

Inneklimat ombord

Här snålas det inte med friskluften

Att ventilera, värma upp och luftkonditionera ett stort fartyg är en svår konst. Det är många olika faktorer som påverkar inneklimatet. Det faktum att fartyget ena månaden kan befinna sig i Söderhavet och nästa månad i Ishavet, gör det extra knepigt att lösa komfortproblemen.

av Hans Svensson

På ett passagerarfartyg där byggkostnaden per m² "intäktsyta" kan vara upp till 2-3 ggr så hög som för ett motsvarande hotell på land är också utnyttjningsgraden i

form av personbelastning och annan värmebelastning mycket högre än för byggnader på land.

Ombord på passagerarfartyg, där vädret, eller byggkostnaden,

på en m² "intäktsyta" eller en m³ rumsvolym är förhållandevis hög, är det viktigt att alla utrymmen utnyttjas effektivt. Detta för med sig en efter landförhållanden hög belastning av både personer och utrustning per m². Storleken på fönster i både hytter och publika rum har de senaste åren också haft en kraftig tendens att öka. Det är nu inte ovanligt att större delen av passagerarhytterna har panoramafönster med balkongdörr som tillsammans är mer än 4 m².

Dessa faktorer gör tillsammans att värmebelastningarna per m² blir ganska höga. I en standardhytt för två personer ligger värmebelastningen under eftermiddagen runt 50 W/m² och i en hytt med panoramafönster är 80 W/m² inte ovanligt. Även lufthastigheten i kanaler, och därmed fläkttrycken, blir höga p g a platsbristen.

Extrem dimensionering

Typiskt för en fartygsanläggning är att alla rum dimensioneras för maxbelastning med solen i den mest "ofördelaktiga" riktningen. Fartygets alla sidor räknas som södersidor eftersom fartyget när som helst kan ändra kurs. För varje rum måste således den största sidan med fönster alltid antas vara vänd mot söder med 30° solvinkel eller alternativt, om rummet ifråga har ett solbelyst däck, måste man anta att solen står i zenit. Fartyget kan ju tänkas trafikera skandinaviska vatten likaväl som tropiska.

Denna fartygets rörlighet mellan olika klimatzoner medför naturligtvis också att kylkapaciteten måste vara dimensionerad efter tropiska förhållanden likaväl som uppvärmningskapaciteten bör vara dimensionerad efter vinterförhållanden liknande dem vi har i Skandinavien.

Internationell standard

Fundamentala dimensioneringsregler och förslag på lämpliga ute- och innekonditioner finns beskrivna i en internationell standard från 1985 - ISO 7547. Standarden är framför allt avsedd att användas vid dimensionering av luftkonditioneringsanläggningar för handelsfartyg men mycket är tillämpligt även för större fartyg som färjor och moderna kryssningsfartyg.

De snabba förändringarna i fartygets ytter-konditioner samverkar med likaledes plötsliga aktivitetsförändringar inne i fartygets olika avdelningar till kraftiga svängningar i kyl- och värmebehov. Passagerarna rör sig mellan olika utrymmen som hytter, frukostmatsal, däcks- och andra inre rekreationsområden som affärer, gym, bibliotek etc, och sedan lunchrum, barer, middagsmatsal, casino, disco, nattklubbar o s v. Både ventilationsbehov och kylbe-

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| <i>HYTT, STANDARD</i> | <i>50 W / m²</i> |
| <i>LYX-HYTT MED STORT FÖNSTER</i> | <i>80 W / m²</i> |
| <i>RESTAURANG, STÖRRE</i> | <i>60 - 80 W / m²</i> |
| <i>RESTAURANG, MINDRE</i> | <i>125 - 140 W / m²</i> |
| <i>CASINO</i> | <i>130 - 150 W / m²</i> |
| <i>BAR</i> | <i>80 - 100 W / m²</i> |

Värmebelastningar per kvadratmeter i olika utrymmen ombord.

| | <i>ISO - 7547 (HANDELSFARTYG)</i> | <i>BYGG SPEC (PASSAGERARFARTYG)</i> |
|--|---|---|
| <i>SOMMAR, PRIMÄR UTE INNE</i> | <i>35°C ; 70% RF 27°C</i> | <i>35°C ; 80% RF 25°C</i> |
| <i>SOMMAR, SEKUNDÄR UTE INNE</i> | <i>28°C ; 80% RF 24°C</i> | <i>28°C ; 80% RF 22°C</i> |
| <i>VINTER UTE INNE</i> | <i>-20°C +22°C</i> | <i>-15°C (-25°C) +22°C</i> |

En internationell standard för ute- och innekonditioner finns som kan användas både för handelsfartyg och passagerarfartyg.

hov varierar således kraftigt under dygnets olika timmar.

Avfuktning av friskluften

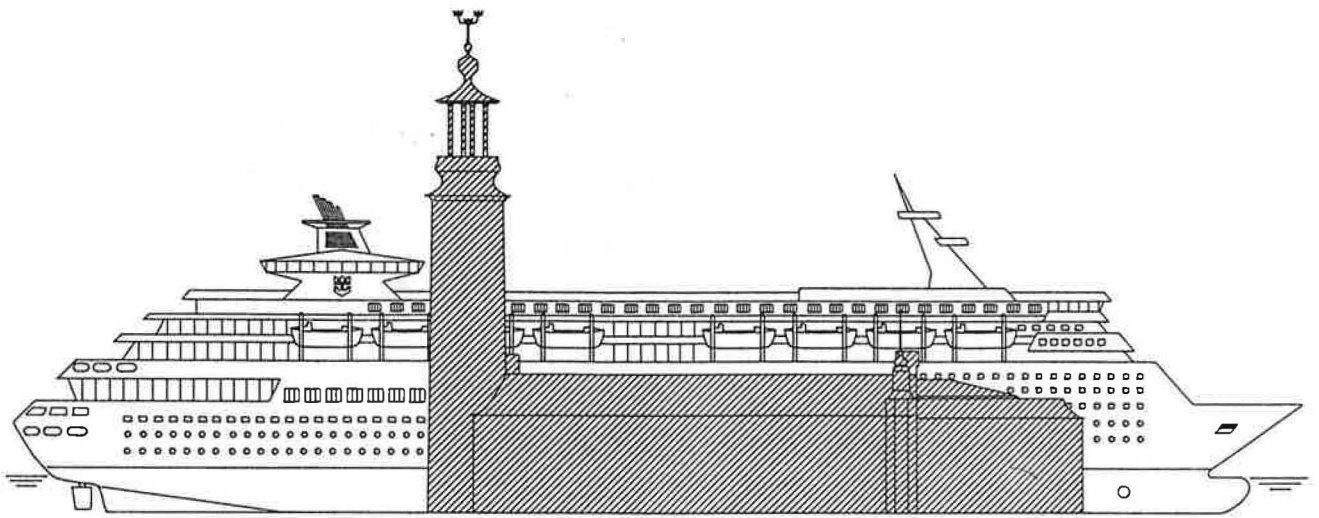
Man ställs genast inför problemet om hur den för maxbelastning dimensionerade anläggningen ska anpassas (regleras) för dellast. I princip har man att välja mellan att antingen variera luftens temperatur eller dess flöde. Metoden att genom en 3-vägs ventil på batteriets kylvattenledning reglera rummets temperatur har vid fuktiga utekonditioner visat sig ha en betydande nackdel i den ofullständiga avfuktningen vid dellast. Vi har här en av förklaringarna till varför vissa fartyg haft problem med fukt och mögel i salonger och andra utrymmen.

Nackdelarna med en konstant luftmängd och en varierande fuktighet och fördelarna med en ofta nedreglerad luftmängd och en konstant låg luftfuktighet gör att VAV-alternativet blir ett lätt val.

Hytter konditioneras därför normalt med ett tvåkanalsystem med individuell automatisk luftmängdsjustering (VAV) och blandning i varje hytt. De större publika rummen betjänas mest ekonomiskt med individuella luftbehandlingsaggregat där rumstemperaturen automatiskt regleras genom en sekvens av luftmängdsreglering (VAV) med ledskenor i fläktinloppet och eftervärmning.

Sjuka fartyg

Rikliga mängder med friskluft är inte endast erforderligt för ventilation av cigaretttrök, utandningsprodukter, etc men är också helt nödvändiga för att upprätthålla en positiv luftbalans i fartygets inredning. En negativ luftbalans förorsakad av för mycket returluft skulle innebära att fuktig uteluft tränger in i fartyget varje gång en ytterdörr öppnas. Detta är den andra av de vanligaste orsakerna till varför fukt och konden-



En storleksjämförelse mellan en modern passagerarfärja och stadshuset i Stockholm. Här handlar det om 100 procent friskluft, automatisk VAV, Regoterm och ett fullt datoriserat kontrollsystem. "Bruttoluftmängd" ungefär 300 m³/sek.

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| | <p>FRÄNLUFT TILLUFT S-VÄGSVENTIL PÅ KALLVATTNET</p> | <p>FRÄNLUFT TILLUFT LEDSKENOR I FLÄKTINLOPPET OCH EFTERVÄRMEBATTERI</p> |
| ANLÄGGNING MED | | |
| VATTENFLÖDE GENOM BATTERIET | VARIERANDE | KONSTANT |
| VATTENTEMP. REGLERING VID KYLMASKIN | KONSTANT TILL KYL-BATTERIER | KONSTANT FRÅN KYL-BATTERIER |
| LUFTMÄNGD | KONSTANT | VARIERANDE |
| LUFTTEMP. EFTER BATTERIET | VARIERANDE | KONSTANT |
| LUFTFUKTIGHET EFTER BATTERIET | VARIERANDE | KONSTANT (LÅG) |

Exempel på avfuktning av friskluften.

sationsproblem kan uppstå. Serviceteknikern som går ombord på de många kryssnings-fartygen i Miami känner lätt igen de sjuka fartygen på den karakteristiska lukt som orsakas av returluft och 3-vägsventiler för kallvatten.

Men detta med rikliga mängder friskluft är egentligen något som aldrig ifrågasatts ombord på fartyg. Detta är en typisk kvarleva från tider innan luftkonditionering ombord var en självklarhet. Stora ventilationsluftflöden gick då åt för att hålla ett drägligt inomhusklimat vid varmare breddgrader.

I en fullkomligt tät konstruktion som ett modernt fartygsskrov i svetsat utförande kan man inte förlita sig på ventilationsbidrag

från läckande ströluft lite här och där. Alla ventilationsbidrag måste vara noggrant planerade och tillgodosedda med fläktar, tilluftskanaler, frånluftskanaler, överluftskanaler, etc.

Roterande värmeväxlare

De stora luftmängderna och de extrema konditionerna medför både höga investeringskostnader och driftskostnader för luftbehandlingsanläggningen. Utvecklingen av den roterande värmeväxlaren av hygroskopisk typ, och av obrännbart material, i samband med oljekrisen i slutet på 70-talet kom därför mycket lägligt. 100 % friskluft skulle med de stigande energikostnaderna blivit en alltför kostsam affär utan det energiåter-

vinnande Regoterm-hjulet. Den roterande värmeväxlaren medförde plötsligt att en anläggning med 100 % friskluft drog mindre kyleffekt än en anläggning med ur luftbalanssynpunkt maximal returluftmängd (ung 40 %). Sanitärluft kunde ju även utnyttjas i Regotermen.

Effektförbrukning

I och med användning av både VAV och roterande värmeväxlare har man angripit den största av luftkonditionsanläggningens effektförbrukare, kompressorerna, på dess båda fronter:

Erforderlig kyleffekt. P kW, för luftkondanläggning kan ju enkelt uttryckas genom förhållandet

$$P = Q \times Dh \times 1.2 \quad (1), \text{ där}$$

$$Q = \text{luftmängd, m}^3/\text{s}$$

Dh =erforderlig entalpiminskning av luften över kylbatteriet, kJ/kg, °C

1.2 =värdet av luftens densitet (vid 20°C), kg/m³.

Med VAV-regleringen angriper man den ena av de två variabla faktorerna i detta uttryck. Den totala sammanlagda maxluftmängden

Hans Svensson är projektledare vid Fläkt Marin AB i Göteborg.





man beaktar storleken av många av de anläggningar som redan är byggda eller planeras.

Stora anläggningar

Det lär inte finnas något hotell i Skandinavien med fler sängplatser än Viking Lines finlandsfärja M/S Mariella (Wärtsilä 1985) med sina 2 500 sängplatser för passagerare. Royal Viking Hotel, ett av Stockholms största, har 600 sängplatser och en tilluftsmängd på ca 46 m³/s. Luftkonditionerad bruttoluftmängd på M/S Mariella är 125 m³/s uppdelat på 35 centralaggregat. Motsvarande luftmängd på Carnival Cruise Lines M/S Jubilee (Kockums 1986) är 200 m³/s, uppdelat på 50 centralaggregat. Bruttoluftmängden för ett sådant jätteprojekt som det planerade norska "fartyget" World City blir mycket nära den i detta sammanhang oerhörda siffran 1000 m³/s!

Och 100 % friskluft lär det bli. Friskluften och inneklimatet har blivit ett medel i konkurrensen om kryssningspassagerarna. ■

Q_B (Brutto) av alla anläggningens luftbehandlingsaggregat reduceras till ett nettovärde Q_N

$$Q_N = Q_B \times (SLCF) (2)$$

där SLCF är en faktor som populärt brukar benämnas samtidigthetsfaktor eller Simultaneous Load Correction Factor. Storleken av denna faktor beror på i vilken omfattning man med reglersystemet lyckas exploatera den faktiska potential som motsvaras av de verkliga belastningsvariationerna.

Den andra av de två faktorerna i sambandet (1) angrips med den

roterande värmeväxlaren, som reducerar ingångsvärdet av entalpien till kylbatteriet.

Övriga effektförbrukare i luftkonditioneringsystemet är fläktar och pumpar och även dessa effekter hålls i schack av de två energireduceringsflaggskeppen VAV, som reducerar fläkteffekten, och Regoterm som indirekt reducerar erforderlig effekt för både kallvattenpumpar och sjövattpumparna för kondensatorerna. Betydelsen av att utnyttja alla möjligheter till energibesparingar förstås lätt om

Installera utan att tappa ur systemet



Blockeringsverktyg för 10 olika dimensioner ligger i praktisk väska.

En "ballong" på varsin sida om ingreppet i rörsystemet är allt du behöver. Montera två NOTAP blockeringsdon och flödet är stoppat på ca 5 minuter utan att du behöver tappa systemet. NOTAP är en ny patenterad metod att göra ingrepp i känsliga rörsystem utan tappning, utan luftning, på kortare tid, med bättre arbetsmiljö. Fungerar lika bra på järn, koppar- eller plast-rör. Oavsett om det är vatten, syra, olja eller gas i dem. Vem kan nu konkurrera med dig när du installerar cirkulationspumpar, givare, ventiler, påstick eller reparerar läckage?

Vill du veta mer? Skicka in kupongen!
 Sänd oss Er video som lån 14 dgr.
 Sänd övrig information.

Namn _____

Företag _____

Adress _____

Skickas till: Notap AB, Box 121
 614 00 SÖDERKÖPING

vvs & energi 9/88



NOTAP AB

ett Pentronic - Proco företag
 Tel. 0121 - 139 29 • 0490 - 231 20