

Opinnäytetyö (AMK)

Meritekniikka

2020

Tuomas Himberg

RISTEILIJÄN ILMANVAIHTOHUONEIDEN TILANKÄYTÖN TEHOSTAMINEN

Tuomas Himberg

RISTEILIJÄN ILMANVAIHTOHUONEEN TILANKÄYTÖN TEHOSTAMINEN

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää risteilijöiden ilmanvaihtohuoneiden tilankäyttöä ja auttaa suunnitteljaa ilmanvaihtohuoneen tilankäytön suunnittelussa. Työssä tutkitaan ilmanvaihtohuoneen järjestelmiä ja pyritään löytämään ratkaisuja, joilla ilmanvaihtohuoneiden tilat saataisiin käytettyä mahdollisimman tehokkaasti.

Työ on toteutettu käymällä läpi ilmanvaihtohuoneessa tarvittavia ja sen läpi kulkevia järjestelmiä, jotta saadaan käsitys, mitä kaikkia järjestelmiä ilmanvaihtohuone pitää sisällään. Työssä on haastateltu ilmanvaihtohuoneiden suunnittelijoita, joilta on saatu näkemyksiä ilmanvaihtohuoneen tilankäytöstä. Näiden pohjalta on kerätty tärkeimmät tilankäyttöä määrittävät tekijät. Työssä tarkastellaan myös erilaisia sääntöjä, jotka vaikuttavat tilankäyttöön.

Työn pohjalta voidaan todeta, että ilmanvaihtohuoneen tilansäästön tärkeimmät keinot ovat ilmanvaihtokoneen oikeaoppinen sijoittaminen, T-palkkien vapaa-aukkojen hyödyntäminen sekä aikataulutus. Tilan säästön suuruus riippuu paljon itse ilmanvaihtohuoneesta, koska kahta täysin identtistä ilmanvaihtohuonetta ei ole ja usein ilmanvaihtohuoneet ovat hyvin erilaisia. Arvio tilansäästöstä on tehty yhdessä ilmanvaihtohuoneiden asiantuntijoiden kanssa. Jos kaikki järjestelmät iv-huoneessa voidaan toteuttaa optimaalisella tavalla, voi tilansäästö olla jopa yli 20 %. Tämä ei kuitenkaan käytännössä ole mahdollista ja voidaan arvioida, että todellinen tilansäästö on maksimissaan 15 %. Tilansäästön keinot auttavat kuitenkin iv-huoneen suunnittelijaa mahdollittamaan kaikki huoneeseen suunnitellut järjestelmät huoneeseen. Mahdollisen ylimääräisen tilan vapautuessa se voidaan ottaa muuhun hyötykäyttöön.

ASIASANAT:

Laivanrakennus, ilmanvaihtohuone, tilansäästö, ilmanvaihto

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Marine Engineering

2020 | 40

Tuomas Himberg

IMPROVING THE USE OF SPACE IN AC-ROOM OF A CRUISE SHIP

The purpose of this thesis is to improve the use of space in ac-room of cruiseship and helps designer to design the ac-room. This thesis explore systems and seek solutions to improve the use of space in AC-rooms.

To get the understanding what the AC-room includes, this work has been done by researching systems in AC-room and systems which are going trough the AC-room. In this work have interviewed designers of AC-rooms the get the points of the use of space in AC-rooms. Based on these interviews, there has been summarized most important points, which are effecting the use of space. This work also notice different rules and requirements effecting the AC-room.

Based on the work, it can be stated that by certain ways it is possible to save space in AC-room. However, the amount of space saved, depends a lot on the AC-room itself as there are no two completely identical AC-rooms. AC-rooms are often very different from eachother. Estimate of the space savings has been made together with the AC-room experts. Total saving of space in AC-room can be over 20 % if every system can be done in optimal way. However, this is not possible in practice and total saving of the space will be at maximum of 15%. The ways to save the space, showed in this thesis, helps designers to fit all systems in AC-room. When extra space is formed, should be considered the useful purpose for the space.

KEYWORDS:

Shipbuilding, air conditioning room, space improving, air conditioning

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 ILMANVAIHTOHUONEEN JÄRJESTELMÄT	8
2.1 Ilmanvaihtohuoneen sisäiset järjestelmät	8
2.1.1 Ilmanvaihto	8
2.1.2 Sähkö ilmanvaihtohuoneessa	17
2.1.3 Ovet, kulkuaukot ja -tasot, kaiteet ja tikkaat	19
2.1.4 Muut sisäiset järjestelmät	19
2.2 Ilmanvaihtohuoneiden läpi kulkevat järjestelmät	21
3 SÄÄNNÖT JA TILAAJAN VAATIMUKSET	22
4 HAASTATTELUJEN YHTEENVETO	24
5 TILANKÄYTÖN TEHOSTAMINEN	25
5.1 Aikataulut	26
5.2 Puhaltimien kätsisyys	26
5.3 Tilansäästö ilmanvaihtokoneissa	28
5.4 Läpiviennit	30
5.5 Tilansäästö kanavissa	30
5.6 Tilansäästö jäähdytys- ja lämmitysputkissa	32
5.7 Jälkilämmityspattereiden minimointi	34
5.8 Vapaa-aukkojen hyödyntäminen T-palkeissa ja muissa rakenteissa	35
5.9 Modulaaristen peltien välttäminen	36
6 PÄÄTELMÄT	38
LÄHTEET	40

LIITTEET

Liite 1. Iv-huoneen suunnittelijoiden haastattelut

KUVAT

Kuva 1. Esimerkki yleisestä ilmanvaihtokoneen piirustuksesta (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	9
Kuva 2. Yleinen puhaltimen esimerkkipiirustus (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	10
Kuva 3. Yleinen palopeltien standardipiirustus (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	13
Kuva 4. Yleinen suorakaidekanavan äänenvaimentimen mittastandardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	14
Kuva 5. Esimerkki yleisestä jäähdytys- ja lämmitysputkistojen kaaviosta (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä). Siniset linjat ovat jäähdytysputkistoja. Vihreät ja punaiset linjat ovat lämmitysputkistoja. AT-xxx on ilmanvaihtokone ja Z1 on koneen oma lämmityspatteri.	15
Kuva 6. Yleinen kaapeliratojen reitityskaavio (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	18
Kuva 7. Esimerkki ilmanvaihtohuone (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	25
Kuva 8. Esimerkki ilmanvaihtohuone (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	26
Kuva 9. Puhallin jo suunnitellussa esimerkkihuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	27
Kuva 10. Yleinen standardi puhaltimien kätisyyksistä (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	28
Kuva 11. Ilmanvaihtokoneet jo suunnitellussa ilmanvaihtohuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	29
Kuva 12. Jo suunnitellun esimerkkihuoneen läpivientejä (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	30
Kuva 13. Yleinen esimerkki esivalmistekanavan piirustuksesta huoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	31
Kuva 14. Kanavaesivalmiste jo suunnitellussa esimerkkihuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	32
Kuva 15. Jäähdytys ja lämmitysvesiputkistot esimerkkihuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	33
Kuva 16. Esimerkkihuoneen koneen AC-xxx jäähdytys- ja lämmitysputkiston kaavio (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä). Siniset linjat ovat jäähdytysputkistoja. Vihreät ja punaiset linjat ovat lämmitysputkistoja. Z1 ja Z2 ovat koneen omia lämmityspattereita.	34
Kuva 17. Hyödyntämättömät vapaa-aukot esimerkkihuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	36

TAULUKOT

Taulukko 1. Yleinen ohutlevykanavien materiaalistandardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	11
Taulukko 2. Yleinen spirokanavien standardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	12
Taulukko 3. Yleinen lämmitysputkien mittastandardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).	16
Taulukko 4. Yleiset kaapeliratojen tyypit (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä)	17
Taulukko 5. Yleinen kaivotyyppien materiaalistandardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä)	20

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Spirokanava	Kierresaumakanava
Iv-huone	Ilmanvaihtuhuone
SOLAS	Safety of life at sea
T-palkki	Rungon teräksinen tukirakenne
Vapaa-aukko	Aukko teräsrakenteessa, josta voidaan viedä putki tai kanava läpi ilman läpivientä
Huollettavuus	Varmistetaan laitteen huollettavuus
Palopelti	Sulkee kanavan palotilanteessa
Säätöpelti	Kanavan ilmavirtaa säättävä pelti
Sulkupelti	Kanavan ilmavirran sulkija
Savupelti	Estää savun leviämisen kanavassa
Scupperi	Kuivakaivo

1 JOHDANTO

Risteilijöissä ilmanvaihto on erittäin tärkeää, koska matkustajille halutaan tarjota mahdollisimman miellyttävät olosuhteet. Ilmanvaihtuhuoneiden pääasiallinen tehtävä onkin hoitaa laivan ilmanvaihto, säätää ilman kosteutta ja taata matkustajille sopiva lämpötila. Ilmanvaihtuhuone on laivan ilmanvaihtojärjestelmän sydän, mutta se sisältää ilmanvaihtojärjestelmän lisäksi myös monia muita järjestelmiä. Vaikka ilmanvaihto onkin tärkeää, ilmanvaihtuhuoneille ei yleisesti anneta paljoa tilaa laivasta, koska ne ovat niin sanotusti tuottamatonta tilaa. Tämän takia onkin erityisen tärkeää tehostaa ilmanvaihtuhuoneiden tilan käyttöä, jotta ilmastointihuoneisiin saataisiin mahtumaan kaikki tarpeellinen. Lisäksi ilmanvaihtuhuoneiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös erilaiset säännöt, kuten SOLAS ja tilaajan vaatimukset. SOLAS (Safety of Life at Sea) määrittää merellä liikkumisen turvallisuuteen liittyviä kansainvälisiä sääntöjä.

Tässä työssä tutkitaan ilmanvaihtuhuoneen järjestelmiä ja pyritään löytämään keinoja, joilla ilmanvaihtuhuoneen tila pystyttäisiin käyttämään mahdollisimman tehokkaasti ja autetaan suunnittelijaa saamaan mahdutettua kaikki tarvittavat järjestelmät kyseiseen iv-huoneeseen. Työ on tehty risteilijän standardien ja tietokannan pohjalta. Työssä käydään ensin läpi ilmanvaihtuhuoneessa tarvittavia sekä ilmanvaihtuhuoneen läpi kulkevia järjestelmiä. Tämän lisäksi otetaan huomioon erilaisia sääntöjä ja tilaajan vaatimuksia, jotka vaikuttavat ilmanvaihtuhuoneen tilankäyttöön. Kaikkia tilaan vaikuttavia sääntöjä ja vaatimuksia ei olla otettu huomioon, vaan ainoastaan merkittävimmät.

Työssä haastateltiin ilmanvaihtuhuoneiden suunnittelijoita, joilta saatiin näkemyksiä ilmanvaihtuhuoneen tilankäytöstä. Lopuksi haastattelujen pohjalta ollaan etsitty asioita, joilla ilmanvaihtuhuoneen tilankäyttöä pystytään tehostamaan. Haastattelut toimivat työn tärkeimpänä lähteenä telakan standardien lisäksi.

2 ILMANVAIHTOHUONEEN JÄRJESTELMÄT

Ilmanvaihto huoneen järjestelmät voidaan jakaa ilmanvaihtohuoneessa tarvittaviin järjestelmiin sekä ilmanvaihtohuoneen läpi kulkeviin järjestelmiin. Tilankäytön kannalta suurin painoarvo tulee antaa ilmanvaihtohuoneissa tarvittaviin järjestelmiin, koska ne on pakko saada mahtumaan ilmanvaihtohuoneeseen. Ilmanvaihtohuoneen läpikulkevat järjestelmät voidaan mahdollisuuksien mukaan reitittää jotakin toista kautta.

2.1 Ilmanvaihtohuoneen sisäiset järjestelmät

Tässä käsitellään ilmanvaihtohuoneen sisäisiä järjestelmiä. Ne ovat merkittävimmät järjestelmät ilmanvaihtohuoneen kannalta ja niille tulee antaa suurin painoarvo mietittäessä ilmanvaihtohuoneen tilankäyttöä.

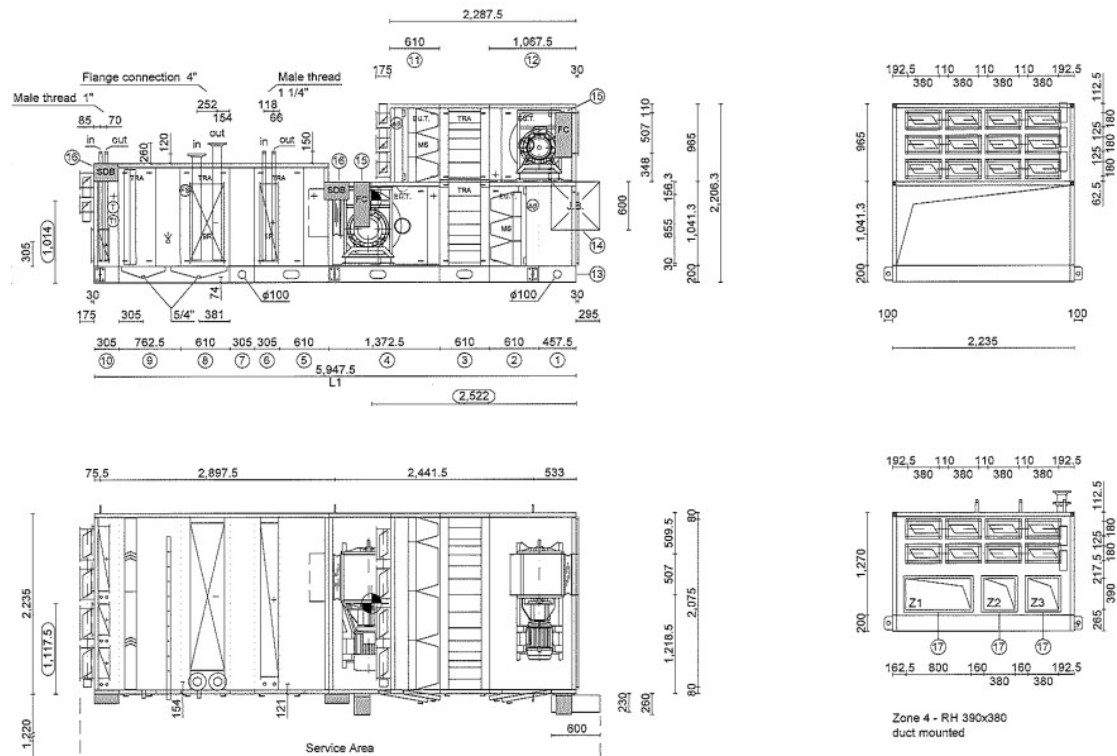
2.1.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon perustana toimii ilmanvaihtokone, joka kierrättää, lämmittää, viilentää ja suodattaa ilmaa. Sen apuna voidaan käyttää puhaltimia tehostamaan ilmankiertoa. Ilma kuljetetaan ilmanvaihto kanavia pitkin. Ilmanvaihto koostuu inlet-, outlet-, exhaust-, supply- ja circularair- osastoista. Imupuoli (inlet) imee kammioista ilmaa ilmanvaihtokoneelle ja ilmanvaihtokoneesta se puhalletaan syöttökanavia (supply) pitkin määrätyle alueille. Poistopuoli (exhaust) imee ilmastoitavalta alueelta ilmaa ilmanvaihtokoneelle ja puhalttaa sen outlet kammioihin outlet linjoja pitkin. Circular airia voidaan kierrättää ilmaa eli ilmastoivan alueen poistopuolelta tuodaan ilma takaisin ilmanvaihtokoneelle, käsitellään ilma ja puhalletaan se uudelleen ilmastoitavalle alueelle. Linjoissa käytetään erilaisia peltejä, kuten säätöpeltejä sekä äänenvaimentimia.

Ilmanvaihtokoneet ovat tilan kannalta suurin yksittäinen laite. Ne määrittävät suurilta osin ilmanvaihtohuoneen tilan käytön. Ne voivat painaa useita tuhansia kiloja ja ovat kooltaan jopa 6000x2500x2500(mm). Lisäksi ilmastointi koneille tulee varata huoltotila, joka määritellään koneen piirustuksissa. Huoltotilan suuruus määrittyy koneen koon mukaan.

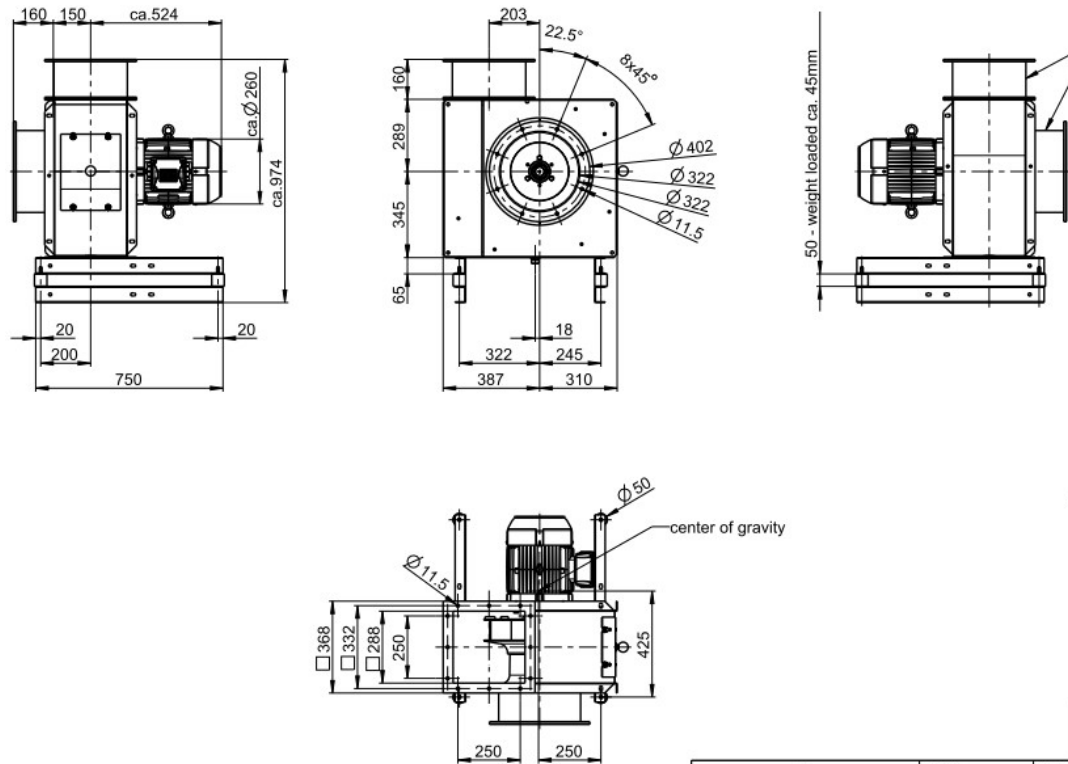
Ilmanvaihtokoneen piirustuksessa (kuva 1) näytetään ilmanvaihtokoneen päämitat, joista nähdään ilmanvaihtokoneen koko. Tämän lisäksi piirustuksesta nähdään miten

ilmavaihtokanavien lähdöt sijoitetaan. Lähtöjen muokkaaminen on yleensä mahdollista riippuen ilmanvaihtokoneen toimittajasta. Ilmanvaihtokoneen piirustuksista nähdään myös lämpöpatterien sijainti sekä paikat, joihin jäähdytys-, lämmitys- ja kondenssiveiputkisto tulee liittää.



Kuva 1. Esimerkki yleisestä ilmanvaihtokoneen piirustuksesta (Lähdeviittaus poistettu julkisesta oppinäytetyöstä).

Ilmanvaihdossa ilmanvaihtokoneen lisäksi käytetään puhaltimia, joilla tehostetaan ilmanvaihtoa. Puhaltimen koko määräytyy sen tarvittavan kapasiteetin mukaan eli kuinka paljon ilmaa puhallin pystyy käsittelemään. Puhaltimen piirustuksesta (kuva 2) nähdään puhaltimen koko sekä se mihin ja minkäkokoisena kiinnettävä kanava tulee yhdistää. Puhaltimelle tulee myös varata huoltotila, jota ei välttämättä ilmoiteta puhaltimen piirustuksessa riippuen valmistajasta. Huoltotilan tulee kuitenkin olla niin iso, että puhaltimesta pystytään vaihtamaan kaikki osat, kuten moottori.



Kuva 2. Yleinen puhaltimen esimerkkipiirustus (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

Ilma kuljetetaan ilmanvaihtokanavia pitkin. Kanavat voivat olla joko suorakaidekanavia tai pyöreitä spirokanavia. Suorakaide kanavat jaetaan ohut- ja paksulevy kanaviin. Ohutlevy kanavien paksuus vaihtelee 0.6-1.25mm ja paksulevy kanavien paksuus 3-8mm. Suorakaidekanavista voidaan tehdä niin suuria kuin on tarve, koska ne on mahdollista valmistaa esivalmisteina. Ohutlevykavien kiinnitys tapahtuu listojen avulla ja paksulevyn kiinnitys hitsaamalla. Spirokanavat ovat varastotavaraa ja niiden koko vaihtelee välillä DN50-DN250. Spirokanavat jaetaan myös ohut- ja paksukanaviin. Standardeista nähdään ohutlevy suorakaidekanavan materiaalipaksuudet sekä niiden kiinnityksessä käytettävät listat (taulukko 1) ja spirokanavien käytettävät koot (taulukko 2).

Taulukko 1. Yleinen ohutlevykanavien materiaalistandardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

1 General Information

All used HVAC Parts are according to SOLAS.

2 Rectangular ducts

General requirements for rectangular ducts

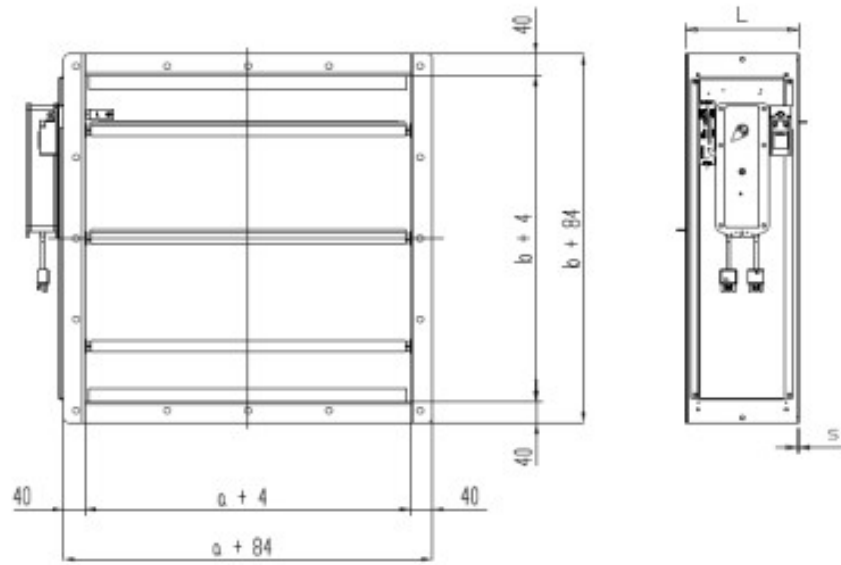
Surface stiffening	The surface stiffening has to be carried out of trapezoid or Z-profiling or equivalent.		
Fold	Duct fold, Pittsburgh fold or equivalent.		
Tightness class	DIN EN 1507 - Class B		
Pressure	Permitted pressure 2500pa / -1000pa		
Wall thickness BGR 65-	<u>Sheet steel, galvanized</u> a or b ≤ 500 = 0,7mm 500 < a or b ≤ 1000 = 0,9mm 1000 < a or b ≤ 2800 = 1,1mm		
	<u>Stainless steel</u> a or b ≤ 500 = 0,6mm 500 < a or b ≤ 1000 = 0,8mm 1000 < a or b ≤ 1500 = 1,0mm		
Wall thickness BGR 66-	<u>Sheet steel, galvanized</u> a or b ≤ 1000 = 1,0 mm 1000 < a or b = 1,25mm		
	<u>Stainless steel</u> a or b ≤ 3000 = 1,0 mm		
Duct flange profile DIN EN 1505 BGR 65-	A or b [mm]	Sheet steel, galv.; Stainless steel 1.4301 (AISI 304)	Stainless steel 1.4404 (AISI 316L)
	≤ 750	SB 20	SB 20
	> 750	SB 30	SB 30
	For special cases	SB 40	SB 30
For cross section 350mm x 170mm bended corners has to be used			
Duct flange profile DIN EN 1505 BGR 66-	A or b [mm]		
	≤ 1200	SB 30	SB 30
	> 1200	SB 40	SB 30
Material supports	BGR 65-	Thread pipe – ³ / ₈ " or 1/2" material like duct material	
	BGR 66-	Thread pipe – 1/2" material like duct material	
Flange mounting	Fixed flange – non corrosive mounting at the duct by clinching or spot welding. Alternatively screwed. Loose flange – the flange has to be delivered separately.		
Transportation	During packaging and transportation of ducts with only one flange make sure that the ducts will not be deformed.		
Sealing compound	Silicone sealant Nordsil P, Sikaflex-292i or equivalent has to be used.		

Taulukko 2. Yleinen spirokanavien standardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

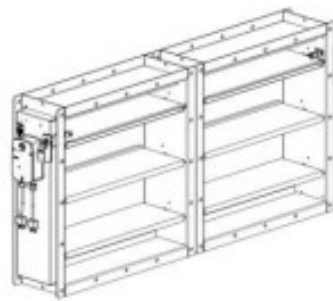
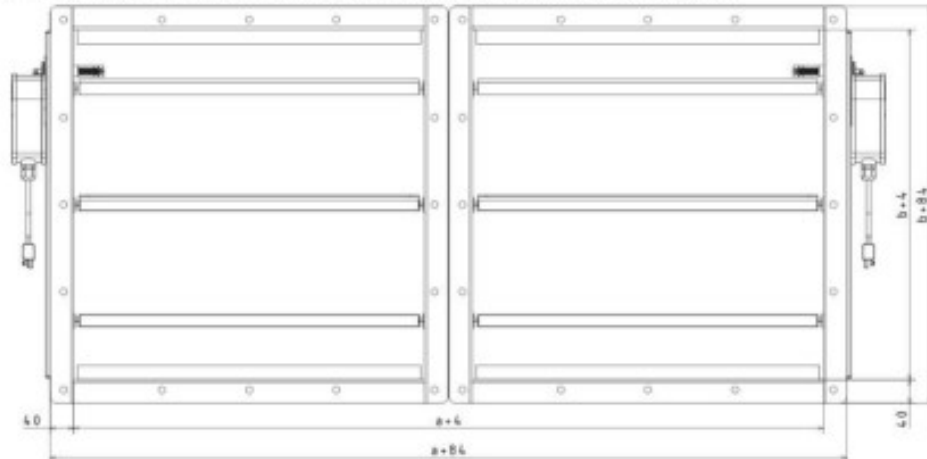
3.3. Dimensions and tolerances of folded spiral-seam pipes

Nominal diameter [mm]	Tolerance area DIN EN 1506				Length of overlap/insert		Installation dimensions [mm]
	Inner diameter sleeve		Outer diameter nipple		LD [mm]	Ld [mm]	
	Ø D [mm]		Ø d [mm]				
	Min.	Max.	Min.	Max.			
80	80,0	80,5	78,8	79,3	40 (+0 / -6)	40 (+5 / -0)	±10
100	100,0	100,5	98,8	99,3			
125	125,0	125,5	123,8	124,3			
160	160,0	160,6	158,7	159,3			
200	200,0	200,7	198,6	199,3			
250	250,0	250,8	248,5	249,3			
Wall thickness	øD 80; 100; 125mm = 0,4 - 0,5 mm øD 160; 200; 250mm = 0,45 - 0,55mm						

Lähtökohtaisesti jokainen ilmakavanalinja tarvitsee vähintään kertasäätöpellin. Niiden lisäksi linjoissa käytetään järjestelmän ohjaamia automaattisia savu-, sulku- ja palopelottejä, joiden tarpeellisuuden määrittää perussuunnittelu. Säätöpellit voivat olla myös käsiasäätöisiä. Pellit voidaan asentaa joko suorakaidekanavaan tai spirokanavaan. Automaatiopelleissä on lähtökohtaisesti 1 toimilaitte, mutta kun pellin koko on riittävän iso, peltiin tulee kaksi toimilaitetta eli se on niin sanottu modulaarinen pelti. Peltien standardista nähdään, että kun palopellin leveys a on suurempi kuin 1600mm tai korkeus b on suurempi kuin 1200mm, käytetään modulaarista peltiä. (Kuva 3).

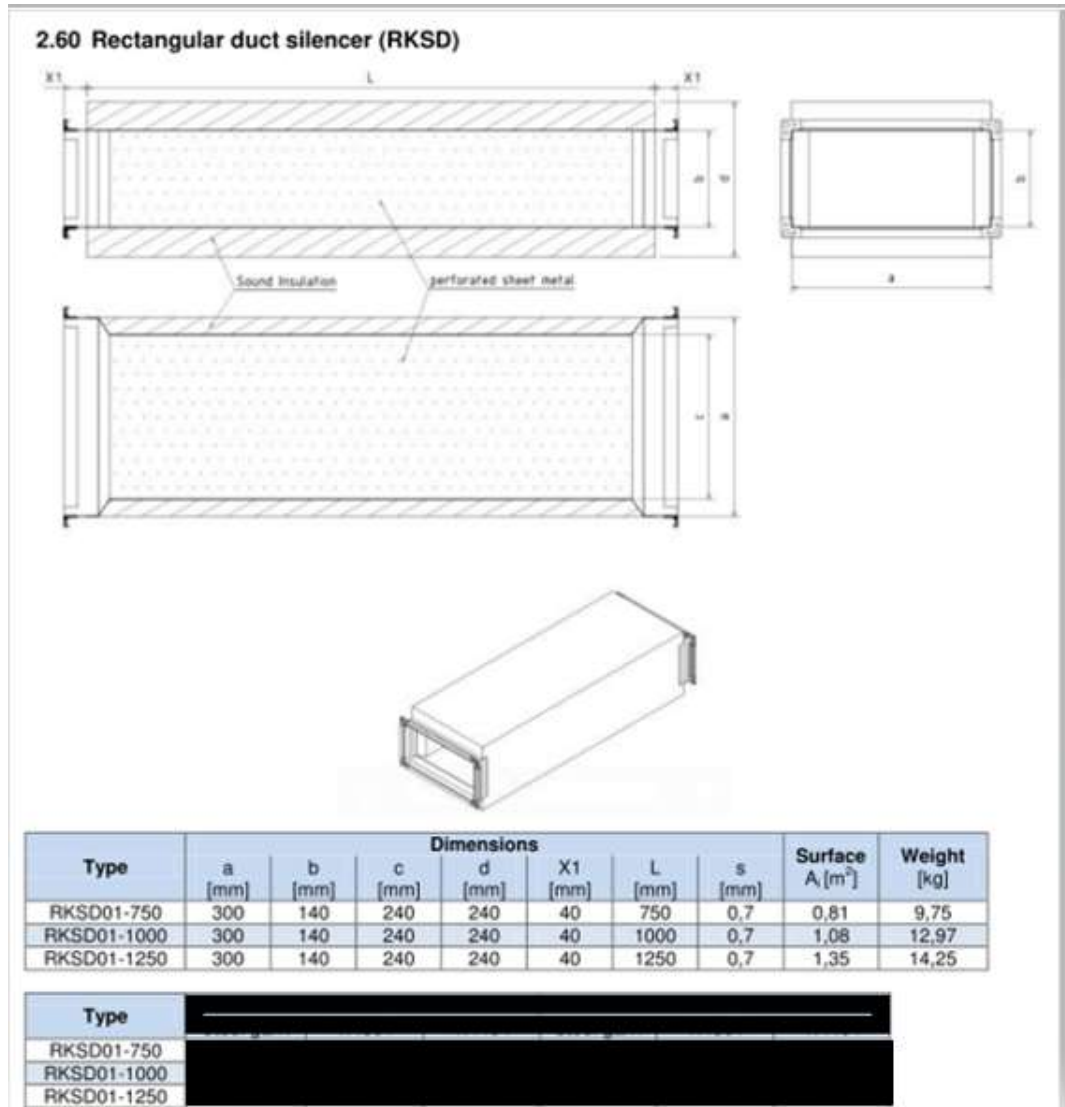


Module assembly (actuator on both sides) if $a > 1200\text{mm}$ or $b > 1600\text{mm}$



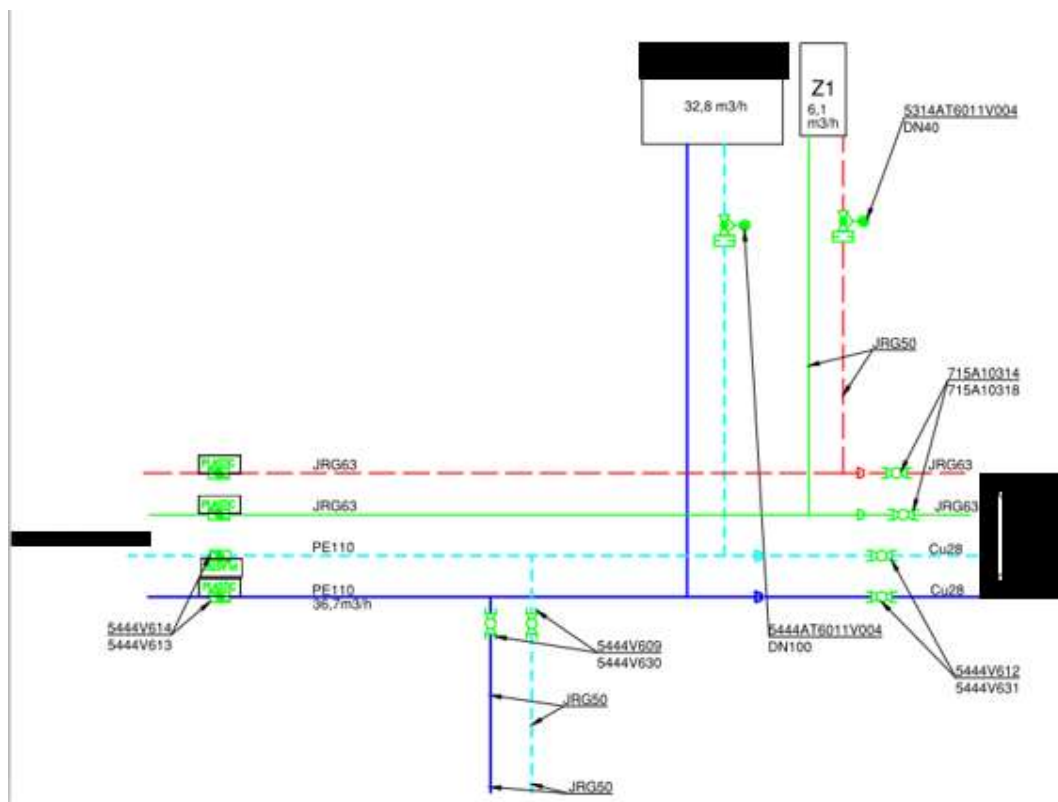
Kuva 3. Yleinen palopeltien standardipiirustus (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

Äänenvaimentimia käytetään kanavissa, jotta äänen tasoa saadaan madallettua. Perussuunnittelu määrittelee äänenvaimentimien tarpeen. Äänenvaimentimet ovat halkaisijaltaan suurempia kuin itse kavana, joka tulee ottaa huomioon äänenvaimentimien tilavauksissa. Äänenvaimentimen materiaalistandardista (kuva 4) nähdään äänenvaimentimen tyypin mukaiset mitat sekä telakka kohtainen materiaalinumero.



Kuva 4. Yleinen suorakaidekanavan äänenvaimentimen mittastandardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

Ilmanvaihtokoneen jäähdytys ja lämmitysputkia pitkin tuodaan joko lämmintä tai kylmää vettä, jonka avulla viilennetään tai lämmitetään ilmaa. Ilmasta saadaan myös ylimääräinen kosteus pois jäähdytysputkien avulla. Linjoissa käytetään paljon venttiileitä ja linjojen korkeimmat kohdat vaativat ilmauksen. Näiden syiden takia jäähdytys- ja lämmitysputket ovat paljon tilaa vieviä, vaikka ne eivät yleensä ole halkaisijaltaan suuria. Ilmanvaihtuhuoneen lämmitys- ja jäähdytyskaaviosta (kuva 5) nähdään putkien koot ja materiaalit sekä mille alueelle ne tulee ilmanvaihtokoneeseen kiinnittää (Z1, Z2 ja Z3). Lämmitys- ja jäähdytysputkien materiaalistandardista (taulukko 3) nähdään järjestelmässä käytettävät koot.



Kuva 5. Esimerkki yleisestä jäähdytys- ja lämmitysputkistojen kaaviosta (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä). Siniset linjat ovat jäähdytysputkistoja. Vihreät ja punaiset linjat ovat lämmitysputkistoja. AT-xxx on ilmanvaihtokone ja Z1 on koneen oma lämmityspatteri.

Taulukko 3. Yleinen lämmitysputkien mittastandardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

DN	Ø D [mm]	e [mm]	Weight [kg/m]	
12	16	2,2	0,10	
15	20	2,8	0,15	
20	25	2,3	0,17	
25	32	2,9	0,27	
32	40	3,7	0,42	
40	50	4,6	0,65	
50	63	5,8	1,02	
65	75	6,8	1,44	
80	90	8,2	2,06	
100	110	10,0	3,05	
125	125	11,4	4,25	
150	160	14,6	6,46	
200	225	20,5	12,7	

Ilmanvaihtokoneeseen syntyy kondenssivettä kun ilmaa jäähdytetään tai lämmitetään, jolloin ilma höyrystyy pisaroiksi. Ilmastointikoneesta johdetaan kondenssivesi pois kondenssivesi putkistoa pitkin. Putkisto on joko muoviputkea tai ruostumatonta terästä. Tämän lisäksi ilmanvaihdossa tarvitaan ilmankostutinta. Ilmankostutin on laite, jolla nostetaan ilman kosteutta. Ilmankostuttimeen tulee yhdistää käyttövesiputki ja laitteen alle tulee asentaa viemäri sekä kaukalo.








Jälkilämmityspattereita tarvitaan, jos ei pystytä hyödyntämään ilmanvaihtokoneen omia lämmityspattereita. Jälkilämmityspattereihin tulee liittää lämmitysputket. Lämmityspatterien koko vaihtelee sen läpi kulkevan ilmamäärän mukaan. Lämmityspatteri on isompi kuin itse kanava, koska sen läpi kulkevan ilman nopeus täytyy pudottaa hieman alemmas kuin itse kanavassa, jolloin lämmityspatteri ehtii vaikuttamaan ilmaan paremmin. Nopeus jälkilämmityspatterin kohdalla enintään 3,5m/s. Jälkilämmityspatterien standardista (taulukko 4) nähdään tarvittava jälkilämmityspatterin koko. Jos esimerkiksi kanavan ilmamäärä on 2000m³/h tulee jälkilämmityspatterin koon olla 390x550(mm). Koska yhden pienemmällä koolla 390x395(mm) maksimi ilmamäärä on 1940m³/h, jolloin nopeus on

3,5m/s. Jos ilmamäärä kasvaa yli 1940m³/h, nopeus kasvaa yli 3,5m/s mikä ei ole sallittua.

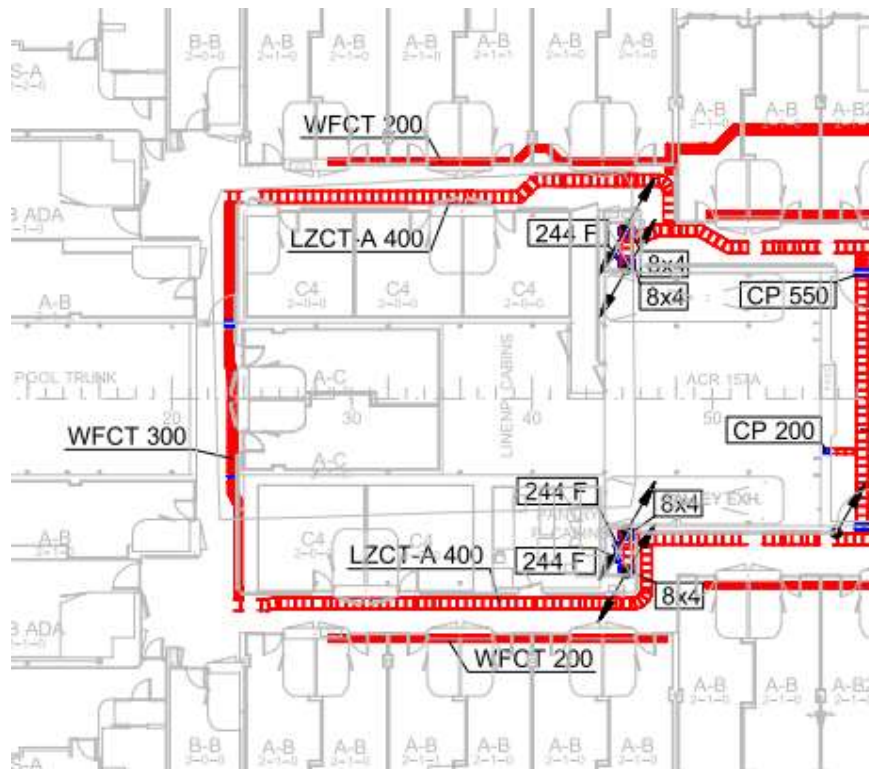
2.1.2 Sähkö ilmanvaihtohuoneessa

Ilmanvaihtohuoneessa sähköä tarvitaan valaistukseen, koneiden ohjaukseen, peltien ohjaukseen sekä laivan rakennusvaiheeseen. Sähkökaapelit tuodaan ilmanvaihtohuoneeseen laipoiden tai kansien läpiviennellä ja ne kuljetetaan kaapeliratoja pitkin tarpeellisille paikoille. Perussuunnittelu määrittelee kaapeliratojen tyyppin. Huomioitavaa on 100 mm:n tilavaraus radan ylä- ja alapuolelle kaapeleita varten. Kaapeliratojen standardissa näytetään erilaiset kaapeliratatyyppit, joita voidaan käyttää (taulukko 4).

Taulukko 4. Yleiset kaapeliratojen tyytit (Lähdeviittaus poistettu julkisesta oppinäytetyöstä)

Cable Tray / Material	Picture	Description	Weight [kg]	Width/Height/Thickness/Length [mm]
Normal Cable Tray (galv.)		NCT 200	10,3	210/40/5/3000 Crosspiece 61x2/Distance 300
		NCT 300	11,3	310/40/5/3000 Crosspiece 61x2/Distance 300
		NCT400	12,4	410/40/5/3000 Crosspiece 61x2/Distance 300
Normal Cable Tray Down (galv.)		NCTD 200	10,3	210/40/5/3000 Crosspiece 61x2/Distance 300
		NCTD 300	11,3	310/40/5/3000 Crosspiece 61x2/Distance 300
		NCTD 400	12,4	410/40/5/3000 Crosspiece 61x2/Distance 300
Heavy Z Cable Tray (galv.)		HZCT 200	11,6	210/40/5/3000 Crosspiece 95x2/Distance 300
		HZCT 300	13,3	310/40/5/3000 Crosspiece 95x2/Distance 300
		HZCT 400	14,9	410/40/5/3000 Crosspiece 95x2/Distance 300
Heavy Z Cable Tray (galv. painted)		HZCT 200	11,6	210/40/5/3000 Crosspiece 95x2/Distance 250
		HZCT 300	13,3	310/40/5/3000 Crosspiece 95x2/Distance 300
		HZCT 400	14,9	410/40/5 3000 Crosspiece 95x2/Distance 300
Heavy Z Cable Tray (1.4404)		HZCT 200	11,7	210/40/5/3000 Crosspiece 95x2/Distance 250
		HZCT 300	12,7	310/40/5/3000 Crosspiece 95x2/Distance 300
Light Z Cable Tray (galv.)		LZCT 100	4,9	106/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300
		LZCT 200	5,5	206/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300
		LZCT 300	6,2	306/35/3/3000 Crosspiece 70x1 / Distance 300
		LZCT 400	6,8	406/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300
		LZCT 500	7,4	506/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300
		LZCT 600	8,1	606/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300
Light Z Cable Tray (galv. painted)		LZCT 100	5,3	106/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300
		LZCT 200	5,9	206/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300
		LZCT 300	6,6	306/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300
		LZCT 400	7,4	406/35/3/3000 Crosspiece 70x1/Distance 300

Perussuunnittelun määrittelemät kaapeliradat löytyvät niiden reitityskaaviosta (kuva 6), johon on merkattu kaapeliradan tyyppi esimerkiksi "LZCT 300". Tämän kaavion avulla nähdään mihin kaapelirata tulee asentaa ja minkätyyppinen kaapelirata tarvitaan.



Kuva 6. Yleinen kaapeliratojen reitityskaavio (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

Sähkökaapit vievät suhteellisen paljon tilaa ilmanvaihtuhuoneesta. Niille on oltava helppo kulku ja varmistettava huoltovarmuus. Huomioitavaa on myös ovien avaamiseen tarvittava tila. Sähkökaappien lisäksi ilmanvaihtuhuoneessa tarvitaan ohjauspaneeleita. Niillä voidaan ohjata koneen tai laitteen toimintaa. Ne sijoitetaan mahdollisimman lähelle ohjattavaa laitetta helposti käsiksi päästävään paikkaan.

2.1.3 Ovet, kulkuaukot ja -tasot, kaiteet ja tikkaat

Ilmanvaihtohuoneisiin kuljetaan yleisesti ovien kautta, mutta kulku voi tapahtua myös luukkujen kautta. Tämän lisäksi ilmanvaihtohuoneissa tarvitaan myös kulkutasoja ja tikkaita, joilla varmistetaan esteetön kulku sekä kaiteita lisäämään turvallisuutta.

Ilmanvaihtohuoneissa on yleisesti kaksi ovea, koska sääntöjen mukaan on oltava kaksi poistumisreittiä huoneesta. Ovet toimivat pääasiallisen kulkureittinä ilmanvaihtohuoneeseen. Ovien lisäksi ilmanvaihtohuoneissa käytetään erilaisia kulkuluukkuja. Kulkuluukkuja tarvitaan esimerkiksi demisterikammioon pääsemiseksi. Toinen poistumisreitti voi olla myös kulkuluukun kautta. Perussuunnittelu määrittelee ovien ja kulkuluukkujen sijainnin ja tarpeen. Ilmanvaihtohuoneissa voidaan tarvita myös erilaisia kulkutasoja esimerkiksi kanavien yli kulkemiseen. Tikkaita voidaan tarvita, jotta päästään kulkemaan eri kansille tai kulkuluukkuihin. Kaiteilla voidaan turvata esimerkiksi vapaa-aukot.

2.1.4 Muut sisäiset järjestelmät

Muita sisäisiä järjestelmiä ovat viemärointi, työilma, käyttövesi ja palontorjunta. Nämä järjestelmät eivät vie ilmanvaihtohuoneesta yleensä paljoa tilaa, koska ne ovat yleensä melko pientä putkea, joka on helppo saada mahtumaan ilmanvaihtohuoneeseen.

Viemäroinnillä varmistetaan, että ilmanvaihtohuoneisiin kertyvä vesi ja muu neste saadaan pois alueelta. Viemärointiä varten kanteen tehdään aukko, johon kaivo asennetaan ja se yhdistetään harmaavesi tai scupperi putkistoon, riippuen siitä, sijaitseeko kaivo, itse ilmanvaihtohuoneessa vai esimerkiksi kammion puolella. Scupperit ovat kuivakaivoja. Viemärit on sijoitettava niin, että niihin pääsee käsiksi, jotta niiden huoltovarmuus mahdollistetaan. Viemärit voivat menen tukkeeseen, jolloin ne ovat välttämätöntä päästä puhdistamaan. Kaivojen standardista nähdään ilmanvaihtohuoneen kaivotyypit (taulukko 5).

Taulukko 5. Yleinen kaivotyyppien materiaalistandardi (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä)

Room domination	Remark	Connection to grey water	Connection to inner decks drainage
Outside areas	--	--	--
Balconies	--	--	--
Galleys	"ST"-Scupper	BLSGI 50 MGV	--
	Water ditch	BLSGI 50 WG	--
	Air gap	MS 00355	--
	Behind cooling rooms (evaporator)	BLSGI 50 V KK	--
Trolley wash	--	BLSGI 50 MGV	BLSGI 50 MGV
Laundry/Laundrettes	--	BLSGI 50 MGV	BLSGI 50 OGV
Cleaning Locker	--	BLSGI 50 MGV	BLSGI 50 OGV
Stores	--	BLSGI 50 RS	BLSGI 50 OGV
Workshops	--	BLSGI 50 RS	BLSGI 50 OGV
Water ditches	Outside areas in front of doors; toilets, suites etc.	No Scupper	
Tiled, public areas	(Public Toilets; Health & SPA; ...)	BLSGI 50 MGV H	BLSGI OGV H
	Suites, disables cabins	BLSGI 50 MGV H	BLSGI OGV H
AC-Rooms	Room drainage	BLSGI 50 RS	BLSGI 50 OGV
	AC-condensate drainage	--	--

Viemäröinnin lisäksi ilmanvaihtohuoneessa tarvitaan työilmaa, joka on paineistettua ilmaa. Sitä tarvitaan ilmanvaihtohuoneessa esimerkiksi suodattimien puhdistukseen. Työilmaputket tuodaan joko laipion tai kannen läpi yleensä ilmanvaihtohuoneen oven läheisyyteen. Työilmaputken päässä sulkuventtiili ja liitäntä jatko-osalle, jotka tulevat sijoittaa helposti käsiksi päästävään kohtaan.

Ilmanvaihtohuoneessa tarvitaan yleisesti yksi tai useampia vesipiste. Vesipisteitä tarvitaan, jotta voidaan pestä itse ilmanvaihtohuonetta tai esimerkiksi suodattimia. Usein vesipisteeseen kuuluu lavaaari, joka tulee sijoittaa helposti päästävään paikkaan. Lavaaaria ei kuitenkaan aina ole, vaan vesipiste voidaan tehdä myös lattiakaivon päälle.

Palontorjunta on tärkeä osa ilmanvaihtohuoneen turvallisuutta. Palontorjunta koostuu palovesiputkista, sammuttimista ja sprinkler järjestelmästä. Niillä varmistetaan

mahdollisen palon sammuttaminen. Palovesiputki tuodaan ilmanvaihtohuoneeseen laipion tai kannen läpi. Putken päähän AC-huoneeseen tulee sulkuventtiili sekä liitin, johon paloletku voidaan liittää.

Palovesiputkien lisäksi tarvitaan sprinkler-järjestelmää. Se on yleensä pientä teräsputkea DN12-60 ja sen päätyihin asennetaan sprinkler suuttimet, jotka palotilanteessa sammuttavat paloa. Ilmanvaihtohuoneessa tarvitaan myös vaahtosammuttimia, jotka tulee sijoittaa helposti päästävään paikkaan. Suuttimien ja sammuttimien määrän määrittää perussuunnittelu.

2.2 Ilmanvaihtohuoneiden läpi kulkevat järjestelmät

Ilmanvaihtohuoneissa tarvittavien järjestelmien lisäksi ilmanvaihtohuoneiden läpi saattaa kulkea erilaisia järjestelmiä. Näistä yleisimmät ovat korkeapainepesulinjat, pakoputkisto, uima-allasputkisto sekä mustavesi. Tilankäytön kannalta on toivottavaa, että näitä järjestelmiä olisi mahdollisimman vähän.

Korkeapainepesulinjat ovat yleensä pientä teräsputkea. Niitä ei tarvita itse ilmanvaihtohuoneessa vaan ne yleisesti kulkevat vain ilmanvaihtohuoneen läpi. Tilan kannalta korkeapainepesulinjat eivät ole merkittävä tekijä, koska vapaasti muotoiltava teräsputki on helppo saada mahtumaan ilmanvaihtohuoneeseen.

Tämän lisäksi apukoneiden pakoputkisto voidaan tuoda AC-huoneen läpi. Se tuodaan joko kannen tai laipion läpi. Pakoputkistolla on usein suuri halkaisija, esimerkiksi DN500, ja sen lisäksi se vaatii lämpöeristeen. Tämän takia se vie paljon tilaa ja on hyvin merkittävä tekijä ilmanvaihtohuoneen tilankäytössä.

Myös uima-allasputket voivat kulkea etenkin ylemmillä kansilla olevien ilmanvaihtohuoneiden läpi. Uima-allasputket ovat uima-altaan syöttö- ja poistoputkia. Ne ovat ilmanvaihtohuoneen läpi kulkevia putkia, jotka ovat joko muovi, komposiitti- tai teräsputkea. Muoviset putket voivat olla haasteellisia tilan kannalta, koska osien ja komponenttien yhteen saamiseksi tarvitaan paljon liitospaloja, jotka vievät paljon tilaa.

Mustaa vettä ei kerry ilmanvaihtohuoneesta, joten sitä ei luokitella ilmanvaihtohuoneen sisäisiin järjestelmiin vaan se voi ainoastaan kulkea ilmanvaihtohuoneen läpi. Tilan kannalta mustavesi saattaa olla ongelmallinen, koska putkiston on pääasiassa kuljettava ilman nousuja. Sallitut nousut ovat määritelty mustan veden standardeissa.

3 SÄÄNNÖT JA TILAAJAN VAATIMUKSET

Ilmanvaihtohuoneen tilankäyttöön vaikuttaa niin tilaajan vaatimukset, SOLAS kuin luokituslaitos. Ne määrittelevät ilmanvaihtohuoneelle erilaisia sääntöjä, joita on noudettava. Säännöillä on suuri vaikutus ilmanvaihtohuoneen tilankäyttöön. Sääntöjen perustana on SOLAS, joita kaikkien on noudatettava, riippumatta luokituslaitoksesta tai tilaajasta. Tämän lisäksi luokituslaitos määrittää lisää sääntöjä, joita varustomon on noudatettava, mutta kuitenkin niin, etteivät ne ole ristissä solaksen kanssa. Luokituslaitoksen säännöt vaihtelevat luokituslaitoksen mukaan. Solaksen ja luokituslaitoksen sääntöjen lisäksi tilaaja voi vielä määrittää omat vaatimuksensa, joita rakennuttajan on noudatettava. Tässä tarkastelemme tilankäytön kannalta merkittävimpiä sääntöjä ja vaatimuksia. On syytä huomioida, että säännöt ja vaatimukset vaihtelevat luokituslaitoksen ja tilaajan mukaan.

Tilankäytön kannalta merkittävin sääntö liittyy poistumis- ja kulkureitteihin. Säännöt määrittävät (chapter II-2.13.2.1), että jokaisesta ilmanvaihtohuoneesta on oltava kaksi poistumisreittiä (SOLAS 2004). Lisäksi SOLAS määrittää (chapter II-2.13.3.2.3) kulkureitin vähimmäisleveyden, joka on 900 mm (SOLAS 2004).

Ilmanvaihtokanavissa tarvitaan säätö-, sulku-, palo- ja ohjauspeltejä. Tilaaja määrittää, että jokaisen pellin luo on oltava pääsy, jotta niiden huollettavuus varmistetaan. Lisäksi jokaisen pellin läheisyyteen ilmanvaihtokanavaan on asennettava tarkastusluukku, jotta pystytään tarkistamaan peltien kunto. (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

Tilaaja voi määrittää myös, että jokaisen putkistoon asennettavan venttiilin luo on oltava pääsy, jotta niitä pystytään käyttämään sekä niiden huollettavuus varmistetaan. Lisäksi etenkin jäähdytys- ja lämmitysputkistoissa putkistojen korkeimpiin kohtiin täytyy asentaa ilmaus, jotta putkistoihin kertyvä ilma saadaan poistettua ja näin varmistettua järjestelmän toimivuus. (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

Tämän lisäksi tilaaja vaatii, että sähkökaappien ja ohjausyksiköiden luo on oltava helppo pääsy, jotta niiden helppo käyttäminen voidaan varmistaa. Sähkökaapeille ja ohjausyksiköille tulee varata niiden etupuolelle huoltotila. Sähkökaapeissa tulee ottaa huomioon myös kaapin ovien avaamiseen tarvittava tila. (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

Tilaaaja määrittää myös, että ilmanvaihtokoneille ja puhaltimille tulee varata huoltotila. Huoltotilalla varmistetaan koneen tai puhaltimen huollettavuus. Koneesta tai puhaltimesta täytyy pystyä vaihtamaan kaikki tarvittavat osat, kuten moottori. Huoltotilan täytyy olla tyhjä tila eikä siihen saa asentaa mitään muuta, jotta huollettavuus voidaan varmistaa. (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

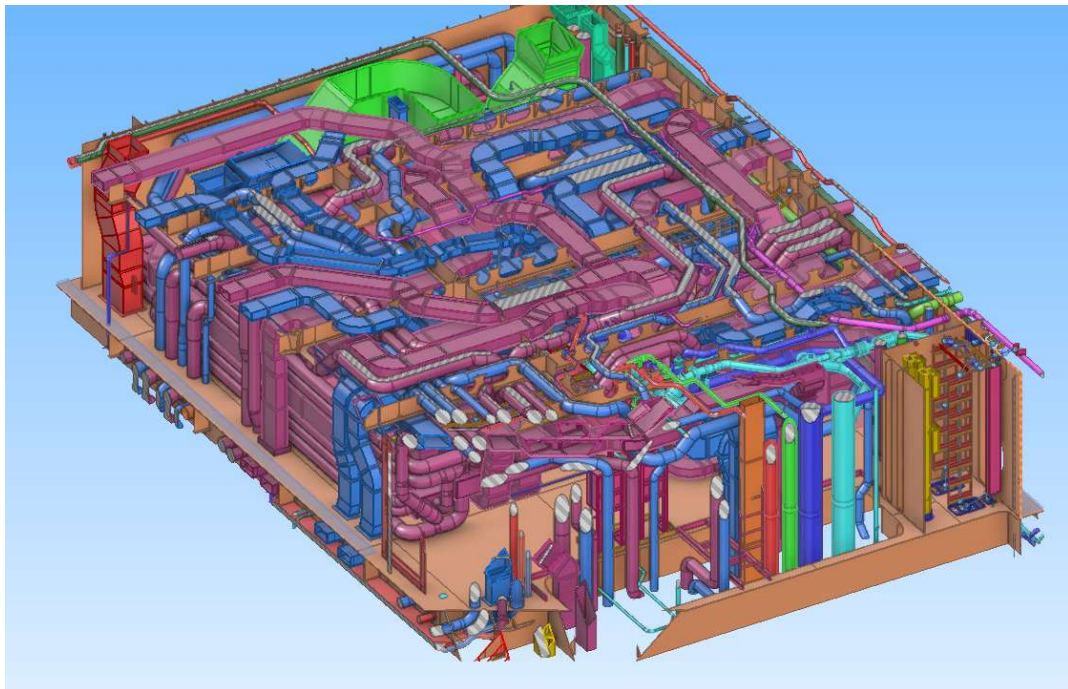
4 HAASTATTELUJEN YHTEENVETO

Työssä haastateltiin kolmea lvi-suunnittelijaa (Sance 2020b), joilla on kokemusta ilmanvaihtohuoneiden suunnittelusta. Tarkoitus oli saada heiltä erilaisia näkökulmia, mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon ilmanvaihtohuoneen suunnittelussa tilan käytön kannalta. Suunnittelijoille esitettiin kysymyksiä tilankäyttöön liittyen, kuten mitkä asiat määrittävät eniten ilmanvaihtohuoneen tilankäyttöä, mille asioille teet ensimmäisenä tilavaurauksen sekä mitkä asiat on vaikeinta saada mahtumaan ilmanvaihtohuoneeseen. Näiden lisäksi esitettiin myös muita kysymyksiä sekä annettiin suunnittelijoille vapaa sana tilankäyttöön liittyen. Ensin haastateltiin suunnittelijaa 1 ja sen jälkeen suunnittelijoita 2 ja 3. Vastauksia täydennettiin haastattelujen edetessä. Vastauksista koottiin yhteenveto ja se dokumentointiin omaksi tiedostoksi (liite 1).

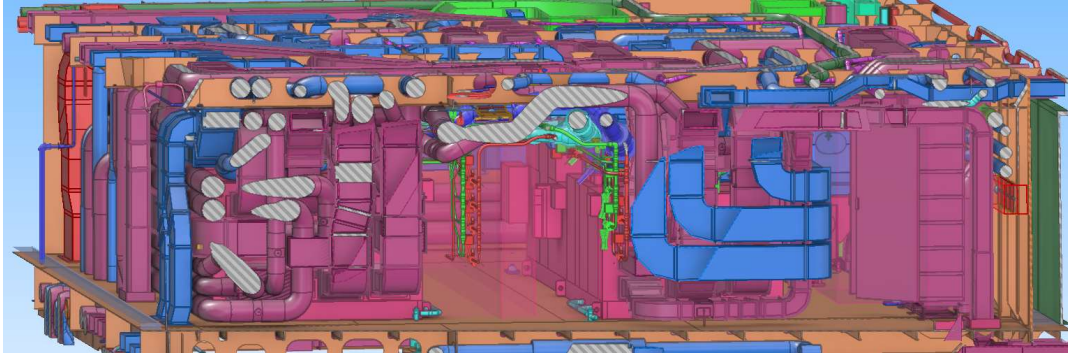
Vastauksien pohjalta ilmeni, että suurin huomio tilankäytön kannalta tulee antaa koneiden sijoittamiselle, varata koneen huoltotila sekä pyrkiä siihen, että koneesta lähtevät suuret kanavat olisivat mahdollisimman lyhyitä ja suorita. Esiin nousi myös se, miten materiaalien valinnoilla pystytään vaikuttamaan tilankäyttöön erityisesti putkistoissa. Tämän lisäksi puhaltimien ja koneiden kätisyyksien valinnalla sekä erilaisten komponenttien minimoinnilla voidaan vaikuttaa tilankäyttöön. Reitittämisessä tulisi ottaa huomioon esivalmisteiden suosiminen, vapaa-aukkojen hyödyntäminen sekä läpivientien oikeaoppinen sijoittaminen. Lisäksi aikataulussa pysymisellä on suuri vaikutus, mutta siihen suunnittelija ei itse voi paljoa vaikuttaa.

5 TILANKÄYTÖN TEHOSTAMINEN

Ilmanvaihtohuoneet ovat täynnä erilaisia järjestelmiä ja ne ovat hyvin ahtaita. Tässä käydään läpi asioita, joilla tilankäyttöä ilmanvaihtohuoneissa voidaan tehostaa. Kehitysehdotukset perustuvat suunnitelijoiden haastatteluista saatuihin näkemyksiin. Tilan säästämistä on tehty arvio prosentteissa, jotta voidaan hahmottaa kuinka paljon ilmanvaihtohuoneen tilaa voidaan parhaimmillaan säästää ottamalla tietyt asiat huomioon. Arvio tilankäytön säästämistä on tehty yhdessä ilmanvaihtohuoneiden suunnitelijoiden kanssa. Alla esitetyillä keinolla voidaan saavuttaa arviolta jopa yli 20 % tilansäästö, jos kaikki keinot pystyttäisiin toteuttamaan täysin optimaalisella tavalla. Tällainen tilanne on kuitenkin todella epätodennäköistä. Todellisuudessa esitetyillä keinoilla tilansäästämisen ilmanvaihtohuoneessa on korkeintaan noin 15 %. Tilansäästö riippuu paljon itse ilmanvaihtohuoneesta, koska ilmanvaihtohuoneita on hyvin erilaisia eikä kaikki esitetyjä keinoja voida toteuttaa optimaalisella tavalla yksittäisessä ilmanvaihtohuoneessa. Tämän takia tässä työssä tarkastellaan yhtä jo suunniteltua ilmanvaihtohuonetta (kuvat 7 ja 8) ja voidaan todeta, että juuri tässä huoneessa tilaa voidaan säästää noin 12 % esitetyillä keinoilla. Ilmanvaihtohuoneen koko on noin $10 \text{ m} \times 9 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} = 243 \text{ m}^3$. Säästettävä tilan koko on siis noin $243 \text{ m}^3 \times 0,12 = 29 \text{ m}^3$.



Kuva 7. Esimerkki ilmanvaihtohuone (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).



Kuva 8. Esimerkki ilmanvaihtuhuone (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

5.1 Aikataulutus

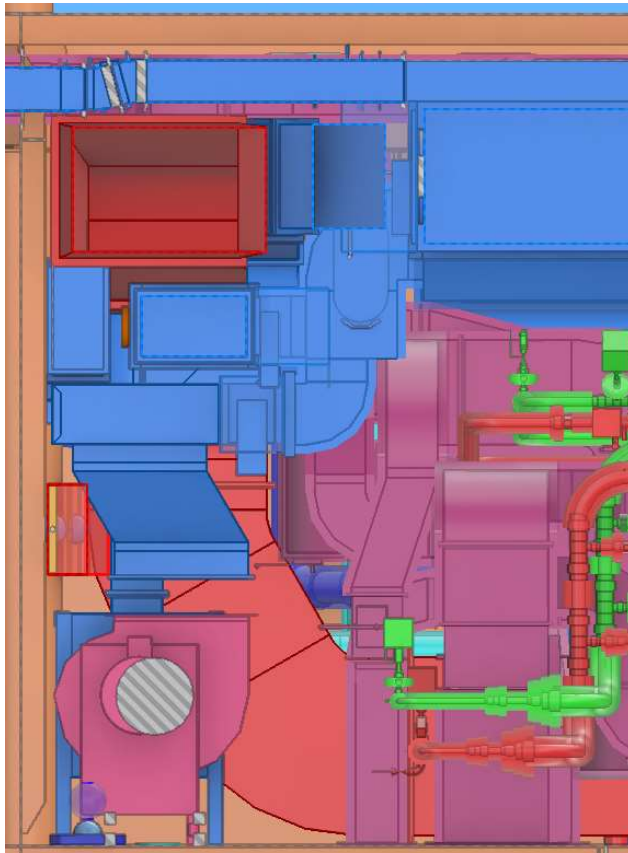
Haastatteluista kävi ilmi, että aikataulusta myöhästyminen ja myöhäiset muutokset vaikuttavat paljon ilmanvaihtuhuoneen suunnitteluun ja näin ollen tilankäyttöön. Kun perussuunnittelu on myöhässä, voidaan varustelusuunnittelussa joutua tekemään oletuksia, jotka helposti johtavat hukkatilan syntymiseen. Tämän lisäksi mahdolliset myöhäiset muutokset voivat aiheuttaa suurtakin hukkatilaa. Esimerkiksi alun perin ilmanvaihtuhuoneeseen on voitu suunnitella tulevaisuudelle puhallin, joka syystä tai toisesta siirretäänkin toiseen ilmanvaihtuhuoneeseen tai poistetaan kokonaan. Tästä voi syntyä suuri turha tila. Olisi siis erittäin tärkeää, että ennen varustelusuunnittelun aloittamista perussuunnittelu on mahdollisimman valmiina, jolloin myös muutokset ilmanvaihtuhuoneisiin vähenevät ja varustelusuunnittelu pystyisi suunnittelamaan ilmanvaihtuhuoneen mahdollisimman tehokkaasti tilankäytön kannalta. Esimerkkihuhuoneessa ei ole myöhästyisestä johtuvaa hukkatilaa. Perustuen suunnittelijoiden haastatteluun voidaan kuitenkin arvioida, että myöhästyisestä voi seurata arviolta jopa 6-8 % hukkatila.

5.2 Puhaltimien kätsisyys

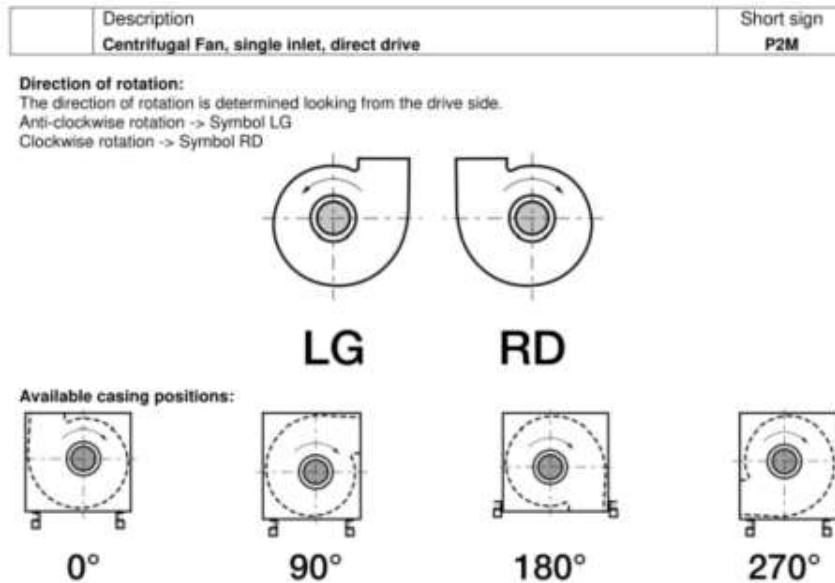
Puhaltimien kätsisyys ja lähtevät kanavat vaikuttavat tilankäyttöön. Puhaltimen kätsyyden valintaan tuleekin kiinnittää erityistä huomiota. Puhaltimen kätsyydellä tarkoitetaan puhaltimen poistoilmapuolen sijaintia. Puhaltimen kätsisyys täytyy valita jo suunnitteluvaiheessa, ja kun puhallin on tilattu, sen kätsyyttä ei voi enää lähteä muokkaamaan. Jos

puhaltimen kätisyys on väärin valittu, ainoa tapa sitä muuttaa, on tilata kokonaan uusi puhallin ja se ei ole toivottavaa. Puhaltimen kätisyys tulee valita tapauskohtaisesti tilankäytön kannalta edullisimmalla tavalla.

Alla olevassa kuvassa (kuva 9) nähdään jo suunnitellun esimerkki ilmanvaihtohuoneen yksi puhaltimista. Puhaltimen kätisyysvaihtoehdot näytetään puhaltimen standardissa (kuva 10). Puhaltimen kätisyydeksi on valittu LG 0°. Verrattuna muihin vaihtoehtoihin, LG 0° on tilan käytön kannalta järkevin vaihtoehto. Esimerkkihuoneessa puhaltimien kätisyydellä ei kuitenkaan pysty vaikuttamaan tilankäyttöön prosentuaalisesti paljoa, koska huoneessa on vain yksi puhallin. Jos puhaltimia olisi useampi, voitaisiin saavuttaa arviolta noin 1-2 % tilansäästö.



Kuva 9. Puhallin jo suunnitellussa esimerkkihuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).



Kuva 10. Yleinen standardi puhaltimien kätisyyksistä (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä)

5.3 Tilansäästö ilmanvaihtokoneissa

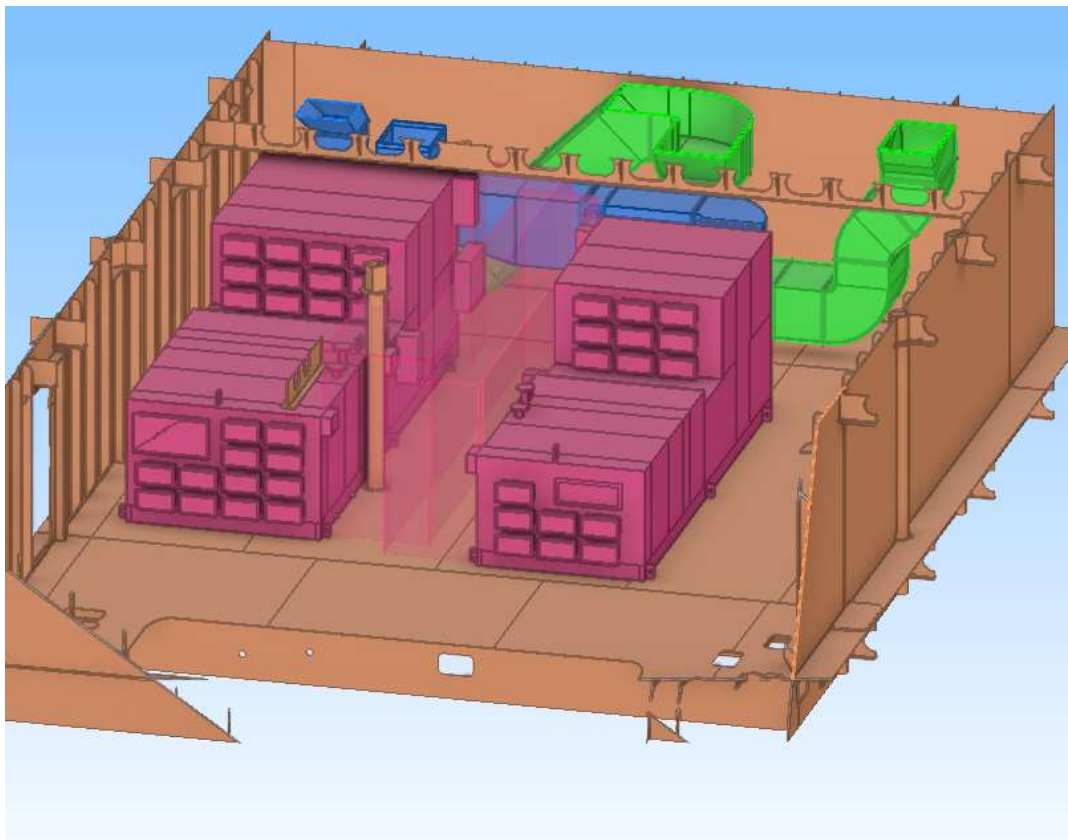
Ilmanvaihtokoneet ovat suurin ilmanvaihtouoneen tilajärjestystä määrittävä tekijä. Koneiden sijoittamisella on suuri merkitys tilankäytön kannalta. Ilmanvaihtokoneesta lähtevät suuret syöttö- ja poistokanavat. Kone tulee sijoittaa niin, että nämä suuret kanavat saadaan mahdollisimman lyhyesti vietyä seuraavalle alueelle, jotta ne veisivät mahdollisimman vähän tilaa ilmanvaihtohuoneessa.

Ilmanvaihtokoneen kätisyyksillä on myös vaikutus tilankäyttöön. Ilmanvaihtokoneen kätisyys tulee valita niin, että ilmanvaihtokone vie mahdollisimman pienen tilan huoneesta, siitä saa mahdollisimman helposti vietyä isot kanavat muille alueille sekä sen huoltotila tulee helposti päästävään paikkaan.

Tämän lisäksi on syytä huomioida koneen päädyt, eli koneesta lähtivien kanavien rakenne. Koneen päädyt muokataan mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman vähän tilaa vieväksi. Se onnistuu suunnitelmalla koneen lähdöt optimaalisiin paikkoihin tilan kannalta. On kuitenkin syytä huomioida, että ilmanvaihtokoneen kanavien lähtöjen

muokattavuus riippuu koneen toimittajasta. Tämän vuoksi tilankäytön kannalta tulisi suosia koneentoimittajia, joiden ilmanvaihtokoneita voi muokata mahdollisimman paljon. Ilmanvaihtokoneen oikealla sijoittamisella, lähtöjen optimoimisella ja kätisyyden valinnalla voidaan yleisesti saavuttaa arvion mukaan maksimissaan noin 6-8 % säästö.

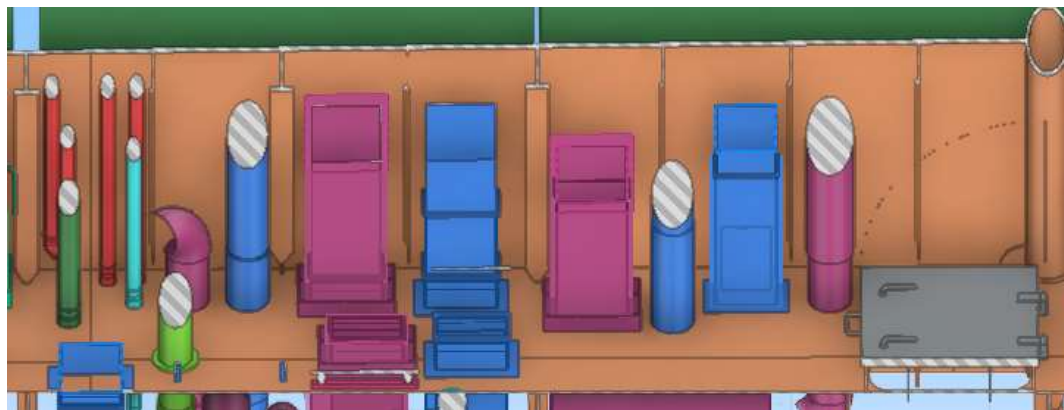
Jo suunnitellussa esimerkkihuoneessa tilankäyttöä on tehostettu sijoittamalla koneet niin, että ne jakavat huoltotilan, jolloin molemmille koneille ei tarvitse erikseen varata huoltotila. Ilmanvaihtokoneiden optimaalisella sijoittamisella päästään noin 8 % tilansäästöön esimerkkihuoneessa. Huoltotila on merkitty läpinäkyvin laatikoin koneiden välissä. (Kuva 11.)



Kuva 11. Ilmanvaihtokoneet jo suunnitellussa ilmanvaihtohuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

5.4 Läpiviennit

Kanavien, putkien ja kaapeliratojen läpiviennit tulee sijoittaa tilankäytön kannalta edullisimpaan paikkaan. Yleisesti laipioläpiviennit pyritään sijoittamaan mahdollisimman ylös, ylempään kanteen alle. Vastaavasti kansiläpiviennit pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle huoneen laipioita, eikä keskelle huonetta. Läpivientien sijoittamiseen vaikuttaa kuitenkin runkoluokitus, mahdolliset kansien eristeet sekä alueiden sijainti, jonne kanavat on tarkoitus viedä. Myös läpivientien tyypit vaikuttavat tilankäyttöön. Onkin suositeltavaa, että läpivientityypit valitaan tilankäytön kannalta järkevimmällä tavalla. Perustuen haastatteluihin voidaan arvoida, että läpivientien tilankäyttöön pystytään vaikuttamaan yleisesti noin 1-2% ilmanvaihtuhuoneessa. Esimerkki ilmanvaihtuhuoneessa ei juurikaan ole vaihtoehtoja läpivientien sijoittamiselle, joten kyseissä huoneessa tilankäytön säästö ei ole merkittävä. Esimerkkihuoneen läpiviennit on sijoitettu laipioiden lähelle (kuva 12).



Kuva 12. Jo suunnitellun esimerkkihuoneen läpivientejä (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

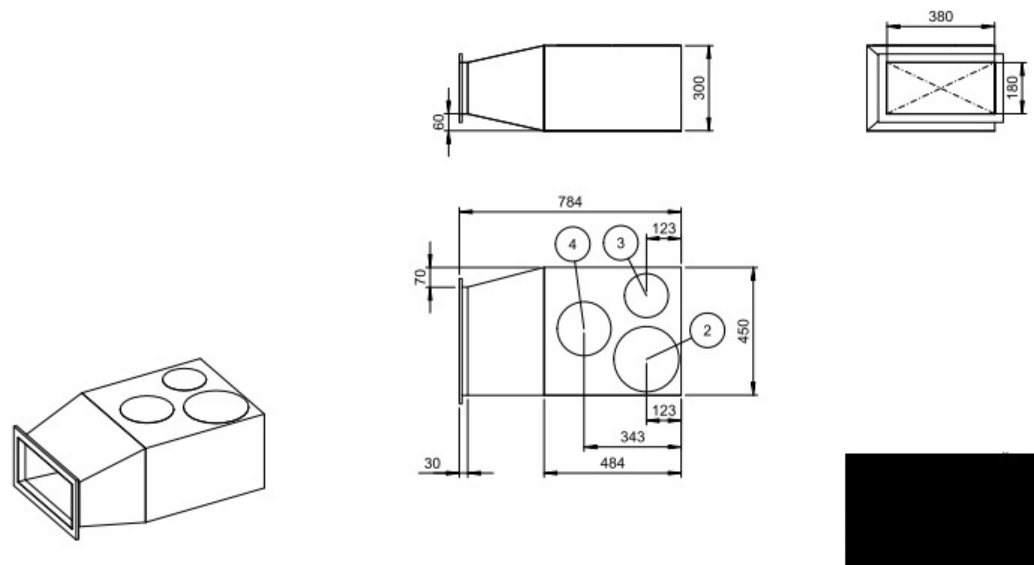
5.5 Tilansäästö kanavissa

Käytetään mahdollisimman pieniä kanavia, mutta niin, että ei ylitetä kanavassa sille määritettyä ilman maksiminopeutta. Suositetaan spirokanavia suorakaidekanavien sijaan, koska niissä voidaan käyttää hieman nopeampi ilmannotteuksia, jolloin kanavan koko on

pienempi. Spirokanavan suositeltu nopeus on 10m/s ja maksimi nopeus 15m/s, kun taas suorakaidekanavan suositeltu nopeus on 8 m/s ja maksiminpeus 10 m/s.

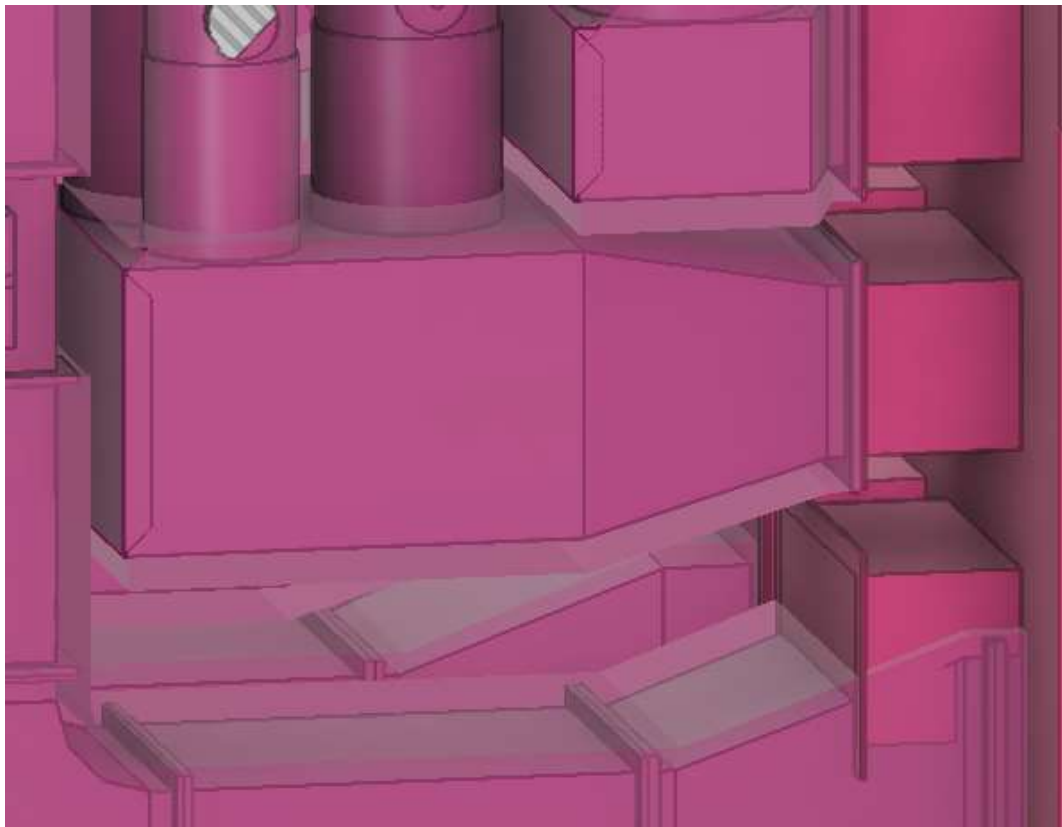
Spirokanavilla voidaan säästää tilaa maksimissaan noin 1 % verran ilmanvaihtohuoneessa. Tässä tulee kuitenkin ottaa huomioon, että telakalla pyritään käyttämään standardi suorakaidekanavien osia sen muiden hyötyjen vuoksi ja lisäksi tietyissä paikoissa suorakaidekanavat saadaan sopimaan tilaan paremmin.

Tämän lisäksi tilansäästöä voidaan saavuttaa käyttämällä esivalmistekanavia. Esivalmistekanavat ovat paremmin muokattavissa kuin standardiosat, joka mahdollistaa yleensä paremman tilan hyödyntämisen. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että telakat yleensä suosivat standardiosia niiden muiden hyötyjen takia, niin kuin jo edellä todettiin. Esivalmisteesta (kuva 13) voidaan tehdä halutun muotoinen ja sen avulla pystytään yhdistämään linjoja.



Kuva 13. Yleinen esimerkki esivalmistekanavan piirustuksesta huoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

Alla näytetään esivalmistekanava esimerkkihuvoneessa (kuva 14). Voidaan arvioida, että esivalmistekanavia käyttämällä voidaan päästä noin 2-3 % tilansäästöön yleisesti. Esimerkkihuvoneessa arvioitu tilansäästö on noin 1 %.



Kuva 14. Kanavaesivalmiste jo suunnittelussa esimerkkihuvoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

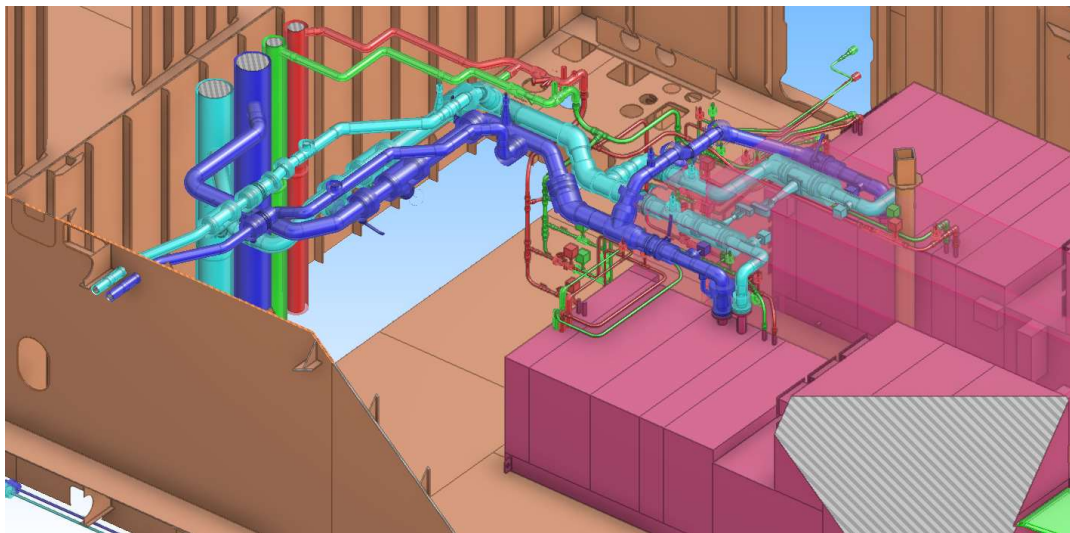
5.6 Tilansäästö jäähdytys- ja lämmitysputkissa

Jäähdytys ja lämmitysputkien koko ei yleensä ole kovin iso, mutta niiden ongelmaksi muodostuu linjojen ilmaus ja ilmauksessa käytettävien venttiilien tilan tarve. Linjojen korkeimpiin kohteeseen tulee asentaa ilmaus, jotta ilma saadaan pois putkesta ja se ei häiritse järjestelmän toimintaa. Jäähdytys- ja lämmitysputkissa tuleekin välttää turhia korkeuden vaihteluita ja etenkin minimoida ilmataskut. Näin päästään eroon myös turhista ilmauksista, ja pystytään minimoimaan ilmausten aiheuttama ”turha” tilankäyttö.

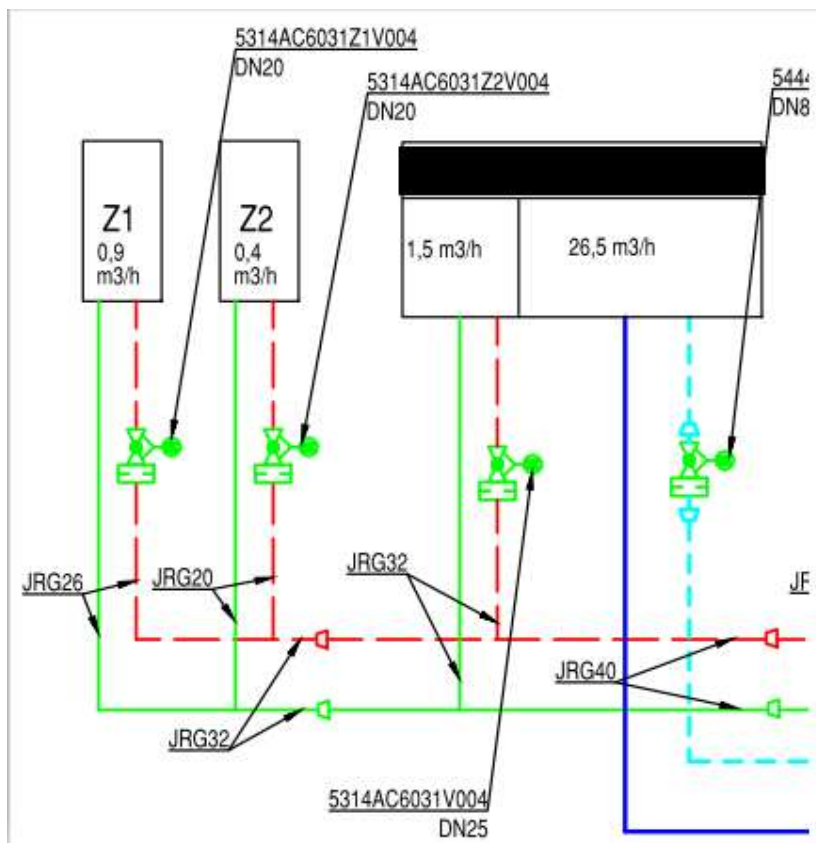
Toinen keino minimoida jäähdytys- ja lämmitysputkien tilankäyttö on materiaalivalinnat. Putket ovat joko muovi- tai teräsputkea. Muoviputket ovat toki halvempia ja kevyempiä, mutta tilankäytön kannalta ne eivät ole optimaalisin valinta. Muoviputkiston

kokoamisessa tarvitaan paljon tilaa vieviä mutka paloja ja erilaisia liittimiä, joilla osat, saadaan kiinni toisiinsa. Teräsputket voidaan taas hitsata toisiinsa, jolloin liitospaloja ei tarvita sekä teräsputkesta saadaan tehty juuri halutun muotoinen.

Perustuen haastatteluihin, voidaan arvioida, että jäähdytys- ja lämmitysputkistoissa optimaalisella suunnittelulla voidaan saavuttaa noin 1-2 % tilansäästö. Jo suunnittelussa esimerkkihuoneessa tilansäästö on arviolta noin 1%. Alla olevassa kuvissa näytetään esimerkkihuoneen jäähdytys- ja lämmitysputkistoja (kuva 15) ja esitetään kyseisen huoneen jäähdytys- ja lämmitysveden kaavio, josta näkyvät putkimateriaalit ja tarvittavat venttiilit (kuva 16).



Kuva 15. Jäähdytys ja lämmitysvesiputkistot esimerkkihuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä)



Kuva 16. Esimerkkihuoneen koneen AC-xxx jäähdytys- ja lämmitysputkiston kaavio (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä). Siniset linjat ovat jäähdytysputkistoja. Vihreät ja punaiset linjat ovat lämmitysputkistoja. Z1 ja Z2 ovat koneen omia lämmityspattereita.

5.7 Jälkilämmityspattereiden minimointi

Ilmastointikoneessa on yleensä kolme lähtöä, joilla kullakin oma lämmityspatteri ilmastointikoneen sisällä, sekä niiden lisäksi yksi vapaalähtö, josta lähtevät kanavat mahdollisesti tarvitsevat jälkilämmityspatterit. Samaa lämmityspattertiin voidaan yhdistää samaa aluetta palvelevat linjat.

Esimerkki.

Kahdelle eri kasinolle menee yhteensä kaksi kanavaa ja 3 ravintolaan kuhunkin 1 kanava eli yhteensä 3 kanavaa. Ilmastointikoneessa on vapaana 2 lähtöä, joista toinen sisältää koneessa olevan lämmityspatterin, ja toiseen tarvitaan jälkilämmityspatterit. Tällöin kytetään ravintolan 3 kanavaa lähtöön, jossa on jo lämmityspatteri itse

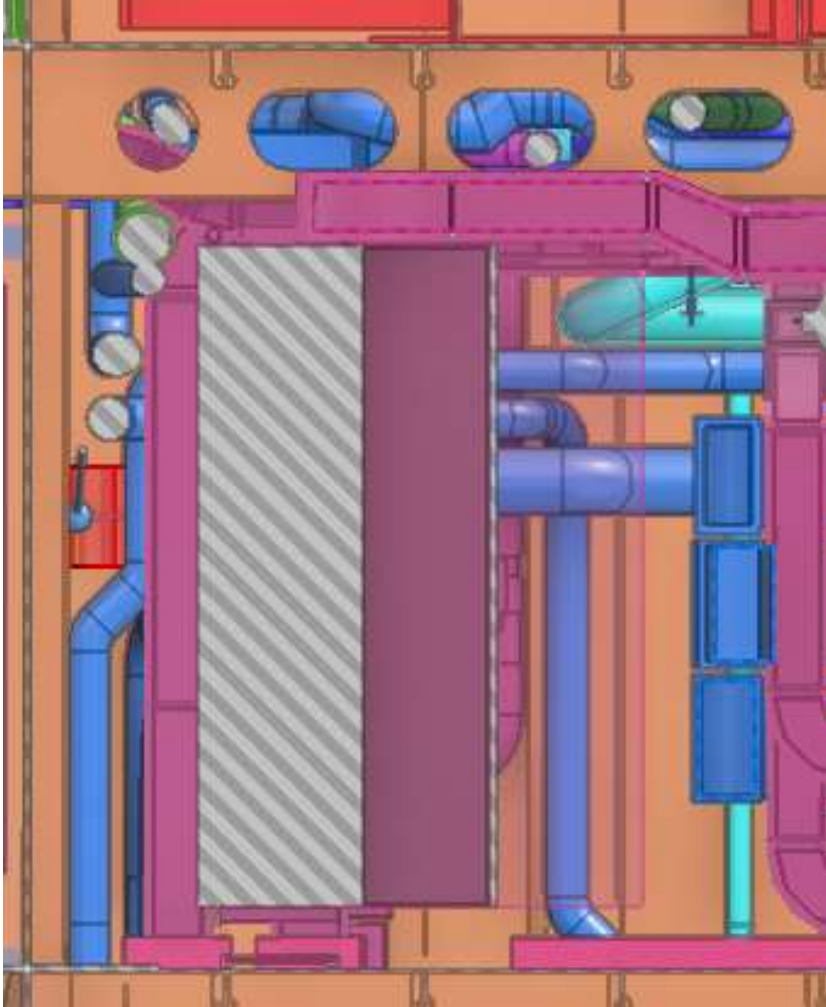
ilmastointikoneessa, jolloin lämmityspattereita tarvitaan ainoastaan casinolle kahteen linjaan, ravintolan kolmen linjan sijasta.

Jälkilämmityspattereiden minimoinnilla voidaan siis säästää tilaa. Tilansäästön suuruus riippuu kuitenkin paljon siitä, kuinka monta lämmityspatteria pystytään välttämään.

Esimerkkihuoneessa ei ole tarvittu yhtäkään jälkilämmityspatteria, mutta voidaan arvioida, että jälkilämmityspattereiden minimoinnilla voidaan säästää noin 1 % tilaa.

5.8 Vapaa-aukkojen hyödyntäminen T-palkeissa ja muissa rakenteissa

Valitettavan usein vastaan tulee ilmastointihuoneita, joissa ei ole hyödynnetty T-palkkien vapaa-aukkoja. Tällöin turhaa tilaa jää ylemmän kannen ja kavavien väliin. Hyödyntämällä T-palkkien vapaa-aukot mahdollisimman hyvin, voidaan säästää tilaa ilmastointihuoneessa. Jos ilmanvaihtuhuoneessa pystyttäisiin hyödyntämään kaikki vapaa-aukot, tilansäästö on arviolta noin 4-5 % luokkaa. Kuvassa 17 näytetään esimerkkihuoneen hyödyntämättömät vapaa-aukot, joilla tilaa oltaisi voitu säästää noin 2%.



Kuva 17. Hyödyntämättömät vapaa-aukot esimerkkihuoneessa (Lähdeviittaus poistettu julkisesta opinnäytetyöstä).

5.9 Modulaaristen peltien välttäminen

Kun kanavan kokoa kasvatetaan tarpeeksi, joudutaan käyttämään modulaarista peltiä. Modulaarisella pelillä tarkoitetaan peltiä, jossa on tavallaan yhdistetty kaksi pienempää peltiä ja tällöin myös pellin toimilaitteita on kaksi ja ne ovat vastakkaisilla sivuilla. Jokaiselle toimilaitteelle on oltava pääsy, joten reitti molemmille toimilaitteille on järjestettävä. Pyritään siis pitämään kanavan koko sellaisena, että modulaarista peltiä ei tarvita. Kuvassa 3 esitetään peltien standardi, josta näkyy koot, jolloin modulaarista peltiä

käytetään. Eli esimerkiksi kun sulkupellin leveys kasvaa yli 1600 mm:n tai korkeus yli 1200 mm:n käytetään modulaarista peltiä. Modulaarinen pelti ei itsessään vie paljoa tilaan, mutta kun molemmilla puolilla oleville toimilaitteille on järjestettävä kulku, voi modulaarinen pelti vaikuttaa paljonkin tilankäyttöön, arviolta pahimmillaan noin 4-5 %. Esimerkkihuoneessa ei ole käytetty modulaarisia peltejä, joten siellä ei ole niistä johtuvaa hukkatilaa.

6 PÄÄTELMÄT

Ilmanvaihtohuoneille ei anneta paljoa tilaa risteilijöissä, koska ne ovat niin sanottua tuotamatonta tilaa. Tämän takia iv-huoneissa onkin usein todella ahdasta ja ilmanvaihtohuoneiden järjestelmiä on vaikea saada mahtumaan huoneeseen. Ilmanvaihtohuoneiden läpi kulkee myös järjestelmiä, joita ei itse ilmanvaihtohuoneessa tarvita vaan ne vain tuodaan ilmanvaihtohuoneen läpi, koska muuta reittiä niille ei välttämättä löydy. Tämä tuo oman lisähaasteensa ilmanvaihtohuoneen tilankäyttöön, etenkin jos huoneen läpi täytyy tuoda isoja järjestelmiä kuten pakoputkisto.

Erilaiset säännöt ja vaatimukset asettavat omat haasteensa ilmanvaihtohuoneen suunnittelulle. Tarpeeksi leveät kulkuväylät, toimilaitteiden huollettavuus sekä koneiden ja puhaltimien huoltotilat vaikuttavat säännöistä eniten tilankäyttöön. Säännöt ja vaatimukset vaihtelevat luokituslaitoksen ja tilaajan mukaan.

Tilankäyttöön vaikuttavat paljon telakan käyttämät materiaalit ja koneet. Tietyn valmistajan koneilla ja oikeilla materiaaleilla voidaan säästää suhteellisen paljon tilaa. Suurimaksi tilan säästäjäksi nousi kuitenkin aikataulutus, jonka johdosta voi syntyä suurta hukkatilaa. Jos perussuunnittelu on myöhässä myös muutoksien todennäköisyys lisääntyy, joista usein seuraa hukkatilaa. Aikataulutuksen lisäksi ilmanvaihtohuoneen tilankäyttöön vaikuttaa paljon se, miten ilmanvaihtokoneet sijoitetaan ilmanvaihtohuoneeseen. Ilmanvaihtokoneesta lähtevien suurien kanavien viemä tila huoneesta on suhteellisen suuri, jonka takia isot kanavat tulisi pitää mahdollisimman lyhyinä. Tämän lisäksi on myös muitakin keinoja säästää tilaa, joista tärkeimpiä ovat esimerkiksi vapaa aukkojen hyödyntäminen, esivalmisteiden suosiminen sekä turhien venttilien ja ilmausten välttäminen jäähdytysputkissa.

Tämän työn pohjalta voidaan todeta, että tilankäyttöön pystytään vaikuttamaan suunnitteluvaiheessa arvion mukaan jopa yli 20 %, mikäli kaikki järjestelmät pystytään saamaan huoneeseen optimaalisesti. Tämä ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollista ja todellisuudessa iv-huoneessa voidaan saavuttaa maksimissaan 15 %:n tilansäästö. Esimerkki-ilmanvaihtohuoneessa esitettyjen keinojen avulla tilansäästö on noin 12 %. On kuitenkin huomattavaa, että jokainen ilmanvaihtohuone on omanlaisensa ja kahta täysin samantyyppistä ilmanvaihtohuonetta ei ole. Tämän takia tilankäytön säästäminen on täysin huonekohtaista. Lisäksi tulee huomioida, että vaikka tilansäästö ei prosentuaalisesti olisi kovin

suuri, esitetyt keinot voivat auttaa ratkaisemaan jonkin tietyn yksittäisen tilankäyttöön liittyvän ongelman ilmanvaihtohuoneessa.

Parhaimmillaan tilaa voidaan säästää ilmanvaihtohuoneessa niin paljon, että tilalle voidaan harkita jotain muuta käyttöä, kuten varastotilaa. Tämä kuitenkin vaatisi sen, että säästetty tila syntyisi juuri sopivaan paikkaan ilmanvaihtohuoneessa, jotta sitä voitaisi hyödyntää esimerkiksi varastotilana. Tässä työssä esitetyt keinot tilan säästämiseen toimivat parhaiten suunnittelijan apuvälineenä. Ne helpottavat suunnittelijaa etsimään keinot, joilla kaikki tarvittavat järjestelmät saadaan mahdutettua suunniteltavaan ilmanvaihtohuoneeseen.

LÄHTEET

Sance 2020b. Liite 1. Ilmanvaihtohuoneiden suunnittelijoiden haastattelut. Kolme LVI-suunnittelijaa. Henkilöiden nimet kirjoittajan tiedossa. 18.3.2020. Sance Oy.

SOLAS 2004. International Convention for the safety of life at sea 2004. SOLAS requirements applicable as on July 1 2004. PDF-dokumentti.

Liite 1. Iv-huoneen suunnittelijoiden haastattelut 18.3.2020

Opinnäytetyö - Iv-huoneiden tilankäytön tehostaminen - Haastattelujen yhteenveto

Haastattelija Tuomas Himberg

Haastateltu kolmea eri ilmanvaihtohuoneen suunnittelijaa, joiden pohjalta tämä yhteenveto on tehty. Suunnittelijoiden nimet ovat haastattelijan tiedossa.

Esitetyt kysymykset ja yhteenveto vastauksista:

- Mitkä asiat määrittävät eniten ilmastointihuoneen tilan käyttöä?
 - AC-koneet ja niistä lähtevät suuret kanavat.
 - Koneiden, komponenttien ja puhaltimien huoltotilat
 - Komponentteihin käsiksi pääsy
- Mitkä asiat ovat vaikeinta saada mahtumaan ilmastointihuoneeseen?
 - Ac-koneet ja niiden isot kanavat ovat hankalimpia
 - Jäähdytys-/lämmitysputkistot, etenkin niiden venttiilit
 - Jälkilämmityspatterit jos niitä on useita
- Mille asioille teet ensimmäisenä tilavaurauksen?
 - Koneille ja isoille kanaville ensin ja sen jälkeen oikeastaan suuruusjärjestyksessä suurimmasta pienimpään
- Miten tilankäyttö voidaan minimoida eri järjestelmillä?
 - Lyhyet kytkentämatkat ja suorat vedot
 - Läpiviennit huoneen reunoille tai ylemmän kannen alle mahdollisuuksien mukaan
 - Ilmausten minimointi
- Miten materiaalit vaikuttavat tilankäyttöön?
 - Kanavissa esivalmisteiden suosiminen
 - Putkissa käytetään teräsputkea muoviputken sijaan, jotta vältetään turhia liitospaloja
 - Modulaaristen peltien välttäminen saattaa olla järkevää joissain tilanteissa
- Miten koneet ja puhaltimet tulee sijoittaa?
 - Huoltotilojen suuruus tulee varmistaa, jotta koneet ja laitteet päästään huoltamaan sekä niihin päästään käsiksi
 - Puhaltimien kätisyydet
- Muita yleisiä vinkkejä/näkökulmia tilankäyttöön liittyen?
 - Kanavien ilmanopeuksien kasvattaminen
 - Perussuunnittelun myöhästyessä voi tulla myöhäisiä muutoksia, jotka voivat aiheuttaa hukkatilaa
 - Rungon rakenteiden ja aukkojen hyödyntäminen reitityksessä