

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Joni Salo

**Lämmityksen toteutuneiden säätökäyrien
vertaaminen suositussäätökäyriin**

Insinööritö 31.5.2010

Ohjaaja: kehitysinsinööri Janne Katajamäki
Ohjaava opettaja: lehtori Jarmo Tapio

Tekijä Otsikko	Joni Salo Lämmityksen toteutuneiden säätökäyrien vertaaminen suositussäätökäyriin
Sivumäärä Aika	46 sivua 31.5.2010
Koulutusohjelma	talotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	kehitysinsinööri Janne Katajamäki lehtori Jarmo Tapio
<p>Insinööriyössä tavoitteena oli tarkastella Suomen Talokeskus Oy:n tarkastuspalvelussa olevien kohteiden käytössä olevia säätökäyriä ja laatia niiden perusteella uudet paikkakuntakohtaiset suositussäätökäyrät. Lisäksi tavoitteena on verrata saatuja uusia suositussäätökäyriä aikaisempiin suositussäätökäyriin. Työssä tarkastellaan myös kahden case-kohteen avulla säätökäyrän muutosten vaikutusta energiankulutukseen.</p> <p>Insinööriyössä tarkasteltiin saattujen tietojen perusteella 2 349 kohteen säätökäyriä. Kohteiden säätökäyrät haettiin Tampuuri palvelimelta SQL Server tietokanta-ohjelmistoon tehtyjen tietokantakyselyjen avulla. Tiedot siirrettiin Excel-ohjelmistoon, jossa ne lajiteltiin säävyöhykkeisiin ja jaettiin säävyöhykkeen sisällä patterin mitoitus lämpötilan, ilmanvaihtojärjestelmän ja rakennusvuosien mukaan. Säävyöhykkeellä yksi, myös tutkittiin eri lämmitysmuotojen vaikutusta säätökäyriin.</p> <p>Säätökäyrien tutkimisesta saatiin ilmanvaihtojärjestelmille viisi vaihtoehtoa, rakennusvuodet jaettiin kolmeen osaan ja patterien mitoituslämpötilat jaettiin 40/70 °C:n ja 60/80 °C:n lämpötiloihin. Työni perusteella säätökäyrien pisteet ovat jyrkistyneet todella voimakkaasti viimeisten kahdenkymmenen vuoden aikana ja monissa kiinteistöissä syötetään verkoston todella kuumaa menovettä korkeilla ulkolämpötiloilla. Lämpötilojen nousu huippupakkasilla kertoi myös ihmisten kynnyksestä valittaa herkemmin.</p> <p>Työn tuloksista selviää, että säätökäyrissä oli tiputtamisen varaa huippupakkasilla reilusti, noin 3–4 astetta, mikä säästäisi vielä viisi prosenttia kiinteistön lämmitysenergian kulutuksesta. Kiinteistöjen perussäätäminen tulisi suorittaa useammassa kohteessa, jotta saataisiin asuntojen lämpötilat tasaantumaan ja sitä kautta laskettua säätökäyriä entisestään.</p> <p>Tuloksia tullaan käyttämään vertailtaessa säätökäyriä tehtäviin lämmöntarkastuksiin ja niistä saataviin säätökäyriin. Insinööriyö antoi avartavan ja laajan kuvan siitä, mitkä ovat tällä hetkellä toteutuneet säätökäyrät ja miten ne eroavat kymmenen vuoden päästä toteutuvista, koska rakentamisen määräykset ja säädökset tiukkenevat entisestään.</p>	
Hakusanat	säätökäyrä, säävyöhyke, tarkastuspalvelu, lämmitysenergian kulutus, rakentamisen määräykset

Author	Joni Salo
Title	Comparison between actual and recommended heating curve settings
Number of Pages	46
Date	31 May 2010
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor	Janne Katajamäki, Development engineer
Supervisor	Jarmo Tapio, Senior lecturer
<p>The goals of the final year project were to study the recommended heating curve settings and make a set of new specific heating curve settings according to the location of the facility. Furthermore, the new heating curve settings were compared to the old ones, as well as to the change in energy consumption in two properties.</p> <p>In the project, the heating curve settings of 2,349 targets were examined. The data were collected from a data base, transported in an Excel file, and sorted according to weather zones. The files in each weather zone were further sorted according to the designed temperatures of the radiators, air ventilation systems, and the age of the buildings. In weather zone one, also the effect of the heating system used was examined.</p> <p>According to the results the buildings could be divided into five groups according to their ventilation system, and three groups according to their age. The designed radiator temperatures could be divided into two groups: 40/70 °C and 60/80 °C. The results also showed that many buildings use a higher radiator temperature than necessary when it is cold outside. This tells that it is nowadays easier to complain about cold room temperatures than it was for two decades ago.</p> <p>Also the result showed that the heating curve settings could be lowered by 3 or 4 degrees at higher outside temperatures. A lower settings means a five percent saving in the heating consumption of a building at high outside temperatures. Furthermore, a basic adjustment should be done in more properties to lower the heating curve settings and achieve moderate heating.</p> <p>The results will be used to compare the heating curve settings to the results of heating inspections. The final year project gives a view of the situation now, and in ten years' time they can be used as a comparison because the building specifications are likely to be stricter than nowadays.</p>	
Keywords	control system point, weather zone, heating inspection, consumption of heat energy, building specifications

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Käsitteet ja käytetyt symbolit

1 Johdanto	8
2 Säävyöhykkeet, säätökeskukset ja energiankulutus	9
2.1 Säävyöhykkeet	9
2.2 Säättökeskuksen toiminta	11
2.3 Energiankulutus ja säätökäyrien energian säästö	12
3 Lämmöntarkastus ja toiminta	15
3.1 Suositussäätökäyrät	15
3.2 Lämmöntarkastuksien kohteet	15
3.3 Tarkastuksien toimenpiteet	17
3.4 Tarkastuksien toimenpide-ehdotukset	17
4 Säättökäyräarvojen tarkastelu	18
4.1 Tarkasteltavat kohteet ja niiden kelpaavuus	18
4.2 Tarkastuskohteiden arviointi	19
4.3 Lämmityksen säätökäyrät kiinteistöillä	20
4.4 Vertailu	28
5 Esimerkkikohteet	29
5.1 Kohde 1	29
5.2 Kohde 2	31
6 Johtopäätökset	33
6.1 Arviointi	34
6.2 Tulokset	34
6.3 Ohjeet ja ehdotukset	35
6.4 Tulevaisuus ja jatkotoimenpiteet	36
Lähteet	37
Liite 1: Säättökäyrien pisteitä	39–44
Liite 2: Kulutusseurantaraportti esimerkkikohde 1	45
Liite 3: Kulutusseurantaraportti esimerkkikohde 2	46

Käsitteet ja käytetyt symbolit

Käsitteet

Elmus-sovellus on osana Tampuuria toimiva sovellus ja tarkastuspalvelun työkalu.

Energian säästö on energian käytön vähentämiseksi tarkoitettua toimintaa.

Kiinteistö on lainsäädännössä kiinteistörekisteriin merkitty maa- tai vesialueen omistuksen yksikkö. Kiinteistöön kuuluvat sillä sijaitsevat kiinteistön omistajan omistamat rakennukset ja kiinteät laitteet.

Lämpöindeksi on tunnusluku, joka ilmaisee lämmitysenergiaan käytetyn energian määrän aikayksikkö ja käyttökohteen suuruutta kuvaavaa yksikköä kohden.

Normeeraus tarkoittaa lämmitysenergian kulutusta, jossa on laskettu säävaihteluiden tuomat erot ilmastossa ja lämpötiloissa.

Rakennuksen energiatehokkuustodistus on Euroopan unionin jäsenvaltion tai sen nimeämän oikeushenkilön tunnustama todistus, joka sisältää Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2002/91/EY liitteessä vahvistettuun yleiseen kehykseen pohjautuvan menetelmän mukaisesti suoritettujen rakennuksen energiatehokkuuden laskennan tulokset.

SQL Server on tietokantaohjelmisto tiedonhallintaan, analysointiin ja sovellusten tietovarastoksi.

Säävyöhyke on säätietoja, joissa Suomi on jaettu neljään säävyöhykkeeseen. Säävyöhykkeiden kuukautiset keskilämpötilat perustuvat säähavaintoasemien mittauksiin Ilmatieteen laitoksen testivuodelta 1979.

Tietojärjestelmä on ihmisistä, tietojenkäsittelylaitteista, tiedonsiirtolaitteista ja ohjelmistoista koostuva järjestelmä, jonka tarkoituksena on tietojen käsittelyn avulla tehostaa tai helpottaa jotain toimintaa tai tehdä se mahdolliseksi.

Tietokanta on tietotekniikassa käytetty termi tietovarastolle. Se on kokoelma tietoja, joilla on yhteys toisiinsa.

Tietokantapalvelin on tietokoneohjelma, joka tarjoaa tietokantapalveluja toisille tietokoneohjelmille tai tietokoneille.

Tietoliikenneyhteys on sähköisen tiedon siirtoa tieto- tai puhelinverkkojen avulla.

Tila on rakennuksen kerrososa tai yhtenäinen alue kerrososasta. Usein käyttötarkoitus on sama yhdessä tilassa.

Tampuuri on Internetissä toimiva kohdetietojärjestelmä, johon liittyy useita erilaisia kiinteistöjen hallintaan ja ylläpitoon liittyviä sovelluksia.

U-arvo ilmaisee, kuinka paljon ikkuna läpäisee lämpöä (yksikkö W/m^2K).

Käytetyt symbolit

k	Kulmakerroin ($k > 0$)
γ_2	Menoveden lämpötila pisteessä γ_2 [$^{\circ}C$]
γ_1	Menoveden lämpötila pisteessä γ_1 [$^{\circ}C$]
x_2	Ulkolämpötila pisteessä x_2 [$^{\circ}C$]
x_1	Ulkolämpötila pisteessä x_1 [$^{\circ}C$]
x_0	Haluttu ulkolämpötila pisteessä x_0 [$^{\circ}C$]
y_0	Suuntaissiirto pisteessä y_0 [$^{\circ}C$]
Δxy	Patteriverkoston menoveden lämpötila [$^{\circ}C$]

1 Johdanto

Oikea lämpötila on viihtyvyyden A ja O. Oikea lämpötila parantaa vireyttä, pienentää sairauksiin viittaavia oireita, johtaa tyytyväisyyteen, vähentää rakennusmateriaalien päästöjä ja säästää energiaa viisi prosenttia jokaista alennettua lämpötila astetta kohden (huonelämpötilassa), joka vastaa noin kolmea astetta patteriverkoston menoveden lämpötilassa. [2]

Kiinteistöjen energiatehokkuus on viime aikoina noussut suurempaan arvoon kuin koskaan aikaisemmin, ja on alettu kiinnittää enemmän huomiota rakennusten energiankulutukseen. Hyvänä esimerkkinä ovat pakolliseksi tulleet energiatodistukset suurilla kiinteistöillä (yli 6 asuntoa) vuoden 2008 alusta lähtien. Pohjoisen oloissa jokaisessa asuinrakennuksessa on jokin lämmitysmuoto, ja rakennus kuluttaa lämmitysenergiaa pitääkseen talot lämpiminä ja ihmiset tyytyväisinä talven kylmillä pakkasilla. Mitä vähemmän energiaa kiinteistö kuluttaa, sitä enemmän omistaja säästää. [1] Suomessa eniten energiaa kuluttavat lämmitys, lämminvesi, ilmanvaihto ja valaistus. Rakennusten lämmitys aiheuttaa Suomen kasvihuonepäästöistä 30 prosenttia. [6]

Lämmönsäätimen tarkoituksena on parantaa asuin viihtyvyyttä sekä kiinteistön lämmityksen energiankulutusta. Oikein käytettynä säädin voi säästää jopa 20–40 prosenttia lämmitysenergian kulutuksesta. [5] Lämmityspatterien menoveden lämpötila säädetään ulkolämpötilan mukaan. Mitä kylmempi on sää, sitä kuumempaa vettä kiertää patteriverkostossa. Menoveden lämpötilaa säädetään tähän tarkoitukseen suunnitellulla säätökeskuksella. Tämä laite sisältää säätökäyrän, joka toimii menoveden lämpötilan asetusarvona. [15]

Lämmönsäädön tarkoituksena on energiankulutuksen pienentäminen. Tarkoitus perustuu EU:n tekemään Kioton sopimukseen ja sen ensimmäiseen sitoumuskauteen (2008–2012). Suomen päätavoite on pienentää kasvihuonepäästöjä siten, että keskimääräiset vuotuiset päästöt olisivat korkeintaan yhtä suuret kuin vuonna 1990. Silloin ne olivat noin 76,5 miljoonaa hiilidioksiditonnia. [7]

Nykyisin käytettävät suositussäätökäyrät ovat peräisin 80-luvulta, ja niiden mukaiset asetusarvot saattavat olla liian korkeita nykyjärjestelyillä ja rakennusmuodoilla. Suositussäätökäyrät on tehty, kun kiinteistöjen rakennusmääräykset ja laitteet ovat

olleet silloin ajankohtaisia, mutta tänä päivänä vanhoja. 1980-luvulla oli myös käytössä viisi säävyöhykettä, kun nykyisellään niitä on neljä.

Suomen talokeskus Oy

Suomen talokeskus Oy on monialainen asiantuntijaorganisaatio, joka on perustettu vuonna 1923, ja sen palveluksessa on tällä hetkellä noin 100 henkilöä. Päätoimialoina ovat korjaus- ja uudisrakentamisen suunnittelupalvelut ja energiatalouden hallintaan ja kiinteistöhoitoon liittyvä konsultointi. Yrityksen pääomistaja on Suomen Kiinteistöliitto 59,9 prosentin osuudella. [14]

Tavoitteet

Suomen Talokeskus Oy on laatinut 80-luvulla kiinteistöjen lämmitystä varten suositussäätökäyrät paikkakuntaakohtaisesti.

Tarkoituksena on tarkastella Suomen Talokeskus Oy:n tarkastuspalvelussa olevien kohteiden käytössä olevia säätökäyriä ja laatia niiden perusteella uudet paikkakuntaakohtaiset suositussäätökäyrät. Lisäksi tavoitteena on verrata saatuja uusia suositussäätökäyriä aikaisempiin suositussäätökäyriin. Työssä tarkastellaan myös kahden esimerkkikohteen avulla säätökäyrän muutosten vaikutusta energiankulutukseen.

Tiedot haetaan Tampuuri-palvelimelta SQL Server -tietokanta-ohjelmistoon tehtyjen tietokantakyselyjen avulla. Tietoja analysoidaan, minkä jälkeen niistä muodostetaan taulukot ja liitteissä olevat viivakaaviot säävyöhykkeittäin.

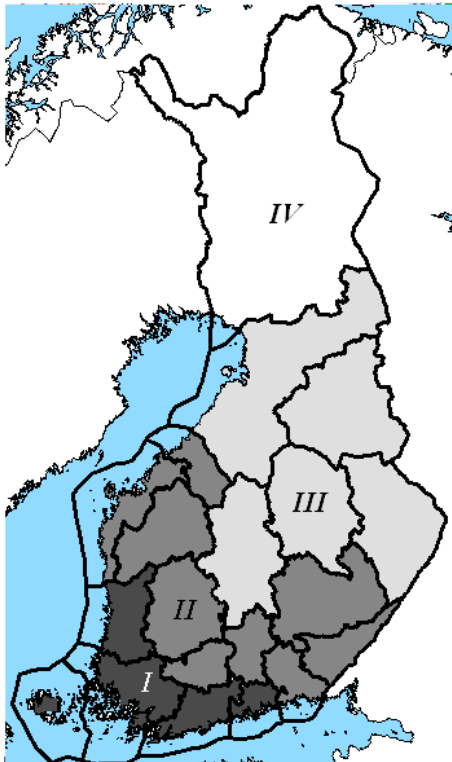
2 Säävyöhykkeet, säätökeskukset ja energiankulutus

2.1 Säävyöhykkeet

Vanhat säävyöhykkeet oli jaettu viiteen eri luokkaan, jotka oli vielä sisäisesti jaettu yhteensä 15 eri paikkakuntaan. Vanhat lämmitystarvealueet olivat nolla–yksi (0–1), johon kuuluivat Tammisaari–Helsinki–Hanko, kolme–kuusi (3–6) Turku–Pori–Tampere–Lahti, Seitsemän–yhdeksän (7–9) Vaasa–Jyväskylä–Lappeenranta,

kymmenen–kolmetoista (10–13) Oulu–Kajaani–Joensuu–Kuopio ja neljätoista–viisitoista (14–15) Kemi–Rovaniemi–Ivalo.

Kuvasta 1 havaitaan, miten säävyöhykkeet on jaettu nykyisin neljään eri osaan. Helsinki-Vantaa (säävyöhyke 1), Jokioinen (säävyöhyke 2), Jyväskylä-Luonetjärvi (säävyöhyke 3) ja Sodankylä (säävyöhyke 4). [3]



Kuva 1. Säävyöhykkeet Suomessa [3].

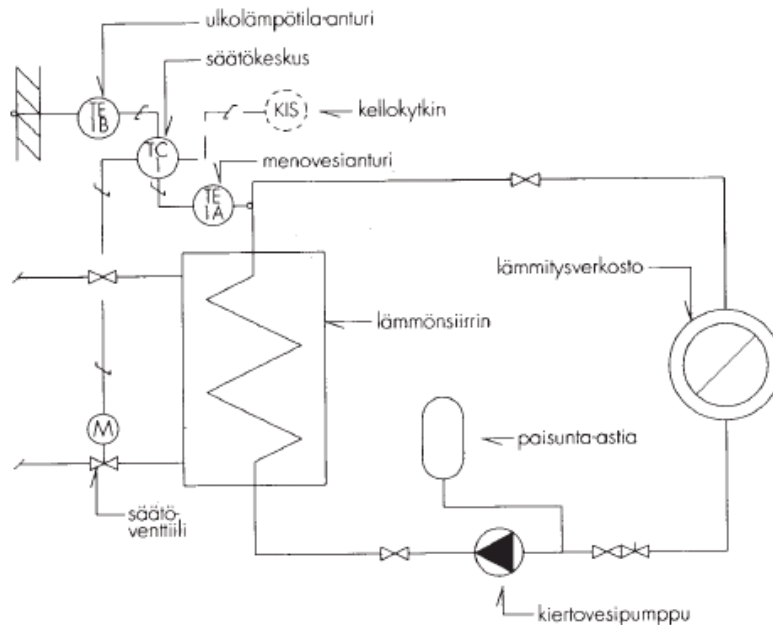
Säävyöhykkeille on laskettu vyöhykekohtaiset keskilämpötilat 1979 testivuoden perusteella. Vyöhykkeellä 1 mitoituslämpötila on -26 °C , vyöhykkeellä 2 -29 °C , vyöhykkeellä 3 -32 °C ja vyöhykkeellä 4 -38 °C . [3]

Mitoituslämpötilat määritetään siten, ettei rakennuksen sisälämpötila laske häiritsevästi lyhyt aikaisten huippupakkasten aikana. Suomessa huippupakkasten kesto on vain muutamia tunteja, ja joka vuosi huippulämpötilat ovat erilaisia. Suomessa ulkolämpötilat vaikuttavat oleellisesti rakennusten lämmitystarpeeseen, esimerkiksi Rovaniemellä vuoden keskilämpötila on $0,2$ astetta, kun Turussa se on $4,8$ astetta. [17]

2.2 Säätokeksen toiminta

Lämmitysjärjestelmän moitteettoman toiminnan takaa asiantunteva suunnittelu, toteutus ja säätö. Laitteet on myös huollettava säännöllisesti. Perussäädön tavoitteena on suunnitelman mukaisen huonelämpötilan ylläpitäminen. Perussäädöllä pyritään tasaamaan asuntojen yli-/alilämpöisyyttä ja parannetaan viihtyvyyden lisäksi rakennuksen energiataloutta. Asuntojen lämpötilaerojen arvioidaan olevan keskimäärin ± 3 astetta kiinteistöissä, joissa ei ole suoritettu perussäätöä. Järjestelmässä voidaan kytkeä erilaisia lisävarusteita säätimeen kuten kellokytkin, jolla voidaan muuttaa menoveden lämpötilaa halutuksi ajaksi. [4]

Kuvassa 2 on säätökeskus, joka ohjaa säätöventtiiliä ulkolämpötilan mukaan pitäen menoveden lämpötilan valitun säätökäyrän mukaisena. Säätimen avulla menoveden lämpötila voidaan muuntaa säätökäyrästä poikkeavaksi yöajaksi, jolloin säätimen kellotoimintoon asetetaan aika, jolloin muutos alkaa ja loppuu, sekä montako astetta muutos on menoveden lämpötilassa. Säätimelle voidaan myös asettaa suuntaissiirto plus-/miinus-asteita poikkeamaan säätimelle asetetusta säätökäyrästä, jolloin säädin laskee erotuksen ja asettaa säätökäyrän sen mukaan. Suuntaissiirroilla saadaan nopeasti ja helposti lisättyä tai vähennettyä heti patteriverkoston menoveden lämpötilaa, jos asunnoissa on liian kuuma tai kylmä.



Kuva 2. Lämmitysjärjestelmän menovedensäätö ulkolämpötilan perusteella kaukolämpölaitoksessa [4].

2.3 Energiankulutus ja säätökäyrien energian säästö

Perinteisetkin säätöjärjestelmät toimivat, jos niitä osataan käyttää oikein. Uusimmat rakennusautomaation ohjausjärjestelmät voivat säästää etenkin suurissa kiinteistöissä jopa 20–40 prosenttia energiankulutuksesta. [5]

Asuinkiinteistöissä, jossa pyritään säästämään energiaa, kaikkien huoneistojen sisälämpötilojen tulisi olla suunnilleen samanlaiset. Lämmönjakohuonetta lähinnä ja kauimpana sijaitsevilla asunnoilla pitäisi olla sama lämpötila. Jos lämmityksen säädöt eivät ole kohdallaan, ne kannattaa korjata. Se on hyvä investointi, joka maksaa itsensä takaisin nopeasti. [5]

Erilaisia ratkaisuja on keksitty ja kehitellään jatkuvasti. Esimerkiksi suurissa liikekeskuksissa ja kiinteistöissä on monia taloteknisiä ratkaisuja, jotka pystytään yhdistämään yhdeksi tietokonepääteeksi. Säätöjärjestelmien toteuttaminen vaatii investointeja, mutta järjestelmä maksaa itsensä takaisin noin kolmessa neljässä vuodessa, josta eteenpäin voidaan säästää jopa tuhansia euroja vuodessa. [5]

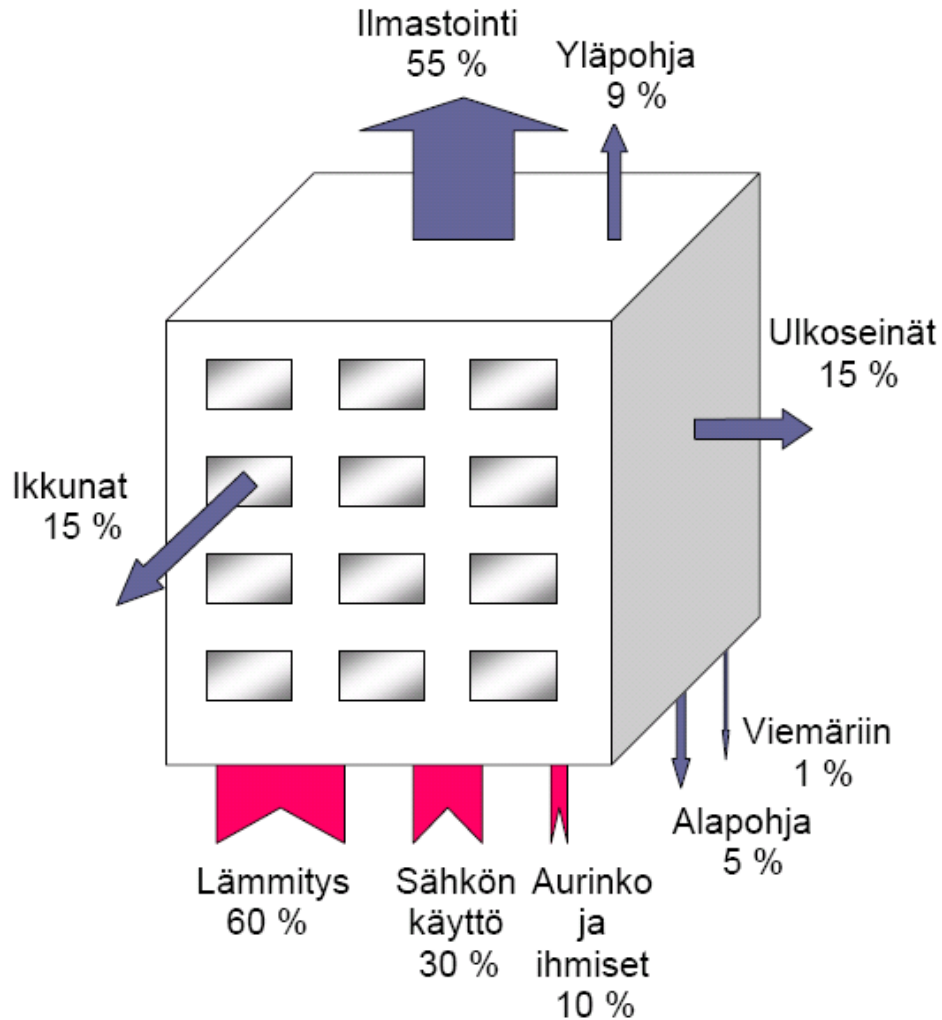
Asuinkerrostalojen ominaislämmitystekhot ovat vanhoilla rakennuksilla noin 20–28 W/m³ ja uusilla rakennuksilla noin 15–20 W/m³. Rakennuksien ominaisenergiankulutukset ovat lämmityksen osalta noin 40–50 kWh/m³ vuosi, käyttöveden lämmitys 10–13 kWh/m³ vuosi ja kiinteistösähkö 10–15 kWh/m³ vuosi.

Taulukossa 1 kulutukset jakautuvat kuukausittain vuoden aikana erilailla, koska kylmemmällä menee enemmän lämmitysenergiaa kuin lämpimällä (riippuu pääasiallisesti ulkolämpötilasta). [8]

Taulukko 1. Energian kulutusten jakautuminen kuukausittain

Kuukausi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
%	15	14	13	9	6	2	2	2	5	9	10	13

Asuinkerrostalon lämpöhäviöt ja lämmitysenergian lähteet jakautuvat tyypillisesti kuvan 3 mukaisesti kiinteistöissä, joissa on koneellinen ilmanvaihto. Näissä kiinteistöissä suurin osa lämmitysenergiasta menee ilmanvaihdon mukana pois. Kiinteistöt, joissa käytössä on lämmöntalteenottolaitteet, palauttavat käyttöön noin 60–80 prosenttia poistetusta lämmöstä, joka on ilmassa, jolloin lämpöhäviöjakauma on erilainen ja kokonaisenergian kulutus pienempi. [9]



Kuva 3. Lämpöviöjakaumat ja lämmitysenergian lähteet [9].

Nykyään myös kiinnitetään huomiota enemmän kiinteistöiden rakennusmateriaaleihin ja U-arvoihin, joiden määräykset ovat tiukentuneet todella paljon viimeisten vuosikymmenten aikana. Vertailtaessa esimerkiksi rakennuksien U-arvoja ikkunoiden osalta rakennusmääräyskokoelma C3 ilmoitti vuoden 1978 osalta, että ikkunan U-arvon tulee minimissään olla $2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, kun vuoden 2010 kohdalla lämmönläpäisykerroimen tulee olla minimissään $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Lämmönläpäisykerroin määritetään rakennuksilla ulkoseinän, alapohjan, yläpohjan, ovien ja ikkunoiden pinta-alojen osalta, jotka vaikuttavat rakennuksen energiatehokkuuteen. [19]

Muutokset eri aikakausien välillä kertovat, että rakennuksien U-arvojen ja kaikkien materiaalien lämmönläpäisy kerroin on parantunut erittäin paljon nykypäivään tultaessa

ja niitä ollaan koko ajan kehittämässä lisää. Myös rakennuksien lämmitysenergiaa käyttävien laitteiden hallinta ja analysointi on kehittynyt ja niissä käytettävät välineet.

Tämä johtaa siihen, että nykyään ei voida hallita säätökäyriä ja asetuksia samalla tavalla kuin 80-luvulla.

3 Lämmöntarkastus ja toiminta

3.1 Suositussäätökäyrät

Suosituksäätökäyrät, jotka on esitelty taulukossa 2 ovat peräisin 80-luvulta ja noudattavat vanhoja säävyöhykkeitä sekä vanhoja säätökäyrien asetuksia. [12]

Taulukko 2. Suositussäätökäyrät.

Säävyöhyke	0–1	3–6	7–9	10–13	14–15
–20 °C	59,0 °C	56,3 °C	59,0 °C	58,0 °C	57,0 °C
0 °C	45,0 °C	43,0 °C	44,0 °C	41,5 °C	39,0 °C
+20 °C	27,0 °C	26,0 °C	26,0 °C	24,0 °C	20,0 °C

3.2 Lämmöntarkastuksien kohteet

Suomen Talokeskus Oy:n lämmöntarkkailupalveluksessa on eri puolilta Suomea 2 554 kohdetta. Näistä kohteista on kerätty käytössä olevat säätökäyrätiedot. [12]

Kohteet ovat Elmus-sovelluksen tietokantapalvelimella, josta tiedostot haetaan SQL Server -tietokanta-ohjelmistoon tehtyjen tietokantakyselyjen avulla. SQL Server on tietokantaohjelmisto tiedonhallintaan, analysointiin ja sovellusten tietovarastoksi.

Tiedot siirrettiin Excel-tiedostoon, josta setvitettiin kaikki tarkastukset vuoden 2008 ajalle, ja saatiin täysi vuosi tarkkailuun. Tarkastukset eivät sijoitu kovinkaan pitkälle aikajaksolle, jotta todellisuus on lähempänä tätä päivää. [12]

Tutkittavat kohteet jakautuvat perustiedoiltaan taulukon 3 mukaisesti.

Taulukko 3. Tarkasteltavat kohteet

Tarkasteltavat kohteet		
Tilavuus yhteensä m ³		415832238
Tarkasteltavia kohteita		2349
Asuinmuoto		
Asuinkerrostaloja		1638
Rivitaloja		172
Asuinliiketaloja		107
Muut rakennukset		226
Rakennusvuosi		
Rakennusvuosi <1960		617
Rakennusvuosi 1960–1979		731
Rakennusvuosi 1979<		831
Lämmitysmuoto		
Kaukolämpö		2109
Kevyt öljy		212
Raskas öljy		2
Sähkö		21
Maakaasu		1
Ilmanvaihtojärjestelmä		
Keskitetty koneellinen poisto		943
Keskitetty koneellinen poisto ja tulo + varustettu LTO:lla		113
Painovoimainen		452
Tilakohtainen poisto		179
Tilakohtainen poisto ja tulo + varustettu LTO:lla		78

Lämmöntarkastuksien määrä

Lämmöntarkastuksia kohteissa tehdään maksimissaan kolme kappaletta, riippuen sopimuksen laajuudesta. Yleensä tarkastukset on jaettu kahteen osaan, joista ensimmäinen tehdään syyskaudella, kun kiinteistöjen lämmityskausi on aluillaan, ja toinen tarkastus suoritetaan kevätkaudella, jo käynnissä olevan lämmityskauden aikana ja kevätsään vaihtelujen ollessa käynnissä.

Lämmöntarkkailukäynnissä tutkitaan lämmitys-, sähkö- ja vesijärjestelmien toimivuus tarkastushetkellä sekä analysoidaan kiinteistön kulutuksia tarkastusten väliseltä ajalta.

3.3 Tarkastuksien toimenpiteet

Lämmöntarkastuskäynnillä tehdään seuraavia asioita, joihin tarkastaja keskittyy [12]:

1. Lämmitysjärjestelmästä selvitetään ja analysoidaan tilausvesivirran tai tilaustehon oikeellisuutta, lämpimän käyttöveden lämpötilaa, vastaako energiamäärämittarin lukema kaukolämmön lämpötilaeroa, lämmitysverkoston venttiilien kuntoa ja säädettävyyttä, lämmönjakolaitteiston kuntoa, toimintaa ja mitoitusta, kattilalaitoksen hyötysuhdetta ja nuohoustarvetta, esipaineen riittävyyttä, kesäsulkujen käyttöä, siirtimen tiiveyttä ja lämmitysverkoston asetusarvojen oikeellisuutta, lämmityskattilanpuhtautta ja sen polttimen toimintaa. Analysoidaan kulutuksia ja tarkistetaan asetusarvojen oikeellisuus.
2. Kiinteistösähköjärjestelmästä selvitetään ja analysoidaan pääsulakkeiden koko, sähkön mittausjärjestelyjä ja mittareiden kertoimia.
3. Vesi- ja viemärijärjestelmästä selvitetään ja analysoidaan veden mittausjärjestelyjä, vesijohtoverkoston painetasoa, tehdään silmämääräinen arvio putkiston, linjasäätö- ja sulkuventtiileiden sekä viemäriverkoston kunnosta ja iästä.

3.4 Tarkastuksien toimenpide-ehdotukset

Keskimäärin kohteille ehdotetaan yhdestä kahteen eri toimenpide-ehdotusta, jotka liittyvät energian-, veden- ja sähköjärjestelmien kulutukseen [12].

Lämmitysenergian kulutukseen vaikuttavista toimenpiteistä on katselmusraporteissa esitetty yleisimmin seuraavat toimenpiteet [12]:

1. Lämmitysverkoston perussäätö on toimenpide-ehdotus, jossa tilojen lämpötilat säädetään vastaamaan niille suunniteltuja arvoja. Ehdotuksen perusteina ovat lämpötilojen vaihtelut tilojen välillä. Säätöä on suositeltu, jos lämpötilat vaihtelevat yli $\pm 1,5$ °C. Säätötyö suositellaan tehtäväksi aina niiden toimenpiteiden yhteydessä, jotka vaikuttavat tilojen lämmitysenergian kulutukseen tai lämmitysverkoston toimintaan. Näitä ovat mm.

lämmitysverkoston patteri- ja linjasäätöventtiilien uusiminen, lämmönjakokeskuksen uusiminen ja ikkunoiden uusiminen.

2. Lämmitysverkoston patteri- ja linjasäätöventtiilien uusiminen on toimenpide-ehdotus, jossa lämmitysverkostossa olevat patteriventtiilit ja linjasäätöventtiilit vaihdetaan uusiin. Ehdotuksen perusteena on lämmitysverkoston säätötarve. Venttiileiden on oltava säädettäviä, ja ne on tarvittaessa vaihdettava säädettäviksi. Lisäksi venttiilien huonokuntoisuus voi olla perusteena uusimiselle.
3. Kaukolämmön lämmönjakokeskuksen uusiminen on toimenpide-ehdotus, jossa kaukolämmitteisten kohteiden lämmönjakokeskuksen laitteistot uusitaan. Ehdotuksen perusteena on laitteiston ikä ja kunto.
4. Säätokäyrän asetusten muutos on toimenpide-ehdotus, jossa lämmitys-, ilmanvaihto- tai käyttövesiverkoston asetusarvoja muutetaan tarpeenmukaiseksi. Ehdotuksen perusteina ovat liian suuret tai liian pienet lämpötilat esim. asuintiloissa.

4 Säätokäyräarvojen tarkastelu

4.1 Tarkasteltavat kohteet ja niiden kelpaavuus

Lämmön tarkastuksien sijoituessa vuodelle 2008 voidaan kohteet jakaa jokaiseen eri lämmitysvyöhykkeeseen, joita nykyisin on neljä eri vyöhykettä. Ensimmäiseen säävyöhykkeeseen kuuluu suurin osa Suomen Talokeskus Oy:n tekemistä tarkastuksista, joskin ensimmäisessä säävyöhykkeessä on suurin asuintiheys ja isoin asukaslukumäärä.

Kohteissa on joukossa kiinteistöjä, jotka ovat kelpaamattomia tutkimukseen, ja nämä onkin karsittu pois tiedostosta tarkastajien tekemien merkintöjen perusteella. Syynä poistamiseen on ollut säädön asettelun arviointi, joka on arvioitu epätaloudelliseksi tai tyydyttäväksi, mikä kertoo, ettei kohteessa ole muutenkaan säädin käyttökunnossa. Toinen poistamisen syy on voinut olla säätölaitteen toimivuus, eli säädin on tarkastushetkellä ollut rikki tai pois käytöstä, eikä kohteen verkoston lämpötiloja ole seurannut tai säätänyt minkään näköinen automaatiolaite.

Karsittujen kohteiden joukkoon joutuivat myös kohteet, joiden lämmitysverkoston menolämpötila oli tarkastus hetkellä arvioitu huonoksi tai tyydyttäväksi. Tämä tarkoittaa sitä, ettei kiinteistön lämmitysverkoston menolämpötila noudata säätimen antamaa asetusarvopistettä kunnolla. Yleensä perustelut verkoston tyydyttäväksi arvioimiseksi on laskettu 10 prosenttia annetusta asetus arvosta ylös- tai alaspäin. Tyydyttävästä huonoksi arvioidaan vielä 10 prosenttia huonompi lämpötila kuin tyydyttäväksi arvioitu. [12]

Kohteiden määrä ja pois sulkeminen

Kohteita oli kaiken kaikkiaan 2 554, ja niistä karsittiin pois 205. Karsitut sijoittuvat siten, että 124 oli ykkösvyöhykkeellä, 75 kakkosvyöhykkeellä, 3 kolmosvyöhykkeellä ja 3 nelosvyöhykkeellä. Poiskarsittujen määrä prosentteina on 8,0 kokonaismäärästä, joten tarkastusten perusteella 92,0 prosenttia kohteista asettelu oli hyvä ja/tai taloudellinen. Huonojen prosentit jakautuvat siten, että 60,5 prosenttia oli ykkösvyöhykkeellä, 37,0 prosenttia kakkosvyöhykkeellä, 1,5 prosenttia kolmosvyöhykkeellä ja 1,5 prosenttia nelosvyöhykkeellä. [12]

4.2 Tarkastuskohteiden arviointi

Työn alussa kohteet jaettiin säävyöhykkeittäin, jonka jälkeen tehtiin alustava jako vuodelle 2008 jokaisessa säävyöhykkeessä erikseen. Karsinta pois suljettavista tarkastuksista tehtiin seuraavaksi Excel-ohjelman suodatustoimintaa hyväksikäyttäen. Kohteet olivat satunnaisessa järjestyksessä ja patteriverkoston mitoituslämpötilat 40/70 astetta ja 60/80 astetta sekaisin samassa tiedostossa. Tämä aiheutti alussa lämpötiloissa suuria vaihteluita ja keskilämpötila +20, 0 ja -20 asteessa oli korkea. [12]

Tietoja analysoidessa päädyttiin eri ilmanvaihtojärjestelmien, rakennusvuosien ja lämmitysmuotojen jakamiseen tehtyjen tarkastuksien perusteella ja kohteiden jakautumiseen tarkastelun kannalta hyvän kokoisiin ryhmiin. Pattereiden mitoituslämpötilojen jakaminen on ensisijainen päämäärä ja niistä saatavien tietojen tarkastelu. Ilmanvaihtojärjestelmissä on tarkoituksena tutkia vaikutuksia lämmitysenergian säätökäyriin ja niiden eroja. Myös rakennusvuodet vaikuttavat paljolti säätimien säätökäyriin ja lämmitysenergia kustannuksiin.

Mitoituslämpötilalla 40/70 astetta kohteita oli koko määrästä 31,0 prosenttia ja mitoituslämpötilalla 60/80 astetta 69,0 prosenttia. Kiinteistöissä olevien eri säätimien, sijaintien ja asetusarvojen takia kaikissa kohteissa säätökäyrän lämpötilat eivät olleet +20 °C, 0 °C ja -20 °C, joten muuttaminen sellaisiksi vaati kohteiden lämpötilojen laskemisen kaavalla yksi (1) ja kaksi (2). [13; 15]

Kaavalla yksi (1) lasketaan kohteen säätökäyrän pisteiden mukaan kulmakerroin.

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}. \quad (1)$$

jossa k on kulmakerroin, y_2 on menoveden lämpötila pisteessä y_2 [°C], y_1 on menoveden lämpötila pisteessä y_1 [°C], x_2 on ulkolämpötila pisteessä x_2 [°C] ja x_1 on ulkolämpötila pisteessä x_1 [°C]

Kohteen patteriverkoston menoveden lämpötila halutussa ulkolämpötilassa saadaan laskettua kaavalla kaksi (2).

$$\Delta xy = k \cdot (x_0 - x_1) + y_1 + y_0 \quad (2)$$

jossa Δxy on patteriverkoston menovesi lämpötila [°C], x_0 on haluttu ulkolämpötila [°C], x_1 on ulkolämpötila pisteessä x_1 [°C], y_1 on menoveden lämpötila pisteessä y_1 [°C] ja y_0 on suuntaissiirto [°C].

4.3 Lämmityksen säätökäyrät kiinteistöillä

Työssä tutkittiin lämmityskäyrien asetusarvoja vuodelta 2008, joista saatiin muodostettua samoille lämpötila-alueille kolme eri asetusarvo pistettä lämpötiloille -20 °C, 0 °C ja +20 °C. Säätökäyrissä on huomioitu mahdollisesti käytössä olevat suuntaissiirrot. Lämmityksessä on käytetty kahta eri patteriverkoston mitoituslämpötilaa, jotka perustuvat siirtimen mitoituslämpötiloihin. Nykyisin käytetään mitoituslämpötilana 40/70 °C:ta, kun ennen ja vieläkin on käytössä 60/80 °C:n

mitoituslämpötila joissakin kohteissa viitaten rakennuksen vanhoihin mitoituksiin tai laitteisiin.

Säätökäyrän pisteet patterin mitoituslämpötilalla 40/70 °C ja 60/80 °C

Taulukossa 4 esitetään lämmityksen säätökäyrät säävyöhykkeittäin patteriverkoston mitoituslämpötilalla 40/70 °C. Säätökäyrän pisteet säävyöhykkeittäin on esitetty viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 1.

Taulukko 4. Lämmityksen säätökäyrän pisteet patteriverkoston mitoituslämpötilalla 40/70 °C.

Lämmitystarve- alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	62,8 °C	60,4 °C	59,4 °C	60,7 °C
0 °C	41,9 °C	42,5 °C	41,7 °C	44,8 °C
+20 °C	20,6 °C	20,9 °C	19,5 °C	20,5 °C

Taulukossa 5 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeillä patteriverkoston mitoitus lämpötilalla 60/80 °C. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 2.

Taulukko 5. Lämmityksen säätökäyrän pisteet patteriverkoston mitoituslämpötilalla 60–80 °C.

Lämmitystarve-alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	65,3 °C	64,2 °C	61,9 °C	60,7 °C
0 °C	45,6 °C	45,5 °C	43,5 °C	45,1 °C
+20 °C	22,6 °C	21,2 °C	20,1 °C	20,5 °C

Säätökäyrän pisteet rakennuksissa eri ilmanvaihtojärjestelmällä

Ilmanvaihtojärjestelmillä on suurta vaikutusta kiinteistön sähkönkulutukseen ja lämmitysenergiaan. Työssä tutkittiin eri järjestelmien vaikutuksia lämmitysenergiankulutukseen säätökäyrien pisteiden avulla. Taulukot tehtiin saatujen tiedostojen perusteella ja ne jaettiin eri ilmanvaihtojärjestelmiin. Säätökäyrien pisteet sisältävät sekä 40/70 °C:n että 60/80 °C:n patteriverkoston mitoituslämpötilat, ja niistä on otettu keskiarvolämpötilat.

Taulukossa 6 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistössä, joissa on koneellisesti keskitetty poistoilmanvaihto. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 3.

Taulukko 6. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, joissa on koneellisesti keskitetty poistoilmanvaihto.

Lämmitystarve-alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	65,3 °C	63,8 °C	60,9 °C	67,0 °C
0 °C	45,6 °C	42,5 °C	42,6 °C	48,0 °C
+20 °C	22,5 °C	21,0 °C	20,0 °C	18,0 °C

Taulukossa 7 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistössä, joissa on painovoimainen ilmanvaihto. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 4.

Taulukko 7. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, joissa on painovoimainen ilmanvaihto.

Lämmitystarve-alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	65,4 °C	64,0 °C	63,6 °C	58,0 °C
0 °C	45,8 °C	42,8 °C	42,8 °C	41,0 °C
+20 °C	22,9 °C	21,3 °C	20,2 °C	23,0 °C

Taulukossa 8 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistössä, jossa on tilakohtainen poistoilmanvaihto. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 5.

Taulukko 8. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, joissa on tilakohtainen poistoilmanvaihto.

Lämmitystarve-alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	64,9 °C	64,0 °C	61,2 °C	52,0 °C
0 °C	45,4 °C	42,8 °C	43,3 °C	38,0 °C
+20 °C	22,6 °C	21,3 °C	20,0 °C	18,0 °C

Tarkastetuissa kohteista, joissakin ilmanvaihtojärjestelmissä oli lämmöntalteenottolaitteet, jotka palauttavat osan poistetusta lämmöstä takaisin käyttöön. Kerätty lämmin poistoilma käytetään yleensä tuloilmanvaihdossa ja sen lämmittämisessä.

Taulukossa 9 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistössä, jossa on koneellisesti keskitetty poisto- ja tuloilmanvaihto varustettuna lämmöntalteenotolla. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 6.

Taulukko 9. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, joissa on keskitetty poisto- ja tuloilmanvaihto varustettuna lämmöntalteenotolla.

Lämmitystarve-alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	65,3 °C	63,9 °C	61,4 °C	67,0 °C
0 °C	45,9 °C	42,7 °C	43,1 °C	44,7 °C
+20 °C	23,0 °C	21,3 °C	20,0 °C	20,0 °C

Taulukossa 10 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistössä, jossa on tilakohtainen poisto- ja tuloilmanvaihto varustettuna lämmöntalteenotolla. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 7.

Taulukko 10. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, joissa on tilakohtainen poisto- ja tuloilmanvaihto varustettuna lämmöntalteenotolla.

Lämmitystarve- alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	65,3 °C	64,3 °C	60,8 °C	62,3 °C
0 °C	45,8 °C	42,7 °C	42,8 °C	43,0 °C
+20 °C	22,9 °C	21,2 °C	20,2 °C	21,5 °C

Säätökäyrän pisteet eri rakennusvuosien perusteella

Tarkasteltavat kohteet jaettiin karkeasti kolmeen osaan: ennen 1960, 1960–1979 ja jälkeen 1979 rakennetut kiinteistöt. Jokainen säävyöhyke laskettiin erikseen patteriverkoston mitoitus lämpötiloilla ja saaduista tuloksista otettiin keskiarvo lämpötilat, joista muodostettiin taulukot.

Taulukossa 11 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, jotka on rakennettu ennen vuotta 1960. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 8.

Taulukko 11. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöillä, jotka on rakennettu ennen vuotta 1960.

Lämmitystarve-alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	65,7 °C	63,8 °C	58,9 °C	62,3 °C
0 °C	46,1 °C	42,8 °C	43,3 °C	44,4 °C
+20 °C	23,3 °C	21,3 °C	20,0 °C	20,5 °C

Taulukossa 12 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, jotka on rakennettu vuoden 1960–1979 välillä. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 9.

Taulukko 12. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöillä, jotka on rakennettu vuosien 1960–1979 välillä.

Lämmitystarve-alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	65,7 °C	63,0 °C	60,1 °C	58,0 °C
0 °C	46,0 °C	42,8 °C	43,4 °C	40,7 °C
+20 °C	23,0 °C	21,6 °C	20,0 °C	21,6 °C

Taulukossa 13 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, jotka on rakennettu vuoden 1979 jälkeen. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 10.

Taulukko 13. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöillä, jotka on rakennettu vuoden 1979 jälkeen.

Lämmitystarve-alueet	Säävyöhyke 1	Säävyöhyke 2	Säävyöhyke 3	Säävyöhyke 4
-20 °C	65,6 °C	61,1 °C	60,5 °C	55,0 °C
0 °C	46,0 °C	41,8 °C	42,5 °C	41,5 °C
+20 °C	23,1 °C	22,1 °C	19,8 °C	18,0 °C

Säätökäyrän pisteet eri lämmitysmuodoin säävyöhykkeellä 1

Taulukossa 14 esitetään lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeellä 1 lämmitysmuodoilla kaukolämpö, kevytöljy ja sähkö. Eri lämmitysmuodot vaikuttavat suurimmaksi osaksi asukkaan kukkaraan erilaisin maksuin riippuen millainen lämmitysmuoto. Työssä kuitenkin tutkittiin eri lämmitysmuotojen vaikutuksia säätökäyrän pisteisiin. Säätökäyrän pisteet on esitetty säävyöhykkeittäin viivakaaviona liitteen 1 kuvassa 11.

Taulukko 14. Lämmityksen säätökäyrän pisteet eri lämmitysmuodoilla säävyöhykkeellä 1.

Lämmitysmuoto	Kaukolämpö	Kevytöljy	Sähkö
-20 °C	65,6 °C	64,3 °C	64,2 °C
0 °C	45,0 °C	44,8 °C	44,8 °C
+20 °C	23,1 °C	22,0 °C	22,0 °C

4.4 Vertailu

Vertailtaessa lämmityksen säätökäyrän pisteitä vanhoihin suosituskäyriin ennen ja nykyhetkellä huomataan heti, että patteriverkoston menolämpötila $+20\text{ °C}$ on tippunut patterin mitoituslämpötiloilla $40/70\text{ °C}$ ja $60/80\text{ °C}$ noin viisi–kuusi astetta pienemmäksi säävyöhykkeillä, pois lukien säävyöhykettä 4. Ulkolämpötilalla 0 °C muutos on ollut hajanaista ja erilaista, koska mitoituslämpötilalla $40\text{--}70\text{ °C}$ säävyöhykkeellä 1 on tapahtunut pudotusta noin kolme astetta, kun taas muissa säävyöhykkeissä ei ole tapahtunut muutoksia tai pisteet ovat korkeampia kuin ennen. Mitoituslämpötilalla $60/80\text{ °C}$ on tapahtunut vain pelkkää nousua verrattuna entisiin säätökäyrän suositus pisteisiin.

Ulkolämpötilalla -20 °C on odotettua suurempi nousu tapahtunut edellisiin säätökäyrän suosituspisteisiin kuin osattiin odottaa, ja lämpötilat ovat nousseet noin kolme–viisi astetta säävyöhyke. Vertailtaessa säätökäyrän pisteitä ja käyriä voidaan todeta, että nykyään säätökäyrän pisteet ovat paljon jyrkempiä kuin vanhat suositussäätökäyrät.

Vertailussa tarkasteltiin kiinteistöjen erilaisia ilmanvaihtojärjestelmiä, rakennusvuosia ja lämmitysmuotoja säävyöhykkeellä 1. Tarkastelussa huomataan, ettei kiinteistön energiankulutukseen ja säätökäyrän pisteisiin vaikuta kovinkaan paljon, mikä ilmanvaihtojärjestelmä siellä on käytössä. Vaihtelut ovat lähinnä desimaalinheittoja samassa luvussa.

Kiinteistön rakennusiällä on joitain eroja energiankulutuksissa ja säätökäyrän pisteissä, jotka voidaan havaita taulukon 11, 12 ja 13 eroissa. Suurimmat vaihtelut eri rakennus vuosilla on säävyöhykkeellä 4. Yleisesti katsoen lämpötilan vaihtelut lämmityksen säätökäyrän pisteissä on noin yhden kolmen asteen eroja. Vertailussa havaittiin selvästi, että uudemmissa 1979 jälkeen rakennetuissa kiinteistöissä energiankulutus ja lämmityksen säätökäyrän pisteet ovat alemmat, kuin vanhemmissa kiinteistöissä.

Kiinteistön lämmitysmuoto tarjoaa omistajalle eri vaihtoehtoja, mutta vertailun perusteella energiankulutuksessa ja säätökäyrien pisteissä erot eivät ole kovinkaan suuret. Kaukolämmön pisteet ovat korkeimmat ja sähköllä desimaalin pienemmät kuin kevytöljyllä.

5 Esimerkkikohteet

5.1 Kohde 1

Kohteessa jota tutkitaan, suoritettiin vuoden 2008 aikana kaksi lämmöntarkastuskäyntiä, josta ensimmäisen jälkeen tehtiin muutoksia lämmityksen säätökäyrän pisteisiin. Tarkoituksena on tutkia, onko kyseisen kohteen lämmitysenergia lähtenyt muutoksen jälkeen laskuun vai nousuun sekä onko muutoksesta ollut muita vaikutuksia rakennuksen kulutuksiin? Selvitetään myös, miten muutokset vaikuttivat rahallisesti energiakustannuksiin.

Kohde (kuva 4)

Sijainti: Turku

Tilavuus: 14 300 m³

Ilmanvaihtojärjestelmä: Keskitetty poisto

Rakennusvuosi: 1963

Rakennustyyppi: Asuinliiketalo

Lämmitysjärjestelmä: Kaukolämpö



Kuva 4. Yleiskuva kiinteistöstä

Tarkastukset ja muutokset

Kohteeseen tehtiin vuonna 2008 tarkastuskäynti toukokuussa, jossa todettiin, että kiinteistön lämmityksen säätökäyrän pisteet olivat liian korkeat. Tarkastushetkellä säätökäyrän pisteet olivat $-20\text{ °C} = 72\text{ °C}$, $0\text{ °C} = 55\text{ °C}$ ja $+20\text{ °C} = 37\text{ °C}$. Säätimen asetukset olivat tyydyttävät, ja lämmitysenergian kulutus alkuvuoden osalta oli korkeampi kuin edellisvuonna laskettu normeerattu kulutus. Kiinteistön laskettu energiankulutus alkuvuoden kulutuksen mukaan oli normeerattuna 487,0 MWh. Säätimen asetusarvopisteitä päätettiin laskea tarkastuskäynnillä todetun tarkastuksen ja kulutusseurantaraportin mukaan. [12]

Toinen tarkastuskäynti tehtiin syyskuussa, jossa todettiin kiinteistön lämmitysenergian kulutuksen laskeneen huomattavasti alkuvuodesta ja kiinteistön energian lasku jatkui koko loppuvuoden. Asetusarvo pisteet muutoksen jälkeen olivat $-20\text{ °C} = 73\text{ °C}$, $0\text{ °C} = 51\text{ °C}$ ja $+20 = 30\text{ °C}$. Kiinteistön lämmitysenergian kulutus muutosten jälkeen oli loppuvuodelta normeerattuna 347 MWh. [12]

Säästöt euroina tarkastuksen muutosten perusteella

Turun seudun kaukolämmön hinta vuonna 2008 oli 66,37 euroa/megawattitunti kokonaishinnaltaan ykkösvyöhykkeellä (1). [10]

Kiinteistön lämmitysenergian kulutus vuonna 2007 toukokuu–joulukuu oli 485,8 MWh.

Kiinteistön lämmitysenergian kulutus vuonna 2008 tarkastuksen jälkeen toukokuu–joulukuu oli 449,7 MWh.

$$485,8\text{ MWh} \times 66,37\text{ €/MWh} = 32242,56\text{ €}$$

$$449,7\text{ MWh} \times 66,37\text{ €/MWh} = 29846,59\text{ €}$$

Ero vuoden 2007 ja vuoden 2008 suhteen euroissa oli $32242,56\text{ €} - 29846,59\text{ €} = 2395,9\text{ €}$

Yhteenveto, kohde 1

Kiinteistössä saatiin noin 2400 euron säästöt vuoden 2008 lopussa pelkästään asettamalla säätimen asetusarvot sopivammaksi kiinteistön tarpeita vastaamaan. Lämmitysenergian kulutus muutosten jälkeen oli huomattavasti laskuvoittoinen, ja kiinteistön energiankulutus laski edellisvuoteen verrattuna 7,4 prosenttia liite 12. Säästöä energiassa tapahtui tarkastelujakson aikana 36,1 megawattituntia. Säästöt ja muutokset kertovat etteivät lämmityksen säätökäyrien pisteiden asettelu ollut kohdillaan kiinteistössä.

5.2 Kohde 2

Toisessa esimerkkitapauksessa on tarkoitus tutkia kohdetta, johon on tehty energiakatselmus, ja katselmuksen vaikutuksia energiankulutukseen sen jälkeen. Katselmuksessa tehdään normaalin lämmöntarkastuksien lisäksi käynnit kymmenessä prosentissa kiinteistön asunnoista, kuitenkin vähintään neljässä, sekä mitataan ja lasketaan kiinteistön ulkoseinät, ikkunat, ovet, lamput ja yleiset tilat. Kohteesta tehdään tarkastuksen jälkeen mallinnus, josta selviää energian jakaantuminen kiinteistössä selvemmin, sekä pystytään lukemaan ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamat energia kustannukset kiinteistössä.

Kohde (kuva 5)

Sijainti: Helsinki/Malmi

Tilavuus: 14 860 m³

Ilmanvaihtojärjestelmä: Keskitetty poisto

Rakennusvuosi: 1998

Rakennustyyppi: Asuinkerrostalo

Lämmitysjärjestelmä: Kaukolämpö



Kuva 5. Yleiskuva kiinteistöstä

Katselmus ja muutokset

Kiinteistössä suoritettiin marraskuun 2008 lopussa katselmus, jossa tarkistettiin kaikkien lämmityslaitteiden toimivuus ja mitattiin vesi- sekä ilmavirrat. Tarkastuksen jälkeen kiinteistöön ehdotettiin lämmityksen perussäätöä tarkastushetken mittauksien perusteella, jotka saatiin huoneistoista ja lämmityssäätimestä.

Mittausten perusteella huoneistoissa ja yleisissä tiloissa oli liian korkeat lämpötilat, jotka antoivat ehdotukselle perusteet. Tehdyn katselmuksen jälkeen verrattiin kulutuksia vuonna 2009 ja vuonna 2010 tarkastelujakson ajan tammikuu–maaliskuu.

Vuoden 2009 lämmitysenergian normeerattu kulutus tarkastelujaksolla oli 261,3 MWh. Vuonna 2010 lämmitysenergian normeerattu kulutus tarkastelujaksolla oli 248,2 MWh. [12]

Säästöt euroina toimenpiteiden jälkeen

Helsingin kaukolämmön hinta vuonna 2010 oli 56,62 €/MWh kokonaishinnaltaan ykkösvyöhykkeellä [11].

Vuonna 2009: $261,3 \text{ MWh} \times 56,62 \text{ €/MWh} = 14794,81 \text{ €}$

Vuonna 2010: $248,2 \text{ MWh} \times 56,62 \text{ €/MWh} = 14053,08 \text{ €}$

Ero kulutusten suhteen euroissa oli $14794,81 \text{ €} - 14053,08 \text{ €} = 741,73 \text{ €}$

Yhteenvedo, kohde 2

Kiinteistössä suoritettu energiakatselmus paljasti, että huoneistoissa ja yleisissä tiloissa lämpötilat olivat korkeammat kuin ohjearvot kyseisissä tiloissa. Katselmuksen jälkeen ehdotettiin lämmitysenergian säästökseen lämmityssäätimen ohjausten muuttamista, siten että ohjearvot saavutetaan. Kiinteistössä oli katselmuksen jälkeen hetken korkeampi lämmitysenergian kulutus, joka voi johtua käynnissä olleista remonteista tai muista sellaisista, jotka vaikuttavat kulutukseen. Vuoden 2009 jälkeen on tapahtunut muutoksia energiankulutuksessa alaspäin ja laskusuhdanne näyttää pysyvän edelleen. Muutos lämmitysenergiankulutuksessa oli noin viisi prosenttia alaspäin (liite 2). Säättökäyrien oikeellisuus rakennuksen tarpeita noudattamiseksi on todella tärkeää.

6 Johtopäätökset

Tavoitteena oli vertailla toteutuneita säättökäyriä suositussäättökäyriin. Säättökäyrien pisteistä tehtiin selvät taulukot ja muodostettiin Excel-ohjelmalla viivakaaviot, joissa näkyvät säävyöhykkeittäin säättökäyrän pisteet eri ulkolämpötiloilla. Taulukot on sijoitettu tekstiin mukaan ja viivakaaviot ovat liitteenä lopussa.

Työn perusteella suositukset ulkolämpötilalle +20 asteella patteriverkoston menovesi lämpötila on ollut suositus säättökäyrien perusteella keskimäärin 24,6 astetta, kun nykyiseltään lämpötilat ovat 20,7 astetta. Lämpötilaeroa tulee 3,9 astetta, eli 6–7 prosenttia kiinteistön lämmityskustannuksista, kun kolme astetta patteriverkoston menovettä vastaa viittä prosenttia kiinteistön lämmitysenergiankulutuksesta, joten säästöt ovat siltä osin tosi suuret. Ulkolämpötilalla +/- 0 astetta, erot olivat paljon pienemmät, eikä noin suuria eroja tullut vaan erosuositus säättökäyriin oli noin 0,5–1

astetta. Ulkolämpötilassa –20 astetta menoveden lämpötila oli säävyöhyke kohtaisesti hieman korkeampi kuin ennen, noin 3 astetta.

6.1 Arviointi

Insinööriyön tekeminen sujui hyvin, työn tekemiseen varattiin hyvissä ajoin aikaa ja tarkasteltavaa tietoa oli todella hyvin työtä varten säävyöhykkeestä riippumatta. Tulokset ja päätelmät on tehty Suomen Talokeskus Oy:n suorittamien lämmöntarkastuspalveluiden kautta ja tiedot on kerätty suoraan tietokantajärjestelmään, josta tulokset ja päätelmät on laadittu. Näitä tietoja voidaan käyttää luotettavana lähteenä myös myöhempää tarkastelua varten.

Suurimmat erot säätökäyrien pisteissä olivat aina ulkolämpötila –20 asteen kohdalla, ja niissä erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä ja rakennusvuosissa olivat useita asteita.

Silmiinpistäväntä vanhoissa suosituspisteissä oli, että nykyisin käytössä olevista säätökäyrän pisteistä suurin ero oli säävyöhykkeissä olleissa lämpötiloissa. Taulukoiden ja tutkittujen arvojen mukaan mentäessä maantietokohtaisesti pohjoisempaan tippuvat säätökäyrien pisteet alemmaksi ja pienemmäksi, vaikka mitoituslämpötilat ja ulkolämpötilat ovat kylmempiä siellä kuin etelässä. Kaikkein energiatehokkaimmat ja alhaisimmat pisteet olivat säävyöhykkeellä 3 tarkasteltujen tulosten perusteella ja kaikki järjestelmät mukaan lukien. Joitakin eroja eri järjestelmillä oli säävyöhykkeen 4 eduksi, mutta keskiarvo kallistuu vahvasti säävyöhykkeen 3 puolesta. Työtä tehdessä ja tutkittaessa tuloksiin ei osattu sen tarkemmin ottaa kantaa siihen, mistä tällainen voisi mahdollisesti johtua. Mielestäni yksi varteenotettava syy on, että mitä pohjoisemmaksi mennään, sitä kylmempi on.

Patteriverkoston menolämpötilat ovat tipahtaneet noin viisi–kymmenen prosenttia vuodesta 1980 lähtien. Menoveden lämpötilat ovat paljon alhaisempia lämpimillä keleillä (kevät–syksy), kun taas korkeilla pakkasilla menovesi on kuumempaa kuin ennen. Suomen olotiloissa ja rakennusmääräyksillä kiinteistöjen lämmönpysyvyys olisi parempi arvio rakennuksen lämmitystarpeen määrittämiseksi, kuin huippulämpötilat.

6.2 Tulokset

Työn ja tutkimuksen tulokset vastaavat sitä väitettä, että tavallisetkin säätöjärjestelmät toimivat, jos niitä osataan käyttää oikein. Lämmitysten säätökäyrien pisteiden oikeellisuus ja laitteiden kunnan tarkastaminen on yhä tiukentuvassa energiatehokkuudessa ja säästöissä tärkeämpää kuin aikaisemmin.

Suomen Talokeskus Oy tekee vuosittain yli 6 000 lämmöntarkastuskäyntiä yli 2 500 kohteeseen, joista kerätään tiedot laitteista ja säätökäyrien pisteistä sekä otetaan kantaa selviin puutteisiin tai muuttuneisiin kulutuksiin. Tässä työssä käytettiin 2 349:n mukaan hyväksytyin kohteen tietoja vertaamiseen säätökäyrien pisteitä eri ilmanvaihtojärjestelmillä, ja rakennus vuosittain.

Kaikissa kohteissa tehdyt tarkastukset ja tutkimukset ovat peruseriaateiltaan samat ja jokaisessa kohteessa on jokin lämmittävä järjestelmä. Vertailun perusteella kiinteistöjen omistajien ja säätölaitteita hallinnoivien kannattaisi käyttää enemmän aikaa ja huomiota siihen miten kiinteistön patteriverkoston menoveden lämpötila reagoi ulkolämpötilaan. Työn perusteella säätökäyrien pisteet ovat jyrkistyneet todella voimakkaasti viimeisten kahdenkymmenyksen aikana ja monissa kiinteistöissä syötetään verkoston todella kuumaa menovettä korkeilla ulkolämpötiloilla. Tulos kertoo myös osaltaan siitä, että asukkaiden kynnys valittaa kylmyydestä on madaltunut paljon ja kestetään kylmyyttä vähemmän kuin ennen, mikä johtaa jyrkempiin säätökäyriin.

Kiinteistöiden energiankulutukseen vaikuttaa suuresti se, minkä lämpöistä patteriverkoston menovettä verkostoon syötetään kulloisenkin ulkolämpötilan yhteydessä. esimerkikohteissa 1 ja 2 saatiin erinomaisia tuloksia selville tehtyjen lämmöntarkastuksen ja katselmuksen perusteella siitä, miten säätökäyrän pisteiden muuttaminen paremmaksi vastaamaan kiinteistön tarpeita vaikuttaa energiankulutukseen ja tuo rahallisesti säästöä paljon vuosittain. Molemmissa tapauksissa muutettiin ainoastaan säätökäyrän pisteitä sopivammaksi liian korkeiden arvojen takia, jolloin työhön käytetty rahamäärä on 0 euroa ja takaisinmaksuaika on 0 vuotta, koska muutos alkaa tuottaa rahallisesti takaisin heti säätökäyrän pisteitä muuttamalla.

6.3 Ohjeet ja ehdotukset

Suosittelavaa kiinteistöjen omistajille ja niitä hallitseville henkilöille on kiinnittää enemmän huomiota säätimen toimivuuteen ja siihen, että se toimii oikein.

Kulutusseurantapalvelu, joka toimii kuukausikohtaisesti, on erittäin oiva keino saada tietoja kiinteistön tämän hetkisestä kulutuksesta. Muuttamalla säätökäyrien pisteitä, käyttämällä yöpudotusta ja kesäsulkua kesäisin, saadaan isojakin säästöjä vuodessa aikaan. Kulutusseurantapalvelua käyttämällä saadaan selville hetkessä toteutuneet muutokset energiankulutuksessa.

Ihmisten asuinviihtyvyys ja lämpötilatottumukset ovat muuttuneet vuosien saatossa, ja heidän kynnyksensä valittaa asiasta. Nämä asiat ovat ajaneet kiinteistöjä huoltavat yhtiöt siihen tilanteeseen, ettei välitetä kiinteistöjen lämmitysenergian kulutuksesta tai energiatehokkuudesta, vaan annetaan asukkaille sitä, mitä he tahtovat ja helposti.

Totuus on, että kaikki eivät ole koskaan täysin tyytyväisiä asuinoloihin tai lämpöihin ja pitäisi löytää se ”kultainen keskitie”, jossa otettaisiin huomioon asukkaiden lisäksi myös kiinteistön lämmitysenergian kulutus. Asiasta tiedottaminen ja puhuminen helpottaisivat huomattavasti näitä tilanteita ja saisi myös asukkaat ymmärtämään, mistä on kyse.

6.4 Tulevaisuus ja jatkotoimenpiteet

Työn perusteella jatkossa on keskityttävä enemmän rakennuksien lämmitysenergian kulutukseen ja niiden oikeellisuuteen. Mielestäni säätökäyrissä on tiputtamisen varaa huippupakkasilla reilusti, noin 3–4 astetta, mikä säästäisi vielä viisi prosenttia kiinteistön lämmitysenergian kulutuksesta huippupakkasilla. Kiinteistöjen perussäätäminen tulisi suorittaa useammassa kohteessa, jotta saataisiin asuntojen lämpötilat tasaantumaan ja sitä kautta laskettua säätökäyriä entisestään.

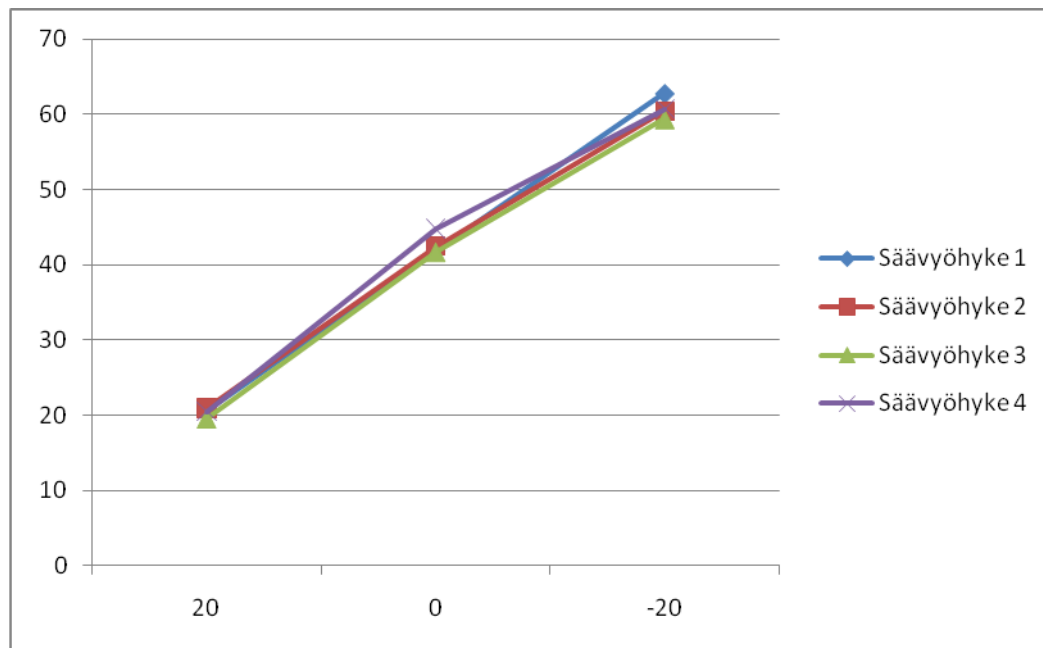
Tulevaisuudessa nämä asiat tulevat entistä tärkeämmiksi tiukentuvien rakentamismääräysten osalta, ja asuntojen ostajat myös tekevät ratkaisuja enemmän rakennuksen energiatehokkuuden takia, mikä vaikuttaa suuresti asuinmukavuuteen ja asuinkustannuksiin.

Lähteet

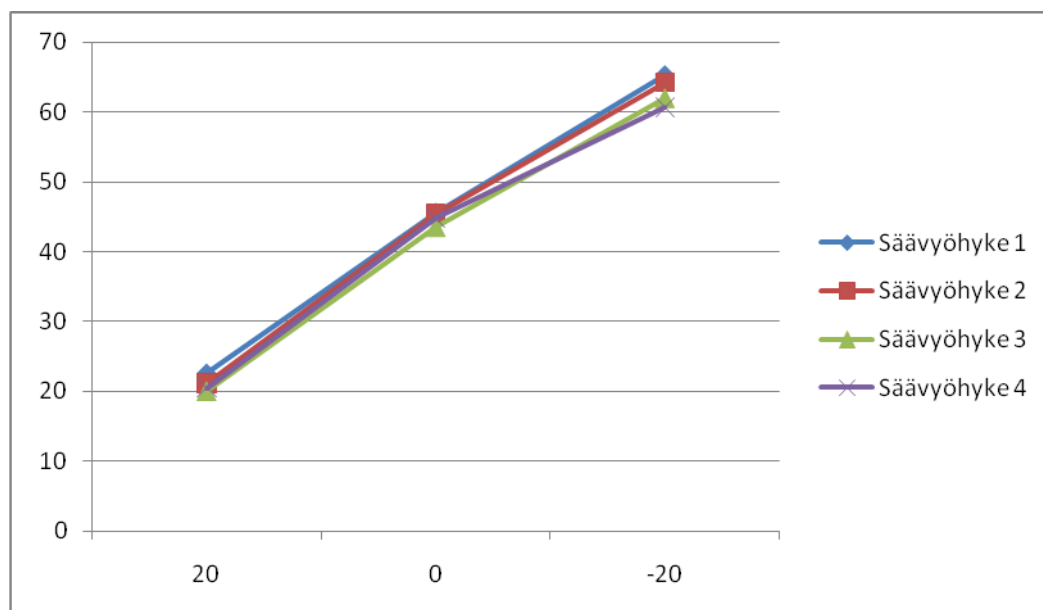
- 1 Energiatodistus. (WWW-dokumentti). Ympäristöministeriö.
<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=307290>> Luettu 10.8.2009
- 2 Seppänen, Olli. Rakennusten lämmitys. Helsinki; Suomen LVI-Liitto ry, 2001.
- 3 Rakennuksen energiankulutuksen ja energiatehokkuuden laskeminen. D5, Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto, 2007.
- 4 Lämmitysverkoston säätö. LVI-kortisto, LVI 41–10230. 1994.
- 5 Tehokas säätöjärjestelmä säästää sähköä ja lämpöä. 6/2008. (WWW-dokumentti). Suomen Kiinteistölehti.
<<http://www.kiinteistolehti.fi/artikkelit/?id=440>> Luettu 1.2.2010
- 6 Rakennuksen energiatodistus ja energiatehokkuusluvun määrittäminen, 12.1.2009. Energiantodistusopas 2007. (WWW-dokumentti). Ympäristöministeriö.<<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=96917&lan=FI>> Luettu 1.2.2010
- 7 Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 27.3.2001. (WWW-dokumentti). Kansallinen ilmastostrategia. <[http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/58DF3F554AE83273C2256A1C00240943/\\$file/selonteko_1503_lopullinen.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/All/58DF3F554AE83273C2256A1C00240943/$file/selonteko_1503_lopullinen.pdf)> Luettu 1.2.2010
- 8 LVI-kortisto; LVI 10-10098. Lämmönkulutuksen jakautuminen asuinkerrostalossa kuukausittain. Luettu 14.2.2010.
- 9 Sulamäki, Hanna. Lämmitystekniikka 1, Energia ja tehontarve.pdf. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Espoo. Luettu 14.2.2010.
- 10 Turun seudun kaukolämmön hinta 1.1.2008. (WWW-dokumentti). Energiateollisuus.
<http://www.energia.fi/content/root%20content/energiateollisuus/fi/tilastot/kaukol%C3%A4mp%C3%B6tilastot/kaukolammon_hinta/liitteet/hinta08>

- [01.pdf.pdf?SectionUri=%2Ffi%2Ftilastot%2Fkaukolampotilastot%2Fkaukolammonhinta](#)> Luettu 5.4.2010.
- 11 Helsingin kaukolämmön hinta 1.1.2010. (WWW-dokumentti).
Energiateollisuus.
<http://www.energia.fi/content/root%20content/energiateollisuus/fi/tilastot/kaukol%c3%a4mp%c3%b6tilastot/kaukolammon_hinta/liitteet/hinta_0110.pdf?SectionUri=%2ffi%2ftilastot%2fkaukolampotilastot%2fkaukolammonhinta> Luettu 8.4.2010.
- 12 Tampuuri kiinteistöjärjestelmä. Suomen Talokeskus Oy.
- 13 Kulmakerroin. (WWW-dokumentti). Wikipedia.
<<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kulmakerroin>> Luettu 14.4.2010
- 14 Matila, Tapio. Kenttäpäällikkö. Suomen Talokeskus Oy, Helsinki.
Haastattelu 7.4.2010.
- 15 Katajamäki, Janne. Kehitysinsinööri. Suomen Talokeskus Oy, Helsinki.
Haastattelu 7.4.2010.
- 16 Kaukolämpö, käyttö & opastus. (WWW-dokumentti). Webdia.
<<http://www.rte.vtt.fi/webdia/kaukolampo/opastus/faq.asp?Viite1=KF9>>
Luettu 26.4.2010.
- 17 Säteri, Jorma. Rakennusten energiatalous, Lämmitystarpeen ja energiankulutuksen muodostuminen.pdf. Metropolia
Ammattikorkeakoulu, Espoo. Luettu 26.4.2010.
- 18 Patteriverkoston perussäätö. (WWW-dokumentti). Motiva Oy.
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/lammitysverkoston_perussaato. Luettu 26.4.2010.
- 19 Säteri, Jorma. Rakennusten energiatalous, Energiakulutuksen laskenta.pdf.
Metropolia Ammattikorkeakoulu, Espoo. Luettu 26.4.2010.

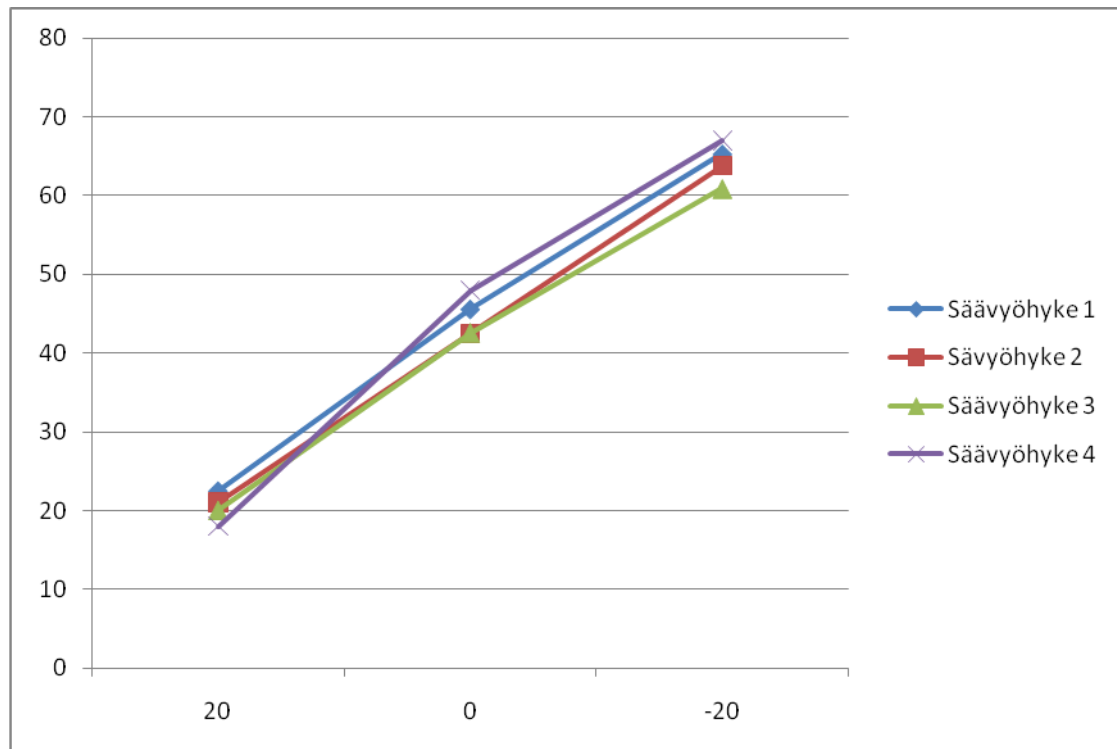
Liite 1: Säätökäyrien pisteitä (kuvat 1–11)



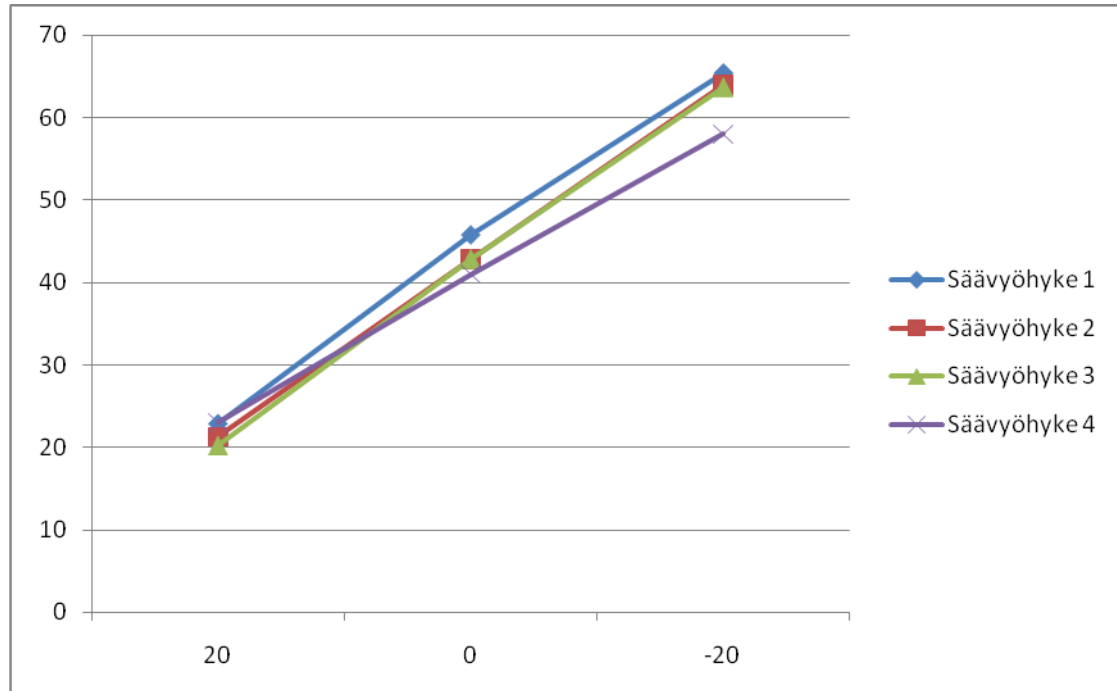
Kuva 1. Säätökäyrän pisteet säilyvyöhykkeillä patterin mitoitus lämpötilalla 40/70 °C



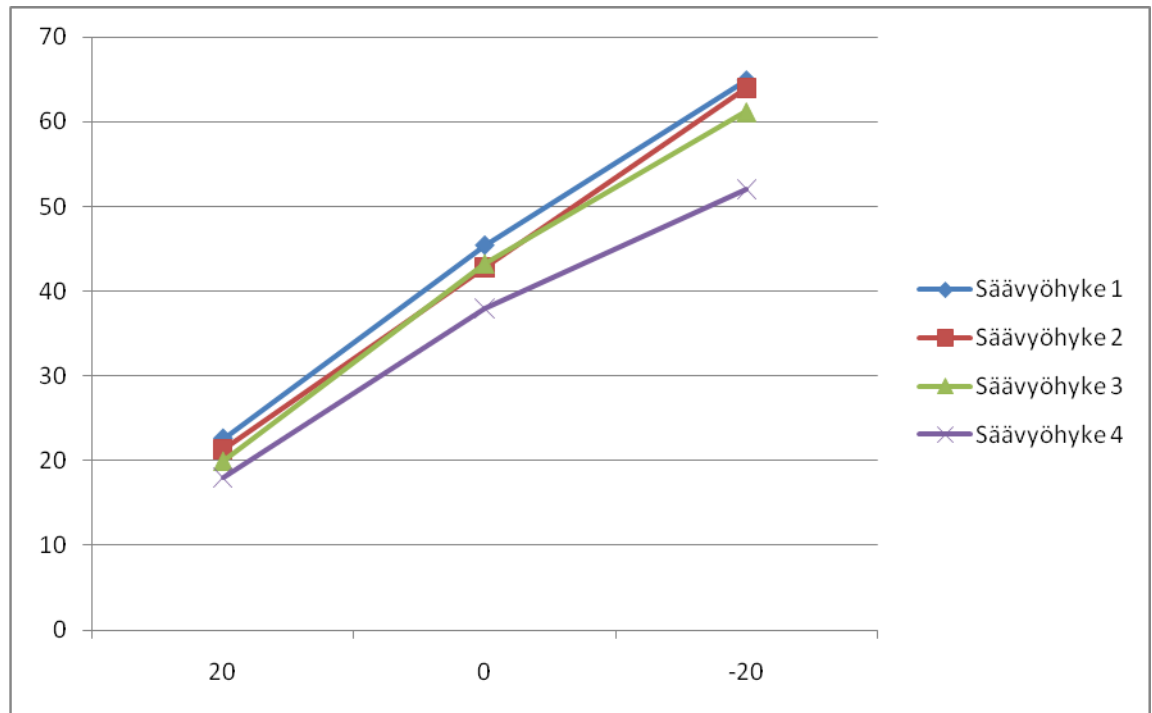
Kuva 2. Säätökäyrän pisteet säilyvyöhykkeillä patterin mitoitus lämpötilalla 60/80 °C



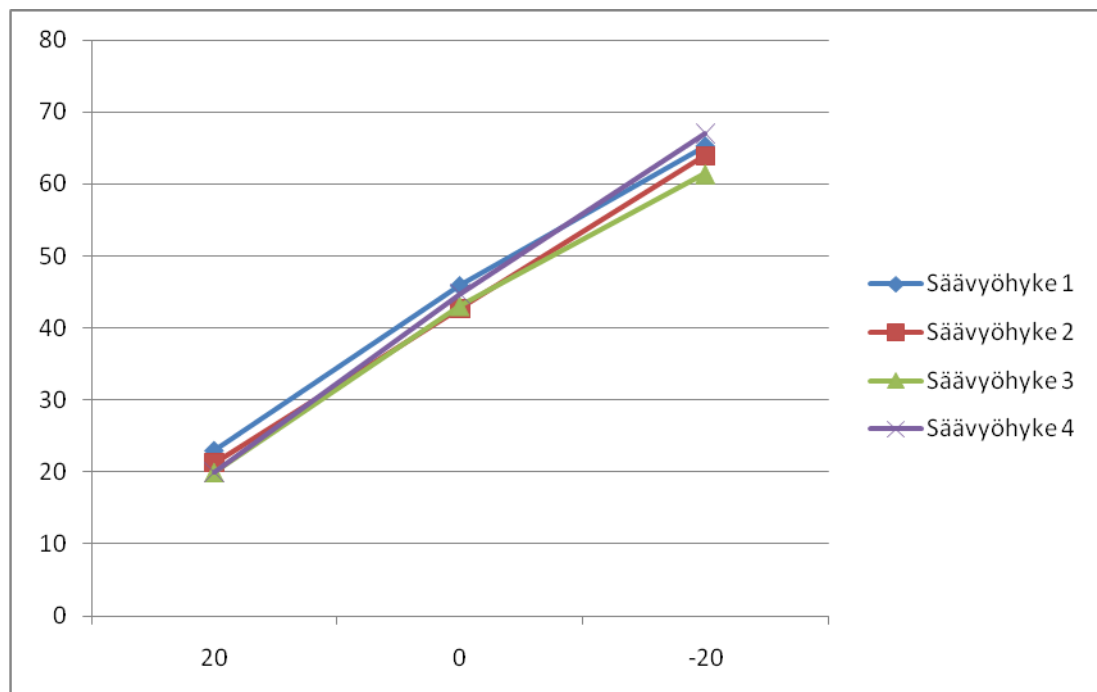
Kuva 3. Lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeittäin kiinteistöissä, joissa on koneellisesti keskitetty poistoilmanvaihto



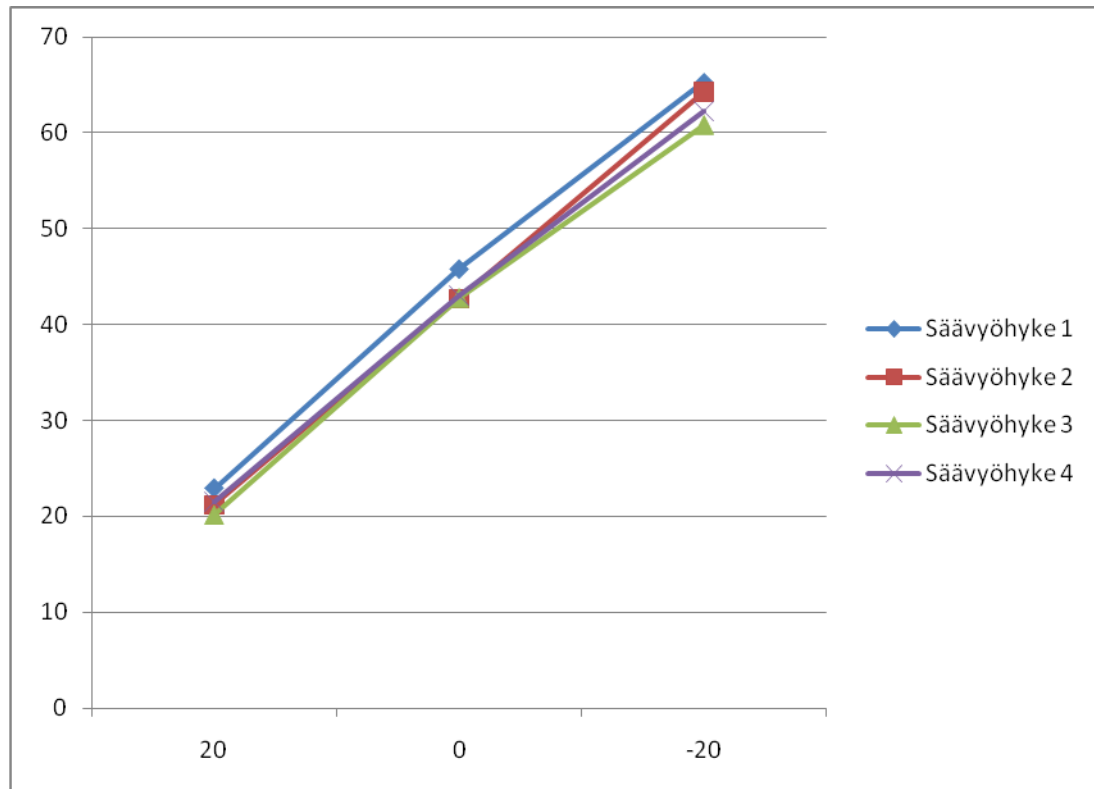
Kuva 4. Lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeittäin kiinteistöissä, joissa on painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä



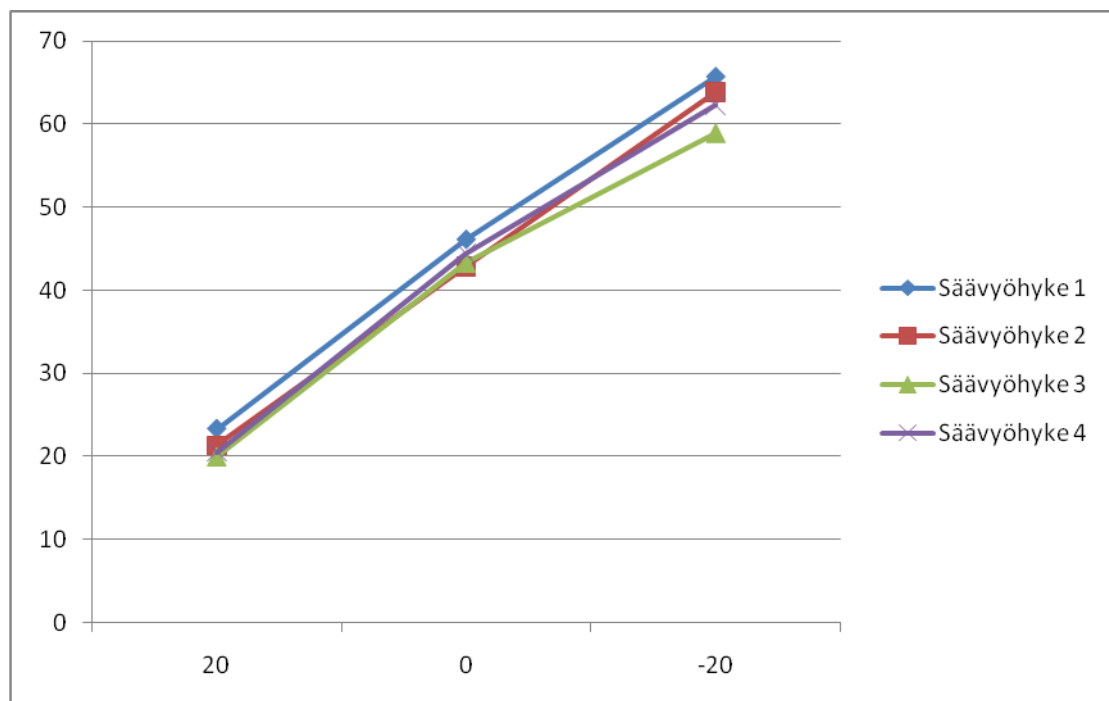
Kuva 5. Lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeittäin kiinteistöissä, joissa on tilakohtainen koneellinen poistoilmanvaihto



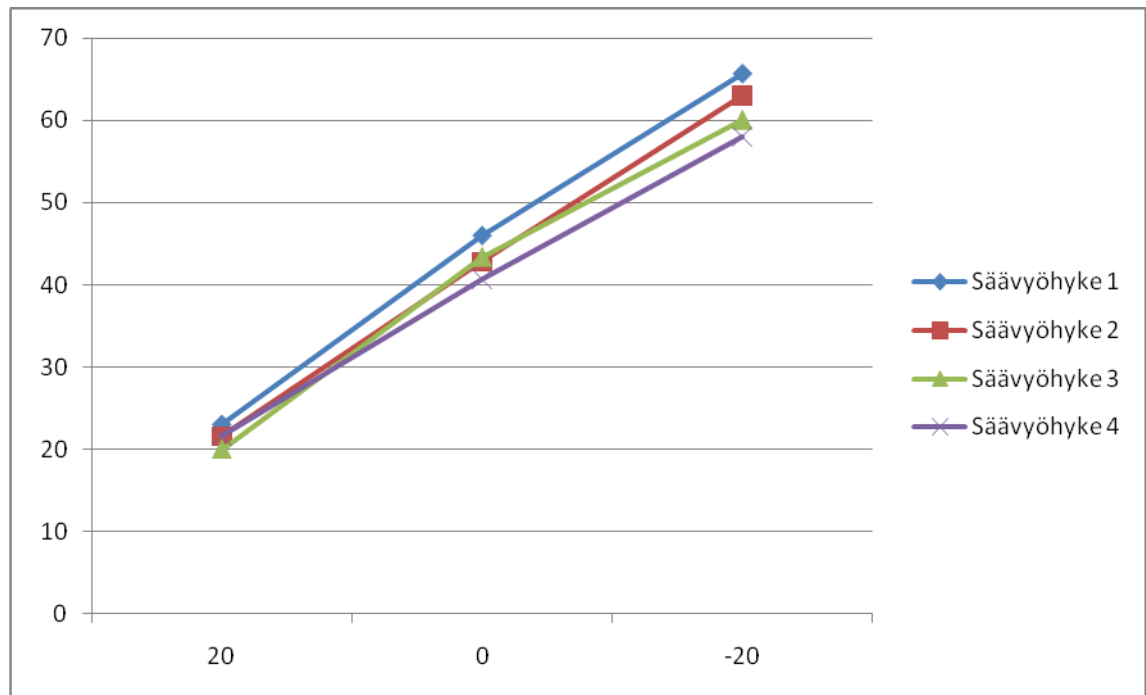
Kuva 6. Lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeittäin kiinteistöissä, joissa on keskitetty tulo- ja poistoilmanvaihto sekä joissain kohteissa myös lämmöntalteenottolaitteet



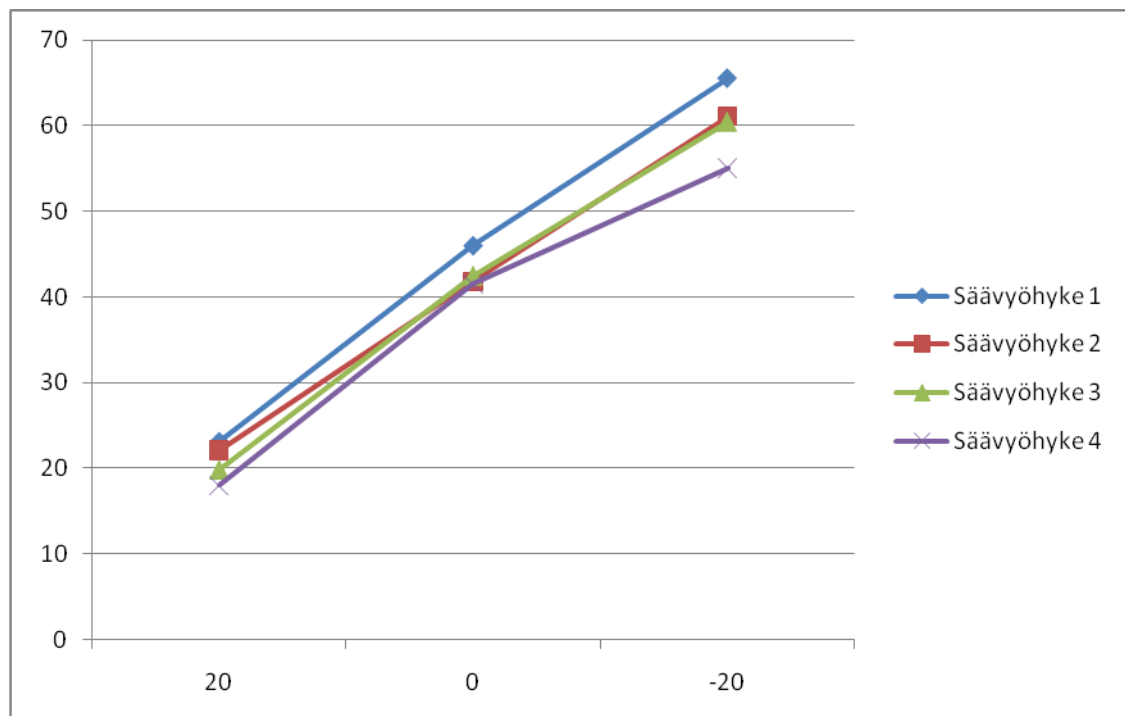
Kuva 7. Lämmityksen säätökäyrän pisteet kiinteistöissä, joissa on tilakohtainen tulo- ja poistoilmanvaihto sekä joissain kohteissa myös lämmöntalteenottolaitteet



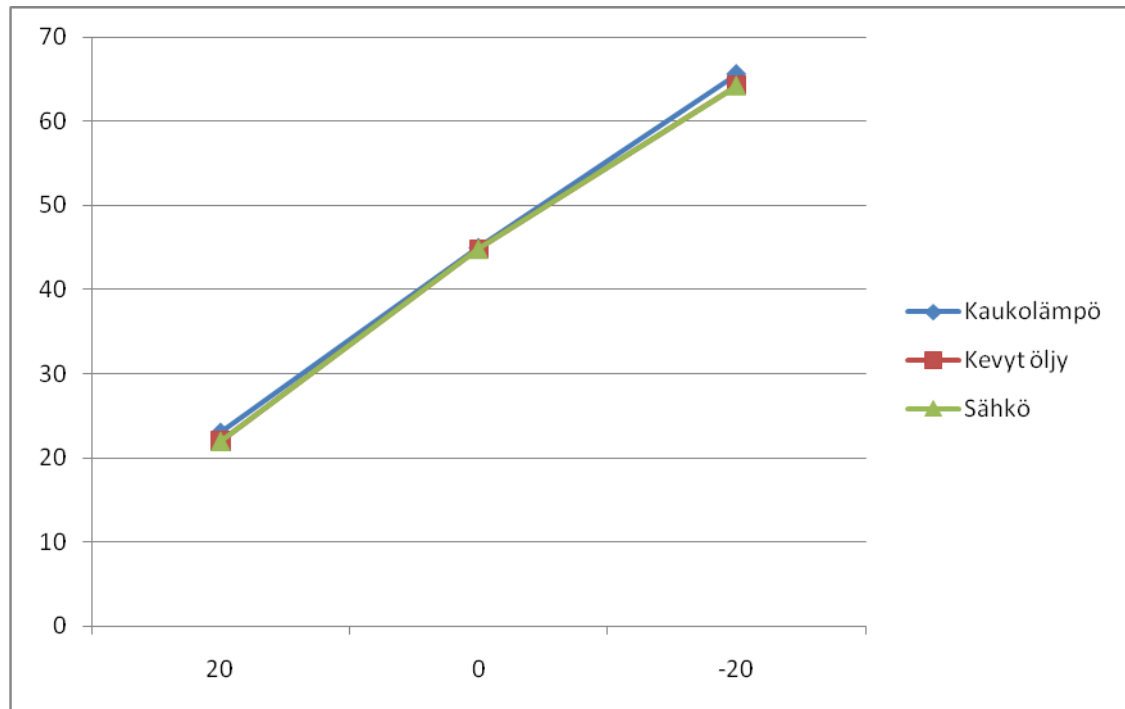
Kuva 8. Lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeittäin kiinteistöissä, jotka on rakennettu ennen vuotta 1960



Kuva 9. Lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeittäin kiinteistöissä, jotka on rakennettu vuosien 1960 – 1979 välillä



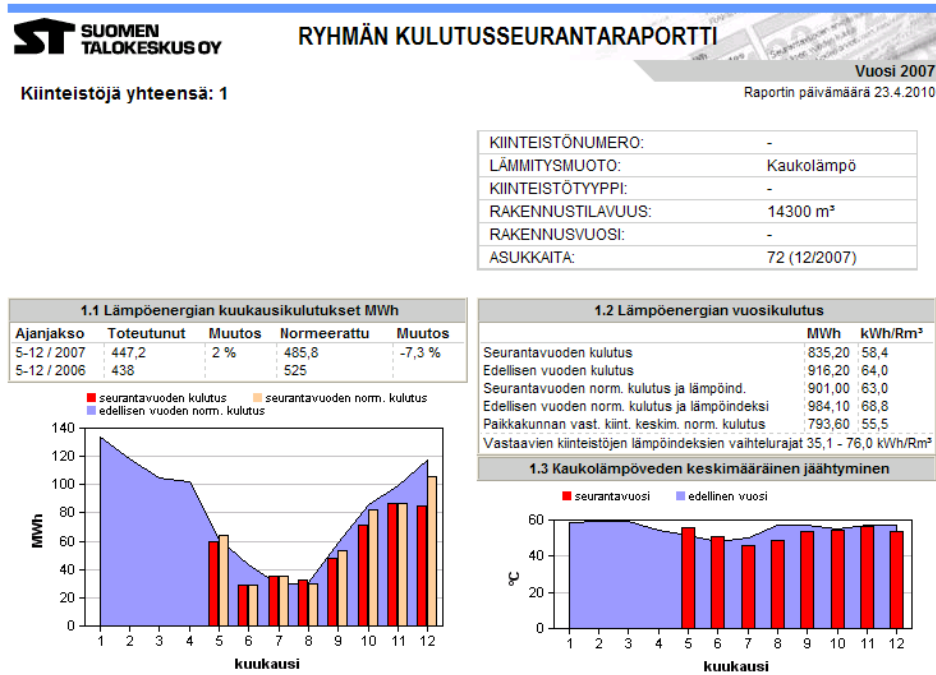
Kuva 10. Lämmityksen säätökäyrän pisteet säävyöhykkeittäin kiinteistöissä, jotka on rakennettu vuoden 1980 jälkeen



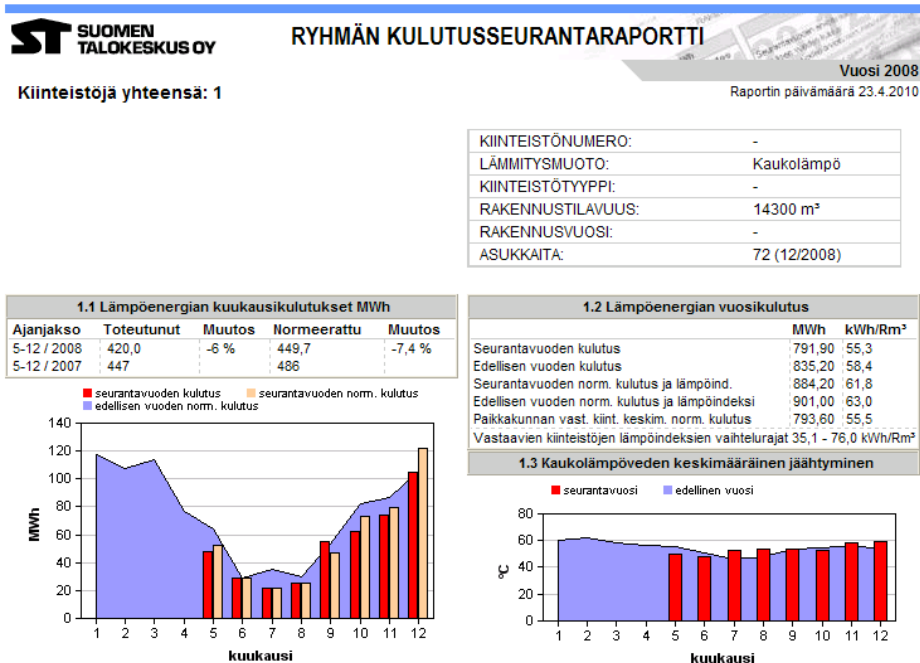
Kuva 11. Lämmityksen säätökäyrän pisteet eri lämmitysmuodoin säävyöhykkeellä yksi (1)

Liite 2: Kulutusseurantaraportti, esimerkkikohde 1

Kulutusseurantaraportti vuodelta 2007 lämmitysenergian tarkastelujakson osalta

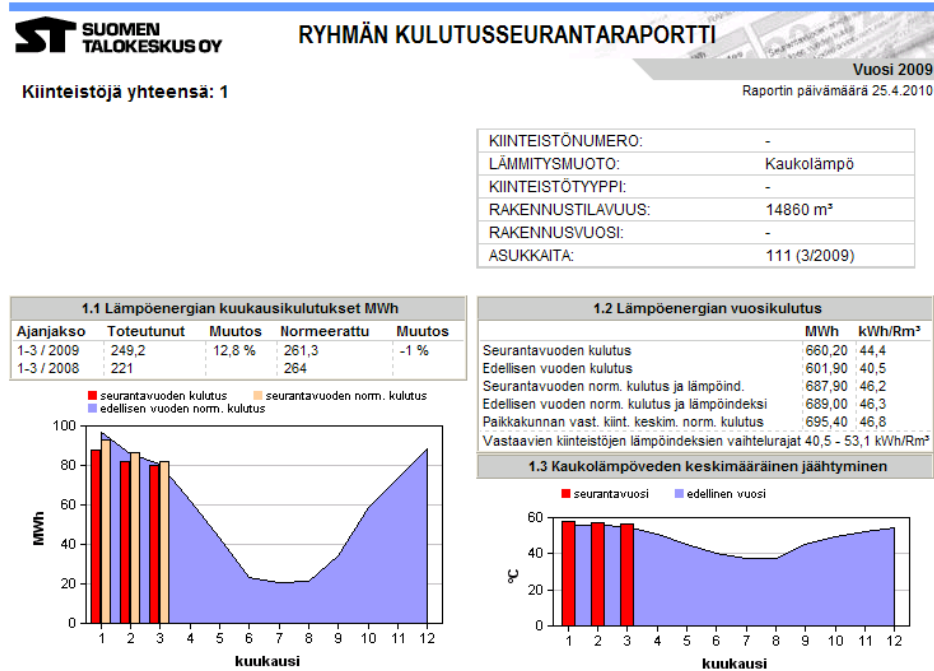


Kulutusseurantaraportti vuodelta 2008 lämmitysenergian tarkastelujakson osalta



Liite 13: Kulutusseurantaraportti, esimerkkikohde 2

Kulutusseurantaraportti vuodelta 2009 lämmitysenergian kulutus seurantajaksolta tammikuu–maaliskuu.



Kulutusseurantaraportti vuodelta 2010 lämmitysenergian kulutus seurantajaksolta tammikuu–maaliskuu.

