

**KAUPAN KYLMÄKALUSTEIDEN OVITTAMISEN
VAIKUTUS ENERGIANKULUTUKSEEN JA TUOTTEIDEN
LAATUUN**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikka

Visamäki, kevät 2014

Jasmine Niemelä

VISAMÄKI

Bio- ja elintarviketekniikka

Ympäristöbiotekniikka

Tekijä

Jasmine Niemelä

Vuosi 2014

Työn nimi

Kaupan kylmäkalusteiden ovittamisen vaikutus energiankulutukseen ja tuotteiden laatuun

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä selvitettiin eri tekijöiden vaikutusta kaupan kylmäkalusteiden energiankulutukseen ja tuotteiden laatuun. Tarkasteltavia muuttujia olivat muun muassa kylmäkalusteiden täyttöaste, asiakasmäärä ja ulkolämpötila. Työn toimeksiantajana oli Osuuskauppa Hämeenmaa.


Työssä vertailtiin kahta myymälää, joista toisessa kylmät olivat avonaisia, toisessa ovitettuja. Työn tarkastelujaksona oli tammi-maaliskuu 2014. Elintarvikkeiden laatua tarkasteltiin tekemällä eri tuoteryhmien lämpötilamittauksia kummastakin yksiköstä viikoittain. Myös molempien yksiköiden energiankulutusta seurattiin tarkastelujakson ajan. Energiankulutusta ja mitattuja lämpötiloja verrattiin eri tekijöihin, joiden tulosten pohjalta pohdittiin, kumpi ratkaisu on energiataloudellisempi ja parempi tuotteiden laadun kannalta.

Työ osoitti, että kylmien kansittaminen ja ovittaminen on energiatehokas ratkaisu, kuten oli myös oletuksena. Kansitetuissa/ovitetuissa kylmissä eri tekijöiden vaikutukset näkyvät selkeämmin energiankulutuksessa kuin avoimissa kylmäkalusteissa. Esimerkiksi ulkolämpötilalla oli suurempi vaikutus kylmäkalusteiden energiankulutukseen yksikössä, jonka kylmät olivat ovitettuja. Myytävien elintarvikkeiden lämpötilat olivat kuitenkin korkeammat ovitetuissa kuin avoimissa kalusteissa. Ovitettujen kalusteiden lämpötilaerot kalusteiden eri kohdissa olivat myös suurempia kuin avonaisissa kylmäkalusteissa.

Kylmien ovittaminen ja kansittaminen on etenkin energiankulutuksen suhteen hyvä ratkaisu, mutta käytännössä on tarve kiinnittää huomiota kalusteiden sisäisten lämpötilojen parempaan hallintaan. Lämpötilat olisi hyvä saada pysymään alempina ja tasaisimpina. Tällöin asiakkaalle voidaan tarjota turvallisia sekä ennen kaikkea laadukkaita elintarvikkeita.

Avainsanat Kaupan kylmäkalusteet, energiatehokkuus, elintarvikkeiden laatu

Sivut 68 s. + liitteet 22 s.



VISAMÄKI

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering
Environmental Biotechnology

Author

Jasmine Niemelä

Year 2014

Subject of Bachelor's thesis

Effects of a door installation in the refrigeration equipment on energy consumption and quality of food products

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to study how different factors influence energy consumption and product quality of the refrigeration equipment in a grocery. Variables examined were, for example, the filling rate of refrigeration equipment, the number of customers and outdoor temperature. The thesis was commissioned by Osuuskauppa Hämeenmaa.


Two groceries were compared. In one of the stores the refrigeration equipment was without doors and in the other it had doors. The period of inspection was January to March 2014. The quality of products was examined by weekly temperature measurements in both groceries. Energy consumption was also followed during the period of inspection. Energy consumption and the temperatures measured were compared to different factors. Based on the results it was considered which solution is more energy-saving and better in terms of the quality of products.

The study showed that the refrigeration equipment with doors is an energy-efficient solution. The effects of different factors are shown more clearly in the energy consumption of the equipment with doors than in the equipment without doors. For example, the outdoor temperature had a bigger influence at the grocery where the refrigeration equipment had doors. The temperatures of products were anyway higher in the equipment with doors. Temperatures varied a lot at various points in the refrigeration equipment that has doors.

The installation of doors in the refrigeration equipment is a good solution, especially in terms of energy consumption. However, in practice there is a need to pay attention to a better control of internal temperatures of equipment. It would be better if temperatures stay lower and more stable. In this way a grocery can offer safe and high-quality products.

Keywords grocery, refrigeration equipment, energy efficiency, quality of food products

Pages 68 p. + appendices 22 p.



SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT KAUPAN ALALLA	2
2.1	Kylmäkalusteiden aiheuttamat ympäristöhaitat	2
2.2	Muita kaupan ympäristönäkökohdat	4
3	ENERGIATEHOKKUUS JA SEN PARANTAMINEN	5
3.1	Energiankulutuksen aiheuttamat ympäristövaikutukset.....	5
3.2	Energiankulutus kaupoissa.....	7
3.3	Energiatehokkuussopimus kaupan alalla	8
3.4	Energiatehokkuuden parantaminen kaupoissa	9
3.4.1	Kylmäkalusteiden tuottaman lauhdelämmön hyödyntäminen	9
3.4.2	Kalusteiden täytön sekä huolto- ja hoitotoimenpiteiden merkitys	11
3.4.3	LED-valaistus	13
4	ELINTARVIKKEIDEN LÄMPÖTILAVAATIMUKSET JA LÄMPÖTILAMUUTOSTEN AIHEUTTAMAT LAATUMUUTOKSET	13
4.1	Elintarvikkeille asetetut lämpötilavaatimukset	13
4.3	Muut myytävien elintarvikkeiden laatumuutokset	17
4.4	Vähittäiskaupan omavalvonta	17
5	TARKASTELTAVAT YKSIKÖT JA TUOTERYHMÄT	18
5.1	Tarkasteltavat yksiköt	18
5.2	Tarkasteltavat tuoteryhmät	19
6	TYÖMENETELMÄT TARKASTELUJAKSOLLA	20
6.1	Energiankulutusdatan seuranta.....	20
6.2	Tuotteiden laadun seuranta.....	21
6.3	Elintarvikkeiden lämpötilojen mittaaminen	21
6.4	Lämpökuormitusten huomiointi.....	22
6.5	Aistinvarainen arviointi.....	23
6.6	Kylmäkalusteiden lämpötiladata vs. mitatut lämpötilat.....	23
6.7	Täyttöaste	23
7	LÄMPÖTILOJEN JA TUOTTEIDEN LAADUN SEURANNAN TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	24
7.1	S-Market.....	25
7.1.1	Lämpötilatarkastelu ja täyttöasteet tuoteryhmittäin	25
7.1.2	Mitatut lämpötilat vs. kalusteen lämpötilat	28
7.1.3	Lämpötilat kylmäkalusteiden eri kohdissa	29
7.2	Sale.....	30
7.2.1	Lämpötilatarkastelu ja täyttöasteet tuoteryhmittäin	30

7.2.2	Mitatut lämpötilat vs. kalusteen lämpötilat	32
7.2.3	Lämpötilat kylmäkalusteiden eri kohdissa	33
7.2.4	Käyttäjien vaikutus lämpötiloihin	36
7.2.5	Lämpötilojen muutokset päivän aikana	37
7.3	Aistinvarainen arviointi	44
8	ENERGIANKULUTUKSEN SEURANNAN TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	44
8.1	S-Market	45
8.1.1	Mitatut lämpötilat vs. energiankulutus	45
8.1.2	Ulkolämpötilan vaikutus energiankulutukseen	46
8.2	Sale	48
8.2.1	Mitatut lämpötilat vs. energiankulutus	48
8.2.2	Ulkolämpötilan vaikutus energiankulutukseen	49
8.2.3	Käyttäjien vaikutus energiankulutukseen	51
8.2.4	Lämpötilojen muutosten vaikutukset energiankulutukseen päivän aikana	53
9	VERTAILU	55
9.1	Tarkasteltavien tuoteryhmien lämpötilat tarkastelujakson ajan	55
9.2	Kalusteiden lämpötiladata	58
9.3	Yksiköiden energiankulutus	60
10	VIRHETARKASTELU	62
11	JOHTOPÄÄTÖKSET	63
11.1	Jatkotoimenpiteet	64
	LÄHTEET	66
Liite 1	Elintarvikkeiden laadun seurannan tietojenkeruulomakemalli	
Liite 2	S-Market: eri tuoteryhmien mitatut lämpötilat ja täyttöasteet	
Liite 3	S-Market: mitattujen lämpötilojen ja täyttöasteiden hajontakuviot	
Liite 4	S-Market: mitatut lämpötilat ja kalusteiden lämpötilat	
Liite 5	S-Market: Lämpötilat kylmäkalusteiden eri kohdissa	
Liite 6	Sale: eri tuoteryhmien mitatut lämpötilat ja täyttöasteet	
Liite 7	Sale: mitattujen lämpötilojen ja täyttöasteiden hajontakuviot	
Liite 8	Sale: mitatut lämpötilat ja kalusteiden lämpötilat	
Liite 9	Sale: lämpötilat kylmäkalusteiden eri kohdissa	
Liite 10	Sale: käyttäjävaikutuksen ja mitattujen lämpötilojen hajontakuviot	
Liite 11	Sale: Päivän aikana tapahtuneet lämpötilamuutokset eri tuoteryhmissä	
Liite 12	Yksiköiden lämpötilojen ja täyttöasteiden vertailutaulukot	
Liite 13	Yksiköiden kylmäkalusteiden lämpötiladatan vertailutaulukot	

1 JOHDANTO

Energiansäästö sekä energiatehokkuus ovat nykypäivänä avainasemassa. Energiankulutusta pyritään vähentämään eri aloilla, kuten myös kaupan alalla. Useat kaupan alan yritykset ovat solmineet elinkeinoelämän energiatehokkuussopimuksen, joka on tärkeimpiä keinoja edistää energiatehokkuutta Suomessa. Kyseisen sopimuksen avulla pyritään muun muassa ilmastonmuutoksen hillitsemiseen. Sitouduttuaan noudattamaan sopimusta, tulee yrityksen muun muassa pyrkiä energiatehokkaaseen toimintaan, asettaa tavoitteita energiansäästölle sekä seurata kyseisten tavoitteiden toteutumista.

Kaupan merkittävimpiä energiankuluttajia ovat kylmäkalusteet. Kylmäkalusteiden osuus kaupan kokonaisenergiankulutuksesta on keskimäärin 50 %. Koska kylmäkalusteet kuluttavat eniten energiaa, on näissä myös eniten säästöpotentiaalia. Energiatehokkuutta on ryhdytty parantamaan erilaisin menetelmin, kuten avonaisten kylmäkalusteiden ovittamisella sekä kansittamisella. Avonaisissa kylmäkalusteissa on näkymätön ilmaverho, joka muodostuu kalusteessa sijaitsevien imu- ja puhalluskanavien avulla. Ilmaverho erottaa kalusteessa olevan kylmän ja ympäristössä olevan lämpimän ilman toisistaan. Voidaan olettaa, että kylmäkalusteiden energiatehokkuus paranee huomattavasti ovituksien ja kansituksien myötä. Avonaiseen kylmäkalusteeseen kohdistuu jatkuvasti ympäristöstä aiheutuvaa lämpökuormaa, jolloin kylmätehon tarve kasvaa, samoin kuin energiankulutus. Ovitetuissa kylmäkalusteissa vastaavaa näkymätöntä ilmaverhoa ei ole, vaan ovet erottavat kylmän ja lämpimän ilman toisistaan. Tällöin ympäristöstä aiheutuva lämpökuormitus ei kohdistu jatkuvasti kylmäkalusteisiin, jolloin kylmätehon tarve pienenee ja energiankulutus laskee. Ovitettuihin kylmäkalusteissa lämpökuormaa kuitenkin kohdistuu silloin, kun ovia avataan.

Ovittamattomissa kylmäkalusteissa lämpökuorman voidaan olettaa olevan jopa voimakkaampaa kuin ovittamattomissa kalusteissa vastaavan ilmaverhon puuttumisen vuoksi. Erilaiset lämpökuormat voivat vaikuttaa myös kylmäkalusteissa myytävien elintarvikkeiden lämpötiloihin. Myytävien elintarvikkeiden laatu on riippuvainen oikeista säilytysolosuhteista ja -lämpötiloista. Tällöin on tärkeää, että kylmäkalusteiden lämpötilat pysyvät jatkuvasti oikealla tasolla riippumatta ulkoisista tekijöistä. Ongelmana on, miten löytää mahdollisimman energiatehokas ratkaisu, joka takaa myytävälle elintarvikkeille parhaan mahdollisen laadun.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin, miten kaupan kylmien ovittamisen/kansittaminen vaikuttaa kylmäkalusteiden energiankulutukseen sekä myytävien tuotteiden laatuun. Työssä vertailtiin kahta erilaista myymälää, S-Marketia ja Salea, jossa S-Marketissa kylmät olivat avonaisia ja Saleassa ovitettu/kansitettuja.

2 YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT KAUPAN ALALLA

Kaupan alalla on useita eri tekijöitä, jotka vaikuttavat ympäristöön eri tavoin. Yksi merkittävimmistä näkökohdista on energiankulutus, joka on kaupan alalla varsin suurta.

Myös kaupan kylmäkalustoon liittyy merkittäviä ympäristönäkökohtia, jotka liittyvät suurilta osin niissä käytettyihin kylmäaineisiin. (Levomäki 2013)

2.1 Kylmäkalusteiden aiheuttamat ympäristöhaitat

Kaupan kylmäkalustoon liittyvät merkittävimmät ympäristönäkökohdat liittyvät energiankulutuksen lisäksi niissä käytettyihin kylmäaineisiin. Erilaiset kauppoissa käytetyt kylmälaitteet ovat toimintaperiaatteiltaan hyvin samankaltaisia, mutta riippuvat erilaisista tekijöistä, kuten toimintalämpötiloista tai paineista. Tällöin vaaditaan erilaisia kylmäaineita eri sovelluksiin. Yhtenä tekijänä kylmäaineen valintaan ovat niiden ympäristövaikutukset. Kylmäaineista johtuvia merkittävimpiä ympäristöhaittoja ovat otsonikato ja kasvihuonekaasujen seurauksena tapahtuva voimistuva kasvihuoneilmiö. (Levomäki 2013) Taulukossa 1 on esitetty erilaisia kylmäaineryhmiä sekä niiden käyttömahdollisuuksia.

Taulukko 1. Kylmäaineryhmiä (Jokela n.d., mukailtu 2014)

Kylmäaineryhmät	Aineet (esimerkkejä)	Käyttö uusissa kylmälaitteissa	Käyttö kylmälaitteiden huollossa
CFC -aineet (täysin halogenoituneet kloorifluorihilivedyt)	R11, R12, R502	Ei sallittu	Ei sallittu
HCHC -aineet (osittain halogenoituneet kloorifluorihilivedyt)	R22	Ei sallittu	Ei sallittu
HFC -aineet (fluorihilivedyt)	R134a, R404A	Sallittu	Sallittu
HC -aineet (hiilivedyt)	propaani, butaani	Sallittu	Sallittu
Luonnolliset kylmäaineet	hiilidioksidi, ammoniakki	Sallittu	Sallittu

Otsonikerros suojelee maata haitalliselta UV- eli ultraviolettisäteilyltä. Yhdisteet, jotka tuhoavat otsonikerrosta, ovat usein hyvin pitkäikäisiä. Yhdisteet kulkeutuvat yläilmakehään, jossa ne yhdessä auringon säteilyn kanssa reagoivat irrottamalla yhdisteestä reaktiivisen atomin tai molekyylin, esimerkiksi klooriatomin, joka pystyy irrottamaan otsonimolekyylistä (O₃) vapaan hap-

piatomin. Otsonin hajoamista tapahtuu myös luonnollisesti auringon säteilyn vaikutuksesta, jolloin myös syntyy vapaita happiatomeita, eli happiradikaaleja. Kyseiset happiradikaalit voivat puolestaan irrottaa esimerkiksi haitalliseen klooriatomiin sitoutuneen happiatomin, jolloin klooriatomi vapautuu, ja se pääsee jälleen hajottamaan uusia otsonimolekyylejä. Otsonikadon seurauksena maahan pääsevän UV-säteilyn voimakkuus on suurta. Voimakkaasta UV-säteilystä aiheutuu terveydellistä haittaa ihmisille. (Levomäki 2013) Aikoinaan, 1930-luvulla löydettyjä ja kylmäaineina käytettyjä CFC-aineita eli kloori-fluorihilivetyjä jouduttiin korvaamaan turvallisimmilla yhdisteillä, sillä niiden todettiin aiheuttavan otsonikatoa. (Aittomäki 2010, 12) EU:ssa otsonikerrokselle haitallisten CFC-yhdisteiden käyttö lopetettiin vuonna 2000. Myös otsonille haitalliseksi todetun HCFC- yhdisteen eli vety-kloori-fluorihilivedyn käyttö päättyy vuonna 2014. Nykyään on pyritty kehittämään ja löytämään kylmäaineina käytettäviä yhdisteitä, jotka eivät sisällä yhtään klooria. Näitä ovat esimerkiksi F-kaasut, eli fluoratut kaasut, jotka puolestaan ovat kasvihuonekaasuja. (Aittomäki 2010, 14)

Kasvihuoneilmiö perustuu siihen, että auringon tuottama lyhytaaltainen säteily lämmittää maan pintaa. Pinnalta säteily lähtee pitkäaaltoisena takaisin avaruuteen. Ilmassa olevat kasvihuonekaasut päästävät auringon lyhytaaltoisen säteilyn lävitseen, mutta eivät päästä pitkäaaltoista säteilyä takaisin avaruuteen, jolloin säteilyn tuottama lämpö jää maan pinnalle. Kasvihuoneilmiö on välttämätön asia elämän kannalta, sillä muuten maan pinnan keskilämpötila olisi voimakkaasti pakkasen puolella. Lisääntyvien kasvihuonekaasujen vuoksi ilmiö kuitenkin voimistuu, ja ilmaston lämpiäminen on nopeampaa kuin sen luontaisesti pitäisi olla. Erityisesti F-kaasut, eli HFC, PFC sekä erityisesti SF₆ ovat yhdisteitä, joilla on suuri lämmityspotentiaali ja näin ollen ovat voimakkaita kasvihuonekaasuja. (Levomäki 2013) F-kaasujen osuus ilmakehän kasvihuonepäästöistä on erittäin pieni, mutta niiden vaikutus katsotaan merkittäväksi, sillä niillä hyvin voimakas tehokkuus auringon säteilyn absorptiossa. (Aittomäki 2010, 12) Valtioneuvoston asetus otsonikerrosta heikentäviä aineita ja eräitä fluorattuja kasvihuonekaasuja sisältävien laitteiden huollosta (452/2009) 12 §:ssä mainitaan, että kyseisiä F-kaasuja sisältävien kylmälaitteiden haltijan tai omistajan on huolehdittava, että laitteet tarkastetaan esimerkiksi vuotojen varalta tarvittavan usein. 12 §:n mukaan tarkastuksen suorittavalla henkilöllä on myös oltava Turvatekniikan keskuksen myöntämä todistus pätevyydestä suorittaa kyseistä tarkastusta.

On olemassa erilaisia kylmäaineiden haitallisuuskertoimia. ODP eli ”Ozon Depletion Potential” on lukuarvo, joka kuvaa kylmäaineen otsonikerroksen tuhoamiskykyä verrattuna suhteessa haitallisimpaan mahdolliseen kylmäaineeseen, eli R11:een, jonka ODP -arvo on 1. Asteikko on välillä 0-1. (Jokela n.d.) Vaatimuksena on, että uusissa kylmälaitoksissa käytettävien kylmäaineiden ODP -lukuarvon tulee olla 0. Yleisempi, lämmitysvaikutuksessa käytetty lukuarvo on GWP, joka on lyhenne termistä ”Global Warming Potential”. Tämä arvo ilmoittaa eri kasvihuonekaasujen lämmitysvaikutuksen suhteessa hiilidioksidiin, jonka GWP arvo on 1. Mikäli kylmäaineen lämmitysvaikutus on huomattavan korkea, GWP -arvon ollessa yli 2500, voidaan tämä luokitella

voimakkaaksi kasvihuonekaasuksi. On olemassa myös tunnusluku, TEWI ”Total Equivalent Warming Impact”, joka ilmoittaa kylmälaitoksen koko elinaikana tuottaman kasvihuonehaitallisuuden kg:na hiilidioksidia. TEWI -lukuarvot ilmoitetaan normaalisti 100 vuoden ajanjaksolle laskettuina lukuina. Asteikko alkaa 0:sta ja jatkuu ylöspäin. (Kianta 2008)

Ympäristöystävällisen kylmäaineen ominaisuuksiin kuuluu, että sen ilmaston lämmityspotentiaali ja otsonikerrosta tuhoava vaikutus on mahdollisimman pieni. Niin kutsutut luonnolliset kylmäaineet, kuten erilaiset hiilivedyt, ammoniakki ja hiilidioksidi ovat ympäristölle ystävällisiä aineita. (Ympäristöhallinto 2013) Ainoana haittapuolena on, että esimerkiksi ammoniakki on hyvin myrkyllinen ja herkästi palava aine. Myös ympäristöystävällinen propaani, butaani ja propeeni ovat palavia aineita. (Kianta 2008)

Taulukossa 2 on esitetty eri kylmäaineiden GWP- ja ODP -arvoja. Arvojen perusteella nähdään, mitkä aineet ovat haitallisia ilmaston lämpenemisen kannalta ja mitkä otsonikadon kannalta. Kuten taulukossa näkyy, ympäristöystävällisten HC -aineiden GWP- ja ODP -arvot ovat hyvin alhaiset.

Taulukko 2. Eri kylmäaineiden GWP- ja ODP -arvoja (Kianta 2008, Levomäki 2013, mukailtu 2014)

Ryhmä	Aine nro	GWP	ODP
HCF -aineet	R404A	3260	0
	R507A	3300	0
	R413A	1770	0
	R422A	2530	0
	R422D	2230	0
	R424A	2011	0
	R427A	1830	0
HC -aineet ja luonnolliset kylmäaineet	R290, propaani	3	0
	R1270, propeeni	3	0
	R717, ammoniakki	0	0
	R744, hiilidioksidi	1	0
CFC- ja HCFC -aineet	R11	3800	1
	R12	8100	1
	R22	1500	0,055
	R502	5494	0,044

2.2 Muita kaupan ympäristönäkökohdat

Muita kaupan aiheuttamia merkittäviä ympäristövaikutuksia ovat energiankulutuksen ja haitallisten kylmäaineiden lisäksi jätteiden kertyminen, materiaali-

en kulutus sekä kuljetuksista aiheutuvat päästöt. Veden kulutus voidaan laskea myös ympäristövaikutuksiin. (Päivittäistavarakauppa ry 2003)

Kaupassa syntyy aina jätteitä, mutta hyvällä hävikin hallinnalla jätteiden määrää voidaan vähentää. Jätteiden lajittelu ja kierrätys ovat myös ympäristön kannalta edullisia tekoja. Kuljetusten aiheuttamia päästöjä voidaan vähentää logistiikkaa tehostamalla. Asiakkaiden aiheuttamia ympäristövaikutuksia voidaan minimoida alusta asti sijoittamalla myymälä kuluttajien asiointireittien varrelle sekä tarjoamalla asiakkaille parempia palvelukokonaisuuksia. (Päivittäistavarakauppa ry 2003). Suurissa hypermarketeissa vedenkulutus on vuosittain noin 200–220 l/brm², marketeissa 300–320 l/brm² ja pienemmissä lähikaupoissa noin 200 l/brm². Lämpimän käyttöveden osuus käytetystä vesimäärästä on arvioilta 30–40 %. Veden kulutuksella suhteessa myymälän kokoon ei ole kovin suurta merkitystä, eikä veden kulutus ole loppujen lopuksi kaupan alalla huomattavan suurta. (Motiva 2012)

3 ENERGIATEHOKKUUS JA SEN PARANTAMINEN

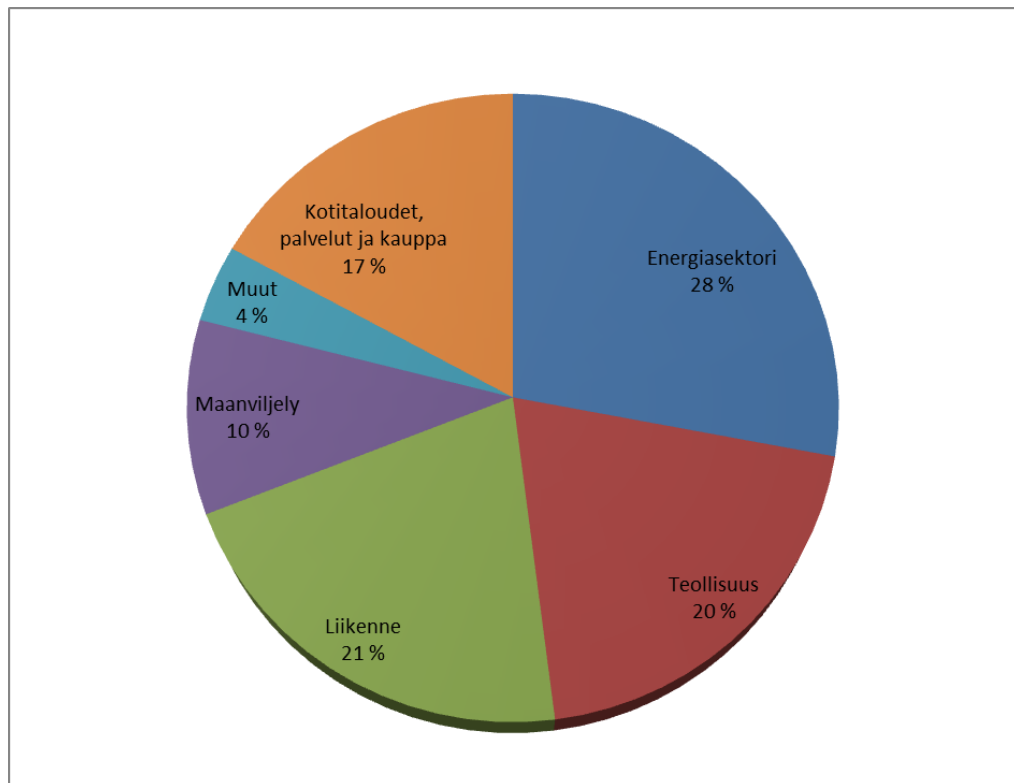
Kuten edellä mainittiin, energiankulutus on kaupan alalla merkittävimpiä ympäristönäkökohtia. Energiatehokkuutta pyritään parantamaan eri tavoin sekä kustannus- että ympäristösyistä.

Esimerkiksi elinkeinoelämää koskeva energiatehokkuussopimus velvoittaa kauppaa erilaisiin säästötoimenpiteisiin ja energiatehokkuuden tehostamiseen. (Kaupan liitto n.d.)

3.1 Energiankulutuksen aiheuttamat ympäristövaikutukset

Mitä enemmän energiaa kulutetaan, sitä enemmän sitä joudutaan myös tuottamaan. Energiankulutuksen merkittävimmät ympäristönäkökohdat kohdistuvatkin juuri energian tuotantoon. Teollisuusmaissa energian tuotannossa käytetään useita erilaisia fossiilisia polttoaineita, kuten öljyä, maakaasua tai kivihiiltä. Kun fossiilisia polttoaineita poltetaan, syntyy maaperää happamoittavia aineita, kuten typen oksideita sekä rikkidioksidia. Nämä happamoittavat vaikutukset ovat kuitenkin vain alueellisia. Suurempana ongelmana voidaan pitää poltossa vapautuvia hiilidioksidia ja metaania, joiden ympäristövaikutukset ovat maailmanlaajuisia, sillä kyseiset kaasut ovat voimistuvan kasvihuoneilmiön aiheuttajia, eli kasvihuonekaasuja. (STEK 2009)

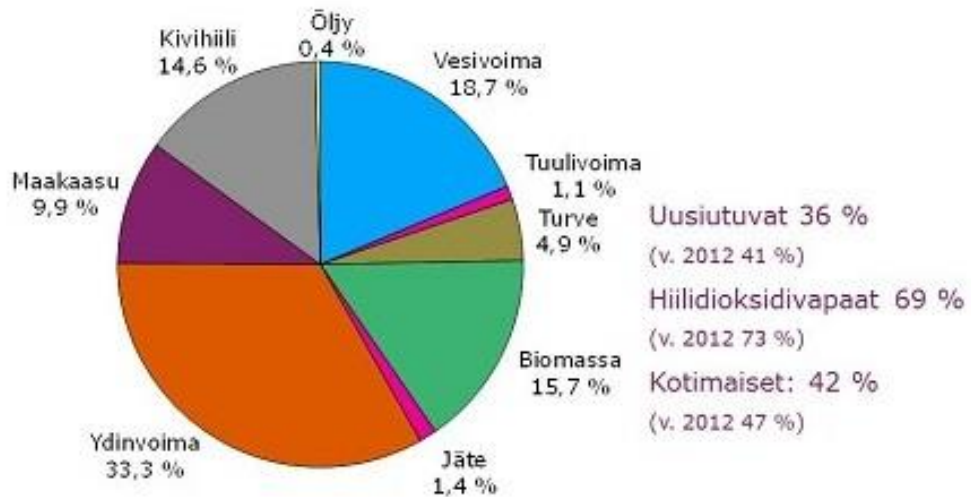
Kuviossa 1 on esitetty kasvihuonekaasujen jakautuminen eri toimialoilla vuonna 2008. Kuvioista nähdään, että energiasektorin kasvihuonepäästöjen osuus on suurempi kuin minkään muun kuviossa esitetyn toimialan päästöt.



Kuvio 1. Kasvihuonekaasujen jakautuminen toimialoittain (Energiateollisuus ry 2008, mukailtu 2014)

Kasvihuonekaasujen aiheuttamalla ilmastonmuutoksella on erilaisia vaikutuksia esimerkiksi maa- ja metsätalouteen sekä maapallon ekosysteemiin. Esimerkiksi lähes varmaa on, että viljelyssadot kasvavat kylmillä alueilla ja lämpimillä alueilla pienenevät, sekä hyönteistuhot lisääntyvät. Melko varmaa on myös, että rankkasateiden aiheuttamat vahingot lisääntyvät sekä metsäpalo-riski kasvaa. Todennäköisenä voidaan myös pitää, että merenpinnan nousun johdosta makeat vedet suolaantuvat ja trooppiset myrskyt muuttuvat voimakkaammiksi aiheuttaen merkittäviä ympäristövahinkoja. (Energiateollisuus ry 2008)

Kuviossa 2 on esitetty sähkön tuotanto energialähteittäin Suomessa vuonna 2013. Uusiutuvien, ympäristöystävällisten energialähteiden, kuten vesivoiman tai biomassan osuus on melko suuri, 36 %, mutta kasvihuonekaasupäästöjä ajatellen fossiilisten aineiden, kuten kivihiilen ja maakaasun osuus on edelleen melko suuri. Hiilidioksidivapaan ydinvoiman osuus on kaikista energialähteistä suurin, mutta ydinvoiman tuottamiseen liittyy omat ympäristöriskinsä, kuten radioaktiivisen ydinjätteen loppusijoittaminen.

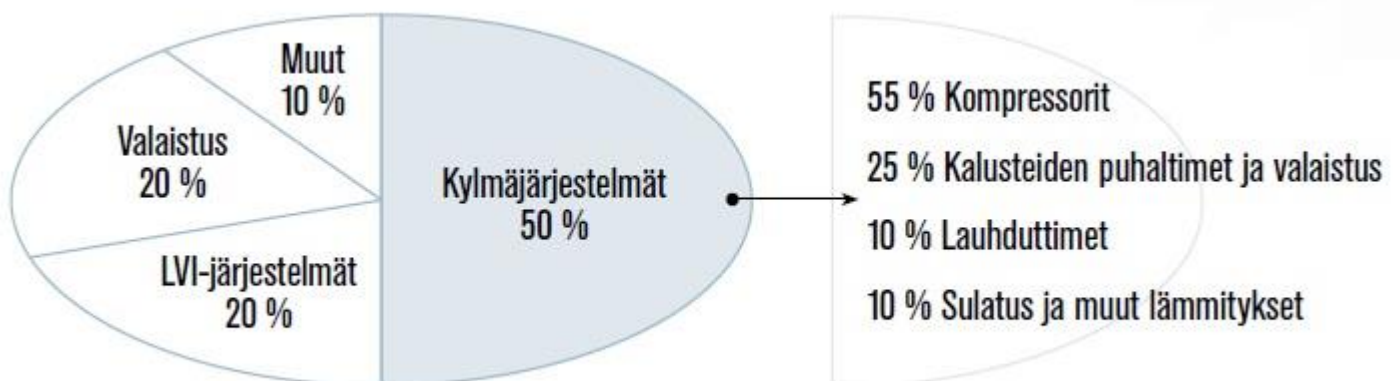


Kuvio 2. Sähkön tuotanto energialähteittäin vuonna 2013 (Energiateollisuus ry 2014)

3.2 Energiankulutus kaupoissa

Keskimääräinen sähkön ominaiskulutus on pienemmissä lähikaupoissa 600 kWh/brm² (brm² = bruttoneliometri), marketeissa 320–460 kWh/brm² ja suurissa hypermarketeissa 220 kWh/brm². Kulutus on suhteessa suurempaa, mitä pienemmästä yksiköstä on kyse. (Motiva 2012)

Kaupan energiankulutus kokonaisuudessaan koostuu suurimmilta osin kylmälaitteista. Muita suurempia kuluttajia ovat muun muassa ilmastointi ja valaistus. Tilojen lämmitys pyritään hoitamaan pääsääntöisesti kylmäkaluston tuottaman lauhdelämmön avulla. (Meriläinen 2012) Kuviossa 3 on esitetty tyypillisen sähkön kulutuksen jakautuminen päivittäistavarakaupassa.



Kuvio 3. Päivittäistavarakaupan tyypillinen sähkönkulutuksen jakautuminen (Motiva n.d.)

Kylmäkalusteiden ollessa kauppojen suurimpia energiankuluttajia, niiden ominaisuuksilla on paljon merkitystä energiankulutuksen suhteen. Esimerkiksi aikaisemmin lähes kaikissa kaupoissa kylmäkalusteet olivat avonaisia, mutta nykyään ovien ja kansiin asentaminen energiansäästösyistä on tullut ajan-kohtaiseksi. (Meriläinen 2012)

Pääsääntönä voidaankin pitää, että avonaiset kylmäkalusteet kuluttavat enemmän energiaa kuin ovelliset kalusteet. Voidaan olettaa, että avonaisiin kylmäkalusteisiin kohdistuu suurempia lämpökuormituksia, jolloin kylmälaitteet joutuvat tekemään enemmän töitä ja näin ollen kuluttamaan enemmän energiaa. Myös korkeat hyllykalusteet kuluttavat enemmän energiaa kuin alalaskalusteet. Kalusteiden ilmanjakoelimillä ja valaisimien paikoilla sekä puhallussuunnalla on myös vaikutusta energiankulutukseen. Energiaa kuluu myös silloin enemmän, kun kalusteisiin kohdistuu ulkopuolista lämpökuormitusta. Tällaista lämpökuormitusta tapahtuu esimerkiksi silloin, kun suurempia kuormia puretaan hyllyihin. Tällä on vaikutusta sekä avonaisissa että ovellisissa kalusteissa. Avonaisten kalusteiden energiankulutusta pyritään vähentämään yöaikaan yöverhoilla, jotka laskeutuvat kalusteiden eteen ja näin ollen pienentävät ulkoisen lämpökuorman aiheuttamaa vaikutusta. (Hyvönen 2010)

3.3 Energiatehokkuussopimus kaupan alalla

Useat kaupan alan yritykset ovat mukana energiaterhokkuustalkoissa ja solmineet elinkeinoelämän energiaterhokkuussopimuksen. Eri yritysten energiaterhokkuussopimuksen solmiminen ja sen noudattaminen on Suomessa tärkeimpiä keinoja edistää energiaterhokkuutta, josta on suurta hyötyä muun muassa ilmastonmuutoksen hillitsemisessä. (Kaupan liitto n.d.)

Kun yritys sitoutuu noudattamaan energiaterhokkuussopimusta, tulee yrityksen tunnistaa oma energiankulutuksensa ja erityisesti se, miten energiankäyttöä voisi tehostaa. Yrityksen tulee myös asettaa tavoitteita energiansäästölle ja seurata näiden tavoitteiden toteutumista. Yrityksen tulisi suunnittelussa ottaa myös huomioon energiaterhokkaat vaihtoehdot muun muassa erilaisissa hankinnoissa ja uudistuksissa. Energiankäytöstä sekä sopimuksen edellyttämistä toimenpiteistä ja toimista tulee raportoida vuosittain sopimustoiminnan seurantarjestelmälle. (Kaupan liitto n.d.)

Yrityksen on mahdollista hakea energiaterhokkuussopimukseen liittyessään energiaterhokkuusvaltiolta, kun yritys haluaa investoida energian käyttöä tehostaviin hankintoihin. Tuettavat hankkeet edistävät erityisesti energiansäästöä, energiaterhokkuuden ja -käytön tehostamista, parantavat uusiutuvien energiaterhokkuuden hyödyntämistä ja vähentävät energiaterhokkuuden ja -käytöstä johtuvia ympäristöhaittoja. (Energiaterhokkuussopimukset 2014)

Energiaterhokkuussopimuksessa edellytyksenä on yhdeksän prosentin energiaterhokkuus vuosina 2008–2016. Säästötavoite on laskettu päästökaupan ulko-

puolisesta keskimääräisestä energian loppukäytöstä vuosilta 2001–2005. (Kaupan liitto 2014)

S-ryhmä muiden kaupan alan yritysten ohella on sitoutunut noudattamaan tätä energiatehokkuussopimusta. Pääsääntöisesti esimerkiksi energia- ja jäteku-
stannukset useissa toimipaikoissa ovat nousseet huomattavasti vuosi vuodelta ja yksiköt kasvaneet. Samalla myös energian hinta on noussut. Ilman tavoitteellisia säästö- ja parannustoimenpiteitä kustannusten nousu olisi huomattavasti suurempaa. Sopimuksesta ja sen noudattamisesta on hyötyä sekä yritykselle, että ympäristölle. (Salo 2011, 32-33.)

Kaupoissa säästötoimenpiteitä voidaan toteuttaa eri tavoin. Kylmäkalusteiden ollessa kauppojen suurimpia energiakuluttajia, on lähdetty tutkimaan onko niissä potentiaalisia säästömahdollisuuksia. Esimerkiksi kylmäkalusteiden päivittäminen uusiin ja energiatehokkaisiin malleihin on pitkällä ajanjaksolla selvää säästöä. Kylmäkalusteiden oikeaoppinen täyttäminen sekä säännölliset hoito- ja huoltotoimenpiteet tekevät myös oman osansa kaupan energiansäästötalkoissa. (Salo 2011, 32-33.)

3.4 Energiatehokkuuden parantaminen kaupoissa

Energiankulutus on Suomessa yleisesti varsin suurta kansantalouden kokoon nähden. Etenkin teollisuudessa ja muissa suurissa yrityksissä energian loppukulutuksen osuus on varsin suuri suhteessa muihin energiakuluttajiin. Kuten aiemmin mainittiin, voidaan pääsääntönä pitää, mitä suurempi energiankulutus on, sitä enemmän energiaa pitää tuottaa, jolloin ilmastolle haitallisia päästöjä syntyy. Energiantuotannon aiheuttamia päästöjä voidaan yksinkertaisesti vähentää energiankulutusta vähentämällä sekä suosimalla energiatehokkaita ratkaisuja. (Ilmasto.org n.d.)

Esimerkiksi kylmäkalusteiden tuottaman lauhdelämmön hyödyntäminen on energiatehokas ratkaisu. Myös, kuten edellä mainittiin, energiatehokkaat kylmäkalusteet sekä oikeat hoito- ja huoltotoimenpiteet parantavat kaupan energiatehokkuutta.

3.4.1 Kylmäkalusteiden tuottaman lauhdelämmön hyödyntäminen

Elintarvikemyymälöissä vallitsee läpi vuoden suuri lämmitysenergian- sekä kylmäjärjestelmien kylmätehon tarve. Tällöin on kannattavaa, että kylmäkaluston tuottama lauhdelämpö hyödynnetään myymälän tilojen lämmityksessä. Lauhdelämmön hyödyntäminen on energiaa säästävää ja kustannustehokasta. (Suuronen 2012)

Suurimpia edellytyksiä, kun hyödynnetään kylmäkalusteiden tuottamaa lauhdelämpöä, ovat että myymälän lämmitys- ja kylmätehon tarpeet ovat tarpeeksi suuret samanaikaisesti. Pääsääntöisesti suuremmissa yksiköissä tämä pätee hyvin. Talvisin lämmityksen tarve on suuri, ja kesäisin kylmäkalusteet tuotta-

vat ympärilleen niin paljon kylmää, että lämmityksen tarve on edelleen olemassa. (Suuronen 2012)

Yleiseksi ongelmaksi muodostuu se, että kylmäkalusteiden kylmätehontarve vaihtelee runsaasti, esimerkiksi kuormien purkujen seurauksena. Puolestaan yöllä kylmätehontarve laskee huomattavasti, sillä ovittamattomiin kalusteisiin laskeutuu kylmäverho, sekä ovilla ja kansilla varustetuissa myymälöissä ovet ja kannet pysyvät kiinni. (Suuronen 2012)

Kylmälaitteistosta syntyvä lauhdutuslämpö koostuu alijäähdytyslämmöstä, tulistuslämmöstä sekä varsinaisesta lauhdelämmöstä, jota suurin osa lauhdelämmöstä on, noin 80–90 %. Alijäähdytyslämpöä on noin 0–5 % ja tulistuslämpöä 10–20 %. Osuudet vaihtelevat eri tekijöiden, kuten käytettävän kylmäaineen perusteella. Kylmälaitteistosta syntyvää lauhdutuslämpöä voidaan käyttää useaan eri kohteeseen. Yleisimmin sitä käytetään ilmanvaihtojärjestelmässä, jossa lauhdutuslämpö ohjataan kiertoilmaan, poistoilmaan tai suoraan tuloilmaan. Lauhdutuslämpöä hyödynnetään myös lattialämmityksessä sekä käyttöveden lämmityksessä. Hyödyllisimmät lauhdelämmön käyttökohdet ovat kuitenkin ilmastointi ja lattialämmitys, sillä varsinaisen lauhdelämmön lämpötila on usein alle 40 °C, eikä sen avulla esimerkiksi käyttöveden lämmittäminen kannata. Tulistuslämmön, jonka lämpötila voi olla jopa 70 °C, osuus on niin pieni että sen taloudellinen hyöty on melko olematon. (Hyvönen 2010)

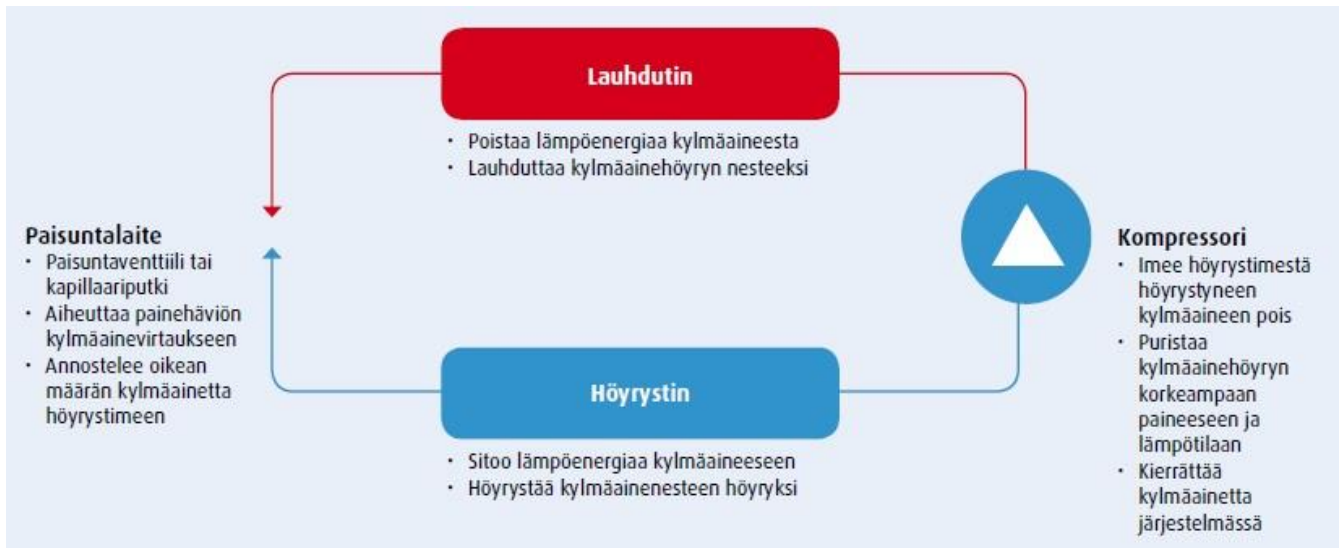
Suorassa lauhdutusjärjestelmässä kylmäaineen lauhdutus tapahtuu suoraan ilmalla joko ulkona tai lämmitettävässä tilassa. Suora lauhdutusjärjestelmä on hyödynnettävissä yleisesti pienemmän teholuokan myymälöissä. Suora lauhdutusjärjestelmä on kannattava myös silloin, kun kylmäjärjestelmän rakennuskustannukset halutaan minimoida. Suorasta lauhdutusjärjestelmästä saatavaa lauhdelämpöä hyödynnetään yleensä ainoastaan tilojen ilman lämmittämiseen. Etuja suoralle lauhdutusjärjestelmälle ovatkin sen yksinkertainen rakenne ja pienemmät kustannukset. (Suuronen 2012)

Kylmätehoiltaan suuremmissa marketeissa suositaan nykypäivänä välillistä lauhdutusjärjestelmää. Kylmäkaluston lauhdelämpö siirretään lauhduttimessa väliaineeseen, joissa toimii esimerkiksi glykoliliuos tai vesi-glykoliliuos. (Suuronen 2012)

Välillisen lauhdutusjärjestelmän etuja ovat esimerkiksi, että se mahdollistaa lämmön monipuolisemmat hyödyntämismahdollisuudet verrattuna suoraan lauhdutusjärjestelmään. Välillisessä lauhdutusjärjestelmässä säädettävyys on myös parempi, eikä sen kylmäkoneisto vaadi suurta kylmäainetäyttöä. Välillisestä lauhdutusjärjestelmästä saatavalla lauhdelämmöllä on mahdollista lämmittää myös käyttövetä lattialämmitysverkoston sekä tuloilman lisäksi. Pienemmissä yksiköissä välilliseen lauhdejärjestelmään investoiminen ei ole kannattavaa, sillä sen kustannukset voivat tulla helposti tarpeettoman suuriksi. (Suuronen 2012)

Välillisessä lauhdutusjärjestelmässä lauhdelämpö johdetaan lauhduttimena toimivalle lämmönsiirtimelle, jossa virtaa väliainetta. Väliaineen lämpö käytetään yleensä joko lauhdutusverkossa tai jäädytetään ulkoilmaa hyväksikäyttäen liuosjäähdyttimellä. (Suuronen 2012)

Kylmäprosessin periaate on esitetty lisäksi kuviossa 4. Yksinkertaisuudessaan prosessi koostuu neljästä päälaitteesta: höyrystimestä, kompressorista, lauhduttimesta sekä paisuntalaitteesta. Höyrystimen tehtävänä höyrystää kylmäaine ja sitoa siihen lämpöenergiaa. Höyrystynyt kylmäaine kulkeutuu höyrystimeltä kompressorin avulla pois. Kompressorin avulla höyrystynyt kylmäaine puristetaan korkeampaan paineeseen ja lämpötilaan, ja kierrätetään aineita kylmäjärjestelmässä. Lauhduttimen poistaa lämpöenergiaa prosessissa kiertävästä kylmäaineesta ja lauhduttaa kylmäainehöyryn nesteeksi. Tässä vaiheessa poistuva lämpöenergia voidaan hyödyntää kiinteistön lämmitykseen. Paisuntalaite, joka on yleensä paisuntaventtiili tai kapillaariputki, aiheuttaa painehäviön kylmäainevirtauksessa ja annostelee kylmäainetta oikean määrän höyrystimelle.



Kuvio 4. Kylmäprosessin toimintaperiaate (Jokela 2010)

3.4.2 Kalusteiden täytön sekä huolto- ja hoitotoimenpiteiden merkitys

Kaupan kylmäkalusteiden hyvällä huollolla ja asianmukaisella käsittelyllä on selkeitä vaikutuksia kylmäkalusteiden energiatehokkuuteen. Kuviossa 5 on esitetty tiivistettynä esimerkkejä kylmäkalusteiden energiatehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä.



Kuvio 5. Kylmäkalusteiden energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä

Kylmäkalusteiden hyvällä sijoittamisella myymälään voidaan osaltaan vaikuttaa energiankulutukseen sekä laitteiden toimivuuteen. Kylmäkalusteet tulisi sijoittaa suojaisaan ja vedottomaan paikkaan, jonka lähistöllä ei olisi merkittäviä lämmönlähteitä tai kohdevalaisimia. Tämän ansiosta kalusteisiin kohdistuvat ympäristöstä aiheutuvat ylimääräiset lämpö- ja kosteuskuormitukset olisivat mahdollisimman vähäisiä. Kuormitukset nostavat turhaan energiankulutusta ja voivat vaikuttaa myös myytävien elintarvikkeiden lämpötiloihin. Optimaalinen kalusteiden ympäristön lämpötila on alle 25 °C. (Motiva 2009) Erityisesti avonaisten kylmäkalusteiden läheisyydessä sijaitsevat ilmastointilaitteet ja muut kuormitusta aiheuttavat tekijät aiheuttavat häiriötä kalusteen kylmäilmankierrolle, jossa kalusteessa sijaitsevien imu- ja puhalluskanavien avulla muodostuu näkymätön ilmaverho kalusteen suuaukkoon, joka erottaa kalusteessa olevan kylmän ilman ja ympäristön lämpimän ilman toisistaan. Mikäli ilmaverhon toiminta sekoittuu, voi kalusteeseen päästä ympäröivästä ilmasta kosteutta, joka voi huurtua kalusteen kylmälle höyrystinpinnalle. Tämä voi kasvattaa energiankulutusta ja aiheuttaa kalusteessa häiriötä, jotka saattavat johtaa myytävien elintarvikkeiden lämpötilamuutoksiin ja laadun heikkenemiseen. (Meriläinen 2012)

Kylmälaitteiden toimivuuden ja energiatehokkuuden takaamiseksi tulee niiden kunnosta pitää huolta. Huolto- ja asennustoimenpiteitä ei saa tehdä itse. Ympäristönsuojelulaki edellyttää, että kylmälaitteita saa asentaa ja huoltaa ai-

noastaan Tukesin, eli Turvallisuus- ja kemikaaliviraston rekisterissä oleva kylmälaiteliike. (Kauppinen 2010, 23) Kylmäkalusteiden toiminta häiriintyy helposti, mikäli niiden valmistajien antamia ohjeita hoidosta ja ylläpidosta ei noudateta. Tähän kuuluu esimerkiksi kylmäkalusteiden puhtaanapito. (Motiva 2009)

Elintarvikkeiden täyttäminen kylmäkalusteiden hyllyihin on tehtävä huolellisesti ja merkittävät täyttörajoja noudattaen. Kalusteita ei muutoinkaan saa täyttää liian täyteen, sillä tämä aiheuttaa kalusteen ilmakierron heikkenemistä ja tuotteiden lämpenemistä, esimerkiksi elintarvikkeiden ja kalusteiden sisäkaton väliin on jätettävä riittävästi tilaa. Täytön ja hyvän ilmakierron takaamisen apuna voidaan hyödyntää esimerkiksi tilanjakajia. (Motiva 2009)

3.4.3 LED-valaistus

Kylmäkalusteiden valaistusmenetelmänä LED-valoputket ovat erinomaisia, sillä niiden käyttöikä pidentyy huoneenlämpöä kylmemmissä olosuhteissa. Myös niiden huoltoväli pitenee viileämissä olosuhteissa, joka tuo myös säästöjä. VTT:n ja Valtavalo Oy:n yhdessä tekemän tutkimuksen mukaan loisteputkea käytettäessä sen pintalämpötila on virran kytkennästä lähtien korkeampi kuin LED-valaisimen. Loisteputken ongelmana on, että se tuottaa hukkalämpöä, jolloin jäädytetyssä tilassa, kuten kylmäkalusteissa, hukkalämpö tulee kompensoida energiaa kuluttavalla jäädyttimellä. Valaistusominaisuuksiltaan LED-valaisimet vastaavat loisteputkia. (Korpi 2010, 34–35) LED-valaisimien käyttöikä on pitkä, noin 50 000 – 100 000 tuntia, riippuen olosuhdelämpötilasta. LED-valaistus on hyvin energiatehokasta, energiasäästöt voivat olla 10–60 % aiemmin käytetystä valaistusmenetelmästä riippuen. Kuten mainittiin, etenkin viileämissä olosuhteissa LED-valaistuksen hyvät ominaisuudet korostuvat verrattuna esimerkiksi loisteputkivalaisimiin. (Meriläinen 2012)

4 ELINTARVIKKEIDEN LÄMPÖTILAVAATIMUKSET JA LÄMPÖTILAMUUTOSTEN AIHEUTTAMAT LAATUMUUTOKSET

Kaupan kylmäkalusteiden tehtävänä on pitää myytävien elintarvikkeiden lämpötilat optimaalisella tasolla, jotta niiden laatu pysyy parhaana mahdollisena koko niiden myyntiajan. Ongelmana on, että miten löytää hyvä ja energiatehokas ratkaisu, joka takaa myös elintarvikkeille tasaiset myyntiolosuhteet ja hyvän laadun.

4.1 Elintarvikkeille asetetut lämpötilavaatimukset

Maa- ja metsätalousministeriön asetus ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta (1367/2011) 3. luku 7 § määrittelee Suomessa helposti pilaantuville elintarvikkeille lämpötilaa koskevat vaatimukset. Myös elintarvikelaki määrittelee elintarvikkeiden laatua ja turvallisuutta koskevia tekijöitä

ja vaatimuksia. Lain tarkoituksena on varmistaa elintarvikkeiden sekä niiden käsittelyn turvallisuus ja hyvä sekä terveydellinen laatu. Sen tarkoituksena on myös suojata kuluttajaa taloudellisilta tappioilta turvallisuustekijöiden lisäksi ja parantaa osaltaan elintarvikealan toimijoiden toimintaedellytyksiä.

Taulukossa 3 on esitetty tässä työssä tarkasteltavien tuoteryhmien lämpötilojen vastaanotto- ja säilytyslämpötilavaatimuksia.

Taulukko 3. Elintarvikkeiden säilytyslämpötilat (Evira 2013, mukailtu 2014)

Elintarvike	Säilytyslämpötila
Tuoreet kalastustuotteet, keitetyt äyriäiset ja nilviäiset, sulatetut jalostamattomat kalastustuotteet	Lähellä sulavan jään lämpötilaa 0... + 2 °C
Kylmäsavustetut ja tuoresuolatut kalastustuotteetm tyhjiö- ja suojakaasupakattut jalostetut kalastustuotteet	0... + 3 °C
Jauheliha ja jauhettu maksa	alle + 4 °C
Muut helposti pilaantuvat elintarvikkeet, kuten maito, kerma, kalapuolisäilykkeet	enintään + 6 °C
Helposti pilaantuvat pastöroidut maitopohjaiset tuotteet	enintään + 8 °C
Huoneistoasetuksen 11 § mukaan elintarvikkeen lyhytaikainen lämpötilapoikkeama voi olla korkeintaan 3 °C vaatimuksista. Jos poikkeama on tätä suurempi, tulee ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin.	

4.2 Lämpötilavaihteluiden aiheuttamat muutokset elintarvikkeiden laatuun

Lainsäädännössä on asetettu elintarvikkeiden lämpötiloille hyväksymisrajat. Nämä rajojen poikkeama saa olla korkeintaan 3 °C, jos tämä voidaan osoittaa lyhytaikaiseksi. (1367/2011 3. 11 §) Elintarvikkeiden laatuun voivat vaikuttaa useat eri seikat, mutta etenkin kylmäsäilytystä vaativilla tuotteilla oikealla säilytyslämpötilalla on suuri merkitys tuotteen laatuun.

Erityisesti kylmäketjulla on oleellinen rooli elintarvikkeiden laadun ja turvallisuuden kannalta. Kylmäketjulla tarkoitetaan elintarvikkeen varastointia ja kuljetusta raaka-aineiden alkutuotannosta aina kuluttajalle asti siten, että sen lämpötila pysyy sallittujen rajojen sisäpuolella. Kriittisimpiä vaiheita kylmäketjussa ovat tavaran vastaanottaminen kuormattavaksi, kuormaaminen, kuljetus sekä varastoon siirtäminen. Kylmäketjun katkeamattomuus on elintarvikkeiden laadun ja turvallisuuden kannalta äärimmäisen tärkeää. Kylmäketjun katkeamattomuutta valvotaankin ketjun eri vaiheissa erilaisten lämpötilamittausten avulla. (Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas 2007)

Kylmäketjun loppupäässä vastuu elintarvikkeiden lämpötilahallinnasta siirtyy vähittäiskaupalle. Tuotteita tulee säilyttää ja käsitellä niiden vaatimien lämpötilaohjeiden sekä säilytysaikojen mukaisesti. Tuotteet tulee myös suojata jäätymiseltä pakasteita lukuun ottamatta. Myös hyvä hygienia ja omavalvonnan suorittaminen ovat oleellinen osa elintarviketurvallisuudesta huolehtimista. Näin voidaan mahdollistaa se, että kuluttajalle päätyy vain laadukkaita ja turvallisia tuotteita. (Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas 2007)

Lämpötilavalvonta on tärkeää etenkin helposti pilaantuvien elintarvikkeiden osalta. Kuviossa 6 on esitetty pilaantumisherkkyiden mukaan ryhmiteltyjä elintarvikkeita. Kuten kuvasta näkee, helposti pilaantuvien elintarvikkeiden säilyminen on lämpötilasta riippuvaista.



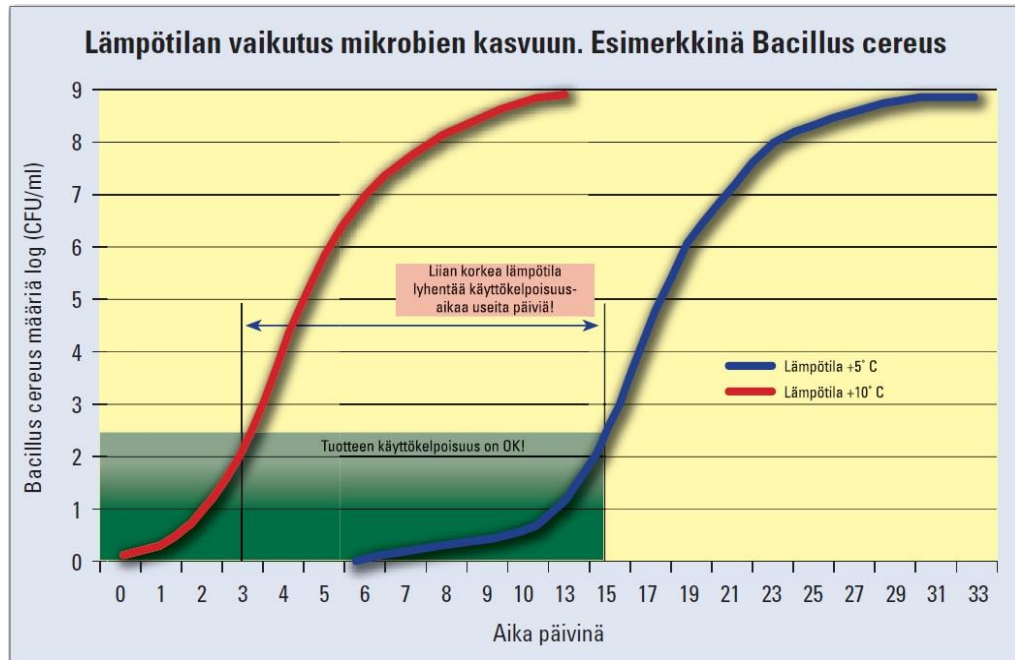
Kuvio 6. Elintarvikkeet jaoteltuna pilaantumisherkkyiden mukaan (Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas 2007)

Helposti pilaantuviin elintarvikkeisiin lukeutuu tuoreet eläinperäiset elintarvikkeet, kuten maito, kerma, kypsytämätön juusto, liha, elimet, veri, jauheliha, makkarat, tuore kala, mäti, äyriäiset ja muut kalastustuotteet. Myös ruoka-aineokset, pakasteet sekä jäätelö lukeutuvat helposti pilaantuviin elintarvikkeisiin. Pilaantuviin elintarvikkeisiin luetaan puolestaan muun muassa liha- ja

maitovalmisteet, jotka on käsitelty viileässä säilyviksi, sekä puolisäilykkeet. (Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas 2007)

Kuten aiemmin mainittiin, väärät säilytyslämpötilat voivat aiheuttaa elintarvikkeisiin merkittäviä laatumuutoksia ja näin ollen myös uhkaa elintarvikkeen turvallisuudelle. Väärät säilytyslämpötilat saavat aikaan elintarvikkeissa mikrobien kasvua, joka johtaa elintarvikkeen pilaantumiseen ja pahimmillaan aiheuttaa ruokamyrkytyksen. (Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas 2007)

Teollisissa tuoretuotteissa, kuten maitovalmisteissa ja tuoreessa lihassa laatu heikkenee hyvinkin nopeasti, mikäli säilytyslämpötila on väärä. Mikäli kyseisiä tuotteita säilytetään tunnin ajan 5 °C ohjelämpötilaa korkeammassa lämpötilassa, heikentää tämä mikrobiologista laatua niin merkittävästi, että myyntikelpoisuus voi vähentyä jopa 2-3 päivällä. Haitallisten mikrobien lisääntymistä voi olla vaikea havaita tuotteista ulkoisesti, joten mikäli kyseisiä tuotteita päätyy kuluttajalle, seuraukset voivat olla hyvin haitallisia. Kuviossa 7 on esitetty esimerkkinä *Bacillus cereus* -mikrobin kasvukäyrä lämpötilan noustessa. Kuvioista huomaa, miten liian korkea säilytyslämpötila vaikuttaa mikrobien lisääntymisnopeuteen ja näin ollen myös tuotteen säilyvyyden heikentymiseen. (Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas 2007)



Kuvio 7. Lämpötilan vaikutus *Bacillus cereus* -mikrobin kasvuun (Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas 2007)

Sääntönä voidaan pitää, että lämpötilan ollessa yli +6 °C, elintarvikkeiden säilyvyys heikkenee huomattavasti, sillä tämä on mikrobeille otollinen lisääntymislämpötila. (Evira 2013)

Elintarvikkeiden säilymisen kannalta kylmäkalusteiden lämpötilat tulee asettaa hieman vaadittavia säilytyslämpötiloja kylmemmiksi, jotta elintarvikkeiden kylmänä pysyminen ja laadun säilyminen olisi taattua. (Evira 2013)

4.3 Muut myytävien elintarvikkeiden laatumuutokset

Kostea ilma ja korkea suhteellinen kosteus ovat haitallisia elintarvikkeiden pakkausten sekä itse tuotteiden kannalta. Pakkaukset heikentyvät pinnalle kondensoituvan kosteuden seurauksena, ja voivat aiheuttaa muutoksia myös elintarvikkeen laatuun. (Lämpötilahallittavien elintarvikekulttuurien logistiikkaopas 2007)

Kylmäilman kierto on turvattu kalusteissa, eli tuotteiden ja hyllyn väliin on jätettävä riittävästi tilaa. (Motiva 2009) Heikentyneen ilmakierron vuoksi taa-
immaisat elintarvikkeet voivat jäätyä, jolloin ne ovat myyntikelvottomia.

4.4 Vähittäiskaupan omavalvonta

Vuodesta 1995 lähtien elintarvikealan toimijoille on säädetty pakollinen omavalvonnan suorittaminen. Elintarvikelain (23/2006) 3. luvun 20 § määrittelee, että elintarvikealan toimijan on laadittava kirjallinen suunnitelma omavalvonnasta, eli omavalvontasuunnitelma. Tätä omavalvontasuunnitelmaa tulee toteuttaa ja noudattaa säännöllisesti. Maa- ja metsätalousministeriön asetus ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta (1367/2011) 2. luvun 5 §:n mukaan omavalvontasuunnitelmaan tulee sisällyttää tarpeelliset talenteet omavalvonnan toteuttamisesta, kuten erilaiset mittaukset ja selvitykset esimerkiksi elintarvikkeista, niiden käsittelystä tai säilytyksestä. Omavalvontaan liittyvää kirjanpitoa on säilytettävä vuoden ajan elintarvikkeen käsittelystä tai siihen merkityn vähimmäissäilyvyysajan päättymisestä. Omavalvontasuunnitelman on oltava valvontaviranomaisten tarkistettavissa, ja se voi olla joko osittain tai kokonaan sähköisessä muodossa. 5 §:n mukaan elintarvikealan toimijan on myös perehdytettävä henkilökunta omavalvontaan. Omavalvonnalle tulee nimetä myös vastuuhenkilö ja varmistettava että hän saa riittävän koulutuksen tehtävänsä.

Käytännössä, elintarvikealan toimijan tulee vastata, että myynnissä olevat elintarvikkeet ovat turvallisia kuluttajille, eivätkä ole harhaanjohtavia. Omaan toimintaan kohdistettavalla tarkkailulla ja valvonnalla voidaan hallita elintarvikkeiden myyntiin, säilytykseen ja käsittelyyn liittyviä riskejä. Omavalvonta lisää elintarvikkeiden turvallisuutta, ja omavalvonnan toimiessa hyvin, vähentää valvontaviranomaisten tarvetta ja siitä aiheutuvia kustannuksia. Toimivan omavalvonnan avulla voidaan saada myös pienennettyä hävikkiä sekä lisättyä asiakkaiden luottamusta. (Evira 2012)

Kaupassa omavalvontaa suoritetaan pääosin erilaisin mittauksin ja arvioinein. Tärkeimmät kohteet ovat saapuvien elintarvikkeiden vastaanottotarkas-

tukset, joissa tuotteiden lämpötilat mitataan ja kirjataan ylös. Näin varmistetaan, että tuotteiden kylmäketju ei ole katkennut kuljetuksen tai kuorman purun aikana. Toinen tärkeä mittauskohde ovat säännölliset myynnissä olevien elintarvikkeiden lämpötilamittaukset ja -kirjaukset, joista saadaan selville, että tuotteiden säilytyslämpötila on oikea. (Evira 2012)

5 TARKASTELTAVAT YKSIKÖT JA TUOTERYHMÄT

Työssä tarkasteltiin kahden eri Osuuskauppa Hämeenmaan myymälän, Salen ja S-Marketin kylmäkalusteiden energiankulutuksia ja myytävien elintarvikkeiden lämpötiloja. Tuotteiden laadun tarkastelun eli pääosin lämpötilatarkastelun kohteena olivat ”pluskylmät” eli 0 °C:n yläpuolella olevat kylmäkalusteet. Energiankulutuksen seurannassa mukana olivat myös ”miinuskylmät” eli pakastekalusteet.

5.1 Tarkasteltavat yksiköt

S-Market on yksikkö, jonka kylmät ovat avonaisia. Avonaisia ovat kuitenkin vain pluskylmät; pakastepuolen kalusteet ovat nykyään lähes joka paikassa ovitettu ja kansitettu. Pluskylmistä myös kalastustuotteet ovat ovien takana. Kuvassa 1 on esitetty vastaavanlainen avoin kylmäkaluste kuin S-Marketissa olevat kylmäkalusteet.



Kuva 1. Avoin kylmäkaluste (Suomen myymäläkaluste Oy)

S-Marketissa myymäläpinta-alaa on 1108 m². Metrimääräisesti kylmäkalusteita on yli kaksi kertaa enemmän kuin vertailtavassa yksikössä, Salessa.

Salessa kaikki kylmäkalusteet ovat ovitettuja ja kansitettuja. Ainoastaan viileässä säilytettävien he-vi (hedelmä-vihannes) -tuotteiden kaluste on avonainen. Myymäläpinta-alaa Salessa on 652 m². Kuvassa 2 on esitetty vastaavanlainen ovitettu kylmäkaluste kuin Salessa.



Kuva 2. Ovitettu kylmäkaluste (Suomen myymäläkaluste Oy)

Kummankin yksikön kylmäkalusteet ovat samankaltaiset melko uudet Carrierin kylmäkalusteet. Kummassakin yksikössä hyödynnetään myös kylmäkalusteiden tuottama lauhdelämpö välillisellä lauhdutusjärjestelmällä.

5.2 Tarkasteltavat tuoteryhmät

Tuotteiden laadun osalta tarkastelun alaisina olivat vain pluskylmissä myytävät elintarvikkeet. Kylmäkalusteessa myytävät he-vi -tuotteet olivat tarkastelun ulkopuolella.

Tuoteryhmät kummassakin yksikössä ovat samoja, mutta tuotteiden jaottelu eri kalusteisiin eroaa yksiköissä hieman. S-Marketin ollessa huomattavasti suurempi myymälä kuin Sale, on S-Marketin tuotevalikoima myös suurempi kuin Salessa.

Taulukossa 4 on esitetty S-Marketin tarkastellut tuoteryhmät ja mitä tuotteita ne pitävät sisällään. Tuoteryhmät on jaoteltu kalusteittain, eli esimerkiksi yksi

kylmäkaluste sisältää liha -tuoteryhmän eri tuotteet, toisessa kalusteessa puolestaan on einestuotteita, kuten valmisruoat.

Taulukko 4. S-Marketin tuoteryhmät ja niiden sisältämät tuotteet

Tuoteryhmä	Tuotteet
Liha	Raa'at lihatuotteet, jauhelihat, sisäelimet
Eines 1	Ruokamakkarat
Eines 2	Valmisruoka
Leikkele	Leikkelemakkarat, pasteijat
Rasvat	Voi, margariini
Jogurtti/mehut	Mehut, mehukeitot, 1 l jogurtit, pikari -jogurtit, välipalatuotteet
Kermat	Kermat, kermaviilit, rahkat
Maito	Maito, piimä
Juusto	Juusto, konditoriatuotteet

Taulukossa 5 on esitetty vastaava taulukko Salen tuoteryhmistä. Samoin kuin S-Marketin tuoteryhmissä, myös Salessa tuoteryhmät on jaoteltu kalusteittain.

Taulukko 5. Salen tuoteryhmät ja niiden sisältämät tuotteet

Tuoteryhmä	Tuotteet
Liha	Raa'at lihatuotteet, jauhelihat, sisäelimet, kalastustuotteet
Eines	Valmisruoka, ruokamakkarat, leikkeleet
Maito	Maito, piimä, mehut, mehukeitot, 1 l jogurtit
Jogurtti/välipala	Pikari -jogurtit, välipalatuotteet
Juusto/rasvat	Juusto, konditoriatuotteet, voi, margariini

Salessa samoihin kylmäkalusteisiin on sisällytetty suhteessa enemmän eri tuotteita kuin S-Marketissa johtuen myymälän pienemmästä koosta ja pienemmästä tuotevalikoimasta. Pääsääntöisesti työssä kummankin yksikön eri tuoteryhmiä käsitellään taulukoissa 2 ja 3 mainittujen tuoteryhmien nimillä.

6 TYÖMENETELMÄT TARKASTELUJAKSOLLA

Työmenetelminä tässä työssä olivat kahden tarkasteltavan yksikön pluskylmien energiankulutusten seuranta sekä tuotteiden laadun seuranta, joka tapahtui pääosin lämpötilamittausten sekä aistinvaraisen arvioinnin avulla. Työssä tarkastelun alaisena oli myös itse kylmäkalusteiden lämpötiladata, jota käytettiin vertailussa apuna. Tarkastelujakso oli aikavälillä 7.1. – 23.3.2014.

6.1 Energiankulutusdatan seuranta

Kaikkien kylmälaitteiden, sekä plus- että miinuskylmien energiankulutusta mittaavien mittareiden dataa seurattiin tarkastelujakson aikana, ja siitä tehtiin lopussa yhteenvedot.

Energiankulutusdataa seurattiin Haahtela RES -järjestelmästä. Ovittamattomassa yksikössä, S-Marketissa, on erikseen oma mittarinsa plus- ja miinuskylmien energianmittaukseen. Ovitetussa yksikössä, Salessa, plus- ja miinuskylmien energiankulutuksen mittaus tapahtuu samalla mittarilla ja antaa tuloksena yhteiskulutuksen. Vertailun helpottamiseksi S-Marketin plus- ja miinuskylmien energiankulutusarvot laskettiin yhteen.

Energiankulutusdatan tärkeitä seurantakohtia ovat yleisen seurannan lisäksi erityisesti ajankohdat, jolloin kylmiin purettavien kuormien määrät poikkeavat tavanomaisesta sekä erityisesti ovitettujen kylmien yksikössä tavanomaisista suuremmat/pienemmät asiakasmäärät, sekä suurempien asiakaskäyntien ajankohdat.

Työssä tarkastellaan muun muassa sitä, miten eri tekijät vaikuttavat energiankulutukseen kummassakin yksikössä. Lopussa kummankin yksikön tuloksia verrataan toisiinsa.

6.2 Tuotteiden laadun seuranta

Pluskylmissä myytävien elintarvikkeiden laatua seurattiin myytävien elintarvikkeiden lämpötilamittausten avulla, sillä elintarvikkeiden lämpötilat sekä olosuhdelämpötilat ovat tärkein tekijä elintarvikkeiden laadun säilyttämisessä.

Kumpaankin tarkasteltavaan yksikköön asennetut kylmäkalusteet ovat laadukkaita ja lämpötiloiltaan sen verran stabiileja, että lämpötilavaihtelut ja sen kautta tuotteiden laadun muutokset ovat todennäköisesti niin pieniä, että esimerkiksi mikrobiologista tarkastelua elintarvikkeista ei kannattanut tehdä. Myytävien elintarvikkeiden elintarviketurvallisuutta valvotaan myymälöissä myös omavalvonnan avulla, joka sisältää tuotteiden lämpötilamittauksia muun muassa vastaanottotarkastuksien ja myynnissä olevien tuotteiden osalta, joten tässä työssä tehtävien tuotteiden laadun tarkastelujen osalta konkreettisemmat analyysit laadun osalta eivät olleet tarpeellisia.

Kuitenkin, jonkin asteisia lämpötilamuutoksia kylmäkalusteissa ja tuotteissa voi tapahtua eri tekijöiden seurauksena. Tarkoituksena oli selvittää ja vertailla, millaisia lämpötilamuutoksia ja eroja on ovittamattomien sekä ovitettujen yksiköiden välillä, sekä mistä nämä muutokset voivat johtua. Lämpötiloja vertailtiin myös vaatimusten mukaisesti elintarvikkeiden myyntilämpötiloihin.

6.3 Elintarvikkeiden lämpötilojen mittaaminen

Tuotteiden laadun seurannan tärkein osuus tässä työssä on säännöllinen lämpötilojen mittaus jokaisesta tarkasteltavista tuoteryhmistä koko tarkastelujakson ajan. Kylmissä säilytettävien elintarvikkeiden laatu on myymälässä pitkälti oikeista säilytyslämpötiloista riippuvainen. Liitteessä 1 on esitetty lämpötilojen, täyttöasteen ja aistinvaraisen arvioinnin tietojenkeruulomakemalli,

jota käytettiin viikoittaisissa mittauksissa edellä mainittujen tietojen keruussa kummassakin yksikössä.

Tuotteiden lämpötilamittaukset suoritettiin samoilla ohjeilla, kuten myymälöiden omassa omavalvonnassa tehtävät lämpötilamittaukset suoritetaan. Nämä ohjeet ovat selkeät, luotettavat ja sopivat tähän työhön. Tuotteiden lämpötilat mitattiin tarkoitukseen sopivalla IR-mittarilla. Lämpötilan mittaus tehtiin tuotteen pohjasta heijastevaikutuksen eliminoimiseksi noin 30 cm etäisyydeltä mitattuna. Lämpötila mitattiin tuotteista kylmäkalusteen eri kohdista, sivuilta sekä keskeltä, luotettavan tuloksen saamiseksi. Näistä tuloksista laskettiin keskiarvo jokaiselle tuoteryhmälle/kylmäkalusteelle. Työssä tarkasteltiin myös onko kalusteen eri kohdissa merkittäviä lämpötilaeroja, ja pohdittiin mistä muutokset johtuvat.

Mitatut lämpötilat ja päivämäärät kirjattiin ylös ja taulukoitiin. Lämpötilojen mittaukset suoritettiin kummastakin tarkasteltavasta yksiköstä jokaisesta tuoteryhmästä viikoittain tarkastelujakson ajan, joka alkoi viikolla 2 ja loppui viikolla 12. Lämpötilamittaukset suoritettiin arkipäivisin, iltapäivän ja illan välillä, jolloin voidaan olettaa lämpötilojen tasaantuneen esimerkiksi aamupäivällä tehtyjen kuormien purkujen aiheuttamien lämpötilamuutosten jälkeen. Lämpötilamittaukset suoritettiin aina samoina päivinä kummassakin yksikössä.

Tarkastelujakson aikana suoritettiin myös erillisiä, koko päivän kestäviä lämpötilamittauksia ovitettuun yksikköön, joissa eri tuoteryhmien lämpötilat mitataan useamman kerran kaupan aukioloajan aikana. Tuloksista tarkasteltiin miten lämpötilat muuttuvat päivän aikana, ja mitkä voivat olla syyt niille.

6.4 Lämpökuormitusten huomiointi

Kaupan kylmäkalusteisiin kohdistuu erilaisia lämpökuormituksia, jotka aiheuttavat muutoksia sekä elintarvikkeiden lämpötiloihin että kylmäkalusteiden energiankulutukseen. Näitä ovat esimerkiksi:

- Kuormien purku
- Kylmäkalusteen ympäristön lämpötilavaihtelut
- Asiakkaiden aiheuttama kuorma (ovitettu yksikkö)

Asiakkaiden aiheuttamaa lämpökuormaa tarkasteltiin ovitetussa yksikössä asiakaspainereporttien avulla, joista saatiin selville asiakasmäärät tuoteryhmittäin tunnin välein. Asiakasmääriä, eli käyttäjävaikutusta vertaillaan tuotteiden lämpötiloihin, sekä energiankulutusarvoihin.

Kuormien purkamiset vaikuttavat kylmien lämpötiloihin hetkellisesti, sillä pienikin lämpötilavaihtelu kuormittaa kylmälaitteita ja voi näin ollen aiheuttaa "piikkejä" energiankulutuksessa. Erityisesti ovitetussa yksikössä kuormien purkujen yhteydessä tapahtuva ovien availu ja auki pitäminen on välttämätön-

tä ja runsasta, jonka seurauksena voi aiheutua lisää lämpökuormaa kylmäkalusteille. Kylmiin purettavia kuormia tulee kumpaankin tarkasteltavaan yksikköön melko tasaisesti koko viikon ajan, sunnuntaita lukuun ottamatta. Ovitattomaan yksikköön, S-Markettiin kuormia tulee vähiten maanantaisin. Ovitettuun yksikköön, Saleen kuormia tulee vähiten tiistaisin ja lauantaisin. Kummassakin yksikössä kylmiin purettavat tuotteet ovat purettu pääsääntöisesti aamupäivällä kello 12 mennessä. Ovitetussa yksikössä otetaan tarkemman tarkastelun alaiseksi myös kuormien purkujen vaikutukset tuotteiden lämpötiloihin.

Myös ulkolämpötilaa seurataan tarkastelujakson aikana, ja verrataan energiankulutukseen. Tuloksista päätellään, kuinka suuri vaikutus ulkolämpötilalla on energiankulutukseen kummassakin yksikössä.

6.5 Aistinvarainen arviointi

Työssä suoritettiin myös kylmissä myytävien elintarvikkeiden aistinvaraista arviointia. Aistinvaraisella arvioinnilla seurattiin tuotteista ulkoisesti havaittavia ominaisuuksia, kuten tuotteiden ulkonäköä, kosteuden kondensoitumista tuotteiden pakkausmateriaalin pinnalle, tuotteiden jäätymistä tai muuta vastaavaa tuotteen pakkausmateriaaliin ja tuotteen laatuun vaikuttavaa seikkaa.

Aistinvaraista arviointia suoritettiin lämpötilamittausten yhteydessä jokaisesta tarkasteltavasta tuoteryhmästä sekä kummastakin tarkasteltavasta yksiköstä. Mikäli aistinvaraisesti havaittavia muutoksia myynnissä olevista tuotteista löytyi, kirjattiin ne ylös. Johtopäätöksissä pohditaan, mistä mahdolliset muutokset tuotteissa ovat voineet johtua.

6.6 Kylmäkalusteiden lämpötiladata vs. mitatut lämpötilat

Kylmäkalusteissa on omat lämpötilamittarit, joiden avulla kalusteiden lämpötilaa pyritään pitämään oikealla tasolla. On otettava huomioon, että kalusteiden mittarit mittaavat itse kalusteessa vallitsevaa lämpötilaa eivätkä tuotteiden lämpötilaa.

Mittareiden data tallentuu, jolloin kalusteiden lämpötiloja pääsee tarkastelemaan jälkikäteen. Lämpötilamittareiden dataa verrattiin myös mitattuihin lämpötiloihin, joista selviää onko itse kalusteen ja päällimmäisten tuotteiden lämpötiloilla merkittäviä eroja.

6.7 Täyttöaste

Työssä tarkasteltiin myös, vaikuttaako kylmäkalusteissa hyllyjen täyttöaste myytävien elintarvikkeiden lämpötiloihin.

Tuotteita hyllyttäessä tulee ottaa aina huomioon, että tiskiä ei saisi ikinä täyttää liian täyteen, eli kalusteisiin merkittyjä täyttörajoja tulisi noudattaa. Liian täynnä olevat hyllyt estävät kylmälaitteessa tapahtuvaa ilmakiertoa, joka voi johtaa tuotteiden lämpötilojen epätasaisuuteen ja muun muassa takimmaisten tuotteiden jäätymiseen sekä etummaisten tuotteiden lämpenemiseen. Erityisesti avonaisissa kylmäkalusteissa täyttörajojen yli täytetyt tuotteet eivät välttämättä ole kaluston tuottaman kylmän alueella, jolloin ne lämpenevät liikaa eivätkä näin ollen ole enää myyntikelpoisia.

Tässä työssä kylmätiskien täyttöaste arvioitiin asteikolla 0-6. Taulukossa 6 on esitetty asteikon eri arvojen määritykset. Optimaalisin kylmäkalusteen täyttöaste on seuraavan taulukon mukaan asteikolla 4-5.

Taulukko 6. Kylmäkalusteiden täyttöasteet ja niiden määritelmät

Täyttöaste	Määritelmä
0	Täysin tyhjä
1	Hyvin vajaa, vain muutamia tuotteita
2	Vajaa, mutta tuotteita hieman useampia
3	Muutamia tyhjiä kohtia
4	Melko täynnä, harvoja tyhjiä kohtia
5	Täytetty täyteen täyttörajojen puitteissa oikein, ei lainkaan tyhjiä kohtia
6	Hylly täytetty liian täyteen, ei tyhjiä kohtia

Täyttöaste kirjattiin ylös jokaisesta tarkasteltavasta tuoteryhmästä/kylmäkalusteesta keskiarvoisesti aina lämpötilamittausten yhteydessä. Myös täyttöasteelle ja tuotteiden lämpötilalle tehtiin oma vertailunsa kummastakin yksiköstä sekä tarkasteltiin, onko näillä yhteyttä toisiinsa.

7 LÄMPÖTILOJEN JA TUOTTEIDEN LAADUN SEURANNAN TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Myytavien elintarvikkeiden laatua seurattiin tarkastelujakson aikana erilaisten lämpötilamittausten avulla, sekä aistinvaraisella arvioinnilla. Myös hyllyjen täyttöasteita tarkasteltiin lämpötilamittausten yhteydessä.

Tuloksia tarkasteltiin muun muassa graafisesti sekä tilastollisten menetelmien avulla, riippuen tarkasteltavasta kohteesta, muuttujista tai otoskoosta. Myös kylmäkalusteiden omia lämpötiladata -raportteja hyödynnettiin, ja vertailtiin miten ne eroavat muun muassa elintarvikkeista mitatuista lämpötiloista.

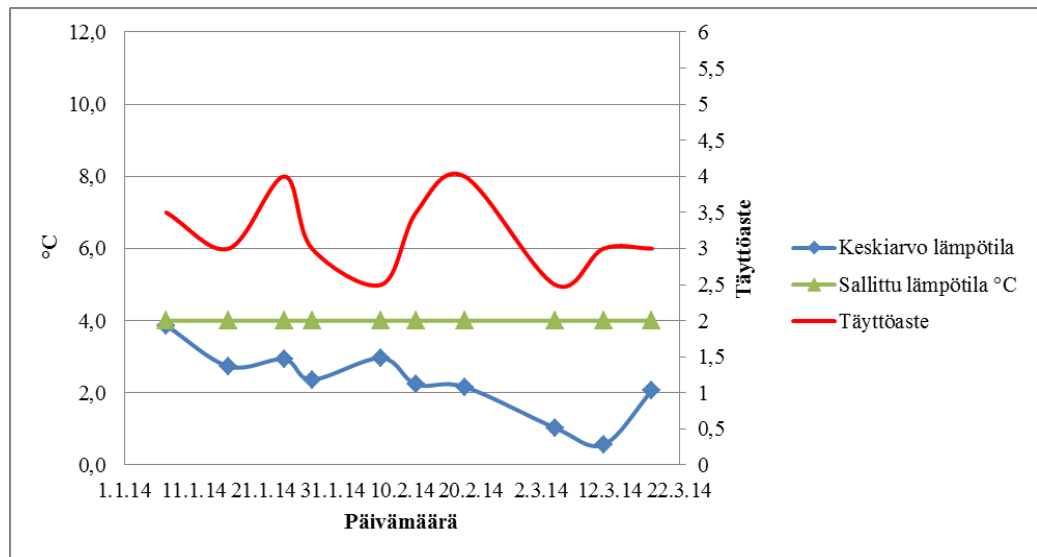
7.1 S-Market

S-Market on yksikkö, jossa pluskylmät ovat avonaisia. Yksikköön tehtiin tarkastelujakson ajan viikoittain lämpötilamittauksia sekä hyllyjen täyttöasteiden arviointeja. Mitattuja lämpötiloja ja täyttöasteita sekä mitattuja lämpötiloja ja kalusteiden lämpötiladataa verrattiin toisiinsa. Työssä tarkasteltiin myös sitä, millaisia lämpötilaeroja on kalusteen eri kohdissa.

7.1.1 Lämpötilatarkastelu ja täyttöasteet tuoteryhmittäin

S-Marketin lämpötiloja mitattiin tarkastelujakson ajan viikoittain ja niitä vertailtiin elintarvikkeiden sallittuihin lämpötiloihin sekä täyttöasteeseen. Mitatuista lämpötiloista sekä täyttöasteista muodostettiin myös hajontakuviot, ja tarkasteltiin niiden välistä lineaarista yhteyttä tilastollisin menetelmin. Kaikki taulukoidut tulokset ovat esitetty liitteessä 2 ”S-Market: eri tuoteryhmien mitatut lämpötilat ja täyttöasteet”, sekä liitteessä 3 ”S-Market: mitattujen lämpötilojen ja täyttöasteiden hajontakuviot”.

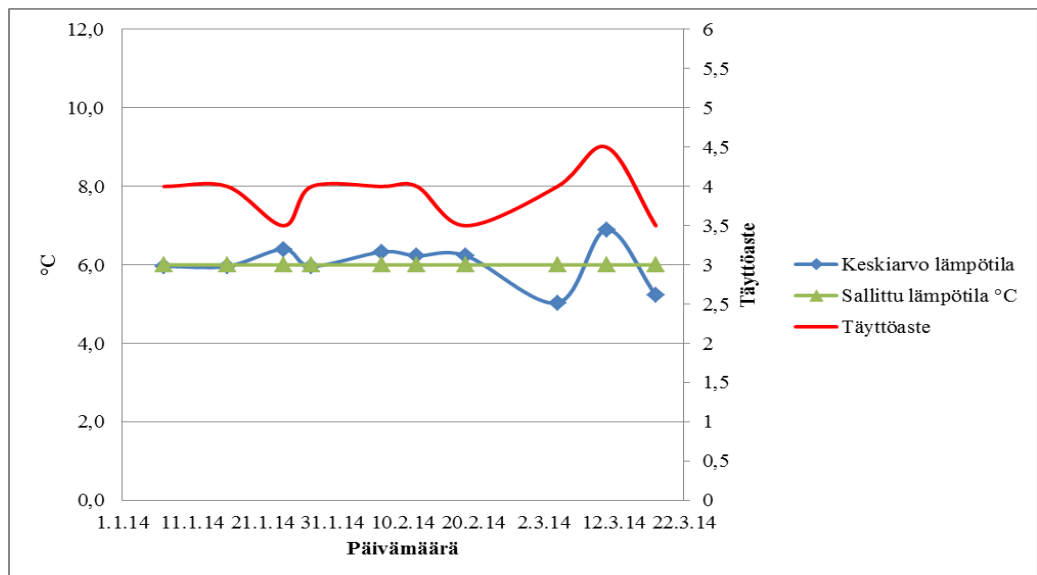
Kuviossa 8 on esitetty liha -tuoteryhmän mitatut ja sallitut lämpötilat sekä täyttöasteet. Sallittu lämpötilaraja on asetettu kylmintä säilytystä vaativien tuotteiden perusteella, jota kyseisessä tuoteryhmässä/kalusteessa myydään. Tässä tapauksessa sallittu lämpötilaraja on asetettu muun muassa jauhelihojen säilytyslämpötilan perusteella. Vielä kylmempää säilytystä vaativat erilaiset kalastustuotteet olivat omassa, ovitetussa kaapissa, joka oli tämän tarkastelun ulkopuolella.



Kuvio 8. S-Marketin liha -tuoteryhmän mitatut lämpötilat, täyttöasteet sekä sallittu lämpötilaraja

Liha -tuoteryhmässä mitatut lämpötilat olivat pysyneet hyvin sallitun rajan, 4 °C, alapuolella koko tarkastelujakson ajan.

Kuviossa 9 puolestaan on esitetty kerma -tuoteryhmän mitatut ja sallitut lämpötilat sekä täyttöasteet.



Kuvio 9. S-Marketin kerma -tuoteryhmän mitatut lämpötilat, täyttöasteet sekä sallittu lämpötilaraja

Mitatut lämpötilat olivat olleet kerma -tuoteryhmässä koko ajan sallitun rajan, 6 °C tuntumassa. Ylin mitattu lämpötila ylitti sallitun ainoastaan 0,9 °C:lla, joten ylitys ei ole huomattavaa.

Kaikkien S-Marketin tuoteryhmien lineaarista yhteyttä lämpötilojen ja täyttöasteiden välillä tutkittiin. Taulukossa 7 on esitetty S-Marketin eri tuoteryhmien selityskertoimet, korrelaatiokertoimet sekä selitysprosentit. Korrelaatioita verrattiin myös niiden kriittisiin arvoihin 5 %:n merkitsevyydellä kaksisuuntaisella testillä.

Taulukko 7. S-Marketin eri tuoteryhmien lämpötilojen ja täyttöasteiden lineaarisen yhteyden tarkastelun tulokset

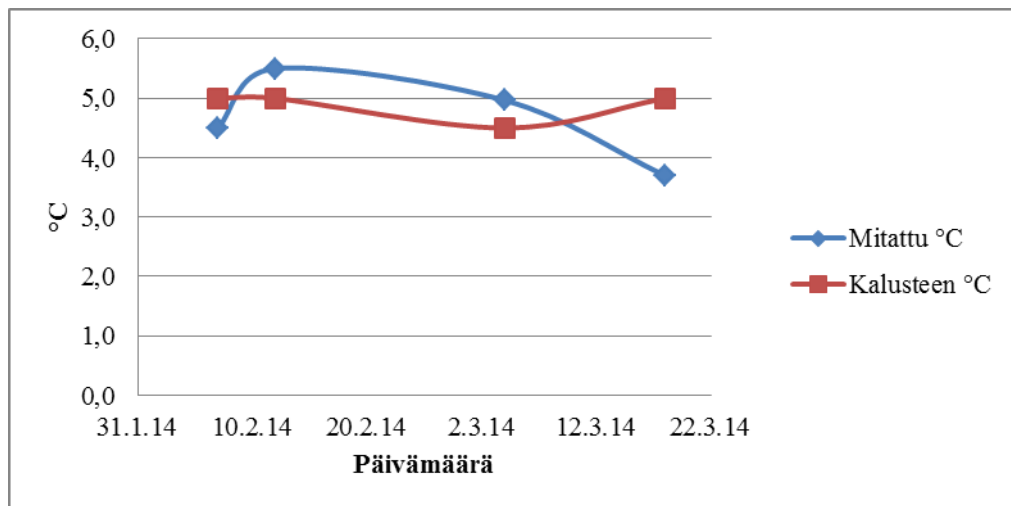
	Selityskerroin R^2	Korrelaatio r	Selitysprosentti %	Kriittinen arvo 5 %:n merkitsevyydellä	Korrelaatiokertoimen ja kriittisen arvon vertaus $r_{kr} (11; 0,05)$
Liha	0,115	0,339	11,5	0,602	0,339 < 0,602
Eines 1	0,0413	0,203	4,13	0,602	0,203 < 0,602
Eines 2	0,117	-0,343	11,74	0,602	0,343 < 0,602
Leikkele	0,0554	-0,235	5,54	0,602	0,235 < 0,602
Rasvat	0,0278	0,167	2,78	0,602	0,167 < 0,602
Jogurtti/mehut	0,0854	-0,292	8,54	0,602	0,292 < 0,602
Kermat	0,121	0,348	12,11	0,602	0,348 < 0,602
Maito	0,4046	-0,636	40,46	0,602	0,636 > 0,602
Juusto	0,258	-0,508	25,8	0,602	0,508 < 0,602

Selitysprosentti kertoo sen, kuinka monta prosenttia lämpötilan vaihtelusta voidaan selittää täyttöasteella. Korrelaatio puolestaan kuvaa lämpötilan ja täyttöasteen välistä lineaarista yhteyttä. Mitä lähempänä korrelaatio r on itseisarvoa 1, sitä voimakkaampaa kyseisten muuttujien välinen lineaarinen yhteys on. Mikäli luku on lähellä arvoa 1, lineaarinen yhteys on positiivista, kun taas lukua -1 lähestyttäessä lineaarinen yhteys on negatiivista. Esimerkiksi tässä tapauksessa, mikäli korrelaatio on negatiivista, tarkoittaa tämä sitä että mitä suurempi täyttöaste on, sitä matalampi on myös lämpötila. Mikäli korrelaatio on lähellä lukua 0, muuttujien välinen lineaarinen yhteys on heikkoa. Korrelaatiokertoimen arvon testaamiseksi tarkastellaan sen kriittistä arvoa 5 %:n merkitsevyydellä. Korrelaatiota verrataan sen kriittiseen arvoon. Mikäli korrelaatio on pienempi kuin sen kriittinen arvo, sen malli ei ole hyvä.

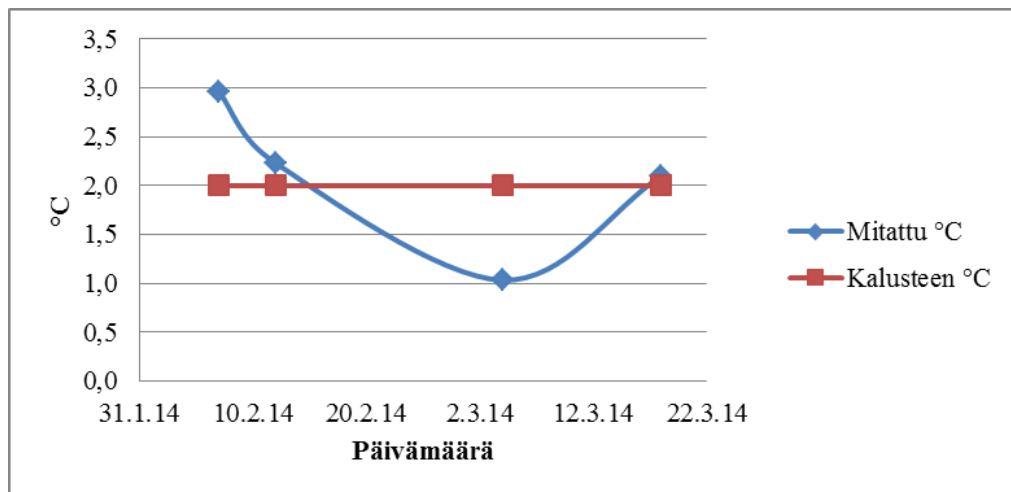
Taulukon 5 perusteella suurimmalla osassa tuoteryhmistä lineaarinen yhteys on negatiivista, eli mitä korkeampi täyttöaste on, sitä matalampi on myös lämpötila. Lineaarinen yhteys on suurimmalla osassa kuitenkin melko heikkoa, mutta sitä on kuitenkin olemassa. Merkittävin lineaarinen yhteys on maito- sekä juusto- tuoteryhmissä. Tulosten perusteella kaikissa tuoteryhmissä kriittinen arvo ylitti korrelaation, paitsi maito -tuoteryhmässä. Täten voidaan todeta, että täyttöasteiden ja lämpötilojen lineaarinen yhteys on melko heikkoa, joskaan ei kuitenkaan aivan merkityksetöntä.

7.1.2 Mitatut lämpötilat vs. kalusteen lämpötilat

Työssä tarkasteltiin, miten elintarvikkeiden mitatut lämpötilat erosivat kalusteiden lämpötiloista eri tuoteryhmissä. Kuviossa 10 on esitetty maito -tuoteryhmän ja kuviossa 11 liha -tuoteryhmän mitatut lämpötilat ja kalusteen lämpötilat. Vastaavat taulukot kaikista tuoteryhmistä ovat esitettyinä liitteessä 4.



Kuvio 10. S-Marketin maito -tuoteryhmän mitatut lämpötilat ja kalusteen lämpötilat



Kuvio 11. S-Marketin liha -tuoteryhmän mitatut lämpötilat ja kalusteen lämpötilat

Otoksen ollessa hyvin pieni ei kyseisistä arvoista lähdetty tekemään tilastollista tarkastelua. Taulukoiden tarkastelun perusteella yhtenevyyttä ja säännönmukaisuutta mitatuilla lämpötiloilla ja kalusteen lämpötiloilla ei ollut merkittävän paljoa. Mitatut ja kalusteen lämpötilat olivat kuitenkin samalla alueella kaikissa tuoteryhmissä, mutta lähes kaikissa tuoteryhmissä kalusteen lämpötila oli korkeampi kuin mitattu lämpötila. Kalusteen lämpötilat olivat pysyneet myös tasaisempina kuin elintarvikkeista mitatut lämpötilat.

7.1.3 Lämpötilat kylmäkalusteiden eri kohdissa

Tarkastelujakson aikana kahtena lämpötilojen mittauskertana mitattiin kaikkien tuoteryhmien kylmäkalusteiden lämpötilat yhdeksästä eri kohtaa. Kaikki taulukoidut tulokset ovat esitettyinä liitteessä 5.

Taulukossa 8 on esitetty esimerkkinä juusto -tuoteryhmän lämpötilat kalusteiden eri kohdissa kumpanakin mittauspäivänä.

Taulukko 8. S-Marketin juusto -tuoteryhmän lämpötilat kalusteen eri kohdissa

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	6,7	5,4	6,6	6,2
	keski	3,5	3,3	4,9	3,9
	ala	5,0	2,3	5,4	4,2
Keskiarvo		5,1	3,7	5,6	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	7,3	5,5	5,7	6,2
	keski	4,3	2,5	4,3	3,7
	ala	5,9	4,1	4,0	4,7
Keskiarvo		5,8	4,0	4,7	

Taulukossa 9 on myös esitetty samojen mittausten tulokset kerma -tuoteryhmästä.

Taulukko 9. S-Marketin kerma -tuoteryhmän lämpötilat kalusteen eri kohdissa

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	4,7	4,4	2,7	3,9
	keski	5,9	7,7	7,1	6,9
	ala	4,8	6,6	5,9	5,8
Keskiarvo		5,1	6,2	5,2	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	3,7	6,6	4,8	5,0
	keski	5,5	5,1	5,1	5,2
	ala	6,2	6,0	5,2	5,8
Keskiarvo		5,1	5,9	5,0	

Tulosten perusteella kalusteen lämpötila eri kohdissa vaihteli hieman, mutta erot eivät olleet suuria. Eri tuoteryhmissä/kalusteissa ei ilmennyt merkittävää säännönmukaisuutta muiden tuoteryhmien/kalusteiden välillä. Esimerkiksi juusto -tuoteryhmässä lämpötila oli kalusteen yläosassa korkein, puolestaan kerma -tuoteryhmässä lämpötila oli ylimmillään kalusteen keski- ja alaosassa.

7.2 Sale

Ovitettu yksikkö, Sale, oli tässä työssä tarkemman tarkastelun kohteena. Lämpötilatarkastelun lisäksi kyseisestä yksiköstä tarkasteltiin myös käyttäjävaikutusta, eli asiakkaiden tuomaa vaikutusta tuotteiden lämpötiloihin, sekä lämpötiloissa tapahtuvia muutoksia päivän aikana, ja niihin vaikuttavia tekijöitä.

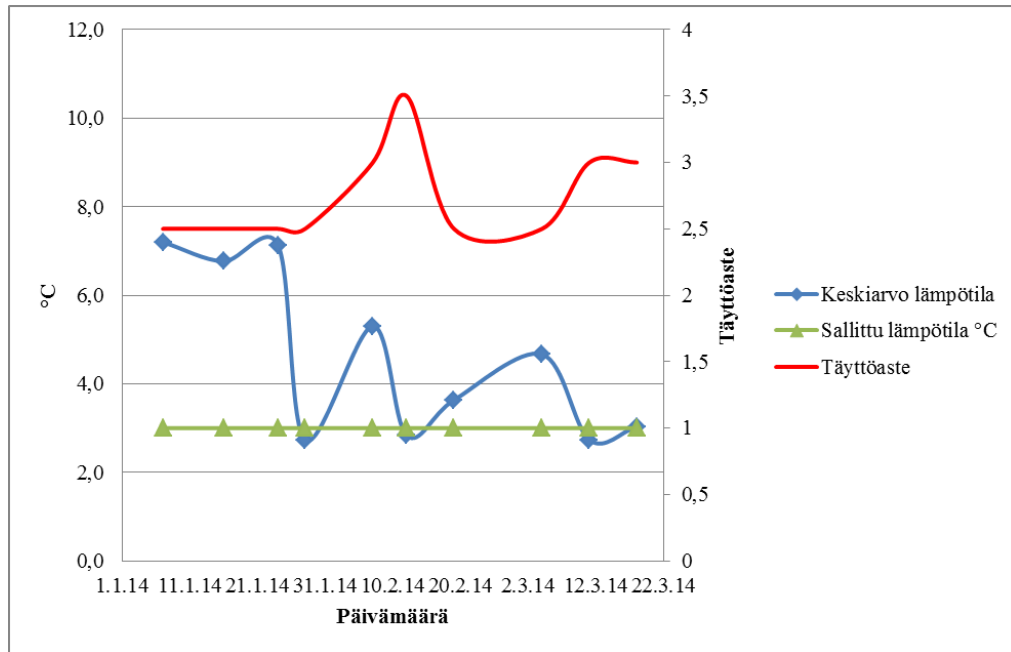
Käyttäjävaikutuksen tutkimisessa ongelmaksi muodostui maitotaloustuotteita sisältävien tuoteryhmien, eli maitojen, jogurttien, välipalatuotteiden, juustojen sekä rasvojen osalta se, että työssä asiakasmäärien selvittämisessä käytetyissä asiakaspainereporteissa eri maitotaloustuotteiden myyntiä ei ollut eritelty, vaan ne olivat yhteenlaskettuina samassa raportissa. Näitä raportin antamia arvoja käytettiin kuitenkin jokaisen maitotaloustuotteita sisältävän tuoteryhmän vertailutaulukossa. Ne eivät vain kerro täysin todenmukaista tietoa esimerkiksi juustojen/rasvojen myynnistä, sillä mukana ovat myös muut maitotaloustuotteet. Suuntaa antavaa tulosta ne kuitenkin näyttävät.

7.2.1 Lämpötilatarkastelu ja täyttöasteet tuoteryhmittäin

Salen lämpötiloja mitattiin tarkastelujakson ajan joka viikko. Lämpötiloja vertailtiin elintarvikkeiden sallittuihin lämpötiloihin, sekä täyttöasteeseen. Mitatuista lämpötiloista sekä täyttöasteista muodostettiin myös hajontakuviot, ja niiden välistä lineaarista yhteyttä tarkasteltiin. Kaikki taulukoidut tulokset lämpötiloista ja täyttöasteista on esitetty liitteessä 6 ”Sale: eri tuoteryhmien mitatut lämpötilat ja täyttöasteet” ja liitteessä 7 ”Sale: mitattujen lämpötilojen ja täyttöasteiden hajontakuviot”.

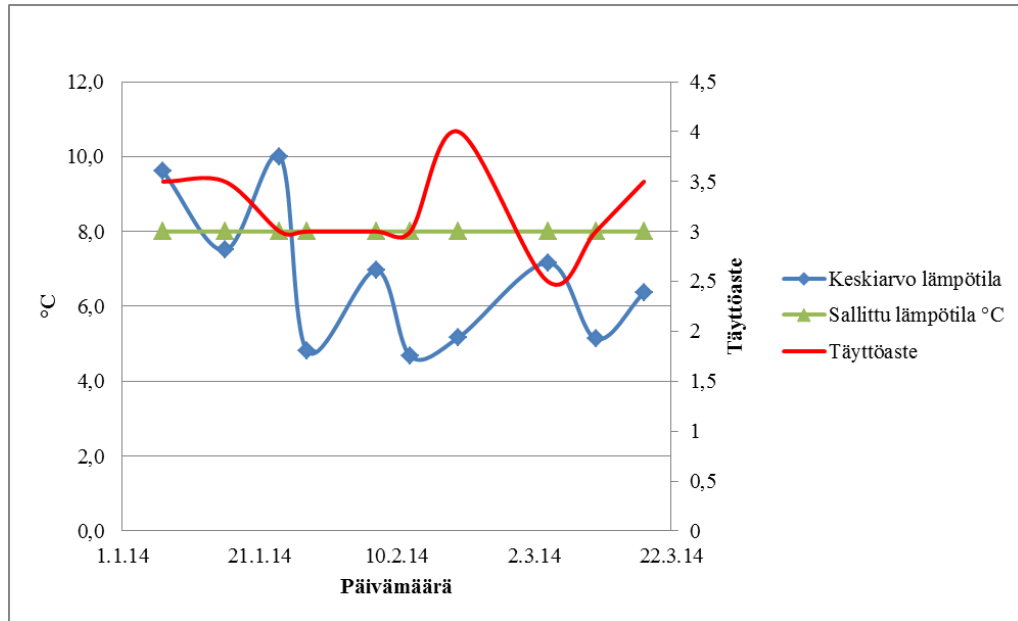
Tarkastelussa tulee ottaa huomioon, että Salen kylmien lämpötiloja korjattiin liian korkeiden lämpötilojen vuoksi tammikuun lopussa, joten tuloksissa olevat tammikuun alun lämpötilat ovat huomattavasti korkeammat kuin myöhemmin mitatut lämpötilat. Tämä on otettu huomioon lämpötilojen ja täyttöasteiden lineaarisen yhteyden tarkastelussa siten, että kolmen ensimmäisen lämpötilamittauksen ja täyttöasteiden arvioinnin tulokset on jätetty pois hajontakuvioista sekä korrelaation laskemisesta, sillä kyseiset lämpötila-arvot eivät edustaneet todellisia lämpötiloja.

Kuviossa 12 on esitetty liha -tuoteryhmän mitatut ja sallitut lämpötilat sekä täyttöasteet. Sallittu ylin lämpötila oli asetettu kalatuotteiden mukaan, joka on 3 °C. Lämpötilat olivat ajoittain hieman liian korkeita, mutta ne lähtivät kuitenkin laskemaan tammikuun alun jälkeen, ja olivat myös sallitun lämpötilarajan alapuolella. Sallitun rajan tilapäinen ylitys on 3 °C, joka ei kuitenkaan ylitä missään vaiheessa tammikuun jälkeen.



Kuvio 12. Salen liha -tuoteryhmän mitatut lämpötilat ja täyttöasteet sekä sallitut lämpötilat

Kuviossa 13 on esitetty samat tulokset jogurtti/välipala -tuoteryhmästä. Myös tässä tuoteryhmässä lämpötilat olivat tammikuun aikana liian korkeita, mutta lähtivät sen jälkeen laskemaan ja ovat pysytelleet sallitun ylärajan alapuolella.



Kuvio 13. Salen jogurtti + välipala -tuoteryhmän mitatut lämpötilat ja täyttöasteet sekä sallitut lämpötilat

Salen kylmien lämpötilojen ja täyttöasteiden yhteyttä tarkasteltiin tilastollisin menetelmin. Taulukossa 10 on esitetty Salen kaikkien tarkasteltujen tuoteryhmien selitysasteet, korrelaatiokertoimet sekä selitysprosentit. Saatua korre-

laatioita verrattiin myös kaksisuuntaisella testillä 5 %:n merkitsevyystasolla niiden kriittisiin arvoihin.

Taulukko 10. Salen eri tuoteryhmien lämpötilojen ja täyttöasteiden lineaarisen yhteyden tarkastelun tulokset

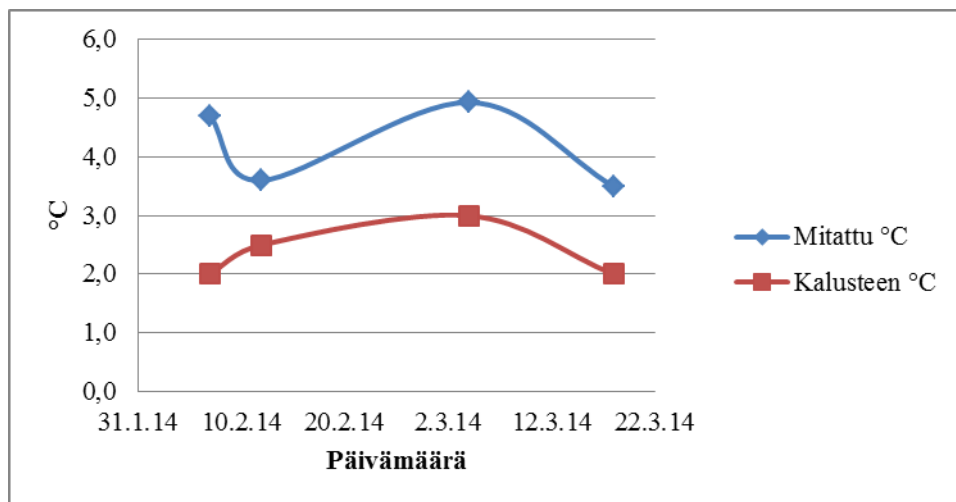
	Selityskerroin R^2	Korrelaatio r	Selitysprosentti %	Kriittinen arvo 5 %:n merkitsevyy- dellä	Korrelaatiokertoimen ja kriittisen arvon vertaus $r_{kr} (7; 0,05)$
Liha	0,053	- 0,229	5,3	0,754	0,229 < 0,754
Eines	0,004	- 0,063	0,4	0,754	0,063 < 0,754
Maito	0	- 0,008	0	0,754	0,008 < 0,754
Jogurtti/välipala	0,107	- 0,328	10,7	0,754	0,328 < 0,754
Juusto/rasva	0,067	0,258	6,7	0,754	0,258 < 0,754

Korrelaatiokertoimen r perusteella lähes jokaisessa tuoteryhmässä lineaarinen yhteys on negatiivista, eli mitä suurempi täyttöaste on, sitä matalammat ovat lämpötilat. Kuten aiemmin kappaleessa mainittiin, tammikuun alun liian korkeiden lämpötilojen vuoksi mittausten alun tulokset jätettiin kyseisestä tarkastelusta pois. Tämä pienensi otosta, jonka vuoksi pienetkin poikkeavuudet heikensivät korrelaatiota.

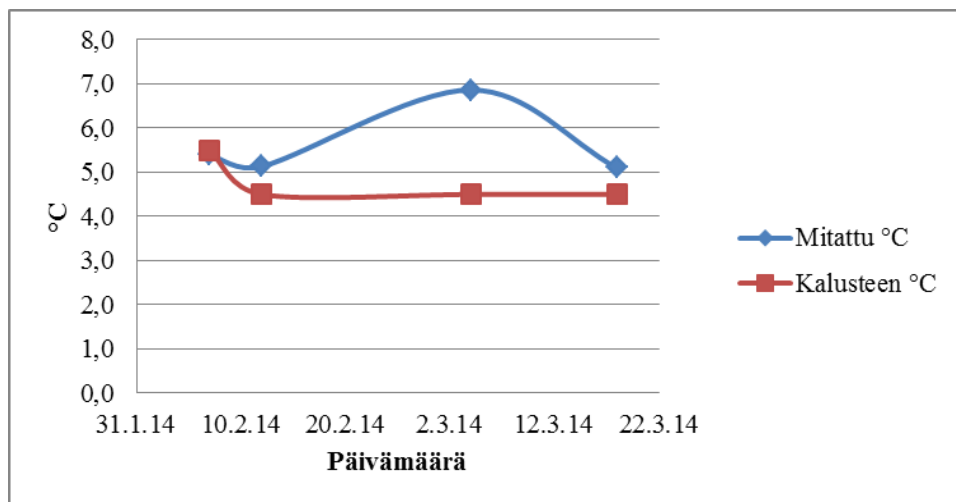
Tulosten perusteella lineaarinen yhteys täyttöasteilla ja lämpötiloilla oli hyvin heikkoa. Kun korrelaatiota verrattiin sen kriittiseen arvoon 5 %:n merkitsevyydellä kaksisuuntaisella testillä, jokaisessa tuoteryhmässä korrelaatio r oli huomattavasti pienempi kuin kriittinen arvo, joten mallit eivät ole hyviä. Voidaan todeta, että edellä mainittujen tulosten perusteella täyttöasteilla ja lämpötiloilla ei ollut merkittävää lineaarista yhteyttä.

7.2.2 Mitatut lämpötilat vs. kalusteen lämpötilat

Työssä tarkasteltiin, miten mitatut lämpötilat eroavat kalusteen lämpötiloista eri tuoteryhmissä. Kuviossa 14 on esitetty eines -tuoteryhmän ja kuviossa 15 juusto/rasva -tuoteryhmän mitatut lämpötilat ja kalusteen lämpötilat. Vastaa- vat taulukot kaikista tuoteryhmistä ovat esitettyinä liitteessä 8.



Kuvio 14. Salen eines -tuoteryhmän mitatut sekä kalusteen lämpötilat



Kuvio 15. Salen juusto + rasvat -tuoteryhmän mitatut sekä kalusteen lämpötilat

Otoksen ollessa melko pieni tilastollista tarkastelua kyseisistä tuloksista ei tehty. Taulukoiden perusteella merkittävää yhtenevyyttä mitatulla lämpötilalla ja kalusteen lämpötilalla ei ollut. Eines -tuoteryhmässä näkyy hienoista yhteyttä lämpötilojen muutosten suhteen, mutta muissa tuoteryhmissä vastaavaa ei juuri ole. Huomattavaa kuitenkin on, että jokaisessa tuoteryhmässä mitattu lämpötila oli korkeampi kuin kalusteen lämpötila. Kylmäkalusteiden lämpötila pysyi kuitenkin huomattavasti tasaisempana kuin mitatut lämpötilat jokaisessa tuoteryhmässä.

7.2.3 Lämpötilat kylmäkalusteiden eri kohdissa

Tarkastelujakson aikana kahtena mittauskertana mitattiin kaikkien tuoteryhmien kylmäkalusteiden lämpötilat yhdeksästä eri kohtaa. Kaikki taulukoidut tulokset ovat esitettyinä liitteessä 9.

Taulukossa 11 on esitetty esimerkkinä liha -tuoteryhmän kylmäkalusteen lämpötilavaihtelut kummaltakin mittauspäivältä.

Taulukko 11. Salen liha -tuoteryhmän kylmäkalusteen lämpötilat eri kohdissa

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	7,4	2,0	2,5	4,0
	keski	3,9	1,9	2,4	2,7
	ala	4,0	3,0	3,7	3,6
Keskiarvo		5,1	2,3	2,9	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	4,9	3,4	2,8	3,7
	keski	3,5	2,4	3,2	3,0
	ala	3,8	2,5	2,9	3,1
Keskiarvo		4,1	2,8	3,0	

Lämpötilavaihtelut kalusteen eri kohdissa olivat paikoin melko suuria. Näiden mittauskertojen perusteella voidaan todeta, että kalusteen lämpötila oli keskeillä kaikista kylmin. Vasemman reunan lämpötila puolestaan oli korkein. Lämpötila oli myös kalusteen yläosassa korkeampi kuin muualla kalusteessa.

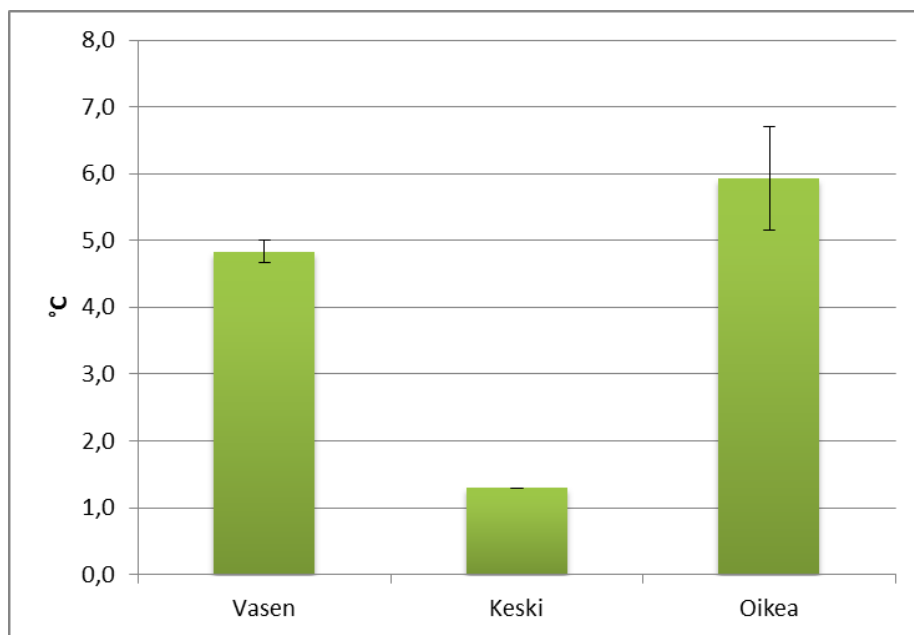
Taulukossa 12 on esitetty lisäksi juusto + rasvat -tuoteryhmän kylmäkalusteen lämpötilavaihtelut.

Taulukko 12. Salen juusto + rasvat -tuoteryhmän kylmäkalusteen lämpötilat eri kohdissa

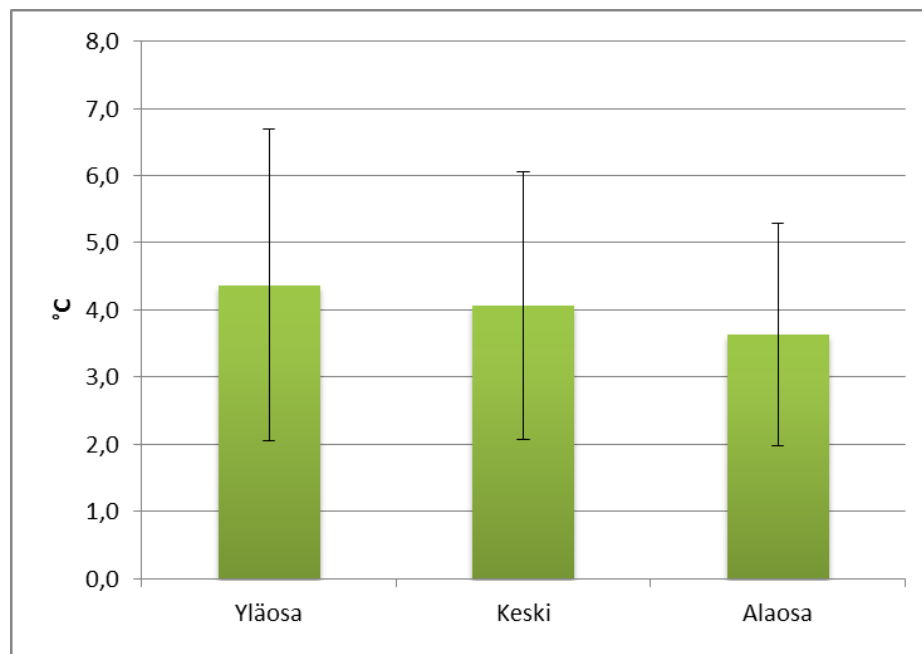
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	4,9	1,3	6,9	4,4
	keski	5,0	1,3	5,9	4,1
	ala	4,6	1,3	5,0	3,6
Keskiarvo		4,8	1,3	5,9	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	8,7	2,5	7,5	6,2
	keski	6,8	1,5	7,1	5,1
	ala	5,5	0,6	6,0	4,0
Keskiarvo		7,0	1,5	6,9	

Myös juusto -tuoteryhmässä lämpötilavaihtelut olivat melko suuria. Kalusteen keskiosa oli kylmin. Reunojen lämpötilat olivat melko lähellä toisiaan. Kalusteen yläosan lämpötila oli myös korkeampi kuin muualla kalusteessa.

Esimerkkinä kuvioissa 16 ja 17 on esitetty Salen juusto + rasvat -tuoteryhmän kylmäkalusteen lämpötilat vasemmalla, keskellä ja oikealla, sekä ylhäällä, alhaalla ja keskellä keskihajontoineen.



Kuvio 16. Salen juusto + rasvat -tuoteryhmän kylmäkalusteen lämpötilat kalusteen vasemmassa reunassa, keskellä sekä oikeassa reunassa.



Kuvio 17. Salen juusto + rasvat -tuoteryhmän kylmäkalusteiden lämpötilat kalusteen yläosassa, keskiosassa sekä alaosassa.

Edellä olevat kuviot kuvaavat hyvin Salen lähes kaikkien tuoteryhmien kylmäkalusteiden lämpötilojen jakautumista. Voidaan siis todeta, että eri tuoteryhmien ja kalusteiden välillä esiintyy selkeää säännönmukaisuutta. Esimerkiksi jokaisessa tuoteryhmässä lämpötila oli korkein kalusteen yläosassa, sekä pääsääntöisesti viileintä kalusteen keskiosissa sekä alhaalla. Kuvioiden perusteella suurempi lämpötilojen keskijakonta on kalusteen lämpötiloja mitattaessa vaakasuunnassa kuin pystysuunnassa, eli lämpötilavaihtelut ovat voimakkaammat kalusteen reunoilla ja kuin ylä-/alaosassa.

Lämpötilavaihtelut voivat johtua monesta eri seikasta. Esimerkiksi hyllyjen täyttöasteella eri kohdissa voi olla vaikutusta lämpötilavaihteluihin. Lämmin ilma myös kohoaa ylös, joka selittää kohonneen lämpötilan kalusteen yläosassa.

7.2.4 Käyttäjien vaikutus lämpötiloihin

Käyttäväikutusta eli asiakasmäärää vertailtiin tarkastelujakson aikana mitattuihin lämpötiloihin. Asiakasmäärä saatiin selville asiakaspainereporteista, joissa asiakasmäärät on esitetty tunnin välein tuoteryhmittäin. Asiakasmäärä on lämpötilan mittaussijainkohtaa kahdelta edeltävältä tunnilta kertymä. Asiakasmääristä sekä mitatuista lämpötiloista muodostettiin hajontakuviot, jotka on esitetty liitteessä 10. Jokaisen tuoteryhmän lämpötilojen sekä asiakasmäärien lineaarista yhteyttä tutkittiin. Tulokset on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Salen käyttäjävaikutuksen ja elintarvikkeiden lämpötilojen lineaarisen yhteyden tarkastelun tulokset

	Selityskerroin R^2	Korrelaatio r	Selitysprosentti %	Kriittinen arvo 5 %:n merkitsevyydellä	Korrelaatiokertoimen ja kriittisen arvon vertaus $r_{kr}(9; 0,05)$
Liha	0,223	-0,473	22,3	0,707	0,473 < 0,707
Eines	0,504	-0,71	50,4	0,707	0,710 > 0,707
Maito	0,471	-0,687	47,1	0,707	0,687 < 0,707
Jogurtti/välipala	0,509	-0,713	50,9	0,707	0,710 > 0,713
Juusto/rasva	0,542	-0,736	54,2	0,707	0,736 > 0,707

Jokaisessa tuoteryhmässä lämpötilan ja käyttäjävaikutuksen lineaarinen yhteys oli negatiivista, eli tämä tarkoittaa sitä, että mitä enemmän asiakkaita oli käynyt, sitä matalammat olivat mitatut lämpötilat. Selitysprosentit ovat taulukon perusteella useassa tuoteryhmässä lähes 50 % tai jopa enemmän. Negatiivinen lineaarinen yhteys kyseisten muuttujien välillä johtuu todennäköisesti siitä, että tuotteiden lämpötilat mitattiin aina päällimmäisistä tuotteista, jotka oletustasi olivat lämpimämpiä kuin alemmat. Tällöin tuotteiden suuri menekki johti siihen, että päällimmäisten tuotteiden lämpötilat eivät ehtineet nousta. Myös, kun eri tuoteryhmien korrelaatiota verrattiin niiden kriittisiin arvoihin, suurimmassa osassa tuoteryhmistä korrelaatio r ylitti kriittisen arvon, jolloin mallien voidaan todeta olevan hyviä. Voidaan todeta siis, mitä enemmän asiakkaita oli käynyt, sitä kylmempiä olivat myytävien elintarvikkeiden lämpötilat sillä hetkellä.

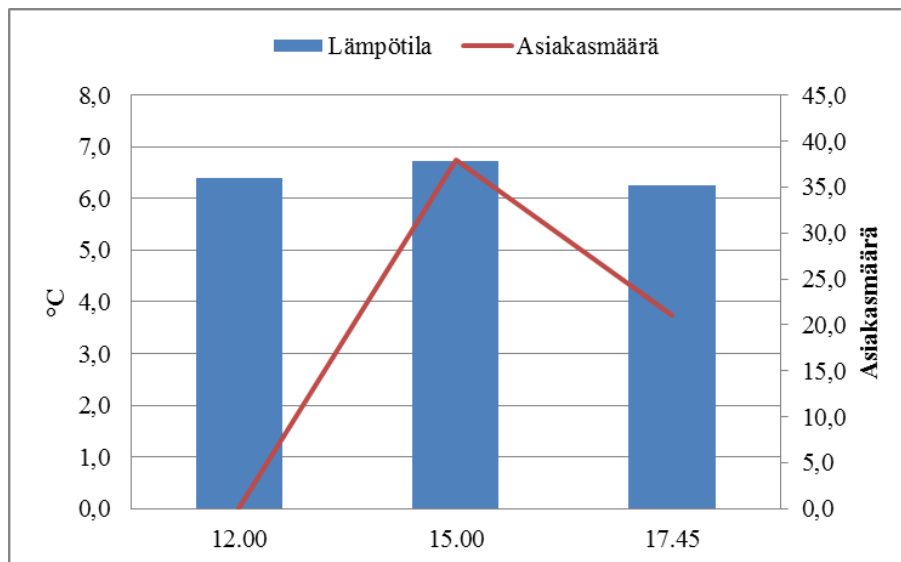
7.2.5 Lämpötilojen muutokset päivän aikana

Tarkastelujakson aikana Salessa tehtiin neljänä eri päivänä koko päivän kestäviä lämpötilamittauksia. Lämpötiloja mitattiin jokaisesta tarkasteltavasta tuoteryhmästä useamman kerran kaupan aukiolotuntien aikana. Mittaukset aloitettiin heti kaupan auettua, ja päätettiin kaupan sulkemisaikaan. Yksi päivästä oli sunnuntai, jolloin mittauksia suoritettiin vain kolme kappaletta, kello 12.00, 15.00 sekä 17.45. Muut päivät olivat arkipäiviä, joina mittauksia suoritettiin kuusi kertaa, kello 8.00, 11.00, 13.30, 16.00, 19.00 sekä 21.00.

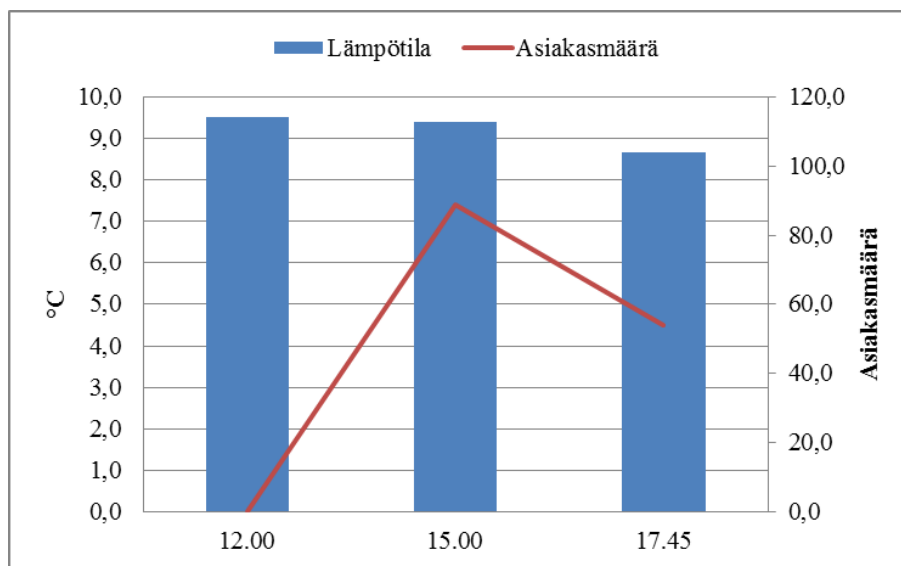
Asiakaspaineraporttien perusteella selvitettiin eri tuoteryhmien myydyt elintarvikkeet kyseisten päivien aikana, eli toisin sanoen asiakasmäärät. Jokaisen aikavälin aikana, esimerkiksi kello 8 ja kello 11 välillä käyneet asiakkaat laskettiin yhteen. Kyseisen tarkastelun tarkoituksena oli selvittää, vaikuttavatko asiakaskäynnit tuotteiden lämpötiloihin kylmien ovien availujen myötä. Tarkastelussa tutkittiin myös oliko kuormien puruilla vaikutuksia tuotteiden läm-

pötiloihin. Kaikki taulukoidut tulokset eri päiviltä ovat nähtävissä liitteessä 11.

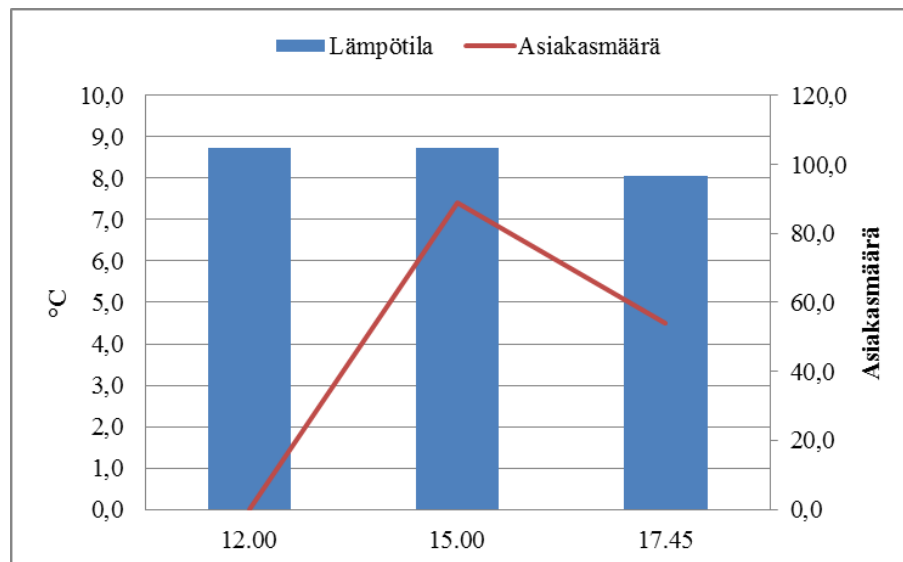
Sunnuntaina 26.1. kylmiin purettavia kuormia ei tullut lainkaan. Lämpötilat pysyivät melko tasaisena koko päivän ajan. Asiakasmäärät lähtivät kello 15.00 jälkeen laskemaan, ja myös useamman tuoteriikän, kuten lihan (kuvio 18), jogurtti/välipalan (kuvio 19) sekä juustojen/rasvojen (kuvio 20) lämpötilat lähtivät laskemaan. Sen sijaan maidon ja einoksen lämpötilat nousivat iltaa kohden hieman.



Kuvio 18. Salen liha -tuoteriikän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina sunnuntaina 26.1.2014

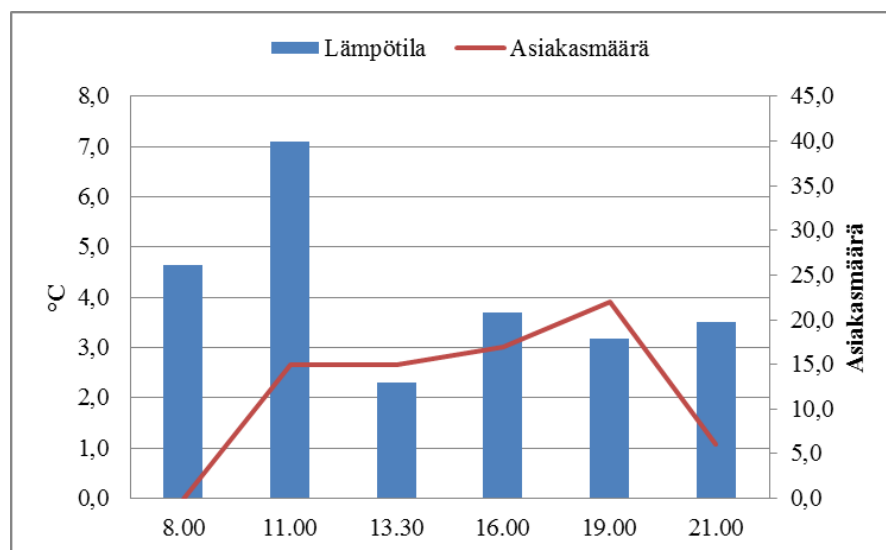


Kuvio 19. Salen jogurtti + välipala -tuoteriikän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina sunnuntaina 26.1.2014



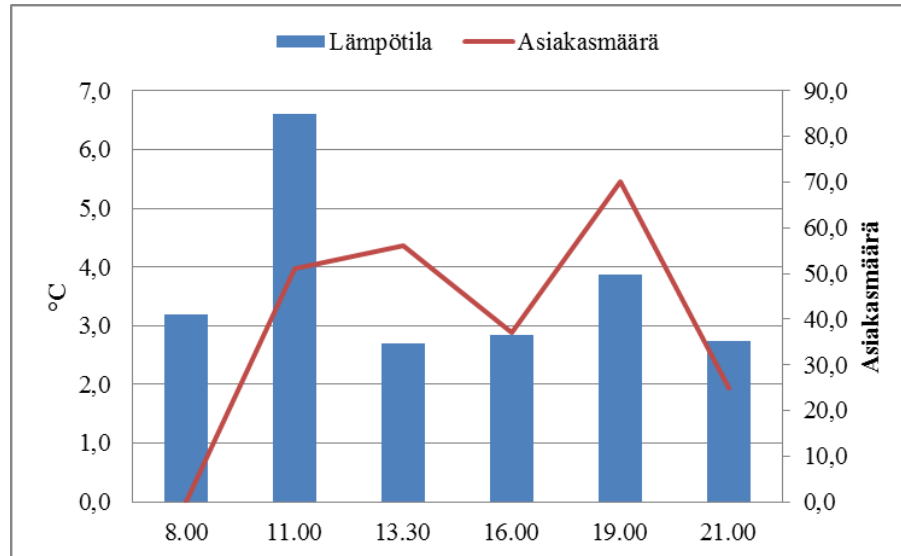
Kuvio 20. Salen juusto + rasvat -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina sunnuntaina 26.1.2014

Tiistaina 18.2. kylmiin purettavat kuormat purettiin hieman ennen klo 11.00, joka näkyy hyvin voimakkaasti lämpötiloissa jokaisessa tuoteryhmässä. Kuormien purku aloitettiin myös normaalia myöhemmin. Esimerkiksi liha -tuoteryhmässä (kuvio 21) lämpötilat alkoivat laskea huomattavasti iltapäivää kohden. Asiakasmäärä pysyi myös tasaisena, eikä kuormia enää kello 11.00 jälkeen ollut purettu. Kello 16.00 kohti asiakasmäärät sekä lämpötilat nousivat hieman. Kello 19.00 kohti asiakasmäärä nousi edelleen tasaisesti, mutta lämpötilat lähtivät laskemaan. Asiakasmäärä laski huomattavan paljon kello 21.00 kohti, mutta lämpötilat puolestaan nousivat hieman edellisestä mittauksesta.

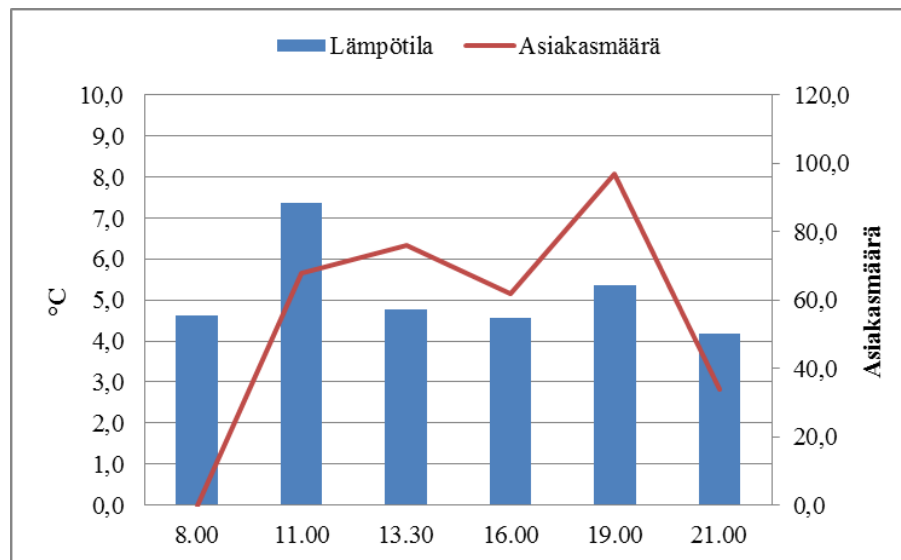


Kuvio 21. Salen liha -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina tiistaina 18.2.2014

Melko samaa kaavaa noudatti myös einestiski, joka on esitetty kuviossa 22. Eines -tuoteryhmässä asiakasmäärän noustessa kello 13.30, laskivat tuotteiden lämpötilat. Sama on nähtävissä myös juusto/rasva -tiskissä, joka on esitetty kuviossa 23. Lämpötilat nousivat kummassakin tuoteryhmässä klo 19 aikaan, kuten myös nousivat asiakasmäärät.



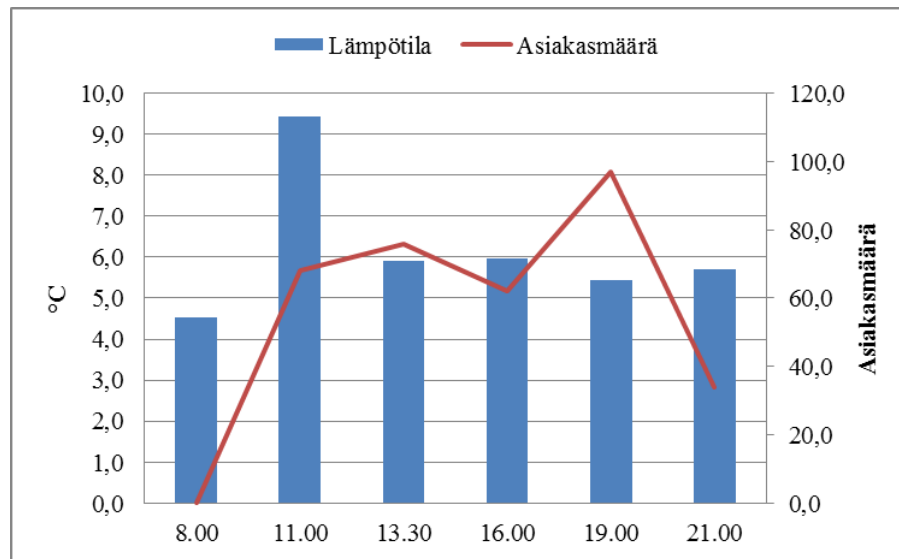
Kuvio 22. Salen eines -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina tiistaina 18.2.2014



Kuvio 23. Salen juusto + rasvat -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina tiistaina 18.2.2014

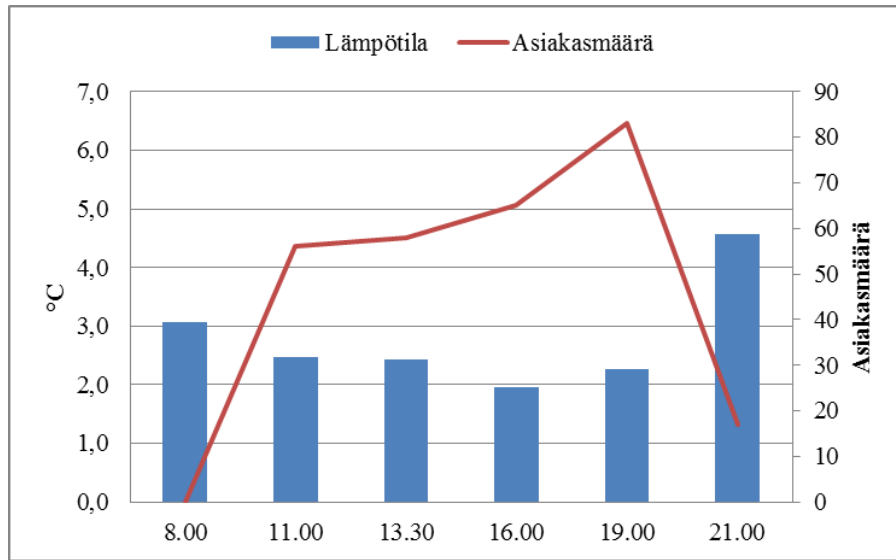
Myös maito -tuoteryhmässä (kuvio 24) lämpötilat olivat klo 11.00 aikaan, eli kuormien purkuaikana, melko korkeita, vaikka tuotteet hyllytetään sisältäpäin viileässä tilassa. Osa kuormasta on kuitenkin saattanut hetken aikaa olla huoneenlämmössä, jolloin tästä johtuneen lämpökuorman vuoksi lämpötilat ovat

myös maidoissa nousseet. Samanaikaisella käyttäjävaikutuksella voi olla myös vaikutusta lämpötilojen nousuun.



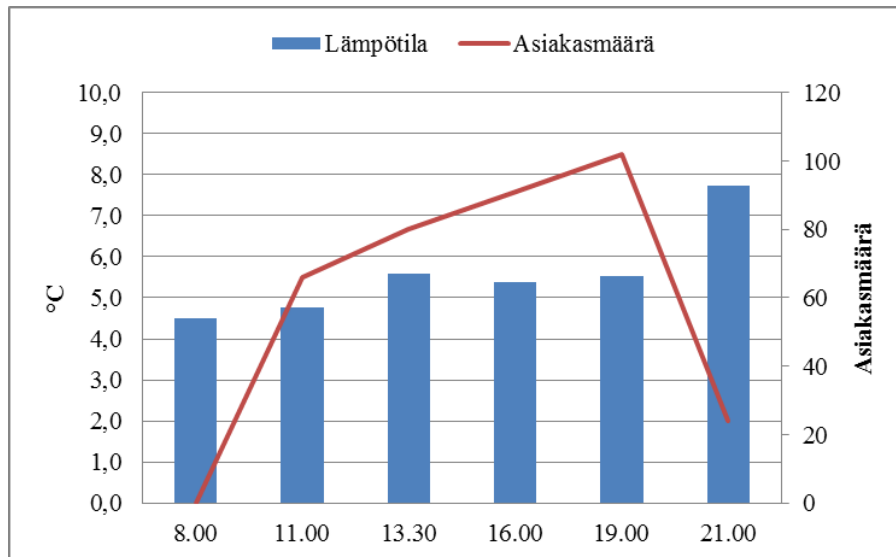
Kuvio 24. Salen maito -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina tiistaina 18.2.2014

Perjantaina 14.3. kuormat oli purettu ennen kello 8.00, ja tämä on myös nähtävissä lämpötiloissa. Kuormien purkujen seurauksena johtunut lämpötilan nousu on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin tiistaina 18.2. Tähän saattaa vaikuttaa se, että kun kuormat puretaan kaupan ollessa kiinni, ei samalle ajankohdalle kohdistu huomattavaa asiakasmäärää, vaan lämpötilat ehtivät tasaantua hieman ennen kuin kauppa aukeaa. Kuviossa 25 on esitetty eines-tuoteryhmän lämpötilat ja asiakasmäärät perjantain 14.3. aikana. Lämpötilat sekä asiakasmäärät pysyivät päivän ajan melko tasaisina kaikissa tuoteryhmissä, mutta kello 19.00 asiakasmäärä nousi huomattavasti. Kello 19.00 lämpötilat pysyivät edelleen tasaisina ja melko alhaisina, mutta kello 21.00 ne nousivat jokaisessa tuoteryhmässä huomattavasti. Tämä saattaa johtua siitä, että suuren asiakasmäärän johdosta tullut lämpökuorma vaikutti vasta jälkikäteen, sillä tuotteiden lämpötilat mitataan aina päällimmäisistä tuotteista, jolloin voidaan olettaa että alempi tuote on aina hieman viileämpi. Tuotteiden kovan menekin seurauksena lämpötilat pysyivät tällöin kylmempinä. Ovien availujen tuoman lämpökuorman seurauksena tuotteiden lämpötilat nousivat jäljessä, vasta kun asiakasmäärä oli vähentynyt huomattavasti.



Kuvio 25. Salen eines -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina perjantaina 14.3.2014

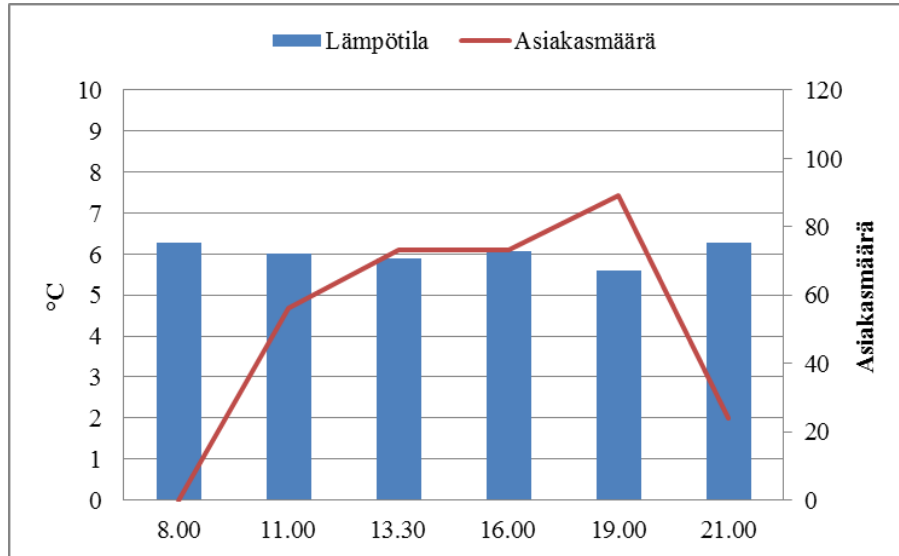
Kuviossa 26 on esitetty saman päivän maito -tuoteryhmän lämpötilat sekä asiakasmäärät. Kuormien puruilla ei tässä tapauksessa näytä olevan suurta vaikutusta, eikä samanaikaista käyttäjävaikutusta ollut. Muutoin lämpötilat nousevat asteittain iltapäivää kohden samoin kuin myös asiakasmäärä. Tosin jälleen, kun asiakasmäärä oli korkeimmillaan kello 19.00 aikaan, lämpötilojen huomattava nousu tapahtui klo 21.00 aikaan, kun asiakasmäärä oli hyvin alhainen, eli suuren asiakasmäärän aiheuttama lämpökuorman vaikutus tuli jälleen jälkikäteen.



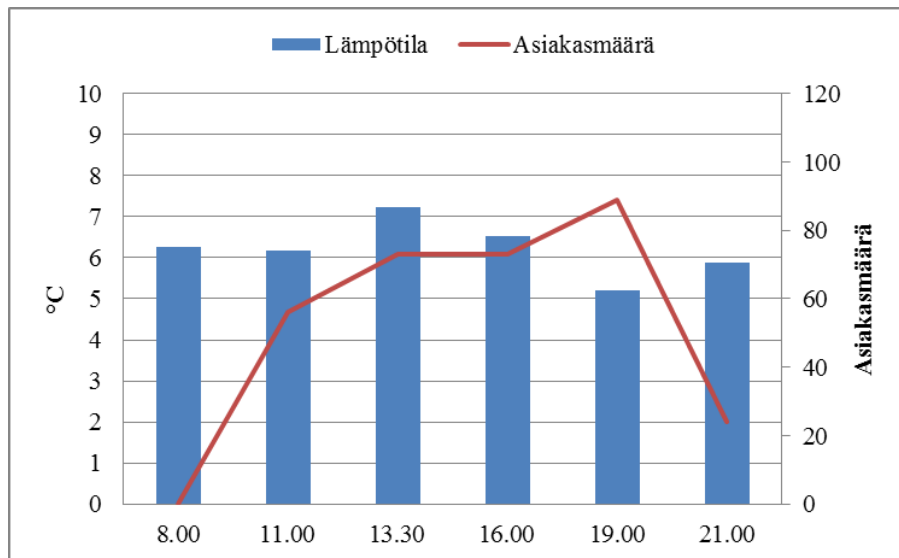
Kuvio 26. Salen maito -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina perjantaina 14.3.2014

Torstaina 20.3. lämpötilat pysyvät hyvin tasaisena kaikissa tuoteryhmissä. Kuormia purettiin tasaisesti aamusta asti noin kello 12.00 saakka, jolloin läm-

pötiloihin ei tullut ”piikkejä”. Asiakasmäärät nousivat myös tasaisesti päivän ajan, ja kello 19.00 asiakkaita oli eniten. Asiakasmäärät eivät myöskään olleet niin suuria kuin perjantaina 14.3. joka saattaa vaikuttaa lämpötilojen tasaisena pysymiseen. Kuviossa 27 on esitetty kyseisen päivän jogurtti/välipala -tuoteryhmän lämpötilat, sekä kuviossa 28 vastaavat tulokset maito -tuoteryhmästä.



Kuvio 27. Salen jogurtti + välipala -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina torstaina 20.3.2014



Kuvio 28. Salen maito -tuoteryhmän lämpötilat (°C) ja asiakasmäärät lämpötilamittausten ajankohtien välisinä aikoina torstaina 20.3.2014

Mittausten ja tulosten tarkastelun perustella voidaan todeta, että käyttäjävai-
kutuksella eli asiakasmäärillä olisi hieman vaikutusta tuotteiden lämpötiloihin
päivän aikana. Tämä näkyi kuitenkin suurimmilta osilta siten, että asiakas-
määrien ollessa korkeimmillaan, tuotteiden lämpötilat olivat matalampia. Kun

asiakasmäärät lähtivät laskemaan, asiakkaiden aiheuttaman lämpökuorman vaikutus ilmeni vasta jälkikäteen.

Kuormien puruilla oli myös vaikutusta tuotteiden lämpötiloihin. Tämä näkyi esimerkiksi tiistain 18.2. lämpötiloissa, vaikka tiistaisin kuormia tulee pääsääntöisesti keskimääräistä vähemmän kuin muina päivinä. Kuormien purkujen vaikutukset olivat pienempiä, kun kuormat purettiin ennen kaupan aukioloa, jolloin ei tule samanaikaista vaikutusta asiakkaiden kanssa, tai kun kuormien purku tapahtuu tasaisesti aamupäivän aikana.

7.3 Aistinvarainen arviointi

Tarkastelujakson aikana merkittäviä ulkoisia muutoksia elintarvikkeissa ei tapahtunut kummassakaan yksikössä. Kokemuksen perusteella ulkoisia muutoksia, kuten kosteuden kondensoitumista tuotteiden pakkausten pinnalle tapahtuu useimmiten kesällä, etenkin hellekausina. Tämän työn tarkastelujakso ajoittui talvi-kevät -jaksolle, eikä näin ollen suuria lämpötilavaihteluita tapahtunut.

Myöskään merkittävää tuotteiden jääymistä ei tapahtunut. Tuotteet jäätyvät helposti, mikäli hyllyt ovat täyttöasteeltaan liian täynnä, eikä ilmatilaa tuotteiden ja hyllyjen välissä ole. Pääsääntöisesti kylmäkalusteiden hyllyt olivat kummassakin tarkasteltavassa yksikössä täytetty oikein. Kylmäkalusteiden asetettu oletuslämpötila saattaa olla myös väärä, joka voi aiheuttaa tuotteiden jääymistä. Kalusteiden lämpötilat olivat kuitenkin optimaalisella tasolla.

Lämpötiloihin tai energiankulutukseen liittymätön tekijä tuotteiden laadun osalta olivat Salessa, ovitetussa yksikössä, ovien välissä sijaitsevat valaistukset. Valaistus aiheuttaa etenkin leikkelehylyssä leikkeleiden värinmuutosta, joka tekee tuotteista epäkuranteja ja näin ollen myyntikelvottomia. Leikkelepaketti, jonka sisällön väri on muuttunut harmahtavaksi, on yleensä ollut hyllyssä melko kauan päällimmäisenä. Suhteellisen nopean kierron vuoksi tätä ei kuitenkaan kovin usein tapahdu.

8 ENERGIANKULUTUKSEN SEURANNAN TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Työssä tarkasteltiin molempien yksiköiden energiankulutusta saman tarkastelujakson aikana kuin tuotteiden lämpötiloja, eli 7.1.–23.3.2014. Energiankulutusta verrattiin muun muassa elintarvikkeista mitattuihin lämpötiloihin ja ulkolämpötilaan ja tarkasteltiin, onko näiden välillä yhteyttä.

Energiankulutusdataa pystyi seuraamaan Haahtela RES -järjestelmästä. S-Marketin plus- ja miinuskylmien energiankulutusdata oli eritelty, mutta Salen plus- ja miinuskylmien energiankulutus antaa tuloksena yhteiskulutuksen.

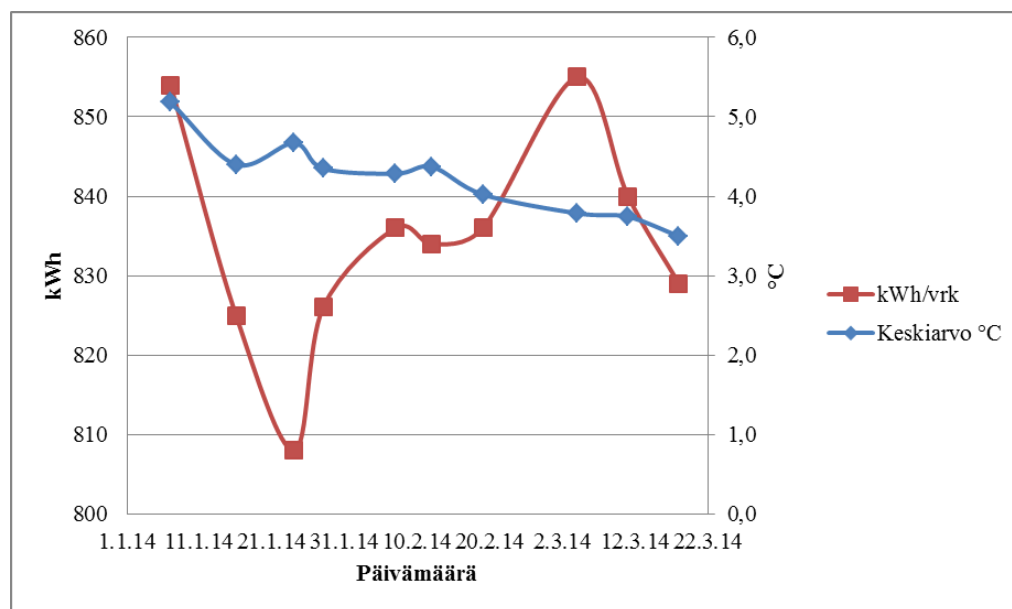
Vertailun helpottamiseksi seuraavissa tuloksissa S-Marketin plus- ja miinus- kylmien energiankulutus on esitetty myös yhteenlaskettuna.

8.1 S-Market

S-Marketin energiankulutusta verrattiin tarkastelujakson aikana mitattuihin lämpötiloihin sekä ulkolämpötiloihin, ja tarkasteltiin näiden välistä yhteyttä.

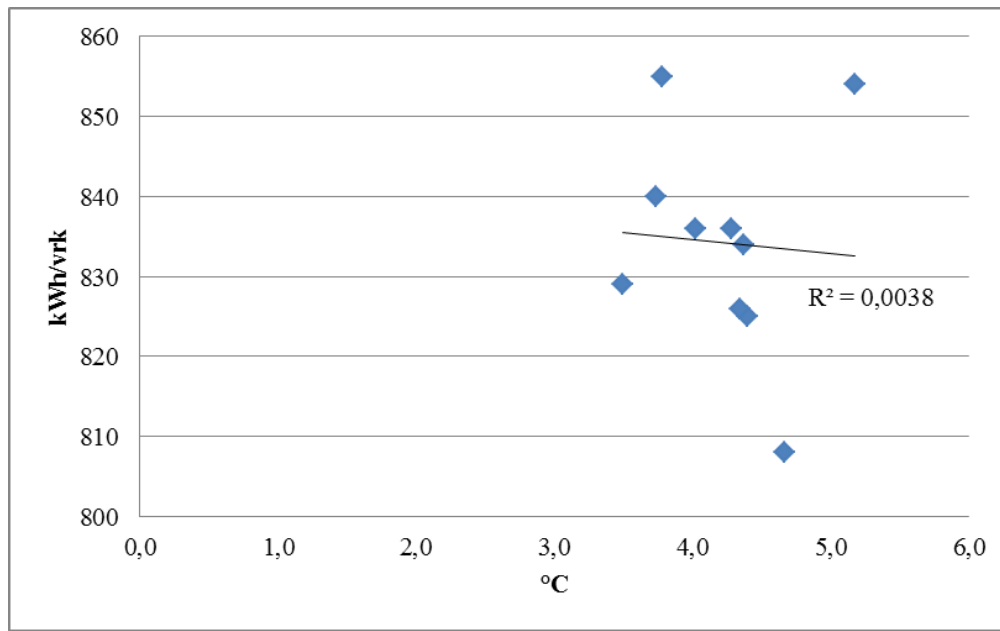
8.1.1 Mitatut lämpötilat vs. energiankulutus

Tarkastelujaksolla tarkasteltiin mitattujen lämpötilojen sekä saman ajanjakson energiankulutuksen lineaarista yhteyttä. Kuviossa 29 on esitetty tulokset lämpötiloista ja energiankulutuksesta. Taulukon energiankulutus on yhteenlaskettu energiankulutus kaikista kylmälaitteista vuorokauden ajalta, sekä plus- että miinuskylmistä. Lämpötilat ovat tarkastelujakson aikana kaikkien tarkasteltujen tuoteryhmien lämpötilojen keskiarvo kultakin päivältä. Koska S-Marketissa oli huomattavasti enemmän kylmäkalusteita kuin Salessa, joista lämpötiloja mitattiin, tuo tämä tähän tarkasteltuun virheen mahdollisuutta.



Kuvio 29. S-Marketin energiankulutus ja elintarvikkeiden keskiarvolämpötilat tarkastelujakson aikana

Yllä olevan kuvion perusteella energiankulutuksella ja elintarvikkeiden lämpötiloilla ei ole kovinkaan suurta yhtenevyyttä keskenään. Kuviossa 30 on esitetty kyseisten arvojen hajontakuviot.

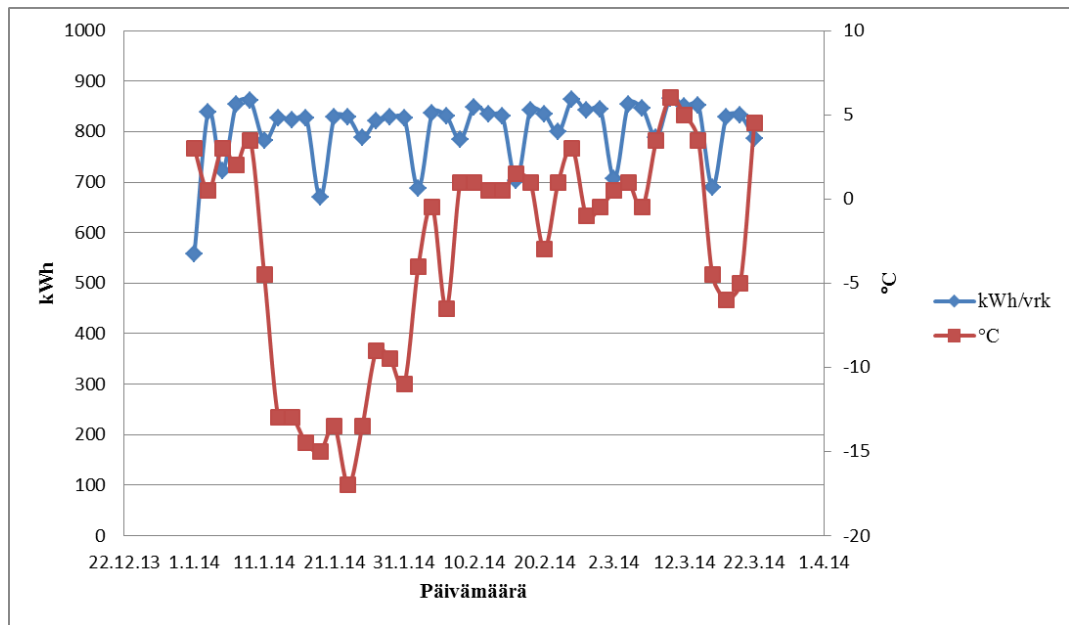


Kuvio 30. S-Marketin energiankulutuksen ja elintarvikkeiden lämpötilojen hajontakuvi

Hajontakuvi ja selityskertoimen R^2 perusteella voidaan todeta, että S-Marketin energiankulutuksella ja elintarvikkeiden lämpötiloilla ei ole käytännössä lainkaan lineaarista yhteyttä.

8.1.2 Ulkolämpötilan vaikutus energiankulutukseen

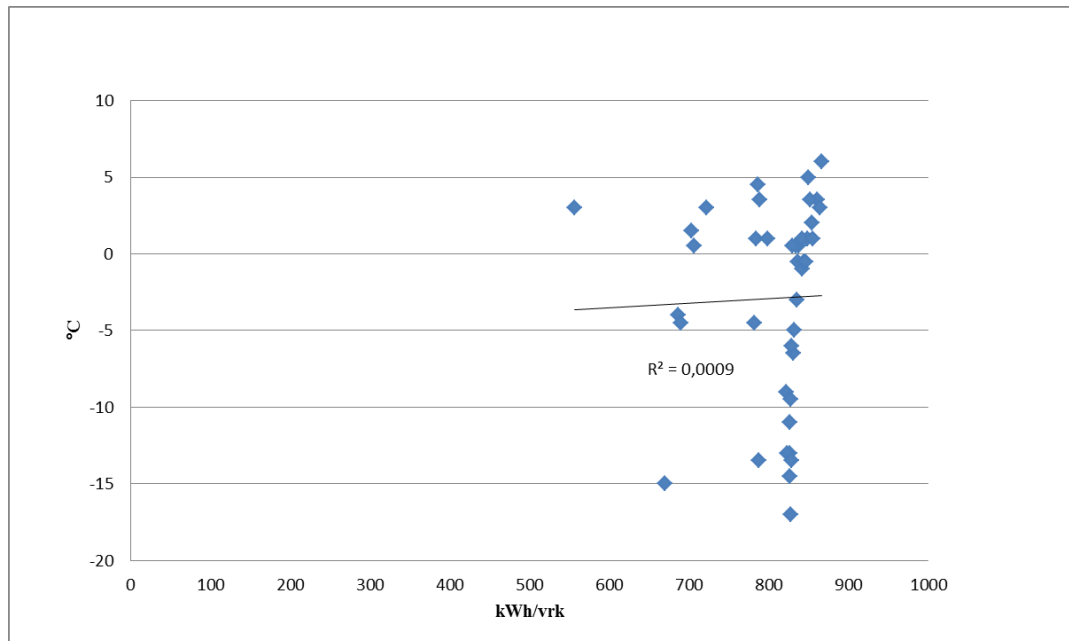
S-Marketin pluskylmien ja miinuskylmien energiankulutukset laskettiin yhteen tammikuun alusta maaliskuun loppupuolelle joka toiselta päivältä. Samoilta päiviltä kirjattiin myös päivän lämpötila keskiarvo. Kuviossa 31 on esitetty kyseisen jakson ajalta mitatut plus- ja miinuskylmien energiankulutukset sekä ulkolämpötilat.



Kuvio 31. S-Marketin plus- ja miinuskylmien yhteenlaskettu energiankulutus ja vuorokauden keskiarvoinen ulkolämpötila tammikuun alusta maaliskuun loppupuolelle

Tuloksista tarkasteltiin kylmien kokonaisenergiakulutuksen ja saman ajanjakson ulkolämpötilojen lineaarista yhteyttä toisiinsa. Otoskoko oli 41.

Kuviossa 32 on esitetty myös hajontakuviot kyseisistä arvoista. Tuloksista tarkasteltiin, onko energiankulutuksella ja samanaikaisella ulkolämpötilalla lineaarista yhteyttä.



Kuvio 32. S-Marketin energiankulutuksen ja ulkolämpötilan hajontakuviot

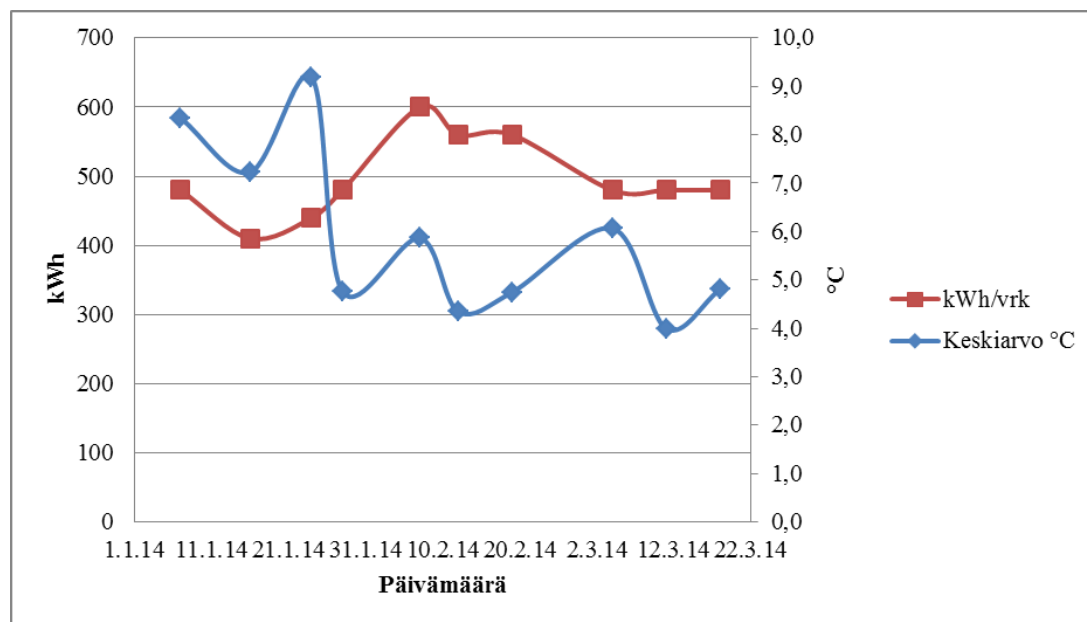
Saatujen tulosten perusteella voidaan päätellä, että kyseisillä muuttujilla, eli ulkolämpötilalla ja kylmien kokonaisenergiankulutuksella ei ole selkeää lineaarista yhteyttä.

8.2 Sale

Salen energiankulutusta verrattiin tarkastelujakson aikana mitattuihin elintarvikkeiden lämpötilojen ja ulkolämpötilan lisäksi käyttäjävaikutukseen. Työssä tarkasteltiin myös, miten energiankulutus vaihtelee päivän aikana suhteessa lämpötiloihin.

8.2.1 Mitatut lämpötilat vs. energiankulutus

Energiankulutuksen ja elintarvikkeiden lämpötilojen yhteyttä tutkittiin tarkastelujakson aikana, joiden tulokset on esitetty kuviossa 33.



Kuvio 33. Salen energiankulutus ja mitatut lämpötilat tarkastelujakson ajalta

Taulukossa 14 on esitetty korrelaatio, selityskerroin ja selitysprosentti, sekä lisäksi korrelaation kriittinen arvo 5 %:n merkitsevyydellä ja sen vertaaminen korrelaatiokertoimeen kaksisuuntaisella testillä.

Taulukko 14. Salen energiankulutuksen ja elintarvikkeiden lämpötilojen lineaarisen yhteyden tarkastelun tulokset

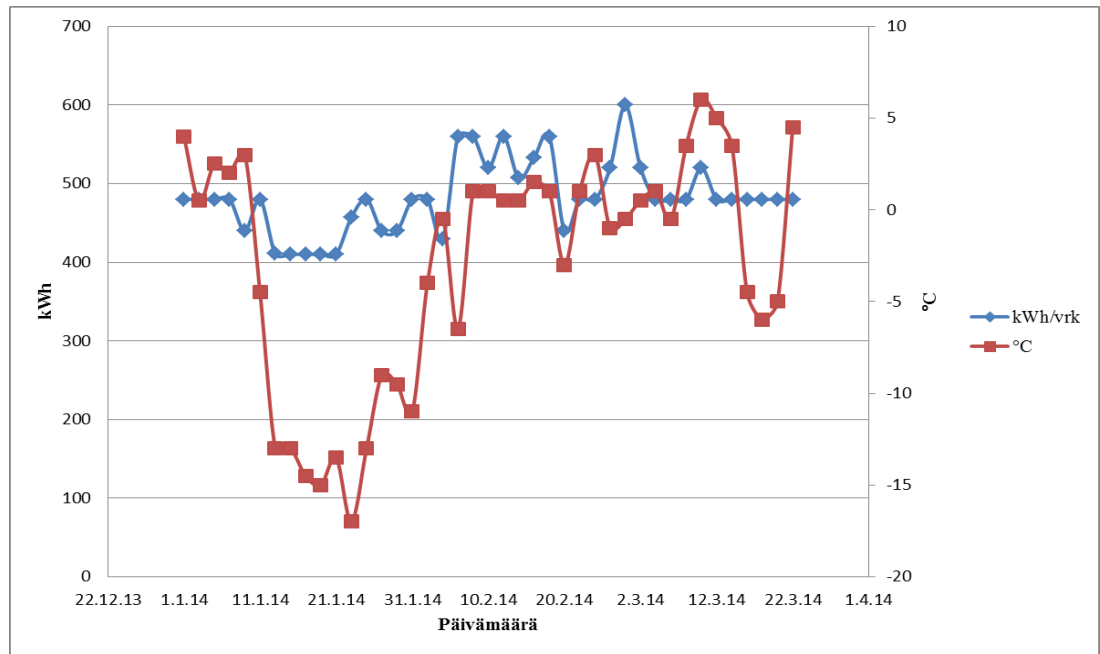
	Selityskerroin R^2	Korrelaatio r	Selitysprosentti %	Kriittinen arvo 5 %:n merkitsevyy- dellä	Korrelaatiokertoimen ja kriittisen arvon ver- taus $r_{kr}(10; 0,05)$
Sale	0,232	-0,5	23	0,632	0,5 < 0,632

Korrelaation ollessa pienempi kuin sen kriittinen arvo, voidaan todeta että malli ei ole hyvä. Korrelaatiokertoimen perusteella energiankulutuksella ja elintarvikkeiden lämpötiloilla olisi hienoista negatiivista lineaarista yhteyttä, eli lämpötilojen ollessa korkeammalla, energiankulutus on alhaisempi. Tulosten perusteella yhteys ei kuitenkaan ole kovin voimakasta.

8.2.2 Ulkolämpötilan vaikutus energiankulutukseen

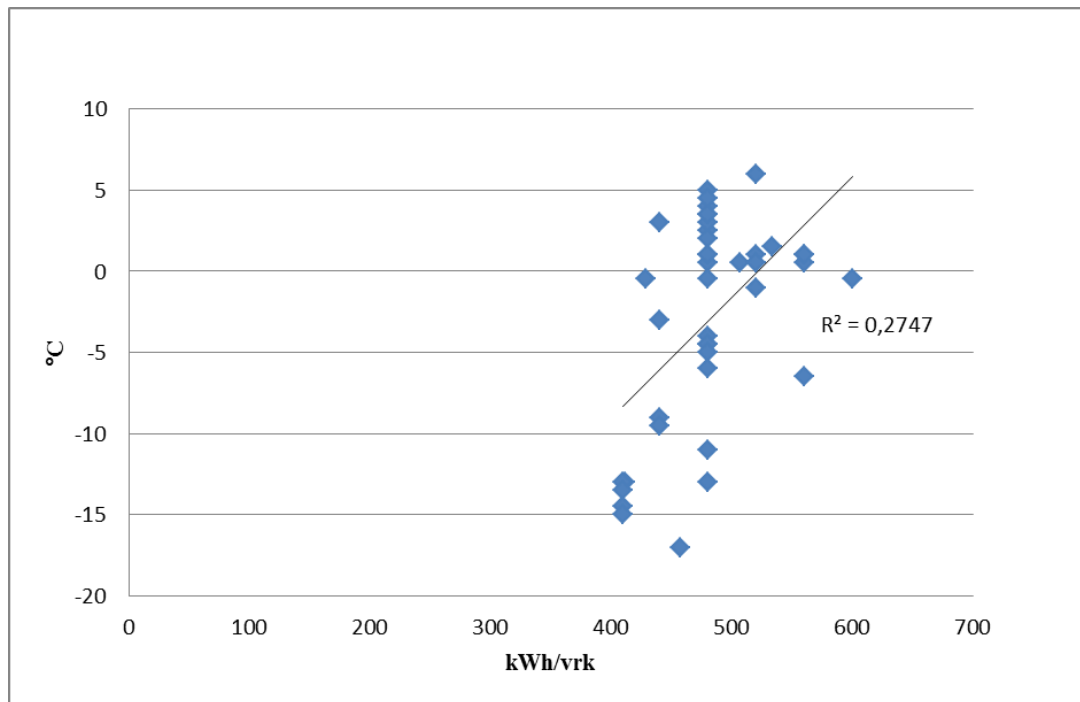
Salen sekä plus- että miinuskylmien energiankulutuksen data oli yhteisesti mitattu. Kylmien energiankulutukset kirjattiin ylös joka toiselta vuorokaudelta tammikuun alusta maaliskuun loppupuoliskolle, samoina päivinä kuin S-Marketin vastaavassa tarkastelussa samoin kuin keskiarvoiset ulkolämpötilat kyseisiltä päiviltä. Kuviossa 34 on esitetty Salen plus- ja miinuskylmien energiankulutus ja ulkolämpötila kyseiseltä ajanjaksolta.

Kaupan kylmäkalusteiden ovittamisen vaikutus energiankulutukseen ja tuotteiden laatuun



Kuvio 34. Salen plus- ja miinuskylmien energiankulutus ja ulkolämpötila tammikuun alusta maaliskuun loppupuolelle

Tarkastelun tuloksista selvitetään kylmien kokonaisenergiankulutuksen ja ulkolämpötilan lineaarista yhteyttä toisiinsa. Otoskoko oli 41. Kuviossa 35 on esitetty hajontakuviot kyseisen tarkastelun arvoista.



Kuvio 35. Salen energiankulutuksen ja ulkolämpötilan hajontakuviot

Taulukossa 15 on esitetty lineaarisen mallin tarkastelun arvoja kyseisestä aineistosta. Korrelaation kriittistä arvoa verrataan korrelaatiokertoimeen 5 % merkitsevyydellä kaksisuuntaisella testillä.

Taulukko 15. Salen energiankulutuksen ja ulkolämpötilan lineaarisen yhteyden tarkastelun tulokset

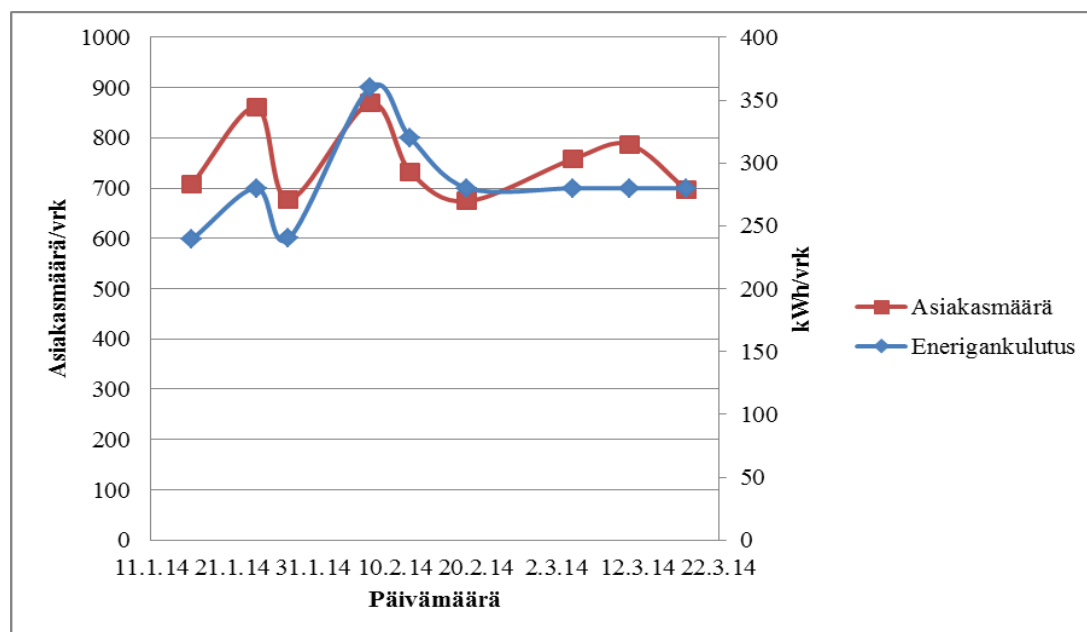
	Selityskerroin R^2	Korrelaatio r	Selitysprosentti %	Kriittinen arvo 5 %:n merkitsevyydellä	Korrelaatiokertoimen ja kriittisen arvon ver- taus $r_{kr}(40; 0,05)$
Sale	0,275	0,524	27,5	0,312	0,524 > 0,312

Saatujen arvojen perusteella voidaan päätellä, että Salen kylmien kokonaisenergiankulutuksen ja ulkolämpötilan välillä on lineaarista yhteyttä, sillä korrelaatio r on suurempi kuin sen kriittinen arvo. Selitysprosentti kertoo, että 27,47 % lämpötilan vaihtelusta selittää energiankulutuksen.

8.2.3 Käyttäjien vaikutus energiankulutukseen

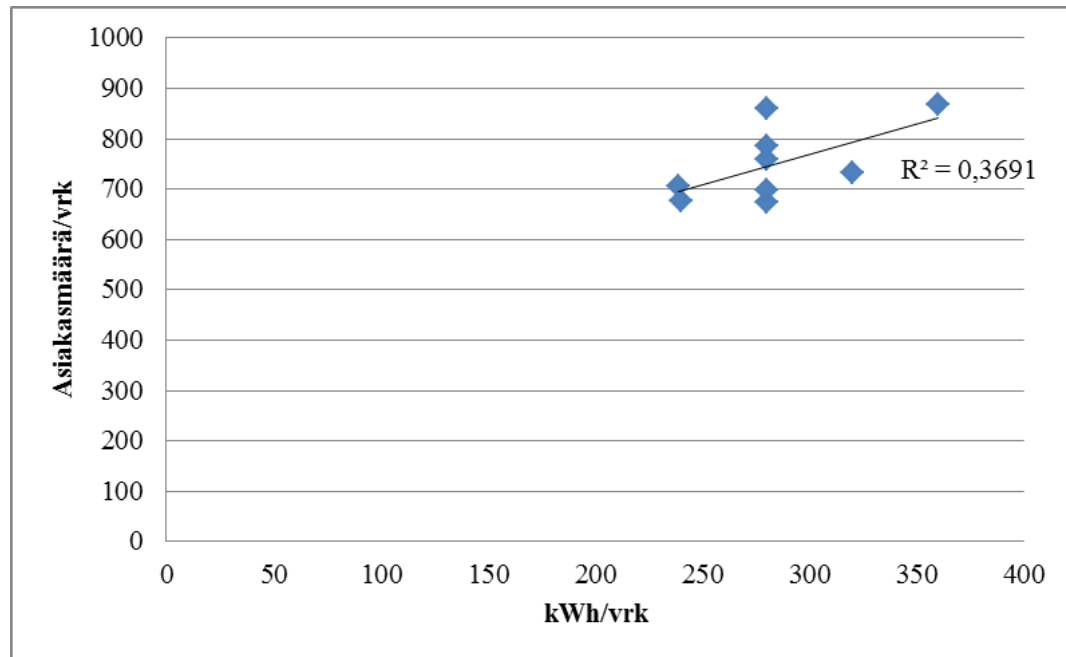
Käyttäjävaikutusta energiankulutukseen tarkasteltiin vertaamalla plus- ja miinuskylmien yhteistä energiankulutusta ja yhteenlaskettuja asiakasmääriä. Tässä tapauksessa asiakasmääriin on laskettu myös miinuskylmät, jotta tulos olisi mahdollisimman todenmukainen.

Kuviossa 36 on esitetty Salen kylmien yhteenlasketut asiakasmäärät sekä plus- ja miinuskylmien kokonaisenergiankulutus kaupan aukioloaikana.



Kuvio 36. Salen kylmien yhteenlaskettu asiakasmäärä ja kokonaisenergiankulutus eri päivinä klo 8-21 välisinä aikoina

Taulukon perusteella asiakasmäärällä ja energiankulutuksella olisi selkeä yhteys toisiinsa. Kuviossa 37 on esitetty myös hajontakuviot kyseisistä arvoista.



Kuvio 37. Salen kylmien asiakasmäärien ja energiankulutuksen hajontakuviot

Asiakasmäärien ja energiankulutuksen lineaarista yhteyttä tarkasteltiin. Taulukossa 16 on esitetty edellä mainitun aineiston perusteella saadut tulokset. Korrelaatiota r verrattiin myös sen kriittiseen arvoon 5 %:n merkitsevyydellä kaksisuuntaisella testillä.

Taulukko 16. Salen kylmien asiakasmäärien ja energiankulutuksen lineaarisen yhteyden tarkastelun tulokset

	Selityskerroin R^2	Korrelaatio r	Selitysprosentti %	Kriittinen arvo 5 %:n merkitsevyy- dellä	Korrelaatiokerroimen ja kriittisen arvon ver- taus $r_{kr} (9; 0,05)$
Sale	0,37	0,608	37	0,666	0,608 < 0,666

Korrelaatiokerroin hieman on pienempi kuin sen kriittinen arvo 5 %:n merkitsevyydellä. Mallia ei voida pitää täten hyvänä, mutta lineaarista yhteyttä kyseisillä muuttujilla silti hieman on. Selitysprosentin perusteella 37 % asiakasmäärästä selittää energiankulutuksen arvoa.

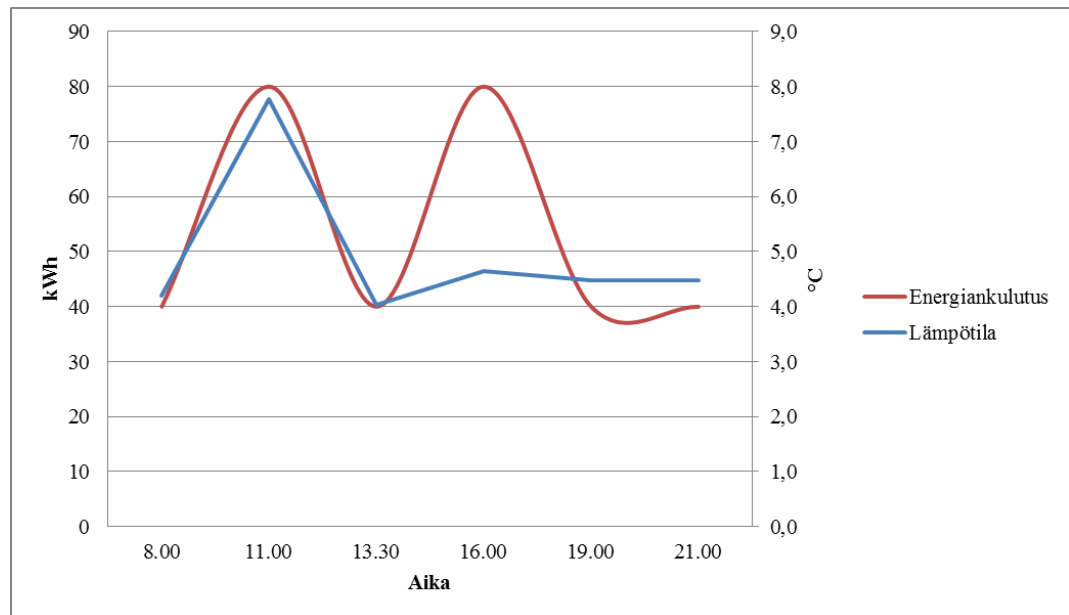
Mitä enemmän asiakkaita käy, sitä enemmän ovia avallaan. Ovien availun seurauksena kalusteeseen kohdistuu lämpökuormaa, jonka vuoksi kalusteen kylmätehon tarve lisääntyy ja energiankulutus kasvaa.

8.2.4 Lämpötilojen muutosten vaikutukset energiankulutukseen päivän aikana

Salessa tehtiin neljänä päivänä koko päivän kestäviä lämpötilamittauksia, joissa tarkasteltavien tuoteryhmien lämpötiloja mitattiin useaan kertaan, ja tarkasteltiin miten lämpötilat muuttuivat päivän aikana. Tässä kappaleessa tarkastellaan, oliko päivän aikana tapahtuvilla lämpötilamuutoksilla yhteyttä kylmien yhteenlasketun energiankulutuksen kanssa.

Lämpötilat mitattiin jokaisesta tuoteryhmästä, mutta energiankulutus oli kaikista kylmälaitteista yhteisesti, myös pakastekalusteista. Eri tuoteryhmien lämpötiloista tehtiin yhteiset keskiarvot jokaiselta mittausajalta. Nämä lisäävät tarkasteluun virheen mahdollisuutta, joten tulokset ovat enemmän suuntaa antavia.

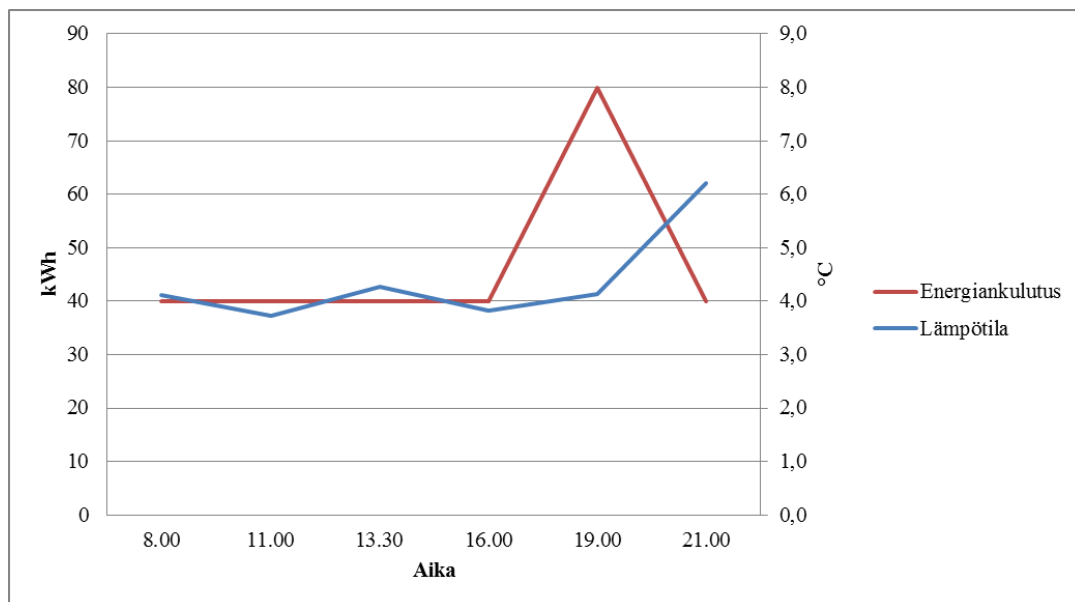
Kuviossa 38 on esitetty 18.2.2014 päivän aikana mitatut lämpötilat sekä mitausta edeltävältä tunnulta kertynyt energiankulutus.



Kuvio 38. Salen mittausajankohtaa edeltävältä tunnulta kertynyt energiankulutus ja elintarvikkeiden lämpötilat 18.2.2014

Kun lämpötilat olivat korkeampia kello 11.00, myös energiankulutus oli silloin korkeampi. Energiankulutus oli korkeammalla myös kello 16.00, mutta lämpötilat ovat vain hieman nousseet edellisestä mittauskerrasta.

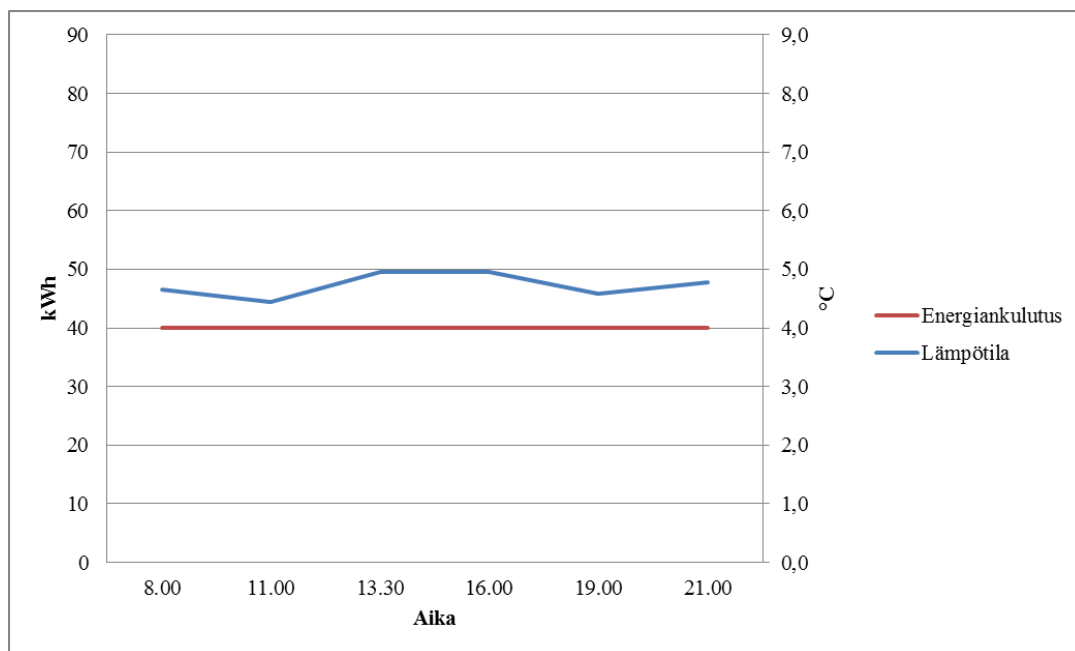
Kuviossa 39 on esitetty energiankulutus ja mitatut lämpötilat 14.3.2014.



Kuvio 39. Salen mittausajankohtaa edeltävältä tunnilta kertynyt energiankulutus ja elintarvikkeiden lämpötilat 14.3.2014

Aamusta iltapäivään, kello 16.00 saakka lämpötilat sekä energiankulutus oli hyvin tasaista. Tämän jälkeen energiankulutus nousi korkeammalle. Lämpötilat nousivat myös, mutta hieman jäljessä energiankulutukseen nähden.

Kuviossa 40 on esitetty 20.3.2014 mitatut lämpötilat ja energiankulutukset.



Kuvio 40. Salen energiankulutus ja elintarvikkeiden lämpötilat 20.3.2014

Lämpötilat ja energiankulutus olivat koko kaupan aukioloajan hyvin tasaisia. Lämpötiloissa oli hyvin pieniä muutoksia, mutta energiankulutus pysyi samana.

Otos oli sen verran pieni, että tilastollista tarkastelua kyseisistä tuloksista ei kannattanut tehdä, sillä tulokset eivät olisi välttämättä kovinkaan luotettavia. Pienikin poikkeama voisi aiheuttaa esimerkiksi korrelaatioon huomattavaa muutosta. Taulukoiden perusteella energiankulutuksella ja lämpötiloilla olisi vain hienoista yhteyttä. Esimerkiksi 18.2.2014 (kuvio 31) kello 11.00 lämpötilojen noustessa myös energiankulutus nousi. Myös 20.3.2014 (kuvio 33) lämpötilojen pysyessä tasaisina, ei myöskään energiankulutus noussut. Kuitenkin, 18.2. energiankulutuksen noustessa kello 16 sekä 14.3. energiankulutuksen noustessa klo 19 aikaan, lämpötilat eivät seuranneet energiankulutusta vastaavalla tasolla. Virhettä tähän saattoi aiheuttaa esimerkiksi se, että energiankulutukseen sisältyi pakasteiden kulutus, mutta lämpötiloihin vain pluskylmien lämpötilat.

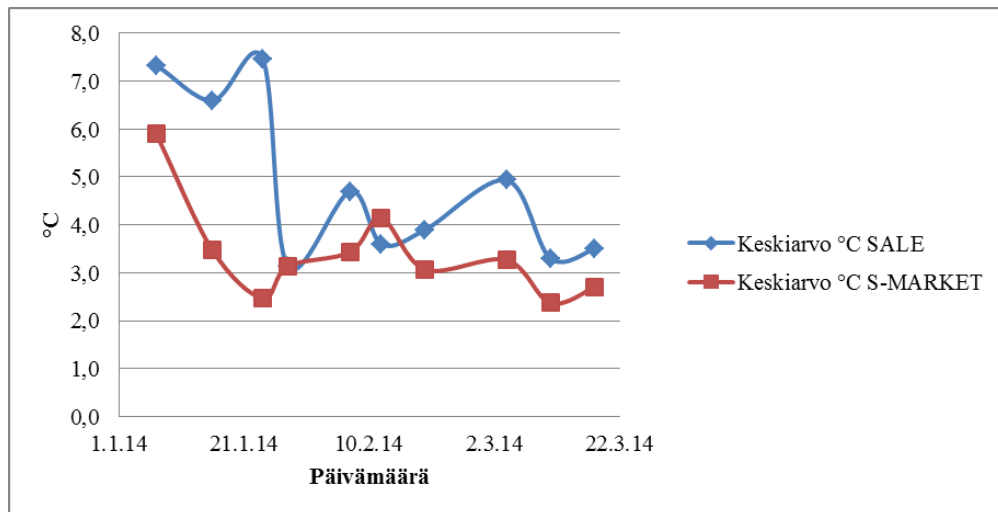
9 VERTAILU

Tarkasteltavien yksiköiden viikoittaisia elintarvikkeiden lämpötilamittausten tuloksia, kalusteiden omaa lämpötiladataa sekä energiankulutuksia verrattiin toisiinsa. Myös Salen vuosien 2012 ja 2013 ominaissähkökulutuksia verrattiin toisiinsa.

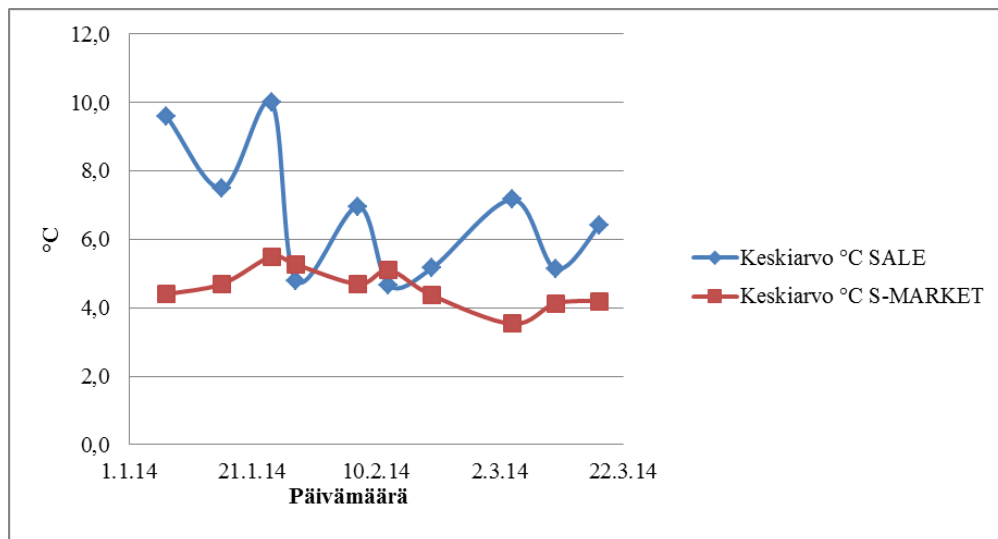
9.1 Tarkasteltavien tuoteryhmien lämpötilat tarkastelujakson ajan

Lämpötilamittauksia suoritettiin tarkastelujakson aikana kummassakin yksikössä kymmenen kappaletta. Kuvioissa 41, 42 ja 43 on esitetty eines-, maito- ja jogurtti -tuoteryhmien kummankin yksikön lämpötilat tarkastelujakson aikana. Kaikki taulukoidut tulokset ovat esitettyinä liitteessä 12. Taulukoiden perusteella selviää, että lämpötilat ovat lähes pääsääntöisesti korkeampia ovitetussa yksikössä, Salessa kuin ovittamattomassa yksikössä, S-Marketissa.

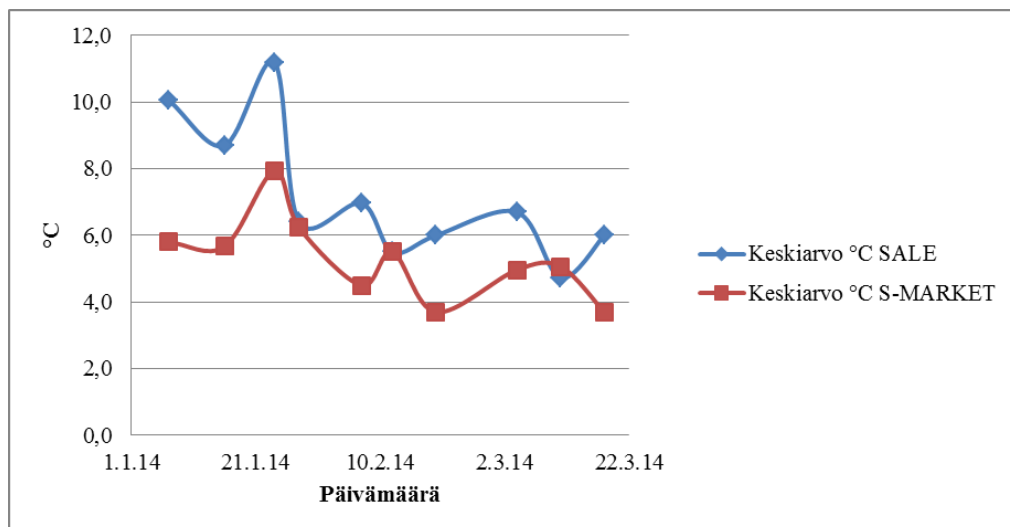
Kaupan kylmäkalusteiden ovittamisen vaikutus energiankulutukseen ja tuotteiden laatuun



Kuvio 41. Salen ja S-Marketin eines -tuoteryhmän lämpötilat tarkastelujakson ajalta



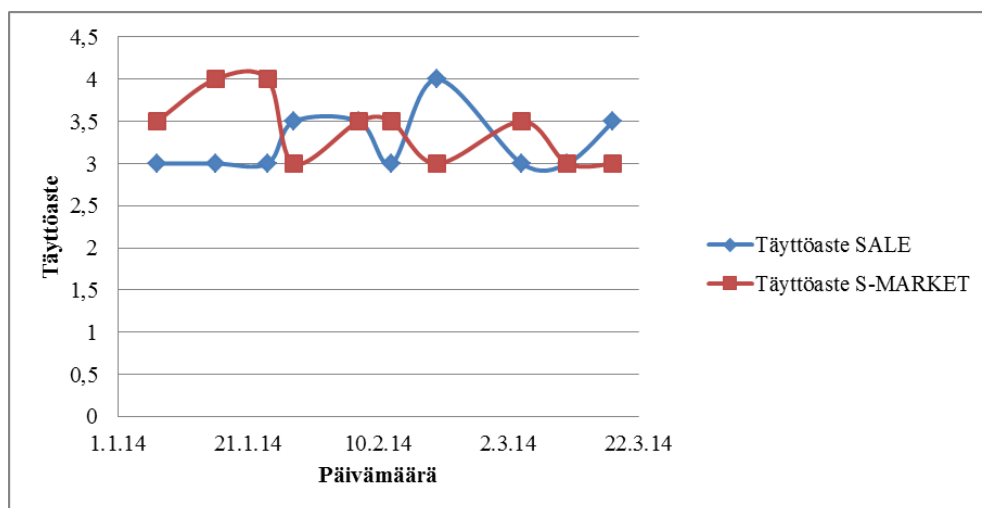
Kuvio 42. Salen ja S-Marketin jogurtti + välipala -tuoteryhmän lämpötilat tarkastelujakson ajalta



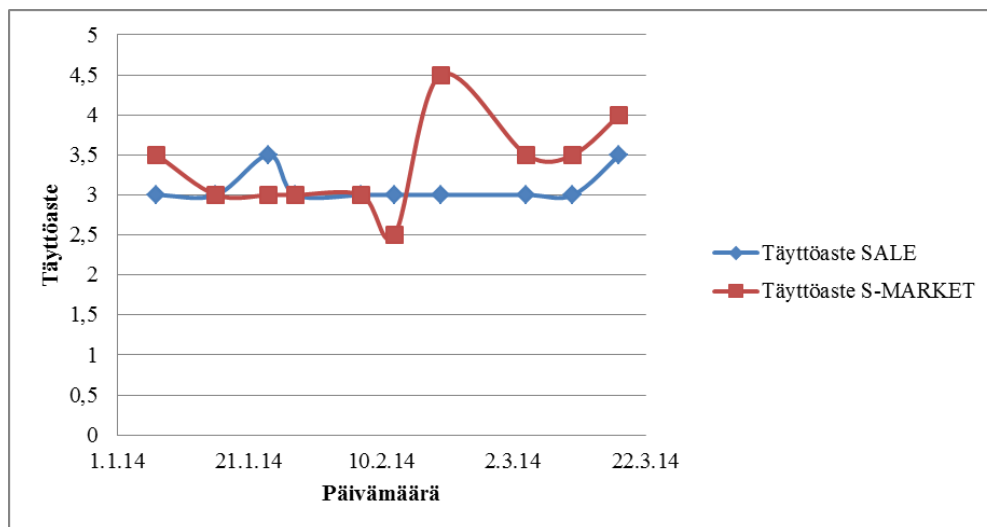
Kuvio 43. Salen ja S-Marketin maito -tuoteryhmän lämpötilat tarkastelujakson ajalta

Salen lämpötiloissa tulee huomioida, että kalusteiden lämpötiloja säädettiin tammikuun lopussa, sillä lämpötilat olivat olleet liian korkeita. Tämän säädön jälkeen lämpötilat alkoivat pysyä sallituissa lukemissa, mutta olivat silti korkeampia kuin S-Marketissa.

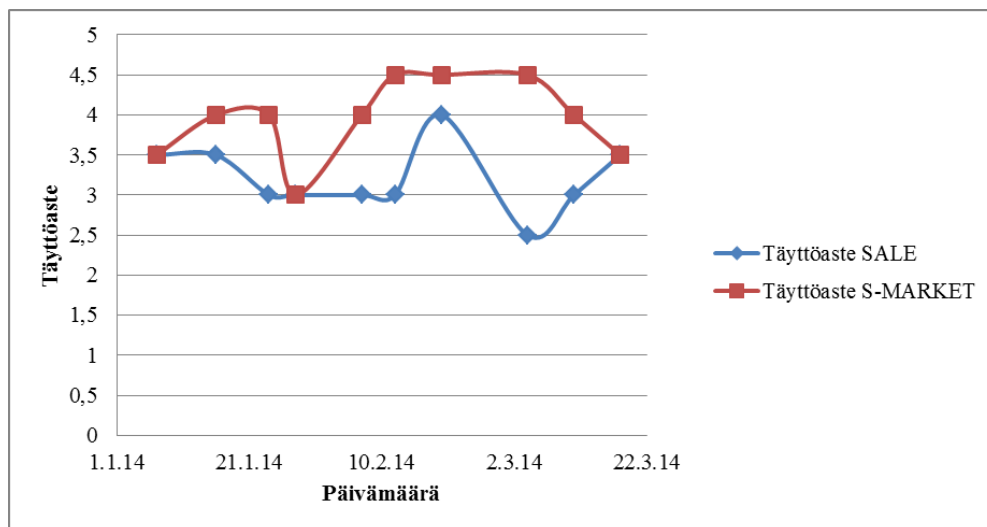
Kuvioissa 44, 45 ja 46 on esitetty edellä mainittujen tuoteryhmien hyllyjen täyttöasteet lämpötilojen mittausajankohtina kummassakin yksikössä. Esimerkiksi jogurtti/välipala -tuoteryhmässä täyttöaste on ollut S-Marketissa korkeampi kuin Salessa. Maito -tuoteryhmässä täyttöasteet ovat olleet keskiarvoisesti myös hieman korkeampia kuin Salessa. Eines -tuoteryhmässä täyttöasteet ovat taulukon perusteella olleet melko samoilla alueilla.



Kuvio 44. Salen ja S-Marketin eines -tuoteryhmän täyttöasteet tarkastelujakson ajalta



Kuvio 45. Salen ja S-Marketin maito- tuoteryhmän täyttöasteet tarkastelujakson ajalta

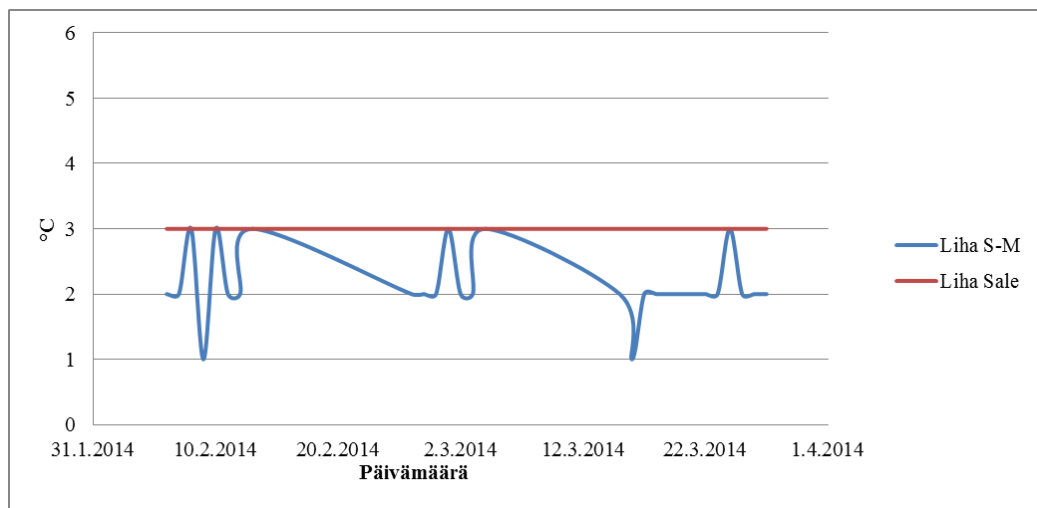


Kuvio 46. Salen ja S-Marketin jogurtti + välipala -tuoteryhmän täyttöasteet tarkastelujakson ajalta

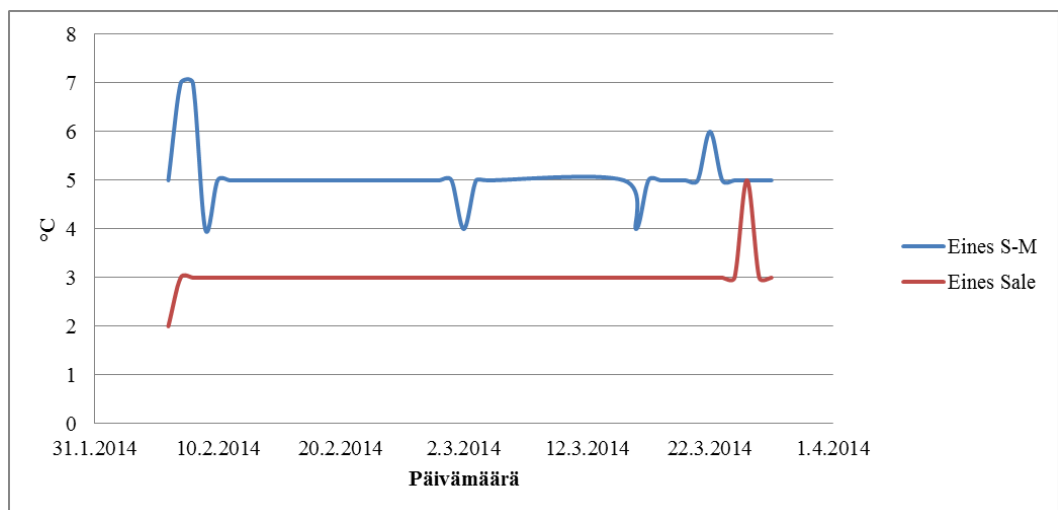
Tulosten perusteella ovitetun yksikön lämpötilat olivat korkeampia kuin ovittamattoman yksikön.

9.2 Kalusteiden lämpötiladata

Kummankin yksikön eri tuoteryhmien kylmäkalusteista oli saatavissa lämpötilaraportteja. Kummankin yksikön kalusteiden lämpötiladataa verrattiin toisiinsa. Kuviossa 47 näkyy liha -tuoteryhmän ja kuviossa 48 einestutuoteryhmän kalusteiden lämpötiladata kummassakin yksikössä. Kaikki taulukoidut tulokset kylmäkalusteiden lämpötiloista on esitetty liitteessä 13. Taulukoissa esiintyvät lämpötilat ovat jaksoilta 6.-14.2, 27.-28.2, 1.-4.3 ja 15.-27.3.



Kuvio 47. S-Marketin ja Salen liha -tuoteryhmän kylmäkalusteiden lämpötiladata



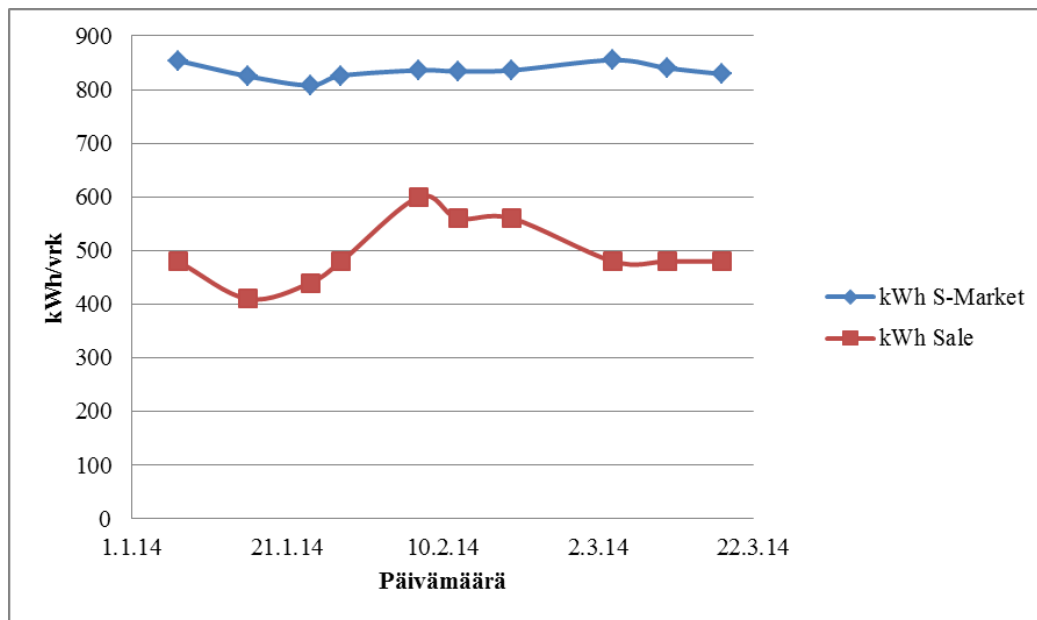
Kuvio 48. S-Marketin ja Salen eines -tuoteryhmän kylmäkalusteiden lämpötiladata

Taulukoiden lämpötila-arvot ovat esitetty kyseisten päivien kalusteiden ylimmän lämpötilan mukaan. Liha -tuoteryhmässä lämpötilat olivat Salessa hieman korkeammat kuin S-Marketissa. Eines -tuoteryhmässä lämpötilat ovat Salessa keskimäärin noin 2 °C alhaisemmat kuin S-Marketissa. Juusto -tuoteryhmässä lämpötilat olivat kummassakin yksikössä melko samalla tasolla, joskin S-Marketissa ajoittain hieman alhaisemmat. Erot ovat kuitenkin melko pieniä. Salessa lämpötilat pysyvät hieman tasaisempina kuin S-Marketissa kaikissa tuoteryhmissä.

Kalusteiden lämpötilat ovat asetettu oikealle tasolle. Kalusteiden lämpötilan tulee olla hieman kylmemmällä kuin myytävien elintarvikkeiden sallitut lämpötilat, jotta elintarvikkeiden lämpötilat pysyisivät tasaisesti riittävän kylminä. Ainoastaan Salen liha -tuoteryhmän 3 °C voisivat olla hieman kylmempi, sillä lihatuotteiden lisäksi kalusteessa myydään myös kalastustuotteita, joiden sallittu lämpötila on 3 °C.

9.3 Yksiköiden energiankulutus

S-Marketin ollessa suurempi yksikkö kuin Sale, on myös energiankulutukseltaan suurempi. Kuviossa 49 on esitetty yksiköiden kaikkien yhteenlaskettujen kylmien energiankulutus tarkastelujakson ajalta. Taulukossa olevat pisteet kuvaavat aina yhden kokonaisen vuorokauden kumulatiivista energiankulutusta.



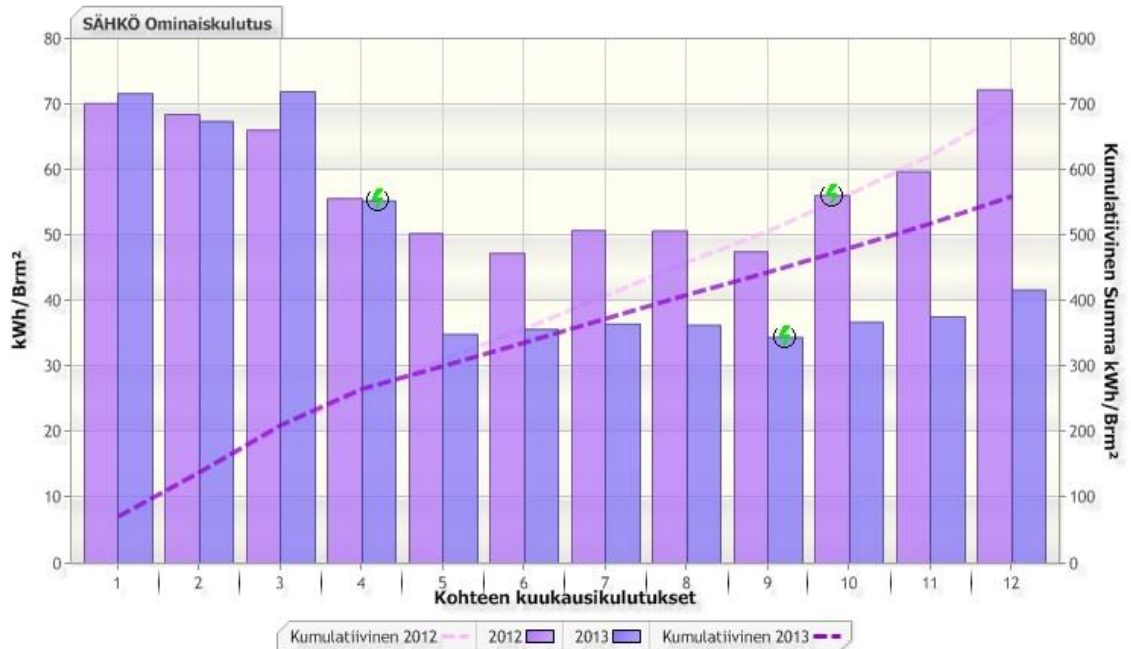
Kuvio 49. Salen ja S-Marketin kylmien energiankulutus tarkastelujakson aikana

Kuten taulukosta näkyy, S-Marketin kylmälähteiden kokonaisenergiankulutus ylittää päivittäin 800 kWh, mutta ei nouse yli 900 kWh:n. Puolestaan Salella päivittäinen energiankulutus on välillä 400 - 600 kWh.

S-Marketissa kylmien energiankulutus on huomattavasti tasaisempaa kuin Salella, jossa kylmien päivittäinen energiankulutus on vaihdellut tarkastelujakson aikana lähes 200 kWh:lla.

9.4 Salen sähkön ominaiskulutus vuosina 2012 ja 2013

Saleen asennettiin kevään 2013 aikana uudet ovelliset kylmälähteet. Kuviossa 50 on esitetty Salen koko kiinteistön sähkön ominaiskulutus vuosina 2012 ja 2013.



Vuosi	Tammi	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu
2012 kWh/Brm²	70,1	68,4	66,0	55,6	50,3	47,3	50,8	50,7	47,5	56,1	59,7	72,2
2013 kWh/Brm²	71,6	67,4	71,9	55,2	35,0	35,7	36,5	36,3	34,5	36,8	37,6	41,7
Muutos %	+2,1	-1,5	+8,9	-0,7	-30,5	-24,5	-28,1	-28,4	-27,5	-34,4	-37,1	-42,3
Kumul. erotus%	+2,1	+0,3	+3,1	+2,3	-3,0	-5,8	-8,6	-10,8	-12,4	-14,6	-16,7	-19,4
Brm²: 750 - 986	Tavoite 2013: -					Kumul. ennuste 2013: 560,1kWh/Brm²						

Kuvio 50. Salen ominaissähkökulutus vuosina 2012 ja 2013 (Haahtela RES 2014)

Taulukossa on esitetty koko Salen kiinteistön ominaissähkökulutus, johon sisältyy muun muassa kylmäkalusteet. Kylmäkalusteet lukeutuvat suurimpiin kaupan energiankuluttajiin, jonka osuus kokonaissähkökulutuksesta voi olla jopa 50 %. Näin ollen taulukon lukemat antavat osviittaa myös kylmäkalusteiden energiankulutuksesta. Vuonna 2012 Salen kylmäkalusteet olivat edelleen ovittamattomia. Myös pakastealtaat olivat kansittamattomia. Vuoden 2013 keväällä suoritetun remontin yhteydessä myymäläkokko kasvoi sekä kylmäkalusteita tuli lisää entiseen nähden.

Taulukosta näkyy, että energiankulutus putoaa huomattavasti huhtikuusta toukokuuhun. Eroa myös edelliseen vuoteen on todella paljon; toukokuussa eroa edelliseen vuoteen oli -30,5 %. Ero on suuri myös siihen nähden, että energiaa kuluttavia kylmäkalusteita asennettiin yksikköön lisää. Vuonna 2012, jolloin kylmäkalusteet olivat avonaisia, kulutus on ollut kylmempinä talvikuukausina korkeampaa. Kesäkuukausina kulutus on ollut puolestaan matalampaa. Vuonna 2013, kun uusien kalusteiden myötä energiankulutus laski, kulutus on pysynyt loppuvuoden melko alhaisena ja tasaisena, toisin kuin edellisenä vuonna. Tähän saattaa tosin vaikuttaa myös melko leuto ja lämmin loppuvuosi. Uusien kalusteiden energiatehokkuuteen vaikutti myös se, että ne olivat malliltaan huomattavasti uudempia ja energiatehokkaampia.

10 VIRHETARKASTELU

Vastaavaa tarkastelua jota tässä työssä suoritettiin, ei ollut aikaisemmin tehty. Koejärjestely oli itse suunniteltu. Tarkastelujakson jälkeen huomattiin, mitä olisi voinut tehdä toisin. Esimerkiksi tarkastelujakso olisi pituudeltaan voinut olla pidempi sekä lämpötilamittauksia olisi voitu suorittaa useammin. Vastavaan tarkasteluun olisi myös soveltuvampia samankaltaiset ja -kokoiset myymälät, sillä tarkastelussa olleiden yksiköiden kokoeroilla on todennäköisesti jonkinasteisia vaikutuksia eri tekijöihin, kuten lämpötiloihin tai etenkin energiankulutukseen. Myös asiakasmäärillä ja myytävien elintarvikkeiden kierto- nopeudella voi olla vaikutusta eri tekijöihin.

Lämpötilatarkastelussa virhettä saattavat aiheuttaa esimerkiksi kylmälaitteistot ja niiden toimivuus. Mikäli kylmälaitteet eivät toimi täysin oikein, voivat mitatut sekä kalusteen lämpötilat näyttää eri lukemia mitä ne todellisuudessa ovat. Esimerkiksi Salessa lämpötilat olivat tammikuussa, tarkastelujakson alussa liian korkeita. Kylmäkalusteiden lämpötiloja säädettiin tammikuun lopussa kylmemmälle, joten tammikuun alun lämpötiloja ei voitu pitää täysin vertailukelpoisina myöhemmin mitattuihin lämpötiloihin.

Kylmäkalusteiden täyttöasteen arviointi tapahtui täysin silmämääräisesti. Täyttöasteen arviointi pyrittiin tekemään mahdollisimman tarkasti, mutta inhimillisiä arviointivirheitä saattoi kuitenkin tapahtua. Arviointi tehtiin myös jokaisesta kylmäkalusteesta keskiarvoisesti, eli jos kalusteen toinen reuna oli aivan täynnä, toinen puolestaan tyhjempi, ei arvioitu täyttöaste välttämättä vallinnut koko kalusteessa. Näin oli kuitenkin tehtävä, jotta saatiin vertailukelpoisia tuloksia lämpötilojen kanssa. Myöskään missään vaiheessa täyttöaste ei ollut kummassakaan yksikössä lähellä arvoa 0, joka tarkoittaa täysin tyhjää, tai arvoa 6, joka tarkoittaa liian täyttä. Näin ollen tuloksista ei selviä, mikä vaikutus täysin tyhjiillä tai liian täysillä hyllyillä on myytävien elintarvikkeiden lämpötiloihin.

Salessa käyttäjävaikutuksen tarkastelu toteutettiin asiakaspaineraporteista saatujen tuoteryhmittäin myytyjen tuotteiden määrien perusteella. Muut tuoteryhmät oli muutoin eritelty, mutta maitotaloustuotteiden myynti oli samassa, eikä esimerkiksi maitojen tai juustojen myyntiä ollut eritelty. Kuten aiemmin mainittiin, maitotaloustuotteiden myynnin tuloksia käytettiin kuitenkin kaikissa maitotaloustuotteita sisältävissä tuoteryhmissä, eli maito-, jogurtti/välipalasekä juusto -tuoteryhmissä. Tämä voi tuoda tuloksiin virhettä, mutta antaa kuitenkin suuntaa antavia tuloksia.

Kun kylmäkalusteiden lämpötilojen ja energiankulutuksen välillä olevaa yhteyttä tarkasteltiin, tuli ongelmaksi se, että energiankulutus mitattiin yhteisesti kaikista kylmäkalusteista. Tällöin kaikkien tuoteryhmien lämpötiloista laskettiin keskiarvot, jota verrattiin energiankulutukseen. Mitä enemmän tuoteryhmiä oli, kuten esimerkiksi S-Marketissa, tulos oli sitä epäluotettavampi. Mikäli kaikissa kylmäkalusteissa/tuoteryhmissä olisi oma energiankulutusmittari, tarkastelu olisi luotettavampaa ja tarkempaa.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET

S-Marketin elintarvikkeista mitatut lämpötilat olivat hyvällä tasolla jokaisessa tuoteryhmässä, myös täyttöasteet olivat keskiarvoisesti hyviä S-Marketissa koko tarkastelujakson ajan. Hyllyt oli täytetty pääsääntöisesti täyttörajojen puitteissa melko täyteen, eikä merkittäviä tyhjiä kohtia ollut. Lämpötilavaihtelu S-Marketin kalusteiden eri kohdissa ei ollut merkittävää, eikä säännönmukaisuutta ei tuoteryhmien/kalusteiden välillä ollut.

Salessa puolestaan elintarvikkeista mitatut lämpötilat olivat korkeampia kuin S-Marketissa. Lämpötilat ylittivät ajoittain myös sallitun rajan muutamissa tuoteryhmissä. Täyttöasteet olivat hieman alhaisempia kuin S-Marketissa. Korkeampiin lämpötiloihin saattoi vaikuttaa keskimääräin hieman alhaisempi täyttöaste. Itse kalusteiden lämpötila oli kuitenkin lämpötilaraporttien mukaan Salessa alhaisempi kuin S-Marketissa lähes jokaisessa tuoteryhmässä. Lämpötilaero kalusteen ja mitattujen lämpötilojen välillä oli siis huomattavasti suurempi Salessa kuin S-Marketissa.

Täyttöasteiden ja elintarvikkeiden lämpötilojen välillä kummassakaan yksikössä ei ilmennyt merkittävää lineaarista yhteyttä. Saatujen tulosten perusteella kummassakin yksikössä suurimmassa osassa tuoteryhmistä kyseisten muutujien heikko lineaarinen yhteys oli negatiivista, eli mitä suurempi täyttöaste oli, sitä kylmemmät olivat tuotteiden lämpötilat. Tähän saattoi todennäköisesti vaikuttaa se, että mitä enemmän kylmiä tuotteita hyllyssä oli, sitä paremmin tuotteet viilensivät toisiaan.

Salessa kylmäkalusteiden eri kohdissa vallitsi merkittävämpiä lämpötilaeroja kuin S-Marketissa. Kaikissa Salen tuoteryhmissä/kalusteissa lämpötila oli kalusteen yläosassa korkeampi kuin keskellä tai alaosassa. Myös kalusteiden reunoilla lämpötilat olivat korkeammat kuin kalusteen keskiosassa. Kylmien ovittamisella voidaan siis todeta olevan vaikutusta siihen, että lämpötila jakaantuu kylmäkalusteissa epätasaisemmin kuin ovittamattomissa kalusteissa. Tähän seikkaan voi tosin vaikuttaa esimerkiksi kylmäkalusteen hyllyjen epätasainen täyttö, jolloin kalusteessa tapahtuva ilmakierto ei tapahdu odotetulla tavalla. Myös kalusteiden mahdolliset toimintahäiriöt saattavat aiheuttaa vastaavia lämpötilaeroja. Näillä ei todennäköisesti ole kuitenkaan kovin suurta merkitystä, sillä kalusteiden hyllyt olivat oikein täytettyinä koko tarkastelujakson ajan, sekä kalusteiden lämpötilojen samankaltainen epätasaisuus vallitsi lähes jokaisessa tuoteryhmässä.

Salessa käyttäjävaikutuksella, eli asiakasmäärällä ja lämpötiloilla ilmeni negatiivista lineaarista yhteyttä, joka ajoittain oli melko voimakasta. Käytännössä tämä tarkoittaa, että mitä enemmän asiakkaita oli käynyt, sitä alhaisempia olivat lämpötilat. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että elintarvikkeiden lämpötilat mitattiin aina päällimmäisistä tuotteista. Päällimmäisten tuotteiden lämpötilat ovat oletetusti korkeampia kuin alempien, sillä päällimmäisiin tuotteisiin kohdistuu enemmän ulkopuolista lämpökuormaa, jonka johdosta niiden lämpötila voi nousta. Mitä suurempi asiakasmäärä eli menekki oli, sitä kyl-

mempinä myytävien elintarvikkeiden lämpötilat pysyivät. Esimerkiksi koko päivän kestäneissä lämpötilamittauksissa kävi ilmi, että lämpötilat olivat alhaisia siihen aikaan, kun asiakkaita kävi enemmän. Lämpötilat nousivat kuitenkin jälkikäteen, kun asiakasmäärä oli vähentynyt.

S-Marketin kylmien energiankulutuksella ja elintarvikkeista mitatuilla lämpötiloilla ei ilmennyt lineaarista yhteyttä, kuten ei myöskään kylmien energiankulutuksella ja ulkolämpötiloilla.

Salessa energiankulutuksella ja elintarvikkeista mitatuilla lämpötiloilla oli hyvin heikkoa negatiivista lineaarista yhteyttä. Käytännössä negatiivinen lineaarinen yhteys tarkoittaa sitä, että mitä korkeampia elintarvikkeiden lämpötilat ovat, sitä alhaisempi on energiankulutus. Kuten aikaisemmin mainittiin, asiakasmäärän ollessa suuri, ovia avataan tiuhaan tahtiin, mutta mitatut lämpötilat olivat alhaisia. Asiakasmäärän vähentyessä tuotteiden lämpötilat nousevat, jolloin jatkuva lämpökuorma vähenee ja energiankulutus tasoittuu.

Myös Salen kylmien energiankulutuksella ja ulkolämpötiloilla ilmeni selkeää negatiivista lineaarista yhteyttä, eli ulkolämpötilan ollessa alhainen, oli energiankulutus suurempi.

Salessa käyttäjävaikutuksella, eli asiakasmäärillä ja energiankulutuksella ilmeni myös jonkinasteista lineaarista yhteyttä. Mitä enemmän kävi asiakkaita, sitä suurempaa oli energiankulutus. Tämä tarkoittaa sitä, että kylmien ovien ja kansien availu tuo kylmäkalusteisiin ylimääräistä lämpökuormaa, joka kasvat-
taa energiankulutusta.

Valaistuksesta johtuvia elintarvikkeiden värimuutoksia S-Marketissa ei tapahtunut, joka saattaa johtua myös tuotteiden suuremmasta kiertonopeudesta sekä siitä, että valaisimia on avoimissa kylmäkalusteissa vähemmän kuin ovitetuissa.

Tarkastelujakson aikana tehtyjen tutkimusten mukaan Salen ovitettujen kylmien energiankulutukseen vaikutti herkemmin eri tekijät kuin S-Marketin avoimien kylmäkalusteiden energiankulutukseen. Kun nähdään millä tekijöillä on selkeä vaikutus energiankulutukseen, on helpompaa lähteä kehittämään keinoja joilla energiankulutusta voidaan lähteä karsimaan.

11.1 Jatkotoimenpiteet

Energiatehokkuudessa kylmäkalusteiden ovittaminen ja kansittaminen on järkevä ratkaisu. Esimerkiksi, kun verrataan Salen vuoden 2013 energiankulutusta vuoteen 2012, jolloin ovituksia/kansituksia kylmissä ei ollut, nähdään että energiansäästö on ollut merkittävää.

Ovitetuissa kylmäkalusteissa elintarvikkeiden lämpötilat olivat kuitenkin korkeampia kuin ovittamattomassa yksikössä. Kuten teoriaosiossa mainittiin,

kylmäkalusteiden lämpötiloja pyritään pitämään hieman kylmempinä kuin niissä myytävien elintarvikkeiden säilytyslämpötilat todellisuudessa ovat, jotta myytävät tuotteet pysyisivät tasaisen kylminä. Salen kylmäkalusteiden lämpötilojen laskeminen laskisi myös todennäköisesti niissä myytävien elintarvikkeiden lämpötiloja, mutta ratkaisuna se ei ole kovinkaan energiatehokas. On myös vaara, että lisääntyneen kylmätehon vuoksi myytävät tuotteet jäätyvät helpommin, jolloin niistä tulee myyntikelvottomia.

Vaikka täyttöasteella ja tuotteiden lämpötiloilla oli hyvin heikkoa yhteyttä toisiinsa, voidaan pyrkiä pitämään hyllyt täydempinä täyttörajojen puitteissa, jotta tuotteet pysyisivät kylmempinä. Jotta kalusteen lämpötilat pysyisivät tasaisina koko kalusteessa, korostuu täyttörajojen noudattamisen ja ilmakierron varmistamisen tärkeys.

Jotta energiaa kuluttavien ja elintarvikkeiden lämpötiloja nostavien lämpökuormitusten vaikutus jakautuisi tasaisemmin, suurimmat kuormat olisi hyvä purkaa ennen kaupan aukioloa. Kuormien purkaminen ja yhtäaikainen käyttäjävaikutus voi tuoda kalusteeseen turhan suurta lämpökuormitusta, jolloin lämpötilat voivat nousta liikaa. Kun kuormitus jaetaan tasaisemmin, lämpötilat eivät välttämättä ehdi nousta liikaa.

Energiankulutuksen jatkuva seuraaminen on tärkeässä osassa energiantehokkuuden parantamisessa. Mitä useamman eri tekijän energiankulutusta voidaan erikseen seurata, on helpompi löytää eri tekijöitä ja parantamiskohteita.

LÄHTEET

Aittomäki, A. 2010. Kylmäteknikka kehittyy kovaa vauhtia. Kehittyvä Elin-
tarvike 5/2010, 12–15

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. 2013. Elintarvikkeet. Hygieniaosaami-
nen. Tietopaketti. Elintarvikkeiden hygieeninen käsittely. Elintarvikkeiden
säilyttäminen. Viitattu 19.2.2014.
<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/hygieniaosaaminen/tietopaketti/elintarvikkeiden+hygieeninen+kasittely/elintarvikkeiden+sailyttaminen>

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. 2012. Elintarvikkeet. Hygieniaosaami-
nen. Tietopaketti. Omavalvonta. Viitattu 18.3.2014.
<http://www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/hygieniaosaaminen/tietopaketti/omavalvonta/>

Energiatehokkuussopimukset. 2014. Valtio tukee energiatehokkuutta. Viitattu
12.3.2014.
http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/tietoa_sopimuksista/sopimustoinnin_kulmakivet/valtion_tuet/

Energiateollisuus ry. 2008. Ilmastonmuutos ja energia. Tietopaketti ilmas-
tonmuutoksesta. Ajankohtaista esitysmateriaalia ilmastonmuutoksesta ja
energiasektorista.

Energiateollisuus ry. 2014. Energia ja ympäristö. Sähköntuotanto. Viitattu
30.4.2014. <http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/sahkontuotanto>

Elintarvikelaki (23/2006) 3. luku 20 §. Viitattu 19.2.2014.

Haahtela RES -järjestelmä. Energiankulutusdatatiedot.
<https://www.haahtela.fi/fi/>

Hyvönen, J. 2010. Myymälöiden (kahden S-Market myymälän) kylmälaittei-
den lauhdutuksen sekä lauhdelämmön talteenoton säätöprosessien vertailu.
Mikkelin ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Ilmasto.org. n.d. Ilmaston muutos. Ratkaisut. Päästöjen vähentäminen Suo-
messä. Viitattu 18.3.2014.
<http://ilmasto.org/ilmastonmuutos/ratkaisut/paastojen-vahentaminen-suomessa>

Jokela, M. n.d. Kehittyvä Elintarvike. Lehtiarkisto. Teemajutut. Kylmäaine
historiasta nykypäivään. Viitattu 29.4.2014.

<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/kylmaaineiden-historiasta-nykypaivaan>

Jokela, M. 2010. Kylmäprosessin periaate. Kehittyvä elintarvike 5/2010, 19.
Aittomäki, A. 2010. Irti otsonihaitallisista aineista. Kehittyvä Elintarvike 5/2010, 14

Kaupan liitto. n.d. Tietoa kaupasta. Toimintaympäristö. Ilmastotalkoot. Viitattu 12.3.2014.
http://www.kauppa.fi/tietoa_kaupasta/toimintaympaeristoe/ympaeristoe/kaupann_ympaeristoevaikutukset/ilmastotalkoot

Kauppinen, M. 2010. Kylmälaitteita saa asentaa ja huoltaa vain pätevä kylmälaiteliike. Kehittyvä elintarvike 5/2010, 23

Kianta, J. 2008. Suomen Kylmäyhdistys ry. Kylmäainetilanne 2008. Raportti 25.5.2008.

Korpi, A. 2010. Kylmässä viihtyvät LED-valoputket säästävät energiaa. Kehittyvä Elintarvike 5/2010, 34–35

Levomäki, T. 2013. Kylmäaineiden käytön kartoitus ja valvonta Espoon alueella. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Kemiantelekniiikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas. 2007. ATP-Aapinen. Yleinen Teollisuusliitto. Helsinki.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta (1367/2011) 2. luku 5 §. Viitattu 19.2.2014.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta (1367/2011) 3. luku 7 §. Viitattu 19.2.2014.

Meriläinen, M. 2012. Päivittäistavaramyymälöiden energiankulutus. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Motiva, 2012. Kaupan kylmälaitteiden ja -järjestelmien lauhdelämmön talteenotto laskentaohje 04/2012 -raportti.

Motiva, 2009. Kylmää tehokkaasti päivittäistavarakaupalle -raportti.

Päivittäistavarakauppa ry. 2003. Päivittäistavarakauppa ja ympäristö. Katsaus päivittäistavarakaupan ympäristövaikutuksiin vuonna 2003.

Salon, P. 2011. Säästetään energiaa. S-Ryhmän ammattilehti Ässä 9/2011, 32–33.

STEK, Sähköturvallisuuden edistämiskeskus. 2009. Energia ja ympäristö. Energiankäytön ympäristövaikutukset. Viitattu 30.4.2014. http://www.stek.fi/energia_ja_ymparisto/energiankayton_ymparistovaikut/fi-FI/energiankayton_ymparistovaikut/

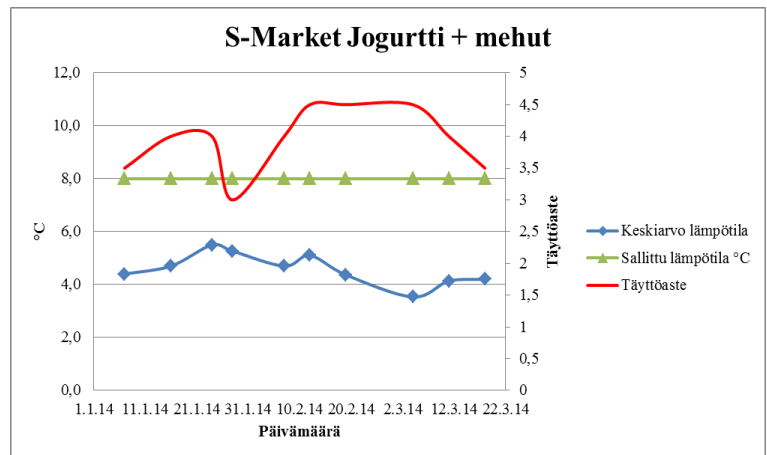
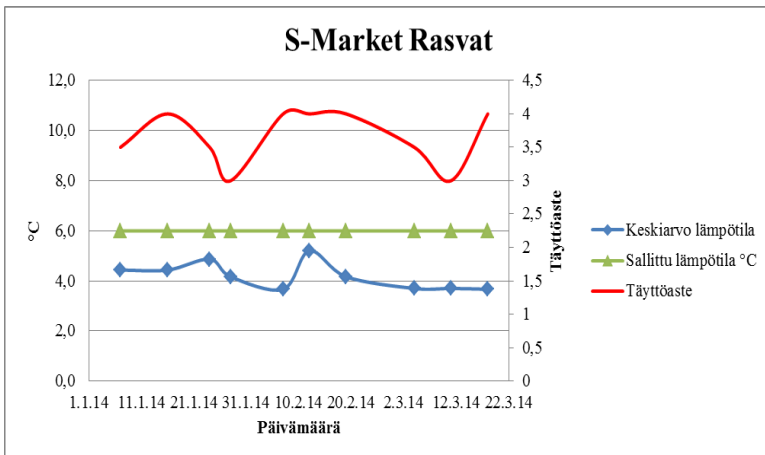
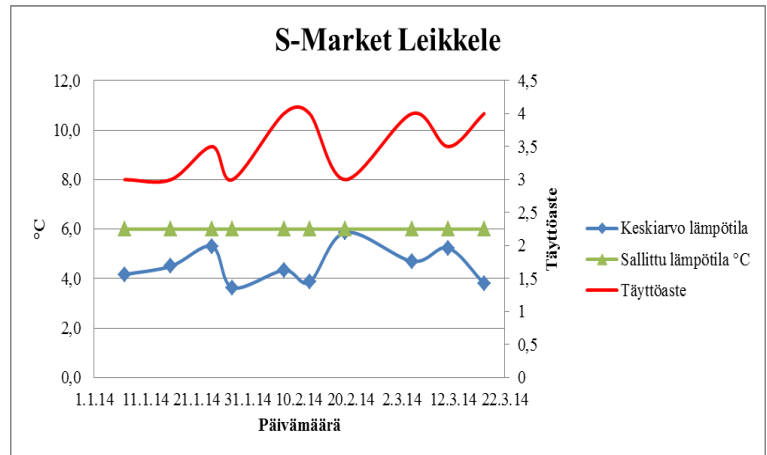
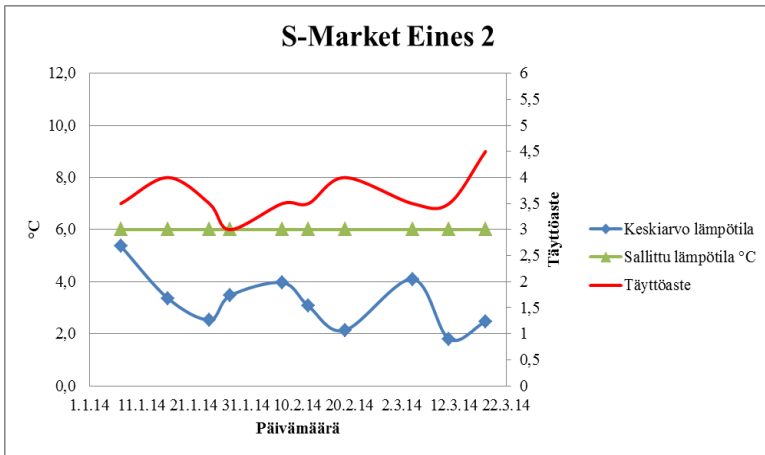
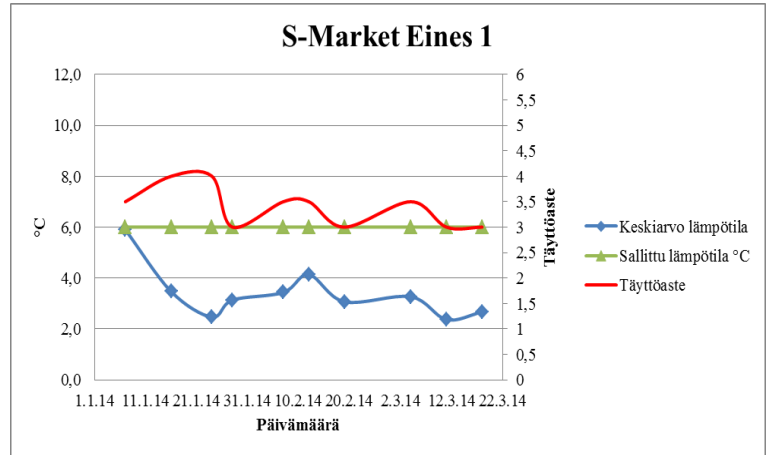
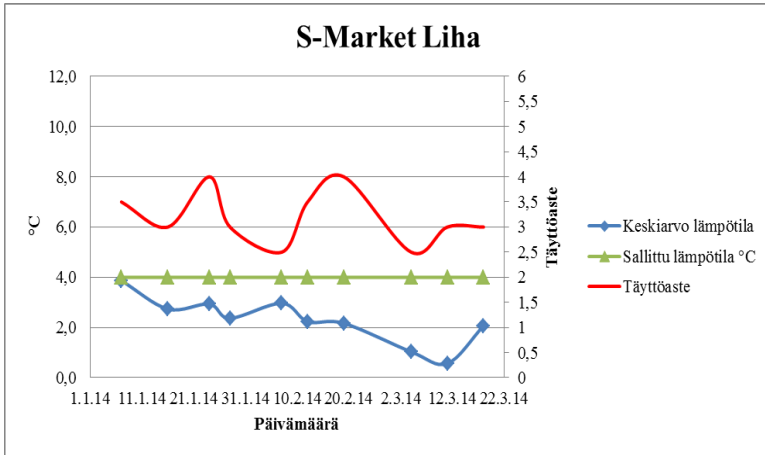
Suomen myymäläkaluste Oy. 2009. Kylmäkalusteet keskuskoneelliset. Kuva-galleria. Viitattu 25.4.2014. <http://www.suomenmyymalalaluste.fi/?page=kaytetyt&dir=10>

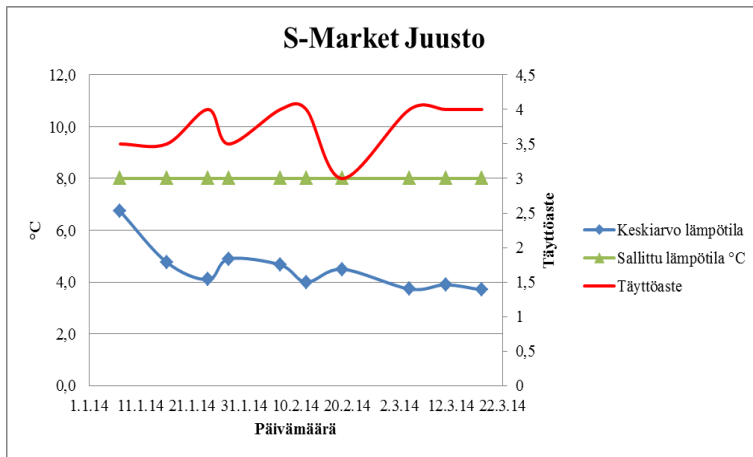
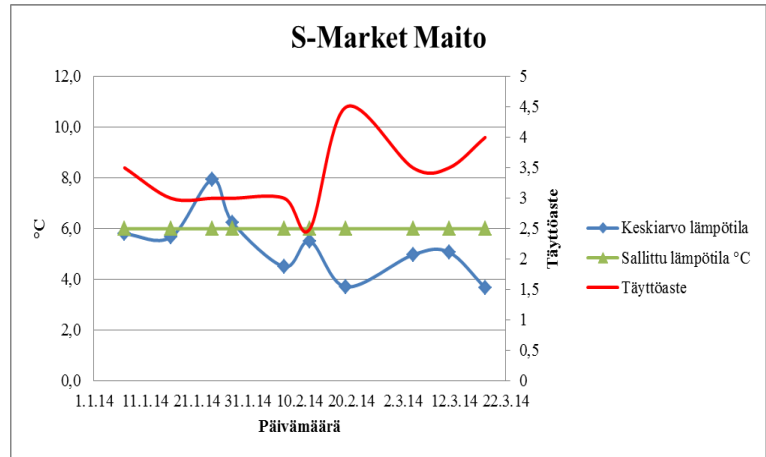
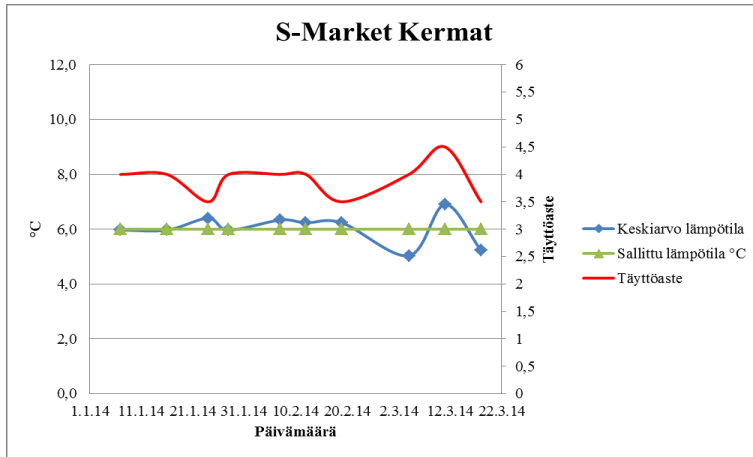
Suuronen, H. 2012. Lauhdelämmön hyödyntäminen kaupan kylmäkoneistosta. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. Opinnäyte-työ.

Valtioneuvoston asetus otsonikerrosta heikentäviä aineita ja eräitä fluorattuja kasvihuonekaasuja sisältävien laitteiden huollosta (452/2009) 12 §

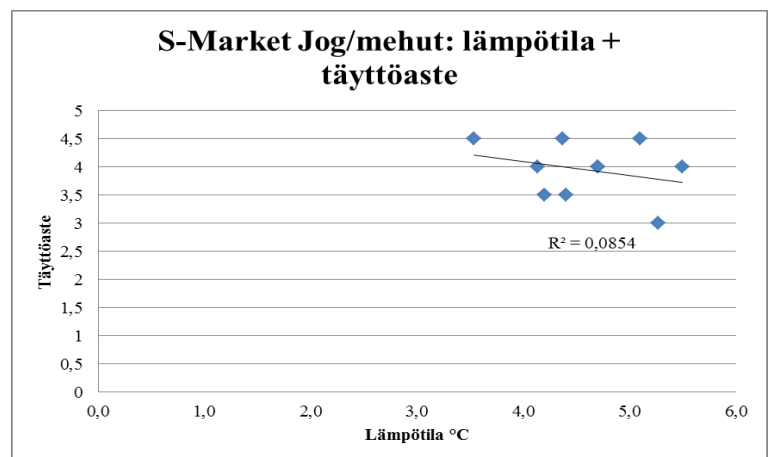
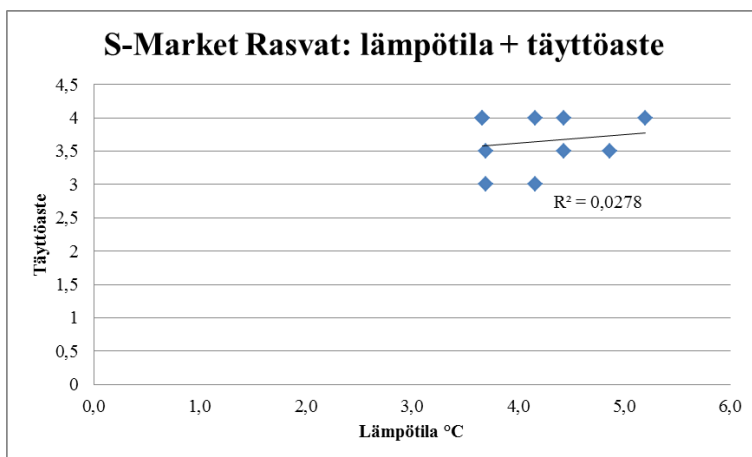
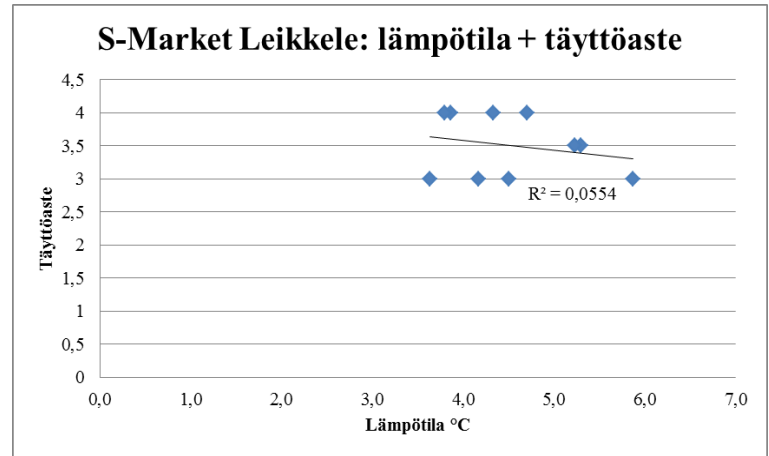
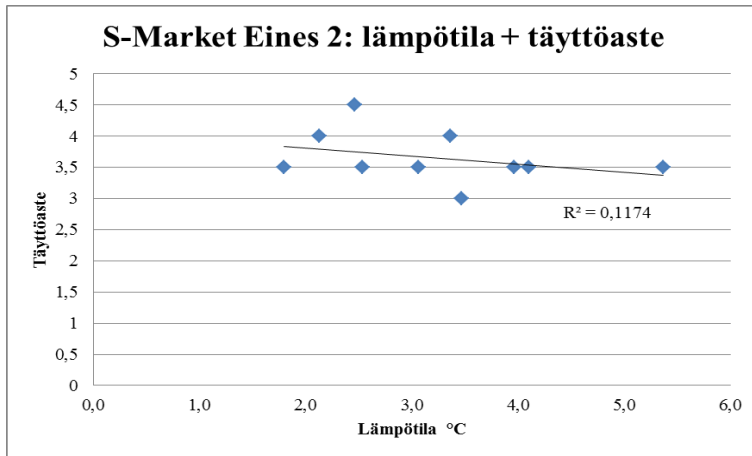
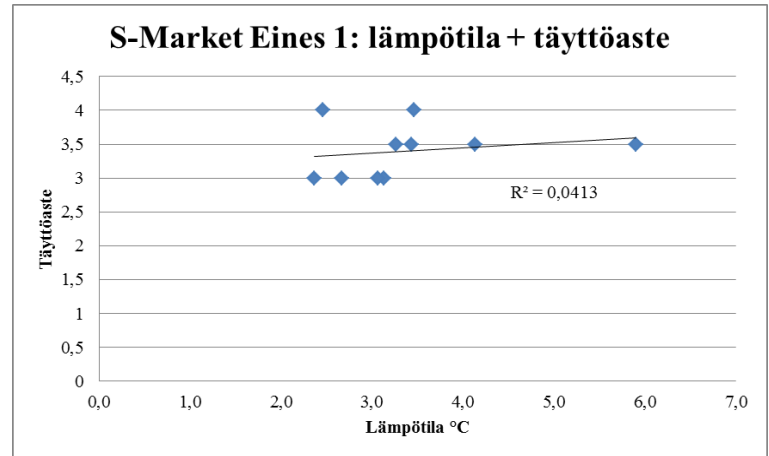
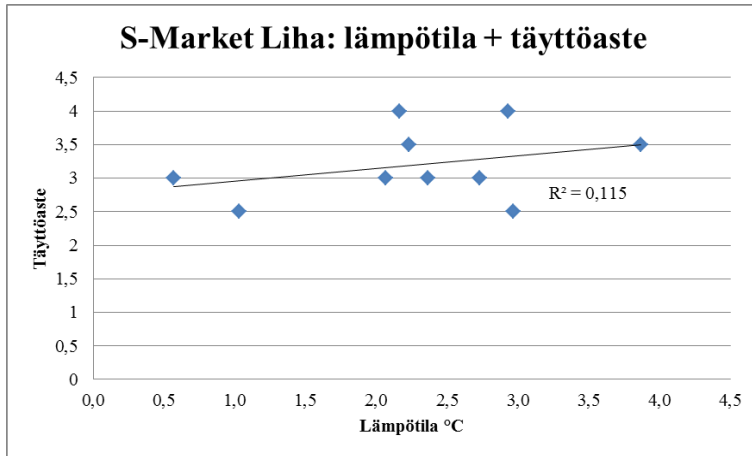
Ympäristöhallinto. 2013. Ilmasto ja ilma. Otsonikerroksen suojele. Otsonikerrosta heikentäviä aineita koskevat rajoitukset. HCFC-yhdisteet, ohjeita kiinteistön omistajalle. Viitattu 27.3.2014. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/Otsonikerroksen_suojelu/Otsonikerrosta_heikentavia_aineita_koskevat_rajoitukset/HCFCyhdisteet_ohjeita_kiinteistojen_omistajille

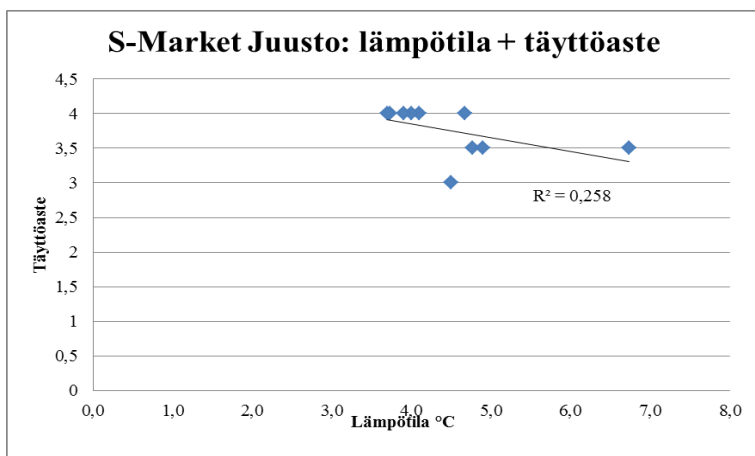
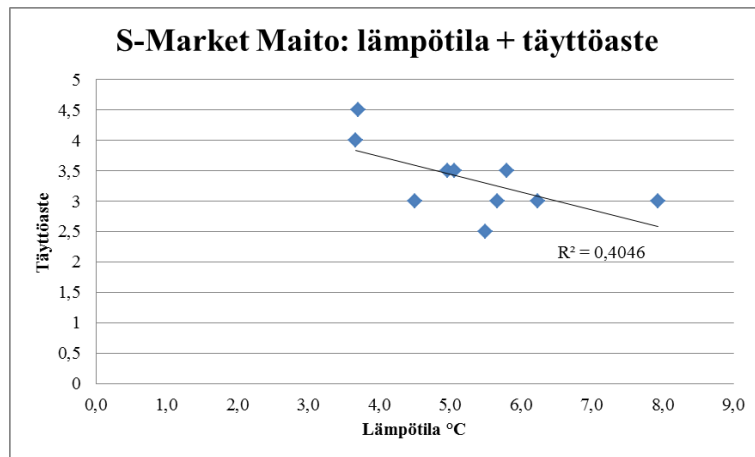
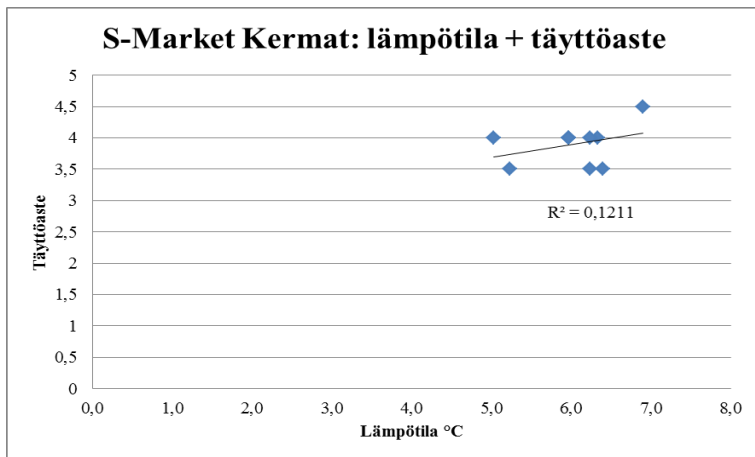
S-MARKET: ERI TUOTERYHMIEN MITATUT LÄMPÖTILAT JA TÄYTTÖASTEET



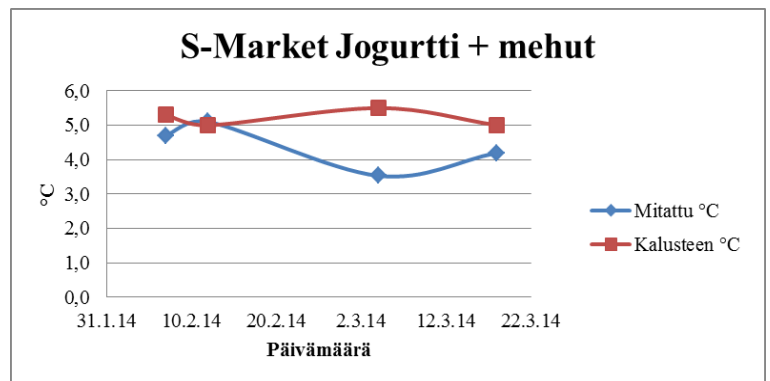
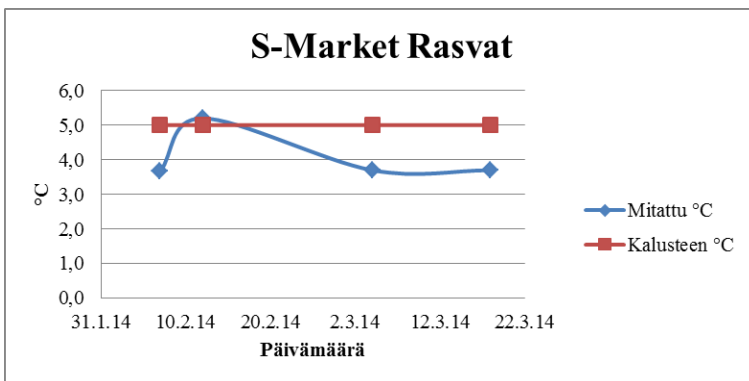
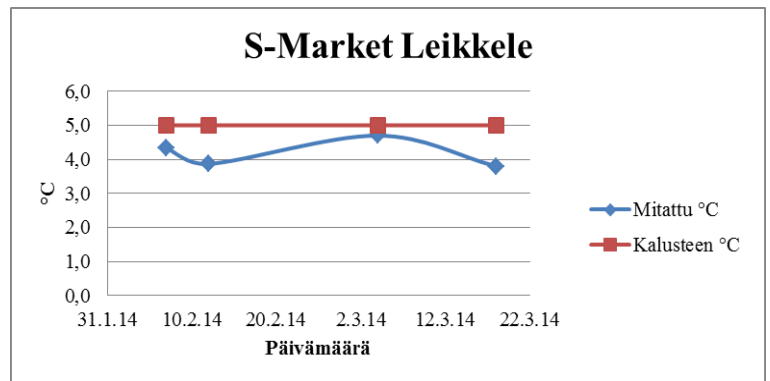
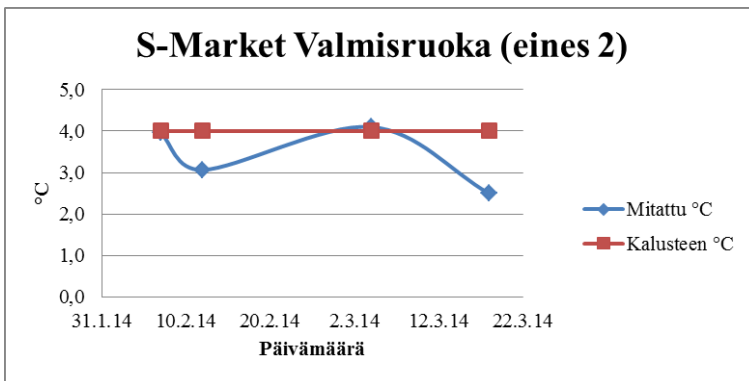
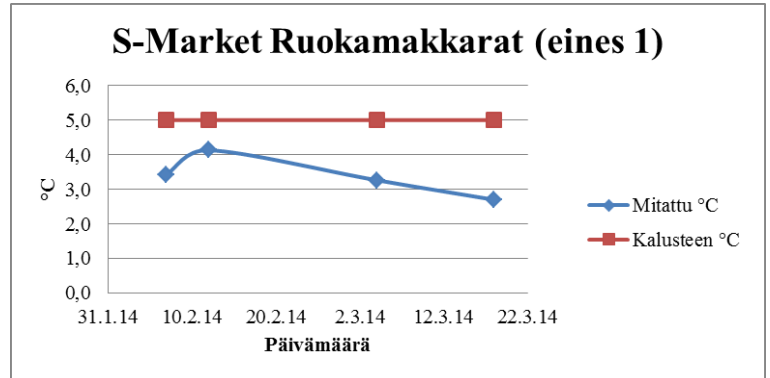
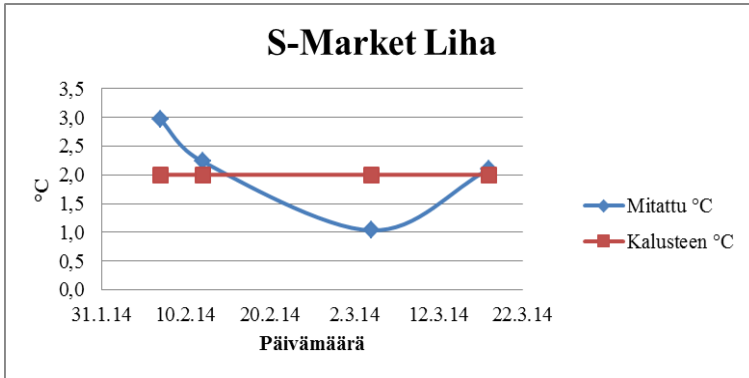


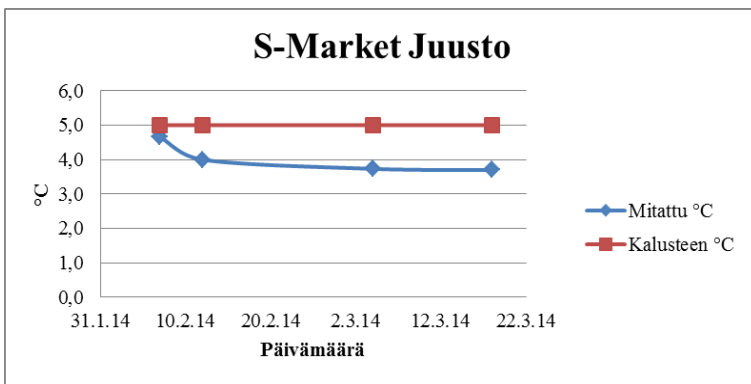
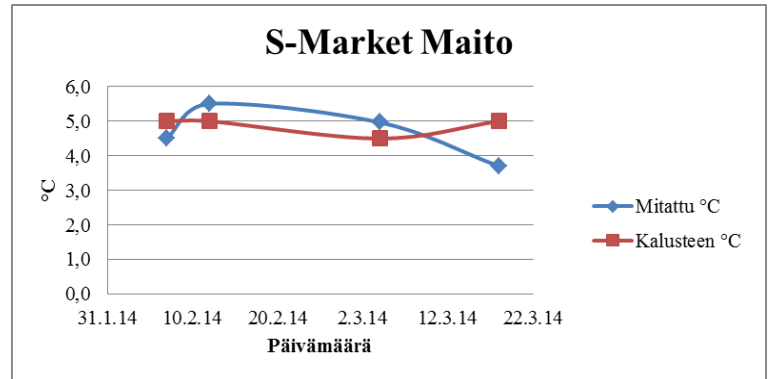
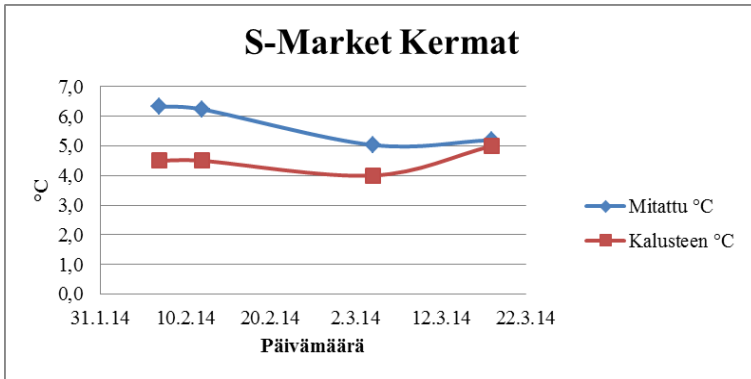
S-MARKET: ERI TUOTERYHMIEN MITATTUJEN LÄMPÖTILOJEN JA TÄYTTÖASTEIDEN HAJONTAKUVIOT





S-MARKET: MITATUT LÄMPÖTILAT JA KALUSTEIDEN LÄMPÖTILAT





S-MARKET: LÄMPÖTILAT KYLMÄKALUSTEIDEN ERI KOHDISSA

Liha

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	3,6	1,3	0,2	1,7
	keski	1,2	0,3	0,2	0,6
	ala	1,1	2,2	0,5	1,3
Keskiarvo		2,0	1,3	0,3	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	2,4	3,2	1,6	2,4
	keski	1,6	2,6	2,0	2,1
	ala	1,6	3,2	1,3	2,0
Keskiarvo		1,9	3,0	1,6	

Eines1

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	3,4	6,6	4,0	4,7
	keski	1,8	3,8	1,5	2,4
	ala	1,4	4,1	4,0	3,2
Keskiarvo		2,2	4,8	3,2	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	3,3	4,7	4,7	4,2
	keski	2,0	2,3	3,7	2,7
	ala	4,8	2,8	5,9	4,5
Keskiarvo		3,4	3,3	4,8	

Eines2

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	3,5	1,7	1,8	2,3
	keski	1,1	1,8	2,5	1,8
	ala	3,3	3,1	5,3	3,9
Keskiarvo		2,6	2,2	3,2	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	2,5	2,0	2,2	2,2
	keski	2,0	2,2	3,2	2,5
	ala	5,0	2,4	3,2	3,5
Keskiarvo		3,2	2,2	2,9	

Leikkele

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	4,2	4,7	1,5	3,5
	keski	5,1	7,3	3,3	5,2
	ala	3,0	4,6	4,7	4,1
Keskiarvo		4,1	5,5	3,2	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	2,6	5,2	0,5	2,8
	keski	4,2	4,2	3,0	3,8
	ala	4,3	6,6	4,5	5,1
Keskiarvo		3,7	5,3	2,7	

Rasvat

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	5,4	4,0	3,3	4,2
	keski	2,9	3,8	4,4	3,7
	ala	5,0	4,9	6,0	5,3
Keskiarvo		4,4	4,2	4,6	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	7,2	4,6	6,4	6,1
	keski	2,8	2,7	5,5	3,7
	ala	5,5	5,1	4,4	5,0
Keskiarvo		5,2	4,1	5,4	

Jog/mehut

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	6,6	4,2	4,0	4,9
	keski	4,4	2,2	5,8	4,1
	ala	5,0	4,6	4,6	4,7
Keskiarvo		5,3	3,7	4,8	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	7,1	5,1	2,5	4,9
	keski	5,1	4,0	3,5	4,2
	ala	4,8	5,0	5,4	5,1
Keskiarvo		5,7	4,7	3,8	

Kermat

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	4,7	4,4	2,7	3,9
	keski	5,9	7,7	7,1	6,9
	ala	4,8	6,6	5,9	5,8
Keskiarvo		5,1	6,2	5,2	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	3,7	6,6	4,8	5,0
	keski	5,5	5,1	5,1	5,2
	ala	6,2	6,0	5,2	5,8
Keskiarvo		5,1	5,9	5,0	

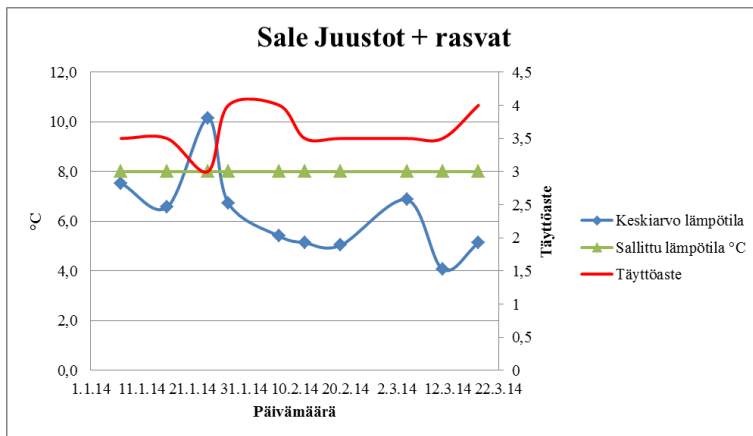
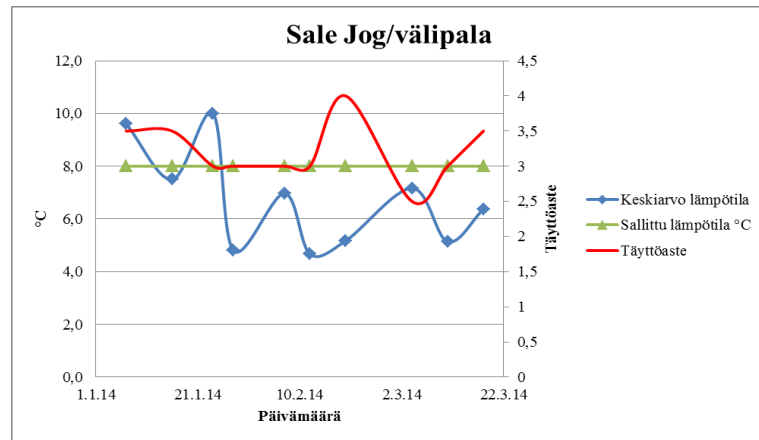
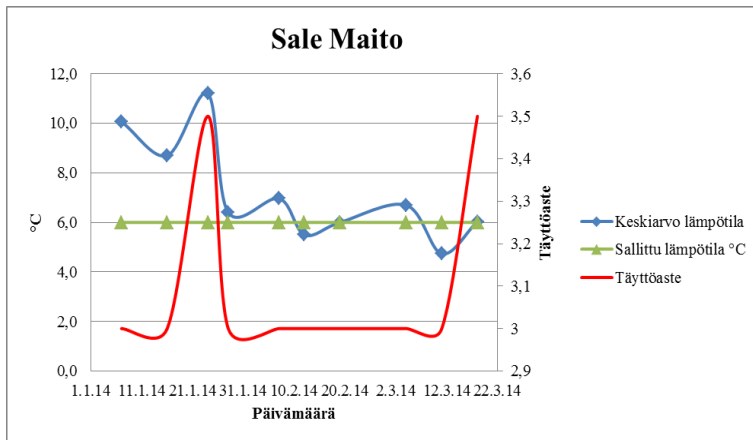
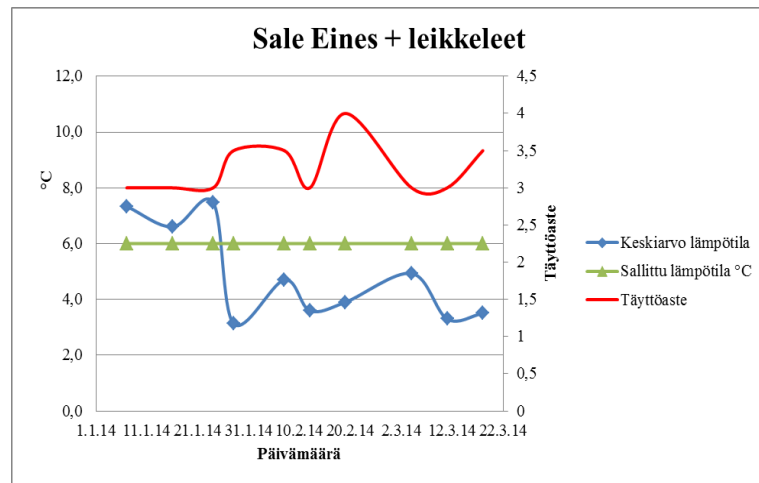
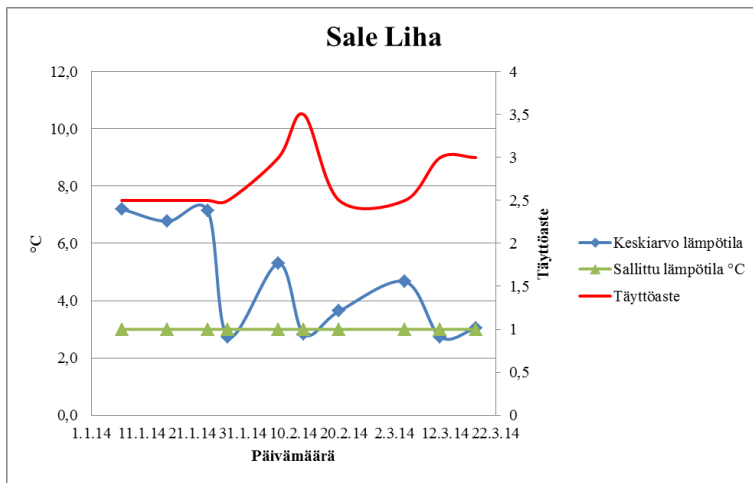
Maito

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	3,2	1,8	1,6	2,2
	keski	5,5	4,5	5,2	5,1
	ala	5,4	6,8	5,3	5,8
Keskiarvo		4,7	4,4	4,0	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	2,6	2,0	2,2	2,3
	keski	3,1	3,4	4,5	3,7
	ala	6,6	5,8	5,1	5,8
Keskiarvo		4,1	3,7	3,9	

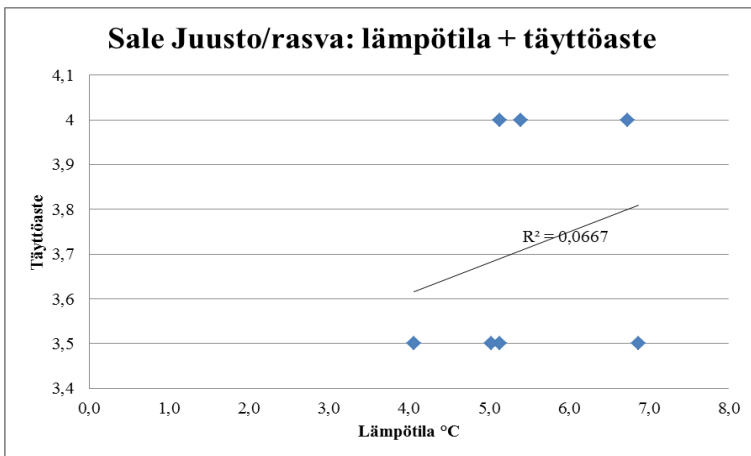
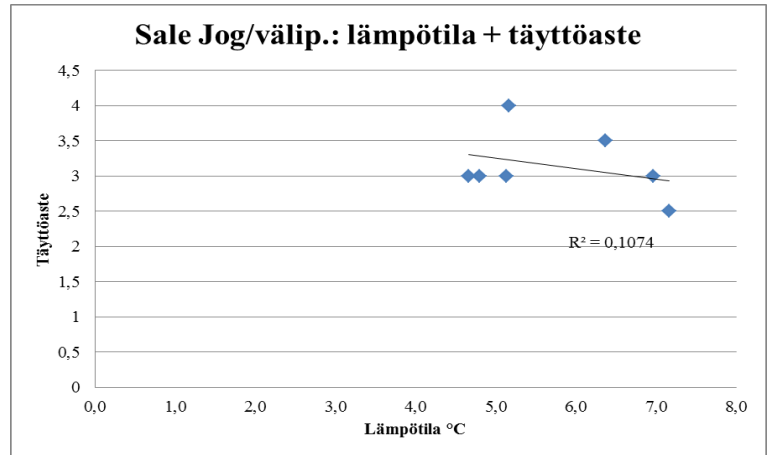
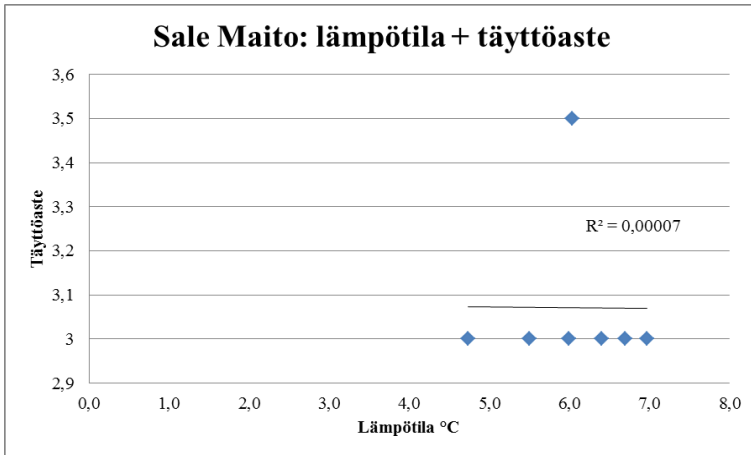
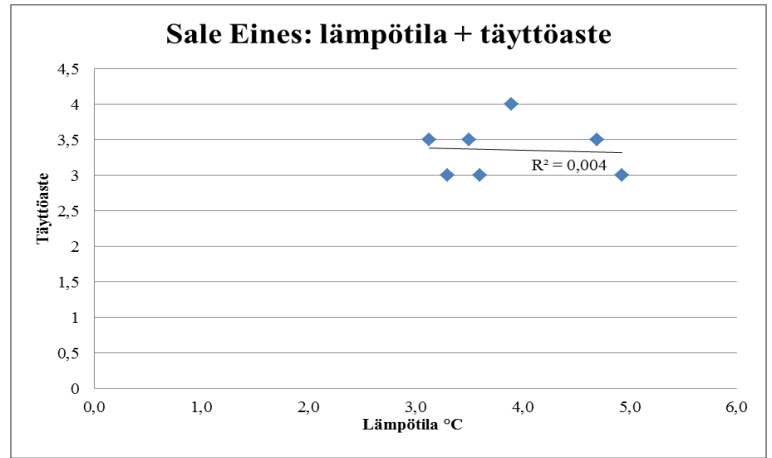
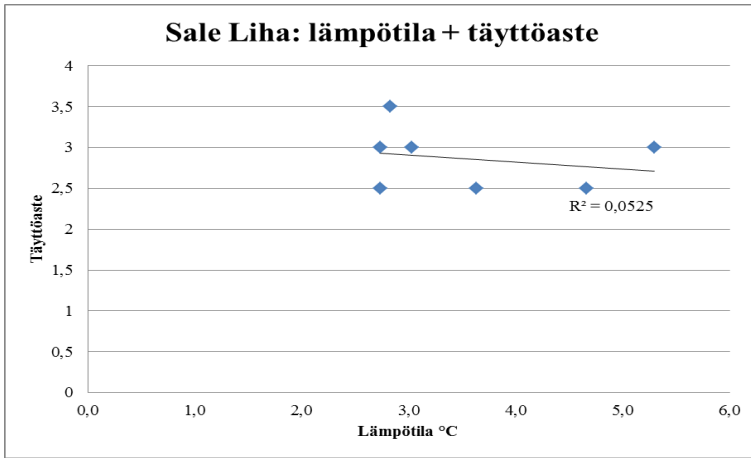
Juusto

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	6,7	5,4	6,6	6,2
	keski	3,5	3,3	4,9	3,9
	ala	5,0	2,3	5,4	4,2
Keskiarvo		5,1	3,7	5,6	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	7,3	5,5	5,7	6,2
	keski	4,3	2,5	4,3	3,7
	ala	5,9	4,1	4,0	4,7
Keskiarvo		5,8	4,0	4,7	

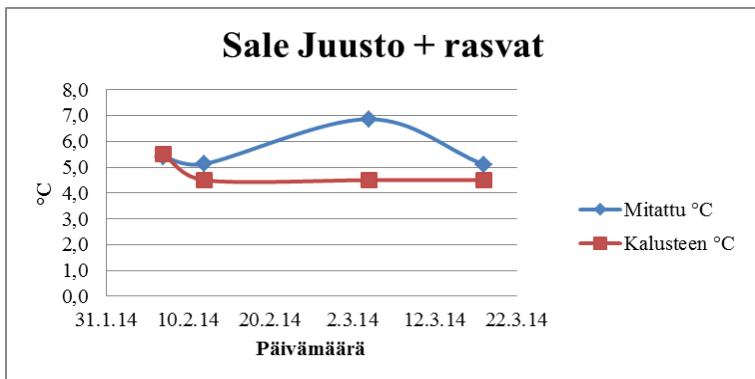
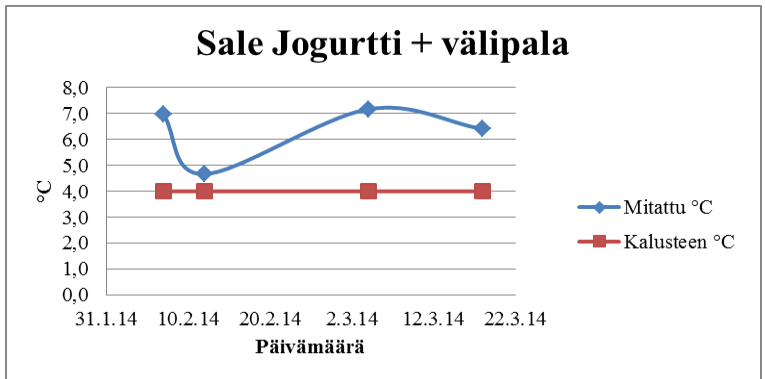
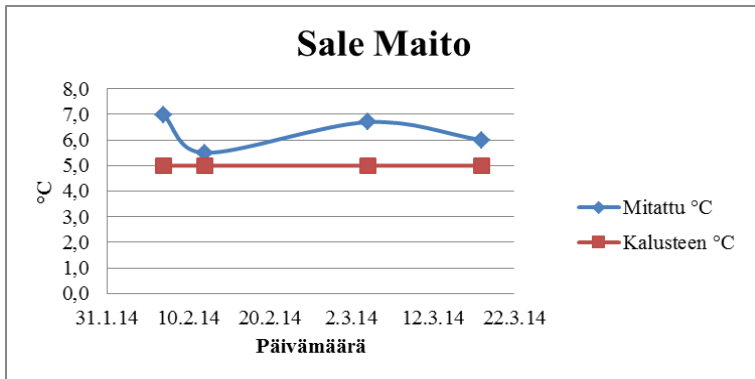
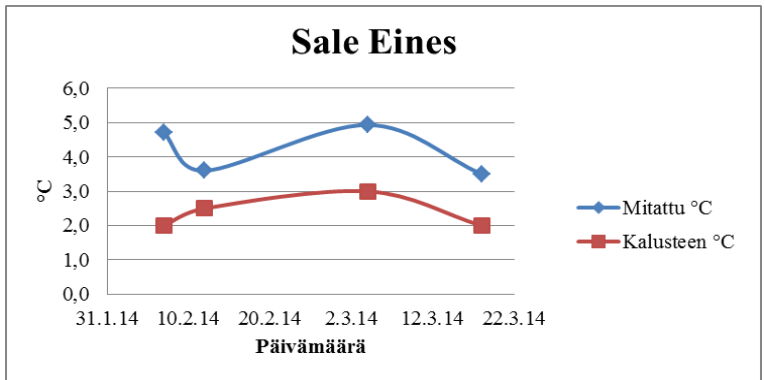
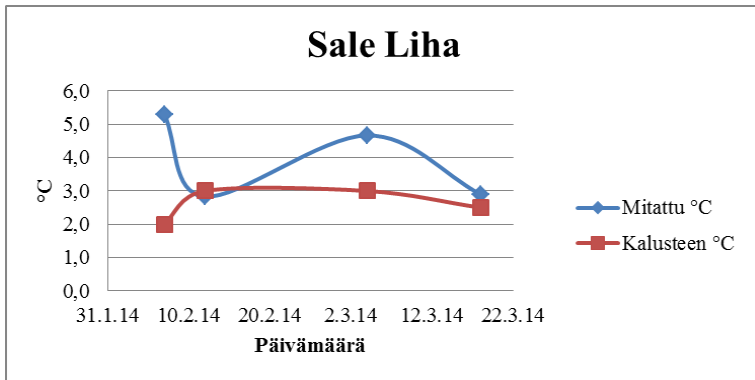
SALE: ERI TUOTERYHMIEN MITATUT LÄMPÖTILAT JA TÄYTTÖASTEET



SALE: ERI TUOTERYHMIEN MITATTUJEN LÄMPÖILOJEN JA TÄYTTÖASTEIDEN HAJONTAKUVIOT



SALE: MITATUT LÄMPÖTILAT JA KALUSTEIDEN LÄMPÖTILAT



SALE: LÄMPÖTILAT KYLMÄKALUSTEIDEN ERI KOHDISSA

Liha

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	7,4	2,0	2,5	4,0
	keski	3,9	1,9	2,4	2,7
	ala	4,0	3,0	3,7	3,6
Keskiarvo		5,1	2,3	2,9	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	4,9	3,4	2,8	3,7
	keski	3,5	2,4	3,2	3,0
	ala	3,8	2,5	2,9	3,1
Keskiarvo		4,1	2,8	3,0	

Eines

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	3,8	4,1	2,7	3,5
	keski	3,9	3,7	2,3	3,3
	ala	3,4	2,5	1,3	2,4
Keskiarvo		3,7	3,4	2,1	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	3,9	4,0	2,9	3,6
	keski	3,5	2,4	4,6	3,5
	ala	2,7	2,2	1,8	2,2
Keskiarvo		3,4	2,9	3,1	

Maito

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	6,6	6,9	6,6	6,7
	keski	5,4	4,8	4,0	4,7
	ala	5,0	4,6	3,7	4,4
Keskiarvo		5,7	5,4	4,8	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	8,4	7,5	6,3	7,4
	keski	6,7	5,1	6,3	6,0
	ala	6,2	5,7	4,3	5,4
Keskiarvo		7,1	6,1	5,6	

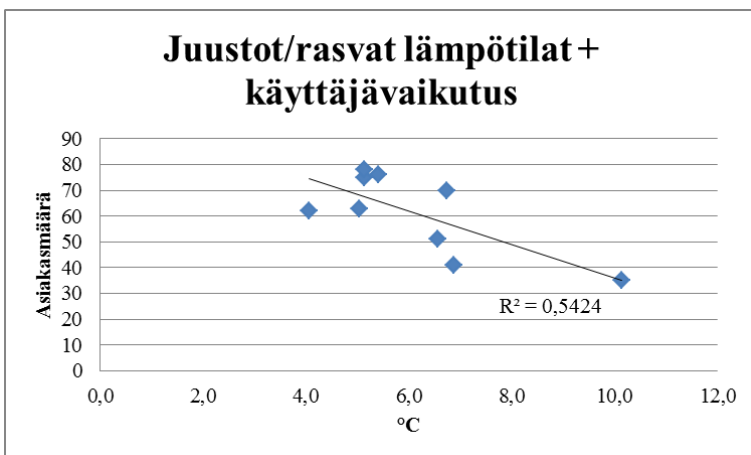
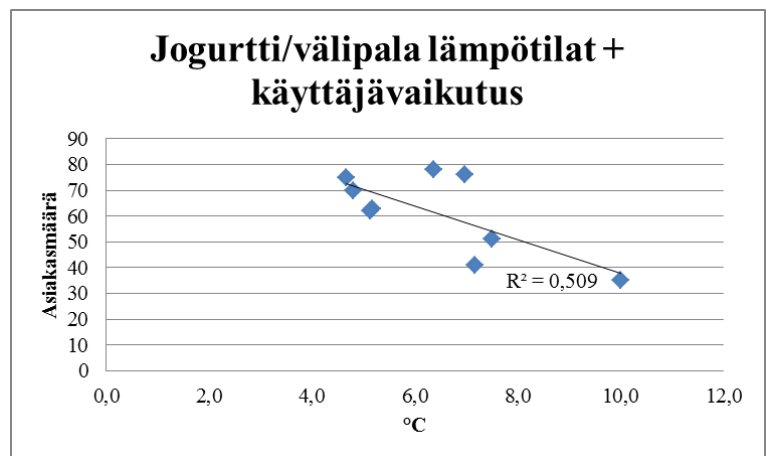
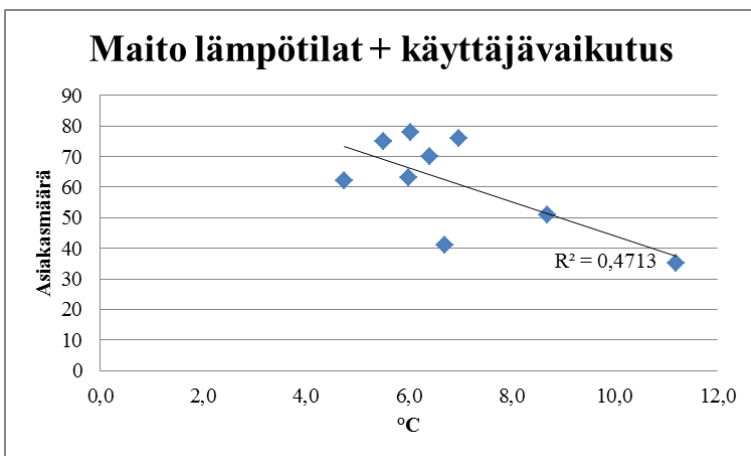
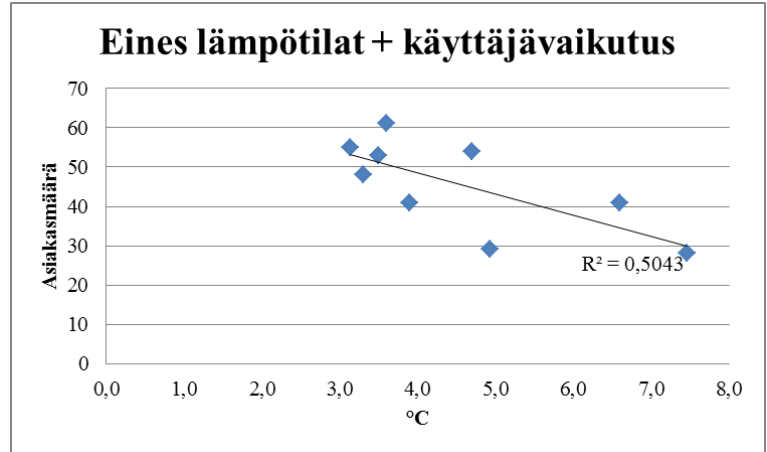
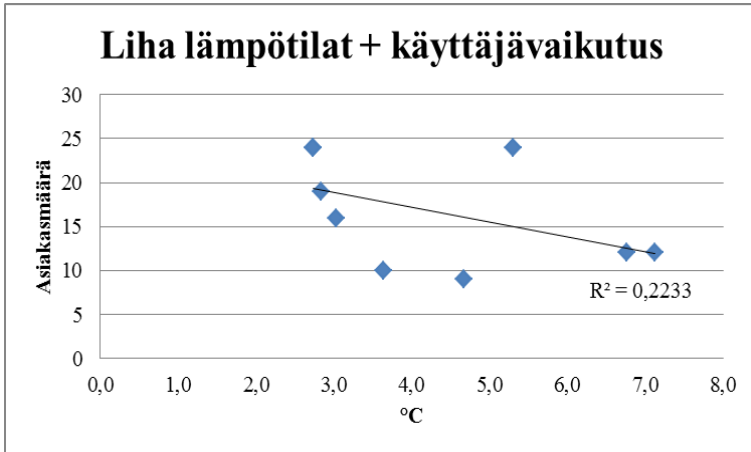
Jog/vp

		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	8,9	1,8	6,9	5,9
	keski	8,2	2,5	4,7	5,1
	ala	7,3	1,7	5,7	4,9
Keskiarvo		8,1	2,0	5,8	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	10,2	5,3	6,0	7,2
	keski	9,1	2,5	5,5	5,7
	ala	8,9	4,0	4,9	5,9
Keskiarvo		9,4	3,9	5,5	

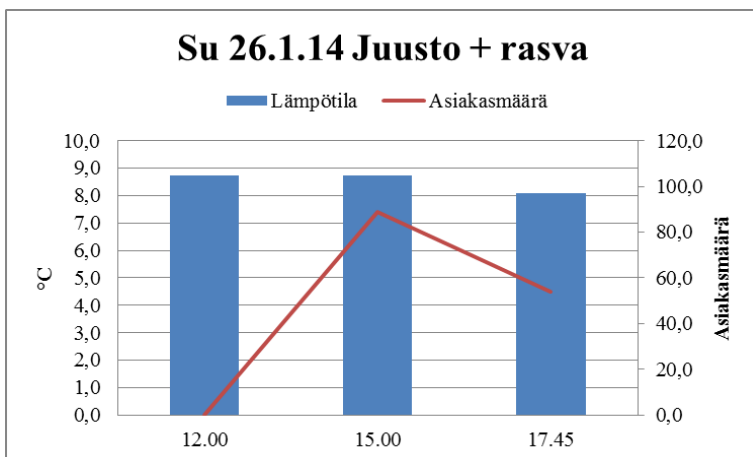
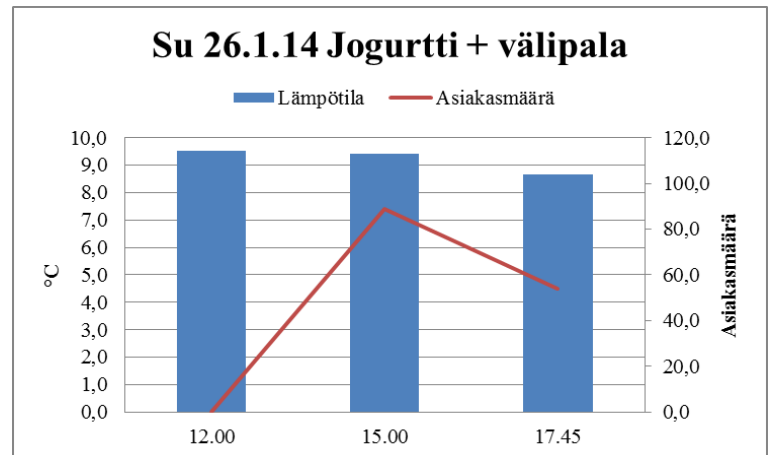
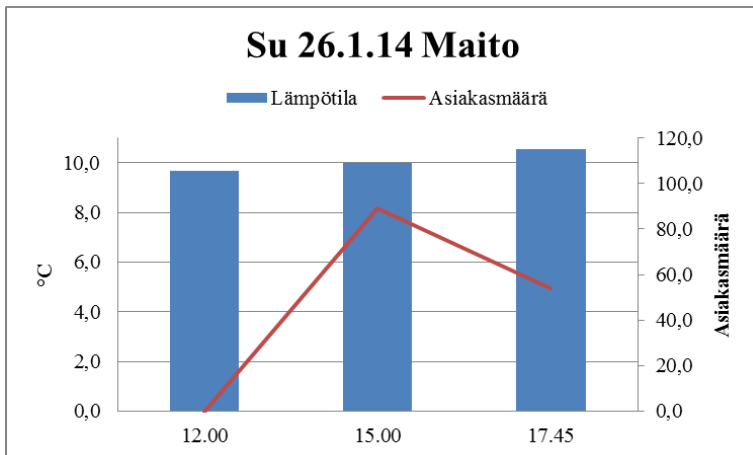
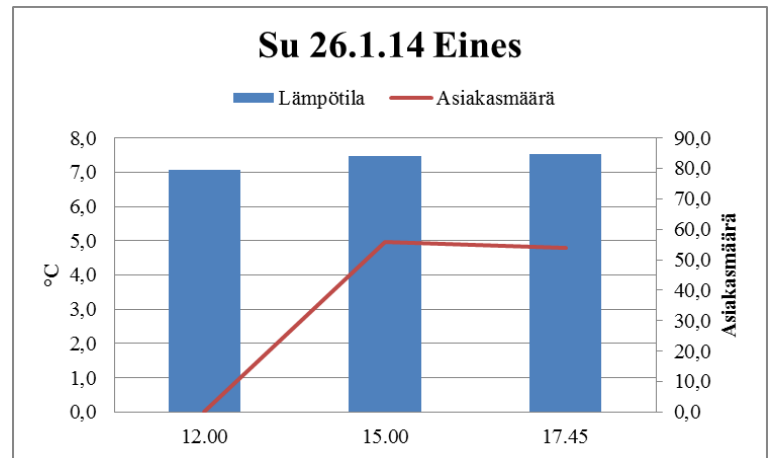
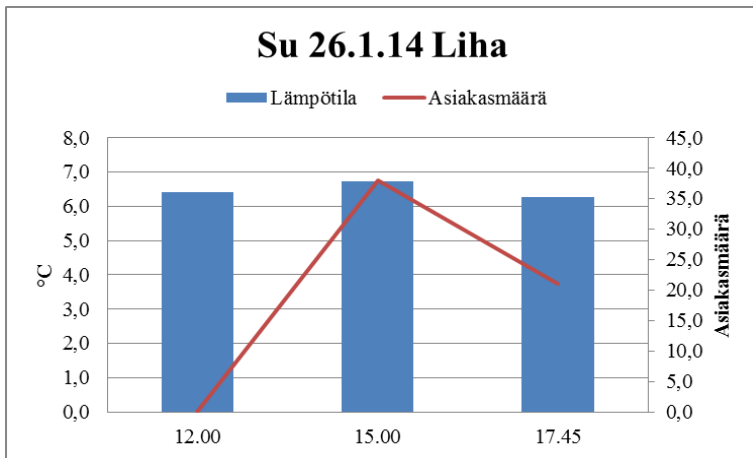
Juust/rasv

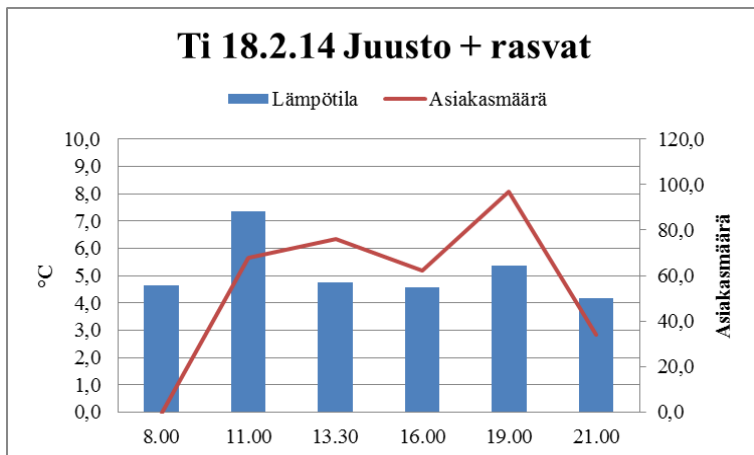
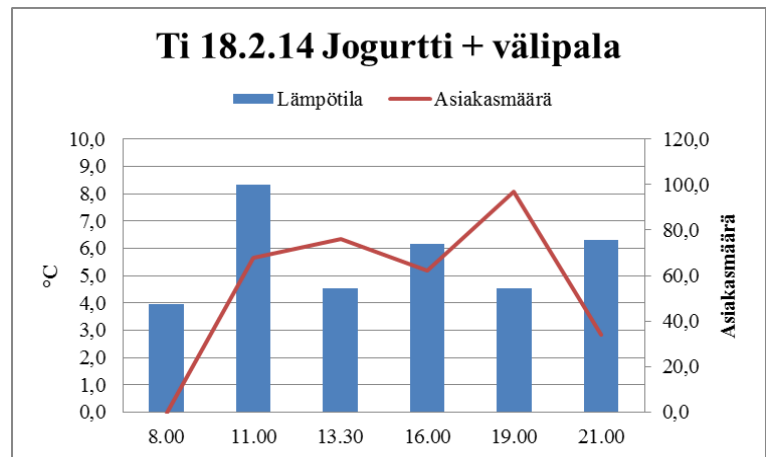
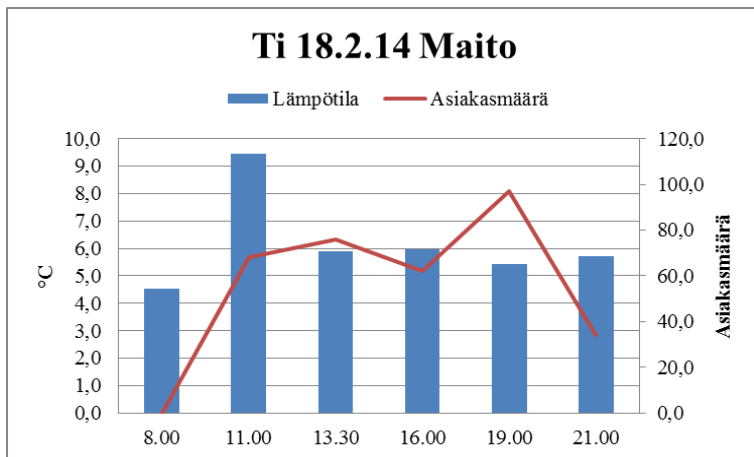
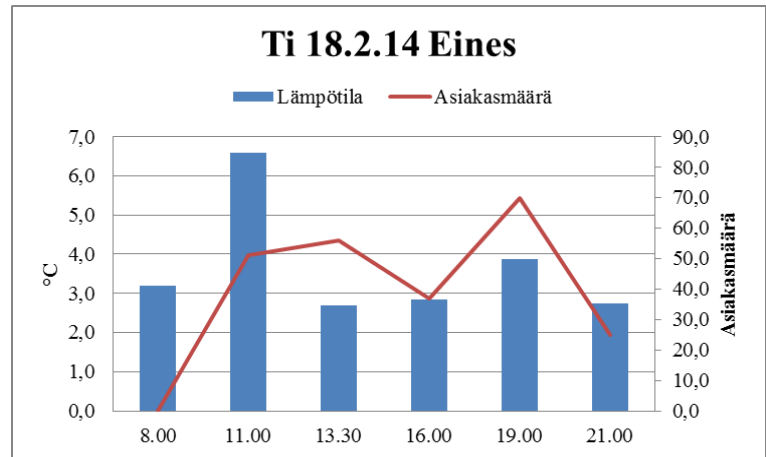
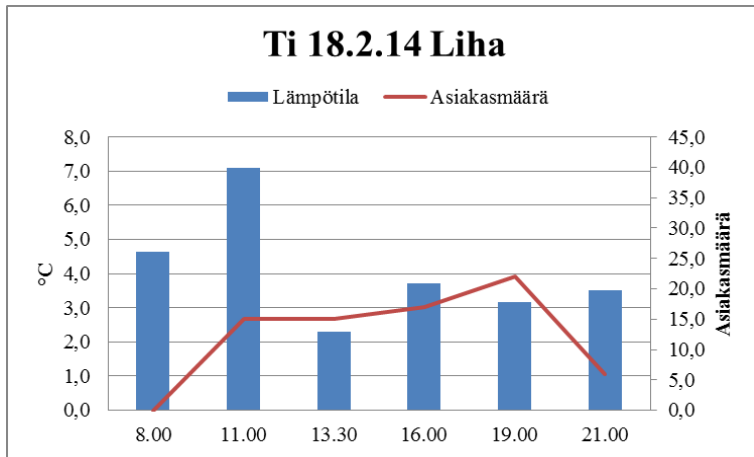
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
11.3.2014	ylä	4,9	1,3	6,9	4,4
	keski	5,0	1,3	5,9	4,1
	ala	4,6	1,3	5,0	3,6
Keskiarvo		4,8	1,3	5,9	
		vas	kesk	oik	Keskiarvo
18.2.2014	ylä	8,7	2,5	7,5	6,2
	keski	6,8	1,5	7,1	5,1
	ala	5,5	0,6	6,0	4,0
Keskiarvo		7,0	1,5	6,9	

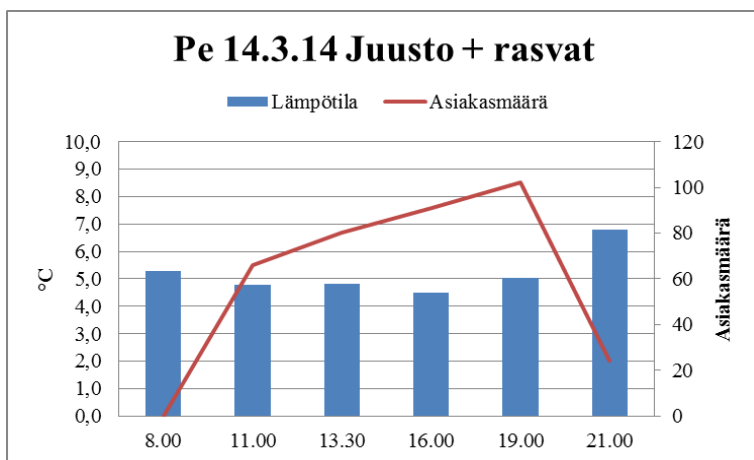
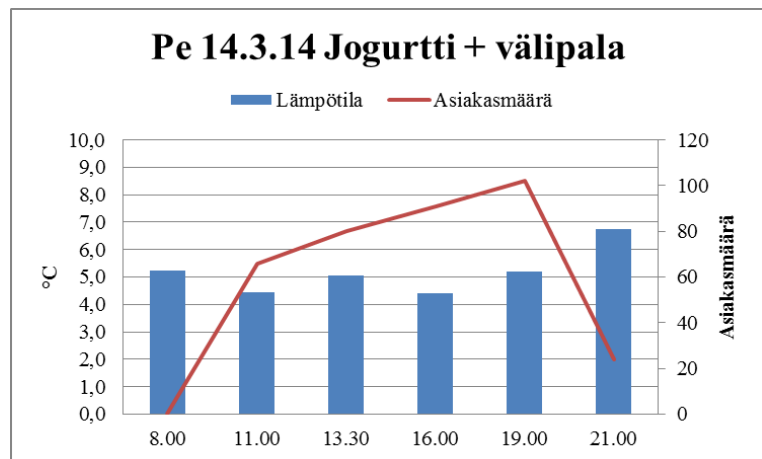
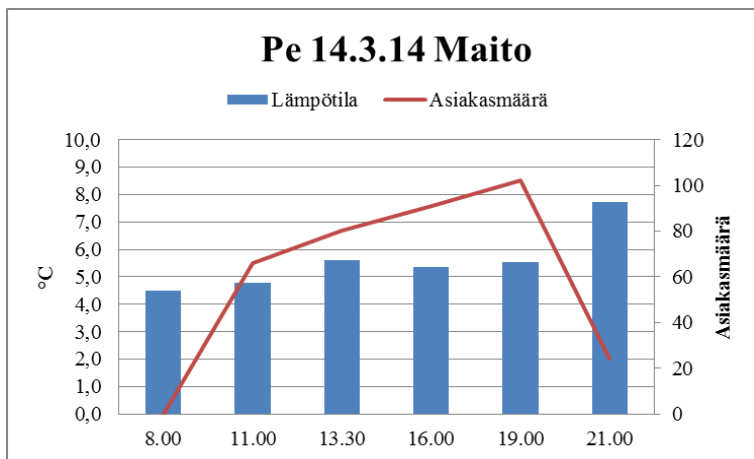
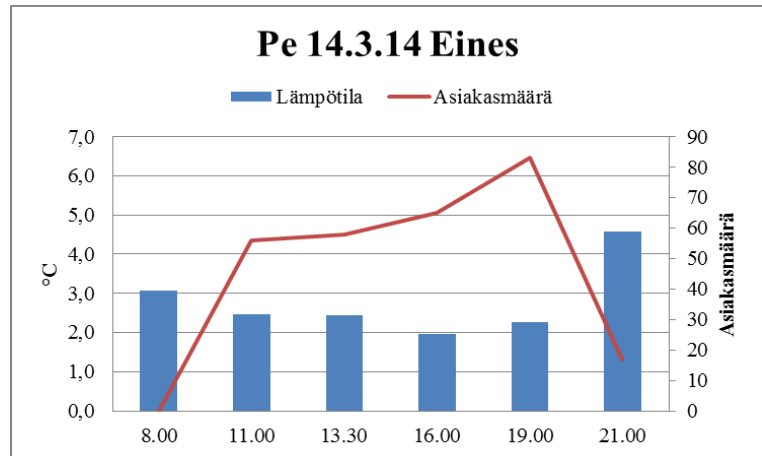
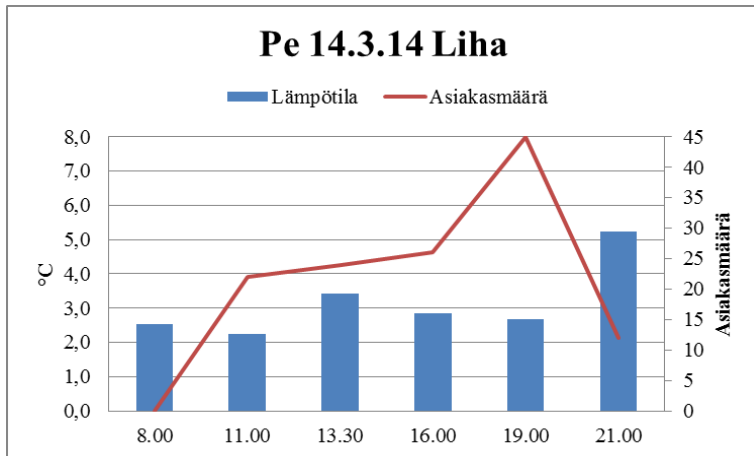
SALE: KÄYTTÄJÄVAIKUTUKSEN JA MITATTUJEN LÄMPÖILOJEN HAJONTAKUVIOT

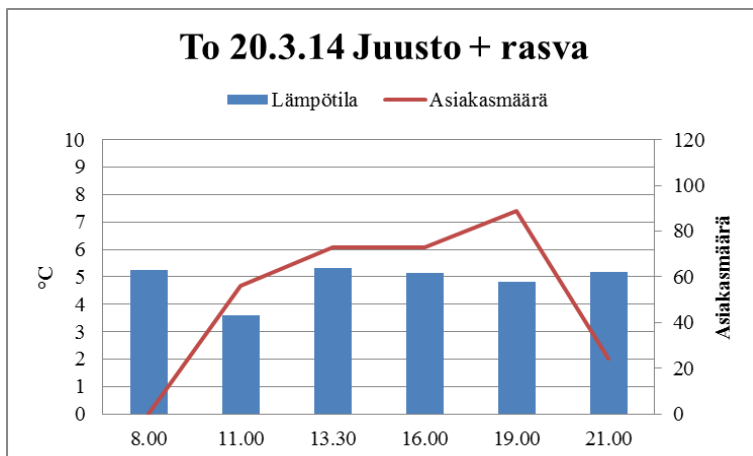
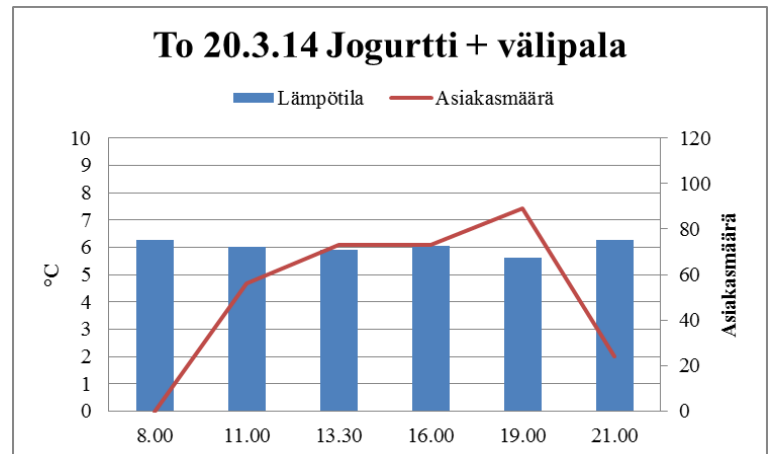
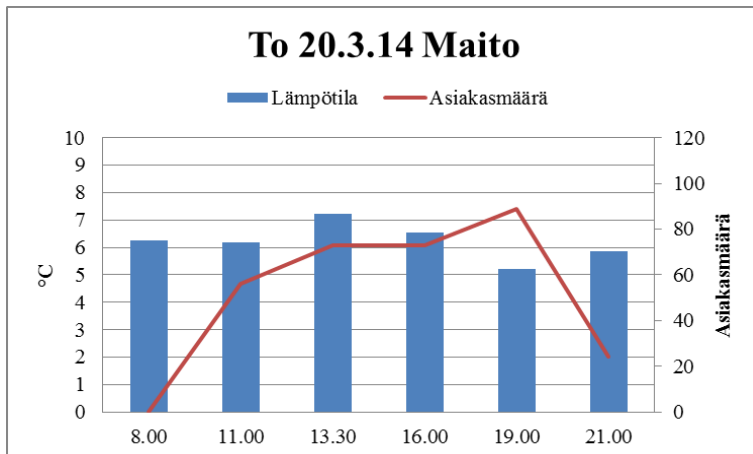
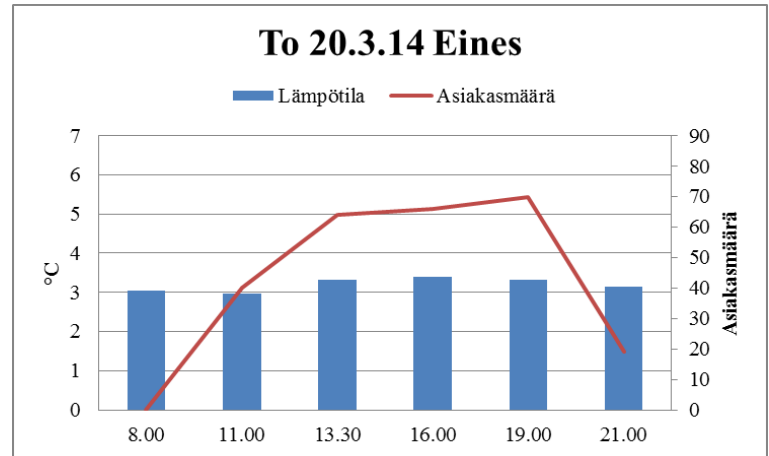
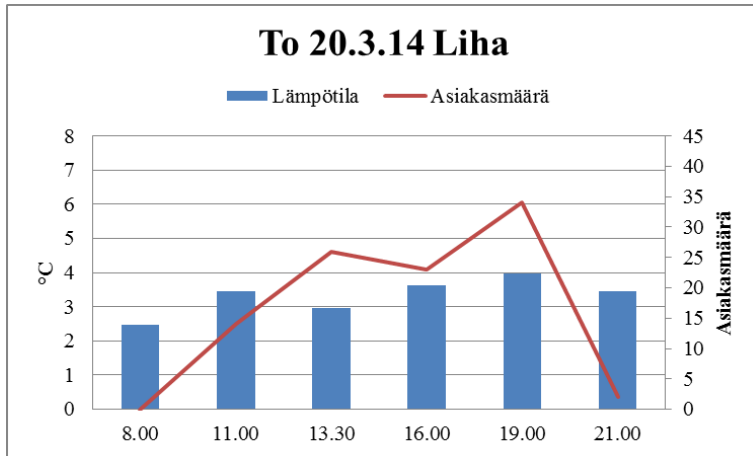


SALE: PÄIVÄN AIKANA TAPAHTUNEET LÄMPÖTILAMUUTOKSET ERI TUOTERYHMISSÄ



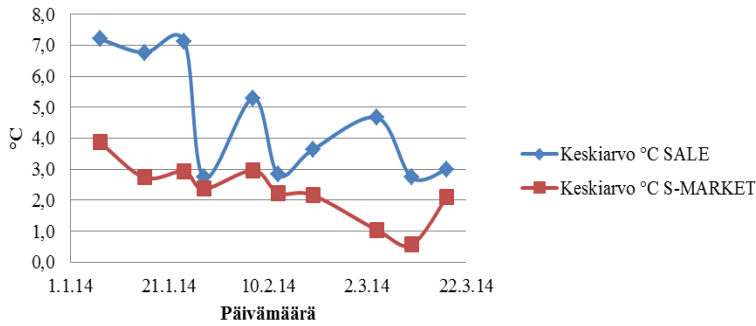




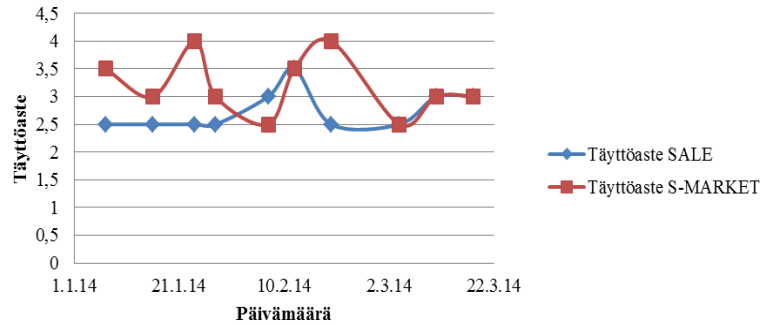


YKSIKÖIDEN LÄMPÖILOJEN JA TÄYTTÖASTEIDEN VERTAILUTAUUKOT

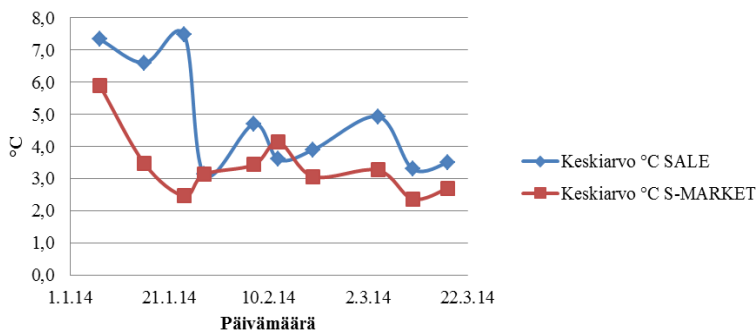
Liha lämpötila



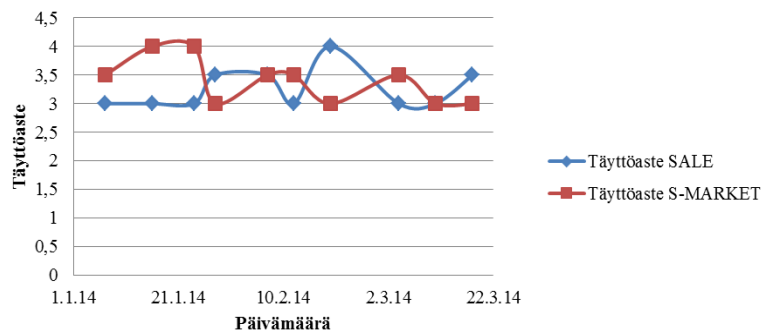
Liha täyttöaste



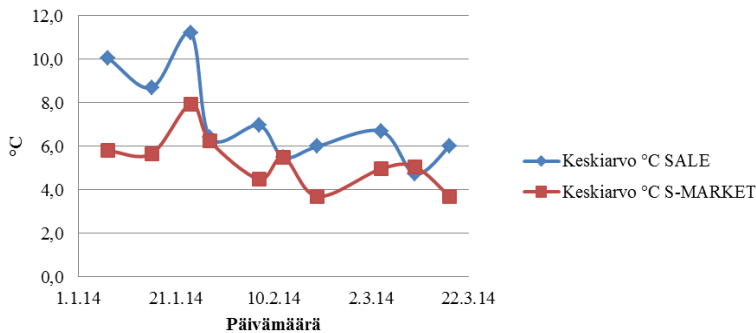
Eines lämpötila



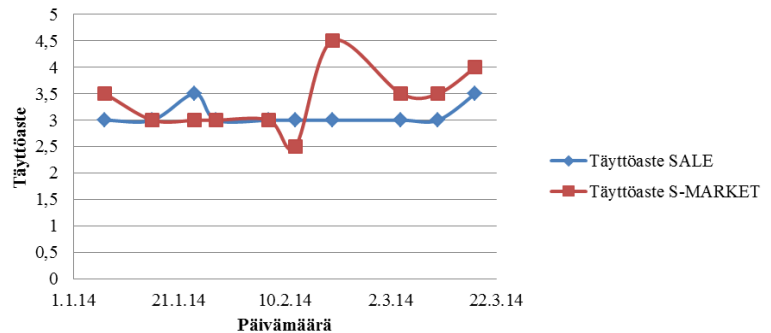
Eines täyttöaste



Maito lämpötila

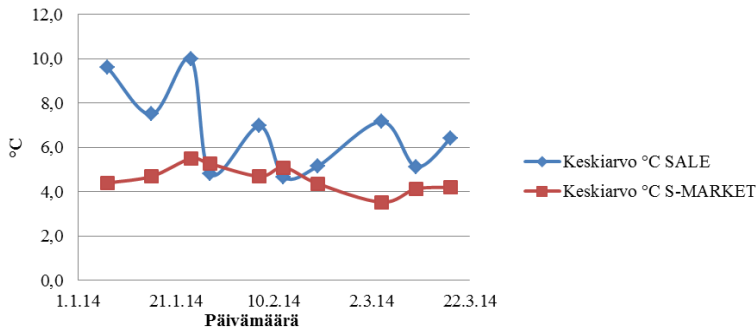


Maito täyttöaste

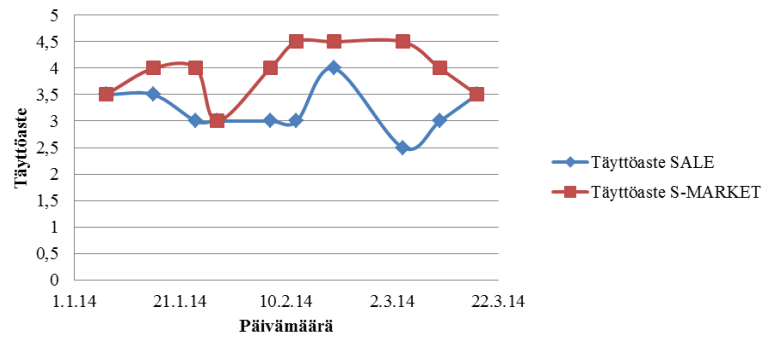


Kaupan kylmäkalusteiden ovittamisen vaikutus energiankulutukseen ja tuotteiden laatuun

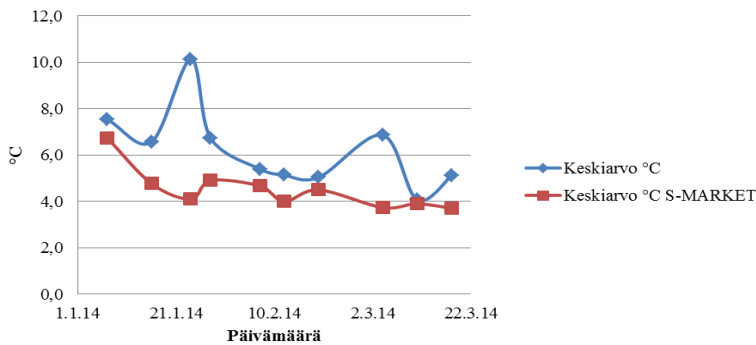
Jogurtti + välipala lämpötila



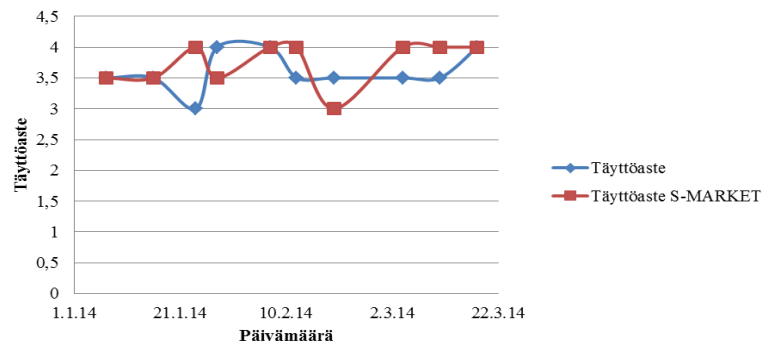
Jogurtti + välipala täyttöaste



Juusto + rasvat lämpötila



Juustot + rasvat täyttöaste



YKSIKÖIDEN
VERTAILUTAULUKOT TUOTERYHMITÄIN

KYLMÄKALUSTEIDEN

LÄMPÖTILADATAN

