

Tommi Vainionpää

**TOIMISTORAKENNUKSEN LVI-JÄRJESTELMIEN KUNNOSSA-
PITOMALLIN KEHITTÄMINEN**

TOIMISTORAKENNUKSEN LVI-JÄRJESTELMIEN KUNNOSSA- PITOMALLIN KEHITTÄMINEN

Tommi Vainionpää
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Tommi Vainionpää

Opinnäytetyön nimi: Toimistorakennuksen LVI-järjestelmien kunnossapitomallin kehittäminen

Työn ohjaaja: Veli-Matti Mäkelä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014

Sivumäärä: 36
+ 3 liitettä

Työn tarkoituksena oli saada tilaajan matalaenergiatoimistorakennuksen LVI-järjestelmät toimintavarmiksi ja energiataloudellisiksi. Tähän pyrittiin kehittämällä näiden järjestelmien kunnossapitoa. Toisaalta haluttiin myös vapauttaa tilaajayhtiön työntekijät tekemään varsinaista työtään, ettei liikaa resursseja hukattaisi tuottamattomiin toimiin LVI-järjestelmien parissa.

Työ aloitettiin tutustumalla kiinteistöön ja kartoittamalla sen LVI-järjestelmiä, jotka osoittautuivat laajoiksi ja älykkäiksi. Työn edetessä kävi ilmi, että kunnossapidon puutteen vuoksi järjestelmät ja niiden osat olivat huonokuntoisia ja vikaherkkiä. Yhtiön edustajien kanssa mietittiin yhtiön tarpeisiin ja resursseihin sopiva kunnossapitomalli, jonka pohjalta päätettiin kilpailuttaa vuosihuoltosopimus ulkopuolisella urakoitsijalla.

Erilaisia vikoja ja kunnossapitotarpeita löytyi kiinteistöstä lukuisia, ja suurin osa niistä saatiin korjattua pienellä vaivalla. Vaikka tutkimuksen aikana ei pystytty luotettavasti mittaamaan, täyttyivätkö toiveet energiansäästöstä, voidaan kohtuullisen varmasti arvioida ainakin jonkin verran energiaa säästyvän aiempaan verrattuna. Työn sisältö antaa viitteitä siitä, miksi kunnossapito kannattaa myös talotekniikan alalla.

Asiasanat: talotekniikka, LVI-järjestelmät, kunnossapito, toimistorakennus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Programme in Building services

Author: Tommi Vainionpää

Title of thesis: Developing maintenance model for HVAC systems of office building

Supervisor: Veli-Matti Mäkelä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2014 Pages: 36
+ 3 appendices

The thesis was made for an energy company in Seinäjoki, which has a low energy office building built in 1999. The building's clever and complicated HVAC-systems had been neglected in the terms of maintenance, which had led to faulty systems and energy loss.

The main purpose of the thesis was to achieve properly working and energy-efficient HVAC-systems by developing their maintenance model. From the start the maintenance had been done by the company's own personnel, which is economically unprofitable as all of the personnel have their own tasks.

The research started with exploring the building and its HVAC-systems. During this exploration, the systems' proportions were fully understood. Also more importantly the wide array of faults in those systems came up at the time. The systems and their parts turned out to be faulty mainly because of the negligence of maintenance.

A maintenance model suitable for the company's needs and resources was considered with the company's representatives. After the maintenance model had been determined, local firms were invited to tender for a yearly maintenance contract.

A variety of faults and defects were found during the thesis, and most of these were repaired with a minor effort. Even though the timeframe of this thesis did not admit of long-term monitoring of the usage of energy and whether it had decreased or not, it is quite certain that at least some amount of energy will be saved. This is the result of successful repairs done. The content of this thesis will act as a benchmark of importance of maintenance in the field of building services.

Keywords: HVAC, building services, maintenance

ALKULAUSE

Suurin kiitos kuuluu työn tilaajalle, Seinäjoen Energia Oy:lle. Sieltä tahtoisin erityisesti kiittää Mikko Mursulaa ja Pasi Palomäkeä tarjoamastanne asiantunteuksesta sekä tuestanne työtä kohtaan. Myös Raimo Tyni ansaitsee erityismaininnan loistavasta kiinteistön suunnitteluvaiheen lokikirjasta, jonka hän tarjosi minulle käyttöön.

Ohjaava opettajani, Veli-Matti Mäkelä on ansainnut paikkansa tulevan insinööriurani innoittajana. Hänen mentorointinsa siivitti koko työn valmistumista alusta loppuun ja kiinnostuksensa alaa sekä oppilaitaan kohtaan motivoi minuakin veynymään parempaan lopputulokseen.

Oulussa 24.3.2014

Tommi Vainionpää

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 KIINTEISTÖN TIEDOT	9
2.1 Suunnittelu- ja rakennusvaihe	9
2.2 LVI-järjestelmät	10
2.2.1 Lämmitys	10
2.2.2 Jäähdytys	11
2.2.3 Ilmanvaihto	13
2.2.4 Käyttövesi	14
2.3 Automaatio	16
2.4 Rakennuksen käyttö ja kulutus	16
2.5 Toimivuus ja viat	19
3 KUNNOSSAPITO	23
3.1 Kunnossapitolajit	23
3.1.1 Huolto ja ehkäisevä kunnossapito	24
3.1.2 Korjaava kunnossapito	24
3.1.3 Parantava kunnossapito	25
3.1.4 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen	25
3.2 Lait, ohjeet ja määräykset	26
3.3 Laitevalmistajien suosittelemat kunnossapidot	27
3.4 Tämän työn rajaus	27
4 KUNNOSSAPIDON VAIHTOEHDOT	28
4.1 Ei kunnossapitoa	28
4.2 Tarpeenmukainen kunnossapito	28
4.3 Ennakoiva ja parantava kunnossapito	29
4.3.1 Talonmies	29
4.3.2 Huoltopäällikkö	29
4.3.3 Vuosihuoltosopimus	29
4.3.4 Kunnossapitosopimus	30

5 VUOSIHUOLTOSOPIMUS	31
5.1 Tavoitteet	31
5.2 Toimijat ja niiden erot	31
5.3 Sopimuksen toteutus käytännössä	32
6 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	35
LIITE 1. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien kytkentäkaavio	
LIITE 2. Huoltomiehen havainnot koostettuna	
LIITE 3. Rakennustiedon käyttöikälaskin	

1 JOHDANTO

Tilaaajayhtiö, Seinäjoen Energia Oy on Seinäjoen kaupungin täysin omistama energiayhtiö, joka tuottaa ja myy asiakkailleen sähköä ja lämpöä. Yhtiöllä on matalaenergiarakennukseksi suunnitellut ja rakennetut toimistotilat Seinäjoella. Rakennuksen monipuolisten LVI-järjestelmien ja laajojen automaattoratkaisujen kunnossapito on kuitenkin laiminlyöty pitkään, minkä seurauksena älykkäät ja energiataloudelliset systeemit ovat sittemmin osoittautuneet vikaantuviksi.

LVI-järjestelmien kunnossapidolle ei ole kaiken kattavaa opasta, joten työssä on jouduttu käyttämään teollisuuden kunnossapitoa käsittelevää kirjallisuutta lähdeaineistona. Teollisuuden alan kunnossapitokirjallisuus käsittelee lähinnä tuotavia kohteita, kuten paperikoneita tai lämpölaitoksia, joiden tuottamalla tuotteilla on jokin rahallisesti mitattava arvo. LVI-järjestelmät eivät tuota mitään rahallisesti arvokasta, vaan ovat ainoastaan kuluerä. Yhtiön liiketoiminta ei myöskään perustu millään tavalla niiden tuotteisiin. Näiden seikkojen takia niiden kunnossapito on helppo laiminlyödä.

Toisaalta LVI-järjestelmien tuotteena voidaan ajatella olevan hyvä sisäilmasto: ”Hyvä sisäilmasto vähentää sairauksien ja sairusrakennusoireiden määrää sekä parantaa viihtyvyyttä ja nostaa työtehoa (1).” Kun parantuneen sisäilmaston myötä sairauspoissaolojen ja sairaana töissä olevien määrät vähenevät sekä viihtyvyys ja työteho paranevat, näkyy se positiivisena myös yhtiön tuloksessa. Yhtiön tiloihin on sijoittuneena tuhansien eurojen arvosta pääomaa materiaali-varaston muodossa. Kunnossapidon laiminlyönti johtaa pahimmillaan tämän pääoman tuhoutumiseen esimerkiksi tulipalon tai vesivahingon sattuessa. Näin ollen kunnossapidon ja yhtiön kannattavuuden välille saadaan riippuvuus.

Työn pääasiallisena tavoitteena on saada yhtiön toimitiloihin energiatehokas ja toimintavarma LVI-järjestelmä kehittämällä yhtiön tarpeisiin sopiva kunnossapitojärjestelmä. Tavoitteina ovat myös parempi sisäilmasto ja energiansäästö ilman suuria investointeja.

2 KIINTEISTÖN TIEDOT

Kiinteistön kokonaispinta-ala on 2820 m², huonealaa on yhteensä 3790 m² ja tilavuutta 21 600 m³. Kiinteistöön kuuluu kaksi rakennusta, joista toisessa on toimistotilat noin 50 henkilölle (myöh. A-rakennus) ja toisessa puolilämpimät työ- ja varastotilat sekä autohalli (myöh. B-rakennus). Pinta-alaltaan ja tilavuudeltaan rakennukset ovat kutakuinkin samaa suuruusluokkaa, mutta B-rakennuksen suuremmasta huonekorkeudesta johtuen A-rakennuksen huoneala on huomattavasti B-rakennusta suurempi. Lähes kaikki tekniikka on sijoitettu A-rakennukseen, josta vesi ja lämpö siirtyvät maanalaista putkikanaalia pitkin B-rakennukseen (2.)

2.1 Suunnittelu- ja rakennusvaihe

Kiinteistön hankesuunnittelu alkoi vuonna 1996, kun yhtiön toiminta oli hajautettuna viiteen eri toimipisteeseen, joista kolme oli vuokratiloja. Valmista toimitilaa ei löytynyt Seinäjoen alueelta yhtiön tarpeisiin, joten sellainen päätettiin rakentaa. Hankesuunnittelun pohjalta annettiin arkkitehdille ja suunnittelijoille ohjeet suunnitella matalaenergiatoimistorakennus, johon pyrittiin ensisijaisesti passiivisin energiansäästömenetelmin: lämpöhäviöiden, jäähdytystarpeen, kylmäsiltojen ja vuotoilman minimoinnilla sekä aktiivisilla menetelmillä, joista tärkeimmät ovat LVI-järjestelmien ja valaistuksen optimointi matalaenergiarakennuksen vaatimukseen sopiviksi (2.)

Passiivisina energiansäästömenetelminä rakennuksessa käytettiin muun muassa ikkunapinta-alojen minimointia, rakennuksen vaipan pinta-alan minimointia, ikkunoiden varjostamista lipoilla ja jäähdytysenergian varaamista eristeiden sisäpuolisiin kantaviin betonirakenteisiin. Tämän lisäksi rakennus upotettiin metrin syvyyteen maanpinnasta, jolloin maan talvella ulkoilmaa lämpimämpi ja kesällä ulkoilmaa viileämpi lämpötila vähentävät johtumishäviöitä laskelmien mukaan noin 7 % (2.)

Rakennuksessa pyrittiin Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus -ohjekortin (nyk. Sisäilmastoluokitus) parhaisiin luokitteluihin S1 sisäilmaston, P1 työtapojen ja M1 materiaalien osalta (2). Sisäilmaston luokitus antaa

tavoitearvot lämpöoloihin, ilmanvaihtoon, äänitasoihin ja ilman epäpuhtauksiin. Työtapoina käsitellään suunnittelussa ja rakennustyömaan eri vaiheissa noudatettavia periaatteita ja menettelytapoja, jotta tilojen sisäilmatavoitteet tulisi otetuksi huomioon rakentamisen kaikissa vaiheissa. Rakennusmateriaaleina käytetään huoneilmaan pääsevien kemikaalien kannalta vähäpäästöisiä rakennusmateriaaleja ja puhtaita ilmanvaihtotuotteita. Muille tuotteille on esitetty hygieniaan liittyviä erityisvaatimuksia. (1)

2.2 LVI-järjestelmät

Rakennuksen LVI-suunnittelijalle annettiin seuraavat ohjeet:

- Rakennus tulee olla kaukolämmitetty.
- Toimistotilat lämmitetään ilmalla (käytännössä tuloilma-aktiivipalkeilla).
- Käyttövesi pyritään lämmittämään aurinkoenergialla (demonstraatiomieslessä).
- Toimistotilojen lämpötila tulee olla huonekohtaisesti säädettävissä.
- Ilmanvaihdon tulee olla tarpeenmukaisesti säädettävissä esimerkiksi poistoilman hiilidioksidipitoisuuden perusteella.
- Ilmanvaihdosta otetaan poistoilman lämpö talteen tehokkaasti.

Näiden lisäksi vaatimuksena oli, että rakennus suunnitellaan passiivisesti toimivaksi ja edetään vähitellen laitetekniikkaa lisäten. Eri sääolot simuloitiin ja tutkittiin, riittävätkö passiiviset ratkaisut ja mitä aktiivisia parannuksia tulisi tehdä, että katettaisiin koko lämmitys- tai jäähdytysteho kulloisillakin lämpöoloilla (2.)

2.2.1 Lämmitys

Rakennukseen päätettiin tehdä perinteisen korkean lämpötilan lämmityspiirin lisäksi matalalämpöpiiri, joka mitoitettiin toimimaan tuloveden lämpötilan ollessa 40 °C ja palaavan veden lämpötilan 13,5 °C. Kun näiden lämmityspiirien lämmönsiirtimet asennetaan sarjaan ensiöpiirissä, saadaan lämmönmyyjälle edullisempi suuri kaukolämmön jäähtymä 115 °C:sta 15 °C:seen (2.)

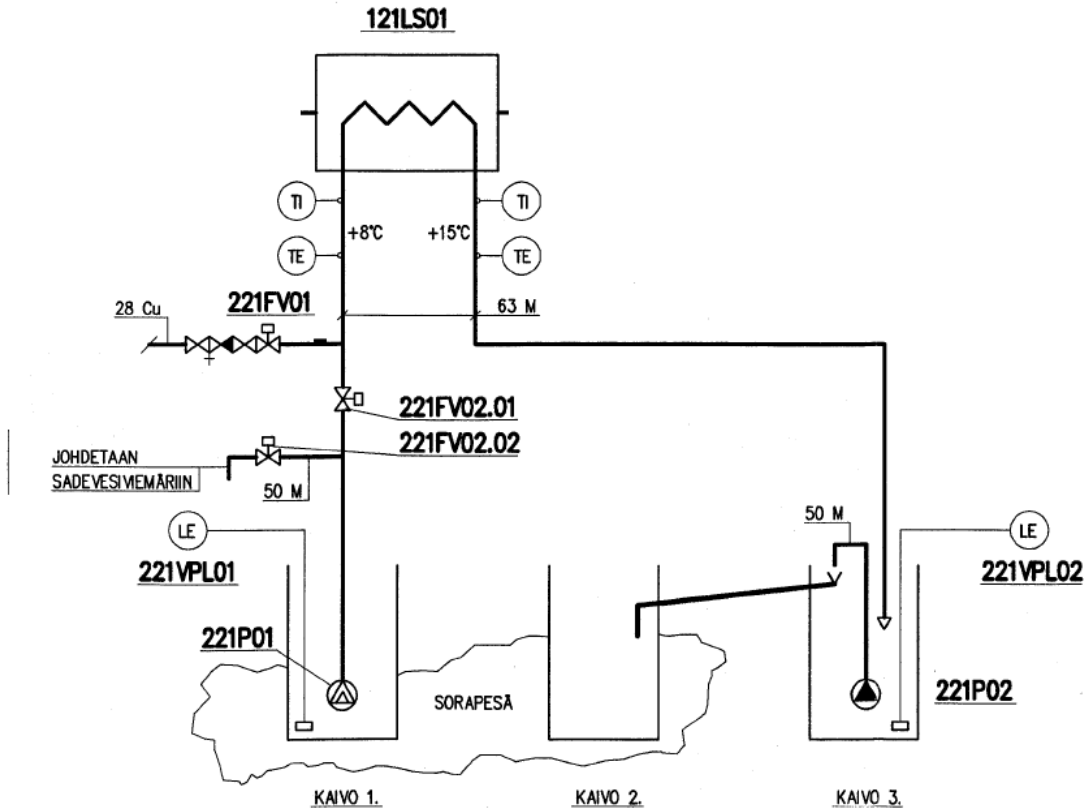
Korkealämpöpiirissä on toimistotilojen tuloilmapalkkien, aulan kiertoilmakoneiden, radiaattoreiden sekä B-rakennuksen lämmitys. B-rakennus on lämmitetty

pääasiassa ilmaa kierrättävillä puhallinkonvektoreilla, ja lisäksi työ- ja varastotiloja palvelevassa ilmanvaihtokoneessa on lämmitys.

Matalalämpöpiiriin kuuluu pukuhuoneiden ja suihkutilojen lattialämmitys. Lisäksi sillä lämmitetään erillistä glykolijärjestelmää. Tällä glykolipiirillä kesällä jäähdytetään ja talviolioissa lämmitetään ilmanvaihtokoneiden lämmitysjäähdytyspattereita. Näistä palaava ylimääräinen lämpö siirretään ilman esilämmityspatterille, josta palaava viilentynyt glykoliseos jäähdyttää vielä toimistotilojen tuloilmapalkkien viilennyksestä vastaavaa jäähdytysjärjestelmää (2.)

2.2.2 Jäähdytys

Suunnitteluvaiheessa päätettiin jäähdytyksessä käyttää ensisijaisesti passiivista jäähdytystä, jossa yöaikana rakennuksen raskaat betonirakenteet jäähdytettiin viileällä ulkoilmalla. Rakenteisiin varastoitunut jäähdytysenergia pitäisi huonetiilat viileänä päiväsaikaan. Kuumimpina aikoina, kun passiivinen jäähdytysenergia ei riitä, käytettäisiin jäähdytykseen maaperän ja pohjaveden viileää lämpötilaa. Koska vesilain mukaan pohjavettä saa käyttää vain $250 \text{ m}^3/\text{vrk}$, päädyttiin pohjaveden kierrättämiseen. Pohjavettä kierrätettiin kuvan 1 mukaisesti kolmessa kaivossa, joista yksi oli varastokaivo, toinen imeytyskaivo ja kolmas pumppauskaivo (2.)



KUVA 1. Kaivojäähdytyksen periaatekuva (3)

Vesi pumpattiin aluksi pumppauskaivosta (kaivo 1) lämmönsiirtimen 121LS01 läpi, missä jäähdytysverkon vesi luovuttaisi lämpöenergiaa pohjaveteen. Sieltä vesi johdettiin varastokaivoon (kaivo 3), josta se taas pumppaamalla siirrettiin imeytyskaivoon (kaivo 2). Kaivosta 2 vesi siirtyi takaisin kaivoon 1 kaivojen 1 ja 2 välille tehdyn murskepatjan läpi luovuttaen lämpöenergiansa maahan. Näin toimiessaan jäähdytyksen kylmäkerroin COP olisi ollut noin luokkaa 20 (2.)

Maaperän ja sitä kautta pohjaveden likaisuuden, alhaisen pH-arvon ja pohjaveden sekoittuneen raudan vuoksi järjestelmä ei kuitenkaan toiminut suunnitellulla tavalla, vaan vesi tukkeutti lämmönsiirtimet ja rikkoi pumput. Myöskään jäähdytysteho ei ollut riittävä. Näiden seikkojen valossa päädyttiin etsimään toimintavarmempaa ja helpompaa tapaa viilennykseen (4.)

Koska kunnossapito ei noihin aikoihin ollut millään tapaa järjestelmällistä eikä tilanteen järkevöittämiseksi löytynyt pikaista ratkaisua, päädyttiin kovimpina helpäivinä jäähdyttämään pohjavesijäähdytyksen varajärjestelmäksi rakennetulla

käyttövesijäähdytyksellä. Tällaisella järjestelmällä COP-luku on toki ääretön, mutta eettisesti ja yhteiskunnallisesti tämänkaltainen jäähdytysjärjestelmä ei ole paras mahdollinen. Ratkaisu oli kuitenkin toimiva, ja sillä päästiin muutamana kesänä eroon pahimmasta kuumuudesta toimistoissa. Loppukesällä 2012 rakennuksen katolle asennettiin tehdasvalmis kylmäkoneyksikkö, joka on esitetty kuvassa 2. Se on toiminut huomattavasti paremmin kuin aikaisemmat jäähdytysmuodot (4.)



KUVA 2. Katolle asennettu kylmäkone

2.2.3 Ilmanvaihto

Kiinteistössä on yhteensä kuusi ilmanvaihtokonetta, 12 konvektoripuhallinta, kaksi kierrätysilmakonetta ja yhdeksän huippuimuria. Lisäksi väestönsuojatiloja palvelee erillinen väestönsuojan ilmanvaihtokone.

Kiinteistön kuudesta ilmanvaihtokoneesta neljä sijaitsee A-rakennuksessa, jossa ne palvelevat tiloja käyttötarkoituksen mukaan seuraavasti:

- TK301 toimistotiloille
- TK302 keittiö-, ruokailu- ja WC-tiloille
- TK303 työ- ja sosiaalityötiloille
- TK304 sauna- ja edustustiloille.

B-rakennuksen ilmanvaihdosta huolehditaan seuraavalla kokoonpanolla:

- TK305 työ- ja varastotiloille
- TK306 autohallille.

TK305 on pääosaa rakennuksesta palveleva ilmanvaihtokone ja TK306 huolehtii vain autohallin hiilidioksidin ja pesuhallin kosteuden poistamisesta ja tarvittavan korvausilman tuottamisesta. TK306:ssa ei ole lämmityspatteria, vaan tilojen lämmitys on hoidettu koneen lämmöntalteenottokennolla ja konvektoripuhaltimien lämmityksellä.

Kiinteistön huippuimureista osa on kohdepoistoja, kuten hitsauskaasujen poisto, keittiön huuva tai takan savukaasuimuri, ja lopuilla huolehditaan teknisten tilojen, kuten hissikonehuoneen, lämmönjakohuoneen, IV-konehuoneen tai sähköpääkeskuksen ilmanvaihdosta. Korvausilma näihin tiloihin tuodaan raitisilmäsäleikköjen kautta, joissa on huippuimurin käyntiaikojen mukaan avautuva moottoripelti.

2.2.4 Käyttövesi

Käyttövesi tulee kiinteistöön normaalisti vesijohtoverkosta. Auringon paistaessa kaikki tarvittava lämmin käyttövesi pyritään tuottamaan katolle asennetuilla aurinkokeräimillä, joiden absorboima lämpö varastoidaan kuvan 3 nestevaraajaan. Nestevaraajasta lämpö siirtyy käyttöveteen varaajaan asennettujen kierukoiden kautta.



KUVA 3. Aurinkolämpöjärjestelmän nestevaraaja ja kiertopumput sekä aurinkosähköjärjestelmä

Aurinkokeräimiä on kahdeksan ja niiden pinta-ala on 11 m^2 . Asennuskulma poikkeaa noin 15° eteläsuunnasta itään ja noin 70° vaakasuunnasta, kuten kuvassa 4 on esitetty. Näin ollen niiden absorptioteho on noin 7 % pienempi ideaalista. Lisäksi katolla on sähköä tuottavia aurinkokennoja 45 m^2 (2.)



KUVA 4. Katolle asennetut aurinkokennot ja osa aurinkokeräimistä

Pesutiloista ja WC-tiloista tulevien harmaiden jätevesien lämpöenergia pyritään ottamaan talteen kaksoisvaipparakenteisella lämmönsiirtimellä käyttöveden esilämmitykseen. Kaksoisvaipparakenteen sisävaipan sisäpuolella kulkee viemäri-vesi ja sisä- ja ulkovaipan välissä esilämpiviä käyttövesi. Viemäriveden viipymisajan maksimoimiseksi lämmönsiirrin on asennettu vesilukkomuotoon. Silloin, kun auringon säteilemä lämpöenergia ei riitä kattamaan lämpimän käyttöveden kulutusta ja varaajaan varastoitu lämpö on käytetty, lämmitetään käyttövesi kaukolämmöllä (2.)

2.3 Automaatio

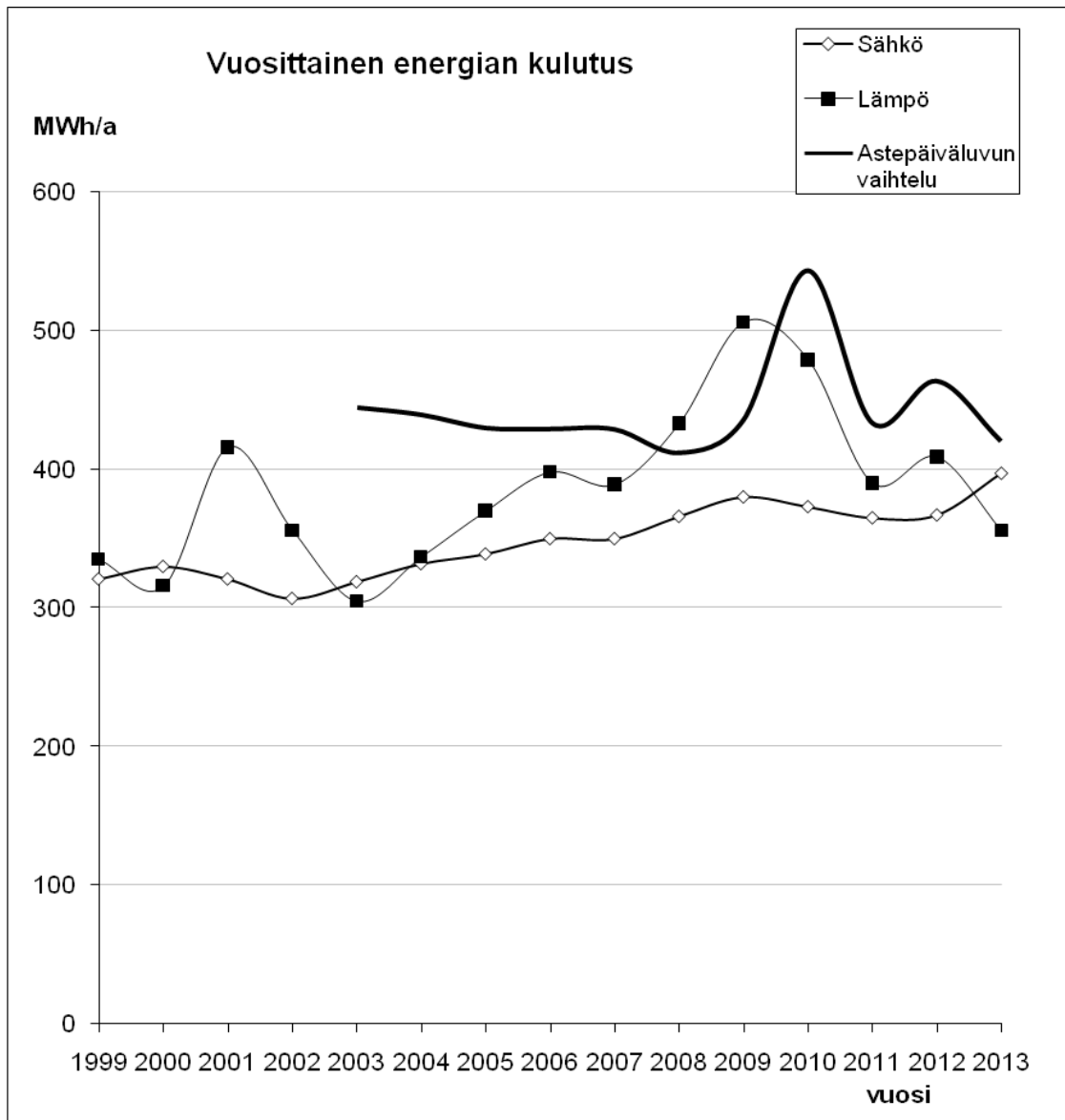
Kiinteistössä on aikansa uutuudella, LonWorks-väyläjärjestelmällä toteutettu kaikenkattava automaatiojärjestelmä. Siihen kuuluvat muun muassa läsnäolo- ja lämpötila-anturit joka toimistohuoneessa sekä hiilidioksidi- ja kosteusanturit muutamassa toimistohuoneessa. Läsnäoloanturit ohjaavat valaistusta ja ilmanvaihtoa sekä sitä kautta lämmitystä ja jäähdytystä lämpötila-antureiden antaman lämpötilatiedon mukaan. Sen lisäksi kosteusantureiden tarjoaman tiedon perusteella lasketaan kastepistelämpötila ja säädetään sen mukaan sisäänpuhalusilman ja palkkien jäähdytysveden lämpötiloja (4.)

Koska rakennusvaiheessa Lon-verkon tietämys ja osaaminen olivat vielä vajavaisia, on sittemmin jouduttu tekemään joitain muutoksia ruuhkautuneeksi osoittautuneeseen väylään. Kun samassa väylässä kulkee puhaltimien, moottoripeltien, toimilaitteiden, kellojen, valaistuksen, taajuusmuuttajien ynnä monien muiden ohjaukaskäskyt, ruuhkauttavat ne verkkoa yli sietokyvyn. Tästä on seurannut ohjaukaskäskyjen välille jäämistä, eli käskyt ovat jääneet suorittamatta. Erillisten reitittimien asennuksen ja verkon järkevöittämisen jälkeen automaatiojärjestelmästä on tullut vakaampi, mutta vieläkin on havaittavissa signaalien hetkittäistä katoamista. Rakennuksen automaatiojärjestelmän käyttö ja kunnossapito on ulkoistettu, ja samalla toimijalla on myös kiinteistön etävalvomo (4.)

2.4 Rakennuksen käyttö ja kulutus

Suunnitelmien mukaiset vuosikulutukset olivat lämmitysenergiaa 47,8 MWh ja sähköä 163,6 MWh (2). Kuvassa 5 on esitetty sähkön ja lämmön kulutus vuosi-

na 1999...2013. Sähkön kulutusta seurataan kiinteistössä tuntitasolla ja reaaliaikaisesti sekä lämmön kulutusta kuukausitasolla.



KUVA 5. Sähkön ja lämmön kulutus vuosittain

Kaaviosta 1 voidaan huomata, että suunnitteluarvoja ei ole saavutettu. Lämmitysenergiankulutus on ylittynyt jopa niissä määrin, että kahtena vuonna todellinen kulutus on ollut yli kymmenkertainen suunniteltuun 47,8 MWh:iin verrattuna. Toisaalta suunnitellulla 47,8 MWh:n vuosikulutuksella kiinteistön ominaislämmitysenergiantarve olisi 2,2 kWh/rak-m³/a, joka on työn ohjaavan opettajan sanoin likipitään mahdoton (5). Sähköenergiaa kuluu noin kaksinkertaisesti suunniteltuun 163,6 MWh:iin verraten, mikä on silti varsin vertailukelpoinen tämän koko-

ja ikäluokan toimistorakennuksissa. Kaaviossa on esitetty myös lähinnä lämmitysenergiankulutuksen referenssinä Seinäjoen evankelis-luterilaisen seurakunnan laskeman astepäiväluvun eli lämmitystarpeen vaihtelu vuodesta 2003 lähtien.

Kaaviosta voidaan huomata energiankulutuksen ja varsinkin sähkönkulutuksen selvää kasvua. Lämmitysenergiankulutus vaihtelee vuosittain lämmitystarpeen muuttuessa, eikä sen kasvuun ole olemassa varmaa selitystä. Ainakin vuodesta 2010 lähtien se on ollut hyvin verrannollinen astepäivälukuun. Osaltaan lisääntyneeseen sähköenergian käyttöön vaikuttaa lisääntynyt laitesähkön osuus, mutta varsinkin vuonna 2013 käyttöön otetun jäähdytyskoneen vaikutus on selvästi havaittavissa sähkönkulutuksen kasvuna.

Matalaenergiarakennus

Vuonna 1999 matalaenergiarakentamiselle ei ollut sinällään numeerisia tai eksakteja tavoitteita, vaan pyrittiin ensisijaisesti vähentämään käytettyä energiaa. Nykyään matalaenergiarakennus voidaan määritellä normaaliin eli Suomen rakentamismääräyskokoelman minimiarvoja käyttäen suunniteltuun rakennukseen verrattuna alle puolet energiasta käyttävänä rakennuksena (6). VTT Rakennustekniikka on antanut tyypillisten vuonna 1995 rakennettujen uudistoimistorakennusten ominaiskulutuksiksi lämmitysenergiaa 25 kWh/rak-m³/a ja laitesähköä 24 kWh/rak-m³/a (7). Tämän rakennuksen ominaiskulutukset vuosien 2000...2013 keskiarvoina ovat lämmitysenergiaa 18,1 kWh/rak-m³/a ja sähköenergiaa 16,2 kWh/rak-m³/a, joten primäärienergiankulutus on selvästi VTT:n vuonna 1995 rakennettuja tyypillisiä toimistorakennuksia pienempi.

Seinäjoen Energia Oy:n kaukolämpöasiakkaana olevien toimistorakennusten keskiarvoinen kulutus on 32,67 kWh/m³/a. Vuoden 2013 ominaiskulutus tutkimuskohteessa oli 16,5 kWh/m³/a. Tämän suuruisiin lukemiin ylsi samana vuonna Seinäjoelta vain kaksi muuta toimistorakennusta, jotka on rakennettu vuosina 2009 ja 2011, ja niiden vastaavat ominaislämmitysenergiankulutukset ovat 18,8 kWh/m³/a ja 19,6 kWh/m³/a. Tutkimuskohteen ikäisistä toimistorakennuksista lähimmät ominaiskulutukset vuonna 2013 olivat 29,1 kWh/m³/a ja 37,5

kWh/m³/a, joten lämmitysenergiankulutus on huomattavasti aikakausilaisiaan pienempi (8.)

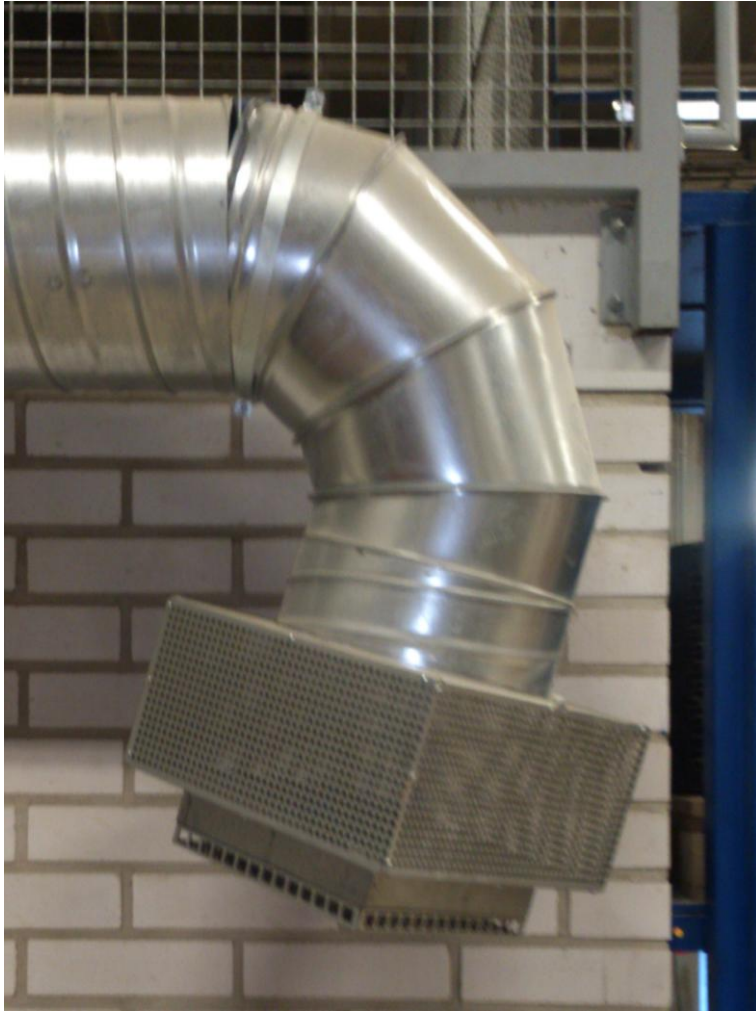
2.5 Toimivuus ja viat

Rakennuksen LVI-järjestelmissä havaittiin tämän työn aloittamisen jälkeen melko paljon asennusvirheitä tai asennusvaiheen piittaamattomuuden vuoksi virheellisesti toimivia järjestelmän osia. Pahimpina esimerkkeinä mainittakoon erään pumpun väärä pyörimissuunta, IMS-säätimien väärät asetusarvot, IV-koneiden väärin asetellut paineentuotot ja lukuisat muut pienemmät virheet.

Suurin osa toimintaan liittyvistä vioista oli automaatiojärjestelmässä tai rikkoutu-neissa säätimissä. Tällaisia vikoja olivat muun muassa lukuisat anturiviat, venttiilien toimilaitteiden toimintahäiriöt ja taajuusmuuttajien häiriöt.

Kaikista kriittisimpiä olivat automaatiojärjestelmässä havaitut vakavat järjestelmien toimivuutta ja turvallista käyttöä heikentävät virheet. Esimerkkinä mainittakoon B-rakennuksen ilmanvaihtokoneiden ohjauksien ristiinkytkennät, missä TK305:n raitisilmasäleikkö ei avautunut eikä poistoilmapuhallin käynnistynyt sen tuloilmapuhaltimen käynnin mukaan, vaan TK306:n tuloilmapuhaltimen käynnin mukaan. Lähes jokaisessa ilmanvaihtokoneessa oli vikaa puhaltimien sekä raitis- ja jäteilmapeltien yhteentoimivuudessa, jolloin pellit jäävät auki vaikka puhallin sammuu. Useissa tapauksissa myös toinen puhaltimista jää päälle toisen sammuessa. Liitteessä 2 on huoltoraporteista koostetut huoltomiehen havainnoimat viat, jotka ovat suurimmilta osin samoja havaintoja laajemmassa mittakaavassa.

Jonkin verran, joskin vähemmissä määrin, oli havaittavissa ainoastaan kunnossapidon puutteesta johtuneita lieveilmiöitä. Kuvissa 6, 7, 8 ja 9 on esitetty näitä tapauksia, jotka työn ohjaava opettaja luonnehti olevan ”aika normaali tilanne monessa kohteessa” (9). Kuvassa 6 on esitetty B-rakennuksen eräs poistoilmapäätelaite, jonka kannakointi on riittämätön. Päätelaitteen paino on irrottanut sitä edeltävän käyrän kanavasta.



KUVA 6. Riittämätön kannakointi

Auto- ja pesuhallien ilmanvaihdosta vastaavan TK306:n tulo- ja poistopuhaltimien hihnat olivat täysin rispaantuneita ja useasta kohtaa lähes katkenneet, kuten nähdään kuvasta 7.



KUVA 7. Rispaantunut ja lähes katkennut TK306:n puhaltimen hihna

TK306:n tulo- ja poistoilman suodattimet olivat paikoittain revenneet, ja poistoilmansuodatin oli tummunut todennäköisesti autojen pakokaasuista. Kuvasta 8 voidaan havaita poistoilmansuodattimen kunto.



KUVA 8. TK306:n rikkiäinen ja likainen suodatin

Kuvasta 9 voidaan todeta, että myöskään TK305:n suodattimia ei ole vaihdettu ainakaan suositusten mukaisesti puolivuositain. Ilmanvaihtokone palvelee hyvin pölyisiä tiloja ja käy vuoronkauden ympäri. Automaation suodatinvahti ei antanut hälytystä suodattimen lähes täydellisestä tukkeutumisesta huolimatta.



KUVA 9. TK305:n hyvin likainen suodatin

3 KUNNOSSAPITO

Taloteknisestä kunnossapidosta on olemassa vain vähän kirjallisuutta, joten tässä työssä on paljon käytetty teollisuuden kunnossapitoon syventyviä lähteitä. Opetushallituksen verkkomateriaalissa on kuitenkin mainittu kunnossapitoon kuuluvaksi erilaisten toimintojen perusedellytysten, kuten sähkön, veden, ilman tai lämmityksen saatavuuden varmistaminen seurannalla ja ennakkoinnilla (10.)

Kunnossapitoyhdistyksen mukaan kunnossapito on käyttöomaisuuden tuottokyvyn ylläpitämistä, säätämistä ja säilyttämistä. Yritys on hankkinut koneet tekemään jotakin haluttua tehtävää, jonka tekemistä kunnossapidolla pyritään varmistamaan. Toisaalta kunnossapito on erilaisten asioiden pitämistä toimintakuntoisina siten, että ne toimivat luotettavasti, esiintyvät viat korjataan sekä ympäristö ja turvallisuusriskit hallitaan (11.)

Kunnossapitoyhdistyksen materiaalissa kerrotaan, SFS-EN 13306 -standardin mukaisen kunnossapidon koostuvan kaikista kohteen elinajan aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon (11.)

KiinteistöRYL, eli kiinteistöpalveluiden yleiset laatuvaatimukset, määrittelee LVI-järjestelmien sisältävän hoidon ja kunnossapidon. Hoidolla tarkoitetaan toiminnan tarkkailua ja käyttöä sekä huoltoa, jolla estetään ennakkoon järjestelmien ja laitteistojen vikaantumisen. Kunnossapidolla palautetaan vikaantuneiden järjestelmien ja laitteistojen toimintakunto. Tätä luokittelua ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa käytetä, vaan keskitytään vakiintuneisiin Kunnossapitoyhdistyksen määrittelemiin SFS-EN 13306 -standardin mukaisiin kunnossapidon määrittelyihin (12.)

3.1 Kunnossapitolajit

Jokapäiväisessä kunnossapitotoiminnassa on Kunnossapitoyhdistyksen mukaan viisi pääalajia:

1. huolto
2. ehkäisevä kunnossapito
3. korjaava kunnossapito
4. parantava kunnossapito
5. vikojen ja vikaantumisen selvittäminen (11.)

3.1.1 Huolto ja ehkäisevä kunnossapito

Huoltoa ja ehkäisevää kunnossapitoa tutkiskellaan tämän työn tasolla yhdessä nimikkeellä ennakoiva kunnossapito, koska talotekniikan kunnossapito on hyvin harvoin – jos silloinkaan – samalla tasolla kuin teollisuuden kunnossapito, jossa nämä kaksi ovat eriytettyinä.

Kunnossapitoyhdistyksen materiaali määrittelee huollon pitävän yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palauttavan heikentyneen toimintakyvyn ennen vian syntymistä tai estävän vaurion syntymisen. Ehkäisevän kunnossapidon määrittelyllään vähentävän vikaantumisen todennäköisyyttä tai kohteen toimintakyvyn heikkenemistä. Kumpikin on säännöllistä ja määrävälein toteutettavaa. Niiden tehtävien myös kerrotaan olevan osittain päällekkäisiä (11.)

Huolto sisältää muun muassa puhdistusta, voitelua, huoltamista, kalibrointia ja kuluvien osien vaihtamista ja ehkäisevä kunnossapito taas muun muassa tarkastamista, kunnonvalvontaa, testaamista ja toimintakunnon toteamista (11.)

Talotekniikassa tällaisia toimia ovat esimerkiksi suodattimien vaihdot, roskasih-tien puhdistukset, moottorien hihnojen tarkastukset, säädöt ja vaihdot sekä moottoriventtiilien karojen rasvaukset.

3.1.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon keinoin vikaantuvaksi todettu kohde palautetaan käyttökuntoon eli korjataan. Eri tyyppisiä ovat suunnittelematon häiriökorjaus tai suunniteltu kunnostus. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyvät muun muassa vian määrittäminen ja paikallistaminen, korjaus (myös väliaikainen) sekä toimintakunnon palauttaminen (11.)

3.1.3 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, jotka ovat seuraavat:

1. kohdetta muutetaan käyttämällä uudempia osia tai komponentteja
2. kohteen luotettavuuden parantaminen erilaisilla uudelleensuunnitteluilla ja korjauksilla
3. kohteen suorituskykyä muuttavat modernisaatiot (11.)

Talotekniikan saralla korjaavaa kunnossapitoa ovat ensimmäisessä pääryhmässä esimerkiksi vanhan pumpun tai puhaltimen moottorin vaihtaminen uuteen taajuusmuuttajalla varustettuun moottoriin. Hihnakäyttöisten puhaltimien moottorien vaihtaminen suoravetoisiin on esimerkki toisen pääryhmän mukaisesta korjauksesta, jossa kohteen luotettavuus paranee. Nämä kaksi yhdessä olisivat kolmannen pääryhmän mukainen modernisaatio.

3.1.4 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Kunnossapitoyhdistyksen mukaan vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ei toiseltaiseksi ole mielletty kunnossapitoon kuuluviksi toiminnoiksi, mutta asiantuntijoiden mielestä vikahistorioiden ja riskianalyyysien käyttö muodostuvat erääksi tärkeimmistä kunnossapitoa ohjaavista voimista. Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä selvitetään vian perussyyn sekä vikaantumisprosessi. Tulosten perusteella voidaan suorittaa toimenpiteitä, joilla estetään vastaavan vahingon uusiutuminen. Keskeisimpiä menetelmiä ovat seuraavat:

- vika-analyysi
- vikaantumisen selvittäminen ja simulointi
- mallintaminen
- perussyyn selvittäminen
- materiaali- ja suunnittelun analyysit
- vikaantumispotentiaalin kartoitukset ja riskienhallinta (11.)

3.2 Lait, ohjeet ja määräykset

Pelastuslaki määrää seuraavat varusteet ja laitteet pidettävän toimintakunnossa sekä huollettavan ja tarkastettavan asianmukaisesti:

- sammutus-, pelastus- ja torjuntakalusto
- sammutus- ja pelastustyötä helpottavat laitteet
- palonilmais-, hälytys- ja muut onnettomuuden vaaraa ilmaisevat laitteet
- poistumisreittien opasteet ja valaistus
- väestönsuojan varusteet ja laitteet.

Näiden lisäksi on huolehdittava, että tulisijat ja hormit on nuohottu lain vaatimalla tavalla sekä ilmanvaihtokanavat ja -laitteet on huollettu ja puhdistettu siten, ettei niistä aiheudu tulipalon vaaraa (13.)

Sisäasiainministeriön asetuksessa väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja niiden laitteiden kunnossapidosta määrätään toimintakunnan varmistamiseksi tarkastus- ja huoltoväliksi 10 vuotta. Tarkastuksesta tulee laatia tarkastuspöytäkirja (14.)

Sisäministeriö on asettanut ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisen ammattimaisissa ruuanvalmistuspaikoissa suoritettavan kerran vuodessa. Vuosittain on myös puhdistettava ilmanvaihtokanavat ja laitteistot, jotka ovat sellaisessa tilassa, missä kanaviin kerääntyy herkästi paloa levittäviä aineita, tai missä teollisesti valmistetaan tai käytetään palavia nesteitä. Käytännössä tällaisia tiloja kiinteistössä ovat metallipaja ja öljyvarasto. Puhdistuksen yhteydessä tarkastetaan kanavien tiiveys painekokein sekä palorajottimien toiminta ja puhdistuksesta laaditaan pöytäkirja (15.)

Sisäilmastoyhdistys esittää ilmanvaihtokanavistot tarkistettavaksi likaisuuden varalta viiden vuoden välein. Mikäli pölykertymä on raja-arvoa suurempi, tässä tapauksessa 2 g/m^2 , kanavisto on puhdistettava (16.)

Valtioneuvoston asetus otsonikerrosta heikentäviä aineita ja eräitä fluorattuja kasvihuonekaasuja sisältävien laitteiden huollosta määrää vähintään kolme mutta alle 30 kilogrammaa näitä aineita sisältävät laitteet tarkastettavaksi vuo-

sittain. Näin ollen jäädytyskoneikko on tarkastettava kerran vuodessa vuotojen varalta keväthuollon yhteydessä (17.)

3.3 Laitevalmistajien suositamat kunnossapidot

Laitevalmistajat määrittävät tuotteidensa huolto-ohjeissa kunnossapitotoimet, joita seuraamalla tuotteet pysyisivät käyttökunnossa koko elinkaarensa ajan. Huolto-ohjeista myös saadaan huoltohenkilöstölle vaivatta työohjeet eri kohteille. Tutkimuksen kohdekiinteistön kaikkien koneiden ja laitteiden huolto-ohjeet olivat esimerkillisesti LVI-suunnittelijan kokoonpanemassa luovutuskansiossaan. Harmillisesti kansiota ei ollut montakaan kertaa avattu sen luovutuksen jälkeen, mikä on merkillisen usein lähes käytäntönä monissa kohteissa.

3.4 Tämän työn rajaus

KiinteistöRYL määrittelee LVI-järjestelmien kunnossapidon käsittävän lämmön- tuotannon, vesi- ja viemärijärjestelmät, ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät, kylmätekniset järjestelmät, paineilma- ja kaasujärjestelmät, höyryjärjestelmät, palontorjuntajärjestelmät sekä muut LVI-järjestelmät, kuten varavoimakoneen apujärjestelmät, erilliset poistokoneet, savunpoisto, keskussiivous, putkiposti ja uima-allaslaitteet. Näistä pois rajattiin paineilma- ja palontorjuntajärjestelmät sekä uima-allaslaitteet ja savunpoisto. Näiden lisäksi kiinteistöRYL määrittelee järjestelmiä, joita tässä kohteessa ei ole, kuten kaasu-, höyry- ja varavoimakoneen apujärjestelmät sekä keskussiivous ja putkiposti. Nämä luonnollisesti rajattiin myös tämän tutkimuksen ulkopuolelle (12.)

Automaatiojärjestelmän toimitus ja kunnossapito on, kuten jo aiemmin mainittu, ulkopuolisella toimijalla, eikä sen yhdistämistä vuosi- huoltosopimukseen nähty mielekkäänä vaihtoehtona. Kiinteistön paineilmajärjestelmän kunnossapidon hoitaa yhtiön oma ”talonmies”, jonka tehtäviin kuuluu muun muassa pienet sähkötyöt ja muut pienet kunnossapitotoimet. Kiinteistössä on myös varaus paloilmoin-
laitteistolle, jonka asennuksesta ja kunnossapidosta oli jo tehty kilpailutus ennen työn aloittamista. Tästä syystä se jätettiin tarkoituksella työn ulkopuolelle.

4 KUNNOSSAPIDON VAIHTOEHDOT

Työtä aloitettaessa tuli miettiä kunnossapidon laajuus ja sen suoritustapa. Mahdollisiksi vaihtoehtoiksi rajautuivat kokonaan kunnossapidon heitteillejätto, tarpeenmukainen kunnossapito, joka vastaisi koko kiinteistön korjaavaa kunnossapitoa, tai ennakoiva ja parantava kunnossapito, josta vastaisi talonmies, erikseen kunnossapitotoimet tilaava huoltopäällikkö tai ulkopuolinen urakoitsija sopimuksen mukaan.

4.1 Ei kunnossapitoa

Kunnossapidon tekemättä jättäminen on eräs tapa hoitaa kunnossapitoa. Vaihtoehtoista se on kustannuksiltaan ylivoimaisesti halvin, koska edes vikaantuneeseen laitetta ei korjattaisi tai uusittaisi. Tästä kuitenkin seuraa väistämättä käyttöiän romahdus, laitteiden ja kokonaisten järjestelmien toimimattomuutta sekä hyvin todennäköisesti energian hukkaamista ja siitä johtuen sen kulutuksen lisääntymistä. Näistä seuraa elinkaarikustannusten lisääntyminen eksponentiaalisesti (18.)

4.2 Tarpeenmukainen kunnossapito

Tarpeenmukaisessa kunnossapidossa koko kiinteistön kaikki järjestelmät olisivat korjaavan kunnossapidon piirissä. Tästä seuraisi vuosittain vaihtelevat kunnossapitokustannukset ja luonnollisesti laitteiden käyttöiän lyheneminen. Kyseinen ratkaisu olisi kohtuullisen hyvin toimiva, kun mikään järjestelmän osa ei ole tuottavuuden tai toiminnallisuuden kannalta elintärkeä, vaan kaikki vaikuttavat tuottavuuteen vain välillisesti viihtyvyyden kautta. Tässä vaihtoehdossa tarvittaisiin talonmiestä, huoltopäällikköä tai ulkopuolista urakoitsijaa töiden teettäjäksi tai tekijäksi. Vaihtoehto suljettiin tämän työn suunnitteluvaiheessa pois, koska vastaavanlainen käytäntö oli käytössä ennen työn aloittamista eikä se sopinut yhtiön tai tämän työn tavoitteisiin (18.)

4.3 Ennakoiva ja parantava kunnossapito

Ennakoivaa ja parantavaa kunnossapitoa suosiva kunnossapitokäytäntö oli eräs työn sivutavoitteista. Tässä vaihtoehdossa järjestelmien kriittisiä komponentteja ja laitteita pyrittäisiin pitämään mahdollisimman hyvässä kunnossa ja mahdollisuuksien mukaan jopa parantelemaan. Kunnossapitotoimien tekijäksi tai teettäjäksi ajateltiin talonmiestä tai huoltopäällikköä, tai kunnossapito hoidettaisiin vuosihuoltosopimuksella tai kunnossapitosopimuksella (18.)

4.3.1 Talonmies

Talonmies eli kiinteistövastaava huolehtii koko kiinteistön kaikesta kunnossapidosta lumenluonnista polttimoiden vaihtoon ja vuotavasta hanasta IV-koneen suodattimiin. Kyseessä olevan kiinteistön monimutkaisten järjestelmien vuoksi talonmiehellä tulisi olla kuitenkin laaja koulutus ja vankka tietotaito. Koska sopivaa henkilöä ei ollut, päätettiin vaihtoehdosta luopua (18.)

4.3.2 Huoltopäällikkö

Toinen läpikäyty vaihtoehto oli henkilö, joka tarkkailisi ja testailisi järjestelmien ja laitteiston toimintaa ja vian tai huoltotarpeen havaitessaan tilaisi joko ulkopuolisen urakoitsijan tai muun henkilön tekemään vaadittua kunnossapitotyötä. Vaihtoehdolla on hyvät ja huonot puolensa; siinä missä tällä yhdellä henkilöllä olisi syvä ymmärrys järjestelmistä ja niiden toiminnasta sekä hän pystyisi käyttämään tehokkaasti ennakoivaa ja parantavaa kunnossapitoa hyväkseen, tulisi hänen osaamisensa ja ammattitaitonsa kalliiksi. Henkilön tulisi mieluiten olla vankka ammattilainen, koulutukseltaan insinööri tai tekniikko ja hänellä tulisi olla kokemusta sekä kunnossapidosta että projektinhallinnasta. Tämänkaltaiset ammattilaiset ovat kallista työvoimaa, ja koska kunnossapitotyöt tekisi aina joku muu taho, kustannukset olisivat kannattamattomat (18.)

4.3.3 Vuosihuoltosopimus

Vuosihuoltosopimus kattaa nimensä mukaisesti vuosittain tehtävät huollot joko kerralla tai jaotellen useampaan kokonaisuuteen joko kiinteällä vuosihinnalla tai tuntitöinä. Usein vuosihuollot tehdään kahdessa osassa: keväällä ennen jääh-

dytyskautta ja syksyllä ennen lämmityskautta. Huollossa tehdään yleensä yleisimmät kunnossapitotyöt, kuten suodattimien vaihdot, hihnojen kiristykset ja osien puhdistukset. Samalla tarkkaillaan järjestelmän muita osia kuluneisuuden ja vikaantumisen varalta. Mikäli vikoja tai kulumia havaitaan, tehdään niiden korjaukset lisätöinä kiinteän hinnoittelun sopimuksessa. Tämä vaihtoehto koettiin mielekkäimmäksi ja yhtiön tarpeisiin sopivimmaksi ratkaisuksi (18.)

4.3.4 Kunnossapitosopimus

Kunnossapitosopimus kattaa kaiken kunnossapidon ovien saranoista ilmanvaihtokoneisiin ja sokkelista alkusammutuskalustoon. Kunnossapitoratkaisuja tarjoavat yritykset käyvät esimerkiksi päivittäin, viikoittain ja kuukausittain läpi ennalta määritellyt kohteet tarkastaen niiden toiminnan ja tarvittaessa huoltavat tai määrittävät huoltotarpeen. Tämänkaltaiseen kunnossapitojärjestelmään voi tilaaja itse määritellä laajuuden ja kunnossapitotaksot vapaasti. Näin kattava kunnossapitojärjestelmä on kallis, mutta kaiken kattavaa kunnossapitojärjestelmää hakevalle asiakkaalle helpoin ratkaisu. Jos kaikki kunnossapitotyöt ulkoistetaan, jää asiakkaan vastuulle käytännössä ainoastaan maksaa tilatusta työstä. Vaihtoehto koettiin tässä kohteessa turhaksi (18.)

5 VUOSIHUOLTOSOPIMUS

Vuosihuoltosopimus kilpailutettiin kolmella eri toimijalla: Are Oy, Lemminkäinen Talotekniikka Oy ja Caverion Oy. Kilpailutusta ei nähty tarpeelliseksi teettää useammassa huoltopalveluita tarjoavissa yrityksissä, vaan Seinäjoen alueelta valittiin kolme isointa ja oletetusti luotettavinta toimijaa.

5.1 Tavoitteet

Tavoitteena vuosihuoltosopimukselle oli saada tehokas, helppo ja luotettava huolto-ohjelma, joka sisältäisi tärkeimpien huoltokohteiden osin ennakoivan ja osin parantavan kunnossapidon, vähäpätöisempien kohteiden ennakoivan kunnossapidon ja kaikista vähäpätöisimpien kohteiden korjaavan kunnossapidon. Huolto suoritettaisiin kahdessa osassa, keväällä ennen jäähdytyskauden alkua ja syksyllä ennen lämmityskauden alkua (18.)

Tärkeimmiksi huoltokohteiksi luokiteltiin IV-koneet ja niiden LTO-kennojen moottorit, kiertoilmakojeet, jäähdytyskone sekä pumput. Nämä siitä syystä, että suurin osa LVI-järjestelmien sähkökulutuksesta keskittyy niihin ja näin ollen suurimmat säästöt saadaan aikaiseksi keskittämällä kunnossapito juuri näihin (18.)

Vähäpätöisempiä huoltokohteita olivat muun muassa lämmityspatterit, huipputtimet, IMS-säätimet ja muut toimilaitteet. Pelkän ennakoivan kunnossapidon piiriin valittiin siis järjestelmien toimivuuden kannalta tärkeitä laitteita, jotka kuitenkin toimintavarmuutensa ansiosta eivät kaipaa yhtä intensiivistä kunnossapitoa kuin edellinen ryhmä (18.)

Kaikista vähäpätöisimpiä kohteita kunnossapidon mittareilla ovat vesi- ja viemärintilalaitteet, lämmönsiirtimet, radiaattorit ynnä muut vähäisen kunnossapitotarpeen omaavat laitteet ja järjestelmien osat (18).

5.2 Toimijat ja niiden erot

Kaikki kolme toimijaa olivat aktiivisia ja halukkaita tarjoamaan vuosihuoltoa. Sopimuksien sisällössä ja hinnoissa oli todella suuret erot. Kallein vuosihuolto-

tarjous oli lähes nelinkertainen halvimpaan verrattuna. Halvimman sisältö oli pelkästään IV-koneiden vuosihuolto, kun taas kalleimmassa oli kattavasti kaikkien järjestelmien kunnossapidot. Kolmas tarjous oli näiden kahden puolivälistä ja myös huollon laajuus oli noin puolet kalleimmasta.

Samaan tarjouspyyntöön sisällytettiin myös ajankohtaiseksi tullut IV-kanaviston nuohous, josta kaikki kolme myös jättivät tarjouksen. Koska puhdistettavaa kanavapituutta on noin kaksi kilometriä ja kokojen mediaani on 250 mm, on puhdistuksella ja säädöllä merkittävä hinta. Puhdistuksen tarjoukset eivät noudattaneet samaa linjaa nekään, vaan halvin huoltosopimustoimija oli tässä tapauksessa kallein ja kallein huoltosopimus tarjosi halvimman puhdistuksen noin puolella hinnalla kalleimmasta.

Päätettiin käyttää yhtä toimijaa sekä vuosihuoltoon että IV-kanaviston puhdistukseen ja säätöön. Se, että sama toimija tekee alusta loppuun kaikki työt, koettiin ehdottoman tärkeäksi. Voittava tarjoaja valittiin lopulta käyttäjälähtöisyyden, tarjouksen selkeyden, esimerkillisesti huomioitujen lisätöiden, helppouden sekä luotettavuuden vuoksi ja näin kokonaiskustannuksiltaan edullisin tarjous hyväksyttiin. Vaikka voittaneen tarjouksen vuosihuollon hinta oli kovin, vuosihuoltojen hintaerot IV-kanaviston puhdistuksen ja säädön hintaeroihin verrattuna olivat häviävän pieniä. Tästä syystä IV-kanaviston puhdistuksen ja säädön hinta nousi määräävämmäksi tekijäksi.

5.3 Sopimuksen toteutus käytännössä

Valittu toimija aloitti työt kartoittamalla laitteet ja selvittämällä niiden mahdolliset viat osin tutkimuksen tekijän avustamana. Varsinaiset työt aloitettiin tekemällä pienet korjaukset ja nopeimmat huollot. Tämän jälkeen aloitettiin vikojen syiden selvittäminen ja kunnossapidon pitkän tähtäimen suunnittelu luotettavuuden parantamiseksi ja sitä kautta vikojen minimoimiseksi. Tässä toimii apuna Rakenustiedon käyttöikälaskin, joka on muokattu siten, että se sisältää ainoastaan talotekniikan osuuden (liite 3.) (20.)

Syksyn 2013 puolivuotishuoltojen suorittamisen jälkeen yhtiö päätti muuntaa kiinteän kustannuksen vuosihuoltosopimuksen tuntiperusteisena suoritettavaan

huoltoon. Näin siksi, että lisätöiden määrä oli huomattava. Nähtiin järkevämmäksi hoitaa koko vuosihoolto tuntiperusteisena, jolloin lisätyöt hoidetaan samoilla kustannusperusteilla kuin varsinainen sovittu huoltotyö ja turhaksi koetut kunnossapitotoimet on helppoa jättää sopimuksen ulkopuolelle tai harvemmin tehtäväksi (4.)

6 YHTEENVETO

Työn päätarkoituksena oli kehittää tilaajan kiinteistön LVI-järjestelmien mahdollisimman toimiva ja resursseja kuluttamaton kunnossapitojärjestelmä. Yhtiö solmi ulkopuolisen urakoitsijan kanssa vuosihuoltosopimuksen, jonka tulokset esitetään raportein ja pöytäkirjoin. Vuosihuoltosopimuksen suorittaja on tehnyt työnsä hyvin, joskin tutkimuksen tekijän mielestä kovin verkkaisesti. Tämä saattaa johtua tutkimuksen tekijän ja kohdekiinteistön pitkästä välimatkasta, jolloin itse työtä ei näe, ainoastaan siitä tulleet tulokset, jotka nekin viiveellä. Erillinen automaatiotoimittaja sen sijaan on laiminlyönyt automaatiojärjestelmän kunnossapidon, mikä on harmillista, kun ottaa huomioon, kuinka vankasti LVI-järjestelmien toimivuus riippuu automaatiosta.

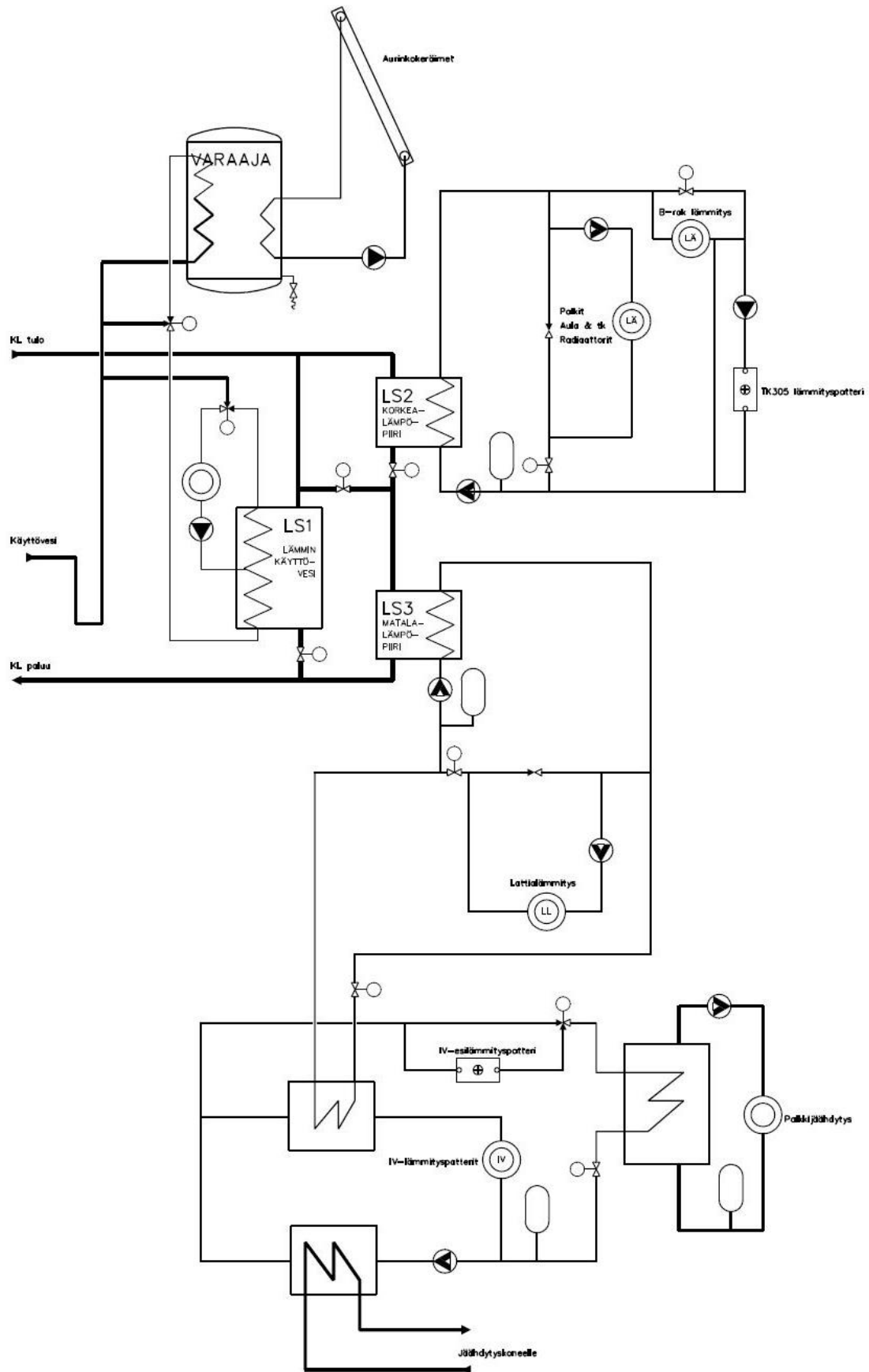
Mikäli kiinteistön LVI-järjestelmien kunnossapitoa olisi jo aiemmin kehitetty parempaan suuntaan, on hyvin todennäköistä, ettei työssä esitetty vikoja olisi koskaan esiintynyt ainakaan tässä laajuudessa. Nykyään järjestelmät kuitenkin toimivat lähes kuten on suunniteltu. Automaatiojärjestelmän puutteet ja viat karzimalla päätavoite saavutetaan todennäköisesti vähintäänkin tyydyttävästi.

Tulevaisuus tuo pitemmän aikavälin tulokset työn toissijaisista tavoitteista, energiansäästöstä ja paremmasta sisäilmastosta. Usko on kuitenkin vahva, että energiansäästöön päästään määrätietoisella kunnossapidolla ja järjestelmien optimoinnilla. Keväällä 2014 on määrä tehdä IV-kanaviston puhdistus ja säätö sekä samalla optimoida IV-koneiden paineentuotot. Näillä toimenpiteillä voidaan parantaa huoneilmaa sekä saavuttaa merkittäviä säästöjä energiankulutuksessa.

LÄHTEET

1. Sisäilmastoluokitus 2000. 2001. Sisäilmastoyhdistys. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/LVI8171.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 10.3.2014
2. Tyni, Raimo 2000. Matalaenergiatoimistotalon suunnittelu – case: Energia Oy:n toimitalo – prosessin lokikirja. Seinäjoki: julkaisematon.
3. IV:n jälkikäsitteily ja jäähdytys. KytKentäkaavio. 1997 Laatiija Insinööritoi-
misto Olof Granlund Oy. Tilaaja Seinäjoen Energia Oy.
4. Palomäki, Pasi 2013. Kaukolämpötekniikka, Seinäjoen Energia Oy, läm-
pöyksikkö. Keskustelut lokakuun 2013 – maaliskuun 2014 aikana.
5. Mäkelä, Veli-Matti 2014. Osastonjohtaja, Oulun ammattikorkeakoulu. Ta-
paaminen 25.2.2014. Oulu.
6. Matalaenergiatalon määritelmä. 2006. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo/matalaenergiatalon_maaritelmiä. Hakupäivä 4.3.2014
7. Häkkinen, Tarja – Saari, Mikko – Vares, Sirje – Vesikari, Erkki & Leino-
nen, Jarkko 1999. Ekotehokkaan rakennuksen suunnittelu. Helsinki: Ra-
kennustieto Oy.
8. Seinäjoen Energia Oy 2014. Lämmön vuositilasto 1.1.2013 - 31.12.2013.
Sisäinen lähde.
9. Mäkelä, Veli-Matti 2014. RE: Opparitapaamisen materiaali. Sähköposti-
viesti. Vastaanottaja: Tommi Vainionpää. 27.2.2014.
10. Opetushallitus 2013. Kunnossapito – menestystekijä. Saatavissa: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html. Hakupäivä 18.12.2013

11. Järviö, Jorma – Parantainen, Timo – Piispa, Taina – Åström, Thomas
2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Helsinki, KP-Media Oy
12. KiintestöRYL 2009. 2009. Rakennustieto Oy. Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/kiinteistoryl/fi/kiinteistoryl.html.stx> (vaatii
käyttäjälisenssin). Hakupäivä 10.3.2014
13. L 29.4.2011/379. Pelastuslaki.
14. 10.5.2011/506. Sisäministeriön asetus väestönsuojan teknisistä vaatimuksesta ja väestönsuojien laitteiden kunnossapidosta.
15. 13.9.2001/802. Sisäasiainministeriön asetus ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta .
16. Sisäilmastoluokitus 2008. 2008. Sisäilmastoyhdistys. Saatavissa:
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/103571.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 10.3.2014.
17. 18.6.2009/452. Valtioneuvoston asetus otsonikerrosta heikentäviä aineita ja eräitä fluorattuja kasvihuonekaasuja sisältävien laitteiden huollosta.
18. Palomäki, Pasi – Mursula, Mikko. 2013. Palaveri 22.10.2013. Seinäjoki.
19. Huoltoraportit. 2014. Seinäjoen Energia Oy. Sisäinen lähde.
20. Käyttöikälaskin kiinteistön rakennusosille ja talotekniikalle. 2014. Rakennustieto. Saatavissa:
https://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/fi/index/sivut/artikkelit/P_12.html.stx (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 27.2.2014.



TK301:

- TF seis turvakytkimestä, PF jää pyörimään ja tulopellistö ei sulkeudu.
- Kylmä patterien kondenssivesiviemärin vesilukko väärin päin (vuotaa ha-
jut läpi).
- Kanavien nuohoustarve kyllä

TK302:

- Pysäytettäessä TF, PF pysähtyy ja poistopelti sulkeutuu, mutta tulopelti
jää auki.
- Pysäytettäessä PF, TF jää päälle ja molemmat pellit jää auki.
- Kylmä patterien kondenssivesiviemärin vesilukko väärin päin (vuotaa ha-
jut läpi).
- Kanavien nuohoustarve kyllä

TK303:

- TF seis, PF jää pyörimään ja pellit ei liiku.
- LTO-kennon tiivisteet kuluneet, tapahtuu ohivirtausta.
- Kanavien nuohoustarve kyllä

TK304:

- TF seis, PF jää pyörimään ja pellistöt jää auki.
- Kanavien nuohoustarve kyllä

TK305:

- jäätymissuoja pysäyttää vain PF ja pellistöt sulkeutuu, TF jää päälle.
- Ei tule hälytystä jäätymissuojan toimimisesta.
- PF taajuus näyttää koko ajan -1 Hz
- Lämmityspatterista puuttuu ilmakello.
- Kanavien nuohoustarve kyllä

TK306:

- Kiilahihnat koko ja kunto poikki

- LTO toiminta ja hyötysuhde ei, talteenotto rikki
- Kanavien nuohoustarve kyllä








322 KSK 01: (aulan kiertoilmakone)

- koneen pysähtyminen ei automatiikassa.
- Lämpötila näyttö ei reagoi lämpötilan muutoksiin, anturi kyllä ok.

Ilmanvaihto/Lämmönjako:

- Lämmityspiirin kiertovesipumppu pyörii väärinpäin korjattu
- Jäähdytyspiirissä ilmaa (ei ollut ilmakelloja lainkaan) Lisätty 8 kpl
- Täyttöastiat vajaita glykoliliuoksesta Lisätty
- Paisunta-astioiden esipaineet liian alhaiset Korjattu
- Huone 256 lämmitys/jäähd. palkit kohisee
 - palkeille ei ole ikinä asennettukaan toimilaitteita, jäähdytys ja lämmitys molemmat täysillä yhtä aikaa päällä. Työn alla
- Huone 224 kylmä.
 - Huone säädin rikki ja sulku venttiilit käännetty kiinni, venttiilit avattu, huone lämpenee, mutta ei pysty säätämään selvitettävä
- Huone 125 (atk perällä) kylmä. Korjattu
 - huoneen säädin ohitettu ottamalla jäähdytys liuos suoraan runko linjasta (aina täysillä). Jäähdytys suljettu venttiilistä, nyt lämmin, mutta kesällä ei jäähdytystä.
Vaatii putki muutoksen, että jäähdytys säädettävissä
- Aurinkokeräinten glykolilaatu selvitettävä onko oikea. Työn alla
- IV-konehuoneen kondenssivesiviemäreiden hajulukot väärinpäin Korjattu
- IV koneiden lukitukset ei toimi (ohjelma vika) Työn alla
- Kiinteistöautomaatiikassa huonelämpötilojen näyttö eroaa todellisesta lämpötilasta n. 3-4 astetta (vaikuttaako automatiikan tekemiin säätöihin ?)

- Iv tulokanavan esilämmityspatteri 70 % tukossa, imuroitu, mutta vaatii pesun keväällä. Korjattu
- Autohallin iv koneen talteenotto rikki Työn alla
- Osa huoneista ei saavuta ikinä pyydettyä lämpötilaa selvitettävä
- Valvomohuone aina liian kuuma selvitettävä

Värikoodit	Toimenpiteet	Vuosi	2014		
- hyvä 	- hyvä: ei toimenpiteitä	Tänään on	28.2.14 11:50		
- välttävä 	- välttävä: uusiminen PTS:ään	Rakennusvuosi	1999		
- huono 	- huono: uusiminen ajan- kohtaista				
PERUSTIEDOT					
Kiinteistö	Seinäjoen Energia Oy:n toimitalo, "Energiaatalo"				
Osoite	Varastotie 5, 60100 Seinäjoki				
Laatija	Tommi Vainionpää				
Päivämäärä	28. helmikuuta 2014				
Laite tai järjestelmä	Asen- nus- vuosi	Arvi- oitu käyt- töikä v	Jäljellä olevat käyttö- vuodet v	Kunto	Huomau- tuksia
TALOTEKNIikka					
Lämmitysjärjestelmät					
Levylämmönsiirtimet	1999	20	5		
Kupariputkilämmönsiirtimet	1999	20	5		
Kupariputket sisätiloissa (ei kosketuksessa betoniin)	1999	50	35		
Kupariputket sisätiloissa (kosketuksessa betoniin)	1999	40	25		
Muoviputket	1999	50	35		
Komposiittiputket	1999	50	35		
Pumput	1999	20	5		
Linjasäätöventtiilit	1999	30	15		
Linjasulkuventtiilit	1999	30	15		
Patteriventtiilit	1999	20	5		
Moottoriventtiilin runko	1999	20	5		

Moottoriventtiilin toimilaite	1999	15	0		
Putkistovarusteet (lämpömittarit, lianerottimet jne.)	1999	20	5		
Ilmalämmityskoneet	1999	25	10		
Vesi- ja viemärijärjestelmät					
Pumput	1999	25	10		
Linjasäätöventtiilit	1999	30	15		
Sulkuventtiilit	1999	30	15		
Moottoriventtiilit, runko	1999	20	5		
Moottoriventtiilit, toimilaite	1999	15	0		
Asuntokohtaiset vesimittarit	1999	20	5		
Kupariputket	1999	45	30		
Galvanoidut teräsputket	1999	50	35		
Muoviputket	1999	50	35		
Pienpuhdistamot	1999	50	35		
Sadevesikaivot, muoviset	1999	50	35		
Jätevesiviemärit, betoniputket	1999	25	10		
Jätevesiviemärit, valurauta	1999	50	35		
Jätevesiviemärit, muovi	1999	40	25		
Sekoittajat, kaksioite	1999	25	10		
Sekoittajat, yksiote	1999	20	5		
Sekoittajat, termostaatti	1999	15	0		
Lattiakaivot	1999	50	35		
WC-laitteet	1999	50	35		
Ilmanvaihtojärjestelmä					
Puhaltimet (huippuimurit)	1999	25	10		
Ilmastoinnin lämmityspatterit	1999	25	10		
Lämmöntalteenottolaitteet	1999	25	10		
Muut järjestelmät ja laitteet					
Kylmäkompressorit	2013	20	19		