



CHALMERS



En jämförande studie om köldmedieläckage ombord på fartyg och landbaserade anläggningar

Examensarbete inom Sjöingenjörsprogrammet

JOACIM ANDRÉASSON
WILLIAM BAND

RAPPORTNR. SI-17/198

En jämförande studie om köldmedieläckage ombord
på fartyg och landbaserade anläggningar

JOACIM ANDRÉASSON
WILLIAM BAND

Institutionen för sjöfart och marin teknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2017

**En jämförande studie om köldmedieläckage ombord på fartyg och
landbaserade anläggningar**

A comparative study of refrigerant leakage on board ships and land-based
facilities

JOACIM ANDRÉASSON
WILLIAM BAND

© JOACIM ANDRÉASSON, 2017.

© WILLIAM BAND, 2017.

Rapportnr. SI-17/198
Institutionen för sjöfart och marin teknik
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

Fartyg under gång i Göta älv (Bild tagen av William Band)

Tryckt av Chalmers
Göteborg, Sverige, 2017

En jämförande studie om köldmedieläckage ombord på fartyg och landbaserade anläggningar

JOACIM ANDRÉASSON

WILLIAM BAND

Institutionen för sjöfart och marin teknik

Chalmers tekniska högskola

Sammanfattning

Ett köldmedium är den vätska som cirkulerar i en kylanläggning och är väsentlig för en kylanläggnings funktion och effektivitet. När ett läckage av någon anledning sker av ett köldmedium ut i atmosfären bidrar detta bland annat till negativa miljöeffekter och dyra kostnader då nytt köldmedium måste fyllas på i anläggningen. Tidigare studier och även detta examensarbetets resultat pekar på att köldmedieläckaget är större från kylanläggningar ombord på fartyg än anläggningar iland. Vad detta beror på, hur stora läckageskillnaderna är mellan fartyg och landanläggningar samt hur läckaget kan minskas besvaras i denna studie.

För att framställa ett köldmedium med de önskvärda köldmedieegenskaperna har branschen genom åren producerat många olika köldmedier. Flertalet köldmedier har också fasats ut då det upptäcktes att de bidrog negativt till växthuseffekten och en förtunning av ozonlagret. Upptäckterna av de negativa miljöaspekterna gjorde att innehavare till kylanläggningar ombord på fartyg och landanläggningar är skyldiga att rapportera sina läckage till vardera tillsynsmyndighet. Även personer och företag som arbetar inom området skall inneha certifikat och besitta rätt kunskap.

Personer inom kylbranschen och maskinbefäl ombord på fartyg har bidragit till studiens resultat med hjälp av intervjuer och enkäter. Varför läckaget är större på fartyg än på landbaserade anläggningar visade sig inte ha ett tydligt svar utan snarare beror det på en rad olika faktorer som till exempel vibrationer, lågprioriterat system och i många fall bristfällig utrustning. Resultaten i form av sammanställda läckagerapporter styrker även att läckagen är väsentligt större ombord på fartyg. Rapporterna visar att köldmedieläckagen från landbaserade anläggningar är i genomsnitt 5,11 % medan läckagen från fartygsanläggningar är 12,86 %.

Nyckelord: Fartyg, köldmedium, kylanläggningar, köldmedierapporter, läckage, landanläggningar

Abstract

A refrigerant is the fluid which circulates inside a refrigerant facility and it is essential for the function and efficiency of the refrigerant plant. When a leakage of the refrigerant for some reason occurs in the atmosphere, this contributes to negative effects on the environment and leads to expensive costs due to the fact that new refrigerant has to be refilled in the plant. Previous studies and the results of this thesis indicate that the refrigerant leakage is larger on board ships than in land-based refrigeration plants. The causes for this, the difference in leakage between ships and land-based plants and also how the leakage can be reduced are investigated in this study.

To produce a refrigerant with the desirable refrigerant properties, the industry has produced many refrigerants over the years. The majority of refrigerants have also been phased out when it was discovered that they contributed negatively to the greenhouse effect and the depletion of the ozone layer. The discoveries of these negative environmental aspects resulted in that owners of refrigerant plants on board ships and in land-based facilities are obliged to report their leakage to their supervisory authority. In addition, individuals and companies working in the field must possess certificates and the right knowledge.

Through interviews and questionnaire surveys, people within the refrigeration sector and engineer officers on board ships have contributed to the result of this thesis. Why the leakage is greater on board ships than in land-based plants were found to not have any clear answer, instead it rather depends on a variety of factors. For example: vibrations, low-priority systems and in many cases inadequate equipment. Results, in the form of summarized leakage reports, also confirm that leakage is substantially greater on board ships. The reports show that refrigerant leakage from land-based plants is on average 5,11 % while the leakage from facilities on board vessels is 12,86 %.

Keywords: Ships, refrigerants, refrigeration plants, refrigerant reports, leakage, land-based facilities

Förord

Författarna skulle vilja tacka examensarbetets handledare Cecilia Gabrielii för hennes engagemang och stöd under arbetets gång. Hon har även bidragit med material samt betydelsefulla tankar och idéer för examensarbetets utveckling. Författarna vill även tacka Lars Hansen på Kyleffekt samt Hans Lindberg och Martin Wessberg på Kylkontroll för de givande intervjuerna. Författarna känner tacksamhet till Lina Westberg vid miljöförvaltningen i Göteborgs kommun, Mikael Waldenborg vid miljöförvaltningen i Umeå kommun samt miljöförvaltningen i Uppsala kommun för att de tog sig tid att ta fram och bidra med läckagerapporter för sina respektive kommuner. Alla enkättagare och övriga inblandade personer som på något sätt har bidragit till examensarbetet skall också ha ett stort tack!

Joacim Andréasson & William Band

Innehållsförteckning

Sammanfattning	i
Abstract.....	ii
Förord	iii
Figurförteckning	vi
Tabellförteckning.....	vi
1 Inledning.....	1
1.1 Syfte.....	1
1.2 Frågeställning.....	2
1.3 Avgränsningar	2
2 Teoretisk bakgrund	3
2.1 Köldmediernas funktion och miljöpåverkan.....	3
2.1.1 ODP (Ozone Depletion Potential).....	3
2.1.2 GWP (Global Warming Potential)	3
2.1.3 CFC- HCFC- HFC- köldmedier	4
2.2 Kompressorkylanläggningar.....	6
2.3 Läcksökning	7
2.4 Köldmedierapporter	8
2.5 Utbildning och certifiering.....	9
3 Metod	10
3.1 Litteraturgenomgång.....	10
3.2 Webbaserad enkät	10
3.3 Intervju	10
3.4 Insamling av köldmedierapporter	11
4 Resultat.....	12
4.1 Webbaserad enkät	12
4.2 Intervju	15
4.2.1 Intervju med Kyleffekt.....	16
4.2.2 Intervju med Kylkontroll.....	16
4.3 Insamling av köldmedierapporter	17
5 Diskussion	19

5.1	<i>Resultatdiskussion</i>	19
5.2	<i>Metoddiskussion</i>	21
6	Slutsatser	23
6.1	<i>Förslag på vidare forskning</i>	23
	Referenser	24
	Bilagor	- 1 -
	<i>Bilaga 1</i>	- 1 -
	<i>Bilaga 2</i>	- 2 -
	<i>Bilaga 3</i>	- 3 -
	<i>Bilaga 4</i>	- 5 -
	<i>Bilaga 5</i>	- 9 -

Figurförteckning

Figur 1. Kompressorkylanläggningens uppbyggnad.....	6
Figur 2. Enkätfråga 1	12
Figur 3. Enkätfråga 2	12
Figur 4. Enkätfråga 3	13
Figur 5. Enkätfråga 4	14
Figur 6. Enkätfråga 5	15

Tabellförteckning

Tabell 1. Köldmediers miljöpåverkan	5
Tabell 2. Läckageutsläpp från landbaserade anläggningar.....	17
Tabell 3. Läckageutsläpp från svenskflaggade fartyg.....	18

1 Inledning

I Sverige finns det idag cirka 190 svenskflaggade handelsfartyg med en bruttodräktighet på 300 eller mer (Svensk Sjöfart, 2016). Ombord på dessa, men även alla andra större fartyg finns det alltid någon typ av kylanläggning. Det kan vara för att skapa ett behagligt klimat för besättningen och passagerare eller för att hålla kylar och frysar i rätt temperatur. I dessa anläggningar cirkulerar det ett köldmedium som är helt avgörande för systemets funktion (Andersson et al. 2016)

En kylanläggning är ett slutet system vilket innebär att köldmediet som cirkulerar inte kan passera systemets gränser, det vill säga att systemet kan utbyta energi, men inte partiklar med sin omgivning (Alvarez, 2006). Trots detta så sker det emellertid köldmediumläckage och därför är besättningen på fartyg skyldiga att årligen rapportera in statusen för kylanläggningarna till Transportstyrelsen och om det har förekommit läckage eller inte. Samma princip tillämpas iland där varje innehavare av en kylanläggning skall rapportera in läckagerapporter till sin kommun (SFS 2016:1128).

I en rapport som är framställd för Europeiska Kommissionen framgår det att handelsfartygen står för ett årligt köldmediumutsläpp mellan 20-40 % av anläggningarnas totala installerade köldmediemängd (Schwarz & Rhiemeier, 2007). Det har även gjorts studier på europeiska mataffärer där det årliga köldmediumutsläppet ligger på 3-14 % (Bivens & Lundqvist, 2005). Det skiljer sig alltså markant mellan utsläppen på fartyg och anläggningar iland.

Utsläpp av köldmedium är inte bra då de flesta köldmedium har en negativ effekt på klimatet och bidrar till ett tunnare ozonskikt. Till följd av läckaget måste nytt köldmedium regelbundet fyllas på och det uppstår då onödiga kostnader i form av service/underhåll, inköp av köldmedium och en högre energiförbrukning då anläggningens effektivitet minskar (Tassou & Grace, 2005). Detta arbete vill därför tydliggöra hur stort läckaget verkligen är och hur mycket det skiljer sig från kylanläggningar iland samt vad det beror på och hur det kan åtgärdas.

Ett liknande examensarbete (Hansson & Ghavampouri, 2014) har undersökt hur stort köldmedieläckaget är ombord på svenskflaggade fartyg. De kom fram till att mellan åren 2007-2012 har ett genomsnittligt läckage på 14,17 % ägt rum på svenskflaggade fartyg. Då detta arbete inte innehåller utsläppsrapporter efter 2012, finns det ett behov av arbeten med uppdaterat underlag. Hansson & Ghavampouri har inte heller i sitt examensarbete jämfört läckaget i någon större utsträckning mellan fartygsanläggningar och landbaserade. Examensarbetet undersökte inte heller vad köldmedieläckaget beror på eller hur det kan minskas.

1.1 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka varför det läcker ut mer köldmedium på svenskflaggade fartyg än vad det gör på landbaserade anläggningar samt att ge förslag på hur läckaget kan minskas. Arbetet syftar också till att ge en indikation på hur stora läckagen är.

1.2 Frågeställning

Examensarbetet behandlar en huvudfråga samt två underfrågor.

Huvudfråga

- Varför är köldmediumläckaget större från svenskflaggade fartyg än från landbaserade anläggningar?

Underfrågor

- Hur stora är läckageskillnaderna mellan fartygsanläggningar och landbaserade kylanläggningar?
- Hur kan läckagen på fartyg minskas?

1.3 Avgränsningar

- Köldmedierapporter från 2007 och framåt behandlas endast i studien.
- Arbetet studerar läckaget på kompressorkylanläggningar ombord på svenskflaggade fartyg och på svenska landbaserade kylanläggningar.
- Arbetet fokuserar endast på de fartyg som har rapporterat in köldmedierapporter till transportstyrelsen.
- Eftersom kommuner får in stora mängder köldmedierapporter från landbaserade anläggningar baseras arbetet i möjligaste mån på fem slumpmässigt utvalda årsrapporter från 2007 och framåt. Data från tre kommuner samlas in; Göteborg, Umeå och Uppsala.
- Då livsmedelsbutiker och köpcentrum utgör en stor del av kylanläggningarna iland speglas detta i artiklar och köldmedierapporter. Författarna har därför valt att likställa livsmedelsbutiker och köpcentrum med landanläggningar.
- Den webbaserade enkäten skickades enbart till svenska maskinförare ombord på svenskflaggade fartyg.

2 Teoretisk bakgrund

I detta avsnitt beskrivs köldmediernas miljöpåverkan och det framgår vilka köldmedium som är aktuella och vilka som är förbjudna. Kapitlet beskriver även kompressorkylanläggningars uppbyggnad och dess funktion samt en del om hur läcksökning går till. Dessutom tas det upp vilka regler som finns när det gäller köldmedierapporter samt även utbildning och certifiering av personal samt företag.

2.1 Köldmediernas funktion och miljöpåverkan

Köldmediet är den vätska som cirkulerar i en kylanläggning. Beroende på var i processen den befinner sig så ändrar köldmediet sitt aggregationstillstånd. Detta innebär att köldmediet komprimeras, kondenseras, trycksänks och förångas under processens gång. Det ställs därför stora krav på köldmediets olika egenskaper. Om det skulle uppstå ett läckage i en kylanläggning kommer köldmediet att förångas och strömma ut i atmosfären (Nydal, 2010). Detta är naturligtvis inte bra då flertalet av de köldmedier som används har en negativ effekt på miljön eftersom de bryter ner ozonskiktet och bidrar till växthuseffekten.

Genom åren har många olika typer av köldmedium använts och tyvärr finns det inte ett köldmedium med de perfekta och önskade egenskaperna så som en hög ångdensitet och en hög ångbildningsvärme. Köldmedierna skall heller inte påverka ozonlagret eller bidra till växthuseffekten och de bör inte vara giftiga/brandfarliga (ME Mechanical, 2017). Därför har branschen tvingats kompromissa mellan de olika köldmedieegenskaperna.

2.1.1 ODP (Ozone Depletion Potential)

Ozonlagret i vår atmosfär kan liknas vid ett filter som skyddar mot ultraviolett strålning som kan vara skadligt i för stora mängder. Forskning har visat att ozonskiktet har tunnats ut på grund av utsläpp i atmosfären av bland annat köldmedium. ODP är ett mått på vilken förmåga ett köldmedium har att bryta ner ozon i förhållande till köldmediet R11. R11 är alltså referensämnet och har ett ODP =1. Ett högre värde innebär en kraftigare nedbrytning av ozon (Hundy, Trott & Welch, 2016).

2.1.2 GWP (Global Warming Potential)

Global uppvärmning är förmodligen ett av de mest allvarliga problem som mänskligheten står inför. Detta ökar temperaturer världen över som resulterar i att polarisarna smälter och havsvattennivåerna stiger. Växthuseffekten orsakas av att ett gastäcke bildas i den övre atmosfären. Detta täcke stänger inne värmen och reflekterar värmen tillbaka till jordytan som annars hade sänts ut i världsrymden. Koldioxid (CO_2) bidrar mest till växthuseffekten eftersom det släpps ut i så stora mängder. GWP är ett mått på hur stor inverkan ett ämne har på växthuseffekten i förhållande till 1 kg CO_2 (Hundy, Trott & Welch, 2016).

Efter 2020 kommer köldmedium med ett GWP- värde högre än 2500 vara förbjudet att installeras på nya kylanläggningar (Allt om F-gas, 2017).

2.1.3 CFC- HCFC- HFC- köldmedier

Här förklaras de olika köldmediegrupperna som har använts genom åren och för att enklare kunna följa de olika köldmediernas miljöpåverkan rekommenderas tabell 1 vid fortsatt läsning av underkapitlet 2.1.3.

Under 30- talet introducerades ChloroFluoroCarbon-köldmedier (CFC- köldmedier) på marknaden och dessa var föreningar av klor, fluor och kol. Det första CFC-köldmediet var R12 och tillsammans med andra CFC-köldmedier revolutionerade de kylmarknaden då de verkade ha alla de önskvärda egenskaperna. Framför allt var de ogiftiga, inte brandfarliga och hade goda termodynamiska egenskaper. Efter en tid upptäcktes däremot att CFC-köldmedierna hade en negativ miljöpåverkan. Detta berodde framförallt på att medierna hade ett högt ODP- värde och det togs då fram en ny köldmediegrupp; HydroChloroFluoroCarbon-köldmedier (HCFC- köldmedier) (Hundy, Trott & Welch, 2016). Sedan år 2000 får inte CFC-köldmedierna installeras, användas eller fyllas på i Sverige (Miljöskaraborg, 2017).

HCFC-köldmedierna är föreningar av väte, klor, fluor och kol där den stora skillnaden jämfört med CFC-köldmedierna var att det tillsattes väte. Detta reducerade kraftigt påverkan på ODP- och GWP- värdet (Nydal, 2010). Från och med 1 januari 2015 blev det förbjudet att använda HCFC- köldmedium i befintliga anläggningar (Naturvårdsverket, 2016).

För att ytterligare reducera köldmediernas ozonpåverkan togs så kallade HydroFluoroCarbons- köldmedier (HFC-köldmedier) fram. Dessa är föreningar av väte, fluor och kol. Detta ersättningsalternativ är alltså helt fritt från klor och har framgångsrikt använts i nästan alla kylanläggningar. Även om HFC-köldmedierna inte längre påverkar ozonskiktet negativt så har de fortfarande en stor växthuspåverkan (Hundy, Trott & Welch, 2016).

Det finns även naturliga köldmedier där påverkan på ozonskiktet och växthuseffekten är i princip obefintliga. Exempel på dessa kan vara ammoniak, svaveldioxid, propan, koldioxid och metan. Anledningen till att dessa inte används i en större utsträckning beror på att flertalet är giftiga och/eller brandfarliga (Nydal, 2010).

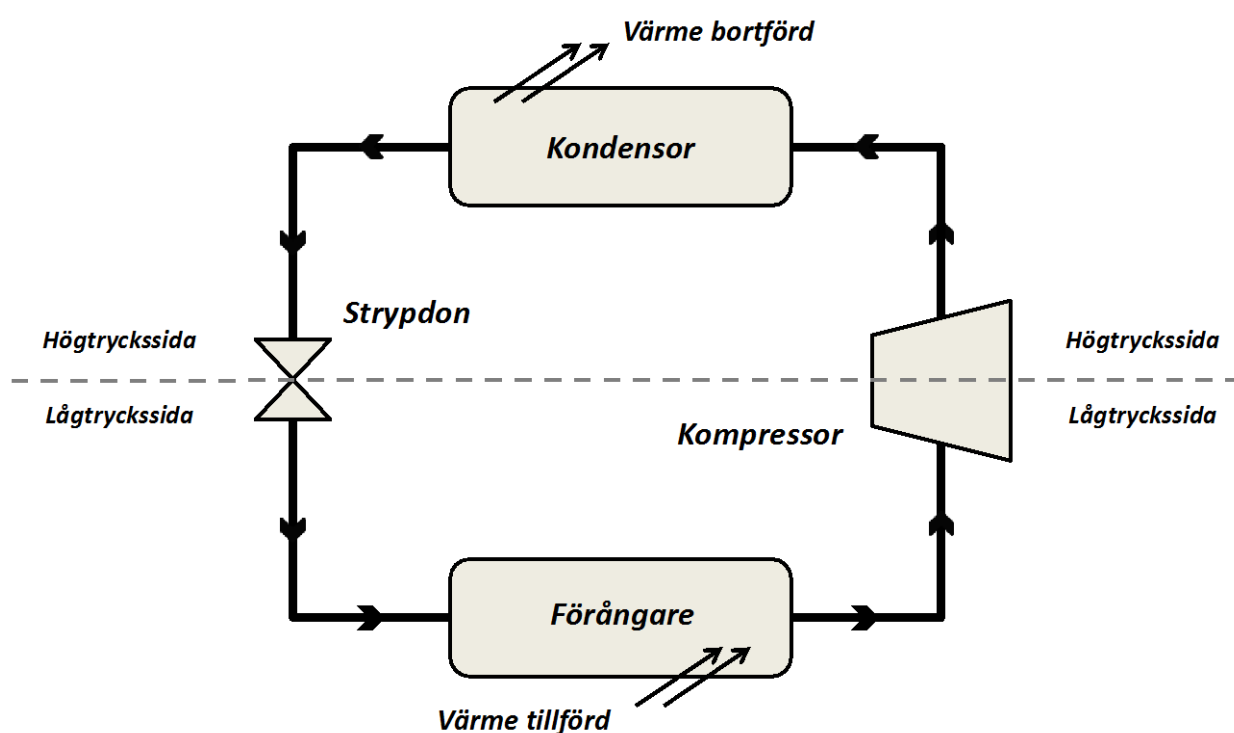
Tabell 1 som är anpassad från Nydal, (2010) beskriver olika grupper av köldmedium där det framgår vilken miljöpåverkan köldmediet har och om det är förbjudet att använda på marknaden eller ej.

Tabell 1. Köldmediers miljöpåverkan

Grupp	Köld-medium	Kemisk Formel	ODP Referensvärde R11=1	GWP Referensvärde CO ₂ =1	Förbjudet
CFC	R11	CCl ₃ F	1,00	4000	CFC-köldmedium är förbjudet sedan 2000.
	R12	CCl ₂ F ₂	1,00	8500	
	R13	CClF ₃	1,00	11700	
	R13B1	CBrF ₃	10,00	5600	
HCFC	R22	CHClF ₂	0,055	1700	HCFC-köldmedium är förbjudna sedan 2015.
	R123	CHCl ₂ CF ₃	0,02	93	
	R124	CHClF ₂ CF ₃	0,022	480	
	R141b	CH ₃ CCl ₂ F	0,11	630	
HFC	R134a	CF ₃ CH ₂ F	0,00	1430	Tillåtna, men fr.o.m. 2020 kommer köldmedier med GWP-värde över 2500 förbjudas.
	R152a	CH ₃ CHF ₂	0,00	124	
	R125	CHF ₂ CF ₃	0,00	3500	
	R32	CH ₂ F ₂	0,00	675	
	R143a	CH ₃ CF ₃	0,00	4470	
HFC-Blandningar	R404a	-	0,00	3706	Tillåtna, men fr.o.m. 2020 kommer köldmedier med GWP-värde över 2500 förbjudas.
	R507	-	0,00	3300	
	R407c	-	0,00	1774	
	R410a	-	0,00	2088	
Giftiga	R717, Ammoniak	NH ₃	0,00	0,00	Tillåtna
	R744, Koldioxid	CO ₂	0,00	1,00	
	R764, Svaveldioxid	SO ₂	0,00	0,00	
Brandfarliga	R50, Metan	CH ₄	0,00	24,50	Tillåtna
	R290, Propan	C ₃ H ₈	0,00	3,00	
	R600a, Isobutan	C ₄ H ₁₀	0,00	3,00	
	R1150,	C ₂ H ₄	0,00	0,00	

2.2 Kompressorkylanläggningar

En kompressorkylanläggning är uppbyggd av fyra huvudkomponenter; förångare, kompressor, kondensor och strypdon. I figur 1 (egen bild) framgår det hur dessa tillsammans bildar en hög- och en lågtrycksida i systemet under drift (Francis, Maidment & Davies, 2016). Kylanläggningar delas även in i stationära och mobila anläggningar där stationära anläggningar kan vara luftkonditionering i hus, kyl- och frysdiskar i butiker, kylanläggningar i ishallar med mera (Svenska Kyl & Värmepumpföreningen, 2017a). Mobila anläggningar är istället när det kylda föremålet är avsett att vara i rörelse så som luftkonditioneringen i personbilar, lastbilar, bussar, tåg, fartyg eller flygplan (Svenska Kyl & Värmepumpföreningen, 2017b).



Figur 1. Kompressorkylanläggningens uppbyggnad

Förångare

Förångaren är den komponent i systemet som tar upp värmen ur det utrymme som skall kylas. Oftast är förångaren uppbyggd som en rörslina med fastpressade lameller, men dess konstruktion kan variera beroende på användningsområde. När köldmediet strömmar in i förångaren är trycket så pass lågt att vätskan börjar koka och därmed förångas köldmediet. Ångan tar upp värmeenergin från förångarens metallväggar och transporteras sedan vidare till kompressorn (Nydal, 2010).

Kompressor

Ånga från förångaren sugas in i kompressorn där den komprimeras till så hög mättningsstemperatur att den kan avge värmeenergi och kondensera. För att värmeupptagningen i förångaren inte skall avstanna, krävs det att kompressorn är i drift så att tryckskillnaden i systemet bibehålls (Nydal, 2010).

Kondensorn

Den komprimerade ångan leds till kondensorn som har till uppgift att avge värmeenergin från ångan som kyls ner till kondenseringstemperatur. Efter att tillräckligt mycket värme har avgivits, kommer ångan att ändra aggregationstillstånd och övergå till vätska. Den avgivna värmen i kondensorn tas upp av ett kylmedel som i mindre anläggningar brukar vara luft, men ombord på fartyg är det oftast sjövattnet som används (Nydal, 2010).

Strypdon

Strypdonets uppgift är att släppa in tillräckligt med köldmedium i förångaren, men även att vara en barriär mellan hög- och lågtryckssidan. I strypdonet sker ett tryckfall, vilket gör att vätskan delvis förångas och förflyttas vidare till förångaren igen (Nydal, 2010).

2.3 Läcksökning

Rapporter från Transportstyrelsen visar på att det läcker ut onödigt mycket köldmedium från anläggningar ombord på fartyg (Hansson & Ghavampouri, 2014). De två vanligaste positionerna på kylanläggningar där köldmedium läcker ut är vid röranslutningar och tätningsytor. (Francis, Maidment & Davies, 2016). Detta är naturligtvis inte bra då detta påverkar miljön som nämnts tidigare, men det bidrar även till att hela anläggningens effektivitet minskar vilket leder till en större energiförbrukning. Även underhållskostnader blir högre och det kan leda till ett eventuellt haveri (Tassou & Grace, 2005).

För att få en kontroll på utsläppen av köldmedier är anläggningarnas läcksökningsintervall reglerad av *Europeiska f-gasförordningen* (EU/517/2014). Fartyg är dock inte inkluderade i det europeiska regelverket utan enbart i *Förordning om fluorerade växthusgaser* (SFS 2016:1128) som är den svenska motsvarigheten. I denna inkluderas både land- och fartygssektorn och hänvisar till det europeiska regelverkets läcksökningsregler. Detta innebär att i Sverige är det samma regler för både land och fartyg (SFS 2016:1128).

Läcksökningsintervallet baseras på köldmediets koldioxidekvivalent (CO_2e). CO_2e beräknas genom att multiplicera ett köldmediums GWP-värde med köldmediets vikt i ton. Detta för att på ett enkelt sätt kunna jämföra hur mycket de olika köldmedierna bidrar till växthuseffekten (EU/517/2014). I *Europeiska f-gasförordningen* (EU/517/2014) framgår det att;

- En anläggning med 5 ton CO_2e eller mer skall läcksökas minst var 12:e månad.
- En anläggning med 50 ton CO_2e eller mer skall läcksökas minst var 6:e månad.
- En anläggning med 500 ton CO_2e eller mer skall läcksökas minst var 3:e månad.

- Om läckagevarningssystem är monterat dubbleras läcksökningsintervallet och vid anläggningar med 500 ton CO₂e eller mer måste läckagevarningssystem installeras.

Svenskflaggade fartyg som aldrig anlöper svensk hamn under ett kalenderår omfattas däremot inte av kravet på läckagekontroll. Detta innebär att de bland annat inte är skyldiga att begränsa köldmedieläckaget till ett minimum, reparera läckaget utan dröjsmål eller ha ett läckagevarningssystem installerat ombord (SFS 2016:1128).

När en kylanläggning skall kontrolleras om det föreligger läckage görs med fördel en indirekt kontroll av anläggningen till att börja med. Det innebär exempelvis att anläggningen ses över visuellt efter oljeläckage samt att rörledningar och korrosion kontrolleras. Under denna indirekta kontroll ges en indikation på kylanläggningens aktuella status. Vidare används den direkta metoden där en elektronisk läcksökare nyttjas för att få vetskap om ett läckage (Vestkyl, 2008). En elektronisk läcksökare är ett instrument som detekterar ett köldmediumutsläpp med en noggrannhet på 5 gram/år. Med detta instrument kontrolleras bland annat kompressorer, flänsförband och rörledningar efter läckage (Morgado, Legras & Clodic, 2010). För den nyfikne läsaren rekommenderas *bilaga 1* där en checklista för service och förebyggande underhåll presenteras.

2.4 Köldmedierapporter

På samma sätt som att en innehavare av en kylanläggning är skyldig att genomföra läcksökning så är även den som är operatör skyldig enligt svensk lag att varje år lämna en rapport till sin tillsynsmyndighet. För landbaserade anläggningar är varje enskild kommun tillsynsmyndighet medan för fartyg är det istället Transportstyrelsen (SFS 2016:1128).

Rapporteringskravet gäller både för fartyg och landbaserade anläggningar, men endast på de anläggningar som under någon del av kalenderåret innehåller minst 14 ton koldioxidekvivalenter (CO₂e) och som samtidigt berörs av de redan tidigare nämnda läcksökningskontrollerna. Rapporten skall lämnas in senast den 31 mars året efter kalenderåret och vara undertecknad av kylanläggningens operatör. I *Förordning om fluorerade växthusgaser* (SFS 2016:1128) framgår det även att rapporten skall innehålla följande punkter;

- Resultatet av de läckagekontroller som gjorts under kalenderåret.
- Information om utrustning som skrotats under kalenderåret.
- De uppgifter som anges i artikel 6.1 i den *Europeiska f-gasförordningen* (EU/517/2014). Till exempel mängd och typ av köldmedium som har installerats, mängd av köldmedium som har fyllts på, mängd av köldmedium som har återvunnits, vilket företag som har utfört service/underhåll, om anläggningen har nedmonterats samt de åtgärder som har vidtagits för att återvinna och avlägsna köldmediet.
- Operatörens organisationsnummer, postadress och faktureringsadress.

- Om utrustningen är stationär skall dessutom adress till fastigheten och fastighetsbeteckning framgå i rapporten.
- En förteckning över utrustningen.
- För utrustning på fartyg skall även fartygets namn, signalbokstäver eller liknande gå att utläsa i rapporten.

2.5 Utbildning och certifiering

Förutom läckagekontroller är det av yttersta vikt att personer och företag som arbetar med kylanläggningar får rätt utbildning. Det är därför reglerat i *Europeiska f-gasförordningen* (EU/517/2014) att medlemsstater ska garantera tillgången av utbildning för fysiska personer som utför följande uppgifter;

- Installation, service, underhåll, reparation eller nedmontering av stationära eller mobila anläggningar.
- Läckagekontroller.
- Återvinning av fluorerade växthusgaser.

Då utbildningen ger ett certifikat är det även reglerat i den *Europeiska f-gasförordningen* (EU/517/2014) vad utbildningen skall innehålla. Detta för att säkerställa utbildningens kvalité i de olika EU-länderna. Nedan listas utbildningens lagstadgade innehåll enligt (EU/517/2014);

- Tillämpliga förordningar och tekniska standarder.
- Förebyggande av utsläpp.
- Återvinning av fluorerade växthusgaser.
- Säker hantering av utrustning av den typ och storlek som omfattas av certifikatet.
- Information om relevant teknik för att ersätta eller minska användningen av fluorerade växthusgaser och säker hantering av denna.

I *Förordning om fluorerade växthusgaser* (SFS 2016:1128) som är det svenska regelverket återfinns de nämnda reglerna om utbildning och certifiering. Där framgår det även att om installation, ombyggnad, reparation eller andra ingrepp på en kylanläggning skall utföras på ett fartyg till sjöss måste det på fartyget finnas en certifierad person. Det är även ett krav att nödvändiga verktyg skall finnas ombord så att arbetet kan utföras med minimala utsläpp till atmosfären. Det framgår även att företag berörs av certifieringskravet (SFS 2016:1128).

Certifikat får endast utfärdas av ett certifieringsorgan som är ackrediterat och har sin verksamhet anmäld hos Naturvårdsverket. Certifikatet gäller dessutom bara i fem år, men för fartyg finns det en del undantag i reglerna. Bland annat så behöver inte någon i besättningen inneha ett kylcertifikat om det svenskflaggade fartyget inte anlöper en svensk hamn under ett kalenderår. Ett rederi berörs inte heller av certifieringskravet för företag så länge underhåll, service eller läcksökning av kylanläggningarna endast sker på rederiets egna fartyg (SFS 2016:1128).

3 Metod

För att besvara detta examensarbetets olika frågeställningar användes flera olika metoder och på så sätt erhålls ett resultat som speglar verkligheten så bra som möjligt. Genom att kontakta land respektive fartygssektorn fick båda parter en möjlighet att uttrycka sin åsikt om varför de tror att köldmediumläckaget är större på fartyg.

3.1 Litteraturgenomgång

Relevant material till arbetets bakgrundsinformation togs fram med hjälp av sökning i Chalmers biblioteksdatas. Förutom vetenskapliga artiklar har även kurslitteratur samt övriga böcker som berör ämnet använts. Denna information är oftast enklare att ta till sig och ämnets sammanhang blir då tydligare. Arbetet behandlar även en del förordningar för att redogöra de lagstadgade kraven.

3.2 Webbaserad enkät

För att på ett snabbt och enkelt sätt nå ut till en stor grupp av människor är enkäter fördelaktigt (Denscombe, 2014). I detta arbete användes denna metod för att på ett smidigt sätt komma i kontakt med en stor mängd maskinpersonal på olika fartyg. Metoden var lämplig då det hade varit väldigt tidskrävande att fysiskt ta kontakt med de ombordanställda. Enkäten skickades ut till 12 rederier som valdes ut med hjälp av Sjöfartens Utbildnings Institut:s kontaktlista. För att så många personer som möjligt skulle ha en möjlighet att besvara enkäten sattes inget slutdatum. Författarna valde istället att stänga enkäten när inga fler svar hade inkommit under en längre tidsperiod som i detta fall var två veckor.

Då det idag är väldigt enkelt att skapa och distribuera webbaserade enkäter (Denscombe, 2014) valde författarna att använda SurveyMonkey som är en världsledande leverantör av webbaserade enkätlösningar (SurveyMonkey, 2017). Frågorna som användes i enkäten presenteras i *bilaga 2*.

3.3 Intervju

Då många fartyg använder sig av externa kylföretag, genomfördes även en intervju med anställda på Kyleffekt respektive Kylkontroll på deras kontor. Intervjuerna gjordes för att få en djupare inblick hur samarbetet mellan fartygen och de externa företagen genomförs. Anledningen till att just dessa två kylföretag valdes ut vid intervjuerna berodde på att de är placerade i Göteborg och de har många års erfarenhet inom området. Intervjuerna följde en semistrukturell uppbyggnad där ett antal förberedda frågor ställdes, men det fanns även möjlighet för den intervjuade att prata fritt om ämnet (Denscombe, 2014). Frågorna som ställdes i intervjuerna återfinns i *bilaga 3*.

Intervjuerna har efter tillstånd spelats in och sedan transkriberats. De transkriberade och sammanställda intervjuerna har skickats till de berörda personerna som i sin tur har granskat och godkänt materialet.

3.4 Insamling av köldmedierapporter

För att säkerställa och styrka att köldmediumläckaget är mindre på anläggningar iland har 14 stycken större kommuners miljöförvaltning kontaktats via mejl för att få tillgång till de landbaserade anläggningars årliga utsläppsrapporter. Då vissa kommuner erhåller upp emot tusentals årliga rapporter var det en omöjlighet att samla in och sammanställa den stora mängden information. Därför tvingades detta arbete att fokusera på fem slumpmässigt valda rapporter för varje år från 2007 och framåt. Detta examensarbete behandlar utsläppsrapporter från kommunerna Göteborg, Uppsala och Umeå då det endast var dessa som valde att bistå i examensarbetets utveckling.

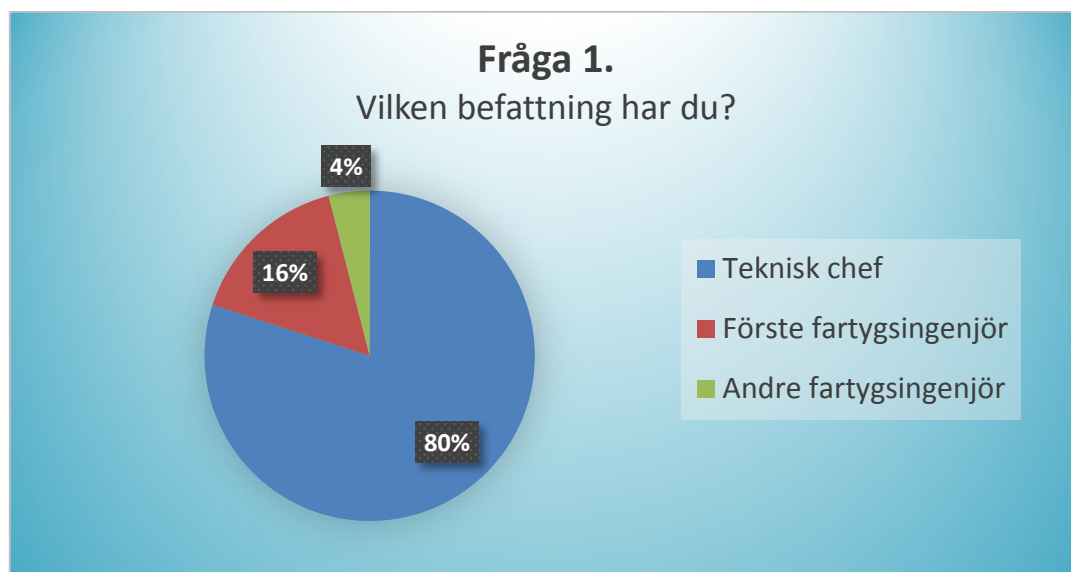
För fartygens köldmedieutsläpp mellan åren 2007-2012 har resultatet från ett liknande examensarbete använts (Hansson & Ghavampouri, 2014). En sammanställning av Transportstyrelsens utsläppsrapporter från svenskflaggade fartyg mellan 2013 och 2015 tillhandahölls av examensarbetets handledare Cecilia Gabrielli.

4 Resultat

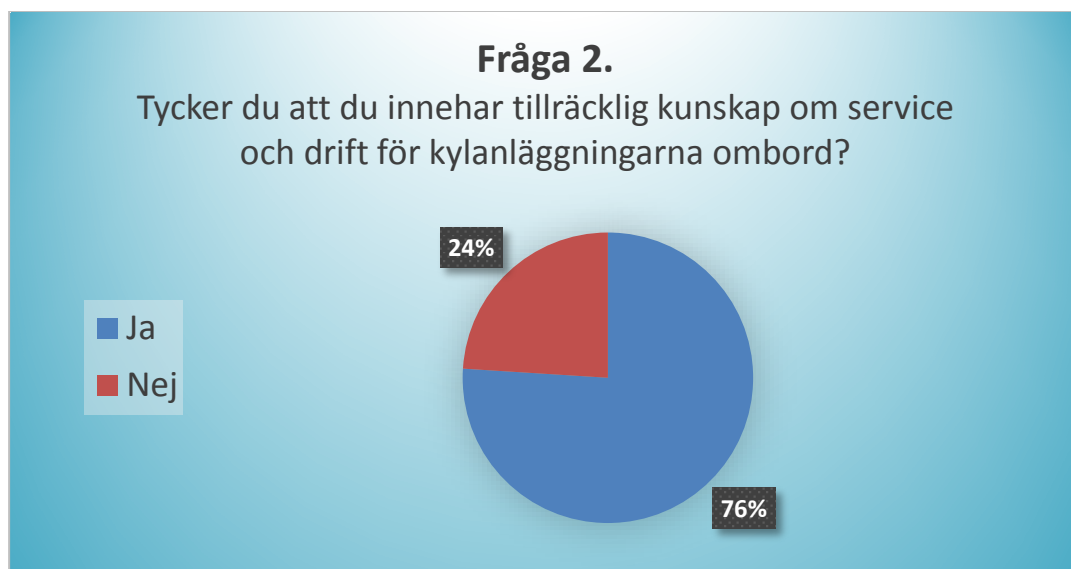
I det här avsnittet presenteras resultatet från den webbaserade enkäten, intervjuerna och de insamlade rapporterna.

4.1 Webbaserad enkät

En enkät som återfinns i sin helhet i *bilaga 2* skickades ut till 12 rederiers maskinpersonal. Enkäten besvarades av 25 personer.



Figur 2. Enkätfråga 1



Figur 3. Enkätfråga 2

Om respondenten svarade nej på fråga 2, uppmanades hon/han att även kommentera varför personen ansåg sig ha bristande kunskap.

Kommentar 1: "Ingen egentlig utbildning/fortbildning i praktiskt handhavande/reparation av dessa anläggningar. Blir mycket "prova sig fram" med åtföljande köldmedieutsläpp pga okunskap. Inte helt ovanligt att man i brist på idéer fyller på mer köldmedie än vad som behövs. Vilket kan leda till att man måste dränera ut köldmedie..."

Kommentar 2: "För dålig grundkunskap från Sjöingenjörsutbildningen. Det man kan ha man lärt sig genom "Learning by doing"..."

Kommentar 3: "Vi ombord pysslar inte med våra anläggningar utan tar firma för service/underhåll."

Kommentar 4: "Behöver mer praktisk utbildning. Endast ett fåtal företag erbjuder den kurs som eftersträvas dvs "http://www.kylutbildningen.se/kurser/praktisk-kylteknik-5-dagar__373089/". Det fungerar dåligt att göra teoretiskt prov för att få certifikat och därefter direkt göra ett längre praktiskt prov utan att få någon som helst praktisk utbildning."



Figur 4. Enkätfråga 3

Om respondenten svarade ja på fråga 3, uppmanades hon/han att även kommentera vilket externt företag och hur ofta företaget kommer ombord.

Kommentar 1: "Carrier 2ggr/år olika små företag som gör läck sökningar på div små enheter ombord!"

Kommentar 2: "Samma tekniker under de senaste 15 åren. Dock olika firmanamn, fn BRAVIDA, tidigare RexKyl. Kommer ombord 1-3 ggr / år om inget haveri inträffat..."

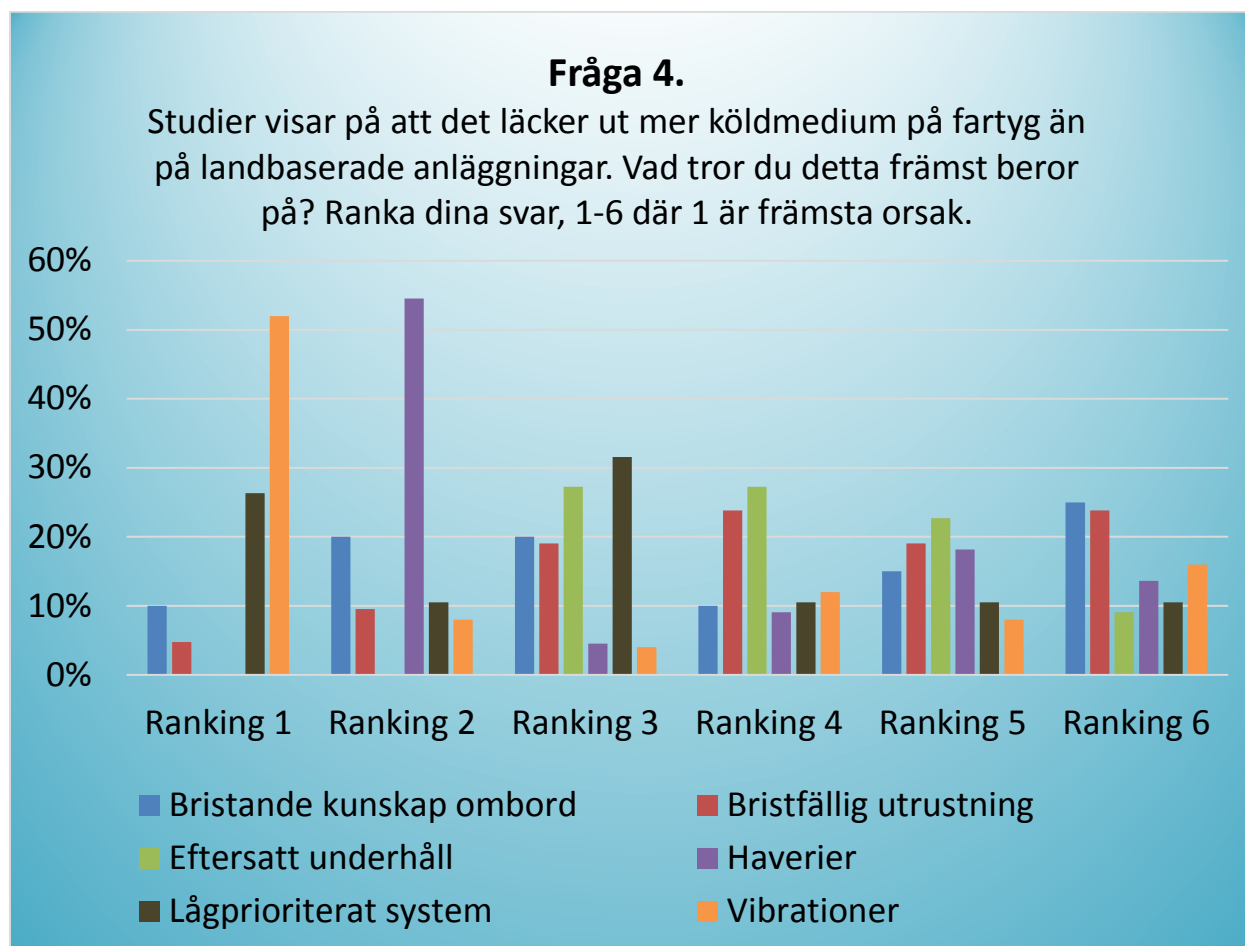
Kommentar 3: "Carrier för årlig kontroll, samt ett tyskt företag för åtgärder."

Kommentar 4: "Carrier två ggr per år."

Kommentar 5: "Teknokyl för årlig kontroll en gång/år. KK- service i Finland om tidsbrist för att fixa själva. Jonson Controls för våra stora AC unitar när större problem uppstår."

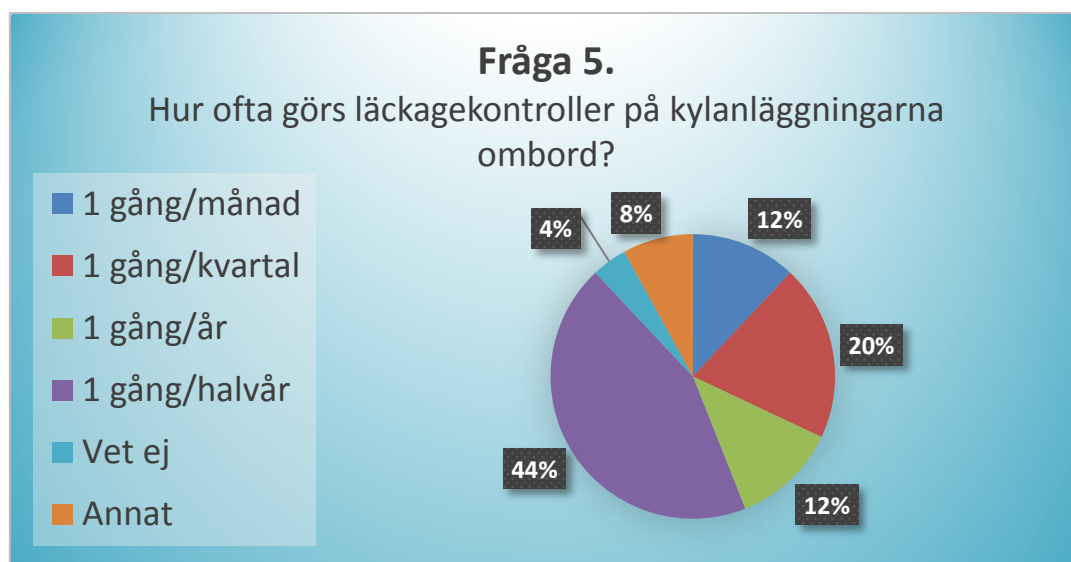
Kommentar 6: "Enligt lag så är vi tvungna att ta ombord firma var 6:e månad för kontroll av våra större anläggningar och en gång per år på de små. Då vi har en liten besättning ombord och ont om tid brukar vi även låta denna firma utföra service då de är här. Om något skulle behövas åtgärdas akut gör vi det själva om det inte är något som är väldigt arbetskrävande. Vi använder oss av Bravida."

Kommentar 7: "Årlig kontroll utförs av extern firma. Har vi några fel under dessa tillfällena så får de oftast avhjälpa samtidigt."



Figur 5. Enkätfråga 4

Figur 5 visar att maskinpersonalen i första hand tror att köldmedieläcketaget ombord på svenskflaggade fartyg beror på vibrationer och att haverier även är en stor bidragande faktor.



Figur 6. Enkätfråga 5

På fråga 5 kunde de svarande ge en kommentar om något av svarsalternativet inte stämde överens med rutinerna ombord.

Kommentar 1: *”Extern firma var 6e månad. Egenkontroll varje kvartal.”*

Kommentar 2: *”Olika, då köldmediemängden varierar på vår utrustning ombord varierar också läckagekontrollintervallen.”*

Kommentar 3: *”Beror på mängden som dom olika systemen har. Vi har inlagt i underhålls systemet när det ska göras. Blir typ halvårs och kvartalsvis.”*

Kommentar 4: *”Beror på regelverken, så utförs det ju alltid efter alla servicetillfällen, reparationer m.m.”*

Kommentar 5: *”6 eller 12 månaders intervall beroende på köldmediemängd i systemet, allt enligt myndighetskrav.”*

4.2 Intervju

Intervjuerna genomfördes på Kyleffekt med Lars Hansen och på Kylkontroll med Hans Lindberg och Martin Wessberg. Båda företagen är väletablerade och innehar lång erfarenhet inom kylanläggningar på land- och fartygssidan. Kyleffekt har sitt säte på Ringön i Göteborg och de har levererat kyla till industrier, fastigheter och fartyg i över 50 år (Kyleffekt, 2017). Kylkontroll som är lokaliserat i Västra Frölunda är ett liknande företag som grundades 1995 med stort fokus på optimeringar och effektiviseringar av kylanläggningar (Kylkontroll, 2017).

4.2.1 Intervju med Kyleffekt

Lars Hansen berättar att Kyleffekt utför service på de flesta rederier som har en anknytning till Göteborg och dess närområde. Hansen talar om att Kyleffekt inte är en tillsynsmyndighet och att rederiet ansvarar själva för sina kylanläggningar. Tanken är alltså att rederierna själva skall kontakta Kyleffekt då service eller den lagstadgade återkommande kontrollen som baseras på köldmediets koldioxidekvivalent (CO₂e) skall utföras. Hansen nämner även att ett flertal rederier använder sig av underhållssystem där serviceintervall kommer upp automatiskt och då skickas en beställning till Kyleffekt som utför uppdraget.

Hansen framhäver även att köldmediet som används ombord eller skall fyllas på, tillhör fartyget och det vanligaste köldmediet ombord är R404a. Detta innebär att det är fartygets eget ansvar att journalföra och rapportera in den påfyllda köldmediemängden till Transportstyrelsen.

Hansens egna erfarenheter och teorier om varför läckagen är större på fartygssidan tror han beror på att maskinbesättningens primära arbete inte är att felsöka och underhålla kylanläggningarna. Fokus för besättningen ligger på framdriften vilket gör att kylsystemen i vissa fall kommer i andra hand då det oftast är tidsbrist och/eller personalbrist ombord. Till följd av dessa faktorer och att besättningen inte jobbar med systemen dagligen samt att det inte är deras primära uppgift är det helt naturligt att en maskinist inte besitter samma kunskaper som en kyltekniker iland gör. Hansen nämner även att kylanläggningar byggs på ett omodernt sätt där kylmaskinerna och fläktrum i många fall kan vara flera däck ifrån varandra vilket innebär väldigt långa och onödiga rördragningar. Om kylmaskiner och fläktrum istället hade byggts i anslutning med varandra, hade köldmediemängden kunnat minskas avsevärt.

Hansen säger även att fartyg i många fall använder sig av gamla och slitna anläggningar då det är väldigt svårt, tidsödande och kostsamt att byta ut anläggningar. Anledningen till detta beror på att kylanläggningens större komponenter lyfts på plats innan de övre fartygsdäcken byggs, vilket innebär att anläggningarna har "stängts in". För att minska på läckagen anser Hansen att det behövs en hårdare kontrollmyndighet där viten skall utfärdas till rederierna vid läckage.

4.2.2 Intervju med Kylkontroll

Hans Lindberg och Martin Wessberg berättar att Kylkontroll utför kylservice på både kryssningsfartyg samt ro-ro-fartyg som ankommer Göteborgs hamn. Kylkontroll jobbar även i offshore- branschen med både nyinstallationer och reparationsarbeten. Lindberg berättar att på grund av utflaggning av vissa fartyg så görs kontrollen vid olika hamnar och då är det ibland svårt att få en kontinuitet och även bakgrund till vissa reparationer. När kontrollerna utförs eller om ett läckage skall åtgärdas måste Kylkontroll åtgärda läckaget innan nytt köldmedium får fyllas på och då tiden i hamn är begränsad så kan det ofta bli en stor utmaning att finna detta läckage.

Lindberg och Wessberg anser att läckagen på fartyg kan härledas till att personalens fokus ligger på framdrivning av fartyget med mycket viktigare system att prioritera och då kommer givetvis kylan i andra hand. Vidare berättar Lindberg och Wessberg att många kylanläggningar har byggts på ett omodernt sätt med gamla principer och långa rördragningar innehållande köldmedium med stora köldmediemängder som i sin tur ökar läckageriskerna.

Kylkontroll strävar istället att bygga fartygens kylanläggningar på samma sätt som iland vars anläggningar oftast är uppbyggda av kylvatten som cirkulerar till de olika ventilationsaggregaten istället för köldmedium. Dessa utrustningar är då oftast fabriksstillverkade aggregat med lägre köldmedium per aggregat och också oftast byggda på så sätt att de heller inte är så känsliga mot både vibrationer och krängningar som långa rörstråk är.

4.3 Insamling av köldmedierapporter

Nedan presenteras två tabeller. Tabell 2 beskriver det årliga läckaget i de utvalda kommunerna samt hur stort det totala läckaget av köldmedier är mellan 2007- 2016. Tabell 3 presenterar fartygsläckaget enligt samma princip. I *bilaga 4 och bilaga 5* återfinns de sammanställda tabellerna i sin helhet.

Tabell 2. Läckageutsläpp från landbaserade anläggningar

Läckageutsläpp från landbaserade anläggningar					
Kommun	År	Total köldmediemängd (kg)	Påfyllt (kg)	Årligt läckage (%)	Totalt läckage (%)
Göteborg	2007	140,60	0,00	0,00	4,22
	2008	138,28	0,00	0,00	
	2009	407,10	78,20	19,21	
	2010	681,20	0,00	0,00	
	2011	262,90	6,00	2,28	
	2012	12,00	0,00	0,00	
	2013	62,60	0,00	0,00	
	2014	44,80	0,00	0,00	
	2015	129,00	13,00	10,08	
	2016	1045,10	26,20	2,51	
Umeå	2011	369,80	3,50	0,95	7,13
	2012	397,50	43,50	10,94	
	2013	763,60	80,60	10,55	
	2014	192,60	0,00	0,00	
	2015	283,20	45,00	15,89	
	2016	576,50	11,50	1,99	

Läckageutsläpp från landbaserade anläggningar, fortsättning					
Kommun	År	Total köldmediemängd (kg)	Påfyllt (kg)	Årligt läckage (%)	Totalt läckage (%)
Uppsala	2007	299,50	0,00	0,00	4,01
	2008	469,20	6,60	1,41	
	2009	114,20	0,00	0,00	
	2010	534,20	0,00	0,00	
	2011	199,90	4,00	2,00	
	2012	167,70	10,50	6,26	
	2013	127,50	14,50	11,37	
	2014	137,00	2,00	1,46	
	2015	120,70	12,00	9,94	
	2016	214,10	46,00	21,49	

Tabell 3. Läckageutsläpp från svenskflaggade fartyg

Läckageutsläpp från svenskflaggade fartyg				
År	Total köldmediemängd (kg)	Påfyllt (kg)	Årligt läckage (%)	Totalt läckage (%)
2007	2491,50	85,50	3,43	12,86
2008	2628,50	342,30	13,02	
2009	1879,40	361,00	19,21	
2010	672,00	146,00	21,73	
2011	4401,30	736,50	21,81	
2012	1436,50	243,50	16,95	
2013	19711,00	2372,50	12,04	
2014	10455,00	1379,00	13,19	
2015	17325,00	2176,60	12,56	

5 Diskussion

I detta kapitel diskuteras arbetets resultat i förhållande till teori och tidigare forskning samt författarnas egna reflektioner. En diskussion om de valda metodernas för- och nackdelar presenteras också.

5.1 Resultatdiskussion

Majoriteten av de som svarade på enkäten (80 %) hade befattningen teknisk chef vilket troligen beror på att de flesta rederier valde att endast vidarebefordra enkätlänken till just de tekniska cheferna ombord. En anledning till detta skulle kunna vara att enkätens målgrupp enbart var svenska befäl och många handelsfartyg använder sig av utländska förste- och andremaskinister. Det är även vanligt förekommande att den tekniska chefen är ansvarig för kylanläggningarna ombord. Anledningen till att målgruppen enbart var svenska befäl beror på att den teoretiska och praktiska bakgrunden är likvärdig som författarnas.

Det är svårt att bedöma om resultatet hade varit annorlunda om andre- och förstemaskinister hade fått ett större inflytande på enkäten. Det är däremot troligt att ju mer arbetslivserfarenhet enkätdeltagaren innehar desto större kunskap bör personen besitta. Enligt denna teori borde antalet personer som har ansetts sig ha tillräcklig kunskap om service och drift i fråga 2, blivit lägre om en jämn fördelning av maskinbefälen hade deltagit. Det bör även reflekteras över om personerna i fråga har varit ärliga i sin egen bedömning av kunskapsnivå eller om de helt enkelt inte har vetskap om sin kunskap då kylanläggningar inte är deras primära arbetsuppgift och många fartyg använder sig av externa kylföretag.

I fråga 4 där de enkätsvarande fick svara på vad läckagen främst beror på anser de flesta att anledningen till problemet grundar sig i vibrationer, haverier och till viss del i att kylsystemen är lågprioriterade ombord. Resultaten från intervjuerna speglar i viss mån inte svaren från enkäten då de intervjuade personerna pratar om bristfällig utrustning som i många fall inte håller samma kvalité som på landbaserade anläggningar. De nämner även att fartygens kylanläggningar fortfarande konstrueras med ett gammalmodigt tänk och även svårt och tidskrävande att uppgradera/bygga om anläggningarna. Båda parter var dock överens om att kylsystemen ombord på fartyg är lågprioriterade.

Även om detta examensarbete endast behandlar en mycket liten del av köldmedierapporterna från Sveriges kommuner anses resultatet från Göteborg, Umeå och Uppsala ändå representativt för resten av landet. Detta då de tre utvalda kommunerna har ett genomsnittligt köldmedieläckage av 5,11 %. I examensarbetets inledning framgick det att köldmedieläckaget för Europiska mataffärer ligger på en nivå mellan 3-14% (Bivens & Lundqvist, 2005). Då 5,11 % ligger inom detta område bör det anses rimligt att detta återspeglar de landbaserade anläggningarnas utsläpp på ett trovärdigt sätt. Det hade däremot varit väldigt intressant att se hur resultatet hade påverkats om alla köldmedierapporter i Sverige hade samlats in och sammanställts.

Dessvärre är detta nästintill en omöjlighet och författarna ansåg inte heller att detta var syftet med examensarbetet utan nöjde sig med en fingervisning av verkligheten. Författarna tycker det är synd att inte de kontrollerande myndigheterna varken till sjöss eller till land själva sammanställer de årliga läckagerapporterna. Eftersom en tydligare överblick av läckaget i Sverige då hade funnits och på så sätt hade förändringar av de årliga läckagen enkelt kunnat övervakas.

För att stärka arbetets validitet och reliabilitet fanns det däremot en stark vilja hos författarna att få med fler kommuner i undersökningen, men som redan har nämnts lyste kommunernas respons med sin frånvaro. Validiteten anses heller inte påverkas negativt av att Bivens och Lundqvist endast fokuserar på kylanläggningar i mataffärer och detta arbete följer ett mer slumpartat urval. Detta då konstruktionen och arbetsmetoden är likartad för kylanläggningar oavsett om de står i en mataffär eller i en fastighetsbyggnad eller liknande.

Resultatet för fartygens årliga läckage är däremot svårare att avgöra om det är rimligt eller inte. Författarnas resultat på ett genomsnittligt årligt läckage av 12,86 % från svenskflaggade fartyg skiljer sig en del från de 20-40 % som Schwarz och Rhiemeier, (2007) nämner i sin rapport till den Europeiska Kommissionen. Studeras däremot Schwarz och Rhiemeiers rapport mer noggrant framgår det att detta värde baseras på bland annat antaganden från serviceexperter. Studien baseras även på ett uttalande från Holländska *Inventory Refrigerant Emissions Sea Shipping* om köldmedieläckaget för år 2000 samt en undersökning av 36 skandinaviska handelsfartyg under året 2005. Då detta examensarbete istället omfattar samtliga inrapporterade rapporter från Transportstyrelsen mellan åren 2007-2015 baseras detta arbetets resultat på ett omfångsrikare datainsamlingsområde vilket såklart styrker examensarbetets validitet och reliabilitet.

I Sverige finns det idag cirka 190 svenskflaggade fartyg med en bruttodräktighet på 300 eller mer (Svensk Sjöfart, 2016). Mellan åren 2013-2015 har det däremot endast inkommit totalt 134 köldmedierapporter till Transportstyrelsen och det går därför att anta att mörkertalet för köldmedieutsläppet är väldigt stort. Efter en snabb överblick av Tabell 3 går det däremot att utläsa en trend att när den totala köldmediemängden från år 2013 och framåt har ökat till en följd av fler inrapporterade rapporter så har även det årliga utsläppet minskat. Om detta beror på att anläggningarna underhålls bättre eller på att antalet rapporter till Transportstyrelsen har blivit betydligt fler är svårt att säga. En kvalificerad gissning är däremot att den ökande rapporteringen har haft störst påverkan på nedgången då underhållet av kylanläggningarna ombord på fartyg med största sannolikhet inte har förändrats i någon större utsträckning under de senaste åren.

En enkel jämförelse kan göras mellan Hansson och Ghavampouris examensarbete från 2014 där det framgår att det genomsnittliga köldmedieläckaget låg på 14,17 % mellan åren 2007-2012. Från 2013-2015 är istället det genomsnittliga köldmedieläckaget 12,48 % vilket motsvarar en minskning av 1,69 procentenheter. Trots denna nedgång så är det fortfarande

ändå en markant skillnad mellan fartyg och landbaserade anläggningar som i denna studie har ett uppskattat läckage på 5,11 %.

För att minska läckaget ytterligare bör fartygens kylanläggningar istället byggas på ett mer modernt sätt med kortare rördragningar och använda sig av kylt vatten som cirkulerar istället för ett köldmedium. Redan befintliga anläggningar ombord kan uppgraderas till en bättre standard, men detta är såklart väldigt tidskrävande och kostsamt att göra på redan befintliga fartyg. Därför är dessa åtgärder troligtvis mest lämpade vid nybyggnation av fartyg. Istället anser författarna att fartygspersonalen skall få tillgång till fler kylutbildningar då detta verkar vara efterfrågat i den utskickade enkäten och på så sätt höjs kompetensen ombord.

Naturligtvis räcker det inte enbart med att höja maskinrumspersonalens kunskapsnivå utan problemen kan härledas till tidsbrist då fokus på framdrivning och andra system har en högre prioritet. Ett annat sätt för att minska läckagen kan vara att tillsynsmyndigheten bör vara hårdare genom att skärpa sin tillsyn och att större viten utfärdas till rederier då det i många fall är pengar och lönsamhet som styr verksamheten.

Författarnas åsikter för att minska läckaget så mycket som möjligt är att överlåta underhållet helt till certifierade kylföretag. Då dessa professionellt arbetar med kylanläggningar dagligen och är väl insatta i ämnet bör detta vara det bästa alternativet för en läckagefri kylanläggning.

5.2 Metoddiskussion

Eftersom litteraturgenomgången endast användes för att ta fram relevant fakta för examensarbetets bakgrundskapitel kommer enbart metoderna webbenkät, intervju och datainsamling att diskuteras då dessa ligger till grund för resultatet.

Enkätundersökningen som genomfördes anses vara lyckad då ett stort antal personer deltog. Det är dock väldigt svårt att fastställa en exakt siffra på hur många personer som har nåtts av enkäten då alla rederier inte har skickat en bekräftelse att enkäten har vidarebefordrats till fartygen. Men om ett antagande görs att varje rederi har skickat ut enkäten till fyra av sina fartyg och endast till den tekniska chefen ombord då dessa är överrepresenterade, kan antalet antas till 48 stycken personer. Förhoppningsvis nådde även enkäten fram till andra maskinbefäl vilket gör att 60 personer bör ha haft möjlighet att kunna delta. Utifrån dessa antaganden har enkäten en representativitet på 42 % och de svarande hade en genomsnittlig svarstid på sju minuter och 34 sekunder, vilket gör att enkäten styrker examensarbetets validitet och reliabilitet av maskinpersonalens syn på köldmedieläckageproblemet.

I planeringsfasen av examensarbetet diskuterades det om att genomföra studiebesök ombord på fartygen, men eftersom författarna ville ha med så många åsikter som möjligt ansågs denna metod olämplig och tidskrävande. Istället genomfördes en enkät då det idag är mycket lätt att skapa och distribuera samt insamla data på webbaserade enkäter så som SurveyMonkey (Denscombe, 2014). Svaren på frågorna blir även lätta att sammanställa då enkäten består av olika svarsalternativ. Tyvärr finns ingen möjlighet till motfrågor på samma sätt som i en

intervju. Andra nackdelar med denna metod är att tydliga frågor måste ställas så att enkättagarens svar blir som förväntat och att inga frågor missas att tas med. Med facit i hand hade det varit rimligt att ha med ytterligare två frågor i enkäten. Dessa två frågor skulle undersöka om det fanns någon person med kylcertifikat ombord och om fartyget rapporterade in läckagerapporter till Transportstyrelsen eller ej och i så fall varför inte.

För att få kylföretagens syn på läckageproblemet ansågs intervjuer mest lämpliga. Detta då kylföretagen har många års erfarenhet inom ämnet och arbetar med detta dagligen. På så sätt erhålls en verklighetsbild som är relevant för dagsläget vilket hade varit svårt att få fram med hjälp av andra metoder, såsom litteraturstudier. Det finns inte heller tillräckligt med litteraturstudier om varför läckaget är större på fartyg än iland för att kunna ge examensarbetet en god validitet och reliabilitet. Då resultat från intervjuerna var likvärdiga, ansåg författarna att informationen var tillräcklig och trovärdig för att styrka arbetets reliabilitet och validitet. En nackdel med intervjuer är att transkriberingen är tidskrävande. Det bör även reflekteras över om anonyma intervjuer hade resulterat i ett annorlunda resultat. Detta då de personer som deltog i intervjuerna arbetar på väletablerade företag där deras kunder är i största fokus. Det vore då ologiskt och rent av dumt att svara på frågorna på ett sätt där kunderna smutskastas. Författarna menar inte att detta varit fallet, men om intervjuerna hade varit anonyma så hade svaren troligtvis varit mer ärliga.

Då examensarbetet är av jämförande karaktär hade ett trovärdigt resultat inte kunnat uppnås utan rapportinsamling då dess data ger en indikation av skillnaderna mellan utsläppen på fartyg och iland. Fördelen med en rapportinsamling är att de visar svart på vitt hur situationen är så länge inrapportering sker.

6 Slutsatser

I följande kapitel besvaras de tre frågeställningarna kortfattat utifrån studiens resultat och diskussion.

Syftet med detta examensarbete var att undersöka varför det läcker ut mer köldmedium på svenskflaggade fartyg än vad det gör på landbaserade anläggningar, att ge förslag på hur läckaget kan minskas samt att ge en indikation på hur stora läckagen är.

Anledningen till varför köldmedieläckaget är större på fartygsanläggningar än landbaserade skiljer sig beroende på vem som svarar. Maskinbefälen i enkäten anser att det beror på vibrationer, haverier och till viss del att kylsystemen är lågprioriterat ombord. Efter intervjuer med kylföretag framgick det även att många fartyg har en bristfällig utrustning och att kylanläggningarna i många fall konstrueras med ett gammalmodigt tänk. Det är även svårt och tidskrävande att uppgradera/bygga om anläggningarna. Båda parter är överens om att kylsystemen hade kunnat vara mer i fokus ombord på fartygen.

Efter en sammanställning av köldmedierapporter från de tre valda kommunerna framgick det att ett genomsnittligt läckage under perioden 2007-2016 av kylanläggningarna var 5,11 %. På svenskflaggade fartyg var motsvarande siffra under perioden 2007-2015 istället 12,86 %. Studien visar även att efter 2012 har köldmediumläckaget minskat på fartyg med 1,69 procentenheter.

För att ytterligare minska utsläppen av köldmedier bör maskinpersonal erbjudas bättre utbildning och prioritera kylanläggningarna mer. Kylanläggningarna bör redan vid fartygs konstruktion byggas på ett modernare sätt samtidigt som en hårdare tillsyn vore önskvärt.

6.1 Förslag på vidare forskning

Under arbetets gång har ett intresse väckts hos författarna kring varför inrapporteringen av köldmedierapporter från fartyg är så bristfällig. Det hade därför varit intressant och önskvärt att få klarhet i vad detta beror på. Examensarbetets resultat kring hur vibrationer påverkar anläggningar på fartyg skiljer sig till viss del mellan enkäter och intervjuer. En vidare studie kan då vara att se hur mycket vibrationer påverkar anläggningarna och hur stora vibrationsskillnaderna är mellan fartyg och land. Det hade även varit intressant att forska vidare på om det rapporterade köldmedieläckaget på fartyg hade sett annorlunda ut om läckagerapporter från europeiska fartyg hade samlats in och sammanställts.

Referenser

Allt om F-gas (2017) Frågor och svar. *Allt om F-gas*.

<http://alltomfgas.se/fragor-o-svar> (2017-02-27).

Allt om F-gas (2017) Länkar och material. *Allt om F-gas*.

<http://alltomfgas.se/lankar-o-material/hjalpmedel> (2017-03-29).

Alvarez, H. (2006) *Energiteknik Del 1*. Lund: Studentlitteratur AB.

Andersson, K., Brynolf, S., Lindgren J. F. och Wilewska-Bien, M. (2016) *Shipping and the Environment*. [Elektronisk] Berlin: Springer- Verlag

Bivens, D och Lundqvist, P. (2005). *Supermarket Refrigeration Systems - Climate Change Impact*. Las Vegas: Academic Conferences Publishing.

Denscombe, M. (2014) *Forskningshandboken*. Upplaga 3:2. Lund: Studentlitteratur AB.

EU/517/2014. *Europaparlamentets och rådets förordning om fluorerande växthusgaser*. Bryssel, Europeiska unionens officiella tidning.

Francis, C., Maidment, G. och Davies, G. (2016) *An investigation of refrigerant leakage in commercial refrigeration*. London: London South Bank University.

Hansson, J och Ghavampouri A. (2014) *En kartläggning kring användandet av köldmedier ombord på svenska fartyg*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.

Hundy, G., Trott, A. R. och Welch, T. C. (2016) *Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps*. [Elektronisk] Upplaga 5. Amsterdam: Elsevier.

Kyleffekt (2017) Om oss. *Kyleffekt*. <http://www.kyleffekt.se/om-oss/> (2017-03-27).

Kylkontroll (2017) *KylKontroll - Ett bättre klimat. Kylkontroll*.

<http://www.kylkontroll.se/htm/about.htm> (2017-03-27).

ME Mechanical (2017) Refrigerant: Desired Properties and Commonly Used Refrigerants. *ME Mechanical*. <https://me-mechanicalengineering.com/refrigerant-and-desired-properties-of-a-refrigerant/> (2017-03-17).

Miljöskaraborg (2017) *Köldmedier*

<http://www.miljoskaraborg.se/Miljoskydd--energi/Koldmedier/> (2017-02-14).

Morgado, I., Legras, J. C. och Clodic, D. (2010) *Primary standard for the calibration of refrigerant leak flow rates*. IOP Publishing.

Naturvårdsverket (2016) *Ämnen som bryter ner ozonskiktet*
<http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Ozonskiktet/Ozonnedbrytande-amnen/Amnen-som-bryter-ner-ozonskiktet/> (2017-02-14).

Nydal, R. (2010) *Praktisk Kylteknik*. Göteborg: Svenska Kyltekniska Föreningen.

Schwarz, W och Rhiemeier, J-M. (2007) *The analysis of the emissions of fluorinated greenhouse gases from refrigeration and air conditioning equipment used in the transport sector other than road transport and options for reducing these emissions*.

SFS 2016:1128. *Förordning om fluorerade växthusgaser*. Stockholm, Miljö- och energidepartementet.

SurveyMonkey (2017) Allt du vill veta, men är rädd för att fråga om. SurveyMonkey.
<https://sv.surveymonkey.com/mp/aboutus/> (2017-03-17).

Svensk Sjöfart (2016) *Svensk sjöfart: nyckeltal 2016*. <http://www.sweship.se/wp-content/uploads/2015/08/Svensk-sj%C3%B6farts-nyckeltal-2016.pdf> (2017-04-17).

Svenska Kyl & Värmepumpföreningen (2017a) Stationär. Svenska Kyl & Värmepumpföreningen <http://skvp.se/kyla/stationar> (2017-04-12).

Svenska Kyl & Värmepumpföreningen (2017b) Mobil Kyla. Svenska Kyl & Värmepumpföreningen <http://skvp.se/kyla/mobil> (2017-04-12).

Tassou, S.A. och Grace, I.N. (2005) *Fault diagnosis and refrigerant leak detection in vapour compression refrigeration systems*. Uxbridge: Department of Mechanical Engineering, Brunel University.

Vestkyl (2008) Nya regler vid läcksökning. Vestkyl.
<http://www.vestkyl.se/nyheter/080618.html> (2017-04-11).

Bilagor

Bilaga 1- Checklista för service och förebyggande underhåll (Allt om F-gas, 2017).



Noteringar:

Bilaga 2- Enkät för maskinpersonal ombord.

Köldmediumläckage

Vi är två studenter från Chalmers som skriver ett examensarbete om varför köldmediumläckaget är större på fartyg än på landbaserade anläggningar. Vi skulle vara väldigt tacksamma om ni kunde svara på dessa 5 frågor för att hjälpa oss i vår studie. Tack på förhand!

1. Vilken befattning har du?

- ☐ Teknisk chief
- ☐ Förste maskinist
- ☐ Andre maskinist

2. Tycker du att du innehar tillräcklig kunskap om service och drift för kylanläggningarna ombord?

- ☐ Ja
- ☐ Nej

Om du svarat nej på frågan så kommentera gärna!

3. Använder ni er av ett externt företag för underhåll och service på era kylanläggningar?

- ☐ Ja
- ☐ Nej

Om du har svarat ja, skriv gärna vilket företag som är anlitat och hur ofta de kommer ombord.

4. Studier visar på att det läcker ut mer köldmedium på fartyg än på landbaserade anläggningar. Vad tror du detta främst beror på? Ranka dina svar, 1-6 där 1 är främsta orsak.

⋮		Bristande kunskap ombord
⋮		Lågprioriterat system
⋮		Eftersatt underhåll
⋮		Haverier
⋮		Bristfällig utrustning
⋮		Vibrationer

5. Hur ofta görs läckagekontroller på kylanläggningarna ombord?

- ☐ 1 gång i veckan
- ☐ 1 gång i månaden
- ☐ 1 gång i kvartalet
- ☐ 1 gång i halvåret
- ☐ 1 gång per år
- ☐ Vet ej, externt företag utför kontroller
- ☐ Annat

Bilaga 3- Frågor under intervju med Kyleffekt samt Kylkontroll.

- Vilka fartyg utför ni service på?
- Hur länge har ni utfört service på dessa?
- Hur går servicen till?
- Är servicetillfällena regelbundna?
- Har ni fullt ansvar för anläggningarna ombord?
- När ni fyller på köldmedium, rapporterar ni i det eller går det via rederiet/fartyget?
- Vilket köldmedium är vanligast på fartyg?
- Hur ofta görs läcksökningar? Gör ombordpersonal det?
- Hur går läcksökningen till?
- Varför tror du att det läcker mer köldmedium från fartyg än i land? Vissa fartyg läcker det mycket ifrån fast man anlitat firmor, varför kan det bli så?

Bilaga 4- Sammanställning av utsläpp i de valda kommunerna.**Sammanställning av utsläpp i Göteborg**

<i>Anläggning</i>	<i>År</i>	<i>Köldmedium</i>	<i>Total köldmediemängd (Kg)</i>	<i>Påfyllt (Kg)</i>
Geveko Industri AB	2007	R407c	19	0
Brf Södra Vägen 68	2007	HFC	19,6	0
AB Göteborgs Fisk	2007	R22/R404/R407c	102	0
Ivar Kjellberg Fast AB	2008	R407c	26,3	0
Resturang Nya Bordet	2008	R134a/R404a	11	0
Fiskkompaniet	2008	R404a/R134a	46	0
Saigon food	2008	R404a/R407c	36,1	0
Södra hamnen Lysekil Fastighets AB	2008	R22/R410a	18,88	0
KB Myran Nr 327	2009	R410a	171,1	0
Coop Sverige AB	2009	R404a	236	78,2
Volvo Lastvagnar	2010	R134a	650	0
AMS Pension Fast 4009	2010	R404a	20,7	0
Valad Sweden AB	2010	R22/R417a/R407c	10,5	0
Örgryte bostads AB	2011	R407c	14	0
Habanos Nordic AB	2011	R404a	18	0
Nordea Bank Sverige AB	2011	R407c	11,4	0
Hemköp Vasagatan	2011	R404a	90	6
Kallebäck Teknikpark Process	2011	R404a/R407c/R134a	49,5	0
Willys AB	2011	R404a/R134a	76	0
Fastighets AB Orrekulla	2011	R22/R417a	4	0
Fototext/Digitalis i Göteborg AB	2012	R407c/R410a/R134a	7	0
PSAB Högsbo	2012	R407c	5	0
Posseidon bostads AB	2013	R134a	7,8	0
Skårdal Fastighets AB	2013	R22	26	0
Lokalförvaltningen	2013	R404a	16,8	0
Ts Fast Nät Underhåll	2013	R410a	12	0
Lokalförvaltningen	2014	R404a	16,8	0
BRF Carlbergsgatan	2014	R410a	16	0
Ts Fast Nät Underhåll	2014	R410a	12	0
Minigross	2015	R404a	100	0
7-Eleven Hag Nygatan	2015	R407c/R134a	13	0
BRF Carlbergsgatan	2015	R410a	16	13
Direkt Chark i GBG AB	2016	R417a/R134a/R407c	782	0
Pedagogen hus B	2016	R134a/R407c	83	0
Folkets Hus	2016	R407c/R134a/R417a/ R410a	121,1	22,2
Akademiska Hus Väst AB	2016	R417a/R407c	59	4
Totalsumma			2923,58	123,4

Sammanställning av utsläpp i Umeå

<i>Anläggning</i>	<i>År</i>	<i>Köldmedium</i>	<i>Total köldmediemängd (Kg)</i>	<i>Påfyllt (Kg)</i>
Norrporten i Umeå AB	2011	R407c	35	0
Nordendahls Blommor AB	2011	R404a/R134a	14,5	0
Strömpilen AB	2011	R407c	204,2	0
ST1 Energy AB	2011	R404a/R407c	18,9	3,5
Pandox AB	2011	R134a, R404a	97,2	0
HSB BRF Krukan i Umeå	2012	R404a	15	4
ICA nära i Rörbäck	2012	R134a, R404a	61	0
ICA maxi	2012	R404a, R407c	168,5	39,5
Milles åkeri	2012	R404a	13	0
Hönöfors livsmedel AB	2012	R404a/R134a	140	0
Martin & servera	2013	R407c, R404a	687,5	62
ICA fastigheter AB	2013	R410a, R407c	18,6	0
Akademiska hus AB	2013	R410a	35	18,6
Plantagen Sverige AB	2013	R404a	10	0
Obbola-Byvikens handelsträdgård AB	2013	R404a/R134a	12,5	0
HH fastigheter AB	2014	R407c	29	0
HSB BRF Krukan i Umeå	2014	R404a	15	0
ICA nära i Rörbäck	2014	R134a/R404a	61	0
Evidensia Hästklirik	2014	R407c/R417a	12,2	0
OK västerbotten Ek. Fören	2014	R404a, R407c	75,4	0
Nordendahls blommor	2015	R404a/R134a	14,5	0
ICA supermarktet i Böleäng	2015	R134a, R404a	185,3	0
Athea	2015	R407c	24,2	0
NP3 Fastigheter AB	2015	R407c	10,2	0
Umeå vatten & avfall	2015	R407c/R134a	49	45
Blomqvist DIV.	2016	R404a	44,5	11,5
Handlarn Sörmjöle	2016	R134a/R404a	42	0
ICA Bullmark	2016	R134a/R404a	30	0
ICA-Börsen	2016	R134a/R404a	11	0
Coop Nord	2016	R134a/R404a/R407c/ R410a	449	0
Totalsumma			2583,2	184,1

Sammanställning av utsläpp i Uppsala

Anläggning	År	Köldmedium	Total köldmediemängd (Kg)	Påfyllt (Kg)
AB Folke Björkman	2007	R404a/R497a	27,1	0
Fastighets AB Statsgården	2007	R22/R134a/R407c	167,9	0
Vattenfall värme AB	2007	R404a	16	0
Fastighetsverket	2007	R22/R134a/R417a	78,5	0
Uppsala Kommun	2007	R134a, R404a	10	0
Fastighetsbolaget brödtorget & CO KB	2008	R134a/R407c	103,2	0
Falk & Tjäder bensin AB	2008	R404a	14,6	1
Fastighets AB L E Lundberg	2008	R404a	28	0
TPN Fresenius Kabi AB	2008	R407c/R134a/R404a	71,4	5,6
Fastighets AB Svava	2008	R22/R134a/R417a	252	0
Fastighets AB Donbron	2009	R407c	11,2	0
Fastighets AB Donbron	2009	R407c	18	0
Flöjtens livs & pizza	2009	R134a, R404a	40	0
Fastighets AB Donbron	2009	R407c	28	0
Fastighets AB Donbron	2009	R22/R407c	17	0
Fastighets AB L E Lundberg	2010	R404a	28	0
Fastighetsbolaget svava HB	2010	R134a	240	0
Fastighets AB Statsgården	2010	R134a	148	0
Fastighetsverket	2010	R134a/R404a	14,2	0
Fastighets AB Donbron	2010	R134a/R407c	104	0
ENA city AB	2011	R407c/R410a	36,4	0
Uppsala akademiförvaltning	2011	R134a	32	0
Stockholms nation	2011	R404a	33,5	4
Uppsala akademiförvaltning	2011	R407c	4,2	0
Svenska kyrkans förvaltnings AB	2011	R134a	93,8	0
Norrlandsnation	2012	R404a/R134a/R407a	39,4	10,5
Uppsala akademiförvaltning	2012	R134a	32	0
Hambergs kräft & fiskhandel	2012	R404a	30	0
Diligentia Storstockholm AB	2012	R407c/410a	29,9	0
ENA city AB	2012	R407c/410a	36,4	0
ENA AB Enabygdens förvaltning	2013	R407c/410a	36,4	6
Mab Förvaltning Trilum AB	2013	R404a/R410a	28	0
Stockholms nation	2013	R404a	33,5	8,5
Svenska kyrkans förvaltnings AB	2013	R407c/R410a	29,6	0
Diligentia Storstockholm AB	2014	R407c	29,9	0
Uppsala akademiförvaltning	2014	R134a	32	0
ENA AB Enabygdens förvaltning	2014	R407c	8,7	0
Hambergs Gourmetservice AB	2014	R404a	30	2
ENA AB Enabygdens förvaltning	2014	R407c	36,4	0

Sammanställning av utsläpp i Uppsala, fortsättning				
Anläggning	År	Köldmedium	Total köldmediemängd (Kg)	Påfyllt (Kg)
Stockholms nation	2015	R404a	14	0
ENA AB Enabygdens förvaltning	2015	R407c/410a	36,4	0
ENA AB Enabygdens förvaltning	2015	R407c	8,7	0
Uppsala akademiförvaltning	2015	R134a	32	0
Svenska kyrkans förvaltnings AB	2015	R407c/R410a	29,6	12
Trosan svenska kyrkan förvaltning AB	2016	R407c/R410a	29,6	0
Uppsala akademiförvaltning	2016	R134a	101	46
EVERY One Outsourcing	2016	R407c	33,5	0
Uppsala akademiförvaltning	2016	R407c/R410a	18	0
Uppsala akademiförvaltning	2016	R134a	32	0
Totalsumma			2384	95,6

Bilaga 5- Sammanställning av läckageutsläpp från svenskflaggade fartyg

<i>Sammanställning av läckageutsläpp från svenskflaggade fartyg</i>			
<i>Anläggning</i>	<i>År</i>	<i>Total köldmediemängd (Kg)</i>	<i>Påfyllt (Kg)</i>
Transpulp (<i>Transatlantic</i>)	2013	191	8
Stena Jutlandica	2013	171	0
Stena Germanica	2013	1042	352
Aniara (<i>Wallenius</i>)	2013	184	61
Oberon (<i>Wallenius</i>)	2013	182	86
Evinco (<i>Donsötank</i>)	2013	91	0
Aurora (<i>Scandlines</i>)	2013	675	0
Figaro (<i>Wallenius</i>)	2013	312	319
Falstaff (<i>Wallenius</i>)	2013	554	37
Fidelio (<i>Wallenius</i>)	2013	174	0
Aida (<i>Wallenius</i>)	2013	166	100
Mignon (<i>Wallenius</i>)	2013	170	45
PeterPan (<i>TT-line</i>)	2013	1273	28
Gotland	2013	414	46
Finnclipper (<i>Finnlines</i>)	2013	79	0
Carmen (<i>Wallenius</i>)	2013	312	0
Skåne (<i>Stena Line</i>)	2013	347	0
Huckleberry Finn (<i>TT-Line</i>)	2013	662	0
Stena Carisma	2013	558	0
Silja Galaxy	2013	1013	36
Stena Danica	2013	965	121
Silja Symphony	2013	1892	0
Ocean Surveyor	2013	45	0
Icebeam	2013	13	0
Eckerö	2013	472	0
KBV002	2013	131	0
Sigrid	2013	86	0
Visby	2013	414	12
Stena Vision	2013	810	0
Fox Luna (<i>BRP</i>)	2013	17	3
Fox Sunrise (<i>BRP</i>)	2013	23	0
Sunnanvik	2013	22	0
Isbrytaren Ymer (<i>Sjöfartsverket</i>)	2013	104	4
Isbrytaren Frej (<i>Sjöfartsverket</i>)	2013	110	39
Isbrytaren Atle (<i>Sjöfartsverket</i>)	2013	86	0
SeaWind (<i>Tallink Silja</i>)	2013	135	4
Isbrytaren Oden (<i>Sjöfartsverket</i>)	2013	100	0
Birka	2013	1642	339

Sammanställning av läckageutsläpp från svenskflaggade fartyg, fortsättning			
Anläggning	År	Total köldmediemängd (Kg)	Påfyllt (Kg)
FinnPartner (Finnlines)	2013	515	8
Fedora (Wallenius)	2013	172	15,5
KBV202	2013	15	0
Plejel	2013	11	0
Scandinavica	2013	880	245
Stena Saga	2013	639	46
Stena Scanrail	2013	66	0
Transtimber (Transatlantic)	2013	114	22
Trelleborg	2013	754	0
Tristan (Wallenius)	2013	908	396
Stena Jutlandica	2014	171	19
Stena Germanica	2014	1042	230
Oberon (Wallenius)	2014	182	69
Isolde (Wallenius)	2014	954	561
Obbola	2014	176	15
Huckleberry Finn (TT-Line)	2014	662	0
Stena Carisma	2014	558	0
Silja Galaxy	2014	1013	55,5
Stena Danica	2014	965	385
Silja Symphony	2014	1892	0
Ocean Surveyor	2014	45	0
Eckerö	2014	472	0
KBV001	2014	94	12
KBV002	2014	131	5
Sigrid	2014	86	0
Visby	2014	414	0
Stena Vision	2014	810	0
Fox Luna (BRP)	2014	17	2
Fox Sunrise (BRP)	2014	23	0
Stena Nautica	2014	175	0
Sunnanvik	2014	22	0
Isbrytaren Frej (Sjöfartsverket)	2014	110	0
Birger Jarl (Allandia Rederi)	2014	54	8
SeaWind (Tallink Silja)	2014	135	17,5
Dalarö (Waxholmsbolaget)	2014	64	0
Gällnö (Waxholmsbolaget)	2014	18	0
Nämdö (Waxholmsbolaget)	2014	18	0
Saxaren (Waxholmsbolaget)	2014	10	0
Sandhamn (Waxholmsbolaget)	2014	68	0
Skärgården (Waxholmsbolaget)	2014	13	0

Sammanställning av läckageutsläpp från svenskflaggade fartyg, fortsättning			
Anläggning	År	Total köldmediemängd (Kg)	Påfyllt (Kg)
Söderarm (<i>Waxholmsbolaget</i>)	2014	49	0
Falken	2014	12	0
Baltica	2015	33	0
M/S Express	2015	135	0
Solero (<i>Donsötank</i>)	2015	92	0
Transpulp (<i>Transatlantic</i>)	2015	191	10
Stena Jutlandica	2015	171	35
Stena Germanica	2015	1042	550
Scantica	2015	52	0
KBV002	2015	131	0
KBV003	2015	98	0
KBV032	2015	50	25
KBV033	2015	51	0
KBV034	2015	73	0
Aniara (<i>Wallenius</i>)	2015	184	80
Oberon (<i>Wallenius</i>)	2015	182	78
Evinco (<i>Donsötank</i>)	2015	91	0
Aurora (<i>Scandlines</i>)	2015	675	0
Figaro (<i>Wallenius</i>)	2015	312	63,5
Falstaff (<i>Wallenius</i>)	2015	554	102
Ängön (<i>Sirius</i>)	2015	15	0
Bonito (<i>Donsötank</i>)	2015	30	0
Fidelio (<i>Wallenius</i>)	2015	174	36,5
Isolde (<i>Wallenius</i>)	2015	954	0
Aida (<i>Wallenius</i>)	2015	166	55
Mignon (<i>Wallenius</i>)	2015	170	106
PeterPan (<i>TT-line</i>)	2015	1273	10
Finntrader (<i>Finnlines</i>)	2015	431	60
Undine (<i>Wallenius</i>)	2015	120	5
Gotland	2015	414	38,6
Finnclipper (<i>Finnlines</i>)	2015	79	0
Carmen (<i>Wallenius</i>)	2015	312	17,5
Gotlandia II	2015	199	24
Obbola	2015	176	6
Skåne (<i>Stena Line</i>)	2015	347	0
Huckleberry Finn (<i>TT-Line</i>)	2015	662	0
Stena Carisma	2015	558	0
Silja Galaxy	2015	1013	198
Stena Danica	2015	965	305
Silja Symphony	2015	1892	56

Sammanställning av läckageutsläpp från svenskflaggade fartyg, fortsättning			
Anläggning	År	Total köldmediemängd (Kg)	Påfyllt (Kg)
Ocean Surveyor	2015	45	0
M/S Nordlink (<i>Finnlines</i>)	2015	605	255
Icebeam	2015	13	0
Franklin	2015	112	0
Östrand	2015	164	36
Eckerö	2015	472	0
Sigrid	2015	86	0
Visby	2015	414	10
Stena Vision	2015	810	0
Fox Luna (<i>BRP</i>)	2015	17	2
Fox Sunrise (<i>BRP</i>)	2015	23	10
Stena Nautica	2015	175	0
Sunnanvik	2015	22	0
Isbrytaren Ymer (<i>Sjöfartsverket</i>)	2015	104	0
Isbrytaren Frej (<i>Sjöfartsverket</i>)	2015	110	0
Isbrytaren Atle (<i>Sjöfartsverket</i>)	2015	86	2,5
Totalsumma		47491	5928,1

