

Ismo Laivonen

EKOLOGISUUS JA DIGITAALISUUS PORIN ASUNTOMESSUILLA 2018

Sähkö- ja Automaatiotekniikan koulutusohjelma
2018

EKOLOGISUUS JA DIGITAALISUUS PORIN ASUNTOMESSUILLA 2018

Laivonen, Ismo
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2018
Sivumäärä: 51
Liitteitä:-

Asiasanat: ekologinen asuminen, digitalisaatio, talotekniikka, energiatehokkuus

Tässä lopputyössä tutkittiin Porin vuoden 2018 asuntomessujen yhden teeman ekologisuuden ja digitalisuuden toteutumista. Työtä varten kyseltiin aluksi sähköpostilla messukohteitten yhteyshenkilöiltä tietoja lämmitysjärjestelmistä ja taloautomaatiojärjestelmistä, mutta lopulliset kyselyt suoritettiin puhelimitse sekä messualueella haastateltiin talojen asiantuntijoita.

Ekologisuus rajattiin uusiutuviin energiamuotoihin ja kaukolämpöön. Uusiutuvien energiamuotojen tarkastelu keskittyi erilaisten lämpöpumppujen toimintaperiaatteisiin ja niiden tehokkuuteen sekä aurinkoenergiaan. Ekologisuuden osalta havaittiin messualueen taloissa olevan lämmitysjärjestelmiä jotka ovat hyvin ympäristöystävällisiä ja energiatehokkaita.

Digitalisuuden osalta tarkasteltiin taloautomaatioratkaisuja, joita messualueen taloihin oli asennettu. Nämä automaatoratkaisut auttavat eri energiamuotoja toimimaan energiatehokkaasti. Turvallisuusjärjestelmät ja erilaiset asumisviihtyvyyteen vaikuttavat tekijät tutkittiin. Väylätekniikkaa hyödyntäviin taloautomaatiojärjestelmiin perehdyttiin syvällisemmin niiden laajuuden ja yleisyyden vuoksi. Muutamia taloautomaatiojärjestelmiä tarkasteltiin niiden innovatiivisuuden ja uutuuden johdosta.

Lopuksi todettiin ekologisuuden ja digitalisuuden toteutuneen hyvin asuntomessuilla Porissa vuonna 2018

HOW THE ECOLOGY AND DIGITALITY ARE REPRESENT AT THE PORI HOUSING FAIR 2018

Laivonen, Ismo

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electric and Automation Engineering

June 2018

Number of pages: 50

Appendices:

Keywords: ecology, digitality , energy-efficient, house automation

The purpose of this thesis, was to investigate one of the themes of the Pori 2018 Housing Fair. The ecology and digitality and how it was implemented. For the purpose of this work, e-mails were sent to specialist in both heating systems and house automation systems. Further inquiries were made by phone and experts at the Pori Housing fair area were interviewed.

The ecology section was limited to renewable energies and district heating. The review of renewable energies focused on the operating principles and energy efficiency of different heat pumps, and on solar energy systems. Ecology, the heating systems at the Housing Fair area were found to be environmentally friendly and energy-efficient.

In terms of digitalisation, the house automation solutions that were installed at the houses of fairgrounds were examined. These house automation solutions help different energy sources to work efficiently. Security systems and various factors affecting home comfort were studied. The use of the bus-based automation systems was further examined based on their everyday use. Some automation systems were examined based on their innovativeness and new technology.

Finally, it was concluded that ecology and digitality were well represented at the Pori Housing Fair 2018

SISÄLLYS

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	6
1 JOHDANTO.....	7
2 EKOLOGISUUS	9
2.1 Kioton ilmastopimus	9
2.2 Rakennuksen automaation energiatehokkuusstandardi SFS-EN 15232	11
2.2.1 Standardin mukainen tehokkuusluokitus.....	11
2.3 Energiatehokkuus.....	13
2.3.1 Energiatehokkuusluku	13
2.3.2 E-Luku	14
2.4 Rakennusten ekologinen lämmittäminen.....	15
2.4.1 Ilmanvaihto	16
2.4.1.1 Asetus ilmanvaihdesta.....	17
2.4.1.2 Ilmanvaihdon ohjaus	17
2.4.1.3 Lämmön talteenotto (LTO)	17
2.4.1.4 LTO- tyypiratkaisut.....	18
2.4.2 Kaukolämpö	20
2.4.2.1 Kaukolämpöverkko	20
2.4.2.2 Tuloilman ja käyttöveden ja lämmittäminen.....	20
2.4.2.3 Kannattavuus	20
2.4.2.4 Ekologinen lämmitystapa	21
2.4.3 Lämpöpumput	21
2.4.3.1 Lämpöpumpun hyötysuhde	22
2.4.4 Maalämpöpumppu.....	22
2.4.5 Poistoilmalämpöpumppu (PILP).....	23
2.4.6 Ilma-vesilämpöpumppu (UVLP).....	24
2.4.6.1 Ilma-vesilämpöpumpputyypit	25
2.4.6.2 Ilma-vesilämpöpumpun lämpökerroin	25
2.4.7 Aurinkolämpöjärjestelmät	26
2.4.8 Aurinkosähkö	27
3 DIGITAALISUUS	28
3.1 Väyläteknikkaa hyödyntävät talotekniikkaratkaisut.....	30
3.1.1 KNX	30
3.1.1.1 KNX sanomat	31
3.1.1.2 KNX osoite.....	32
3.1.1.3 Ryhmäosoite	32
3.1.1.4 Linjasegmentti	33
3.1.1.5 KNX ohjelmointi ja lisenssit	33

3.1.2	ABB-free@home.....	34
3.1.2.1	ABB free&home käyttöönotto	34
3.1.2.2	Yhteyden luonti SAP -käyttöliittymään	35
3.1.2.3	MyABB Living Space® -portaali	36
3.1.3	Fonel 60	36
3.1.4	Ouflex	37
3.1.4.1	Ouflex-laitteen ohjelmointi	38
3.1.4.2	Ounet-nettivalvomo.....	38
3.1.5	Taikasähkön Älykoti	39
3.1.6	NIBE Uplink	40
3.1.6.1	SMART PRICE ADAPTION	40
3.1.7	Aistio	41
3.1.7.1	Olosuhteiden seuranta	41
3.1.8	Telia Zone	42
3.1.8.1	Arlon.....	42
3.1.8.2	Philips Hue	43
3.1.8.3	Tekstarivahti.....	43
3.1.8.4	Manetos Heat Controlin	43
4	YHEENVETO.....	44
4.1	Rakennusten lämmitysjärjestelmät	44
4.2	Digitaaliset ratkaisut	46
4.3	Ekologisuuden toteutuminen	49
4.4	Digitalisuuden toteutuminen.....	49
	LÄHTEET.....	50

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Lyhenne	Selite
3D-malli	3 engl. three dimensional, kolmiulotteinen
3G	Third Generation on yleinen lyhenne ns. "3. sukupolven" matkapuhelinteknologioille.
BACS	Building Automation and Control Systems, Rakennuksen automaattinen hallintajärjestelmä
CHP-laitos	Combined Heat and Power, sähkön ja lämmön yhteistuotantoa.
E-Luku	Kertoo rakennuksen energiankulutuksen suhteessa lämmitettyyn nettoalaan
ET-luku	Energiatohokkuusluku (kWh/brm ² /vuosi)
ETS	Engineering Tool Software, KNX-järjestelmän suunnittelutyökalu
Glykoli	Myrkyllinen, pakkasneste
GSM	Global System for Mobile Communications, matkapuhelinjärjestelmä
I/O-moduli	Input /Output, Tuleva/Lähtevä yksikkö
Invertteri	Vaihtosuuntaaja, joka muuntaa 12V tasajännitteen 115V vaihtojännitteeksi
IoT	Internet of Things, esineiden internet
IV-kone	IlmanVaihto -kone
KNX	Konnex, Avoimeen väyläteknikkaan pohjautuva taloautomaatiojärjestelmä
Lämpökaivo	Porakaivo, noin 160-200m syvä kaivo josta otetaan maalämpöä.
LED	Light-Emitting Diode, puolijohde, säteilee valoa, kun sen läpi johdetaan sähkövirta
LoRaWAN	Langaton LPWAN-verkkoteknologia (Low Power Wide Area Network)
LTO	LämmönTalteenOto
NTC	Negative Temperature Coefficient, mittavastus, vastus lämpötilakerroin on negatiivinen.
OPC	Vaihtosuuntaaja eli invertteri on laite, joka muuntaa tasavirtaa vaihtovirraksi.
PILP	PoistoIlmaLämpöPumppu
PIN-koodi	Personal identification number, suom. tunnusluku
SAP	System Access Point
SFP	Ilmanvaihtokoneen ominassähköteho (Specific Fan Power)
SMS	Short message service, matkapuhelinten tekstiviestijärjestelmä
TBM,	Technical Building Management, Tekninen kiinteistön hallinta
U-arvo	Yksikkö on watti kelviniä ja neliometriä kohti eli W/(K·m ²)
USB	Universal Serial Bus, sarjaväyläarkkitehtuuri oheislaitteiden liittämiseksi tietokoneeseen
Vac	Voltia tasajännitettä
Vdc	Voltia tasajännitettä
WLAN	Wireless Local Area Network, Langaton paikallisverkko

1 JOHDANTO

Porin vuoden 2018 asuntomessujen yhtenä neljästä teemasta on

EKOLOGISUUS JA DIGITAALISUUS

”Porin Asuntomessuilla haetaan innovatiivisia ja ekologisia ratkaisuja, joilla hyödynnetään mm. kierrätettäviä materiaaleja ja uusiutuvia energiamuotoja, edistetään luonnonympäristön säilymistä ja näin toimittaessa saavutetaan hyvä terveellinen ja turvallinen asuinympäristö. Pientalorakentamiseen ja asumiseen toivotaan digitaalisia ratkaisuja, jotka tekevät rakentamisesta dokumentoidumpaa, hallitumpaa ja läpinäkyvämpää. Rakentajilta toivotaan mahdollisuuksien mukaan tietomalleja rakennuksista, joita pyritään käyttämään asuinalueen 3D-mallin luomisessa.”

Ekorakentamisessa kiinnitetään huomiota ekologisiin rakennusmateriaaleihin, miten paljon niiden valmistamiseen on käytetty energiaa, miten kaukaa materiaalit on tuotu rakennuspaikalle ja miten kierrätettäviä materiaalit ovat.

Tässä työssä pääpaino on messutalojen energiamuotojen ekologisuudella ja digitalisoinnilla saavutettavan terveellisen asumismukavuuden kartoitus.

Ympäristöministeriön energiatehokkuusasetus astui voimaan vuoden 2008 alussa. Asetuksessa on yksityiskohtaiset ohjeet rakennuksen energiatodistukseen sisällytettävän energiatehokkuusluvun määrittämiseksi. Vuoden 2018 alusta astuivat voimaan uudet kertoimet, jotka pienentävät energiamuotojen kertoimia sähkön -0,5, kaukolämmön -0,2, kaukojäähdytys -0,12 yksikköä. Tämä muutos asettaa esimerkiksi kaukolämmön samalle tasolle uusiutuvien polttoaineiden kanssa, tällä tasolla on esimerkiksi maalämpö. Tämä on aivan oikeutettua sillä Porin seudulla tuotettu kaukolämpö on tuotettu korkean hyötysuhteen CHP-laitoksessa missä savukaasut puhdistetaan hyvin.

Digitalisuuden puolella messualueen tietoliikenneyhteydet on korvattu jokaiseen talouteen tuodulla valokuituyhteydellä, kaikkilla on siihen mahdollisuus, mutta kaikki eivät sitä ole vielä ottaneet/ostaneet käyttöönsä. Perinteisiä maahan

asennettuja puhelin- tai kaapelitelevisiokaapeleita ei alueelle ole asennettu, tilalle ovat tulleet langattomat yhteydet, erilaisien sovellusten tietoliikennealustoiksi.

Tämän tutkimus tehdään Satakunnan ammattikorkeakoululle tulevien opiskelijoiden kurssitarjonnan sisällön suuntaamiseksi asioihin, joita nykypäivän rakennus-, energia- ja talotekniikassa tullaan käyttämään.

Lainsäädäntö ohjaa rakentajia energiatehokkuuteen monella eri tavalla, kasvattaen kustannuksia, mutta energiatehokkuuteen investoidut pääomat tulevat vuosien kuluttua takaisin korkojen kera. Investoinnit digitalisuuteen ovat sijoitus niin energiatehokkuuteen kuin asumismukavuuteen ja digitalisuus auttaa ikääntyneitä ja aistirajoitteisia asumaan pitempään turvallisesti omassa kodissaan.

2 EKOLOGISUUS

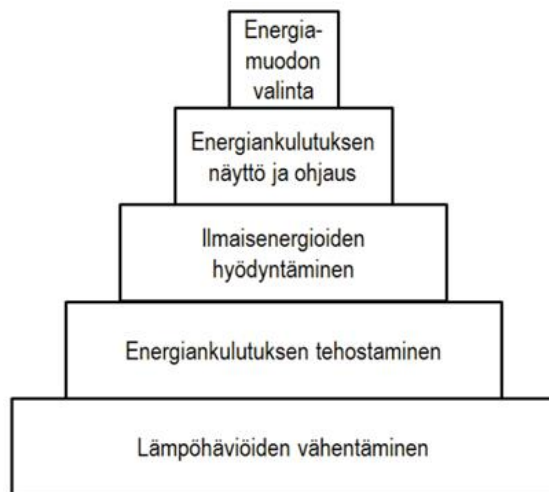
2.1 Kioton ilmastopimus

Rakennusten energiatehokkuuden ja ekologisuuden kohentamisen perimmäinen syy on Kioton ilmastopimus, EU:n tavoitteet ja rakennusten energiatehokkuusdirektiivi sekä Suomen omat kansalliset strategiat. Näillä tarkoituksena on erityisesti hiilidioksidipäästöjen pienentäminen. EU:n tavoitteissa ja direktiiveissä vuodeksi 2020 on määritelty 20 % energiansäästötavoite ja tämän vuoden 2020 jälkeen kaiken uudisrakennusten tulisi olla lähes nollaenergiataloja.

Näiden linjausten mukaan Suomessa on tavoitteena energiatehokkuuden parantaminen

niin uudisrakennusten osalta kuin aikaisemmin rakennetussa rakennuskannassakin. Osana tätä rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpanoa Suomessa uudistetaan rakentamismääräyskokoelmaa. Määräyksissä on määriteltynä suomalaiselle rakennustavalle ominainen automaatiotaso, mutta kokoelmassa ei oteta huomioon juurikaan automaation vaikutusta energiankulutukseen tällä hetkellä. Automaatioon liittyvät määräykset, ohjeet ja selostukset ovatkin hajallaan muiden rakennusmääräysten seassa. Tietenkin on selvää, että automaatiota voidaan käyttää rakennusten energiatehokkuuden ja ekologisuuden merkittävänä apuna.

Energiatehokkuudessa on ensinnäkin kyse kokonaisuuden hallinnasta. Kioton ilmastopimuksen pohjalta tehty pyramidi (Kuva 1) esittää peruslähtökohdat erilaisten energiatehokkuutta kohottavien keinojen painottamiseen. Perustana energiatehokkaassa rakentamisessa on ensinnäkin lämpöhäviöiden pienentäminen. Toiseksi on tärkeätä tehostaa energiankulutusta. Kolmanneksi tulee Ilmaisenergioiden hyödyntäminen. Neljäntenä tulee energiankulutuksen näyttö ja ohjaus. Viidentenä ja viimeisenä tarkastellaan jo supistetun kulutetun energian tuotantomuotoa. Rakennuksen automaatiotoimintojen vaikutusesimerkkejä Kioto-pyramiditasoittain(Taulukko 1), voi tutkia miten energiankulutus jakaantuu eri tasoille.



Kuva 1 Kioto-pyramidi eli energiatehokkaan rakentamisen painoarvotasot

Rakennuksessa energia kuluu pääasiassa rakennusten sisätilojen lämmitykseen, lämpimään käyttöveteen jäähdytykseen, ilmanvaihtoon, sekä väheneviä määriä valaistukseen ja laitesähköönä.

Kaikkia näitä käyttötarkoituksia varten löytyy monia toteutusvaihtoehtoja, joita on voidaan automatisoida eri tavoin. Automaatiotason valintaan tulee kiinnittää huomiota omana kokonaisuutena jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa, kun periaatteellisia ja rakenteellisia ratkaisuja ja valintoja tehdään. Hyvillä ja toimivilla ratkaisuilla voidaan saavuttaa energiatehokas kokonaisratkaisu.

Loppuratkaisuna tulee olla helppokäyttöinen, energiatehokas sekä miellyttävä ja terveellinen sisäilma.[1]

Taulukko 1 Rakennuksen automaatiotoimintojen vaikutusesimerkkejä Kioto-pyramiditasoittain.

Kioto-pyramidin taso	Esim. rakennuksen automaation vaikutuskeinosta pyramidin tasolla
Energiamuodon valinta	<ul style="list-style-type: none"> – raportointi energialajeittain – tehokkaimman energiamuodon valinta hetkittäin – E-luvun laskenta rakennukselle
Energiankulutuksen näyttö ja ohjaus	<ul style="list-style-type: none"> – huoneolosuhteiden ohjaus ja säätö – käyttölaitteet – laitteiden ja järjestelmien energiatehokas käyttö automaattisesti
Ilmaisenergioiden hyödyntäminen	<ul style="list-style-type: none"> – lämmöntalteenoton ohjaus – vapaajäähdytys – lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaus dynaamisesti
Sähkönkulutuksen tehostaminen	<ul style="list-style-type: none"> – käytön optimointi – tarpeenmukaiset olosuhteet – painetasot ilman ja veden siirrossa
Lämpöhäviöiden vähentäminen	<ul style="list-style-type: none"> – tarpeenmukaiset lämpötilat käyttöveden ja lämmitysveden siirrossa – aurinkosuojaus jäähdyttämisen tehostamiseksi

2.2 Rakennuksen automaation energiatehokkuusstandardi SFS-EN 15232

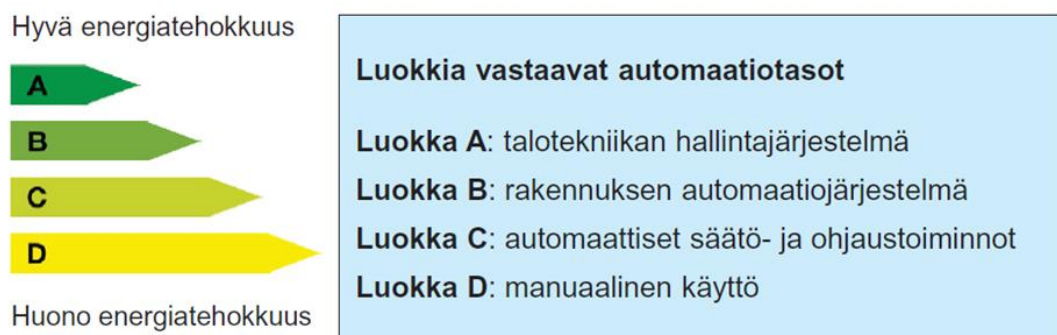
”Standardin SFS-EN 15232 (2012) tavoitteena on kuvata rakennusautomaation (BACS, building automation and control systems) ja teknisen kiinteistönpidon (TBM, technical building management) vaikutukset rakennusten energiakäyttämiseen sekä ohjata niiden avulla rakennusten energiankäyttöä.

Standardi määrittelee rakennusautomaation ja teknisen ylläpidon energiatehokkuuteen vaikuttavat tehtävät, tavan määritellä automaation ja teknisen ylläpidon minimivaatimukset sekä kerroin pohjaisen ja yksityiskohtaisen menetelmän arvioida toimenpiteiden vaikutuksia. Kohderyhmäkseen standardi määrittelee rakennusten omistajat, arkkitehdit, insinöörit, julkiset tahot ja suunnittelijat, jotka suunnittelevat, toteuttavat ja tarkastavat niin uudiskohteita kuin jo olemassa olevia rakennuksiaikin”. [2]

2.2.1 Standardin mukainen tehokkuusluokitus

Standardi SFS-EN 15232 jakaa rakennuksen automaation neljään tehokkuusluokkaan: A, B, C ja D (*Kuva 2*). Näistä A on paras ja D huonoin.

Luokka C vastaa tavanomaista rakennusautomaation tasoa ja huonoimman D-luokan järjestelmiä ei tulisi enää rakentaa. Samaa luokitusjärjestelmää käytetään sekä asuin- että muissa rakennuksissa. Standardi esittää luettelon toiminnoista, joilla on vaikutus rakennusten energiakäyttämiseen ja nämä toiminnot on jaoteltu tehokkuusluokituksessa soveltuviin luokkiin.



Kuva 2 Rakennuksen automaation luokat

Tehokkuusluokan D rakennuksen automaatio vastaa täysin manuaalista eli käsikäyttöä. Siinä ei oteta huomioon kiinteistön energiatehokkuusasioita.

Tehokkuusluokan D järjestelmät ei tulisi rakentaa enää. Tehokkuusluokan C rakennuksen automaatio vastaa automaattista ohjausta ja säätöä. Luokka vastaa nykyistä tavanomaista ratkaisua. Liike- ja toimistorakennuksissa luokan taso on useimmiten toteutettu keskitetyillä ja paikallisilla ohjaus- ja säätöjärjestelmillä, mutta ne voidaan toteuttaa myös erillisillä laitteilla. Tehokkuusluokan B rakennuksen automaatio vastaa pitkälti automaatiojärjestelmää. Perusolettamuksena on, että taloautomaatiojärjestelmä ja sen toiminnot on toteutettu paremmin kuin C-tehokkuusluokassa. Tasolla B voidaan optimoida automaattisesti rakennusten eri järjestelmien toimintaa tarpeenmukaisen ohjauksen toteuttamiseksi. Luokalle B esimerkiksi, huonesäätimet on liitetty rakennuksen automaatiojärjestelmään tiedonsiirtoyhteydellä. Tehokkuusluokan A rakennuksen automaatio vastaa lähes täydellistä talotekniikan hallintajärjestelmää.

Luokassa A energiatehokkuus on huomioitu kattavasti. A-luokan automaatio on usein toteutettu usealla järjestelmällä, jotka pitävät sisällään kiinteistönhoitoon liittyvät toiminnot, jotka ohjaavat tarpeenmukaisesti sekä hyödyntävät toistensa tuottamaa dataa. Rakennuksen automaatiota käytetään ohjaamiseen, säätöön, energiankulutuksen seurantaan, raportointiin ja poikkeamien ennakointiin sekä analysointiin energiankulutuksen vähentämiseksi. Käyttäjä voi seurata lähes reaaliajassa energiankulutusta. Historiatietoa trendinäyttöiltä tunti-, vuorokausi- ja kuukausitasolla rakennuksen sähkön-, lämmön- ja vedenkulutusta sekä lukea järjestelmän tulostamia kulutus- ja virheraportteja . A-luokan automaatiojärjestelmien toiminnot mahdollistavat teknisesti tehokkaan toteutuksen. Käytännössä A-luokan rakennuksiin on vielä matkaa. Jotta tämä saavutettaisiin, tulisi jokainen rakennuksen yksittäinen automaatiotoiminto toteuttaa mahdollisimman tehokkaalla tavalla. Lisäksi kiinteistön omistajan tai asukkaan tulee olla valveutunut ja hänellä tulee olla mahdollisuus keskitetysti seurata ja muuttaa asetusarvoja, ymmärtää ja korjata virhetilanteita ja ohjata järjestelmää.

2.3 Energiatehokkuus

Energiatehokkuudella tarkoitetaan sitä, että tuote tai palvelu voidaan tuottaa mahdollisimman pienellä energiankäytöllä. Energiatehokkuutta parantamalla saadaan tuotteen tuottamiseksi tarvittava energiankulutus pienenemään. Energiatehokkuuden parantamiseen on sitouduttu Euroopan unionin tasolla ja Suomi on tehnyt oman kansallisen esityksen energiatehokkuudesta. Hallituksen esitys (HE 1151/2016 117 g §) eduskunnalle laiksi maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. Rakennuksessa käytettävien tuotteiden ja taloteknisten järjestelmien sekä niiden säätö- ja mittausjärjestelmien on oltava sellaisia, että energiankulutus ja tehontarve rakennusta ja sen järjestelmiä käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettäessä jää vähäiseksi ja että energiankulutusta voidaan seurata.[3]

2.3.1 Energiatehokkuusluku

Ympäristöministeriön uusi energiatehokkuus asetus astui voimaan vuoden 2018 alussa. Asetuksessa on yksityiskohtaiset ohjeet rakennuksen energiatodistukseen sisällytettävän energiatehokkuusluvun määrittämiseksi. Luku sisältää rakennuksen tarvitseman lämmitys-, laitesähkö- ja jäähdytysenergiamäärän jaettuna rakennuksen bruttopinta-alalla vuodessa (*Kaava* 1). Energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm²/vuosi) ilmoitetaan ylöspäin pyöristettynä kokonaislukuna. Asuinrakennuksella tässä tarkoitetaan rakennusta, jonka kerrosalasta yli puolet on asuinhuoneistoja. Bruttoalaan lasketaan kaikki kerrostasoalat riippumatta siitä, ovatko huoneet lämpimiä vai kylmiä. Kerrostasoala on kerrostason ala, jonka rajoina ovat kerrostasoa ympäröivien ulkoseinien ulkopinnat. Kerrostasoala sisältää myös porraskäytävät sekä alat, joissa huonekorkeus on alle 1600 mm. Rakennuksen bruttopinta-alan laskenta on tarkemmin esitettynä standardissa SFS 5139. Energiatehokkuustaulukoita ja -luokkia on eri rakennustyypeille omansa.

$$ET = \Sigma(Q_{\text{Lämmitys}} + W_{\text{sähkö}} + Q_{\text{jäähdytys}}) / \Sigma(A)$$

Kaava 1

ET = Energiatehokkuusluku

$Q_{\text{lämmitys}}$ = Vuoden aikana kulutettu lämmitysenergia (kWh)








$W_{\text{sähkö}}$ = Vuoden aikana kulutettu sähköenergia (kWh)

$Q_{\text{jäähdytys}}$ = Vuoden aikana kulutettu jäähdytysenergia (kWh)

A = Rakennuksen bruttopinta-ala m²

Esimerkkitalo, jonka bruttopinta-ala 120 m² kuluttaa lämmitysenergiaa 24 000 kWh, vuodessa sähköenergiaa 8 000 kWh ja viilennykseen 60 kWh. Kaavan (1) perusteella ET-luvuksi saadaan 198 mikä vastaa energiatehokkuusluokkaa D.

Taulukko 2 Pienen asuinrakennuksen energiatehokkuuslukutaulukko

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET - luokka
- 150	A 	
151 - 170	B 	
171 - 190	C 	
191 - 230	D 	
231 - 270	E 	
271 - 320	F 	
321 -	G 	
Paljon kuluttava		

2.3.2 E-Luku

Rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle on määrätty rakennustyyppikohtainen E-luku (kWh/m²), lämmitetty nettoala = lämmitetty bruttoala, josta vähennetty ulkoseinien rakennusosa-ala. E-luvun laskennassa huomioidaan useita eri asioita kuten rakennuksen käyttämän energiantuotantomuoto, lämmitys, ilmanvaihto, kuluttajalaitteet, valaistus ja lämmin vesi. E-luvun määrittämisessä otetaan huomioon erilaiset säävyöhyketyypit ja käyttötarkoitukset. Kaava (2) Erilaisille energiamuodoille on määrätty kertoimet, jotka painottavat energialähteen ympäristöystävällisyyttä (Taulukko 3).

Taulukko 3 energiamuotojen kertoimet

Energiamuotojen kertoimet	
Sähkö	1.2
Kaukolämpö	0.5
Kaukojäähdytys	0.28
Fossiiliset polttoaineet	1
Rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet.	0.5

$E\text{-luku} = \Sigma(QK_{\text{Kaukolämmitys}} \cdot 0,5 + W_{\text{sähkö}} \cdot 1,2 + Q_{\text{jäähdytys}} \cdot 0,28) / \Sigma (A_{\text{netto}})$

Kaava (2)

Esimerkkitalo, jonka bruttopinta-ala (10x12m) 120 m² ja seinien rakennevahvuus on 0,25m kuluttaa vuodessa kaukolämmitysenergiaa 24 000 kWh, sähköenergiaa 8 000 kWh ja viilennykseen 60 kWh

$A_{\text{netto}} = 9,5 \times 11,5\text{m} = 109,25\text{m}^2$

$QK_{\text{Kaukolämmitys}} \cdot 0,5 = 12\,000\text{ kWh}$

$W_{\text{sähkö}} \cdot 1,2 = 9\,600\text{ kWh}$

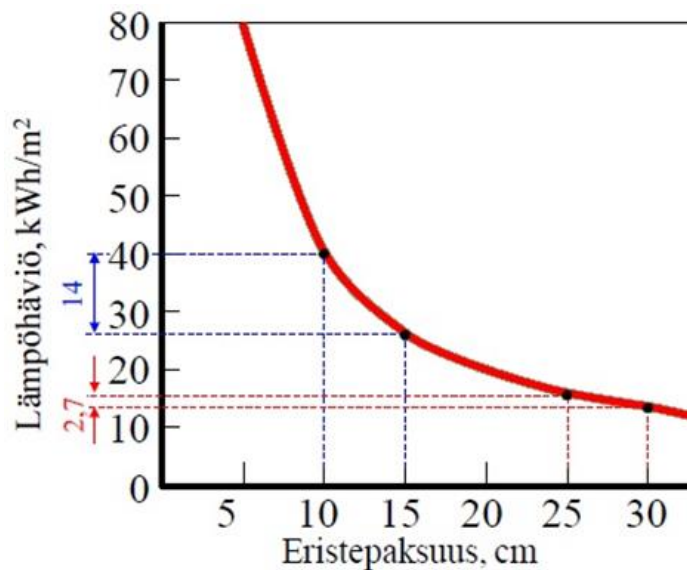
$Q_{\text{jäähdytys}} \cdot 0,28 = 16,8\text{ kWh}$

$E\text{-luku} = (12\,000 + 9\,600 + 16,8)\text{kWh} / 109,25\text{m}^2 = 198$

2.4 Rakennusten ekologinen lämmittäminen

Laskettaessa rakennuksen kuluttaman energian määrää on tiedettävä monien osaluokkien laskennallisia tietoja kuten seinien, ikkunoiden, lattioiden ja katon U-arvot. Tämä U-arvo kertoo kuinka paljon lämpötehoa virtaa kyseisen materiaalin läpi neliömetriä kohden, kun pintojen välillä on yhden lämpöasteen ero. Eristeen paksuus vaikuttaa (Kuva 3) tavoin lämpöhäviöihin. U-arvon yksikkö on W/m²,K. Mitoitettaessa esimerkiksi lämmitysjärjestelmää tällöin on oltava selvillä huoneen tilavuus eri seinien, katon, lattian, ikkunoiden pinta-alat, U-arvot sekä mitkä seinät ovat ulkoseiniä. Ikkunoiden käyttäytyminen on kaksitahoinen, sillä ikkunan U-arvo on melko suuri, mutta auringon paistaessa sen ikkunalasien läpi virtaa suuriakin energiamääriä huoneistoon sisään. Suurten rakennusten lämmittämisessä ilmenee usein seuraavanlaisia haasteita: Tuuli jäähdyttää osaa huoneistoista. Aurinko lämmittää osaa huoneistoista. Rakennuksen rakenteisiin varastoituu eritavoin

lämpöä. Huoneiston lämmitys on säädetty kylmimmän tilan mukaan, jolloin osassa huoneistoja on tarpeettoman kuuma.[4]



Lisäeristykseen synnyttämät säästöt pienenevät oleellisesti eristykseen paksuuden mukana:

Lisäys 10->15 cm säästää 14 kWh/seinä m²

Lisäys 25->30 cm säästää vain 3 kWh/seinä m²

Kuva 3 Eristepaksuuden vaikutus energiansäästöä. [4]

2.4.1 Ilmanvaihto

Ei ole yhdentekevää, millaista sisäilmaa hengitämme. Suomalaiset oleskelevat sisätiloissa noin 90 % ajastaan ja hengittävät vuorokaudessa keskimäärin 15 000 litraa ilmaa keuhkojensa kautta.

Messualueen kaikkiin pientaloihin tulee koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, joka on varustettu lämmöntalteenotolla (LTO). Oikein mitoitettu ilmanvaihto, takaa hyvän sisäilman laadun. Energiatietoisuutta ei haluta tavoitella sisäilman laadun kustannuksella.

Koneellisen ilmanvaihdon on etuna se, että rakennukseen tuotava raitis ilma suodatetaan ja säännöllisin väliajoin tuloilmaputket puhdistetaan. Näin vähennetään esimerkiksi katu- ja siitepölyn aiheuttamia haittoja. Poistoilmaputket puhdistetaan harvemmin [5]

2.4.1.1 Asetus ilmanvaihdosta

Oleskelutiloihin johdetaan ulkoilmavirta, joka on vähintään 6 dm³ /s henkilöä kohti, jos henkilömäärän mukaiselle mitoitukselle on riittävät perusteet. Yleensä ulkoilmavirta tulee kuitenkin olla vähintään 0,35 (dm³ /s)/m² , joka vastaa ilmanvaihtokerrointa 0,5 1/h huoneessa, jonka vapaa korkeus on 2,5 m.

Ilmanvaihto tulee siis mitoittaa siten, että kahdessa tunnissa vaihdetaan ilmaa rakennuksen ilmatilavuuden verran (ilmanvaihtokerroin on 0,5 1/h eli ”puoli kertaa tunnissa”). Eri tiloilla on omat vaatimuksensa ja IV-suunnittelija osaa suunnitella niihin parhaiten sopivan ilmanvaihdon.

Taloissa, joissa on poistoilmalämpöpumppu (PILP) ei tarvita erillistä ilmanvaihtokonetta. [6]

2.4.1.2 Ilmanvaihdon ohjaus

Ilmanvaihdon määrää säädetään tavallisesti manuaalisesti 4-nopeuksisella säätimellä. Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla tarkoitetaan ratkaisua, joka mittaa ja säätää sisäilman kosteus- ja hiilidioksidipitoisuutta sekä ohjaa ilmanvaihtoa näiden tietojen perusteella esimerkiksi taajuusmuuttajalla.

Ilmanvaihdon suunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota myös äänenvaimennukseen. IV-koneisiin on saatavana äänenvaimennusosa tai äänenvaimentimia jotka asennetaan ilmanvaihtokanaviin. Hyvin suunniteltu ilmanvaihtojärjestelmä on lähes äänetön, ja ilmanvaihto voidaan pitää halutulla tasolla päällä vuorokauden ympäri.

[7]

2.4.1.3 Lämmön talteenotto (LTO)

Ilmanvaihto aiheuttaa lämpöhäviöitä talosta poistetun ilman mukana talosta poistuvasta, lämpimästä ilmasta otetaan lämpöenergiaa talteen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottolaitteella (LTO). Edellä mainitun ohjeistuksen perusteella rakennuksen tilavuuden ilmamäärä tulee vaihtaa kerran kahdessatunnissa. Seuraava laskuesimerkki kertoo millaisesta energiamäärästä tällöin on kysymys. Kaava(3)

Ilman lämmittäminen:

Ilman lämmittämiseen kuluva energia lasketaan kaavalla 2.

$$\text{Energiakulutus: } Q = \eta P t = c_i \rho_i V \Delta \theta \quad (\text{Kaava 3})$$

Ilman ominaislämpökapasiteetti vakiopaineessa: $c_{i_p} = 1.01 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$

Ilman tiheys: $\rho_1 = 1,293 \text{ kg} / \text{m}^3$

Tilavuus: $V = 250 \text{ m}^3 / 2\text{h} = 125 \text{ m}^3$

Hyötysuhde: $\eta = 0,7$

Lämpötilan muutos: $\Delta \theta = (20 - 0)^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}$

Esimerkkinä talo pinta-ala 100 m², huoneistokorkeus 2,5 m, talon tilavuus 250 m³, lämpötilaero on 20 °C eli ulkoilman lämpötila on 0 °C

$$Q = 1.01 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 125 \text{ m}^3 \cdot 20^\circ\text{C} = 3,264 \text{ M J}$$

Muunnetaan kilowattitunneiksi = 3264 kJ / 3600s = **0,907 kWh**

Lämmön talteenoton hyötysuhteen ollessa 0,70 todellinen kulutus on tällöin (1-0,7)= 0,3 * 0,907 kWh = **0,272 kWh**

(Tässä laskelmassa otettiin huomioon vain ilmatilan vaihtumiseen kulunut energia.)

2.4.1.4 LTO- tyyppiratkaisut

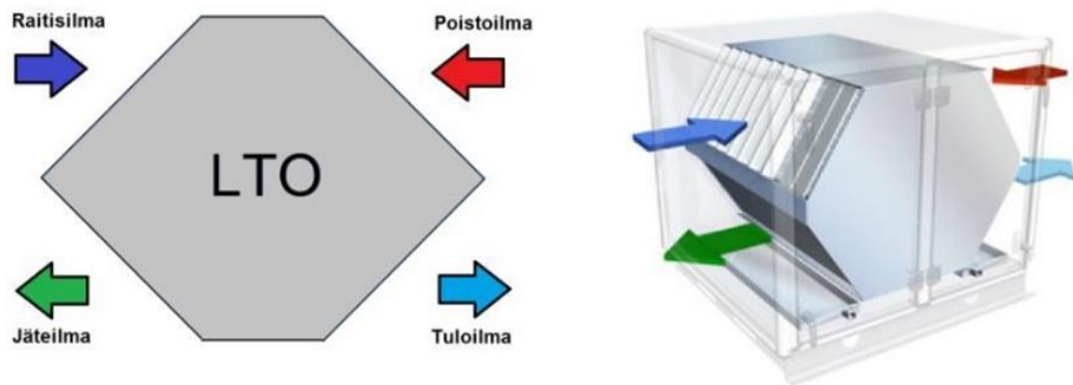
LTO-ratkaisuja on pääsääntöisesti kahta erilaista tyyppiratkaisua levylämmönsiirrin(Kuva-4) ja pyörivä lämmönsiirrin(Kuva-5). Lämmöntalteenottolaitteen talteen ottama lämpöenergia yleensä riittää esilämmittämään rakennukseen tuotavan ilman. Talviaikoina IV-koneen jälkilämmityspatterilla lämmitetään ilmaa. Jälkilämmityspatteri voi olla joko vesikiertoinen tai sähkövastuksella toteutettu. Sopivana lämpötilana taloon tuotavalle raittiille ilmalle voidaan pitää noin 15-17 °C.

LTO:n tehokkuutta kuvataan lämpötilasuhteella ja vuosihyötysuhteella. Lämpötilasuhte kuva LTO-laitteen kykyä ottaa lämpöä talteen standardoidussa testitilanteessa. Käytetympi luku on LTO-laitteen vuosihyötysuhde, joka kuvaa kuinka suuri osuus ilmanvaihdon tarvitsemasta lämmitysenergiasta katetaan LTO:lla.

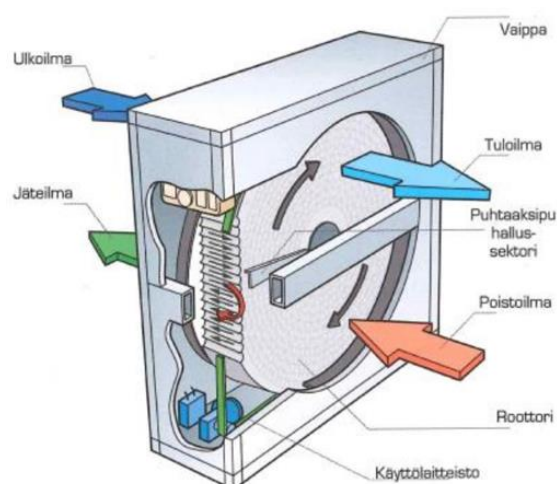
Vuosihiyötysuhde huomioi koko lämmityskauden, rakennuksen maantieteellisen sijainnin sekä lämmönsiirtimen jäätymisen eston vaikutuksen.

Laskettaessa energiatehokkuutta kannattaa ottaa huomioon ilmanvaihtokoneen sähkönkulutus, sillä laitteiden välillä on suuria eroja. Ilmanvaihtokoneessa on tavallisesti kaksi puhallinta – yksi tuloilmalle ja yksi poistoilmalle. Puhaltimet ovat päällä ympäri vuorokauden vuoden jokaisena päivänä, joten käyttötunteja kertyy paljon.

Ilmanvaihtokoneen ominassähköteho (SFP – Specific Fan Power) kertoo kuinka paljon ilmanvaihtokoneen puhaltimet tarvitsevat sähköä ilman siirtämiseen. Ominassähkötehoon voidaan vaikuttaa paitsi laitevalinnoilla, myös hyvällä ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelulla.[7]



Kuva 4 Levylämmönsiirrin [8]



Kuva 5 Pyörivä lämmönsiirrin [9]

2.4.2 Kaukolämpö

Kaukolämpöä tuotetaan messualueelle lähialueella toimivasta lämpöä ja sähköä tuottavasta CHP-voimalaitoksesta. Lämpöä siirretään kuluttajille kaukolämpöverkostossa kiertävän kuuman veden avulla. Kaukolämpö sopii yleisesti tiheästi rakennetulle pientaloalueelle.

Kaukolämmön osuus pientaloalueilla on kasvanut hieman siitä huolimatta, että sitä ei ole aina joka paikassa saatavana. [10]

2.4.2.1 Kaukolämpöverkko

Kaukolämpöverkosta lämpöä siirretään rakennuksessa olevaan lämmönjakokeskukseen, jossa sijaitsee lämmönsiirrin. Tämän lämmönsiirtimen välityksellä lämpöä jaetaan sisätilojen lämmitykseen ja lämpimälle käyttövedelle. Lämmönsiirrin siis erottaa toisistaan kaukolämpöverkostossa virtaavan veden ja talon lämmönjakojärjestelmässä virtaavan veden.

Pientalojen lämmönjakokeskukset ovat pääosin valmiiksi rakennettuja kokonaisuuksia, johon kuuluvat lämmönsiirtimien lisäksi, kiertovesipumpuja, paisunta- ja varolaitteet säätölaitteet, antureita, mittarit ja sulkuventtiilit. [10]

2.4.2.2 Tuloilman ja käyttöveden ja lämmittäminen

Kaukolämpötaloissa ei ole yleisesti erillistä lämminvesivaraajaa. Kaukolämmöllä useasti hoidetaan myös tuloilman esilämmitys ilmanvaihtolaitteessa. Lämmönjakotapana messutaloissa on pääsääntöisesti käytetty vesikiertoista lattialämmitystä, [10]

2.4.2.3 Kannattavuus

Kaukolämpöenergian hinta on useinkin kilpailukykyinen. Kaukolämmön hinta voi vaihdella jonkin verran paikkakunnittain. Kaukolämpö on hyvin vaivaton, sillä se vaatii vähän huoltoa tai ylläpitoa. [10]

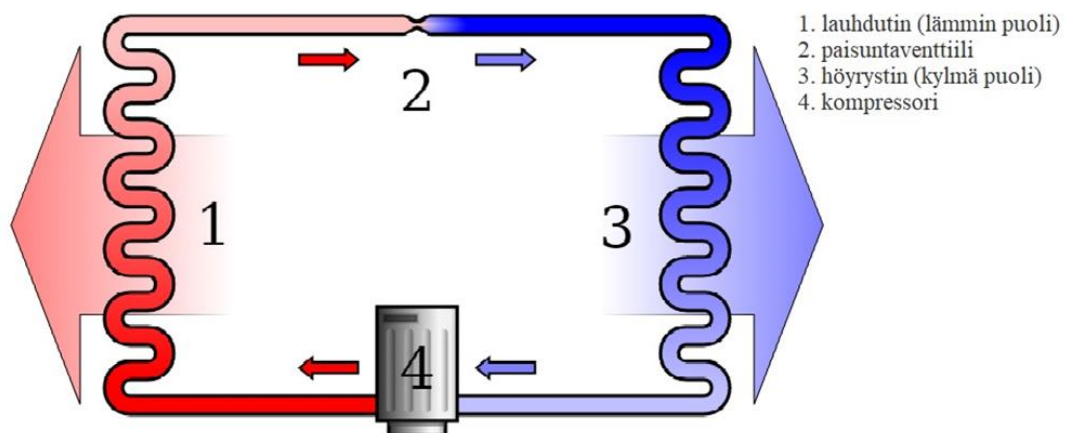
2.4.2.4 Ekologinen lämmitystapa

Kaukolämmön ekologisuus riippuu siitä millaisessa voimalaitoksessa sitä tuotetaan ja millaista polttoainetta voimalaitoksessa käytetään. CHP-voimalaitokset joissa tuotetaan sähköä ja lämpöä samanaikaisesti, tuottavat höyry- ja sähköenergiaa erittäin hyvällä hyötysuhteella. Jos tällaisen CHP-kaukolämpölaitoksen polttoaineena käytetään uusiutuvaa energiaa (puu, hake, pelletti) ja savukaasut puhdistetaan se on erittäin tällöin saatu energia on hyvin ekologista. [10]

2.4.3 Lämpöpumput

Lämpöpumput kasvattavat jatkuvasti suosiotaan pientalojen lämmitystapana. Messualueen taloista lähes puolessa on lämpöpumppu osana energiatuotantoa. Energiaa otetaan lämpöpumpputyypistä riippuen ulkoilmasta, talon ilmanvaihdon poistoilmasta, vedestä, maaperästä tai kallioon poratusta kaivosta. Lämpöpumppujen periaate on siirtää lämpöä kylmästä lämpimämpään samalla toiminta periaatteella kuin esimerkiksi jääkaappi ja pakastin.

Lämpöenergiaa otetaan lämmönvaihtimen höyrystinosion avulla lämpöpumpun kylmäainekierto (Kuva 6). Lämpöenergiaa luovuttava aines ja vastaava lämpötilaero siirtyy edelleen kylmäaineessa kompressorille. Kompressorilla puristaa kylmän kylmäainehöyryn korotetussa paineessa, josta aiheutuva korkea lämpötila hyödynnetään lauhduttimessa.



Kuva 6 Lämpöpumpun periaatekuva [11]

2.4.3.1 Lämpöpumpun hyötysuhde

Lämpöpumpun hyötysuhdetta nimitetään lämpökertoimeksi, joka kertoo montako yksikköä lämpöpumppu tuottaa energiaa kulutukseen nähden. Esimerkiksi lämpökertoimen ollessa 2,5 niin hyötysuhde on tällöin 250%.

Lämpöpumpun lämpökertoimen ja käyttöiän osalta kannattavinta, lämpötilaeron ollessa lämmönkeruun ja -luovutuksen välillä mahdollisimman pieni. Energiaa kerätään tällöin mahdollisimman lämpimästä ja lämpöä luovutetaan vesikiertoiseen lattialämmitykseen, jonka lämpötila voi olla alle 30°C.

Nollaenergiatalossa maalämmön käytöllä lattialämmityksessä saavuttaa tilojen lämmityksellä korkea hyötysuhde. Tilojen lämmitykseen nollaenergiataloissa ei tarvita läheskään niin paljon lämmitysenergiaa kuin normaalitaloissa. Nollaenergian taloissa tilojen lämmitykseen riittää hyvin alhainen kiertoveden lämpötila – vesikiertoisessa lattialämmityksessä jopa vain 25 °C.

Korkealämpöisen käyttöveden tuottamisessa lämpökerroin on luonnollisesti hieman huonompi. Joissakin tapauksissa lämpöpumpuilla käyttöveden lämpötilaa voidaan joutua nostamaan joko sähkövastuksella tai puulämmityksen avulla. Käyttöveden lämmittäminen nollaenergiatalossa voi viedä enemmän energiaa kuin huoneiden lämmitys.[12]

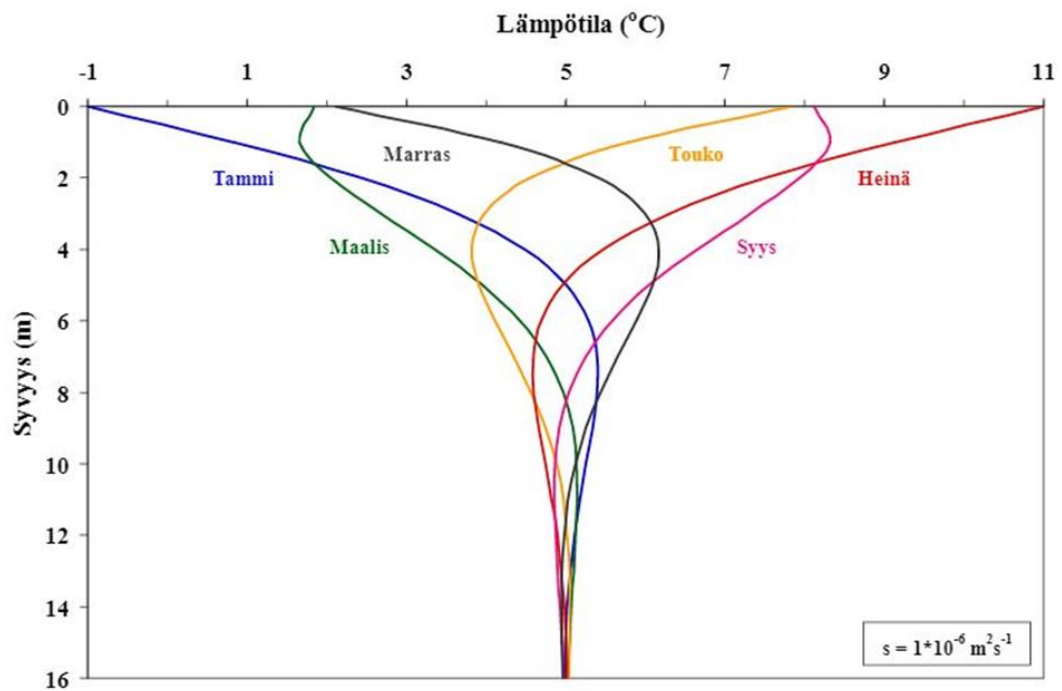
2.4.4 Maalämpöpumppu

Maalämpöpumppujärjestelmän hankinta kustannukset ovat kalleimmat, mutta sen lämpökerroin on korkea ja on näin ollen paras lämpöpumpputyyppeihin. Talviaikana se on ylivoimainen tehokkuudeltaan kun verrataan muihin lämpöpumpputyyppeihin. Maalämmön asentaminen vaatii toimenpideluvan kunnan tai kaupungin rakentamisviranomaisilta. Maalämpö mitoitetaan niin, että sen tuotto riittää vuotuisen lämmitys- ja käyttöveden ilman lisä sähkövastusta. Maalämmön tyyppilinen vuosilämpökerroin on noin 2,5-3,5. Maalämpö sopii parhaiten keskisuurille ja suurille taloille.

Yli 60 prosenttia maalämpötoteuksista tehdään lämpökaivoilla. Etelä-Suomessa lämpökaivojen osuus on noin 80 prosenttia. Tällöin kyseessä on porakaivo jonka ulkohalkaisija on 115-165 mm, johon asennetaan putkisto, jossa 30-prosenttisen

etanoliseos kiertää, tämän seoksen jäätymispiste on noin -17 Celsiusastetta. Lämpökaivo pystytään useimmiten tekemään pienellekin tontille, mutta se on lämmönkeruuvaihtoehtona kallein. [12]

Alla olevassa kuvasta (Kuva 7) voi nähdä maaperän lämpenemisen/viilenemisen lämpökaivossa. Syvyyden ollessa noin 16 m niin lämpötila on sama vuodenajasta riippumatta.



Lähde: Kalliolämmön hyödyntämiseen vaikuttavat geofysikaaliset ja geologiset tekijät, 2008. Nina Leppäharju

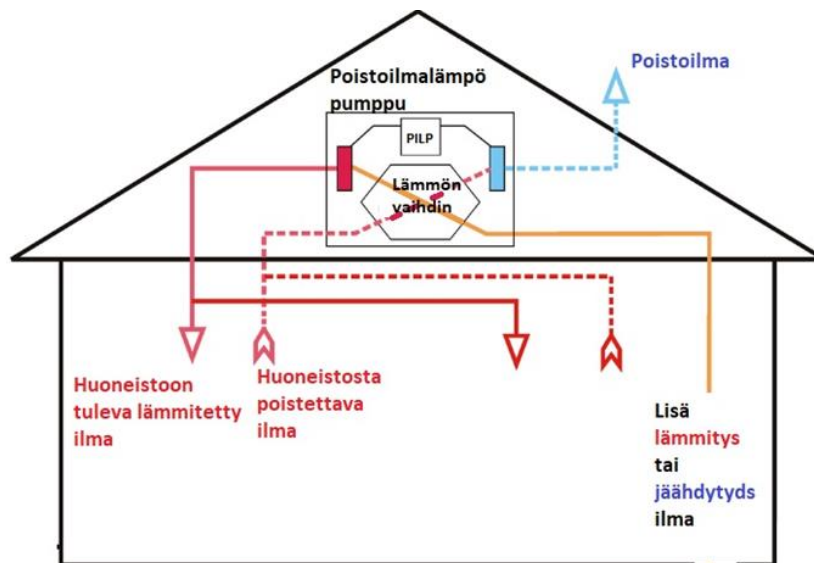
Kuva 7 Maaperän lämpeneminen syvyyden kasvaessa

2.4.5 Poistoilmalämpöpumppu (PILP)

Poistoilmalämpöpumppu ottaa lämpöä talon ilmanvaihtojärjestelmästä poistuvasta ilmasta. (Kuva 8) Sen keräämä lämpöä on samaa luokkaa kuin hyvätasoinen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotto (60-70%). Se parhaimmillaan pienehkässä uudessa matalaenergia- tai passiivitalossa, jossa huoneiden lämmitystarve on pieni ilmatilavuuteen nähden.

Poistoilmalämpöpumpulla lämmitetään tiloja, tuloilmaa ja lämmintä käyttövetä. Kovilla pakkasilla joudutaan käyttämään sähkövastusta, joka toimii tällöin

tukilämmityksenä. Poistoilmalämpöpumpulla korvataan ilmanvaihtokone. Poistoilmalämpöpumppu soveltuu pienille ja keskisuurille taloille. [13]



Kuva 8 Poistoilmapumpun toimintaperiaatekuva

2.4.6 Ilma-vesilämpöpumppu (UVLP)

Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP) ottaa lämpöenergiansa ulkoilmasta. UVLP asennetaan kohteisiin, joihin ei voi asentaa maalämpöjärjestelmää. UVLP voidaan myös kytkeä tueksi hybridikäyttöön olemassa olevan öljylämmityksen tueksi, jolloin öljykattila lämmittää taloa kylmimmillä keleillä ja tukee UVLP:tä tarvittaessa. Messualueella ainakin neljässä talossa on UVLP lämmitysmuotona tukemassa muita lämmitysjärjestelmiä.

UVLP on hyvä ratkaisu silloin, kun maalämmön vaatimaa vaakaputkistoa tai lämpökaivoa ei voida tehdä. UVLP on yleensä maalämpöä halvempi, mutta kustannusten ero on riippuvainen monesta asiasta. Investoinnin suuruus on yleensä noin 7 000-14 000 €:n välillä perinteisessä pientalossa. Kylminä vuodenaikoina UVLP antaa maalämpöä selvästi vähemmän ilmaisenergiaa. [14]

2.4.6.1 Ilma-vesilämpöpumpputyypit

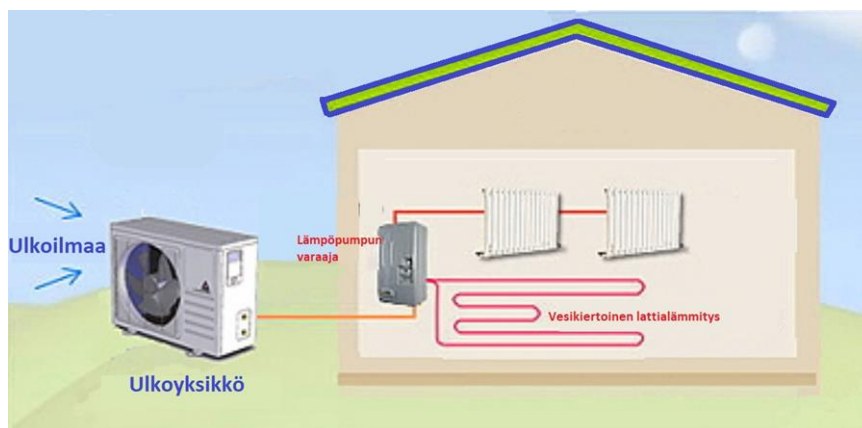
Ilma-vesilämpöpumppuja on kahta tyyppiä: split- ja monoblock-laitteita. Split-laitteissa lämpöpumpun kylmäkoneisto on jaettu kahteen osaan: ulko- ja sisäyksikköön, joiden välillä kiertää kylmäaine. Monoblock-laitteissa on kaikki tarvittava tekniikka ulkoyksikössä, sisällä olevien varaajan ja ulkoyksikön välissä kiertää pelkkä vesi. Monoblock-laite voidaan kytkeä suoraan olemassa oleviin lämmitysjärjestelmiin, esimerkiksi pellettikattilan tai aurinkokeräimen rinnalle. [14]

2.4.6.2 Ilma-vesilämpöpumpun lämpökerroin

Menoveden korkea lämpötila heikentää merkittävästi lämpöpumpun antotehoa sekä hyötysuhdetta. Siksi vesikiertoinen lattialämmitys on hyvä ratkaisu UVLP:n lämmönjakoon. Osalla UVLP-malleista yli 50 Celsiusasteinen lämmöntuotanto huoneiden lämmitys- ja käyttövesipuolelle on haasteellista. Käyttövesi ja osan vuodesta vesikiertoinen lattialämmitys tarvitsee sähköä lisäenergiaksi.

Kovimmilla pakkasilla lämpöpumpun lämpökerroin heikkenee jyrkästi vastaten sähkölämmitystä. UVLP antaa noin 50 % vähemmän tehoa -20 Celsiusasteen kelillä kuin +7 Celsiusasteen lämpötilassa, jossa laitteiden tehot ilmoitetaan (ns. nimellisteho, standardin EN14511 mukaan).

Kylmimpinä aikoina UVLP sammuttaa itse itsensä, joten lämmitysvastuksen tai rinnalla olevan toisen lämmöntuottimen on oltava teholtaan vähintään samaa luokkaa kuin talon tehonkulutus suurimmillaan. UVLP:n tyypillinen vuosilämpökerroin on noin 2-3 ja sitä suositellaan keskisuurille taloille.[14]



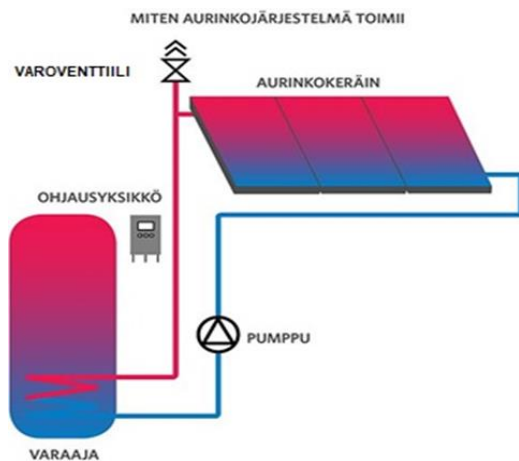
Kuva 9 UVLP Periaatekuva

2.4.7 Aurinkolämpöjärjestelmät

Auringonlämpöenergiaa saadaan pääsääntöisesti kevät-kesä- ja syksyvuodenaikoina, sään ja maantieteellisen sijainnin mukaan. Aurinkolämmitysjärjestelmät ottavat auringon säteilyenergiaa suoraan talteen ja siirtävät tämän energian lämpövarastoon, josta se voidaan tarvittaessa siirtää käyttökohteisiin. Aurinkokeräimen tehtävänä on muuttaa auringon säteilyenergia lämpöenergiaksi. Aurinkolämpökeräimestä lämpöenergia siirretään lämmönsiirtoaineen välityksellä eteenpäin. Aurinkolämpöjärjestelmät koostuvat yleensä lämmön keruulaitteistosta, lämpövarastosta ja lämmön siirtoputkistosta.

Lämpöenergian siirto tapahtuu useimmiten jonkin lämmönsiirtonesteen avulla. Lämpövarasto on aurinkolämpöjärjestelmissä välttämätön, sillä auringonsäteilyn määrät vaihtelevat paljon, eikä kulutus useinkaan tapahdu samaan aikaan kun aurinko paistaa.

Aurinkolämmön keräinjärjestelmä (kuva 10) koostuu aurinkolämpökeräimistä, eristetystä lämmönsiirtoputkistosta ja lämpövaraajasta. Lämmönsiirtolinjassa sijaitsevat pumppuyksikkö sekä ohjauskeskus. Varaaja on varustettu aurinkolämpökierukalla ja pumppuyksikkö turvalaitteilla ja paisunta-astialla. Ohjainyksikkö kerää tiedot säätöä varten mitta-antureilta jotka on sijoitettu varaajaan sekä keräimeen ja putkistoon. Automaatio käynnistää siirtopumpun kun keräimen lämpötila on korkeampi kun varaajan ja sammuttaa kun varaajan lämpötila kohoaa korkeammaksi kuin keräimessä. Suotuisissa olosuhteissa siirtoneste voi alkaa kiehua ja silloin järjestelmän paisuntasäiliölle ja varoventtiilille käyttöä. Keräinpiiri on niin kutsuttu suljettu nestejärjestelmä. Lämmönsiirtoneste koostuu suomen oloissa vedestä ja glykolista. Glykoli estää lämmönkeruunesteen jäätyminen. Nesteeseen voidaan lisätä myös korroosionestoaineita putkiston suojaamiseksi korroosiolta.[15]



Kuva 10 Aurinkolämpöjärjestelmän periaatekuva [15]

2.4.8 Aurinkosähkö

Messualueella on useita taloja, jotka hyödyntävät aurinkosähköä muun energiatuotannon rinnalla. Aurinkosähkö perustuu auringon säteilyenergian hyödyntämiseen. Auringonsäteily koostuu fotoneista eli hiukkasista, jotka välittävät auringon säteilyenergiaa. Aurinkokennoihin osuessaan fotonit luovuttavat energiansa kennojen materiaalin elektroneille. Fotoneilta energiaa saaneet elektronit muodostavat tasajännitteen aurinkokennojen johtimiin.

Aurinkopaneelit muodostuvat tasasähköä tuottavista aurinkokennoista, jotka yhdistetään siten, että niistä saadaan käyttökelpoista energiaa. Nämä kennot koteloidaan kehyksen avulla siten, että kennon eteen sijoitetaan hyvin valoa läpäisevä lasi. Aurinkopaneelit ovat normaalisti moduloituja tiettyä jännitettä ja virtaa tuottavia yksiköitä. Aurinkopaneelin tasajännite on sarjaan kytkettyjen aurinkokennojen tasajännitteiden summa. Rinnan kytkennässä muodostuva kokonaisjännite pysyy samana mutta, kokonaisvirta on rinnan kytkettyjen kennojen yhteenlaskettu virta.

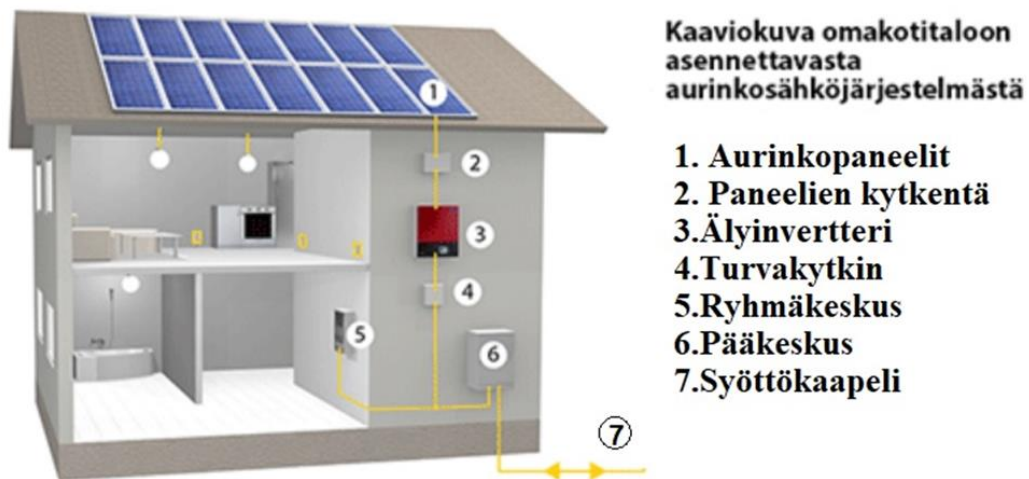
Aurinkopaneeli tuottaa siis tasasähköä, joka eroaa yleisessä sähköverkossa virtaavasta vaihtosähköstä.

Yleisesti aurinkopaneelin tuottama tasasähkö muutetaan vaihtosuuntaajan eli invertterin avulla vaihtosähköksi ja tätä vaihtosähköä voidaan hyödyntää lähes kaikissa vaihtosähköä käyttävissä laitteissa, kuten kodinkoneissa joiden ottama teho on alhaisempi kuin aurinkokennoston tuottama teho.

Nykytaloissa (Kuva xz) aurinkokennoista saatava tasasähkö johdetaan älykkääseen invertteriin, joka on kytketty talon sähköverkon rinnalle. Aurinkoisella ilmalla paneelin invertterille antama sähköenergia voidaan käyttää talon omaan käyttöön ja näin vähentää ostosähkön määrää.

Tällaisella järjestelmällä säästetään sekä sähköyhtiöltä hankitun ostosähkön että sähkön siirto hinnassa. Tällainen älykäs invertteri on erittäin tehokas sähkökulujen alentaja, mutta se vaatii aina toimiakseen liittymisen sähköverkkoon. Esimerkiksi sähkökatkon aikana ei voida aurinkokennoista saatavaa sähköä hyödyntää.

Aurinkopaneelien tuottamaa ylijäämäsähköä voi myydä, jos aurinkosähköjärjestelmä on liitetty sähköverkkoon ja aurinkosähkön tuottaja on sopinut sähkön myyjän kanssa ylijäämäsähkön myymisestä. Sähkön syöttäminen verkkoon on kielletty, ellei sähkölle ole ostajaa. Verkkoon syötetty sähkö mitataan tunneittain verkkoyhtiön sähkömittareilla. Mittaus ei aiheuta lisäkustannuksia tuottajalle.[16]



Kuva 11 Kaaviokuva omakotitalon aurinkosähköjärjestelmästä

3 DIGITAALISUUS

Talotekniikalla voidaan tehokkaasti ja sujuvasti seurata, ohjata, valvoa ja optimoida talon teknillisiä toimintoja kokonaisuutena. Tekniikka huolehtii siitä, että talossa on mukavaa, vaivatonta, turvallista ja energiatehokasta asua.

Talotekniikka muodostuu monesta eri osa-alueesta kuten : lämmityksestä, ilmanvaihdosta, sähkölaitteista, käyttö- ja kiertovesijärjestelmistä, valaistuksesta,

viihde- ja turvajärjestelmistä. Nämä eri tekniset järjestelmät ja laitteet sisältävät jo paljon älyä ja ohjattavuutta. Lämmitystä voidaan nykyään ohjata sähköhinnan, ulkolämpötilan tai sääennusteen perusteella. Rakennuksen lämpötilaa voidaan laskea poissaolon ajaksi ja nostaa lämmöt etä- tai kello-ohjauksella ennen kotiin tuloa. Samoin valaistusta voidaan ohjata, ne voi sammuttaa etänä, esimerkiksi älypuhelimella tai tabletilla. Terminologia on välillä sekavaa kun puhutaan digitasaation mukanaan tuomasta tekniikasta, Kuitenkin taloautomaatiosta puhutaan silloin kun talon digitaaliset järjestelmät ja laitteet kommunikoivat keskenään ja niitä hallinnoidaan keskitetysti.

Digitaalisten automaatiojärjestelmien merkitys lisääntyy, kun sähkömarkkinoilla sähkön hinta vaihtelee nopeasti kylläkin siten, että sen hinnan perusteella voidaan ostaa ja varastoida energiaa, sähkön ollessa edullista. Tekniikka auttaa silloin kun sähkön hinta ylittää ”kipurajan” silloin rajoitetaan sähkön kulutusta sieltä mistä se on helpoimmin mahdollista, tavallisesti lämpimän käyttöveden ja ei-asuttujen huoneiden lämpötilan alentamisesta. Tällainen älykäs sähkönkäyttö tai kysyntäjousto vaatii toimiakseen taloautomaatiota.

Hyvin suunnitellun ja kattavan taloautomaation käyttö pientaloissa ei vielä ole kovin yleistä. Taloautomaatiojärjestelmät tai digitaaliset yksittäiset järjestelmät, on nykyään helppo asentaa vaikka jälkikäteen taloon. Osa järjestelmistä toimii langattomasti ja hyödyntäen olemassa olevia tietoverkkoja. Yksinkertaisimmillaan jo pelkällä eri tilojen lämpötilojen valvonnalla ja niistä saatavalla tiedoilla voidaan välillisesti säästää energiaa.

Taloautomaation avulla voidaan helposti parantaa omakoti,- ja rivitalojen sisäilmanlaatua, energiatehokkuutta ja toimivuutta sekä edesauttaa uusiutuvan energian hyödyntämistä talojen lämmityksessä. Taloautomaatiojärjestelmien avulla voidaan myös varautua ns. poikkeusoloihin tai tuleviin energian markkinamuutoksiin. Talon omistajalla on hyvä mahdollisuus säädellä itse omaa energiankäyttöään.[17]

3.1 Väylätekniikkaa hyödyntävät talotekniikkaratkaisut

Väylätekniikkaa on hyödynnetty prosessiteollisuudessa, rakennusteollisuudessa, autoteollisuudessa, tietoliikenteessä ja erilaisissa valvontajärjestelmissä. Väylällä on monia etuja kuten järjestelmän yksinkertaisuus, sillä väylässä olevat laitteet sisältävät toiminnallisuutta jota kutsutaan, joko toisella laitteella tai keskitetysti järjestelmän ohjaus ja hallintakeskuksesta. Etuna voidaan pitää myös sitä, että väylän toimilaitteen toiminta ja ohjausjännite voidaan tuoda samaa väyläkaapelointia pitkin. Väylän haittapuolena voidaan pitää väylän haavoittavuutta ja häiriöitä väylällä. Vikoja on hankala paikallistaa esimerkiksi hyvin pitkässä väylässä. Talotekniikassa väylät voidaan jakaa kahteen ryhmään, avoimiin väylätekniikkoihin ja suljettuihin.

3.1.1 KNX

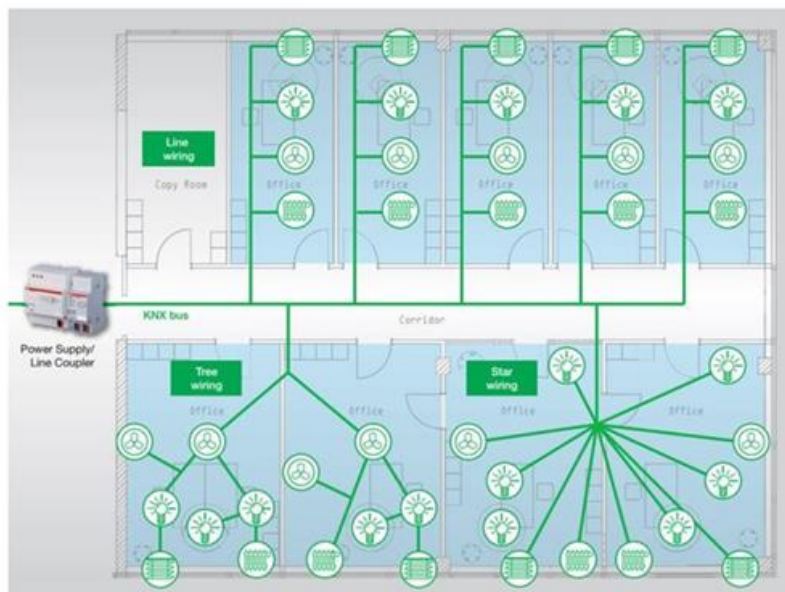
KNX (Konnex) on avoin väyläpohjainen rakennusautomaatio järjestelmä, jonka sähköiset laitteet kommunikoivat keskenään ilman keskustietokonetta. Toimilaitteet ja anturit yhdistetään toisiinsa väyläkaapelilla, jolta ne saavat toiminto-ohjauksen ja käyttöjännitteet. Tämä laajasti levinnyt väyläjärjestelmä on avoin standardi rakennusten valvomiseen, ohjaukseen ja mittaamiseen. KNX standardi on suunniteltu Euroopassa ja siihen on sitoutunut useita merkittäviä komponenttitoimittajia. KNX:lla on oma valvontajärjestö Euroopassa (Brysselissä) ja paikallisorganisaatio myös Suomessa (KNX Association Finland). Järjestöt valvovat KNX-laitteiden toimivuutta ja turvallisuutta sekä vastaavat laitteiden sertifiointista.

KNX-standardia on kehitetty BatiBUS- EHS- ja EIB- järjestelmien pohjalta ja otettu mukaan näiden parhaat puolet. Sertifioituja tuotteita on jo yli 6400. Lisäksi erilaisilla sovittimilla voidaan yhdistää muita järjestelmiä. Laitteita ohjelmoidaan Windows alustalla toimivalla ohjelmointityökalulla (ETS®), joka on laitevalmistajista riippumaton ja on koettu helppokäyttöiseksi.

KNX:llä voidaan ohjata lähes kaikkia rakennuksen laitteita aina valaistuksesta hälytyksiin. Esimerkiksi valaistuksia voidaan ohjata liiketunnistimilla, jotka voidaan ohjelmoida aktivoitumaan rikosilmoitusjärjestelmän osaksi kun poistutaan rakennuksesta. Väyläohjauksen etuja ovat kaapelointien väheneminen, koska laitteelle tuodaan vain ohjausväyläkaapeli ja käyttöjännite. KNX-väylässä tieto

kulkee molempiin suuntiin, joten esimerkiksi tieto, onko kahvinkeitin jäänyt päällä, saadaan periaatteessa tarkistettua järjestelmästä. Tämä edellyttää että, pistorasia on valvonnan piirissä ja järjestelmä on kytketty tietoverkkoon.

KNX-järjestelmän käyttöjännitteenä on 30 V tasajännitettä ja sitä syötetään linjaan kytketyille laitteille, joita voi olla 64 kappaletta linjaväylällä. Linjoja voi olla alueella 15 kappaletta ja alueita voi olla myös 15. Laitteita voi olla siis yhteensä (64 laitetta linjassa x 15-linjaa x 15-alueita) yhteensä 14 400 laitetta. Väyläkaapeloinnissa voidaan käyttää KNX-oma kaapelia, kierrettyä parikaapeliverkkoa, kuitua myös radioverkko on mahdollinen. Verkkotopologiaa(Kuva x.z) voidaan käyttää väylä-, puu-, tai tähtitopologiaa. KNX-yhdyskäytävän tai OPC-rajapinnan kautta yhteydet muihin järjestelmiin ja muista järjestelmistä onnistuvat helposti.[18]



Kuva 12 KNX:n sallitut väylätopologiat

3.1.1.1 KNX sanomat

Sanoma siirtyy symmetrisenä parikaapelissa, jonka tiedonsiirto ei ole häiriöherkkää, joten se voidaan asentaa vahvavirtakaapeleiden joukkoon. Sanoman muodostaa sarjamuotoinen binääriluku, joka siirtyy väylässä 9600 bitin sekuntinopeudella. KNX käsittää kaksi erilaista sanomaa jotka ovat ryhmälähetysanoma ja täsmälähetysanoma. Käytössä olevassa järjestelmässä liikkuvat komennot ovat ryhmälähetysanomia. Ryhmälähetysanomilla voi olla useampi kuin yksi vastaanottaja, esimerkiksi ”valot päälle” -komento voi mennä useammalle kuin

yhdeksi vastaanottajalle. Täsmälähetys on taas yhdelle laitteelle tarkoitettu sanoma, joka lähetetään käyttöönottovaiheessa ladattaessa ohjelma tietokoneelta. [18]

3.1.1.2 KNX osoite

Jokaisen väylään liitettävä laite saa oman yksilöllisen osoitteensa. Poikkeuksena ovat teholähteet jotka eivät saa yksilöllistä osoitetta, koska ne eivät lähetä sanomia väylään. Yksilöllisen osoitteen koko on 16 bittiä, joka jakaantuu kolmeen pisteellä erotettuun lukuun. Ensimmäiselle ja toiselle luvulle on varattu 4 bittiä ja kolmannelle 8 bittiä. Ensimmäisen ja toisen luvun lukualue on siis 0-15 ja kolmannen 0-255. Pienin mahdollinen osoite on 0.0.0 ja suurin 15.15.255. Esimerkiksi uuden projektin ensimmäinen laite saa yleensä osoitteen 1.1.1 ja toinen 1.1.2. Ensimmäinen luku ilmaisee, millä alueella laite sijaitsee, toinen linjan ja kolmas laitteen numeron linjassa. Yksilöllisen osoitteen viimeisen luvun ollessa nolla, kuuluu osoite linjayhdistimelle. Osoite 15.15.255 on ohjelmoimattoman väylälaitteen osoite. Kaikissa ohjelmoimattomissa tai käyttäjän nollaamissa laitteissa on tämä osoite. [18]

3.1.1.3 Ryhmäosoite

Väylälaitteet käyttävät ryhmäosoitetta sanoman välittämiseen. Se korvaa perinteisessä relekytkennässä käytettävän kaapelin. Ryhmäosoite luo antureiden toimilaitteiden välille toiminnallisen yhteyden. Ryhmäosoitteen voi esittää kahden tai kolmen tason esitystavalla. Kolmen tason esitystapa on yleisimmin käytössä. Monet ulkoiset järjestelmät, kuten visualisointiohjelmat, tunnistavat vain kolmen tason esitystavan, joten kahden tason esitystapaa käytetään vain poikkeustapauksissa. Ryhmäosoitteen kolme lukua erotetaan pisteiden sijaan vinoviivoilla. Ensimmäinen luku tarkoittaa pääryhmää, toinen keskiryhmää ja kolmas alaryhmää. Pääryhmän luvulle on varattu 5 bittiä, keskiryhmän luvulle 3 bittiä ja alaryhmän luvulle 8 bittiä. Lukualueet ovat siis 0-31, 0-7 ja 0-255. Esimerkiksi 0/0/0 voi olla ensimmäinen ja 0/0/1 voi olla toinen ryhmäosoite. Kahden tason esitystavassa ei ole keskimmäistä numeroa ollenkaan ja alaryhmän luvulle on varattu 11 bittiä. Lukualueet ovat siis 0-

31 ja 0- 2047. On järkevää pitäytyä pääryhmissä 0-13, koska pääryhmät 16-31 ovat KNX-laitteiden kiinteästi varaamia. [18]

3.1.1.4 Linjasegmentti

Järjestelmä koostuu alueista ja linjasegmenteistä. Linjasegmentti on pienin osa KNX-järjestelmää. Yhteen linjasegmenttiin mahtuu 64 KNX-laitetta ja se saa olla enintään 1000 metriä pitkä. Kahden väylälaitteen välinen pituus saa olla enintään 750 metriä. Pituus linjasegmentin teholähteeltä väylälaitteelle saa olla enintään 350 metriä. Mikäli nämä ehdot ylittyvät, täytyy kohde jakaa useaan linjasegmenttiin. Linjasegmenttien välille asennetaan väyläkaapeli, jota kutsutaan päälinjaksi. Linjasegmentit liitetään päälinjaan linjayhdistimillä. [18]

3.1.1.5 KNX ohjelmointi ja lisenssit

KNX-järjestelmän ohjelma tehdään PC:llä ohjelmalla nimeltä ETS (Engineering Tool Software)

Demolisenssi on ilmainen ja siinä on 5 väylälaitteen rajoitus. Lite-lisenssissä on 20 väylälaitteen rajoitus. Lite-lisenssiä käytetään opiskelussa.

Ammattilainen tarvitsee Professional-lisenssin, jonka hinta on luokkaa 1000 euroa. Professional lisenssissä ei ole rajoituksia. Yhtä Professional-lisenssiä kohti voi hankkia kaksi Supplementary lisenssiä, jotka ovat halvempia. Supplementary-lisensseissäkään ei ole rajoituksia.

Ohjelma lisensoidaan ennen ohjelmoinnin aloittamista ja lisensointi tapahtuu my.knx.org-palvelun kautta tilattavalla lisenssiavaimella, joka laitetaan PC:n USB-porttiin. Tätä avainta voi käyttää myös tavallisena muistitikkona ETS-projektien tallentamiseen. Tarkemmat ohjeet ETS:n lisensoinnista löytyy my.knx.org-palvelusta. Hager on tuonut markkinoille uuden easy -ohjelmointiratkaisun, sen avulla KNX ohjelmointi on helpompaa. Ohjausratkaisujen reaaliaikaiseen käyttöönottoon tarvitaan ainoastaan easy-ohjelmointiserveri ja easy-sovelluksella varustettu päätelaite. KNX easy -asennukseen voidaan lisätä jopa 255 kaapeloitua laitetta. Lisäksi sitä voidaan laajentaa enintään 255:lla langattomalla moduulilla.[19]

3.1.2 ABB-free@home

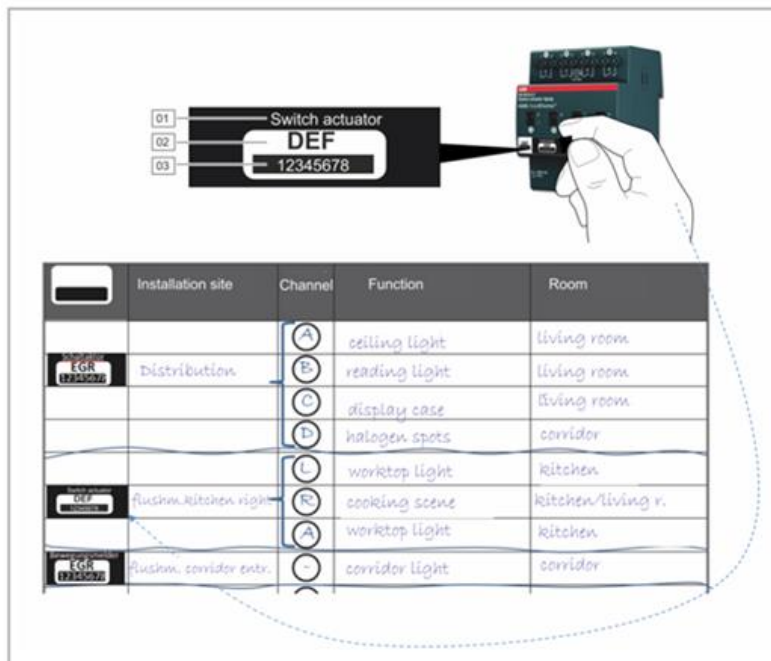
ABB-free@home on suljettu väyläjärjestelmä. ABB valmistaa tai valmistuttaa kaikki järjestelmä komponentit omilla tyyppi- ja mallimerkinnöillä. ABB free&home ei vaadi minkäänlaisia lisenssimaksuja. ABB-free@home on kevyempi versio KNX-järjestelmästä, mutta kuitenkin ohjelmallisesti aivan oma järjestelmä. Molemmat järjestelmät ovat ensinnäkin väyläpohjaisia ja väylän virtalähteellä on samat arvot kuin KNX-väylän vastaavalla. Väyläkaapeli ja -topologiat ovat identtiset. ABB free&home järjestelmässä voi olla enintään 64 väyläkaapeloitua sekä 64 langatonta laitetta, yhteensä siis 128 laitetta (poislukien virtalähde), siis huomattavasti vähemmän kuin KNX-järjestelmän 14400 laitetta).

ABB-free@home- järjestelmällä voidaan ohjata valaistusta, lämmitystä, tilanneohjauksia, kaihtimia ja markiiseja sekä ovipuhelinta. Järjestelmää voidaan käyttää seinäpainikkeilla, kosketusnäytöllä ja mobiililaitteilla. Järjestelmä on verrattain yksinkertainen asentaa ja järjestelmän asentaminen on jopa nopeampaa kuin perinteinen vastaava sähköasennus. Perinteiseen sähköasennukseen verrattuna ABB-free@home tuo uudenlaista muunneltavuutta, mukavuutta ja turvallisuutta. Järjestelmässä on valmiiksi ohjelmoituja ominaisuuksia kuten esimerkiksi ajastus, tällöin haluamasi laitteet voidaan ohjelmoida auringon nousun ja laskun mukaan tai simuloida loma-aikoina läsnäoloa. Nämä järjestelmän lähettämät viestit, ilmoitukset ja hälytykset lähetetään pilvipalvelun kautta mobiililaitteelle.[20]

3.1.2.1 ABB free&home käyttöönotto

Kullakin ABB-free@home-laitteella on selkeä, kahdeksannumeroinen sarjanumero (Kuva 13). Sarjanumero on merkitty sekä itse laitteeseen että irrotettavaan tunnistetarraan. Käyttöönoton aikana laitteet voi tunnistaa niiden sarjanumeroista. Tämä sarjanumero helpottaa laitteiden tunnistamista käyttöönoton aikana. Sarjanumerosta on lisäksi saatavilla kolminumeroinen koodi, joka helpottaa numeron syöttämistä. Vaikka koodi ei selkeästi yksilöi laitetta, se on riittävä laitteen tunnistamiseksi. Jotta laitteet ja kanavat voidaan tunnistaa käyttöönoton aikana, on

suositeltavaa kirjata laitteiden kolminumeroiset koodit, toiminnot ja sijainti jo niiden asennuksen yhteydessä. [20]



Kuva 13 ABB-free@home kahdeksannumeroinen sarjanumero

Käyttöönotto suoritetaan aina SAP-liitäntäportin välityksellä. Käyttöönottoon tarvitaan tabletti tai tietokone. Muita ohjelmistoja ei tarvita. On suositeltavaa käyttää ABB-free@home-sovellusta, kun käyttöönotto suoritetaan tabletilla. Sovellus voidaan ladata maksutta App Storesta (iOS) tai Google Play Storesta (Android). [20]

3.1.2.2 Yhteyden luonti SAP -käyttöliittymään

Vaihtoehto A: Yhteyden luonti älypuhelimella tai tabletilla. Vaihtoehto B: Yhteyden luonti WLAN-verkon välityksellä tietokoneelta. Vaihtoehto C: Yhteyden luonti tietokoneen, kaapelin ja reitittimen avulla. Vaihtoehto D: Yhteyden luonti tietokoneen ja kaapelin avulla ilman reititintä.

Ohjelmointi

Toiminnot-valikossa voi luoda (if – then) jos-niin-sääntöjä.

Säännöillä voi esimerkiksi toteuttaa automaattisen tuulettimen tehon noston ohjauksen: "Jos huoneen lämpötila on yli 27 °C. " Säännöillä voi myös lähettää automaattisia ilmoituksia, esimerkiksi liiketunnistinten toiminnasta: "Jos

liiketunnistin havaitsee sisällä liikettä ja talossa on rikosilmoitin päällä, lähetä siitä sähköposti-ilmoitus tai ota kuvayhteys rakennukseen. [20]

3.1.2.3 MyABB Living Space® -portaali

MyABB Living Space® -portaaliin rekisteröityminen antaa käyttäjälle lisäominaisuuksia

ABB-free@home-järjestelmän voi yhdistää myABB Living Space® -käyttäjätiliin ja yhteen myABB Living Space® -käyttäjätiliin voi liittää useita ABB-free@home-järjestelmiä sekä myABB Living Space® -käyttäjätiliin voi liittää useita mobiililaitteita (sovelluksia). Jokaiselle käyttäjälle voi antaa eri oikeudet (huoltoyhtiö / asentaja / asetusten tekijä / käyttäjä). ABB-free@home-sovellusta voi käyttää myös ilman myABB Living Space® -käyttäjätiliä (mutta vain paikallisesti). [20]

3.1.3 Fonel 60

Fonel-60 on alunperin kotimaisen Oumanin kehittämä älykäs ratkaisu vapaa-ajan asunnon tai pienen liikekiinteistön ohjaus- ja valvontatarpeisiin (Kuva x.z). Fonel 60 on tyypiltään lähinnä ohjelmoitavaa logiikkaa muistuttava ohjaus ja hallintajärjestelmä. Fonel-60:n avulla voidaan kauko-ohjata ja valvoa sähkölämmitystä ajasta ja paikasta riippumatta matkapuhelimella tekstiviestein tai älypuhelinsovelluksella. Fonel-60:lla voidaan toteuttaa myös rakennuksen murto-, palo- ja vesivuotovalvonta sekä ohjata älykkäästi esim. autolämmitystä, valaistusta tai ovilukitusta. Lisäksi Fonel-60 hälyttää sähkökatkosta. Laitteeseen on myös kätevästi ohjelmoitavissa viikko, vrk, kelloohjelmat sekä poikkeuskalenteri (vuosiohjelma) eri ohjaustoiminnoille. Tuote sisältää GSM-modeemin.

Järjestelmän sisääntuloja on 8 kpl, jotka on kiinteästi varattu joko NTC-mittauskäyttöön (lämpötilan mittaukseen) tai digitaalituloksi: 1. kotona/Poissa-kytkimen tilatieto, 2. ohisulkija, 3. vuotoilmaisimet, 4. palovaroittimet, 5. ulkolämpötila, 6. huonelämpötila, 7. kuorivalvonnan murtoilmaisimet ja 8. tilavalvonnan murtoilmaisimet.[21]



Kuva 14 Fonel 60 ja GSM-yksikkö [21]

3.1.4 Ouflex

Ouman Ouflex on vapaasti ohjelmoitava automaatiojärjestelmä, joka mahdollistaa kiinteistön rakennusautomaation tehokkaan seurannan ja hallinnoimisen. Ouflex-rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmointi tapahtuu helppokäyttöisellä Ouflex Tool -ohjelmointityökalulla. Ouman kiinteistöautomaatiojärjestelmään kuuluu oleellisena osana myös Ounet-nettivalvomo.

Ouflex on DIN-kiskokiinnitteinen, vapaasti ohjelmoitava valvonta-, ohjaus- ja säätölaite. Laitteessa on 34 kpl I/O-pistettä, sekä monipuoliset tiedonsiirto- ja väyläliitynnät. Lisäksi laite tarjoaa 24 Vac ja 15 Vdc jännitelähdöt. Laitteen näyttömoduuli on irrotettavissa ja siirrettävissä. Laitteen I/O-pisteiden määrä on laajennettavissa ulkoisilla I/O-moduleilla väyläliityntöjen kautta. Ouflex laitteen I/O-pisteitä voidaan joustavasti laajentaa erillisillä Flex-laajennusyksiköillä. Ouman on tuotteistanut kolme erilaista laajennusyksikköä (Flex UI16, Flex Combi 21 ja Flex Combi 32). Lisäksi Ouflex järjestelmään on saatavissa Flex EXU liityntäkortti modeemia ja paikallista I/O-laajennusta varten.[22]

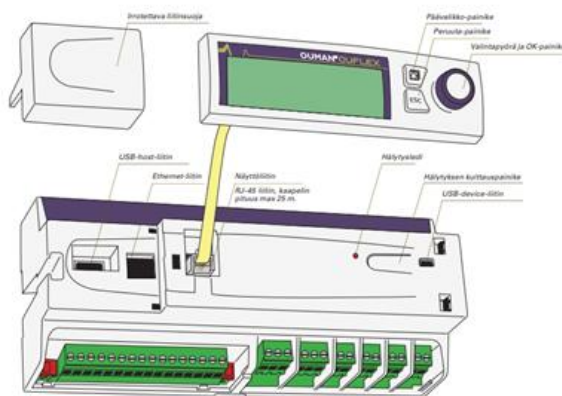
3.1.4.1 Ouflex-laitteen ohjelmointi

Ouflex-laitteen ohjelmointi tapahtuu Ouflex Tool -ohjelmointityökalulla.

Ouflex Tool on uuteen ajattelutapaan perustuva ohjelmointityökalu vapaasti ohjelmoitavalle Ouflex-laitealustalle. Ouflex Toolin joustavuus ja käyttäjäystävällisyys varmistavat nopean oppimisen. Ouflex-laitteen kapasiteetista saadaan näin kaikki tehot irti. Ouflex Tool sisältää valmiin ja kattavan prosessikirjaston, jonka avulla ohjelmoinnissa tapahtuvien virheiden määrä vähenee. Uuden laitteen luominen on nopeampaa ja helpompaa kuin perinteisillä työkaluilla. [22]

3.1.4.2 Ounet-nettivalvomo

Ounetin avulla voidaan valvoa ja ohjata kiinteistössä olevaa automaatiota helposti, käymättä itse paikanpäällä – reaaliajassa ja vaivattomasti! Ounet-nettivalvomo voidaan liittää sekä jo olemassaoleviin että uusiin Ouman-laitteisiin. Palvelun käyttö edellyttää, että kiinteistössä on Ouman automaatiolaitteet. Lisäksi tarvitaan sopiva Ouman-etäyhteys (Ouman 3G, Ouman Access, SMS). Ounet sisältää kaikki tarvittavat työkalut rakennusautomaation peruskäyttöön. Voit hallita ajastinta tai muuttaa sen asetuksia selkeiden prosessikuvien avulla. Vianetsintä-tilanteessa voidaan turvautua kattaviin tapahtuma-lokeihin, dokumentaatioihin ja käyttäjän ilmoituksiin. Ounet skaalautuu käyttäjän mukaan: Valittavanasi on vain ne toiminnot, jotka tarvitset. [22]



Kuva 15 Ouflex laite

3.1.5 Taikasähkön Älykoti

Taikasähkön älykoti-järjestelmä on painottunut kodin turvallisuuden hallintaan. Järjestelmän ominaisuuksia ovat lämpökojeiden pudotus jolla tarkoitetaan rajoitettua sähkönjakelua, tämä toiminto parantaa talon paloturvallisuutta. Poistuessasi kotoa järjestelmä katkaisee sähköt lämpöä tuottavilta kodinkoneilta kuten liedeltä, kahvinkeittimeltä ja saunan kiukaalta.

Kodin sisävalvonnan tilanneohjauksen kytkeytyessä Poissa -tilaan käynnistyy poistumisviive, joka on 20 sekuntia. Tämän jälkeen aktivoituu kodin sisävalvonta. Mikäli järjestelmään kytketyt liiketunnistimet havaitsevat liikettä ja tilanneohjausta ei aseteta Kotona-tilaan tuloviiveen kuluessa, järjestelmä tekee hälytyksen. Hälytyksessä poistumisvalot alkavat vilkkua ja sireeni aktivoituu. Kotona -tila saadaan päälle näppäilemällä oikea avauskoodi. Järjestelmä ilmoittaa mahdollisesta sähkökatkosta vilkuttamalla painikesarjassa olevaa kulkuvalojen merkkivaloa kymmenen sekunnin välein. Lisäksi sähkökatkosta tulee tekstiviesti matkapuhelimeen ja keskusyksikön näyttöruutuun. Paloilmoitinjärjestelmän tarkoituksena on suojata asukkaiden kiinteää ja irtainta omaisuutta sekä talossa olevia ihmisiä. Järjestelmään on kytketty optisia tai ionisoivia savuilmaisimia sekä häikäsuun reagoiva ilmaisin. Palohälytyksen sattuessa savuilmaisimien sireenit aktivoituvat. Lisäksi asunnossa syttyy akkuvarmennetut poistumisvalot, joiden ansiosta palavasta talosta pelastautuminen on helpompaa. Lisäksi järjestelmä katkaisee sähkön automaattisesti lämpöä tuottavilta kodinkoneilta ja ilmanvaihtokoneelta.

Autolämmityspistorasian automaattisella ohjauksella säästetään energiaa. Lisäksi pistorasian ajastus voidaan tehdä helppokäyttöisen päätteen avulla mukavasti sisätiloista. Pistorasiaa voidaan ohjata paneelissa olevalla kellolla ja lisäksi manuaalisesti kahden tunnin lisäaikapainikkeella. Mikäli pistorasia laitetaan päälle eteisessä olevasta lisäaikapainikkeesta, pistorasiassa on sähkö kahden tunnin ajan. Sähkö saadaan pistorasiasta pois pitämällä painiketta pitkään pohjassa.

Kodin tunnelmavalaistus muodostuu kolmesta LED -valaisimesta, jotka on sijoitettu keskeisten poistumisreittien varrelle. Akkuvarmennetut LED -valaisimet toimivat poistumisvaloina palohälytyksen aikana sekä normaalissa käytössä

tunnelmavalaisimina. Automaattinen kulkuvalaistus voidaan asettaa automaattitilaan, jolloin sisällä oleva liiketunnistin sytyttää valot kahden minuutin ajaksi. Automaattitila asetetaan painamalla valaistuksen ohjaukseen tarkoitettua painiketta kahden sekunnin ajan. Merkkivalo ilmaisee valaistuksen olevan automaattitilassa. GSM-etähallinta mahdollistaa kotona/poissa ohjauksen tekstiviestin välityksellä. Lähettämällä tekstiviestin järjestelmässä olevaan SIM-korttiin voidaan kodin tilanneohjaus muuttaa Kotona tai Poissa -tilaan. Ohjaus tekee normaaliin tilanneohjaukseen liittyvät toimenpiteet. Murtohälytys kytkeytyy päälle, lämpökojeiden sähkönsyöttö katkeaa ja vesiventtiili menee kiinni. Tekstiviesti on muotoa ”Kotona XXXX” tai ”Poissa XXXX”. Rastien paikalle laitetaan asiakaskohtainen PIN-koodi. Järjestelmä lähettää ohjauksesta kuittausviestin. Etäohjauksen lisäksi GSM-etähallinta välittää kaikki hälytystiedot matkapuhelimeen. Hälytystietoja ovat savu-, häkä-, murto-, ja kosteus- ja sähkökatkohälytykset. Keskuksessa olevaan käyttöpäätteeseen voidaan asettaa puhelinnumero, johon hälytysviestit lähetetään.[23]

3.1.6 NIBE Uplink

NIBE Uplink on palvelu, jolla seurataan ja ohjataan NIBE lämmitysjärjestelmäsi toimintaa. NIBE Uplinkin avulla tarkistetaan internetin kautta kiinteistön lämmityksen tilan. Häiriötilanteessa saadaan ilmoitus sähköpostiin, mikä mahdollistaa nopeat toimenpiteet. NIBE Uplinkin perustaso antaa yleiskuvan laitteistosta ja sen tämänhetkisestä tilasta. Perustasolla pääsee katsomaan lämpöpumpun yhden kuukauden historian, esimerkiksi ulkolämpötilasta. Toimintahäiriön yhteydessä ilmoitus tulee sähköpostiin.[24]

3.1.6.1 SMART PRICE ADAPTION

Smart Price Adaption on NIBE Uplinkin ohjelma, jolla käyttäjä voi säästää sähkökuluissa. Se kerää Uplinkin välityksellä Nord Pool Spot sähköpörssistä seuraavan päivän tuntihinnat, minkä mukaan lämpöpumppu optimoi lämmöntuoton lämmityksen tarpeeseen. Käyttäjä voi ohjauksesta vaikuttaa, kuinka voimakkaasti

sähkön säästön annetaan vaikuttaa lämpötiloihin. Smart Price Adaption toimii Uplinkin perusversiolla, sen lisäksi tarvitaan vain pörssihinnoiteltu sähkösopimus. Smart Price Adaption on mukana kaikissa Uplink-yhteensopivissa NIBE tuotteissa. Uusissa pumpuissa ohjelmisto on tehdasasennettuna, vanhemmissa laitteissa sen saa käyttöön ohjelmiston päivityksellä. [24]

3.1.7 Aistio

Aistio on Sofictan kehittämä palvelualusta, joka on luotu kiinteistöyhtiöille tunnistamaan kiinteistöjensä erilaiset ongelmatilanteet mahdollisimman helposti ja nopeasti. Digita ja Soficta kehittävät IoT-ratkaisuja, joista yksi on Aistio-järjestelmä, joka puolestaan hyödyntää Digitan LoRaWAN-verkkoa ja langattomia antureita. Aistio on siis uusimpia teknologioita käyttävä tietoturvallinen palvelu, jossa älykkäät, itsereitittyvät sekä energiatehokkaat langattomat anturit mittaavat erilaisia suureita ilmasta kuten lämpötilaa, suhteellista kosteutta sekä tarvittaessa hiilidioksidimääriä. Nämä paristokäyttöiset anturit ovat energiatehokkaita, eivätkä vaadi kaapelointeja tai sähkövirtaa. Antureilta kerätty mittaustiedot välitetään automaattisesti radiotaajuuksia IoT-verkkoyhteyden yli pilvipalveluun, jossa kerätty mittaustiedot tallennetaan. Tallennettua mittaustiedot analysoidaan, jonka jälkeen se visualisoidaan käyttäjäystävällisesti sekä mahdollisimman havainnollisesti käyttäjälle. [25]

3.1.7.1 Olosuhteiden seuranta

Aistion avulla havaitaan välittömästi kiinteistössä vallitsevat ongelmat, jotka korjaamalla saavutetaan huomattavia säästöjä energiakuluissa. Aistio on tarkoitettu kaikille kiinteistöyhtiöille, joille energiatehokkuus ja kustannussäästöt ovat tärkeitä asioita – ilman että asuinmukavuudesta tarvitsee tinkiä. Aistio on uusi käytännöllinen työväline kiinteistön ylläpitoon isännöitsijöille ja huoltotyöntekijöille. Kiinteistön käytössä on asuinmukavuutta parantava ja säätötoimia helpottava moderni järjestelmä, joka ei vaadi suurta kertainvestointia. [25]

Parantamalla kiinteistön energiataloutta, voidaan säästää energiaa ja vaikuttaa asuinmukavuuteen. Oikeiden asioiden mittaaminen ja tietoisuuden lisääminen mahdollistavat kiinteistön energiatehokkaan ylläpidon. Saat arvokasta tietoa vaikkapa suoraan puhelimeesi. Jatkuva olosuhteiden seuranta on ratkaisevassa roolissa kiinteistön energiatalouden hallinnassa - mittaustietoon perustuvat säätöratkaisut mahdollistavat säästöt energiakustannuksissa. Esimerkkitapaus erään kohteen tiloissa osoittaa että, jatkuvan mittauksen tuloksena kohteen eri tiloissa havaittiin merkittävän korkeita lämpötiloja sekä poikkeuksellisen kuiva sisäilma. Nämä asiat tiedostamalla ja niihin puuttumalla, voidaan kiinteistön energia-kustannukset pitää asianmukaisella tasolla sekä parantaa työskentely-olosuhteita. Oikein ja aktiivisesti käytettynä, mittaustietojen kerääminen lähes reaaliajassa luo edellytykset tehokkaalle ja tavoitteelliselle energiankäytön hallinnalle sekä helpottaa kiinteistön ylläpitoa – ennakoivaa, suunnitelmallista ja tarpeenmukaista kiinteistönhoitoa. [25]

3.1.8 Telia Zone

Zone on laajakaistaan liitetty ratkaisu älykodin keskukseksi. Rakennemuutoksia tai remonttia ei tarvita, muutokset voi toteuttaa tietyiltä osin itse. Telia Zone tarvitsee toimiakseen tietynlaiset laajakaistareitittimet, joissa on Telia Zonen tarvitsemia ominaisuuksia. Nämä reitittimet ovat : Technicolor TG799vac, tai Technicolor TG799vacXtream512 [26]

3.1.8.1 Arlon

Arlon on älykäs langaton valvontajärjestelmä , joka siirtää kuvat tukiaseman tai 4G-järjestelmän kautta pilvipalveluun. Arlon sovelluksella voidaan kameran liikeilmaisimen avulla ohjata kuvaa suoraan ohjelmoituun älypuhelin tai tablettisovellukseen. Kameran liikeilmaisimen avulla voidaan sytyttää valoja Philips Hue järjestelmään. [26]

3.1.8.2 Philips Hue

Philips Hue on langaton valaistuksen ohjausjärjestelmä jolla voidaan ohjata valaistusta. Philips Hue ohjaa valoja vähän sähköä kuluttavan, ZigBee LightLink -tekniikan avulla. Järjestelmään lisätään jatkuvasti uusia ominaisuuksia ja parannuksia. Ohjelmisto- ja laiteohjelmistopäivitykset voidaan tehdä langattomasti ja suoraan valoihin. Philips Hue -järjestelmä voidaan integroida muihin ZigBee-järjestelmiin, kuten ABB&Free järjestelmään. Hue-silta mahdollistaa älykkään valaistuksen ja yhdistää lamput älypuhelinsovellukseen. Silta voi yhdistää kerralla jopa 50 lamppua. Valaistusta ohjataan ilmaisella älypuhelin tai tablettisovelluksella. Ensimmäisellä käyttökerralla sovellus etsii sillan ja yhdistyy lamppuihin. Tämän jälkeen voit ohjata lamppuja langattomasti sovelluksen avulla. [26]

3.1.8.3 Tekstarivahti

Tekstarivahti on palvelu, joka havaitsee milloin perheenjäsen tulee kotiin. Järjestelmään lisätään niiden henkilöiden älypuhelimet kenelle tekstari lähetetään. Tekstarivahdin toimimiseksi puhelimessa tai tabletissa on oltava wifi-yhteys päällä, jolloin ne kytkeytyvät automaattisesti kotiverkkoon, antaen tiedon kotona olost. [26]

3.1.8.4 Manetos Heat Controlin

Manetos Heat Controlin avulla lämmitysjärjestelmä päivitetään ”älykkääksi”. Sen avulla voi säätää kodin lämpötilaa puhelimella. Manetos-järjestelmä voidaan asentaa kaikkiin taloihin, joissa on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Järjestelmä toimii esimerkiksi maalämpöpumppujen, öljylämmityksen, kaasulämmityksen, pelletti tai kaukolämmön kanssa, merkistä tai järjestelmän tyypistä riippumatta

Ohjausyksikkö asennetaan lämmitysjärjestelmän ja olemassa olevien ulkolämpötila-anturien väliin. Asennuksessa ei kosketa varsinaiseen lämmönlähteeseen lainkaan. Järjestelmä käsittää kaksi lämpötila-anturia jotka mittaavat lämpöä sekä talon sisällä että sen ulkopuolella. Yleisin paikka ohjausyksikön asennukselle on lämpöpumpun tai lämmönvaihtimen lähellä. Järjestelmään kuuluu kolme anturia lämpöputkistoon, kaksi langatonta lämpöanturia paristoineen sekä ohjausyksikkö. [26]

4 YHEENVETO

Porin vuoden 2018 messualueen talot on kartoitettu ja taloista vastaavilta on tiedusteltu kuka tietää talojen lämmitysjärjestelmistä ja talotekniikasta. Tiedustelut tapahtuivat aluksi sähköpostilla, mutta melko nopeasti huomattiin vastauksien viipyvän ja sähköpostien menneen henkilöille, jotka eivät asiasta tietäneet tai eivät olleet varmoja viimehetken tilanteesta. Melko nopeasti päätettiin siirtyä puhelin kyselyyn ja messualueella tapahtuvaan kyselyyn. Puhelinkyselyä varten tehtiin kyselylomake jossa kysyttiin lämmitysjärjestelmiä ja -tapoja sekä taloautomaatiojärjestelmistä. Alkuvaiheen kyselyissä kysyttiin myös E-lukua ja energiatehokkuusluokkaa, mutta se ei ollut kaikkien tiedossa ja osalla näiden määrittely oli vielä kesken. Nämä E-luku tiedot ovat pakollisia ja ne löytyvät kaupungin teknisentoimiston arkistoista.

Aluetta käsiteltiin kokonaisuutena, jossa on kolmekymmentäkolme näyttelykohdetta ja kiinteistöä omalla tontillaan. Alueella on kaksi julkista rakennusta, rivitalo, paritalo ja kolme samalla tontilla olevaa erillistaloa, nämä kaikki siis käsitellään yksittäisinä näyttelykohteina.

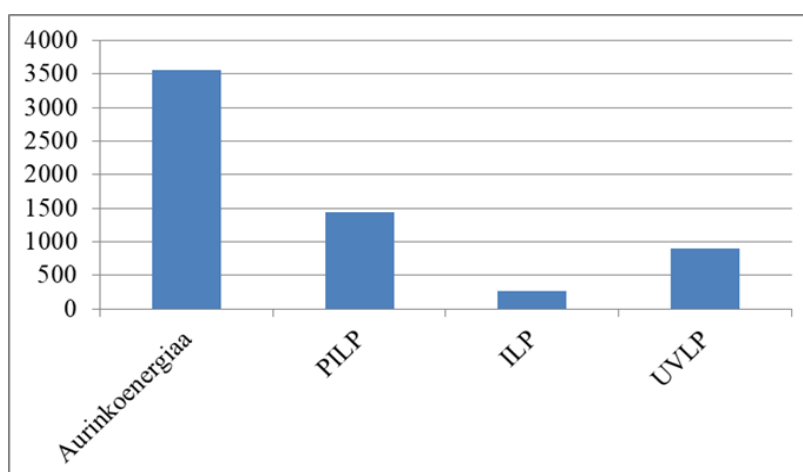
4.1 Rakennusten lämmitysjärjestelmät

Rakennusten lämmitysjärjestelmät jaoteltiin siten että on kolme päälämmitysmuotoa, jotka ovat sähkö, kaukolämpö ja maalämpö. Nämä kolme muotoa kykenevät tuottamaan rakennuksen energiaa ympäri vuoden. Kuvassa 16 on laskettu alueen rakennusten huoneistoalat yhteen kunkin lämmitysmuodon kohdalta. Kuvio osoittaa, että alueen huoneistopinta-alasta 42% lämpenee maalämmöllä, sähkölämmityksellä 31% ja kaukolämmöllä 27%.



Kuva 16 Lämmitysmuodon jakautuminen huoneistopinta-alaa kohden

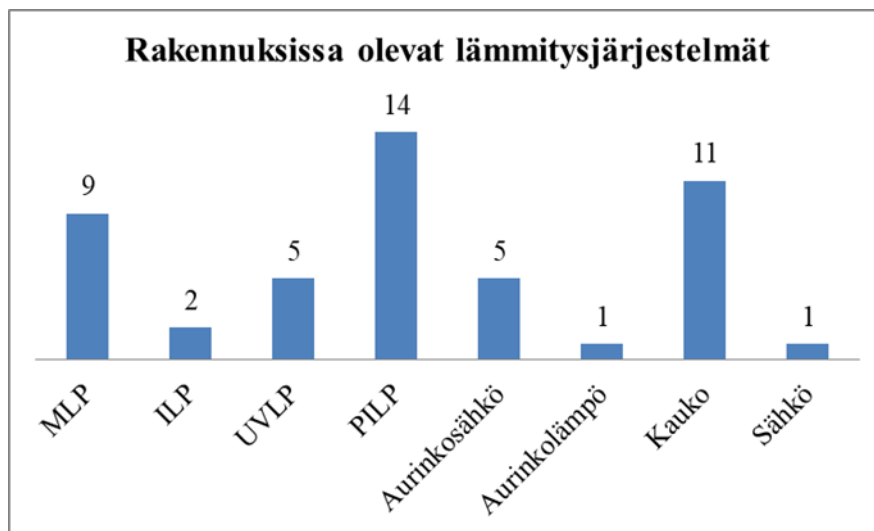
Alueen rakennusten energiantuotantoon käytetyt tukienenergiamuodot, jotka on määriteltä siten, että ne ovat tukemassa vallitsevaa energiamuotoa. Kuvassa 17 on laskettu tukienenergiamuodot ja niillä lämmitettävät huoneistopinta-alat yhteensä. Aurinkoenergialla tuotetaan energiaa 3550 m², Poistoilmapumpulla 1440m², Ilmalämpöpumpulla 265m² ja Ulkoilmavesilämpöpumpulla 893m². Aurinkoenergian suuren pinta-alan selittää julkinen rakennus (2500 m²), jossa tukienenergiamuotona on maalämmön lisäksi aurinkolämpöjärjestelmä.



Kuva 17 Tukienenergiamuodoillalla lämmitettävät huoneistopinta-alat

Erilaiset lämmitysjärjestelmät pois lukien puulämmitteiset järjestelmät ovat luettelutina kuvassa 18. Järjestelmiksi on tällä kertaa otettu erillisissä rakennuksissa

olevat laitteistot kuten esimerkiksi seitsemän huoneiston rivitalo jonka jokaisessa huoneistossa on PILP-laitteisto. Alueen yhdessä talossa on ainoana lämmitysmuotona sähkölämmitys. Kahdessa talossa on kahta uusiutuvaa energiaa samanaikaisesti käyttävää järjestelmää. Maalämpöpumppujen lukumäärä on 9 kappaletta, mutta porattuja lämpökaivoja on yhteensä 18. Talo jonka kerrosala on 2500 m², käyttää maalämpöä ja tätä järjestelmää varten on porattu 10 lämpökaivoa.



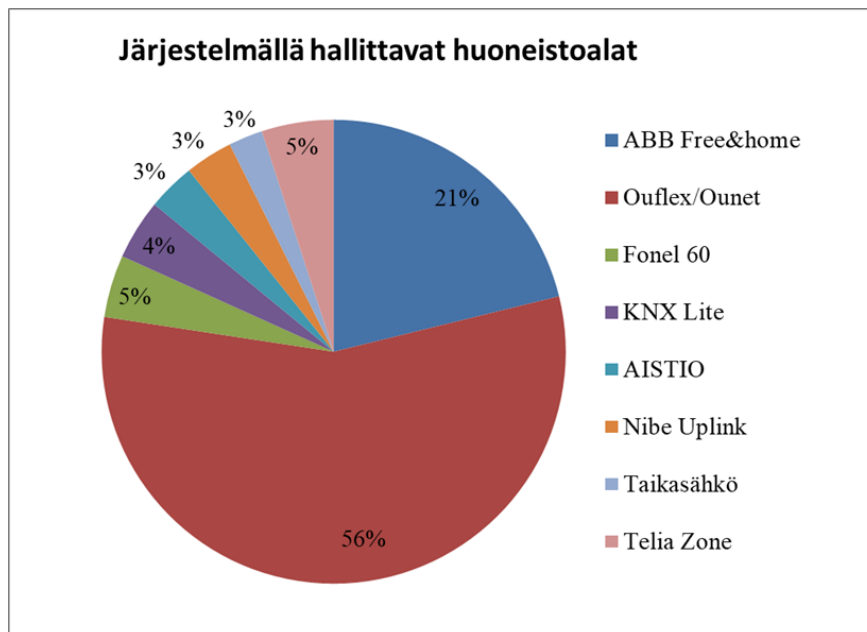
Kuva 18 Rakennuksissa olevat lämmitysjärjestelmät / kpl

4.2 Digitaaliset ratkaisut

Digitaalisia ratkaisuja talojen ohjaamiseen ja asumismukavuuden sekä turvallisuuden parantamiseksi löytyi useita. Osaa järjestelmistä ei mielletty tekniseksi ohjausjärjestelmäksi ja pieni osa saattoi jäädä pois koska järjestelmä oli vielä outo, eikä järjestelmäkoulutusta oltu vielä järjestetty. Kartoitukseen pääsivät mukaan vain ne järjestelmät jotka olivat asennettuina messualueen taloihin. Järjestelmät jotka voidaan asentaa jälkikäteen ja langattomasti ei myöskään otettu mukaan. Tällaisia järjestelmiä ovat eri operaattorien ja turvallisuusalan liikkeiden omat järjestelmät. Poikkeuksen tekee Telia Zone, joka tuo oman talon alueelle messujen ajaksi ja esittelee Telia Äly Kotia.

Järjestelmiä verrataan aluksi keskenään siihen kuinka suurta pinta-alaa niillä hallinnoidaan prosentuaalisesti niissä taloissa joissa on jokin automaatiojärjestelmä.

Kuva 19.



Kuva 19 Eri järjestelmillä hallittavat huoneistoalat

Messualueella on digitalisia, taloteknisiä tai taloautomaatiosovelluksia käytössä 17 messukohteessa. Taulukosta 4 miten ne jakaantuvat

Taulukko 4 Taloautomaatiosovellukset messualueen taloissa.

Järjestelmä	kpl
ABB Free&home	8
Ouflex/Ounet	2
Fonel 60	2
KNX Lite	1
AISTIO	1
Nibe Uplink	1
Taikasähkö	1
Telia Zone	1

ABB Free&home on suosituin taloautomaatiojärjestelmä messualueen taloissa. ABB Free&home nimestäkin voidaan päätellä sen olevan tarkoitettu kotien ja vapaa-ajan asuntojen automatisointiin. Noin viidessä vuodessa se on saavuttanut huomattavan markkinaosuuden juuri pientalojen automatisoinnissa, helpon ohjelmoinnin ja monipuolisten komponenttien ansiosta.

Ouflex /Ounet on isojen rakennusten ohjaus ja valvontajärjestelmä, sillä hallitaan noin 3360m2 huoneistoalaa. Ouflexin käyttämä Ounet ohjelmisto on tietoturvallinen

ja sitä voidaan etäkäyttää monella eri tasolla kuten esimerkiksi mitattujen arvojen katseluoikeus tai tasolta jolla on oikeus tehdä asetuksiin muutoksia.

Fonel 60 on oumannin kehittämä ohjain yksikkö, jolla voidaan tehdä pieniä ohjauksia ja valvontatehtäviä, etäohjauksella.

KNX järjestelmä on avoimeen väyläteknikkaan pohjautuva monipuolinen rakennusten ohjausjärjestelmä. KNX-järjestelmiä on asennettu paljon ja se tulee olemaan markkinoilla vielä pitkään. Avoimen väyläteknikan ansiosta se soveltuu suuriin kohteisiin.

AISTIO on IoT tekniikkaa sekä Digitan LoRaWAN-verkkoa ja langattomia antureita hyödyntävä melko uusi järjestelmä. Antureilta tietoa, tavallisesti lämpötilaa ja kosteutta, langattomasti tietokantaan keräävä järjestelmä antaa tiedon kohteen tilasta ja tarvittaviin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä.

NibeUplink on kehittyneen lämminvesivaraajan oheisohjelma jolla voidaan etäohjata varaajan toimintoja ja ohjata pörssisähkön käyttöä tuntihinnan perusteella.

Taikasähkön Älykoti on kodin turvallisuuteen ja etäohjaukseen erikoistunut automaatiojärjestelmä.

Telia Zone on eri yhteistyökumppaneiden tuotteista yhteen koottu järjestelmä, jolla voidaan etäohjata valaistusta, lämpötiloja sekä erilaisia ehdollisia toimintasekvenssejä.

Rakennuksen automatisoinnilla pyritään energiatehokkuuteen, turvallisuuteen ja asumismukavuuteen. Automaatiojärjestelmien energiatehokkuudella pyritään seuraamaan lämpötilan mielekkyyttä rakennuksissa ja alentamaan sitä kun se on mahdollista automaation ja etähallinnan avulla. Kaikki messualueen järjestelmät ovat valmiita energiatehokkuuteen, joko suoraan tai välillisesti. Valaistuksen ohjauksella vaikutetaan asumismukavuuteen, enemmän kuin energiatehokkuuteen sillä led-valojen käyttö kuluttaa energiaa hyvin vähän. Sisätiloissa valaistuksen energiankulutus on vähäistä valoisina ja lämpiminä vuodenaikana, pimeinä ja kylminä vuodenaikana sisävalaistuksen vähäinen valaistuksesta syntyvä lämpöenergia hyödynnetään tilojen lämmityksessä. Turvallisuuden automaatio tuo paljon hyötyjä, mutta myös uhkia sillä monet kodinkoneet ja taloautomaation ohjausjärjestelmät ovat julkisessa internetverkossa, jossa rikolliset voivat ottaa rakennuksen tarkkailuun tai jopa hallintaan.

4.3 Ekologisuuden toteutuminen

Asuntomessualueella ekologisuuden toteutumisena voidaan pitää hyvää uusiutuvien energiamuotojen käyttöä talojen lämmönlähteenä. Lähes kaikissa taloissa käytettiin jotain energiamuotoa jonka kerroin on 0,5 energiatehokkuutta määriteltäessä. Uusiutuvan puupolttoaineen käyttöä on noin 50% messualueen taloista ja muutaman talon saunakin lämpenee puilla. Puupolttoainetta ei tässä tarkastelussa otettu huomioon. Messualueella on myös matalaenergiataloja tai niiksi aikovia. Matalaenergiatalon määritelmähän on: rakennus, jonka tilojen lämmitykseen kuluvan energian kulutus on tavanomaista pienempi, korkeintaan 60 kWh/m² vuodessa eli puolet rakennusmääräykset täyttävän omakotitalon keskimääräisestä kulutuksesta. Matalaenergiataloksi pääsee kun on ollut tarkkailussa vuoden ja osoittanut energiakulutuksen määritellyn mukaiseksi.

4.4 Digitalisuuden toteutuminen

Digitalisuus on ollut messualueella jo suunnitteluvaiheessa kun tontti- ja maisemasuunnittelua on tehty 3D-mallinnuksen avulla. Nopean ja ruuhkattoman valokuituyhteyden tuominen jokaiseen talouteen on luonut perustan hyvälle digitalisoitumiselle. Taloissa olevat erilaiset talotekniset lämmitysjärjestelmät ja niiden ohjaus ovat digitalisoitumisen toteutumista. Erilaiset asumismukavuutta ja turvallisuutta edistävät laitteet ja kodinkoneet on kytkettävissä internettiin. Digitalisuus on messualueella hyvin toteutunut ja se tulee edelleen kehittymään.

LÄHTEET

1. Ympäristöministeriö. Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen. Perusteet ja opas. Ympäristöministeriö, 2012
2. Rakennuksen automaation energiatehokkuusstandardi SFS-EN 15232
3. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161151>, viitattu 12.6.2018
4. <http://docplayer.fi/23743467-Rakentamisen-energiamaaraykset-2012-keskeiset-muutokset-ja-kustannusvaikutukset.html>
5. ©Avoin Automaatio ry,
Energiatehokkaan-kiinteistön-ohjaus-valvonta-ja-raportointi,
Veijo Piikkilä, Janne Rasi, Toivo Sahlstén ISBN 978-952-68449-0-9 pdf
Kustantaja Avoin Automaatio ry, www.avoinautomaatio.fi
6. <https://www.finlex.fi/data/normit/1921/D2s.pdf>
7. https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/ilmanvaihto
8. Kuva levylämmönsiirtimestä Seppänen Olli ja Seppänen Matti. 2004. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Jyväskylä: SIY Sisäilmatieto Oy
9. Kuva pyörivästä lämmönsiirtimestä (Tekninen käsikirja, ilmapuhaltimet 2010, 118.)
10. https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/kaukolampo viitattu 12.6.2018
11. <https://fi.wikipedia.org/wiki/L%C3%A4mp%C3%B6pumppu> viitattu 12.6.2018.
12. https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo-ja_maalampopumput viitattu 12.6.2018.
13. https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo-ja_maalampopumput, viitattu 12.6.2018
14. https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo-ja_maalampopumput/ilma-vesilampopumppu, viitattu 12.6.2018

15. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojajärjestelmat?469_m=606&product_id=337, viitattu 12.6.2018
16. https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkon_perusteet/auringosta_sahkoa, viitattu 14.6.2018
17. https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/talootomaatio/automaatio_ja_energia, viitattu 14.6.2018
18. KNX-järjestelmän perusteet, ST-käsikirja 23, Kalevi Härkönen, Schneider Electric Finland Oy.
19. <https://www.utu.eu/knx-easy-hagerilta-helpoin-tapa-knx-ohjelmointiin>, viitattu 14.6.2018
20. https://library.e.abb.com/public/acf375ca7919453aa485695ad643c1c6/ABB-freeathome_jarjestelmaopas_FI_2018-03.pdf, viitattu 14.6.2018
21. <http://www.fsm.fi/fonel-60>, viitattu 14.6.2018
22. <http://ouman.fi/palvelut/rakennusautomaatio/ouflex-jarjestelma/>, viitattu 14.6.2018
23. http://www.taikasahko.fi/UserFiles/files/Ka%CC%88ytto%CC%88ohje_23112016_Optimized.pdf viitattu 14.6.2018
24. https://www.nibe.fi/Documents/haato_fi/NIBEUPLINK/NIBE_UPLINK_uusi_lr_1_sivu.pdf, viitattu 14.6.2018
25. https://www.digita.fi/medialle/tiedotteet/digita_ja_soficta_ovat_aloittaneet_yhteistyon_iot-ratkaisujen_tuottamisessa.5370.news <http://soficta.fi/aistio/>, <http://www.aistio.fi>, viitattu 14.6.2018.
26. <https://www.telia.fi/zone>, viitattu 14.6.2018
- 27.