

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Automaatioteknologian koulutusohjelma

**Pentti Uusitalo**

**Teknisten laitteiden paikantaminen logistiikkakiinteistössä**

Opinnäytetyö 12.2.2010  
Insinööri (ylempi AMK) -tutkinto

Ohjaaja: aluepäällikkö Jukka Backlund

Ohjaava opettaja: lehtori Jari Olli

Tekijä	Pentti Uusitalo
Otsikko	Teknisten laitteiden paikantaminen logistiikkakiinteistössä
Sivumäärä	67 sivua
Aika	12.2.2010
Koulutusohjelma	automaatioteknologia
Tutkinto	insinööri (ylempi AMK)
Ohjaaja	aluepäällikkö Jukka Backlund
Ohjaava opettaja	lehtori Jari Olli
<p>Taloteknisten laitteiden paikantaminen suurissa kiinteistöissä on usein vaikeaa. Nykyiseen kiinteistöautomaatiojärjestelmään integroitu huoltokirja ja siinä olevat laitetiedot ovat puutteellisia ja suurilta osin päivittämättömiä. Epäselvät sijaintitiedot vaikeuttavat kunnossapidon työskentelyä, joka näkyy laitevikojen korjaamiseen käytetyn kokonaisajan kasvuna. Puutteelliset sijaintitiedot vaikuttavat välillisesti myös tuotannon toimintaan, joka on riippuvainen koneiden jatkuvasta toiminnasta sekä niiden häiriöttömästä käytöstä.</p> <p>Opinnäytetyön tavoite oli kehittää kunnossapitoa tukeva uusi ratkaisu kiinteistön taloteknisten laitteiden paikantamiseen. Kehitysprojektin tuloksena syntyvän mallinnuksen oli integroiduttava nykyisen huoltokirjan sekä kiinteistövalvomo-ohjelmiston kanssa.</p> <p>Työn käsittely aloitettiin kartoittamalla kunnossapitoon käytettyjen kokonaiskustannusten jakaumaa. Kustannusten rajauksella voitiin osoittaa ne kunnossapidon toimenpiteet, joihin huoltoliike pystyi tehokkaimmin vaikuttamaan. Työn edetessä päädyttiin kehittämään nykyiseen valvontajärjestelmään liitettyä paikantamisjärjestelmää informatiivisemmaksi ja käyttäjäystävällisemmäksi. Lopuksi tehtiin päätelmiä ohjelman soveltamisesta muihin vastaavanlaisiin kiinteistöihin.</p> <p>Tutkimustyön aikana tuli esille keskittämättömiä, eri palveluntuottajille kuuluvia tehtäviä ja toimintamalleja, jotka uudelleen organisoituina tuottaisivat lisäsäästöjä kunnossapidon kokonaiskustannuksissa.</p>	
Hakusanat	paikantaminen, kunnossapito, integrointi

Author Title	Pentti Uusitalo Positioning of technical equipments in the logistics building
Number of Pages Date	67 12 February 2010
Degree Programme	Automation Technology
Degree	Master of Engineering
Instructor Supervisor	Jukka Backlund, Regional Manager Jari Olli, Lecturer
<p>Positioning technical equipments in large buildings is often difficult due to various reasons. First, the current service book which has been integrated in the building automation system is largely out of date and contains incomplete information about devices. Second, unclear position information complicates maintenance work, which increases the total repair time. Unclear position information also affects indirectly the production activities which are required for continued and uninterrupted production.</p> <p>The objective of this thesis project was to develop a new solution which helps to position the current maintenance equipment. A demo was generated and integrated to the existing service book and software.</p> <p>The project began by breaking down the total cost of maintenance. This made it possible to identify the core areas where maintenance companies have the most influence. As the project progressed, it was decided to develop the positioning system integrated in the existing automation system further to make it more user friendly and informative. In the end, conclusion were drawn on adopting the new software in buildings with similar needs.</p> <p>Over the course of the project, various service providers, operating models and tasks were identified. Reorganising the operating models and the tasks would decrease the total maintenance expenditure.</p>	
Keywords	positioning, maintenance, integration

## Sisällys

### Tiivistelmä

### Abstract

### Lyhenteet ja käsitteet

<b>1 Johdanto.....</b>	<b>8</b>
1.1 Kesko-konserni .....	8
1.2 Tausta .....	8
1.3 Aiheen rajaus.....	9
1.4 Metodiikka .....	11
1.5 Tavoitteet.....	12
1.5.1 Valvontajärjestelmän kehittäminen.....	12
1.5.2 Kunnossapidon kustannustehokkuus .....	12
1.5.3 Järjestelmänhallinta ja päivitettävyys .....	13
1.6 Työn rakenne.....	13
<b>2 KV2:n talotekniset järjestelmät.....</b>	<b>14</b>
2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmä.....	14
2.2 Sähkönjakelu .....	17
2.3 Savunpoistojärjestelmä .....	18
2.4 Turvavalaistus .....	19
2.5 Paloilmoittimet.....	20
2.6 Palonsammutusjärjestelmät.....	20
2.7 Ilmanvaihtojärjestelmät.....	22
2.8 Kylmäjärjestelmät .....	23
2.9 Lämmitysjärjestelmät.....	25
<b>3 KV2:n kunnossapitolajit.....</b>	<b>27</b>
3.1 Kunnossapidon tavoitteet.....	27
3.2 Kunnossapidon toimintatavat.....	27
3.2.1 Ehkäisevä kunnossapito .....	28
3.2.2 Korjaava kunnossapito .....	28
3.2.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM) .....	32
3.3 Kunnossapidon ydintehtävät ja palveluiden ulkoistaminen .....	32

<b>4 Työn tietolähteet.....</b>	<b>34</b>
4.1 Kunnossapitohenkilökunta.....	34
4.2 Kiinteistön ylläpito.....	34
4.3 Valvontajärjestelmä.....	35
4.4 Huoltokirja .....	35
4.5 Konsultit.....	36
<b>5 Tehty työ .....</b>	<b>37</b>
5.1 Esitystavan valinta .....	37
5.2 Integrointi järjestelmiin.....	38
<b>6 Projektilla saavutetut tulokset ja niiden arviointi .....</b>	<b>42</b>
6.1 Palvelupyynnöiden kustannusvaikutus .....	42
6.2 Investoinnin takaisinmaksulaskelma.....	43
6.3 Toimintamallin ylläpito.....	45
6.4 Vaikutukset kunnossapidolle ja kiinteistön vartioinnille .....	46
6.5 Uusien työntekijöiden perehdyttäminen .....	48
<b>7 Jatkokehitysmahdollisuudet .....</b>	<b>49</b>
7.1 Käyttöliittymä .....	49
7.2 Kehityskohteet .....	49
<b>8 Yhteenveto .....</b>	<b>50</b>
<b>Lähteet.....</b>	<b>52</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>54</b>
Liite 1: Järjestelmäkaavio .....	54
Liite 2: Sähköjärjestelmät .....	55
Liite 3: Savunpoistojärjestelmä.....	56
Liite 4: Palonsammutuslaitteet.....	57
Liite 5: Ilmanvaihdon koontikuva.....	58
Liite 6: Ammoniakkijäähdytysjärjestelmä .....	59
Liite 7: E-osan lämmitysverkko .....	60
Liite 8: Hohto-huoltokirjan aloitussivu.....	61
Liite 9: Tampuuri-huoltokirjan hakemistorakenne .....	62
Liite 10: Keskusvarasto 2:n kattokerros.....	63

Liite 11: Malliluonnos ilmanvaihtojärjestelmien esitystavasta.....	64
Liite 12: Ilmanvaihtojärjestelmien paikantamiskaavio .....	65
Liite 13: Alakeskuksien paikantamiskaavio.....	66
Liite 14: Paikantamiskaavioiden linkitysesimerkki .....	67

## Lyhenteet ja käsitteet

EBI	Enterprise Buildings Integrator. Rakennusautomaatio-ohjelmisto
Liitäntäkortti	Valvomo-ohjelmiston ja kenttäväylän rajapinnan yhdistäjä
Alakeskus	Prosessinohjauslaitteiden sijoituspaikka
Rengasverkko	Sähkönjakeluverkon rakenne
UPS	Uninterruptible Power Supply. Katkeamaton virransyöttö
Inergen IG-541	Palonsammutukseen käytettävän kaasuseoksen tuotemerkki
Sprinkleri	Palonsammutusjärjestelmä
R407	Jäähdytyksessä käytettävän kylmäaineen tuotemerkki
Freezium	Kylmäliuos välilliseen jäähdytykseen
RCM	Reliability Centered Maintenance
LVI	Lämmitys-, vesi- ja ilmastointijärjestelmä
PTS	Pitkän tähtäimen suunnitelma
Hohto	Keskon aikaisemmin käyttämä sähköinen huoltokirja
Tampuuri	Keskon käytössä oleva sähköinen huoltokirja
Linkitys	Eri kuvien yhdistäminen toisiinsa pikakuvakkeiden avulla
IO	Automaatiojärjestelmän liityntäpiste
Integrointi	Sovellusten yhteenliittäminen
Demonstraatio	Ohjelmasovelluksen malliluonnos

# 1 Johdanto

## 1.1 Kesko-konserni

Kesko Oyj on kaupan alan johtavia suomalaisia palveluyrityksiä ja on Helsingin pörssiin listattu yhtiö. Toiminta-ajatuksenaan Keskolla on tuoda kauppajensa kautta elämisen laatua kuluttajien jokaiseen päivään. Keskon ketjutoimintaan kuuluu noin 2 000 kauppaa Pohjoismaissa, Baltiassa, Venäjällä ja Valko-Venäjällä. [1.]

Ruokakesko Oy:n tytäryhtiön Keslog Oy:n toimintaan kuuluvat ulkomaankuljetuksien, huollinnan, hankintakuljetuksien, varastoinnin, terminaalitoiminnan ja jakelukuljetuksien järjestäminen kaikille Kesko Oyj:n toimialayhtiöille.

Keslog Oy:n varastotuotanto vastaa kaikkien Ruokakeskon asiakkaiden tavaroiden käsittelystä Vantaan keskusvarasto 2:ssa.

## 1.2 Tausta

Keskusvarasto 2:ssa on satoja taloteknisiin järjestelmiin kuuluvia laitteistoja sekä yksittäisiä kojeita, joiden sijaintia ei ole systemaattisesti koottu mihinkään tiettyyn kunnossapidon järjestelmään eikä arkistoon. Kunnollisen paikantamisjärjestelmän puuttuessa laitteiston sijaintitieto perustuu muistinvaraun, ja henkilökunnan vaihtuessa tämä tieto menetetään. Kunnollisten paikantamiskaavioiden puuttumisella on erityisen suuri merkitys kiinteistön päivystäjälle, mutta niiden vaikutusta myöskään päivittäiselle kunnossapidolle ja kustannusvaikutuksille ei voida unohtaa.

Osa keskusvarasto 2:n talotekniikkaan liittyvien järjestelmien luovutusdokumenteista on arkistoitu kiinteistön kellarikerroksessa olevaan valvomoon. Luovutusmateriaalia löytyy myös Keslogin kiinteistöpäälliköltä sekä Keskon pääkonttorin arkistosta Katajanokalta. Piirustukset ja laite-esitteet ovat pääsääntöisesti paperimuodossa arkistoituja, mutta osa niistä on saatavissa myös sähköisessä muodossa.



Rakennusautomaation valvontaohjelmistoon on integroitu vanha huoltokirja, jonka tietokantaan kiinteistössä olevien laitteiden sijoituskaaviot ovat pääosin ohjelmoitu. Vuosien kuluessa tehdyt mittavat rakenteelliset muutokset ja laajennukset ovat kuitenkin jääneet huoltokirjaan päivittämättä, joten sitä ei voida pitää enää täysin luotettavana.

Kiinteistöjen tehokkaalle ja luotettavalle kunnossapidolle haasteita ovat perinteisesti aiheuttaneet kiinteistön ylläpito-, tuotanto- ja kunnossapito-organisaatioiden keskinäisten vastuiden jako sekä toimialueiden määrittely. Edellä mainituista vastuuttamatta jättämisistä aiheutuu tilanteita, jotka johtavat laitteiston osittaiseen tai koko järjestelmän huoltamatta jäämiseen.

Kunnossapitoyksikön laadukkaalle toiminnalle on tärkeää, että eri organisaatioiden vastuualueet on aukottomasti määritelty. Näin voidaan välttää tilanteet, joissa jää epäselväksi, kenen toiminta-alueeseen kyseiset huolto- ja kunnossapitotoiminnot kuuluvat.

Kunnossapitotoiminnan tehostamiseksi ja laadukkaamman toiminnan varmistamiseksi on tärkeää löytää uusia menetelmiä, jotka tarvittaessa ovat helposti sovellettavissa myös muiden vastaavanlaisten logistiikka- tai toimistorakennuksien kunnossapidon kehittämiseksi.

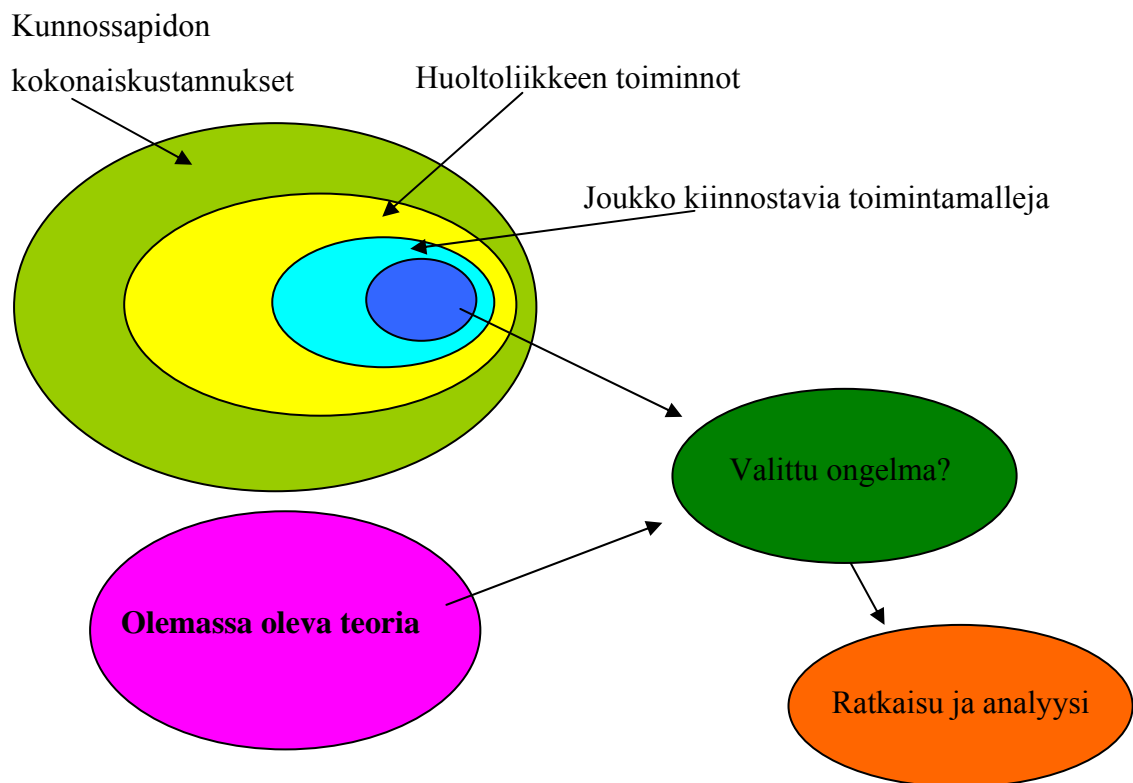
### **1.3 Aiheen rajaus**

Kunnossapidon alati kohoavat kustannukset aiheuttavat jatkuvaa päänvaivaa liiketoiminnassa. Koska aihe on tutkinnallisesti laaja ja monitahoinen, on työn onnistumisen kannalta tärkeää rajata kohdeongelma selkeällä ja tarkoituksenmukaisella tavalla, ks. kuva 1.

Jo ongelman kartoitusvaiheessa todettiin, että vakituinen kunnossapitohenkilökunta voi vaikuttaa vain tiettyyn osaan kunnossapidon kokonaiskustannuksista. Kunnossapidon kulurakenteen selvityksellä rajattiin tutkimustyön ulkopuolelle ne kunnossapidon

tehtävät, mihin huoltoliikkeen toiminnoilla ja toimintatapojen kehityksellä ei ole merkitystä.

Kunnossapidon kehitysmenetelmien tarkempi analysointi, toteutuskelpoisuuden, kustannusvaikutusten ja takaisinmaksun näkökulmasta nosti esille joukon toimintamalleja, joista tarkempaan käsittelyyn valittiin hyödyllisin.



Kuva 1. Tutkimusongelman valinta.

Tavoitteeksi asetettiin kehittää kunnossapidon toiminnallista ja tuotannollista tehokkuutta tukevaa, nykyiseen taloautomaatiojärjestelmään integroitua, puutteellista ja osin päivittämätöntä huoltokirjaa käyttäjäystävällisemmäksi ja informatiivisemmäksi.

Valintaan vaikuttivat mm.

- kehitystyön mahdollinen jatkumo
- investoinnin kannattavuus
- projektin tuotosta saatavan hyödyn monistaminen myös muiden vastaavanlaisten kohteiden kunnossapidossa.

Aluksi aihetta tarkasteltiin vain kiinteistön käyttäjän näkökulmasta, mutta työn edetessä havaittiin tuloksilla olevan merkitystä myös kiinteistön omistajalle ja ylläpidolle.

#### **1.4 Metodiikka**

Käytetty tutkimusmetodiikka noudattaa konstruktivistista lähestymistapaa, joka perustuu uuden tiedon tuottamiseen sovelluksen avulla [2, s. 245]. Perusajatuksena on ratkaista käytännönläheinen, relevantti ongelma ja liittää se osaksi aikaisempia tietoja ja kokemuksia. Vaiheet etenevät ongelman valinnasta ja rajauksesta tiedonhankinnan kautta ratkaisuun, jota analysoidaan ja jonka toimivuus ja hyödyllisyys todennetaan.

Aihealueen tutkimuksellinen ja kehittämistoiminnan nykytila kartoitettiin perehtymällä alan kirjallisuuteen, internettiin ja muihin vastaaviin tutkimuksiin.

Monipuolinen toimialakohtainen informaatio käyttökokemuksista ja parannusehdotuksista kerättiin vastaavankaltaisten kiinteistöjen kunnossapitohenkilöiltä epämuodollisilla haastatteluilla ja keskusteluilla. Suunnittelupalavereissa, joissa olivat läsnä kiinteistön edustajat, suunnittelutoimistojen henkilöstöä, arkkitehti sekä kunnossapidosta vastaavat kiinteistömanagerit, sovittiin yhteisistä toimintamalleista ja menettelytavoista sekä asetettiin joitakin laadullisia ja toiminnallisia tavoitteita. Ratkaisu ongelmaan koostettiin vaatimusten, nykytilan ja kehitystyön synteessinä. Tuloksena syntyi kunnossapidolle sopivan työkalun malli, jonka tuloksia ja vaikutusta henkilökunnalle sekä kunnossapidon taloudelle arvioitiin.

Opinnäytetyönä tuotetun, kunnossapidon toimintaa tukevan työkalun konkreettisia vaikutuksia kunnossapidon kustannuksiin on mahdotonta arvioida lyhyellä aikajänteellä. Hankkeen taloudellisia vaikutuksia voidaan suuntaa-antavasti arvioida investoinnin takaisinmaksulaskelmalla, mutta koska aikaisempaa kokemusta vastaavista hankkeista ei ole, tarkempi arviointi tehdään vasta järjestelmän vakiinnuttua kunnossapidon päivittäiseksi työkaluksi.

## **1.5 Tavoitteet**

Tämän kehittämisprojektin tavoitteena on löytää uusia ratkaisuja kiinteistön laitteiden paikantamiseen sekä kehittää kiinteistön kunnossapidon ja huollon toimintaa. Projektin tuotoksen odotetaan laskevan kiinteistön kunnossapitoon ja huoltoon käytettyjä kustannuksia erilaisten inhimillistä toimintaa ohjaavien ja tukevien vaikutusten ansiosta. Projektista valmistuvan tuotteen toivotaan myös kohottavan asiakastyytyväisyyttä sekä helpottavan kiinteistön käyttäjien että ylläpidon päivittäistä työskentelyä. Tutkimustyön tavoitteena on lisäksi tehdä päätelmiä lopputuloksena syntyneen tuotteen mahdollisista jatkokehitysmahdollisuuksista sekä uuden toimintamallin soveltumisesta myös muihin Keskon logistiikkakeskuksiin.

### **1.5.1 Valvontajärjestelmän kehittäminen**

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda demonstraatio valitusta paikantamismallista ja testata sen soveltuvuutta nykyiseen kiinteistöautomaatiojärjestelmään sekä huoltokirjaan. Sovelluksen liittäminen rakennusautomaatiojärjestelmään on toteutettavissa nykyisin käytössä olevin työkaluohjelmin. Ohjelmoiminen ei edellytä erityistaitoja, sillä käytössä oleva ohjelmisto on vapaasti ohjelmoitavissa ja sen jatkokehittäminen tulevaisuudessa muuttuvien tilanteiden asettamien edellytysten ja tarpeiden mukaiseksi on mahdollista.

### **1.5.2 Kunnossapidon kustannustehokkuus**

Kiinteistön kunnossapidon tehokkuuden maksimointi edellyttää myös näihin toimintoihin läheisesti liittyvien valvonta- ja raportointiohjelmistojen tason nostoa. Ohjelmiston tason kohotuksen myötä laskenut kunnossapidon vikojen korjaukseen käyttämä työaika voidaan kohdentaa uudelleen, esimerkiksi huolto-ohjelman mukaisten kunnossapitotehtävien suorittamiseen.

Suuresta kiinteistöstä johtuen valvontaan liitettyjen koneiden määrä on huomattava ja niihin liittyvien laitteiden vikaantumiset aiheuttavat normityöajan ulkopuolella tapahtuvia hälytyksiä. Näistä hälytyksistä aiheutuvat päivystyskäynnit muodostavat merkittäviä ylimääräisiä kustannuksia kiinteistön omistajalle. Paikantamisjärjestelmällä

ei hälytysten määrään voida suoranaisesti vaikuttaa, mutta yksittäisestä viasta aiheutuvat tuotantomenetykset alenevat vikaantuneen laitteen nopeamman paikallistamisen ansiosta, mikä näkyy myös suoraan nopeampana koneen tuotantokyvyn palautumisena.

### **1.5.3 Järjestelmänhallinta ja päivitettävyys**

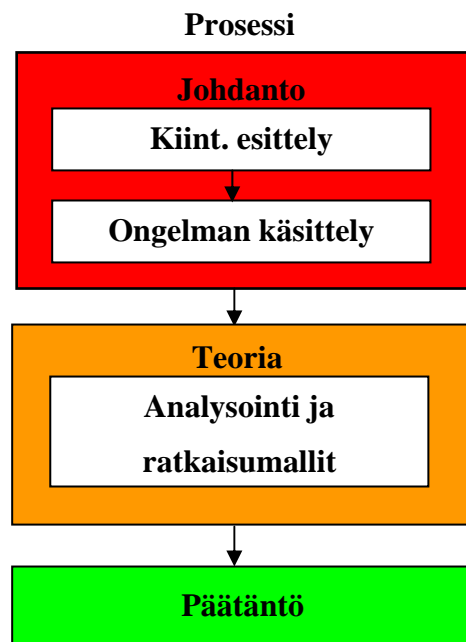
Järjestelmän ajan tasalla pitäminen edellyttää ohjelmiston säännöllistä päivittämistä. Päivitys tapahtuu määritellyn pääkäyttäjän toimesta, ts. pääkäyttäjä saa tarvittavat muutosdokumentit kiinteistöpäälliköltä tai kiinteistön kunnossapidosta ja huolloista vastaavalta managerilta. Muutoksista pidetään pöytäkirjaa, johon merkitään kaikki päivitykseen oleellisesti liittyvät toimenpiteet.

Ohjelmistoon tehdyistä muutoksista otetaan lisäksi varmuuskopio, josta laiterikon tms. sattuessa voidaan viimeisin voimassaoleva dokumentti palauttaa. Ohjelmistotalenteet luovutusdokumentteineen säilytetään keskusvarasto 2:n kiinteistövalvomossa.

## **1.6 Työn rakenne**

Tutkimustyö on jaettu osiin, joissa käsitellään sisällysluettelon mukaisessa järjestyksessä työn aiheena olevan kehitystyön vaiheita, ks. kuva 2.

Johdanto-osiossa esitellään tutkimuksen kohteena oleva kiinteistö sekä perehdytään tutkimuksen lähtökohtana olevaan ongelmaan. Johdannossa tarkastellaan tiedostettua ongelmaa myös kunnossapidon toiminnan kannalta ja arvioidaan sen poistamiseksi soveltuvia ohjelmallisia ratkaisuja.



Kuva 2. Työn rakenne.

Teoriavaiheessa asiaa käsitellään huoltoliikkeen lisäksi myös kiinteistön ylläpidon, tuotannon ja omistajatahon näkökulmista. Tässä osiossa tehdään esitys ongelman ratkaisemiseksi ja arvioidaan tutkimuksen tuloksena syntyvän tuotteen vaikutusta eri organisaatioiden toimintaan.

Päätännössä kootaan yhteen saadut tulokset ja arvioidaan työn tuloksena syntyneen ohjelman soveltuvuutta muiden vastaavanlaisten kiinteistöjen toimintaa tukevana työkaluna.

## 2 KV2:n talotekniset järjestelmät

### 2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Kiinteistön tehokas ja energiataloudellinen käyttö edellyttää ammattitaitoisen ja kiinteistön teknisten järjestelmien käytön hyvin hallitsevien henkilöiden jatkuvaa läsnäoloa, muuttuvien olosuhteiden valvontaa sekä tarvittavien korjaavien toimenpiteiden tekemistä. Kiinteistöistä vastaavan huoltomiehen riittävän laaja-alainen

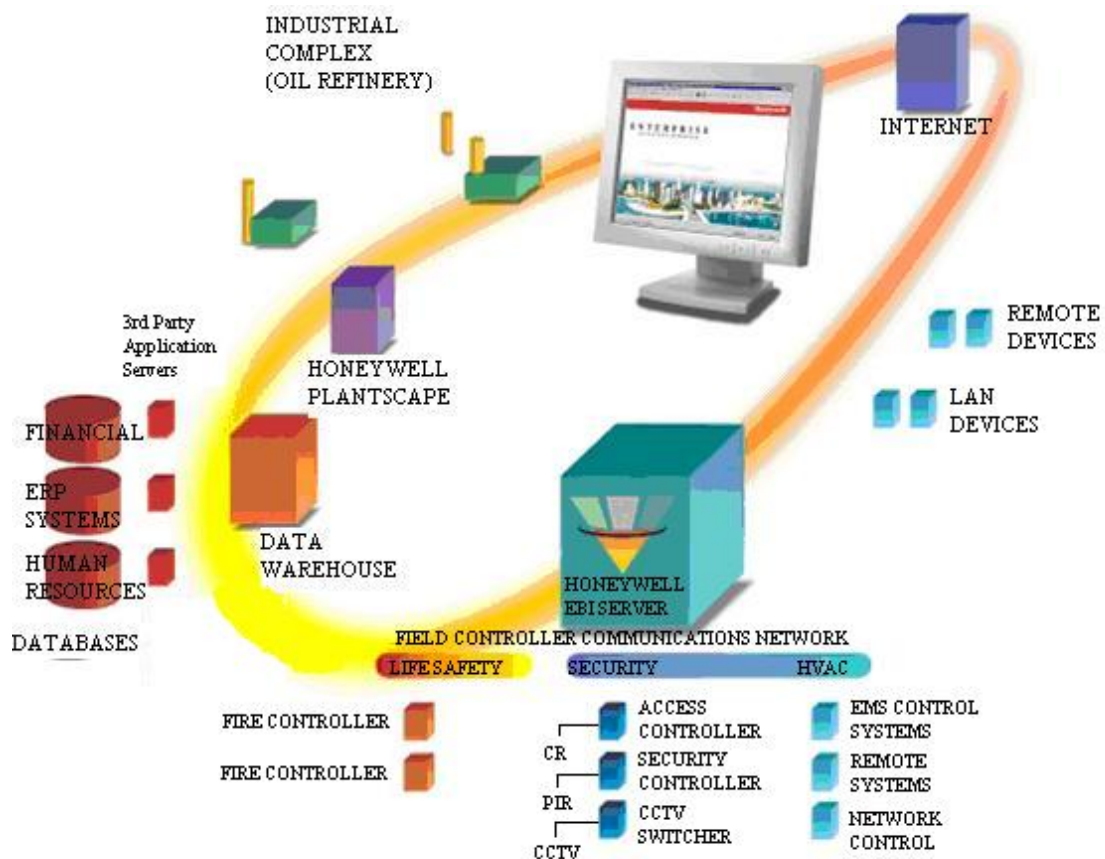
koulutus ja hyvä tekninen kokemus auttavat kustannustehokkaan ja laadukkaan palvelun tuottamista.

Nykyaikaiseen kiinteistövalvomo-ohjelmistoon sisältyvät monipuoliset raportointimahdollisuudet nopeuttavat vikojen diagnosointia sekä mahdollistavat kunnossapidon laadun pitkän aikajänteen seurannan. Tuotettavasta hyödykkeestä riippuen historiatietoa tuotteen olosuhteista voidaan kerätä jopa vuoden ajalta. Toimistorakennuksissa sekä KV2:n kaltaisissa logistiikkakeskuksissa tiedonkeruuajaksi riittää normaalisti 1–3 kk, riippuen lähinnä kiinteistön ylläpidon ja tuotannon asettamista laadunseurannallisista tavoitteista.

Kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu valvomo-ohjelmiston ympärille rakennetusta keskitetystä kiinteistövalvontajärjestelmästä, ks. kuva 3.

Valvontaohjelmisto on päivitetty vuonna 2008 kiinteistöjen eriyttämisen yhteydessä ja ominaisuuksiltaan se vastaa tämän päivän pc-tekniikan asettamia liityntä- sekä suorituskykyvaatimuksia. Valvontaan liitettyjen laitteiden hälytykset siirtyvät varmistettua tiedonsiirtomenetelmää käyttäen hälytyskeskukseen, josta hälytykset ohjataan vuorokauden ajankohdan mukaisesti joko kiinteistön yleishuollosta vastaavalle henkilölle tai työajan ulkopuolella kiinteistön päivystäjälle.

Prosesseja ohjaavat alakeskukset ovat osittain hajautettuja, ja ne sijaitsevat pääosin teknisissä laiteloissa, kuten ilmanvaihto-, lämmönjako- ja ammoniakikonehuoneissa. Alakeskukset toimivat itsenäisinä ja ovat valvomon toiminnasta riippumattomia. Valvomo-ohjelmiston ”kaatuminen” johtaa kuitenkin tilanteeseen, jossa jatkohälytykset eivät siirry hälytyskeskukseen ja kiinteistön valvonta on mahdotonta.



Kuva 3. Honeywell EBI, järjestelmän periaatekaavio [3].

Valvontajärjestelmään liittyvien ohjelmistojen ja tiedonsiirtoyhteyksien toiminta on kiinteistön valvonnan kannalta kriittistä, ja niiden vikaantumiseen on varauduttu hankkimalla valvomotietokoneeksi ns. palvelin, jossa on kahdennettu kovalevy. Kahdentamisella saavutetaan lisää käyttövarmuutta ja lyhennetään mahdollisesta laitevauriosta aiheutuvaa käyttökatkosta.

Toimintoja on pyritty varmistamaan myös varalaitteeksi hankitulla ylimääräisellä virtalähteellä. Virtalähdevikojen yleinen aiheuttaja on laitteen sisäpinnoille kerääntynyt pöly, joka estää lämmön siirtymisen virtalähteestä ulos. Virtalähdevikojen aiheuttavat myös sähköverkon ylijännitepiikit sekä tuuletinviat. Joissakin tapauksissa virtalähteen ”sammuminen” ylikuormituksen johdosta on mahdollista, mutta laitteen sisäinen suojaus estää sen vaurioitumisen. [4, s. 76.] Valitettavan usein tietokoneiden mekaaninen ja ohjelmistollinen huolto laiminlyödään. Huollon laiminlyönti johtuu tavallisesti huoltotarpeen tiedostamattomuudesta, mutta laitevaurio saattaa johtua myös



yleisestä välinpitämättömyydestä. Kriittisyydeltään tärkeät, prosesseja ja tuotantoa ohjaavat laitteet, kuten em. valvomokone, pitää liittää osaksi kunnossapito-ohjelmaa. Näin voidaan poistaa mahdollisuus, että huolto jää tekemättä inhimillisen, muistiin perustuvan toiminnan vuoksi.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä käsittää, prosessien valvontaan ja hallintaan liittyvän valvomon lisäksi prosesseja ohjaavat prosessiasemat liitântäkortteineen ja kenttälaitteineen. Kiinteistöautomaatioon liitettyjen laitteiden fyysistä sijaintia ei ole määritelty tai paikantamista helpottava positiointi on puutteellinen, ks. liite 1. Alakeskuksiin liittyvien apulaitevikojen sekä koneiden säätöön liittyvien kenttälaittevikojen korjaus ilman riittävää kohdetuntemusta on työlästä. Puutteellinen laitteiden ja niiden vaikutusalueiden määrittely vaikeuttaa myös kiinteistön ylläpitoon liittyviä päivittäisiä toimenpiteitä. Hyvin tavallisia tehtäviä ovat normaalin työajan ulkopuolella tehtävät valo-ohjaukset ja ilmanvaihtokoneiden käyntiaikojen sekä asetusarvojen muutokset, joilla varmistetaan tuotannon toimintaedellytykset myös poikkeuksellisina aikoina. Rutiiniluontoisesti suoritettavat toimenpiteet vaativat tavallisesti ainoastaan yhden henkilön työpanoksen, mutta esimerkiksi valo-ohjausten epäluotettava yksilöiminen edellyttää usein pareittain tehtäviä ohjaustoimenpiteitä, toisen ohjatesa valoja kiinteistövalvomosta ja toisen ollessa kentällä varmistamassa ohjausten oikeellisuus.

## **2.2 Sähkönjakelu**

Keskusvarasto 2 saa sähkönsä piha-alueelle rakennetun oman keskijännitekojeiston kautta. Keskijännitekojeistoon on liitetty kolme kuluttajamuuntamoaa, jotka syöttävät pääkeskuksien ja nousukeskuksien kautta ryhmäkeskuksia ja lopuksi kulutuslaitteita. Sähkönkulutusarvio vuonna 2009 oli 15,6 GWh. Suurin osa kiinteistössä kulutetusta sähköstä kuluu tuotantokylmän tekemiseen. Tuotantokylmällä tarkoitetaan pakastetilojen, kylmähuoneiden, lähetysalueiden ja varastotilojen jäähdytyksen tarvittavan energian tuotantoa.

Kiinteistön sähkön syöttö on varmistettu erilaisten ulkopuolisten häiriöiden varalta siten, että kiinteistöjen eriyttämisen yhteydessä keskusvarasto 2:n tontille rakennettiin

oma keskijännitekojeisto, jonka kautta kiinteistön sähkön syöttö tapahtuu. Vikatilanteessa, ts. syötön katketessa, voidaan energialaitoksen kaukokäyttämänä vaihtaa kiinteistölle tulevan keskijännitesyötön suunta. Tämä rengasverkko varmistaa myös keskusvarasto 1:n sähkön syötön.

Kiinteistön sisäpuolinen sähkönsyöttö on toteutettu ns. puurakenteella, mistä johtuen keskijännitekojeistolta tulevan syöttökaapelin vaurioituminen katkaisee sähköt koko kiinteistöstä. Logistiikkakeskukseen liittyy erilaisia hankkeita, jotka toteutuessaan johtavat nykyisten muuntajien kapasiteetin riittämättömyyteen. Viimeistään tässä vaiheessa energianjakelun kriittisyys on uudelleen arvioitava.

Sähkönjakeluun liittyvät järjestelmät on esitetty samassa kaaviossa UPS-varavoimalähteiden sekä turvalokeskusten häiriöhälytysten kanssa, ks. liite 2. Kuvasta saatava informaatio on lähinnä laitteiden sisäistä toimintaa kuvaavia yllilämpötilaa ja toimintahäiriöitä osoittavia tietoja. Muuntajien sekä pää- ja nousukeskusten vaikutusalueita ei kaaviosta voida osoittaa. Kaaviosta ei myöskään selviä muuntajien eikä yleisesti sähkönjakeluun liittyvien kojeistojen sijainti eivätkä mahdollisissa poikkeustilanteissa, kuten muuntaja- tai pääkeskus vaurioissa, tehtävät tilapäiset jakeluratkaisut. Sähkökatkotilanteista aiheutuvien tuotannollisten katkosten lyhentämiseksi on energianjakeluun liittyvien kojeistojen toiminnasta ja korjaavista toimenpiteistä oltava muuntamo- ja sähköpääkeskustiloissa sekä valvomon sähkönjakelujärjestelmää kuvaavassa prosessikaaviossa selkeä ja loogisesti etenevä toimintaselostus, missä erilaiset vikatilanteet ja niiden aikana tehtävät korjaavat toimenpiteet esitetään sekä graafisin kuvin että yksityiskohtaisin toimintaselostuksin.

### **2.3 Savunpoistojärjestelmä**

Savunpoistojärjestelmän tarkoituksena on pitää poistumistiet ja reitit savuttomina tulipalotilanteessa. Savunpoistojärjestelmä käynnistetään käsin paloviranomaisen toimesta savunpoistokeskukselta. Järjestelmän käynnistys ohjaa keskuksen vaikutusalueeseen kuuluvat savunpoistopuhaltimet päälle ja avaa savunpoistoluukut sekä ikkunat. Tehokas savunpoisto on osa kiinteistön turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä, ja tämän vuoksi järjestelmän toimivuuteen kiinnitetään erityistä huomiota.

Savunpoistojärjestelmään liittyvien savunpoistokeskusten, puhaltimien ja luukkujen esitystapa automaatiojärjestelmässä ei ole johdonmukainen, ja vaikutusalueiden määrittäminen epäselvien merkintöjen vuoksi on vaikeaa.

Tämän lisäksi eri kuvissa esiintyvien, mutta samaan järjestelmään kuuluvien laitteiden keskinäisen yhteyden havainnointi paineen alla korostaa erehtymisen riskiä savunpoistoon liittyvissä laitteissa, ks. liite 3.

Pelastustoimilaki (5, 23 § 2 mom.) velvoittaa rakennuksen omistajan ja haltijan ylläpitämään ja valvomaan savunpoistojärjestelmän toimintakuntoa säännöllisesti suoritettavan kunnossapito-ohjelman mukaisesti siten, että seuraavat asiat toteutuvat:

- Laitteisto on toimintakuntoinen.
- Laitteiston laajennus-, muutos- ja korjaustoista on asianmukaiset tiedot.
- Laitteiden huoltoon ja kunnossapitoon on tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet.

Savunpoistojärjestelmille suoritetaan vuosittain koelaukaisu, jossa vähintään 20 % savunpoistolaitteista laukaistaan [5]. Tällöin kaikki savunpoistojärjestelmät tulee testattua 5 vuoden välein. Viranomaismääräysten mukaiset toimenpiteet ovat huoltoliikkeen vastuulla, samoin kuin niihin liittyvän raportoinnin sekä toteutumisen valvonta.

## 2.4 Turvavalaistus

Turvavaloakeskuksia kiinteistössä on kymmeniä. Keskusten sijoittelussa on huomioitu turvavaloakeskuksista annetut määräykset joissa mainitaan, että ”*poistumisvalaistuksen tarkoituksena on varmistaa, että valaistus on käytettävissä viipymättä, automaattisesti ja sopivaksi ajaksi määritellyllä alueella, kun normaali tehonsyöttö normaalille valaistukselle joutuu epäkuuntoon*” [6, SFS-EN 50172, kohta 4.1].

Standardissa annettujen ehtojen toteutuminen edellyttää, että käytännössä kaikissa kiinteistön valo-ohjauksia sisältävissä ryhmäkeskuksissa on akkuvarmennettu turvavalaistus. Turvavalaistuksella varmistetaan, että ihmiset tarpeen tullen löytävät

valaistun reitin poistumisteille esimerkiksi sähkökatkon sattuessa tai tulipalotilanteessa, jolloin on mahdollista, että normaalivalaistus ei toimi.

Turvavalokeskuksista ei ole kiinteistöautomaatiossa omaa järjestelmäkaaviota, ja niiden sijainti on osoitettu ainoastaan kiinteistöosan perusteella, mikä on käsitteenä erittäin laaja ja keskusten löytäminen näillä perusteilla on aikaa vievää. Turvavalokeskusten toimintahäiriöt ilmenevät ainoastaan keskusten tilaa valvovien pisteiden hälytyksenä.

## **2.5 Paloilmoittimet**

Paloilmoittimen tarkoitus on varoittaa ihmisiä sekä turvata omaisuutta antamalla hälytys kiinteistössä olevasta tulipalosta. Kiinteistössä on käytössä sekä savuun että lämpöön reagoivia palonilmaisimia. Riittävän aikaisessa vaiheessa tullut hälytys antaa lisäaikaa ihmisten evakuointiin sekä mahdollistaa alkusammutuksen aloittamisen palon ensivaiheessa, millä on suuri vaikutus lisävahinkojen estämisessä [7].

Paloilmoittimen alueella olevien paloryhmien sekä ryhmiin kuuluvien savunilmaisimien sijainti on selkeästi merkitty paikantamiskaavioon, joka sijaitsee paloilmoitinkeskuksen luona. Paloilmoitinjärjestelmiin liittyvien paikantamiskaavioiden ylläpito on järjestelmään muutoksia tekevän huoltoliikkeen vastuulla, ja koska ilmoittimen toiminta on kiinteistöautomaatiosta riippumatonta, paikantamiskaavioiden vienti kiinteistöautomaatiojärjestelmään on tarpeetonta.

## **2.6 Palonsammutusjärjestelmät**

Kiinteistön palonsammutukseen on varauduttu Inergen-kaasusammutusjärjestelmällä sekä vesisprinklereillä. Sammutusjärjestelmien tarkoituksena on automaattisesti tukahduttaa alkava tulipalo jo ennen varsinaisen sammutustyön aloittamista. Vesi ei kuitenkaan ole laitesalien ja palvelinkeskusten palonsammutuksessa aina paras vaihtoehto.

Tukahdutettavat kohteet, joiden palokuorma on pieni ja todennäköisin palonaiheuttaja on pienikokoinen yksittäinen laite, minkä paloa lietsova vaikutus on vähäinen, voidaan sammuttaa myös happea syrjäyttävällä kaasulla, kuten Inergenillä.

Kaasun käyttö sammutuksessa on suositeltavaa myös pienempien jälkivahinkojen vuoksi. Sprinklerisuuttimien kautta purkautuva vesi aiheuttaa elektronisia laitteita sisältävissä tiloissa laitevaurioiden lisäksi tavallisesti myös mittavia jälkikustannuksia rakenteiden kuivatuksen ja materiaalivaurioiden vuoksi.

Kaasusammutusjärjestelmän toiminta perustuu paloalueella olevan hapen syrjäyttämiseen. Inergen IG-541-kaasu on argonin (40 %), typen (52 %) ja hiilidioksidin (8 %) yhdiste [8, s. 18]. Inergeniä voidaan käyttää myös miehityissä tiloissa, sillä ilman happipitoisuuden laskiessa kaasussa oleva hiilidioksidi kiihdyttää hengitystä niin, että veri vie aivoihin riittävästi happea. IG-541 on lisäksi ympäristöystävällistä, ja siinä käytetyistä kaasuista ainoastaan hiilidioksidi luetaan kasvihuonekaasuiksi. Inergen-kaasusammutusta käytetään myös keskusvarasto 2:n konesalin palonsammutusjärjestelmänä.

Sprinklerijärjestelmän toiminta perustuu veden jäähdyttävään vaikutukseen. Vesi myös hidastaa palon etenemistä, sekä vähentää myrkyllisten kaasujen muodostumista. Sprinklerijärjestelmästä tuleva vesi jäähdyttää palossa syntyviä kaasuja, estäen niiden syttymisen lisähapen vaikutuksesta. Sprinklereitä käytetään kiinteistön tuotanto- ja varastotilojen, konehuoneiden ja yleisesti teknisten laitetilojen sekä toimistohuoneiden palonsammutukseen.

Vesisammutus, ts. sprinklerijärjestelmä, vaatii luotettavasti toimiakseen säännöllistä huoltoa ja toiminnan tarkkailua. Sprinklerihuollot on ohjelmoitu huoltokalenteriin ja tehdyistä huolloista sekä määräaikaaisista kokeista pidetään huoltopäiväkirjaa. Sprinklerilaitteiston toimintavalmiudessa havaittujen puutteiden ilmetessä tulee varuillaoloa lisätä ja varmistaa kohteen paloturvallisuuden säilyminen sekä hoitaa tarvittaessa asianomaisten valvontaelinten tiedottaminen [8, s. 71].

Kellariosan sprinkleripumppaamot on esitetty liitteessä 4. Kaaviosta on pääteltävissä pumppujen sijainti kiinteistönsisäisissä, mutta tarkempaa sijaintia, kuten huone- tai ovinumeroa, laitteille ei ole määritelty. Myöskään laitteiden positio ei suoranaisesti viittaa mihinkään kerrokseen tai sen osaan. Kriittisesti tärkeät järjestelmät on osoitettava ja yksilöitävä siten, että laitteiden löytyminen on varmaa ja erehtymisen mahdollisuus jää minimaaliseksi.

## 2.7 Ilmanvaihtojärjestelmät

Kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä sekä erillinen jäteilmän poisto. Koneet on pääsääntöisesti varustettu sekä lämmöntalteenotolla että jäähdytyksellä. Lämmöntalteenotto on merkittävä yksittäinen energiansäästökäytäjä. Poistettavasta jäteilmasta otetaan talteen huonetiloista vapautuvaa lämpöä, joka sekoitetaan huoneeseen siirrettävään tuloilmaan. Talteenotolla tuloilman lämmitystarve kaukolämmön avulla vähenee menetelmästä riippuen 50- 80 % [9].

Riittäväällä ilmanvaihdolla ja tehokkaalla tuloilman partikkelien poistolla lisätään työskentelyviihtyvyyttä. Kiinteistöjen ilmanvaihdosta annettujen asetusten [10] Rakentamismääräyskokoelma mukaan toimistohuoneen ja vastaavien tilojen tuloilman suunnitteluarvoksi on määritelty 1,5 (dm<sup>3</sup>/s)/m<sup>2</sup>. Taajama-alueella sijaitsevien toimistokiinteistöjen ja logistiikkakeskusten ilmanvaihdon suodatusvaatimukset ovat tiukemmat kuin maaseudulla ja haja-asutusalueella. Riittävän suodatuksen toteutuminen edellyttää vähintään F7 luokituksen mukaista suodatinta, jonka erotusaste on 80 % 1,0 µm hiukkasilla suodattimen käyttöiän aikana.

Ympäristöministeriö on asettanut rakennuksien sisäilmastolle ja ilmanvaihdolle vaatimuksia, joissa huonelämpötiloista kohdan 2.2.1.1 mukaisesti on ohjeistettu seuraavaa [10]:

*”Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona käytetään yleensä lämpötilaa 21 °C. Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan kesäkauden suunnitteluarvona käytetään yleensä lämpötilaa 23 °C.”*

Edellä mainituista arvoista voidaan kuitenkin poiketa, jos seuraavien ohjeiden mukaiset ehdot täyttyvät:

*”Ulkoilman lämpötilan viiden tunnin enimmäisjakson keskiarvon ollessa korkeampi kuin 20 °C voi huoneilman lämpötila ylittää tämän arvon korkeintaan 5 °C.”*

Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaan toimistotilojen lämpötila voi kesällä olla jopa 28 astetta. Käytännössä työskentely kuitenkin näin korkeassa lämpötilassa ilman taukoja on mahdotonta, ja suositeltavaa onkin pyrkiä mitoittamaan ilmanvaihdon ja jäähdytyksen teho riittäväksi myös poikkeavissa sääolosuhteissa.

Ilmanvaihtoon liittyvien laitteiden löytäminen kiinteistöstä edellyttää asentajalta hyvää kiinteistön yleistuntemusta. Koontikuvasta, ks. liite 5, ilmenevät koneiden periaatteelliset vaikutusalueet, mutta niiden fyysinen sijainti jää avoimeksi. Pääsääntöisesti ilmanvaihtoon liittyvät koneet sijaitsevat kattotasossa, porraskäytävien yläpäässä olevissa ilmanvaihtokonehuoneissa, mutta koska konehuoneiden ovista ja tilaan johtavista portaikoista puuttuvat yksilöidyt tiedot niissä olevista laitteista, laitteiden löytäminen edellyttää tilassa käyntiä ja perusteellista etsintää.

## **2.8 Kylmäjärjestelmät**

Tuotantokylmän tekemiseen liittyvät ammoniakkilaitteet ovat toiminnan kannalta kaikkein tärkein ja kriittisin osajärjestelmä. Järjestelmän häiriötön ja kustannustehokas toiminta edellyttää koneistojen säännöllistä huoltoa ja kunnonvalvontaa.

Tuotantotiloissa olevien puhallinkonvektorien säännöllisin pesuun varmistetaan lämmön tehokas siirtyminen jäähdytettävään ilmaan. Likaiset konvektorit alentavat järjestelmän kokonaishyötysuhdetta ja pahimmillaan johtavat jäähdytettyjen tilojen lämpötilojen nousun yli elintarvikkeille aseteltujen säännösten, jolloin on vaarana koko varaston tuhoutuminen ja merkittävät taloudelliset menetykset.

Elintarvikeviranomaisten vaatimuksesta tuotantoon liittyvien tilojen, kuten vastaanotto- ja lähetysalueen sekä varastotilojen lämpötiloista kerätään historiatietoa, jolla voidaan

tarpeen tullen osoittaa lämpötiloille asetettujen määräyksien täyttyminen aina 12 kk taaksepäin.

Ammoniakkilaitoksen hyötysuhde perinteisiin kylmäaineisiin kuten R407:ään verrattuna on hyvä ja luonnollisten ominaisuuksiensa vuoksi se on myös ympäristöystävällistä. Suomen kylmäyhdistys on kylmätekniikkaa käsittelevässä kirjassaan maininnut ammoniakkin ominaisuuksista seuraavaa [11, s. 123]:

Ammoniakin etuja ovat:

- Suuri höyrystymislämpö, jolloin massavirta on suuri ja putkien läpimitta jää pieneksi.
- Alhainen viskositeetti, joten painehäviöt jäävät pieniksi.
- Suuren tilavuustuoton ansiosta kompressorin koko on pieni.
- Voimakkaan ominaishajunsa vuoksi vuodot on helppo havaita.
- Edullinen hinta.
- Hyvät lämmönsiirto-ominaisuudet.
- Liuoksessa olevat pienet määrät kosteutta ja epäpuhtauksia eivät aiheuta haittaa järjestelmän toiminnalle.

Ammoniakin haittoja ovat:

- Korkea pitoisuus 2000...3000 ppm aiheuttaa hengenvaaran ja jo pienempinä määrinä silmien kirvelyä.
- Lauhduttimen korkea paine.
- Ominaisuuksiltaan aggressiivisena se kuluttaa ympäristöään.
- Vesiliukoisuus.
- Tulistuu voimakkaasti puristuksessa, pienen molekyylikokonsa ja alhaisen ominaislämpönsä vuoksi.

Toisiopiirin puhallinkonvektoreissa käytetään lämmönsiirtonesteenä freeziumia, jonka lämpötekniset ominaisuudet matalan viskositeettinsa vuoksi myös alhaisissa lämpötiloissa ovat hyvät. Ammoniakkivuotoon on teknisesti varauduttu konehuoneeseen ja sisäänkäyntien ulkopuolille asennetuilla hälytysmajakoilla sekä



hätätuuletuspainikkein. Pitoisuuden ylittäessä alemman hälytysrajan majakka ohjautuu päälle ja samalla hälytyskeskukseen lähtee ilmoitus pitoisuuden ylityksestä. Jos ilmassa olevan ammoniakkin pitoisuus jatkaa kohoamistaan saavuttaen ylemmän hälytysrajan, prosessia ohjaava logiikka käynnistää hätätuuletustoiminnon ja samalla pysäyttää koko ammoniakkilaitoksen.

Kiinteistön omassa pelastautumissuunnitelmassa on huomioitu mahdollisen ammoniakkivuodon vaikutus kiinteistön toiminnalle ja määritelty selvät toimintaohjeet sekä turvaetäisyydet vuodon suuruudesta riippuen.

Ammoniakkikompressorit ja ammoniakkiliuoksen siirtoon liittyvät pumpput, putkistot ja venttiilit sijaitsevat jäähdytyskonehuoneessa kiinteistön 2-kerroksessa sekä erillisessä kylmäkonekontissa kiinteistön päädyssä. Ammoniakkikompressorit ja niihin liittyvät laitteet on keskitetty kyseisiin konehuoneisiin ja ne ovat yleisesti hyvin tiedossa. Koska pääosa tuotantotilojen jäähdytykseen liittyvästä tekniikasta sijaitsee samoissa tiloissa kompressoreiden kanssa, ei ensiöpiirin laitteiden paikantaminen aiheuta yhtä suuria vaikeuksia kuin toisiopuolella olevien taajuusmuuttajakäyttöjen, liuosventtiilien sekä puhallinkonvektoreiden paikantaminen. Ammoniakkijäähdytykseen liittyvän automaation siirtyminen kokonaan rakenteilla olevaan järjestelmään, ks. liite 6, lisää varmuutta järjestelmän toimintaan, ja kenttälaitteiden yhtenäisen merkintätavan vuoksi myös niiden löytäminen helpottuu.

## **2.9 Lämmitysjärjestelmät**

Logistiikkakeskus on liitetty Vantaan Energian kaukolämpöverkkoon, joka syöttää lämmönjakohuoneisiin sijoitettuja lämmönvaihdinpaketteja. Kiinteistössä olevat toimistotilat sekä yleis- ja sosiaalilat lämmitetään sekä vesikiertoisilla lämmityspattereilla että ilmanvaihdon lämmitystoiminnolla.

Lämmitykseen liittyvien prosessien säätö tapahtuu keskitetyn valvontajärjestelmän ohjaamana. Säätöpiirien toteutuksessa on otettu huomioon muuttuvien ympäristöolosuhteiden asettamat muutokset energiankulutustarpeeseen.

Optimoimalla energiankulutus kutakin olosuhdetta vastaavaksi, voidaan kiinteistön kaukolämpöenergialla tuotetussa lämmityksessä saavuttaa merkittäviä säästöjä, kuitenkin tinkimättä työskentelyviihtyvyydestä. E-osan lämmönjakeluun liittyvien verkostojen prosesseja kuvaava kaavio on esitetty liitteessä 7.

Lämmönjakoon liittyvien laitteiden luotettava ja energiatehokas toiminta edellyttää laitteiden säännöllistä huoltoa ja kunnon valvontaa. Perinteinen ns. kesäsulkujen käyttö ja kiertovesipumppujen pysäyttäminen ovat varmin tapa estää lämpöenergian kulutus, silloin kun todellista lämmöntarvetta ei ole. Nykyisin luottamus automaation ja laitteiden toimintaan on kuitenkin kasvanut, mistä johtuen kesäsulkuja enää harvoin käytetään. Kesäsulut saattavat syksyn tullessa jäädä avaamatta, mikä voi johtaa lämmönjakolaitteiden jäätymisvaurioihin ja mahdollisesti myös välillisiin seuraamuksiin, kuten vesivahinkoihin, tuotevaurioihin sekä rakenteiden rikkoutumiseen. Sääolosuhteiden vaihtelu kevään ja syksyn kynnyksellä saattaa aiheuttaa lämmöntarpeeseen toistuvia muutoksia, jotka olisivat helposti automaatiolla korjattavissa, mutta manuaalisesti tehtynä tämä energiansäästön maksimointi syö kunnossapidon resursseja eikä ole tarpeenmukaista.

### **3 KV2:n kunnossapitolajit**

#### **3.1 Kunnossapidon tavoitteet**

Kokonaisvaltaisen kunnossapidon tavoitteet ovat hyvin moninaiset, joten niitä ei voida tarkastella ainoastaan palveluntuottajan näkökulmasta, joka tavallisesti odottaa toiminnalleen hyvää kannattavuutta, samalla tasapainoillen tuotannon laadun ja sopimuksen jatkuvuuden välillä. Asiakkaan odotukset ovat osittain samanlaiset, eli myös heidän tavoitteensa on sijoituksen, ts. liiketoiminnan, kannattavuus, ja nykyään se tarkoittaa usein ydinliiketoimintaan keskittymistä ja sen ulkopuolelle jäävien tukitoimintojen, kuten kunnossapidon, ulkoistamista. Toimintojen ulkoistuksen ei kuitenkaan odoteta näkyvän palvelun laadun heikentymisenä, vaan ulkoistuksen odotetaan päinvastoin tuovan toimintaan tehokkuutta ja luotettavuutta, samalla kustannusten laskiessa. Ulkoistettujen palveluiden tuottajalle em. odotukset aiheuttavat jatkuvia paineita, jotka edellyttävät toimintojen kehittämistä siten, että sekä tilaajan että palveluiden tuottajan liiketoiminnalliset sekä laadulliset tavoitteet täyttyisivät.

Koska laadukkaan ja toiminnaltaan tehokkaan kunnossapidon vaikutukset ovat merkittäviä, on keskusvarasto 2:n kunnossapidon toimintatapoja ja siihen käytettyjä resursseja syytä käydä tarkemmin läpi ja arvioida eri kunnossapidon toimenpiteiden edellyttämiä resursseja ja vaatimuksia henkilökunnan ammattitaidolle.

#### **3.2 Kunnossapidon toimintatavat**

Kunnossapitoa voidaan pitää yleisenä terminä tuotantoon liittyvien koneiden, laitteiden sekä tuotantokiinteistöjen ylläpidossa [12, s. 69]. Kunnossapitoon liittyy perinteisten kunnossapitotoimien lisäksi myös laaja-alaisempaa ajattelua. Koko käsitettä voidaankin pitää huomattavasti monipuolisempänä kuin pelkkää huoltoa, jolla tarkoitetaan konkreettista laitteiden ja koneiden vian etsintää, niiden korjausta ja halutun mukaisen toiminnan ylläpitämistä.

Kunnossapidon merkitystä tuotantotehokkuuteen ei ole aina helppoa näyttää toteen, ja monesti juuri kunnossapidosta vastaavien henkilöiden negatiivinen ajattelutapa

kunnossapitoa kohtaan heikentää muuten tehokkaasti organisoidun yksikön toiminnallista tehokkuutta, ja tätä kautta sillä on merkitystä myös laitteiden kunnan varmistamisen ja keskeytymättömän tuotannon kautta saatavaan taloudelliseen hyötyyn. Kunnossapidosta on yleisesti määritelty standardissa SFS-EN 13306 seuraavaa:

*”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeen johdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon”* [13, s. 36].

Tarkastelun kohteena olevassa kiinteistössä kunnossapitoon liittyvien toimenpiteiden voidaan pääsääntöisesti katsoa kuuluvan SFS-EN 13306:ssa määriteltyjen kunnossapidon lajien mukaisesti sekä ehkäisevään että korjaavaan kunnossapitoon.

### **3.2.1 Ehkäisevä kunnossapito**

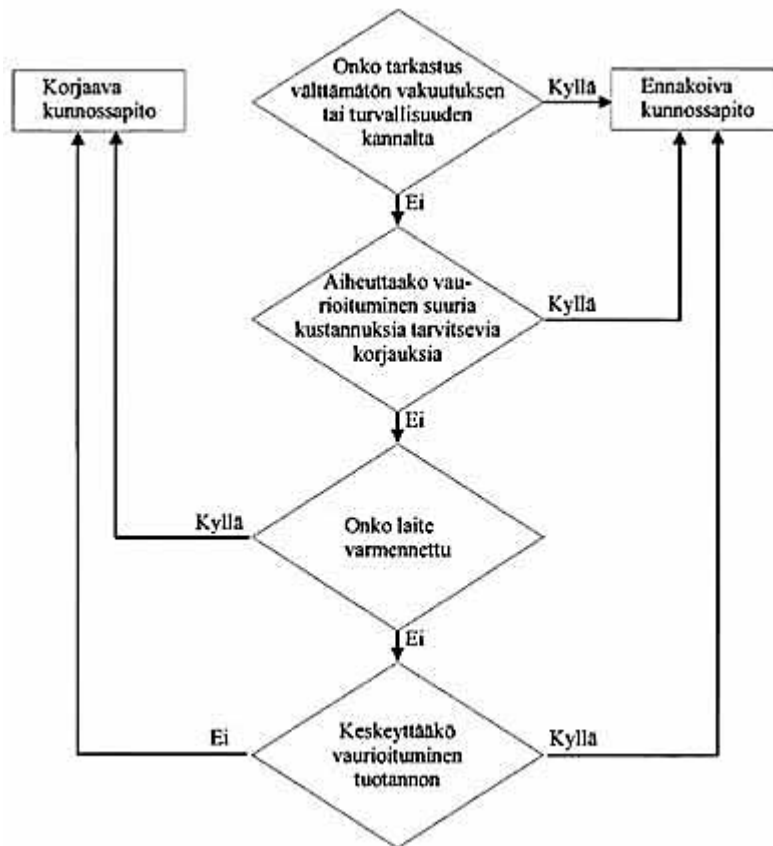
Ehkäisevän kunnossapidon tarkoituksena on estää laitteiden vikaantuminen ja tuotannon pysähtyminen, ennen kuin laitteessa ilmenee varsinaista vikaa. Ehkäisevän kunnossapidon onnistuminen edellyttää tarkkaa tietoa laitteen elinkaaresta sekä vaatii määräajoin tai reaaliaikaisesti suoritettavaa kunnanvalvontaa.

### **3.2.2 Korjaava kunnossapito**

Korjaavassa kunnossapidossa korjaus suoritetaan vasta laitteen vikaantuessa tai mennessä toimintakyvyttömäksi. Vikaantumisen syynä saattaa olla ehkäisevän kunnossapidon laiminlyönti tai laitteen elinkaaren päätyminen.

Korjaavan kunnossapidon tavoitteena on varmistaa koneiden häiriötön ja katkeamaton käyttö sekä suunnitellun mukaisen toiminnan ylläpitäminen. Korjaavan kunnossapidon heikkoutena voidaan pitää kattavan varaosavaraston ylläpitoa, joka tämän tyyppisessä kunnossapidossa on laitevian sattuessa tapahtuvan nopean korjauksen kannalta lähes

välttämätöntä. Kriittisyydestään riippuen järjestelmä saattaa lisäksi vaatia varmistuksen, jolla vikaantuneesta laitteesta johtuva tuotannon keskeytyminen voidaan estää.



Kuva 4. Kunnossapitoperiaatteen arviointikaavio [14].

Kunnossapidon toimintatapa määritellään tuotannon kriittisyyden mukaan. Luonteeltaan kriittiset prosessit ja vikaantuessaan taloudellisia menetyksiä sekä vaaraa aiheuttavat laiteviat tulee liittää ennakoivaan kunnossapito-ohjelmaan, ks. kuva 4. Kaikkia laitteita ei ole syytä liittää tähän ohjelmaan, vaan liittäminen tehdään harkinnanvaraisesti. Määrittelyssä voidaan hyödyntää kokemusta, tilastoja ja varaosasaatavuutta tai tekemällä prosessista riskianalyysi, jolla kunkin laitteen vikaantumisriski sekä vikojen aiheuttamat kustannusvaikutukset voidaan arvioida.

Kansallinen kunnossapidon standardi PSK 6201 määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

*”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson ajan” [13, s. 36].*

PSK 6201:n [13, s. 36] mukaisesti, kunnossapitoon läheisesti liittyviä käsitteitä ovat

- käyttö
- käynnissäpito
- logistiikka
- parannus
- muutos.

Usein kunnossapitoa tarkastellaan yhtenä laajana kokonaisuutena, mutta yllämainittuja kunnossapitoon liittyviä yleisiä käsitteitä ja niiden sisältöä voidaan tarkentaa seuraavasti [13, s. 36]:

Kunnossapidon käyttötoimenpiteillä varmistetaan tuotannon toteutuminen siihen tarvittavin välittömin toimenpitein, kuten laitteen toiminnan kannalta tärkeiden, päivittäisten, lähinnä käyttäjiltä edellytettyjen tehtävien suorittaminen.

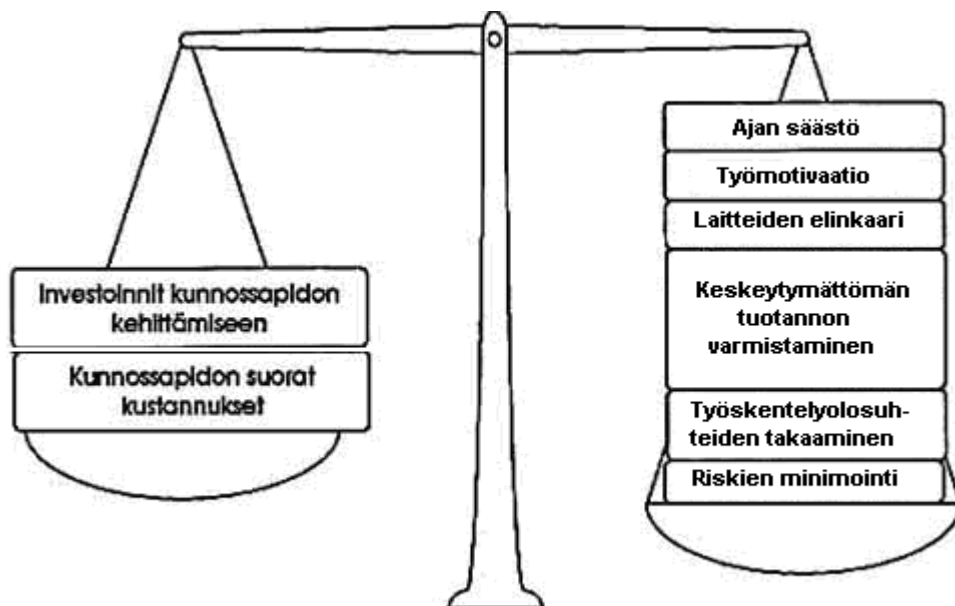
Käynnissäpitoon liittyvillä huolto- ja kunnossapitotehtävillä tarkoitetaan kunnossapidettävän laitteen ja sille määriteltyjen määräaikaishuoltojen suorittamista sekä viankorjaus tehtäviä, ja yleensäkin niitä välittömiä toimenpiteitä, jotka laite moitteettomasti toimiakseen vaatii.

Logistisilla ratkaisuilla on merkitystä lähinnä ehkäisevässä kunnossapidossa, missä tavallisesti edellytetään yksilöidysti ylläpidettyä ja hinnoiteltua varaosavarastoa. Logistiikkaan voidaan tämän lisäksi ajatella kuuluvan myös varastokirjanpito-ohjelmat sekä tarvittavat tilat ja niiden ylläpitoon liittyvät kulut.

Parantavassa kunnossapidossa pyritään laitteen luotettavuutta tai kunnossapidettävyyttä nostamaan aikaisempaa korkeammalle tasolle. Parantava kunnossapito on PSK 7501-standardin mukaan osana suunniteltua kunnossapitoa [13, s. 37].

Kunnossapidon käsitteiden kohdalla ”muutos” tarkoitetaan koneen tai laitteen sille suunnitellun alkuperäisen toiminnan tai toimintatavan muutosta. Muutoksella tarkoitetaan suurta toiminnallista, joko mekaanista tai ohjelmallista muutosta siten, että kone ei muutoksen jälkeen vastaa enää sille alun perin aseteltuja toimintatavoitteita.

Tämä kehitysprojekti on suora investointi kunnossapidon kehittämiseksi. Projektilla tavoitellaan kuvassa 5 esitetyn diagrammin mukaisien kunnossapidon suorien kustannuksien, kuten palkka-, alihankinta, ja materiaalikulujen, alentamista.



Kuva 5. Kehitysprojektin vaikutukset kunnossapidon kustannuksiin.

Kunnossapitoon käytettyyn työpanokseen voidaan vaikuttaa monin eri tavoin. Tosiasia on kuitenkin se, että kunnossapitohenkilöstön kunnossapitoon käyttämä työaika on vain osa koko kunnossapidon budjetista. Kunnossapitoon käytettyä aikaa voidaan säästää mm. seuraavin keinoin:

- huolehditaan kunnossapitohenkilöstön riittävän laaja-alaisesta ja perusteellisesta koulutuksesta sekä jatkuvasta taitojen ylläpitämisestä että kehittämisestä
- motivoidaan kunnossapidosta vastaavat henkilöt ymmärtämään kunnossapidon merkitys tuotantotehokkuudelle
- varmistetaan kunnossapitoon ja sen ohjaukseen vaikuttavien työkalujen ajan tasalla pysyminen ja tarvittaessa huolehditaan niiden päivityksistä
- kriittisten laitteiden osalta pidetään riittävää varaosavarastoa
- työmenetelmiä ja toimintatapoja arvioidaan sekä tehdään mahdollisia uudelleenjärjestelyjä.

### **3.2.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito (RCM)**

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito on menetelmä sellaisen ehkäisevän kunnossapito-ohjelman luomiseksi, joka tehokkaasti ja järkipäisesti mahdollistaa laitteistolta ja rakenteilta vaadittujen turvallisuus- ja käytettävyytystasojen saavuttamisen.

Kunnossapito-ohjelmalla pyritään parantamaan käyttötoiminnan turvallisuutta, luotettavuutta ja taloudellisuutta. [12, s. 75–78; 15, s. 16.]

Kiinteistön kunnossapitotoimenpiteiden määrittely ja aikataulutus on tehty Suomen Talokeskuksen toimesta. Kunnossapitotoimien sisältöön sekä jaksotukseen voidaan tarvittaessa tehdä muutoksia, mutta muutosten tekeminen edellyttää kiinteistön omistajan hyväksynnän. Luotettavuuskeskeiseen kunnossapitoon vaaditaan taloudellisen panostuksen ja riittävien resurssien lisäksi myös kunnossapitomyönteisten henkilöiden mukana oloa. Tehokas kunnossapito lähtee motivoituneesta ja ammattitaitoisesta henkilöstöstä, johon lasketaan myös kunnossapitoa ohjaava ja valvova työnjohto.

### **3.3 Kunnossapidon ydintehtävät ja palveluiden ulkoistaminen**

Kunnossapidon tehokkuuden kannalta on tärkeitä tunnistaa kunnossapitotehtävät ja niiden vaatimat resurssit. Tärkeitä kunnossapitotehtäviä, ydintehtäviä, voidaan jakaa



erilaisille organisatorisille tasoille, siten että kunnossapitotehtäviä jaetaan aseteltujen vaikeustasojen mukaisesti eri organisaatioille heidän resurssiensa mukaisesti [16, s. 49].

Keskusvarasto 2:n kunnossapitoon liittyvät tehtävät voidaan karkeasti jaotella neljälle eri organisatoriselle tasolle:

Resurssitasoon 1 kuuluvat kunnossapitotehtävät, jotka ovat suoraan tuotantoon vaikuttavia, päivittäin tehtäviä koneiden ja laitteiden toimintakyvyn ylläpito- ja huoltotehtäviä. Tällaisia laitteita ovat mm. varastoautomaatirobotit, kuljetinlinjat, pakkauslaitteet ja varastokirjanpitojärjestelmä.

Resurssitason 2 tehtävät, jotka ovat tasoltaan vaativampia ja joiden tekeminen edellyttää teknisesti parempia valmiuksia. Nämä toimenpiteet liittyvät kiinteistöön kuuluvien järjestelmien ja laitteiden säännöllisiin testauksiin sekä päivittäin tehtäviin pieniin korjaustoimenpiteisiin. Resurssitason 2 tehtävät kuuluvat kiinteistön kunnossapidosta vastaavalle organisaatiolle, ja näitä tehtäviä ovat esimerkiksi palonsammutusjärjestelmien kuukausikokeet ja turvavalojärjestelmien testaukset sekä kiinteistön LVI- ja sähköjärjestelmille tehtävät viankorjaukset.

Resurssitasoon 3 kuuluvat kunnossapitotehtävät, jotka liittyvät kiinteistön taloteknisten laitteiden ja koneiden säännöllisiin huoltoihin sekä niiden toimintakyvyn varmistamiseen. Tähän tasoon voidaan katsoa kuuluvan myös koneiden elinkaariajattelu sekä tulevien investointien PTS-budjointi. Resurssitason 3 tehtävistä vastaa tällä hetkellä kunnossapito-organisaation ohjaama tekninen palveluyksikkö.

Epäsäännöllisesti toistuvat tai erityisvalmisteluja vaativat tehtävät, joiden suorittaminen on edullisempaa alihankintapalvelua käyttäen. Nämä tehtävät kuuluvat resurssitasoon 4. Alihankintapalveluna teetettyä työtä saattaa olla joskus vaikea perustella, varsinkin jos yrityksen sisältä löytyy osaamista kyseisen tehtävän suorittamiseksi. Monesti kuitenkin organisaatioon kuulumattomalla alihankkijalla saattaa olla kyseiseen työhön liittyvää erityisosaamista ja kokemusta, jota ei välttämättä oteta huomioon palvelua valittaessa. Kokemus tuo tavallisesti mukanaan myös kehittyneitä työmenetelmiä, jotka nopeuttavat

työn tekemistä. Työn tekemiseen käytetyllä ajalla taas on suora merkitys palvelun lopulliseen hintaan, ja näin ollen alihankinta saattaakin olla joissakin tapauksissa kuitenkin edullisempi vaihtoehto.

## **4 Työn tietolähteet**

Jatkuva tiedonkeruu oli osa tätä kehitystyötä ja kesti käytännössä projektin valmistumiseen saakka. Koska valmiita toimintamalleja ja esimerkkejä vastaavista projekteista ei löytynyt, oli turvaututtava omaan ja lähipiiriin työntekijöiden ammattitaitoon sekä kokemukseen automaatiojärjestelmistä ja kunnossapidosta. Tutkimuksessa hyödynnettiin pääasiassa alan painettua kirjallisuutta jota kunnossapidosta oli hyvin saatavilla mutta jonkin verran jouduttiin käyttämään myös internetissä julkaistuja, kunnossapitoa käsitteleviä artikkeleita.

### **4.1 Kunnossapitohenkilökunta**

Kunnossapitohenkilökunnan hyvä kiinteistöntuntemus ja vahva tekninen osaaminen olivat tärkeitä tekijöitä laitekannan luotettavassa kartoituksessa. Näiden henkilöiden vahva läsnäolo projektissa ja heidän mielipiteidensä huomioon ottaminen kohotti tiimin tehtävään sitoutumista. Tutkimuksien perusteella tyytymättömyyttä aiheuttavat tekijät johtavat toiminnallisiin häiriöihin, kuten lisääntyneeseen poissaoloon, keskeytyksiin, huolimattomuuteen ja välinpitämättömyyteen. Sen sijaan ne tekijät, joihin ollaan tyytyväisiä, kannustavat tekijöitään hyviin suorituksiin. [17, s. 49.]

### **4.2 Kiinteistön ylläpito**

Paikantamiskaavioiden kehitystyöstä aiheutuneet investointikustannukset jäävät kokonaisuudessaan kiinteistön vuokranneen yrityksen ylläpito-organisaatiolle, ja tästä johtuen ylläpidosta vastaavien henkilöiden mielipiteisiin, toivomuksiin sekä kehitystyön budjettiraamiin on kiinnitetty erityistä huomiota.

Järjestelmän toteutustapa on avoin, millä tässä tarkoitetaan ohjelmistoon tehtävien osittaisten tai kokonaisvaltaisten muutosten avointa hallintaa. Avoimena hallintana voidaan pitää ohjelmiston ylläpitoa, kuten siihen tehtäviä huoltotoimenpiteitä, päivityksiä, laajennuksia ja yleisesti tehtäviä toimenpiteitä, jotka mahdollistavat useamman eri toimittajan käytön.

Sitoutumattomuudella saavutetaan lisäksi tavallisia kilpailutilanteen mukanaan tuomia etuja, kuten kustannussäästöjä, nopeampaa ja laadukkaampaa palvelua ja toimijoiden konkurssin tms. myötä aiheutuvien epävarmuustekijöiden poistumista. Ajan tasalla pysyvät, selkeästi dokumentoidut laitetiedot mahdollistavat myös urakoinnin sekä yleisestikin kaikkien kiinteistön toimintaan liittyvien hankintojen kilpailuttamisen.

### **4.3 Valvontajärjestelmä**

Rakennusautomaatiojärjestelmä on periaatteessa osoitteellinen, mutta vuosien mittaan systemaattisessa osoitetietojen määrittämisessä on lipsuttu. Epämääräiset ja erilaisin merkintätavoin osoitetut kojeistot aiheuttavat sekaannusta ja hankaloittavat vian paikantamista. Epäselvistä merkinnöistä aiheutuu ylimääräistä työtä järjestelmän käyttäjille, ja ne hidastavat päivittäisten käyttötoimenpiteiden suorittamista. Merkintöjen yhtenäistäminen on mahdollista koneille tehtävien suurempien uudistusten yhteydessä, mutta erikseen tehtynä uudelleen positointi on liian työlästä. Merkintöihin liittyvät muutokset on tehtävä koneiden lisäksi myös kaikkiin dokumentteihin, joihin muutos liittyy, sekä valvomon prosessikaavioihin.

Laitteiden kartoituksessa käytettiin apuna nykyiseen järjestelmään integroitua kiinteistön vanhaa ja osittain päivittämätöntä Hohto-huoltokirjaa, josta puuttuivat sekä lähetyalueen laajennusosa että vastaanottoalueelle tehtyjen mittavien laajennushankkeiden tietokanta. Hohto-huoltokirjan aloitussivu on esitetty liitteessä 8.

### **4.4 Huoltokirja**

Nykyisin käytössä oleva web-pohjainen huoltokirja on tarkoitettu tukemaan kiinteistöön liittyvien taloteknisten ratkaisujen ja niitä käyttävien toimialojen työskentelyä.

Huoltokirjaan on määritelty myös kiinteistön teknisille laitteille tehtävien määräaikaishuoltotoimenpiteiden sisältö, ja se toimii samalla huoltoja ohjaavana kunnossapitotyökaluna. Rajallisen tallennuskapasiteettinsa vuoksi sen käyttöä tiedostojen dokumenttipankkina tulee käyttää harkinnanvaraisesti.

Web-ominaisuutensa vuoksi huoltokirja kuitenkin soveltuu valvomo-ohjelmiston ohella erinomaiseksi alustaksi paikantamiskaavioille, jotka pienen kokonsa vuoksi varaavat muistikapasiteettiä vain vähän.

#### **4.5 Konsultit**

Kiinteistön rakenteellisiin ja teknisiin ratkaisuihin tehtävät suunnittelu- ja muutostyöt tehdään useamman eri konsultti- ja urakointipalveluita tuottavan yrityksen toimesta. Monivuotinen yhteistyö nykyisten suunnittelijoiden kanssa tekee kommunikoinnista sujuvaa ja heidän jatkuva läsnäolonsa erilaisissa kiinteistöön liittyvissä projekteissa parantaa kiinteistön tuntemusta, jota tarvitaan ajan tasalla olevien paikantamiskaavioiden tekemisessä. Kaavioihin kerättävä tieto yhdistettiin arkkitehdin toimittamiin kuvapohjiin, joista poistettiin kaikki paikantamisen kannalta epäolennainen tieto.

Konsulttien käyttö tämän työn kaltaisissa projekteissa on luontevaa heidän monipuolisen ja usein pitkäaikaisen työkokemuksensa vuoksi. Tavallisesti heiltä löytyy myös oikeanlaista, kehitystyössä tarvittavaa asennetta ja yhteisistä menettelytavoista sopiminen sekä projektin aikatauluttaminen ja päätökseen saattaminen sujuu mutkattomasti.

## 5 Tehty työ

### 5.1 Esitystavan valinta

Tasokuvien esitystapaa ja kuvan muotoa määriteltäessä kiinnitettiin huomiota kuvan selkeyteen ja helppoon luettavuuteen. Paikantamiskaavion tarkoituksena on esittää järjestelmäkohtaisesti ja mahdollisimman tarkasti kuhunkin kerrokseen liittyvät koneistot ja laitteet. Tästä johtuen kaikki arkkitehtikuvissa olevat, epäoleelliset ja laitteiden paikantamistarkkuuteen vaikuttamattomat rakenteelliset muodot, kuten kattokallistukset, poistettiin. Näin kuvasta saatiin selkeämpi ja siihen lisättäviä laitteita osoittavat merkinnät tulivat mahdollisimman helposti havaittaviksi. Arkkitehdin ”raakavedos” keskusvarasto 2:n kattokerroksesta on esitetty liitteessä 10.

Pohjakuvien valinnassa pyrittiin käyttämään yhtenevää mallia ja samanlaista kojeiden ja laitteiden osoitustapaa. Yhtenevä tapa nopeuttaa käyttäjää omaksumaan uuden työkalun toimintaperiaatteen ja lyhentää käyttöönottoon kuluva aikaa. Paikantamiskaavioiden tarkoituksena on toimia kaikkien kiinteistön toiminnasta vastaavien henkilöiden tukena, myös niiden, joiden käyttötarve on satunnaista.

LVI-suunnittelijan malliluonnoksessa ilmanvaihtoon liittyvien laitteiden sijainti on kuvattu ympyröimällä kojatunnukset, ks. liite 11. Tämä merkintätapa on yleisesti käytössä myös automaatiojärjestelmiä kuvaavissa prosessikaavioissa ja aiheuttaa todennäköisen riskin järjestelmien keskinäisessä sekoittamisessa.

Kaikki talotekniset laitteet esitetään järjestelmä- ja kerroskohtaisesti luoduissa paikantamiskaavioissa. Liitteen 11 mukaisesta kaaviokuvasta poistettiin siinä esiintyvät savunpoistojärjestelmiin liittyvät puhaltimet ja luukut, jotka kuuluvat kerroskohtaisiin savunpoistojärjestelmien paikantamiskaavioihin.

Ilmanvaihtojärjestelmää kuvaavaa lopullista paikantamiskaaviota on malliluonnoksesta poiketen ja esitystavan yhtenäistämisen vuoksi muutettu poistamalla laiteposition ympyröinti sekä kaikki ilmanvaihtojärjestelmään kuulumattomat laitteet. Laitteiden positio osoitetaan alleviivauksella ja sijoituspaikka selkeästi pisteeseen päättyvällä

viivalla liitteen 12 mukaisesti. Tätä merkintätapaa käytetään rakennusautomaatiota lukuun ottamatta kaikissa paikantamiskaavioissa.

Paikantamiskaavioiden merkinnöissä ja värikoodauksissa otettiin huomioon standardin mukaiset merkintätavat. Näin järjestelmät saatiin mahdollisimman hyvin erotettua toisistaan, ja em. toimenpiteillä kaavioista saatiin helposti tulkittavia ja laitekokonaisuuksien keskinäinen sekoittaminen jää mahdollisimman pieneksi.

Automaatiojärjestelmään liittyviin paikantamiskaavioihin on hyvä tuoda lisäinformaatiota alakeskuksissa olevista prosessiasemista, niiden ohjaamista prosesseista ja asemiin liittyvistä sähkökeskuksista. Alakeskuksia kuvaavissa paikantamiskaavioissa esitetään myös kiinteistön energiansiirtoon liittyvät lämmönvaihdinkeskukset sekä kaikki suurimmat yksittäiset järjestelmät.

Ilmanvaihdon paikantamiskaavioista poiketen rakennusautomaatiojärjestelmän tasokuvasta saatiin selkeämpi reunustamalla alakeskuksissa olevat prosessiasemat sekä asemien vaikutusalueilla olevat ryhmäkeskukset sekä pääkoneet liitteen 13 mukaisesti.

Kaavioissa esitettyjen laitteiden hakemistorakenne ja niihin johtavat linkitykset sekä hakemistopolut rakennettiin johdonmukaisiksi, tarkoituksena välttää ns. päättymättömien polkujen esiintyminen. Niiden ikävä ominaisuus on ”eksyttää” käyttäjänsä hakemiston sisään.

## **5.2 Integrointi järjestelmiin**

### ***Liityntä huoltokirjaan***

Projektin tuotoksena valmistuneesta uudesta ominaisuudesta tavoitellaan maksimaalista hyötyä, ja sen tehokkaaseen käyttöön tarvitaan siihen soveltuva ohjelmallinen alusta, joka on mahdollisimman usean, kaavioita tarvitsevan henkilön käytettävissä. Näistä vaatimuksista johtuen paikantamiskaavioiden sovellusalustana käytetään kiinteistön ja koko konsernin käytössä olevaa kiinteistönhuoltokirjaa. Huoltokirjaan liitettävien paikantamiskaavioiden käyttäjät ovat lähinnä kiinteistön omistajan ja vuokralaisen

edustajia, joiden on mahdotonta käyttää valvontajärjestelmään integroitua paikannusominaisuutta ja joiden käyttötarpeet rajoittuvat varsinaisen prosessinhallinnan ulkopuolelle. Kiinteistöautomaatioon liittyvien tietoturvariskien vuoksi on perusteltua määritellä pääsytaosit ainoastaan sitä tarvitseville henkilöille. Myös tämä seikka tukee kaavioiden asentamista toisistaan riippumattomiin järjestelmiin.

Kaavioiden liittäminen huoltokirjaan edellyttää hakemistorakenteen uudelleen muotoilua kyseiseen käyttöön soveltuvaksi. Huoltokirjan hakemistopuuhun lisätään oma kansio paikantamiskaavioita varten liitteen 9 mukaisesti. Henkilöt, joiden käyttöoikeudet riittävät järjestelmän käyttöön, pääsevät hakemiston kautta selaamaan tasokuvia, samoin kuin automaatiojärjestelmässäkin.

Huoltokirjaan liitettävien kaavioiden ohjelmointi on nopeampaa ja kustannuksiltaan automaatiojärjestelmän ohjelmointia edullisempaa. Huoltokirjan erilaisen käyttötarpeen vuoksi siihen ei ole tarpeenmukaista ohjelmoida automaattisia linkityksiä, laiteluetteloita ja vaikutusalueita kuten automaatiojärjestelmän sovellukseen. Huoltokirjaa käyttävien henkilöiden käyttötarpeet kiinteistön laitesijoittelusta, määristä sekä niiden vaikutusalueista ovat erilaiset kuin kunnossapidolla, jonka toiminnan tehostamista ja laadukkaamman palvelun tuottamista tällä kehitysprojektilla ensisijaisesti tavoitellaan.

### ***Liityntä rakennusautomaatioon***

Kiinteistön toimintaa ylläpitävän henkilöstön työtehtäviin kuuluvat rakennusautomaatiojärjestelmän ja siihen liittyvien prosessien tarkkailu. Lisäksi päivittäin tehtävät käyttötoimenpiteet, kuten asetusarvojen ja aikaohjelmien muutokset ja hälytyksessä olevien pisteiden sekä niiden aiheuttajien selvitys, kuuluvat olennaisena osana kiinteistöhoitajan työrutiiniin. Koska kiinteistövalvontajärjestelmä on tärkeä apuväline huoltomiehen päivittäisissä tehtävissä ja toimii samalla myös huoltotehtävien operointipisteinä, on se luonnollinen sijoitusalue myös paikantamiskaavioille.

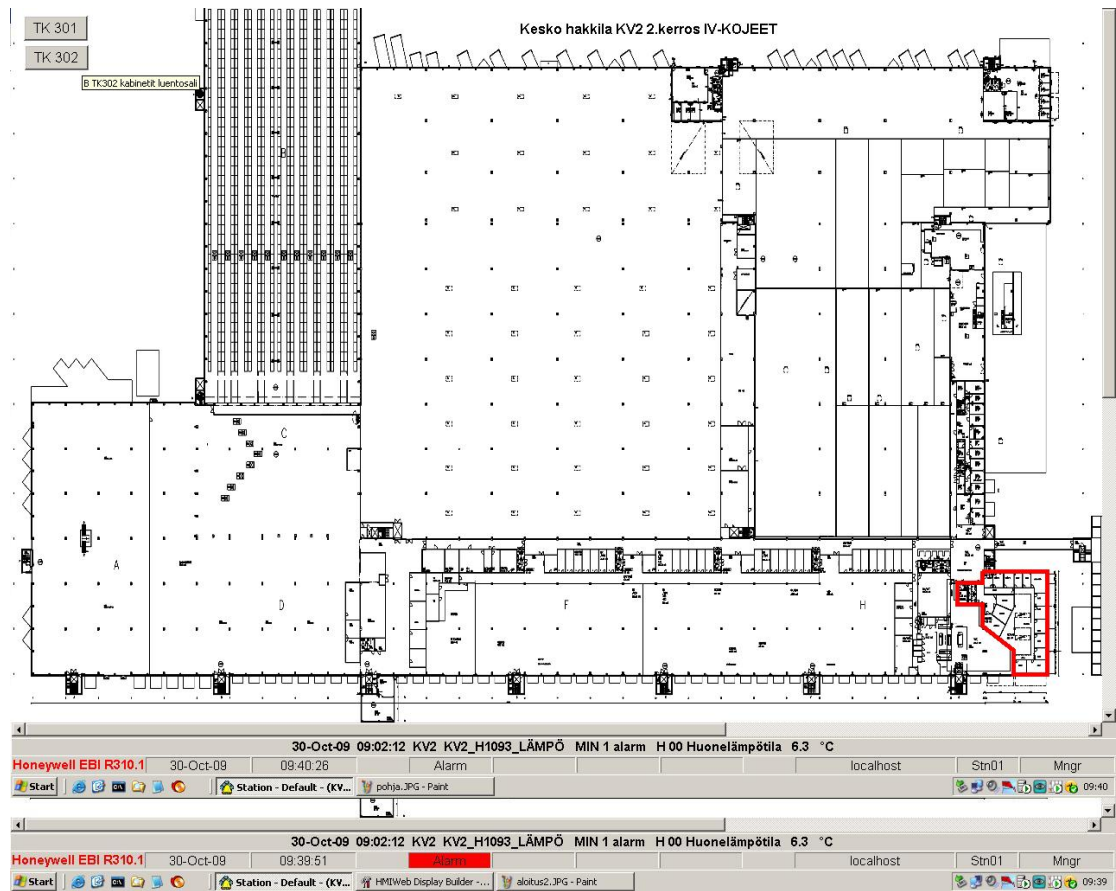
Valvontajärjestelmästä saatavaa informatiivista tietoa voidaan lisätä paikantamiskaavioiden lisäksi myös monin eri tavoin, mm. linkittämällä järjestelmään prosessikaavioita toimintaselostuksineen, konekortteja, huolto-ohjeita, huoltohistoriaa sekä mahdollisesti jokin kunnossapidon työkaluohjelmisto. Paikantamiskaaviot ovat vain yksi osa kunnossapidon valvonnan kokonaisuutta, ja vaikka niiden merkitys kunnossapidolle onkin tärkeä, tulee kuitenkin huolehtia kokonaisuuden hallinnasta ja ohjelmiston keskinäisestä yhteensopivuudesta. Esimerkki keskusvarasto 2:n kiinteistöautomaatioon integroiduista paikantamiskaavioista on esitetty liitteessä 14.

Ohjelmiston valinnassa synergiaominaisuudet ovat tärkeitä, sillä hyvin yhteensopivat ohjelmat ja niiden välinen ongelmaton tiedonsiirto tuovat usein lisäarvoa sekä käyttäjälleen että myös ylemmän tason organisaatiolle erilaisten raportointi-, valvonta-, tilastointi- ym. ominaisuuksien kautta.

Paikantamiskaavioiden joustava ja mutkaton käyttö edellyttää kaavioiden rakenteelta ja niihin yhdistetyltä informaatiolta yksinkertaisuutta sekä visuaalista selkeyttä. Hyvin suunnitellulla ja toteutetulla ratkaisulla voidaan kuvasta saada mahdollisimman paljon informaatiota yhdellä silmäyksellä.

Suuren pistemassan ja osittain huonosti identifioitujen laitteiden vuoksi on tärkeää, että kaikista järjestelmään liitetyistä hälytyspisteistä on mahdollisuus siirtyä suoraan hälytyksessä olevan laitteen prosessikaavioon. Täydellisesti linkitetyt pisteet mahdollistavat myös paikantamiskaavioiden selailun sekä hakemistonsa että hälytyksen aiheuttaneen pisteen kautta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että koneen prosessikaaviosta on mahdollista peruuttaa takaisin paikantamiskaavioon eikä siihen vaadita, että kaaviossa olevassa laitteessa olisi hälytys aktivoituneena.





Kuva 6. Esimerkki aktivoituvasta vaikutusalueesta.

Osoittimen liikuttaminen sisällysluettelon mukaisesti luodun hakemiston päällä aktivoi kyseisen ilmanvaihtokoneen vaikutusalueen tasokuvasta. Vaikutusalueen rajaus, ks. kuva 6, auttaa yleiskuvan luonnissa sekä nopeuttaa koneen sijainnin ja vaikutusalueen havainnoinnissa. Eri järjestelmiin kuuluvat laitteet voidaan tarvittaessa erottaa toisistaan käyttämällä sovittuja värikoodeja. Värikoodien käyttäminen ei kuitenkaan tavallisesti ole välttämätöntä, sillä järjestelmät esitetään kaavioittain ja eri järjestelmiin kuuluvien laitteiden esiintyminen samassa kaaviossa on mahdollista ainoastaan erityistapauksissa.

Näitä erityistapauksia ovat lähinnä pääjärjestelmiin kuulumattomat yksittäiset laitteet, joiden esittäminen omilla kaavioillaan ei ole järkevää.

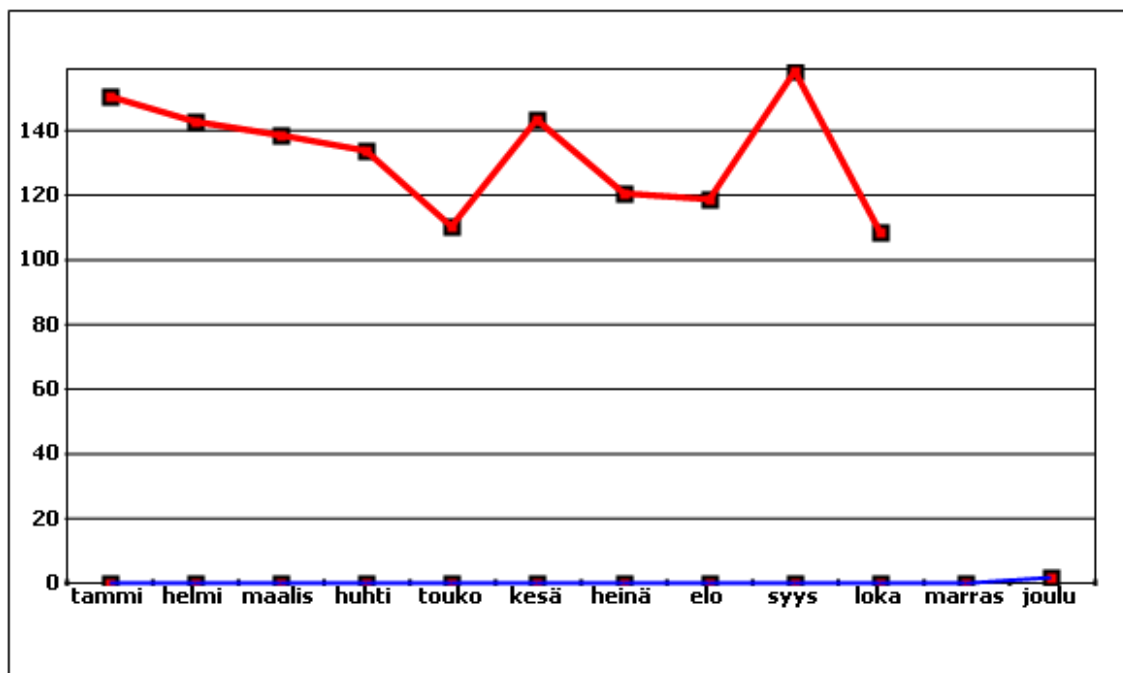
Paikallistamiskaavioista saatava maksimaalinen hyöty voidaan saavuttaa vasta, kun on aukottomasti varmistettu, että jokainen automaatiojärjestelmään liitetystä noin 6000 pisteestä on täydellisesti linkitetty kaavioihin. Käytännössä tämän toteuttaminen on kuitenkin työlästä ja aikaa vievää, joten täydelliseen kattavuuteen ei tämän projektin kuluessa ole mahdollista päästä.

## **6 Projektilla saavutetut tulokset ja niiden arviointi**

Projektilla saavutettujen tulosten arviointiin voidaan normaalisti käyttää erilaisia kunnossapidon mittareita. Yksittäisen vian korjaamiseen käytettyä työaikaa mittaavien mittareiden käyttö on lähes mahdotonta, sillä kiinteistön kunnossapitotehtävät kuuluvat huoltohenkilöstön päivittäiseen työhön ja kulujen seuranta perustuu kiinteistökohtaiseen ajankäyttöön. Saavutetut hyödyt perustuvat lähinnä arviointiin kunnossapitoon käytetystä työajasta, huoltohenkilöstön haastatteluista, asiakastyytyväisyyskyselyistä sekä tuotannon yhtäjaksoisen häiriöttömän toiminnan kestosta.

### **6.1 Palvelupyynnöjen kustannusvaikutus**

Palvelukeskukseen tehtyjen palvelupyynnöjen määrä vuonna 2009 kuukausina 1-10 oli keskimäärin 133 kpl kuukaudessa, ks. kuva 7. Arvio taloteknisiin järjestelmiin liittyvistä vikailmoituksista tai palvelupyynnöistä, mitkä jollain tavoin liittyvät paikantamiskaavioiden käyttöön, oli noin 40 prosenttia kaikkien palvelupyynnöjen määrästä. Yksittäisen tehtävän suorittamiseen käytettyä tarkkaa aikaa ei voida puutteellisen raportointijärjestelmän vuoksi määritellä, mutta tapauksesta riippuen, palvelupyynnön hoitamiseen käytetty aika tulee parhaimmillaan puolittumaan. Karkeasti voidaan arvioida, että paikantamiskaavioiden tehokkaalla hyödyntämisellä voidaan toimialasta riippumatta (sähkö, LVI, kylmä, KH) alentaa noin 15–25 % palvelupyynnön suorittamiseen käytettyä aikaa.



Kuva 7. Palvelupyynnöiden kehitys kuukausittain vuonna 2009.

## 6.2 Investoinnin takaisinmaksulaskelma

Projektin kannattavuutta voidaan tarkastella tekemällä siihen käytetyistä resursseista takaisinmaksulaskelma, jossa huomioidaan suunnittelijoiden järjestelmäkohtaisesti antamat lähdeaineiston keräämisestä ja pohjakuvien valmistuksesta antamat kustannusarviot. Laskelmassa huomioidaan lisäksi arviomenetelmää käyttäen rakennusautomaatiojärjestelmään tehtävät ohjelmointityöt sekä huoltokirjaan tehtävät rakenteelliset muutokset.

Opinnäytetyönä tehtävästä projektista muodostuvat palkkakustannukset sisältyvät työhön kuuluviin kehitystehtäviin, joten projektiin käytettyjä toimihenkilökuluja ei laskelmassa huomioida.

Keskusvarasto 2 muodostuu neljästä kerroksesta, joista maan alla on 1-kerros. Kellarikerroksessa sijaitsevat lähinnä lämmön- ja vedenjakeluun liittyvät laitteet, muuntamot ja sähköpääkeskukset sekä palonsammutukseen liittyviä laitteistoja.

Suunnittelijoiden antama kustannusarvio LVI-järjestelmiin kuuluvien laitteiden lisäämisestä paikantamiskaavioihin on 7000 €.

Sähkösuunnittelijan antama kustannusarvio kiinteistön sähkönsyöttöön sekä turva- ja merkkivalokeskuksiin liittyvien laitteiden sijoittelusta paikantamiskaavioihin on 3000 €.

Kustannusarvion voidaan karkeasti arvioida jakaantuvan kerroskohtaisesti siten, että kattokerroksen osuus on 60 %, 2-kerroksen osuus 10 %, 1-kerroksen osuus 10 % ja kellarikerroksen 20 %. Epätasainen jakauma selittyy sillä, että pääosa kiinteistön ilmanvaihtoon liittyvistä koneikoista on sijoitettu kattokerroksessa sijaitseviin konehuoneisiin.

Valmiiden paikantamiskaavioiden liittäminen kiinteistövalvontajärjestelmään edellyttää järjestelmätoimittajan ohjelmointitöitä, lähinnä linkitysten luomisessa grafiikoiden välille. Kustannusarvio valvomo-ohjelmistoon tehtävistä muutostöistä on 5000 €.

Huoltokirjaan tehtävät muutokset ovat pieniä eikä kaavioiden liittäminen ilman linkityksiä edellytä ohjelmaan tehtäviä rakenteellisia muutoksia. Kaavioiden lisäys on käytännössä mahdollista keneltä tahansa, jolla on järjestelmän ylläpitoon olevat käyttöoikeudet. Koska huoltokirjan osuus suhteessa muuhun työhön on pieni, katsotaan näiden kustannusten sisältyvän kiinteistövalvontajärjestelmän ohjelmointityöhön.

Edellä olevan kustannusjakauman perusteella paikantamiskaavioiden käyttöönotosta aiheutuva investointikulu on noin 15000 €. Huomioitavaa on, että kustannukset muodostuvat käytännössä kokonaan asiantuntijapalkkioista. Investoinnin kannattavuuden varmistamiseksi on syytä tehdä takaisinmaksulaskelma, jolla sen kannattavuus voidaan todeta.

Palvelukeskuksen raportin mukaisesti valvontajärjestelmän käyttöä edellyttävien palvelu- tai viankorjauspyyntöjen määrä oli keskimäärin 53 kpl/kk. Keskimääräinen palvelupyynnön suorittamiseen käytetty aika on arvion mukaan noin kaksi tuntia. Työn suorittaminen saattaa edellyttää työn lisäksi myös materiaalien käyttöä, mutta koska

materiaalikulut ovat käytännössä samat sekä ilman paikantamiskaavioita että paikantamiskaavioiden kanssa, ei materiaalikuluja voida laskelmassa huomioida.

Työn tekemiseen käytettyjen asentajien keskituntikustannukset vaihtelevat, mutta keskiarvona voidaan käyttää 31 €/h. Tuntipalkka pitää sisällään kaikki asentajan palkkakulut ja sovitun kateprosentin.

Palvelupyyntöjen hoitamiseen voidaan edellä mainittujen lähtötietojen pohjalta arvioida käytettävän noin 3300 €/kk. Käytännössä kokonaissumma on korkeampi johtuen matkakuluista, mutta koska matkakustannukset vaihtelevat tapauskohtaisesti ja niiden luotettava arviointi on mahdotonta, niitä ei laskelmassa huomioida.

Paikantamiskaavioiden arvioidaan tehostavan ajankäyttöä noin 15–25 %, joten keskiarvoa 20 % käyttäen saadaan säästöksi em. palvelupyyntömääriä käyttäen noin 700 €/kk. Laskelman mukaisesti arvioitu takaisinmaksuaika investoinnille on noin kaksi vuotta, mikä täyttää kannattavalle investoinnille asetellut takaisinmaksuaika tavoitteet. Todennäköisesti maksuaika on laskelmaa lyhyempi, mutta tarkan arvion antaminen monista muuttujista johtuen on lähes mahdotonta ja tuskin edes tarpeenmukaistakaan.

### **6.3 Toimintamallin ylläpito**

Sovelluksen ajan tasalla pysymisen varmistamiseksi eri järjestelmiin liittyvät päivitystoiminnot on vastuutettava siten, että päivityksistä ja niiden koordinoinnista vastaa sama henkilö. Suuressa kiinteistössä tapahtuvien jatkuvien teknisten ja rakenteellisten muutosten vuoksi päivitykset tehdään säännöllisesti, esim. 2-4 kertaa vuodessa. Huoltokirjaan tehtävät päivitykset tehdään samanaikaisesti valvomo-ohjelmiston kanssa.

Järjestelmän ylläpidon kuormittavuus ja kustannukset jäävät alhaisiksi, sillä ohjelmiston ylläpitoon liittyvät huoltotoimenpiteet voidaan suorittaa samalla, kun kiinteistössä tehdään muita automaatiojärjestelmään tai huoltokirjaan liittyviä päivitystöitä.

#### **6.4 Vaikutukset kunnossapidolle ja kiinteistön vartioinnille**

Keskusvarasto 2:n päivittäiset kunnossapitoon liittyvät tehtävät muodostuvat pääsääntöisesti kiinteistön käyttäjiltä sekä ylläpidolta saatujen erilaisten palvelupyyntöjen hoitamisesta. Kunnossapidolle kuuluvat myös normaalien päivittäisten tehtävien lisäksi aikataulutettujen huoltojen ja erilaisten määräaikaiskoestusten kuten sprinklerikokeiden sekä palo- ja turvavalojärjestelmien testaukset.

Pitkään kiinteistössä työskennelleiden henkilöiden hyvä paikantamiskyky ja kokemus kunnossapidosta tehostavat kunnossapidon sekä kiinteistön toimintaa. Tuottavan ja taloudellisesti merkityksekkään kiinteistön erityispiirteiden huomioiminen on myös kunnossapidossa työskentelevien henkilöiden velvollisuus. Laajan kiinteistökokonaisuuden ja siinä toimivien erilaisten toimintayksiköiden, ks. kuva 8, tarpeet ja rajoitukset eivät voi olla esteenä laadukkaalle palvelulle ja asiakkaalle annettavan lisäarvon tuottamiselle.

Epäselvien ja puutteellisten laitekuvauksien sekä päivittämättömien sijoituskuvioiden vaikutus muuten kiinteistön hyvin tuntevalle kunnossapitohenkilölle ei ole niin merkittävä kuin juuri työnsä aloittaneelle. Uusi työntekijä tarvitsee selviytyäkseen hyvän perehdytyksen ja jatkuvaa tukea sekä työskentelytapojen seuranta ja ohjausta. Uuden työntekijän perehdyttäminen on helpompaa, kun kiinteistön laitteista ja niiden vaikutusalueista sekä sijoittelusta löytyvät kunnolliset dokumentit.

Tehokkain ja luotettavin tapa näiden dokumenttien sijoittamiseen on integroida ne osaksi kiinteistön valvontajärjestelmää. Integrointi rakennusautomaatioon on luontevaa, sillä samasta järjestelmästä voidaan hallita myös prosesseja, joihin nämä laitteet sekä niiden vaikutusalueet liittyvät.

Helppokäyttöinen, kunnossapitohenkilöstön päivittäistä työskentelyä tukeva ohjelmisto vaikuttaa myös työn mielekkyyteen ja motivoi käyttäjänsä. Hyvin motivoitunut ihminen hoitaa työnsä tunnollisemmin ja kokiessaan järjestelmän omakseen tekee työnsä myös tehokkaammin ja on valmis vastaanottamaan uusia tehtäviä.



Kuva 8. Kehittämiprojektin vaikutusalueet.

### *Tekninen vartija*

Logistiikkakeskuksen päivystyksen siirryttyä normaalityöajan ulkopuolella kiinteistössä työskenteleville teknisille vartijoille heidän työnsä monipuolisuuden ja korkean vaatavuustason vuoksi on varsinkin perehtymisjakson aikana tärkeää, että kaikkien kiinteistön teknisten laitteiden sijainti on tarkasti määritelty. Asianmukainen ja ajan tasalla oleva järjestelmä helpottaa vartijoiden työskentelyä ja auttaa heitä paikallistamaan työajan ulkopuolella heidän vastuullaan olevien hälytysten aiheuttajat sekä päättämään vian kriittisyyden ja käynnistämään välittömät toimenpiteet lisävahinkojen estämiseksi.

Laitteiden paikannuksella ja teknisellä vartijalla on suora vaikutus kiinteistön kunnossapidon budjettiin laskeneiden päivystyskustannusten ansiosta. Pääsääntöisesti vikojen korjaukset suoritetaan yöaikana teknisen vartijan ja päivisin kiinteistössä toimivien kunnossapidon asentajien hoitamina. Poikkeustapauksissa, jolloin vakituisen henkilökunnan resurssit eivät riitä tai korjaus vaatii erityistoimenpiteitä, kuten tulipalossa, mittavissa vesivahingoissa sekä ammoniakkijärjestelmien vakavissa toimintahäiriöissä, voidaan myös ulkopuolista työvoimaa käyttää.

### *Kiinteistön omistaja ja ylläpito-organisaatio*

Tehokas paikantaminen ja laitteiden luotettava löytäminen helpottavat kiinteistön esittelyä, ja esimerkiksi kiinteistön myynti sekä huolto-organisaation kilpailutus helpottuvat teknisen materiaalin ollessa helposti saatavilla. Tavallisesti kiinteistöjen haltijat eivät ole kovinkaan perehtyneitä kiinteistön taloteknisiin ratkaisuihin saatikka laitteiden sijoitteluun.

Keskusvarasto 2 on kehittyvä logistisesti merkittävä kohde, jossa rakentamien ja saneeraaminen ovat jatkuva prosessi. Paikantamiskaaviot helpottavat arkkitehtien ja suunnittelijoiden työtä mm. laitetunnusten määrittelyssä sekä niiden vaikutusalueiden rajaamisessa.

### **6.5 Uusien työntekijöiden perehdyttäminen**

Uusien työntekijöiden perehdyttäminen tulevaan työtehtävään on usein pitkäkestoinen prosessi. Ihmisen kyky oppia ja omaksua uusia asioita on yksilökohtaista, ja oikein suunnitellussa perehdytyksessä otetaan nämä yksilölliset eroavaisuudet huomioon käyttämällä perehdytykseen erilaisia työkaluja ja menetelmiä. Tavallisesti ihminen mieltää helpommin uusia asioita, kun laaja kokonaisuus pilkotaan pienempiin osaluokkiin, mitkä kokonaisuudessaan sisältävät tulevassa työtehtävässä tarvittavat tiedot. Tällaisia palasia käytetään hyvin usein myös ns. ”tervetuloa taloon” -tilaisuuksissa, joissa kerrotaan yrityksen toimialoista, tavoitteista, organisaatiosta, toiminnallisista periaatteista jne.

Sisällöltään laajan kokonaisuuden ja tulevaan tehtävään sisältyvien eri toimintojen omaksumiseen voidaan käyttää prosessi- tai toimintakaavioita, joiden avulla laitteiston toimintatavan ja prosessissa syntyvän tuotteen keskinäisen riippuvuuden merkitys on helpommin omaksuttavissa [18, s. 155]. Paikantamiskaavioilla voidaan uuden työntekijän perehdyttämistä nopeuttaa, ja perehdytettävän on helpompi ymmärtää laitteiden toimintatarkoitus sekä merkitys kiinteistön tuotannolle.



Projektin tuloksena syntynyttä mallinnusta voidaan käyttää myös perehdytyksen työkaluna, jolla tehostetaan työntekijän alussa tapahtuvan yleisluontoisen kiinteistön ja henkilökunnan esittelyn jälkeen hänen omatoimista perehtymistään. Omatoimisen perehtymisen jälkeen voidaan yhteisesti varmistaa osaamisen taso ja sopia mahdollisen lisäperehdytyksen tarpeesta.

## **7 Jatkokehitysmahdollisuudet**

### **7.1 Käyttöliittymä**

Kaavioiden liittäminen osaksi kiinteistövalvontajärjestelmää tuo kiistämättömiä etuja käyttäjälleen ja kiinteistön omistajalle. Kiinteistön omistajan näkökulmasta edut konkretisoituvat lähinnä tehokkaamman kunnossapidon myötä alentuneina kunnossapitokustannuksina, mutta panostus kunnossapitoon luo painetta myös palveluntuottajalle kohonneiden odotusten, kuten palvelun nopeuden ja laadukkaamman toiminnan myötä.

Kaavioiden jatkokehitysmahdollisuudet käyttöliittymän suhteen ovat varsin rajattomat, mutta realistinen ja kokonaisuuden kannaltaärkevin ratkaisu on olla paisuttamatta kiinteistövalvontajärjestelmää liian laajaksi ja usean eri toiminnon hallintaan tarkoitettuksi keskitetyksi järjestelmäksi. Tiedon keskittäminen yhteen järjestelmään tuo mukanaan riskejä ja uhkakuvia järjestelmän haavoittuvuudesta ja toimintojen katkeamisesta laiterikkojen tai ohjelmiston saastumisen myötä. Näistä syistä jatkokehitystoimenpiteitä ovat lähinnä kaavioihin tehtävät tarkennukset sekä lisäominaisuuksien, kuten yksityiskohtaisten laitetietojen, käyttöohjeiden, konekorttien ja ryhmäkeskuskuvien, linkittäminen jo olemassa oleviin paikantamiskaavioihin.

### **7.2 Kehityskohteet**

Työkalun soveltaminen myös muihin vastaavanlaisiin kiinteistöihin on mahdollista, mutta ohjelman suora kopiointi ei luonnollisestikaan tule kysymykseen kiinteistöjen yksilöllisten ominaisuuksien ja erilaisten tavoitteiden sekä vaatimusten vuoksi. Nykyiset valvomo-ohjelmistot ovat kuitenkin hyvin samankaltaisia sekä toimintaperiaatteiltaan

että ohjelmistorakenteeltaankin, ja on todennäköistä, että ne ovat pienin muutoksin yhteensopivia järjestelmätoimittajasta riippumatta.

Potentiaalisia kehityskohteita ovat lähinnä suurehkot laitokset, joiden automaatiojärjestelmiin liittyvien laitteiden sekä IO-pisteiden määrä on suuri ja kokonaisuuden hallinta ilman tehokkaita työkaluja on vaikeaa. Tarpeen kartoituksessa voidaan mittareina käyttää yksittäisen vian korjaukseen käytettyä aikaa sekä esimerkin mukaista investoinnin takaisinmaksulaskelmaa.

Yksinkertainen ja tehokas tapa laitteiden paikantamisen helpottamiseksi ja etsintään kuluvan ajan vähentämiseksi on lisätä kiinteistön laitetiloihin johtaviin kulkuväyliin informatiivisia opasteita, jotka osoittavat laitetiloissa olevat koneet. Oikeanlaisella mallilla, esimerkiksi kiinteistön rakennekuvaa käyttämällä, voidaan jopa koneiden vaikutusalueet luotettavasti osoittaa. Tämä malli soveltuu ensisijaisesti kiinteistöihin, joissa ei ole kiinteistöautomaatiojärjestelmää, mutta myös tehokkaaksi, paikantamista tukevaksi lisäominaisuudeksi suuriin toimisto- ja teollisuuskohteisiin.

## **8 Yhteenveto**

Tämän kehitysprojektin tuloksena valmistui kiinteistön laitteiden paikantamiseen soveltuva ohjelmallinen mallinnus, joka ominaisuuksillaan ja toiminnallaan tehostaa kunnossapidon toimintaa, ehkäisten samalla käyttö- ja tulkintavirheistä sattuvien käyttöhäiriöiden mahdollisuutta. Kaavioiden lopullinen muoto on eräänlainen kompromissi kaikista esitetyistä vaihtoehdoista sekä käyttäjiltä saaduista kommentteista.

Demonstraation toivotaan johtavan tulevaisuudessa kaavioiden käyttöönottoon, sillä kunnossapidon toiminnan tukemisen lisäksi ne myös tehostavat huollon toimintaa, tuottaen samalla säästöä kiinteistön ylläpitokustannuksissa. Investoinnin kannattavuudesta tehty takaisinmaksulaskelma sekä paikantamiskaavioiden puutteellisuudesta aiheutuvat haittatekijät, tukivat projektin aloittamista. Projektilla saavutettujen taloudellisten hyötyjen kiistaton osoittaminen edellyttää pidemmällä aikajänteellä tehtävää palvelupyynnöjen yksilöityä seurantaä sekä työhön kuluvaan ajan tarkkailua kaavioiden käyttöönottoa ennen ja sen jälkeen.

Kaavioiden käyttöönotto on useimmiten järjestelmän toimittajasta riippumatonta, ja ne soveltuvat parhaiten kiinteistöihin, joiden laitemäärä on suuri tai sijainnin määrittäminen on dokumenttien puutteellisuuden tai huonojen merkintöjen vuoksi muuten hankalaa.

Yleisesti ottaen kehitysprojekti oli monella tapaa hyödyllinen, ja vastaavia kehitystoimia voi suositella sovellettaviksi muissa saman mittaluokan ja vaatavuustason kiinteistöissä.

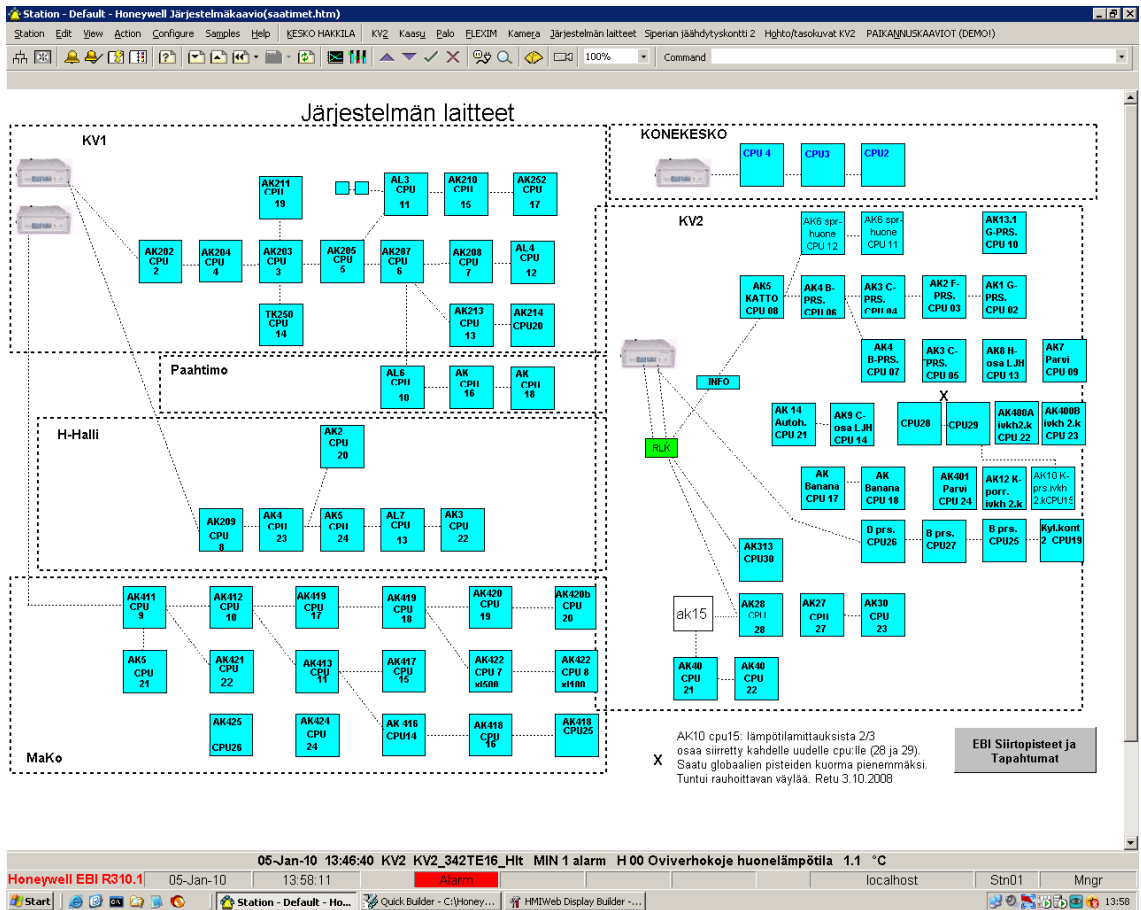
## Lähteet

- 1 Keskon vuosi 2008. (WWW-dokumentti.)  
[http://www.kesko.fi/vuosikertomus2008/FI/01-vuosi2008/01-kesko\\_lyhyesti.html](http://www.kesko.fi/vuosikertomus2008/FI/01-vuosi2008/01-kesko_lyhyesti.html).  
Luettu 18.9.2009.
- 2 Kasanen, E., K. Lukka and A. Siitonen. 1993. The constructive approach in management accounting.  
Journal of Management Accounting Research (5): 243-264.
- 3 Honeywell Enterprise Buildings Integrator. (WWW-dokumentti.)  
[http://www.honeywell.com.pl/pdf/automatyka\\_budynkow/nadzor/ebiBro.pdf](http://www.honeywell.com.pl/pdf/automatyka_budynkow/nadzor/ebiBro.pdf).  
Luettu 10.2.2010.
- 4 Paananen, Juha. Tietotekniikan peruskirja. Porvoo: Docendo Finland Oy, 2005.
- 5 Pelastustoimilaki 561/1999.
- 6 SFS-EN 50172. Poistumisvalaistusjärjestelmät. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto, 2004.
- 7 Eltek Fire & Safety. (WWW-dokumentti.)  
<http://www.eltek.fi/prod1.html>.  
Luettu 1.10.2009.
- 8 Rinne, Tuomo & Vaari, Jukka. Uudet sammutteet ja sammutusteknologiat.  
Espoo VTT, kirjallisuustutkimus, 2005.
- 9 Yritysten ympäristötietopankki. (WWW-dokumentti.)  
[http://www05.turku.fi/ytietopankki/energia\\_toimitilat.html](http://www05.turku.fi/ytietopankki/energia_toimitilat.html).  
Luettu 1.10.2009.
- 10 D2. Rakentamismääräyskokoelma. (WWW-dokumentti.)  
[http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010\\_suomi\\_22-12-2008.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/34164-D2-2010_suomi_22-12-2008.pdf).  
Luettu 18.11.2009.
- 11 Aittamäki, Antero (toimittaja). Kylmäteknikka.  
Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 2008.
- 12 Mikkonen, Henry (toimittaja). Kuntoon perustuva kunnossapito.  
Helsinki: KP-Media Oy, 2009.
- 13 Järviö, J., Piispa, T., Parantainen, T., Åström T. Kunnossapito.  
Helsinki: KP-Media Oy, 2007.

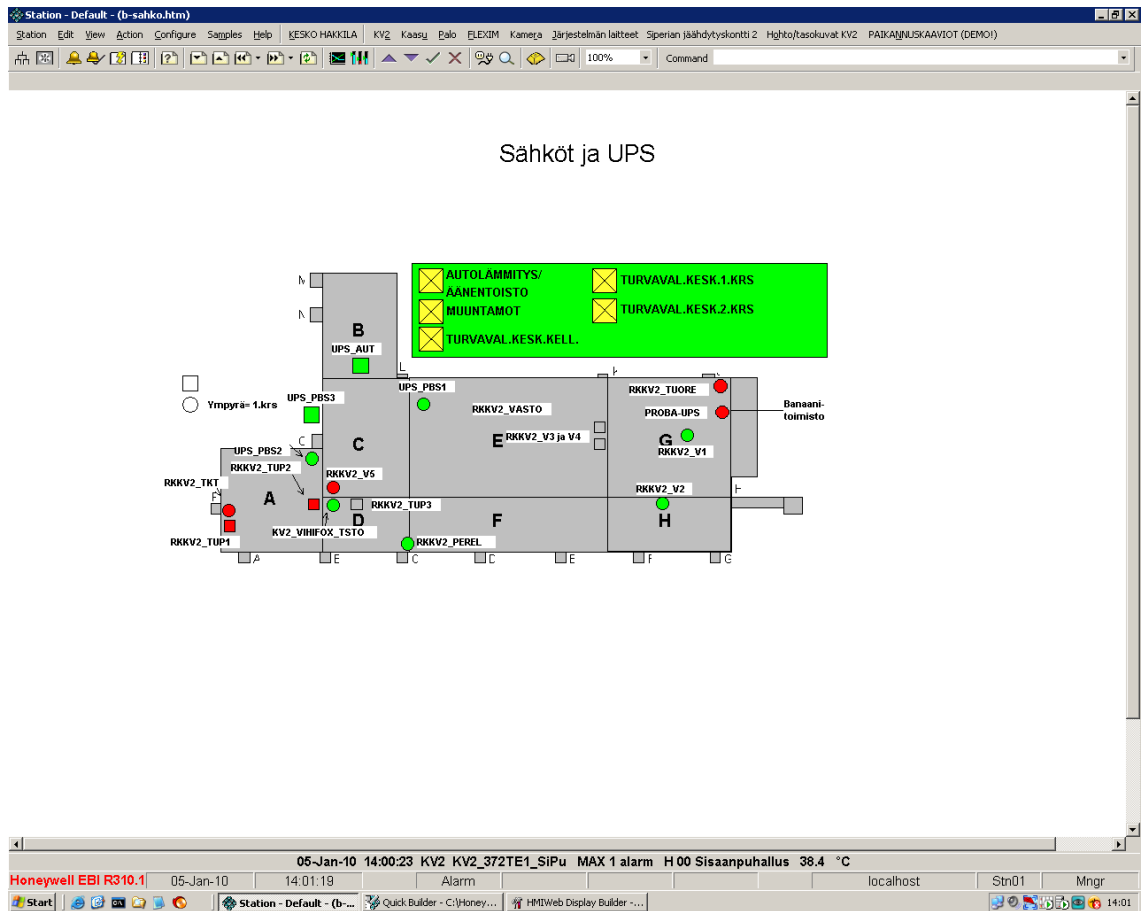
- 14 Kunnossapidon käsitteet ja määritelmät. (WWW-dokumentti).  
[http://www.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_2-1\\_kunnossapidon\\_kasitteet\\_ja\\_maaritelmat.html](http://www.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmat.html).  
Luettu 7.2.2010.
- 15 Järviö, Jorma. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Rajamäki: KP-Tieto Oy, 2000.
- 16 Juva, Ari & Gustavson, Stig. Käynnissäpidon johtaminen ja talous.  
Loviisa: Painoyhtymä Oy, 1996.
- 17 Ruohotie, Pekka. Motivaatio, tahto ja oppiminen.  
Helsinki: Pekka Ruohotie ja Oy Edita Ab, 1998.
- 18 Kupias, Päivi & Peltola, Raija. Perehdyttämisen pelikentällä.  
Tampere: Oy Yliopistokustannus, HYY Yhtymä, 2009.

# Liitteet

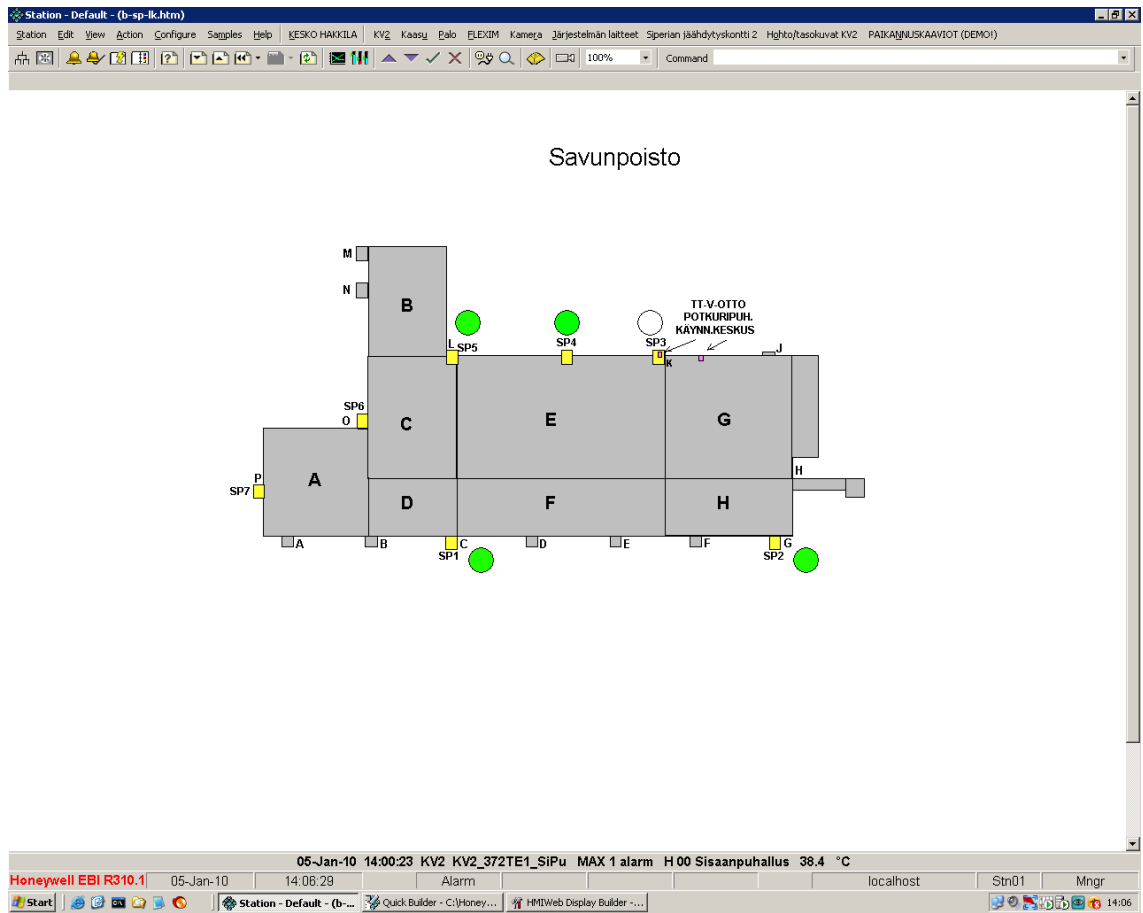
## Liite 1: Järjestelmäkaavio



## Liite 2: Sähköjärjestelmät



### Liite 3: Savunpoistojärjestelmä





## Liite 4: Palonsammutuslaitteet

Station - Default - (b-spr-ke.htm)

Station Edit View Action Configure Samples Help ESKO HAACKILA KV2 Kaasu Palo ELEXIM Kamera Järjestelmän laitteet Spenan jäähdytyskontti 2 Hgto/tasoluvat KV2 PAIKANJUSKAAYIOT (DEMO1)

80% Command

### SPR-KELLARI

PALO

550P XA3  
paineenpumpppu

512P XA2  
M1

537P XA2  
M2

511 PAX2

550P XA3  
M2 paineenpumpppu

SER.PUMPUT  
P1 P2 P3

342/273/18 Sprin H erumppeamo	Normaali
342/273/18 Sprin H erumppeamo	Normaali
342/273/18 Sprin H erumppeamo	Normaali
342/273/18 Sprin H er-saillo	Normaali
342/273/18 Sprin H er-saillo	Normaali
342/273/18 Sprin H erumppeamo	Normaali

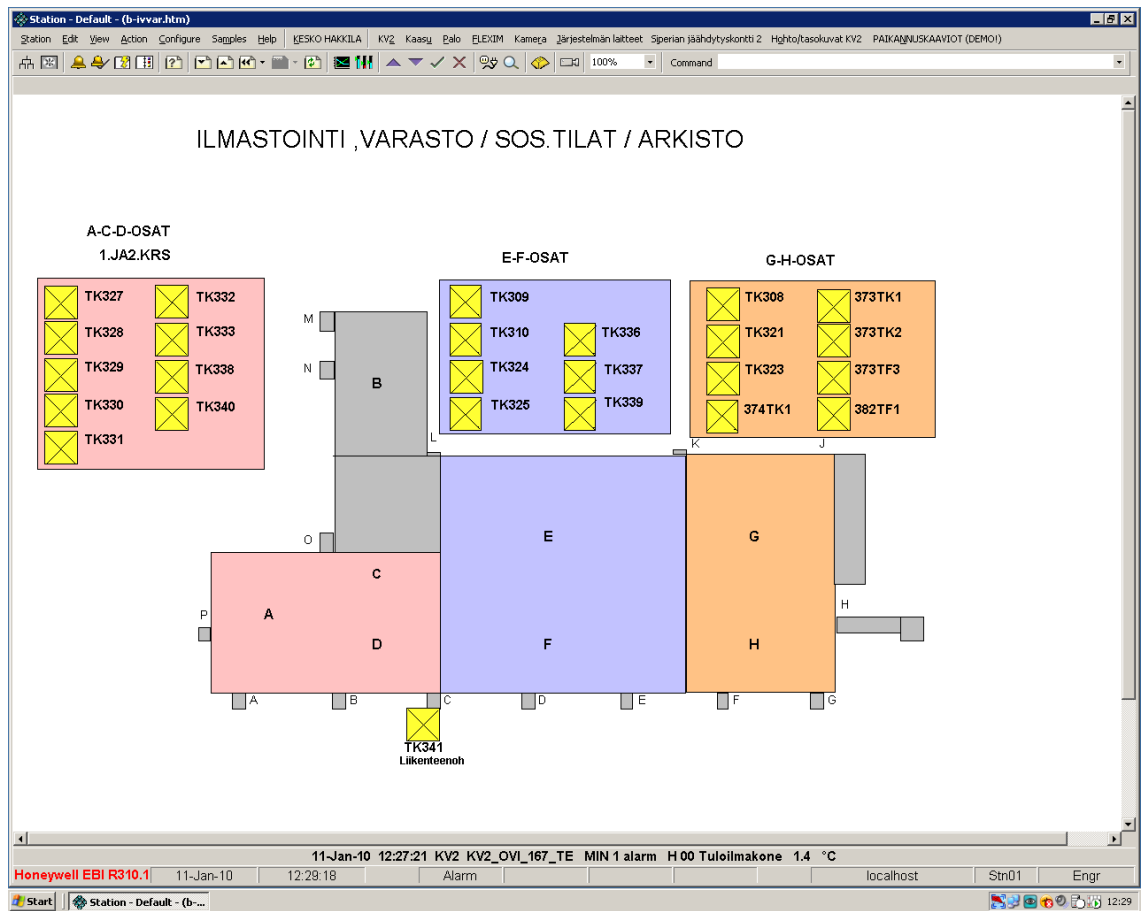
08-Jan-10 10:47:22 KV2 KV2\_344KSK14TE01 Alaraja2 Häilyty H 00 HUONELÄMPÖTILA 0.7 °C

Honeywell EBI R310.1 08-Jan-10 10:48:30 Alarm localhost Stn01 Engr

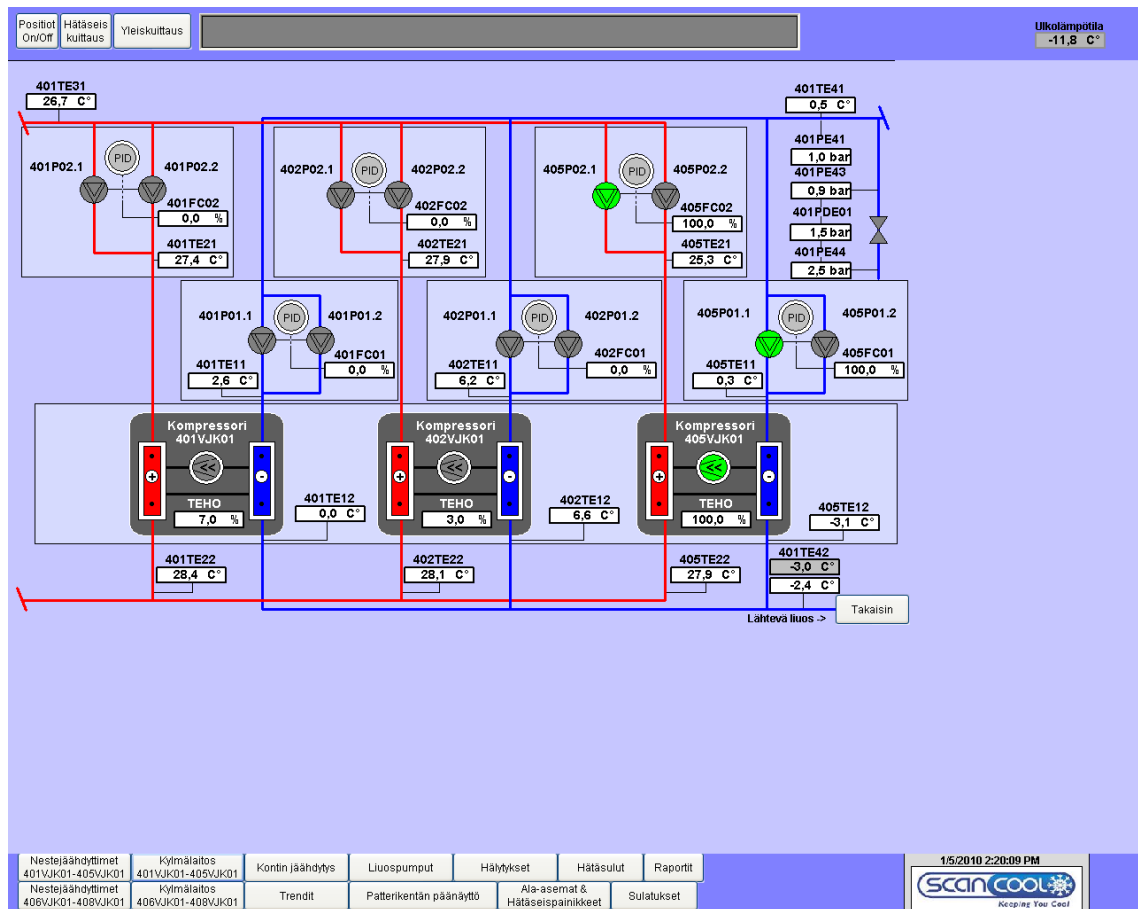
Station - Default - (b-...

10:48

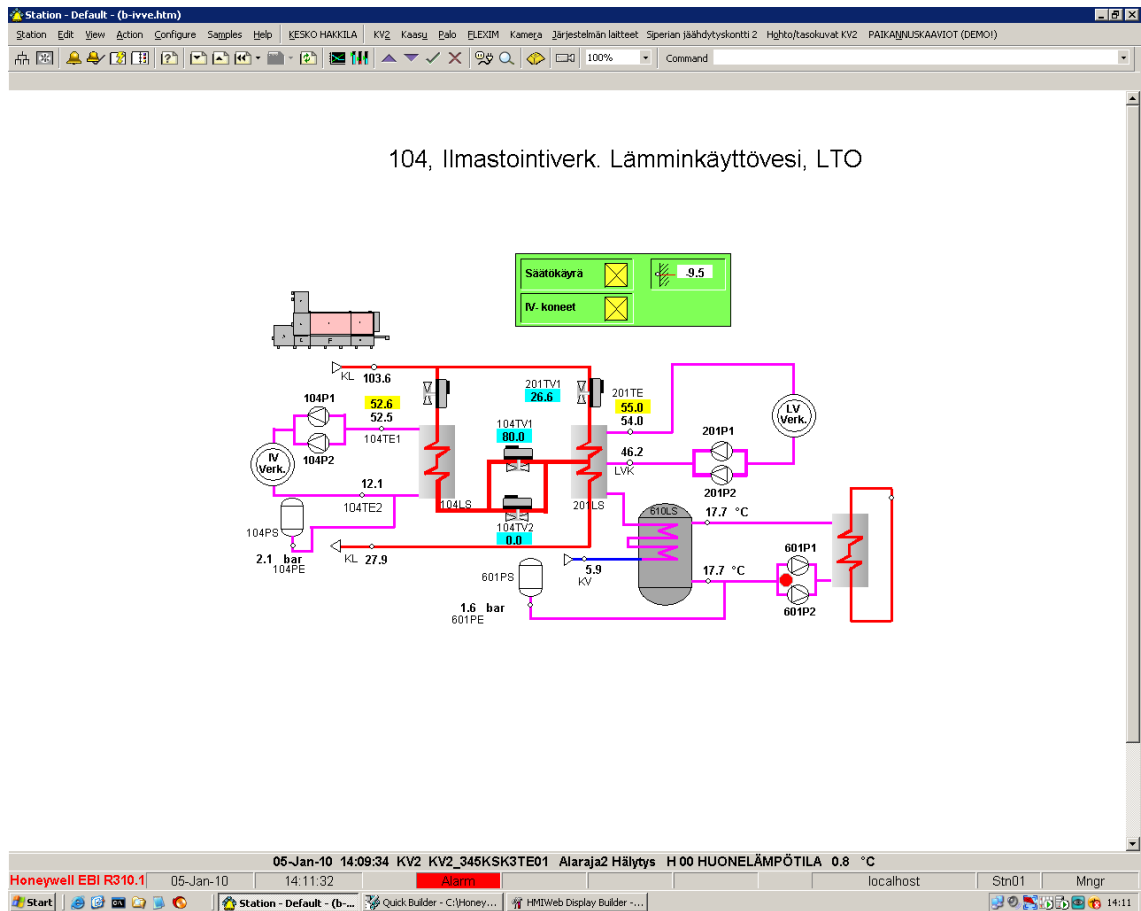
## Liite 5: Ilmanvaihdon koontikuva



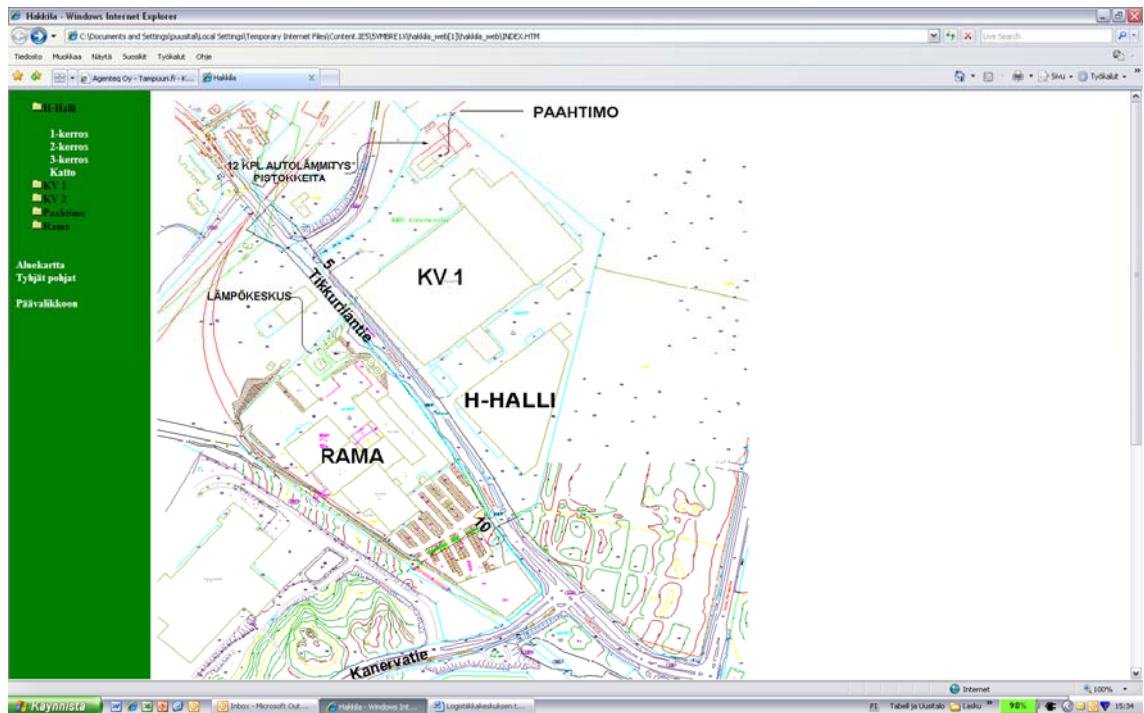
## Liite 6: Ammoniakkijäähdytysjärjestelmä



## Liite 7: E-osan lämmitysverkko



## Liite 8: Hohto-huoltokirjan aloitussivu

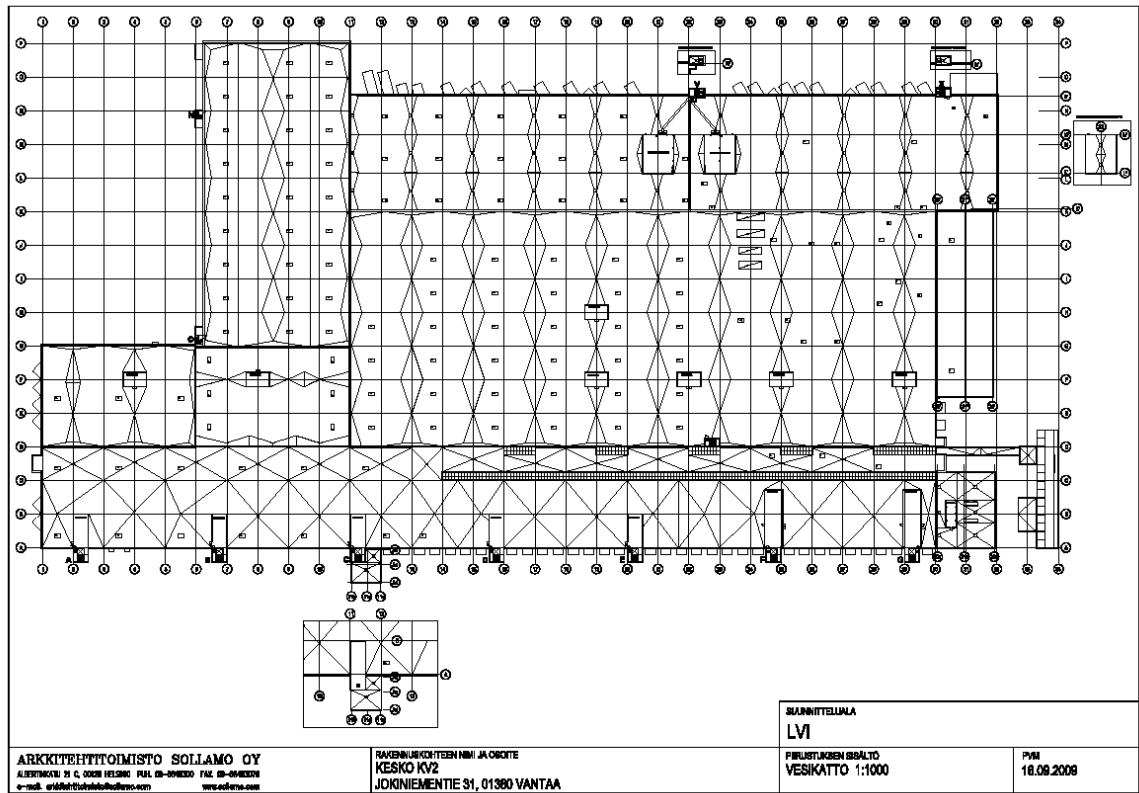


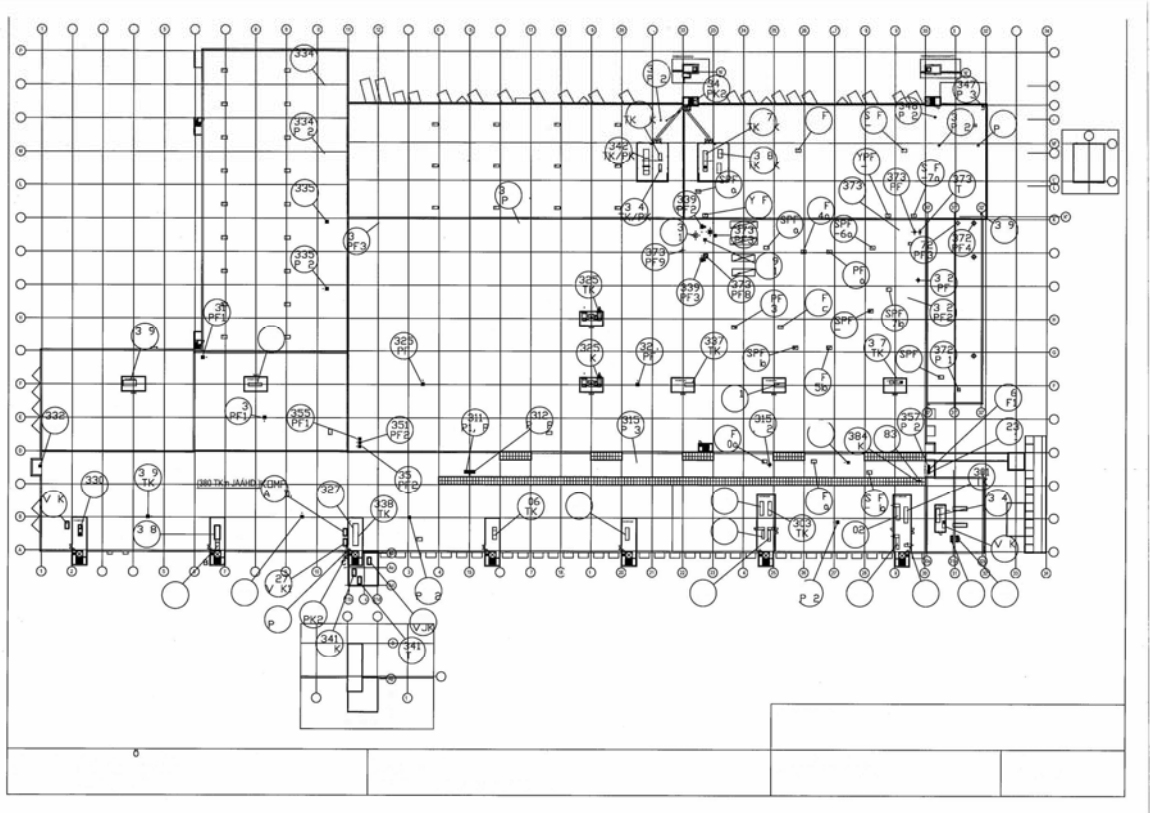
## Liite 9: Tampuuri-huoltokirjan hakemistorakenne

The screenshot displays a web browser window with the following elements:

- Address Bar:** `http://kesko.tampuuri.fi/v2/frm_content_divider.aspx?header=Kohdetiedot&content=../frm_content`
- Page Title:** Kohdetiedot
- Left Sidebar (Kohdetiedot):**
  - Kiinteistötiedot
  - Huoltokohteet
  - Laitetiedot
  - Tehtävältä
  - Käyttöpäiväkirja
  - Ilmoitukset
  - Liitteet (2/249 kpl)
    - Projekti 2008 (1 kpl)
    - Projekti 2009 Tuorevarasto (2 kpl)
    - 1 Yleiset dokumentit (14 kpl)
    - 2 Viranomaistarkastukset (25 kpl)
    - 3 Energiakatselmukset, kuntoarviot (5 kpl)
    - 3 Selvitykset ja tutkimukset (11 kpl)
    - 4 Pelastussuunnitelmat (3 kpl)
    - Huollon raportit (2 kpl)
    - Käyttö- ja huolto-ohjeet, rakennustekniikka (3)
    - Käyttö- ja huolto-ohjeet, talotekniikka (0 kpl)
    - Muistiot (0 kpl)
    - Paikantamiskaaviot (0 kpl)**
    - Palo (2 kpl)
    - Palvelukuvaukset (0 kpl)
    - Sähkökäytönjohto (8 kpl)
    - Tuotannon kylmäteknikka (1 kpl)
    - Vuokrasopimus (1 kpl)
  - Huoltokalenteri
  - Työlista
  - Tulosteet
- Main Content Area:**
  - Paikantamiskaaviot
  - Search bar with buttons: Selaa..., Lisää
  - Navigation links: [Liite](#), [Liitetwppi](#), [Uusin tiedosto](#), [Twppi](#), [Uusin lisäty](#), [Koko vht.](#), [Tiedostoja](#)
- Status Bar:** Valmis, Internet

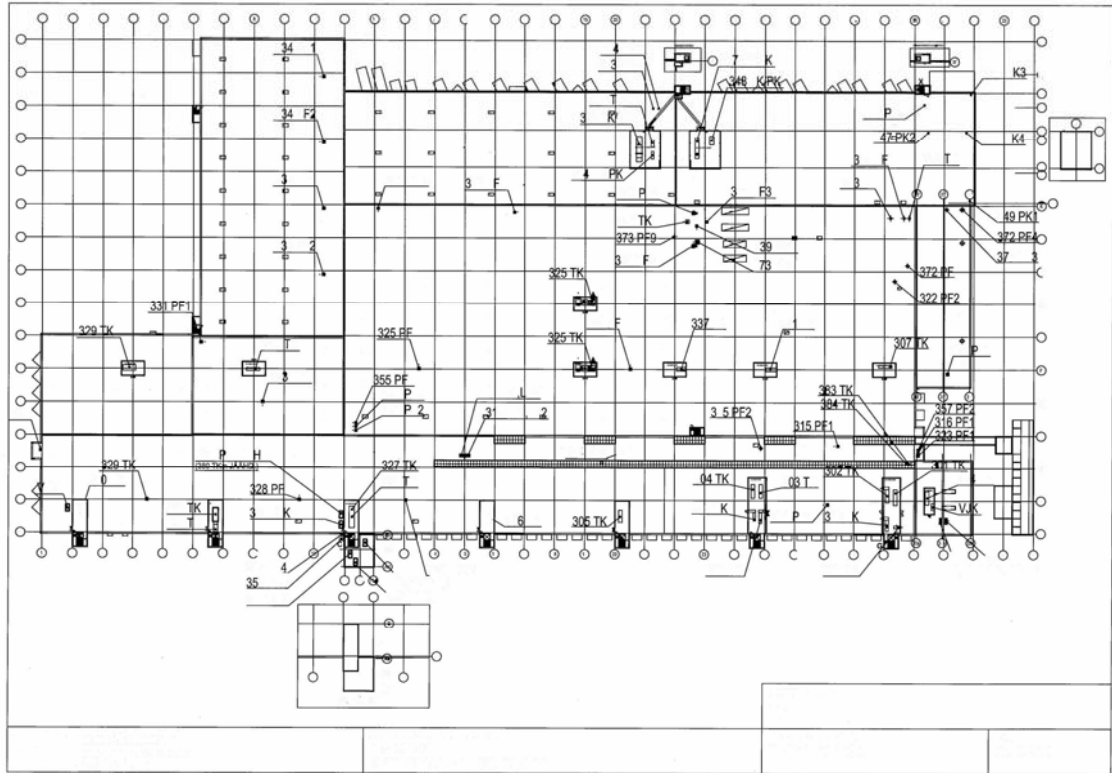
## Liite 10: Keskusvarasto 2:n kattokerros



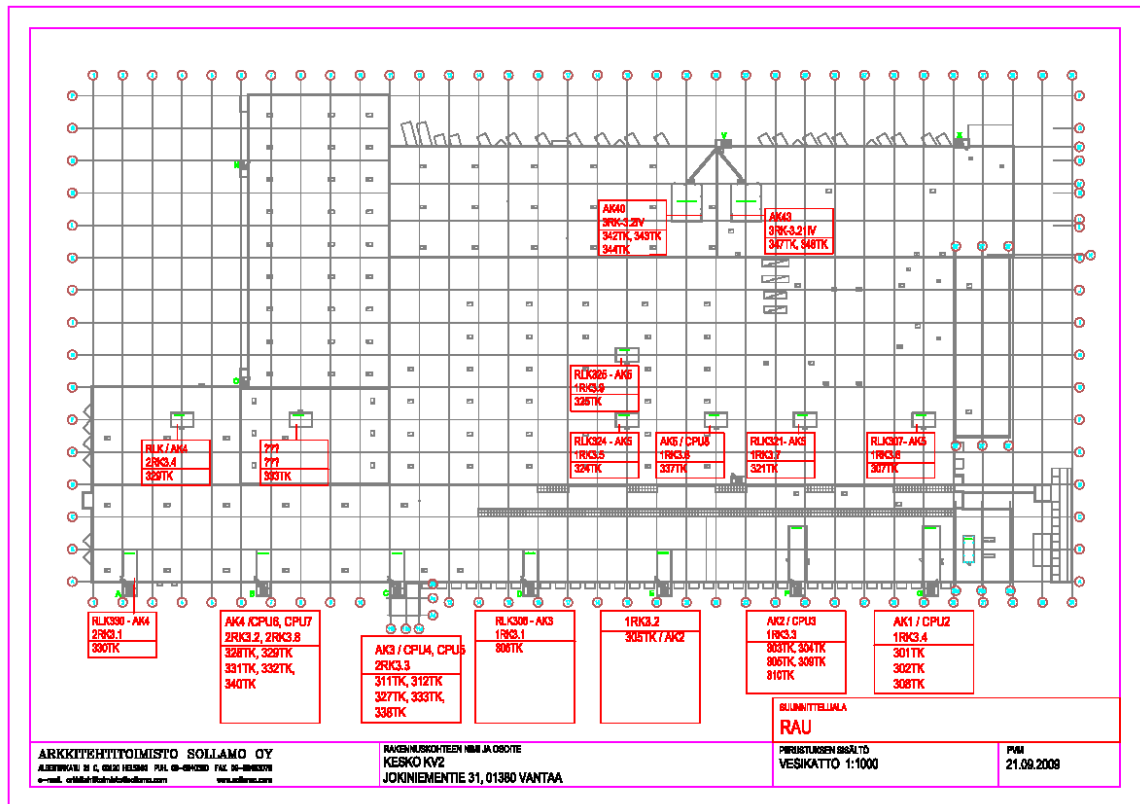
**Liite 11: Malliluonnos ilmanvaihtojärjestelmien esitystavasta**



## Liite 12: Ilmanvaihtojärjestelmien paikantamiskaavio



### Liite 13: Alakeskuksien paikantamiskaavio



## Liite 14: Paikantamiskaavioiden linkitysesimerkki

Station - Default - (B-ALKUHTM)

Station Edit View Action Configure Samples Help IESKO HAKKILA KV2 Kaasu Palo FLEXIM Kamera Järjestelmän laitteet Siperian Jäähdytyskontti 2 Hgkto/Asokuvat KV2 PAIKANNUKSAVIOT

IV\_KONEET Kellari IV  
SÄHKÖ 1.Kerros IV  
BAKENUUSAUTOMAATIO 2.Kerros IV  
BALO

**KV2**

**VALAISTUS**

- A-tuotteet/Elint.v-otto
- Tuoret./matala HEVI
- 2.k.BC/maisema/tupakka/vihann.p.
- Sos.tilat/1.porras
- Ulkovalot + Rullakkokatos
- Liikenteen-ohjauskeskus
- Varaston laajennus

**ILMASTOINTI**

- Toimistot,keittio, ruokala,terv.es.
- Varasto
- Korkeavarasto
- Varaston laajennus

**ATK**

- Matala HEVI
- Jäähdytys
- Tuoretuote
- Flexim ovet
- ent. Tulostussali

**Ki-kojeet**

- Lämmitys.
- Dvikojeet
- Poistot

**Painelma**

- Sähkö + UPS
- Turvallisuus
- "Palopisteet"

**Vesimittari**

- S KV2 savuaukuk
- H KV2 erillishälyt

**AUTOKALLI**

**VARASTON LAAJENNUS**

**TUOREVARASTO LAAJENNUS**

**HÄLYTYKSET**

- Palo
- Kaasu
- Flexim

30-Oct-09 09:02:12 KV2 KV2\_H1093\_LÄMPÖ MIN 1 alarm H 00 Huonelämpötila 6.3 °C

Honeywell EBI R310.1 30-Oct-09 09:39:26 Alarm localhost Strn01 Mngr

Station - Default - (B-... FHMWeb Display Builder aloitus.JPG - Paint 09:39