

Pekka Ojala

# Ravintolan kylmälaitteiden energiatehokas käyttö

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Joulukuu 2015




MAMK

University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b> 21.11.2015		
<b>Tekijä(t)</b> Pekka Ojala	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma		
<b>Nimeke</b> Ravintolan kylmälaitteiston energiatehokas käyttö			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Opinnäytetyöni tarkoituksena oli saada selvitettyä keskimääräisesti kylmälaitteiden vuorokausittainen energiankulutus, JKJ - ravintoloiden omistamasta The Rocks Bar &amp; Club - yökerhosta ja antaa energiatehokasta opastusta laitteiston käytölle. Työn lähtökohtana oli ravintolan käyttökustannusten säästö, energiatehokas käyttö sekä mahdolliset aukioloaikojen pidentämiset.</p> <p>Vuorokausittainen energiankulutuksen mittaus suoritettiin laitteistoihin asennetuilla energiankulutusmittareilla. Laitteistojen käyttökuntoa kartoitettiin tarkkailemalla hetkellisiä virta-arvoja mittareista sekä tarkastelemalla laitteistojen kuntoa yleisesti.</p> <p>Mittauksilla saatiin selvitettyä kuinka paljon kylmälaitteistot kuluttavat energiaa vuorokaudessa ja onko kannattavaa käyttää niitä muulloin kuin aukioloaikoina. Laitteistojen yleistä kuntoa saatiin kartoitettua ja ylläpito- sekä kehitysvinkkiopastusta pohdittua.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Kylmälaitteet, energia, tehokas, säästö.			
<b>Sivumäärä</b> 21+2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Kieli</b> Suomi</td> <td style="width: 50%;"><b>URN</b></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>
<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>		
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Juha Korpijärvi	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> JKJ Ravintolat / Ari-Pekka Tolvanen		

## DESCRIPTION

		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  21.11.2015
<b>Author(s)</b> Pekka Ojala	<b>Degree programme and option</b> Electrical engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Restaurant cooler elements energy-efficient use.		
<b>Abstract</b>  The thesis target was to find out the average energy consumption of the cooler elements per day at the Rocks Bar & Club, owned by JKJ - restaurants and to give energy efficient guidance using those. The bases of the job were restaurants operation costs, energy efficient using and possible expanding of the opening hours.  The daily energy consumption measurements were accomplished by using energy consumption meters, installed to the machinery. The conditions of the machinery were solved observing currents from the meters and also by eye.  With the measurement, the cooler elements daily energy consumptions were solved and also is it energy efficient to use those, when the bar is closed. Overall conditions of the machinery were solved and maintenance & improving tips was pondered.		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Cooler elements, energy, efficient, saving.		
<b>Pages</b> 21+2	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b> Juha Korpijärvi	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> JKJ Restaurants / Ari-Pekka Tolvanen	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	KYLMÄLAITTEET .....	2
3	KYLMÄLAITTEIDEN TOIMINTA.....	2
3.1	Kylmälaitteen toimintaan vaikuttavat tekijät.....	4
3.1.1	Lauhdutin .....	4
3.1.2	Suodatinkuivain ja nestelasi.....	4
3.1.3	Paisuntaventtiili.....	5
3.1.4	Höyrystin.....	5
3.1.5	Kompressori.....	5
3.1.6	Kylmätilasta yleisesti.....	5
3.2	Kylmälaitteen huolto .....	6
3.2.1	Vuototarkastukset .....	6
3.2.2	Huoltopäiväkirja .....	7
3.2.3	Huoltotarra .....	7
4	KYLMÄLAITTE VIRRANKULUTTAJANA.....	7
4.1	Puhallinmoottorit lauhduttimessa sekä höyrystimessä.....	8
4.2	Kompressori.....	8
4.3	Anturit ja painekeytkimet .....	8
4.4	Ohjausyksikkö .....	9
5	VIRTAPIIKIT JA KULUTUS KYLMÄLAITTEISTOSSA.....	9
6	SÄHKÖENERGIA JA SEN KULUTUKSEN MITTAAMINEN.....	10
6.1	Kulutuslukemat Gamko G1422 -liukuovikaappi.....	11
6.2	Kulutuslukemat Inox Baltic JSK-1205 -kasettikoneikko .....	13
7	KULUTUS VUOSITASOLLA.....	15
7.1	Liukuovikaapit.....	15
7.2	Kasettikoneikot.....	15
8	LOPPUPOHDINTA.....	15
	LÄHTEET.....	17

### LIITE

**Suur-Savon Sähkön energia hinnasto sekä Järvi-Suomen Energian verkko-  
palvelutariffit**

## 1 JOHDANTO

JKJ-ravintoloihin kuuluva The Rocks Bar & Club on Savonlinnan Viiskulmassa toimiva anniskeluravintola, ja se sijaitsee osoitteessa Olavinkatu 13. Ravintola sisältää kaksi erinäistä baaritiskiä (kuva 1), asiakaspaikkoja on 254 ja se palvelee asiakkaita maanantaista sunnuntaihin klo 23-04 välisenä aikana, ravintolapäällikkönä toimii Ari-Pekka Tolvanen.

Opinnäytetyöni tavoitteena on tarkastella ja kartoittaa ravintolan kylmälaitteiden sähkönkulutuksen suuruus ja saada selville laitteille energiatehokkain käyttötapa nykyisellä aukioloaikamallilla sekä mahdollisesti tulevaisuudessa tapahtuvasta aukioloaikojen laajentamisesta, jota on suunniteltu kesäterassin avaamisen yhteyteen.

Kartoituksen jälkeen on tarkoituksena antaa ohjeistusta sekä ideoita mahdollisille laitteiden uudistuksille ja antaa energiatehokkuutta parantavaa huolto-ohjeistusta työntekijöille kylmälaitteiden oikeaoppisesta käytöstä työarjessa. Ravintolassa on käytössä viisi kappaletta ns. kasettikaappeja ja viisi kappaletta lasillisella liukuovilla varustettuja hyllykkökaappeja.



**KUVA 1. Ravintolan päätiski**

## 2 KYLMÄLAITTEET

Ennen vanhaan, kun kylmälaitteita ei ollut vielä keksittykään, elintarvikkeet viilennettiin vain märillä kankailla, jäällä tai viemällä ne kellariin, missä ne kestivät viileämpänä ja säilyivät täten pitempään. Vuonna 1876 patentoitiin menetelmä, missä höyrystetään kaasua, josta nykyinen kylmäteknikka käynnistyi. Kylmälaitteita on moneen kokoluokkaan, on pieniä ”jenkkikaappeja” kesämökeille, suuria jääkaappeja kotitalouksiin, ravintoloitten tiskeihin rakennettuja monitoimisia yhdistelmiä viilentämään juomia (kuva 2) ja suuria viileä- ja pakastushyllyköitä, kylmähuoneita tai pakastuhuoneita, joita kaupat ja elintarvikkeitten tuottajat käyttävät elintarvikkeitten säilömiseen. Kokoluokkia ja toteutustapoja on todella monenlaisia, mutta nykyaikaisten kylmälaitteiden toimintaperiaate on pohjimmiltaan samanlainen kaikissa.

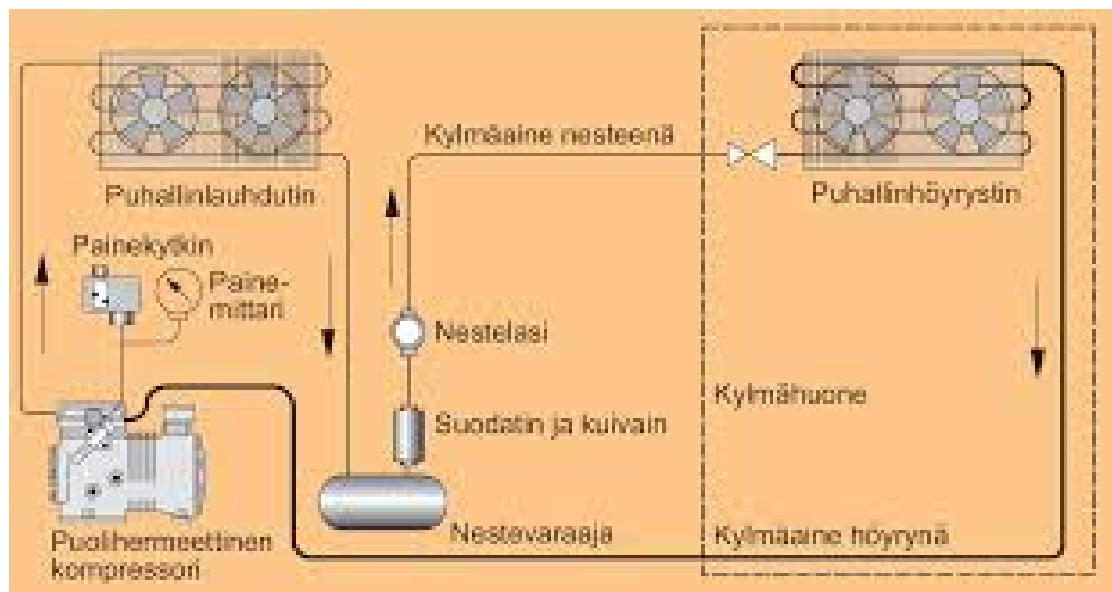


**KUVA 2. Inox Baltic – ravintolakaappi /4/**

## 3 KYLMÄLAITTEIDEN TOIMINTA

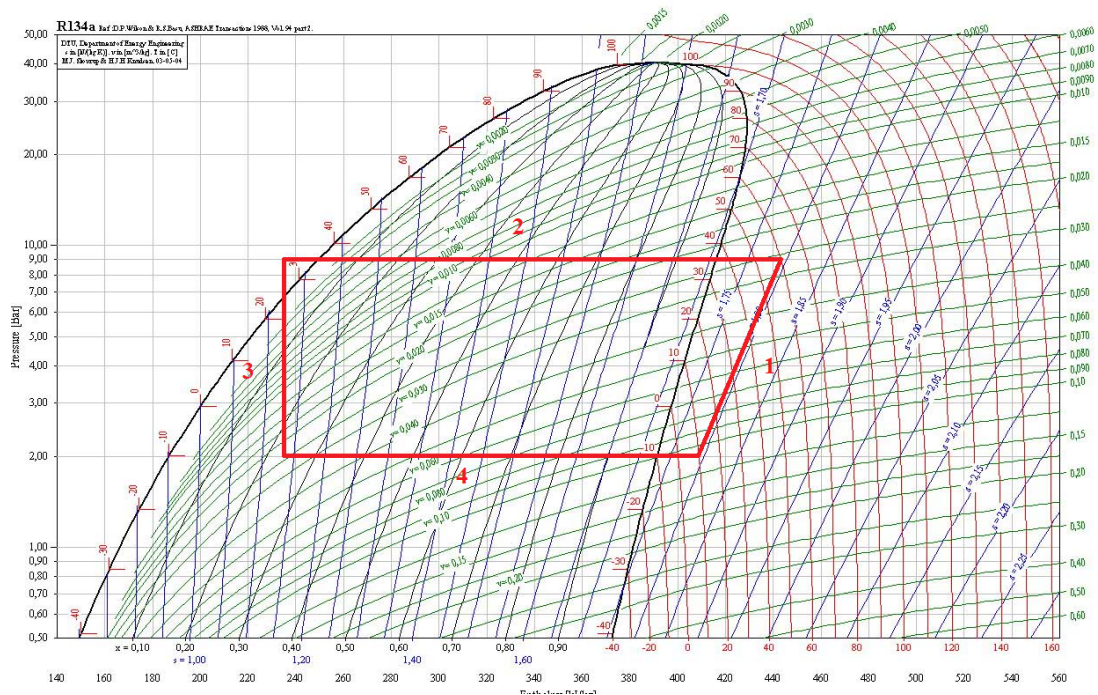
Kylmälaitteen toiminta perustuu kompressorin putkistossa liikuttaman kylmäaineen olomuodon muuttamiseen ja lämpöenergian siirtymiseen aineessa. Laitteistossa oleva sähköinen kompressori lämmittää ja puristaa kaasumaisen kylmäaineen tulistuneeksi kylmäaineeksi paineputkistoon, josta kylmäaine kulkee lauhduttimelle. Jäähdytettävän

tilan ulkopuolella sijaitsevassa lauhduttimessa kylmäaineen kompressorissa sekä höyrystyessä saama lämpöenergia siirtyy pois ja se muuttuu nesteeksi. Paineistettu kylmäaine kulkee nestevaraajan ja kuivaimen kautta syöttölaitteeseen, jossa sen paine laskee ja kylmäaine kaasuuntuu. Kaasu kulkee jäähdytettävän tilan sisäpuolella sijaitsevaan höyrystimeen, joka sitoo lämpöenergiaa itseensä, jolloin kylmälaitteen sisätilat viilenevät. (Kuva 3) Höyrystimeltä kaasu kulkeutuu takaisin kompressorille ja aloittaa uudelleenkierron.



**KUVA 3. Kylmälaitteen toimintaperiaate/5/**

1. Kylmäaineen puristus kompressorissa.
2. Kylmäaineen tulistuksen poisto, lauhtuminen ja alijäähtyminen lauhduttimessa.
3. Kylmäaineen höyrystyminen syöttölaitteessa.
4. Lämpöenergian sitoutuminen kylmäaineeseen höyrystimessä ja kylmäaineen tulistuminen.



**KUVA 4. Kylmäaineen teoreettinen toiminta kylmälaitteessa**

### 3.1 Kylmälaitteen toimintaan vaikuttavat tekijät

Näiden kylmälaitteessa olevien komponenttien ikääntymisestä tai ulkoisesta tekijästä johtuva vioittuminen tai väärin asennus voi aiheuttaa heikkenemistä toiminnassa tai kokonaan lakkauttaa kylmälaitteen toiminnan.

#### 3.1.1 Lauhdutin

Lauhduttimen likaisuus, suodattimen likaisuus tai tuulettimen pyörimisvirtaukseen vaikuttavat tekijät, esim. moottorivika tai vioittunut propelli, voivat aiheuttaa kasvannutta lauhduttinpainetta, heikentynyttä jäähdytystehoa tai lisääntynyttä energian kuluusta. Lauhduttimen ympäristö täytyy pitää avarana, ja sen läheisyyteen ei saa sijoittaa sinne herkästi ajautuvia asioita tai esineitä.

#### 3.1.2 Suodatinkuivain ja nestelasi

Suodattimen likaisuus voidaan tarkistaa nestelasista nesteen väristä päättelemällä. Nestelasista voi tarkistaa myös nestevajauksen ja venttiilien toiminnan, jotka kaikki



voivat aiheuttaa mm. hapon muodostumista, korroosiota, moottorivikaa ja paisuntaventtiilin epätoimintaa.

### **3.1.3 Paisuntaventtiili**

Paisuntaventtiilin likaisuus, paineentasauksen puuttuminen tai anturin väärin asennus voivat aiheuttaa mm. matalaa imupainetta tai höyrystimen ylitäyttymisen, joka voi aiheuttaa kompressorin vioittumisen.

### **3.1.4 Höyrystin**

Höyrystimen etuosan huurteella tukkeutuminen tai tulopuolen huurtuminen, tuulettimen vajaatoiminta / täysi toimimattomuus tai propellin vioittuminen voivat aiheuttaa mm. matalaa imupainetta laitteistossa, heikentää jäähdytystehoa tai lisätä energian kulutusta.

### **3.1.5 Kompressori**

Kompressorin käyttö virheellisellä määrällä öljyä tai kylmälaitteiston virheellisillä säädöillä tehty käyttö voivat johtaa kylmäaineen sekoittumisen öljyn sekaan, josta voi seurata kompressorin vaurioituminen tai muitten säätöventtiilien tai liikkuvien osien murtuminen. Kompressorin öljymäärän ja laadun voi tarkistaa kompressorin kyljessä sijaitsevasta nestelasista.

### **3.1.6 Kylmätilasta yleisesti**

Itse kylmätilan (laatikko/kaappi/huone) kuntoa silmämääräisesti tarkastelemalla voi myös tehdä päätelmiä, onko kaikki kunnossa. Ovien/vetolaatikostojen tiivisteitten kunto vaikuttaa energiatehokkuuteen sekä elintarvikkeiden laatuun, ja jos laatu heikenee, ne joudutaan heittämään pois. Öljyläikät lattialla liitosten kohdalla kertovat mahdollisista vuotoista, jotka täytyy korjata, jos halutaan laitteiston toimivan oikeanmukaisesti, sekä yllättäen tapahtuvat sulakkeitten palamiset, lämpöreleitten katkaisut ja termostaattien katkaisut viittaavat häiriöön järjestelmässä, jotka pysäyttävät laitoksen toiminnan. /1./ Käyttäjän tulisi myös huolehtia kylmälaitteen mukana toimitet-

tavien huolto-ohjeiden noudattamisesta, jotta laitetehokkuus pysyisi mahdollisimman parhaana.

### **3.2 Kylmälaitteen huolto**

Kylmälaitteen huoltoa saa suorittaa vain Turvatekniikan keskuksen rekisterissä oleva asentaja, mutta kylmälaitteen tarkastukset ja huollot ovat ensisijaisesti laitteen omistajan tai haltijan vastuulla. Kylmäasennus- ja huoltotyöt muuttuivat luvanvaraisiksi Suomessa 1.1.2005 ympäristösuojelulain (86/200) 22 ja 108 d §:n nojalla. Asiakkaan tulisi aina tarkistaa, että kylmätöitä tarjoavan toiminnanharjoittajan nimi löytyy TU-KESin rekisteristä. Toiminnanharjoittajan puuttuessa rekisteristä kylmätöiden tekijä syyllistyy rikoslain rikkomiseen. /2;3./

#### **3.2.1 Vuototarkastukset**

Asetusten 1187/2001 ja 842/2006 mukaan kaikki yli 3 kiloa CFC-, HCFC- tai HFC-kylmäainetta sisältävät kylmälaitteet on tarkastettava vuotojen varalta vähintään kerran vuodessa. CFC- ja HCFC-kylmäaineita ovat mm. R12, R502 ja R22. Näitä aineita sisältävät laitokset tarkastetaan kerran vuodessa. HFC-kylmäaineita ovat mm. R134a, R404A, R407C, R410A ja R507. Näitä aineita sisältävät laitokset tarkastetaan kylmäainemäärän perusteella seuraavasti: >3 - 30 kg laitokset kerran 12 kk:ssa, >30 - 300 kg laitokset kerran 6 kk:ssa ja yli 300 kg laitokset kerran 3 kk:ssa. Yli 300 kg laitoksiin on kuitenkin asennettava vuotojen havaitsemisjärjestelmä. Tämän asentamisen jälkeen yli 300 kg laitokset tarkastetaan 6 kk:n välein. Jos >30 - 300 laitokseen asennetaan vuotojen havaitsemisjärjestelmä, se tarkastetaan kerran 12 kk:ssa. Vuotojen havaitsemisjärjestelmä on tarkastettava kerran 12 kk:ssa. Havaittu vuoto on aina korjattava välittömästi. Vuodon korjaamisen jälkeen laitos on tarkastettava kuukauden kuluessa korjauksesta sen varmistamiseksi, että korjaus on onnistunut. Vuototarkastusten tekeminen on kylmälaitteen omistajan tai haltijan vastuulla, ja sen saa tehdä vain rekisteröidyn toiminnanharjoittajan pätevä asentaja. Vuototarkastuksia ei tarvitse tehdä erikseen. Suosituksena on niiden tekeminen muiden huoltojen yhteydessä. Tarkastuksen tekemisestä on Suomen Kylmäliikkeiden Liiton suositus. Sen mukaan mahdolliset vuodot tarkistetaan elektronisella vuodonilmaisimella kompressorikoneikolta, lauhduttimesta ja höyrystimistä. Sen lisäksi koko putkisto on tarkistettava, jos kylmä-

koneistoon on lisätty kylmäainetta. Vuototarkastusten tekemistä valvovat alueelliset ympäristökeskukset, kunnalliset ympäristönsuojeluviranomaiset sekä terveystarkastajat. Vuototarkastuksen laiminlyöjä syyllistyy rikoslain mukaiseen ympäristön turmelemiseen, josta rangaistuksena on sakkoa tai enintään 2 vuotta vankeutta. /3./

### **3.2.2 Huoltopäiväkirja**

Asetusten 1187/2001 ja 842/2006 mukaan kylmälaitteista, joissa on yli 3 kiloa CFC-, HCFC- tai HFC-kylmäainetta, tulee ylläpitää huoltopäiväkirjaa. Siihen merkitään kaikki huoltotoimenpiteet, varsinkin kylmäainelisäykset. Kylmäaine on kylmälaitteessa kiertoaineena, eikä se käytössä kulu tai vähene millään tavalla. Jos kylmäainetta pitää lisätä, laitteessa on vuoto, joka pitää välittömästi paikallistaa ja korjata. Kylmäaineet ovat haitallisia yläilmakehälle aiheuttaen otsonikatoa ja/tai kasvihuoneilmiötä. /3./

### **3.2.3 Huoltotarra**

Asetusten 1187/2001 ja 842/2006 mukaan lakisääteisen vuototarkastuksen piirissä olevien kylmälaitteiden välittömästä läheisyydestä pitää löytyä huoltotarra, josta ilmenee, koska viimeisin vuototarkastus on tehty ja koska tarkastus pitää seuraavan kerran viimeistään suorittaa./3./

## **4 KYLMÄLAITTE VIRRANKULUTTAJANA**

Kylmälaitteen toimiessa normaalisti suurimpana virrankuluttajana ovat yleensä kompressori ja höyrystimen sekä lauhduttimen puhaltimien moottorit. Kylmälaitteen sijoittelulla voidaan säästää energiantarvetta huomattavasti, ei suositella kylmälaitteen sijoitusta minkään lämpimän laitteen läheisyyteen, esim. patterit, pesukoneet tai todella tehokkaat valaisimet. Virrankulutuksen lisääntyessä normaalista yleensä lisääntymisen ovat aiheuttaneet joko laitteiden ikääntymisestä johtuva kuluminen tai ulkoiset haittatekijät. Ulkoisena haittatekijänä lauhduttimella on yleensä lika, joka päästessään lauhduttimen puhaltimiin aiheuttaa lisärasitusta moottorille ja voi myös aiheuttaa sen vioittumisen, jos kyseessä on jo ikääntynyt moottori. Myös korkea ulkoinen lämpötila voi

edesauttaa vioittumista. Höyrystimen puhaltimiin pätee samat ulkoiset häiritteijät vioittumiseen kannalta, mutta yleensä korkeata lämpötilaa ei pääse sille syntymään, koska se sijaitsee aina viileässä tilassa. Käytettäessä höyrystintä pakkastiloissa mahdollisesti liika jää voi aiheuttaa puhaltimien vioittumisen. Kompressorin virrankulutuksen vaikuttavat tekijät ovat myös lika ja ikääntyminen, mutta virheellinen huolto, laitteiston yksittäisten komponenttien hajoaminen tai putkistoista aiheutuva nestevaigus lisää kompressorin moottorin rasitusta. Tilanteessa, jossa kompressori alkaa vastaanottaa höyryn mukana nestettä, moottori alkaa rasittua normaalia enemmän ja voi vioittua täysin, jos vikatilannetta kylmälaitteistossa ei huomioida ja korjata.

#### **4.1 Puhallinmoottorit lauhduttimessa sekä höyrystimessä**

Puhallinmoottorit kylmälaitteistossa toimivat releillä avustettuna laitteiston ohjauksesta vastaavan ohjausyksikön kautta, yleisenä asetusikäntönä kompressorin käynnistyessä puhallinmoottorit käynnistyvät myös. Puhaltimien päätehtävänä on höyrystimessä tehostaa ilman imemistä kennoihin ja lauhduttimessa viilentää lauhdutin kennoista. Puhaltimien moottorin koko on täysin riippuvainen laitteiston kokonaisuudesta vaihtuen muutamista wateista useisiin kilowatteihin, ja käyntiaika on täysin riippuvainen ohjauksista ja säätöarvoista.

#### **4.2 Kompressori**

Kompressorin tehtävänä on siirtää kylmäainetta. Kompressori puristaa kaasumaisen kylmäaineen tulistuneeksi kaasuksi putkistoon, josta se kulkeutuu lauhduttimeen. Keskimääräinen käyntiaika on riippuvainen annetuista säätöarvoista ja sen hetkisestä rasituksesta. Virrankulutus riippuu kompressorin koosta. Tarvittava kompressorin teho mitoitetaan jäähdytettävän tilan koon ja halutun lämpötilan sekä käytettävän kylmäaineen tiheyden mukaan.

#### **4.3 Anturit ja painekeytkimet**

Termostaatti tarkkailee lämpötilan vaihtumista ja antaa käynnistys tai sammutus - käskyn kompressorille ohjauslogiikan kautta. Painekeytkimet/venttiilit on sijoitettu putkistoon oma tehtävänsä varten, joita ovat kylmälaitteiston koosta ja suunnitteluta-

vasta riippuen mm. ohjaamaan kylmäaineitten kulkua oikeaan suuntaan (takaiskuventtiilit), katkaisemaan kulkua paineen ollessa liian pieni tai suuri (magneettiventtiilit) tai katkaisemaan kulkua huoltotöiden ajaksi (sulkuventtiilit). Mitä laajempi kylmälaitteisto on, sitä enemmän laitteisto vaatii erilaisia venttiileitä toimiakseen, mm. paisunta-venttiilit, pääventtiilit, varo- ja vaihtventtiilit yms.

#### 4.4 Ohjausyksikkö

Ohjausyksikköön (kuva 5) on asetettu halutut lämpötila-arvot, käyntiajat sekä sulatusajankohdat. Kylmätilan hetkelliset lämpötila-arvotyksikkö saa lämpötila-antureilta, joiden avulla se ohjaa kompressorin ja puhaltimien toimintaa. Lämpötila-arvoja asettaessa täytyy tietää, kuinka suuri lämpötilan tiputus vaaditaan, jotta välttyttäisiin liialliselta lämpötilan tiputuksesta. Yksittäisillä lämpötila-asteiden muuttumisella on merkittävää vaihtelua kokonaisenergiankulutuksen määrässä.



**KUVA 5. Eliwell Ohjausyksikkö /6/**

## 5 VIRTAPIIKIT JA KULUTUS KYLMÄLAITTEISTOSSA

Kylmälaitteiston ohjausyksikön säädelläessä kompressorin sekä puhaltimien toimintaa antureiden avustuksella, kylmälaitteiston käynti on päälle/pois-mallinen. Tästä johtuen käyntiaikana tapahtuu paljon virtapiikkejä. Lähdetessä viilentämään täysin lämmintä laitetta kokonaisenergiankulutus on suuri, koska laitteisto on käynnissä niin kauan, kunnes asetetut lämpötila-arvot saadaan saavutettua. Lisättäessä lämpimiä tuotteita kylmälaitteistoon virrankulutus ja energiankulutus kasvavat myös, koska lämpimäm-

mät tuotteet luovuttavat lämpöä laitteiston kokonaislämpötilaan ja laitteisto on niin kauan käynnissä, kunnes asetetut lämpötila-arvot on saavutettu.

Energian kulutusta saataisiin vähennettyä teoriassa laitteistoissa, joissa ei ole päivitetty tekniikkaa huoltojen yhteydessä esimerkiksi IQ -puhallinmoottoreiden avulla. IQ-moottoreita on kehitetty kuluttamaan energiaa vain kolmasosa vanhoihin Q-moottoreihin verrattuna kehittämällä tekniikkaa moottorin sisällä ja parantamalla laakerointia. Laitteiston vanhan puhaltimen rikkoutuessa on kannattavaa vaihdattaa puhallinmoottorin uudempaan tekniikkaan, koska kalliimpi IQ-moottori maksaa itsensä takaisin pienemmällä energian kulutuksella ja pitemmällä käyttöiällä. /7./

## 6 SÄHKÖENERGIA JA SEN KULUTUKSEN MITTAAMINEN

Sähköenergia ( $E$ ) on suure, jolla ilmoitetaan laitteet tietyn aikavälin aikana ottamaa sähköenergian määrää. Sähköenergian yksikkö on wattitunti ( $Wh$ ) ja sitä käsitellessä käytetään yleisesti määrettä kilowattia per tunti, kWh. Sähköteho ( $P$ , tunnuksena  $W$ ) saadaan käytettävän virran ( $I$ , tunnuksena  $A$ ) sekä jännitteen ( $U$ , tunnuksena  $V$ ) tulosta. Aikamääre  $t$  ilmaistaan tunnuksella  $h$ . Sähkötehon pysyessä vakiona koko tarkastelu-aikavälin, laskukaavana toimii ( $E=Pt$ ). Sähkötehon vaihdellessa hetkelliset tehot täytyy jakaa mittaustenottomäärällä  $E=(P/x)dt$ .

Energiakulutuksen mittaamisen tarkoituksena oli selvittää, kuinka kauan laitteistoilla kestää ajallisesti saavuttaa haluttu lämpötila-arvo, kuinka paljon viilennysvaihe ottaa energiaa sekä kuinka paljon lopullinen energiankulutus on verrattaessa jatkuvaan käynnissäpitoon. Laitteistojen hetkellisestä ottamasta virtamäärästä pystyi myös arvioimaan laitteistojen kuntoa verrattaessa niitä laitteiston ohje-arvoon. Lämpötilan saavuttamisen pystyy päättelemään hetkellisestä virrankulutuksesta, koska laitteisto käy täydellä tehollaan siihen asti, kunnes asetettu lämpötila on saavutettu ja sen jälkeen alkaa käymään ylläpitökäynnillä, jolloin hetkellinen virrankulutus on suurimmaksi osaksi pientä.

Kulutuksen mittaaminen tapahtui syöttökaapelinväliin asennetulla Etech PM300 – kWh-mittarilla (kuva 6). Mittari kertoi sen hetkisen virrankulutuksen määrän sekä koko-

naisuudessaan kulutetun kWh-lukeman. Kulutusmittarit asennettiin kahteen edellisenä iltana sammutettuun ja tyhjennettyyn kylmälaitteistoon tarkoituksena tarkkailla virran- sekä energiakulutuksen määrää, kun kylmälaitetta sekä siihen sijoitettuja tuotteita aloitetaan viilentämään huoneenlämmöstä. Mittareitten antamia ampeeri sekä kWh-lukemia tarkkailtiin sekä otettiin ylös käynnistyshetkestä noin 5 tunnin ajan. Laitteiston käynnin tasaannuttua sekä tuotteitten viilennettyä, ravintolan työntekijöitä ohjeistettiin ottamaan vuorokauden aikana kulutettu kWh-lukema annetulle paperimuistiolle aina ravintolan sulkeuduttua. Mittausta suoritettiin kahdessa osassa kahdelle erityyppiselle kylmälaitteelle seitsemän vuorokauden ajan.



**KUVA 6. Etech PM300 -kWh-mittari**

### **6.1 Kulutuslukemat Gamko G1422 -liukuovikaappi**

Kyseisellä tuplaliukuovilla varustetulla kylmäkaapilla hetkellinen virrankulutus viilentymisvaiheessa vaihteli 1,87A ja 1,93A välillä, viilennysvaiheen jälkeen virrankulutus tippui n. 0,5A. Laitteiston ja tuotteiden täydelliseen viilenemiseen meni aikaa noin neljä tuntia. Viilentymisvaiheen jälkeen laitteisto aloitti käymisen päälle/pois-periaatteella. (Taulukko 1.)

#### **TAULUKKO 1. Gamko G1422 – liukuovikaappi, hetkellinen virrankulutus**

		Liukuovet		15.4.2015
		1-kone	2-kone	
Klo	A	A		

19:30	1,9	1,89
19:40	1,9	1,9
19:50	1,91	1,91
20:00	1,92	1,91
20:10	1,92	1,92
20:20	1,91	1,91
20:30	1,92	1,9
20:40	1,91	1,91
20:50	1,91	1,9
21:00	1,9	1,89
21:10	1,91	1,91
21:20	1,9	1,9
21:30	1,91	1,91
21:40	1,91	1,91
21:50	1,91	1,91
22:00	1,93	1,92
22:10	1,92	1,91
22:20	1,89	1,88
22:30	1,88	1,88
22:40	1,89	1,88
22:50	1,89	1,87
23:00	1,89	1,89
23:10	1,88	1,88
23:20	1,9	1,89
23:30	0,58	0,56
23:40	1,91	1,91
23:50	1,91	1,91
0:00	1,9	1,9
0:10	1,88	1,88
0:20	1,89	1,89
0:30	1,89	1,89
0:40	1,89	1,89

## TAULUKKO 2. Gamko G1422 – liukuovikaappi, kWh/vrk –kulutus

Pvm	Liukuovet		
	1-kone kWh	2-kone kWh	
16.huhti	5,57	5,5	Torstai
17.huhti	9,76	9,57	Perjantai
18.huhti	14,26	14,01	Lauantai
19.huhti	18,8	18,84	Sunnuntai
20.huhti	20,07	20,13	Maanantai
21.huhti	24,3	24,5	Tiistai
22.huhti	29,95	30,5	Keskiviikko

15.4-23.4.2015



23.huhti | 33,75                      34,87    Torstai

Kokonaisuudessaan laitteistot kuluttivat yhteensä energiaa käynnistyshetkestä kulutuslukeman tarkastushetkeen (19:30 – 04:00), joka oli samalla ravintolan sulkemishetki, 11,07 kWh. Viikon pituisen tarkastelujakson aikana koneitten annettiin olla jatkuvasti käynnissä, jolloin keskimääräiseksi kulutukseksi havaittiin n. 4,2 kWh/vrk/kone. Kulutuksesta pystyi näkemään myös ravintolan pienet asiakasmäärät viikon muutamana päivänä, jolloin vuorokautinen energiankulutus tippui alle 2 kWh/vrk/kone. Kulutuslukemista havaittiin eroavaisuutta kokonaiskulutuksessa per vuorokausi riippuen koneen käyttötavasta. (Taulukko 2.)

## 6.2 Kulutuslukemat Inox Baltic JSK-1205 -kasettikoneikko

Kasettikoneistojen mittaus tapahtui samalla periaatteella kuin liukuovellisten mallien mittaus, hetkellinen virrankulutus vaihteli 1,74A – 2,23A välillä, viilennysvaiheen jälkeen virrankulutus tippui n. 0,2A. Laitteiston ja tuotteiden täydelliseen viilenemiseen meni aikaa noin 4h, jonka jälkeen koneet alkoivat käymään päälle/pois-periaatteella. (Taulukko 3.)

### TAULUKKO 3. Inox Baltic JSK-1205 -kasettikoneikko, hetkellinen virrankulutus

Klo	Kasetti		4.5.2015
	1-kone	2-kone	
	A	A	
19:50	0,2	0,2	
20:00	0,21	0,2	
20:10	0,2	1,82	
20:20	2,2	1,82	
20:30	2,2	1,82	
20:40	2,23	1,8	
20:50	0,2	1,77	
21:00	2,04	1,87	
21:10	2,04	1,78	
21:20	2,04	1,79	
21:30	2,05	1,79	
21:40	2,03	1,77	
21:50	2,02	1,76	

22:00	2	1,7
22:10	1,98	1,74
22:20	1,98	1,76
22:30	1,97	0,2
22:40	1,97	1,78
22:50	1,96	1,82
23:00	1,95	1,77
23:10	1,96	1,78
23:20	1,93	1,79
23:30	1,91	1,78
23:40	1,91	1,79
23:50	1,91	1,8
0:00	1,91	1,79

**TAULUKKO 4. Inox Baltic JSK-1205 -kasettikoneikko, kWh/vrk -kulutus**

Pvm	Kasetti		4.5-12.5.2015
	1-kone kWh	2-kone kWh	
5.touko	1,76	1,62	Tiistai
6.touko	6,09	5,54	Keskiviikko
7.touko	10,23	9,21	Torstai
8.touko	16,33	15,36	Perjantai
9.touko	23,23	21,04	Lauantai
10.touko	27,18	24,58	Sunnuntai
11.touko	31,33	28,39	Maanantai
12.touko	35,91	32,35	Tiistai

Kasettikoneistojen yhteiseksi keskimääräiseksi kokonaiskulutukseksi käynnistyshetkestä tarkastushetkeen (19:50 – 04:00) saatiin 3,38 kWh, ja jatkuvalla käynnissä ololla viikon keskimääräiseksi kokonaiskulutukseksi havaittiin n. 5,0 kWh/vrk/kone. Lukemissa oli havaittavissa pientä eroa koneitten sijoituspaikoista johtuen, 1-kone oli ns. päätiskillä ja 2-kone hieman sivummalla. Paikoittaiset asiakasmäärien laskut olivat myös havaittavissa näissä lukemissa. (Taulukko 4.)

## **7 KULUTUS VUOSITASOLLA**

### **7.1 Liukuovikaapit**

Vuositasolla, jatkuvalla käytöllä laskettuna yksittäisen liukuovikaapin energian kulutus on n. 1650 kWh, mutta ottaen huomioon mahdolliset heitot päiväkulutuksessa sen voi arvioida olevan n. 1450 – 2200 kWh. Huomioitaessa, että liukuovikaappeja on yhteensä viisi, kokonaisvuosikulutus näillä on n. 8300kWh ja heittoarvioilla se on n. 7300 – 11000 kWh. Ajastustoiminto ei ole tämänkaltaisessa laitteistossa kannattavaa, koska viilennysvaihe oli pitkä, kulutus oli huomattavansuurta (yht. 2,35 kWh) ja se nosti vuorokausikulutuksen suuremmaksi mitä jatkuvalla käytöllä ollessaan.

### **7.2 Kasettikoneikot**

Yksittäisen kasettikoneen jatkuvalla käytöllä laskettu vuosikulutus on n. 1750 kWh ottaen huomioon kulutusheitot, minkä voi arvioida olevan n. 1400 – 2000 kWh. Kasettikoneikkojakin on myös viisi, joten koneikkojen yhteiskulutus on n. 8750 ja heittoarvioilla se on n. 7500 – 11300 kWh. Tarkastelluissa ilmenneistä kulutuksen heitoista huolimatta kasettikoneikoissa olisi suotavaa käyttää käytön ajastustoimintoa, koska prosentuaalisesti (n. -50%) vuorokausikulutus oli huomattavasti pienempi laitteiston ollessa päällä vain viilennys- sekä ravintolan aukioloajan verran, vaikkakin viilennysvaihe ottaa suuren energiamäärän. Laskettaessa euromääräistä summaa tämä olisi noin 473€/v, paikallisen Suur-Savon Sähkö Oy:n hinnastojen mukaan. (Liite 1.) Ravintolan mahdollisesti laajentaessa palvelujaan ja pidentämällä aukioloaikojaan kuudella tunnilla laitekohtainen kulutus nousisi, mutta energian säästö ajastuksella olisi siltikin n. 40%.

## **8 LOPPUPOHDINTA**

Työ oli itsessään omaa mieltä kiehtova, koska olen aina ollut kiinnostunut energian kulutuksen vähentämisestä ja siihen johtavan kehityksen kannalla, koska siihen pystytään vaikuttamaan kukin henkilökohtaisesti aivan pienillä ja yksinkertaisilla toimilla.

The Rocks Bar & Club voisi tähän ryhtyä mukaan joko kasettilaitteistojen syöttökaapelin lähtöön asetettavalla ajastimella, jolla pystyttäisiin ohjaamaan suoraan pääkeskukselta laitteistojen toiminta-aikaa. Ajastustoiminnolla olisi mahdollista saada noin 4000 kWh säästö vuositasolla, mutta jos he eivät ole valmiita vielä suurempiin toimenpiteisiin, voisivat he kokeilla yksittäisten laitteiden ohjausta halvemmallalla ajastimella, joka sijoitettaisiin syöttöpistokkeeseen. Tarkkailemalla muutoksia kuukausikuluksessa voisivat he itse huomata muutoksen, joka kannustaisi ryhtymisen kiinteisiin asennuksiin, ja näin ollen energian säästö maksaisi asennukset takaisin ajan myötä. Virrankulutus laitteistoissa oli ohjearvojen mukainen sekä viilennysaika oli keskimääräistä, tämän tiedon vahvisti minulle epävirallisesti myös paikallinen kylmälaiteasentaja. Laitteistojen säännöllisellä puhdistamisella ja suodattimien vaihtamisella pystyttäisiin turvaamaan laitteistojen pitempi elinikä sekä energiatehokas käyttö. Mahdollisten vikatilanteiden ilmaantuessa kannattaa myös huomioida sijoittaminen nykyaikaisempaan tekniikkaan, jolla pystytään saamaan säästöjä vuosikuluksessa kolmasosa enemmän nykyiseen kalustoon verrattaessa. Toimivia laitteita ei ole kannattavaa käydä vaihtamaan verrattaessa säästösummaa ja arvioituja huolto- ja varaosahintoja.

## LÄHTEET

1. Danfoss Oy 2003. Vianetsintä kylmälaitoksissa. Verkkodokumentti. <http://www.danfoss.com/NR/rdonlyres/811DBE4F-E7A3-4C58-A7B6-6773E1BF48AE/0/Vianetsint%C3%A4kylm%C3%A4laitoksissa.pdf>. Muokattu 23.8.2015. Luettu 2.9.2015.
2. TUKES 2009. Valtioneuvoston asetus otsonikerrosta heikentäviä aineita ja eräitä fluorattuja kasvihuonekaasuja sisältävien laitteiden huollosta 18.6.2009/452. Verkkodokumentti. <http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20090452?toc=1>. Muokattu 2.9.2015. Luettu 2.9.2015.
3. Suomen kylmäyhdistys ry 2015. Velvoitteet kylmälaitteen käyttäjälle. Verkkodokumentti. <http://www.skll.fi/yhdistys/www/page.php?cat=9>. Luettu 2.9.2015.
4. Rolvika UAB 2012. BM1205. Verkkodokumentti. <http://www.rolvika.lt/site/gallery/515/BM1205.jpg>. Muokattu 14.5.2013. Luettu 17.9.2015.
5. Sakky Oy 2014. Kylmätiloihin liittyvät seurantatoimet. Verkkodokumentti. [http://moodle.sakky.fi/pluginfile.php?file=%2F377504%2Fmod\\_folder%2Fcontent%2F0%2F27052014%2F27.5.2014%20Kylm%C3%A4laitteet.pdf&force\\_download=1](http://moodle.sakky.fi/pluginfile.php?file=%2F377504%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2F27052014%2F27.5.2014%20Kylm%C3%A4laitteet.pdf&force_download=1). Muokattu 27.5.2014. Luettu 17.9.2015.
6. Eliwell France 2015. ID971. Verkkodokumentti. <http://www.eliwell.eu/image/1/ID971m.gif>. Luettu 16.9.2015.
7. Ebmpapst Oy 2011. Q- moottorista IQ –moottoriin. Verkkodokumentti. [http://www.ebmpapst.fi/fi/dat/media\\_manager/news/48/news-files/iQ\\_fin\\_ID\\_5873\\_.pdf](http://www.ebmpapst.fi/fi/dat/media_manager/news/48/news-files/iQ_fin_ID_5873_.pdf). Muokattu 21.11.2011. Luettu 21.10.2015.
8. Hakala, Pertti 2013. Kylmälaitoksen suunnittelu. Helsinki: Opetushallitus.

## Suur-Savon Sähkön energia hinnasto sekä Järvi-Suomen Energian verkkopalvelutariffit

Suur-Savon Sähkön sähköenergian hinta kaikkien jakeluverkkoyhtiöiden alueilla 1.7.2015 alkaen.

	Yleissähkö	Yösähkö	Vuodenaikasähkö
Kuukausimaksu €/kk	3,35	4,56	4,56
Energiamaksu snt/kWh	5,89		
klo 7-22		6,39	
klo 22-7		5,06	
talviarkipv. 1.11.-31.3. ma-la klo 7-22			6,99
muu aika			5,35

HUOM! Noudatamme sähköenergiatuotteissa kaikilla jakeluverkkoalueilla em. valtakunnallista kaksiaikasiirron aikajaksoitusta.

- Sähköenergiatuotteiden hinnat ovat voimassa toistaiseksi ja ne koskevat seuraavia tuotteita: VaivatonKymppi ja Aktiivikymppi.
- VihreäKymppi-, MTK-Kymppi- ja YrittäjäKymppi -sopimusten hinnat ovat sidoksissa tähän hinnastoon.
- Em. hinnat eivät koske sopimuksia, joihin on kiinnitetty määräaikainen takuuhintaa.
- Hinnat sisältävät alv 24 %.

## Suur-Savon Sähkön energia hinnasto sekä Järvi-Suomen Energian verkkopalvelutariffit

### VERKKOPALVELUTARIFFIT 1.5.2015 alkaen

#### SULAKEPERUSTEISET (alv 24 %)

Siltomaksut	Yleissähkön siirto snt/kwh	Vuodenalkasähkön siirto snt/kwh	Yösähkön siirto snt/kwh
	3,15	1.11.–31.3. ma–la klo 7–22 3,84 Muu aika 1,29	klo 7–22 2,64 klo 22–7 1,14

Asiakkaille annettava lämmityksen ohjaus alkaa satunnaisesti joka ilta klo 22–23 välillä ja päättyy klo 7 (talviaikaa). Kesällä ajat ovat klo 23–24 ja klo 8. Mittalaitteiden laskureille kulutus kertyy kuitenkin aina verkkopalvelutariffien aikajaotuksen mukaisesti. Kaikki mittalaitteet ovat talviajassa.

Perusmaksut	€/kk	€/kk	€/kk
1 x 25 A, kt, rt*	10,29		
3 x 25 A, kt, rt*	16,49		
3 x 25 A	18,35	35,96	35,96
3 x 35 A	33,85	59,64	59,64
3 x 50 A	52,95	90,40	90,40
3 x 63 A	74,28	120,40	120,40
3 x 80 A		155,25	155,25
3 x 100 A		198,40	198,40
3 x 125 A		251,35	251,35
3 x 160 A		329,22	329,22
3 x 200 A		420,86	420,86

\* kt ja rt = kerros- ja rivitalot, joissa on vähintään kolme huoneistoa

#### TEHOPERUSTEISET (alv 0 %)

Siltomaksut	0,4 kV	20 kV	20 kV suurasiakkaat*	110 kV
	snt/kwh	snt/kwh	snt/kwh	snt/kwh
111–313. ma–la klo 7–22*	1,19	1,09	0,84	0,84
Muu aika	0,81	0,75	0,50	0,50
* kesäaikana klo 8–23				
<b>Perusmaksu</b>	€/kk	€/kk	€/kk	€/kk
	123,00	123,00	8722,00	123,00
<b>Tehomaksu</b>	€/kW, kk	€/kW, kk	€/kW, kk	€/kW, kk
	5,40	4,40	2,00	0,30
<b>Loistehomaksu</b>	€/kvar, kk	€/kvar, kk	€/kvar, kk	€/kvar, kk
	4,45	4,45	4,45	4,45

\* Tehomaksua laskutetaan 5000 kW:n ylimenevältä osalta.

Hintoihin sisältyy kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero (tämän hinnaston hinnoissa 24 %).

Hinnaston hintojen lisäksi peritään kulloinkin voimassa olevat sähköverot. Sähköverot ovat 1.1.2015 alkaen veroluokassa 1: 2,79372 snt/kwh ja veroluokassa 2: 0,87172 snt/kwh (sis. alv 24 %).

Sähkön siirron laskutusteho on suurin aikajaksolla 1.11.–31.3. ma–la klo 7–22 mitattu yhden (1) tunnin keskiteho, joka on viimeisen kahdentoista (12) kuukauden aikana mitattu. Minimilaskutus on 40 kW.

Loistehosta on ilmaista 0,2 kvar jokaista pätötehon 1 kW:a kohden. Hinnat ovat voimassa Järvi-Suomen Energia Oy:n verkkoalueella.