipaineella rakennuksessa. Mitä pienempi luku, niin sitä tiiviimpi rakenne.

U-arvo [$\text{W/m}^2\text{K}$] eli lämmönläpäisykerroin kertoo paljonko jokin rakenne läpäisee lämpöä. Mitä pienempi arvo on, niin sitä suurempi lämmöneristys on.

Urakoitsija on rakennustyön tilaajan sopimuskumppani, joka on sitoutunut rakentamaan tilaajalle rakennuksen tai rakennuksia. Urakoitsija on vastuussa omasta sekä käyttämiensä aliurakoitsijoiden töistä. Työmaan johto ja työturvallisuus ovat myös urakoitsijan vastuulla.

Rakennuksen bruttopinta-ala [m^2_{br}] kertoo koko rakennuksen laajuuden. Siihen lasketaan kaikkien kerrostasojen kerrostasoalojen summa. Kerrostasoaan lasketaan sekä kylmät että lämpimät huoneet.

SRakMk eli Suomen rakentamismääräyskokoelma sisältää täydentäviä määräyksiä sekä ohjeita maankäyttö- ja rakennuslakiin. Sitä ylläpitää ympäristöministeriö.

1 JOHDANTO

Rakentamisessa ollaan tällä hetkellä menossa kohti lähes nollaenergiarakentamista. Kaikki rakentamista koskevat asetukset uudistetaan vuoteen 2018 mennessä vuoden 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain (958/2012) mukaiseksi. 1.1.2018 astuvat voimaan uudet asetukset koskien uuden rakennuksen energiatehokkuutta, mikä tulee tarkoittamaan sitä, että rakennuksien tulee olla energiatehokkaita, ja niiden tarvitsema energia tulee kattaa suurimmilta osin uusiutuvilla energialähteillä. Vuoden 2018 jälkeen kaikkien viranomaisten käytössä ja omistuksessa olevien uudisrakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. Vuoden 2020 loppuun mennessä sama määräys koskee kaikkia uusia rakennuksia. (Ympäristöministeriö 2016b.)

Viikin ympäristötalo on tietävästi Suomen energiatehokkain toimitilarakennus ja se on toiminut energiatehokkuutta edistävänä pilottihankkeena ja suunnannäyttäjänä muille samankaltaisille projekteille. Tämän opinnäytetyön teoreettisessa viitekehyksessä on käyty läpi toimitilojen matalaenergiarakentamista sekä Viikin ympäristötalon energiatehokkaita suunnitteluratkaisuja. Aineisto teoriaosuuteen on hankittu perehtymällä erilaisiin kirjallisiin ja elektronisiin lähteisiin aiheesta.

Työn tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa Viikin ympäristötalon käytönaikaista toimivuutta. Työn tutkimuksen aineisto on kerätty teemahaastatteluilla, haastateltavana oli ympäristötalon käyttäjiä sekä ylläpitäjiä. Tutkimuksessa on käytetty myös vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyitä, joilla on selvitetty käyttäjien tyytyväisyyttä lämpötilasta, ilmanlaadusta, valaistuksesta ja ääniolosuhteista rakennuksessa. Tutkimustuloksia analysoimalla etsittiin olennaisimmat toimivuuden varmistamisen kohteet.

Toimeksiantajana työlle on toiminut Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimiala. Työn ohjaajina toimivat yhteiskuntavastuuyksikön päällikkö Katri Kuusinen sekä energia- ja ympäristötiimin

tiimipäällikkö Tiina Sekki. Opinnäytetyö liittyy Euroopan unionin rahoittamaan MySMARTLife-hankkeeseen, jossa Helsinki on mukana yhtenä seitsemästä kaupungista.

1.1 MySMARTLife-hanke

MySMARTLife on hanke jota rahoittaa Euroopan unionin Horisontti 2020 tutkimus- ja innovaatio-ohjelma. Se on maailman suurin tutkimus- ja innovaatorahoitusohjelma, jonka koko on noin 80 miljardia euroa vuosille 2014–2020. Ohjelman tavoitteena on luoda kasvua ja uusia työpaikkoja vahvistamalla EU-alueen tieteellistä osaamista. (Tekes 2013.)

MySMARTLife-hankkeessa pääkoordinoijana toimii CARTIF-tekniakeskus yhdessä 28 kumppanin kanssa 7 eri kaupungista. Mukana olevat kaupungit ovat Helsinki, Nantes (Ranska), Hampuri (Saksa), Varna (Bulgaria), Bydgoszcz (Puola), Rijeka (Kroatia) ja Palencia (Espanja). Kaupungit tekevät yhteistyötä kehittääkseen kestäviä kaupunkeja yhdessä asukkaiden kanssa ja toteuttaakseen älykkään talouden todellisuutta. Helsinki, Nantes ja Hampuri toimivat hankkeessa kaupunkeina, joissa aktiivista toimintaa tapahtuu. Loput neljä kaupunkia (Varna, Bydgoszcz, Rijeka ja Palencia) ovat mukana hankkeessa seuraajakaupunkeina oman ilmastotyönsä kehittämiseksi. MySMARTLife-hankkeen toteutusaika on 1.3.2017–31.12.2021. (Forum Virium Helsinki 2017; CARTIF 2017.)

MySMARTLife-hankkeen tärkeimpiä tavoitteita on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä kaupungeissa lisäämällä uusiutuvien energialähteiden käyttöä sekä tehdä kaupungeista ympäristöystävällisempiä. Helsingissä yhtenä suurena tavoitteena on vähentää energiankulutusta Helsingin alueella 10–20 prosenttia. Helsingissä toiminnassa ovat mukana Helsingin kaupunki, Forum Virium Helsinki, Helen Oy, Teknologian tutkimuskeskus VTT, Fourdeg Oy, Salusfin Oy ja Helsingin Metropolia ammattikorkeakoulu. Hampurissa ja Nantesissa toimivat samankaltaiset konsortiot, joissa kaupunki toimii

alueellisena koordinaattorina sekä paikalliset alan yhtiöt keskeisinä ratkaisutoimijoina. (Forum Virium Helsinki 2017.)

Helsingissä mySMARTLife-hankkeen muita tavoitteita on edistää energiatehokasta korjausrakentamista ja energiaa säästäviä älykotiratkaisuja. Hankkeella pyritään myös hyödyntämään uusiutuvaa energiaa parhaimman mukaan, kehittää kysyntäjoustop keinoja energiavarastoja, kaukolämpö- ja sähköverkkoa sekä lisätä sähköistä joukkoliikennettä. Euroopan komissio on myöntänyt yhteishankkeelle 18 miljoonan euron rahoituksen, josta Helsingin toimenpiteiden osuus on 5,6 miljoonaa euroa. (Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2017a.)

Tämän opinnäytetyön tutkimuskohteesta, Viikin ympäristötalosta, vastaa hankkeessa Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön toimiala. Kaupunkiympäristön toimialan tehtävä ympäristötalon osalta on teknisten ratkaisuiden toteuttaminen, seuranta, tulosten jalkauttaminen sekä julkisen rakennuskannan energiadatan kehitystyö kohti avoimen datan periaatteita. (Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2017a.)

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Viikin ympäristötalon käytönaikaista toimivuutta sekä sitä, kuinka se vastaa suunniteltua erityisesti käyttäjien ja ylläpitäjän näkökulmasta. Tavoitteena oli saada tämän työn toimeksiantajalle suunnitelma, jonka pohjalta voitaisiin tulevaisuudessa lähteä rakentamaan rakennuksen auditointia.

Opinnäytetyössä pyrittiin saamaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Miten Viikin ympäristötalon käytönaikainen toimivuuden varmistus (ToVa) arvioidaan?
2. Mitkä ovat olennaisimmat toimivuuden varmistamisen kohteet?

Lisäksi tarkoituksena oli pohtia mahdollisia korjaustoimenpiteitä tutkimustuloksissa esiin nousseille ongelmille, joista enemmän luvussa 7.

2 MATALAENERGIARAKENTAMINEN

Matalaenergiarakentamisella tarkoitetaan rakennusten kokonaisenergiankulutustason merkittävää pienentämistä aina voimassa olevaan Suomen rakennusmääräyskokoelman tasoon verrattuna (Helsingin kaupunki 2010). Matalaenergiarakennukset voidaan myös luokitella muutamien eri tavoin, tässä opinnäytetyössä luokittelu on tehty seuraavasti: matalaenergiatalo, passiivitalo, nettonollaenergiatalo sekä nettoplusenergiatalo.

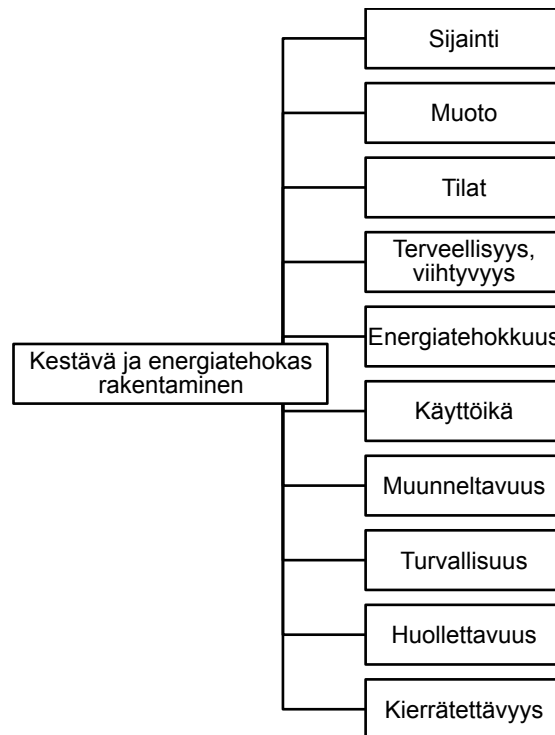
Matalaenergiarakennukset suunnitellaan monialaisina kokonaisuuksina, joissa suunnittelun, toteutuksen sekä ylläpidon normaalia kiinteämpi yhdistäminen on tarpeellista. Eri osapuolten tehtävät ja yleiset toimintatavat vaikuttavat olennaisesti rakennushankkeen onnistumiseen. Tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa tullaan perehtymään enemmän toimitilojen matalaenergiarakentamisen hankesuunnitteluun, yleis- ja toteutussuunnitteluun, rakentamisvaiheeseen sekä käyttöön ja ylläpitoon.

Vuoden 2018 alussa on tulossa rakentamista koskevien asetusten uudistus. Lokakuussa vuonna 2016 ympäristöministeriö on julkaissut luonnokset, jotka korvaavat nykyiset uudisrakennusten sisäilmasto- ja ilmanvaihtomääräykset sekä energiatehokkuusmääräykset. Uudistuksesta enemmän tämän opinnäytetyön luvussa 3.7.

2.1 Hankesuunnittelu

Rakentamisprosessi alkaa tarveselvityksellä sekä hankepääöksellä. Ennen hankesuunnitelmaa tehdään tarveselvitys, jossa perustellaan rakennushankkeen tarpeellisuus, laajuus, edellytykset ja toteuttamismahdollisuudet. Tarveselvityksessä tulisi eritellä myös hankkeen perustamista tukevat toiminnalliset, tekniset, laadulliset ja taloudelliset tarpeet. Tarveselvityksen pohjalta tehdään hankesuunnitelma, kun on saatu hyväksytty päätös rakennushankkeelle. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 43.)

Matalaenergiarakentamisessa hankesuunnitelmavaiheessa määritetään rakennettavalle rakennukselle energian kulutustavoitteet ja tavoitteelliset energiansäästöön tähtäävät päätökset. Hankesuunnitelmavaiheessa pyritään tarkastelemaan rakennuksen keskeisiä ominaisuuksia (kuvio 1), joilla on merkitystä matalaenergiarakennuksen suunnittelun edetessä.



KUVIO 1. Hankesuunnitteluvaiheen keskeiset suunnittelunäkökohdat matalaenergiarakennusta suunniteltaessa (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 44)

Hankesuunnitelmaan on kirjattava matalaenergiarakennuksen energiatehokkuustavoite. Energiatehokkuustavoite tehdään kohteen koosta, rakennustyyppistä ja vaativuudesta riippuen käyttäen jotakin seuraavista tavoista:

1. energiatehokkuuslukuun (E-luku) perustuva energiankulutus (E-luku – x %)
2. tilastoihin perustuva ominaiskulutus
3. peruskorjattavan kohteen aikaisempi kulutus sekä siitä tavoiteltava energiansäästö

4. karkealla laskennalla määritetty kulutus, joka huomioi muun muassa kohteen todellisen käytön. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 43.)

Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään myös rakenteiden ja järjestelmien tekniset vaatimukset ja energiatehokkuutta osoittavat tunnusluvut. Lähtökohtaisesti tulisi käyttää Suomen rakennusmääräyskokoelman ohjearvoja tavoitteena energiatehokkuuden kokonaisparantaminen. Rakenneteknisiä tunnuslukuja ovat vaipanrakenteiden lämmönpitävyys (U-arvo) ja tiiviys sekä ikkunoiden säteilyläpäisevyys (g-arvo). Taloteknisten järjestelmien energiatehokkuutta kuvaa kriteerit, joita ovat esimerkiksi ilmanvaihdon ominaissähköteho, lämmityksen pumppujen ominaissähköteho, jäähdytyksen keskimääräinen ominaissähköteho, lämmöntalteenoton hyötysuhde ja valaistuksen neliöteho. Lisäksi voitaisiin asettaa tavoitteita eri taloteknisten järjestelmien tarpeenmukaisille ohjauksille ja säädettävyyksille. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 47–48.)

2.2 Yleis- ja toteutussuunnittelu

Matalaenergiarakentamisessa yleissuunnittelu perustuu eri osapuolten tavoitteelliseen ja kiinteään yhteistyöhön. Se painottuu rakennuksen tekniisiin ratkaisuihin ja vetää yhteen kaikki hankkeeseen liittyvät osatekijät. Taulukossa 1 on nähtävillä, mitkä ovat matalaenergiarakentamisen yleissuunnittelun keskeisiä kohteita sekä mihin näiden kohteiden suunnittelussa tulee erityisesti kiinnittää huomiota, jotta rakennusprojektin tuloksena syntyisi tarkoitustansa vastaava rakennus.

TAULUKKO 1. Yleissuunnittelun keskeiset kohteet matalaenergiarakentamisessa (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 53)

Arkkitehtisuunnittelu	Sijainti, muoto, suuntaukset, hallitsemattoman ilmanvaihdon minimointi, tilojen mitoitus ja sijoittelu
Rakennetekninen suunnittelu	Vaipan eristystaso, tiiveys
Energianhankintasuunnittelu	Energiamuotojen optimointi elinkaari vaikutukset ja –kustannukset huomioiden
LVI-tekniinen suunnittelu	Tarpeiden optimointi, järjestelmäratkaisun valinta, lämmön talteenotto, mitoitus, tarpeenmukaisuus
Sähkötekniinen suunnittelu	Valaistuksen tarpeen optimointi, päivänvalo ja tarpeenmukaisuus. Käyttäjien energiatehokkaat laitteet, optimoidut häviöt.

Yleissuunnitteluvaiheessa tarkastellaan erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja suunnittelijoiden kesken. Vaihtoehdot perustuvat aiemmin tehtyyn hankesuunnitelmaan ja ovat tavoiteasettelun mukaisia, niitä vertaillaan esimerkiksi erilaisia simulointeja hyödyntäen.

Arkkitehtisuunnittelussa on hyvä huomioida, että matalaenergiarakennuksen massoittelu suunnitellaan siten, että ulkopintaa tulee mahdollisimman vähän lattiapinta-alaa kohden. Ulkovaipan ja hyötyalan suhde tulee optimoida. Suunnittelussa kannattaa ”ylimääräisiä” kulmia ja riskirakenteita välttää ilmanpitävyyden kannalta sekä sisäilma- ja kosteusvaurioriskien vähentämiseksi. Rakenneteknisesti vaipan tulee olla riittävän eristyskykyinen, ettei jäähdytystarve sisäisten lämpökuormien takia kasva tarpeettomasti etenkin keväen ja syksyn aikoina. Ikkunatyyppejä suunniteltaessa, energiatehokkuutta ajatellen, olisi hyvä valita pienellä lämmönläpäisykertoimella (U-arvo) ja auringon säteilyn

kokonaisläpäisykertoimella (g-arvo) olevat ikkunat. (Helsingin kaupunki 2010.)

Matalaenergiarakentamisessa tulisi selvittää uusiutuvien energialähteiden käyttömahdollisuudet sekä tarpeiden mukaan hyödyntää niitä. Tyypillisesti rakentamisessa käytettäviä uusiutuvia energialähteitä ovat aurinkoenergia, tuulivoima, lämpöpumput ja kalliojäähdytys. (Helsingin kaupunki 2010.)

Rakennuksien suunnittelussa on tärkeää, että suunnitellaan käyttäjien tarpeisiin soveltuvat terveelliset, turvalliset, toimivat ja viihtyisät tilat, jotka ovat mahdollisimman energiatehokkaat. LVI-suunnittelun osalta tulee erityisesti kiinnittää huomiota järjestelmä- ja laitevalintoja tehtäessä niiden energiatalouteen ja elinkaarikestävyyteen. Tulee myös huomioida, että toimitilarakennuksissa on paljon laitteita ja valonlähteitä, jolloin rakennukseen kohdistuu suuret sisäiset lämpökuormat, jotka lisäävät rakennuksen jäähdytyksen tarvetta (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 80). Koneellista jäähdytystä olisi syytä välttää ja hyödyntää mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi kaukojäähdytystä tai kalliojäähdytystä. Lämmityksessä olisi hyvä hyödyntää kaukolämmitystä, jos kaukolämpöverkko kulkee alueella. (Helsingin kaupunki 2017.)

LVI-tekniikan energiansäästöratkaisuilla pyritään säästämään lämmitys- ja jäähdytysenergiaa. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton optimointi olisi hyvä huomioida myös. Laitteet ja ilmanvaihtokanavien huollettavuuteen, säädettävyyteen ja toimintavarmuuteen tulee kiinnittää erityisesti huomiot, laitteilla on oltava riittävät huoltotilat, yhteydet teknisiin tiloihin tulee olla helppokulkuiset sekä turvalliset käyttää. Yhtenä tärkeänä asiana LVI-suunnittelussa on sisäilmavaatimusten huomioonottaminen, (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto) varsinkin ilmanvaihtomäärissä. (Helsingin kaupunki 2010; Helsingin kaupunki 2017.)

Sähköteknisessä suunnittelussa on hyvä huomioida, että kaikissa laitteistovalinnoissa laitteiden tulisi vastata niiden todellista käyttötarvetta, sekä niissä on huomioitava energiatehokkuus sekä hyötysuhde.

Sähkökeskuksissa laitteet olisi hyvä ryhmitellä siten, että tarvittaessa voidaan rajoittaa huipputehoa pudottamalla osa kuormituksesta pois. Edellä mainittuun kuuluvia kulutusryhmiä ovat esimerkiksi

1. kiinteistösähkö (sisältää tyypillisesti ulkovalaistuksen, aula- ja käytävävalaistuksen sekä autolämmityspistorasiat)
2. ATK-pistorasiakuorma
3. muu pistorasiakuorma
4. valaistus
5. LVI
6. keittiölaitekuorma
7. laboratoriolaittekuormat. (Helsingin kaupunki 2010).

Yleissuunnittelun loppuvaiheessa haetaan normaalisti rakennuslupaa. Kun rakennuttaja on hyväksynyt yleissuunnitelman, laaditaan toteutussuunnitelma. Toteutussuunnitteluvaiheessa määritellään lopulliset arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnitelmat.

Toteutussuunnitelmavaiheessa kuuluu laatia myös rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden runko. Tässä vaiheessa tulee myös tarkistaa, että rakennuttajan päättämä energiatehokkuusluokka rakennukselle ominaisarvoineen saavutetaan. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 133.)

2.3 Rakentaminen

Suunnitteluvaiheen ollessa valmis ja kun rakennuslupa on myönnetty sekä rakennuttaja on hyväksynyt suunnitelmat, niin voidaan aloittaa rakennusurakka. Rakennusurakkaa varten osapuolet (urakoitsija ja rakennuttaja) tekevät sopimuksen jossa urakoitsija sitoutuu rakentamaan urakkahintaa vastaan rakennuttajalle yhden tai useampia rakennuksia. Matalaenergiarakentamisessa rakennuttajan näkökulmasta rakentamisen valmistelu sisältää

1. vaatimusten suhteen yksilöidyn urakkasopimuksen laadinnan

2. mahdollisten ympäristöluokitusten asettamien velvoitteiden osoittamisen urakoitsijalle, kuten esimerkiksi LEED- ja BREEAM – ympäristöluokitukset. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 135.)

Matalaenergiarakentamisessa rakentamisen valmistelun vaiheessa on tärkeää, että energiatehokkuuden kannalta urakan organisoituminen ja aikataulutus on tehty tärkeiden osa-alueiden mukaan, joita ovat esimerkiksi tiiveys, sisäilmasto, kosteus sekä sähköjärjestelmät, sekä myös rakennuksen energiatehokkuus on pystyttävä mittaamaan ja todentamaan. Sillä varmistetaan, että mittaus on suunniteltu yksityiskohtaisesti ja energiankulutuksen seuraamisen ja todentamisen kannalta oikein. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 135.)

Rakennuksen sisäilman ja energiatehokkuuden osalta on tärkeää, että kunnollisia asennusohjeita ja asentajia on riittävästä käytettävissä. Usein huomataan, että jotkin hankitut tuotteet eivät täytä laatuvaatimuksia, mikä johtuu usein siitä syystä, että rakennusselityksessä on maininta ”tai vastaava”, joka saattaa johtaa yhteensopimattomuuteen muiden laitteiden kanssa. Tästä syystä matalaenergiarakennusta rakentaessa on tärkeää pidättäytyä suunnitelmissa. Suunnitelmissa pysymisestä on pääasiassa vastuussa työmaavalvojat. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 137.)

Matalaenergiarakennuksen rakennusvaiheessa tulee kiinnittää erityisesti huomiota erilaisiin vaurioriskeihin. Virheitä pyritään välttämään suunnittelemalla ja toteuttamalla rakenteet huolellisesti.

Matalaenergiarakentamisessa rakennusprosessin yhtenä heikkoutena, ainakin toistaiseksi, voidaan pitää sitä, että sisäilman ja energiatehokkuuden laadun ja toimivuuden varmistamiselle on vain vähän keinoja, kun taas esimerkiksi rakentamisen laadun valvontaan niitä on ollut jo pidemmän aikaa käytössä huomattavasti enemmän. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 137.)

2.4 Käyttö ja ylläpito

Uusille pysyvään asumiseen tai työskentelyyn tarkoitetuille rakennuksille on tehtävä käyttö- ja huolto-ohje maankäyttö- ja rakennuslain 117 i § mukaan. Kyseisen lakipykälän mukaan käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus ja ominaisuudet sekä rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä ottaen huomioon tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaisesta käytöstä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 117 i §.)

Rakennusprojektissa, kun urakka on vastaanotettu ja hyväksytty alkaa sopimuksen mukainen takuu-aika, jonka pituus on yleensä kaksi vuotta. Takuuajan puitteissa urakoitsija vastaa ilmenevistä vioista ja puutteista ja korjaa ne. Takuuajan loputtua pidetään aina takuutarkastus. Käyttöönoton jälkeen on hyvä tehdä tyytyväisyyskyselyjä rakennuksen käyttäjiltä, jotta saataisiin selvitettyä esimerkiksi sisäilmaolosuhteita, akustiikkaa tai soveltuuko rakennus ylipäätään sille tarkoitettuun käyttöön käyttäjien mielestä.

Rakennuksen ylläpidon tarkoituksena on säilyttää sen kunto, arvo ja ominaisuudet. Ylläpitoon kuuluu kiinteistönhoito ja kunnossapito, joiden tehtävinä ovat muun muassa teknisten järjestelmien hoito, viallisten kohteiden korjaus, siivous, jätehuolto sekä ulkoalueiden hoito. Kunnossapito käsittää lisäksi kiinteistön ominaisuuksien säilyttämisen parhain mahdollisin tavoin, joko uusimalla tai korjaamalla vialliset ja kuluneet osat. Matalaenergiarakennuksen ylläpidossa on erityisen tärkeää energianhallinnan kannalta mittaristoihin perustuva jatkuva energiankulutusseuranta. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 149.)

2.5 Haasteet

Matalaenergiarakentaminen on saanut osakseen kritiikkiä monilta osapuolilta. Suurimmaksi osaksi kritiikki on koskenut matalaenergiarakennuksissa käytettävien eristeiden paksumuksia. Matala- ja passiivienergiatalojen paksumat eristykset saattavat tuottaa kosteus-

ja homeongelmia. Eristepaksuuksia tärkeämpää kuitenkin olisi rakennusten huolellinen suunnittelu ja rakentaminen jotta edellä mainitun kaltaisilta ongelmilta vältyttäisiin.

Haasteeksi matalaenergiarakentamisessa voi joillekin tahoille olla sen korkeammat kustannukset. Joidenkin arvioiden mukaan matalaenergiarakentaminen maksaisi noin 3–5 % enemmän kuin normien mukainen rakennus.

2.6 Luokitukset

Matalaenergiarakentamisessa tavoite on rakennuksen mahdollisimman alhainen kokonaisenergiantarve, joka pyritään saavuttamaan alentamalla merkittävästi ostoenergiantarpeita ja vähentämällä mahdollisuuksien mukaan energiantuottojärjestelmien primäärienergiantarvetta.

Energiatodistuksen luokitusten alittaville toimistorakennuksille ei ole vielä määritelty virallisesti omia energiatehokkuuslukuja, jonka vuoksi niitä ei tässä opinnäytetyössä tulla käymään läpi sen tarkemmin vaan määritelmät ovat asuinrakennuksien.

2.6.1 Matalaenergiarakennusten luokitukset

Matalaenergiatalon määritelmän mukaan rakennuksella pitää olla vähintään 25 % alhaisempi energiatehokkuusluku kuin mitä Suomen rakennusmääräyskokoelman vähimmäisvaatimusten mukaan toteutetun asuinrakennuksen. Sen lämmitysenergiatarpeen tulee olla 26–50 kWh/(m²a) (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2009, 28).

Matalaenergiatalon määritelmässä ilmanpitävyydelle raja-arvoksi on täsmennetty $n_{50} \leq 1,0$ 1/h (Passiivi.info 2017).

Passiivitalossa rakenteiden lämmönpitävyys ja tiiveys tulee olla erittäin hyvä ikkunoiden, ovien ja ulkovaipan suhteen. Passiivitaloon pyritään valikoimaan laitteita, jotka kuluttavat mahdollisimman vähän sähköä.

Suomessa passiivitalon määritelmä perustuu kolmeen tunnuslukuun, jotka ovat esitetty taulukossa 2. Tunnusluvut kertovat Suomeen rakennettavien passiivitalojen tilojen lämmitysenergiatarpeen, kokonaisprimäärienergiatarpeen ja mittauksiin perustuvan ilmanpitävyyssluvun, jonka raja-arvoksi on passiivitaloihin, maantieteellisestä sijainnista riippumatta, määritelty $n_{50} \leq 0,6$ 1/h. (Passiivi.info 2017.)

TAULUKKO 2. Suomen passiivitalon kriteerit (Passiivi.info 2017)

	Etelärannikko	Maan keskiosat	Pohjoisosat
Lämmityksen energiantarve	≤ 20 kWh/(m ² a)	≤ 25 kWh/(m ² a)	≤ 30 kWh/(m ² a)
Kokonaisprimäärienergiantarve	≤ 130 kWh/(m ² a)	≤ 135 kWh/(m ² a)	≤ 140 kWh/(m ² a)
Ilmanvuotoluku n_{50}	$\leq 0,6$ 1/h	$\leq 0,6$ 1/h	$\leq 0,6$ 1/h

Passiivitalon määritelmässä heikkoutena on, että samaa energiankulutuksen lukuarvokriteeristöä käytetään erityyppisille ja erikokoisille rakennuksille. Parhaiten se kuitenkin soveltuu asuinrakennusten energiatavoitteeksi. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012, 16.)

Nettonollaenergiatalo on rakennus, jonka primäärienergiakulutus on 0 kWh/m²/v. Energiaa nollaenergiatalossa sekä plusenergiatalossa voidaan tuottaa esimerkiksi jäähdytysenergian osalta kallioporakaivoilla, joita voidaan tarvittaessa käyttää myös rakennuksen lämmitykseen. Sähköä voidaan tuottaa myös esimerkiksi aurinkopaneeleilla ja tuulivoimaloilla.

Nettoplusenergiatalon määrittely on kuten nollaenergiatalon, mutta energiantuotto ylittää rakennuksen kulutuksen. Se ei kuitenkaan tarkoita, että se tuottaisi energiaa yli omien tarpeiden vuoden jokaisena päivänä.

Plusenergiatalo voi tuottaa esimerkiksi keväällä ja kesällä energiaa yli omien tarpeidensa, mutta talvisin energia voidaan hankkia ostoenergiana. Plusenergiatalo kuitenkin tuottaa vuodessa aina enemmän energiaa kuin mitä sen mahdollisesti tarvitsee ostaa energiayhtiöiltä.

Nollaenergiatalolle ja plusenergiataloille ei ole tarkkaa vakiintunutta määritelmää vielä, niiden tuotannon ja kulutuksen vertailutapojakin on myöskin useita.

2.6.2 Energiatehokkuusluku

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013 on annettu 18.1.2013 ja sen tarkoituksena on lisätä mahdollisuuksia rakennusten energiatehokkuuden vertailuun, edistämään rakennusten energiatehokkuutta sekä uusiutuvien energialähteiden käyttöä (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013, 1 §). On rakennuksen omistajan vastuulla, että rakennuksen energiatodistus hankitaan. Energiatodistus on työkalu jolla voidaan vaivattomasti vertailla rakennusten energiatehokkuutta. Energiatodistuksissa käytetään energiatehokkuuslukua rakennusten energialuokitukseen. Energialuokitteluja käytetään rakennusten lisäksi myös esimerkiksi ikkunoihin, konttori- sekä kodinkoneihin.

Rakennuksen energiatehokkuusluku (E-luku) on määritelty ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten energiatehokkuudesta (2/11) Suomen rakennusmääräyskokoelman osassa D3 (RakMk D3) seuraavasti:

2.1.2

Rakennuksen kokonaisenergiankulutus (E-luku) on laskettava. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku saadaan laskemalla yhteen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain. (Ympäristöministeriö 2011a, 8.)

Ympäristöministeriön antamassa rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennan ohjeista (6/13) energiatehokkuusluku saadaan laskettua Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D5 (RakMk D5) mukaisesti kaavasta (1):

$$E = \frac{f_{\text{kaukolämpö}} Q_{\text{kaukolämpö}} + f_{\text{kaukojäähdytys}} Q_{\text{kaukojäähdytys}} + \sum_i f_{\text{polttoaine, i}} Q_{\text{polttoaine, i}} + f_{\text{sähkö}} W_{\text{sähkö}}}{A_{\text{netto}}} \quad (1)$$

jossa

E	rakennuksen energialuku, kWh _E /(m ² a)
$Q_{\text{kaukolämpö}}$	kaukolämmön kulutus, kWh/a
$Q_{\text{kaukojäähdytys}}$	kaukojäähdytyksen kulutus, kWh/a
$Q_{\text{polttoaine, i}}$	polttoaineen i sisältämän energian kulutus, kWh/a
$W_{\text{sähkö}}$	sähkön kulutus, josta vähennetty rakennuksessa käytetty omavaraissähköenergia, kWh/a
$f_{\text{kaukolämpö}}$	kaukolämmön energiamuodon kerroin
$f_{\text{kaukojäähdytys}}$	kaukojäähdytyksen energiamuodon kerroin
$f_{\text{polttoaine, i}}$	polttoaineen i energiamuodon kerroin
$f_{\text{sähkö}}$	sähkön energiamuodon kerroin
A_{netto}	rakennuksen lämmitetty nettoala, m ²

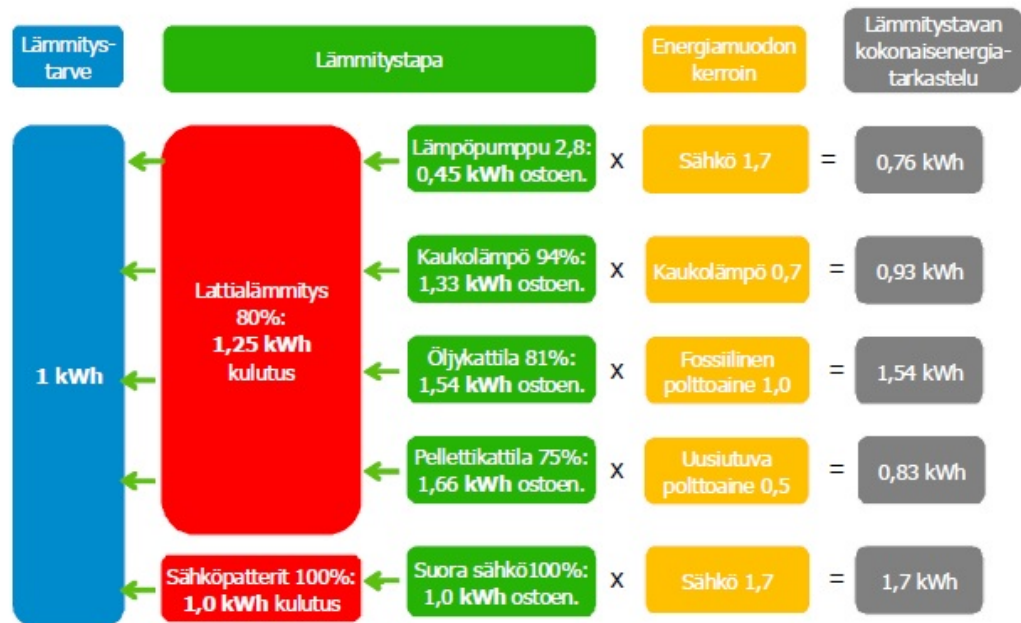
(Ympäristöministeriö 2013.)

Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D3 mukaan energiamuotojen kertoimet, joita energiatehokkuusluvun laskemisessa käytetään, ovat seuraavat:

sähkö	1,7
kaukolämpö	0,7
kaukojäähdytys	0,4
fossiiliset polttoaineet	1,0
rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,5

Kuviossa 2 havainnollistetaan, kuinka energiamuodon kerroin vaikuttaa E-luvun laskentaan. Merkittävä tekijä rakennuksen energiatehokkuuteen on lämmitystapa, jonka edullisuuden ratkaisevat lämmitysjärjestelmän hyötysuhde, lämpöpumpuilla lämpökerroin sekä energiamuoto.

Lämmitystarpeen kattamiseen tarvitaan eri määrä ostoenergiaa eri lämmitysmuodoilla, joka energiatehokkuuslukua laskiessa kerrotaan vielä energiamuodon kertoimella. Uusiutuvan energian, esimerkiksi maalämmön tai pellettien, käyttäminen rakennuksen lämmitykseen alentaa tehokkaasti E-lukua. E-lukua on mahdollista pienentää myös esimerkiksi rakennuksen hyvällä lämmöneristyksellä, ilmanvaihdon talteenotolla sekä hyvillä ikkunoilla. (Energiatehokas koti 2016.)



KUVIO 2. Esimerkki lämmitystapojen vaikutuksesta energiatehokkuusluvun laskentaan (Ympäristöministeriö 2011b)

Mitä suurempi rakennuksen energiatarve on, sitä suurempi E-luku muodostuu laskiessa. Lasketun energiatehokkuusluvun perusteella voidaan rakennukset luokitella energiatehokkuudeltaan eri luokkiin. Alla olevasta taulukosta 3 nähdään kuinka energiatehokkuusluokat ilmaistaan kirjaintunnuksella luokitteluasteikoilla A-G. Taulukossa on käytetty esimerkkinä toimistorakennusten luokitteluasteikkoa. (Ympäristöministeriö 2016a.)

TAULUKKO 3. Toimistorakennusten energiatehokkuusluokat luokitteluasteikoin A-G (Ympäristöministeriö 2016a)

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiakulutus, E-luku (kWh _E /m ² vuosi)
A	E-luku ≤ 80
B	81 ≤ E-luku ≤ 120
C	121 ≤ E-luku ≤ 170
D	171 ≤ E-luku ≤ 200
E	201 ≤ E-luku ≤ 240
F	241 ≤ E-luku ≤ 300
G	301 ≤ E-luku

RakMk D3 -määräyksessä on määritelty, ettei uudisrakennuksen energiatehokkuusluku saa ylittää taulukossa 4 lueteltuja arvoja. Kaikkien eri rakennustyyppien kiintopisteenä toimivat energiatehokkuusluokkien C ja D raja, joka on uudisrakentamisen vaatimusten mukaisuuden raja-arvo. Uudisrakennus ei siis voi olla energiatodistusluokaltaan huonompi kuin D.

TAULUKKO 4. Uudisrakennuksen E-luvun raja-arvot luokittain (Ympäristöministeriö 2011a, 9)

Luokka 1	Erillinen pientalo, rivi ja ketjutalo	Lämmitetty nettoala, A _{netto}	kWh/m ² vuodessa
	Pientalo	A _{netto} < 120m ²	204
		120 ≤ A _{netto} ≤ 150m ²	372 – 1,4 * A _{netto}
		150m ² ≤ A _{netto} ≤ 600m ²	173 – 0,07 * A _{netto}
		A _{netto} > 600m ²	130

Hirsitalo		
	$A_{\text{netto}} < 120\text{m}^2$	229
	$120 \leq A_{\text{netto}} \leq 150\text{m}^2$	$397 - 1,4 * A_{\text{netto}}$
	$150\text{m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600\text{m}^2$	$198 - 0,07 * A_{\text{netto}}$
	$A_{\text{netto}} > 600\text{m}^2$	155
Rivi- ja ketjutalo		150
Luokka 2	Asuinkerrostalo	130
Luokka 3	Toimistorakennus	170
Luokka 4	Liikerakennus	240
Luokka 5	Majoitusliikerakennus	240
Luokka 6	Opetusrakennus ja päiväkoti	170
Luokka 7	Liikuntahalli pois lukien uima- ja jäähalli	170
Luokka 8	Sairaala	450
Luokka 9	Muut rakennukset ja määräaikaiset rakennukset	E-luku on laskettava, mutta sille ei ole asetettu vaatimusta

Samalla rakennuksella voi olla useampi kuin yksi energiatehokkuusluku. Sellaisissa tapauksissa rakennuksilla on myös useampia käyttötarkoituksia kuin vain yksi (esimerkiksi toimisto-liikerakennus). Silloin E-lukua laskettaessa rakennus jaetaan käyttötarkoituseroosien mukaisiin osiin. RakMk D3 mukaan osien on täytettävä taulukossa 4 luetellut vaatimukset. Jos jonkin käyttötarkoituksen mukainen osa on alle 10 % lämmitetystä nettoalasta, se voidaan silloin lukea muihin aloihin kuuluvaksi. (Ympäristöministeriö 2011a, 9)

2.7 Vuoden 2018 rakentamista koskevien asetusten uudistus

Kaikki rakentamista koskevat asetukset tullaan uudistamaan vuoteen 2018 mennessä vuonna 2013 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain

(958/2012) mukaiseksi. Tässä luvussa on kerrottu miten asetukset uudistuvat energiatehokkuuden osalta. 1.1.2018 astuvat voimaan uudet asetukset koskien uuden rakennuksen energiatehokkuutta. Mikä tulee tarkoittamaan sitä, että rakennuksien tulee olla energiatehokkaita, ja niiden tarvitsema energia tulee kattaa suurimmalta osin uusiutuvilla energialähteillä. Vuoden 2018 jälkeen kaikkien viranomaisten käytössä ja omistuksessa olevien uudisrakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia. Vuoden 2020 loppuun mennessä sama määräys koskee kaikkia uusia rakennuksia. (Ympäristöministeriö 2016c.)

Lokakuussa 2016 ympäristöministeriö on julkaissut asetusluonnokset, jotka tulevat korvaamaan nykyiset uudisrakennusten sisäilmasto- ja ilmanvaihtomääräykset (RakMk D2) sekä energiatehokkuusmääräykset (RakMk D3). Muutokset tulevat koskemaan erityisesti lähes nollaenergiarakentamista. Uusien ohjeiden soveltaminen on tarkoitus alkaa kohteissa, joille haetaan rakennuslupaa 1.1.2018 jälkeen. Merkittävimmät muutokset tulevat olemaan ostoenergiakertoimien muuttaminen primäärienergiakertoimiksi sekä uudisrakennusten energiatehokkuuslukujen raja-arvojen luokitusten pieneneminen. Energiatehokkuusluvun laskentaan käytettävä kaava ei tule kuitenkaan muuttumaan, mutta siihen on tulossa tarkennuksia esimerkiksi tarpeenmukaisen ilmanvaihdon laskennan osalta. Energiamuotojen kertoimien on esitetty muuttuvan seuraavanlaisiksi:

sähkö	1,2
kaukolämpö	0,5
kaukojäähdytys	0,28
fossiiliset polttoaineet	1
rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,5

1.1.2018 jälkeen rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisesti laskettu E-luku ei saa ylittää arvoja, jotka on kuvattu taulukossa 5. Samasta päivämäärästä alkaen niitä tullaan myös kutsumaan asetuksiksi, kun sitä ennen ne ovat olleet määräyksiä. (Ympäristöministeriö 2016c.)

TAULUKKO 5. Uudisrakennuksen E-luvun raja-arvot luokittain 1.1.2018 alkaen (Ympäristöministeriö 2016c)

Luokka	Rakennus	Lämmitetty nettoala, A_{netto}	kWh/m ² vuodessa
Luokka 1	Erillinen pientalo, rivi ja ketjutalo		
	Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on enintään 150 m ²		200–0,6 A_{netto}
	Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on enemmän kuin 150 m ² kuitenkin enintään 600 m ²		116–0,04 A_{netto}
	Erillinen pientalo ja ketjutalon osana oleva rakennus, joiden lämmitetty nettoala (A_{netto}) on enemmän kuin 600 m ²		92
	Rivitalo ja enintään kaksikerroksinen asuinkerrostalo		105
Luokka 2	Vähintään kolmikerroksinen asuinkerrostalo		90
Luokka 3	Toimistorakennus, terveyskeskus		100
Luokka 4	Liikerakennus		135
Luokka 5	Majoitusliikerakennus ja mm. palvelurakennus		160
Luokka 6	Opetusrakennus ja päiväkot		100
Luokka 7	Liikuntahalli pois lukien uima- ja jäähalli		100
Luokka 8	Sairaala		320
Luokka 9	Muut rakennukset ja määräaika		Ei raja-arvoa

Uudet asetukset eivät ota kantaa rakennuksien lähes nollaenergiaratkaisuihin, vaan ne on jätetty suunnittelijoiden ratkaistaviksi. Oman uusiutuvan energian tuotanto rakennuksessa ei ole asetuksen mukaan pakollista. Termin ”lähes nollaenergiarakennus” ei pidä antaa

hämätä uusissa asetuksissa, sillä jatkossakin rakennustyyppistä riippumatta energiatehokkuuslukuvaatimukset ovat 90–320 kWh/m² väliltä, joten ollaan vielä kaukana rakennuksista joiden kulutus olisi 0 kWh/m².
(Insinööritoimisto Äyräväinen Oy 2016.)

3 VIIKIN YMPÄRISTÖTALO

Viikin ympäristötalo (kuva 1) on Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen ja Helsingin yliopiston ympäristötieteiden laitoksen käytössä oleva toimistorakennus, joka valmistui syyskuussa 2011. Ympäristötalo on tiettävästi ollut valmistuessaan Suomen vähiten kuluttava toimitalo, jonka energiankulutus on alle puolet normaalin toimistorakennuksen kulutuksesta. Rakennuksen energiatehokkuusluku rakentamismääräyskokoelma D3/2012 laskentasääntöjen mukaan on 93 kWh/m².

Hanke on ensimmäinen Helsingin kaupungin entisen HKR-Rakennuttajan uudisrakennus, jossa on käytetty kaikki tiedossa olleet yleisesti saatavilla olevat keinot energiatehokkuuden parantamiseksi jo suunnitteluvaiheesta lähtien. Vihreät arvot huomioitiin parhain mahdollisin tavoin kiinteistön suunnittelussa, rakentamisessa ja koko toimistorakennuksen elinkaarella. Ympäristötalon arkkitehtisuunnittelun on tehnyt arkkitehti Kimmo Kuismanen Arkkitehtitoimisto Ab Case Consult Ltd:stä ja rakentajana on ollut Lemminkäinen Oyj. (Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2017b; Helsingin kaupunki Rakennusvirasto 2017.)



KUVA 1. Viikin Ympäristötalo (Rhinoceros Oy / Helsingin kaupungin aineistopankki 2011)

Ympäristötalo sijaitsee Viikin tiedepuistossa Lahdenväylän eteläpuolella Viikin kaupunginosassa Helsingissä. Toimistorakennuksessa on viisi kerrosta, joista löytyy työtilat yhteensä 240 henkilölle, kokoustiloja, kahvila ja näyttelytiloja. Rakennuksen bruttoala on 6 362 brm² ja lämmitettyä nettoalaa on 6 203 n-m². Toimistotilat toimivat avokonttorina, huonekonttoreina sekä niiden välimuotoina. Huonekonttorit ovat helposti muutettavissa avokonttoriksi, koska väliseinissä ei ole käytetty mitään asennuksia seinien paikalla pitämiseksi. Kiinteistö kuuluu kaupungin omistamalle Kiinteistö Oy Helsingin ympäristötalolle. (Green Building Council Finland 2017.)

Viikin ympäristötalossa säästetään sähköä ja lämpöä sekä osa energiasta tuotetaan itse aurinkopaneelien ja neljän pienen 20 W kaupunkituuliturbiinin avulla. Yksi suurimmista ostoenergiansäästöratkaisuista on saatu rakennuksen etelään suuntautuvalla kaksoisjulkisivulla, jonka ulommainen pinta muodostuu aurinkopaneeleista. Pinta-alaltaan aurinkopaneelit vievät julkisivussa yhteensä 463 m². Vesikatolle on myös sijoitettu aurinkopaneeleita, 92 m² alueelle, 30 asteen kulmassa. Tuuliturbiinit sijaitsevat myös talon katolla. Loput sähköstä, joita ei voida itse tuottaa, ostetaan tuulisähkönä energiayhtiö Heleniltä. (Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2017b.)

Sähkön ja lämmön kulutusta on pyritty pienentämään monin eri keinoin. Rakennusta jäähdytetään 23 porakaivon avulla, jotka sijaitsevat talon tontilla ja ulottuvat 250 metrin syvyyteen. Rakenteissa on myös huomioitu mahdollisimman pitkälti energian säästäminen. Talon ikkunat ovat energialaseja ja eristepaksuudet seinissä ovat tavanomaisia suuremmat. Kaksoisjulkisivu lämmittää rakennusta talvisin ja varjostaa kesäisin. Luonnonvaloa tuodaan taloon valokuilujen avulla, jotta sähkövalaistuksen tarve vähenisi. Taloteknisten ratkaisujen ohella vähintäänkin yhtä tärkeä osa ovat sen käyttäjät, joita ilman yksikään rakennus ei voi olla ekotehokas. Ympäristötalon energiatehokkaita suunnitteluratkaisuja tarkastellaan tarkemmin seuraavassa luvussa. (Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2017b.)

Viikin tiedepuistossa sijaitsevaa Ympäristötaloa ja siitä saatuja kokemuksia tullaan hyödyntämään Helsingin kaupungin uusien toimitilojen ja palvelurakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa. (Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2016.)

3.1 Viikin Ympäristötalon energiatehokkaat suunnitteluratkaisut

Viikin Ympäristötalon suunnittelussa tavoitteena oli rakentaa erittäin energiatehokas kohde, jossa tekniikka ja arkkitehtuuri tukisivat toisiaan. Hanke käynnistyi jo vuonna 2007, jolloin Helsingin kaupungilla ei ollut vielä ohjeita matalaenergiarakentamiseen. Ensimmäiset Helsingin kaupungin rakentamisohteet matalaenergiarakennuksille tulivat vuonna 2010. HKR-Rakennuttaja joutui ympäristötalon rakennusprosessin aikana itse määrittelemään millainen olisi matalaenergiatoimistorakennus ja tätä varten suunnittelussa valjastettiin koko suunnittelijatiimi miettimään energiatehokkaita ratkaisuja. Suunnittelussa pyrittiin pääsemään energian kulutuksen osalta lähes nollassa tasoon.

3.1.1 Rakenteet

Viikin Ympäristötalon rakenteisiin, sijaintiin ja muotoon kiinnitettiin alusta asti suuresti huomiota, jotta rakennuksesta saataisiin energiatehokas. Rakennus on suunniteltu ja sijoitettu niin, että se on suunnattu optimaalisesti suhteessa aurinkoon ja vallitseviin tuuliin.

Auringon tuomaa lämpökuormaa rakennukselle pyrittiin vähentämään valitsemalla auringonsuojaominaisuuksin varustetut energialasit. Ympäristötalossa käytettyjen ikkunoiden U-arvo on $0,8 \text{ W/m}^2$ ja g-arvo 0,34. Eteläisellä kaksoisjulkisivurakenteella haluttiin myös vähentää auringon liiallista lämpökuormaa kesäisin, niin että aurinkopaneelit ja niiden kannatukset toimivat auringolta suojaavina ritilöinä. Talvella kaksoisjulkisivun tarkoituksena on lämmittää rakennusta.

Seinien lämmöneristävyyks on tavanomaista parempi. Rakennuksen ilmatiivyyteen kiinnitettiin erityistä huomiota, jotta rakennus saatiin passiivienergiatasolle.

Rakennuksen tiiveys on mitattu rakennusvaiheessa ja silloin saatiin ilmanvuotoluvuksi 0,56 1/h, saavuttaen näin passiivirakennuksen tason (passiivirakennuksen taso on 0,6 1/h). Rakennusvaiheessa on toteutettu myös rakennuksen lämpökamerakuvaukset. Ympäristötalon pääovilla on pyöröovet. Rakennuksen ilmanvuotolukua laskettaessa pyöröovet eivät ole olleet mukana, vaan niiden alue oli suljettu ilmatiiviiksi. Pyöröovien ulkopuolille on asennettu jälkikäteen lasiset liukuovet (kuva 2), jotta ilmaa ei virtaisi ala-aulaan niin paljoa.

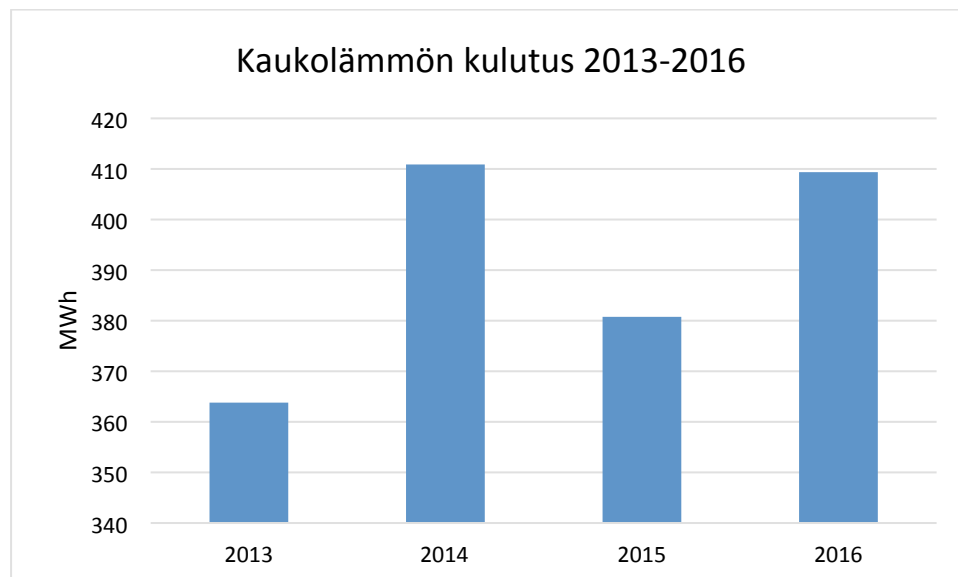


KUVA 2. Pyöröovet liukuovineen

3.1.2 Lämmitys

Viikin Ympäristötaloa lämmitetään kaukolämmöllä. Ympäristötalon kaukolämpö ostetaan Helen Oy:ltä. Kuvioista 3 voidaan havaita paljonko rakennus on tarvinnut kaukolämpöä vuosien 2013–2016 aikana. Kaukolämpöä on vuosien 2013–2016 aikana keskimäärin kulutettu

Ympäristötalossa noin 319 MWh/v. Tiedot kaukolämmön kulutuksesta on saatu Helen Oy:n Sävel Plus palvelun kautta.



KUVIO 3: Viikin Ympäristötalon kaukolämmön kulutus vuosina 2013–2016 (Helen Oy 2017)

3.1.3 Jäähdytys

Viikin ympäristötalossa ei ole koneellista jäähdytystä. Rakennukseen saadaan kaikki tarvittava jäähdytysenergia porakaivoista, joita on porattu toimistorakennuksen tontille yhteensä 25 kappaletta. Porakaivot ovat 250 metriä syviä, joissa kiertää vesipiiri. Samoja porakaivoja voitaisiin käyttää myös rakennuksen lämmittämiseen, mutta ympäristötalo sijaitsee pohjavesialueella, jolloin lämmittämiseen tarvittavaa vesi-etanoliseosta ei ole sallittua käyttää. Jäähdytyskaivojen jäähdytyskapasiteetiksi laskettiin rakennusvaiheessa 68 MWh/v sähkökulutuksen ollessa noin 2 MWh/v. Vuonna 2016 kalliojäähdytyksen tuotanto oli 58,4 MWh.

Kaivojen porausvaiheessa tapahtuneen häiriön vuoksi kaksi porakaivoa ei ole riittävän syviä jäähdytykseen ja kolme ei täytä täysin vaadittua syvyyttä, mutta niistä saadaan kuitenkin jonkin verran jäähdytystehoa (Reinikainen 2016).

3.1.4 Ilmanvaihto

Viikin Ympäristötalon ilmanvaihtojärjestelmässä on kattava ja tehokas lämmöntalteenotto. Kaikissa rakennuksen ilmanvaihtokoneissa on pyörivä lämmön talteenottokiekko, osa ilmanvaihtokoneiden kiekkoista ottaa talteen myös ilmankosteutta.

Toimistohuoneiden ilmamäärä on vakio ja jäähdytystä huoneisiin säädetään tilakohtaisesti. Neuvottelutilojen sekä auditorion ilmanvaihtoa säädetään tilojen lämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuksien perusteella.

3.1.5 Valaistus

Rakennuksen valaistukseen on suurimmilta osin käytetty T5-loisteputkivalaisimia, joiden ominaisuuksia ovat 16 mm halkaisija sekä se, että ne ovat myös aina varustettu elektronisella liitäntälaitteella. T5-loisteputkivalaisimien lisäksi valaistuksessa on käytetty LED –valoja.

Valaistusta ohjataan Ympäristötalon toimistotiloissa läsnäolotunnistimilla ja yleisissä tiloissa päivänvalotunnistimilla. Valokatkaisimia ympäristötalossa ei ole kuin muutamia yksittäisiä.

3.1.6 Aurinkovoimala

Viikin Ympäristötalon aurinkovoimalan aurinkopaneelit on asennettu talon etelänpuoleiseen julkisivuun (kuva 3) sekä vesikatolle, ja niiden kokonaisala on yhteensä 555 m². Julkisivuun on asennettu pystysuoraan 463 m² paneelia ja katolle 92 m² 30 asteen kulmassa.



KUVA 3. Viikin Ympäristötalon julkisivuun integroituja aurinkopaneeleita

Aurinkopaneelit, invertterit ja muita tarvittavia osia ympäristötaloon toimitti Naps Solar Systems Oy. Paneeleita on asennettu kolmea eri tyyppiä:

NP130GG – S1414, 130 W, 1,37 m², 228 kpl, 312 m²

NP230GG – S1409, 230 W, 2,07 m², 73 kpl, 151 m²

NP205GG, 200 Wp, 1,45 m², 63 kpl, 92 m²

Aurinkovoimalajärjestelmän kokonaisteho on noin 60 kWp.

Kuviosta 4 nähdään Ympäristötalon arvioitu aurinkosähkön kulutus vuosilta 2012–2015. Kulutukset ovat muutamilta osin arvioita, koska mittausjärjestelmässä on ollut vikoja kuviossa esillä olevalla aikavälillä (Granlund 2016). Vuonna 2016 aurinkopaneeleista saatu tuotto oli 28,9 MWh.



KUVIO 4. Arvioitu aurinkosähkön tuotto vuosina 2012–2015 (Granlund 2016, 6)

Viikin ympäristötalon aurinkovoimalasta on maaliskuussa 2017 julkaistu Kim Åken pro gradu –tutkielma ”Rakennusintegroitu 60 kWp aurinkovoimala Viikin Ympäristötalossa – Oman sähköntuotannon tavoitteet ja todellisuus lähes nollaenergiarakentamisen pioneerihankkeessa Suomessa”. Hänen työstään saa kattavamman kuvan Viikin ympäristötalon aurinkovoimalasta kuin mitä tässä opinnäytetyössä on käyty läpi.

3.1.7 Tuuliturbiinit

Viikin Ympäristötalon katolle on asennettu neljä pientä tuuliturbiinia (kuva 4). Tuuliturbiinit ovat suomalaisen Oy Windside Production Ltd suunnittelemat. Ne on suunniteltu toimimaan vähäistä huoltoa tarvitsevinä autonomisina yksikköinä. Turbiinit ovat mallia WS-0.30B.

Painoa yhdellä WS-0,30B –turbiinilla on 43 kg, pyyhkäisyypinta-ala on 0,30 m² ja ne kestävät jatkuvaa tuulta 40 m/s. Siivet ovat lasikuitua, kiinnikkeet alumiinia, generaattori ja päätylaipat terästä ja alumiinia sekä kaikki pultit ovat ruostumatonta - tai galvanoidua terästä. Neljä WS-0,3B – tuuliturbiinia ovat teholtaan yhteensä noin 80 W. (Windside 2017.)



KUVA 4. Viikin Ympäristötalon tuuliturbiinit ja aurinkopaneeleita (Tero Pajukallio / Helsingin kaupungin aineistopankki 2012)

Tuuliturbiinit eivät saaneet olla liian isoja, koska ne suunniteltiin asennettavaksi katolle, rakenteiden tuli kestää niiden paino sekä niistä ei saanut olla meluhaittaa alueen asukkaille. Turbiinien ideana oli enemmänkin tuulivoiman mahdollisuuksien esittely kuin niistä saatava energia rakennukselle. Tuuliturbiineista saatavalla energialla voi tällä hetkellä ladata matkapuhelimien akkuja (kuva 5). Puhelimien latauspisteessä on pienet näyttötaulut, joissa näkyy jokaisen turbiinin sen hetkinen tuotanto. Alun perin ideana oli, että niistä saatava energia käytettäisiin turvavalojen valaistukseen. Vuonna 2016 turbiinien tuotto oli 0,038 MWh.



KUVA 5. Matkapuhelimien latauspiste

3.2 Aiemmat tutkimukset

Viikin ympäristötalosta on tehty aiemmin konsulttitilauksina muutamia selvityksiä liittyen kyseisen rakennuksen energiankulutukseen, talotekniikkaa, automaatioon sekä energiamittarointiin. Rakennuksen sisäilmanlaadusta on tehty myös selvityksiä Helsingin kaupungin toimesta kuin konsulttiyrityksen. Vuosina 2014 ja 2015 on ympäristötalon käyttäjille teetetty myös käyttäjätyytyväisyyskyselyt, joissa on kysytty heidän mielipiteitään ympäristötalon sisälämpötilasta, ilmanlaadusta, valaistuksesta sekä ääniolosuhteista.

Näistä aiemmista selvityksistä sekä käyttäjätyytyväisyyskyselyistä nousi esiin muutamia ympäristötalon ongelmakohtia, jotka on nostettu tämän opinnäytetyön teemoiksi tutkimushaastatteluihin.

Tämän opinnäytetyön tutkimusosuuteen on otettu aineistoa käyttäjätyytyväisyyskyselyistä, joita on analysoitu uusiksi.

4 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSMENETELMÄT JA TOTEUTUS

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi valikoitui laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus, jonka empiirisenä aineistona on käytetty opinnäytetyöntekijän haastattelemia asiantuntijoita. Laadullinen tutkimus mahdollistaa monesti syvällisemmän ja tarkemman ymmärryksen tutkittavasta aiheesta kuin määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus. Haastatteluiksi valittiin teemahaastattelut, joka on puolistrukturoitu haastattelumenetelmä. Teemahaastatteluista puuttuu kysymysten tarkka muoto ja järjestys, mikä on taas tyypillistä esimerkiksi lomakehaastatteluille. Teemahaastattelu valikoitui tämän opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi, koska haluttiin saada haastateltavilta tietoa heidän omasta näkökulmastaan ja näin ollen he saivat mahdollisuuden kertoa vapaammin omista näkökulmistaan ja kokemuksistaan Viikin ympäristötalosta.

Haastatteluja pidettiin tämän opinnäytetyön tutkimuksen puitteissa yhteensä viisi kappaletta ja ne pidettiin kesän 2017 aikana. Ennen haastattelua jokaiselle haastateltavalle lähetettiin valmistautumista varten haastattelurungot sähköpostitse. Haastattelulle varattiin aikaa noin yhden tunnin verran per haastateltava. Haastateltavat ylläpitäjät ovat olleet mukana Viikin ympäristötalon suunnittelu-, rakentamisprosessissa ja/tai ylläpidossa. Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin tutkimustulosten kirjaamisen helpottamiseksi. Nauhoitukset ja litteratekstit tuhottiin asianmukaisesti, kun opinnäytetyö saatiin kokonaisuudessaan valmiiksi. Teemahaastatteluiden alkuun haastateltavilta kysyttiin heidän taustatietojaan, jotta haastattelut saatiin sulavasti alkuun, haastateltavien taustatiedoilla ei tutkimustulosten kannalta ole mitään olennaista merkitystä.

Tutkimusaineistona haastattelujen lisäksi on käytetty vuosina 2014 ja 2015 tehtyjä käyttäjätyytyväisyyskyselyjä. Käyttäjätyytyväisyyskyselyistä on tämän opinnäytetyön tutkimukseen poimittu raakadataa, jota on analysoitu uudelleen. Aineiston käsittelyssä ja analysoinnissa on käytetty apuna Microsoft Excel – taulukkolaskentaohjelmaa.

Tutkimuksissa pyritään välttämään virheiden syntymistä, mutta tulosten luotettavuus ja pätevyys vaihtelevat silti. Tästä syystä on hyvä pyrkiä arvioimaan jokaisen tutkimuksen luotettavuutta. Kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa luotettavuuden ja pätevyyden soveltaminen on vaikeampaa kuin kvantitatiivisessa eli määrällisessä tutkimuksessa. Tämä johtuu siitä, että kvalitatiivisessa tutkimuksessa käytetään sanoja ja lauseita ja kvantitatiivisessa tutkimuksessa pääosassa ovat luvut, joiden analysoiminen on yksiselitteisempää. Laadullisessa tutkimuksessa aineiston laatu ratkaisee, ei määrä (Kustula 2015). Kun kerätty aineisto alkaa toistamaan itseään, tiedetään saturaatiopiste saavutetuksi ja tällöin aineistoa on riittävästi. Tämän opinnäytetyön viiden haastattelun aineistossa alkoi näkymään toistuvuutta, eikä uutta aineistoa tutkimukseen enää saatu haastateltavilta, joten voidaan todeta aineiston saavuttaneen saturaatiopisteensä ja olevan näin tarpeeksi luotettavaa materiaalia tutkimukseen.

Tämän opinnäytetyön puitteissa tehty tutkimus oli tarkoitukseltaan kartoittava ja kuvaileva. Sillä pyrittiin saamaan selville käytönaikaisia haasteita ja ongelmia, sekä myös kartoittamaan mitkä ovat toimineet suunnitellusti käyttöönoton jälkeen. Teemahaastatteluiden suorilla lainauksilla haastateltavilta tuovat oman lisäarvonsa tutkimustulosten luotettavuuteen.

Luotettavuutta lisää se, että teoriataustaan on perehdytty kattavasti ja se on otettu huomioon teemahaastattelujen sisältöä suunnitellessa. Luotettavuuden mittarina voidaan pitää myös sitä, että on tavoiteltu paikkansapitävään dokumentointiin tutkimustulosten osalta. Tutkimuksen luotettavuutta varmistettiin myös sillä, että se rajattiin alueeseen, jota oli tarkoituskin tutkia. Tutkimuksen pätevyyttä lisättiin sillä, että haastatteluaineistoa analysointiin ja tulkittiin mahdollisimman tarkasti ja totuudenmukaisesti.

Tutkimustulosten luotettavuutta saattaa toisaalta alentaa ylläpidon ja käyttäjien keskenään ristiriitaiset tiedot joidenkin yksittäisten laitteiden ja järjestelmien nykyisestä toimivuudesta. Tutkijan näkökulmasta on

hankalaa arvioida kumman sanaan pitäisi enemmän luottaa. Tässä tapauksessa oletettiin haastateltavien käyttäjien olevan enemmän perillä rakennuksen nykyisestä toimivuudesta, koska he työskentelevät päivittäin tutkimuskohteena olevassa rakennuksessa.

5 TUTKIMUSTULOKSET

Tämän opinnäytetyön tutkimusosuudessa käytettiin vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyitä sekä teemahaastatteluja. Yhteensä haastateltavia henkilöitä oli 5 kappaletta. Kaksi heistä edusti Viikin ympäristötalon käyttäjiä ja muut ylläpitoa, joista osa olivat olleet mukana myös ympäristötalon suunnittelu- ja rakennusprosessissa taikka korjaustoimenpiteissä. Haastatteluissa käytetyt haastattelurungot löytyvät liitteistä 2 ja 3.

5.1 Vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyt

Vuonna 2014 teetetyssä käyttäjätyytyväisyyskyselyssä vastauksia oli saatu 71 kappaletta, kysely lähetettiin yhteensä 220 henkilölle. Kyselyn vastausprosentti oli 32 %. Vuoden 2015 käyttäjätyytyväisyyskysely oli lähetetty 150 henkilölle ja vastauksia oli saatu takaisin 80 kappaletta. Kyselyn vastausprosentin ollen tällöin 53 %. Kyselyiden tarkoituksena oli kerätä tietoa huoneiden lämpötiloista, ilmanlaadusta, valaistuksen toimivuudesta sekä rakennuksen ääniolosuhteista. Kuvioista 5-8 voidaan havaita tulokset, kuinka käyttäjien tyytyväisyys jakaantui lämpötilan, ilmanlaadun, valaistuksen sekä ääniolosuhteiden kesken. Asteikkona kyselyissä käytettiin seuraavaa:

3 = hyvin tyytyväinen

2 = tyytyväinen

1 = melko tyytyväinen

0 = en osaa sanoa

-1 = melko tyytymätön

-2 = tyytymätön

-3 = hyvin tyytymätön

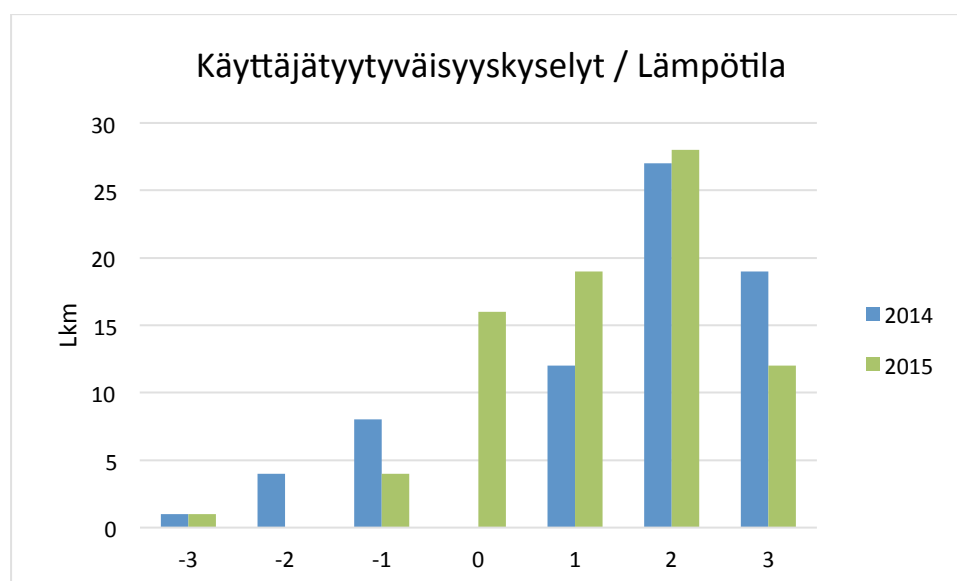
Taulukkoon 6 on laskettu tyytyväisten ja tyytymättömien käyttäjien prosentuaaliset jakaumat. Jos käyttäjä oli vastannut 0 eli ”en osaa sanoa”, on se laskettu positiiviseksi vastaukseksi taulukkoon. Kyselyyn vastanneet käyttäjät olivat vuonna 2014 tyytyväisimpiä rakennuksen valaistukseen ja

vuonna 2015 lämpötilaan. Tyytymättömmimpiä käyttäjät olivat molempina vuosina, kyselyiden mukaan, ympäristötalon ääniolosuhteisiin.

TAULUKKO 6. Vuosien 2014 ja 2015 kyselyiden tyytymättömien ja tyytyväisten käyttäjien prosentuaaliset jakaumat

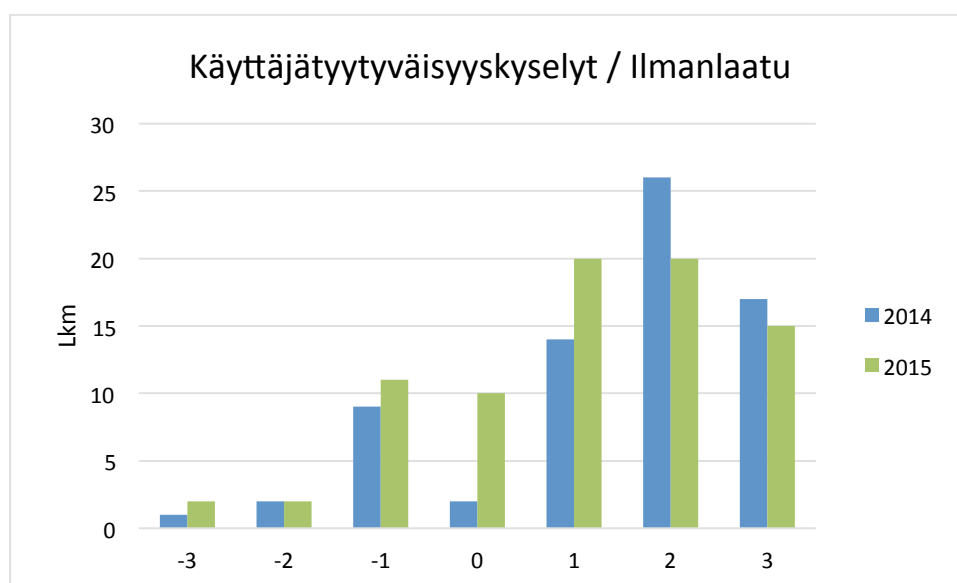
Vuosi	Tyytymättömät		Tyytyväiset	
	2014	2015	2014	2015
Lämpötila	18,3 %	6,2 %	81,7 %	93,8 %
Ilmanlaatu	16,9 %	18,8 %	83,1 %	81,2 %
Valaistus	12,7 %	10,3 %	87,3 %	89,7 %
Ääniolosuhteet	26,8 %	30,0 %	73,2 %	70,0 %

Käyttäjätyytyväisyyskyselyissä oli mahdollista antaa kommentteja sekä täsmentää, miksi johonkin kohtaan oli määritellyt olevansa tyytymätön. Pääosin kyselyyn vastaajat olivat tyytyväisiä rakennuksen lämpötiloihin, kuten kuviosta 5 voidaan havaita. Molempien vuosien kyselyissä nousi esiin kuitenkin, että toimistotiloissa olisi kylmä, mikä oli havaittavissa vastaajien mukaan erityisesti kesäaikaan. Yksi vastaaja oli maininnut myös kokoustilojen kylmyyden erikseen.



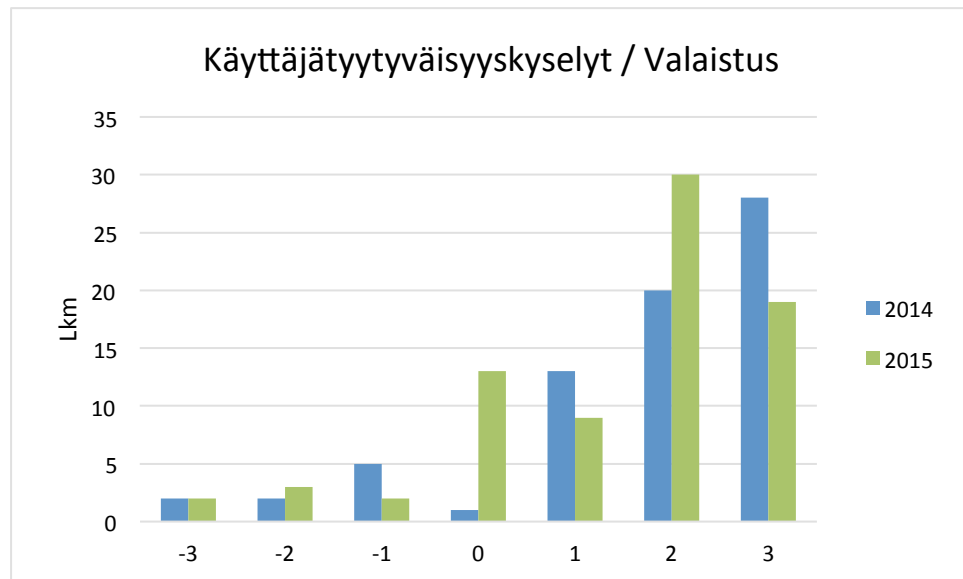
KUVIO 5. Vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyn tulokset lämpötilasta

Kuviosta 6 nähdään käyttäjätyytyväisyyskyselyn tuloksen ilmanlaadun osalta. Sisäilman laatu oli muutamien käyttäjien mielestä tunkkaista ja siinä oli hajuja, jotka kulkeutuivat muualta työhuoneisiin. Kommentteja oli tullut myös arkiaamuista, kun työhuoneet ovat tuntuneet tunkkaisilta, kun ilmanvaihtokoneet ovat olleet yön pois päältä. Yksittäisiä mainintoja oli tullut myös pölystä, sisäilman aiheuttamasta tukkoisuudesta ja hengitysteiden ärsytyksestä sekä käytävältä ja keittiöistä tulevista hajuista, jotka kulkeutuivat työtiloihin.



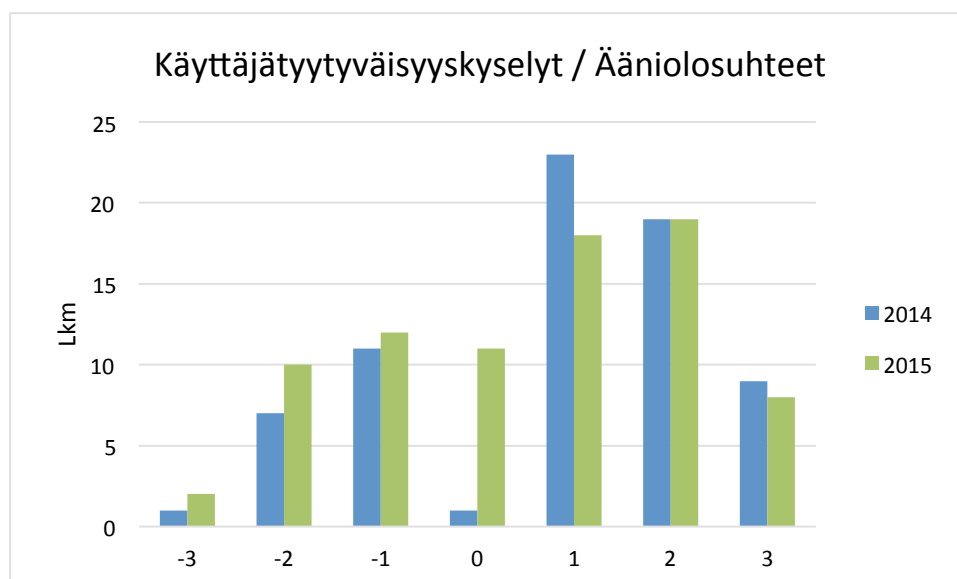
KUVIO 6. Vuosien 2014 ja 2015 käyttäjättyytyväisyyskyselyn tulokset ilmanlaadusta

Valaistuksen osalta kyselyn tulokset nähdään kuviosta 7. Valaistuksesta oli tullut kommenttina, että aurinko paistaisi häikäisevästi työtilaan ja, että valaistuksen ohjauksessa olisi kehitettävää, esimerkiksi pimeälle käytävälle ei aina syty valot, mutta välillä aurinkoisella säällä valot saattavat olla päällä. Huomautusta oli annettu myös siitä, että sälekaihtimia pidetään kiinni, jolloin auringon valo ei pääse sisälle ja näin ollen valaistusta pidetään täydellä teholla, eikä mitään säätömahdollisuutta valaistuksen suhteen käyttäjällä itsellään ole. Joku oli toivonut myös enemmän päivänvaloa tiloihin. Kyselyyn vastanneet toivat esille erityisesti ongelmat valaistuksen ohjausjärjestelmässä.



KUVIO 7. Vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyn tulokset valaistuksesta

Kuviossa 8 on havaittavissa kyselyn tulokset Viikin ympäristötalon ääniolosuhteiden osalta. Ääniolosuhteet oli selkeästi kyselyn suurin tyytymättömyyden lähde käyttäjien osalta. Meluisuutta kommenttien perusteella esiintyi varsinkin työhuoneista toiseen, sekä seinistä huolimatta puhe saattoi kuulua varsin hyvin ja selkeästi, joka todettiin häiritseväksi. Muutamat olivat kirjoittaneet meluisuuden johtuvan huonetilojen huonosta äänieristyksestä. Myös kahvihuoneesta kuului liikaa meteliä huoneisiin sekä osa koki, että vähänkään luottamukselliset puhelut on mentävä puhumaan puhelinkoppiin, koska pelkäävät puheen kuuluvan seinien läpi toiseen huoneeseen jos omassa työhuoneessaan puhuisivat. Yksittäinen kommenttina oli tullut huomautus, että kuulutuksen rakennuksessa kuuluisivat joskus huonosti.



KUVIO 8. Vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyn tulokset ääniolosuhteista

Käyttäjätyytyväisyyskyselyiden tuloksia havainnoimalla voidaan tulkita, että käyttäjät ovat selkeästi tyytyväisiä Viikin ympäristötalon lämpötilaan, ilmanlaatuun, valaistukseen sekä ääniolosuhteisiin muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Taulukkoon 7 on laskettu kyselyiden osa-alueiden keskiarvot vuosittain, joka puoltaa käyttäjien tyytyväisyyttä rakennuksen olosuhteisiin. Jokainen arvo on selkeästi positiivisen puolella.

TAULUKKO 7. Käyttäjätyytyväisyyskyselyiden tulosten keskiarvot vuosittain

Vuosi	2014	2015
Lämpötila	1,5	1,3
Ilmanlaatu	1,4	1,1
Valaistus	1,7	1,4
Ääniolosuhteet	0,8	0,5

5.2 Haastattelut

Opinnäytetyön teemahaastatteluiden tulokset on jaoteltu ylläpidon ja käyttäjien kesken eri alalukuihin sekä haastattelurungon teemojen mukaan. Haastateltavia henkilöitä oli yhteensä viisi; kaksi käyttäjää sekä kolme ylläpitäjää.

5.2.1 Käyttäjät

Käyttäjien osalta tutkimustulokset on koottu käyttäjätyytyväisyyskyselyiden lisäksi kahden käyttäjän haastatteluiden pohjalta. Molemmat haastateltavat käyttäjät ovat olleet töissä Viikin ympäristötalossa sen käyttöönotosta lähtien. Tulokset ovat koottu teemojen mukaisiin kappaleisiin. Haastatteluissa kävi ilmi samoja seikkoja kuin käyttäjätyytyväisyyskyselyihin oli merkitty.

Sisäilmaan liittyvien ongelmien ajateltiin johtuvan pääosin rakennuksessa olevista tekstiileistä. Ympäristötalossa vaihdettiin kankaisia sermejä, jotka haisivat vahvasti teolliselle tai jollekin kemikaalille. Toinen haastateltavista sanoi, että sermien vaihdoksen jälkeen ei ole tullut enää valituksia sisäilman laatuun liittyen. Rakennuksen käytön alkuvaiheessa ongelmana oli myös tunkkaisuus rakennuksessa, mutta tämä saatiin kitkettyä pois vaihtamalla ilmanvaihdon aikataulutusta niin, että se lähtee aiemmin päälle ja menee pois päältä myöhempään.

Valaistuksessa on ollut haastateltavien mukaan jatkuvasti jotain pieniä ongelmia, mutta ne eivät kuitenkaan heijastu normaaliin työskentelyyn ja rakennuksen käyttöön. Ongelmana mainittiin esimerkiksi se, että valojen olisi pitänyt sammua kun rakennuksessa ei ole ketään. Näin ei kuitenkaan tapahtunut, ja niitä on yritetty ja yritetään korjauttaa. Osaa valaistuksesta on tarkoituksella himmennetty tai hämärretty joillakin sektoreilla rakennuksessa.

Haastateltavat kokivat, että rakennuksen tiloissa on pääsääntöisesti rauhallista. Valokuiluihin ollaan muuten tyytyväisiä, mutta niiden takia ala-aulasta kuuluu äänet ylempiin kerroksiin ”megafonin” tavoin.

”Yliopisto piti siellä alhaalla välillä tilaisuuksia, niin silloin se vähän häiritsi, kun joku professori piti puhetta ja välillä kuului taputuksia.”

Suurimpana häiriönä pidettiin sitä, että joku puhuu puhelimesta yleisissä tiloissa. Puhelinkopit ovat usein varattuja jolloin niihin ei voi mennä

puhumaan, jolloin häiritsevä henkilö joutuu vaeltelemaan esimerkiksi käytävillä tai kopiohuoneessa puhumassa.

Lämpötilasta haastateltavat ovat kuulleet joskus valitettavan. Joko on liian kylmä tai kuuma. Molemmat haastateltavat myös totesivat, että on hyvin ihmiskohtaista millaiseksi lämpötilan tuntee, jolloin onkin vaikeaa saada rakennukseen kaikkia miellyttävää lämpötilaa.

”Ulkopuoliset jotka käyvät täällä niin kehuvat tätä ilman lämpötilaa.”

Rakennuksen käyttöönoton jälkeen tuli enemmän valituksia kylmyydestä, etenkin ensimmäisen kesän aikana jolloin rakennusta jäähdytettiin toisen haastateltavan mukaan turhan viileäksi. Molempien haastateltujen käyttäjien mielestä lämpötila pysyy nykyään lähestulkoon samana ympäri vuoden.

Haastateltavien mukaan korjaamista tai laitteiden säätämistä vaativat ongelmat hoidetaan nykyisen isännöitsijän kanssa hyvin hitaasti. Osa ongelmista joudutaan viemään eteenpäin kiinteistöyhtiön hallituksen kautta, joka on myös hirveän hidas keino, koska hallitus kokoontuu harvoin. Sen vuoksi olisi toivottavaa, että asiat pystyttäisiin saamaan ratkaistuksi suoraan isännöinnin kautta. Tätä asiaa pidettiin harmillisena, jonka kanssa pitää pystyä elämään vaikka asia olisi suhteellisen helposti ratkaistavana.

Haastateltavien käyttäjien mielestä aurinkovoimala eivätkä tuuliturbiinit vaikuta heidän käyttöönsä mitenkään oleellisesti. Aurinkovoimalan ongelmista he olivat kuitenkin tietoisia, mutta toinen haastateltavista kertoi ettei ukkosherkkyyden vuoksi ole ollut ongelmia hetkeen. Tuuliturbiineista nousi esille asia, jota ei ylläpidon haastatteluissa tullut ilmi. Ympäristötalon energiakatselmuksen tiimoilta havaittiin, että turbiineista saatava energia ei mene mihinkään vaan kulkeutui sähkökaapissa sijaitsevaan lyijyakuun joka purki energian pois, jotta se ei ylikuormitu. Aikaa asian huomaamiseen kului noin vuosi rakennuksen käyttöönotosta. Tämän jälkeen toinen haastateltavista hankki (kuva 5) matkapuhelinlatauspisteen

yhteen 5. kerroksen kokoushuoneeseen, jossa turbiineista saatava energia hyödynnetään.

5.2.2 Ylläpito

Ylläpidon osalta tutkimustulokset on koottu kolmen eri haastateltavan tiedoista. Tulokset ovat koottu teemojen mukaisiin kappaleisiin.

Haastateltavien mukaan ainakin osa Viikin ympäristötalon käytön aikana esille tulleista ongelmista johtuu siitä, että koko prosessia kiristettiin aikataulullisesti paljon. Tästä johtuen on pohdittu onko rakennus otettu keskeneräisenä käyttöön, tiukkojen suunnittelu- ja rakennusaikataulujen vuoksi. Haastatteluissa nousi myös esiin, että rakennusvaiheen aikana mukana ollut henkilöstöä vaihtui usein. Yhtenä esimerkkinä kerrottiin, että sähköpuolelta lähti yksi työntekijä pois, joka oli hyvin innovatiivinen ja suunnitteli tarkan energiankulutusseurantajärjestelmän ympäristötaloon. Edellä mainitusta syystä tätä energiankulutusseurantajärjestelmää ei saatu toteutettua siinä määrin, mitä tämä kyseinen sähköpuolen työntekijä oli suunnitellut. Yleinen mielipide ylläpidolta tuntui olevan, että henkilöstön vaihtuminenkin suunnittelu- ja rakennusvaiheessa toi ylimääräisiä hankaluuksia koko prosessiin.

Viikin ympäristötalossa erityisesti mittarointijärjestelmä ja aiemmin mainittu seurantajärjestelmä koettiin epäonnistuneeksi. Niitä pidettiin suurimpana yksittäisenä miinuksena koko hankkeessa. Mittarointia ei ole saatu vieläkään toimivaksi ja sen kerrottiin olevan vielä yksi tämän hetkistäkin ongelmista:

”Se olisi ehkä voitu saada kuntoon, jos ne tiedot olisi kerätty systemaattisesti ja sitten oltaisiin vaikka viety taloautomaation kautta tai jotain sinne kulutusseurantajärjestelmään.”

Suunnitteluvaiheessa ala-aulaan mietittiin kulutusseurantanäyttöä, joka kertoisi esimerkiksi paljonko rakennus sillä hetkellä kuluttaa ja paljon on sen hetkinen aurinkopaneelien tuotto. Mutta tätä ei sinne saatu, johtuen juurikin siitä, ettei mittarointi toimi kunnolla.

Ympäristötalon kalliojäähdytysjärjestelmä koettiin toimivan hyvin, vaikka siinäkin esiintyi muutamia ongelmia kaivojen porausvaiheessa. Alkuun oli ollut pelkoa riittääkö jäähdytysteho koko rakennukselle, mutta se osoittautui aiheettomaksi, vaikka kaikista suunnitelluista porakaivoista ei saada tehoa.

”Moni on kritisoinut sitä, että miksei me myös laitettu lämpöpumppua siihen, että oltaisiin samalla lämmitetty ja jäähdytetty.”

Lämmityspumpun puute johtuu pitkälti siitä, että Helsingin kaupungilla oli silloin selkeä strateginen linjaus kaukolämmön käytöstä. Jos kaukolämpöverkko kulkee kohteen läheisyydestä sitä tulee silloin käyttää. Tätä perusteltiin siten, että yhteistuotannolla tuotettuna, sekä Teknologian Tutkimuskeskus VTT:n lausuntojen mukaan, sen käyttäminen on kaikista edullisin vaihtoehto lämmitykseen. Toinen syy lämpöpumpun puutteeseen on, että rakennus sijaitsee merkittävällä pohjavesialueella, ja tämän vuoksi porakaivoihin ei voida laittaa vesi-etanoliseosta, jota se olisi vaatinut.

Kaksi haastateltavaa kertoi, että rakennuksessa olisi jätetty lämmityspattereita pois eri vyöhykkeiltä. Tämän seurauksena rakennuksessa tapahtuu sitä, että jos jossain osassa lämpötila on liian viileä, niin kyseistä tilaa joudutaan lämmittämään. Samanaikaisesti eri osassa rakennusta voi olla liian lämmin, ja sitä joudutaan jäähdyttämään. Eli ympäristötalossa joudutaan lämmittämään ja jäähdyttämään samanaikaisesti, johon ylläpito ei ollut erityisen tyytyväinen energiatehokkuuden näkökulmasta.

Ympäristötalon pääsisäänkäynneillä olevat pyöröovet (kuva 2) tuottivat hankaluuksia rakennuksen käyttöönoton jälkeen. Alkuun niissä ei ollut lainkaan liukuovia. Liukuovet asennettiin vasta jälkikäteen, noin 1-2 vuoden jälkeen rakennuksen valmistumisesta. Pyöröovista pääsi tätä ennen ala-aulaan kylmää ilmaa jatkuvasti ja tämän takia siellä jouduttiin pitämään kiertoilmapuhaltimia päällä. Yksi haastateltavista kertoi, että talvisin lumipyryjen jälkeen satanut lumi saattoi kasaantua pyöröoven yhteen 90 asteen segmenttiin, jonka vuoksi ovet eivät päässeet

liikkumaan. Välillä lunta saattoi tulla rakennukseen sisälle asti. Liukuovien asennus pyöröoven eteen oli suuri viihtyvyyteen liittyvä tekijä.

Yksi haastateltava kertoi, että takuuajan loppupuolella huomattiin, että rakennuksessa oli vielä järjestelmiä, joita ei ollut testattu luotettavasti. Savunpoistojärjestelmä oli yksi näistä, ja loppujen lopuksi järjestelmän testaamiseen meni monta päivää ja rakennuttaja sai lopulta tarkastuspöytäkirjat toimivuudesta. Haastateltava painotti tässä kohtaan, että olisi tärkeää saada urakoitsijalta käyttöönottopöytäkirjoja siitä, että eri järjestelmät ovat testattu ja ne myös toimivat, jotta ei tulisi tällaisia ongelmia käyttöönoton jälkeen enää. Tämä ei koskenut ainoastaan tätä kohdetta vaan muitakin.

Valaistuksen osalta hankaluuksia on ollut päivänvalo-ohjauksissa ja läsnäolotunnisteissa. Niitä olisi pitänyt tarkastella vastaanottovaiheessa tarkemmin, että kuinka ne toimivat. Valaistusjärjestelmä on toteutettu KNX-järjestelmällä. Pääaulassa sijaitsevassa kuilussa paloi myös valo jatkuvasti, jota kävi myös sähkömiehetkin useaan kertaan ihmettelemässä. Siihen ei löydetty ylläpidon tiedon mukaan kytkintä, sulaketta tai mitään muuta, jolla asian olisi voinut korjata.

Pian ympäristötalon käyttöönoton jälkeen ylläpidolle alkoi tulemaan viestiä, että rakennuksessa olisi sisäilmaongelmia. Asiaa tutkittiin ja siellä esimerkiksi aistinvaraisesti havaittiin silloin lievää betonin hajua, lievää puun hajua ja paikoitellen hyvin voimakasta puun hajua, jotka ovat normaaleja hajuja ottaen huomioon rakennuksen nuoren iän silloin ja sen, että siellä on käytetty paljon puuta materiaalina. Samoihin aikoihin tehtiin myös kosteusmittauksia lattioista, eikä niissä havaittu viitteitä kohonneesta kosteudesta. Kosteusmittauksien lisäksi rakennuksesta otettiin pölynkoostumusnäytteitä yhteensä 9 kappaletta. Näytteistä löytyi huonepölyä, joka koostui paperi- ja tekstiilikuiduista sekä hilsehiukkasista, jotka ovat ihan tavanomaista toimistorakennuksissa. Yhdestä näytteestä, joka otettiin korkean kaapin päältä, löytyi kalkkipohjaista rakennuspölyä, kiviainespölyä sekä siitepölyä, josta näytteiden ottaja päätteli loppusiivouksen jääneen vajaaksi joistakin osista rakennusta. Näytteistä ei

kuitenkaan pääsääntöisesti löytynyt mitään kummallista, joka voisi selittää sisäilmaongelmia.

Yksi haastateltava kertoi, että sisäilmatutkimuksia tehdessä ainoa liittyvä suurempi ongelma löydettiin rakennuksen ryömintätilasta:

”Siellä rakennuksen alla on sellainen ryömintätila, niin se oli valitettavasti niin, että siellä se ilmavirtaussuunta oli niin, että se tuli sieltä siihen ensimmäiseen kerrokseen.”

Vaikka rakennuksen ryömintätila oli siistin näköinen ja huolellisesti tehty, niin nähtiin parhaaksi, että siellä tehdään toimenpide jolla ilmavirtaa kuristettiin ilmanvaihtokanavissa, jottei ilmavirtaus olisi niin voimakas ja aiheuttaisi ongelmia myöhemminkään. Ryömintätiloista olisi voinut kulkeutua rakennukseen terveyttä haittaavia mikrobeja maaperästä, kuten esimerkiksi sädesientä.

Ympäristötaloon tilattiin toimeksiantona myös konsulttiyritys tekemään isomman lattiatutkimuksen, kun käyttäjät vielä noin kahden vuoden jälkeen käyttöönotosta valittivat sisäilmasta. Heidän tutkimuksistaan ei kuitenkaan löydetty mitään isoa selitystä, joka olisi selittänyt ongelmat, joita ihmiset ovat havainneet. Ehdotuksina loppuraporttiin parannustoimenpiteistä oli kirjattu, että tutkittaisiin ulko- ja sisäkuorien tiiveys huoneista, mistä ihmiset olivat eniten valittaneet, tarkastamaan ilmanvaihtokanavien puhtaus sekä mahdollisuudet tuloilman lämpötilan pudotukselle, mikä toisi raikkaamman tuntemuksen rakennukseen sisäilmaan. Haastattelijalle, joka näistä kertoi, ei kuitenkaan tiennyt, onko joitain näistä parannustoimenpiteistä tehty ympäristötalossa.

Viikin ympäristötalon aurinkovoimalasta nousi esille erityisesti invertterien ukkosherkkyys. Invertterit saattoivat mennä pois päältä, jos salama iski johonkin lähellä. Ongelmana tässä oli se, että invertterien kytkeytyessä pois päältä se ei lähettänyt hälytystä eteenpäin, jotta asia olisi voitu korjata. Yhden haastateltavan tietojen mukaan tämä olisi vieläkin korjaamatta. Aurinkopaneelit pyrittiin sijoittamaan etenkin katolle niin, ettei vanhemmista kohteista havaittuja virheitä toistettaisi.

”Mutta Viikin ympäristötalossa me oltiin jo tajuttu tämä, eli ne on nostettu jo siitä katon pinnasta ylös lumen takia, mutta osittain myöskin varjostuksien takia.”

Paneelit on asennettu katolle osittain syvennyksiin, ja sen takia ne jäävät ympäristötalossakin osan aikaa päivästä varjoon, vaikka tätä oli ajateltu jo suunnitteluvaiheessakin. Positiivisena yllätyksenä eteläpuoleiseen julkisivuun asennettujen paneelien tuotto on myös kohtuullisen hyvä, vaikka ne ovatkin pystysuoraan asennettu.

Tuuliturbiinit ovat haastateltavien mielestä vain imagollinen juttu. Niistä ei saada mitään merkittäviä tuottoja. Yksi haastateltava piti hauskana ideana kuitenkin sitä, että tuuliturbiineista saatavalla energialla voidaan ladata matkapuhelimia, ja eri puhelinmalleille löytyy omanlaisensa latauspää.

Yhtenä teemana haastattelussa oli ympäristötalon tämän hetkiset ongelmat. Esiin nousi vahvasti rakennuksen suuri pohjakuorma, noin 20 kW. Yhtenä suurena syynä tähän sanottiin olevan rakennuksessa oleva arkisto, arkistoon edellytetään vakioilmastointikone eli siellä pitää olla jäähdytys, vakiolämpötila sekä ilmankosteus vakio. Ja koneen on oltava päällä jatkuvasti, jotta tilan olosuhteet pysyvät tasaisena. 20 kW pohjakuorma tuli yllätyksenä ylläpidolle, ja he ovat miettineet olisiko sille tehtävissä jotain.

6 TUTKIMUSTULOSTEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimustulosten analysointi on jaoteltu teemoittain asioiden selkeyttämiseksi. Analyysiosuudessa käydään muun muassa läpi haastatteluissa ja käyttäjätyytyväisyyskyselyissä esiin nousseita ongelmakohtia sekä on ehdotettu korjaus- ja jatkotoimenpiteitä ongelmien ratkaisuksi. Johtopäätökset on koottu luvun loppuun omaan alalukuunsa.

6.1 Rakenteet

Käyttöönoton jälkeen, pyöröovien eteen, asennetut liukuovet ovat palvelleet niiden suunnitellussa käyttötarkoituksessa hyvin, eikä haastateltavien ylläpidon henkilöiden tietoon ole tullut, että ne enää vuotaisivat kylmää ilmaa eikä lunta tulisi enää talvisin rakennuksen ala-aulaan. Tätä tukevat käyttäjätyytyväisyyskyselyiden vastaukset lämpötilan osalta, johon käyttäjät ovat olleet toiseksi tyytyväisimpiä ympäristöalossa.

Rakennuksen pohjakuormaa, joka on noin 20 kW, pidettiin yhtenä tämän hetkisisistä ongelmista. Pohjakuorma on ylläpidon mukaan liian suuri, ja yhtenä syynä tähän mainittiin rakennuksen arkisto. Ylläpito ei ollut aivan varma onko tila arkiston arvoinen, joten ongelman korjaamiseksi tulee selvittää arkiston tilanne ja onko siellä välttämätöntä pitää päällä tiukkoja määräysten mukaisia olosuhteita. Pohjakuorman alentamisen selvittämiseksi tulee tarkistaa, onko rakennuksessa laitteita tai järjestelmiä, joita ei ole tarpeellista pitää päällä sekä varmistaa, ettei käytön ulkopuoliselle ajalle (yöaikaan) jää päälle energiaa kuluttavia toimistolaitteita. Rakennuksen energiankulutusta mahdollisesti nostaa myös tilanne, kun taloa jäähdytetään ja lämmitetään samanaikaisesti.

Ylläpidon haastatteluista kävi ilmi, että suurimpana ongelmana pidetään rakennuksen epäonnistunutta mittarointi- ja energiankulutusseurantajärjestelmää. Haastateltavat käyttäjät olivat myös tietoisia ongelmasta. Mittarointi- ja kulutusseurantajärjestelmää tulee kehittää ja parantaa niin, että kulutustiedot ovat helposti luettavissa

yhdessä paikassa nykyisten monien ohjelmien sijaan. Mittareiden toimivuus tulee tarkastaa myös säännöllisesti.

6.2 Lämmitys ja jäähdytys

Keskiarvon mukaan rakennuksen sisälämpötilaan ollaan kyselyiden mukaan toiseksi tyytyväisimpiä. Jokainen kokee lämpötilan erilailla, jolloin on vaikeaa saada juuri jokaiselle sopivaa lämpötilaa rakennukseen, mistä johtuu muutamat negatiiviset vastaukset kyselyissä. Rakennus lämmitetään kaukolämmöllä, josta ei haastateltavilla ollut mitään negatiivista sanottavaa, joten voidaan sen olettaa toimivan tarpeiden mukaisesti. Ylläpidon mukaan myös kalliojäähdytys on toiminut hyvin, vaikka kaikista porakaivoista ei saada jäähdytystehoa. Nykyiselläkin saatavalla jäähdytysenergialla pystytään kuitenkin kattamaan rakennuksen jäähdytyksen tarve, jolloin niiden toiminta on riittävää.

6.3 Sisäilmanlaatu

Käyttönoton jälkeen osa ihmisistä kärsi sisäilmaongelmista sekä rakennuksen tunkkaisuudesta aamuisin. Haastateltavien käyttäjien mukaan rakennuksesta vaihdettiin sermejä sekä ilmanvaihdon aikataulutusta muutettiin alkamaan aiemmin sekä menemään pois päältä myöhemmin. Näiden toimenpiteiden jälkeen ei ole haastateltujen käyttäjien korviin kuulunut valituksia kyseisistä asioista. Käyttäjätyytyväisyyskyselyiden perusteella kuitenkin muutamien henkilöiden huoneet ovat aamuisin tunkkaisia, koska ilmanvaihtokoneet ovat yön pois päältä sekä keittiöistä kulkeutuu hajuja lounasaikaan. Ylläpidon haastatteluista käy ilmi, ettei sisäilmaongelmista ole myöskään valitettu sisäilmatutkimuksien jälkeen eikä ryömintätilan ilmanvirtaussuunnan vaihdon jälkeen ole ollut ongelmaa senkään kanssa. Henkilöt, jotka kokevat ilmanlaadun olevan vielä tunkkaista huoneissaan aamuisin tai keittiöstä kantautuvat hajut haittaavat voisivat kokeiluksi vaihtaa työtilaansa hetkeksi ja katsoa onko siitä apua ongelmiin.

6.4 Valaistus

Käyttäjätyytyväisyyskyselyiden mukaan valaistukseen ollaan eniten tyytyväisiä, mutta niiden ohjauksessa olisi kehitettävää ja joidenkin mielestä ei ole hyvä, ettei käyttäjällä ole mahdollisuutta säätää valaistusta. Haastateltavien käyttäjien mukaan valaistusta on säädetty enemmän käyttäjien mieleiseksi, mutta on hyvin ihmiskohtaista, miten jokainen kokee itselleen sopivan valaistuksen. Haastattelusta ei myöskään käynyt ilmi onko valaistukseen tehty säätöjä ennen vai jälkeen käyttäjätyytyväisyyskyselyitä. Ylläpitoa ja käyttäjiä haastatellessa kävi myös ilmi ristiriitaista tietoa rakennuksen ala-aulan valokuilun valaisimen toimivuudesta. Ylläpidon mukaan siihen ei ole olemassa tai ei ole löydetty kytkintä, millä sitä voitaisiin säätää. Käyttäjahaastattelussa tuli kuitenkin ilmi, että kytkin on löydetty vahtimestarin työpisteen luota energiakatselmuksen yhteydessä.

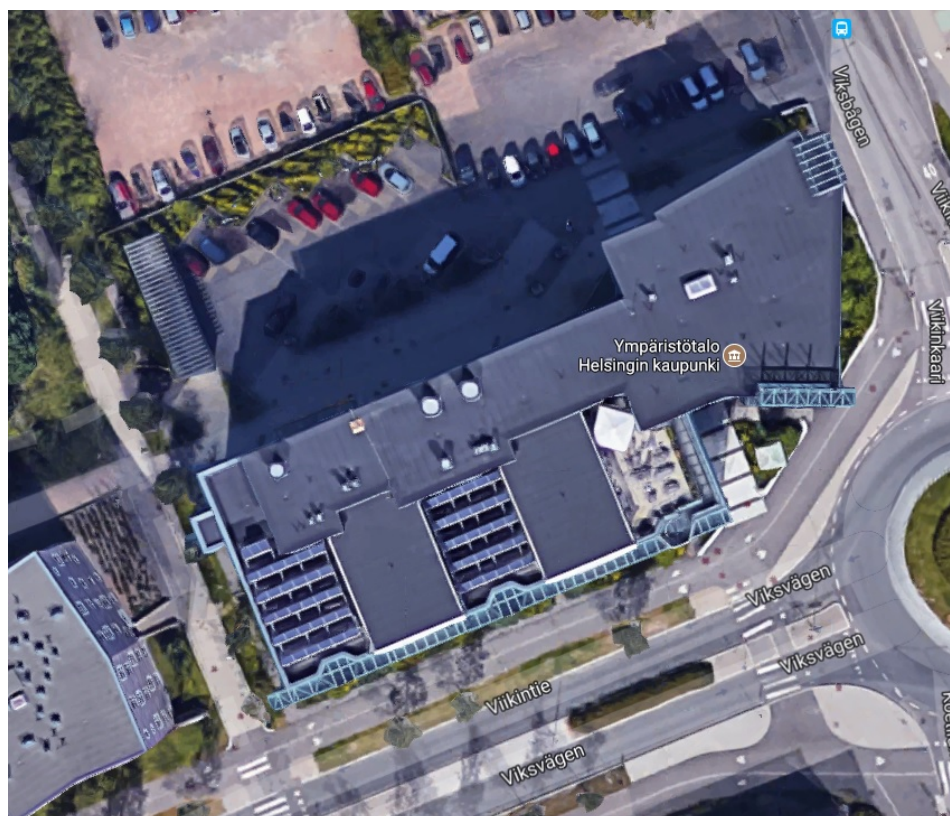
6.5 Ääniosuhteet

Käyttäjien haastatteluista nousi esille nykyisiksi ongelmiksi ääniosuhteet, häiritseväksi koettiin erityisesti toisten puhelimeen puhuminen. Tätä tukee myös vuosien 2014 ja 2015 käyttäjätyytyväisyyskyselyiden tulokset ääniosuhteiden osalta. Ääniosuhteisiin käyttäjät olivat kyselyn perusteella vähiten tyytyväisiä. Ratkaisuksi tähän voitaisiin hankkia käytäville lisää äänieristettyjä puhelinkoppeja. Äänen kulkeutumista rakennuksessa voidaan myös vaimentaa erilaisilla seiniin ja lattioihin asennettavilla eristemateriaaleilla, jotka on suunniteltu juuri kyseiseen tarkoitukseen.

6.6 Aurinkovoimala

Aurinkovoimalan invertterien ukkosherkkyys nousi esille sekä ylläpidon että käyttäjien haastatteluissa. Ylläpidon tietojen mukaan ne ovat edelleen samanlaisessa kunnossa. Käyttäjien haastattelusta kuitenkin nousi esille, etteivät invertterit ole temppuilleet enää hetkeen. Toinen ongelma liittyen aurinkovoimalaan oli, että osa katolle sijoitetuista aurinkopaneeleista on

alueella, johon syntyy varjoja päivän aikana. Ongelman korjaamiseksi tulee selvittää voidaanko varjoalueille jääviä paneeleja siirtää energiantuotannon lisäämiseksi. Ympäristötalon satelliittikuvan (kuva 6) perusteella katolla pitäisi olla ainakin riittävästi pinta-alaa tähän toimenpiteeseen. Talvisin tulee myös varmistaa lumisateiden jälkeen, onko lunta kerääntynyt paneelien päälle ja tarvittaessa siivota lumi pois asianmukaisella tavalla. Aurinkovoimalan energiantuoton toiminnantarkastus olisi hyvä pitää myös säännöllisesti.



KUVA 6. Satelliittikuva Viikin ympäristötalosta (Google 2017)

6.7 Tuuliturbiinit ja muut

Tuuliturbiineissa ei ole, käyttäjien haastattelujen mukaan, ollut ongelmia sen jälkeen, kun huomattiin ettei niiden energiantuotanto ohjautu mihinkään ja asia korjattiin. Ylläpitoa haastatellessa ei käynyt ilmi, olivatko he tietoisia kyseisestä ongelmasta. Käyttäjien haastattelussa yhdeksi ongelmaksi muodostui rakennuksen isännöitsijä. Isännöitsijän kautta erilaisten huoltotöiden ja säätöjen kerrottiin olevan hidasta. Jos asioita ei

saada asianmukaisesti hoidettua isännöinnin kautta, pitää etsiä jonkinlainen ratkaisu, kuten ääritapauksessa isännöitsijän vaihto.

6.8 Johtopäätökset

Käyttäjätyytyväisyyskyselyt ovat jo muutamien vuosien takaiset ja rakennuksen käyttäjistä pieni osa on varmasti vaihtunut. Taulukosta 7 voimme havaita myös käyttäjien tyytyväisyyden keskiarvon tippuneen vuodesta 2014 vuoteen 2015. Ehdotuksena on, että rakennuksen käyttäjille pidettäisiin uusi lomakepohjainen käyttäjätyytyväisyyskysely, jotta saataisiin tuoreempaa tietoa laajemmalla otannalla ja vastauksia voitaisiin verrata aiempiin kyselyihin, jotta nähdään miten tilanne on muuttunut vuosiin 2014 ja 2015 verrattuna. Jos esimerkiksi tyytyväisyyden keskiarvo on tippunut ennestään, pitää asiaan perehtyä tarkemmin ja selvittää, mikä on johtanut siihen.

Opinnäytetyötä varten pidettyjen haastattelujen ja tutkimusanalyysin yhteydessä havaittiin, etteivät käyttäjien ja ylläpidon tiedot laitteiden ja järjestelmien toimivuudesta olleet aivan samanlaisia. Esimerkkinä mainittakoon ristiriitaiset tiedot ala-aulan kuilun valaisimen kytkimestä ja sekä aurinkopaneelien invertterien ukkosherkkyydestä. Ylläpidon ja käyttäjien tulee pitää ennen auditointia yhteispalaveri, jossa käydään läpi ongelmakohteita rakennuksessa ja päivitettäisiin oikeat tiedot laitteiden ja järjestelmien sen hetkisestä toimivuudesta molempien osapuolien tietoon.

Tutkimustulosten ja niiden analysoinnin perusteella ehdotettavat suurimmat auditoinnin tarpeessa olevat kohteet ovat mittarointi- ja energiankulutusseurantajärjestelmä, aurinkovoimalan toimivuus, rakennuksen pohjakuorman selvittäminen sekä onko mahdollista vähentää joidenkin laitteiden käyttöä sekä tutkia rakennuksen arkiston ”arvo”, jolloin pohjakuormaa saataisiin pienennettyä. Olisi hyvä myös selvittää äänieristämisen mahdollisuudet käyttäjien mukavuuden lisäämiseksi. Kohteet joissa on ollut ongelmia, tulee katselmoida säännöllisesti niiden toimivuuden varmistamiseksi. Tulevaisuuden projekteissa on tärkeää ottaa opiksi virheistä, joita Viikin ympäristötalon rakennusprosessissa oli.

Aikataulusuunnitelma tulisi tehdä tarkemmin sekä urakoitsijalta tulee vaatia, että heiltä saadaan käyttöönottopöytäkirjoja siitä, että käyttöönotettavat järjestelmät ovat testattu sekä toimivat suunnitellusti.

7 YHTEENVETO

Toimitilojen matalaenergiarakentaminen vaatii nykyään paljon tarkkuutta alkaen kohteiden tarveselvityksestä aina käyttöönottoon ja ylläpitoon. Energiatehokasta rakentamista ohjaa tällä hetkellä Suomen rakentamismääräykset ja lähitulevaisuudessa uudet asetukset, joiden soveltaminen astuu voimaan vuoden 2018 alussa. Useilla kaupungeilla on myös omat ohjeistuksensa ja tavoitteet toiminnastaan kuinka he pyrkivät lähemmäksi lähes nollaenergiarakentamista. Rakennusten energiatehokkuudessa kokonaisuus ratkaisee, mutta ratkaisevassa asemassa ovat erityisesti rakennuksen hyvä tiiveys sekä eristys. Matalaenergiarakennuksissa pyritään hyödyntämään myös rakennuksen lämpökuormia talvisin ja välttämään kesäisin.

Tämän työn tarkoituksena oli löytää Viikin ympäristötalon auditoitavat kohteet, jotka ovat olennaisimmat sen toimivuuden varmistamiseksi. Työn tutkimus rajattiin toimeksiantajan toiveesta käyttäjien ja ylläpidon näkökulmaan. Tätä varten haastateltiin käyttäjiä ja ylläpitoon kuuluvia henkilöitä, ja analysoitiin heidän vastauksiaan sekä vuosina 2014 ja 2015 pidettyjä käyttäjätyytyväisyyskyselyitä. Tietoa työn teoreettiseen pohjaan etsittiin elektronisista sekä kirjallisista lähteistä ja koottiin tiiviiksi sekä kattavaksi yhteenvedoksi matalaenergiarakentamisesta sekä Viikin ympäristötalon energiatehokkaista suunnitteluratkaisuista.

Työn tutkimuksessa saatiin selville, että puutteita rakennuksessa on muun muassa mittarointi- ja energiankulutusseurantajärjestelmässä, aurinkovoimalan toimivuudessa sekä rakennuksen suuressa pohjakuormassa. Käyttäjät eivät olleet myöskään tyytyväisiä rakennuksen ääniolosuhteisiin. Ylläpito oli tyytyväinen kalliojäähdytykseen ja käyttäjät rakennuksen valaistukseen sekä sisälämpötilaan. Käytönaikaisiin ongelmiin annettiin tämän työn tutkimuksen puitteissa ehdotuksia korjaustoimenpiteistä.

Työn edetessä haastavaksi osoittautui työn aiheen rajaaminen sen monialaisuuden vuoksi. Aiheen rajaamisen helpottamiseksi kirjattiin ylös

tutkimuskysymykset, joihin työssä pyrittiin vastaamaan sekä tehtiin alustava runko sisällysluettelosta. Myös käyttäjien ja ylläpidon ristiriitaiset tiedot rakennuksen laitteiden ja järjestelmien toimivuudesta hankaloitti tutkijan työtä. Vaikeutta toi osiltaan myös aiheen poikkitieteellisyys, energiatekniikan lisäksi työssä sivuttiin rakennus- ja LVI-tekniikkaakin, jotka eivät olleet tutkijalle ennestään tuttuja.

Lopputuloksena toimeksiantajalle syntyi ajankohtaista tietoa Viikin ympäristötalon käytönaikaisesta toimivuudesta käyttäjien ja ylläpidon näkökulmasta. Työn tutkimuksen tuloksia on helppo verrata konsulttiyrityksien aiempiin tutkimuksiin aiheesta. Tutkimuksen analysoinnin pohjalta on helppoa lähteä suunnittelemaan rakennuksen auditointia, kun on saatu selvitettyä ne ongelmakohteet, jotka ovat ympäristötalon toimivuuden ja energiatehokkuuden kannalta olennaisimmat.

LÄHTEET

CARTIF 2017. MySMARTLife [viitattu 12.4.2017]. Saatavissa:

<http://www.cartif.com/en/international-projects/european/horizon2020/item/1122-mysmartlife.html>

Forum Virium Helsinki 2017. MySMARTLife Helsinki – Innovative Measures To Improve Energy Efficiency [viitattu 10.4.2017]. Saatavissa:

<https://forumvirium.fi/en/mysmartlife-helsinki-innovative-measures-improve-energy-efficiency/>

Google 2017. Viikin ympäristötalon satelliittikuva [viitattu 13.9.2017].

Saatavissa: <https://www.google.fi/maps>

Granlund Oy 2016. Viikin ympäristötalo – kooste energiaselvityksestä. Selvitys.

Green Building Council Finland 2017. Viikin Ympäristötalo [viitattu 7.4.2017]. Saatavissa: <http://figbc.fi/tietopankki/viikin-ymparistotalo/>

Energiatehokas koti 2016. Energiatodistus [viitattu 20.6.2017]. Saatavissa:

<http://www.energiatehokaskoti.fi/perustieto/maaraykset/energiatodistus>

Helen Oy 2017. Sävel Plus [viitattu 13.4.2017]. Saatavissa:

<https://www.helen.fi/sahko/kodit/asiakasedut/savel-plus/>

Helsingin kaupunki 2010. Helsingin kaupungin palvelurakentamisen matalaenergiarakentamisohje [viitattu 13.4.2017]. Saatavissa:

http://www.hel.fi/static/hkr/rak/esitteet/yleisohje_helsingin_kaupungin_palvelurakennusten_matalaenergiarakentaminen.pdf

Helsingin kaupunki 2017. LVI(A) –suunnitteluohjeet - Julkiset palvelurakennukset. Suunnitteluohjeet.

Helsingin kaupunki Rakennusvirasto 2017. Hyvää Helsinkiä rakentamassa – Ympäristötalo on Suomen energiatehokkain toimistorakennus. Esite [viitattu 5.4.2017]. Saatavissa:

http://www.hel.fi/static/hkr/rak/esitteet/viikin_ymparistotalo.pdf

Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2016. Viikin ympäristötalo [viitattu 5.4.2017]. Saatavissa:

<http://www.hel.fi/www/ymk/fi/Ymparistokeskus+palvelee/ymparistotalo/>

Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2017a. Helsingin osallistuminen EU Horizon 2020 SCC1 –rahoituskilpailuun mySMARTLife – hankkeella [viitattu 10.4.2017]. Saatavissa:

<https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/39/399eacb5514df2791c0485b0163618f9f9022a24.pdf>

Helsingin kaupunki Ympäristökeskus 2017b. Viikin ympäristötalo – Suomen vähiten energiaa kuluttava toimistorakennus. Esite [viitattu 6.4.2017]. Saatavissa: <http://www.hel.fi/static/ymk/esitteet/ymparistotalo-fi.pdf>

Insinööritoimisto Äyräväinen Oy 2016. Rakentamismääräykset muuttumassa – lähes nollaenergiarakentaminen lähestyy luonnos [viitattu 15.9.2017].

Saatavissa: <https://www.ayravainen.fi/2016/11/rakentamismaaraykset-muuttumassa-lahes-nollaenergiarakentaminen-lahestyy/>

Kustula, S. 2015. Laadullinen ja määrällinen tutkimus opinnäytetyössä [viitattu 13.9.2017]. Saatavissa:

<http://esseepankki.proakatemia.fi/laadullinen-ja-maarallinen-tutkimus-opinnaytetyossa/>

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Motiva 2017. Kaukolämpö [viitattu 11.4.2017]. Saatavissa:

https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelma_n_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo

Oy Windside Production Ltd. 2017. Windside® WS-0,30—Monipuolista tehokkuutta. Esite [viitattu 12.4.2017]. Saatavissa:

http://www.windside.com/filebank/206-WS030_su.pdf

Passiivi.info 2017. Passiivitalon määritelmä. [viitattu 24.4.2017].

Saatavissa: <http://www.passiivi.info/data.php?sivu=maarittely>

Rhinoceros Oy / Helsingin kaupungin aineistopankki 2011. Viikin ympäristötalo [viitattu 7.4.2017]. Saatavissa:

<http://helsinki.emmi.fi//kQmrptcNj5hM>

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2009. RIL 249-2009

Matalaenergiarakentaminen, asuinrakennukset. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto 2012. RIL 259-2012

Matalaenergiarakentaminen, toimitilat. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Tekes 2013. Horisontti 2020 [viitattu 12.4.2017]. Saatavissa:

<https://www.tekes.eu/horisontti-2020/>

Tero Pajukallio / Helsingin kaupungin aineistopankki 2012. Viikin ympäristötalon tuuliturbiinit [viitattu 12.4.2017]. Saatavissa:

<http://helsinki.emmi.fi//kQmrptcNj5hM>

Ympäristöministeriö 2011a. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma [viitattu

18.4.2017]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012_Suomi.pdf

Ympäristöministeriö 2011b. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuudesta [viitattu 16.6.2017]. Saatavissa:

<http://www.ym.fi/download/noname/%7BB69FF19E-4CDF-4042-9002-2FF01ADFD11A%7D/31604>

Ympäristöministeriö 2013. Rakennusten energiakulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Ohjeet 2012. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma [viitattu 19.4.2017]. Saatavissa:

<http://www.ym.fi/download/noname/%7B8C5C3B41-E127-4889-95B0-285E9223DEE6%7D/40468>

Ympäristöministeriö 2016a. Energiatodistusopas 2016 [viitattu 18.4.2017].

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BFE6246D5-C802-4F45-8AB1-3B77E281213D%7D/119876>

Ympäristöministeriö 2016b. Suomen rakentamismääräyskokoelmat

[viitattu 15.9.2017]. Saatavissa: <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>

Ympäristöministeriö 2016c. Ympäristöministeriön asetus uuden

rakennuksen energiatehokkuudesta – luonnos [viitattu 15.9.2017].

Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B2EB6C923-7E43-4311-8867-12A7FBA9223C%7D/121714>

LIITTEET

LIITE 1. Viikin ympäristötalon kiinteistöpassi

LIITE 2. Teemahaastattelurunko – käyttäjät

LIITE 3. Teemahaastattelurunko – ylläpito

LIITE 1. Viikin ympäristötalon kiinteistöpassi

KÄYTTÖVAIHE

Viikin ympäristötalo: 2014



Nimi	Kohde
Osoite	Viikinkaari 2 Helsinki
Käyttötarkoitus	Toimistorakennus
Bruttoala, lämmitetty (brm2)	6390
Pysäköintiratkaisu	2011
Lisätietoja	Helsingin rakennusvirasto/Päivi Holopainen
Valittu toiminnallinen yksikkö	
Henkilötyövuodet	123

Käyttövaiheen mittari	Tulos per pinta-ala	Vertailutaso	Tulos per toim. yksikkö
Energiankulutus	116 kWh/brm2	Ei vielä saatavissa	6 MWh/yks.
Energiankulutuksen hiilijalanjälki	27 kgCO2e /brm2	Ei vielä saatavissa	1 tonCO2e /yks.
Pohjateho	2 W/brm2		49 % keski-tehosta
Sisäolosuhteisiin tyytyväiset	72.5 %	80 %	

LIITE 2. Teemahaastattelurunko - käyttäjät

Taustatiedot

Haastateltavan työtehtävä

Haastateltavan työtila (sijainti, avokonttori vai huone)

Tyytyväisyys ympäristötaloon työpaikkana (rakennuksen maantieteellinen sijainti, yleinen viihtyvyys)

Ympäristötalon käytönaikainen toimivuus

Toimiiko suunnitellusti käyttäjän näkökulmasta

Onko ollut ongelmia? Jos on, niin mitä? Onko niille tehty jotain?

Onko tällä hetkellä ongelmakohtia, joihin pitäisi kiinnittää huomiota?

Näkökannat ympäristötalon tekniikasta

Valaistus

Ilmanlaatu

Akustiikka

Lämpötila

Aurinkovoimala

Tuuliturbiinit

”Tulevaisuus”

Millaisessa toimistorakennuksessa haluaisit tulevaisuudessa työskennellä?

Paljon olisit omilla teoillaan valmis vaikuttamaan rakennuksen energiatehokkuuteen, jos olet niin mitä?

LIITE 3. Teemahaastattelurunko - ylläpito

Taustatiedot

Haastateltavan nykyinen työtehtävä

Miten ollut osallisena Viikin ympäristötalon suunnittelussa, rakentamisessa ja/tai ylläpidossa?

Suunnittelu- ja rakennusprosessi

Suunnitteluvaiheen haasteet

Rakennusvaiheen tekniset haasteet

Ympäristötalon käytönaikainen toimivuus

Toimiiko suunnitellusti

Onko aiemmin ollut ongelmia? Jos on, niin mitä? Onko niille tehty jotain?

Onko tällä hetkellä ongelmakohtia, joihin pitäisi kiinnittää huomiota?

Tekniset ratkaisut

- Rakenteet
- Akustiikka
- Valaistus
- Ilmanvaihto
- Lämmitys
- Jäähdytys
- Aurinkovoimala
- Tuuliturbiinit

"Tulevaisuus"

Vastaavanlainen hanke, mitä voitaisiin hyödyntää ympäristötalosta ja mitä tehtäisiin ehdottomasti toisin?