

Ville Parttimaa

Rakennuksen yleisnäyttö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinööriytyö

7.4.2016

Tekijä(t) Otsikko	Ville Parttimaa Rakennuksen Yleisnäyttö
Sivumäärä Aika	54 sivua 7.4.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Kehityspäällikkö Kari Heinonen, Arealtec Oy Lehtori Timo Tuominen
<p>Rakennusautomaatiojärjestelmiin liittyy nykyisin miltei aina valvomo. Valvomon oikeanlainen ja mahdollisimman tehokas käyttö ovat rakennuksissa perusedellytyksenä sille, että rakennus toimii mahdollisimman energiatehokkaasti. Nykyään on olemassa lukuisia eri valmistajien laitteistoja ja järjestelmiä lukemattomine ominaisuuksineen ja toimintoineen. Monet hyödylliset ominaisuudet ja toiminnot jäävät käyttämättä siksi, että käyttäjät eivät tiedä niistä tai osaa käyttää niitä oikein suunnitellulla tavalla.</p> <p>Insinööriä tehtiin Arealtec Oy:lle, jonka toimialana on rakennusautomaatiourakointi. Insinööriyössä oli tarkoituksena ideoida, käydä läpi ja suunnitella käytettyyn järjestelmään ja sen valvomoon ”yleisnäyttö”, josta rakennuksen tilan ja sen tärkeimmät toiminnot näkisi yhdellä silmäyksellä. Tavoitteena oli käyttää sopivaa jaottelua, trendejä, mittareita, värejä ja sopivaa määrää dataa selkeästi esitettyinä. Tarkoituksena oli selvittää, millaisia ratkaisuja ja toteutusvaihtoehtoja on olemassa ja miten niitä voidaan käyttää järkevästi. Pyrittiin siihen, että jokainen rakennuksessa toimiva näkee yhdeltä näytöltä nopeasti tärkeimmät tiedot ja ongelmanaiheuttajat. Kun rakennuksen toiminnan kannalta tärkein informaatio on selkeästi esillä yhdellä ainoalla sivulla, vianaiheuttajien etsimiseen käytettävä aika lyhenee merkittävästi.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kerättyä tarpeellista materiaalia ja tietoa jatkokehitystä silmälläpitäen. Rakennuksen yleisnäytön kehitystyö tulee jatkumaan yhteistyössä eri toimijoiden kanssa. Yleisnäyttö tulee lähitulevaisuudessa helpottamaan merkittävästi loppukäyttäjien työtä rakennuksen ylläpitotehtävissä.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatiojärjestelmä, rakennuksen yleisnäyttö

Author(s) Title	Ville Parttimaa General Screen of Building
Number of Pages Date	54 pages 7 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	
Instructor(s)	Kari Heinonen, Development Manager, Arealtec Oy Timo Tuominen, Lecturer
<p>Most modern building automation systems include an estate control room. In order to achieve maximal efficiency with energy consumption in the building, one must use the control room accurately and in accordance with user instructions. There are many different systems and facilities available by a great number of manufacturers. Many useful features are ignored just because end users are not aware of them or cannot act in accordance with their original purpose.</p> <p>This thesis was completed in co-operation with Arealtec Oy, a Finnish company operating in the field of building automation. The focus of the study was to create a general screen or device with which it would be easy for the end user to quickly and accurately receive information concerning the building.</p> <p>As a result of the thesis we gathered useful information and materials for the further development. Development of general screen will be continued in close co-operation with different kinds of operatives. In the near future the General Screen of Building will help end users significantly at their work.</p>	
Keywords	building automation, general screen of building

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	1
2.1	Rakennusautomaation historiaa	2
2.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	7
3	Direktiivit, määräykset ja ohjeet	10
3.1	Suomen rakentamismääräyskokoelma	10
3.2	Rakennuksen kokonaisenergiankulutus	11
4	Rakennusten energiatehokkuus	12
4.1	Miksi energiatehokkuus on tärkeää?	12
4.2	Järkevä energiankäyttö kiinteistössä	12
4.2.1	Energiansäästötavoitteet Suomessa	13
4.2.2	Keskeisimmät tekijät rakennuksen energiatehokkuudessa	14
4.2.3	Rakennuksen energiatehokkuuden osatekijät	14
4.2.4	Automaation merkitys energiatehokkuudessa	16
4.2.5	Standardin mukaiset tehokkuusluokitukset	17
4.2.6	Tehokkuusluokat rakennuksen automaatiossa	18
4.2.7	Tehokkuusluokka A	18
4.2.8	Tehokkuusluokka B	19
4.2.9	Tehokkuusluokka C	19
4.3	Rakennuksen energiatodistus	19
5	Miten automaatiolla vaikutetaan rakennuksen energiatehokkuuteen	21
5.1	Prosessin optimointi	21
5.2	Valvonta ja hälytys	22
5.3	Raportointi ja informaation tuottaminen	22
6	Rakennuksen yleisnäyttö	23
6.1	Käyttöliittymä	23
6.2	Hälytykset	25
6.3	Olosuhteet	26
6.4	Käyttöteho	29

6.5	Kulutukset ja mittaukset	30
6.6	Tunnusluvut	34
6.7	Rakennuksen tiedot	35
6.8	Teknisen toimivuuden mittarit	36
6.9	Tulevaisuudennäkymät	37
7	Erilaisia esitystapoja	39
8	Yhteenveto	44
	Lähteet	45

Lyhenteet

"Kuollut alue"	(Tekniikka) jokin laitteen näytön tai säädön alue, jota ei käytetä tarkoitukseensa. Kuollutta aluetta voidaan säätää estämään toimilaitteen edestakainen toiminta (huojunta).
brm ²	Rakennuksen bruttoala
CIM	Computer Integrated Manufacturing eli tietokone integroitu tuotanto
CO ²	Hiilidioksidi
DDC	Direct Digital Control eli suora digitaalisäätö
E-luku	Energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuisen ostoenergiankulutus rakennuksen standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden. (kWh/m ² /a)
Energiatodistus	Rakennukselle vuodesta 2008 vaadittu todistus
ET-luku	Määrää rakennuksen energiatodistuksen energialuokan
GSM	Global System for Mobile Communications
Hiilijalanjälki	Tarkoittaa jonkin tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamaa ilmastokuormaa eli sitä, kuinka paljon kasvihuonekaasuja tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyy.
htm ²	Rakennuksen huoneistoala
IV	Ilmanvaihto
IV-kone	Ilmavaihtokone

kWh	Kilowattitunti
Käyttöliittymä	Engl. Human Machine Interface HMI tai Man Machine Interface – MMI. Käyttöliittymällä tarkoitetaan yleisellä tasolla ihmisen ja koneen välisen vuorovaikutuksen mahdollistavaa rajapintaa.
LKV	Lämmin käyttövesi
LTO	Lämmön talteenotto
LVI-ohjekortti	Sisältää LVI-alan suunnitteluun rakentamiseen ja ylläpitoon liittyviä asioita.
LVIS	Lämmitys, vesi, ilmanvaihto, sähkö
mA	Milliampeeri
rm ³	Rakennuksen tilavuus
RT-ohjekortti	Rakennustieto Oy:n julkaisema kortistomuotoinen tietokoelma
SFP-luku	Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho (SFP-luku, Specific Fan Power) on rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimien yhteenlaskettu sähköverkosta ottama sähköteho jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla m ³ /s (suurempi näistä).
Trendikäyrä	Reaaliaikaisen seurannan ja toiminnan analysoinnin työkalu.
VAK	Valvonta-alakeskus
Valvomo	Valvontakeskus rakennuksessa
Yöjäähdytys	Ilmastoinnilla jäähdytetään huonetiloja ulkoilman avulla.

1 Johdanto

Insinööriyö tehdään yritykselle Arealtec Oy (nyk. Assemblin Automation Oy). Kyseessä on vuonna 1994 perustettu helsinkiläinen rakennusautomaatioalan yritys. Toimipaikat sijaitsevat Helsingissä ja Hyvinkäällä. Yritys työllistää tällä hetkellä 59 henkilöä. Yrityksen liiketoiminta-alueisiin kuuluu rakennusautomaatiourakointi ja -huolto sekä energia-tehokkuus ja elinkaaripalvelut. Palveluihin kuuluvat suunnittelu, projektinhoito, asennus, käyttöönotto, koulutus, huolto, tekninen tuki ja etäseurantapalvelut.

Insinööriyössä on tarkoituksena ideoida, käydä läpi ja suunnitella käyttämäämme järjestelmään ja sen valvomoon ”yleisnäyttö”, josta rakennuksen tilan ja sen tärkeimmät toiminnot näkisi yhdellä silmäyksellä.

Selvitän työssä millaisia ratkaisuja ja toteutusvaihtoehtoja on olemassa ja miten niitä voidaan käyttää järkevästi. Pyrkimys on kehittää lähitulevaisuudessa sellainen rakennuksen yleisnäyttö, joka mahdollistaisi sen, että jokainen rakennuksessa toimiva näkee yhdeltä näytöltä nopeasti tärkeimmät tiedot ja ongelmanaiheuttajat. Työn arvo tilaajalle on suuri koska tämänkaltaisia ratkaisuja ei ole vielä juurikaan olemassa.

2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio on automaatiotekniikan merkittävä osa-alue. Toimistojen ja asuintalojen olosuhteet paranevat ja viihtyvyys säilyy, kun esimerkiksi lämmitys ja ilmanvaihdon säätäminen hoidetaan rakennusautomaatiolaitteiden avulla. Kiinteistöjen turvallisuutta voidaan lisätä paloilmoittimien ja murtohälyttimien kaltaisilla valvontalaitteilla. Keskitetyt valvonta- ja säätöjärjestelmät vähentävät huomattavasti käyttökustannuksia oikein käytettyinä. Automaatiojärjestelmän tietokonetoiminnot tuovat lukuisia uusia mahdollisuuksia valvoa, ohjata ja säätää rakennusten ja asuinkiinteistöjen järjestelmiä. Ne myös tuovat tekniikan nopean kehityksen myötä paljon uusia ulottuvuuksia eri osa-alueille. [1, Esipuhe.]



Kuva 1. Automaatiojärjestelmään liittyviä osajärjestelmiä

Rakennusautomaatiojärjestelmät valvovat, ohjaavat ja säätävät kiinteistöjen tärkeimpiä toimintoja (kuva 1). Näitä toimintoja ovat muun muassa vesi, viemäri, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät, ilmastointi, energianmittaukset, sprinklerit, palohälytykset, kulunvalvonta, murtohälytykset, hissit ja rullaportaat. Voidaan todeta, että rakennusautomaatio on todella tärkeä osa erilaisia kiinteistöjä ja sillä hallitaan LVIS-prosessit kiinteistöissä. Rakennusautomaatiojärjestelmät ovat hyödyllisiä myös energiansäästön kannalta.[1, s. 5–6; 2, s. 27; 3.]

2.1 Rakennusautomaation historiaa

Rakennusautomaation historia on alkuvaiheiltaan pitkälti säätötekniikan historiaa. 1900-luvun alussa säädettiin painetta, virtausta ja lämpötilaa manuaalisesti kentällä paikallisten osoitinlaitteiden, kuten esimerkiksi painemittareiden ja näkölasien avustuksella (kuva 2). Ensimmäiset sovellutukset olivat enimmäkseen kattilalaitosten vesiventtiilien tai palamisilman säätöjä. Säätimet olivat aluksi sähkömekaanisia ja niitä käytettiin muun muassa patteriverkostojen säätämiseen. Ensimmäisen maailmasodan jälkeen

säätäminen vaihtui manuaalisesta asteittain automaattiseen virtauksen, pinnankorkeuden sekä lämpötilan säätöön. [4, s. 23.]



Kuva 2. Rakennusautomaation historiaa [5]

Rakennusautomaation kehitys jatkui tasaisesti. Vuonna 1947 Bellin laboratoriossa kehitettiin transistori, joka aloitti mikroprosessorin vallankumouksen. Tällä oli kauaskantoiset vaikutukset automaation kehitykseen. [4, s. 23.]

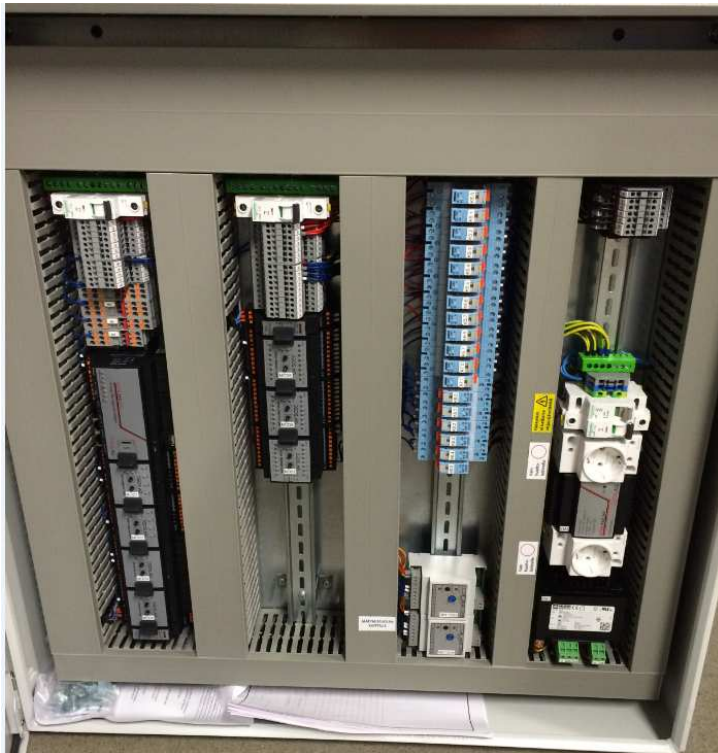
Ensimmäisen todellisen sykäyksen kehitykselle antoi 1950- ja 1960-lukujen ilmanvaihtotekniikan koneellistuminen rakennuksissa, koska se loi tarpeen lämmityspattereiden luotettavalle valvonnalle ja säädölle ilmanvaihtokoneissa. Vuonna 1960 hyväksyttiin 4...20 mA:n analogisignaalistandardi. [4, s. 23.]

1970-luvulla toimistokiinteistöjen huonekohtaisissa säädöissä käytettiin yleisesti myös pneumatiikkaa. Tuolloin kiinteistöautomaation toiminnasta ei saatu ulos riittävästi tietoa, jotta sen perusteella olisi kyetty ohjaamaan energiaa säästäviä toimia. Esimerkkinä

voidaan mainita lämmönsäädön toiminta patteriverkostossa, jota ei vielä tuolloin kyetty automaattisesti tarkkailemaan. [4, s. 24.]

Syntyi tarve kehittää järjestelmä, jonka avulla voitaisiin tarkasti säätää ja seurata kaikkia talotekniikan toimintoja. Ensimmäiset keskitetyt valvontajärjestelmät, joissa samaan valvomoon liitettiin useampia rakennuksia, valmistuivat vuosikymmenen lopulla. Niitä nimitettiin keskitetyiksi talovalvomoiksi. [4, s. 24.]

Kehityksen alkuvaiheessa lämmityksen säätöjärjestelmät olivat vielä erillään valvontajärjestelmästä. Analogitekniikassa jokainen indikointi-, hälytys-, mittaus ja käynnistystieto vaati oman kaapeliparinsa lähtöpisteestä valvontakeskukseen. VAK:it asennettiin ruuhkapaikkoihin ja usein tarvittiin jopa 100-parista runkokaapelia, jotta kaikki tarvittava tieto saatiin siirrettyä VAK:sta valvomoon (kuva 3). Ruuhkapaikkoja olivat ilmastointi-, lämmönjako- ja sähköhuoneet. [4, s. 24.]



Kuva 3. Valvonta-alakeskus (VAK)

Näin alkoi rakennusautomaation vauhdikas kehitys kohti nykymuotoista toteutustekniikkaansa. Sitä tukivat puolijohdetekniikan vaihtuminen digitaalisuuteen ja tähän liittynyt ohjelmointi sekä digitaalinen tiedonsiirto. Alan suuret toimijat toivat markkinoille

minitietokoneisiin pohjautuvia keskuslaitteita, jotka voitiin liittää digitaalista tiedonsiirtoa hyväksikäyttäen ohjelmoitaviin, tällaisella tekniikalla toimiviin alakeskuksiin. Monipuoliset valvonta- ja säätötoiminnot voitiin siten ensimmäistä kertaa yhdistää samaan järjestelmään. Niissä ei kuitenkaan ensivaiheessa ollut säätöjä, vaan ainoastaan mittaus-, valvonta- ja ohjaustoimintoja. DDC-pohjaiset järjestelmät yleistyivät vasta 1980-luvulla (kuva 4). [4, s. 24.]



Kuva 4. DEOS OPEN 500 EMS – DDC-säädin

1980-luvulla hallinta- ja tiedonsiirto-ongelmat yritettiin ratkaista CIM:n avulla. Ratkaisu oli teknisesti mutkikas, todella kallis ja vaikeahko toteuttaa. 80-luvun säätimet saatiin kyllä integroitua valvontajärjestelmiin, jolloin valvomosta käsin voitiin asetella säätimien parametreja. Viat ja niiden mahdollisuudet vähenivät oleellisesti, koska tiedonsiirto ja tietokoneet olivat täysin digitaalisia. Alakeskusten ja valvomon välillä ei tarvittu enää niin paljon kaapelointia kuin aikaisemmin ja fyysiset kytkentäpisteet vähenivät samalla oleellisesti. [4, s. 24.]

Kiinteästi kytkettyjen puhelinlinjojen avulla oli mahdollista liittää useita eri kiinteistöjä yhteen valvomoon. Tärkeimmät työajan ulkopuoliset hälytykset siirrettiin robottipuhelimella päivystykseen. Kehitys mahdollisti modeemin välityksellä käytetyn valinnaisen puhelinyhteyden. Valvomo ja alakeskukset pystyivät tarvittaessa avaamaan puhelinlinjan. Tästä seurasivat myöhemmin mobiilit ratkaisut, kuten ryhmähälytysten siirto GSM-verkon kautta ja 1990-luvun puolivälistä lähtien kätevästi tekstiviestein (kuva 5). [4, s. 25.]



Kuva 5. Robottipuhelin

PC:n ja Windowsin käyttö yleistyi niin kiinteistöautomaatiossa kuin toimistoissakin. Valvontajärjestelmiin tämä kehitys integroi säätötekniikan. Kehityksen alkuvaiheessa alakeskukset olivat riippuvaisia valvomosta, mutta kehittyivät 1990-luvun alkupuolella itsenäisiksi yksiköiksi. [4, s. 25.]

Kehitys johti 1990-luvun aikana keskusteluun hajautetuista järjestelmistä. Vaativamman rakentamisessa vakiintui edelleen käytössä oleva kolmitasoinen hierarkia, jossa järjestelmä koostuu eri tasoista. Yksikkökustannukset saatiin alakeskusten osalta

painettua niinkin alas, että niitä voitiin asentaa jokaiseen tekniseen tilaan – tarpeen vaatiessa jopa ilmastointikonekohtaisesti. Syntyi vahva pyrkimys standardiprotokollien käyttöön huonelaitetasolla. [4, s. 25.]

Uudelle vuosituhannele siirryttäessä yleistynyt internetin käyttö tarjosi ratkaisun niin sanottuun etävalvontakysymykseen. Vakuutusyhtiöt, kaupungit ja kunnat olivat kiinteistönomistajina jo pitkään kaivanneet mahdollisuutta valvoa ja mahdollisesti myös ohjata kaikkia kiinteistöjään sijainnista riippumatta. Ongelmia aiheutti kuitenkin se, että laitteita oli monenmerkkisiä. Lisäksi televerkkojen palvelut olivat tuohon aikaan rajoitettuja ja kalliita. [4, s. 25.]

Nykyisten rakennusautomaatiojärjestelmien tietoliikenneominaisuudet ovat pitkälle kehittyneitä, joten järjestelmistä pystytään muokkaamaan monikäyttöisiä ja aina vain paremmin käyttäjiä palvelevia.

Kehitys on johtanut monikäyttöisiin ja ohjelmistoiltaan korkeatasoisiin järjestelmiin, joiden avulla rakennusten energiatehokkuutta ja ylläpitoa voidaan parantaa. Energiatehokkuus ja energianhallinta ovat nykyisin tärkeitä osa-alueita ja niissä pyritään jatkuvaan kehitykseen. [4, s. 26.]

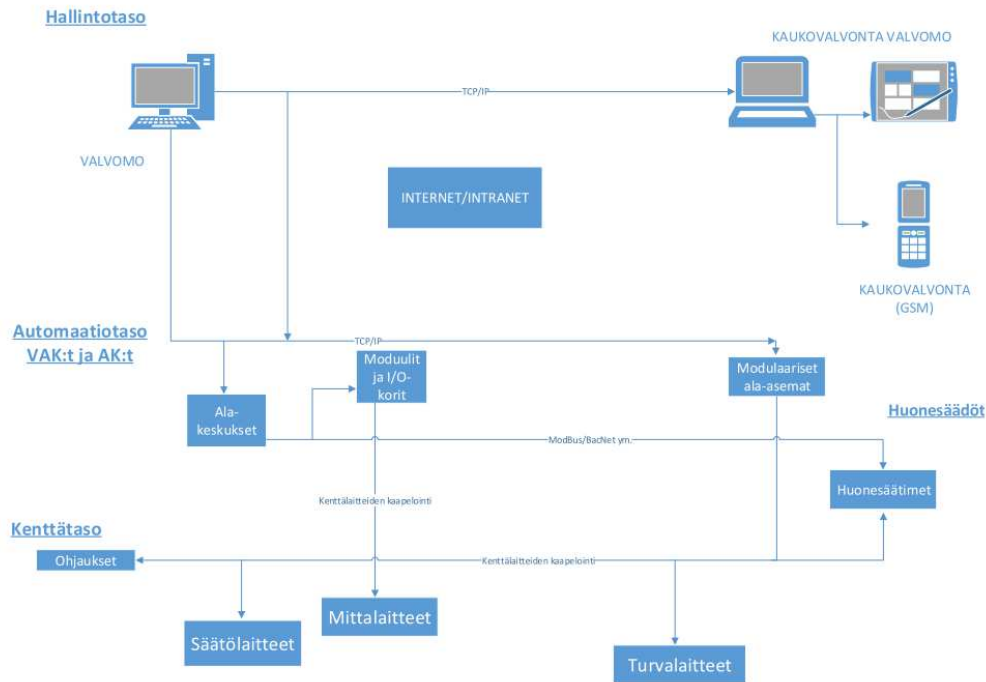
2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne koostuu kolmesta eri tasosta, hallintotasosta, automaatiotasosta ja kenttätasosta (kuva 6). [4, s. 93; 2, s. 27–28.]

Hallintotaso toimii käyttäjärajapintana automaatiojärjestelmään päin. Sillä tarkoitetaan PC-valvomoita, joita voi olla yksi tai useampia kiinteistön koosta ja tarpeesta riippuen. Järjestelmän käyttäjä saa PC-valvomoon tarpeelliset tiedot esimerkiksi kiinteistön hälytyksistä. Käyttäjä voi myös katsoa kuvia kiinteistön prosesseista ja tehdä tarvittavia muutoksia toimintaan, kuten esimerkiksi asetusarvoihin ja aikaohjelmiin. Hallintotason toimintoihin kuuluvat myös raportointiin ja kunnossapitoon liittyvät ohjelmat. [4, s. 93; 2, s. 27–28.]

- Automaatiotasoon kuuluvat
 - ala-asetat
 - moduulit
 - modulaariset ala-asetat. [4, s. 94; 2, s. 27–28.]

- Kenttätasoon kuuluvat
 - ohjaukset (pumput, puhaltimet, valaistus ja sähkölämmitys)
 - säätölaitteet (pellit, venttiilimoottorit)
 - mittalaitteet (anturit, lähettimet)
 - turvalaitteet (palo- ja rikosilmoittimet, kulunvalvonta)
 - huonesäädöt. [4, s. 95; 2, s. 27–28.]



Kuva 6. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne [4, s. 94; 2, s. 28; 6, s. 12.]

Järjestelmälle asetetut tavoitteet energianhallinnassa

Nyky-yhteiskunnassa tapahtunut energiatehokkuusvaatimusten kiristyminen on muuttanut rakennusten rakenteellisten ominaisuuksien lisäksi myös LVIA- ja sähkötekniikan toteutus- ja suunnitteluperiaatteita. [4, s. 49.]

Tarpeettoman energiankulutuksen ehkäiseminen johtaa väistämättä sääätavoitteisiin. Prosessien mukauttaminen eri käyttötilanteisiin sekä ohjaus- ja säätömahdollisuuksien ulottaminen pienempiin kulutusyksiköihin tarkoittaa sitä, että mahdollisista vikatiloista päästään entistä nopeammin normaalitilaan. [4, s. 49.]

Nykyaikaiset säätö- ja valvontajärjestelmät tekevät tämän osaltaan mahdolliseksi. Oikeilla komponenteilla ja kohdetta varten suunnitelluilla ohjelmistoilla voidaan optimoida rakennuksen monimutkaisetkin järjestelmät oikealle tasolle. Myös käyttäjän ammattitaidolla on merkitystä silloin, kun kiinteistöjen energiatehokkuusinvestoinneista halutaan saada kaikki irti. [4, s. 49.]

Rakennusautomaatiojärjestelmälle voidaan asettaa seuraavat, keskeiset tavoitteet:

- suunnitelmien mukainen toteutus
- taloteknisten toimintojen valvonta mittauksin ja hälytyksin
- sellaisen kulutus-, energiatehokkuus- ja tilastomateriaalin tuottaminen, joka tukee rakennuksen ylläpitoa energiatehokkuuden kannalta
- selkeä ja ymmärrettävä käyttöliittymä. [4, s. 49.]

3 Direktiivit, määräykset ja ohjeet

3.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Suomen rakentamismääräyskokoelman osiin D1, D2, D3, D4 ja D5 on kirjattu rakennusautomaatioon liittyviä määräyksiä ja ohjeistuksia. [4, s.16; 7; 8, s. 2–3.]

Suomen rakentamismääräyskokoelman osat D1, D2, D3, D4 ja D5 sisältävät taulukossa 1 mainitut asiakokonaisuudet:

Taulukko 1. Suomen rakentamismääräyskokoelman osien sisällöt [4, s. 16; 8, s. 2–3.]

- D1: Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet
- D2: Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet
- D3: Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet
- D4: LVI-piirrosmerkit, ohjeet
- D5: Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet

3.2 Rakennuksen kokonaisenergiankulutus

Ostoenergiankulutus rakennuksissa on laskettava D3-direktiivin määräyksissä esitetyillä lähtöarvoilla (rakennustyyppin standardikäyttö). Lähtötietoihin sisältyvät seuraavat seikat:

- ulkoilman säätiedot
- sisäilmasto-olosuhteet
- rakennuksen käyttö- ja käyntiajat
- järjestelmien käyttö- ja käyntiajat
- sisäiset lämpökuormat. [9, s. 8.]

Muut energianlaskennassa tarvittavat lähtötiedot löytyvät rakennuksen suunnitteluasiakirjoista.

Myös rakennuksen E-luku on laskettava. Siitä on Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3, kappaleessa 2.1.2 ja 2.1.3 mainittu seuraavaa:

Rakennuksen kokonaisenergiankulutus (E-luku) on laskettava. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiakulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku saadaan laskemalla yhteen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain. E-lukua laskettaessa uusiutuva omavaraisenergia ei ole ostoenergiaa, vaan se vähentää ostoenergian kulutusta. Energiamuotojen kertoimia käytetään ainoastaan ostoenergialle.

Energiamuotojen kertoimet ovat seuraavat:

Sähkö 1,7

Kaukolämpö 0,7

Kaukojäähdytys 0,4

Fossiiliset polttoaineet 1,0

Rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,5 [9, s. 8.]

4 Rakennusten energiatehokkuus

4.1 Miksi energiatehokkuus on tärkeää?

Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty muutamia keskeisiä syitä sille, että energiatehokkuus on nykyisin hyvin tärkeää.

Taulukko 2. Painavia syitä sille, että energiatehokkuus on tärkeää [10.]

- Kansalliset ja EU:n energiansäästövaatimukset
- Asiakkaiden vaatimukset
- Energian hinta
- Uusiutumattoman energian säästäminen
- Kasvihuonekaasut ja saasteet
- Terveyshaittojen vähentäminen

Myös yhteiskunnan tuella ja esimerkiksi rakentamismääräysten kautta annetulla ohjauksella on oma merkityksensä. Lisäksi energiatehokkuudella on myönteisiä vaikutuksia kiinteistön kassavirtaan. [10; 11.]

4.2 Järkevä energiankäyttö kiinteistössä

Sähkön, lämmitysenergian ja veden kulutusta voidaan talotekniikan automaatiolla seurata tehokkaasti. Huoltohenkilön oltava ajan tasalla kiinteistön mittalaitteista ja muutettava ajantasaiset lukemat valvontakeskukseen, jotta mittaustulokset olisivat tarkkoja ja järjestelmästä saataisiin kaikki hyöty irti. [12, s. 125.]

Kiinteistön käyttöön perustuvat ohjaukset ovat tärkeässä osassa silloin, kun tavoitteena on kiinteistön vähäinen energiankulutus. Jos käytettävissä olevien tilojen käyttöasteet vaihtelevat, on tärkeää käyttää vain niitä ohjaavia laitteistoja, joille on todellista tarvetta. Kun tilat ovat käytössä, tulee valaistuksen, ilmanvaihdon, lämmityksen ja jäähdytyksen olla parhaalla mahdollisella tasolla. Olosuhteita voidaan vastaavasti heikentää silloin, kun tilat eivät ole käytössä. Energiaa voidaan silloin säästää esimerkiksi pudottamalla sisälämpötilaa normaalista tasosta. [12, s. 125.]

Toimenpiteet tulee mitoittaa tarkasti, jotta olosuhteiden heikentäminen kiinteistössä ei vaaranna rakenteita. Kunkin kiinteistön rakenteiden laatu määrittelee sen, miten suuria poikkeamia olosuhteissa voidaan sallia. [12, s. 125–126.]

Ilmaisenergiaa tulisi muistaa käyttää hyväksi aina, kun se vain on mahdollista. Kesällä voidaan esimerkiksi hyödyntää yöjäähdytystä vanhoissa kiinteistöissä, joissa ei ole jäähdytyslaitteistoja käytössä. Yöjäähdytys tarkoittaa sitä, että kierrätetään viileää ulkoilmaa sisätiloissa yöaikaan. [12, s. 126.]

Lämpötilan nostaminen yhdelläkin asteella esimerkiksi vettä lämmitettäessä kuluttaa tietyn määrän energiaa. On hyvin tärkeää, ettei lämpötiloja nosteta tarpeettomasti missään olosuhteissa - se on silkkaa rahantuhlausta. Silti sitä tapahtuu nykyisinkin suurimmassa osassa kiinteistöjä. Myös valaistuksia tulisi ohjata energiansäästösyistä sen mukaan, onko tila käytössä vai käyttämättömänä. [12, s. 126.]

4.2.1 Energiansäästötavoitteet Suomessa

Kioton ilmastopöimus ja Suomen energia- ja ilmastostrategia ovat rakennusten energiatehokkuuden taustalla. Niiden tavoitteena on kasvihuonepäästöjen vähentäminen. Suomessa rakennusten energiankäyttö aiheuttaa noin 30 % prosenttia kasvihuonepäästöistä. Rakennusten osuus energiankäytöstä on lähes 40 % (kuva 7). [13, s. 4.]

Vuosi	2008-2012	2016	2015-2020	2020
Tavoitteet ja sopimukset	Kioton sopimus. Keskimmääiset kasvihuonekaasupäästöt rajoitetaan vuoden 1990 tasolle	Energiapalveludirektiivin 9 % energiansäästötavoite	EU:ssa kaikki uudisrakentaminen erittäin energiatehokasta	EU:n 20 % energiansäästötavoite
				Uusiutuvien energialähteiden osuus suomessa 38 %

Kuva 7. Suomea koskevien energiansäästötavoitteiden aikatauluja [13, s. 4; 10.]

Suomessa uudisrakentamisen tavoitteena on asetettujen linjausten mukaan matala-energiarakentaminen sekä olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden selkeää parantaminen. Määräyksiin sisältyy tietty, tyypillistä suomalaista rakennustapaa edustava oletustaso automaation osalta. [13, s. 5.]

4.2.2 Keskeisimmät tekijät rakennuksen energiatehokkuudessa

Kaikkiin olemassa oleviin osa-alueisiin on panostettava tasapuolisesti silloin, kun pyrkimyksenä on rakennuksen hyvätasoinen energiatehokkuus. Näin tavoitteet saavutetaan kustannustehokkaasti. Yksittäisen tekijän osuus kokonaisuudessa on suhteellisen pieni. Alla olevassa taulukossa 3 on lueteltu rakennuksen energiatehokkuuden keskeisiä tekijöitä. [4, s. 51; 13, s. 6.]

Taulukko 3. Rakennuksen energiatehokkuuden keskeiset tekijät [4, s. 50–51.]

- Rakennuksen vaipan (seinät, katto, alapohja, ikkunat) lämmöneristyskyky
- Ilmanvaihdon mitoitus ja lämmön talteenotto
- Ilmanvaihdon käyttöajat
- Rakennuksen tiiviys
- Sähkötehokkuus (valaistus, IV-koneet, pumput)
- Jäähdytys
- Vedenkäyttö
- Säättötarkkuus ("ilmaislämpöjen" hyödyntäminen)

4.2.3 Rakennuksen energiatehokkuuden osatekijät

Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on tärkeä osa ilmastotalkoita. Energiatehokkuus tarkoittaa kokonaisuuden hallintaa, ei vain yksittäisiä ratkaisuja. Energiatehokkaan rakentamisen perustana on lämpöhäviöiden pienentäminen rakennuksesta ja sen järjestelmästä. Rakennuksen energiatarve on saatava lähtökohtaisesti mahdollisimman pieneksi. Tämä saavutetaan hyvällä ulkovaipan tiiviydellä ja lämmöneristyksellä, tehokkaalla lämmön talteenotolla ilmanvaihdosta sekä ikkunoiden auringonsuojauksella. Alla olevassa kuvassa 8 on esitetty energiatehokkaan rakentamisen portaat. [5, s. 6.]

Kioto-pyramidi

Energiatehokkaan rakentamisen portaat



Kuva 8. Energiatehokkaan rakentamisen portaat (Kioto-pyramidi) [13, s. 6; 14, s. 7.]

Rakenne- ja talotekniikan yhteensovittaminen on keskeisellä sijalla energiatehokkuudessa. Mahdollisimman hyvään energiatehokkuuteen tarvitaan toimintavarmoja, yksinkertaisia ja yhteensopivia ratkaisuja ja järjestelmiä. [13, s. 6.]

Arkkitehtisuunnittelussa energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat rakennuksen tilat, sijainti, materiaalit ja massoittelu sekä taloteknisten järjestelmien oikeanlainen suunnittelu. [13, s. 6.]

Talotekniset järjestelmät tulee valita ja suunnitella oikein ja niiden tulee aina olla rakennuskohtaisia. Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät, LKV-valmistus ja valaistuksen suunnittelu nousevat erityisesti esille taloteknisissä järjestelmissä. Automaatiojärjestelmässä tulee olla tarvittavat ohjaukset, jotta laitteet eivät ole tarpeettomasti päällä. Esimerkkinä mahdollisesti yhtäaikainen lämmittäminen ja jäähdyttäminen tai tarpeeton

valaistus. Kaikkien edellä mainittujen osa-alueiden tulee olla kunnossa, jotta parhaat mahdolliset tulokset saavutettaisiin. [13, s. 6–7.]

4.2.4 Automaation merkitys energiatehokkuudessa

Energiaa käyttävien laitteiden valvonnalla ja ohjauksella on merkittävä rooli kaikilla kuvan 8 Kioto-pyramidin portaiden mukaisilla osa-alueilla. Vasta taulukossa 4 esitettyjen toimenpiteiden jälkeen voidaan arvioida energiankulutukseen sopivat energiamuodot ja energiantuotantoratkaisut. [13, s. 7.]

Taulukko 4. Automaation merkitys energiatehokkuudessa [4, s. 51.]

1. Prosessien suunnittelu energiatehokkuuden optimoimiseksi
2. Valvonta ja hälytykset → virheajat, korjausajat ja energiahukan minimointi
3. Informaation tuottaminen → Rakennuksen toimintojen ja toiminnan ymmärtäminen, vertaukset ja kehittäminen

Energiamuodon valintaan ja käyttötapaan vaikutetaan automaatiolla silloin, kun käytössä on rinnakkaisia järjestelmiä. Taulukossa 5 on esimerkkejä automaatiotoiminnoista jotka liittyvät Kioto-pyramidin eri tasoihin. [13, s. 7.]

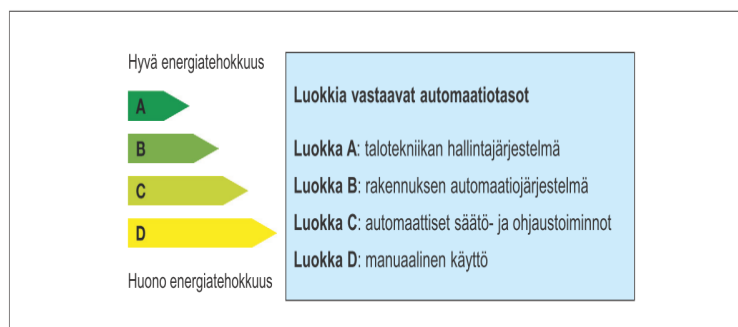
Rakennuksen taloteknisiä järjestelmiä ja laitteita hallitaan automaation avulla. Parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen pääsemiseksi samalla energiaa säästämällä järjestelmiä ja laitteita on osattava käyttää oikein. Jos automaatio ei toimi hyvin tai halutulla tavalla, energiatehokkaalla rakentamisella saavutettuja hyötyjä menetetään. [13, s. 7.]

Taulukko 5. Automaatiotoimintojen vaikutusmahdollisuuksia [13, s. 7; 14, s. 8.]

Kioto-pyramidin ”porras”	Esimerkki rakennuksen automaation vaikutuskeinoista
Energiamuoto	Raportointi energialajeittain, kullakin hetkellä tehokkaimman energiamuodon valinta, rakennuksen E-luvun laskenta
Kulutuksen ohjaus ja näyttö	Huoneolosuhteiden säätö ja ohjaus, käyttölaitteet, laitteiden ja järjestelmien energiatehokas automaattinen käyttö
Ilmaisenergioiden hyödyntäminen	Lämmön talteenoton ohjaus, vapaajäähdytys, dynaaminen lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaus
Sähkönkäytön tehostaminen	Energiankäytön optimointi, tarpeenmukaiset olosuhteet tiloissa, painetasot ilman ja veden siirrossa
Lämpöhäviöiden pienentäminen	Tarpeenmukaiset lämpötilatasot käyttöveden ja lämmitysveden siirrossa, auringonsuojaus (jäähdytys)

4.2.5 Standardin mukaiset tehokkuusluokitukset

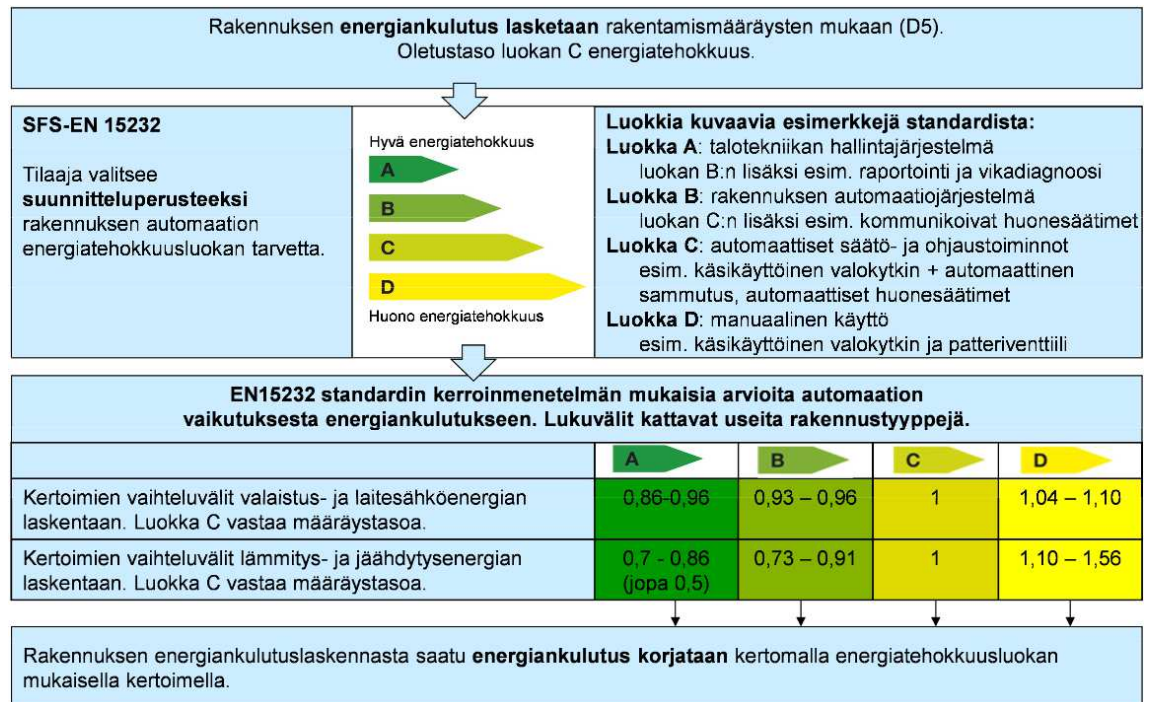
Standardi SFS-EN 15232 (2012) jakaa rakennuksen automaation neljään tehokkuusluokkaan: A, B, C ja D. Näistä A on paras ja D heikoin luokka. C vastaa tavanomaista rakennusautomaation tasoa (kuva 9). [14, s. 8.]



Kuva 9. Rakennuksen automaatiotasoa vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen [14, s. 8; 13, s. 8.]

4.2.6 Tehokkuusluokat rakennuksen automaatiassa

Standardin SFS-EN 15232 avulla voidaan arvioida automaation vaikutusta energiatehokkaassa rakennuksessa ja tehdä vertailuja eri automaatiotasojen vaikutuksesta laskennalliseen energiankulutukseen (kuva 10). [13, s. 9.]



Kuva 10. Energiatehokkuusluokitukset [13, s. 9.]

4.2.7 Tehokkuusluokka A

Rakennuksessa on kokonaisvaltainen talotekniikan hallintajärjestelmä. Tehokkuudeltaan A-luokkaan kuuluvissa rakennuksissa on kiinnitetty paljon huomiota energiatehokkuuteen. A-luokitusta vastaava rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu yleensä useammasta osajärjestelmästä, joihin sisältyvät kaikki kiinteistönhoidossa tarvittavat keskeiset toiminnot. Järjestelmä ohjaa ja hyödyntää informaatiota, jota sen osajärjestelmät tuottavat. [13, s. 10.]

Automaatiojärjestelmää käytetään rakennuksen säätöön, ohjaamiseen, energianhallinnan ja -kulutuksen seurantaan, raportointiin ja analysoimiseen. [13, s. 10.]

4.2.8 Tehokkuusluokka B

Rakennuksessa on automaatiojärjestelmä. Järjestelmän perusedellytyksenä on, että se toimii paremmin kuin tehokkuusluokassa C ja on muutenkin tätä luokkaa paremmin toteutettu. Tehokkuusluokka B:n tasolla rakennusten eri järjestelmien toimintaa voidaan automaattisesti optimoida, jolloin tarvittavat ohjaukset pystytään toteuttamaan. Tästä on esimerkkinä eri väylien (tiedonsiirtoyhteyksien) kautta tapahtuva huonesäätimien liittäminen järjestelmään. [13, s. 9.]

4.2.9 Tehokkuusluokka C

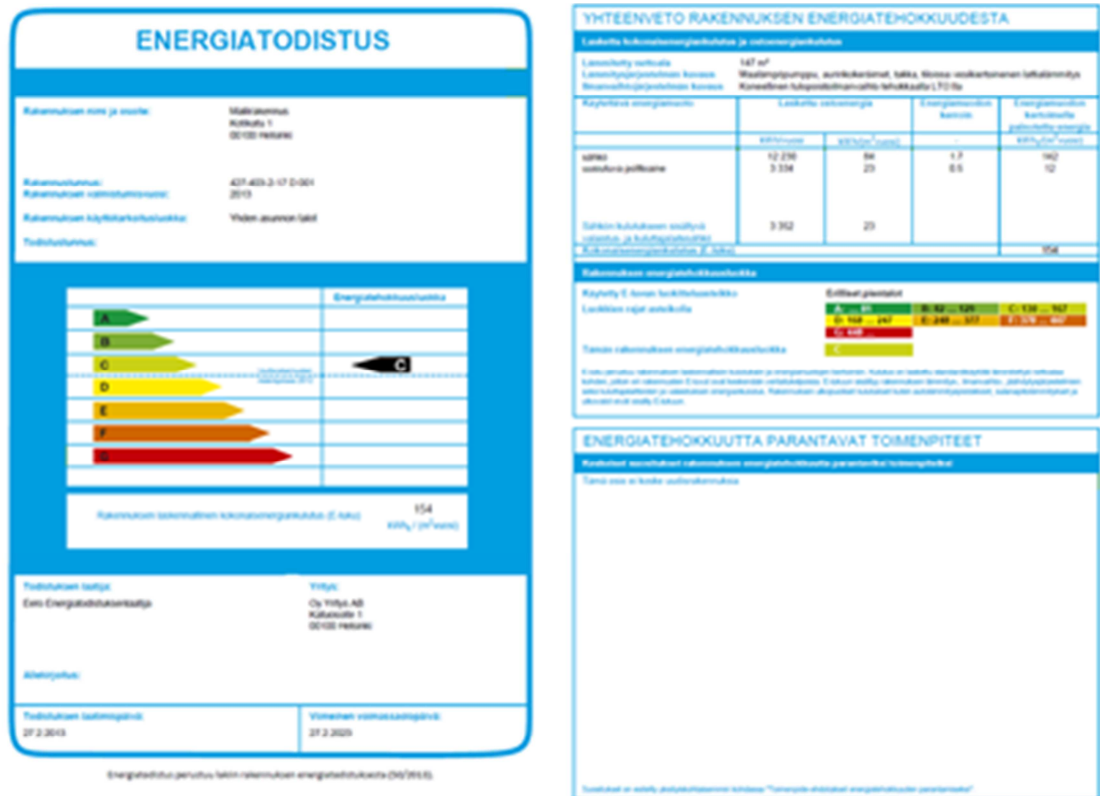
Rakennuksessa on järjestelmä, jonka avulla säätö ja ohjaus pystytään toteuttamaan automaattisesti. Toimisto- ja liikerakennuksissa tehokkuusluokka C on monesti toteutettu keskitetyillä säätö- ja ohjausjärjestelmillä. Mikään ei kuitenkaan estä toimintojen toteuttamista erillisillä laitteilla. [13, s. 9.]

Tehokkuusluokka D

Rakennuksen automaatiojärjestelmä on manuaalinen, eikä energiatehokkuusasioita ole lainkaan otettu huomioon. Nykyään ei enää tulisi toteuttaa pelkästään käsikäyttöisiä järjestelmiä. [13, s. 9.]

4.3 Rakennuksen energiatodistus

Ympäristöministeriö on kehittänyt luokitusjärjestelmän rakennusten energiatehokkuuden kehittämistä ja ohjausta varten. Energiatodistus on luokitusjärjestelmän keskeisin ja näkyvin osa. Ulkoasultaan energiatodistus vastaa esimerkiksi kodinkoneiden energialuokituksessa käytettävää graafista kaaviota (kuva 11). [4, s. 49–50.]



Kuva 11. Energiatodistuksen malli [15; 16; 17.]

Todistuksessa esiintyvä energialuokka määräytyy laskennallisella menetelmällä. Vanhojen rakennusten osalta se perustuu kuitenkin toteutuneeseen kulutukseen. Laskennallisen todistuksen laadinnasta on olemassa ohjeistus, jonka avulla laskenta onnistuu perinteisillä laskumenetelmillä. Nykyisin markkinoilla on myös ilmestynyt erilaisia ohjelmistoja, jotka helpottavat laskentaa suuresti. [4, s. 50.]

Rakennukselle annetaan energiategokkuudessa ET-luku, joka määritellään kaavalla kWh/brm²/vuosi, jossa rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä jaetaan rakennuksen bruttopinta-alalla. [4, s. 49–50.]

Asteikolla, jossa A on paras ja G huonoin, toimistorakennuksien C-luokitus on välillä $111 \leq ET \leq 130$. Väljimmät vaatimukset kohdistuvat uimahalleihin, jotka saavat C-luokituksen välillä $411 \leq ET \leq 530$. [4, s. 49–50; 18, s. 3.]

Vuoden 2012 alusta lähtien on sovellettu uusia energiategokkuuden määrittelyjä, joissa ET-luku on korvattu E-luvulla. E-luku tarkoittaa energiamuotojen kertoimilla painotettua rakennuksen vuotuista ostoenergiankulutusta ja rakennuksen standardikäytöllä lämmi-

tettyä nettoalaa. Kertoimet löytyvät rakennusmääräysten D3- dokumentista, joka löytyy alla olevasta taulukosta 6: [4, s. 49.]

Taulukko 6. Energiamuotojen kertoimet (D3-Direktiivi, 2012) [7.]

<u>Laji</u>	<u>Kerroin</u>
Sähkö	1,7
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Fossiiliset polttoaineet	1
Uusiutuvat polttoaineet	0,5

Kertoimia käyttämällä otetaan huomioon eri energiamuotojen ympäristövaikutukset sekä hyvitetään rakennuksen oma energiantuotto (maalämpö, aurinkopaneelit, tuuli-voima). [4, s. 49; 7.]

5 Miten automaatiolla vaikutetaan rakennuksen energiatehokkuuteen

5.1 Prosessin optimointi

Prosessi voidaan optimoida energiatehokkuuden kannalta monin eri tavoin:

- CO²-mittaukseen perustuva säätö ja ohjaus ilmanvaihdossa
- LTO:n jäähdytystalteenotto kesällä
- Yöjäähdytys
- Ulkolämpötilan mukaan tapahtuva jäähdytysverkoston painesäätö
- Lämmitys- ja jäähdytysssäädöissä dynaaminen ”kuolleen alueen” käyttö [4, s. 51.]

Nykyisin saatavilla olevat ohjelmistot mahdollistavat hyvin monimutkaiset ohjaus- ja säätötavat. Niiden tulee kuitenkin olla sen verran ymmärrettävissä laitoksen tai rakennuksen kannalta, että esimerkiksi asetteluongelmilta vältytään. [4, s. 51.]

5.2 Valvonta ja hälytys

Jos prosessit eivät toimi oikein, energiankulutus voi pahimmassa tapauksessa kasvaa jopa kertaluokalla rakennuksessa, jossa kulutus on optimoitu energiatehokkuutta silmällä pitäen. Eritoten julkisissa-, liike- ja toimistorakennuksissa LTO:n toiminta ja IV-koneiden käyntiajat ovat keskeisessä asemassa lämmityskauden kulutuksessa.

LTO:n toiminnan valvonta perustuu hyötysuhteen laskentaan. Järjestelmä suorittaa sitä jatkuvasti koneen käydessä ja hälyttää, jos asetusrvon alaraja alittuu. Hyötysuhde lasketaan kuvassa 12 esitettyllä kaavalla. [2, s. 51–52.]

$$\frac{\text{Sisäänpuhallus LTO:n Jälkeen} - (\text{Ulkolämpötila})}{\text{Poistoilma ennen LTO:ta} - (\text{Ulkolämpötila})} \times 100$$

Kuva 12. LTO-hyötysuhteen laskentakaava [10.]

Järjestelmien suorittama valvonta ja hälytykset ovat tärkeässä asemassa, silloin kun rakennuksen halutaan toimivan energiatehokkaasti. Hälytyksiä voidaan ohjelmoida niin indikoiteihin kuin mittauksiinkin. Niitä voidaan myös liittää edellä mainitun lämmön talteenoton hyötysuhteen kaltaisiin, laskennallisiin johdannaisuuksiin. [2, s. 51–52.]

5.3 Raportointi ja informaation tuottaminen

Rakennuksen absoluuttinen vuosikulutus on sen energiatehokkuuden keskeisin tunnusluku. Absoluuttiseen vuosikulutukseen sisältyvät rakennuksen veden-, lämmön- ja sähkönkulutus. Erilaisilla raportointiohjelmilla saadaan monipuolisia kaavioita ja tulosteita, kun mittaustulokset liitetään rakennuksen järjestelmään. [4, s. 52.]

Graafinen, standardinomainen tuloste tarjoaa esimerkiksi kuukauden välein otettuna hyvän vertailukohdan edellisiin kuukausiin ja vuosiin. Graafisten tulosteiden perusteella

on helppo arvioida rakennuksen käyttöaste ja sen eri osa-alueiden toimivuus. Niiden avulla voidaan myös tehdä vertailuja muihin rakennuksiin. [4, s. 52.]

Eri prosessien tarkkailuun ja optimointiin voidaan käyttää trend-tulostusta, jossa tulostukseen valitut suureet kuvataan aika-akselilla. Tulosteet voidaan kytkeä historiatallennukseen, josta voidaan jälkikäteen seurata prosessien toimintaa eri aikaväleillä. Trend-tulostus on hyvä työkalu analysointitarkoituksiin. Analysointi on puolestaan tärkeässä asemassa rakennuksien energiahallinnan ja tehokkuuden ylläpitämisessä. [4, s. 52.]

Hälytysloki ja sen suodattaminen ja informaation tilastoiminen tukevat nekin merkittäväällä tavalla maksimaalisen energiatehokkuuden saavuttamista. Näiden toimenpiteiden avulla löydetään eniten hälytyksiä aiheuttaneet laitteistot ja laitteet, jolloin kunnossapitotoimet voidaan kohdistaa tehokkaasti oikeisiin paikkoihin ja asioihin. [4, s. 52.]

6 Rakennuksen yleisnäyttö

6.1 Käyttöliittymä

Human Machine Interface (HMI) tai Man Machine Interface (MMI) tarkoittaa suomeksi käyttöliittymää. Kyseessä on koneen ja ihmisen välisen vuorovaikutuksen mahdollistava rajapinta. Sen välityksellä käyttäjälle välitetään tietoa järjestelmän prosesseista: niiden tilasta, toiminnasta ja tapahtumista. Käyttäjä pääsee käyttöliittymän kautta ja sen avulla myös ohjaamaan ja tarvittaessa muuttamaan järjestelmän toimintoja kussakin tilanteessa parhaaksi katsomallaan tavalla. [6, s. 15.]

Hyvä käyttöliittymä on looginen, helppokäyttöinen ja johdonmukainen. Silloin aikaa ei jouduta käyttämään epäoleellisiin asioihin. [4, s. 157.]

Hyödynnän tanskalaisen käytettävyyskonsultin, Jakob Nielsenin, vuonna 1994 laatimaa käytettävyysohjeistusta nyt käyttöliittymän yhteydessä (taulukko 7). Ohjeistuksessa on lueteltu seuraavat asiat, jotka parantavat käyttöliittymän käytettävyyttä merkittävästi.

Taulukko 7. Jakob Nielsenin Käytettävyysohjeisto, 1994 [19.]

Käytettävyysohjeisto (Jakob Nielsen, 1994)
1. Pyri aina käyttämään luonnollista ja yksinkertaista dialogia, jossa esiintyy selkeä asetus, luonnollinen etenemistapa ja - mikä tärkeintä - vain tarpeellisia käyttöliittymäelementtejä.
2. Käyttöliittymässä ei ole hyvä olla järjestelmän sisäistä kieltä tai vaikeita termejä. Pyri aina puhumaan käyttäjien omaa kieltä.
3. Pyri aina siihen, ettei käyttäjän muistikuorma käy liian suureksi. Kukaan ei jaksaa muistaa suurta määrää järjestelmään liittyviä asioita.
4. Yhdenmukaisuus
5. Muista palaute
6. Käyttäjälle täytyy osoittaa selkeä poistumistapa.
7. Käyttöliittymässä täytyy olla mahdollisuus oikopolkuihin, ettei tarvitse turhaan aina käydä kaikkia valikoita ym. läpi.
8. Käyttöliittymässä näkyvien ja olevien virheilmoitusten täytyy olla selkeitä.
9. Käyttäjälle täytyy antaa selkeä ja riittävä apu käyttöliittymän oikeanlaiseen käyttöön.

Käyttöliittymän perustarkoitus on siis välittää tietoa käyttäjille olosuhteista, järjestelmän tapahtumista, järjestelmän –ja prosessien tilasta. Sen avulla käyttäjät voivat helposti seurata, valvoa ja ohjata järjestelmää. [19.]

Käyttöliittymän toteutustapoja on monenlaisia. Muutamia niistä on kirjattu alla olevaan taulukkoon 8:

Taulukko 8. Erilaisia malleja käyttöliittymän toteutukseen [6, s. 15–16.]

- Laite- ja tilakohtaiset käyttöliittymät
- Koko järjestelmän kattavat käyttöliittymät
- Osajärjestelmäkohtaiset käyttöliittymät
- Tietojärjestelmiä yhdistävät käyttöliittymät
- Yksinkertaiset painikekäyttöliittymät
- Merkkipohjaiset, valikkoihin perustuvat käyttöliittymät
- Graafiset, ikkunointiin ja hiiren käyttöön perustuvat käyttöliittymät
- Edellisten yhdistelmät

6.2 Hälytykset

Hälytykset ovat elintärkeitä rakennusautomaatiojärjestelmässä. Niiden avulla järjestelmä saa tiedon siitä, että kaikki ei toimi toimintaselostuksen mukaisella tavalla. Hälytysten avulla voidaan seurata prosessien toimintoja ja toimintaa sekä tehdä päätelmiä taloteknisten järjestelmien toiminnasta. [12, s. 105.]

Rakennusautomaatiojärjestelmän valvomat kohteet liitetään aina ilmoitus- tai hälytysjärjestelmään. Sen kautta saadaan tietoa mahdollisista vaaratilanteista ja laitteiden toiminnasta. Hälytysjärjestelmä reagoi myös luvattomaan liikkumiseen rakennuksissa. [1, s. 138.]

Rakennusautomaatiojärjestelmässä hälytykset jaetaan eri luokkiin priorisoinnin avulla. Priorisointi tapahtuu kiireellisyysasteen mukaisesti. Nopeinta toimintaa vaativat muun muassa hissi-, murto- ja palohälytykset sekä taloteknisiin järjestelmiin liittyvät, kiireelliset hälytykset (jäätymisvaara, pumpput ym.). Kiireellisiksi luokitellut hälytykset vaativat toimenpiteitä niin pian kuin mahdollista siinä missä huoltohälytykset voidaan hoitaa kuntoon työajan puitteissa. Huoltohälytyksissäkään ei kannata viivytellä, sillä nekin kertovat sellaisista järjestelmän vioista, jotka lisäävät turhaa energiankulutusta. Hyvin toteutettu hälytysten priorisointi on myös toimiva keino ohjata tarvittavat korjaustoimenpiteet oikeille ja ammattitaitoisille ihmisille. Hälytykset on hyvä käydä läpi päivittäin ja tehdä korjaustoimenpiteet mahdollisimman ripeästi. Talotekniikka on pidettävä kokonaisuudessaan sellaisessa kunnossa, että se toimii oikein. Silloin vältetään turhilta hälytyksiltä. Samalla kiinteistön energiankulutus pysyy optimaalisella tasolla. [1, s. 138; 4, s. 224; 12, s. 105–106.]

Työhön liittyen käytiin eri yritysten edustajien ja rakennusautomaatioalan ammattilaisten kanssa keskustelua siitä, millaisia toimintoja rakennuksen yleisnäytössä pitäisi olla ja miltä sen tulisi näyttää. Alla olevassa taulukossa 9 on lueteltu muutama hälytyksiin liittyvä asia, joiden tulisi sisältyä rakennuksen yleisnäyttöön. Esitystapaa (fontit, värit ym.), yleisnäytön visuaalisia ominaisuuksia ja muita muuttujia kehitellään lisää asiakkaan tarpeiden mukaan, jotta kaikki saisivat itselleen räätälöidyn tuotteen. Yleisnäytössä tulee olemaan alla olevien ominaisuuksien lisäksi myös helposti lisättävissä olevia optioita eri käyttötarkoituksiin, jotka määräytyvät asiakkaiden ja rakennuksien tarpeiden mukaan.

Taulukko 9. Ideoita ja ajatuksia rakennuksen yleisnäytön hälytysosioon [21; 22; 23; 24; 25.]

- Hälytyksien määrä
- Hälytysluokat, priorisointi
- Jatkohälytysten määrä
- Hakukentät
- Ponnahdusikkunat hälytyksistä → vian aiheuttaja (laite/laitteistot/tasokuvat)
- Hälytyksien ilmaisu (valo- tai äänimerkit, kuvakkeet, symbolit, näiden yhdistelmät)
- Mahdolliset toimintaohjeet vian korjaamiseksi

6.3 Olosuhteet

Rakennus on nykyisin suunniteltava ja rakennettava siten, että sen sisäilmasto säilyy terveellisenä, viihtyisenä ja turvallisena kaikissa tavanomaisissa käyttötilanteissa ja sääoloissa. Suomen rakentamismääräyskokoelman osaan D2 on kirjattu rakennusten sisäilmastoon ja ilmanvaihtoon liittyvät määräykset ja ohjeet. [26, s. 5.]

Sisäilmaluokituksistakin on laadittu tietyt tavoitearvot ja määritelty suunta mihin pyrkiä. Vuonna 2008 laadittu sisäilmaluokitus toimii suunnittelun ja urakoinnin sekä rakennustarviketeollisuuden tukena rakennus- ja taloteknisellä puolella. Sen ohjaamana rakennuksista tulee viihtyisiä ja terveellisiä. Luokitus tukee suunnittelijoiden, rakennuttajien, urakoitsijoiden ja laitevalmistajien työtä ja antaa suunnittelu- ja tavoitearvot rakennusten sisäilmastolle. Luokitus ei kumoa viranomaissäännöksiä ja niistä julkaistuja tulkintoja vaan täydentää Suomen rakentamismääräyksiä, yleisiä laatuvaatimuksia rakennustöissä, LVI-selostusohjetta, rakennusselostusohjetta, urakkarajaliitettä, RT- ja LVI-ohjekortteja sekä muita rakentamiseen liittyviä asiakirjoja. [27.]

Sisäilmastoluokat ovat jaettu seuraaviin luokkiin taulukoiden 10–12 mukaisesti:

Taulukko 10. Sisäilmastoluokka S1 [27.]

S1: Yksilöllinen sisäilmasto
- Sisäilman laatu erittäin hyvä, ei havaittavissa hajuja
- Tiloissa tai rakenteissa ei ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä
- Viihtyisät lämpötilat
- Ei vetoa, ei yllämpenemistä
- Mahdollisuus hallita lämpöoloja yksilöllisesti
- Tiloissa hyvät ääniolosuhteet, valaistusolosuhteet ja yksilöllisesti säädettävä valaistus

Taulukko 11. Sisäilmastoluokka S2 [27.]

S2: Hyvä sisäilmasto (käytetään perustasona)
- Sisäilman laatu hyvä, ei havaittavissa häiritseviä hajuja
- Tiloissa tai rakenteissa ei ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä
- Viihtyisät lämpötilat
- Vetoa ei yleensä esiinny
- Yllämpeneminen mahdollista kuumana kesäpäivänä
- Hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet

Taulukko 12. Sisäilmastoluokka S3 [27.]

S3: Tyydyttävä sisäilmasto
- Sisäilman laatu täyttää vähimmäisvaatimukset rakentamismääräyksessä
- Lämpöolot täyttävät vähimmäisvaatimukset rakentamismääräyksessä
- Valaistusolosuhteet täyttävät vähimmäisvaatimukset rakentamismääräyksessä
- Ääniolosuhteet täyttävät vähimmäisvaatimukset rakentamismääräyksessä

Sisäilman laadulla tarkoitetaan sisätiloissa olevien kemiallisten ja fyysisten tekijöiden yhdessä muodostamaa kokonaisuutta. [28, s. 3.] Taulukoissa 13–18 on esitetty vaikuttavat tekijät:

Taulukko 13. Lämpöolosuhteet [29, s. 3; 27.]

- Ilman lämpötila
- Ilman liike
- Ilman kosteus
- Pintojen lämpötilat
- Lämpötilaerot ja vaihtelut

Taulukko 14. Valaistusolosuhteet [29, s. 3; 27.]

- Valaistusvoimakkuus (Lux)
- Kontrastit
- Häikäisy
- Värinöisto-ominaisuudet

Taulukko 15. Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät [29, s. 3; 27.]

- Leijuvat pölyt
- Epäorgaaniset kaasut
- Orgaaniset kaasut
- Bioaerosolit (bakteerit, itiöt jne.)

Taulukko 16. Ääniosuhteet [29, s. 3; 27.]

- Ääniteho
- Äänen taajuus
- Äänen kesto
- Impulssimaisuus
- Huoneen ominaisuudet

Taulukko 17. Keskeiset tekijät lämpö- ja sisäolosuhteiden hallinnassa [29, s. 4; 27.]

- Ulkovaippa
- Ilmanvaihto
- Lämmitys
- Automaatio
- Kuormitus
- Sääolosuhteet

Taulukko 18. Toimivuustekijät ja niiden määrittelyt [29, s. 15; 27.]

- IV-lämpötilat
- LTO:n toiminta
- Ilmavirrat
- Laatutekijät sisäilmassa → CO ² , kosteus
- Painesuhteet rakennuksessa → absoluuttisen paineen mittaukset rakennuksen eri osista
- Säteilylämpötilat
- Tilatehokkuus
- Käyttäjätyytyväisyys
- Vuotohälytykset (vesi), vesimäärä ja kosteusanturit

Alla olevassa taulukossa 19 on lueteltu muutama olosuhteisiin liittyvä asia, joiden tulisi sisältyä rakennuksen yleisnäyttöön. Yleisnäytössä tulee olemaan alla olevien ominaisuuksien lisäksi myös helposti lisättävissä olevia optioita eri käyttötarkoituksiin, jotka määräytyvät asiakkaiden ja rakennuksien tarpeiden mukaan. Liikaa pikkudataa ei silti kannata kerätä, sillä sitä ei kuitenkaan voitaisi hyödyntää.

Taulukko 19. Ideoita ja ajatuksia rakennuksen yleisnäytön olosuhdeosiioon. [21; 22; 23; 24; 25.]

- Sisäilmaolosuhteet (lämpötila, CO ² , pysyvyyssrajat)
- Rakennuksen IV-tasapaino (Tulo ja poisto laskettuna yhteen → Hälytysrajat)
- Trendit olosuhteista (vertaukset keskenään, ΔT)

6.4 Käyttöteho

Alla olevassa taulukossa 20 on lueteltu muutama rakennuksen käyttötehon esittämiseen ja sen mittaamiseen liittyvä asia, joiden tulisi sisältyä rakennuksen yleisnäyttöön. Yleisnäytössä tulee olemaan alla olevien ominaisuuksien lisäksi myös helposti lisättävissä olevia optioita eri käyttötarkoituksiin, jotka määräytyvät asiakkaiden ja rakennuksien tarpeiden mukaan. On hyvin tärkeää pitää esitystapa selkeänä. Vaikeasti ymmärrettävän tai liian yksityiskohtaisen tiedon sijaan tarvitaan yksiselitteisiä mittareita ja trendejä.

Taulukko 20. Ideoita ja ajatuksia rakennuksen yleisnäytön käyttöteho-osiioon. [21; 22; 23; 24; 25.]

- Järjestelmien tehot
- %-osuus koneiden tai järjestelmien mitoituksista, liityntätehoista
- Mittausarvot. Min/Max, keskiarvot
- Trendit, mittarit
- Rakennuksen käyttötehomittari (Tulevaisuus)
- 1. sivu missä helposti hahmoteltavat mittarit → mittarisivulla painike toiselle sivulle missä todelliset arvot ja luvut

6.5 Kulutukset ja mittaukset

Energianhallinnan ja yleensäkin kiinteistönpidon keskeisin tehtävä on seurata rakennuksen energiankulutusta. Hankittujen tietojen perusteella voidaan arvioida kokonaisuuden toimintaa ja löytää mahdollisia parantamiskohteita. Automaatiojärjestelmän säätämistä tulisi myös aina edeltää energiankulutuksen seuranta. Mitään muutoksia säätöihin ei saisi tehdä olettamuksen pohjalta. Jos muutoksia tehdään, niiden vaikutusta energiankulutukseen ja sisäilmastoon tulee seurata tarkkaan. Kun tiedetään, mistä energiankulutus muodostuu ja miten ja milloin energiaa kuluu, voidaan kulutus optimoida siten, että olosuhteet pysyvät vähintäänkin ennallaan.[6, s. 70; 10; 12, s. 126.]

Rakennuksissa mitataan ja seurataan yleensä sähköenergiaa, lämmitysenergiaa ja vedenkulutusta. Jos halutaan saada tarkempaa selkoa siitä, mihin, miten ja milloin energiaa kuluu, on seurattava myös järjestelmien osakulutuksia. Pelkkä kokonaiskulutus ei anna tarvittavia tietoja. Osakulutusten seuraaminen edellyttää kuitenkin sitä, että automaatiojärjestelmään on lisätty niin sanotut alamittarit. Täytyy kuitenkin aina muistaa se, että pelkät energiankulutuslukemat eivät kerro koko totuutta. Automaatiojärjestelmään liitettyjä kulutusmittauksia voidaan seurata hyvinkin tiiviillä aikavälillä ja tarkkuudella. Tunti- tai vuorokausitasolla tapahtuva seuranta on kuitenkin yleensä riittävä. [6, s. 70; 10; 12, s. 126–127.]

Ympäristöministeriön laatimat energiatehokkuusmääräykset ja –ohjeet astuivat voimaan vuonna 2012. Energian käytön mittauksista määrätään seuraavaa:

Rakennukset varustetaan energiankäytön mittauksilla tai mittausvalmiudella siten, että rakennuksen eri energiamuotojen käyttö voidaan helposti selvittää. Mittauksista voidaan luopua, jos mittauksen tai mittausvalmiuden rakentaminen voidaan osoittaa epätarkoituksenmukaiseksi. Rakennus varustetaan sähkömittauksella, josta saadaan tieto koko rakennuksen sähköenergiankulutuksesta. Rakennus varustetaan lämmitysjärjestelmän ostoenergian kulutus mittauksella.

Muut kuin luokan 1 rakennukset (erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot) varustetaan lämpimänkäyttöveden kulutuksen mittauksilla ja tarvittaessa lämpimän veden kiertopiiriin paluun vesivirran ja lämpötilan mittauksella. Muiden kuin luokan 1 rakennusten ilmanvaihtojärjestelmät varustetaan sähkökulutuksen mittauksella lukuun ottamatta vähäisiä erillispoistoja. Ilmavaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että ominaissähköteho voidaan helposti mitata.

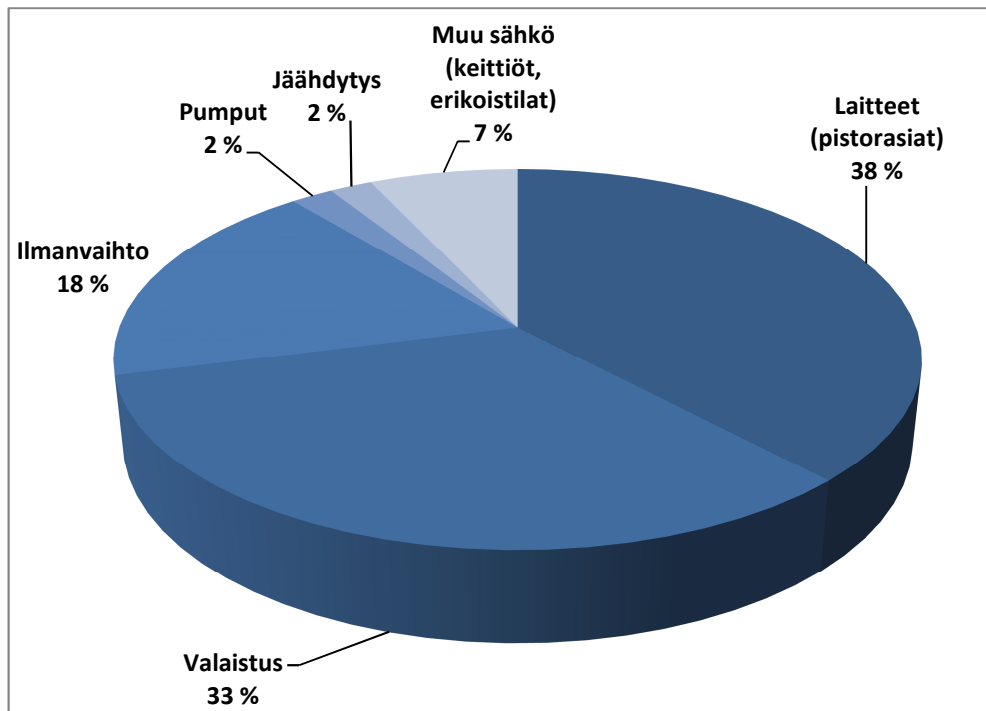
Muiden kuin luokan 1 jäähdytys järjestelmä varustetaan sähkökulutuksen mittauksella lukuun ottamatta vähäisiä erillispoistoja. ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että ominaissähköteho voidaan helposti mitata

muiden kuin luokan 1 ja luokka 2 (asuinkerrostalo) rakennuksissa kiinteä valaistusjärjestelmä varustetaan sähkönkulutuksen mittauksella. [30, s. 22.]

Isoja kokonaisuuksia hallittaessa on energiankulutuksen kannalta otettava huomioon seuraavat asiat:

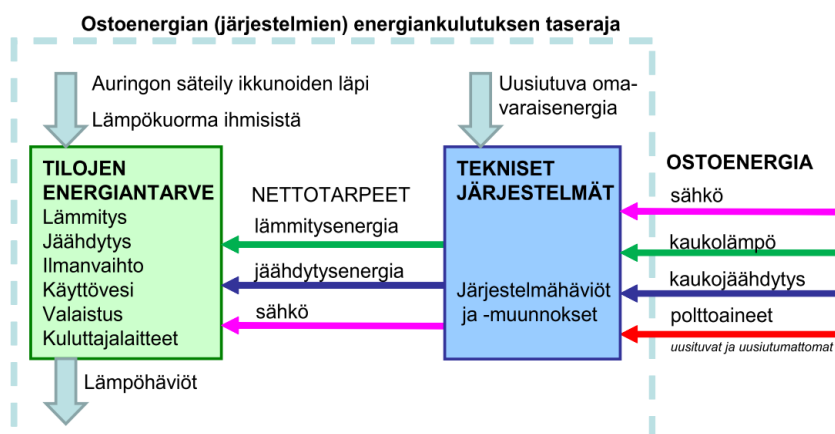
- useiden osajärjestelmien keskinäiset riippuvuussuhteet
- käyntiaikojen keskitetty hallinta: arkipyhät, seisokkiajat yms.
- erillisohjaukset ja niiden hallinta, valaistus ja sähkösulatukset
- tilojen käyttöaikoja vastaavat Ilmanvaihdon käyntiajat: suuri merkitys energiankulutukseen.
- ilmanvaihdossa osatehon käyttö → käynnistetään osateholla ja sammutetaan osatehon kautta.
- aikaohjausten parantaminen
- ohjaustapojen muuttaminen (tarvittaessa)
- LTO:n toiminnan ja hyötysuhteen parantaminen. [10.]

Alla olevassa kuvassa 13 on esimerkki normaalin toimistorakennuksen sähkönkulutuksen jakautumisesta eri osa-alueille.



Kuva 13. Esimerkki toimistorakennuksen sähkönkulutuksen jakautumisesta eri osa-alueille [10; 16, s. 26.]

Rakennuksen ostoenergiakulutus muodostuu rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaisesti seuraavalla tavalla (kuva 14):



Kuva 14. Ostoenergiakulutuksen muodostuminen rakennuksessa [7.]

Alla olevissa taulukoissa 21–23 on lueteltu muutama rakennuksen kulutuksiin ja kulumittauksiin liittyvä asia, joiden tulisi sisältyä rakennuksen yleisnäyttöön. Yleisnäytössä tulee olemaan alla olevien ominaisuuksien lisäksi myös helposti lisättävissä olevia optioita eri käyttötarkoituksiin, jotka määräytyvät asiakkaiden ja rakennuksien tarpeiden mukaan. On hyvin tärkeää pitää esitystapa selkeänä. Vaikeasti ymmärrettävän tai liian yksityiskohtaisen tiedon sijaan tarvitaan yksiselitteisiä mittareita ja trendejä. Seuranta voidaan hyödyntää kulutustietojen kuukausittaisessa vertailussa ja poikkeamien selvittämisessä. Sen avulla havaitaan myös kiinteistön käytössä tapahtuneet muutokset. Seuranta pohjautuu rakennuksen normaaliin kulutukseen ja vertailukohteisiin.

Taulukko 21. Ideoita ja ajatuksia rakennuksen yleisnäytön kulutus- ja mittausosioon [21; 22; 23; 24; 25.]

- ET-luku, E-luku
- Tilavuus m ³ , neliöt m ² (nettoalat, bruttoneliöt)
- Mittausarvot. Min/Max, keskiarvot
- Trendit, mittarit
- Normeerattu energiankulutus. Min/Max, keskiarvot. Lämmönkulutus suhteessa ulkolämpötilaan, normeerauksella saadaan vertailukelpoiseksi.
- € määräinen luku mitä maksaa mikäkin
- Käytönaikainen kulutus, ”tyhjäkäynti” kulutus
- Kulutuskoonnit järjestelmistä ja laitteista yhteensä ja erikseen → yhteenlasketusta arvosta mittari etusivulle. Erikseen lasketut arvot toisella sivulla päänäytöllä painike koon-tisivulle.
- Sivu jossa helposti hahmotettavat mittarit → mittarisivulla painike toiselle sivulle missä todelliset arvot ja luvut.

Taulukko 22. Ideoita ja ajatuksia siitä, mitä kulutuslajeja halutaan mitattavan ja näkyvän näytössä [21; 22; 23; 24; 25.]

- Kaukolämpö
- Kaukojäähdytys
- Sähkö ja vesi (Vesivuodot ym.)
- Valaistus ja pistorasiakuormat kerroskohtaisesti
- Erikoistilat, keittiöt, laboratoriot omanaan, vedenmittaus

Taulukko 23. Ideoita ja ajatuksia millaisia sähkömittauksia halutaan mitattavan ja näkyvän näytössä [21; 22; 23; 24; 25.]

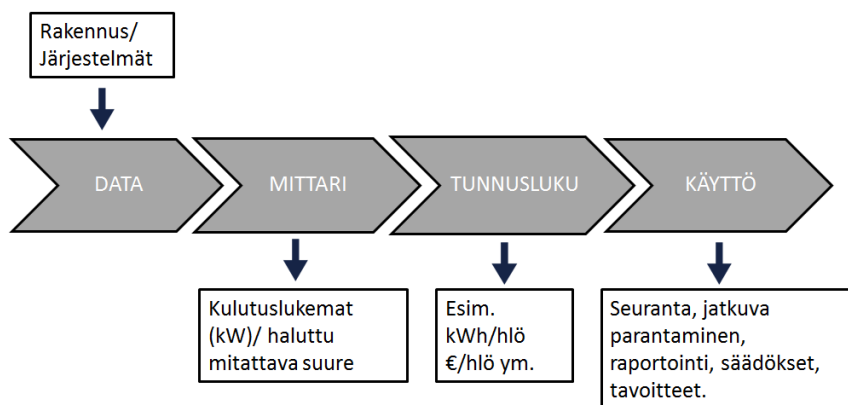
- Kiinteistösähkö
- Vuokralaiset
- LVI-tekniikka
- Jäähdytys
- Erikoistilat, keittiöt, laboratoriot omanaan tarpeen mukaan
- Valaistus: Koko rakennuksen valaistus ja käyttäjäkohtaiset valaistukset + mitä kaikkea valaistusta rakennuksessa on?
- Tilatehokkuus

6.6 Tunnusluvut

Tunnusluvut ovat keskeisiä arvioinnin ja seurannan työkaluja. Tunnuslukuja voidaan käyttää ja hyödyntää esimerkiksi kuvassa 15 esitetyllä tavalla.

Tunnusluvut

Käyttö ja hyödyntäminen



Kuva 15. Esimerkki tunnuslukujen käytöstä ja hyödyntämisestä [21; 22; 23; 24; 25.]

Alla olevassa taulukossa 24 on lueteltu muutama tunnuslukuihin liittyvä asia, joiden tulisi sisältyä rakennuksen yleisnäyttöön. Yleisnäytössä tulee olemaan alla olevien ominaisuuksien lisäksi myös helposti lisättävissä olevia optioita eri käyttötarkoituksiin, jotka määräytyvät asiakkaiden ja rakennuksien tarpeiden mukaan. Todettiin myös, että pelkkä energiankulutusten mittaaminen ei riitä todentamaan rakennuksien energiatehokkuutta, vaan muitakin mittareita tarvitaan. Rakennusten energiatehokkuuden mittaamiseen tarvitaan tunnuslukuja, jotka nivoutuvat kiinteästi liiketoimintaan.

Taulukko 24. Ideoita ja ajatuksia rakennuksen yleisnäytön tunnusluvuiksi [21; 22; 23; 24; 25.]

- SFP-luku
- LTO-hyötysuhde
- €/m ² , m ³
- €/Rm ² /a (kuukausi, viikko, päivä, tunti) tason seuranta jos tarpeen.
- kWh/htm ² /kk, vastaavasti jos halutaan saada €-määräinen summa kWh:n sijaan vaihdetaan € kWh:n tilalle (lämpöenergia/sähköenergia)
- kWh/brm ² /kk, vastaavasti jos halutaan saada €-määräinen summa kWh:n sijaan vaihdetaan € kWh:n tilalle (lämpöenergia/sähköenergia)
- kWh/rm ³ /kk, vastaavasti jos halutaan saada €-määräinen summa kWh:n sijaan vaihdetaan € kWh:n tilalle (lämpöenergia/sähköenergia)
- Hiilijalanjälki
- kWh/hlö (kulutukset)
- €/hlö (kulutukset)
- m ³ /htm ² /kk, vastaavasti jos halutaan saada €-määräinen summa kWh:n sijaan vaihdetaan € → m ³ tilalle (vedenkulutus)
- m ³ /htm ² /kk, vastaavasti jos halutaan saada €-määräinen summa kWh:n sijaan vaihdetaan € → m ³ tilalle (vedenkulutus)
- m ³ /htm ² /kk, vastaavasti jos halutaan saada €-määräinen summa kWh:n sijaan vaihdetaan € → m ³ tilalle (vedenkulutus)

6.7 Rakennuksen tiedot

Alla olevassa taulukossa 25 on lueteltu muutama rakennuksen tietoihin liittyvä asia, joiden tulisi sisältyä rakennuksen yleisnäyttöön. Yleisnäytössä tulee olemaan alla olevien ominaisuuksien lisäksi myös helposti lisättävissä olevia optioita eri käyttötarkoituksiin, jotka määräytyvät asiakkaiden ja rakennuksien tarpeiden mukaan. Rakennuksen tiedot muuttuvat kohteen mukaan ja niitä on helppo muokata halutulla tavalla. Näkyvisissä olevia tietoja voidaan lisätä asiakkaan toiveiden mukaisesti.

Taulukko 25. Ideoita ja ajatuksia rakennuksen yleisnäytön rakennuksen tietoihin [21; 22; 23; 24; 25.]

- Rakennusvuosi
- Henkilömäärät
- Pinta-alat → m ² , m ³

6.8 Teknisen toimivuuden mittarit

Alla olevassa taulukossa 26 on lueteltu muutama rakennuksen tekniseen toimivuuteen liittyvä asia, joiden tulisi sisältyä rakennuksen yleisnäyttöön. Yleisnäytössä tulee olemaan alla olevien ominaisuuksien lisäksi myös helposti lisättävissä olevia optioita eri käyttötarkoituksiin, jotka määräytyvät asiakkaiden ja rakennuksien tarpeiden mukaan.

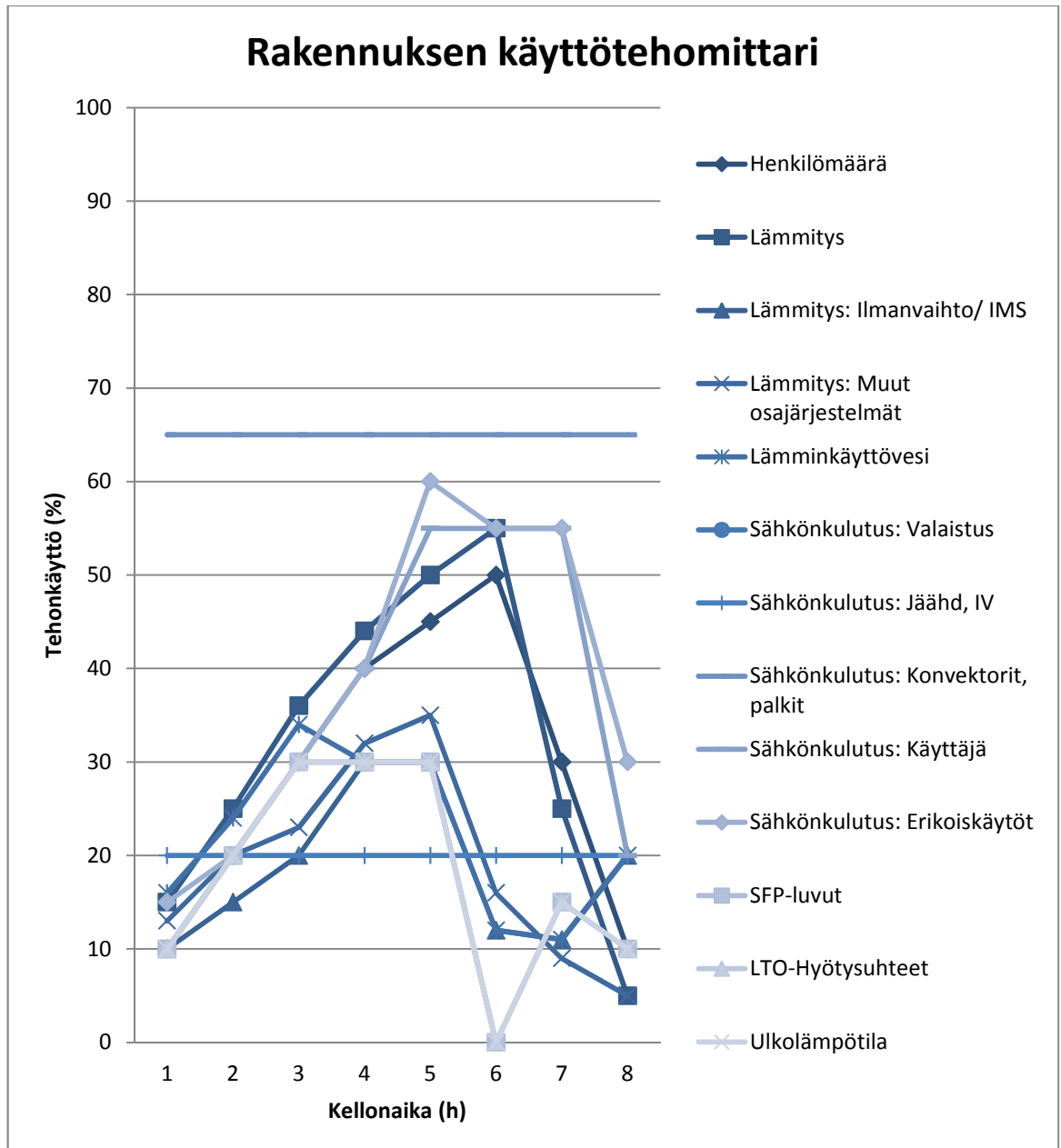
Taulukko 26. Ideoita ja ajatuksia rakennuksen yleisnäytön osioon ”teknisen toimivuuden mittarit” [21; 22; 23; 24; 25.]

- Käyttöajat → Linkit käyttöaikoihin
- Lämpötilojen asetusarvot → Min/Max, keskiarvot (mitä arvon tulisi olla, jotta saavutettaisiin hyvä taso?)
- Vesiverkostojen painearvot → Min/Max, keskiarvot (mitä arvon tulisi olla, jotta saavutettaisiin hyvä taso?)
- LTO-hyötysuhteet → Min/Max, keskiarvot (mitä arvon tulisi olla, jotta saavutettaisiin hyvä taso?)
- VJK (kylmäkertoimet)
- Maalämpö (lämpökertoimet) → tarpeen mukaan
- IV-koneiden SFP-luvut (yhteenlaskettuna ja erikseen)
- Trendit olosuhteista (vertaukset keskenään, ΔT)
- IV-koneiden käyttöaikojen muutokset
- Estetyt hälytykset
- Informaatiota käsikäyttöistä ym. lukumäärät
- Estetyt hälytykset
- Kooste aikaohjelmista
- Tietoa asetusarvomuutoksista, seuranta jos sille tarvetta.

6.9 Tulevaisuudennäkymät

Alla oleva kaavio edustaa mielikuvaa rakennuksen yhtenäisestä käyttötehomittarista, jossa kaikki kulutuslajit on yhdistetty samaan näyttöön. Yleisnäytössä tulee olemaan alla olevien ominaisuuksien lisäksi myös helposti lisättävissä olevia optioita eri käyttötarkoituksiin, jotka määräytyvät asiakkaiden ja rakennuksien tarpeiden mukaan. On hyvin tärkeää pitää esitystapa selkeänä. Vaikeasti ymmärrettävän tai liian yksityiskohdaisen tiedon sijaan tarvitaan yksiselitteisiä mittareita ja trendejä. Seuranta voidaan hyödyntää kulutustietojen kuukausittaisessa vertailussa ja poikkeamien selvittämisessä. Sen avulla havaitaan myös kiinteistön käytössä tapahtuneet muutokset. Seuranta pohjautuu rakennuksen normaaliin kulutukseen ja vertailukohteisiin.

Tavoitteena on mittaroida rakennus niin hyvin, että kaikki tarvittavat arvot ovat kätevästi saatavilla. Ratkaisun suunnittelu ja toteuttaminen on haastavaa ja sitä voidaan hyödyntää lähinnä uudisrakentamisessa. Saneerauskohteissa tämänkaltainen ratkaisu ei olisi kustannustehokas. Alla oleva trendikäyrästä (kuva 16) kuvaa mittareista kerättyä tietoa. Tiedonkeruussa käytettävien aikavälien ja rajojen on tarkoitus olla käyttäjän vapaasti asetettavissa. Mittausdata esitetään selkeästi yhdellä koontisivulla.



Kuva 16. Ehdotus rakennuksen käyttötehomittariksi [21; 22; 23; 24; 25.]

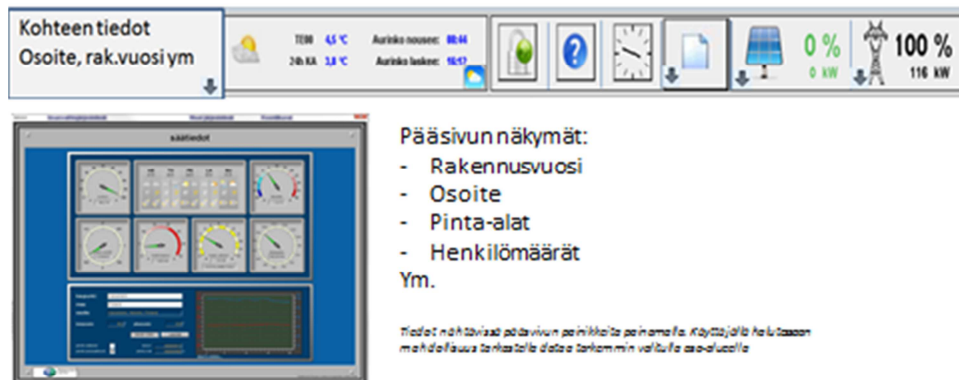
7 Erilaisia esitystapoja

Alla olevissa kuvissa 17–24 olen hahmotellut rakennuksen yleisnäytön visuaalisuutta sekä toimintojen ja näkymien ryhmittelyä.

Kohteen/rakennuksen tiedot	Säättietoja, valoisuus ym.	Kirjautuminen, info, kello ym.
Energian- ja veden kulutukset kiinteistössä		Tekninen toimivuus ja tunnusluvut kiinteistössä
Olosuhteet kiinteistössä		Käyttöteho kiinteistössä
Hälytykset (hälytys- ja tapatumaloki)		
Kalenteri		

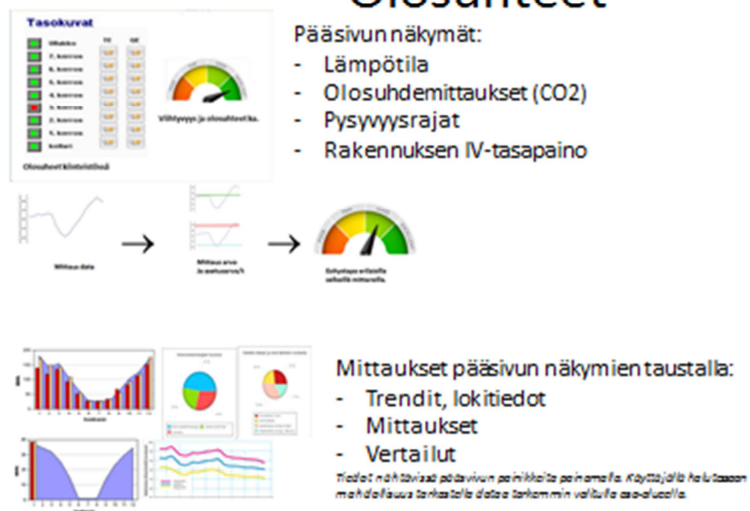
Kuva 17. Hahmotelma yleisnäköisestä

Rakennuksen tiedot



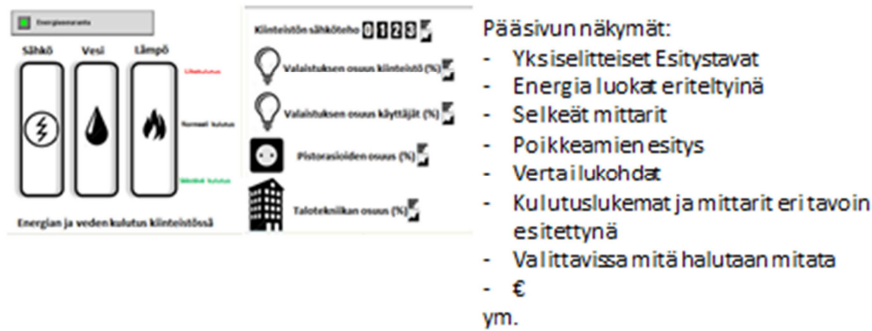
Kuva 18. Hahmotelma osiosta rakennuksen tiedot

Olosuhteet



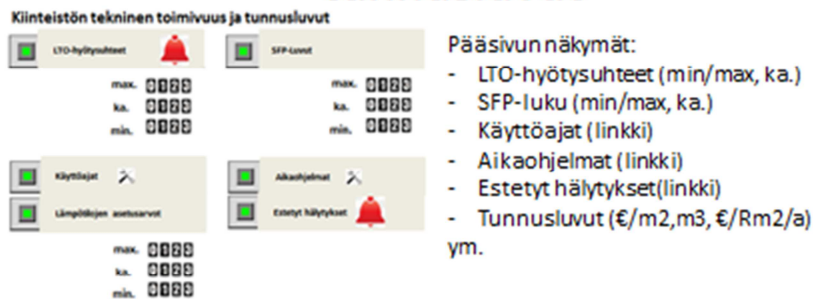
Kuva 19. Hahmotelma olosuhteenäkymistä

Energian- ja vedenkulutus kiinteistössä



Kuva 20. Hahmotelma energian- ja vedenkulutusnäkyistä

Kiinteistön tekninen toimivuus ja tunnusluvut



Kuva 21. Hahmotelma teknisen toimivuuden näkyistä

Rakennuksen käyttöteho

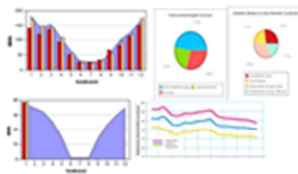
Kiinteistön Käyttöteho (pumput, puhaltimet IV-koneet jne.)



Järjestelmien tehot (% min/max, ka.)
mitotus/liityntä tehoista

Pääsivun näkymät:

- Järjestelmien tehot (pumput, puhaltimet ym.)
- %-osuus mitoituksista ym.



Mittaukset pääsivun näkymien taustalla:

- Trendit, lokitiedot
- Mittaukset
- Vertailut

Tiedot nähtävissä pääsivun peittämällä peittämällä. Käytössä on luokan määrittäminen tarkastella dataa tarkemmin valitulla aikavälillä.

Kuva 22. Hahmotelma rakennuksen käyttötehon näkymistä

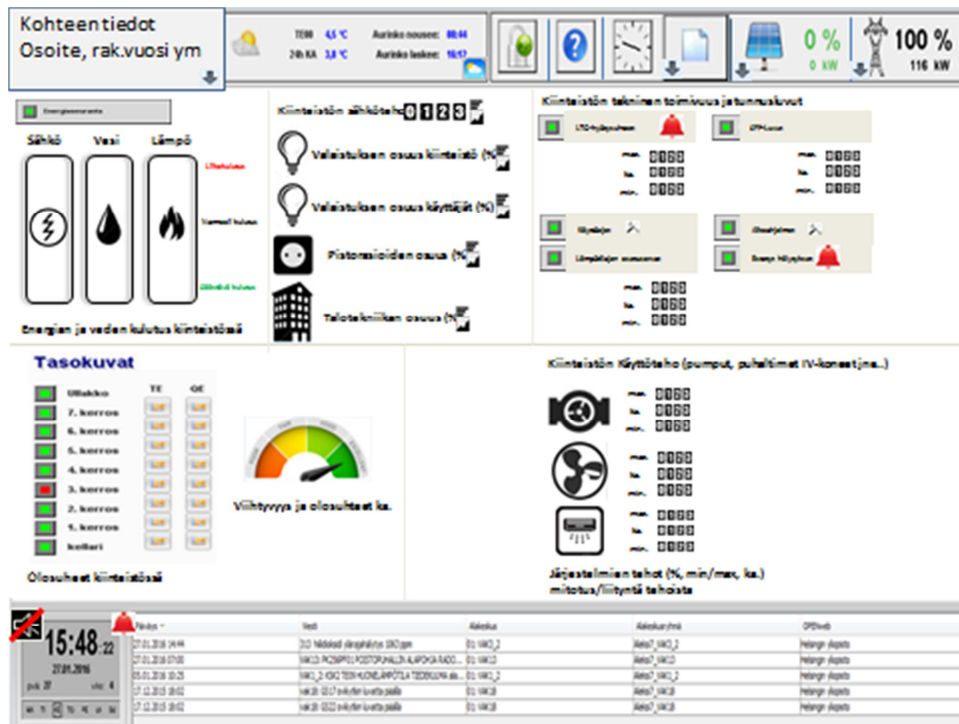
Hälytykset

Päivä	Tied	Aika	Aikakohde	OPiiv
27.11.2016 14:44	02 Nälkää välttämiseksi 02:00	02:00	02:00	02:00
27.11.2016 17:00	02:00 Nälkää välttämiseksi 02:00	02:00	02:00	02:00
27.11.2016 17:00	02:00 Nälkää välttämiseksi 02:00	02:00	02:00	02:00
27.11.2016 17:00	02:00 Nälkää välttämiseksi 02:00	02:00	02:00	02:00
27.11.2016 17:00	02:00 Nälkää välttämiseksi 02:00	02:00	02:00	02:00

Näkyissä olevat informaatiot:

- Päivämäärä
- Häilytyksen prioriteetti
- Häilytyksen syy/aiheuttaja
- Häilytyksen sijainti
- Häilytyksen tapahtumalokit

Kuva 23. Hahmotelma häilytyksien esitystavoista



Kuva 24. Hahmotelma kokonaisuudesta

8 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli ideoida, käydä läpi ja suunnitella valvomoon yleisnäyttö, josta rakennuksen tilan ja sen tärkeimmät toiminnot näkee yhdellä silmäyksellä. Kaikki tarvittava informaatio rakennuksesta ja sen tärkeimmistä toiminnoista haluttiin toisin sanoen koota yhdelle valvomonäytön sivulle. Suunnittelutyön tavoitteita tarkennettiin työn edetessä ja uusien tarpeiden ilmetessä. Päättävänä tavoitteena oli käytännöllinen ja selkeä lopputulos, joka täyttäisi kaikki säännöt ja määräykset.

Suunnittelu- ja ideointityössä käytettiin sekä työnantajani että ulkopuolisten henkilöiden apua. Aihepiiristä kertyi runsaasti ajatuksia ja oivalluksia työssäni hyödynnettäväksi. Yleisnäytön suunnittelutyö ja siihen liittyvä materiaali muodostavat hyvän pohjan eri käyttötarkoituksiin ja kohteisiin sopivan yleisnäytön jatkokehittämiselle.

Lähteet

1. Värjä, Pertti ja Mikkola, Jukka-Matti. 1999. Uusi kiinteistöautomaatio. Mikro-oppi
2. Avoimet rakennusautomaatiojärjestelmät. 1998. Sähkötieto Ry
3. Rakennusautomaatio, sähköalan tietokansio. Sähköinfo Oy
4. Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012. Sähkötieto Ry. 3 painos.
5. RAU-Historia <<http://www.are.fi/mediauploads/2015/12/Aren-historia.jpg>> Otettu 13.2.2016
6. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät – ST-käsikirja 22. 2008. Sähkötieto Ry.
7. Suomen rakentamismääräyskokoelma D3, 2012 .Verkkodokumentti. <http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf> Luettu 10.3.2016
8. ST-kortisto ST 710.00 Rakennusautomaatio järjestelmän säädökset, määrätykset, standardit ja ohjeet, 2014. Sähkötieto Ry.
9. Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt, 2005 .Verkkodokumentti. https://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf Luettu 8.1.2016
10. GREEN&SAFE – Huoltomieskoulutus. 1.4.2014. Lemminkäinen Talotekniikka Oy, Sisäinen dokumentti.
11. TAC Vista FM – Energian seurannasta energianhallintaan, 2007. Verkkodokumentti <https://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Karhu_BAFF240507.pdf> Luettu 23.3.2016
12. Suomäki, Jorma, Vepsäläinen, Sami. 2013. Talotekniikan Automaatio – Käyttäjän opas. Kiinteistöalan kustannus Oy. 1.painos.
13. Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen perusteet ja opas, 2012. Verkkodokumentti. <http://www.avoinautomaatio.fi/doc/standardi_sfs-en_15232/Rakennusten-automaation-vaikutus-energiatehokkuuteen.pdf> Luettu 16.3.2016
14. Automaation vaikutus rakennusten energiatehokkuuteen, Opas standardin SFS-EN 15232 käyttöön. 2014. Sähkötieto Ry
15. Energiatehokas rakennus 2020, 2014. Verkkodokumentti. <<http://www.automaatioseura.com/automaatio/tiedostot/viewcategory/6>>Luettu 27.3.2016

16. Nollaenergiarakentamisesta kehityksen veturi, 2012. Verkkodokumentti.
<https://www.sitra.fi/sites/default/files/u489/jarekkurnitski_2012-6-7.pdf>Luettu 27.3.2016
17. Energiatodistus. <<http://www.energiatodistus.info/>> Otettu 22.1.2016
18. Energiatehokkuus ja rakennuksen automaation luokitus, 2009. Verkkodokumentti
<https://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF09_Hyvarinen.pdf>
Luettu 10.3.2016
19. Ten Usability Heuristics by Jakob Nielsen, 1994. Verkkodokumentti.
<<http://tfa.stanford.edu/download/TenUsabilityHeuristics.pdf>> Luettu 25.3.2016
20. Rakennusautomaation käyttöliittymien käytettävyys, 2006. Verkkodokumentti
<<http://slideplayer.biz/slide/1998118/>> Luettu 24.3.2016
21. Pusa, Kari. 2016. Osastopäällikkö, Ramboll Oy, Espoo. Keskustelu 28.1.2016.
22. Hämäläinen, Aimo.2016. Apulaisjohtaja, Helsingin yliopiston tila ja kiinteistökeskus, Helsinki. Keskustelu 10.2.2016.
23. Stenmark, Kristian.2016. Osastopäällikkö, Hepacon Oy, Helsinki. Keskustelu 15.2.2016.
24. Saarinen, Asko.2016. Suunnittelupäällikkö, Maaskola Oy, Helsinki. Keskustelu 16.2.2016.
25. Heinonen, Kari.2016. Kehityspäällikkö, Arealtec Oy, Helsinki. Keskustelu 3.3.2016.
26. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, 2012 .Verkkodokumentti.
<http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf> Luettu 24.3.2016
27. Sisäilmastoluokitus 2008 Sisäympäristön uudet tavoitearvot, 2008. Verkkodokumentti.
<<http://whm12.louhi.net/~sisailma/wpcontent/uploads/2013/03/sisailmastoluokitus2008-esittely.pdf>> Luettu 28.3.2016
28. Seppänen, Olli. 2008. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Suomen LVI-liitto ry.
29. Rakennusten toimivuuden varmistus – rakennusautomaation ja mittauksen hyödyntämismahdollisuudet, 2015. Verkkodokumentti.
<http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2015/11/Rakennusten-toimivuuden-varmistus-rakennusautomaation-ja-mittauksen-hy%C3%B6dynt%C3%A4mismahdollisuudet_Timo-Kauppinen.pdf>Luettu 27.3.2016
30. ST-kortisto ST 21.32 Rakennusten energiatehokkuusvaatimusten huomioontaminen sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien suunnittelussa, 2012. Sähkötieto Ry.

