



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TALOTEKNIIKAN TOIMIVUUS PIRKAN- MAAN PALVELURAKENNUKSISSA

Sähköinen talotekniikka

Aki Kortetmäki

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015
Talotekniikan koulutusohjelma
Sähköinen talotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikka
Sähköinen talotekniikka

AKI KORTETMÄKI

Talotekniikan toimivuus Pirkanmaan palvelurakennuksissa
Sähköinen talotekniikka

Opinnäytetyö 100 sivua, joista liitteitä 9 sivua
Huhtikuu 2016

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia viiden kunnallisen palvelurakennuksen talotekniikan toimivuutta kiinteistön käyttöönottovaiheen jälkeen. Tutkimustyö on osana Tampereen ja Helsingin kaupunkien sekä alan usean yritysten tukemaa COMBI-tutkimushanketta, jossa pyritään palvelurakennusten energiatehokkuuden parantamiseen liittyvien ongelmien kokonaisvaltaiseen selvittämiseen ja ratkaisemiseen. Tämän tutkimuksen tuloksia kerättiin käyttäjille tehdyn nettikyselyn, huoltohenkilökunnan haastattelujen sekä kohdekäynneillä tehtyjen havaintojen ja mittausten avulla. Näiden tietojen pohjalta pyrittiin löytämään kohteiden taloteknisten ratkaisujen ongelmat käyttäjien sekä ylläpidon kannalta katsottuna.

Tulosten perusteella talotekniikan ongelmat johtuvat monesti muista tekijöistä kuin varsinaisten laitteistojen mekaanisesta heikkoudesta. Moniin ongelma-kohtiin on myös olemassa oikeat toimintamallit, joilla nämä voitaisiin välttää. Ongelmana vaikuttaisi olevan monesti se, ettei näitä osata tai haluta noudattaa. Esille nousivat esimerkiksi huolimattomasti tehdyt tai kokonaan tekemättömät käyttöönottovaiheen toimintakokeet, säädöt ja tarkistukset. Toinen yleinen ongelma-kohta on sekä ylläpidon että käyttäjien liian vähillä resursseilla tehty käyttöönotto-opastus, jolloin ymmärrys kohteen suunnittelusta toiminnasta jää liian suppeaksi. Esille nousi myös kohderyhmän erityisvaatimusten ja tilojen muunneltavuuden kartoittaminen jo suunnitteluvaiheessa. Tuloksista selvisi yhteneväisten ongelma-alueiden lisäksi useita yksittäisiä kohdekohtaisia ongelmia, joista ei suoraan voi tehdä linjaavia johtopäätöksiä, mutta jotka toimivat hyvinä varoittavina esimerkkeinä vastaaville jatkossa tehtäville ratkaisuille.

Tutkimustulosten johtopäätöksinä tuloksista tuotiin esille asioita joihin olisi hyvä panostamaa enemmän tai joita voitaisiin toteuttaa järkevämmiin. Kiinteistön toimivien olosuhteiden ja elinkaarikustannuksen kannalta käyttöönottokoulutus on asia johon pitäisi pystyä varaamaan enemmän resursseja. Käyttöönottokoulutuksen kehittäminen kattavamaksi konseptiksi saattaisi olla oikein perusteltuna myös hyvä myyntivaltti yrityksen näkökulmasta. Talotekniikan optimaalisen toiminnan varmistamiseen tulisi voida varata riittävästi resursseja ja asiantuntijoita koko hankkeen ajalle sekä myös tämän jälkeiselle ylläpitovaiheelle. Tekniikan lisääntyessä myös käyttäjälähtöisen suunnittelun merkitys kasvaa. Tekniikan avulla voidaan tuoda apua moniin palvelurakennusten toimiin, mutta se vaatii riittävää ymmärrystä ja yhteistyötä suunnittelijoiden sekä käyttäjien tarpeet tuntevien henkilöiden välillä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Building services engineering
Electrical line

AKI KORTETMÄKI:

Functionality of Building services in Pirkanmaa's service buildings
Electrical Building Services

Bachelor's thesis 100 pages, appendices 9 pages
August 2016

The aim of this thesis is to research the functionality of five council buildings after introduction of the real estate. The research is part of COMBI- research project for the Finnish cities Helsinki and Tampere. Its goal is improve the energy efficiency of the building services. The study used both quantitative and qualitative methods to find the problems in housing solutions from every point of view.

The findings are many times something else than mechanical weakness. With the right approach many problems could be avoided. Another problem is too few resources in commissioning guidance, resulting in the user's limited understanding. Another concern is the identification of the specific requirements and the adaptability of premises at the design stage. In addition there are many individual problems that cannot be drawn conclusions from but which act as warning examples.

As a result of the study several suggestions for improvements were made. Training of introduction is a main point which more resources and experts should be reserved for. Using technology can be helpful for many building services but it requires understanding and teamwork between designers, users and the people who know the user's needs.

Key words: building services, Tampere, service buildings

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
1	TEORIA	9
1.1	Talotekniikan optimointi.....	9
1.2	Talotekniikan integrointi.....	9
1.3	Huoltokirja	11
1.4	ToVa-käsikirja	12
1.4.1	Yleistä	12
1.4.2	ToVa käyttöönottovaiheessa	13
1.4.3	ToVa ylläpitovaiheessa	15
1.5	Valon laatu ja valaistuksen ohjaus.....	17
1.5.1	SFS 12464-1	17
1.5.2	Valon lähteet	20
1.5.3	Valon vaikutukset ihmiseen	21
1.6	Valvomot ja automaatiojärjestelmät	23
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	25
2.1	Nettikysely	25
2.2	Kohdekäynnit ja haastattelut.....	25
2.3	Suunnitelmat ja mittaustulokset.....	26
2.4	Aiemmat hankkeet	26
2.5	Kirjallisuus.....	27
3	KOHDEKIINTEISTÖT	29
3.1	Impivaaran vanhainkoti	29
3.1.1	Yleistä	29
3.1.2	Tekniikka.....	30
3.2	Luhtaan päiväkotiki	34
3.2.1	Yleistä	34
3.2.2	Tekniikka.....	37
3.3	Koivurinteen päiväkotiki ja koulu	41
3.3.1	Yleistä	41
3.3.2	Tekniikka.....	41
3.4	Puopuiston päiväkotiki	42
3.4.1	Yleistä	42
3.4.2	Tekniikka.....	42
3.5	Toivion koulu.....	46
3.5.1	Yleistä	46
3.5.2	Tekniikka.....	46

4	TULOKSET	49
4.1	Impivaaran vanhainkoti	49
4.1.1	Käyttäjäkysely.....	49
4.1.2	Huoltohenkilökunnan toimenkuva.....	49
4.1.3	Lämmitys ja ilmanvaihto.....	50
4.1.4	Sähkötekniset ratkaisut.....	53
4.1.5	Valaistus.....	54
4.2	Luhtaan päiväkotia	56
4.2.1	Käyttäjäkyselyt.....	56
4.2.2	Huoltohenkilökunta.....	58
4.2.3	Lämmitys ja ilmanvaihto.....	58
4.2.4	Sähkötekniset ratkaisut.....	61
4.2.5	Valaistus.....	62
4.3	Koivurinteen päiväkotia	65
4.3.1	Käyttäjäkyselyt.....	65
4.3.2	Huoltohenkilökunta.....	65
4.3.3	Lämmitys ja ilmanvaihto.....	66
4.3.4	Sähkötekniset ratkaisut.....	66
4.3.5	Valaistus.....	67
4.4	Puopuiston päiväkotia	68
4.4.1	Käyttäjäkyselyt.....	68
4.4.2	Huoltohenkilökunta.....	69
4.4.3	Lämmitys ja ilmanvaihto.....	69
4.4.4	Sähkötekniset ratkaisut.....	72
4.4.5	Valaistus.....	72
4.5	Toivion koulu.....	76
4.5.1	Käyttäjäkyselyt.....	76
4.5.2	Huoltohenkilökunta.....	76
4.5.3	Lämmitysjärjestelmä.....	77
4.5.4	Ilmanvaihto	79
4.5.5	Sähkötekniset ratkaisut.....	80
4.5.6	Valaistus.....	81
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	82
5.1	Käyttäjien ja huoltohenkilökunnan koulutus	82
5.2	Huoltohenkilökunnan resurssit	83
5.3	Käyttäjälähtöinen suunnittelu	84
5.4	Toiminnan varmistaminen	85
5.5	Ilmanvaihdon toiminta.....	85
5.6	Valaistusratkaisut.....	87

5.7 Energianmittausten toteutus ja seuranta	88
LÄHTEET	90
LIITTEET	93
Liite 1. Netti-kysely	93
Liite 2. Toimivuustarkastelu	97

LYHENTEET JA TERMIT

TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
COMBI	Comprehensive development of nearly zero-energy municipal service buildings
DALI	Digital Addressable Lighting Interface

1 JOHDANTO

Suomen tavoitteena on, että vuoden 2019 alusta lähtien käyttöönotettavat uudet julkiset rakennukset rakennetaan lähes nollaenergiarakennuksina. Lähes nollaenergiarakennuksen määritelmä on vielä avoinna, mutta pyrkimyksenä on kuitenkin päästä merkittävästi pienempään ko. rakennusten energiankulutukseen kuin mitä nykyinen määräystaso edellyttää (Combi 2016).

COMBI-hanke on 3-vuotinen hanke, jossa julkisten rakennusten energiatehokkuuden parantamisen haasteet ja ongelmat pyritään ratkaisemaan. Tutkimus on toteutettu yhteistyössä Tampereen Ammattikorkeakoulun, Tampereen teknillisen yliopiston sekä Aaltoyliopiston kesken. Tampereen kaupungin ja ympäristökuntien lisäksi mukana on myös Helsingin Kiinteistöviraston Tilakeskus, sekä useat alan yritykset (Combi 2016).

Hankkeen tutkimustyöt on jaettu viiteen eri työpakettiin, jotka käsittelevät rakentamisen eri työvaiheita. Tamkin osuus hankkeessa on pääosin talotekniikan puolella, joten työt sijoittuvat lähinnä työpaketteihin kolme, neljä ja viisi. Pohjana tälle opinnäytetyölle on yhdessä muun Tamkin työryhmän kanssa koottu materiaali hankkeen kohderakennuksista. Näiden kohteiden talotekniikan toimivuutta on pyritty selvittämään kohdekäyntien lisäksi huoltohenkilökunnan haastatteluilla, sekä käyttäjille kohdistetulla netti-kyselyllä. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kartoittaa talotekniikan toimivuutta hankkeessa mukana olevissa kohteissa siltä osin, mitä käytössä olleilla menetelmillä ja resursseilla on ollut mahdollista. Painopiste tässä työssä on sähköisen puolen talotekniikka, mutta aihetta on pyritty käsittelemään kokonaisuutena pelkkään sähköön keskittymisen sijaan.

1 TEORIA

Tässä osiossa on käsitelty talotekniikan toiminnan kannalta oleellisia tekijöitä, joiden toimintaan tämän opinnäytetyön kohteissa pyrittiin kiinnittämään huomiota. Teoriaosuuden tarkoituksena on selvittää lukijalle eri käsitteet, sekä niiden merkitys hyvän talotekniikan toimivuuden kannalta.

1.1 Talotekniikan optimointi

Energiatehokkaaseen rakentamiseen pyrittäessä on myös huolehdittava taloteknisten ratkaisujen oikeasta ja tehokkaasta toiminnasta. Uusilla teknisillä ratkaisuilla on merkittävä osuus energiansäästöissä ilmanvaihdon, lämmityksen sekä valaistuksen kohdalla. Laskennallisiin säästöihin ja takaisinmaksuaikoihin ei silti päästä, mikäli toimintaympäristöä ei käytetä oikein tai laitteistoja ei ole ennen käyttöönottoa optimoitu toimimaan tehokkaimmalla mahdollisella tavalla.

Tärkeä rooli talotekniikan tavoiteltuun toimintaan pyrittäessä on asiantunteva ja huolella tehty käyttöönotto. Käyttöönottoissa on tärkeää, että laitteistoille suunnitellut arvot saavutetaan, eikä esimerkiksi pumput tai puhaltimet jää toimimaan ainoastaan oletusarvoiltaan tai arvaamalla asetetun arvon varaan.

Toinen tärkeä rooli tavoitteiden saavuttamisessa on käyttäjien opastus kiinteistön oikeaan käyttöön. Tekniikan lisääntyessä käyttäjällä on entistä enemmän säätimiä ja kytkimiä käytössä, jolloin on tärkeää heidän myös tietää miten voivat osaltaan edistää olosuhteitaan, sekä talotekniikan energiatehokasta toimintaa.

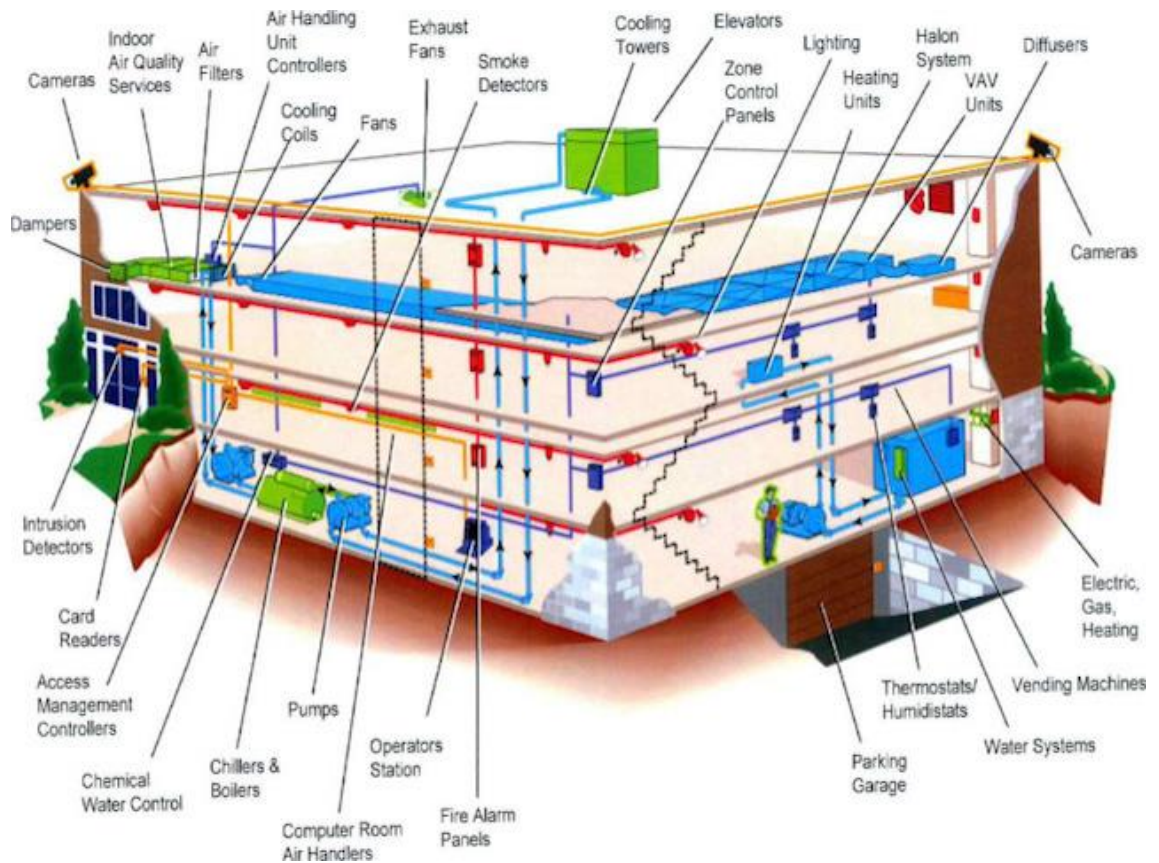
1.2 Talotekniikan integrointi

Talotekniikan integroinnissa pyritään saattamaan eri laitteet toimimaan ja kommunikoidaan keskenään, sekä hyödyntämään näin toistensa tuottamaa dataa. Monilla eri talotekniikan järjestelmillä on yhteisiä tarpeita, jotka voitaisiin hoitaa yhteisin komponentein. Lisäksi toisen järjestelmän toiminnan huomioiminen toisen järjestelmän ohjaamisessa on monessa kohtaa tärkeää talotekniikan optimaalisen käytön kannalta.

Hyvänä esimerkkinä komponenteista voidaan pitää huonekohtaisia läsnäolo- ja lämpötila-antureita. Läsnäolotietoa tarvitaan monesti niin ilmanvaihdon, valaistuksen, lämmityksen kuin murtohälytysjärjestelmienkin toiminnassa. Tällöin on turhaa asentaa jokaiselle järjestelmälle omaa anturia, jos yhden avulla voidaan tuottaa dataa kaikkien käyttöön. Samaten esimerkiksi lämpötila-anturin tieto on tärkeää sekä ilmanvaihdon, että lämmityksen ohjaukseen.

Toinen huomattava etu järjestelmien integroimisessa on niiden hallinta samasta paikasta. Tänä päivänä laitteistojen hallinta erityisesti isommissa kohteista vaatii eri automaatiojärjestelmien integroimista yhdeksi operatiiviseksi toiminnaksi. Tällöin kokonaiskuva on helposti nähtävissä kerralla ja tilanteiden analysoiminen on helpompaa sekä nopeampaa (Avoin automaatio 2016).

Haasteena monien eri järjestelmien integroimisessa on niiden protokolien yhteensovittaminen. Nykyaikaisessa rakennuksessa on useita järjestelmiä, jotka käyttävät eri protokollaa tiedonsiirtoon. Näiden järjestelmien välisen tiedonsiirron yhteensovittaminen on usein haasteellista. Integroinnilla pyritään ottamaan hallintaan kaikki nämä eri protokolat ja mahdollistamaan avoimen kommunikaation näiden kaikkien välille (Avoin automaatio 2016).



Kuva 2. Talotekniikan integrointi (Havencap 2016)

Kuvassa kaksi on kuvattu hyvin se, että miten monenlaista tekniikkaa nykyaikaiset kiinteistöt voivat sisältää. Integroinnin avulla näiden laitteiden tuottaman datan avulla pyritään tehostamaan toinen toistensa toimintaa, sekä hallinnoimaan kaikkia samasta pisteestä. Kuvassa ja lähteenä toimineella nettisivulla käsitellään myös laajemmin aiheita ”Internet of things”. Tällä kuvataan sitä visiota, että jatkossa yhä useammasta asiasta tai esineestä olisi mahdollista kerätä dataa talteen ja hyödyntää sitä verkkoyhteyden välityksellä muualla.

1.3 Huoltokirja

Huoltokirja on huolto- ja kunnossapitohenkilöstön apuväline oikeiden ja oikea-aikaisten huoltojen tekemiseen. Yleensä huoltokirja käsittää rakennuksen käyttö- sekä huolto-ohjeet. Oikein suoritetuilla huollon toimenpiteillä kiinteistön arvo säilyy ja ylläpitokustannukset pysyvät hallinnassa. Näin ollen huoltokirja on merkittävässä asemassa talotekniikan toimivuutta koko kiinteistön elinkaaren ajan (Jaakko Rajakallio 2013).

Huoltokirjaan pyritään kokoamaan yhteen paikkaan kiinteistönpidossa tarvittavia tietoja. Siinä tulisi esittää ainakin kiinteistön perustiedot, toteutuneet huollot, yleiset tarkastusohjeet sekä tuotekohtaiset käyttö- ja huolto-ohjeet. Hyvän ja hyvin käytetyn huoltokirjan tuomia taloudellisia ja käytännön hyötyjä ei voi liiaksi tuoda esiin. Sen avulla taloudelliset kustannukset pystytään pitämään mahdollisimman alhaisina ja yllättäviltä kuluilta vältytään mahdollisimman tehokkaasti. Hyvin pidetty huoltokirja toimii myös hyvänä tiedonsiirtäjänä mahdollisen kiinteistön myynnin tai huoltohenkilön vaihtumisen koittaessa (Jaakko Rajakallio 2013).

Huoltokirja voi olla joko paperisena tai sähköisenä versiona. Sähköisen huoltokirjan etuna on, että se pysyy tallessa ja kestää ajan kulumisen paremmin kuin esimerkiksi lämmönjakohuoneessa pölyttynyt paperinen versio. Sähköisen huoltokirjan avulla monta kohdetta hoitavalle huoltomiehelle pystytään myös tuomaan suoraan kalenteriin ajankohdittaiset huollot päivämäärien mukaan (Kohdekäynnit).

1.4 ToVa-käsikirja

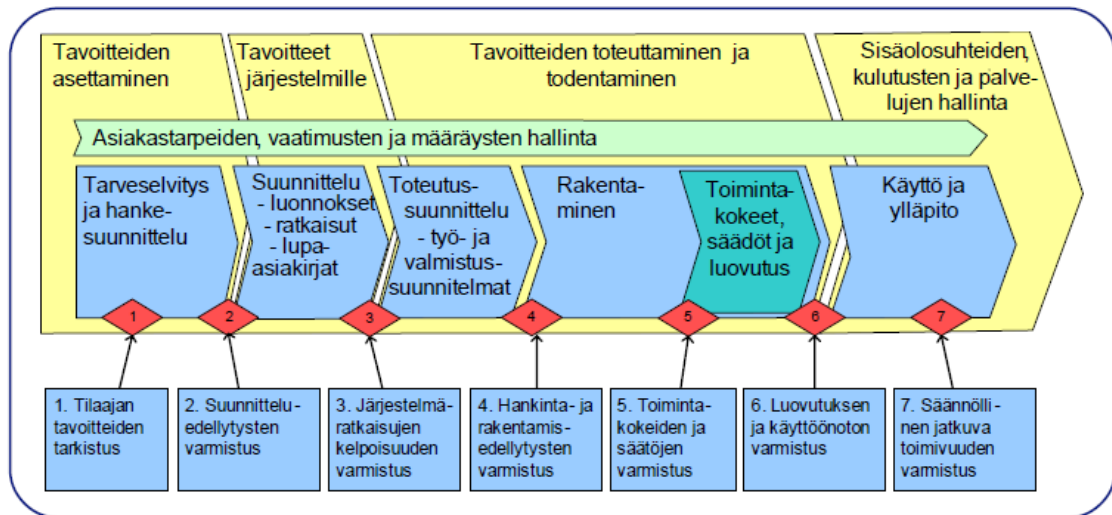
1.4.1 Yleistä

ToVa-käsikirja on VTT:n julkaisema tiedote vuodelta 2007, jonka koostamisessa on ollut mukana iso joukko alan asiantuntijoita VTT:ltä, sekä Tampereen teknilliseltä yliopistolta. ToVa-käsikirja on nimensä mukaisesti käsikirja rakennuksen toimivuuden varmistamiselle koko sen suunnittelu-, rakennus-, käyttöönotto- ja ylläpitovaiheen ajalle (ToVa-käsikirja 2007).

Käsikirjalla esitetään suomalainen vastine maailmalla tunnetulle Building Commissioning-menettelylle, jolla pyritään varmistamaan täsmällinen tilaajan tavoitteiden dokumentointi, suunnittelutavoitteiden määrittely ja se, että rakennus toimii suunnitelmien ja niissä aseteltujen tavoitteiden mukaisesti. Käsikirja keskittyy erityisesti sisäilmaston ja energiatehokkuuden varmistamiseen, jonka vuoksi se tukee hyvin tämän tutkimustyön tavoitteita (ToVa-käsikirja 2007).

Toiminnan varmistaminen lähtee siitä, että urakkaan otetaan mukaan erillinen ToVa-tiimi, joka koostuu eri alojen osaajista. Tiimin vetäjäksi valitaan henkilö, joka omaa riit-

tävän hyvän tietämyksen sisäilmaston ja energiatehokkuuden kannalta oleellisten järjestelmien suunnittelusta, toteutuksesta ja käytöstä. ToVa-toiminnan suunnittelu ja organisointi pyritään aloittamaan jo tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin hankkeessa pystytään vaikuttamaan sisäilmastoon ja energiatehokkuuteen heti alusta asti. Seuraavissa luvuissa on kerrottu tarkemmin tätä tutkimusta lähinnä olevista käyttöönoton ja ylläpitovaiheen toiminnan varmistamisista (ToVa-käsikirja 2007).



Kuva 1. Toiminnan varmistaminen rakentamisen eri vaiheissa (ToVa-käsikirja 2007)

1.4.2 ToVa käyttöönottovaiheessa

Kiinteistön luovutuksen edellytyksenä on, että urakan siihen asteiset vaatimukset ovat täyttyneet. Yleisimmät syyt siihen, että luovutusta tilaajalle ei voida toteuttaa suunnitellusti on töiden keskeneräisyys, laatuvirheet, luovutusasiakirjojen puutteellisuus tai tilaajan omat laiminlyönnit. Rakennuksen luovutuskunnon tavoitteena tulisikin olla, että kaikki rakennus- ja asennustyöt on tehty, rakennus on virheetön ja järjestelmät on viritetty toimimaan suunnitelmien mukaisilla säädöillään (ToVa-käsikirja 2007).

Kun kohde on saatu edellä esitettyyn vaiheeseen, niin voidaan toimintakokeet aloittaa ongelmitta. Järjestelmien toimintakokeita, tarkistuksia, säätöjä ja tasapainotuksia varten tulee varata riittävästi aikaa, jotta niiden haluttu toiminta saadaan varmistettua (ToVa-käsikirja 2007).

ToVa-toiminnan vetäjällä on paljon vastuullaan kohteen luovutus- ja testausvaiheessa. Hänen tehtävänä on mm. laatia ToVa-suunnitelma luovutusta ja käyttöä varten, avustaa

tilaajaa aiheeseen liittyvien määritysten sisällyttämisestä hoito- ja kunnossapitosopimukseen, tarkistaa rakennuksen käyttö- ja huoltokirjat ja luovutusaineistot, varmistaa muina vuodenaikoina tehtävien kokeiden suorittamisen, tarkistaa rakennuksen sisäilmasto- ja energiatavoitteiden toteutumisen sekä varmistaa tilaajan saaneen kaikki tarvittava dokumentaatio käyttö- ja huolto-ohjeiden ja suunnitelmien osalta (ToVa-käsikirja 2007).

Ennen rakennuksen käyttöönottoa suoritetaan toimintakokeet, joiden avulla pyritään varmistamaan energiatehokkuuden täytyminen ja sisäilmaston toimivuus. Toimintakokeet eivät pysty monesti kattamaan kaikkia talotekniikkaan vaikuttavia tekijöitä. Tämän vuoksi ensimmäistä käyttövuotta pidetään ajanjaksona, jolloin laitteiden optimaalinen käyttö varmistetaan ja lopulliset säätöparametrit säädetään (ToVa-käsikirja 2007).

LVI-järjestelmien osalta luovutusvaiheessa päivitetään mahdollisuuksien mukaan sisäilmaston ja energiankäytön arviot. Mikäli tavoitearvot eivät toteudu, niin aiheuttavat ne päätöstarpeen joko toteutuksen tai tavoitteiden korjaamiseksi. LVI-järjestelmien osalta tässä vaiheessa tarkisteltavia asioita voivat olla esimerkiksi sisäilmastoluokka, rakennustöiden puhtausluokka, rakennusmateriaalien päästoluokka, lämmitysenergian vuotuinen ominaiskulutus ja ilmanvaihdon ominaissähköteho. ToVa-käsikirjassa on esitelty yksityiskohtaisemmin mitä asioita käynnin yhteydessä käydään pistokoemaisesti läpi (ToVa-käsikirja 2007).

Sähkölaitteistoille rakentajien tekemät käyttöönottotarkastukset ovat pakollisia ja standardin SFS 6000 määrittelemiä. Näihin tarkastuksiin sisältyvät ennen mittauksia tehtävät silmämääräiset tarkastukset, joita lähtökohtaisesti tehdään koko rakennusvaiheen ajan. Tällä tavoin vielä avonaisiin asennuksiin pystytään näkemään ja havaittuihin virheisiin puuttumaan riittävän ajoissa. Standardin määrittelemien käyttöönottotestausten lisäksi sähköalan toimintakokeet liittyvät usein LVI-prosessin tai muun laitteiston toimintakokeisiin. Myös koekäytöt liittyvät usein LVI-puolen koekäyttöihin, jolloin sähköiset toiminnot tulee testata samanaikaisesti (ToVa-käsikirja 2007).

ToVa-tiimin vastuulle jää varmistaa, että edellä mainitut toimenpiteet on tehty. Edellisten lisäksi on suositeltavaa tässä vaiheessa tehdä rakennuksen energiatehokkuuden seuranta helpottavia mittauksia. Tällaisia ovat esimerkiksi rakennuksen sähkönkäytön tyhjäkäyntihot ilman sähkölämmitys- tai jäähdytyskuormia, sekä ilmanvaihtokoneiden ominais-

sähkötehojen määrittely. Lisäksi tarkistetaan, että saatto- ja ulkoalueiden sähkölämmitysten ohjaus tapahtuu suunnitellusti. Tarvittaessa voidaan myös valaistuksen osalta varmistaa, että valaistusvoimakkuudet ovat suunnitelmien mukaiset ja valaistus on toteutettu suositusten ja määräysten mukaan. Valaistusvoimakkuusmittauksia voidaan lisäksi täydentää pintojen luminanssimittauksilla. Valaistukselle on myös syytä tehdä toimintakokeet, joilla varmistetaan, että ohjausjärjestelmän ohjaussignaalit menevät haluttuun pisteeseen ja aika- ja valoisuusohjaukset toimivat kuten suunniteltu (ToVa-käsikirja 2007).

Rakennusautomaation osalta käyttöönottovaiheessa varmistetaan, että hankittu laitteisto vastaa kaikilta osin urakkasopimuksessa määriteltyjä ehtoja. Ennen käyttöönottoa tarkistetaan automaatiojärjestelmän osalta, että talotekniikan vastaanottomenettely on suoritettu asianmukaisesti. Alakeskuksia ja kenttälaitteita koskevat tarkastukset tehdään vaiheittain koko projektin ajan. Luovutus- ja käyttöönottovaiheessa tehdään ToVa-katselmus yhdessä asiakkaan kanssa, jossa hyväksytään kaikkien järjestelmälle asetettujen tavoitteiden toteutuminen (ToVa-käsikirja 2007).

1.4.3 ToVa ylläpitovaiheessa

Vasta varsinaisessa käyttövaiheessa päästään lopullisesti todentamaan rakennuksen toimivuus ja asetettujen tavoitteiden toteutuminen. Tavoiteltu rakennuksen optimaalinen toiminta saavutetaan monesti vasta 1-2 vuoden kuluttua käyttöönotosta. Tätä edeltävää jaksoa pidetään niin sanottuna viritysvaiheena. Tällöin järjestelmät pyritään virittämällä saamaan vastaamaan rakennuksen todellista käyttöä. Viritysvaihe on tärkeä osa käyttövaiheen ToVa-toimintaa. Sen yhteydessä myös viimeistään pyritään huolto- ja ylläpitoorganisaatio sitouttamaan tiiviisti mukaan säännölliseen ja jatkuvaan ToVa-toimintaan (ToVa-käsikirja 2007).

Käyttövaiheessa pyritään sisäilmaston laatu varmistamaan jatkuvilla säännöllisesti tehtävillä todentamismittauksilla. Nämä mittaukset ovat samoja kuin käyttöönottovaiheessa. Tavoitteena on, että mittaukset tehtäisiin määräajoin sen sijaan, että ongelmiin puututaan vasta kun käyttäjien tyytymättömyys sen vaatii (ToVa-käsikirja 2007).

Energiatehokkuuden ja kulutuksen seuranta on isossa osassa toiminnan varmistamista käyttövaiheessa. ToVa-käsikirjan mukaan energiatehokkuuden jatkuva tarkkailu on saatava kiinteäksi osaksi rakennuksen käyttö- ja ylläpitotoimintoja. Perustana tälle on, että

rakennuksen kulutuksia mitataan ja tämän perusteella energiankulutustietoja analysoidaan säännöllisesti. Erityisesti isommissa kohteissa on tärkeää asentaa erillisiä alamittauksia tärkeimpien energian osakulutusten seuraamiseksi. Energiatehokkuuden varmistamisen perustana on omien toteutuneiden kulutusten seuranta ja vertailu aiempiin vastaaviin tietoihin. Kun laskennallinen kulutustavoite on käytettävissä, niin on toteutunutta energiankulutusta syytä verrata jo heti käyttöönoton jälkeen myös näihin (ToVa-käsikirja 2007).

Käyttövaiheessa toimivuuden varmistaminen vaatii lisäksi käyttäjiltä saatua palautetta ja tyytyväisyyskyselyä. Käyttäjät ovat kaikki yksilöitä, jonka vuoksi jokainen kokee olosuhteet hieman eri tavalla. Tämän vuoksi kaikkien käyttäjien täyttä tyytyväisyyttä on lähes mahdotonta saavuttaa, mutta yksilöiden vaatimukset tulisi ottaa huomioon mahdollisimman hyvin. Laadukkaiden käyttäjäkyselyjen avulla valitukset pystytään kohdentamaan tarkasti ja samalla voidaan varmistaa, että onko kyse jonkin järjestelmän puutteellisesta toiminnasta vai yksittäiseen tilaan liittyvästä ongelmasta. Käyttäjäpalautteen keräämisestä on laajasti kerrottu ToVa-käsikirjassa, jossa on myös esimerkkejä palautteen keräämiseen käytettävistä menetelmistä (ToVa-käsikirja 2007).

Ilmanvaihdon osalta ToVa-käyntien yhteydessä tehdään pistokokeina samoja mittauksia ja tarkastuksia, kuin mitä käyttöönottovaiheessa tehdään. Nämä käynnit toteutetaan normaalien huolto-ohjelmien vaatimien toimien lisäksi. ToVa-käynnillä käsiteltäviä asioita on muun muassa laitteiden aistinvarainen puhtauden tarkistus, tulo- ja poistoilmamäärien mittaaminen, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaaminen, vetoisuus, paine-erot sisä- ja ulkoilman välillä, iv-koneiden ja erillispoistojen virtauksen mittaukset sekä ominaissähkötehon määrittäminen (ToVa-käsikirja 2007).

Sähkön ja valaistuksen osalta ToVa-käynneissä tarkastetaan pistokokein osittain samoja asioita kuin rakennus-, luovutus ja käyttöönottovaiheissa. Sähköasennuksille ja laitteille tehdään silmämääräinen tarkastus, jolloin keskitytään erityisesti sähköturvallisuuden liittyviin seikkoihin. Loistehon kompensoinnin osalta tarkastellaan kompensointilaitteiston toimivuus, sekä kartoitetaan sähkötariffin sopivuus ja mahdollinen loistehon kompensoinnin tarve. Valaistusjärjestelmien kohdalla varmistetaan, että valaistusolosuhteet ovat tavoitteiden mukaiset ja ohjausjärjestelmät toimivat kuten pitää. Lisäksi arvioidaan valaistushuollon tarpeellisuus. Myös sähkön käytön energiatehokkuus selvitetään. Tällöin

varmistetaan, että käyttöhenkilökuntaa on opastettu käyttö- ja huoltokytkimistä ja toimistolaitteiden energiansäästöasetukset on asetettu vastaamaan laitteiden käyttöprofiilia. Lisäksi sähköisten saatto- ja lattialämmitysten ohjauksien tarpeenmukainen toiminta varmistetaan (ToVa-käsikirja 2007).

Toiminnan varmistaminen myös rakennusautomaation osalta on käyttövaiheessa tärkeää. Automaatiojärjestelmän oletetaan toimivan itsenäisesti ja luotettavasti koko järjestelmän elinkaaren ajan, joten tämä vaatii järjestelmän toimintojen systemaattista testausta ja huoltoa. ToVa-katselmuksessa käydään yhdessä asiakkaan kanssa läpi järjestelmän toimivuuden varmistamiselle asetetut tavoitteet. Katselmuksissa varmistetaan järjestelmän testien ja huoltojen osalta muun muassa, että palo- ja murtohälytysten tarkistukset tehdään määrääjain, laitteiden toimintaa ja kuntoa tarkkaillaan jatkuvasti kentällä silmämääräisesti, automaatioon liitettyjä olosuhde- ja kulutusmittauksia seurataan ja vertaillaan sekä, että poikkeamia ja hälytyksiä seurataan (ToVa-käsikirja 2007).

1.5 Valon laatu ja valaistuksen ohjaus

Oikeanlaiset valaistusratkaisut ovat tekniikan kehittymisen myötä tulleet isommaksi osaksi toimivaa talotekniikkaa kuin aiemmin. Oikeanlaisella valaistuksella pystytään vaikuttamaan energiankulutuksen lisäksi muun muassa pintojen värintoistoon ja muodonantoon, häikäisyn ehkäisemiseen, käyttäjän vireystilaan sekä vuorokausirytmiiin.

1.5.1 SFS 12464-1

Sisävalaistusstandardi 12464-1 asettaa lähtökohdat oikeanlaisen sisävalaistuksen luomiselle. Standardi antaa eri tiloille minimiarvot valaistusvoimakkuuden lisäksi häikäisylle, valon tasaisuudelle sekä värintoistoindeksille.

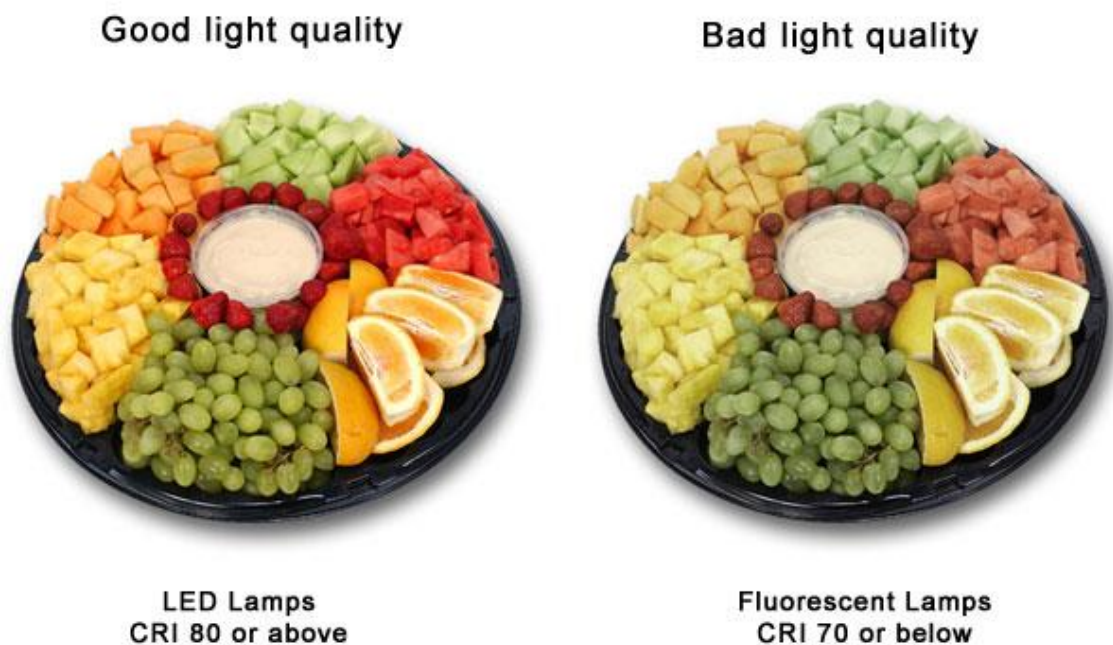
Valaistusvoimakkuusarvot mitataan lukseina halutun tason pinnalta tai muutoin sovitulta korkeudelta. Valaistusvoimakkuus täytyy huomioida työalueen lisäksi sen välittömässä läheisyydessä sekä tausta-alueella. Työalueen välittömältä läheisyydeltä, sekä tausta-alueelta vaadittavat valaistusvoimakkuudet mitoitetaan työalueen vaatimusten mukaan.

Tällä tavoin tilan luminanssijakautumaa saadaan oikeanlaiseksi, joka edesauttaa näkömukavuutta ja viihtyvyyttä. Lisäksi valaistusvoimakkuuden pitää olla vähintään 50 luksia seinillä ja 30 luksia katossa, jotta saadaan luotua tilan tunnetta käyttäjälle.

Hyvän näköergonomian edellytyksenä on myös, että katseltavan kohteen sijainti ja muoto suhteessa valonlähteeseen eivät aiheuta kiusallista häikäisyä. Tätä häikäisyarvoa kuvataan UGR-arvolla. Tilan UGR-arvot saadaan valaistussuunnitteluohjelmilla, jotka laskevat ne suoraan valaisinvalmistajien antamien arvojen mukaan.

Valon tasaisuudella kuvataan alueen korkeimman ja pienimmän valaistusvoimakkuuden suhdetta. Kun valon tasaisuus on raja-arvojen sisällä, niin valaistusvoimakkuuksien ero eri pinnoilla pysyy miellyttävällä tasolla.

Värintoistoindeksi on monelle tuntematon, mutta tärkeä ominaisuus valaistusta suunniteltaessa. Arvo kertoo sen, miten täydellisesti valonlähteen spektri toistaa eri väreit pintaan osuessaan. Valaistusstandardi määrittelee eri tiloille minimivaatimukset värintoistoindeksin osalta. Luku kertoo prosentuaalisen suhteen siitä, miten lähellä se on lähinnä luonnonvaloa olevan valonlähteen värintoiston määrää.



Kuva 3. Värintoistoindeksin vaikutus hedelmätarjoiluun (brighterlux.com 2016)

Kuvassa kolme näkyy selvästi miten iso merkitys riittävän laadukkaalla värintoistolla on. Merkitys kasvaa erityisesti silloin, kun ollaan tekemisissä jonkinlaisessa laadunvalvonnassa, jolloin tuotteen värin muutos jää huomaamaan huonon valaistuksen takia. Kuvassa on esitetty sama tarjoilu alle 70 %:n ja yli 80 %:n värintoistolla olevien valaisimien alla.

Värintoiston lisäksi valonlähteille on annettu valon väriämpötilan arvo. Arvo annetaan Kelvin-asteissa, jonka suuruus kertoo miten kylmän tai lämpimän sävyistä valoa valonlähteestä tulee. Alle 3300 kelviniä mielletään lämpimänä värinä. 3300 – 5300 Kelviniä vastaa neutraalia väriä ja vastaavasti yli 5300 Kelvinin olevat värit mielletään kylminä valonlähteinä.



Kuva 4. Huoneen valaistus eri väriämpötiloilla (valaisin.fi 2016)

Kuvassa neljä on esitetty sama tila erin valaistuslämpötilojen kohdalla. Huomataan, että mikäli tilaa on tarkoitus käyttää eri tarkoituksiin ja eri vuorokaudenaikoina, niin myös valon värillä on iso merkitys tunnelmaan ja vireyteen.

Lisäksi tärkeänä asiana pidetään tilan valaistuksen muodonantoa. Tilan yleisvaikutelma paranee, kun se valaistaan niin, että siinä olevat ihmiset, esineet ja rakenteelliset yksityiskohdat tulevat selkeästi ja miellyttävästi esille. Liian suunnattu valaistus aiheuttaa teräviä reunoja. Vastaavasti valaistus ei saisi olla liian diffuusi, jolloin muodonanto katoaa kokonaan ja johtaa näin hyvin yksitoikkoiseen luminanssiympäristöön (SFS 12464-1 2011).

Taulukko 5.35 Opetustilat – Lastentarhat, esikoulut

Viitenro.	Tila, tehtävä tai toiminta	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Erityisvaatimukset
5.35.1	Leikkihuone	300	22	0,40	80	Korkeita luminansseja katseen suunnassa alhaalta pain tulisi välttää käyttämällä sopivaa häikäisy-suojausta.
5.35.2	Lastenhuone	300	22	0,40	80	Korkeita luminansseja katseen suunnassa alhaalta pain tulisi välttää käyttämällä sopivaa häikäisy-suojausta.
5.35.3	Askarteluhuone	300	19	0,60	80	

Kuva 5. Standardin esittämiä lastentarhojen ja esikoulujen valaistusvaatimuksia (SFS 12464-1 2011)

1.5.2 Valon lähteet

Eri valonlähteillä on jokaisella hyvät ja huonot puolensa. Yleisimmin sisävalaistuksessa valonlähteinä käytetään loisteputkia, pienoiskoisteputkia eli energiansäästölamppuja, led-lamppuja sekä hehku- ja halogeenilamppuja.

Nykyisin pinnalla olevien led-lamppujen etuna on niiden energiatehokkuus, jopa 50 000 tunnin elinikä ja hyvä valotehokkuus. Lisäksi ledit syttyvät nopeasti ja niiden voimakkuutta on suhteellisen helppo säätää. Ledien elinikä ei myöskään lyhene niiden sytytyskertojen mukaan. Kiinteistön valaistuksessa niiden pienen koon ja muunneltavuuden avulla on myös saatu monimuotoisia ja erilaisiin tiloihin sopivia valaisinratkaisuja aikaiseksi (Alppilux 2016).

Led-valaistuksen huonona puolena on silti toistaiseksi sen suhteessa kallis hinta. Ne eivät myöskään sovellu korkeisiin lämpötiloihin, jonka vuoksi valaisimien kehityksen haasteena on monesti lämmön johtaminen pienestä ledistä tehokkaasti pois. Pieni pistemäinen ledi voi helposti aiheuttaa myös häikäisyä, jos sitä ei ole otettu sijoittamisessa tai valaisinmallissa kunnolla huomioon (Alppilux 2016).

Loisteputkivalaisimet ovat hyviä sisätilojen yleisvalaisimia, joiden etuna on jopa led-valaisimia parempi valotehokkuus. Lisäksi loisteputkien valo ei ole yhtä pistepäistä ja sen värintoistoindeksi on paremmissa lamputissa lähes ledien tasolla. Loisteputkien käyttöikä on noin 15 000 tuntia, joka ei ole kuin reilu kolmannes led-lamppuihin verrattuna, mutta on muihin valonlähteisiin nähden kohtalaisen hyvä (Alppilux 2016).

Hehku- ja halogeenilamput sopivat yleisvalaistukseen sekä sisällä että ulkona. Niiden etuna on 100 %:n värintoistoindeksi, jonka osalta ne ovat muita valaistusratkaisuja parempia vaihtoehtoja. Hehku- ja halogeenilamppuja on myös helppo säätää. Näiden lamppujen hinta on huomattavasti muita samalla kannalla olevia lamppuja matalampi, mutta vastaavasti elinikä on lyhempi ja valotehokkuus heikompi (Alppilux 2016).

Ongelmia näiden lamppujen osalta tuo erityisesti halogeenilamppujen korkea lämpötila, häikäisevä hehkulanka sekä halogeenien kohdalla mahdollisesti erikseen vaadittava muuntaja. Hehkulamppuja on myös joitain vuosia alettu osittain vetämään myynnistä pois, jonka vuoksi kaikkia malleja ei enää ole saatavilla (Alppilux 2016).

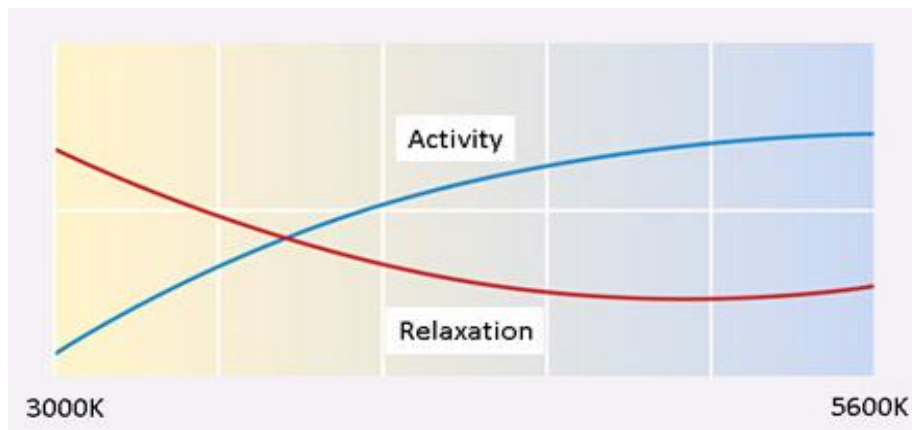
Hehkulamppuja korvaamaan on markkinoille tuotu myös pienloiste- eli energiansäästölamppuja. Näiden lamppujen ainoana etuna hehkulamppuihin nähden on niiden parempi energiatehokkuus, jonka myötä pienempi lämmöntuotto ympäristöön sekä pidempi käyttöikä. Tämän vuoksi niillä on tiukkojen energiansäästötavoitteiden alla pyritty korvaamaan hehkulamppuja. Sen sijaan energiasäästölamput eivät kestä tiuhaan tahtiin sytyttyä ja niiden täysi valoteho tulee viiveellä sytyttämisen jälkeen. Lisäksi energiasäästölamppujen värintoistoindeksi on vain noin 85 % hehkulamppujen 100 %:iin verrattuna. Näiden lamppujen kohdalla on myös säädettävyys varmistettava erikseen (Alppilux 2016).

1.5.3 Valon vaikutukset ihmiseen

Valon positiivinen vaikutus ihmisen mielialaan ja vireystasoon on tunnettu jo pitkään ja sitä on monissa kulttuureissa käytetty terapiamuotona eri sairauksiin jo satoja vuosia. 2000-luvun alkupuolella löydettiin vihdoon ihmisen silmästä valoherkkä aistisolu, joka ei tuota näköhavaintoja tappi- ja sauvasolujen tapaan, vaan säätelee muun muassa ihmisen hormonitoimintaa valon värin ja voimakkuuden mukaan. Tämä ganglisolu määrittää

myös ihmisen vuorokausirytmiiä tahdistamalla sisäistä kelloa vallitsevan valo-pimeärytmin mukaan (Latvajärvi 2013).

Vuorokausirytmiiä mukailevalla keinovalaistuksella ja vireyttä nostavalla dynaamisella valaistuksella on saatu yhteneviä positiivisia tuloksia eri tutkimuksissa. Näiden avulla on onnistuttu vaikuttamaan eri-ikäisten oppilaiden vireystilaan ja oppimismenestykseen. Lisäksi sen avulla on onnistuttu saamaan apua sairaallaympäristöissä kivunlievityksiin ja hoitoaikoihin. Tämän vuoksi aihetta on syytä tarkastella lisää, jolloin jatkossa oikeanlaisella valaistuksella voidaan säästää kokonaiskustannuksissa myös näiden etujen pohjalta, eikä pelkästään energiansäästöön perustuen (Latvajärvi 2013, Kallioharju 2016).



Kuva 6. Valon värisävyjen aktivoiva ja rentouttava vaikutus (Premiumlight 2016)

Kuvassa kuusi on esitetty miten lämpimällä punertavalla valolla on rentouttava ja melatoniinin, eli niin sanotun unihormoonin tuotantoa lisäävä vaikutus. Vastaavasti sinertävämpi päivänvaloa muistuttava valo aktivoi ihmistä ja laskee melatoniinin määrää kehossa (Premiumlight 2016). Kummallakin näistä on tarkoituksensa vuorokaudenajan mukaan. On kuitenkin huomattava, että oleskellessa ison osan ajasta keinovalon ympäröimänä, niin valaistuksen laadulla on iso merkitys. Yllä olevan kuvan viesti on myös hyvä tiedostaa iltaisin rauhoittuessa. Esimerkiksi tietokoneiden ja muiden näyttöjen tuottama valo sisältää monesti runsaasti sinisiä aallonpituuksia, jonka vuoksi ne heikentävät rauhoittavan melatoniinin tuotantoa illalla. Myös ledien tuottama valo perustuu monesti sinisen ledin pohjalta luotuun tekniikkaan, jonka vaikutusta vuorokausirytmiiin esimerkiksi aiempiin hehkulamppuihin verrattuna vielä tutkitaan (Kallioharju 2016).

Kun ihmisen vuorokausirytmä muodostuu osin ympäröivän valaistuksen mukaan, niin on tärkeää ymmärtää valon ja valaistuksen vaikutus kehon toimintaan. Aamulla herätessä valon avulla keho laskee melatoniinin ja nostaa kortisolin määrää kehossa, jolloin keho aktivoituu. Suomessa kaamosaikaan valon määrä on vähäistä, jolloin erityisesti monella ikäihmisillä ei edellä mainittua ilmiötä pääse kunnolla tapahtumaan. Tämän johdosta päivällä väsyttää ja vastaavasti pidemmän oireilun jälkeen melatoniinivaikutus unen laatuun yöllä heikkenee. Ikäihmisillä silmä ei päästä enää yhtä tehokkaasti valoa läpi ja iän myötä syntynyt kellertävyys silmässä blokkaa erityisesti melatoniinin laskun kannalta tärkeää sinistä valoa pois. Tästä johtuen kirkasvaloaltistus aamulla on monesti tehokas hoitokeino kaamosoireiden torjumiseen (Kallioharju 2016).

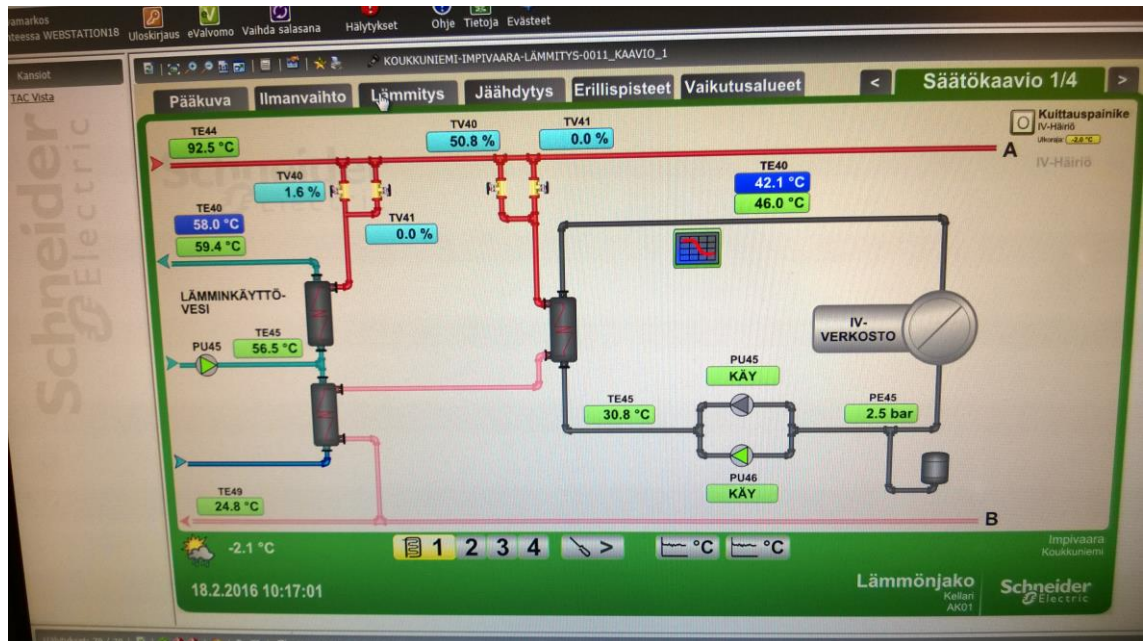
Yöllä nukkuessa esimerkiksi ikkunan kautta tuleva häiriövalo häiritsee jo pienissäkin määrin melatoniinin määrää kehossa, jolloin unenlaatu kärsii. Tämän vuoksi huoneen saaminen pimeäksi on unen laadun kannalta tärkeää. Myös ulkovalaistussuunnittelussa on otettava tämä niin sanottu häiriövalo huomioon, jotta sen määrä voitaisiin minimoida. Voimakkainta melatoniinin laskun kannalta on erityisesti valon sinisen aallon osuus. Sen sijaan valon punaisen aallon osuus ei melatoniinia laske. Tämän osalta illalla ja yöllä tarvittavaan valaistukseen punertava valo sopisi kaikkein parhaiten (Kallioharju 2016).

1.6 Valvomot ja automaatiojärjestelmät

Talotekniikan tehokas integroiminen vaatii perustaksi toimivan automaatiojärjestelmän. Automaatiojärjestelmän avulla teknisten laitteiden ohjaaminen, sekä näiden toiminnasta antureiden keräämä data voidaan yhdistää. Eri taloteknisten järjestelmien mitta-anturit välittävät ympäristöstään dataa automaatiojärjestelmän loogisiin yksiköihin, joka ohjelmoitujen asetusten perusteella antaa tarvittaessa lähtevän ohjausviestin toimilaitteelle. Yksinkertainen esimerkki tällaisesta voisi olla lämpötila-anturi, joka välittää lämpötilaa indikoivan viestin logiikkayksikköön. Tähän yksikköön voidaan ohjelmoida esimerkiksi, että patteri kytkeytyy päälle lämpötilan tippuessa alle asetustilanteen. Näin ollen logiikka lähettäisi päälle-ohjausviestin patterille, kun lämpötila-anturin välittämä arvo alittaa asetustilanteen.

Automaatiojärjestelmän hyvänä puolena on myös se, että eri järjestelmien tuottamaa dataa voidaan käyttää hyväksi toisten järjestelmien ohjaamiseen. Näin ollen esimerkiksi va-

laistusta ohjaavan läsnäoloanturin tuottamaa dataa voidaan hyväksikäyttää myös rikosjärjestelmän toiminnassa yö-aikaan tai ilmanvaihdon kohdalla ohjaamaan tuloilmaa sinne missä liikettä havaitaan.



Kuva 7. Valvomossa esitetty lämmönjakokaavio mittauspisteineen

Automaatiojärjestelmän keskitettyyn ja helppoon hallitsemiseen vaaditaan toimiva valvomojärjestelmä. Valvomo on graafinen esitys automaatiojärjestelmään kytkettyjen laitteiden toiminnasta. Sen avulla saadaan kokonaiskuva esimerkiksi ilmanvaihtokoneen toiminnasta ja pystytään myös tarvittaessa näytöltä sitä ohjaamaan. Valvomo voidaan toteuttaa teknisen tilan paikallisella kosketusnäytöllä tai verkkoyhteyden kautta käytettäväksi tietokoneella. Sen lisäksi, että talotekniikkaa pystytään hallinnoimaan keskitetysti yhdestä paikasta, niin valvomon toinen etu on sen tallentama data. Näiden niin sanottujen trendien avulla pystytään seuraamaan esimerkiksi halutun anturin välittämää viestiä menneeltä ajanjaksolta. Tämä on erityisen hyödyllistä, kun pyritään esimerkiksi optimoimaan jonkin laitteen toimintaa tai yritettäessä jäljittää jonkin vian aiheuttanutta tekijää.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Nettikysely

Ennen varsinaisia kohdekäyntejä ja huoltohenkilökunnan haastatteluja kartoitettiin kiinteistöjen käyttäjien mielipiteitä ja kokemuksia netissä tehtävän kyselyn avulla. Tähän tarkoitukseen käytettiin hyväksi kyselynetti.com-sivuston tarjoamaa ilmaista kyselyalustaa. Kyseinen sivusto osoittautui kattavaksi ja helppokäyttöiseksi työkaluksi palautteen keräämistä ja tilastoinnin luomista varten. Sen lisäksi, että tällä kyselyllä saatiin paljon tuotua käyttäjäpuolen hiljaista tietoa esille, niin se myös antoi hyvän pohjan tulevien kohdekäyntien valmistelussa.

Kyselyllä tavoitettiin onnistuneesti yhtä lukuun ottamatta kaikkien kohteiden käyttäjiä. Yhteensä vastauksia saatiin 46 kappaletta. Vastaajista 67 % oli hoitohenkilökuntaa tai päiväkodin opettajia, joten esille saatiin tuotua päivittäisessä käytössä havaittuja ongelmia. Sen lisäksi, että kyselyllä saatiin hyvää tilastotietoa aihealueesta, niin vastaajat olivat myös aktiivisia kertomaan kirjallisesti havaitsemistaan ongelmista ja toiveista. Kaikkiaan annettuihin kommentteihin, joissa vastaaja voi tarkentaa vastauksiaan ja antaa kehitysehdotuksia, tuli yhteensä 95 kirjallista vastausta. Liitteessä 1 on esitetty kyselypohja, joka käyttäjille lähetetystä linkistä avautui.

2.2 Kohdekäynnit ja haastattelut

Kun netti-kyselyjen avulla saatiin pohjustusta kohteiden tämän hetkisestä tilanteesta, niin siltä pohjalta siirryttiin kohdekäynteihin. Kohdekäynnit sovittiin aina erikseen huoltohenkilökunnan kanssa, jolloin pystyttiin käynnin yhteydessä haastattelemaan myös huoltohenkilökunnan näkemyksiä samalla. Haastatteluille suunniteltiin alustava runko ennen käyntejä ja kaikki keskustelut tallennettiin nauhureille. Tallennettujen äänitteiden perusteella tehtiin litteroinnit COMBI-hankkeen käyttöön ja niitä on käytetty myös lähteenä tässä opinnäytetyössä.

Kohdekäynneillä suoritettiin myös erilaisia olosuhdemittauksia. Näissä mittauksissa pyrittiin ottamaan huomioon ennakkoon saadut tiedot netti-kyselyistä, sekä kuulemaan vielä

paikanpäällä huoltohenkilökunnan ja käyttäjien kommentteja. Kaikissa kohteissa suoritettiin vähintään jokaista tilatyypistä kohden valaistus-, lämpötila- ja hiilidioksidi-mittaukset. Vetoisiksi koetuissa tiloissa mitattiin lisäksi ilman virtausmittaukset.

Huoltomiehen kanssa käydyt kierrokset osoittautuivat tehokkaaksi tavaksi tiedon keruuseen. Tällä tavoin matkan varrella tuli monia kysymyksiä ja ongelmakohtia mieleen paikan päällä esitellessä. Valmiiksi mietitty kysymysrunko auttoi myös siinä, että kierrokselta saatiin mahdollisimman kattavasti tietoa kerättyä. Kohteissa tutkittiin myös valvomoiden toimintaa, jonka kautta saatiin paljon hyödyllistä informaatiota kaavioiden muodossa.

Huoltomiesten lisäksi käyttäjät lähtivät monesti hyvin mukaan keskusteluun, kun heille kertoi vierailun aiheen. Monella heistä tuli mielenkiintoisia huomioita ja kehitysajatuksia esille aihepiiriin liittyen.

2.3 Suunnitelmat ja mittaustulokset

Ennen kohdekäyntejä pyrittiin kohteista saamaan kuvien ja mittaustulosten perusteella mahdollisimman paljon dataa. Jotta saatiin oikeudet eri kulutustietojen keräämiseen, niin piti siihen saada ensin suostumukset kohdekiinteistöjen esimiehiltä. Lupakierrosten jälkeen saatiin käsiin arkkitehti ja sähkösuunnitelmien lisäksi mittaustiedot energian ja veden kulutuksista. Nämä toimivat hyvänä pohjatietona erityisesti energiankulutukseen liittyvien opinnäytetöiden osalta, mutta toivat esiin myös tässä työssä tutkittavia ongelmakohtia.

2.4 Aiemmat hankkeet

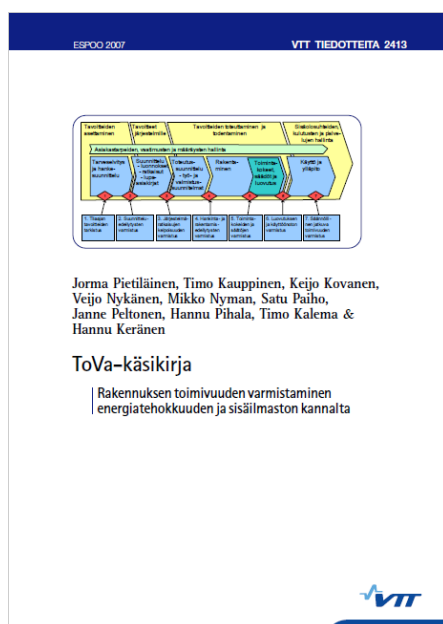
Tutkittavia kohteita ja tutkittavia aiheita on käsitelty muissa hankkeissa aiemminkin, joten näistä saatavaa materiaalia pyrittiin myös hyödyntämään valmiiksi töissämme. Erityisesti Tampereen kaupungin TAPRE-hanke toimi esityönä tekemillemme tutkimuksille. TAPRE on lyhenne sanoista ”Tampereen alueen palvelurakennukset energiatehokkaiksi”. Tavoitteena TAPREssa on ollut luoda yhtenäiset tavat energiatehokkuuden dokumentointiin ja sen ottamiseksi huomioon uudis- ja korjausrakentamisessa, rakennusten käytössä ja huollossa sekä rakentamiseen liittyviä hankintoja tehtäessä (Tapre 2016).

2.5 Kirjallisuus

Tutkimuksen tukena on käytetty aikaisemmin julkaistujen tutkimusten lisäksi vuonna 2007 julkaistua ToVa-käsikirjaa ja vuonna 2009 painettua Kiinteistö RYL:liä. Nämä ai-
neistot sisältävät hyvää materiaalia laatuvaatimusten sekä toiminnan varmistamisen nä-
kökulmasta (ToVa-käsikirja 2007).

ToVa-käsikirja on VTT:n julkaisema tiedote vuodelta 2007, jonka koostamisessa on ollut mukana iso joukko alan asiantuntijoita VTT:ltä ja Tampereen teknilliseltä yliopistolta. ToVa-
käsikirja on nimensä mukaisesti käsikirja rakennuksen toimivuuden varmistami-
selle koko sen suunnittelu-, rakennus-, käyttöönotto- ja ylläpitovaiheen ajalle (ToVa-kä-
sikirja 2007).

COMBI-hankkeen nimissä tehtyjen kyselyjen ja haastattelujen pohjalta on tullut hyvin esille miten tärkeässä roolissa toimivuuden varmistaminen on. Vaikka rakennus varustet-
tisiin uusimmilla suunnitteluratkaisuilla ja tekniikalla, niin ilman näiden kunnollista in-
tegraatiota iso osa kapasiteetista jää helposti hyödyntämättä. Tähän ongelmaan ToVa-
käsikirjalla pyritään löytämään ratkaisu. Käsikirjassa on annettu toiminta ohjeet jokaiselle
rakentamisen työvaiheelle. Lisäksi siinä on kuvattu millainen organisaatio toiminnan var-
mistamiseen pitää varata, sekä minkälainen vastuu eri toimijoilla ryhmissä on. Käsikirjan
sisällöstä on kerrottu tarkemmin tämän työn luvussa 1.4 (ToVa-käsikirja 2007).



Kuva 8. ToVa-käsikirjan kansikuva (ToVa-käsikirja 2007)

Kiinteistö RYL on 4-vuotisen hankkeen tulos, jonka tarkoituksena on määrittää yleiset laatuvaatimukset kiinteistöpalveluiden toiminnalle. RYL on lyhenne sanoista ”rakentamisen yleiset laatuvaatimukset”. Nimestään huolimatta on RYL:n tarkoitus toimia laatuvaatimuksena kiinteistönhoidon ja kunnossapidon yhteisenä ohjekirjana. Kirja sisältää kattavat laatuvaatimukset ja huolto-ohjeet monelle eri taholle kiinteistön johdosta tekniisiin järjestelmiin sekä siivouspalveluihin (RYL 2009).

Sähkötekniikan osalta RYL muistuttaa eri töiden vaatimista ammattitaidoista ja oikeuksista. Jokaisen työvaiheen perään on nimetty tahot, jotka työn saa suorittaa. Lisäksi jokaiseen aihepiiriin on annettu viitteet, joihin vaatimukset perustuu ja joista saa tarvittaessa lisää tietoa työn vaatimuksiin ja suoritustapoihin. Sähköalan työt ja niiden vaatimukset ovat kooste monista eri käsikirjoista ja standardeista, joten RYL on onnistunut tiivistämään aihealueen hyvin vastaamaan kirjaa käyttävien vaatimuksia (RYL 2009).



Kuva 9. Kiinteistö RYL kansikuva (Rakennustieto)

3 KOHDEKIINTEISTÖT

COMBI-hankkeessa on mukana yhteensä noin 30 eri vaiheessa olevaa kohdekiinteistöä. Näistä talotekniikan toimivuuden tarkasteluun on valittu viisi erilaista palvelurakennusta, jotka ovat kaikki valmistuneet tai kokeneet mittavan saneerauksen viimeisen viiden vuoden aikana. Kohteissa on edustettuna vanhainkoti, kaksi päiväkotia sekä kaksi koulua. Lisäksi kohteet ovat teknisiltä ratkaisuiltaan ja vaatimustasoiltaan toisistaan monilta osin poikkeavia, jolloin eri ratkaisujen tuomia etuja ja ongelmia saadaan tuotua mahdollisimman tehokkaasti esille.

Tässä luvussa on esitelty tutkimuksissa käytetyt kohdekiinteistöt yleisten tietojen ja taloteknisten ratkaisujen osalta. Materiaali on kerätty kohteiden omien nettisivujen lisäksi piirustusten, mittaustulosten sekä kohdekäyntien avulla. Tutkimustulokset ja pohdinnat on esitetty erikseen luvussa neljä.

3.1 Impivaaran vanhainkoti

3.1.1 Yleistä

Tampereen Koukkuniemessä sijaitseva Impivaaran vanhainkoti toimii tämän opinnäytetyön kohteena hoitolaitosten osalta. Vuosien 2011–2013 aikana peruskorjattiin Koukkuniemen aiempi Jukola-rakennus ja samassa yhteydessä rakennettiin uusi Impivaaran laajennus.

Kohdekäynnit ovat keskittyneet lähinnä uuteen Impivaaran osuuteen, joten tehdyt tutkimukset ja käyttäjähaastattelut ovat keskittyneet ainoastaan sinne. Impivaara on kuitenkin läheisessä yhteistoiminnassa koko Koukkuniemen vanhainkotiympäristön kanssa, joten tässä kappaleessa esitellään se kokonaisuudessaan.

Koukkuniemen vanhainkodin asiakkaita ovat ikäihmiset, joiden toimintakyky ei riitä enää asumaan omassa kodissaan. Vanhainkodissa on yhteensä noin 460 asukasta ja se on perustettu 1886. Kaikkiaan alueella on viisi eri vanhainkotitaloa, joissa yhteensä 23 osastoa. (Koukkuniemi 2016).

Vanhainkoti on palveluympäristönä siitä erityinen kohde, että siellä on työntekijöitä ja asiakkaita ympäri vuorokauden ja kaikkina vuodenaikoina. Tällöin käyttöaste on kouluihin ja päiväkoteihin verrattuna huomattavasti suurempi. Lisäksi asiakkaiden ollessa toimintakyvyiltään rajoittuneita ikäihmisiä, jotka viettävät ison osan ajastaan sisätiloissa, niin talotekniikan laatu ja toimivuus ovat vielä tärkeämmässä roolissa.

Uudistunut Jukola ja Impivaara-laajennus tarjoavat jokaiselle sen asukkaalle oman asuinhuoneen omalla wc:llä ja suihkulla. Oman huoneen lisäksi on tarjolla yhteiskäytössä olevat oleskelu- ja ruokailutilat. Lisäksi kaikissa viidessä Impivaaran ryhmäkodissa on omat saunatilat (Jukola-Impivaara 2016).

3.1.2 Tekniikka

Impivaaran rakennus sijaitsee Näsijärven välittömässä läheisyydessä tarjoten hyvien näköalojen lisäksi mahdollisuuden järiveden hyväksikäyttöön tekniikan saralla. Tällä hetkellä järvivettä on käytetty sellaisenaan ilmanvaihdon jäähdytyskäytössä silloin, kun sen tarve on ollut vielä vähäistä. Kovemmassa jäähdytystarpeessa on veden avulla jäähdytetty erillistä jäähdytyskonetta, jolloin tämä hukkalämpö on käytetty edelleen hyväksi lämpimän käyttöveden lämmittämiseen.

Impivaaran erikoisin tekninen ratkaisu on sen ilmanvaihdon kautta tapahtuva lämmitys. Rakennuksessa ei näin ollen ole asukkaiden huoneissa muuta erillistä lämmitysjärjestelmää, vaan lämmitys tapahtuu ainoastaan huonekohtaisten jälkilämmityspattereiden avulla ilmanvaihdon kautta. Tällaiset ratkaisut ovat Suomessa vielä melko vähäisessä käytössä ja vaatii erityistä suunnittelua, kun tilaan puhallettava ilma on jopa huoneilmaa kuumempaa ja pyrkii näin ylöspäin.



Kuva 10. Tuloilman päätelaite

Ilmalämmitteisessä ratkaisussa yhteinen tuloilma lämmitetään ensin sopivalle tasolle IV-koneessa olevalla lämmityspatterilla. Tämän lisäksi jokaisessa huoneessa on oma erillinen tuloilman lämmityspatteri, jonka tehoa pystyy käyttäjä ohjaamaan seinällä olevalla säätimellä. Toisin sanoen säätimen avulla ohjataan patteriin virtaavan veden virtausta sekoitusventtiilin asentoa muuttamalla.

Impivaaran kohteessa on yhteensä kolme IV-konetta, joista yksi palvelee kaikkia ilmalämmitteisiä asuinhuoneita. Toinen IV-koneista huolehtii kaikkien yhteisten tilojen ilmanvaihdoista, joissa lämmitys on toteutettu perinteisesti patteri- ja lattialämmityspiireillä. Kolmas kone taas huolehtii pohjakerroksessa olevista tiloista, kuten sosiaalityloista ja mekaanisen kunnossapidon tiloista. Kaikissa kolmessa IV-koneessa on vastavirtatekniikalla toimiva lämmöntalteenotto.

Ilmanvaihdossa on myös jäähdytysmahdollisuus tarpeen vaatiessa. Kylmemmällä säällä jäähdytystarvetta on korkeintaan lääkahuoneissa tai muissa erityistiloissa, jolloin jäähdytysteho saadaan suoraan kylmästä järivedestä lämmönvaihtimen kautta. Kesällä, kun jäähdytystarve on kova, niin käytetään kylmän tuottoon lisäksi Chillerin valmistamaa kylmäkonetta. Tällöin viileää järvestä pumpattua vettä käytetään koneen jäähdyttämiseen, josta lämmennyt vesi käytetään hyödyksi käyttöveden lämmittämiseen. Järvivettä suunniteltiin myös alun perin esilämmityskäyttöön lämmityskaudella. Tähän on IV-koneissa varaukset valmiina, mutta järjestelmää ei toistaiseksi ole otettu vielä käyttöön.

Energianmittaus on Impivaarassa toteutettu etäluettavilla keskuskohtaisilla mittareilla. Mittareina on käytetty Schneiderin PowerLogic Pm750. Sen avulla on saatu eroteltua kulutustiedot pää- ja nousukeskusten lisäksi joka kerroksen omalta jakokeskukselta. Lisäksi jakokeskuksilla on erikseen valaistuksen kulutusmittaukset. Nämä tiedot on myös liitetty valvomosta käsin luettavaksi.

Valvomo-järjestelmänä Impivaarassa on Schneiderin selainpohjainen versio. Valvomoa käytetään pääasiassa teknisen kunnossapidon työtiloissa tietokoneelta käsin. Siihen on liitetty muun muassa ilmanvaihdon, lämmityksen, jäähdytyksen sekä erillispisteiden tiedot ja hälytykset.

Illmanvaihdon osalta valvomosta löytyy kaikkien IV-koneiden kaaviot kattavilla mittaus-tuloksilla. Tämän lisäksi ovat omat kaaviot huonekohtaisille jälkilämmityksille, joista tulee selville jokaisen huoneen lämmitystilanteet erikseen. Samaten TK02:n ja TK03:n vaikutusalueet ja tilaindikoinnit on esitetty ominaan.

Erillispisteinä valvomoon on liitetty mm. vikavirtasuojien tilatiedot ja parvekkeiden valaistuksen ohjaus. Impivaarassa on käytetty Schneiderin REDs-mallisia vikavirtasuojia. Näiden erikoisuutena on, että ne testaavat toimintakuntonsa automaattisesti, sekä lauettessaan pyrkivät palautumaan hetken päästä itsestään mikäli viallinen laite on jo poistettu piiristä. Lisäksi vikavirtasuojista saa tilatiedon liitettyä valvomoon, jolloin sieltä saadaan hälytystiedot ja kokonaiskuvan vikavirtasuojan jossain lauettua (Kohdekäynti).

Valaistus on Impivaarassa toteutettu yleisissä tiloissa Dali-väylän avulla. Asuinhuoneissa on tyydytty perinteisin helposti käytettäviin päälle-pois-kytkimin.



Kuva 11. Ruokailutilan valaistus

Käytävien valaistuksen ohjaus tapahtuu automaatiojärjestelmän kello-ohjauksen sekä toimistotilan ohjauspainikkeiden avulla. Käytävälle on luotu erikseen päivä- sekä yö-tilanteet. Päivä-tilassa käytävän kirkkaus asettuu 80 %:n teholle ja yö-tilassa 20 %:iin. Nämä tilat on ohjelmoitavissa kellon aikojen mukaan tai suoraan valintapainikkeilla. Lisäksi käytävien valaistusta voidaan ohjata ja säätää manuaalisesti erillisillä painikkeilla.

Muissa yleisissä tiloissa valaistusta ohjataan yhdessä läsnäolotunnistimien, kellon, päivänvalo-ohjausten sekä manuaalisten kytkimien avulla.

Portaikkojen valaistus on toteutettu niin, että läsnäoloanturin havaitessa liikettä valaistustaso nostetaan päivällä 100 %:iin ja yöllä 80 %:iin. Asetetun ajan kuluessa valaistustaso laskee takaisin porraskohtaisesti ohjelmoituun valaistustasoon.

Parvekkeiden valaistus on ohjattavissa ainoastaan valvomosta käsin. Valot ovat tarvittaessa pakko-ohjattavissa, mutta toimivat muutoin kellon ja hämärä-kytkin perusteella. Kummankin raja-arvot on aseteltavissa valvomosta käsin.

Yhtenä teknisenä erikoisuutena Impivaarasta löytyy korkeapaineella toimiva Marioffin valmistamaan Hi-Fog sprinkleri-järjestelmä. Erikoisuutena perinteiseen sprinkleriin on, että Impivaarassa on erillinen pumppausjärjestelmä, jonka avulla verkostoon luodaan tar-

vittaessa normaalia korkeampi paine. Paineen avulla vesi tulee suuttimista sumuna pisaroiden sijaan. Sumun ansiosta hoitokotiympäristö ei kastu ja vaurioidu, vaan sammutusteho perustuu sumuverhon toimintaan (Kohdekäynti 2016; Marioff 2016).

Sähkön siirto huoltotunnelissa keskusten välillä on toteutettu perinteisten sähkökaapelien sijaan Graziadio & C:n jakelukiskojärjestelmällä. Järjestelmän idea on, että kiskot kulkevat eristetyissä kouruissa katon rajassa. Kisko pystytään kokoamaan toisiinsa liitettävien palasin. Keskuksia lähestyttäessä kisko pystytään taas jatkamaan perinteisin kaapelein muunninyksikön avulla (Kohdekäynti; Graziadio & C 2016).



Kuva 12. Kiskojärjestelmän munnos kaapeliin

3.2 Luhtaan päiväkot

3.2.1 Yleistä

Luhtaan päiväkot on Tampereen Pappilassa sijaitseva passiivienergiarakennuksen tavoitteiden mukaan suunniteltu ja vuonna 2012 käyttöönotettu kiinteistö. Päiväkodissa on yhteensä noin 120 lasta, jotka on jaettu 6 eri ryhmään. Päiväkodin esitteen mukaan heidän ympäristössään pyritään tuomaan mukaan luovuutta, teknologiaa ja mediakasvatusta kehittävää toimintaa (Luhtaan esite 2016).

Luhtaan päiväkotia on Suomen ensimmäinen passiivenergiakriteerit täyttävät päiväkotia ja toimii tältä osin erinomaisena tutkimuskohteena passiivirakennusten talotekniikan toimivuuden tarkasteluun. Päiväkodissa merkittävä osa sen lämmitysenergiasta saadaan normaalin käytöstä syntyvän lämmön lisäksi oikeanlaisesta arkkitehtuurista. Tällöin auringon säteet pääsevät lämmittämään mahdollisimman tehokkaasti lämmityskauden aikana, mutta lämmityskauden ulkopuolella esimerkiksi pitkät räystäät suojaavat liialliselta kuumudelta. Rakennuksen ulkoiset energiatarpeet pyritään osittain tuottamaan itse katolla sijaitsevilla aurinkopaneeleilla (Sweco 2016).

Passiivitalon määritelmiin päästäkseen on suunnitteluyhteistyö ja tarkka työn valvonta ollut avainroolissa. Passiivitalo on vapaaehtoisesti asetettava energiatehokkuustavoite, jolloin sitä ei vaadi mikään erillinen standardi tai konsepti. Täyttääkseen passiivitalon kriteerit oli päiväkodin lämmitysenergiantarpeen oltava korkeintaan 25 kWh/bm², kokonaisprimäärienergiantarve korkeintaan 135 kWh/bm² ja mittaukseen perustuvan ilmanvuotoluku enintään 0,6 l/h. Päiväkodin katolle asennetut aurinkopaneelit tuottavat parhaimmillaan jopa yli sen oman tarpeen, jonka ansiosta primäärienergiatavoitteisiin on päästy. Ilmanvuotoluvuksi on Luhtaassa saatu 0,4 l/h (Sweco 2016).

Sähkösuunnittelu on ollut energiatavoitteisiin päästäkseen Luhtaassa isossa roolissa. Sweco, joka toimi kohteen sähkö ja valaistussuunnittelun asiantuntijana kertoo, että suunnittelussa kiinnitettiin huomiota muun muassa älykkääseen valaistukseen, hyvän hyötysuhteen omaaviin valaisimiin, ulkovaippaan tehtävien läpivientien minimoimiseen, almittareiden avulla saataviin kulutusseurantoihin sekä energiatehokkaisiin sähkölaitteisiin. Sähkösuunnittelun lisäksi tärkeässä roolissa ovat hyvällä hyötysuhteella toimiva ilmanvaihto, hyvin suunniteltu tilojen sijoittelu ja hyvät eristykset (Sweco 2016; Arimo Santala 2012).



Kuva 13. Esite Luhtaan päiväkodin tekniikasta

Päiväkodin arkkitehtisuunnittelusta vastannut Petri Tavilampi kertoo, että 70–80-prosenttia käytönaikaisista energiakustannuksista määrittänyt suunnitteluvaiheessa. Luhtaan L-muotoisessa osittain kaksikerroksisessa rakennuksessa on sijoitettu lasten ryhmä- ja yhteistilat päätyihin, jolloin muun muassa toimisto- ja keittiötilat on sijoitettu rakennuksen keskelle. Pohjakerrokseen sen sijaan on sijoitettu teknisten tilojen lisäksi ainoastaan sosiaali- ja taukotilat (Sweco 2016; Arimo Santala 2012).

Luhtaassa on panostettu hyvään erityykseen rakenteiden osalta. Seinissä on 400 mm, lattiasa 350 mm ja katossa 700 mm eristettä. Ikkunoina toimivat kaksinkertaiset tuplaikkunat, joiden väitetään olevan markkinoiden parhaimmat luokassaan. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhde on valmistajan mukaan noin 80 %. Sähkö- ja IV-työt on suunniteltu niin, että ei syntyisi ylimääräisiä läpivientejä. Tämän vuoksi ulkona ei ole ollenkaan uppoasennettuja sähkölaitteita, eikä ullakolle ole viety ilmanvaihtoputkia (Sweco 2016; Arimo Santala 2012).

3.2.2 Tekniikka

Luhtaan päiväkodin tekniset ratkaisut ovat muihin kohdekiinteistöihin verrattuna monelta osin ainutlaatuisia sen passiivitavoitteensa johdosta. Koska päiväkotia on muutoinkin Suomen ensimmäinen laatuaan, niin voidaan olettaa, että sen suunnitteluun ja teknisiin ratkaisuihin on panostettu kunkin tahon parhaansa mukaan.

Päiväkodin ilmanvaihto on toteutettu kolmella eri IV-koneella ja useammalla erillispoistolla. Pienempi lämmönjakohuoneessa sijaitseva kone huolehtii ainoastaan keittiön ilmanvaihdosta. Toinen isommista koneista vastaa salista ja aulasta, kun taas toinen muista yleisistä tiloista.

Isommissa koneissa on pyörivä lämmöntalteenotto. Niissä ei ole erillistä jäähdytyspatteria, vaan tilojen viilentämiseen on pyritty ainoastaan oikeanlaisilla arkkitehtisillä ratkaisuilla. Erikoisuutena toisessa näistä IV-koneista on, että tuloilmapelti ei mene puhaltimen pysähtyessä kiinni, vaan luo reitin erillispoistojen vaatimalle korvausilmalle. Lämmöntalteenotto ei tällöin lämmitä tulevaa ilmaa, joten koneen pysähtyessä lämmityspatterin lämpötilaa nostetaan.

Asetettuina käyttöaikoina ilmanvaihto toimii ohjelmoidulla vakioteholla. Ainoan poikkeuksen ilmanvaihdon ohjauksiin tekee taukotila, jossa huoneeseen tulevaa ilmamäärää ohjataan hiilidioksidianturin avulla. Kiinteistöissä on myös kolme eri lisäaikapainiketta, jolla ilmanvaihto saadaan normaalin käyttöajan ulkopuolella manuaalisesti käynnistettyä.

Pienemmän keittiön IV-koneen erikoisuutena on jäähdytyspatteri, sekä keittiön huuvassa oleva neulalämmöntalteenotto. Näiden avulla kesällä kuuma keittiö saadaan viilennettyä ja vastaavasti lämmityskaudella pyörivälle LTO:lle kelpaamaton lämmin keittiöilma saadaan nestekiertoisen neulalämmöntalteenoton avulla hyödynnettyä lämmitykseen tehokkaasti. Jäähdytyskaudella jäähdytyspatterin viilentämisestä huolehtii Chillerin kylmäkone.

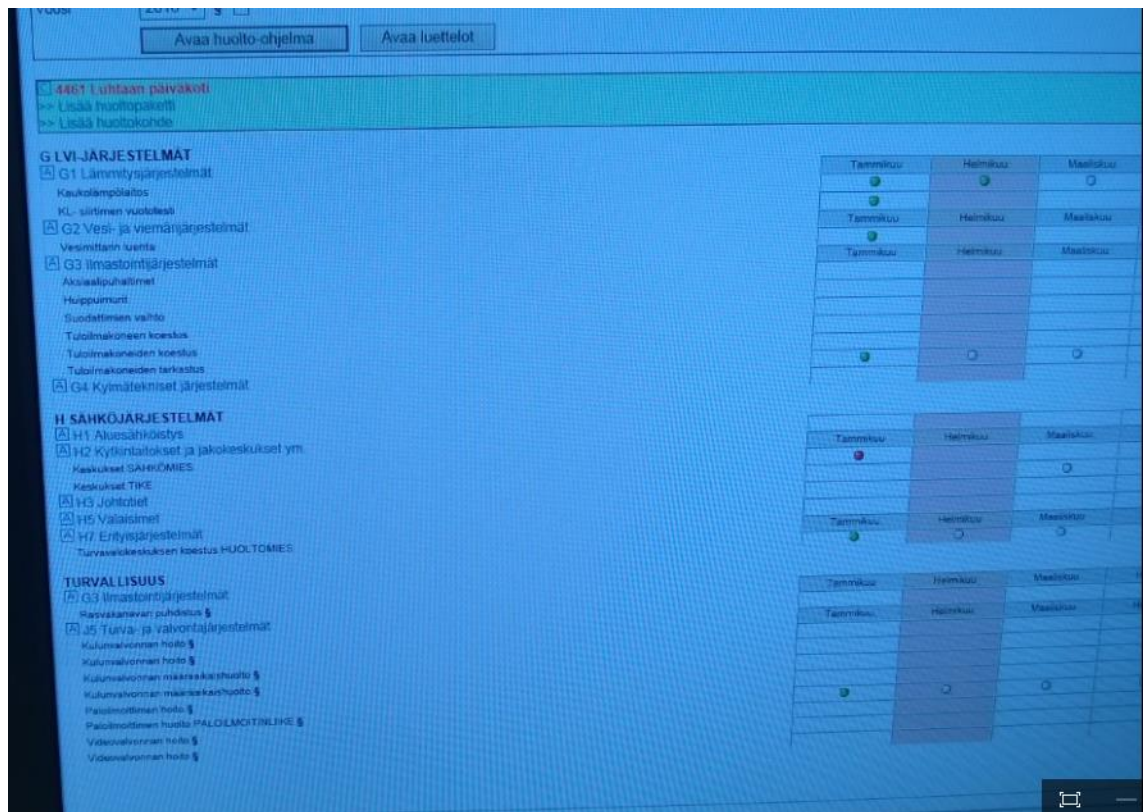
Lämpöenergia kiinteistöön saadaan kaukolämmön avulla. Päiväkodin ensisijainen lämmitys hoidetaan lattialämmityspiirin avulla. Useammassa huoneissa on erilliset säätimet käyttäjille tilan lämmityspiirin ohjausta varten. Lämmönjakokeskuksen vesipumpuissa on omat integroidut taajuusmuuttajat, jolloin erillistä tilaa ja johdotusta näille ei tarvita.



Kuva 14. Kaukolämpökeskuksen vesipumput taajuusmuuttajineen

Päiväkodin tekniikkaa hallinnoidaan Atmostechin valvomojärjestelmän avulla. Valvomoon on tuotu mittaukset ja ohjaukset kaikkiin IV-laitteisiin, lämmönjakoon sekä lämmitykseen. Järjestelmästä pystytään valaistuksen osalta asettamaan ainoastaan ulkovaistuksen aika- ja hämäräohjaukset sekä tarvittaessa pakko-ohjaukset. Lisäksi järjestelmästä saadaan haluttujen erillispisteiden hälytykset suoraan päivystäjälle tai huoltomiehelle.

Valvomon lisäksi huoltomiehen apuna Luhtaassa toimii Haahtelan sähköinen huoltokirja. Huoltokirja on integroitu huoltomiehen muihin kohteisiin niin, että kalenteriin on merkitty kunkin päivän huoltokohteet.



Kuva 15. Huoltokirja

Luhtaassa on panostettu käyttäjien energiatietoisuuteen asentamalla selkeällä grafiikalla olevan energiankulutusnäytön käytävälle. Tästä näytöstä käyttäjät voivat seurata päivittäisiä kulutuksiaan lämmityksen, veden ja sähkön osalta.

Katolle on lisäksi asennettu aurinkopaneelit tuottamaan sähköä omaan käyttöön aurinkoisilla keleillä. Tarvittaessa tätä sähköä pystytään myös siirtämään valtion verkkoon, mutta toistaiseksi siitä ei vielä makseta.

Luhtaan päiväkodissa valaistus on toteutettu pääosin DALI-väylän avulla. Väylään on yhdistetty läsnäolotunnistimia, vakiovaloantureita, kaukosäädin-toiminto sekä useampia erilaisia kytkinratkaisuja.



Kuva 16. Valaistuksen kaukosäädin

Päiväkodin aulatiloiissa on valaistuksen ohjaus toteutettu läsnäolotunnistimien avulla. Halutessa näiden valojen kirkkautta voidaan säätää erillisellä kaukosäätimellä, jonka vastaanotin on Philipsin liiketunnistimen yhteydessä. Näiden valojen kirkkaus tippuu 20 %:iin, kun liikettä ei ole havaittu 10 minuuttiin ja sammuvat kokonaan tunnin jälkeen. Suunnitelmien mukaan valaistus säätyy automaattisesti aulassa 200 luksiin ja muissa saman ryhmän tiloissa 150 luksiin.



Kuva 17. Vastaanotin

Kuraeteisen valaistuksen ohjaus toimii täysin automaattisesti ja valot sammuvat itsestään 10 minuutin jälkeen liikkeen havaitsemisesta. Tilan valaistuksen taso säätyy automaattisesti 150 luksiin 800 mm korkeudella.

Kaikissa muissa yleisissä tiloissa valaistus ohjataan manuaalisesti switch-dim-tyyppisillä kytkimillä päälle ja halutessa myös pois. Liiketunnistin ainoastaan sammuttaa valot, kun se ei ole havainnut liikettä 10 minuuttiin. Tällaisella ratkaisulla saadaan halutessaan huone pimeäksi lasten nukkuessa, eikä läsnäolotunnistin vahingossa sytytä niitä päälle. Näissä tiloissa valaistus on myös vakiovalo-ohjattu. Valaisimet ovat jaettu kahteen ryhmään, jolloin ikkunan puoleinen ryhmä himmenee automaattisesti luonnonvalon tullessa ikkunasta. Toimistossa, neuvotteluhuoneessa ja kirjastossa valaistuksen taso pyritään pitämään 500 luksissa 800 mm korkeudella. Lopuissa tiloissa tavoitellaan 300 luksia vastaavalla korkeudella.

3.3 Koivurinteen päiväkoti ja koulu

3.3.1 Yleistä

Koivurinteen päiväkoti ja koulu on Kangasalan Ruutanassa sijaitseva kolme kerroksinen ja 2400 neliömetrinen rakennus. Rakennusliike J Malm Oy rakensi kohteen 4,2 miljoonan euron hintaan kokonaisvastuu-urakkana ja se otettiin käyttöön syksyllä 2014 (Sydän-Häme 2013; Sydän-Häme 2014).

Kohdekäynnin aikana rakennus oli käytössä toista lukuvuotta. Kiinteistöä käytetään pääasiassa päiväsaikaan, joten iltaisin tai viikonloppuisin ei käyttöä ole.

3.3.2 Tekniikka

Koivurinteen ilmanvaihdosta vastaa kaksi ilmanvaihtokonetta, joista toinen huolehtii keittiöstä ja toinen muista tiloista. Isommassa TK01:ssä lämmön talteenotosta huolehtii pyörivä LTO, kun taas keittiön poistoilmasta lämpö otetaan talteen poistoilmalämpöpumpun avulla. Poistoilmalämpöpumppu siirtää talteen ottamansa lämmön lattialämmityspiiriin erillisen lämmönvaihtimen kautta säästäen näin kaukolämmöstä tarvittavaa energiaa.

Suurimmassa osassa tiloja ilmanvaihtoa ohjataan hiilidioksidiantureiden avulla, joiden perusteella tilojen tuloilmapeltejä ohjataan. Keittiössä olevaa kahta erillispoistoa ohjataan kumpaakin erillisen aikakytkimen avulla.

Kiinteistön lämmöntuotanto hoidetaan kaukolämmön avulla. Pääosin lämmitys on toteutettu lattialämmityksen avulla, mutta yläkerrassa on lisäksi muutamia radiaattoreita seinällä. Näiden lisäksi eteistiloissa on omat kiertoilmapuhaltimet. Tilakohtaiset lämpötilat on käyttäjien säädettävissä seinällä olevilla säätimillä.

Huonekohtaisten valaistuksien ohjaus on toteutettu perinteisin päälle-pois-kytkimin. Sen sijaan käytävien, eteisten, salin sekä ruokatilojen ohjaus on toteutettu automaatiojärjestelmän kello-ohjauksen avulla. Myös ulkovalaistus on ohjattu järjestelmän kautta valoisuusanturin ja kellon perusteella.

Automaatiojärjestelmää Koivurinteessä hallitaan Schneiderin valvomon avulla verkkoselaimen kautta. Valvomoon on tuotu tiedot lämmityksestä, ohjelmoitavista valaistuksista, ilmanvaihdosta, ovien lukituksista sekä yksittäisistä erillispisteistä. Myös lämpimän ja kylmän veden, kaukolämmön, poistoilmalämpöpumpun sekä sähköjen kulutukset on tuotu järjestelmään

3.4 Puropuiston päiväkot

3.4.1 Yleistä

Puropuiston päiväkot sijaitsee Nokiolla ja se valmistuessaan yhdisti keskustan päiväkodin, Vihnuksen vuoropäiväkodin ja Poutuntien leikkikerhon. Päiväkotiin muutettiin keväällä 2012. Puropuiston päiväkodin erikoisuutena on, että siellä tarjotaan myös vuoro- hoitoa lapsille joiden vanhemmat ovat vuorotyössä. Näin ollen rakennuksessa on käyttäjiä ympäri vuorokauden ja läpi vuoden juhannusta lukuun ottamatta (Nokian Uutiset 2012; Puropuiston nettisivut 2016).

Puropuiston päiväkot tarjoaa nykyisellään hoitopaikan noin 150 lapselle. Päiväkotiin kuuluu vuonna 2012 valmistunut uusi osa, sekä vanha osa jonka yhteyteen laajennus tehtiin. Tällä hetkelle uusi puoli tarjoaa hoitoa ympäri vuorokauden, kun taas vanha puoli keskittyy päivähoitoon.

3.4.2 Tekniikka

Puropuiston päiväkodin ilmanvaihdosta huolehtii kaksi IV-konetta, joista toinen vastaa uudesta ja toinen vanhasta puolesta. Lisäksi kohteessa on hissille yksi ja radonin poistolle kaksi omaa poistoilmapuhallinta. Koneet ovat yhdistettynä YIT:n automaatiojärjestelmään. Kumpikin kone toimii tällä hetkellä jatkuvasti, sillä ainakin uudella puolella käyttöä on ympäri vuorokauden.

Kummassakin koneessa on lämmön talteenottojärjestelmänä nestekiertoinen LTO. Laskennallista hyötysuhdetta ei sille osattu kertoa, mutta valvomon mukaan kohdekäynnin aikana hyötysuhteet olivat 43 % ja 47 %. Ulkoilman lämpötila oli tällöin kaksi astetta plussan puolella. Erillistä jäähdytystä ei IV-koneista löydy.

Puopuistossa lämmitys tapahtuu kaukolämmön avulla. Laajennuksen myötä myös lämmönjakolaitteisto uusittiin ja siirrettiin. Vanhan puolen lämmitys on toteutettu patteriverkostolla ja uudella puolella on vesikiertoinen lattialämmitys. Lisäksi kaukolämmön avulla lämmitetään lämmin käyttövesi ja ilmanvaihdon lämmityspatterit.



Kuva 18. Lämmönjakokeskus

Vanhan osan lämmityksen säätö perustuu manuaalisiin termostaatteihin, mutta uuden osan lämpötilat on ohjattavissa tilakohtaisesti. Lattialämmityspiirien asetuslämpötilat ohjataan valvomon kautta, mutta käyttäjät voivat tilakohtaisesti ohjata lämpötilaa seinällä olevien säätimien avulla sallitun poikkeaman verran.



Kuva 19. Huonesäädin

Puopuiston päiväkodissa automaatiosta vastaa YIT:n oma järjestelmä. Sitä hallinnoidaan selainpohjaisella valvomolla, johon paikan päällä päästään käsiksi huoltomiehen tietokoneelta. Järjestelmään on liitetty ilmanvaihdon ja lämmönjaon anturoinnit, lattialämmityspiirien ohjaukset, osa valaistusjärjestelmistä, murto- ja sprinklerijärjestelmät, rännien sulanapitojen ohjaus sekä useita erillispisteitä. Energianmittaukset on myös järjestelmään suunniteltu, mutta niiden kytkentä toistaiseksi puuttuu.

Automaatiojärjestelmässä on läsnäoloantureiden indikoinnit käytetty hyväksi sekä valaistuksen ohjauksessa että murtohälytinjaerjestelmässä. Järjestelmä tunnistaa sisään leimautuessa käyttäjien läsnäolon, jolloin anturit siirtyvät tilan valvonnasta valaistuksen ohjaukseen. Käytävien ja eteisten valaistukset on ohjattu läsnäoloantureiden avulla valaisinryhmittäin. Järjestelmän kautta ohjattavissa sisä- ja ulkovaloissa on lisäksi valaistuksen voimakkuuden mittaus. Valvomosta käsin pystytään sen avulla asettamaan valoisuusrajat, joiden perusteella ulkovalot syttyvät illan hämärtyessä ja vastaavasti sisävalot sammuvat auringon valaistessa tiloja riittävästi.



Kuva 20. Valvomokuva läsnäoloantureiden indikoinneista alueittain

Muissa kuin läsnäoloantureilla ohjatuissa tiloissa on valaistus toteutettu switch-dim-ohjauksella. Näin samalla kytkimellä on toteutettu päälle-pois-ohjaus ja himmennys-toiminto.

Murtohälytin-järjestelmään kuuluu läsnäolotunnistuksen lisäksi sähköiset ovilukot, jotka on myös liitetty automaatiojärjestelmään. Osa ovista avautuu Fleximin tunnistusjärjestelmän kautta, jonka avulla ensimmäinen työntekijä pääsee sisälle ovien ollessa lukittu. Muut ovet toimivat sähkölukkojen avulla valvomosta aseteltujen aika-ohjausten mukaan. Lukoista tulee myös takaisinkytkennät ovien tilasta. Valvomosta käsin on myös mahdollista seurata jokaista yksittäistä liiketunnistinta, jonka avulla havaitun liikkeen voi paikallistaa.

Puopuiston automaatiojärjestelmään on lisäksi liitetty monia hyödyllisiä erillispisteitä. Paloilmoitin-, sprinkleri- ja murtohälytinjärjestelmistä tulee jokaisesta omat hälytyspisteensä. Lisäksi hälytyspisteet on tuotu IV:n hätä-seis:lle, loistehon kompensoinnille, turvavalajärjestelmälle, rasvanerotuskaivon likaisuudelle sekä kylmiöiden lämpötiloille.

Järjestelmässä on luokiteltu eri hälytysten kiireellisyysluokat. Näistä kiireellisimmät tulee suoraan päivystävän tai vuorossa olevan huoltomiehen puhelimeen. Valvomon kautta on asetettavissa kenelle hälytykset milloinkin menee.

Puopuistoon on alun perin suunniteltu ja toteutettu kattava energiankulutuksen seuranta, joka olisi liitetty automaatiojärjestelmään. Kulutusmittarit ovat asennettu ja toimivat, mutta kohdekäynnin aikana ei niitä vielä ollut otettu käyttöön. Kaukolämmön energiankulutus on toteutettu etäluettavalla energiamittauksella.

3.5 Toivion koulu

3.5.1 Yleistä

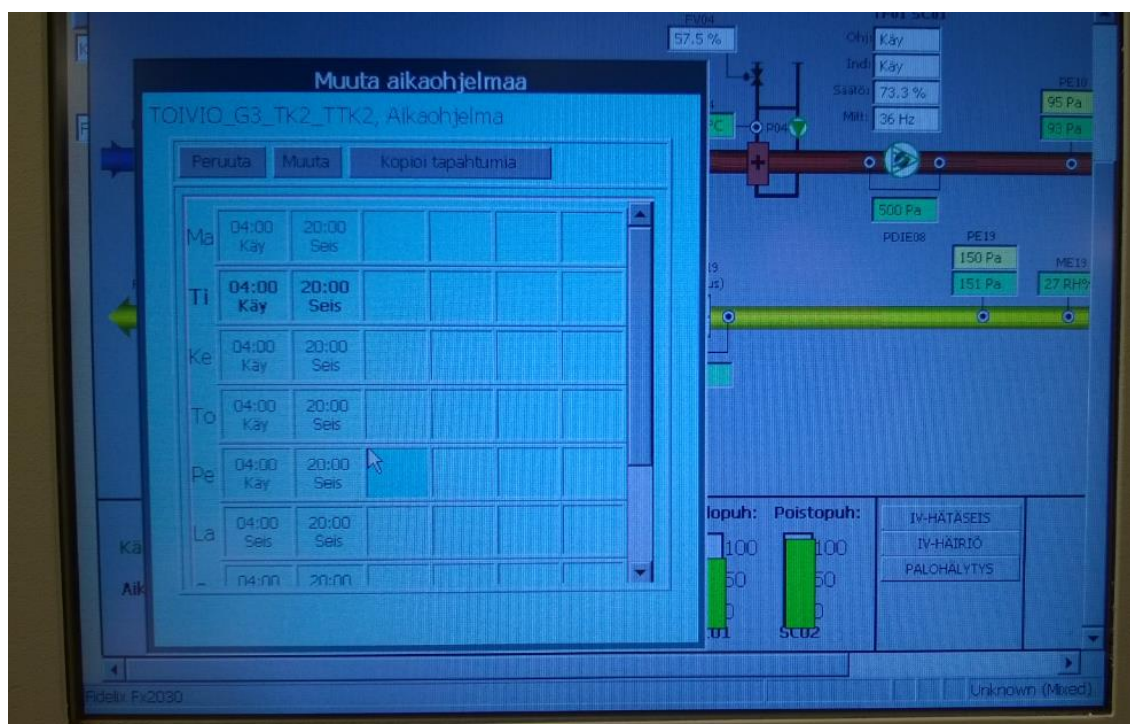
Toivion koulu on Pirkkalassa sijaitseva 0-6 luokkalaisia palveleva alakoulu. Koulu on perustettu alun perin Toivion kyläläisten toimesta vuonna 1958. Lukuvuosina 2011–2012 koulu peruskorjattiin ja syksyllä 2012 toiminta alkoi uusissa tiloissa. Tällä hetkellä koulussa opiskelee 277 oppilasta, 15 opettajaa ja 10 koulun käynnin tai iltapäiväkerhon ohjaajaa (Pirkkala 2016).

Toivion koulussa pyritään oppilaita kannustamaan kestävän kehityksen ajattelumalliin. Tämän pystyi havainnoimaan oppilaiden toiminnassa kohdekäynnin aikana esimerkiksi siinä, että heillä oli joka luokassa ”valopoliisit”. Näiden tehtävänä oli huolehtia, että luokkiin ei jäänyt poistuttaessa turhaan valoja päälle. Toivion koululla on näistä toimintatavoista ja arvoista osoituksena Vihreä lippu, oppilaitosten ympäristösertifikaatti sekä ensimmäisenä peruskouluna Suomessa kestävän kehityksen-sertifikaatti (Pirkkala 2016; Huoltohenkilökunta 2016).

3.5.2 Tekniikka

Toivion koulun ilmanvaihdosta huolehtii yhteensä viisi eri IV-konetta. Näistä kaksi vastaa luokkatiloista, kolmas keittiöstä, neljäs ruokalasta ja viides monitoimitilasta sekä kirjastosta. Lisäksi kiinteistössä on erillispoistoja, joista osa käy myös käyntiaikojen ulkopuolella. Näistä kaksi kaksinopeuksista poistopuhallinta on wc-tiloissa ja neljä poistoa on sijoitettu teknisten- ja tekstiilitöiden tilojen erilaisissa kohteissa.

Keittiön IV-koneessa on nestekiertoinen lämmöntalteenotto. Muissa neljässä koneessa käytössä on pyörivä LTO-järjestelmä. IV-koneiden käyntiajat vaihtelevat koneesta riippuen. Ensimmäinen kone käynnistyy yöllä kello 2.00, jonka jälkeen muut käynnistyvät portaittain kello 06.15 mennessä. Kaikki koneet pysähtyvät illalla 20.00–21.00 erillispoistoja lukuun ottamatta. Näin ollen kiinteistöön jää viiden tunnin ajanjakso, jolloin ilmanvaihto on pelkkien poistoilmapuhaltimien varassa.



Kuva 21. IV-koneen aikaohjelma Fidelixin valvomossa

Toivion koulun teknisenä erikoisuutena muihin kohteisiin verrattuna on sen lämmöntuotanto maalämpöpumpun avulla. Kiinteistöön ei kannattanut sijaintinsa vuoksi tuoda kaukolämpöä, joten maalämpö todettiin parhaaksi ratkaisuksi. Lisäksi rinnalle on kytketty kovempia pakkasia ja vikatilanteita varten vanha öljylämmitysjärjestelmä. Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen on lisäksi sähkövastukset mikäli lämpöpumpusta saatava teho ei riitä.

Maalämpöpumppuja on yhteensä kahdeksan kappaletta. Näistä kahden tehtävä on lämmittää käyttövettä ja loput kuusi huolehtivat lämmitysverkoista.

Kiinteistön lämmitys on hoidettu vesikiertoisella lattialämmityksellä ensimmäisessä kerroksessa ja radiaattoreiden avulla toisessa kerroksessa. Radiaattorit olivat alun perin samassa piirissä viereisen kiinteistön radiaattoreiden kanssa, mutta automaatiojärjestelmien

yhteensopivuusongelmien vuoksi ne on nykyisin kytketty samaan piiriin lattialämmityksen kanssa. Huonekohtaisten lämpötilojen ohjaus on hoidettu jälkikäteen asennetuilla langattomilla säätimillä. Osassa tiloja säätömahdollisuus puuttuu kokonaan.

Valvomosta Toivion koulussa vastaa Fidelexin automaatiojärjestelmä. Järjestelmällä on kolme alakeskusta näyttöpaneeliseen IV- ja lämmönjakohuoneissa. Lisäksi huoltomies pääsee järjestelmään käsiksi tietokoneyhteyden avulla. Automaatiojärjestelmään on tuotu ohjaukset ja tilatiedot IV-koneista, maalämpöpumpuista, öljykattiloista, lämmityspiireistä sekä ulkovalaistuksesta.

Valaistuksen ohjaus on toteutettu pääosin manuaalisesti ryhmäkohtaisilla palautuvilla 1-kytkimillä eli Switch-dim-kytkimillä, sekä läsnäoloantureiden avulla. Valaisimia ei ole yhdistetty väylään, vaan Liikunta-, monitoimi- ja ruokasalissa valaistuksen ohjaus tapahtuu Tridonicin säädettävällä ohjausyksiköllä. Näihin on ohjelmoitu erikseen 30 minuutin poiskytkentäaika liiketunnistimen perusteella, sekä kytkin- ja himmennintoiminnot Switch-dim-kytkimillä. Ulkovalaistuksen ohjaus on toteutettu kellon lisäksi valvomosta aseteltavan valoisuustason perusteella.



Kuva 22. Liikuntasalin switch-dim-kytkimet

Kiinteistössä on erilliset energiamittaukset toteutettu Carlo Gavazzin pulssimoduuleiden avulla. Eriksen mitattavia kulutusposteita ovat maalämpöpumput, käyttöveden sähkövastukset sekä ulkovalaistus. Lisäksi sähkönkulutukset on saatavissa keittiölle, viereiselle päiväkodille sekä kokonaiskulutukselle. Myös vedenkulutukselle on omat mittauksensa.

4 TULOKSET

Tässä kappaleessa on koottu kohdekohtaisesti tutkimustuloksia, joita on kerätty aiemmin mainituin menetelmin. Tulokset on jaettu erikseen aihealueittain. Tarkemmat kuvaukset kohteiden tekniikasta on esitetty edellisessä luvussa, joten tässä osassa keskitytään havaittuihin ongelmiin ja onnistumisiin.

4.1 Impivaaran vanhainkoti

4.1.1 Käyttäjäkysely

Käyttäjäkysely Impivaaran kohdalla perustuu pelkästään kohdekäynneillä tehtyihin keskusteluihin. Nettikyselyn avulla ei hoitohenkilökuntaa jostain syystä onnistuttu tavoittamaan, joten käyttäjien mielipiteitä ja kokemuksia ei tätä kautta onnistuttu kartoittamaan.

Hoitohenkilökunnan kanssa keskustellessa päälimmäisenä tuli esiin kohderyhmän tunnistaminen jo suunnitteluvaiheessa. Erilaisissa palvelurakennuksissa on hyvin erin ikäisiä ja erilaisilla rajoitteilla olevia käyttäjiä, jolloin uusin ja monipuolisin tekniikka ei aina ole soveltuvin vaihtoehto. Hoitohenkilökunnan toiveena oli, että otettaisiin mahdollisuuksien mukaan heidän kokemuksensa toimintaympäristön haasteista huomioon jo aikaisessa vaiheessa. Muita heidän mielipiteitä ja havaintoja on liitetty mukaan alla oleviin kappaleisiin.

4.1.2 Huoltohenkilökunnan toimenkuva

Haastateltava esimiestehtävissä oleva huoltomies on toiminut kohteessa alusta asti ja toimialueeseen kuuluu Impivaaran lisäksi koko Koukkuniemen alue. Hänen lisäksi alueella työskentelee 5 huoltomiestä, joista 4 hoitaa päivystystä kukin vuorollaan.

Käytönopastuksista puhuttaessa hän kertoo olleensa niissä mukana, mutta toteaa ettei yhden päivän kiertämisellä pysty sisäistämään kaikkea. Sen sijaan järjestelmät ja niissä ilmenevien ongelmakohtien oppiminen vaatii kokonaisen vuoden kierron, jolloin eri ajan-kohtina tulevat haasteet tulevat esiin.

Hän kertoo, että käyttöönottestaukset dokumentoitiin ja ne käytiin yhdessä läpi. Käyttöönoton opastus oli käyttäjien näkökulmasta hyvä, mutta koska kiinteistö on Tilakeskukseen, niin heidän huoltomiesten olisi ollut hyvä olla siinä tiiviimmin mukana.

Haastateltaessa tuli esille, että käyttöönottoon pitäisi panostaa huomattavasti enemmän, sillä uusia asioita tulee paljon yhdellä kertaa. Hänen mielestään asioita voitaisiin käydä porras kerrallaan läpi. Opastus voitaisiin aloittaa tällöin jonkinlaisella tilaisuudella, jossa esiteltäisiin kokonaiskuva ja tämän jälkeen käytäisiin katsomassa kohde kerrallaan paikan päällä.

4.1.3 Lämmitys ja ilmanvaihto

Impivaaran kohteessa on lämmitys toteutettu pääosin ilmalämmityksen avulla. Tämän vuoksi tässä käsitellään kumpaakin aihetta kokonaisuutena.

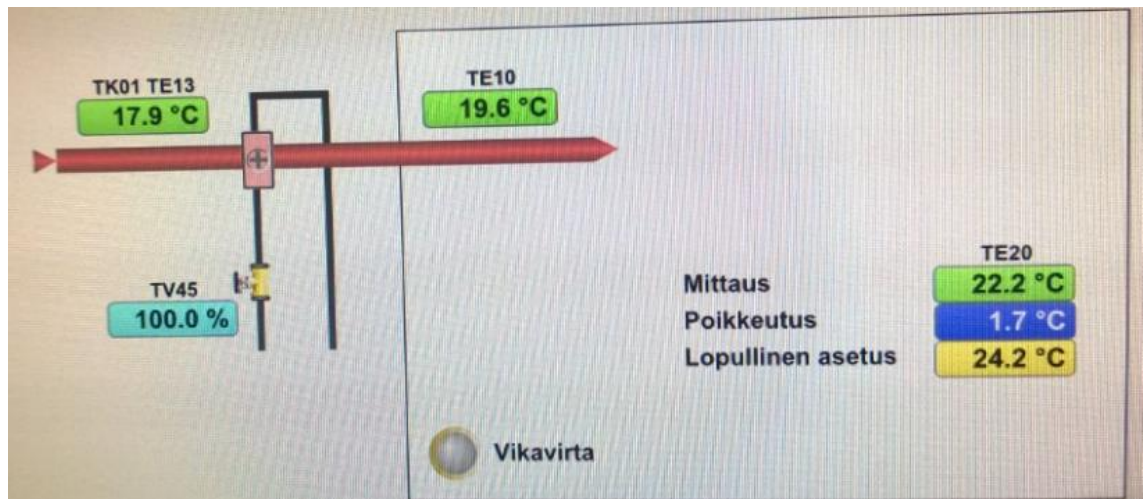
Ilmanvaihdon kautta toteutettu lämmitysjärjestelmä tässä muodossa on vielä melko harvoin käytetty tapa, joten kohdekiinteistö antoi hyvän mahdollisuuden tekniikan toimivuuden tutkimiseen. Haasteen tällaiselle lämmitysjärjestelmälle luo huonekohtaiset jälkilämmityspatterit ja ylhäältä tulevan lämpimän ilman sekoittuminen huoneilmaan.

Impivaaran kohteessa jokaisen asukkaan huoneessa on oma jälkilämmityspatterin säädin, jonka avulla huonekohtaisen jälkilämmityspatterin lämpötilaa pystyy rajoitusten puitteissa säätämään. Ongelmaksi tämän järjestelmän kanssa on muodostunut lämmityksen riittämättömyys osassa huoneita. Tätä ongelmaa oli huoltohenkilökunta sekä putkimiehet pyrkineet ratkaisemaan, mutta selvää syytä ei vielä ole löytynyt.



Kuva 23. Jälkilämmityksen huonesäädin

Valvomokuvista pystytään silti toteamaan, että ongelmahuoneissa tuloilman lämpötila on huomattavasti muita huoneita viileämpiä, vaikka säätöventtiili on ohjattu täysin auki ja säätimeltä tuleva pyynti on reilusti huonelämpötilaa korkeampi. Asiaa pyrittiin ratkaisemaan myös TAMK:n Kuntoarviot-kurssin kautta tehtyjen kuntoarviokäyntien kautta, mutta ratkaisevia tuloksia tästä käynnistä ei vielä ole. Mittauksista voidaan silti todeta, että jälkilämmityspatterin lämpötila riittävän lämpimässä huoneessa oli 28,7 °C, kun taas kylmimmäksi todetussa huoneessa se oli ainoastaan 19,8 °C.



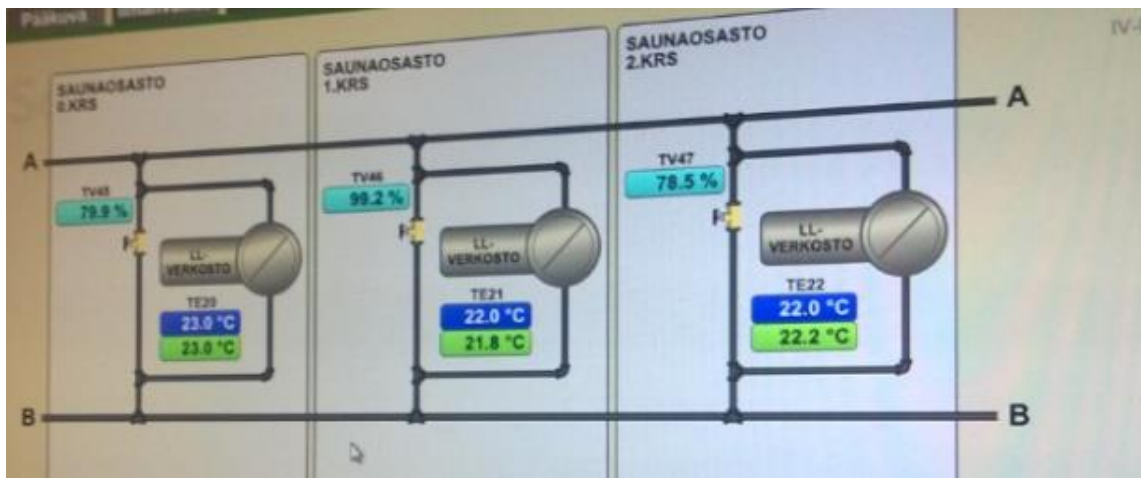
Kuva 24. Valvomokuva ongelmahuoneen jälkilämmityksestä

Kuvasta 24 voidaan nähdä, että jälkilämmityspatterin venttiili on täysin auki, mutta lämpötila nousee ainoastaan 1,7 astetta. Kuvassa oikealla on esitetty huonekohtainen asetuslämpötila johon se pyritään nostamaan. Lämpötilan osalta toimivissa huoneissa sisään puhallettava ilma oli yli kymmenen astetta lämpimämpää.

Huomioitava asia lämmitykseen liittyen on huoltomiehen mielestä myös se, että asiakkaat tykkäävät talviaikaan tuulettaa huoneitaan. Tästä johtuen huoneiden lämpötila laskee ja se on aiheuttanut hälytyksiä automaatiojärjestelmään. Hänen mukaansa ongelmaksi on myös koettu, että asiakkaina olevat ikäihmiset tuntevat kovemmat ilmavirtaukset helposti vetoisana, vaikka tilassa olisikin riittävän lämmin.

Hoitohenkilökunnan mielestä ongelmana on myös saunojen lattialämmityksen riittämättömyys. Valvomon kautta voidaan todeta, että lattialämmitys toimii kuten pitääkin, mutta kädellä kokeillessa lattia tuntuu suhteellisen kylmältä. Kylmältä tuntuvat lattiakaakelit ovat ymmärrettävästi huono asia ikäihmisten kanssa työskennellessä.

Asiaa ei lähdetty toistaiseksi tutkimaan tarkemmin, mutta todennäköisesti lämmitystarve nykyaikaisessa tiiviiksi rakennetussa kiinteistössä on niin pieni, ettei lattialämmitykseltä vaadita kovin korkeaa lämpötilaa huoneen tavoitelämmön ylläpitoon. Tällöin hyvin lämpöä johtava lattiamateriaali tuntuu jalanpohjaa vastaan viileältä, vaikka se riittävä huoneen lämmittämiseen olisikin. Saunatiloissa ei ole lattialämmityksen ohjaukseen minikäänlaista säädintä. Säätimen avulla lattialämmityksen tasoa voitaisiin nostaa hetkellisesti aina silloin, kun asiakkaita siellä hoidetaan. Jos lämmityksen osalta pyrittäisiin mahdollisimman tehokkaaseen energiansäästöön, niin lattialämmitys voitaisiin tällöin esimerkiksi ohjelmallisesti ohjata käyttöajan ulkopuolella nykyiseen tilaan.



Kuva 25. Valvomokuva saunojen lattialämmityspiireistä

Kuvasta 25 nähdään sinisellä toteutunut ja vihreällä tavoiteltu lämpötila kussakin lattialämmityspiirissä. Tämän perusteella voidaan todeta, että piirien lämpötilat ovat tavoitellulla tasolla.

Osassa kiinteistöä on lämmitys hoidettu myös radiaattoreiden avulla. Ongelmaksi tässä ilmeni huoltomiehen mukaan käyttäjien tai asiakkaiden itse tehdyt säädöt. Kun pääosin kiinteistöä lämmitetään ilmalämmityksen avulla, niin välillä radiaattorit ovat termostaattien ohjaamana kylminä, vaikka asetukset ovat oikein. Huoltomiehen oletuksen mukaan käyttäjät, asiakkaat tai heidän omaisensa käyvät monesti kääntämässä radiaattoreiden termostaatit täydelle teholle huomattessaan kylmät patterit. Tämän vuoksi vastaavissa kohteissa olisi hyvä käyttää termostaatteja joiden hattu-osa on irrotettavissa.

Impivaarassa käytetyn järvijäähdytyksen toteutus aiheutti myös huoltohenkilökunnalle epävarmuutta. Tällä hetkellä järvivesipumppu käy aina täydellä teholla, jolloin vähemmässäkin tai olemattomassa tarpeessa vettä pumpataan turhaan. Ideaalitulanteena olisi, että pumppu toimisi automaattisesti tarpeensa mukaan. Tämä tilanne on tiedostettu, mutta siihen ei vielä toistaiseksi ole puututtu.

Myös lämpimän käyttöveden kanssa on hoitohenkilökunnan mukaan ollut ongelmia. He kertoivat, että neljännessä kerroksessa sijaitsevan keittiön lämpimän veden tulo kestää kohtuuttoman pitkään eikä se silti ole riittävän lämmintä. Käynnin aikana ei ongelmaan pystytty tarkemmin perehtymään tai ratkaisuja etsimään. Lämpömittarilla mitattuna silti todettiin, että lämmin vesi oli minuutin juoksuttamisen jälkeen ainoastaan 37,6 °C, joka on selvästi liian alhainen. Vastaavaa ongelmaa muissa tiloissa ei kuitenkaan oltu havaittu.

4.1.4 Sähkötekniset ratkaisut

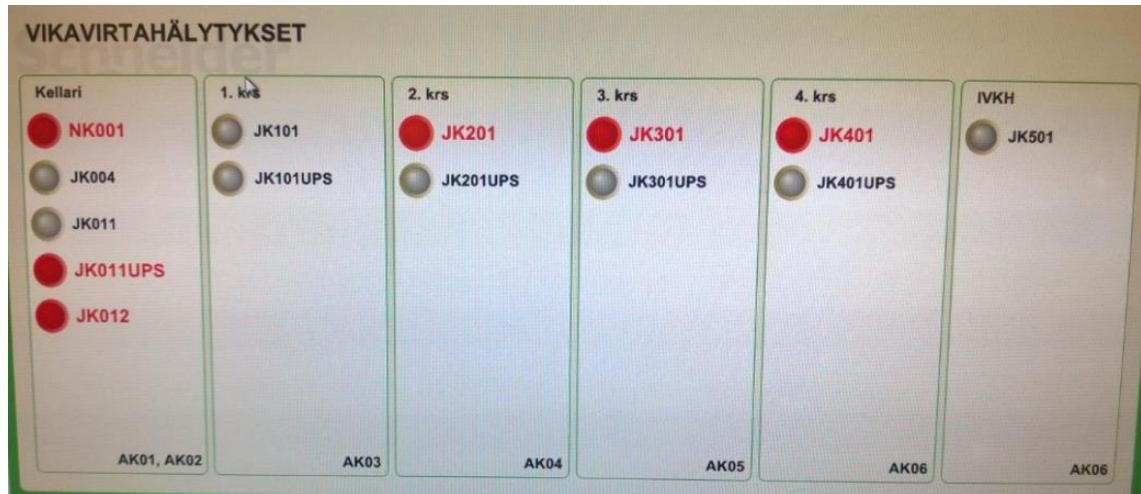
Valaistusta lukuun ottamatta Impivaarassa tuli melko vähän esille tyytymättömyyttä sähkötekniisiin toteutuksiin liittyen. Suurimpana tähän liittyvänä ongelmana ja epäselvyytenä huoltohenkilökunta toi esille käytössä olevat automaattiset vikavirtasuojat. Näiden laitteiden toimintaperiaate ei ole tullut täysin selväksi. Huoltomiehen mukaan laitteen pitäisi testata automaattisesti itse itsensä, mutta miten ja milloin se sen tekee, on jäänyt epäselvyydeksi.



Kuva 26. Jakokeskuksen vikavirtasuojat

Näiden automaattisten suojiin toisena etuna on, että niistä tulee tilatieto automaatiojärjestelmään. Ongelmaksi tämän kanssa on tullut, että ajan kuluessa osassa laitteita kärkitiedot ovat jääneet ilmaisemaan vikatilannetta, vaikka kaikki on kunnossa. Toisena ongelmana on ilmennyt, että laitteet on sarjoitettu keskuskohtaisesti keskenään, jolloin yhden laitteen laukeaminen hälyttää koko keskuksen osalta. Lisäksi huoltomies toteaa, että

hälytysten suoman edun hyöty vähenee, koska hälytysten prioriteetti on niin matala. Tällöin suurin osa laukeamista havaitaan jo asiakkaiden ilmoituksista aiemmin kuin järjestelmän kautta.



Kuva 27. Valvomon tilatiedot keskusten vikavirtasuojista

Kuvasta 27 nähdään miten usean vikavirran tilatieto on punaisella. Nämä kaikki suojat toimivat huoltomiehen mukaan normaalisti, mutta kärkitieto on jäänyt väärään tilaan.

4.1.5 Valaistus

Yhtenä haasteena käyttäjät kokevat valaistuksen ohjauksen. Vanhainkodissa on yleisten tilojen ohjaus toteutettu DALI-väylän avulla monipuolisin vaihtoehdoin. Henkilökunnalle oli osassa tiloja ohjauksen toiminta hyvin epäselvää, joka on aiheuttanut innostuksen sijaan turhaa päänvaivaa. Osa näistä ohjausratkaisuista sai myös huoltohenkilökunnan ja alan opiskelijaryhmän pohtimaan toimintaa pidemmän aikaa. Yhdessä valaistusryhmässä oli myös kytkimen ohjelmoinnissa selkeästi havaittavissa virheellinen toiminta.

Sen sijaan asiakkaiden huoneissa valaistus on toteutettu perinteisin kytkimin ilman säädettävyyttä. Tämä ratkaisu on helpon käytettävyyden osalta hyvä ratkaisu, mutta ongelmaksi tässä muodostui se, että ison osan ajastaan huoneessaan viettäville asiakkaille ei voida juurikaan luoda erilaisia valaistustiloja. Näin ollen esimerkiksi aamulla joudutaan syyttämään täysi valaistus heti heidän herättyään.

Impivaaran asiakkaat ovat ympäri vuorokauden tilojen käyttäjinä, jolloin vuorokausirytmien hahmottaminen voi olla haasteellista. Keskustelussa hoitajien kanssa esille tuli haasteet luoda asiakkaille tämä rytmi pelkästään sisätiloissa oleskellessa. Esimerkiksi valaistuksen voimakkuuden ja värin ohjauksen avulla rytmin luomisen helpottaminen on nykytekniikalla jo mahdollista.

Tutkiessamme suunnitelmia ja valaistuksen toimintaa huomattiin, että yleisissä tiloissa oli todellisuudessa olemassa erikseen yö- ja päivä-tilaohjaukset. Näiden toimintaa pystytään ohjaamaan joko kytkimellä keittiön tiskin takaa tai kellon avulla automaattisesti. Näistä ohjauksista ei silti oltu kyseisessä keskustelutilanteessa tietoisia, eikä kello-ohjauksen todelliseen toimintaan tullut käynnin aikana varmuutta.

Taulukossa 1 on esitetty valaistuksen mittaustuloksia neljännen kerroksen erin tyypisistä tiloista. Mittauskorkeutena käytettiin 80 cm, mutta suunnitelmissa tavoitearvojen mittauskorkeutta ei ollut erikseen mainittu.

Taulukko 1. Valaistusmittaukset

Tila	Mitattu	Suunniteltu
Ruokasali	526 lx (100 %)	300 lx
Oleskelutila 1	230 lx	300 lx
Oleskelutila 1	216 lx	300 lx
Oleskelutila 2	224 lx	300 lx
Käytävä ”Yö”	32 lx	20 %
Käytävä ”Päivä”	157 lx	80 %
Asiakkaan huone	133 lx	

Ruokatilassa oli mittaushetkellä päivänvalo-ohjauksen sijaan asetettu täysi teho ja lisäksi vierellä olevat ikkunat toivat tilaan päivänvaloa, jonka vuoksi mittaustulos ylittää suunnitellun arvon reilusti. Oleskelutiloissa tilanteena oli päivänvalo-ohjaus. Mittauspisteinä käytettiin oletettuja oleskelu- ja työskentelytiloja. Näissä kohdin ei aivan suunniteltuihin arvoihin päästy, mutta mahdollisesti suoraan päivänvaloanturin alapuolella ne olisi saavutettu. Käytävällä mitattiin erikseen ”Yö”- ja ”Päivä”-valaistustilanteet. Näiden tilanteiden ohjaus perustuu ainoastaan valaisimien tehoon, joten erillisiä tavoitearvoja näille ei ollut. Lisäksi mitattiin asiakkaan huoneen keskeltä yksi mittaustulos. Huoneessa oli asiakkaan itse valitsema sisustusvalaisin, joten tulosta ei voida suunnitelmiin verrata.



Kuva 28. Käytävien valaistus on ohjattavissa ”yö”- ja ”päivä”-tilaan

4.2 Luhtaan päiväkot

4.2.1 Käyttäjäkyselyt

Luhtaan tilojen käyttäjiltä saatiin tietoa jonkin verran Impivaaraa enemmän. Nettikysely tavoitti heidät suhteellisen hyvin, jolloin saatiin yhteensä kuuden hoitajan tai muun tilan käyttäjän vastaukset. Lisäksi kohdekäynnin aikana henkilökunta kertoi mielellään mielipiteitään. Luhtaan päiväkot on erityinen kohde sen passiivirakenteen osalta, joten tämän kautta moni käyttäjäkin oli kiinnostunut havainnoimaan toteutuksen huonoja ja hyviä puolia.

Vastanneet käyttäjät työskentelevät yhtä lukuun ottamatta normaalina toimistotyöaikana. Heistä kaksi on työskennellyt kiinteistössä 1-3 vuotta ja loput 3-5 vuotta.

Käyttäjiltä kysyttiin heidän tyytyväisyyttä sisäolosuhteisiin, kiinteistönhoitoon sekä siivoukseen. Sisäolosuhteisiin oli tyytyväisiä kaksi kuudesta, kun loput vastanneista olivat

melko tyytyväisiä. Kiinteistönhoidon ja siivouksen osalta mielipiteet jakautuivat kohtalaisesta hyvään, joten mielipide näyttää olevan hyvin paljon vastaajan kokemuksista kiinni.

Lisäksi kysyttiin miten hyvin he tuntevat huoltohenkilökuntaa ja siivoajia. Huoltohenkilökuntaa tunsu hyvin ainoastaan yksi vastanneista, kun loput ilmoittivat tietävänsä ainoastaan ulkonäöltä tai nimeltä. Sen sijaan viisi kuudesta kertoi tuntevansa siivoajat hyvin.

Keskusteltaessa käyttäjien kanssa esille nousi käyttöönoton aikainen opastus henkilökunnalle. Erityisesti, kun kyseessä on suomen ensimmäinen passiivien energiapäiväkotinä, niin mukaan on tuotu paljon teknisiä ratkaisuja, joiden tunteminen olisi tärkeää. Käyttäjät kokivat, että opastus oli hyvin pintapuoleinen ja asiaa tuli paljon yhteen kertaan. Tämän jälkeen he soittivat ongelmia kohdatessaan urakoitsijalle, joka ohjasi tilannekohtaisesti vastaavan aliurakoitsijan puoleen. Tällainen toimintamalli, jossa useamman kerran jälkikäteen pyrittiin oikeaa henkilöä puhelimitse tavoittelemaan, koettiin hankalaksi.

Ehdotuksena ongelmaan tuli esimerkiksi, että opastukseen panostettaisiin enemmän ja mahdollisimman kattavasti kaikille tuleville käyttäjille. Lisäksi voitaisiin pitää sopivan ajan kuluttua toinen opastuskierros, jolloin käyttäjät voisivat esittää kohdatut ongelmat ja epäselvyydet ammattilaiselle. Tällaisella pienellä toimenpiteellä saatettaisiin ratkaista heti alkuun epäselvyydet, jotka voivat muuten jäädä selvittämättä. Pahimmillaan kiinteistöä käytetään virheellisesti koko sen elinkaaren ajan, kun väärin opitut toimintatavat siirtyvät suullisesti aina seuraaville käyttäjille.

Nettikyselyn avulla tuli myös esiin, että pienempien, mutta häiritsevien asioiden korjaamista voitaisiin pyrkiä tehostamaan. Tällä hetkellä käyttäjillä on lista johon tällaisiksi koettuja ongelmia on kerätty, jolloin huoltomies tulee urakaluontoisesti hoitamaan asiat kerralla. Tästä johtuen käyttäjä on kokenut, että häiritsevän vian kanssa joudutaan elämään turhan kauan.

Loput nettikyselyn tulokset liittyvät olosuhteisiin ja tekniikan toimivuuteen. Näitä vastauksia on käytetty lähteenä seuraavissa kappaleissa.

4.2.2 Huoltohenkilökunta

Kohdekäynnin yhteydessä pyrittiin haastattelemaan ajan sallimissa rajoissa myös huoltomiehen mielipiteitä, kokemuksia sekä työnkuvaa. Haastateltavana ollut huoltomies on ollut Luhtaan toiminnassa mukana alusta asti. Hänellä on työnantajan kautta monia eri kohteita Luhtaan lisäksi, joten aikaa yhtä kohdetta kohti on hyvin rajallisesti.

Työtehtävät hänellä määräytyvä pitkälti Haahtelan järjestelmän kautta tulevien vikailmoitusten, sekä huoltokirjojen asettamien aikataulujen mukaan. Eri kohteiden huoltokirjat on yhdistetty samaan kalenteriin, jolloin päiväkohtaiset huollot näkevät kerralla. Hän toteaa, että nykyisin paljon työajasta menee tietokoneen ääressä kuitatessa töitä ja hälytyksiä, sekä tutkiessa valvomonäkymien kautta kohteiden toimintaa. Hänen mukaansa aikaisemmin työtä hoidettiin enemmän kentällä, jolloin oltiin aina tietty aika tietyssä kohteessa.

Huoltomiehen mukaan kohteessa ei ole ollut mitään selkeää yksittäistä työllistäjää. Lisäksi hänen mielestä Luhtaassa on ollut vähiten niin sanottuja ”lastentauteja” käyttöönoton jälkeen verrattuna moniin muihin vastaavanlaisiin energiatehokkaisiin rakennuksiin, joiden toiminnassa hän on ollut mukana.

Hän kertoi olleensa käyttöönotossa sen verran mukana, että tiesi mistä minkäkin laitteen löysi. Pitkän työkokemuksen ja kiireellisen aikataulun vuoksi ei hän kuitenkaan kokenut tarpeelliseksi tarkempiin koulutuksiin. Uusista työntekijöistä keskustellessa hän toteaa, ettei heille järjestetä erillisiä koulutuksia vaan yleensä annetaan avaimet käteen ja lähetetään vanhemman työntekijän mukaan oppimaan.

4.2.3 Lämmitys ja ilmanvaihto

Luhtaan päiväkotit tarjosi passiivirakenteellaan erilaisen tutkimuskohteen erityisesti lämmityksen ja ilmanvaihdon osalta. Kiinteistöissä ei ollut kohdattu mitään erityistä ongelmakohtaa aihealueen osalta, vaan huomiot kiinnittyivät enemmän olosuhteisiin ja niiden hallintaan.

Ilmanvaihdon osalta palautetta tuottivat olosuhteet silloin, kun jostain syystä ilmanvaihto ei toimi kuten pitäisi tai sitä ei ole osattu käyttää. Yksi haastateltavista kertoi, että aluksi normaalin työajan ulkopuolella toimineet siivoajat olivat tunteneet olonsa hyvin tukaliksi,

kun eivät tienneet lisäaikakytkimen olemassaolosta. Lisäksi siivouksesta syntyvän kosteuden ja puhdistusainejäämien takia on tehoton ilmanvaihto siivouksen yhteydessä kiinteistölle ja sisäilmalle haitallista, joten ilmanvaihdon tehostus tällaisissa tilanteissa on erityisen tärkeää.



Kuva 29. Ilmastoinnin lisäaikakytkin

Nettikyselyn kautta saatiin myös kommentteja muutamien tilojen ilmanvaihdon huonosta toiminnasta. Kommenttien mukaan alakerran tilojen ilmanvaihto on puutteellinen, jonka vuoksi ruuan haju jää huoneeseen moneksi tunniksi. Lisäksi on kerrottu, että kolmessa huoneessa ilmanvaihto tuntuu riittämättömältä, eikä ongelmaan ole löydetty ratkaisua.

Alakerran taukotilassa on ilmanvaihto ohjattu hiilidioksidianturin avulla. Todennäköinen ratkaisu ruuan hajun jäämiseen tilaan voisi olla, että käyttäjien lähtiessä tilasta hiilidioksiditaso ei ylitä, jolloin ilmanvaihto asettuu minimitasoon ja ruuan haju jää tilaan. Esille tulleiden kolmen muun huoneen tilanne ei tullut enää esille kohdekäynnin kohdalla. Silti kommentteista ja keskusteluista nousee esiin se, miten tärkeää ilmanvaihdon moitteeton toiminta ja sen käytön opastus on erityisen tiiviiksi rakennetuissa passiivienergiataloissa.

Toisena ongelmana esille nousi jäähdytyksen puute. Ainoa jäähdytyspatteri on keittiön omassa ilmanvaihtokoneessa, mutta senkin toiminta on aiheuttanut ongelmia kostean ja lämpimän keittiön sisäilman kondensoituessa huuван pintaan viilentyessään. Tämän vuoksi jäähdytyksen hyödyntäminen keittiössä on jäänyt huoltomiehen mukaan suhteellisen pieneksi.

Tiloissa ei tällä hetkellä ole keittiötä lukuun ottamatta lainkaan jäähdytystä. Vastaavasti aurinkoisina kesäpäivinä katon aurinkopaneelit tuottavat sähköä yli oman tarpeen ilman,

eikä ylimääräisestä sähköstä maksetaan lainkaan. Vaikka jäähdytyspatteria ei ole voitu IV-koneisiin suunnitella, niin tuon yli menevän sähköntuotannon voisi ainakin tulevissa ratkaisuissa pyrkiä hyödyntämään tilojen jäähdytykseen. Toinen ratkaisu tilojen kuumuuteen kesäaikana voisi olla yötuuletus, jonka olemassaoloa ei ainakaan valvomosta tullut esiin. Tällöin viileämpinä öinä ilmanvaihtoa tehostetaan, jolloin saadaan tiloja viilennettyä päivää kohden ilman jäähdytyspattereita.

Yhtenä ongelmana erityisesti kiinteistön alkuaikoina oli viemärin haju osissa tiloja. Joissain tiloissa ratkaisuksi tähän oli löytynyt lattiamaton alla piilossa oleva viemäri, jonka hajulukko oli päässyt kuivumaan. Käyttäjiä oli tämän jälkeen ohjeistettu kaatamaan välillä vettä viemäreihin tiloissa, joissa niiden käyttö on muutoin vähäistä. Tämän lisäksi todettiin kohdekäynnillä voimakas viemärin haju IV-konehuoneessa. Selvisi, että lat-tiaviemäripisteestä lähtevän putken liitos oli huonosti tiivistetty, jolloin alipaineinen tila otti korvausilmansa tätä kautta.



Kuva 30. IV-konehuoneen viemäri vuotavalla putken liitännällä

Tilojen lämmityksen osalta ei tullut käyttäjiltä eikä huoltomieheltä juurikaan negatiivista palautetta. Kiinteistö oli todettu pääosin lämpimäksi talviaikaan. Huomion arvoisen asian sijaan oli, että useimmissa huoneissa oli tilakohtaiset säädettävät termostaatit. Käyttäjiä oli silti ohjeistettu olla koskematta näihin. Lisäksi netti-kyselyn perusteella ainoastaan kaksi kuudesta tiesi voivansa vaikuttaa tilojen lämpötilaan.



Kuva 31. Uponorin huonesäädin

4.2.4 Sähkötekniset ratkaisut

Valaistusta lukuun ottamatta ei palautetta sähköisistä toteutuksista juurikaan tullut käyttäjien tai huoltomiehen kautta. Huomioitavana toimintona oli lähinnä kiinteistön katolla olevien aurinkopaneelien toiminta. Tällä hetkellä paneelit tuottavat kesäisin yli oman kulutuksen sähköä. Tällöin paneelien tuotanto on parhaimmillaan, mutta kiinteistön sähkön käyttö on vähäisintä. Tätä tuotantoa ei toistaiseksi pystytä hyödyntämään omaan käyttöön, eikä verkkoyhtiö myöskään maksa sen vastaanottamisesta.

Käytävälle oli myös asennettu energiankulutuspaneeli, josta käyttäjät pystyivät seuraamaan toteutunutta kulutusta veden, sähkön sekä lämmön osalta. Ei kuitenkaan tiedetä miten paljon käyttäjät tästä ovat olleet kiinnostuneita tai onko heitä opastettu sen käyttöön. Nettikyselyn perusteella neljä kuudesta käyttäjästä olivat perehdytettyjä siihen, miten he voivat osaltaan vaikuttaa kiinteistön energiankulutukseen.



Kuva 32. Käytävälle sijoitettu energiaseuranta-paneeli

4.2.5 Valaistus

Luhtaan päiväkodissa oltiin lähes poikkeuksetta tyytyväisiä sisävalaistuksen toimintaan. Kohteessa ei valaistusta ollut koettu liian hankalaksi käyttää ja valon määrä koettiin riittäväksi.

Ensimmäisissä TAPRE-hankkeen toimivuustarkastelussa esille oli tullut satunnaisesti päiväunien aikana itsestään syttyvät valot, sekä käytävien valaistuksen ohjaaminen. Näihin ongelmiin oli löytynyt ratkaisu tarkasteluiden jälkeen. Valot eivät enää syty ongelmaitiloissa ilman päälle-ohjausta. Lisäksi selvisi, että käytävien valaistuksen manuaalinen ohjaus oli suunnitelmienkin mukaan toteutettavissa kaukosäätimellä, mutta kaukosäädintä ei ollut luovutettu käyttäjille ennen TAPREN toimivuustarkastelua (TAPRE 2016).

Tämä tapaus toimi positiivisena esimerkkinä käyttäjien kuulemisesta jälkikäteen, sekä kohderyhmän ja tilan tarkoituksen huomioimisesta olosuhteita ja niiden hallintaa suunniteltaessa. Jälkikäteen toimitetun kaukosäätimen tuomat todelliset hyödyt sen sijaan on selvittämättä. Sen myötä on vähennetty tarvittavien seinäkytkennän määrää ja luotu mahdollisuus ohjata valaistusta joustavasti eri paikoista. Toisaalta on varmistettava, että säädin löytyy yhteisesti sovitusta paikasta ja että jokainen käyttäjä hallitsee ohjaimen käytön.

Luhtaan käynnillä tehtiin sisävalaistuksen osalta muita kohteita kattavammin valaistusmittaukset, sillä käytössä oli enemmän resursseja ja hyvät valaistuksen toimintaselostukset. Mittausten tulokset selviävät taulukosta 2.

Taulukko 2. Valaistusmittaukset

Tila	Mitattu	Suunniteltu arvo
Aulatilat	460 lx	300 lx
Aulatilat	370 lx	300 lx
Aulatilat	450 lx	300 lx
Aulatilat	377 lx	300 lx
Aulatilat (<i>palanut</i>)	60 lx	300 lx
Sali	300 lx	
Sali	420 lx	
Leikki- ja lepo huone	490 lx	300 lx
Leikki- ja lepo huone	435 lx	300 lx
Askartelu	350 lx	300 lx
Askartelu	390 lx	300 lx
Pienryhmätila	410 lx	300 lx
Käytävä	473 lx	150 lx
Kuraeteinen	366 lx	150 lx
Pienkeittiö	400 lx	
Kirjasto	650 lx	500 lx
Kirjasto	700 lx	500 lx

Mittaukset on tehty suunnitelmien mukaisesti 80 cm korkeudelta Trotecin BF05-valaistusvoimakkuusmittarilla. Salia ja pienkeittiötä lukuun ottamatta suunnitelmien mukaiset valaistusvoimakkuudet on esitetty taulukossa oikealla ja mitatut tulokset vasemmalla puolella. Mittaushetkellä verhot olivat pääosin auki ja keli oli puolipilvinen, mutta verrattain kirkas. Osittain tämän vuoksi joissain tiloissa mittaustulokset olivat suhteellisen korkeita suunnitelmiin verrattuna.

Mittauksissa säädettiin huonekohtaisesti valaisimet täydelle teholle, joten tuloksia päivänvalosäätimen oikeasta toiminnasta ei ole näyttää. Tuloksista silti nähdään, että valaistusvoimakkuudet olivat kaikissa tiloissa reilusti suunniteltujen arvojen yläpuolella, joten valaistuksesta saatava teho on riittävä tilojen suunniteltua käyttöä varten. Aulatilissa tehtiin myös yksi mittaus kohdassa, jossa lamppu oli palanut. Tässä kohtaa tilaa valaistuksen voimakkuus oli ainoastaan 60 luksia, joten huomataan valaistusvoimakkuuden tippuvan huomattavasti jo yhden viallisen valaisimen vuoksi.

Yhtenä positiivisena opittuna toimintatapana Luhtaan käyttäjillä on kaihtimien käyttäminen aktiivisesti. Käyttäjähastattelussa ilmeni, että heillä on tapana pitää verhoja normaalisti päivällä auki. Verhot suljetaan aina lasten nukkuessa ja toimistoissa työpäivän päätteeksi. Kun monissa tiloissa on valaistuksen ohjaus toteutettu päivänvalo-ohjauksen avulla ja pyritään pääsemään passiivenergiatalon tavoitteisiin, niin tällaisilla käyttäjien oikeaoppisilla toimintamalleilla on myös tärkeä osansa. Valaistuksen lisäksi pystytään auringon lämmön tuomat edut ja haitat hallitsemaan kaihtimien oikeaoppisella käytöllä.

Ongelmaksi Luhtaan valaistuksessa oli aluksi todettu ulkovalaistuksen tehottomuus. Tämä ilmeni käyttäjien palautteen kautta ja TAPREn tekemän toimintatarkastelun perusteella. TAPREn tulosten jälkeen valaistusta on kehitetty lisäämällä aikaisempaa tehokkaampia pylväsvalaisimia entisten lisäksi piha-alueelle. Käyttäjät totesivat näiden toimenpiteiden auttaneen tilanteeseen ja kertoivat uusien valaisimien heijastavan valon huomattavasti tehokkaammin alas ympäristöön missä lapset leikkivät.



Kuva 33. Uusi hyväksi todettu pihavalaisin

Tästä esimerkistä voidaan huomata, että palvelurakennusten ulkovalaistuksessakin on otettava kohderyhmän erityistarpeet huomioon. Kohdekäynnillä tehtyjen havaintojen perusteella todettiin, että valaistus on ollut todennäköisesti alun perin riittävä yksittäisen ihmisen ulkona liikkumiseen ilman ongelmia. Kohderyhmän ollessa useita ympäristössä leikkiviä lapsia, joita rajatun määrän hoitajia pitäisi vahtia, niin valaistuksen tarve kasvaa tällöin huomattavasti.

4.3 Koivurinteen päiväkot

4.3.1 Käyttäjäkyselyt

Netti-kyselyn avulla tavoitettiin seitsemän käyttäjää Koivurinteen päiväkodin ja alakoulun osalta. Vastaajien joukossa oli edustajia kaikkien työtehtävien osalta, joten tämän osalta vastauksia saatiin kattavasti. Koska kiinteistö on vasta muutaman vuoden vanha, niin käyttäjät ovat kaikki olleet Koivurinteessä maksimissaan tämän ajan. Lisäksi kohdekäynnin aikana saatiin haastateltua yhtä siivoojaa sekä viittä eri tehtävissä olevia tilan käyttäjiä. Koivurinteessä ei tehdä vuorotyötä eikä siellä ole muutoinkaan iltai- tai viikonloppukäyttöä, joten käyttäjien työajat sijoittuivat aamu kuuden ja iltaviiden väliselle ajalle.

Kaikki vastanneet käyttäjät olivat tilojen olosuhteisiin tällä hetkellä tyytyväisiä tai melko tyytyväisiä, eikä selkeää yksittäistä ongelma-aluetta ole tullut vastaan. Vikatilanteissa käyttäjät ovat yhteydessä suoraan huoltohenkilökuntaan tai esimiehen kautta tilakeskukseen. Vastaajista kolmen mielestä kiinteistönhoito vastasi hyvin toivottua ja neljän mielestä melko hyvin toivottua laatutasoa.

4.3.2 Huoltohenkilökunta

Kohdekäynnillä mukana ollut kiinteistön huoltomies on toiminut alalla kymmenen vuotta ja ollut kohteessa mukana alusta asti. Koivurinteen lisäksi hänen vastuualueelleen kuuluu seitsemän muuta kohdetta. Hän työskentelee Kangasalan kunnalle ja kertoo käyvänsä Koivurinteessä lähes päivittäin. Vikailmoitukset tulevat hänelle Haahtelan järjestelmän kautta, mutta monesti tutut siivoojat tulevat ilmoittamaan suoraan esimerkiksi palaneista lampuista.

Huoltomiehellä on käytössä myös työpari, joka korvaa loma-aikoina ja poissaolojen satuesssa. Hän ei osannut kertoa mitään järjestelmää kohteessa, joka ei olisi toiminut suunnitelmien mukaan. Takuuaika on loppumaisillaan kiinteistössä, mutta sen nimissä korjattaville puutteille ei hänen mukaansa ole tehty vielä mitään.

4.3.3 Lämmitys ja ilmanvaihto

Koska kiinteistö on vielä uusi, niin ilmanvaihto käy ympärivuorokauden, mutta öisin ja viikonloppuisin vain osateholla. IV-laitteiston vuosihuollot tekee ulkopuolinen yritys, mutta suodattimien vaihdot ovat huoltomiehen vastuulla.

Ilmanlaatuun on kiinteistössä oltu pääosin tyytyväisiä. Myös Koivurinteessäkin on ajoittain havaittu viemärin hajua, josta on rakennuttajalle reklamoitu, mutta selvää vikaa ei ole löytynyt. Lisäksi eteistilan ilmaa kommentoitiin tunkkaiseksi tilan ollessa suljettu. Tätä tilaa on ilmeisesti käytetty myös lasten leikkitilana, jolloin käyttö on ollut muuta kuin suunniteltu, eikä ilmanvaihto ole ollut riittävä. Lisäksi yhtenevänä ongelmana Luh-taan tilojen kanssa on joidenkin mielestä hyvin kuivaksi koettu sisäilma.

Selkein ongelmakohta, joka tekniikan osalta tuli esiin, olivat eteistilojen ovipuhaltimet. Nämä eivät ole toimineet koko kiinteistön toiminnan aikana. Tilanteeseen on pyydetty tilakeskukselta apua, mutta siihen ei ole vastattu.

Koivurinteeseen lämmitysjärjestelmään ollaan oltu käyttäjien ja kiinteistönhoidon osalta pääosin tyytyväisiä. Osa tiloista on koettu joidenkin käyttäjien osalta ajoittain kylmäksi ja vetoisaksi. Toisaalta lämpötila koettiin myös ajoittain liian lämpimäksi. Selkeää yhtenevää kantaa tiettyjen tilojen erityiseen kylmyyteen tai kuumuuteen ei kuitenkaan löytynyt. Käyttäjät myös tiedostavat huonelämpötilojen säätimien toiminnan, mutta kohdekäynnillä kuullun mielipiteen mukaan sen vaikutusta ei ole havaittu useammakaan päivän aikana.

4.3.4 Sähkötekniset ratkaisut

Kuten useimmissa tämän työn kohteissa, niin myös Koivurinteessäkin tuli esille hyvin vähän suoraan sähköisiin ratkaisuihin liittyviä kommentteja. Pääosin mielipiteitä syntyi

käyttäjiltä valaistukseen ja sen ohjaukseen liittyen, jotka on erikseen käsitelty seuraavassa luvussa.

Schneiderin valvomojärjestelmästä ei itsessään tullut palautetta, mutta verkkoselainpohjaisen sovelluksen todettiin toimivan hyvin hitaasti, jolloin aikaa kuluu sivujen lataamisen odotteluun. Työaikana valvomon hälytykset välittyvät huoltomiehellä puhelimeen ja muutoin ne menevät päivystäjällä. Hänen mukaansa eniten hälytyksiä valvomoon tulee ovien lukitusjärjestelmästä.

Kiinteistön energiamittaukset tulevat kattavasti valvomoon ja siinä on myös eroteltuna valaistuksen ja IV-koneiden kulutukset erikseen, mikä on positiivista muutamiin muihin kohteisiin verrattuna. Tästä huolimatta huoltomiehen mukaan näitä ei seurata, vaan hän käy mittarikohtaisesti kirjaamassa lukemat kerran kuukaudessa ylös.

4.3.5 Valaistus

Valaistuksen kohdalla ei Koivurinteessä ole säästytytä täysin ongelmitta ensimmäisten käyttövuosien aikana. Huoltomiehen mukaan valaisimien liitäntälaitteet hajosivat aluksi monessa pisteessä. Laitteet vaihdettiin uusiin, jonka jälkeen ongelmat eivät ole palanneet.

Valaistuksen ohjaukset saivat myös palautetta sekä käyttäjiltä että huoltomieheltä. Ulkovalaistuksen ohjaus on toteutettu kellon ja hämäräkytkimen avulla. Jostain syystä nämä pyrkivät toimimaan ristiin, jonka vuoksi aiheuttavat joka aamu turhia hälytyksiä. Yleisissä tiloissa taas valaistusta ohjataan pelkästään kellojen avulla. Näin ollen valaistus kuluttaa turhaa energiaa, eivätkä käyttäjät pysty halutessaan näitä sammuttamaan esimerkiksi päiväunien aikaan. Ruokalan ohjaus taas on toteutettu sekä kellon että valoisuuden perusteella. Keittiön henkilökuntakaan ei osannut kertoa miten ne saadaan päälle, vaan totesivat niiden syttyvän vain, kun on tarpeeksi hämärää. Kohdekäynnillä ei valoja onnistuttu sytyttämään vaikka kaihtimilla tilaa himmennettiin. Myöskään käytössä olleissa sähkösuunnitelmissa ei ohjauksesta kerrottu tarkemmin.

Käyttäjien lausuntojen perusteella voidaan todeta, ettei kohderyhmän tarpeita ole tarpeeksi mietitty valaistusta suunnitellessa. Nukkumahuoneita ei saada jatkuvan käytävä-

valaistuksen vuoksi tarpeeksi pimeäksi, osaan tiloihin kaivattaisiin säädettävyyttä, osastoihin kaivattaisiin liiketunnistimia ja ruokalan valaistuksen toiminnasta ei edes käyttäjillä ole tarkkaa tietoa.

Lisäksi osassa tiloja oli myös havaittavissa melko selviä ongelmia valaistuksen tasaisuuden kanssa. Joissain tiloissa seinät ja nurkat olivat varjoisia ja pahimmillaan muutaman metrin matkalla valaistustaso laski 1000 luksista 100 luksiin. Muutoin kohdekäynnin aikana päästiin hyviin lukemiin luokkahuoneissa, ruokalassa ja liikuntasalissa tehtyjen mitausotosten perusteella.

Taulukko 3. Valaistusmittaukset

Tila	Mitattu	Standardi
Luokkahuone	500 lx	300 lx
Ruokasali	442 lx	200 lx
Ruokasali	664 lx	300 lx
Rappukäytävä	96 lx	150 lx
Liikuntasali	491 lx	300 lx
WC	162 lx	200 lx

4.4 Puropuiston päiväkot

4.4.1 Käyttäjäkyselyt

Puropuiston käyttäjät olivat aktiivisia vastaajia netti-kyselyyn, jolloin vastauksia saatiin yhteensä 25 kappaletta. Lisäksi kohdekäynnin yhteydessä heillä oli jakaa monilta osin kokemuksia ja kehitysideoita kiinteistön olosuhteisiin liittyen.

Vastaajat kattoivat toimenkuviltaan kaikkia kiinteistössä työskenteleviä tahoja. Lisäksi työkokemukseltaan vastaajia löytyi kaikkiin luokkiin alle vuoden kokemuksesta yli kymmeneen vuoteen.

Samoin kuin Luhtaankin päiväkodissa, niin myös täällä pienempiä vikatilanteita kirjoitettiin muistiin ylös, jolloin koettiin, että näiden asioiden kanssa jouduttiin odottamaan turhan kauan. Havaittujen ongelmien ilmoittaminen huoltohenkilökunnalle vaikutti kulkevan monia eri reittejä. Vaihtoehtoina oli suoraan kasvatusten, sähköpostitse, järjestelmän kautta, esimiehen kautta sekä soittamalla, joita kaikkia käyttäjät ilmoittivat suosivan.

Huoltohenkilökunnan kohdalla suurin osa vastaajista ilmoitti tuntevansa nimeltä tai ulkonäöltä. Huollon tyytyväisyyttä kysyessä selkeä enemmistö ilmoitti olevansa melko tyytyväinen. Siivoushenkilökunnan taas enemmistö tunsu hyvin ja myös työn laatuun oltiin pääosin hyvin tyytyväisiä.

4.4.2 Huoltohenkilökunta

Haastateltavana ollut huoltomies toimi kiinteistössä pääsääntöisesti ainoana huollosta vastaavana henkilönä normaalina työaikana. Työajan ulkopuolella kiireelliset tilanteet hoidetaan päivystyksen kautta, jota eri kohteiden huoltomiehet pitävät viikon kerrallaan. Kiireellisimmät hälytykset tulevat automaatiojärjestelmän kautta suoraan vuorossa olevan puhelimeen.

Huoltomies on ollut kohteessa mukana alusta saakka ja hänellä on Puropuiston lisäksi kymmenkunta eri kohdetta joissa hän kiertää tilanteen mukaan. Kaikkiaan kohteessa huoltomies on ollut jo 11 vuotta, sillä toimi siellä jo ennen laajennuksia. Hän oli mukana käyttöönotoissa ja koki perehdytyksen hyväksi. Tästä huolimatta asiaa tuli kerralla niin paljon, ettei kaikkea voinut sisäistää. Näin ollen hän kertoi, että paljon asioita on joutunut itse kokemusten pohjalta oppimaan.

Yleensä vikailmoitukset tulevat joko suoraan siivoojalta tai käyttäjien ilmoittaessa Haahdelan järjestelmään. Tällöin sieltä tulee työtilaus, joka kuitataan työn valmistuttua. Hänen mukaansa töitä on paljon, jonka vuoksi työ on hyvin kiireistä.

4.4.3 Lämmitys ja ilmanvaihto

Puropuiston suurimpia ongelmia käyttäjäpalautteen perusteella vaikuttaisi olevan ilmanvaihdon sekä lämmityksen epätasaisuus. Käyttäjien mukaan tilojen välillä on huomattavia lämpötilaeroja ja osassa tiloja on havaittavissa vedon tunnetta tai liian kovalta tuntuva ilmanvaihto.

Ensimmäiseksi syyksi tilojen alhaiseen ja epätasaiseen lämpötilaan oli aiemmin selvinnyt, että lattialämmityspiirien ohjaukset oli jäänyt jakotukin päästä viimeistelemättä. Tämä ongelma oli saatu korjattua, mutta tämän jälkeen ilmanvaihtoa pidettiin liian tehokkaana. Tähän ratkaisuksi osia tuloilmalaitteista oli säädetty pienemmälle. Se, että kuka

kyseisen työn on tehnyt ja onko ilmanvaihdon tasapainotus otettu huomioon jäi selvittämättä. Näistä toimenpiteistä huolimatta kohdekäynnin ja nettikyselyn perusteella nämä asiat koettiin edelleen ongelmaksi, eikä niihin selkeää ratkaisua koettu saaneen.

Yksi selittävä tekijä erityisen vetoisaksi koetun ruokasalin kohdalla on seinällä olevat isot ikkunat, joiden vetoisuutta ei lattialämmityksen avulla voi samoin kompensoida kuin radiaattoreilla. Lisäksi vieressä on liikuntasali, joka on erotettu ainoastaan verho-oven avulla. Näin ollen näille kahdelle tilalle on katettava huomattavan suuri ilmamäärä ja ruoka-tilan lasiseinän lisäksi puolet liikuntasalin seinistä on ulkoseinää. Nämä seikat saattavat selittää ison osan havaituista ongelmista näissä kahdessa tilassa. Näihin asioihin olisi todennäköisesti parhaiten voitu vaikuttaa jo suunnitteluvaiheessa päätelaitteita valitessa, sekä arkkitehtuurisia ratkaisuja tehdessä. Jälkikäteen näihin ongelmiin voitaisiin pyrkiä hakemaan ratkaisua varmistamalla lattialämmityksen oikean toiminnan ja lämmitystehon riittävyyden. Lisäksi ilmapirtauksia voitaisiin pyrkiä hillitsemään hallitulla ilmanvaihdon tehon pienentämisellä. Tällä hetkellä ilmanvaihdon ohjaus tapahtuu pelkästään kellon perusteella, joten näiden tilojen ilmanvaihdon ohjausta voitaisiin pyrkiä hallitsemaan läsnäolo- ja hiilidioksidiantureilla, jolloin tehoa voitaisiin rajoittaa tilojen käytön ulkopuolella.

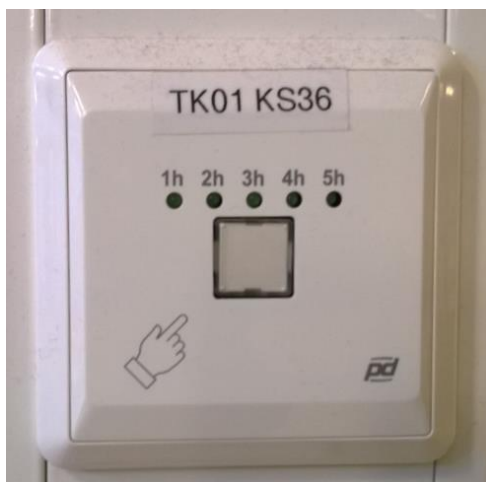
Muissa tiloissa havaittuihin ongelmiin lämpötilan ja ilmanvaihdon osalta ei selkeää selittävää tekijää löytynyt. Kohdekäynnin aikana ulkona oli kaksi astetta lämmintä, joten ongelmia lämmityksen suhteen ei tällöin ollut. Tilanteeseen olisi hyvä puuttua kattavammin tutkimusmenetelmin silloin, kun ongelmat ilmenevät. Tällöin voitaisiin mitata lattialämmityksen riittävyys, ikkunoiden vetoisuus sekä ilmanvaihdon oikeanlainen toiminta. IV-koneessa on erillinen jälkilämmityspatteri muille tiloille kuin ruokalalle ja keittiölle. Tämän avulla on ilmeisesti suunniteltu, että muihin tiloihin saataisiin tuotua halutessa lämpimämpää ilmaa. Tällä hetkellä sen sijaan jälkilämmityspatterin asetuslämpötilaksi on asetettu vain 18-astetta, jolloin se ei ole käytössä lainkaan. Selitystä tälle ei osattu käynnin aikana kysyä, mutta käyttäjien kertoessa erikseen myös ilmanvaihdon puhaltavan liian kylmää ilmaa, niin tuloilman lämpötilan noston mahdollisuuttakin olisi hyvä kartoittaa.



Kuva 33. Valvomokuvassa näkyy miten jälkilämmityspatteri on asetettu nolville

Vanhassa osassa toteutettu radiaattorilämmitys sen sijaan on toiminut kyselyjen perusteella paremmin. Osassa tiloja ongelmaksi ovat tulleet liiankin korkeat lämpötilat, mutta tilanne vaikutti olevan selkeästi parempi kuin uudella puolella.

Kysyessämme käyttäjiltä mihin olosuhteisiin he pystyvät tiloissa itse vaikuttamaan, niin ainoastaan kaksi vastanneista ilmoitti voivansa vaikuttaa ilmanvaihtoon. Tiloissa on olemassa myös lisäaikakytkimet ilmanvaihdolle, joten ei ole varmaa unohtivatko he tämän vastatessaan vai ovatko he lainkaan tietoisia kytkimien toiminnasta. Siivoushenkilökunta ei päästy käyntien aikana haastattelemaan, joten mahdollisesti heille olisi ominaisuuden toiminta ja tarkoitus kerrottu paremmin.



Kuva 34. Ilmanvaihdon lisäaikakytkin

Yhtenä ongelmana erityisesti alkuaikoina kiinteistössä on ollut viemärin haju joissain tiloissa. Ongelmaan löydettiin tässäkin kohteessa osittainen syy hajulukon tiivisteestä, joka korjattiin silikonin avulla. Siitä huolimatta ongelma ei täysin selvinnyt. Ratkaisua haettiin

ilmanvaihdon tasapainotuksen varmistamisella, sekä kuvaamalla viemäreitä. Toimenpiteistä ei syytä ilmiölle löytynyt ja vielä kohdekäynnin aikanakin huoltomies kertoi hajun palaavan satunnaisesti.

Edellä mainittujen ongelmien lisäksi huoltomies kertoi ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmien toimineen moitteettomasti. Hänen mukaansa uudessa kaukolämpökeskuksessa tai ilmanvaihtokoneissa ei ole tullut minkäänlaisia ongelmia. IV-koneen huollon tulee kohteessa suorittamaan IV-urakoitsija, mutta suodattimet huoltomies kertoo vaihtavansa itse, kun paine-eromittausten perusteella on aiheellista.

4.4.4 Sähkötekniset ratkaisut

Valaistuksen lisäksi sähköisissä ratkaisuissa ongelmaksi nousi lähinnä automaatiojärjestelmän erillispisteiden kytkentöjen, sekä mittausten toimivuus. Pääosin huoltomies kertoi olevansa järjestelmään ja valvomoon tyytyväinen. Lisäksi mukaan oli tuotu toiveiden mukaisia erillispisteitä jälkeenkäynnin, joten valvomossa tarvittavat tiedot on mietitty hyvin.

Sen sijaan rasvanerotuskaivon likaisuusanturi on lakannut toimimasta, eikä se kaivon putsaamisesta huolimatta ole alkanut toimimaan. Lattialämmityspiirin paine-eromittaus ei myöskään yhdistä järjestelmään vaikka mittauksen toiminta on varmistettu kentällä. Myös yhden oven lukituksen kanssa on ollut ongelmia. Tässä ovesa lukitus toimi kuten pitäisi, mutta takaisinkytkentää ei tule. Tilannetta on pyritty korjaamaan ja lukot on vaihdettu, mutta ongelmaan ei ole löytynyt ratkaisua. Tällä hetkellä ristiriitahälytys on kytketty pois päältä. Näiden ongelmien lisäksi energiamittauksia ei ole kohteessa liitetty vielä järjestelmään. Syytä tähän ei käynnin aikana selvinnyt. Muiden samaan valvomoon liitettyjen kiinteistöjen mittaukset sen sijaan toimivat moitteettomasti.

4.4.5 Valaistus

Valaistuksen osalta selvimmin esille tullut ongelma huoltomiehen mukaan on ollut yhden valaisinmallin loisteputkien normaalia nopeampi palaminen. Tähän ongelmaan ei toisittain olisi löytynyt vastausta, mutta valaisintoimittajaan on otettu yhteyttä ja korvausta haettu tätä kautta.



Kuva 35. Nopeasti palaneita loistelamppuja löytyi jo kasallinen laatikosta

Myös valaistuksen ohjauksesta ja osittaisesta riittämättömyydestä tuli käyttäjäkyselyn myötä ongelmakohtia esiin. Käytäväalueilla valaistusta ohjattiin suoraan järjestelmän kautta läsnäoloanturien avulla. Tämä toiminto toi positiivista palautetta, mutta esille tuli ongelma niiden sammuttamisesta. Osan käyttäjien mielestä valaistuksille pitäisi olla aina mahdollisuus myös sammuttamiseen manuaalisesti mikäli syystä tai toisesta niitä ei päälle toivota.

Muissa tiloissa valaistuksen ohjaus on toteutettu switch-dim-kytkimien avulla, josta kokemukset eivät ole olleet pelkästään positiivisia. Käyttäjät kertovat, että valaistus tulee monesti sytytettyä vain sille tasolle, kuin se itsestään ensimmäisellä painalluksella syttyy. Tällöin vaadittavaa valaistustasoa ei välttämättä saavuteta ja tyydytään helposti työskentelemään alle vaatimustenmukaisilla valaistustehoilla. Lisäksi todettiin, että osa kytkimistä ei toimi kuten niiden pitäisi. Kyselyjen perusteella valaistus koettiin muutoinkin osassa tiloja riittämättömäksi, jolloin on jouduttu hankkimaan lisävalaisimia tiloihin.

Salin valaistuksen ohjaus on myös toteutettu epäkäytännöllisellä tavalla. Puolet tilan valaisimista piti sytyttää toisesta päästä tilaa ja vastaavasti toisen puolen kytkimet ovat ruokailutilan puolella, jolloin välissä on verho-ovet. Ruokasalin kytkimiä ei myöskään ole merkitty mitenkään, jolloin kytkimien tarkoitus selviää vain kokeilemalla. Kohdekäynnin aikana ruokasalin kytkimien toimintaa kokeilemalla sammutettiin vahingossa myös liikuntatilan valaistus kesken oppitunnin, sillä merkintöjen puuttumisen lisäksi verho-ovet estivät saliin näkemisen.



Kuva 36. Salin ja ruokalan valaistuksen kytkimet

Koska ohjausta ei ole toteutettu väylän avulla, niin kytkinten toiminnan muuttaminen ei onnistu täysin vaivatta. Näihin ongelma-kohtiin olisi parhaiten pystynyt vaikuttamaan jo suunnitteluvaiheessa, sekä panostamalla toiminnan varmistamiseen urakan aikana, jolloin epäkohtiin olisi voitu puuttua aiemmin.

Taulukossa 4 on esitetty valaistuksen saadut mittaustulokset kohdekäynnin aikana. Käytössä ei ole ollut suunnitelmia, jonka mukaisia valaistusarvoja tiloissa olisi tavoiteltu, joten niitä on verrattu sisävalaistusstandardin mukaisiin valaistusvaatimuksiin. Mittaukset on tehty tilojen työalueiden kohdalla, joten mittauskorkeus on muuttunut työalueen korkeuden mukaan.

Taulukko 4. Valaistusmittaukset

Tila	Mitattu	Standardi
Ruokasali	252 lx	200 lx
Ruokasali	241 lx	200 lx
Ryhmähuone	245 lx	300 lx
Vaatetustila	290 lx	200 lx
Ryhmätila	188 lx	300 lx
Ryhmätila	397 lx	300 lx
Monitoimikäytävä	216 lx	200 lx
Taukotila	646 lx	300 lx
Liikuntasali	405 lx	300 lx
WC	223 lx	200 lx
Peseytymistila	82 lx	200 lx

Taulukon perusteella vahvistuu sama, mitä käyttäjät olivat jo aiemmin tuoneet esiin. Osissa tiloja valaistus on hyvin standardit ylittävä, mutta vastaavasti osassa tiloja ei näihin arvoihin päästy. Ongelma on sinänsä yllättävä, että muissa kohdekiinteistöissä ei valaistusvoimakkuuden riittävyden kanssa ole ollut ongelmaa.

Osaltaan tuloksen ja käyttäjien palautteen selittää se, että monissa tiloissa on käyttöä ympäri huonetta, jolloin suunnitelmissa olleen työalueen valaistus on saattanut olla hyvin arvot ylittävä, mutta sivummalla olevat leikkitilat tai työtasot ovat saattaneet jäädä liian vähälle huomiolle. Esimerkkinä tästä on käytävällä olevat haasteradat ja penkit. Tällaiselle tilalle on valaistusvaatimukset täytynyt käytävän osalta, mutta kun käyttötarkoitus muuttuikin lasten koordinaatioleikiksi, niin valaistuksesta olisi hyvä saada irti normaalia enemmän.

Kaikkeä ei pysty etukäteen tietämään suunnitteluvaiheessa ja on kannattamatonta sekä käyttäjälle epämiellyttävää pyrkiä valaisemaan koko tilaa samalla voimakkuudella siltä varalta, että työalue siirtyy. Tämän vuoksi olisi tärkeää pyrkiä kartoittamaan tilan käyttötarkoitus mahdollisimman hyvin ennakkoon, tutustua käyttäjien ja asiakkaiden erityistarpeisiin sekä mahdollistamaan tilojen muunneltavuuden oikeilla ja monipuolisilla valaistusratkaisuilla.

Kun käyttäjiltä kysyttiin kaihtimien käytöstä, niin 18 vastaajaa ilmoitti käyttävänsä niitä aktiivisesti. Loput vastanneista vastasi käyttävänsä niitä toisinaan. Mikäli verhoja käytetään oikein, niin voidaan todeta käyttäjien toiminnan olevan hyvällä saralla asian suhteen.

4.5 Toivion koulu

4.5.1 Käyttäjäkyselyt

Netti-kyselyn avulla emme Toivion koulussa tavoittaneet valitettavasti kuin yhden esimies-asemassa olevan käyttäjän vastaamaan kysymyksiin. Näin ollen käyttäjien kokemukset jäivät tämän yhden vastaajan, sekä paikanpäällä käytyjen keskustelujen varaan. Tämä on valitettavaa sen osalta, että Toivion koulussa oli erityisesti alkuaikoina ongelmia taloteknisten ratkaisujen osalta jonkin verran enemmän kuin muissa kohteissa. Näistä ongelmista olisi ollut mielenkiintoista saada enemmän myös käyttäjätason kokemuksia ja huomioita.

Koulun rehtorin kanssa keskustellessa esille tulivat samat ongelmat, jotka huoltomieskin nosti esiin kohteeseen tutustuesssa. Rakennusvalvonta on heidän mukaansa pettänyt pahasti. Valvonnan koettiin olleen riittämätön ja käyttöönottoaikaiset työt koettiin kesken jätetyiksi.

4.5.2 Huoltohenkilökunta

Kohteen huoltomies työskentelee kunnalle ja toimii kohteessa yksin. Hän kertoo viettävänsä isoimman osan ajan koululla, mutta lisäksi vastuualueeseen kuuluu kaksi päiväkohtia. Huoltomies poikkeaa siltä osin muiden kohteiden vastaavista, että hän ei ole ollut koulun huoltomiehenä alusta saakka, vaan tuli tilalle edellisen sairastuessa äkillisesti. Näin ollen hän ei ole päässyt mukaan käyttöönottoon tai saanut kattavaa opastusta kohteen tekniikkaan, vaan joutunut pitkälti oppimaan asiat itse. Kun kohteessa on lisäksi ollut ongelmia useamman teknisen toteutuksen suhteen, niin tilanne toimii esimerkkinä siitä miten tärkeää tiedon siirtäminen ja dokumentointien säilyttäminen on.

Huoltomies kertoo saavansa vikailmoitukset työnantajan oman järjestelmän kautta netistä tai vaihtoehtoisesti muu henkilökunta kertoo vastaan tullessaan. Hän kertoo opiskelleensa omatoimisesti maalämpöpumppujen toiminnasta, sillä ei ollut aiemmin toiminut näiden parissa. Lisäksi eri järjestelmätoimittajien antamat ohjeistukset säätöihin liittyen ovat olleet ristiriidassa keskenään, jolloin varmaa tietoa oikeista asetuksista ei ole saatu.

4.5.3 Lämmitysjärjestelmä

Suurin ongelma-alue on Toivion koululla ollut ilmanvaihdon tasapainotus, sekä lämmitysjärjestelmien toiminta. Ongelma-alueena on myös ollut eri järjestelmätoimittajien tuotteiden yhteensopivuus keskenään ja yhteistyö toimittajien välillä. Koska ongelmia on ollut muita kohteita enemmän, niin ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmät on tässä jaettu omiin kappaleisiinsa.

Alussa ongelmana lämmitysjärjestelmien kanssa oli, että viereinen päiväkotitoimitus, joka on samojen maalämpöpumppujen takana, on varustettu Schneiderin automaatiojärjestelmällä. Tätä ei saatu toimimaan yhdessä koulun Fidelexin järjestelmän kanssa, jolloin koulun yläkerran radiaattorit jouduttiin kytkemään samaan piiriin alakerran lattialämmityksen kanssa, kun alun perin tarkoituksena oli kytkeä yläkerran radiaattorit samaan lämmityspiiriin päiväkodin radiaattoreiden kanssa.

Lisäksi ongelmaksi muodostui huonekohtaisten lattialämmityspiirien ohjaus, kun käyttööntövaiheessa huomattiin sähköurakoitsijan unohtaneen tuoda johdot jakotukeille. Tämä ongelma jouduttiin korjaamaan langattomilla huonesäätimillä, jolloin kaikkiin huoneisiin ei ole vielä saatu kunnollisia säätömahdollisuuksia.



Kuva 37. Hiilidioksidianturi, alkuperäinen huonesäädin sekä lisätty langaton säädin

Huoltomies toteaa myös liikuntasalissa olevan usein liian lämmin, kun taas viereisessä kirjastossa on kylmää ja vetoisaa. Kirjastossa on isot ikkunat, joka osittain selittää vetoisuuden. Tätä oli kohdekäynnin aikana jouduttu kompensoimaan asentamalla erillinen sähköpatteri tiskin viereen.

Toinen monimuotoinen ongelmanlähde on lämmöntuottojärjestelmien toiminta, joista erityisesti maalämpöpumput. Pumput ovat virolaisen urakoitsijan asentamia, joten ongelmia kohdatessa huoltoväkeä on kutsuttava sieltä asti.

Pumput ovat kytketty toimimaan pareittain. Järjestelmän kuvat eivät huoltomiehen mukaan pidä paikkaansa, sillä veden lämmittämiseen on kuvien mukaan käytössä vain yksi pumppu, kun niitä todellisuudessa on kaksi. Pumpusta saatu data valvomoon on myös puutteellista. Siitä ei ole esimerkiksi saatu luotettavaa hyötysuhdetta laskettua järjestelmään, vaikka huoltomies tätä kaipaisi. Lisäksi hänellä ei ole oikeutta seurata järjestelmästä trendejä kuin muutaman tunnin ajalta, joka vaikeuttaa pumppujen toiminnan seuraamista.

Huoltomies kertoo, että ilmauksen jälkeen 12 kuution keruupiiriin on lisätty noin 500 litraa nestettä lisää. Tähän selityksenä saattaa olla ilmauksen myötä tullut lisätila piirissä, mutta kaivon tehnyt yritys oli jo mennyt konkurssiin, jolloin lisäapua tilanteeseen ei ollut tältä osin saatavilla.

Maalämpöpumppujen taajuusmuuttajat myös kuumenivat alkuaikoina huomattavasti niiden tiiviin kotelorakenteen vuoksi. Lisäksi taajuusmuuttajista ei ole takaisinkytkentää automaatiojärjestelmään, jolloin niiden toiminta on käytävä tarkistamassa aina paikalla. Ongelma kuumuuden suhteen on korjattu lisäämällä jälkikäteen tuulettimia koteloon, jolloin tilanne on parantunut.

Epäselvyyttä on myös aiheuttanut automaatiojärjestelmän ja maalämpöpumppujen urakoitsijoiden yhteistyö. Kummankin edustajat ovat käyneet vuorollaan ratkomassa pumpun ongelmia ja siirtänyt vastuun toisen urakoitsijan puolelle. Tähän ratkaisuna kummatkin edustajat on sovittu samanaikaiselle käynnille, jotta yhteys järjestelmien välillä saataisiin vihdoinkin kunnolla ratkaistua.

Maalämpöpumpun lisäapuna tarvittaessa on vanha öljykattila, joka lähtee käyntiin pumpun tehon ollessa riittämätön. Aluksi kattilankin käyntiin ohjaamisessa oli ongelmansa, mutta tilanne ratkaistiin käyntirajoja pienentämällä.

Toisena ongelmana kattilan kanssa on ollut se, että se on suoraan samassa lämmityspiirissä maalämpöpumpun kanssa. Tällöin kattila käydessään syöttää liian lämmintä vettä maalämmön piiriin nähden, jonka seurauksena pumput menevät häiriötilaan. Ratkaisuna tähän huoltomies ehdottaa erillistä tasaussäiliötä piirille, jolloin lämpö sekoittuisi tasaisemmin ja järjestelmät eivät kävisi yhtä pätkittäin.

Ongelmana tulevaisuuden kannalta on myös teknisen tilan ahtaus. Tila jossa lämmönjako- ja lämmöntuottojärjestelmät sijaitsevat on rakennettu niin ahtaaksi, että haluttaessa jatkossa vaihtaa isompia osia tilan perältä, niin tulee eteen myös kohtuuton työ edellä olevien laitteiden ja rakenteiden purkamiseksi tieltä.

4.5.4 Ilmanvaihto

Toivion koulussa on ilmanvaihto toteutettu yhteensä viidellä eri IV-koneella, kahdella WC:n erillispoistolla sekä neljällä työpistekohtaisella lisäpoistolla teknisten töiden luokissa. Tällä hetkellä kaikki koneet pysähtyvät yöllä viidestä kahdeksaan tuntiin jättäen päälle ainoastaan erillispoistot. Selitystä tälle toiminnalle ei kysyttäessä tullut esille, mutta kaikkien tämän tutkimustyön aikana vastaan tulleiden asiantuntijoiden, sekä artikkeleiden perusteella koneellista ilmanvaihtoa ei tulisi pysäyttää yön ajaksi. Tällöin erillispoistojen synnyttämä alipaine pyrkii ottamaan korvausilmansa rakenteiden läpi tuoden epäpuhtauksia sisäilmaan. Lisäksi pysähtyneiden iv-koneiden putkistoihin saattaa kertyä kosteutta, joka luo otollisemmat olosuhteet haitallisten mikrobien kasvuille. Huoltomies kertoi, ettei ollut itse muuttanut koneiden käyntiaikoja, vaan ne olivat aiemman tahon asettamia (Hengitysliitto, Kosonen, Putus).

Ongelmaksi ilmanvaihdon osalta on myös koettu tilojen väliset paine-erot. Huoltomiehen mukaan ongelma on välillä niin selvä, että tilojen välisistä ovista viheltää ilmavirtausten takia. Aluksi ongelmana oli myös, että keittiön paine-ero viereisiin tiloihin oli niin pielessä, että hajut kulkeutuivat väärään suuntaan. Osa ongelmista selittyi huoltomiehen mukaan sillä, että mittauspöytäkirjat oli tehty todennäköisesti muualla kuin paikanpäällä,

sillä tulokset eivät täsmänneet lainkaan todellisten arvojen kanssa. Näin ollen taajuusmuuttajien säädöt olivat väärin ja ilmanvaihto epätasapainossa.

Taajuusmuuttajien oikeilla säädöillä on huoltomiehen mukaan saatu ongelmia korjattua osittain. Myös päätelaitteille on tehty pistokoemaisesti mittauksia ja säädetty uudelleen. Hän osasi kertoa osassa tiloja olevan myös hiilidioksidi- sekä läsnäoloantureita ohjaamassa ilmanvaihtoa, mutta ei ollut tutustunut näiden toimintaperiaatteeseen tarkemmin.

Kaikkiaan ilmanvaihdon ja lämmityksen osalta Toivion koulu antoi esimerkin siitä miten tärkeää käyttöönottovaiheen toimenpiteet, näiden dokumentointi sekä oikean tiedon tehokas siirto käyttäjille ja huoltohenkilökunnalle on. Tässä kohteessa huoltomiehellä oli vilpitön halu oppia laitteiden toiminnasta, sekä tehdä parhaansa kiinteistön tekniikan oikean toiminnan kannalta. Valitettavasti vaikutti siltä, että rakennus- ja käyttöönoton aikainen valvonta on pettänyt pahasti, jonka jälkeen tapahtunut äkillinen entisen huoltomiehen pois jääminen pahensi tilannetta entisestään. Näin ollen tilalle tulleelle huoltomiehelle on jäänyt todella haasteelliset olosuhteet selvittää ja huolehtia koulun talotekniikan optimaalisesta toiminnasta.

4.5.5 Sähkötekniset ratkaisut

Sähkötekniisten ratkaisujen osalta ongelmakohtana Toiviossa on lähinnä automaatiojärjestelmän toiminta. Järjestelmässä ei itsessään ollut huoltomiehellä valitettavaa, mutta sen toiminta yhdessä viereisen päiväkodin järjestelmän kanssa epäonnistui, jolloin lämmitysjärjestelmän ratkaisuja jouduttiin muuttamaan. Lisäksi ongelmaksi ovat muodostuneet maalämpöpumppujen moninaiset ongelmat, joiden syyksi ei varmaksi tiedetä, että joutuuko se pumppujen vai automaatiojärjestelmän toimittajista.

Energiamittaukset saattaisivat vaatia myös tarkempaa tarkastelua. Huoltomies kaipaisi varmempaa tietoa maalämpöpumpun hyötysuhteesta, sillä valvomon antaman tuloksen oikeellisuudesta ei ole varmuutta. Kiinteistöön on myös kohtalaisesti suunniteltu energiamittauksia, mutta ilmanvaihtokoneiden kulutusta ei ole mitattu lainkaan. Lisäksi valaistuksen mittaukset on hajautettu eri keskuksille ja huoltomiehen mukaan ne mittaavat ainoastaan ulkovalojen kulutusta. Tarkempaa lähestymistä mittauksiin ei kohdekäynnillä pystytty tekemään, mutta energiamittausten luettavuus ja järkevä sijoittelu on aihealueena huomionarvoinen myös talotekniikan toimivuuden kannalta.

4.5.6 Valaistus

Valaistuksen suhteen Toivion koulussa oltiin huomattavasti tyytyväisempiä, kuin muihin tekniikan osa-alueisiin. Käytävien valaistuksen läsnäolon perusteella toimivaan kirkkaiden säätöön oltiin tyytyväisiä ja tilojen Switch-Dim-ohjausten toiminta ei ollut aiheuttanut ongelmia. Myöskään tilojen valaistusvoimakkuuden osalta ei tullut negatiivista palautetta, vaan se koettiin riittäväksi.

Toivion koulussa pidetään ympäristökasvatusta yhtenä vaalittavina arvoina. Tämä näkyi myös siinä, että oppilaita palkittiin heidän käydessä sammuttamassa valoja tyhjästä luokista. Tämän toiminta vaikutti lupaavalta ruohonjuuritason vaikuttamiselta. Kun yhteiskunnassa tavoitellaan jatkuvasti energiatehokkaampia ratkaisuja, niin vaatii se myös osakseen siitä kiinnostuneet käyttäjät.

Taulukko 5. Valaistuksen mittaustulokset

Tila	Mitattu	Standardi
Luokkahuone	539 lx	300 lx
Luokkahuone	567 lx	300 lx
Toimisto	727 lx	500 lx
Kirjaston tiski	269 lx	200 lx
Liikuntasali	514 lx	300 lx
Käytävä	268 lx	100 lx

Taulukosta viisi nähdään mitatut arvot Toivion koulun eri tiloista. Huomataan, että näiden otosten perusteella valaistusvoimakkuudet ovat vaatimustenmukaisella tasolla. Kohdekäynnin aikana voitiin myös todeta, että valaistusratkaisut olivat miellyttävät silmille, sekä loivat osaltaan hyvän oppimisympäristön käyttäjille.

Vakiovalo-ohjausta ei Toivion koulussa ole, vaan tilojen himmennys tapahtuu ainoastaan manuaalisesti. Sen sijaan käytäviä ja osia tiloista ohjattiin myös läsnäoloantureiden avulla. Ulkovalaistuksen ohjaus tapahtuu valvomosta aseteltavien kello- ja valoisuusantureiden perusteella.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä kappaleessa on koostettu todetut ongelmakohdat kohderakennusten talotekniikan toiminnassa muutamien käyttövuosien jälkeen. Suurin osa yleisistä ongelmakohdista olisi korjattavissa jo olemassa olevin menetelmin, mutta haasteena on saada vastuussa olevat henkilöt noudattamaan näitä käytettävissä olevien resurssien puitteissa. Näin ollen tässä luvussa ei pyritä löytämään uusia ratkaisuja kaikkiin tällaisiin epäkohtiin, vaan tuomaan esiin niiden merkitystä kiinteistön elinkaaren, sekä käyttäjien viihtyvyyden kannalta.

Tämän otsikon alla esitetyt näkemykset ovat kirjoittajan omia, jotka ovat muodostuneet tutkimustyön aikana tässä työssä aiemmin esitetyistä tuloksista. Pelkästään selkeiden epäkohtien esille tuomisen sijaan tarkoituksena on herättää ajatuksia tärkeiksi koettujen aihepiirien osalta, sekä esittää mahdollisia kehitysideoita näiden edistämiseksi.

5.1 Käyttäjien ja huoltohenkilökunnan koulutus

Monessa kohteessa oli havaittavissa selviä puutteita käyttäjien ja huoltohenkilökunnan kunnollisen perehdyttämisen ja koulutuksen osalta. Kun Suomessa pyritään jatkuvasti entistä tehokkaampiin energiaratkaisuihin, niin se tuo mukanaan myös aiempaa moniulotteisempia teknisiä ratkaisuja. Vaikka kiinteistön huoltohenkilökunta olisikin hyvin koulutettua, niin on heidän silti tiedettävä miten ja minkä takia kiinteistö on suunniteltu toimimaan, kuten se toimii.

Osassa kohteita on huoltomies kertonut perehtyneensä pääosin omatoimisesti kiinteistön tekniikkaan ja sen toimintaan. Näin toimiessa saattaa olla, että väärin päätelty laitteiston toiminta siirtyy virheellisenä tietona eteenpäin koko kiinteistön elinkaaren ajan. Kun pyritään rakentamaan lähes nollaenergia- tai passiivenergiataloja, niin talotekniikan tasapainoisen toiminnan merkitys kasvaa entisestään.

Huoltomiehet ovat myös todenneet osassa kohteita, että koulutus käyttöönottovaiheessa on ollut hyvää, mutta siihen käytetyt resurssit ovat olleet liian pienet. Aikaa ei ole ollut tarpeeksi, jolloin iso määrä tietoa on pyritty sisäistämään liian lyhyessä ajassa. Eri urakoitsijoilla on luultavimmin omat käytäntönsä siitä, että miten ja millä laajuudella huoltohenkilökunnan ja käyttäjien kouluttaminen tapahtuu. Tämän tutkimustyön kautta on

tullut esille, että tässä osa-alueessa on vielä kehittämisen varaa. Se miten paljon laadukkaalla tarkkaan mietityllä koulutuskonseptilla voitaisiin säästää rahaa ja parantaa kiinteistön olosuhteita koko sen elinkaaren ajan saattaisi olla myyntivaltti, johon urakoitsijoiden kannattaisi tarttua. Sen sijaan, että tämä pyrittäisiin tekemään mahdollisimman nopeasti alta pois, niin pidempikestoisesta ja kattavammasta koulutuksesta saattaisi moni tilaaja olla valmis maksamaan ylimääräistä, kun sen tuoma hyöty pystytään ensin vakuuttavasti esittämään.

Kiinteistön tekniikan tuntemisen tärkeys ei rajoitu pelkkään kiinteistönhuoltoon. Nykyisin käyttäjälle on tuotu paljon erilaisia tapoja vaikuttaa kiinteistön, sekä yksittäisten tilojen olosuhteisiin. Kiinteistölle asetettujen energiatavoitteiden saavuttamiseksi käyttäjien toimilla on iso merkitys. Tämän tutkimustyön perusteella voidaan sanoa, että mikäli käyttäjien koulutus ei ole ollut riittävä, niin energiakulutuksen ja olosuhteiden lisäksi kärsii käyttäjien tyytyväisyys teknisten ratkaisujen toimivuuteen. Tämä heijastuu todennäköisesti myös urakoitsijoiden saamaan palautteeseen ja lisää jälkiselvittelyjen määrää, jolloin perehdytyksen laatu heijastuu jälkikäteen myös urakoitsijaan.

5.2 Huoltohenkilökunnan resurssit

Monessa kohteessa huoltohenkilökunnan toimialueeseen kuului useampi kiinteistö kohteen lisäksi. Luonnollisesti säästöihin tähdättäessä tällainen keskittäminen on kannattavaa ainakin, jos kohteet ovat riittävän pieniä ja ongelmia on suhteellisen vähän. Myös nykyaikaiset monipuoliset valvomot ovat mahdollistaneet sen, että tekniikkaa pystytään hallinnoimaan pitkälti etänä.

Tämän työn aikana on silti tullut esille myös joitain keskitetyn toiminnan negatiivisia puolia verrattu perinteisiin kiinteistökohtaisiin talonmiehiin. Yhtenä tällaisena ongelmana on koettu turhan pitkä odottaminen, sekä liiallinen vaiva pienien asioiden korjaamiseksi.

Muutamissa kohteissa on kerrottu, että pienemmistä ongelmista on kerätty listaa, jolloin ongelmat tullaan kertaluontoisesti kohdekäynnillä korjaamaan. Tämän myötä on koettu, että pienempien, mutta päivittäin häiritsevien ongelmien korjaamista joudutaan odottamaan liian kauan. Lisäksi on koettu, että ongelma-asioissa pitäisi saada ratkaisu tilanteeseen aina yhdellä yhteydenotolla sen sijaan, että asiasta pitää ylläpito-organisaatiota

muistuttaa useampaa kertaa. Tällaisia yhteysongelmia ei ole suuressa mittakaavassa tullut esiin, mutta tuollaiset huomiot muistuttavat siitä, että mikäli keskitettyä huolto-organisaatiota käytetään, niin luottamus asiakkaan ja palveluntarjoajan välillä pitää säilyttää.

Hyvänä puolena isommassa ja keskitetyssä huolto-organisaatiossa on, että käytettävissä on tarvittaessa useampia alan ammattilaisia ja huoltomiehellä on mahdollisesti laajempi verkosto ympärillään ongelmatilanteita kohdatessa. Lisäksi useammasta kohteesta vastuussa oleva huoltomies omaa myös näkemyksiä ja kokemuksia useammasta eri järjestelmästä.

Sen sijaan mahdollisena ongelmana on, ettei huoltomiehellä ole aikaa keskittyä yksittäisen järjestelmän yksityiskohtien opiskeluun. Kun pyritään talotekniikan optimaaliseen toimintaan, niin on luonnollista, ettei monesta kiinteistöstä huolehtiva huoltomies pysty keskittymään tähän samalla tavoin, kuin kiinteistön oma huoltomies. Näin ollen on kiinteistön ylläpitoa suunniteltaessa mietittävä, että maksaako oma huoltomies toiminnallaan hintansa takaisin esimerkiksi energian säästön, nopeamman reagoinnin ja mahdollisten kehitysideoiden kautta.

5.3 Käyttäjälähtöinen suunnittelu

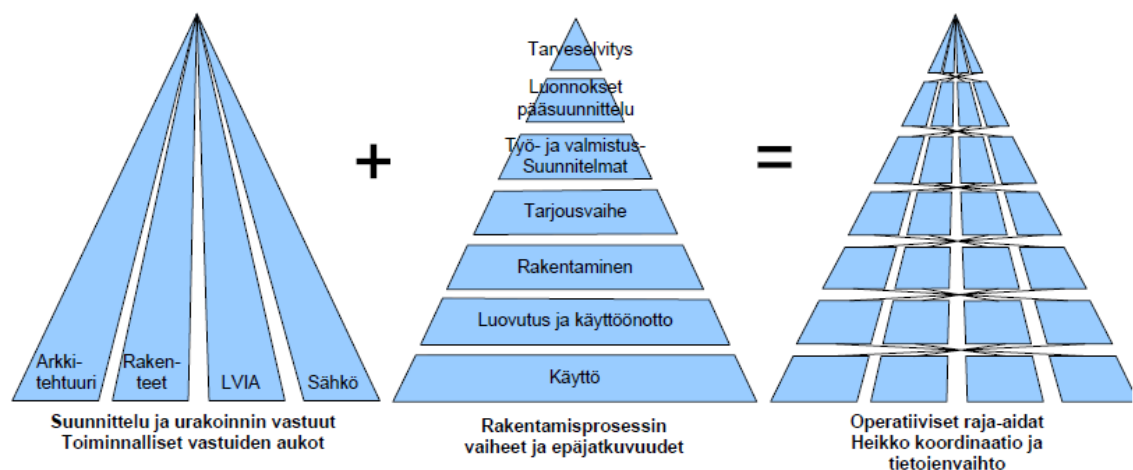
Yhtenä selkeänä ajatuksena erityisesti palvelurakennusten osalta on noussut käyttäjien huomioiminen teknisten ratkaisujen valinnassa ja suunnittelussa. On huomattavaa, että erityistarpeet ympäri vuorokauden kiinteistöä käyttävällä vanhainkodin asukkaalla ja alakouluikäisellä lyhyttä päivää tekevällä oppilaalla ovat hyvin erilaiset. Myös kyky ja kiinnostus omaksua uusien ohjauslaitteiden toiminta ja tarkoitus on nuorilla oppilailla erillä tasolla kuin vanhemmilla hoitokodin asukkailla.

Lisäksi on huomioitava tilojen muunneltavuus eri käyttötarkoituksiin. Vanhainkodin asukkaan huone toimii myös hänen pienimuotoisena asuntonaan, jolloin sen tulisi soveltua monenlaisiin tilanteisiin, tunnelmiin ja vuorokaudenaikoihin. Vastaavasti esimerkiksi resurssipulan mukana päiväkotien ryhmien kasvaessa saattaa tilojen käyttötarkoitus ja kuormitus muuttua, jolloin myös tekniikan olisi hyvä pystyä vastaamaan näihin muuttuviin tarpeisiin.

Aiemmin mainituissa tuloksissa on tullut esille monia tällaisia kohdekiinteistöjen esimerkkejä. Tällaisia ovat esimerkiksi päiväkodin eteistilan muuttuminen osittain ryhmätilaksi, jolloin ilmanvaihto on ollut riittämätön. Vastaavasti esille on tullut vanhainkodin asukkaiden huoneen valaistuksen säädettävyyden puute, jolloin valaistus on pitänyt sytyttää täydelle teholle heti asiakkaan herättyä.

5.4 Toiminnan varmistaminen

ToVa-käsikirjaa on aiemmin käsitelty tämän työn teoria osuudessa. Tässä työssä esille tullee moniin ongelmiin ToVa-käsikirja ja sen perusteella muodostettu ToVa-tiimi koko hankkeen ajalle olisi voinut tuoda ratkaisun. Käsikirjassa on itsessään hyvin perusteltu ToVa-tiimin kannattavuus niin talouden kuin laadunkin kannalta, joten tässä kappaleessa ei aihetta erikseen pyritä todistamaan. Kuvassa 38 on esitetty miten moneen osaluueeseen rakennushankkeen prosessi hajaantuu, jolloin on iso riski myös siihen, että vastuu eri järjestelmien toimivuudesta jää epäselväksi tai väärin ymmärretyksi. Tämän vuoksi ToVa-tiimin tai vastaavan tahon mukaan ottamiseksi hankkeeseen olisi hyvä painottaa nykyistä enemmän. Liitteessä kaksi on esimerkki toimivuustarkastelun yhteenvetolomakkeesta, jollaista voitaisiin käyttää osana toimivuustarkasteluja. Liitteeseen on myös kerätty arvioita kohteiden tilasta siltä osin, mitä tämän TAMK:n työryhmän tuloksista on saatu selville.



Kuva 38. Rakennushankkeen prosessin hajaantuminen osa-alueisiin (ToVa-käsikirja 2007)

5.5 Ilmanvaihdon toiminta

Ilmanvaihdon toiminta ja ilmanvaihtoon liittyvät haasteet ovat tulleet esille monessa kohteessa. Kun pyritään entistä energiatehokkaampaan ja tiiviimpään rakentamiseen, niin ilmanvaihdon oikea toiminta on hyvin tärkeässä roolissa. Ilmanvaihto on lisäksi suoraan ja välillisesti iso tekijä kokonaisenergiankulutuksesta, jonka vuoksi sen toiminnan kautta monesti pyritään energiankulutusta pienentämään, jolloin ilmanlaatu sen myötä heikenee.

Monessa kohteessa ilmanvaihto jätetään yöksi ja viikonloppuisin pelkästään erillispoistojen varaan. Nämä erillispoistot ottavat tarvitsemansa korvausilman rakenteiden väleistä tuoden haitallisia mikrobeja sisäilmaan. Lisäksi ilmanvaihtokoneiden pysäyttämisen on todettu luovan otollisen kasvuympäristön mikrobien kasvamiselle ilmanvaihtokanaviin.

Ilmanvaihdon ohjaamisessa on myös noussut esille huomion arvoisia asioita. Erityisesti hyvin tiiviiksi rakennetuissa kohteissa on normaalin käyntiajan ulkopuolella tehtävien huoltojen aikana osattava kytkeä lisäaikakytkimestä ilmanvaihto käyntiin. Esimerkkinä on esille tulleet tilanteet, jossa siivoojat työskentelevät tiloissa ilman ilmanvaihtoa, jolloin tukalan olon lisäksi myös olosuhteet siivouksessa syntyneiden kosteuden ja epäpuhtauksien siirtymiselle ulos on estynyt.

Lisäksi kohteissa on tullut esille tilanteita, joissa ilmanvaihdon järkevällä ohjauksella voitaisiin olosuhteita parantaa. On energiankulutuksen kannalta epäedullista, jos puolet päivästä tyhjillään olevan liikuntasalin ilmanvaihtoa pidetään jatkuvasti nimellistehollaan. Vastaavasti esimerkkinä on tilanne, jossa hiilidioksidianturilla ohjattavaan tilaan jää ruuan haju pitkäksi aikaa ilmaan, sillä ilmanvaihto on ohjattu liian pienelle.

Näiden pohjalta on syytä miettiä, että millä tavoin ilmanvaihdon ohjaus on milloinkin järkevää. Sen sijaan, että ohjataan ilmanvaihtoa kellonaikojen avulla, niin voidaan miettiä miten ohjausta voitaisiin viedä jatkossa joissain määrin enemmän läsnäoloon ja olosuhteisiin perustuvaksi.

Yhtenä merkittävänä ongelma useammassa kohteessa on tullut esille ajoittain esiintyvä viemärin haju. Tämä ongelma on ainakin muutamissa kohteissa paikannettu liitoksestaan vuotavaan tai kuivuneeseen viemärin hajulukkoon. Ongelmiin saattaa jatkossa vielä löytyä muitakin selityksiä, mutta esille nostamisen arvoista tässä on hajuongelman lisäksi se,

miten moneen asiaan tiivis rakentaminen ja ilmanvaihdon tasapainoinen toiminta vaikuttaa. Kun pyritään tiiviiseen rakentamiseen, niin on hyvin tärkeää, että kaikki urakan osapuolet ovat tietoisia tekniikan tuomista haasteista ja myös sitoutuvat työssään vastaamaan näihin. Lisäksi tunnollinen ja ammattitaitoinen työn valvonta on tässä tärkeässä roolissa.

5.6 Valaistusratkaisut

Kiinteistön olosuhteiden kannalta valaistus ja sen ohjattavuus on monesti esille tullut aihe käyttäjien näkökulmasta. Valaistustekniikka on kehittyessään tuonut monenlaisia ratkaisuvaihtoehtoja niin energian säästöön, kuin valaistuksen ja sen ohjausten monipuolisuuden suhteen. Tällöin haasteena on kartoittaa käyttäjien todelliset tarpeet. Valaistuksen teoriaa on käsitelty erikseen tämän työn kappaleessa 1.5.

Tuloksista voidaan todeta, että valaistusjärjestelmän pitäisi olla riittävän monipuolinen, jotta sillä pystyttäisiin vastaamaan erilaisten tilanteiden ja muuttuvan ympäristön tarpeisiin. Toisaalta ohjauksen käytettävyyden tulisi myös olla mietitty kohderyhmän rajoitteiden ja toiminnan mukaisesti niin, että käyttäjillä ei ole vaikeuksia niitä oppia käyttämään.

Yksittäisinä kehitysajatuksina esiin tuli valaistuksenkin osalta riittävä käyttäjien perehdyttäminen ohjauksiin, sekä kytkimien selkeämpi merkitseminen toiminnon ja kohteen mukaan. Kuten muissakin taloteknisissä ratkaisuissa, niin myös valaistusratkaisujen tuomat edut tulevat hyötykäyttöön vasta, kun käyttäjä osaavat niitä tehokkaasti käyttää. Yksittäisenä ohjaukseen liittyvänä puutteena ovat monet käyttäjät tuoneet esiin valaistuksen pakkosammutus-toiminnon puuttumisen. Tällöin esimerkiksi lasten päiväunien aikana valo tulee aika-ohjatun käytävän puolelta ovien raosta tilaan.

Kuten monen muunkin tekniikan suunnittelussa, niin myös valaistuksen kohdalla käyttäjien ja asiakkaiden mielipiteitä ja huomioita olisi hyvä pyrkiä kartoittamaan. Kohderyhmästä harvoin löytyy valaistussuunnittelun ammattitaitoa, jonka vuoksi vaihtoehdot ja perustelut suunnittelulle täytyy pystyä ensin heille esittämään. palvelurakennuksissa henkilökunta on silti oman alansa ammattilaisia, jotka tuntevat parhaiten asiakkaidensa tarpeet ja ovat saattaneet aiemmissa työpaikoissaan kohdata monia käytännön ongelmia joita haluaisi tuoda esille. Nämä näkemykset ovat arvokasta tietoa, jota suunnittelija ei välttämättä osaa ottaa huomioon. Näin ollen tehokkaan rajapinnan löytäminen näiden kahden tahon välille on asia, jota voitaisiin pyrkiä kehittämään.

Valon biologisesta vaikutuksesta ihmiseen on kerrottu aiemmin teoria-osuudessa. Tämän työn tutkimuksissa ei ole suoraan keskitytty tähän, mutta esille kohdekäynneillä on tullut se, miten paljon potentiaalia erityisesti palvelurakennuksissa tämän alan kehittämässä voisi olla. Aihealueesta on tehty paljon tutkimuksia ja kokeellisia ratkaisuja valon spektrin ja kirkkauden ohjauksesta päivärytmin mukaan on jo olemassa. Tällaisilla ratkaisuilla pystytään mahdollisesti jatkossa parantamaan selvästi esimerkiksi oppilaiden vireystilaa ja vanhainkodin asukkaiden vuorokausirytmää, jolloin toteutetun valaistuksen takaisinmaksu tätä kautta on helposti perusteltavissa. Tähän mahdollisuuteen olisi tekniikan alalla toimivien hyvä tutustua ja pyrkiä tuomaan aiheita laajemmin ihmisten tietoisuuteen.

Osittain valaistuksen tehokkaaseen käyttöön liittyy myös verhojen käyttö. Päivänvalon hyödyntäminen valaistuksessa on erityisesti vakiovalo-ohjatuissa tiloissa tärkeää energiatehokkuuteen pyrkiessä. Vastaavasti pimeään aikaan sisävalaistuksesta osa menee ikkunoiden kautta pihalle, jos verhoja ei ole suljettu. Lisäksi verhojen ohjauksella pystytään hallitsemaan auringosta saatavan lämmön määrää. Näitä asioita eivät käyttäjät monesti täysin ymmärrä tai muista huomioida. Nykyisin on olemassa jo automaattisesti toimivia verhomootoreita, jotka ottavat edellä mainitut asiat huomioon. Näiden käyttö on vielä Suomessa melko vähäistä, jonka vuoksi käyttäjien hyvällä koulutuksella on tässäkin asiassa tärkeä rooli.

5.7 Energianmittausten toteutus ja seuranta

Energiankulutuksen vertailut ovat olleet aiheena erillisenä tutkimuskohteena hankkeen osalta, mutta sillä on myös osansa talotekniikan toimivuuden kannalta. Moneen kohteeseen on suunniteltu pääkulutusten seurannan lisäksi muitakin energianmittauksia, mutta ongelmana on ollut, ettei niiden sijoittelua ole välttämättä mietitty loppuun asti tai niistä ei ole osattu olla kiinnostuneita. Lisäksi osassa kohteita mittauspisteet on tehty, mutta niitä ei ole yhdistetty valvomoon, josta seuranta olisi helppoa ja kokonaiskuva olisi helpompi tulkita.

Ilmanvaihto ja valaistus ovat suhteessa isoja kokonaisuuksia kiinteistön energiankulutuksessa, jolloin näiden kulutukset olisi hyödyllistä pystyä erottamaan muista. Tärkeää mittauksen toteuttamisessa olisi se, että saman mittarin takana ei olisi muita kuormia tai ettei

mittaus kattaisi kohdetta vaan osittain. Näistä kohteissa havaittuina esimerkkeinä IV-huoneen jakokeskuksen mittaus, jossa oli samassa myös saattolämmitysten syöttö. Toisessa kohteessa oli toisaalta mitattu valaistuksen kulutuksia ainoastaan muutamien syöttöjen osalta, jolloin osa valaistuksista jäi ulkopuolelle.

Jakokeskuskohtainen mittaus on siltä osin hyödyllinen, että se auttaa seuraamaan kulutusta pienemmissä osissa, jolloin kasvanut kulutus on helpompi jäljittää. Ongelmana on, että jos saman keskuksen mittauksessa on useampia eri laitteistoja, niin näiden kulutuksia ei pystytä erikseen seuraamaan. Ilmanvaihtokoneen oma mittaus auttaisi ylläpitoa seuraamaan sen kulutusta ja päättämään koneen toimintaa. Lisäksi mittauksen perusteella voitaisiin laskea valvomoon näkyviin koneen ominaissähköteho. Ilmanvaihdon lisäksi valaistus ja muut isot kulutusryhmät olisi myös hyvä saada eroteltua omiin mittauksiinsa. Näin on helppo tutkia mistä kiinteistön sähkönkulutus koostuu ja miten se on muuttunut ajan myötä. Näin saadaan myös tuotua aidot kulutukset esiin, kun aletaan suunnittelemaan eri energiansäästötoimien kannattavuutta ja takaisinmaksuaikoja.

Energianmittauksista ei silti ole hyötyä, jos niistä ei osata olla kiinnostuneita. Tämän vuoksi olisi tärkeää, että tilaa hallinnoivalla taholla on organisaatiossaan henkilö joka näiden seuraamisista vastaa ja joka alan hallitsee. Lisäksi huoltomiehen, sekä monissa tapauksissa myös käyttäjien, olisi hyvä olla kiinnostunut energiankulutuksista ja tietää miten siihen voi kukin osaltaan vaikuttaa.

LÄHTEET

Alppiluxin netti-sivut. Luettu 13.4.2016.

<http://www.alppilux.fi>

Arimo Santala, Luhtaan Päiväkoti. Julkaistu 2012.

<http://www.projektiuutiset.fi/luhtaan-paivakoti-tampere/>

Avoin automaatio nettisivut. Luettu 8.3.2016

<http://www.avoinautomaatio.fi/>

brighterluxin nettisivut. Luettu 7.4.2016.

<http://www.brighterlux.com/B4GetStarted.asp>

COMBI-hanke, TTY:n nettisivut. Luettu 14.4.2016

<http://www.tut.fi/fi/tietoa-yliopistosta/laitokset/rakennustekniikka/tutkimus/rakennetekniikka/rakennusfysiikka/combi/index.htm>

Eero Latvajärvi, opinnäytetyö, 2013.

<https://www.theseus.fi/handle/10024/59040>

Graziadio&C.:n nettisivut. Luettu 24.2.2016.

<http://www.graziadio.it/en/>

Havencap nettisivut. Luettu 7.4.2016.

<http://www.havencab.com.au/building-management-automation-iot-meets-facilities-management-for-sustainable-buildings>

Hengitysliiton nettisivut. Luettu 13.4.2016

<http://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto>

Huoltohenkilökunta, Impivaaran vanhainkoti. 2016. Kohdekäynti.

Huoltohenkilökunta, Koivurinteen päiväkoti ja koulu. 2016. Kohdekäynti.

Huoltohenkilökunta, Luhtaan päiväkoti. 2016. Kohdekäynti.

Huoltohenkilökunta, Puropuiston päiväkoti. 2016. Kohdekäynti.

Huoltohenkilökunta, Toivion koulu. 2016. Kohdekäynti.

Jaakko Rajakallio, talotekniikkahuoltojen sisällön tutkiminen ja huoltokirjan laatiminen. 2013.

Kari Kallioharju, luentomateriaali. 8.4.2016.

Lassi Heinänen, Nokian Uutiset. Julkaistu 20.3.2012.

<http://www.nokianuutiset.fi/Ajankohta/1194729124662/artikkeli/lapset+marssivat+puropuiston+uuteen+paivakotiin+katso+video.html>

Luhtaan esite. Luettu 2016.

<http://www.tampere.fi/sote/phoito/ita/luhtaa.htm>

Mafioffin nettisivut. Luettu 24.2.2016.

<http://www.marioff.com/water-mist/why-hi-fog>

Pirkkala. Toivion koulun kotisivut. Luettu 10.2.2016. <https://peda.net/pirkkala/peruskoulut/toivionkoulu>

premiumlight nettisivut. Luettu 7.4.2016.

<http://www.premiumlight.eu/index.php?page=perception-of-light-7>

Puopuiston nettisivut. Luettu 10.2.2016

<http://puopuistonpaivakoti.nettisivut.fi/>

Rakennustieto nettisivut. Luettu 7.4.2016.

<https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ryl.html>

Kosonen R, Talotekniikka-lehti. 1.2.2016.

<http://talotekniikka-lehti.fi/2016/02/01/ilmanvaihdon-ja-energiatehokkuuden-mustamaalaus-kampanja-sai-vastineen/>

SFS 12464-1. 2011. Sisävalaistusstandardi. Luettu 5.4.2016.

Sweco, Talotekniikka, Luhtaan päiväkoti. Luettu 2016.

<http://www.sweco.fi/fi/Finland/Palvelut/Talotekniikka/Sahko--tele--ja-turvasuunnittelu/Luhtaan-paivakoti-Tampere/>

Sydän-Hämeen lehti. Julkaistu 1.5.2013.

<http://shl.fi/2013/05/01/paivakodin-ja-koulun-laajennus-ei-vie-jarvinakoalaa/>

Sydän-Hämeen lehti. Julkaistu 15.2.2014.

<http://shl.fi/2014/02/15/tilaa-ja-valoa-riittaa/>

Timo Kalema & Hannu Keränen. 2007. ToVa-käsikirja. Luettu 2.4.2016.
VTT tiedotteita.

Tampere. Jukola-Impivaara. Luettu 10.2.2016.

www.tampere.fi/jukolaimpivaara

Tampere. Koukkuniemi. Luettu 10.2.2016

<http://www.tampere.fi/sosiaali-ja-terveyspalvelut/ikaihmistien-palvelut/asuminen/koukkuniemi.html>

TAPRE-hankkeen nettisivut. Luettu 23.2.2016.

<http://www.tampere.fi/tilakeskus/kehityshankkeet/tapre.html>

Putus T, Taloussanommat. 28.9.2012.

<http://www.taloussanommat.fi/rakentaminen/2012/09/28/ss-ala-tee-tata-virhetta-energian-saaston-nimissa/201238792/12>

valaisin.fi nettisivut. Luettu 7.4.2016.

<http://www.valaisin.fi/info/valotieto/21/>

LIITTEET

Liite 1. Netti-kysely

1(4)

Käyttäjien kysely

Käyttäjäkysely

Suomen tavoitteena on, että vuoden 2019 alusta lähtien käyttöönotettavat uudet julkiset rakennukset rakennetaan lähes nollaenergiarakennuksina. Lähes nollaenergiarakennuksen määritelmä on vielä avoinna, mutta pyrkimyksenä on kuitenkin päästä merkittävästi pienempään ko. rakennusten energiankulutukseen kuin mitä nykyinen määräystaso edellyttää sisäolosuhteita heikentämättä.

Tämä kysely on osana 3-vuotista COMBI-hanketta, jossa julkisten rakennusten energiatehokkuuden parantamisen haasteet ja ongelmat pyritään ratkaisemaan. Tutkimus on toteutettu yhteistyössä Tampereen Ammattikorkeakoulun, Tampereen teknillisen yliopiston sekä Aalto-yliopiston kesken. Tampereen kaupungin ja ympäristö kuntien lisäksi mukana on myös Helsingin Kiinteistöviraston Tilakeskus, sekä useat alan yritykset.

Kysely toimii pohjana jatkossa tapahtuville kohdekllynnille ja -haastatteluille. Kysely on luotu COMBI-hankkeen kohde rakennusten käyttäjien ym. kokemusten kartoittamiseen. Antamanne mielipiteet ovat anonyymejä ja toimivat tärkeinä lähteenä useamman hankkeen eri projektien jatkotutkimuksilla.

Kiitos ajastasi!

Missä kohteessa työskentelet?

 Impivaaran vanhaikoti

 Jukolan vanhaikoti

 Luhtaan päiväkoti

 Puroputken päiväkoti

 Toivon koulu

 Vuoreksen koulu

 Kolvurinteon päiväkoti

Millaisessa tilmenkuvassa olet?

Jos vastasit edelliseen "joku muu", mikä?

Kuunko olet työskennellyt tässä kiinteistössä?

Miten pääsääntöisesti työskentelet?

Täsmennä halutessasi:

Oletko tyytyväinen tilojen olosuhteisiin tällä hetkellä?

Olosuhteilla tarkoitetaan esim. lämpötilaa, valaistusta, ilmanvaihtoa, ilmanlaadusta, vetoisuutta jne.

Kommentoi halutessasi edellisiä vastauksiasi:

Voitko toimintaympäristössäsi vaikuttaa johonkin seuraavista?

Olosuhteilla tarkoitetaan esim. lämpötilaa, valaistusta, ilmanvaihtoa, ilmanlaadusta, vetoisuutta jne.

Sisälämpötilaan

Ilmanvaihtoon

Valaistukseen

Muihin sisäolosuhteisiin

Vaikutatko?

kyllä

ei

Onko sinua perehdytetty siihen, miten voit osallasi vaikuttaa kiinteistön energian käyttöön?

Olosuhteilla tarkoitetaan esim. lämpötilaa, valaistusta, ilmanvaihtoa, ilmanlaadusta, vetoisuutta jne.

kyllä

ei

Kommentoi ja anna halutessasi esimerkkejä:

Kuinka hyvin tunnet kiinteistön huoltohenkilökuntaa?

Hyvin

Ulkonäköitä tai nimeitä

En lainkaan

Kuinka hyvin tunnet kiinteistön silvojia?

Hyvin

Ulkonäköitä tai nimeitä

En lainkaan

3(4)

Millä tavoin ilmoitat havaituista vioista tai puutteista ylläpidolle?

- Sähköpostilla
- HelpDeskillä tai muulla ohjelmistolla
- Soittamalla
- Ilmoittamalla esimiehelle
- Kasvotusten
- En tiedä
- Jotakin muuten

Kuinka hyvin kiinteistöhoito mielestäsi vastaa toivomaasi laatutasoa?

Ole hyvä ja valitse...

Kuinka hyvin kiinteistön siivous mielestäsi vastaa toivomaasi laatutasoa?

Ole hyvä ja valitse...

Voisiko toimintaympäristösi kiinteistöhoitoa tai siivousta mielestäsi jotenkin kehittää?

Minkälaisia palautteita tai mielipiteitä olet mahdollisesti kuullut olosuhteisiin, kiinteistöhoitoon tai siivoukseen liittyen muilta kiinteistöä käyttäviltä?

Olosuhteilla tarkoitetaan esim. lämpötilaa, valaistusta, ilmanvaihtoa, ilmanlaatua, vetoisuutta jne.

Koetko valaistuksen työympäristössäsi sopivaksi?

Ole hyvä ja valitse...

Onko valaistusratkaisussa tai sen ohjauksessa jotain, mitä haluaisit muuttaa?

Ovatko valaistuksen ohjaukset (pölylle/pöly, hämmennyk) helposti omaksuttavissa?

Ovatko valaistuksen ohjausmahdollisuudet riittävät tilan eri käyttötilanteisiin?

Onko toimintatiloissaasi verhoja/kalhtimia?

Ole hyvä ja valitse...

Jos toimintaympäristössäsi on verhoja tai kalteimia, sujutko ja avaatko niitä?

Tuleeko sinulle mieleen jotain muuta erityistä kiinteistön toimivuuteen tai olosuhteisiin liittyvää?

Haluaisitko saada jatkossa tietoa hankkeen tuloksista?

Voit jättää halutessasi sähköpostiosoitteen alla olevaan kenttään.

kyllä

ei

Voit jättää halutessasi sähköpostiosoitteesi tähän:

Sähköpostiosoitetta ei yhdistetä antamillasi vastauksiin.

Liite 2. Toimivuustarkastelu

1(5)

COMBI toimivuustarkastelut / TAMK						18.4.2016	Suvi Virta, Saara Vänskä, Aki Kortetmäki
ALUSTAVA toimivuustarkastelujen yhteenvetolomake (Toivio, Puropuisto, Luhtaa, Koivurinne, Impivaara)							
Yhteenvetotaulukossa on viiden case-kohteen asioita arvioitu keskiarvoisesti asteikolla 1 - 5, jossa 1 tarkoittaa täysin eri mieltä ja 5 täysin samaa mieltä arvioivattaman kanssa. EHDOTUS: Tämän tyyppisesti tehtäisiin aina kustakin kohteesta oma arviointilomake.							
Tarketietoa-sarake on tarkoitettu kohdekohtaisissa lomakkeissa paikaksi, jonne laitetaan esim. sivunumero kirjallisesta raportista.							
Tulokset lomakkeeseen kerätään kyselyjen, teemahaastattelujen ja paikan päällä tehtyjen tarkastusten ja mittauksen perusteella.							
Toivio							
Väittämät eri osapuolille ja toimivuustarkastusten arvio	1	2	3	4	5	Tarketietoa	
KÄYTTÄJÄT						Suvi Virta	
Käyttäjät ovat tyytyväisiä tilojen olosuhteisiin				X		s. 21	
Käyttäjät ovat tyytyväisiä kiinteistöhoidon tasoon					X	s. 21	
Käyttäjät on perehdytetty talotekniikan käyttöön				X		s. 21	
Käyttäjät on perehdytetty energiatehokkaaseen käyttötapaan					X	s. 21	
Tiedonkulku huoltomiehen ja käyttäjien välillä toimii hyvin					X	s. 21	
Käyttäjät pystyvät ja vaikuttavat tilojen lämpötilaan					X	s. 21	
Käyttäjät pystyvät ja vaikuttavat tilojen ilmanvaihtoon	X					s. 21, ei säätömahdollisuutta	
Olosuhteiden tavoitearvot ovat käyttäjillä tiedossa	X					s. 13, s. 70	
HUOLTOHENKILÖKUNTA						Suvi Virta	
Huoltohenkilökunnan perehdytys on onnistunut	X					s. 21	
Huoltohenkilökunnan kokemus ja koulutus on riittävä			X			s. 21	
Huoltohenkilökunnalle on varattu riittävästi aikaa kohteissa					X	s. 21	
Huoltohenkilökunta tarttuu korjaustarpeisiin nopeasti					X	s. 21	
Tehdyt laitteistojen ym. huollot kirjataan ylös	X					s. 21	
Olosuhteiden tavoitearvot ovat huoltomiehellä tiedossa	X					s. 21	
SIIVOUSHENKILÖKUNTA						Saara Vänskä	
Siivoushenkilökunnan perehdytys on onnistunut				X		liite 1, s. 1	
Siivoushenkilökunnan kokemus ja koulutus on riittävä				X		liite 1, s. 1	
Siivoushenkilökunnalle on varattu riittävästi aikaa kohteissa					X	liite 1, s. 2	
Siivoushenkilökunta kertoo korjaustarpeista huoltohenkilökunnalle					X	liite 1, s. 2	
Siivoukselle asetetun laatutason toteutumista seurataan					X	liite 1, s. 2	
Taloteknisiä laitteita puhdistetaan riittävän usein				X		liite 1, s. 2	
Siivoushenkilökunta olisi valmis laajentamaan työnkuvaansa olosuhdeseurantaan					X	liite 1, s. 3	
OLOSUHTEET						Suvi Virta	
Tilojen lämpötilaolosuhteet ovat pääosin hyvät				X		s. 29, salissa korkea lämpötila	
Ilman laatu on rakennuksessa hyvä (= CO ₂ -pitoisuus alhainen)					X	s. 29	
Tiloissa ei ole havaittavissa vedon tunnetta			X			s. 25, isot ikkunat ongelmallisia	
Olosuhdemittaus au-järjestelmästä kuvaa hyvin todellisuutta						ei tilakohtaista mittausdataa	
ILMANVAIHTO						Suvi Virta	
Ilman vaihtuvuus on kohteessa tarpeeseen nähden sopiva				X		s. 29, hyvin matala CO ₂ -pitoisuus	
Ilman jako on onnistunut ja hajut eivät leviä				X		s. 26, ongelmat osittain korjattu	
Ilmanvaihdon käyntiajat ja tasot ovat kohteissa harkitun sopivat			X			s. 25-26	
TALOTEKNIIKAN TOIMIVUUS (LVI)							
Talotekniikka on pääosin hyvin huollettavissa		X				s. 22-23, s. 26	
Huonesäätimien käytettävyys on hyvä				X		s. 70	
Lämpötilan huonesäätimet toimivat moitteettomasti			X			s. 29	
Ilmanvaihtojärjestelmät toimivat halutulla tavalla			X			s. 27	
Lämmitysjärjestelmät toimivat halutulla tavalla	X					s. 23-24	
Jäähdytysjärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	vain yhdessä tilassa jäähdytyskone	
Käyttövesijärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	s. 28	
Viemäröintijärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	ei havaittu ongelmia	
Vikailmoitusjärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	s. 21	
ENERGIAKULUTUKSEN SEURANTA YM.						Suvi Virta	
Huoltohenkilökunnan on helppo seurata energiankulutusta		X				s. 24-25	
Käyttäjien on helppo seurata energiankulutusta	X					ei mahdollisuutta	
Energiankulutuksen tavoitearvot ovat huoltomiehellä tiedossa		X				suuntaa antavasti	
Rakentamisvaiheen TaTe-valvonta on ollut kattavaa		X				s. 21, s. 27	
TALOTEKNIIKAN TOIMIVUUS (Sähkö)						Aki Kortetmäki	
Valaistuksen teho koetaan riittäväksi					x	ei havaittu puutteita, s. 81	
Valaistuksen ohjauksen käytettävyys on hyvä					x	ei havaittu puutteita, s. 81	
Automaatiojärjestelmän valvomo toimii halutulla tavalla				x		s.80	
Automaatiojärjestelmän liitännät toimivat halutulla tavalla			x			s.80	
Muut sähkötekniset ratkaisut toimivat halutulla tavalla				x		s.80	
						KEHITTÄMISTARVETTA	
						ASIAT MELKO HYVIN	

Puopuisto						
Väittämät eri osapuolille ja toimivuustarkastusten arvio	1	2	3	4	5	Tarketietoa
KÄYTTÄJÄT						Suvi Virta
Käyttäjät ovat tyytyväisiä tilojen olosuhteisiin				X		s. 31
Käyttäjät ovat tyytyväisiä kiinteistöhoidon tasoon				X		s. 33
Käyttäjät on perehdytetty talotekniikan käyttöön						
Käyttäjät on perehdytetty energiatehokkaaseen käyttötapaan		X				s. 32
Tiedonkulku huoltomiehen ja käyttäjien välillä toimii hyvin				X		s. 32-33
Käyttäjät pystyvät ja vaikuttavat tilojen lämpötilaan		X				s. 32, s. 34
Käyttäjät pystyvät ja vaikuttavat tilojen ilmanvaihtoon	X					s. 32
Olosuhteiden tavoitearvot ovat käyttäjillä tiedossa	X					s. 13, s. 70
HUOLTOHENKILÖKUNTA						Suvi Virta
Huoltohenkilökunnan perehdytys on onnistunut				X		s. 34
Huoltohenkilökunnan kokemus ja koulutus on riittävä					X	s. 33
Huoltohenkilökunnalle on varattu riittävästi aikaa kohteissa		X				s. 34
Huoltohenkilökunta tarttuu korjaustarpeisiin nopeasti			X			s. 33
Tehdyt laitteistojen ym. huollot kirjataan ylös						ei tiedossa
Olosuhteiden tavoitearvot ovat huoltomiehellä tiedossa	X					s. 34
OLOSUHTEET						Suvi Virta
Tilojen lämpötilaolosuhteet ovat pääosin hyvät		X				s. 37, jopa alle S3-tason
Ilman laatu on rakennuksessa hyvä (= CO ₂ -pitoisuus alhainen)				X		s. 31, s. 37, hajuhaittaa
Tiloissa ei ole havaittavissa vedon tunnetta		X				s. 31
Olosuhdemittaus au-järjestelmästä kuvaa hyvin todellisuutta		X				s. 37
ILMANVAIHTO						Suvi Virta
Ilman vaihtuvuus on kohteessa tarpeeseen nähden sopiva				X		s. 37, hyvin matala CO ₂ -pitoisuus
Ilman jako on onnistunut ja hajut eivät leviä					X	ei havaittu puutteita
Ilmanvaihdon käyntiajat ja tasot ovat kohteissa harkitun sopivat				X		s. 36
TALOTEKNIIKAN TOIMIVUUS (LVI)						Suvi Virta
Talotekniikka on pääosin hyvin huollettavissa					X	
Huonesäätimien käytettävyys on hyvä		X				s. 34, s. 70
Lämpötilan huonesäätimet toimivat moitteettomasti		X				s. 37
Ilmanvaihtojärjestelmät toimivat halutulla tavalla				X		s. 36, huonot LTO:n lämpötilahyötysuhteet
Lämmitysjärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	s. 34
Jäähdytysjärjestelmät toimivat halutulla tavalla						
Käyttövesijärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	ei havaittu puutteita
Viemärintijärjestelmät toimivat halutulla tavalla			X			s. 36
Vikailmoitusjärjestelmät toimivat halutulla tavalla				X		s. 32-33
ENERGIAKULUTUKSEN SEURANTA YM.						Suvi Virta
Huoltohenkilökunnan on helppo seurata energiankulutusta	X					s. 35-36
Käyttäjien on helppo seurata energiankulutusta	X					s. 35-36
Energiankulutuksen tavoitearvot ovat huoltomiehellä tiedossa	X					s. 35-36
Rakentamisvaiheen TaTe-valvonta on ollut kattavaa						ei tutkittu
TALOTEKNIIKAN TOIMIVUUS (Sähkö)						Aki Kortetmäki
Valaistuksen teho koetaan riittäväksi			X			s.75
Valaistuksen ohjauksen käytettävyys on hyvä			X			s.73
Automaatiojärjestelmän valvomo toimii halutulla tavalla					X	ei havaittu puutteita
Automaatiojärjestelmän liitännät toimivat halutulla tavalla			X			s.72
Muut sähkötekniset ratkaisut toimivat halutulla tavalla				X		s.72
						KEHITTÄMISTARVETTA
						ASIAT MELKO HYVIN

Luhtaa						
Väittämät eri osapuolille ja toimivuustarkastusten arvio	1	2	3	4	5	Tarketietoa
KÄYTTÄJÄT						Suvi Virta
Käyttäjät ovat tyytyväisiä tilojen olosuhteisiin				X		s. 39
Käyttäjät ovat tyytyväisiä kiinteistöhoidon tasoon			X			s. 41
Käyttäjät on perehdytetty talotekniikan käyttöön						ei selvitetty
Käyttäjät on perehdytetty energiatehokkaaseen käyttötapaan				X		s. 40
Tiedonkulku huoltomiehen ja käyttäjien välillä toimii hyvin				X		s. 40
Käyttäjät pystyvät ja vaikuttavat tilojen lämpötilaan		X				s. 40
Käyttäjät pystyvät ja vaikuttavat tilojen ilmanvaihtoon		X				s. 40
Olosuhteiden tavoitearvot ovat käyttäjillä tiedossa	X					s. 13
HUOLTOHENKILÖKUNTA						Suvi Virta
Huoltohenkilökunnan perehdytys on onnistunut			X			s. 41-42
Huoltohenkilökunnan kokemus ja koulutus on riittävä					X	
Huoltohenkilökunnalle on varattu riittävästi aikaa kohteissa		X				s. 41
Huoltohenkilökunta tarttuu korjaustarpeisiin nopeasti			X			s. 41, vikoja kerätään listalle
Tehdyt laitteistojen ym. huollot kirjataan ylös			X			s. 42
Olosuhteiden tavoitearvot ovat huoltomiehellä tiedossa						ei selvitetty
OLOSUHTEET						Suvi Virta
Tilojen lämpötilaolosuhteet ovat pääosin hyvät				X		s. 48
Ilman laatu on rakennuksessa hyvä (= CO ₂ -pitoisuus alhainen)					X	s. 48
Tiloissa ei ole havaittavissa vedon tunnetta					X	ei havaittu
Olosuhtemittaus au-järjestelmästä kuvaa hyvin todellisuutta			X			s. 49
ILMANVAIHTO						Suvi Virta
Ilman vaihtuvuus on kohteissa tarpeeseen nähden sopiva			X			s. 47-48, hyvin matala CO ₂ -pitoisuus
Ilman jako on onnistunut ja hajut eivät leviä					X	s. 46, ongelmat korjattu
Ilmanvaihdon käyntiajat ja tasot ovat kohteissa harkitun sopivat					X	s. 46
TALOTEKNIIKAN TOIMIVUUS (LVI)						Suvi Virta
Talotekniikka on pääosin hyvin huollettavissa					X	
Huonesäätimien käytettävyys on hyvä		X				s. 42
Lämpötilan huonesäätimet toimivat moitteettomasti					X	
Ilmanvaihtojärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	s. 43, ei ongelmia
Lämmitysjärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	s. 42, ongelmat korjattu
Jäähdytysjärjestelmät toimivat halutulla tavalla				X		s. 43-44
Käyttövesijärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	ei ongelmia
Viemärintijärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	s. 46, ongelmat korjattu
Vikailmoitusjärjestelmät toimivat halutulla tavalla					X	s. 42, ei ongelmia
ENERGIANKULUTUKSEN SEURANTA YM.						Suvi Virta
Huoltohenkilökunnan on helppo seurata energiankulutusta					X	
Käyttäjien on helppo seurata energiankulutusta					X	s. 45
Energiankulutuksen tavoitearvot ovat huoltomiehellä tiedossa		X				s. 45
Rakentamisvaiheen TaTe-valvonta on ollut kattavaa						ei tutkittu
TALOTEKNIIKAN TOIMIVUUS (Sähkö)						Aki Kortetmäki
Valaistuksen teho koetaan riittäväksi					X	s.63
Valaistuksen ohjauksen käytettävyys on hyvä				X		s.63
Automaatiojärjestelmän valvomo toimii halutulla tavalla					X	ei havaittu puutteita
Automaatiojärjestelmän liitännät toimivat halutulla tavalla				X		s.62
Muut sähkötekniset ratkaisut toimivat halutulla tavalla				X		s.62
						KEHITTÄMISTARVETTA
						ASIAT MELKO HYVIN

