

Green & Clean

Mere mad for mindre

Servicekoncept

Generel information

Indholdsfortegnelse

1. Introduktion	3
2. Regler for vedligehold og service af køleanlæg	3
2.1. Årlig service	3
2.2. Lækagetest.....	4
2.3. Kvalifikationskrav for kølemontører og køleservicefirmaer	5
3. Kølesystemer – energiforbrug og optimering	6
3.1. Anbefalede setpunkter og kontrolpunkter	7
3.2. Samtidig opvarmning og køling	9
Appendix 1	10

1. Introduktion

2. Regler for vedligehold og service af køleanlæg

Køleanlæg med en fyldning på over 1 kg er underlagt lovpligtig årlig inspektion specificeret af Arbejdstilsynet. I afhængighed af kølemiddelfyldningen og det anvendte kølemiddel er der specifikke minimumskrav til de personer der udfører servicen. Kravene øges gradvist efter størrelsen på fyldningen og det aktuelle kølemiddel. Reglerne der skal følges og kravene til de personer der udfører service er beskrevet i Arbejdstilsynets vejledninger og regelsæt¹ ligesom der er regler på området der fremgår af EU's COMMISSION REGULATION (EC) No 303/2008 and F Gas Regulation (EC) 517/2014. De nævnte dokumenter er temmelig omfattende, så i det følgende er kun det allermost vigtige beskrevet.

2.1. Årlig service

Den årlige service indeholder en gennemgang af køleanlægget og dets sikkerhedsanordninger. Servicen udføres med det formål at kontrollere om anlægget opfylder de gældende krav til indretning og instrumentering. Servicen har også til formål at sikre at køleanlægget ikke udgør en risiko for personer og/eller omgivelserne.

Fyldninger under 1 kg:

Ingen krav om service eller vedligehold. Disse anlæg er typisk display'kølere, køle-/fryseskabe, mindre køle-/fryserum og andet udstyr med indbygget køleenhed eller med en køleenhed umiddelbart ved forbrugsstedet.

Fyldninger mellem 1-2.5 kg:

For køleanlæg med fyldninger mellem 1-2.5 kg skal sikkerhedsanordningerne som minimum kontrolleres efter leverandørens anvisninger af en uddannet kølemontør.

Fyldninger over 2.5 kg:

For køleanlæg med fyldninger over 2.5 kg skal servicen udføres af en certificeret kølemontør. Følgende skal bl.a. kontrolleres ved servicen:

- Korrekt funktion af gasdetektorer og iltensorer
- Korrekt funktion af sikkerhedsventiler og sikkerhedsbypass'ventiler
- Kølemiddellækage
- Korrekt funktion af rumventilation
- Korrekt funktion af alarmer
- Korrekt funktion af kontakter og omskiftere

Dokumentationskrav

Det er et krav at anlægsejeren opbevarer servicerapporterne fra den årlige service af køleanlæg med fyldninger over 1 kg.

¹ WEA guideline B 4.4, WEA Executive Order on occupational safety and health training for Refrigeration Engineers, WEA Executive order no. 100 of Jan 31st 2007 and 1094 of Nov 28th 2011.

2.2. Lækagetest

F Gasregulativet foreskriver at der foretages lækagetest hver 6, 12 eller 24 måned, se tabel 1 I afhængighed af om køleanlægget har en permanent, fastmonteret lækagedetektor samt efter kølemiddelfyldningens CO₂ ækvivalent (CO₂ equiv.) CO₂ ækvivalenten er defineret som: Fyldning (kg) x GWP. Med permanent, fastmonteret lækagedetektor menes at der er installeret en gasdetektor der giver alarm, hvis der opstår en lækage så vedkommende kan tages øjeblikkelig aktion.

Kølemiddelfyldningens CO ₂ ækvivalent	Lækagetest på køleanlæg uden fastmonteret lækagedetektor	Lækagetest på køleanlæg med fastmonteret lækagedetektor
5* to < 50 ton CO ₂ ækvivalenter	Hver 12 måned	Hver 24 måned
50 to < 500 ton CO ₂ ækvivalenter	Hver 6 måned	Hver 12 måned
> 500 ton CO ₂ ækvivalenter Krav om fastmonteret lækagedetektor	Ikke relevant	Hver 6 måned

Tabel 1 F Gasregulativets krav til lækagetest.

(*) For systemer der har en fyldning på under 3 kg (6 kg for hermetiske kompressorer) HFC, men over 5 ton CO₂ ækvivalent gælder F Gasregulativet først fra januar 2017.

GWP værdien for de mest almindelig kølemidler er vist i tabel 2 sammen med de beregnede 5 ton, 50 ton og 50 ton CO₂ ækvivalenter.

Kølemiddel	Kølemiddelfyldning [kg]			
	GWP	5 ton CO ₂ ækvi.	50 ton CO ₂ ækvi.	500 ton CO ₂ ækvi.
R23	14.800	0.3	3.4	34
R32	675	7.4	74.1	741
R134a	1.430	3.5	35.0	350
R404A	3.922	1.3	12.7	127
R407C	1.774	2.8	28.2	282
R407F	1.825	2.7	27.4	274
R410A	2.088	2.4	23.9	239
R417A	2.346	2.1	21.3	213
R422A	3.143	1.6	15.9	159
R422D	2.729	1.8	18.3	183
R423A	2.280	2.2	21.9	219
R424A	2.440	2.0	20.5	205
R426A	1.508	3.3	33.2	332
R427A	2.138	2.3	23.4	234
R428A	3.607	1.4	13.9	139
R434A	3.245	1.5	15.4	154
R437A	1.805	2.8	27.7	277
R438A	2.265	2.2	22.1	221
R507	3.985	1.3	12.5	125

Tabel 2 Beregnede kølemiddelfyldninger for 5 ton, 50 ton og 500 ton CO₂ ækvivalenter for udvalgte kølemidler.

2.3. Kvalifikationskrav for kølemontører og køleserviceformær

Det kombinerede regulativsystem mellem danske krav og EU krav specificerer at intet vedligeholdelses- eller servicearbejde på køleanlæg ud over visuel inspektion med udføres af personer der ikke er godkendt / certificeret **uanset kølemiddelfyldningens størrelse**. Dette set sammen med kravet om at den årlig service på anlæg med fyldninger på over 1 kg skal udføres af certificerede personer gør, at det ikke giver mening af beskrive i detaljer hvorledes servicen skal udføres, da dette er gennemgået under uddannelsen til certificeret kølemontør.

At arbejde set i forhold til vedligeholdelse, service, installation, lækagekontrol og håndtering af kølemidler kræver en formel uddannelse. Kravene til denne uddannelse er differentieret i forhold til kølemiddeltypen, fyldningens størrelse og typen af køleanlæg der skal serviceres. De forskellige kølemidler er inddelt i to kategorier:

Gruppe 1: Eksplosive, ekstremt brændbare, meget brændbare, brændbare, meget giftige, giftige og oxiderede kølemidler. Eksempler på disse er: ammoniak (R717) and alle organiske gasser som f.eks. isobutan (R600a).

Gruppe 2: Alle andre kølemidler, som ikke er indeholdt I gruppe 1, f.eks. R134a, R410A og CO₂ (R744).

Afhængig af fyldningens størrelse og kølemiddeltypen er følgende certifikater nødvendige.

Kølemiddelfyldninger mellem 0–2.5 kg

Når der arbejdes på køleanlæg med fyldninger mellem 0-2.5 kg er der krav om et kategori II eller lignende som beskrevet i EU regulativ (EC) No 303/2008. Dette certifikat kan typisk opnås gennem deltagelse i et kursus på fagskole. Disse kurser er målrettet VVS'ere og elektrikere, som ønsker at supplere deres uddannelse med et kølemontørbevis.

Kølemiddelfyldninger over 2.5 kg

Systemtype	Kølemiddelfyldning og gruppe	Krav til certifikat
A	> 2.5 kg < 50 kg, gruppe 2	Basis
B	> 2.5 kg, gruppe 2	Mellem
C	> 2.5 kg < 50 kg, gruppe 1 og 2	Udvidet basis
D	> 2.5 kg < gruppe 1 og 2	Udvidet
E	Ethvert køleanlæg (type A-D) der er placeret i et firma, hvor der er ansat en kølemontør kræves et særlig certifikat.	

Tabel 3 *Krav til certifikater for kølemontører*

Når der arbejdes med køleanlæg med fyldninger over 2,5 kg er det et krav at arbejdet udføres af en kølemontør. De pågældende personer skal være over 18 år og være ansat i et firma, der er ISO9000 certificeret.

Note: Trykbærende anlægsdele i køleanlæg type A og B, som f.eks. sugegasledninger, varmevekslere, skal kontrolleres periodisk af et autoriseret firma, hvis anlægsdelene er over en bestemt størrelse. Dette er normalt ikke relevant for de fleste køleanlæg. Der er mere information i Arbejdstilsynets vejledning nr. 100 af 31. januar 2007.

3. Kølesystemer – energiforbrug og optimering

En meget vigtig del af servicen på køleanlæg er at sikre at køleanlæggene har så høj energieffektivitet som mulig. I det følgende er der anført nogle betragte

Helt generelt afhænger et køleanlægs energiforbrug af temperaturforskellen på anlæggets kolde og varme side, dvs. fordampningstemperaturen og kondenseringstemperaturen. For hver grad denne forskel øges vil elforbruget til køleanlægget øges med 2-4% og omvendt. Som tommelfingerregel øges elforbruget med 3% for hver grad temperaturforskellen øges.

Af den årsag er det meget vigtigt at køleanlæggets driftskonditioner kontrolleres og vurderes, og at setpunkterne for driftspresstaterne er optimale. Især er setpunktet for kondenseringstemperaturen et fokuspunkt. Dette er også et fokuspunkt i de nye EcoDesign krav, der træder i kraft fra juli 2016 for nyt udstyr. En høj SEPR værdi (Seasonal Energy Performance Ratio) afhænger af et lavt setpunkt for kondenseringstemperaturen og derfor er kontrol af driftspresstaterne for køleanlæggets kondensator og dens setpunkt vigtig.

3.1. Anbefalede setpunkter og kontrolpunkter

Setpunkterne og driftskonditionerne for køleanlæggets drift har direkte indflydelse på køleanlæggets energiforbrug og på køleanlæggets ydeevne. Selv mindre ændringer i et køleanlæggs driftskonditioner kan have stor indflydelse på energiforbruget.

I tabel 4 og tabel 5 er der anført anbefalede temperaturdifferenser for de mest betydende parametre i et kølesystem. Der er vist værdier for HCFC og HFC i tabel 4 og for ammoniak i tabel 5.

Anbefalede temperaturdifferenser for HCFC og HFC køleanlæg

Komponent/parameter	Alias	Enhed	OK	Kritisk	Ikke OK
Fordamper					
Overhedning	ΔT_{SH}	[°C]	6-10	4-6 10-15	< 4 > 15
Pending (2-5 min interval)		[°C]	< 2	2-4	> 4
Temperaturdifferens					
- Luftkøler, køle-/frostrum	ΔT_{luft}	[°C]	< 6	6 - 10	> 10
- Luftkøler, AC	ΔT_{luft}	[°C]	< 10	10 - 15	> 15
- Væskekøler	$\Delta T_{væske}$	[°C]	< 6	6 - 10	> 10
Kondensator					
Temperaturdifferens					
- Luftkølet	ΔT_{luft}	[°C]	< 12	12 - 15	> 15
- Væskekølet	$\Delta T_{væske}$	[°C]	< 6	6 - 10	> 10
ΔT_{luft} over luftkølet kondensator		[°C]	< 2	2 - 3	> 3
Ikke-kondenserbare gasser		[°C]	< 2	2 - 3	> 3

Tabel 4 Anbefalede temperaturdifferenser over fordampere og kondensatorer for køleanlæg med HCFC og HFC.

Anbefalede temperaturdifferenser for ammoniakbaserede køleanlæg

Komponent/parameter	Alias	Enhed	OK	Kritisk	Ikke OK
Fordamper					
Overhedning	ΔT_{SH}	[°C]	0 - 1	1 - 2	> 2
Temperaturdifferens					
- Luftkøler, køle-/frostrum		[°C]	< 5	5 - 8	> 8
- Væskekøler		[°C]	< 3	3 - 6	> 6
Kondensator					
Temperaturdifferens					
- Væskekølet	$\Delta T_{v\ddot{a}eske}$	[°C]	< 6	6 - 8	> 8
ΔT_{luft} over luftkølet kondensator		[°C]	< 2	2 - 5	> 5
Ikke-kondenserbare gasser		[°C]	< 2	2 - 3	> 3

Tabel 5 *Anbefalede temperaturdifferenser over fordampere og kondensatorer for køleanlæg med ammoniak.*

Tabel 6 viser den anbefalede temperaturdifferens for tørkølere.

Anbefalet temperaturdifferens fro tørkølere

	Alias	Enhed	OK	Kritisk	Ikke OK
$\Delta T_{Tc-luft,ind}$	T_{DC}	[°C]	< 6	6-10	> 10

Tabel 6 *Anbefalet temperaturdifferens for tørkølere.*

De nedenstående punkter beskriver nogle få, men ofte oversete, punkter, der medfører en betydelig reduktion i køleanlægs energiforbrug såfremt de bliver/kan realiseres. Nogle af punkterne realiseres direkte ved at analysere køleanlæggets driftskonditioner, og andre realiseres ved at se kritisk på forbrugsstederne for køling.

1. Kondenseringstemperaturen (og dermed kondenseringstrykket) skal være så lavt som muligt under hensyntagen til anlæggets korrekte funktion. Energibesparelses-potentialet er omkring 3% for hver grad kondenseringstemperaturen reduceres. Køleanlæg er i de fleste tilfælde udrustet med styring af kondensatorblæseren(-erne), der starter/stopper blæseren, således at der opretholdes en vist minimumstryk. Det optimale minimumstryk/-temperatur er i afhængighed af anlægstypen omkring 25-35°C. Desuden er det meget vigtigt at kondensatoren holdes ren og i god stand, så kondenseringstemperaturen kan holdes så lav som mulig
2. Temperaturen på kølestederne skal være så høj som mulig, da køleanlæggets energiforbrug reduceres med 1-3% for hver grad temperaturen på den kolde side hæves. Derfor er det vigtigt at undersøge temperaturen på alle kølesteder kritisk, og bl.a. undersøge om temperaturen på ét enkelt eller ganske få kølesteder er bestemmende for en u hensigtsmæssig lavt fordampningstemperatur for hele køleanlægget. Desuden skal det sikres at alle fordamperne er rene og i god stand, så fordampningstemperaturen er så høj som mulig.

3. Det skal kontrolleres om dørene til køle-/frostrum slutter tæt, således der ikke sker luftinfiltration gennem utætheder. Desuden skal i fødevarebutikker skal det kontrolleres, om natafdækningen er tilstrækkelig og i god stand (og i øvrigt anvendes).
4. Det skal kontrolleres om kølingen afbrydes når det er muligt til de kølesteder, hvor der ikke kræves konstant køling, f.eks. i kølede lokaler til fødevare produktion/-tilberedning
5. Det skal kontrolleres om ventilationen afbrydes når det er muligt i de lokaler der er kølede, således at det/de tilhørende køleanlæg inklusiv hjælpeudstyr ligeledes kan standses
6. Det skal kontrolleres/sikres, at der er styringen af køleanlæggene, ventilationsanlæggene og varmeanlægget er indrettet, så der ikke kan opstå samtidig køling og opvarmning i de lokaler, der er kølede
7. I forbindelse med større køleanlæg for luftkonditionering er det almindeligt, at der er installeret en buffertank på forsynings siden for at imødegå hyppige start/stop af køleanlægget. Det er vigtigt, at indløbs- og afgangsrørene er placeret således at det kolde forsyningsflow ikke blandes med det varme returflow i tanken. Det er ofte set, at buffertanken ikke fungerer som forudset. Dette kontrolleres ved at måle forskellen mellem forsynings temperaturen fra buffertanken til kølestederne og forsynings temperaturen fra køleanlægget til tanken. Hvis temperaturforskellen mellem de to temperaturer overstiger 1°C fungerer tanken ikke ordentligt og det bør overvejes at ændre tanken og/eller rørtilslutningerne. I nye anlæg er det almindeligt kun at indbygge en buffertank i returløbet fra kølestederne.

3.2. Samtidig opvarmning og køling

I lokaler hvor der er installationer for såvel køling og opvarmning er der en potentiel risiko for at der kan opstå situationer, så der både køles og varmes samtidig. Det sker hvis styringen af køling og varme ikke foretages af én fælles styring, men af autonome styringer for hver anlægstype. Det ses f.eks. i kølede lokaler hvor:

- kølingen styres af et signal fra en rumføler og varmen af radiatorventiler
- kølingen og varmen styres af signaler fra hver sin rumføler

Desuden kan denne situation opstå, hvis der ikke er tilstrækkelig stor neutralzone i en fælles anlægsstyring, så styringen pendler mellem varme og køling.

Appendiks 1

Beregning af energiforbrug til kølede lokaler

Der er nedenstående angivet en simpel måde til at beregne det årlige elforbrug til køleanlæg, der betjener ventilationsanlæg for indblæsning af kold luft. Tallene i tabel 6 og tabel 7 er baseret på det danske referenceår (DRY). Der kan interpoleres i tabellerne.

Specifikt kølebehov Q_c [kWh/år*m ³ /s]						
	Indblæsningstemperatur [°C] (se note 1)					
Kølevandsforsyning frem/retur [°C]	12	14	16	18	20	22
6/12	22.100	13.000	7.000	3.600	1.700	800
13/18 (se note 2)	N/A	N/A	4.900	2.500	1.200	500

Tabel 6 Specifikt årligt kølebehov i Danmark

Korrektionsfactor f_h ved drift i færre end 24 timer pr. døgn						
	Indblæsningstemperatur [°C]					
Driftstimer pr. døgn	12	14	16	18	20	22
Kl. 6 til 22 (16 timer)	0,77	0,84	0,90	0,96	1,0	1,0
Kl. 6 til 18 (12 timer)	0,59	0,64	0,69	0,76	0,82	0,84
Kl. 8 til 16 (8 timer)	0,42	0,47	0,51	0,54	0,62	0,63

Tabel 7 Korrektionsfactor f_h ved drift i færre end 24 timer/døgn

Beregningen af det årlige energiforbrug til køleanlægget foretages med nedenstående formel.

$$E \text{ [kWh/år]} = V \times Q_c \times f_h \times (1-\eta) \times (\text{dage}/7) \times (1/\text{COP})$$

- V = Luftflow [m³/s]
- Q_c = Specifikt årligt kølebehov [kWh/år*m³/s] - tabel 6
- f_h = Korrektionsfaktor for driftstimer - tabel 7
- η = Recirkulationsrate og/eller kølegenvindingsgrad (årlig middelværdi)
- dage = Antal driftsdage per uge
- COP = Coefficient Of Performance (netto produceret køling divideret med energiforbruget til køleanlægget inklusiv hjælpeudstyr som pumper etc.). COP er ca. 3-4 for et godt system.

Eksempel:

Luftflow:	10.000 m ³ /h	divideres med 3.600 til m ³ /s
Indblæsningstemperatur efter blæseren:	15 °C	korr. til 14°C pga. varme fra blæseren
Kølevandstemperatur, frem:	6°C	Tal fra tabel 6: $Q_c = 13.000 \text{ kWh/m}^3/\text{s}$
Ingen recirkulering eller kølegenvinding:	$\eta = 0$	
Driftstid kl. 6 to 18 (12 timer):	$f_h = 0.64$	Tal fra tabel 7
Dage:	5	
COP estimeret:	4	

$$E \text{ [kWh/år]} = (10.000/3.600) \times 13.000 \times 0,64 \times (1-0) \times (5/7) \times (1/4) = 4.127 \text{ kWh/år}$$

Note 1. Indblæsningstemperaturen er lufttemperaturen ud af kølefladen, hvilket typisk er temperaturen før ventilationsanlæggets blæser. Hvis indblæsningstemperaturen måles efter blæseren fratrækkes 1°C for at få den korrekte indblæsningstemperatur ifht. til tabel 6, således at der tages højde for varmetilførslen fra blæseren.

Note 2. Hvis det overvejes at udskifte en eksisterende køleflade med en ny, dybere flade for at kunne øge temperaturniveau i kølesystemet (og derved reducere køleanlæggets energiforbrug) skal der tages højde for at en dybere køleflade formentlig vil øge tryktabet på luftsiden i ventilationsaggregatet og at dette tryktab vil være permanent tilstede uanset årstiden, når ventilationsanlægget er i drift.