
LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄN KUVAUS JA KÄYTTÖÖNOTTO-OHJE

Sami Koskela

Opinnäytetyö

19.1.2012 Lumut, Malesia

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Sami Koskela	
Työn nimi Lämpöpumppujärjestelmän kuvaus ja käyttöönotto-ohje	
Päiväys	19.1.2012
Sivumäärä/Liitteet	31+14
Ohjaaja(t) Executive Project Manager Site Operation & Design, Ville Laine Senior Commissioning & Outfitting Engineer, Gary Reid Koulutus- ja kehittämispäällikkö, Anssi Suhonen Lehtori, Pertti Kupiainen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sunborn Marine Malaysia Sdn. Bhd.	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli laatia Sunborn Marine Malaysia -yrityksen rakentamaan Yacht Hotel III Luksus -hotellilaivan lämpöpumppujärjestelmän käyttöönotto-ohje sekä järjestelmäkuvaus. Samanlaista järjestelmää ei tiettävästi ole aikaisemmin ollut käytössä laivassa. Tästä syystä järjestelmän toiminnasta ei ollut saatavilla minkäänlaista kokonaiskuvausta, joka kattaisi koko järjestelmän sekä liitännäisjärjestelmien yhteydet lämpöpumppuun. Koko järjestelmän käyttöönottoon liittyvää ohjetta ei myöskään ollut ja järjestelmän käyttöönotto alkoi olla ajankohtainen.</p> <p>Työn toteuttaminen aloitettiin lämpöpumppuihin ja niiden toimintaperiaatteisiin tutustumalla. Tämän jälkeen laadittiin järjestelmäkartoitus, jossa selvitettiin miten järjestelmän tulisi toimia ja minkälaisia liitännäisjärjestelmiä siihen liittyy. Kun kartoitus oli saatu valmiiksi, jatkettiin työn tekemistä käyttöönottoon perehtymisellä. Kun oli saatu selville käyttöönottoon liittyviä asiat, laadittiin käyttöönotto-ohje.</p> <p>Työn tuloksena yritys sai järjestelmästä kokonaiskuvauksen sekä käyttöönotto-ohjeen, jota hyödynnetään käyttöönotossa. Tulevaisuudessa niitä voidaan käyttää hyväksi seuraavissa projekteissa, kun suunnitellaan lämmitysjärjestelmiä sekä myöhemmässä vaiheessa käyttöönotto tehtävissä.</p>	
Avainsanat lämpöpumppu, käyttöönotto	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Mr Sami Koskela			
Title of Thesis Heat Pump System Description and Commissioning manual			
Date	January 19, 2012	Pages/Appendices	31+14
Supervisor(s) Mr Ville Laine, Executive Project Manager Site Operation & Design Mr Gary Reid, Senior Commissioning & Outfitting Engineer Mr Anssi Suhonen, Head of Engineering and Technology Mr Pertti Kupiainen, M.Sc. Engineering			
Project/Partners Sunborn Marine Malaysia Sdn. Bhd.			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to make a system description and commissioning manual for the heat pump system of Luxury Hotel Vessel, Yacht Hotel III. This kind of heating system has never before been used in the shipbuilding industry. The company needed a complete description of the heating system which includes functions of the components and related systems. Since the system was unique, there were no instructions for the commissioning of the whole system and therefore the company also needed a commissioning manual for the heat pump system.</p> <p>The work was started by studying heat pumps and their operation. Then a description of the system was written and issues related to system commissioning were studied. Finally, a commissioning manual for the system was compiled.</p> <p>As a result of this project the company was provided with a complete description and commissioning manual for the heat pump system. In future these documents will be used when the heat pump system is being commissioned as well as in future projects when planning heating systems.</p>			
Keywords heat pump, commissioning			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	SUNBORN	8
2.1	Sunborn Marine Malaysia Sdn. Bhd.....	8
2.2	Sunborn Yacht Hotel III.....	8
3	LÄMPÖPUMPPU.....	10
3.1	Toimintaperiaate.....	10
3.2	Höyrystin ja lauhdutin	10
3.3	Lämpökerroin COP (engl. coefficient of performance)	11
4	LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄ.....	13
4.1	Carrier 30HXC190	13
4.1.1	Höyrystin	14
4.1.2	Lauhdutin ja öljyerotin.....	15
4.1.3	Paisuntaventtiili EXV (Elektroninen kylmäaineen syöttöventtiili).....	15
4.1.4	Ekonomaiseri (esilämmitin).....	15
4.1.5	Öljypumput	16
4.1.6	Moottorin jäähdytysventtiilit.....	16
4.1.7	Anturit.....	16
4.2	Toiminnot.....	17
4.2.1	Lämmitys.....	17
4.2.2	Jäähdytys	17
5	ILMASTOINTI.....	19
5.1	Kylmävesipuoli.....	19
5.2	Lämminvesipuoli.....	20
6	KÄYTTÖVESIJÄRJESTELMÄ	21
6.1	Pääkomponentit.....	21
6.2	Puhdistus.....	21
6.3	Lämmin vesi	22
7	OHJAUS.....	24
7.1	AC-aggregaatti-ohjausyksikkö	24
7.2	Integroitu automaatiojärjestelmä Integrated automation system (IAS).....	25
7.3	Pro-Dialog Plus.....	25
8	TYÖN SUORITTAMINEN	27
8.1	Järjestelmään tutustuminen	27
8.2	Käyttöönottoon perehtyminen	27
8.3	Manuaalin valmistus	28
9	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET.....	30
	LÄHTEET.....	31

LIITTEET

Liite 1 Lämpöpumppujärjestelmän käyttöönotto-ohje esimerkki

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia Sunborn Marine Malaysia -yrityksen valmistamaan Yacht Hotel III Luksus -hotellilaivan lämpöpumppujärjestelmän käyttöönotto-ohje sekä järjestelmäkuvaus. Aiheen valintaan päädyttiin siten, että samanlaista järjestelmää ei ole tietojen mukaan aikaisemmin ollut käytössä laivassa. Tästä syystä järjestelmän toiminnasta ei ollut saatavilla minkäänlaista kokonaiskuvausta, joka kattaisi koko järjestelmän sekä liitännäisjärjestelmien yhteydet lämpöpumppuun. Koko järjestelmän käyttöönottoon liittyvää ohjetta ei myöskään ollut, ja järjestelmän käyttöönotto alkoi olla ajankohtainen.

Kyseinen lämpöpumppujärjestelmä on toimiessaan tulevaisuudessa varmasti laajemminkin käytössä, koska koko ajan yritetään rakentaa ympäristöystävällisempiä sekä edullisempia tekniikoita ja tällä järjestelmällä niitä etuja saavutetaan.

Aluksi työssä esitellään yritystä, jolle opinnäytetyö tehtiin sekä Yacht Hotel III -projektia. Tämän jälkeen käydään läpi yleisesti lämpöpumppujen käyttötarkoitusta sekä niiden toimintaa ja käyttökohteita. Sen jälkeen kuvataan laivan lämpöpumppujärjestelmä ja siihen liittyvät osat sekä liitännäisjärjestelmät. Lopuksi käydään läpi vaiheet, joita oli käyttöönotto-manuaalin tekemisessä sekä miten työ eteni ja minkälaisia työmenetelmiä käytettiin.

2 SUNBORN

2.1 Sunborn Marine Malaysia Sdn. Bhd.

Sunborn Marine Malaysia Sdn. Bhd. on osa maailmanlaajuista Sunborn Group -konsernia ja sen Sunborn International -kokonaisuutta. Sunborn Group on suomalainen monialakonserni, jonka toimialoja ovat, hotelli- ja ravintolatoiminta, terveydenhuolto, laivanrakennustoiminta, ohjelmistokehitys, kiinteistökehitys, maahantuonti, maastavienti sekä maanrakennus. (SunbornMarine 26.9.2011.)

Sunborn Marine Malaysia Sdn. Bhd. perustettiin vuonna 2007 jatkamaan konsernin nimellä jo vuonna 1998 aloitettua laivanrakennustoimintaa. Yrityksen toimipaikka sijaitsee Malesian länsirannikolla, pienessä Lumutin kaupungissa. Sunborn Marine on erikoistunut viiden tähden luksushotellilaivojen suunnitteluun, valmistukseen, ylläpitoon, kehitykseen sekä markkinointiin ja on ainoa toimija alalla. (SunbornMarine 26.9.2011.)

Tällä hetkellä rakennetaan kolmatta luksushotellilaivaa, joka toimii valmistuttuaan Barcelonan satamassa hotellina (ks. kuva 1). Aikaisemmat yrityksen valmistamat hotellilaivat toimivat tällä hetkellä Naantalissa sekä Lontoossa.

Sunborn Marine Malaysia Sdn. Bhd. työllistää noin 50 työntekijää, pääosin toimihenkilöitä. Telakkahenkilöstö koostuu pääosin alihankkijoista. Yrityksen tulevaisuus näyttää lupaavalta, ja yritys on hakemassa valmistustelakkaa järjestyksessään jo neljännelle hotellilaivalleen.

2.2 Sunborn Yacht Hotel III

Alus valmistetaan BNS:n (Bousted Naval Shipyard) telakalla. Hotellilaivalla tulee olemaan Lloyd's Register -merirekisterin mukainen matkustaja-alusluokitus sekä 5 tähden hotelliluokitus. Sisustus (ks. kuva 2) on suunniteltu laadukkaaksi ja osa käytävistä järjestelmistä on suunniteltu ja valmistettu ympäristöystävällisyyttä silmällä pitäen kehittyneen tekniikan avulla. Pituutta aluksella on 140 m, leveyttä 21 m ja syväys on 3.5 m. (SunbornMarine 26.9.2011.)

Hotellilaivan kokonaisuuteen kuuluu mm:

- ravintoloita
- baari ja cocktailbaari
- konferenssitilat
- juhlasali
- kuntosali ja kylpylä
- panoraama aurinkokansi
- 168 normaalisviittiä ja 15 erikoissviittiä. (SunbornMarine 26.9.2011.)



KUVA 1. Sunborn Yacht Hotel III (Sunborn 26.9.2011.)



KUVA 2. Sisutus (Sunborn 26.9.2011.)

3 LÄMPÖPUMPPU

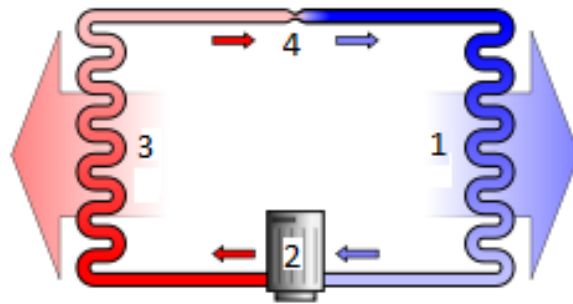
3.1 Toimintaperiaate

Lämpöpumppujen toiminta perustuu siihen, että kaasu puristettaessa lämpenee ja vastaavasti laajentuessaan jäähtyy luovuttaen samalla lämpöä.

Lämpöpumpun tarkoituksena on siirtää lämpöenergiaa paikasta toiseen. Tämä toteutetaan siten, että lämpöä siirtävä kylmäaine muuttaa olomuotoaan kahdessa putkistolla toisiinsa liitetyssä kennossa. Toisessa putkessa sitoutuu lämpöä, kun kylmäaine höyrystyy. Vastaavasti toisessa putkistossa lämpöä vapautuu, kun kylmäaine tiivistyessään vapauttaa sitä. Kuvassa 3 on esitetty lämpöpumpun toiminnan ja nestekierron periaate. (Heating and Cooling with a heat pump 15.9.2011.)

3.2 Höyrystin ja lauhdutin

Höyrystin on lämmönsiirrin, jossa nestettä kuumennetaan niin, että se muuttaa olomuotonsa kaasuksi tai höyryksi. Lauhdutin puolestaan on lämmönsiirrin, jossa kaasua tai höyryä jäähdytetään niin, että se muuttaa olomuotonsa nesteeksi. (Heating and Cooling with a heat pump 15.9.2011.)



KUVA 3. Lämpöpumpun toimintaperiaate

Lämpöpumpun toimintaperiaate on seuraavanlainen:

1. Kylmäaine höyrystyy paisuntaventtiilin jälkeen höyrystimessä. Kylmäaine lämpenee ja ympärillä olevan väliaineen lämpötila laskee.
2. Höyrystynyt ja lämmennyt kylmäaine imetään alipaineella kompressoriin. Kompressorissa kaasun paine kasvaa, jolloin se tiivistyy ja vapauttaa lämpöä.
3. Kylmäaine virtaa lauhduttimeen, jonka tarkoitus on saada aine jäähtymään ja tiivistymään nesteeksi. Kylmäaine jäähtyy ja ympärillä olevan väliaineen lämpötila kasvaa.
4. Kylmäaine virtaa taas paisuntaventtiilille ja kierros alkaa alusta. (Thermia 15.9.2011.)

3.3 Lämpökerroin COP (engl. coefficient of performance)

Lämpöpumppulaitteiston tärkein asia on se, että prosessi tuottaa lämpöä kilowatteina enemmän kuin kompressori kuluttaa sähköä kilowatteina. Suhdetta kuvaa lämpökerroin COP. Esimerkiksi lämpökerroin 2 tarkoittaa, että 2 kW sähköä tuottaa 4 kW lämpöä. (EDEC 2010.)

Lämpöpumpun tärkeimpiä ominaisuuksia ovat hyvä COP, jota voidaan kutsua myös energiatehokkuudeksi, sekä lämmitysteho. Kummatkin ominaisuudet pitää olla hyvät, että järjestelmästä on vastaava hyöty. Jos esimerkiksi lämmitysteho on riittävä mutta energiatehokkuus ei ole hyvä, lämpöpumpun käyttö menettää merkityksensä. Eli lämpöpumpulla pitää olla sekä hyvä COP että lämmitysteho.

Toimintaperiaatteensa vuoksi normaalin lämpöpumpun COP on parhaimmillaan silloin, kun lämpötilaerot ovat pienet, mutta silloin on myös lämmityksen ja jäähdytyksen tarve pienimmillään. (EDEC 2010.)

Jokaiseen käyttötarkoitukseen pitää aina miettiä sopivin lämpöpumppu ja valinnassa tulee ottaa huomioon, kuinka suuri lämpökerroin on riittävä. Eri olosuhteet vaativat erilaista toimintaa sekä lämmitys- ja energiatehokkuutta. Suurimpia tekijöitä ovat lämpötilaerot ja -vaihtelut sekä käyttötarkoitus.

4 LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄ

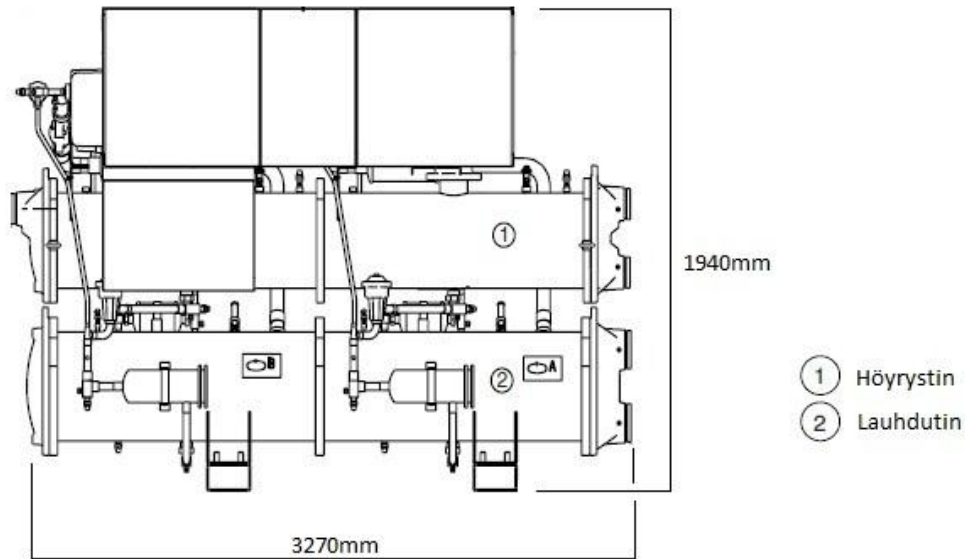
Sunborn Yacht III -hotellilaivassa on käytössä lämpöpumppujärjestelmä, jonka päätehtävänä on tuottaa laivan ilmastoinnille lämmin vesi lämmitykseen sekä jäähdytetty vesi jäähdytykseen. Lisäksi lämpöpumppujärjestelmän avulla esilämmitetään hotellilaivan käyttövesi.

4.1 Carrier 30HXC190

Lämpöpumppujärjestelmä sisältää kolme Carrier 30HXC190 -ruuvikompressorikäyttöistä vesijäähdytteistä nestejäähdytintä. Kuvasta 4 näkee höyrystimen ja lauhduttimen sijainnin sekä kompressorin päämitat. Taulukosta 1 selviää koneen arvot sekä paino. (EDEC 2010.)

TAULUKKO 1. Arvot ja paino (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers)

Toiminto	Jäähdytys	Lämmitys
Jäähdytysteho	590 kW	549 kW
Ottoteho	160 kW	223 kW
COP	3,69	2,45
Paino	3179 Kg	



KUVA 4. Höyrystin, lauhdutin sekä päämitat. (Carrier, Screw Compressor Water-Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers)

4.1.1 Höyrystin

Järjestelmässä käytetään ilmastoinnin veden jäähdyttämiseen niin sanottua märkähöyrystintä. Jäähdytettävä vesi kiertää putkissa ja kylmäaine niiden ulkopuolella, ulkovaipan sisällä. (Carrier, Screw Compressor Water-Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

Yksi märkähöyrystin hoitaa molemmat jäähdytyspiirit. Kylmäainepiirit erotetaan sulkulevyllä, joka täydellisesti erottaa kylmäainepiirit toisistaan. Vesipiirejä on vain yksi, ja käytetyn jäähdyttimen koon mukaan voidaan käyttää kahta tai kolmea läpikiertoa. (Carrier, Screw Compressor Water-Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

4.1.2 Lauhdutin ja öljyerotin

Kyseisessä lämpöpumpussa on yhdistetty lauhdutin ja öljyerotin. Se sijaitsee pumpun alapuolella. Lauhduttimella saadaan lämmitettyä ilmastoinnin vesipiirin vesi. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

Kompressorista virtaa kuumakaasu ulkopuolisen äänenvaimentimen kautta öljyerottimelle. Kaasu virtaa erottimeen yläosasta ja näin öljy saadaan erotetuksi. Öljyerotin sijaitsee lauhdutinjärjestelmän yläosassa. Kaasu virtaa tämän jälkeen lauhdutinjärjestelmän alaosaan, jossa se lauhuu ja alijäähtyy. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

Yhtä välilevyllä jaettua lauhdutinsäiliötä käytetään kumpaakin jäähdytyspiiriä varten. Vesipiirejä on vain yksi, ja siinä käytetään kahta läpikiertoa. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

4.1.3 Paisuntaventtiili EXV (Elektroninen kylmäaineen syöttöventtiili)

EXV- venttiiliä käytetään säätämään kylmäaineen virtausta eri käyttöolosuhteista johtuvien muutoksien mukaan. Venttiilissä on kylmäaineen virtaussuutin, jossa on joukko kalibroituja reikiä. Kylmäaineen virratessa niiden läpi, laskee kylmäaineen paine ja osa siitä höyrystyy. Virtaava seos muuttuu nesteen ja kaasun faasis-eokseksi. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

Käyttöolosuhteista riippuen saadaan kylmäaineen virtausaukon pinta-alaa muutettua männän avulla. Mäntä on elektronisesti ohjatun lineaarisen askelmoottorin käyttämä. Tämän avulla saadaan virtausta ohjattua tarkasti. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

4.1.4 Ekonomaiseri (esilämmitin)

Kyseiseen järjestelmään on lisätty esilämmitin. Esilämmitin parantaa laitteiston jäähdytystehoa sekä – kapasiteettia ja moottorin jäähdytystä. Käytetyt esilämmittimet ovat suoria levylämmönvaihtimia. Suoran levylämmönvaihdinpiirin virtausta säädetään moottorinjäähdytysventtiilien avulla. Piiri mahdollistaa nestepiirin jälkijäähdytyksen.

(Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

4.1.5 Öljypumput

Tässä lämpöpumppujärjestelmässä on aina yksi ulkoisesti asennettu öljypumppu piiriä kohti. Öljypumput hoitavat järjestelmän voitelun. Pumput sijaitsevat lauhduttimien yhteydessä ja niitä käytetään piirin käynnistyksen yhteydessä. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

Kun piiri saa käynnistys käskyn, ohjaus käynnistää öljypumpun, jotta saataisiin voitelu toimimaan oikein heti alussa. Kun pumppu on kehittänyt järjestelmään riittävän öljynpaineen, niin kompressori voi käynnistyä. Kun kompressori on käynnistynyt, niin öljypumppu kytkeytyy pois päältä. Jos riittävää öljynpainetta ei saada aikaiseksi, antaa ohjaus siitä hälytyksen. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

4.1.6 Moottorin jäähdytysventtiilit

Kompressorimoottorin käämilämpötilan ohjaus tapahtuu asetuspuiteen mukaan. Tarvittaessa käämien jäähdytystä, ohjaus avaa magneettiventtiilin ja päästää jäähdytysnesteen virtaamaan käämien kautta. Esilämmittimen jäähdytyksessä yksi venttiili piiriä kohti ohjaa jäähdytysnesteen virtauksen esilämmittimelle sekä moottorijäähdytykseen. Pro-Dialog –ohjaus ohjaa avausta kompressorimoottorin lämpötilan mukaan. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

4.1.7 Anturit

Lämpötilan mittaukseen käytetään termistoreita. Järjestelmän ohjaukseen ja säätämiseen käytetään paineantureita. (Carrier, Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.)

4.2 Toiminnot

Yksittäisellä lämpöpumpulla on kaksi erilaista toimintatapaa: lämmitys ja jäähdytys. Kompessorilla on kolme erilaista toimintoa, yksi lämmitykselle ja kaksi jäähdytykselle: (EDEC 2010.)

- lämmitys
- jäähdytys/lämpö päällä
- jäähdytys/lämpö pois.

4.2.1 Lämmitys

Lämmitystä käytetään silloin, kun lämmitykselle on enemmän tarvetta ja jäähdytykselle ei ole suurta tarvetta. Tällaisessa tilanteessa kompressorin ohjaus on asetettu lauhduttimeen tulevan tai siitä lähtevän nesteen lämpötilan mukaan ja se tuottaa koko ajan tietyn lämpöistä vettä. Maksimi lähtölämpötila lauhduttimelta on 63 -astetta. (EDEC 2010.)

Kun kompressori on lämmitystoiminnolla, tuottaa se myös kylmävesipuolelle kiertoa kylmää vakioteholla. 3-tieventtiili mittaa lämpötilaa jäähdytyspuolelta, ja jos jäähdytykselle ei ole tarpeeksi tarvetta, jäähdytetyn veden lämpötila alkaa laskea ja järjestelmä aloittaa kierrättämään kylmää vettä läpi merivesilämmönvaihtimen. Tämän lämmönvaihtajan avulla saadaan johdettua ylimääräinen kylmä meriveteen. (EDEC 2008.)

Kesällä lämmityksen tarve laivassa on pienempi, joten ylimääräinen lämpö johdetaan mereen. Käyttöveden lämmitykseen pitää aina tuottaa riittävästi lämmintä vettä, joten lämmöntuottoa ei voida missään vaiheessa kokonaan lakkauttaa. (Suupohja 13.9.2011.)

4.2.2 Jäähdytys

Jäähdytystä käytetään silloin, kun on tarvetta jäähdytykselle. Kompessorin ohjaus on asetettu höyrystimeen tulevan tai siitä lähtevän nesteen lämpötilan mukaan ja se tuottaa koko ajan tietyn lämpöistä vettä. Minimi lähtölämpötila höyrystimeltä on 6 -astetta. (EDEC 2010.)

Kompressorin ollessa jäähdytystoiminnolla se tuottaa myös lämmityspuolelle lämmintä. Toisin kun kompressorin ollessa lämmitystoiminnolla, nyt lämpimän veden tuotolle on kaksi erilaista mahdollisuutta. (EDEC 2008.)

- 1) Jos on tarvetta lämmitykselle, käytetään ns. jäähdytys/lämpö päällä -toimintoa. Tällä toiminnolla tuotettu lämpö jaetaan järjestelmään normaalisti, samoin kuin tehdään, jos on normaali lämmitystoiminto päällä.
- 2) Kun lämpimälle taas ei ole niin paljon tarvetta, käytetään ns. jäähdytys/lämpö pois -toimintoa. Tätä käytettäessä ei tuoteta niin paljon lämmintä vettä. Lämmin vesi kierrätetään tarpeen mukaan merivesilämmönvaihtimen kautta, jossa ylimääräinen lämpö johdetaan mereen. (EDEC 2008.)

Talvella on jäähdytyksen tarve vähäisempi, joten ylimääräinen kylmä johdetaan mereen. (Suupohja 13.9.2011.)

5 ILMASTOINTI

Lämpöpumppujärjestelmä tuottaa ilmastoinnille jäähdytykseen 6-asteista vettä sekä lämmitykseen 63-asteista vettä (EDEC 2010).

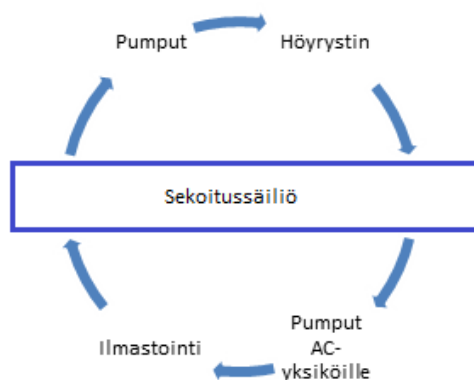
Lämpöpumppujärjestelmän pääkomponentteja ovat:

- lämpöpumput x 3
- sekoitussäiliöt x 2
- vesipumput AC-yksiköille x 4
- pumput jäähdyttäjälle x 6
- paisuntasäiliö x 2.

5.1 Kylmävesipuoli

Lämpöpumppujärjestelmän höyrystinpuoli tuottaa ilmastoinnille jäähdytykseen 6-asteista vettä. Lämpöpumpulta vesi menee sekoitussäiliöön. Sekoitussäiliöön tulee myös ilmastointijärjestelmästä palaava n.12-asteinen vesi. Säiliöstä lähtee ilmastointin pumppujen kautta n. 7-asteista vettä ilmastointijärjestelmään.

Järjestelmästä palaava vesi tulee takaisin sekoitussäiliöön. Sieltä osa vedestä palaa pumppujen kautta takaisin höyrystimelle, joka jäähdyttää veden uudelleen. Periaate kylmän veden kierrosta on esitetty kuvassa 5.

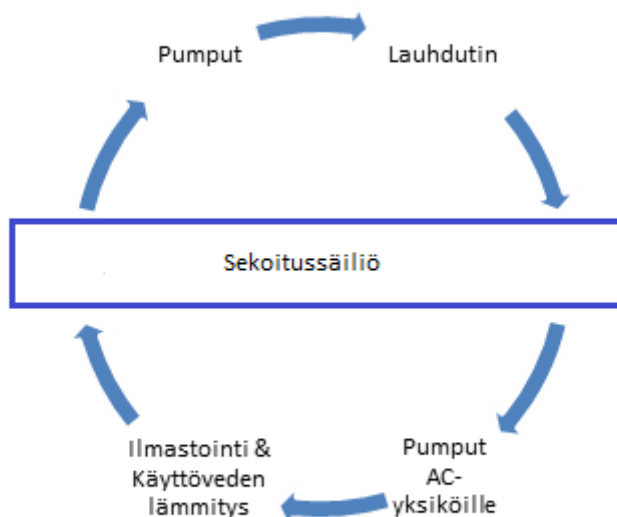


KUVA 5. Kylmän veden kierto

5.2 Lämminvesipuoli

Lämpöpumppujärjestelmän lauhdutinpuoli tuottaa ilmastoinnille lämmitykseen 63-asteista vettä. Lämpimän veden kierto järjestelmässä on lähes samanlainen kuin kylmän. Lämpöpumpulta vesi menee sekoitussäiliöön. Sekoitussäiliöön tulee myös ilmastointijärjestelmästä palaava n. 40-asteinen vesi. Säiliöstä lähtee ilmastoinnin pumppujen kautta n. 60-asteista vettä ilmastointijärjestelmään sekä lämmönvaihtajaan, jonka avulla lämmitetään käyttövesi.

Järjestelmästä palaava vesi tulee takaisin sekoitussäiliöön. Sieltä osa vedestä palaa pumppujen kautta takaisin lauhduttimelle, joka lämmittää taas veden uudelleen. Periaate lämpimän veden kierrosta järjestelmässä on havainnollistettu kuvassa 6.



KUVA 6. Lämpimän veden kierto

6 KÄYTTÖVESIJÄRJESTELMÄ

Käyttövesijärjestelmä tuottaa laivaan kaiken käyttöveden. Järjestelmällä on kaksi erilaista toimintatapaa. Laivakäytössä vesi tankataan käyttövesitankkeihin ja sitä kautta pumpataan järjestelmään. Kun alus on satamassa ja sitä käytetään pelkästään hotellina, järjestelmä liitetään suoraan kaupungin vesiverkostoon. Vesi pumpataan joka tapauksessa tankkien kautta järjestelmään. Tällä taataan se, että jos veden jakeluun tulee ongelmia, käyttövettä on silti käytössä. (P&S Project GmbH, System description, Sanitary fresh water system.)

6.1 Pääkomponentit

Käyttövesijärjestelmän pääkomponentteja ovat:

- käyttövesitankit x 4
- syöttöpumput x 3
- kylmävesi kiertopumput x 2
- lämminvesi kiertopumput x 2
- kuumavesikattilat x 2
- klooridesinfiointi-yksiköt x 2
- lämmönvaihtajat x 2
- täyttösuodatin
- silver sterilizer
- aktiivihillisuodatin
- uv-sterilisaattori.

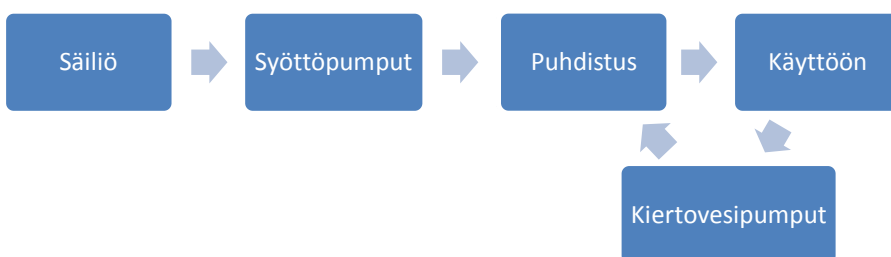
6.2 Puhdistus

Käyttöveden puhdistamiseen käytetään erilaisia suodattimia, jotta voidaan taata, että vedessä ei ole haitallisia bakteereja ja vesi on käyttökelpoista. Ennen kuin käyttövesi pääsee käytettäväksi, on sen puhdistamiseen käytetty mm. UV-suodatusta, aktiivihillisuodatinta sekä hopeasterilointia.

Ennen kuin käyttövesi tankkataan käyttövesitankkeihin, käsitellään vesi suodattamalla ja hopeasteriloimalla. Lisäksi klooridesifiontiyksikköä käytetään ajoittaiseen veden puhdistamiseen.

Syöttöpumppuyksikkö sisältää myös veden suodatuksen. Ennen kuin vesi menee lämmitykseen ja jakeluun, se kulkee aktiivihiilisuodattimien, klooristeriloinnin sekä UV-suodatuksen kautta.

Vedellä on järjestelmässä jatkuva kierto: kiertovesipumput kierrättävät vettä koko ajan ja haalea vesi kiertää jokaisella kierrolla UV-suodatuksen kautta. Kuvassa 7 on esitetty periaatekuva kylmän veden kierrosta järjestelmässä.



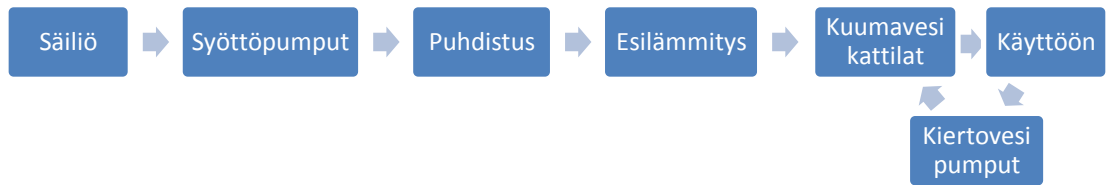
KUVA 7. Kylmän veden kierto

6.3 Lämmin vesi

Käyttöveden lämmitys tapahtuu järjestelmässä kahdessa vaiheessa. Syöttöpumppuyksikön jälkeen, ensimmäisessä vaiheessa tehdään esilämmitys lämmönvaihtajan avulla. Tällä saadaan käyttöveden lämpötila nostetuksi n. 55 asteiseksi. Lämmönvaihtajassa toisella puolella kiertää lämpöpumppujärjestelmän lämmittävä vesi, sama lämmin vesi jota ilmastointi käyttää, ja toisella puolella lämmitettävä käyttövesi.

Esilämmityksen jälkeen vesi menee kahteen kattilaan, joissa veden lämpötilaa nostetaan 55 asteesta aina 65 asteeseen sähkölämmittimien avulla. Tällä taataan se, että putkistoon ei pääse pesimään bakteereita. (Laine 5.9.2011.)

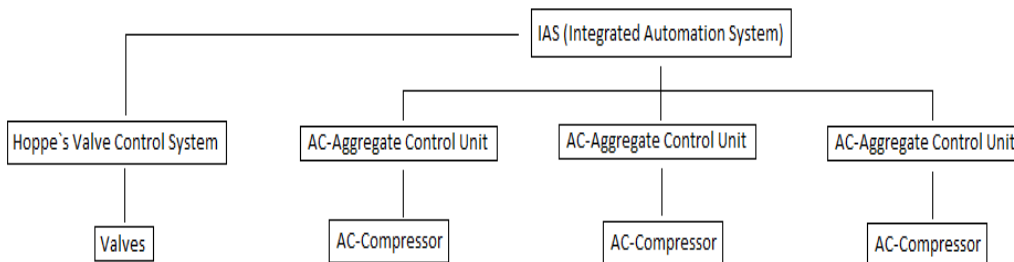
Järjestelmän lämminvesilinjaan on asennettu indikaattori, joka antaa hälytyksen jos veden lämpötila on alle 50-astetta tai yli 70-astetta. Kuvassa 8 esitetään periaate lämpimän veden kierrosta järjestelmässä. (P&S Project GmbH, System description, Sanitary fresh water system.)



KUVA 8. Lämpimän veden kierto

7 OHJAUS

Lämpöpumppujärjestelmän ohjaus koostuu erilaisista ohjausyksiköistä, laivan automaatiojärjestelmästä, sekä lämpöpumppujen omista ohjauksista. Periaatekaavio lämpöpumppujen ohjauksesta on esitetty kuvassa 9.



KUVA 9 Ohjauksen pääperiaate

7.1 AC-aggregaatti-ohjausyksikkö

Lämpöpumppuja ohjataan AC-aggregaatti -ohjausyksiköillä. Näissä yksiköissä mitatut arvot käsitellään, ja tietojen avulla ohjataan koko prosessia. Kyseinen järjestelmä sisältää kolme AC-aggregaatti -ohjausyksikköä, eli jokaista kompressoriyksikköä kohden yksi oma ohjausyksikkö. (EDEC 2008.)

Yksi ohjausyksikkö toimii aina pääohjausyksikkönä ja ohjaa kahden muun yksikön ja kompressorin toimintaa. Pääohjausyksikön valitsee käyttäjä ja se voi olla mikä tahansa kolmesta yksiköstä. Pääohjausyksikkö laskee tarvittavien kompressorien määrän niin, että saadaan tuotettua riittävästi kylmää ja kuumaa. Ohjausyksiköt välittävät ja saavat tietoa pääohjausyksiköltä IAS:n (Integrated automation system) kautta. Jokaisella ohjausyksiköllä on kaksi taajuusmuuttajaa, viisi läppäventtiiliä sekä kaksi 3-tie –venttiiliä. 3-tie venttiileillä on myös omat ohjausyksiköt, joita ohjaa lämpötila. (EDEC 2008.)

Hoppes -ohjausjärjestelmän kautta ohjataan läppäventtiilien toimintaa. Ohjausyksikkö laskee, minkälaisessa asennossa kauko-ohjattavien läppäventtiilien tulee olla. Tieto

lähetetään Hoppes ohjausjärjestelmään. Näitä läppäventtiileitä käytetään, kun on tarpeellista ohjata ylimääräinen lämpö/kylmä mereen. (EDEC 2008.)

3-tie -venttiilit mittaavat itse kompressorista lähtevän veden lämpötilaa. Venttiilin D-tron yksikkö ohjaa normaalisti venttiilin toimintaa. Sen antamat käskyt lähetetään ohjausyksikölle, jossa päätetään ohjataanko venttiiliä suoraan D-tronin signaalilla vai ohjausyksikön käskyillä. (EDEC 2008.)

Virtauksen säädöt jäähdytys ja lämmitys puolella hoitavat taajuusmuuttajat. Ohjausyksikkö laskee optimaalisen virtauksen ja säätää taajuusmuuttajaa siten, että saadaan optimaalinen virtaus. (EDEC 2008.)

Kompressorin itsessään sisältää antureita jotka mittaavat neljää eri lämpötilaa; Kiertoon lähtevän, sekä kierrosta palaavan veden lämpötilaa molemmilta puolilta ja nämä tiedot välitetään ohjausyksiköille. (EDEC 2008.)

7.2 Integroitu automaatiojärjestelmä Integrated automation system (IAS)

IAS on aluksen automaatiojärjestelmä. Järjestelmä on päävalvonta sekä -ohjausasema koko lämpöpumppujärjestelmälle. Täällä taataan se, että saadaan tuotettua juuri oikea määrä jäähdytettyä sekä lämmitettyä vettä. IAS on yhteydessä myös Hoppe`s -ohjausjärjestelmän kanssa. IAS:n avulla saadaan siirretyksi tietoa yksiköiden välillä. (EDEC 2008.)

IAS myös mittaa kiertoon lähtevän ja tulevan veden lämpötilaa järjestelmän molemmilla puolilla. Virtauksen mittaus tapahtuu myös IAS:n toimesta molemmilla puolilla. (EDEC 2008.)

7.3 Pro-Dialog Plus

Pro-Dialog Plus on ohjausjärjestelmä, jota käytetään ruuvikompressoritoimisten koneiden ohjaukseen. Järjestelmällä voidaan ohjata ilma- tai vesijäähdytteisten koneiden lauhduttimia sekä yksi tai kaksipiirisiä koneita. Ohjauksella voidaan testata myös pikatestauksella kaikkia tulo- ja lähtösignaaleja. (Carrier, PRO-DIALOG Control Screw-Compressor Air- and Water-Cooled Liquid Chillers.

Pro Dialogin ohjaukset:

- kompressorin käynnistys ja kuormitus, jotta saadaan haluttu tulo- tai lähtöveden lämpötila
- säättää elektronisen kylmäaineen syöttöventtiiliä (EXV) höyrystimen virtauksen optimoimiseksi
- ohjaa vesiventtiiliä lauhtumispaineen optimoimiseksi
- käytön lukitukset (Carrier, PRO-DIALOG ControlScrew-Compressor Air- andWater-Cooled Liquid Chillers.)

PRO-DIALOG Plus – ohjauksella on kolme erilaista käyttötapaa:

- Paikallisohjaus, ohjaus tapahtuu käyttäjäpaneelista
- Kauko-ohjaus, ohjaus tapahtuu kauko-ohjauksella
- CCN-ohjaus (Carrier Comfort Network), ohjaus tapahtuu CCN-verkon välityksellä. (Carrier, PRO-DIALOG ControlScrew-Compressor Air- andWater-Cooled Liquid Chillers.)

8 TYÖN SUORITTAMINEN

8.1 Järjestelmään tutustuminen

Kyseistä järjestelmää ei ole tiettävästi aikaisemmin ollut missään laivassa. Tämän takia kirjallisuutta, lehtiä, artikkeleita tms. järjestelmän toiminnasta ei ollut käytettävissä. Materiaalia toki löytyy eri järjestelmistä ja laitteista, mutta näiden toiminta on ollut aikaisemmin aina hiukan erilainen. Käytetty materiaali oli yrityksen sisäisiä järjestelmäkuvauksia, PI-kaavioita, diagrammeja sekä piirustuksia. Tietoa järjestelmän toiminnasta sai kerättyä myös haastattelemalla yrityksen eri alojen asiantuntijoita.

Aluksi tutustuttiin lämpöpumpun toimintaperiaatteeseen sekä käyttötarkoituksiin. Tämän jälkeen aloitettiin järjestelmän kartoitus tutustumalla PI-kaavioihin ja selvittämällä, mitkä eri järjestelmät liittyvät lämpöpumppujen käyttöön ja miksi kyseinen järjestelmä on valittu tähän laivaan. Kun oli saatu ymmärrys järjestelmän tarkoituksesta, tutustuttiin lähemmin käyttövesi- sekä ilmastointijärjestelmiin. Tämän jälkeen tutustuttiin laivaan valittujen lämpöpumppujen rakenteeseen, toimintoihin ja ohjaukseen. Ohjauksesta löytyi tietoa valmistajan manuaaleista sekä yrityksen sisäisistä materiaaleista.

Kun oli saatu kokonaisvaltainen käsitys kaikista lämpöpumppujärjestelmään liittyvistä osista sekä niiden toiminnasta, aloitettiin koota kuvausta joka järjestelmästä. Koottiin eri lähteiden sekä haastatteluiden tiedot kyseisestä järjestelmästä ja laadittiin niistä mahdollisimman selkeä ja yksinkertainen kuvaus. Lopuksi perehdyttiin syvemmin lämpöpumpun komponentteihin, toimintaan sekä käyttöön. Kaikki kuvaukset yhdistettiin toisiinsa ja näin saatiin kuvaus koko järjestelmästä.

8.2 Käyttöönottoon perehtyminen

Lämpöpumppujärjestelmän toiminnan selvittämisen ja kuvauksen laatimisen jälkeen perehdyttiin käyttöönottoon. Käyttöönottoon liittyvää materiaalia ja tietoa sai eri komponenttien valmistajien manuaaleista sekä haastattelemalla työntekijöitä. Jokaisen järjestelmän osan käyttöönottotiedot kerättiin erikseen. Lisäksi oltiin mukana eri järjestelmien testauksissa.

Lämpöpumppujärjestelmän käyttöönotto ei ollut vielä täysin ajankohtainen, joten testattiin mm. jätevesi- ja painolastivesijärjestelmien toimintaa. Testauksissa tarkasteltiin mm. seuraavia asioita:

- järjestelmän yleistä toimintaa
- pumppujen toimintaa
- laitteiden toimintaa
- venttiilien toimintaa
- putkistojen kuntoa
- mahdollisia vuotoja.

Olemalla mukana testauksissa sai kuvan siitä, minkälaisia asioita pitää käyttöönotossa ottaa huomioon sekä minkälaisia välineitä ja valmisteluita eri järjestelmien käyttöönotto vaatii ottaen huomioon laivassa muut meneillään olevat työt.

8.3 Manuaalin valmistus

Manuaalin valmistaminen aloitettiin, kun oli ensin perehdytty käyttöönottoproseduriin. Ensimmäisessä vaiheessa hahmoteltiin manuaalin rakennetta, jotta saatiin jonkinlainen kuva siitä, minkälainen valmis manuaali tulisi olemaan. Hahmotelmissa käytettiin esimerkkipohjaa, jota pystyi käyttämään apuna pohjan luomisessa.

Kun hahmotelma oli saatu valmiiksi, kirjattiin kaikkien käyttöönottoon liittyvien osien numerot ja paikkatiedot ohjeeseen sekä tarvittavien dokumenttien, piirustuksen ja järjestelmäkuvausten tiedot. Tämän jälkeen mietittiin miten esimerkiksi seuraavia asioita tulisi merkitä manuaaliin:

- edeltävät tarkastukset ennen käyttöönottoa
- pumpuille tehtävät toimenpiteet
- muut tarkastettavat kohteet
- lämpöpumpuille tehtävät tarkastukset
- käynnistysjärjestys
- turvallisuuseikat

Järjestelmän pumppujen käynnistämisen yhteydessä mitataan eri arvoja ja ne täytyy kirjata, joten tehtiin valmis pohja mihin tiedot kirjataan. Siitä käy ilmi pumpun valmistaja, tekniset tiedot ja lisäksi siinä on kohdat kirjattaville arvoille, kuten paineet, lämpötilat, jännitteet ja virrat sekä muille esiin tuleville asioille.

Viimeisessä vaiheessa suunniteltiin manuaalin lopullinen ulkoasu sekä asioiden järjestys. Lopuksi manuaalin lisättiin vielä kohdat kuittauksille sekä päivitettiin kaikkien tarvittavien dokumenttien ja piirustusten listat vastaamaan uusimpia revisioita. Liitteessä yksi on esitelty käyttöönotto-ohjetta esimerkinomaisesti.

9 YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET

Työlle asetetut tavoitteet täyttyivät hyvin. Työn tavoitteena oli laatia yrityksen rakentamaan Yacht Hotel III Luksus -hotellilaivaan lämpöpumppujärjestelmän käyttöönotto-ohje sekä järjestelmäkuvaus. Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin järjestelmäkuvaus. Tämän jälkeen valmistettiin yrityksen käyttöön tuleva käyttöönotto-ohje.

Opinnäytetyön edetessä kohdattiin eriasteisia haasteita mutta niistä selvittiin asiantuntijoiden sekä opinnäytetyön ohjaajien avustuksella. Koska opinnäytetyö tehtiin kansainvälisessä työyhteisössä Malesiassa, oli työympäristö hieman erilainen verrattuna Suomeen. Opinnäytetyön edetessä kohdattiin erilaisia kulttuureja, ja jokaisen kulttuurin työskentelytavat hieman poikkesivat toisistaan. Yrityksen sisäiset materiaalit ja toiminta oli kaikki englannin kielistä. Kiireellinen aikataulu toi myös omat haasteensa.

Tulevaisuudessa tästä opinnäytetyöstä on yritykselle hyötyä, kun lämpöpumppujärjestelmä otetaan käyttöön. Pidemmällä aikavälillä työstä on hyötyä, tulevien hotellilaitojen lämmitysjärjestelmien suunnittelussa, valmistuksessa ja käyttöönotossa.

LÄHTEET

Carrier. PRO-DIALOG Control Screw-Compressor Air- and Water-Cooled Liquid Chillers, Installation, operation and maintenance instructions.

Carrier. Screw Compressor Water- Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers, Installation, operation and maintenance instructions.

EDEC. 22.10.2010. AC aggregate control system operation. Versio B

EDEC. 19.3.2008. AC compressor system description. Versio A

Heating and Cooling with a heat pump [verkkojulkaisu] [viitattu 15.9.2011]. Saatavissa:

<http://oee.nrcan.gc.ca/publications/infosource/pub/home/heating-heat-pump/booklet.pdf>

Laine, V 2011. Executive Project Manager Site Operation & Design. SunbornMarine. Lumut 5.9.2011. Haastattelu.

P&S Project GmbH 10.6.2010. System Description, Sanitary fresh water system, Versio 01,

SunbornMarinen WWW-sivu [viitattu 26.9.2011]. Saatavissa:

<http://www.sunbornmarine.com/eng/underConstruction.html>

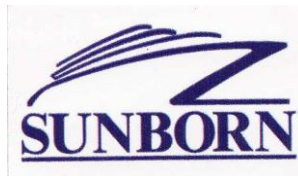
Sunbornin WWW-sivu [viitattu 26.9.2011]. Saatavissa:

<http://www.sunborn.com/s200-sunborn-barcelona/>

Thermian WWW-sivu [viitattu 15.9.2011]. Saatavissa:

<http://www.thermia.fi/lampopumppu/nain-lampopumppu-toimii.asp>

Suupohja, I 2011, Senior Construction Manager. SunbornMarine. Lumut 13.9.2011. Haastattelu.



HARBOUR ACCEPTANCE TEST (HEAT PUMP SYSTEM)

EXAMPLE

No	Description	Drawn	Date	Sunborn International Juhana Hettuan Pistokalu 23. 20100 Turku. Finland Tel: +358 2 445 4400	<u>SUNBORN</u> INTERNATIONAL
				©2006 – Sunborn International Oy.	
				Drawn: Date: Insp:	
				WO No: Replaces: Weight: Ind:	
				HAT – TITLE	
No	Description	Drawn	Date	Sunborn	Doc No:103 XXXX- TXXX
					1 of 12

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX Revision:	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year Page:

III CONTENTS

II CHANGE HISTORY	2
III CONTENTS	3
General Description of System Requirements and Tests	4
1 Systems and Equipment Breakdown by Littera No:	4
2 Reference Documents	5
3 Test Procedure	6
4 Data Sheets and Specifications	8
5 Facilities, Test Equipment and Materials required	10
6 Precautions	10
7 Pre-Starting Routine / Pre-Check	10
8 Pre-Requisites	11
9 Responsibilities	12
10 Test Report	12
11 Test Sign Off	13
List of Non-Conformities	14

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year
Revision:		Page:

General Description of System Requirements and Tests

1.1 General Description:

This *TI* describes the procedure of the testing for the following system and its components during the HAT:

- Heat Pump System ()

1 Systems and Equipment Breakdown by Littera No:

System No.	Equipment/System	Location
	Heat Exchanger	
	Heat Exchanger	
	Heating Water Pump for AC-units	
	Heating Water Pump for AC-units	
	Chiller Heating Pump	
	Chiller Heating Pump	
	Chiller Heating Pump	
	Expansion Vessel	
	Heating Water Mixing Tank	
	Chilled Water Pump for AC-units	
	Chilled Water Pump for AC-units	
	Chiller Cooling Pump	
	Chiller Cooling Pump	
	Chiller Cooling Pump	
	Expansion Vessel	
	Chiller Unit	
	Chiller Unit	
	Chiller Unit	
	Heat Exchanger for Chiller unit	

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX Revision:	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year Page:

2 Reference Documents

Ref	Doc/Dwg No.	Title/System	Applic Rev
		Diagram Hot Water Heating	
		Diagram Chilled Water for AC units	
		Diagram Sanitary Fresh Water Pipes	
		Diagram Sea Cooling Services	
		AC-Compressor automation system, block schema	
		System Description Sanitary Fresh Water System	
		System Description Sea Water Cooling System	
		System Description AC-compressor	
		Operating Manual Centrifugal Pump with Volute Casing, NIM/NAM series by Allweiler	
		Operating Manual Centrifugal Pump with Volute Casing, NI series by Allweiler	
		Screw Compressor Water-Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers. Installation operation and maintenance instructions by Carrier	

NOTE: Record the Doc/Dwg Revision in the far right hand column applicable at the time of test/inspection.

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year
Revision:		Page:

3 Test Procedure

Item	Test Characteristic	Test Procedure	Result
	Heating Water Pump for AC unit start-up; <i>Operation Manual for Centrifugal Pump with Volute Casing, NI series by Allweiler. See page 17; section 6; tab. 6.</i>	Check and mark: - Suction pressure [bar] - Outlet pressure [bar] - Temp. medium [°C] - Voltage [V] - Current [A]	
	Heating Water Pump for AC-units	see above	

	Chiller Cooling Pumps start-up; <i>Operation Manual for Centrifugal Pump with Volute Casing, NIM series by Allweiler. See page 18; section 6; tab. 6.2</i>	Check and mark: - Suction pressure [bar] - Outlet pressure [bar] - Temp. medium [°C] - Voltage [V] - Current [A]	
	Chiller Cooling Pump	see above	

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX Revision:	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year Page:

	<p>Chiller Units</p> <p><i>Installation, operation and maintenance instructions for Screw Compressor Water-Cooled Liquid Chillers and Air-Cooled Liquid Chillers.</i></p> <p>See page 42; section 12; Start-up Checklist</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Start under locally no load - Increase load under semi auto or auto (depending on functionality available.) 	
	Chiller Unit	see above.	

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year
Revision:		Page:

4 Data Sheets and Specifications

Heating Water pump () for AC Units, room (), system no. ()

PUMP (NOMINAL DATES)				MOTOR (NOMINAL DATES)			Information
Manufacturer:	ALLWEILER			Manufacturer:	Elektra		
Type:	NI 65-200/01 U3.1D-S-W19			Type:	Three phase		
Rot. Speed:	2900 [1/min]			Frame size:	160M-2		
Delivery head:	4,0 [bar]			Rot. Speed:	2900 [1/min]		
Capacity:	70 [m³/h]			Power rating:	15 [kW]		
				Nom. Voltage:	400/50 [V/Hz]		
				Protection:	IP 55		
Remarks:							
Nr.	Suction pressure pump	Outlet pressure pump	Temp. Medium	Voltage	Current	Remarks	Test
	[bar]	[bar]	[°C]	[V]	[A]		
Remarks:							
				Date – Tester		Date - Supervisor	

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX Revision:	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year Page:

Chilled Cooling pump () room (), system no. ()

PUMP (NOMINAL DATES)						MOTOR (NOMINAL DATES)		Information	
Manufacturer: ALLWEILER						Manufacturer: Elektra			
Type: NIM 80-315/01 U3.1D-S-V5-W18						Type: Three phase			
Rot. Speed: 1450 [1/min]						Frame size: 160M-4			
Delivery head: 1,8-2,5- [bar]						Rot. Speed: 1450 [1/min]			
Capacity: 95-110 [m³/h]						Power rating: 11 [kW]			
						Nom. Voltage: 400/50 [V/Hz]			
						Protection: IP 55			
Remarks:									
Nr.	Suction pressure pump	Outlet pressure pump	Temp. Medium	Voltage	Current	Remarks			Test
	[bar]	[bar]	[°C]	[V]	[A]				
Remarks:									
				Date – Tester			Date - Supervisor		

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year
Revision:		Page:

5 Facilities, Test Equipment and Materials required

ID No	Description	S/No	Cal/Cert Date	Initialled
	Multimeter			

6 Precautions

Activity	Check
- Personal safety equipment like ear protection and eye protection is present	
There are no further or special safety activities necessary for Personal and Equipment.	

7 Pre-Starting Routine / Pre-Check

Activity	Check
For starting the test procedure of the Heat Pump System the relevant components or parts of auxiliary system are ready for operation.	
- Sea Water Cooling System	
- Sanitary Fresh Water System	
- Chilled Water System is filled with Freshwater	
- Hot Water Heating System is filled with Freshwater	

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX Revision:	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year Page:

8 Pre-Requisites

Item	Test Characteristic	Test Procedure	Result
GENERAL			
	The Installation of the System has been done in a proper manner and has been tested by () The documentation is available.	Visual Check: - Presentation of the documents () for the completed Installation	
	Relevant cabling checked	Quality inspection record is available ()	
	Relevant Piping Systems checked	Quality inspection record is available ()	

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year
Revision:		Page:

9 Responsibilities

The test shall be conducted under the supervision of Sunborn personnel.

10 Test Report

Overall Test Completion

Test Procedure Steps _____ to _____

in accordance with the procedures of this Test Instruction the Test Items have been completely carried out for the test scope, and:

- Accepted, no Remaining Items have been detected
- Accepted, with Remaining Items (see encl. List of Non-Conformities) *
- Not Accepted, Test/Trial must be repeated in Part or Full as per the Description in the List of Remaining Items.

The Test Instruction has been completed.

Date / Subcontractor etc

Date / Lloyds Register

Date / Sunborn

* The close-out of the Non-Conformities will be documented in the List of Non-Conformities and presented in the next higher test step or at agreed date.

HAT Test		
Doc No: 103-XXXX-TXXX Revision:	SUNBORN INTERNATIONAL	Date: DD/MM/Year Page:

List of Non-Conformities

Item No.	Defect	Executing Dept.	Non-Conformity corrected

www.savonia.fi

