



## Kølebranchens Kvalitetssikringsordning Grundlag for anlægsdesign, -beregning og -dimensionering

### Udgave 7

<b>Indholdsfortegnelse</b>	<b>Side</b>
1. Indledning.....	2
2. Kølebehov.....	2
2.1 Levnedsmidlers opbevaringsforhold.....	2
2.2 Luftkonditionering .....	2
3. Beregningsgrundlag for kuldeydelse, mm .....	2
3.1 Systemer med luft som varmeoverføringsmedie.....	3
3.2 Systemer med væske som varmeoverføringsmedie .....	4
3.3 Systemer med direkte varmeoverføring .....	5
4. Beregningsgrundlag for varmeydelse, mm .....	5
4.1 Systemer med luft som varmeoverføringsmedie.....	6
4.2 Systemer med væske som varmeoverføringsmedie .....	6
5. Meteorologiske data.....	6
5.1 Luft.....	6
5.2 Vand.....	6
5.3 Jord.....	7
6. Diverse anlægsforhold .....	7
6.1 Opstillingssted.....	7
6.2 Støj og vibrationer.....	7
6.3 Miljøkrav.....	7
6.4 Myndigheds- og lovgivningskrav.....	7
6.5 Øvrige forhold.....	8
7. Referencer.....	8

## 1. Indledning

Specifikationen af en given opgave udgør grundlaget for design, beregning og dimensionering af et anlæg og er samtidig en del af aftalegrundlaget mellem kunden og kølefirmaet.

## 2. Kølebehov

Anlægssystemet skal primært opfylde et aktuelt kølebehov og f.eks. skabe optimale opbevaringstemperaturer, luftfugtigheder, mm for levnedsmidler eller opfylde andre kølebehov, som kræves af kunden.

### 2.1 Levnedsmidlers opbevaringsforhold

Korrekt lufttemperatur og –fugtighed på opbevaringsstedet, samt luftskiftet og lufthastigheden er af afgørende betydning for produktets holdbarhed og kvalitet. Data for optimale opbevaringsforhold kan f.eks. findes i forskellige opslagsværker - eksempelvis i /1/, /3/ og /4/.

Myndighederne på fødevarerområdet stiller desuden krav til temperaturer og nedkølingstider for levnedsmidler. Disse krav må evt. fremskaffes gennem myndighederne. Typiske krav til opbevaringstemperaturer for forskellige typer af levnedsmidler er flg.:

$t < -18^{\circ}\text{C}$	$0 < t < 2^{\circ}\text{C}$	$2 < t < 5^{\circ}\text{C}$	$5 < t < 10^{\circ}\text{C}$	$10 < t < 15^{\circ}\text{C}$
---------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------

### 2.2 Luftkonditionering

Rigtig lufttemperatur, luftfugtighed og lufthastighed i kontorhuse, varehuse o.lign. er af afgørende betydning for menneskers komfortopfattelse, som i øvrigt varierer fra person til person. Data for acceptable komfortforhold må evt. fremskaffes til luftkonditioneringsanlæg – eksempelvis /2/.

Rigtig lufttemperatur og luftfugtighed i rum for computere o.lign. (server-rum) kan være af afgørende betydning for computerens funktions- og ydeevne.

## 3. Beregningsgrundlag for kuldeydelse, mm

Kølebehovet varierer på de fleste anlæg gennem døgnet, over ugen og over året dels som følge af variation i omgivelsernes temperatur og fugtighed dels som følge af arbejdsrytmen og sæsonvariationer, samt variationer i varers indbringningstemperatur, o.lign. Det er vigtigt at kortlægge disse omstændigheder for derigennem at skabe et grundlag for fastlæggelse af anlæggets dimensioneringspunkt og dets behov for kapacitetsregulering

Anlæggets designpunkt (dimensioneringspunkt) kan eksempelvis defineres, som det forhold anlægget skal køre under i 80% af driftstiden (normal case). For nogle anlæg er det vigtigt at systemet designes til at fungere under ekstreme driftskonditioner (“worst case”). Visse anlæg har krav om reservekapacitet aht. 100% driftssikkerhed.

For hver driftssituation /sommer, vinter, sæson, worst case, mm) kortlægges hvert enkelt bidrag til det samlede kuldebehovs variation gennem døgnet.

### 3.1 Systemer med luft som varmeoverføringsmedie

#### 3.1.1 Transmissionsvarme

Gennem lukkede vinduer og døre, samt vægge, loft og gulv vil der ske varmetransport fra varm til kold side, når der findes en temperaturforskel. Varmetransportens størrelse afhænger af materialernes tykkelse og isolationsevne, samt af lufthastigheden ved overfladerne.

For hver flade fastlægges flg. forhold: Areal (længde/bredde/højde), materialer (tykkelser/isolationstal), temperaturer (ene side/anden side/variationer)

#### 3.1.2 Belysning

Elektrisk energi til belysning omsættes næsten 100% til varme, som tilføres rumluften.

For hver armaturtype fastlægges flg. forhold: Antal, afgivet varme pr enhed, samt tænde- og slukketidspunkter.

#### 3.1.3 Ventilatorer/blæsere

Elektrisk energi til ventilatorer og blæsere i fordampere, som skaber luftcirkulationen omsættes til varme, som tilføres rumluften.

For hver fordamper fastlægges flg. forhold: Antal af ventilatorer/blæsere, den enkeltes energiforbrug, samt start- og stoptidspunkter.

#### 3.1.4 Afrimning

Elektrisk energi samt varmgas-energi tilført til afrimning af fordamperflader omsættes til varme, som tilføres rumluften.

For hver fordamper fastlægges flg. forhold: Antal afrimninger, den enkeltes energiforbrug, samt start- og stoptidspunkter eller typiske afrimningstider ved behovsstyret afrimning.

#### 3.1.5 Personvarme

En person, der opholder sig i et lokale, afgiver varme og fugt til rumluften bl.a. fra den højere kropstemperatur i forhold til rumtemperaturen - afhængig af aktivitetsniveauet.

For hvert lokale fastlægges antallet af personer, deres varme- og fugtafgivelse og opholdstidspunkter i lokalet.

#### 3.1.6 Luftsifte

Når varm luft tilføres et afkølet rum aht. tvungent luftsifte, ventilation eller pga. utilsigtet indsvivning af varm luft ved døråbninger, utætte tætningslister, gennemtræk, o.lign. vil der tilføres varme (og fugt) til rummet.

For hvert lokale fastlægges omfanget og døgnvariationen af tvungent eller utilsigtet luftsifte og dermed forbundet varmetilførsel.

### 3.1.7 Varmetilførsel til luftkanaler

Når luft cirkuleres i kanaler i forbindelse med komfort og klimatiseringsanlæg vil der ske en varmetransport gennem kanaloverfladerne ved temperaturforskelle og luften vil derved optage varme.

For hver varmeoptagende komponent fastlægges flg. forhold: Varmeoptagelse og driftstidspunkter.

### 3.1.8 Varenedkøling

Når levnedsmidler/materialer tilføres et opbevaringsrum eller -møbel med en indbringnings-temperatur, der er højere end rumluftens temperatur, vil varerne blive nedkølet og derved afgive varme (og fugt) til luften. Afhængig af varetype, geometrisk form og størrelse, emballeringsform, stablingsmåde og luftcirkulation mm vil det tage nogen tid før temperaturen i hele varen er den samme som rum- eller møbeltemperaturen. For nogle fødevarer stiller myndighederne krav til nedkølingstiden.

For hvert lokale/møbel fastlægges flg. forhold: Varetyper, varemængder, geometrisk form og størrelse, emballageform, stablings og luftcirkulationsforhold, indbringnings- og udbringnings-temperaturer og –tidspunkter.

### 3.1.9 Modningsvarme

Frugt og grøntsager afgiver modningsvarme (åndingsvarme) under lagring til luften.

For hvert lokale fastlægges flg. forhold: Varetyper, varemængder, modningsvarme, indbringnings- og udbringningstidspunkter.

### 3.1.10 Befugtning

Ved befugtning hæves fugtindholdet i luften og luften tilføres varme.

For hvert lokale fastlægges flg. forhold: Varme fra befugtningsanlægget, start- og stoptidspunkter.

### 3.1.11 Anden varmebelastning

Computere, trucks, andet energiforbrugende udstyr, integrerede ”plug-in”-møbler placeret i kølerum, samt solindfald tilfører varme til luften i det opstillede lokale.

For hvert lokale/møbel fastlægges flg. forhold: Varmetilførsel fra maskiner, sol, mv, start- og stoptidspunkter.

## 3.2 Systemer med væske som varmeoverføringsmedie

### 3.2.1 Væskeopvarmning

Når væske anvendes til afkøling af maskiner, procesudstyr, rum, o.lign. vil udstyret/rummet blive afkølet og væsken derved optage varme. Væske kan også blive opvarmet af jord i jord-slanger ved varmepumpeanlæg.

For hver varmeoptagende komponent fastlægges flg. forhold: Varmeoptagelse og driftstids-punkter.

### 3.2.2 Pumpe

Elektrisk energi til pumper i rørsystemer skaber væskecirkulationen og omsættes til varme, som tilføres væsken.

For hvert væskerørsystem fastlægges flg. forhold: Antal af pumper, den enkeltes energiforbrug, samt start- og stoptidspunkter.

### 3.2.3 Varmetilførsel til rør for væskecirkulation

Når væske pumpes rundt i rørsystemer i forbindelse med komfort og klimatiseringsanlæg vil der ske en varmetransport gennem rør- og isolationsoverfladerne ved temperaturforskelle og væsken vil derved optage varme.

For hver varmeoptagende rørkomponent fastlægges flg. forhold: Varmeoptagelse og driftstidspunkter

## 3.3 Systemer med direkte varmeoverføring

### 3.3.1 Varededkøling

Når levnedsmidler/materialer tilføres en kontaktfryser eller kontaktkøler, vil varerne blive nedkølet og derved afgive varme til systemet. Afhængig af varetype, geometrisk form og størrelse, emballeringsform, ”pakke”-måde, mm vil det tage nogen tid før temperaturen i hele varen er den samme som kølemiddeltemperaturen. For nogle fødevarer stiller myndighederne krav til nedkølingstiden.

For hvert kølemøbel fastlægges flg forhold: Varetyper, varemængder, geometrisk form og størrelse, emballageform, pakkeforhold, indbringnings- og udbringningstemperaturer og – tidspunkter.

## 4. Beregningsgrundlag for varmeydelse, mm

Hvis der er muligt og økonomisk rentabelt/acceptabelt at udnytte kølesystemets kondenseringsvarme til rumopvarmning, brugsvandsopvarmning, mm bør det tilbydes. Alternativt kan anlægget evt. forberedes til senere udnyttelse.

Udnyttelse af kølesystemets kondenseringsvarme må under normale omstændigheder ikke genere kølesystemets drift og opfyldelsen af de primære kølekrav.

Varmebehovet varierer oftest gennem døgnet og hen over ugen og året udover sæsonbetonede forhold o.lign. Det er vigtigt at kortlægge disse omstændigheder for derigennem at skabe et grundlag for fastlæggelse af mulighederne for af udnytte kondenseringsvarmen.

For hver driftssituation (sommer, vinter, sæson, mm) kortlægges hvert enkelt bidrag til det samlede varmebehovs variation gennem døgnet.

#### **4.1 Systemer med luft som varmeoverføringsmedie**

##### **4.1.1 Rumvarme**

Kondensatoren bør i nogle tilfælde anbringes direkte i et lokale med behov for opvarmning.

For hvert rum med opvarmningsbehov fastlægges flg. forhold: Varmebehov, temperaturniveau, tidspunkter og variationer.

#### **4.2 Systemer med væske som varmeoverføringsmedie**

##### **4.2.1 Rumvarme**

En varmeafgiver bør i nogle tilfælde anbringes i et lokale med behov for opvarmning.

For hvert rum med opvarmningsbehov fastlægges flg. forhold: Varmebehov, temperaturniveau, tidspunkter og variationer.

##### **4.2.2 Brugsvand**

Kondenseringsvarme kan benyttes til op- eller forvarmning af brugsvand.

For hvert brugsvandsbehov fastlægges flg. forhold: Varmebehov, temperaturniveau, tidspunkter og variationer.

### **5. Meteorologiske data**

Luft, vand eller jord kan anvendes som varmeoverførende medie i forbindelse med frikøling, jordvarme, luft- eller vandkøling af kondensatorer, mm.

For valg af varmeoverførende medie og vurdering af muligheder for frikøling skal adgangen til mediet og dets temperaturforløb over døgnet, ugen og året klarlægges.

#### **5.1 Luft**

Der findes kildematerialer vedrørende udeluftens temperatur, relativ fugtighed, mm i Danmark. Basis er målinger fra Dansk Meteorologisk Instituts målestationer landet over gennem mange år. Bl.a. Hans Lund fra Institut for Bygninger og Energi (IBE) ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU) har arbejdet med emnet og har indgående kendskab til Test Reference Year (TRY) og dets afløser Design Reference Year (DRY). Kilderne indeholder repræsentative vejrdata for Danmark med 1 times interval året rundt. Danmarks Meteorologiske Institut DMI kan muligvis fremskaffe lokale data fra nærmeste vejrstation, hvis dette er påkrævet.

#### **5.2 Vand**

Der bliver overalt i landet løbende foretaget målinger og undersøgelser af vandkvalitet og vandmiljø og der findes utvivlsomt mængder af datamateriale over temperaturer i havvand, grundvand, brøndvand, søvand, mm, men der er ikke opsporet et offentligt tilgængeligt kildemateriale af samme art som for udeluft. Man kan overslagsmæssigt regne med en grundvandstemperatur på 7,5°C året rundt. I konkrete tilfælde kan man forsøge at fremskaffe data fra om grundvand fra Danmarks og Grønlands geologiske Undersøgelser GEUS eller amternes grundvandsafdelinger, om kilder, vandløb og søer ved Danmarks Miljøundersøgelser DMU i Silkeborg og om havvand fra ved Danmarks Miljøundersøgelser DMU i Roskilde. Geoteknisk Institut kan evt. være behjælpelig med fremskaffelse af data. Alternativt må man selv tilvejebringe data via målinger.

### **5.3 Jord**

Der findes ligesom for vand utvivlsomt datamateriale over jordtemperaturer i forskellige dybder under jordoverfladen, mm, men der er ligesom for vand ikke opsporet et offentligt tilgængeligt kildemateriale af samme art som for udeluft. Geoteknisk Institut kan måske også her være behjælpelig med fremskaffelse af data. Alternativt må man selv tilvejebringe data via målinger. For nedgravede jordslanger findes dimensioneringsregler, der er udarbejdet for varmemepumpeanlæg, som udnytter de øverste jordlag som varmeoptager.

## **6. Diverse anlægsforhold**

### **6.1 Opstillingssted**

Bygningens evne til at klare vægten af udstyret skal kortlægges.

Udvendig placering kræver ejendomsejers godkendelse.

Luftkølede kondensatorer bør placeres udendørs i skygge for lavest mulig udelufttemperatur.

### **6.2 Støj og vibrationer**

Krav til støj- og vibrationsniveau i tilstødende lokaler, samt krav til lydeffektniveau i skel. o.lign. skal kortlægges iht. gældende bekendtgørelser om intern og ekstern støj fra virksomheder.

### **6.3 Miljøkrav**

Krav til miljøforhold af enhver af skal kortlægges.

### **6.4 Myndigheds- og lovgivningskrav**

Diverse myndigheds- og lovgivningskrav skal kortlægges mht. sikkerhedsforhold, veterinære forhold. mm.

Særlig opmærksomhed henledes til vejledning om køleanlæg – kølebekendtgørelsen, stærkstrømsreglementet, krav til CE-mærkning, bekendtgørelse Nr. 746 af 26. november 1987 om trykbeholdere og rørsystemer under tryk, samt nyt trykdirektiv fra EU.

Anvendelse af havvand, grundvand, mm kræver myndighedsgodkendelse.

Udvendig placering kræver myndigheders godkendelse.

I henhold til bygningsreglementet (BR98) skal der søges om tilladelse til komfortkøleanlæg.

## 6.5 Øvrige forhold

Af andre forhold, som skal kortlægges inden et anlæg designes, beregnes og dimensioneres, kan flg. kort nævnes:

Opkoblingsmuligheder og krav i forhold til eksisterende udstyr.  
Opfyldelse af diverse DIF-normer.  
Kølebranchens Miljøordning.  
Behov for reservekapacitet for sikkerhed mod produktionsstop, o.lign.

## 7. Referencer

- /1/ K. Porsdal Poulsen, Danmarks Tekniske Højskole: Køle- og frysekonservering af levnedsmidler (Udarbejdet for Skaneks A/S)
- /2/ Poul Becher, Danmarks Ingeniørakademi: Varme og ventilation 1: Grundlaget og isolering
- /3/ Mercantila Publishers as: Guide to food transport: Fruit and Vegetables
- /4/ Mercantila Publishers as: Guide to food transport: Fish, Meat and Dairy Products