

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Laiva- ja venetekniikka

2012

Tommi Kilkki 0603136

Ilmastoinnin runkokehanavien asennusongelmat laivassa



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma | Laiva- ja venetekniikka

Marraskuu 2012 | Sivumäärä 46

Pentti Häkkinen

Tommi Kilkki

Ilmastoinnin runkokanavien asennusongelmat laivassa

Yhä useammat eurooppalaiset yritykset haluavat rakentaa laivoja Aasiassa halvan työvoiman takia. Aasialaisten yritysten kokemattomuus ja työntekijöiden vaihteleva ammattitaito aiheuttavat huomattavia ongelmia asennuksissa ja tämä näkyy mm. pitkittyneissä aikatauluissa ja materiaalivaurioissa. Opinnäytetyössä keskitytään ilmastoinnin paksulevykanavien asennuksiin, niiden ongelmiin ja tarkastuksiin. Työssä pyritään löytämään ratkaisuja laadun parantamiseen, ongelmien välttämiseen sekä kustannusten säästämiseen ja aikataulussa pysymiseen.

Työn alkupuolella käydään läpi paksulevykanavien valmistukseen liittyviä ongelmia ja esitetään ratkaisuja niiden selvittämiseksi. Tämän jälkeen kiinnitetään huomiota kanavien asennuksiin ja pyritään löytämään keinoja, joilla asennusvirheitä voitaisiin vähentää. Lopuksi työssä esitellään tilaajan eri tarkastukset paksulevykanaville, joissa painoarvon saavat tilaajan yleisimmät huomautukset ja tarkastuksien hylkäämiseen johtavat virheet. Ongelmille pyritään löytämään ratkaisuja, jotta tarkastuksissa ilmenisi mahdollisimman vähän huomautettavaa.

ASIASANAT:

aasialaiset telakat, esivalmistekanavat, ilmastointi, ilmastointiasennukset, ilmastointitarkastukset, matkustajalaivan ilmastointi, paksulevykanavat, paksulevykanavien asennusongelmat, runkokanavat

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering | Marine Engineering and Naval Architecture

November 2012 | pages 46

Pentti Häkkinen

Tommi Kilkki

Installation problems with structural ducts on board

The more and more European ship owners want to build ships in Asia because of the low labor costs. Local companies are inexperienced and manpower's skills vary a lot, which will cause remarkable problems with ventilation installations. This will cause a lot of miss understanding, poor work quality, extra work, material damages and costs and delays to the projects. In this title of thesis will be concentrated to the ventilation installations of thick sheet ducts, problems with installations and owner's inspections. In this work will be presented solutions for the quality improvements, avoiding the problems and saving the costs and maintain the time schedules.

At first there will be presented problems with prefabrication of thick sheet ducts and solutions to clarify those. After this will be concentrated to the installations of the ducts and how to avoid installation problems on board. At the end will be presented all types of the owner's inspections and which are the most typical remarks and reasons for the rejections. There will be solutions how to reduce owner's remarks so that there would be as less comments as possible in the owner's inspections.

KEYWORDS:

asian shipyards, prefabrication ducts, problems with installations, structural ducts, thick sheet ducts, ventilation, ventilation inspections, ventilation installations, ventilation of the passenger ship

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Tausta	6
1.2 Tavoitteet	6
1.3 Rajaukset	6
1.4 Tutkimusmenetelmät	7
2 PAKSULEVYKANAVAT	8
2.1 Yleistä	8
2.2 Paksulevykanavien valmistus	9
2.3 Esivalmistekanavien tarkastus	11
2.4 Kanavien maalaus	12
2.5 Huoltoluukut	13
2.6 Paksulevykanavien liitostyypit	14
2.7 Nostokorvat	16
2.8 Villapiikit	16
2.9 Paksulevykanavien laitteet	17
2.9.1 Palopellit	18
2.9.2 Sulkupellit	20
2.9.3 Ilmastointisäleiköt	20
2.9.4 Äänenvaimentimet	21
2.9.5 Poistoilmapuhaltimet	22
3 PAKSULEVYKANAVIEN ASENNUS	23
3.1 Asennusjärjestys	24
3.1.1 Läpiviennit	25
3.1.2 Hitsaukset	26
3.1.3 Väärä asennusjärjestys	26
3.1.4 Reitityksen tarkastaminen	27
3.2 Kanavaliitokset	28
3.3 Eristäminen	30
3.3.1 Eristysjärjestys	31
3.3.2 Eristysmateriaalit	32
3.4 Erillispuhaltimet	33
3.5 Kanavalämmittimet	34
4 PAKSULEVYKANAVIEN TARKASTUKSET	35
4.1 Esivalmisteiden tarkastukset	36

4.2 Maalaustarkastukset	37
4.3 Läpivientien tarkastukset	37
4.4 Ilmavuototestit	38
4.4.1 Ilmavuototestauksen taustaa	39
4.4.2 Ilmavuototesteri Lindab LT 510	40
4.5 Asennustarkastukset	41
4.5.1 Kannakointi	42
4.5.2 Kanavaliitokset	43
4.6 Käyttöönotto	44
5 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	45
LÄHTEET	47
LIITTEET	

1 Johdanto

Ilmastoinnin runkokanavien valmistus ja asennus on haastavaa työtä johtuen kanavien suuresta koosta ja painosta. Asennustila on usein ahdas, sillä kanavat kulkevat ilmastointikuiluissa tai lähellä laipioita tai kantta. Kanavien liitosten hitsaus tai laippaliitoksen kiinnittäminen on paikoin mahdotonta ilman asennusluukkujen tekemistä kanavaan tai laipioon. Euroopassa näihin työvaiheisiin on totuttu, mutta yhä useammat varustamot rakentavat laivoja Aasiassa ja siellä eurooppalaiset laatuvaatimukset ja työtapastandardien noudattaminen aiheuttavat ongelmia.

1.1 Tausta

Työskennellessäni Aasiassa useilla telakoilla eri projekteissa suomalaisten työnantajien palveluksessa ilmastointisuunnittelijana, työnjohtajana ja ilmastointiosaston johtajana, olen huomannut, että ilmastointiasennuksissa on valtavasti ongelmia. Paikalliset työnjohtajat ja työntekijät eivät tunne Solaksen ja luokituslaitosten sääntöjä. Tämän lisäksi he eivät hallitse yleisiä työtapastandardeja ja yleensä työntekijöiltä puuttuu alan koulutus kokonaan.

Edellä mainitut asiat aiheuttavat paljon ongelmia laadussa, asennuksissa, tilaajan tarkastuksissa, projektin aikatauluissa ja kustannuksissa. Tyypillisesti korjaustöihin kuluu aikaa parista päivästä jopa viikkoihin, riippuen työn hankaluudesta, laajuudesta ja materiaalityypistä. Korjaustöiden kustannukset kaatuvat alihankkijan niskaan sopimusten puitteissa, mutta tilaaja kärsii viivästyksistä. Arviolta noin 80 % tarkastuksista johtaa hylkäykseen ja se näkyy selvästi projektin aikataulussa.

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyössä pyrin löytämään parannusehdotuksia niin laatu- kuin asennusongelmiinkin. Tilaajan tarkastuksien asennusvirheistä ja puutteista tyypillisimmin johtuvat huomautukset pyritään minimoimaan kolmasosaan nykytasosta. Käytännössä tämä tarkoittaisi enää joka neljännen tarkastuksen

hylkäämistä. Huomautukseen johtavat yleisimmin mm. puutteet kannakoinnissa ja eristysasennuksissa sekä unohtuneet kanavatarvikkeet ja paikkamaalaukset.

1.3 Rajaukset

Esittelen opinnäytetyössäni ilmastoinnin runkokanavien asennukset, niihin liittyvät tyypilliset laitteet ja tarvikkeet, laatuongelmat valmistuksessa, asennusvirheet ja yleisimmät hylkäykseen johtavat puutteet tilaajan tarkastuksissa. Työssäni keskityn ainoastaan paksulevykanaviin sekä laivanrakennussääntöihin, jotka on tarkoitettu yli 36 hengen matkustajalaivoihin, asennuksiin ja tarkastuksiin laivan yleisillä alueilla ja hyttialueilla. Säännöt pohjautuvat Lloyd's Register Rulefinder Versioon 9.8 vuodelta 2007 ja Solakseen: SOLAS; Consolidated Edition, 2004. Consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, and its Protocol of 1988: articles, annexes and certificates. Incorporating all amendments in effect from 1 July 2004.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Perustan näkemykseni seitsemän vuoden työkokemukseeni laivanrakennusteollisuudessa ja työssä käyttämiini työtapastandardeihin ja laivanrakennussääntöihin niin Turun telakalla Suomessa, kuin Kiinassa, Singaporessa ja Malesiassakin. Kokemukseni aasialaisista telakoista käsittää kaksi telakkaa Singaporessa, yhden Malesiasta ja yhden Kiinasta kolmen vuoden ajalta. Ongelmat niin laadussa kuin työvoiman osaamisessakin tuntuvat esiintyvän Kaakkois-Aasiassa suhteellisen yleisesti maasta riippumatta.

Toimiessani suunnittelijana ja työnjohtajana törmäsin usein samantyyliisiin ongelmiin asennuksissa sekä ollessani tilaajan tarkastajana huomasin tarkastuksissa hylkäykseen johtavia ongelmia, jotka olivat aiheutuneet juuri rakennusaikaisista puutteista työtapastandardien noudattamisessa. Liitteenä on esimerkit ilmastoinnin paksulevykanavien tarkastuspöytäkirjoista, joista saa yleiskuvan tyypillisimmistä huomautuksista.

Laivanrakennussäännösten sekä teknisen materiaalin osalta olen käyttänyt kirjalähteitä sekä luokituslaitoksen sääntökokoelmaa. Aiheesta ei ole aiemmin tehty tutkimusta.

2 Paksulevykanavat

Ilmastoinnin paksulevykanavat ovat yleensä runkokanavia, jotka asennetaan samaan aikaan rungon kanssa ja ovat näin ollen osa runkorakennetta. Kanavat kulkevat yleensä ilmastointikuiluissa alakansilta aina ylimmälle kannelle saakka. Muualla paksulevykanavia käytetään muun muassa kaikissa läpivienneissä, vesitiiviissä osastoissa, kriittisillä alueilla kuten keittiöissä ja konehuoneissa sekä alueiden läpi kulkevissa kanavissa, jos ne eivät palvele kyseistä aluetta.

Laivanrakennusteollisuudessa termin runkokanava tilalle yleistynyt termi paksulevykanava on kuvaavampi ja monikäyttöisempi nimitys, joten myös opinnäytetyössä käytetään jälkimmäistä termiä. Englannin kielinen nimitys thick sheet duct on työkielessä pitkäkö käyttää, joten yleisesti paksulevykanavasta käytetään termiä heavy duct, viitaten sillä myös kanavan painoon. Vastaavasti taas ohutlevykanavista käytetään termiä thin duct, joten englannin kieliset termit työkielessä erottelevat selkeästi kanavat toisistaan.

2.1 Yleistä

Paksulevykanavien materiaalipaksuus riippuu kanavan koosta ja alueesta, jossa kanava sijaitsee. SOLAS määrittelee materiaalipaksuudet tarkasti kanavan pisimmän sivukoon mukaisesti; materiaalipaksuudet vaihtelevat 3-5 mm välillä. Tämän lisäksi konehuoneissa voidaan käyttää jopa 8 mm paksuutta ja keittiöissä poistokanavien täytyy olla 2 mm paksuista ruostumatonta terästä. Kanavat eristetään laivan vaatimusten mukaisesti luokituslaitoksen sääntöjä noudattaen.

Paksulevykanavilla on useita tarkastusvaiheita ennen tilaajan viimeistä tarkastusta ja omasta kokemuksesta olen huomannut, että näissä vaiheissa todetaan useita ongelmia aina huonosta laadusta vääriin mittoihin asti.

Seuraavassa kappaleessa käsitellään paksulevykanavien valmistusta, niihin liittyviä yleisiä ongelmia ja niiden ratkaisuehdotuksia.

2.2 Paksulevykanavien valmistus

Paksulevykanavat valmistetaan esivalmistuspiirustusten mukaan. Kuvassa 1. näkyy malliesimerkki valmistuspiirustuksesta tarvittavine tietoineen. Kuvasta selviää kanavan materiaali, paino, kanavaosan mitat, kappalemäärä ja mahdollinen eristystapitus. Kanavanumero on myös tärkeä tieto, sillä sitä käytetään asennuskuvissa.

Kanavamateriaalilla täytyy olla materiaalisertifikaatti ja alkuperäsertifikaatti, jotka ovat luokituslaitoksen hyväksymiä. Materiaalisertifikaatti vahvistaa, että materiaali on samaa materiaalia kuin sertifikaatissa on esitetty ja se on hyväksytty laivakäyttöön. Alkuperäsertifikaatti (Country of origin, COO) puolestaan ilmaisee, missä tuote on valmistettu. Tämä on yleinen tilaajan ja luokituslaitoksen vaatimus. Kuten aiemmin todettiin, materiaalin paksuus on säädetty Solaksen kohdassa Chapter II-2: Regulation 9,7.2.1.1.1. Taulukossa 1. on esitetty kyseinen materiaalivaatimus.

Taulukko 1. Teräksen materiaalipaksuus kanavakoon mukaan.

Pisimmän sivun mitta	Teräksen paksuus
<300mm	3mm
300mm-760mm	4mm
>760mm	5mm

Rev	Description	Date	Sign
	800x200 STRAIGHT MATERIAL: 5,0mm WEIGHT: 71,1KG 1 PCS PART NUMBER: 2		
INSULATION PINS			
	290x250 STRAIGHT MATERIAL: 3,0mm WEIGHT: 23,5KG 1 PCS PART NUMBER: 11		
INSULATION PINS			
Scale: 1:25	Owner/ Yard logos:		
Designed: MAIJU	Drawing name: HVAC_PREFABRICATED_THICK_SHEET_DUCTS AREA_634_MFZ3_DECK_6		
Checked: TK			
Metric			
Project #: NB987	Drawing number: 987-5610-634-H3	Page: 3/35	Revision: 1

Kuva 1. Esimerkki paksulevyvesivalmistekuvasta. (Tommi Kilkki)

2.3 Esivalmistekanavien tarkastus

Kanavaosat täytyy tarkastaa ennen maalausta. Tilaaja keskittyy tarkastuksissa kanavan hitsausseamoihin, joten työnjohtajien vastuulle jää kanavien materiaalin ja mittojen tarkastaminen. Suurin osa ongelmista aiheutuu vääristä kanavan mitoista ja liian suurista toleransseista. Kuvassa 2. on paksulevykanava verstaalla hitsauksessa ja työnjohtaja voi tarkastaa mitat helposti.



Kuva 2. Esivalmistekanava verstaalla työn alla.

Siitä huolimatta, että kaikki tarvittavat tiedot löytyvät esivalmistekuvista, yleensä iso osa kanavista on väärin mitoitettu ja kanavan vapaa pinta-ala on virheellinen. Aasiassa on paljon kouluttamattomia työntekijöitä, jotka eivät ole tottuneet tekemään töitä tarkkojen toleranssien puitteissa. Mittaheitot kanavissa voivat olla jopa 20mm verrattuna valmistuskuvien mittoihin. Tämä on erityisen kriittistä silloin, kun kanavan pinta-ala on lähellä $0,075 \text{ m}^2$. Se on Solaksen määräämä raja, minkä jälkeen on pakko käyttää palopeltiä läpiviennissä. Tämä määräys löytyy kohdasta SOLAS Chapter II-2, Regulation 9, 7.3.1.2. Jos suunnittelun tarkoitus on ollut tehdä kanava ilman palopeltiä ja kanavan koko ylittää kyseisen pinta-alan, täytyy joko valmistaa kanavat uudestaan tai tilata kalliit palopellit kaapelointeineen.

Oli projektin johdon päätös asiassa mikä tahansa, aiheutuu siitä viivästyksiä ja lisäkuluja. Mittavirheongelmilta voitaisiin välttyä, jos työnjohtajat kävisivät mittaamassa kaikki osat tuotantovaiheessa. Tällöin voitaisiin nopeasti vaikuttaa kanavien oikeisiin mittoihin ja huomata virheet ajoissa. Lisäksi työntekijöiden koulutukseen pitäisi kiinnittää huomiota sillä hitsaajina voi toimia jopa kouluttamattomia kalastajia kausityöntekijöinä. Mitä myöhemmin virheet huomataan, sitä kalliimmaksi niiden korjaaminen tulee laivanrakennuksessa.

2.4 Kanavien maalaus

Kun tilaaja on hyväksynyt esivalmistekanavien hitsaukset, voidaan kanavat maalata. Maalaus tapahtuu laivan vaatimusten mukaisesti kansainvälisiä työtapastandardeja noudattaen. Yleensä maalauksessa ei ilmene ongelmia, mutta huonosti tehty pohjatyö voi irrottaa maalin. Lisäksi kanavien varomaton käsittely aiheuttaa naarmuja maalipintaan. Kuvassa 3. näkyy naarmuttunut kanava, jota on käsitelty varomattomasti laivaan siirtämisen aikana.



Kuva 3. Naarmuuntunut paksulevykanava.

Ennen maalausta kanava pitää puhdistaa kaikesta liasta ja rasvasta. Kanavan pinnat hiekkapuhalletaan ja vasta tämän jälkeen ne voidaan maalata. Joskus kanavan pintaa ei ole puhdistettu kunnolla tai hiekkapuhallus on tehty huolimattomasti. Jos tällaisen kohdan päälle maalataan, alkaa maali lohkeilla. Tämä yleensä huomataan vasta laiva-asennuksen jälkeen, jolloin joudutaan

tekemään korjausmaalauksia vaikeissakin työoloissa. Asennuksen aikana aiheutuneet naarmut ja kolhut pystytään yleensä maalaamaan asennuksen yhteydessä, joten niistä ei aiheudu suurempia ongelmia.

Jotta voitaisiin välttyä maalipinnan irtoamiselta, täytyisi työnjohtajien valvoa maalauksen pohjatöitä tarkasti erityisesti silloin, kun yrityksellä on kokemattomia työntekijöitä. Tässä myös korostuu työntekijöiden koulutus; pienet yritykset eivät yleensä panosta työntekijöidensä koulutukseen, vaan ammattitaito opitaan töitä tehdessä. Yritys säästää tällöin palkkakustannuksissa ja työn laatu on paikallisittain yleensä hyväksyttävää. Ongelmaksi se muodostuu vasta silloin, kun tilaaja vaatii eurooppalaista laatua. Lisäksi painavien kanavien siirtelyyn laivassa tarvitaan asianmukaiset välineet, koska normaalisti kanavia raahataan lattialla ja maalipinnan lisäksi vaurioitetaan muitakin lattia-asennuksia, kuten rajarautoja.

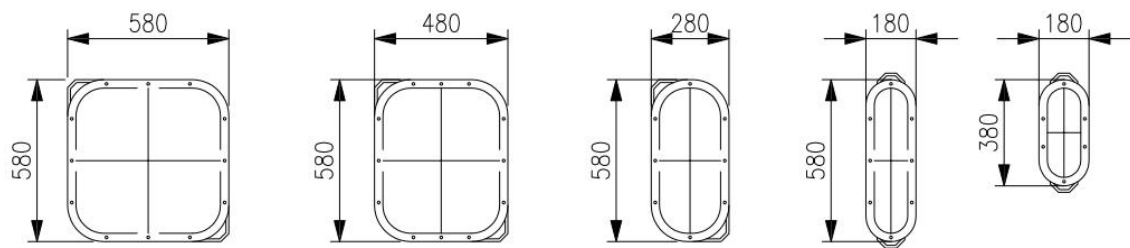
2.5 Huoltoluukut

Paksulevykanavat tarvitsevat luukkuja hitsaamista, maalaamista, huoltoa ja tarkastuksia varten. Luukkujen sijainti pitäisi suunnitella siten, että niihin pääsee käsiksi helposti ja niitä voidaan käyttää eri huoltotoimenpiteitä varten. Luukku kiinnitetään kanavaan hitsatuilla pulteilla ja luukun ja kanavan väliin on asennettava kumitiiviste ilmatiivyyden saavuttamiseksi. Kuvassa 4. on yksi malli huoltoluukusta asennettuna poistoilmakanavaan.



Kuva 4. Huoltoluukku.

Huoltoluukut on merkittävä esivalmistekuvaan. Sopiva huoltoluukkujen välinen etäisyys on noin 5-6 metriä, ja ne sijoitetaan mielellään palopeltien lähetyville. Hitsausluukut voidaan sijoittaa siten, että jokainen kanavansauma voidaan hitsata. Piirustuksessa 5. on esimerkkikuvat erikokoisista huolto- ja hitsausluukuista. Vasemmanpuoleinen luukku on ns. mansluukku (engl. manhole), jonka läpi ihminen mahtuu menemään. Kaksi oikeanpuoleista luukku taas ovat pieniä hitsausluukkuja, joiden kautta ylettyy hitsaamaan käden pituudelta (noin puoli metriä).



Piirustus 5. Erikokoisia huolto- ja hitsausluukkuja. (Tommi Kilkki)

Luukkuja asennettaessa työnjohtajien on kiinnitettävä huomiota siihen, että kumitiiviste tulee varmasti asennettua. Silloin tällöin kumitiiviste unohtuu asentaa ja se huomataan vasta vuototestin yhteydessä ja voi kulua paljonkin aikaa, ennen kuin vuotokohta selviää ja kumitiiviste on asennettu. Työnjohtajien tarkalla asennusvalvonnalla pienissä asioissa voidaan säästää paljon aikaa tarkastusvaiheessa.

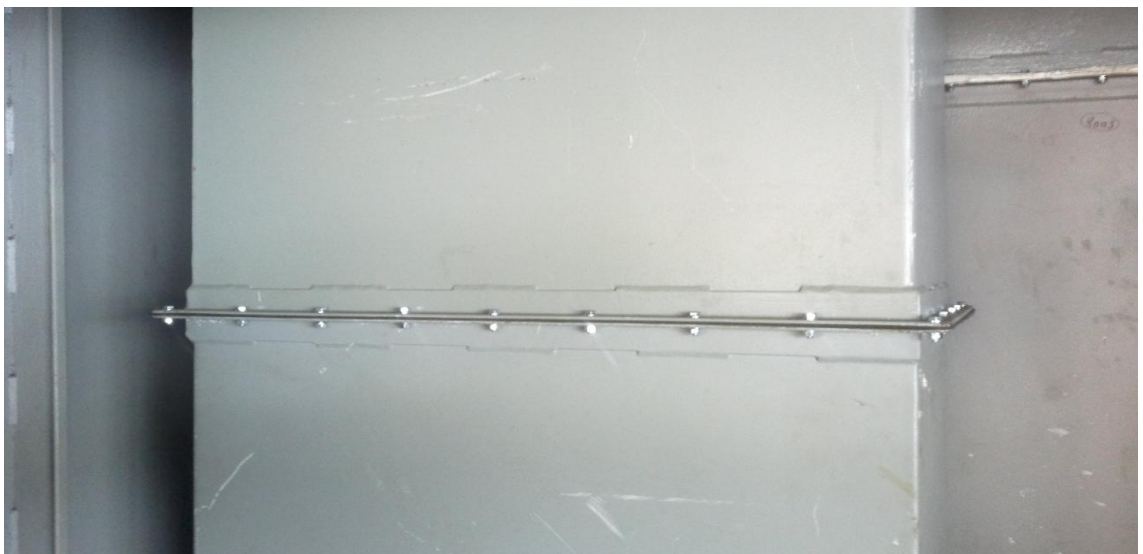
2.6 Paksulevykanavien liitostyypit

Paksulevykanavissa voidaan käyttää kahta erilaista liitostyyppiä. Varmempi ja Euroopassa yleisessä käytössä oleva liitostapa on hitsattu liitos. Se sopii hyvin laivoolosuhteisiin jossa esiintyy paljon tärinää ja rakenteiden elämistä. Kuvassa 6. on esimerkki hitsatusta liitoksesta. Hitsatun liitoksen haittapuolina voidaan pitää hitsausluukkujen tarvetta, paikkamaalausta ja hitsauksen hitautta.



Kuva 6. Hitsattu liitos paksulevykanavassa.

Paksulevykanavissa voidaan käyttää myös laippaliitosta. Se on yleisesti käytetty liitostapa aasialaisilla telakoilla. Kanavien päihin hitsataan L-raudat kooltaan 40-60 mm, paksuus 5 mm. Pulttijako on noin 150 mm ja pulttien koko vaihtelee M10 ja M15 väliltä. Kumitiivistettä täytyy käyttää liitoskohdassa. Laippaliitoksen pulttien kiinnitys on suhteellisen nopeaa eikä tulitöitä tarvitse tehdä asennuspaikalla. Huonoina puolina ovat ahtaissa paikoissa pulttien asentamisen mahdottomuus, tiiviin liitoskohdan aikaansaaminen ja tärinän sekä rungon elämisen myötä ilmaantuvat ilmavuodot liitoskohdissa. Kuvassa 7. on malli Lloyd's Registerin hyväksymästä laippaliitoksesta.



Kuva 7. Paksulevykanavan laippaliitos.

Eri liitostyypeillä on omat hyvät ja huonot puolensa. Aasiassa ei ole totuttu tekemään hitsattuja liitoksia ja näin ollen laippaliitosten määrä kanavaliitoksista on noin 96 %. Ainoastaan keittiöiden poistoilmakanavat hitsataan. Kanavien esivalmistuksessa laippojen hitsaukseen tulisi työnjohtajien kiinnittää huomiota. Hyvin usein laipat on hitsattu vinoon ja niitä täytyy asennettaessa oikoa lekalla. Tämä taas aiheuttaa vääntymiä laippaan mistä seuraa vuotokohtia, joita ei pystytä saamaan ilmatiiviiksi edes kumitiivisteellä. Työnjohtajien valvonta ja mittojen tarkastaminen korostuvat kanavien valmistusvaiheessa.

2.7 Nostokorvat

Paksulevykanavien käsittelyn helpottamiseksi kanavaan voidaan asentaa nostokorva, kuten kuvassa 3. Teräskanavat painavat normaalisti useita kymmeniä, jopa satoja kiloja. Tällöin kanavia täytyy voida nostella ja siirtää taljoilla. Nostokorva voidaan asentaa joko tilapäisesti tai pysyvästi kanavaan kiinni. Tilapäisen nostokorvan irrottamisen jälkeen on tärkeää, että työnjohtajat varmistavat kanavan oikeaoppisen korjausmaalauksen nostokorvan kohdalla. Hyvin usein työntekijät unohtavat maalata kanavan sisäpuolelta, jolloin palaneen maalin kohdalle jää korroosiolle altis kohta. Paksulevykanavaa voidaan asentaa useita metrejä päivässä, joten paikkamaalausta on tehtävä aina kanava-asennuksen yhteydessä osa osalta. Työnjohtajien on tehtävä päivittäisiä tarkastuskierroksia, jotta maalaaminen ei unohtuisi työntekijöiltä.

2.8 Villapiikit

Jos paksulevykanavaan tarvitaan eristys, on siihen kiinnitettävä villapiikit. Piikkien kiinnitys tapahtuu koneellisesti. Normaalesti piikkien halkaisija on 3 mm ja niiden pituus riippuu eristysmateriaalin paksuudesta. Yleiset työtapa-standardit suosittelvat, että villapiikkejä olisi noin 16 kpl/m². Piikit täytyy asentaa noin 50 mm etäisyydelle kanavan reunasta ja niiden välinen etäisyys tulee olla noin 300 mm. Kuvassa 8. näkyy malliesimerkki villapiikeistä.



Kuva 8. Villapiikit asennettu oikeaoppisesti kanaviin.

Villapiikkien asennuksessa ei yleensä ole ongelmia, mutta joskus työntekijät yrittävät kiinnittää piikkejä normaaleilla hitsausvälineillä. Tällöin työnjohtajan tulisi heti keskeyttää työt ja toimittaa paikalle tarvittavat työvälineet. Joskus taas työntekijää ei ole koulutettu tarpeeksi työhön ja villapiikkejä on asennettu niin lähelle toisiaan, että eristysmateriaalia ei voida asentaa ennen kuin osa piikeistä on poistettu. Tämä hidastaa työntekoa, sillä poistetun piikin kohta täytyy paikkamaalata. Työnjohtajan tulisi valvoa asennusta ja opastaa työntekijöitä työtapa-standardien noudattamisessa, jotta välttyttäisiin viivytyksiltä muissa asennuksissa.

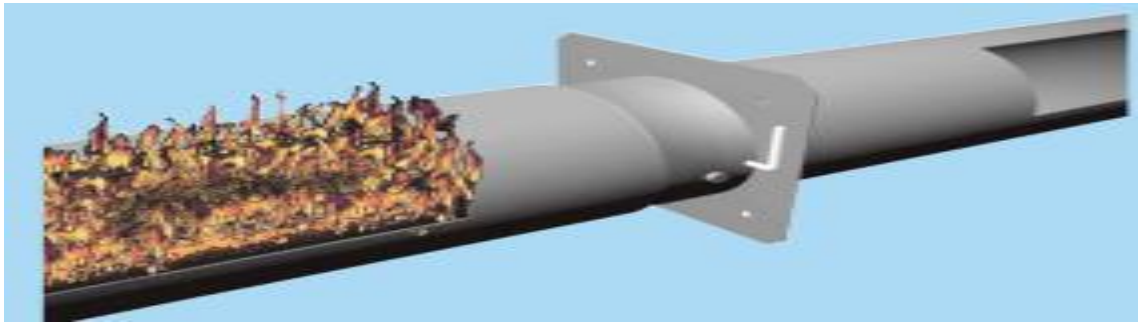
2.9 Paksulevykanavien laitteet

Paksulevykanaviin voidaan asentaa monia erilaisia laitteita ja tarvikkeita. Yleensä ne ovat erilaisia peltejä, kuten palopeltejä, sulkupeltejä tai ohjauspeltejä. Muita tarvikkeita ovat muun muassa ilmanottorilät, demisterit, sensorit, puhaltimet ja lämmitys/jäähdytyspatterit. Seuraavissa kappaleissa

käydään läpi tärkeimmät kanaviin asennettavat laitteet ja kohdat, joihin työnjohtajan tulisi kiinnittää erityistä huomiota asennusvaiheessa.

2.9.1 Palopellit

Palopellit ovat kaikkein tärkeimpiä peltejä laivassa. Ne ovat luokituslaitoksen sertifioimia turvallisuuslaitteita ja niitä koskee lukuisa määrä luokituslaitoksen sääntöjä. Palopeltien toimintaperiaate on estää tulipalon leviäminen ilmakehää pitkin toiselle alueelle. Palopeltien täytyy olla toimintavarmoja ja ne täytyy pystyä sulkemaan laipion tai kannen molemmin puolin manuaalisesti. Tämän lisäksi palopelleiltä täytyy mennä indikointi komentosillalle ja ohjauskeskukseen, jotta nähdään onko pelti auki vai kiinni. Tämä on SOLAS-vaatimus. Kuvassa 9. on esitelty palopellin toimintaperiaate yksinkertaistettuna.

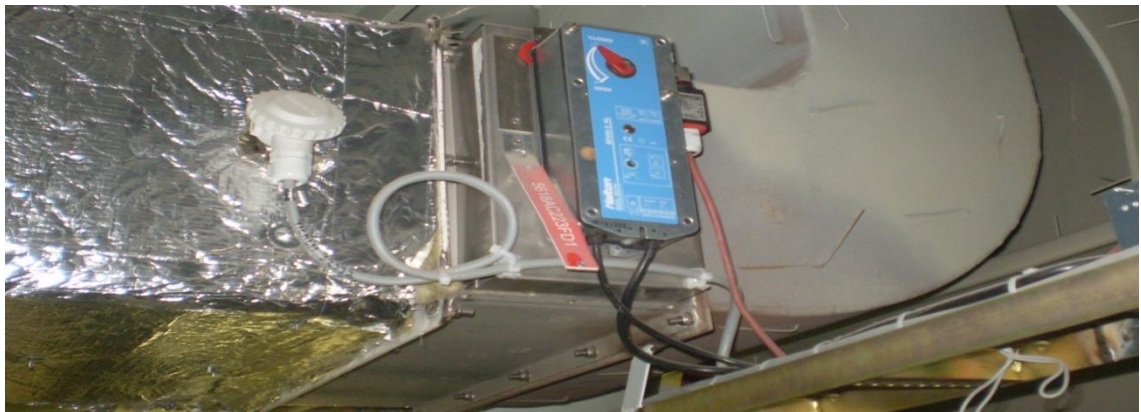


Kuva 9. Palopellin toimintaperiaate. (Halton Marine Fire Damper General Prochure)

Kuvassa 10. näkyy palopellin toimilaitte, jolla on kaikkein tärkein rooli palopellin toiminnan kannalta. Solaksen mukaan palopellin täytyy olla toimintavarma, mikä tarkoittaa, että palopellin täytyy toimia kaikissa tilanteissa. Palopeltiä voidaan käyttää kolmella eri tavalla. Palopelti on jousikäyttöinen ja sähkövirta pitää toimilaitteen avulla pellin auki-asennossa. Kun sähkövirta katkeaa, palopelti menee kiinni välittömästi. Toinen tapa ohjata palopeltejä on käyttää niitä sähköisesti laivan komentosillalta ja ohjauskeskuksista. Kolmas tapa on manuaalinen sulkeminen, joka pitää pystyä tekemään molemmin puolin laipiota tai kantta, joiden läpi kanava kulkee. Seuraava sääntö on Lloyd's Register Rulefinder 2007 - Versiosta 9.8. Kyseinen sääntö määrittää palopeltien

toimintatavan ja toimintavarmuuden, antaen muutaman vaihtoehtoisen tavan toteutukselle.

“7.6.6. All dampers fitted on fire-resisting or smoke-tight divisions shall also be capable of being manually closed from each side of the division in which they are fitted, except for those dampers fitted on ducts serving spaces not normally manned such as stores and toilets that may be manually operated only from outside the served spaces. Manual closing may be achieved by mechanical means of release or by remote operation of the fire or smoke damper by means of a fail-safe electrical switch or pneumatic release (i.e. spring-loaded, etc.). All dampers shall also be capable of being remotely closed from the continuously manned control station.”



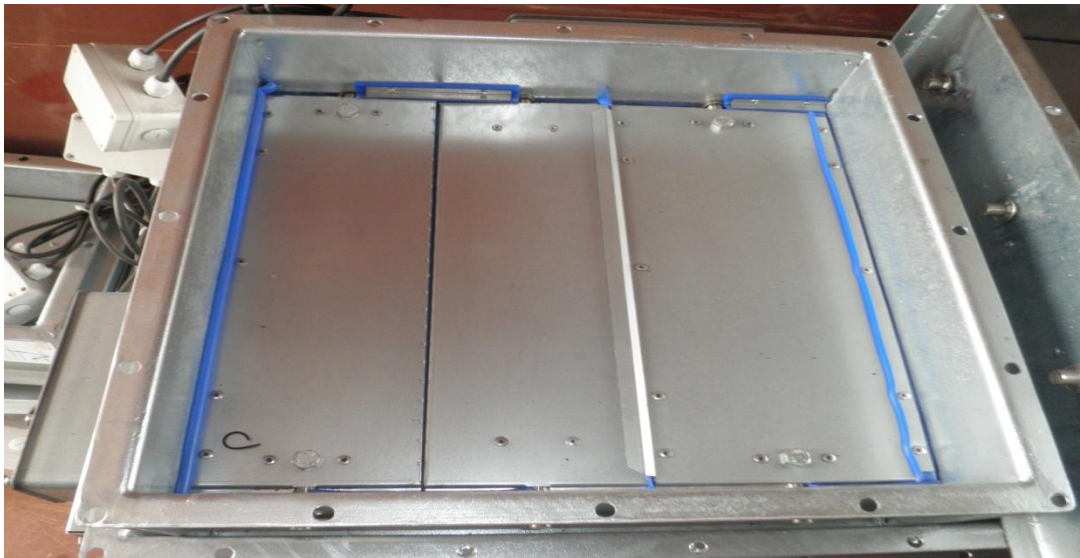
Kuva 10. Haltonin palopelti toimilaitteineen.

Toimilaitteen on Solaksen säännön Chapter II-2, Regulation 9.4.1.1.8 mukaan osoitettava onko palopelti kiinni vai auki. Kuvassa 10. näkyy selkeästi punainen nuoli, joka osoittaa, että palopelti on kiinni. Kuvassa erottuu myös tärkeä metallinen numerolaatta, jossa on mainittu palopellin yksilöity tunnusnumero.

Joskus palopeltiasennuksissa törmätään tilanteisiin, joissa työntekijä on irrottanut toimilaitteen tilapäisesti helpottaakseen asennustaan. Tämä on ehdottomasti kiellettyä, sillä palopellit ovat sertifioituja laitteita ja ainoastaan laitevalmistaja voi korjata ja avata palopeltejä valmistustehtaassa. Työnjohtajan täytyy välittömästi keskeyttää asennustyöt, jos hän huomaa jotain ongelmia palopeltien asennustöissä. Suunnittelusta täytyy antaa tällöin uusi sijainti- tai korkeustieto, jotta asennusta voidaan jatkaa ilman palopellin muokkaamista. Jos palopeltiä modifioidaan tai toimilaitte irrotetaan, ei se vastaa enää luokituslaitoksen sääntöjä ja se täytyy korvata uudella pellillä. Tämä aiheuttaa suuria lisäkustannuksia ja viivytyksiä aikatauluun.

2.9.2 Sulkupellit

Sulkupellit asennetaan yleensä laivan ilmanotto- ja poistokanavien lähetyville. Niiden tarkoitus on sulkea ilma-aukot silloin, kun ilmastointikoneet pysäytetään tai jos on mahdollisuus, että laivaan tulee savua tai vastaavaa laivan ulkopuolelta. Sulkupellit eivät ole luokiteltuja laitteita, joten ne eivät ole niin kriittisiä kuin palopellit. Kuvassa 11. on mallikappale sulkupelistä.



Kuva 11. Haltonin sulkupelti.

2.9.3 Ilmastointisäleiköt

Ilmastointisäleikköjen tarkoituksena on estää veden tuleminen sisälle ilmastointikanavaan. Tässä korostuu säleiden oikea muoto ja etäisyys toisistaan. Säleikön tehokkuus on noin 95 %, joten osa vedestä joutuu kanavan sisälle, mutta demisteriä käytettäessä loppukin vesi suodattuu pois kanavistosta. Lisäksi säleikköön on asennettava tiheäsilmainen teräsverkko, joka estää pienten eläinten pääsyn ilmastointikanavaan. Kuvassa 12. on ilmastointisäleikkö verstaalla valmiina mittatarkastusta varten.



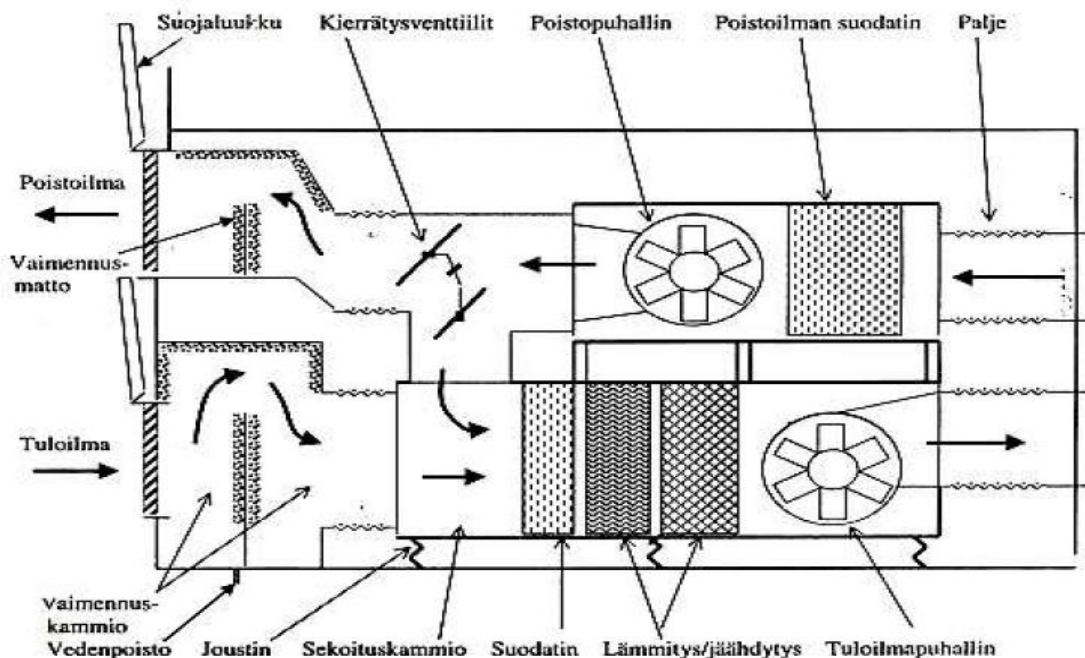
Kuva 12. Ilmastointisäleikkö.

Kun ilmastointisäleikkö on valmistusvaiheessa, työnjohtajan tulisi tarkastaa sen mitat, säleiden muoto ja teräsverkko. Tällä tarkastuksella voidaan välttää asennusongelmat laivalla. Tyypillinen asennusongelma on, että ilmastointisäleikkö ei sovi laivan runkoon tehtyyn läpivientiin ja tämän seurauksena joudutaan tekemään muutostöitä ja aikatauluun tulee turhia viivytyksiä. Alihankkija ei aina muista ottaa tarkastusmittoja, joten ensimmäiset säleiköt ovat yleensä väärän kokoisia. Suurista muutostöistä viisastuneena alihankkija yleensä mittaa ja asentaa loput ilmastointisäleiköt ongelmitta.

2.9.4 Äänenvaimentimet

Äänenvaimentimien tarkoituksena on nimensä mukaisesti vaimentaa ilmavirtauksen aiheuttamia ääniä laivan ulkokansilla. Yleensä ilmastointikanavilla on rajoitetusti tilaa, joten ilmanopeudet voivat nousta liian korkeiksi ja näin ollen siitä aiheutuu kovaa ääntä. Laivanrakennuksen käsikirjan mukaan sopiva ilmannoisuus aukon kohdalla olisi noin 2-3 m/s, mieluummin alle, jolloin ääniongelmia ei syntyisi.

Äänenvaimennin voidaan rakentaa monella eri tavalla. Yksi tapa on vuorata ilmastointikanavan osa 50 mm paksuisella eristevillalla, jonka päälle asennetaan perforoidusta pellistä päällinen. Vaimentimen pituus määritellään laskemalla. Tätä tapaa ei kuitenkaan suositella ilmanottoaukkojen läheisyydessä. Toinen tapa on rakentaa eristysmateriaalista ääniloukkuja, jolloin ilma joutuu kiertämään eristeet, mutta äänet törmäävät niihin, kuten kuvassa 13. on esitetty. Kolmas tapa on samanlainen kuin toinenkin, mutta siinä käytetään ääniloukkuna eristevillan tilalla perforoitua peltirakennetta. Osa ilmasta pääsee reikien läpi ja osa äänistä törmää peltiin. Tällä rakenteella on saatu aikaiseksi hyviä äänenvaimennustuloksia.



Kuva 13. Äänenvaimennuskammion periaatekuva. (Laivan koneistot M-179)

2.9.5 Poistoilmapuhaltimet

Poistoilmapuhaltimet asennetaan yleensä ilmastointihuoneisiin. Niitä käytetään erillisinä poistoilmapuhaltimina keittiöissä, vessoissa, pesuloissa ja portaikoissa ja niiden poistokanavia ei saa sekoittaa muiden alueiden kanssa. Kuvassa 13. on Systemairin valmistama poistoilmapuhallin, jonka halkaisija on 600 mm ja ilmamäärä 1400 l/s. Puhaltimet ovat tehdasvalmisteisia, joten niissä itsessään

ei ole ongelmia. Ainoastaan asennuksessa on muutamia erityishuomiota vaativia kohtia, joihin tutustutaan tarkemmin niiden asennuksista kertovassa kappaleessa.



Kuva 13. Poistoilmapuhallin Systemair.

3 Paksulevykanavien asennus

Paksulevykanavien asennus on vaativaa työtä johtuen kanavien suurista painoista, paikoin ahtaista asennustiloista ja suuresta hitsauksen tarpeesta. Kanavien käsittely on hankalaa erityisesti ilmastointikuiluissa ja alueilla, joissa kulkee useita kanavia lähekkäin. Apuna joudutaan aina käyttämään joko taljoja tai nostimia, jolloin joudutaan miettimään turvallinen nostotapa ja tukirakenne nostimelle, kuten kuvassa 14. ilmenee. Usein joudutaan myös miettimään vaihtoehtoisia hitsausmenetelmiä, sillä laivan runkorakenne on niin lähellä kanavia, että hitsaaja ei mahdu ulkopuolelta hitsaamaan kanavasaumaa.



Kuva 14. Nostotalja kanavakiinnikkeineen.

Suurin osa näistä asennusongelmista aiheutuu siitä, että telakka ja alihankkijat eivät hallitse asennusjärjestystä, sillä paikalliset alihankkijat eivät ole aikaisemmin rakentaneet kansainväliseen liikenteeseen tarkoitettua risteilijää. Paksulevykanavien asennus kuuluu yleensä runko- ja lohkovaiheeseen, mutta esimerkiksi malesialaisella telakalla paksulevykanavat asennetaan vasta varusteluvaiheessa. Tämä johtuu kokemattomuudesta ja siitä, että toleranssien ollessa suuria, jouduttaisiin kanavat kuitenkin siirtämään lohkovaiheessa oikeille paikoilleen. Seuraavissa kappaleissa keskitytään paksulevykanavien asennuksiin ja niiden yleisiin ongelmiin sekä niiden ratkaisemiseen, jotta asennusten laatua voitaisiin parantaa, välttyttäisiin turhilta muutostöiltä, säästettäisiin kustannuksissa ja minimoitaisiin viivytykset aikataulussa.

3.1 Asennusjärjestys

Paksulevykanavien asennus aloitetaan aina läpiviennistä. Työnjohtajan täytyy tarkistaa, että läpivienti on asennettu oikeaan kohtaan ja korkeudelle. Mitat on ehdottomasti tarkastettava. Suurin ongelma läpivientien kanssa on niiden asentaminen väärään kohtaan. Kuvassa 15. näkyy läpivientiaukkoja, jotka urakoitsija on tehnyt väärin; työntekijät ovat pitäneet kuvaa väärinpäin ja

polttaneet aukot vastakkaiseen laipioon. Kaikki aukot pitää hitsata umpeen ja tehdä vastakkaiselle laipiolle uudet.



Kuva 15. Väärään laipioon poltetut aukot hitsataan umpeen.

Edellä kuvattu ongelma on ratkaistavissa polttoaukkojen etukäteisellä tarkastuksella. Urakoitsijan täytyy ensin merkata polttoaukot laipioon ja työnjohtajan täytyy käydä tarkastamassa ja mittaamassa ne, ennen kuin aukot voidaan polttaa. Tällä menettelyllä polttoaukot tulevat heti oikeaan paikkaan ja säästytään turhalta työltä ja viivytyksiltä.

3.1.1 Läpiviennit

Kun aukot on poltetu oikeaan paikkaan, voidaan läpiviennit hitsata paikoilleen. Yleinen ongelma läpivientien hitsauksessa on niiden asentaminen väärään korkeuteen tai vinoon. Työnjohtajan täytyy käydä tarkastamassa läpivientien korkeudet ja suoruus läpivientien asennuksen alkuvaiheessa, ennen kuin ne voidaan hitsata umpeen. Jos tarkastusta ei ole tehty, väärä korkeus huomataan yleensä vasta paljon myöhemmin, kun kanava-asennuksessa tulee vastaan ensimmäinen törmäys. Silloin joudutaan normaalisti tekemään suunnittelumuutos ja uudet esivalmistekuvat. Tämä aiheuttaa viivytyksiä asennukseen, sillä suunnittelijan täytyy käydä laivalla toteamassa ongelma ja mietittävä korjausratkaisu; muutetaanko kanavaa vai mahdollisesti toista

törmäyslinjalla olevaa systeemiä. Muutoskuvissa ei yleensä kulu paljon aikaa, mutta sekin riippuu täysin suunnitteluosaston sen hetkisestä työtilanteesta. Jos taas läpivienti on asennettu vinoon, työntekijät moukaroivat liitoksen suoraksi. Tämä kuitenkin aiheuttaa suurimmassa osassa tapauksia ylimääräisiä vuotokohtia liitoksessa, joita ei saada tukittua kumitiivisteellä, sekä jännityksiä, jotka vääntävät liitoksen auki laivan ollessa merellä.

3.1.2 Hitsaukset

Seuraava ongelmakohta ilmenee hitsauksissa. Aasiassa on paljon vaillinaisesti koulutettuja työntekijöitä ja heidän hitsaustaitonsa ovat usein puutteelliset. Vaikka työntekijä olisi saanut koulutuksen hitsaajaksi, hänellä ei välttämättä ole siihen soveltuvaa pätevyyttä. Työnjohtajan täytyy tarkastaa hitsaukset heti niiden valmistuttua, sillä ne ovat osa tilaajan tarkastuksia ja niissä tulee usein huomautuksia. Kuvassa 16. on läpivienti hitsattuna.



Kuva 16. Kanavaläpivienti.

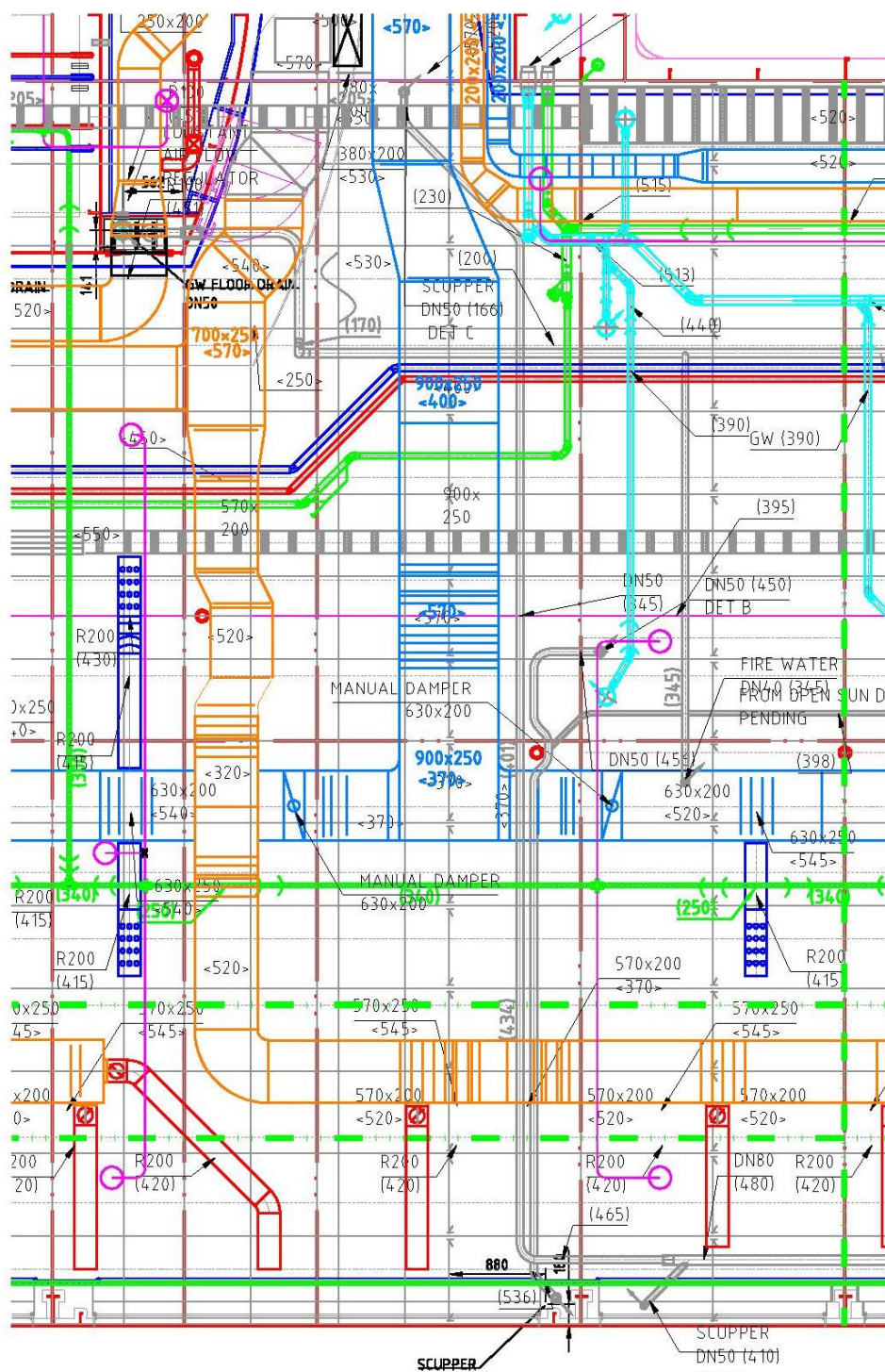
3.1.3 Väärä asennusjärjestys

Kuvassa 16. näkyy myös virheellinen asennusjärjestys. Läpivientiin on hitsattu villapiikit vasta asennuksen jälkeen. Niiden asentaminen laivalla on usein hankalaa varsinkin kanavan päältä tilanahtauden vuoksi ja lisäksi kanava joudutaan paikkamaalaamaan useasta kohdasta. Työnjohtajan olisi pitänyt tarkastaa kanavaan mahdollisesti tulevat villapiikit valmistusvaiheessa

työpajalla, mutta se on unohtunut. Nyt asennukseen tulee viivytyksiä ja useita hankalia lisätyövaiheita. Tämän lisäksi kanavaan olisi pitänyt jo asentaa eristysvilla kanavan yläosaan, sillä tässä vaiheessa se on todella hankalaa. Tämä on malliesimerkki siitä, että telakalla ei ole toimivia työtapa-standardeja matkustajaristeilijöitä varten ja eri työvaiheiden tärkeysjärjestystä ei hallita. Kyseinen ongelma on tyypillinen mm. Singaporen ja Malesian telakoilla.

3.1.4 Reitityksen tarkastaminen

Kun läpivienti on saatu asennettua ja tarkastettua, voidaan kanava-asennusta jatkaa. Työnjohtajan pitäisi tässä vaiheessa tarkastaa, onko kanavan reititys selvä, sillä usein käy niin, että muiden systeemien linjat on asennettu väärään paikkaan ja ne estävät kanava-asennuksen. Apuna tarkastuksessa työnjohtajalla on alueen asennuskuvat kaikista systeemeistä. Tämän lisäksi on hyvä koordinoita asennuksia muiden alihankkijoiden kanssa. Tällä tavalla toimittaessa saadaan hankittua lisääikaa mahdollisten muutosten tekemiselle ja viivytykset asennusaikataulussa voidaan minimoida. Kuvassa 17. on esimerkki asennuskuvasta, jossa näkyy alueen kaikki eri systeemit.



Kuva 17. Alueen asennuskuva mitoituksineen. (Tommi Kilkki)

3.2 Kanavaliitokset

Kappaleessa 2.6 esiteltiin paksulevykanavien eri liittostyytit. Tässä kappaleessa käydään tarkemmin läpi liittosten tekeminen laivoolosuhteissa ja niiden tyypilliset

ongelmat asennuksissa. Lisäksi pyritään löytämään ratkaisuja asennuksien ongelmien vähentämiseksi ja asennusajan nopeuttamiseksi.

Kuten aiemmin todettiin, Aasiassa suositaan laippaliitoksia ja 96 % kaikista kanavaliitoksista on niitä. Hitsattujen liitosten vähyys johtuu siitä, että paikalliset urakoitsijat mieltävät hitsatut liitokset hankaliksi ja hitaiksi tehdä. He eivät ole tottuneet käyttämään hitsausluukkuja kanavissa, joten jo senkin takia he vieroksuvat kyseistä liitostapaa. Kuvassa 17. on näkyvissä hitsattu kanavaliitos keittiön poistoilmakanavassa. Kanavan materiaali on ruostumatonta terästä ja materiaalipaksuus on 2 mm.



Kuva 17. Paksulevykanavan hitsattu liitos.

Kanava on hitsattu ainoastaan ulkoapäin, sillä kanavaan ei ole tehty hitsausluukkuja, joten vaikka liitos onkin tiivis, aiheuttaa se kanavan sisäpuolella ongelmia. Kanavan sisäpuolinen sauma on tällöin rosainen ja altis kerryttämään likaa. Koska kyseessä on keittiön rasvakanava, kertyy kanavan sisäpintaan rasvasuodattimista huolimatta ajan mittaa rasvaa.

Työnjohtajan olisi pitänyt varmistaa kanavien asennuksen alussa, että urakoitsija noudattaa annettuja työtapastandardeja. Hitsausluukkujen asennus olisi kuulunut kanavien valmistusvaiheeseen, nyt ne joudutaan tekemään

kanavien jo ollessa katossa, mikä on hankalaa ja se aiheuttaa viivästyksiä aikatauluun.

Jotta voitaisiin välttää edellä kuvattu ongelma asennusvaiheessa, täytyy työnjohtajan olla ajan tasalla valmistuspiirustuksista sekä asennuskuvista. Valmistuspiirustuksissa pitäisi olla merkintä, mitä liitostapaa käytetään tai se pitää olla muuten sopimuksessa mainittu. Tällöin kanavaosat olisivat oikein valmistettu työpajalla ja asennusvaiheessa ei tarvitsisi keskeyttää töitä puuttuvien luukkujen takia. Lisäksi paikallisia yrityksiä ja työntekijöitä pitäisi kouluttaa ja esitellä työtapa-standardit erilaisille liitostavoille, jotta esimerkiksi hitsatun liitoksen käyttö paksulevykanavissa yleistyisi.

Paksulevykanavien laippaliitoksissa on omat asennusongelmansa laivassa. Usein kanavat kulkevat niin lähellä laipiota tai kantta, että kaikkia pultteja ja muttereita ei yletetä asentamaan varsinkaan silloin, kun on kyseessä iso ja leveä kanava. Tästä seuraa automaattisesti huomautus tarkastuksessa, joten työntekijöiden on tavalla tai toisella kiinnitettävä pultit paikoilleen. Vaihtoehtoina pulttien kiinnitykselle ovat joko hitsattujen muttereiden käyttö tai jatkovartinen räikkä.

3.3 Eristäminen

Paksulevykanavien eristäminen tehdään yleisten laivanrakennussääntöjen ja laivakohtaisen eristyskaavion mukaisesti. Näiden lisäksi tilaajalla voi olla omia toiveita eristämisen suhteen. Esimerkiksi tilaaja voi haluta alueiden tulo- ja poistoilmakanavat eristettyinä lämmöntalteenoton vuoksi. Yleisesti ainoastaan laivan ilmanottokanavat ja tuloilmakanavat eristetään, palovaarallisten alueiden läpi kulkevat kanavat ja lisäksi läpiviennit.

Paksulevykanavien eristysmateriaalin kanssa täytyy olla tarkkaavainen, sillä työntekijät voivat asentaa vääränlaista villatyypin kanavaan, vaikkakin heille olisi annettu tarkat ohjeet ja tiedot käytettävästä villatyypistä. Jos eristysmateriaali on asentajalta loppunut, voi hän epähuomiossa hakea varastosta saman paksuista, mutta vääräntyyppistä eristettä. Tämä on erityisen

kriittistä silloin, kun eristysmateriaalin täytyy olla paloluokitettua esim. A-60 villaa. Asian tullessa ilmi, aiheutuu siitä turhaa viivästystä asennukseen, kun eristysmateriaali täytyy vaihtaa. Tämän lisäksi voi aiheutua materiaalivahinkoja. Pahin mahdollinen tilanne väärän eristysmateriaalin käytöstä voi aiheutua silloin, kun tulipalo leviää laivassa väärän eristeen takia. Luokituslaitos onkin hyvin tarkka eristysmateriaalien käytöstä.

Jotta edellä mainitun kaltaista tilannetta ei pääsisi syntymään, täytyisi materiaalihallinnan olla toimiva. Alihankkijalla täytyy olla tarkka seloste materiaalista, mitä hän tarvitsee ja varastohenkilöstön täytyy olla hyvin koulutettu tunnistamaan samannäköisten materiaalipakkausten eroavaisuudet. Aasiassa työntekijöillä on valitettavasti taipumusta luistaa tarkoista ohjeista ja he menevät sieltä, missä aita on matalin. Tämän lisäksi työnjohtajan täytyy tarkastaa ja hyväksyä materiaali laivassa ennen asennusta.

3.3.1 Eristysjärjestys

Työsuunnittelussa täytyy ottaa huomioon paksulevykanavien eristysjärjestys ja asennusolosuhteet laivalla. Aina laivalla ei ole tarpeeksi tilaa, jotta eristys voitaisiin asentaa kanavaan. Tällöin työnjohtajan täytyy etukäteen suunnitella, mitkä kanavat eristetään jo valmiiksi ennen asennusta. Myös osittaista eristämistä voidaan käyttää, jolloin ahtaaseen paikkaan tuleva kanavansivu on eristetty valmiiksi ja loput sivut eristetään myöhemmin. Kuvassa 18. on esimerkki valmiiksi eristetystä kanavaosasta.



Kuva 18. Etukäteen eristettyä kanavaa valmistellaan asennukseen.

3.3.2 Eristysmateriaalit

Villojen ulkonäkö on hyvin pitkälti samanlainen, mutta painossa eli tiheydessä on eroja riippuen siitä, onko villa tarkoitettu lämpöeristeeksi vai paloeristeeksi. Lisäksi eristysvillaan on voitu kiinnittää metalliverkko, alumiinipaperi, lasikuitukangas tai näiden yhdistelmiä. Kuvassa 19. on esimerkki paloeristeestä ja lämpöeristeestä, joista vasemmanpuoleinen on paloeristettä ja oikeanpuoleinen lämpöeristettä. Eristeiden paksuudet vaihtelevat ja selvin erottava tekijä materiaaleilla on pakkausmerkintä. Siksi on hyvin tärkeää, että henkilökunta tietää materiaalien eron ja merkintätavat. Eurooppalaiset laivanrakentajat käyttävät mielellään tuttuja eurooppalaisia tuotteita, joten paikallinen henkilökunta täytyy kouluttaa huolellisesti näihin tuotteisiin, joita he eivät ole aikaisemmin käyttäneet.



Kuva 19. Parocin palo- ja lämpöeristematot. (Paroc tuoteluettelo)

3.4 Erillispuhaltimet

Erillispuhaltimien asennuksessa täytyy huomioida puhaltimen aiheuttama värinä laivan rakenteissa. Tästä voi aiheutua ääniongelmia yllättävänkin kauas itse puhaltimesta. Tärkeintä puhaltimen asennuksessa on se, että puhallin asennetaan vaimennuskumien varaan ja vähintään toisessa päässä käytetään joustavaa liitosta, joka näkyy kuvassa 20. Tällä tavoin saadaan puhaltimen aiheuttamat värinät minimoitua ja ääniongelmilta voidaan välttyä.



Kuva 20. Puhaltimen joustava liitos.

Suunnitteluosaston täytyy tehdä periaatepäätös erillispuhaltimen tärinävaimennuksesta, sillä hyvin pienikin puhallin (100 l/s) aiheuttaa yllättävän paljon tärinää laivan rungossa. Vaimennus on tärkeää etenkin niissä paikoissa, joiden lähetyillä on matkustajahyttejä tai julkisia alueita. Puhaltimen tärinä saadaan selville vasta koekäytössä ja jos silloin todetaan ääni- tai tärinäongelmia, on kanavan ja liitoksen muuttaminen hankalaa sekä aikaa ja rahaa kuluttavaa.

3.5 Kanavalämmittimet

Kanavalämmittimiä käytetään ilmakehässä säätämään ilman lämpötilaa. Kun raitisilma tulee ilmastointikoneelle, ilman lämpötila lasketaan noin 10 °C, jotta ilmankosteus saadaan poistettua. Tämän jälkeen ilma siirtyy alueelle kanavalämmittimen läpi, jotta alueella saadaan puhallettua kuivaa, halutun lämpöistä ilmaa. Kuvassa 21. näkyy kanavalämmitin, johon on johdettu lämmitysvesiputket.



Kuva 21. Kanavalämmitin.

Kanavalämmittimien asennuksessa ei ole yleensä ongelmia, mutta huolimattomalla käsittelyllä voidaan vioittaa lämmityspatterin elementtejä, kuten kuvasta 22. käy ilmi. Kuvan vaurio pystytään yleensä korjaamaan teräskammalla, jolla saadaan suoristettua metallilamellit.



Kuva 22. Lämmityselementti on vaurioitunut asennuksen yhteydessä.

Tämän tyyliiset materiaalivauriot ovat valitettavan yleisiä aasialaisilla telakoilla, sillä työntekijät eivät vaivaudu suojaamaan materiaaleja asianmukaisesti. Tähän ongelmaan voidaan puuttua tilaajan toimesta, sillä alihankkijat ovat korvausvelvollisia materiaalivaurioiden sattuessa. Suurempana ongelmana on se, jos joudutaan tilaamaan uusi tavara vaurioituneen tilalle. Kuvan 22. kanavalämmittimen valmistusaika on Saksassa 3 kuukautta ja sen päälle tulee noin viikon lentorahti tai merikuljetus 2 kuukautta. Aikataulullisesti tällaiseen ei ole varaa, joten alihankkijoiden kouluttaminen oikeaoppiseen suojaukseen ennen, jälkeen ja asennuksen aikana on kannattavaa.

4 Paksulevykanavien tarkastukset

Ilmastoinnin paksulevykanavien tarkastuksia tehdään tilaajan toimesta useita. Tällä varmistetaan, että kanavat ovat valmistettu annettujen ohjeiden mukaisesti, ne täyttävät luokituslaitoksen vaatimukset sekä tilaajan laatuvaatimukset. Asennustarkastuksessa eli myynnissä tilaaja tekee valmiin kanaviston tarkastuksen ja hyväksytyt tarkastuksen jälkeen alihankkija luovuttaa vastuun tilaajalle.

Luokituslaitos on erityisen kiinnostunut laivan vuotovakavuudesta ja paloturvallisuudesta, joten näiltä osin luokituslaitoksen tarkastaja osallistuu paksulevykanavien tarkastuksiin. Luokituslaitoksen edustaja tarkastaa aina kanavien läpivientien sääntöjenmukaisuuden sekä palopellit ja niiden toiminnan.

4.1 Esivalmisteiden tarkastukset

Paksulevykanavat tarkastetaan ensimmäisen kerran valmistusvaiheessa, kun kanavaosat on hitsattu. Alihankkijan on pitänyt toimittaa tilaajan vaatimat materiaalisertifikaatit, joista voidaan todentaa teräksen luokitus ja vastaavuus. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota kanavien hitsausseamojen laatuun ja muutenkin kanavien yleisilmeeseen. Suurin osa huomautuksista annetaan huonoista hitsausseamoista, sillä ammatillisesti päteviä hitsaajia on harvassa. Kuvassa 23. näkyy paksulevykanavan laippaliitoksen hitsausseama, josta on annettu huomautus tarkastuksessa. Osasta kohtaa saumasta hitsaus puuttuu kokonaan ja osassa kohtaa sauma on liian paksu. Tällaisesta työnjäljestä näkee, että yrityksen laadunvalvonta ei toimi. Kanavan saumat täytyy korjata ja uusintatarkastus pitää suorittaa mahdollisimman pian, jotta asennuksiin ei tule viiveitä.



Kuva 23. Tarkastuksessa hylätty hitsausseama.

4.2 Maalaustarkastukset

Kun paksulevykanavat on hyväksytysti tarkastettu hitsausten osalta, voidaan ne maalata annettujen maalausohjeiden mukaisesti. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota siihen, että maalipinta on tasainen ja kanavaosat ovat kauttaaltaan maalattu. Maalin täytyy olla MED-sertifioitu eli hyväksytty laivakäyttöön ja alihankkijan pitää toimittaa sertifikaatti tilaajalle. Tarkastaja voi joskus käyttää maalimittaria, jolla todetaan maalipinnan paksuus, mutta se on yleensä tarpeetonta. Visuaalisella tarkastuksella pystytään näkemään, onko kanava maalattu asianmukaisesti vai ei. Kuvassa 24. paksulevykanavan maalipinta on siisti ja tasainen ja maalaustarkastus on hyväksytty.



Kuva 24. Paksulevykanavan maalaustarkastus.

4.3 Lämpivientien tarkastukset

Ilmakanavien asennus aloitetaan läpivienneistä, joten on luonnollista, että tilaajan tarkastaja tarkastaa läpivientien oikeanmukaisuuden ja laadun ennen kanava-asennuksia. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota läpivientien hitsauksiin ja siihen, että ne vastaavat asennuskuvia. Yleisimmät huomautukset aiheutuvat huonolaatuisista hitsisaumoista ja joskus läpiviennit on asennettu aivan väärään paikkaan. Paikallisten työntekijöiden osaaminen lukea teknisiä

piirustuksia on puutteellista ja silloin tällöin läpiviennit voivat olla väärissä paikoissa. Tästä luonnollisesti aiheutuu turhia kuluja ja viivytyksiä asennuksiin.

4.4 Ilmavuototestit

Kun paksulevykanava on asennettu, tilaaja vaatii yleensä ilmavuototestin kanavalle. Testi voidaan tehdä kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa kanavan kaikki päät suljetaan ja kanavan sisälle puhalletaan savukoneella savua. Vuotokohtat löytyvät sieltä, mistä savu tulee ulos ja tämä on nopea tapa paikallistaa ja korjata vuodot. Toisessa tavassa taas käytetään kanavavuotoihin tarkoitettua testilaitetta (Kuva 25.). Tällä menetelmällä saadaan tarkat tulokset kanavan ilmavuotojen määrästä, mutta ilmavuotokohtat täytyy käydä läpi käsituntumalla. Savukonetta käytettäessä taas ilmavuotojen määrästä ei saada mitään tietoa.



Kuva 25. Ilmavuototesteri Lindab LT 510. (Lindab user manual)

4.4.1 Ilmavuototestauksen taustaa

Ilmavuotojen testaus perustuu rakennusdirektiivin energiatehokkuuteen ja se noudattaa EN13779 standardia. Ilmavuodot jaetaan 4 vuotoluokkaan ja ne noudattavat EN 12237 (pyöreät kanavat) ja EN 1507 (kantikkaat kanavat) standardeja. Taulukossa 26. on esitelty kyseiset ilmavuotoluokat, jossa p = systeempipaine Pa ja A = kanavan pinta-ala m^2 .

Taulukko 26. Tiiveysluokat standardien EN 12237 ja EN 1507 mukaisesti.

Tiiveysluokka standardien EN 12237 ja EN 1507 mukaan	Vuotokerroin – vuotoluokan ylin sallittu vuotoraja (l/s)/ m^2
A	$0,027 \times p^{0.65} \times A$
B	$0,009 \times p^{0.65} \times A$
C	$0,003 \times p^{0.65} \times A$
D	$0,001 \times p^{0.65} \times A$

Ilmakanavien vuotokerroin perustuu kanavan ilmavuotoon kanavaneliötä kohden. Taulukossa 26. tiiveysluokka **A** on kaikkein helpoin luokka eli se sallii enemmän ilmavuotoja. Luokka **D** on taas kaikkein vaikein luokka ja siinä käytännössä kanavat eivät saa vuotaa laisinkaan. Tiiveintä luokkaa käytetään yleensä laboratorioissa ja sairaaloissa, laivoissa tilaaja määrittelee halutun tiiveysluokan ja se on normaalisti **B**-luokka, vaikkakin nykyisten energiatehokkuusvaatimusten täyttämiseksi suuntaus on **C**-luokkaan päin. Käytännössä tämä tarkoittaa lisääntyneitä kustannuksia kanava-asennuksissa lisääntyneen työn ja saumatiivistysmateriaalin muodossa.

Ilmavuodot ovat verrannollisia energiatehokkuuteen; jos kanavat vuotavat paljon ilmaa, ilmastointikone joutuu toimimaan isommalla teholla, jotta alueen tarvitsema ilmamäärä saavutetaan. Ilmastointikoneen käyminen suurella teholla vaikuttaa myös sen käyttöikänsä. Lisäksi lämmityskulut nousevat vuotavien kanavien vuoksi.

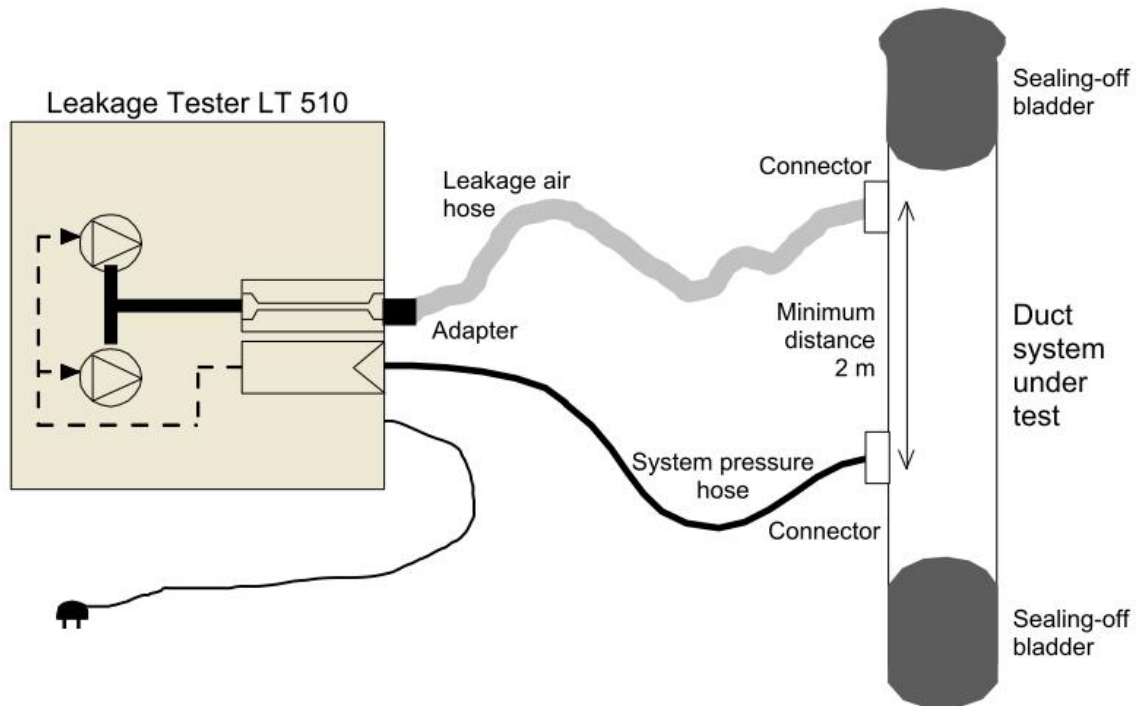
4.4.2 Ilmavuototesteri Lindab LT 510

Lindabin ilmavuototesteri on helppokäyttöinen testilaitte laivoolosuhteissa. Vuototestauksella saadaan kanavien asennuslaatua parannettua, sillä alihankkijat joutuvat tekemään tiiviimpien saumojen aikaansaamiseksi huolellista asennustyötä. Paksulevykanavien vuotokohtat sijaitsevat näet aina kanavasauomoissa suurista valmistustoleransseista johtuen. Edes kumitiivisteellä ei saada saumoja tiiviiksi, joten sen lisäksi joudutaan käyttämään MED-sertifioitua liimamassaa saumoissa. Kuvassa 27. on laivakäyttöön hyväksytty liimamassa saumojen tiivistykseen. MED-sertifioidun tuotteen tunnistaa ruorin kuvasta, mikä näkyy myös kuvassa.



Kuva 27. MED-sertifioitu liimamassa Kiiltoflex K.

Ilmavuototestaus tapahtuu laitteella siten, että kaikki kanavan avonaiset päät tukitaan ja tämän jälkeen kanavaan asennetaan letku, joka puhaltaa kanavaan ilmaa tietyllä paineella (400 Pa). Kanavan sisälle asennetaan myös paineanturi, joka mittaa ilmavuotoja. Testin kesto on 5 minuuttia ja kun laitteeseen on syötetty kanavan seinien pinta-ala, laskee se automaattisesti vuodon määrän ja ilmoittaa, onko haluttu tiiveysluokka saavutettu vai ei. Kuvassa 28. on periaatekuva vuototestauksesta.



Kuva 28. LT 510 vuototesterin periaatteellinen testausjärjestely. (Lindab user manual)

4.5 Asennustarkastukset

Kun kanaviston ilmapuototestaukset on saatu hyväksytysti suoritettua, voidaan suorittaa asennustarkastus. Tilaajan tarkastaja käy tarkastuksessa läpi kanavat ja tutkii, että ne on asennettu kuvien mukaisesti ja kaikki kanavatarvikkeet on asennettu, kanavat on kannakoitu riittävästi, liitoskohdat ja saumat ovat standardien mukaiset ja maalipaikkaukset suoritettu. Kanavien yleisilmeen täytyy olla hyväksyttävä ja eristysmateriaalien täytyy olla kiinnitetty tukevasti. Kanavien täytyy täyttää tilaajan sekä luokituslaitoksen vaatimukset. Hyväksytyn tarkastuksen jälkeen vastuu kanavista siirtyy alihankkijalta tilaajalle.

Yleisohjeena tarkastajilla on, että asennukset on suoritettu hyviä laivanrakennustapoja noudattaen. Kyseinen ohje on hyvin laeva ja antaa tarkastajalle vallan hyväksyä tai hylätä asennukset oman harkintansa mukaan. Yleensä tarkastajat kuitenkin noudattavat telakan työtapa-standardia, jotka tilaaja on itse hyväksynyt käytettäväksi. Tarkastaja voi myös soveltaa standardeja tapauskohtaisesti. Jos tarkastaja antaa työtapa-standardista

poikkeavan lisähuomautuksen, pyritään se yleensä täyttämään, kunhan taloudelliset resurssit eivät nouse suhteettomiksi.

4.5.1 Kannakointi

Kanavien kannakointi täytyy olla riittävän tukeva ja kannakkeiden välinen etäisyys toisistaan ei saa olla liian suuri. Kanavien tuennasta on telakkakohtaiset työtapastandardit. Tyypilliset tarkastushuomautukset koskevat kanavien kannakointeja. Paksulevykanavat tarvitsevat hyvän kannakoinnin niiden suuresta painosta johtuen. Jos on käytetty laippaliitoksia, kannakkeiden välinen etäisyys ei saa olla liian suuri, muuten liitoskohta joutuu liian suuren rasituksen alaiseksi ja siihen voi tulla ajan kuluessa vääntymiä ja kanava alkaa vuotaa. Kuvassa 29. on pyöreä paksulevykanava ilmastointikuilussa ja kuvasta voi huomata, että kannakointi on vain kansiväleissä, mikä on liian pitkä etäisyys kannakkeille. Sopiva kannakointietäisyys on noin 1,5 – 2,5 m, riippuen kanavan koosta ja mutkista. Kanavamutkan jälkeen työtapastandardeissa suositetaan kannakkeen asentamista noin puolen metrin päähän mutkasta. Lisäksi alempaa kannaketta ei ole paikkamaalattu hitsauksen jälkeen. Tarkastushuomautuksena tarkastaja vaatii lisäkannakkeiden asennuksen puoliväliin kantta ja paikkamaalausten tekemisen.



Kuva 29. Paksulevykanava ilmastointikuilussa.

4.5.2 Kanavaliitokset

Tarkastaja kiinnittää erityistä huomiota paksulevykanavien laippaliitoksiin, sillä ne ovat kriittisimmät kohdat kanavassa. Niistä myös tulee iso osa huomautuksista; johtuen ahtaista paikoista, aina ei ole saatu asennettua kaikkia pultteja laippaan, joten liitos ei ole tiivis ja tarpeeksi tukeva kestääkseen laivan tärinää vääntyilemättä. Paksulevykanavissa suositellaankin käytettäväksi hitsattuja liitoksia. Laippaliitoksissa kiinnitetään huomiota myös kumitiivisteeseen ja mahdollisesti käytettyyn tiivistemassaan. Hitsattujen liitosten tarkastuksessa kiinnitetään huomiota hitsaukseen ja paikkamaalaukseen niin kanavan sisä- kuin ulkopuolellakin.

4.6 Käyttöönotto

Asennustarkastusten jälkeen vastuu kanavista siirtyy tilaajalle. Tämän jälkeen tilaaja normaalisti tekee omat kanaviston käyttöönotot ja testaa kanavien toimivuuden osana ilmastointijärjestelmää. Ennen kuin ilmastointi voidaan ottaa käyttöön, täytyy kanavat puhdistaa kaikesta rakennusaikaisesta liasta ja pölystä. Tilaaja määrittää halutun puhtausluokan, joka voi olla esimerkiksi P1 visuaalisella puhtausasteikolla (perustuu lähteeseen Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus 2012). Puhdistustyöhön on syytä käyttää ammattilaisia, joilla on kanavien puhdistukseen soveltuvat laitteet ja kemikaalit. Kuvassa 30. on malliesimerkki ilmakehän puhdistuslaitteistosta harjoineen ja imureineen. Jos kaikki edellä mainittu on tehty, ei käyttöönotossa kanaviston osalta ole mitään ongelmia.



Kuva 30. Ilmakehän puhdistuslaitteistoa.

5 Yhteenveto ja päätelmät

Ilmastointiasennuksissa on paljon haasteita aasialaisilla telakoilla. Syinä tähän ovat mm. työntekijöiden koulutustason suuri vaihtelu, työtapastandardien suurpiirteinen noudattaminen, tottumattomuus kansainvälisiin laivanrakennussääntöihin ja työnjohdon laadunvalvonnan puutteet. Monia edellä mainittuja asioita voitaisiin parantaa esimerkiksi kouluttamalla työntekijöitä jatkuvasti oikeisiin työtapastandardeihin ja ylläpitämällä työntekijöiden koulutusta muutenkin. Ongelmana tässä kuitenkin on työntekijöiden suuri vaihtuvuus, mikä luo alihankkijoille ja telakalle paineita jatkuvan henkilöstövaihtuvuuden vuoksi. Työntekijät eivät ole sitoutuneita yrityksiin samalla tavalla kuin esim. Euroopassa, ja Aasiassa käytetään muutenkin paljon vieras- ja kausityövoimaa. Lisäksi leppoisaan elämänrytmiin tottuneet aasialaiset eivät sopeudu helposti hektiseen ja tarkkuutta vaativaan rakennusprosessiin – kulttuurierot tuovat omat haasteensa monietniseen työkuulttuuriin.

Aasiassa ei ole juurikaan rakennettu kansainväliseen liikenteeseen tarkoitettuja matkustajaristeilijöitä, joten telakoiden tieto-aidon puute luokituslaitoksen sääntöjen osalta ja eurooppalaisten tilaajien vaatimukset aiheuttavat monia ongelmia matkustajalaivan rakentamisessa. Laivanrakentaminen Aasiassa houkuttelee monia eurooppalaisia yrityksiä halvan työvoiman vuoksi, mutta laivanrakennusprojektiin kuluu moninkertaisesti enemmän aikaa verrattuna eurooppalaisiin telakoihin. Tämän lisäksi tilaajan täytyisi järjestää paljon eurooppalaisia työnjohtajia valvomaan ja opastamaan asennuksissa, jotta välttyttäisiin asennusvirheiltä ja materiaalivaurioilta.

Jotta paikallisten yritysten osaamista ja laatua pystyttäisiin parantamaan, täytyisi heille projektin alussa järjestää koulutustilaisuuksia ja yritykset pitäisi sitouttaa noudattamaan annettuja työtapastandardeja paremmin. Tämä olisi tilaajankin etu, sillä tilaajan järjestämä työntekijöiden koulutusohjelma voisi auttaa parantamaan laatua ja vähentämään asennusongelmia laivalla.

Alihankkijoiden lisäksi tilaajan täytyisi panostaa omien paikallisten työnjohtajien koulutukseen. Tällä koulutuksella saataisiin parhaimmat tulokset aikaan asennusvalvonnassa, laadunvarmistuksessa ja asennusongelmien välttämässä. Eurooppalainen yritys pystyy sitouttamaan työntekijöitä paremmin kuin paikalliset yritykset, sillä työntekijät arvostavat ulkomaisia yrityksiä, jotka usein maksavat myös parempaa palkkaa. Yrityksen kannattaisikin harkita omien työntekijöiden palkkaamista ja kouluttamista sen sijaan, että käytettäisiin alihankkijoita, joiden henkilöstövaihtuvuus on suuri. Tällä tavalla työntekijät tutustuisivat parhaiten tilaajan vaatimiin laatustandardeihin ja oppisivat eurooppalaisia työtapoja paremmin.

Tästä onkin saatu rohkaisevia tuloksia aikaan; työn laatu on parantunut silminnähden ja asennusaikatauluissa pysyminen on yleistynyt. Samat työntekijät tekevät varmemmin ja nopeammin töitä myös materiaalivauriot ovat pienentyneet huomattavasti.

Kaakkois-Aasian ns. tiikerivaltiot Malesia ja Singapore ovat infrastruktuuriltaan melko kehittyneitä ja poliittiselta ilmapiiiriltään stabiileita, mikä luo turvallisuutta ja helpottaa ulkomaisten yritysten toimintaa. Singaporen vauhdikkaan kehityksen myötä yleinen hintataso on noussut nopeasti, vaikkakin työvoimakustannukset ovat vielä kaukana eurooppalaisista. Malesia jääkin alueella yhdeksi varteenotettavimmaksi valtioksi, halpaa työvoimaa, hyviä kulkuyhteyksiä ja valtion tukia etsiville, suurempien matkustajaristeilijöiden rakentajille. Lisäksi englantia puhutaan Malesiassa yleisesti, joskin tekninen sanasto tuottaa usein ongelmia.

Jotta edullisen työvoiman tuomat edut saataisiin suoraan projektin kassaan, täytyisi jonkin suuren telakan Malesiassa ryhtyä kehittämään systemaattisesti toimintaansa risteilijärakentamisen suuntaan. Tämä vaatisi kuitenkin paljon pääomaa, suuria laiteinvestointeja sekä henkilökunnan pitkäaikaista sitouttamista ja kouluttamista. Mielenkiintoinen tutkimusaihe olisikin, miltä osin telakkaa pitäisi kehittää ja kuinka erikoistumisprosessissa onnistuttaisiin.

LÄHTEET

SOLAS; Consolidated Edition, 2004. Consolidated text of the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, and its Protocol of 1988: articles, annexes and certificates. Incorporating all amendments in effect from 1 July 2004.

Lloyd's Register Rulefinder Version 9.8, 2007

Häkkinen, P. 2008. *Laivan koneistot*, pdf-muotoinen versio. Otaniemi 1993.

Räisänen, P. (toim.) 1997. *Laivatekniikka, modernin laivanrakennuksen käsikirja*. Opetushallitus, Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino OY.

Lindab Leakage Tester and Thermal Printer User Manual, EN 2007-06-25, rev 2.

Holopainen, R.; Pasanen, P.; (et all) 2012. *Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus*. 2. uudistettu painos. Opetushallitus, JuvenesPrint.

Halton Marine Fire Damper General Prochure, pdf-versio:
http://www.haltonmarine.com/halton/cms.nsf/www/marine_products (viitattu 23.02. 2011).

Paroc tuotehaku, <http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/paroc-tuotehaku> (viitattu 16.11.2012)

FORM NO: DATE: REQ. NO:		Ship's name <h3 style="margin: 0;"><u>INSPECTION & TEST NOTIFICATION</u></h3>				
From :		Loc.:	Ship	Deck :	Frame:	
To :	Name Lloyds Register of Ship Surveyor	Info :		Cont:		
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT	JOB DESCRIPTION		DATE	TIME	
1	ER2 Inspection for ventilation ducting	Visual inspection for ducting and equipment installed according to the drawings.		10.07.2012	1030	
as per highlighted in the attached drawing						
THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE						
Comment: Duct insulation missing in 5 places, to be added accordingly. Ducting supports to be welded to 3 locations. Reinspection 20.07.2012.						
Requested by :		Prepared by :		Witnessed By :		
Contractor		Assistance Production		HVAC Manager		
Date:	Date:	Date:	Date:	Lloyd's Register		

FORM NO: DATE: REQ. NO:		Ship's name <u>INSPECTION & TEST NOTIFICATION</u>			
From :	Loc.:	Ship	Deck :	Frame:	
To :	Info :			Cont:	
	Name	Lloyds Register of Ship Surveyor			
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT		JOB DESCRIPTION	DATE	TIME
1	RR Inspection for ventilation ducting		Visual inspection for ducting and equipment installed according to the drawings.	10.07.2012	1030
<p>as per highlighted in the attached drawing</p> <p>THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE</p> <p>Comment: After heater colliding with ship's structure, to be modified. Duct supports to be touch up painted. Reinspection 17.07.2012.</p>					
Requested by :		Prepared by :		Approved By :	
Contractor		Assistance Production		HVAC Manager	
Date	Date:	Date:	Date:	Witnessed By :	
				Lloyd's Register	
				Date :	

FORM NO: DATE: REQ. NO:			Ship's name INSPECTION & TEST NOTIFICATION		
From :	Loc.:	Ship	Deck :	Frame:	
To :	Name Lloyds Register of Ship Surveyor		Cont:		
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT		JOB DESCRIPTION	DATE	TIME
1	HVAC ventilation ducting FR 61-65, decks 3-8.		Visual inspection for ducting and equipment installed according to the drawings.	15.03.2012	1100
as per highlighted in the attached drawing					
THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE					
<p>Comment: Vertical ducting is not supported at all. The whole ducting weight is laying on top of the deck. Supports to be welded every 2 to 3 meters. Penetration weldings are not painted. Touch up painting needed. Several insulation repairs needed. Reinspection 30.03.2012.</p>					
Requested by :	Prepared by :	Approved By :	Witnessed By :		
Contractor	Assistance Production	HVAC Manager	Lloyd's Register		
Date:	Date:	Date:	Date :		

FORM NO:		Ship's name		
DATE:		<u>INSPECTION & TEST NOTIFICATION</u>		
REQ. NO:				
From :	Loc.:	Ship	Deck :	Frame:
To :	Info :		Cont:	
Name	Lloyds Register of Ship Surveyor			
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT		JOB DESCRIPTION	DATE
1	HVAC ventilation ducting, casing FR 172-176, decks 1-5.		Visual inspection for ducting and equipment installed according to the drawings.	16.04.2012
				1430
<i>as per highlighted in the attached drawing</i>				
THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE				
Comment:				
Burning marks on the duct, touch up painting needed.				
Insulation to be repaired, several places.				
4 pcs. of bolts and nuts are missing on the flange connection, to be added.				
Casing to be cleaned, lot of rubbish and metal pieces inside.				
Reinspection 23.04.2012.				
Requested by :		Approved By :		Witnessed By :
Prepared by :		HVAC Manager		Lloyd's Register
Contractor		Assistance Production		Date :
Date:		Date:		Date:

FORM NO:		Ship's name			
DATE:		<u>INSPECTION & TEST NOTIFICATION</u>			
REQ. NO:					
From :	Loc.:	Ship	Deck :	Frame:	
To :	Name Lloyds Register of Ship Surveyor		Cont:		
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT		JOB DESCRIPTION	DATE	TIME
1	HVAC ventilation ducting, casing FR 115-116.5, decks 1-8.		Visual inspection for ducting and equipment installed according to the drawings.	27.02.2012	1030
<i>as per highlighted in the attached drawing</i>					
THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE					
Comment: Insulation to be repaired. 3 locations. Scaffolding to be removed inside of the casing. Touch up painting needed, several locations. Casing to be cleaned. Reinspection 09.03.2012.					
Requested by :		Prepared by :		Approved By :	
Contractor		Assistance Production		HVAC Manager	
Date:		Date:		Date:	
Lloyd's Register		Lloyd's Register		Lloyd's Register	

FORM NO:		Ship's name		
DATE:		Deck :		
REQ. NO:		Loc.:		Frame:
From :		Ship		
To :		Info :		Cont:
Name Lloyds Register of Ship Surveyor				
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT			JOB DESCRIPTION
1	HVAC ventilation ducting, casing FR 122-124, decks 1-8.			05.03.2012
				1450
<i>as per highlighted in the attached drawing</i>				
THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE				
Comment: Insulation to be fastened properly on flange joint areas. Adjustment damper missing, to be installed. Penetration to be insulated according to bulkhead's fire integrity. Reinspection 14.03.2012.				
Requested by :	Prepared by :	Approved By :	Witnessed By :	
Contractor	Assistance Production	HVAC Manager	Lloyd's Register	
Date:	Date:	Date:	Date:	

FORM NO:		Ship's name				
DATE:						
REQ. NO:						
		Loc.:	Ship	Deck :	Frame:	
To :		Name Lloyds Register of Ship Surveyor				
Name						
Lloyds Register of Ship		Info :				
Surveyor						
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT		JOB DESCRIPTION		DATE	TIME
1	HVAC ventilation ducting, lobby bar FR 42-111, deck 3.		Visual inspection for ducting and equipment installed according to the drawings.		04.01.2012	1100
<i>as per highlighted in the attached drawing</i>						
THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE						
Comment:						
3 pcs. of bolts and nuts missing on fire damper flange connection, to be added.						
Support spacing too long, extra supports to be added.						
Touch up painting needed to the ducting supports.						
Reinspection 16.01.2012.						
Requested by :		Prepared by :		Approved By :		
				Witnessed By :		
Date	Contractor	Assistance Production	Date:	HVAC Manager	Date:	Lloyd's Register

FORM NO:		Ship's name			
DATE:		<u>INSPECTION & TEST NOTIFICATION</u>			
REQ. NO:					
From :		Loc.:	Ship	Deck :	Frame:
To :	Name Lloyds Register of Ship Surveyor	Info :			Cont:
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT	JOB DESCRIPTION		DATE	TIME
1	HVAC ventilation ducting, ballroom upper part FR 66-111, deck 2.	Visual inspection for ducting and equipment installed according to the drawings.		18.01.2012	1030
as per highlighted in the attached drawing					
THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE					
Comment:					
Fire dampers to be insulated according to fire damper certificate. Reinspection 20.01.2012.					
Requested by :		Prepared by :		Approved By :	
				Witnessed By :	
Contractor		Assistance Production		HVAC Manager	
Date	Date:	Date:	Date:	Date:	Date:
					Lloyd's Register

FORM NO:		Ship's name				
DATE:		<u>INSPECTION & TEST NOTIFICATION</u>				
REQ. NO:						
From :		Loc.:	Ship	Deck :	Frame:	
To :	Name Lloyds Register of Ship Surveyor	Info :			Cont:	
ITEM	COMPONENT / EQUIPMENT		JOB DESCRIPTION		DATE	TIME
1	HVAC ventilation ducting, restaurant FR 65-111, deck 7.		Visual inspection for ducting and equipment installed according to the drawings.		23.05.2012	1030
<p><i>as per highlighted in the attached drawing</i></p> <p>THE ABOVE ITEM / EQUIPMENT IS READY TO BE INSPECTED / TESTED / CHECKED / WITNESSED BY YOUR REPRESENTATIVE</p>						
<p>Comment:</p> <p>Supports to be added, spacing too long. Insulation missing on top of the deck penetrations, 12 locations. Reinspection 04.06.2012.</p>						
Requested by :		Prepared by :		Witnessed By :		
Contractor		Assistance Production		HVAC Manager		
Date:		Date:		Date:		
				Lloyd's Register		