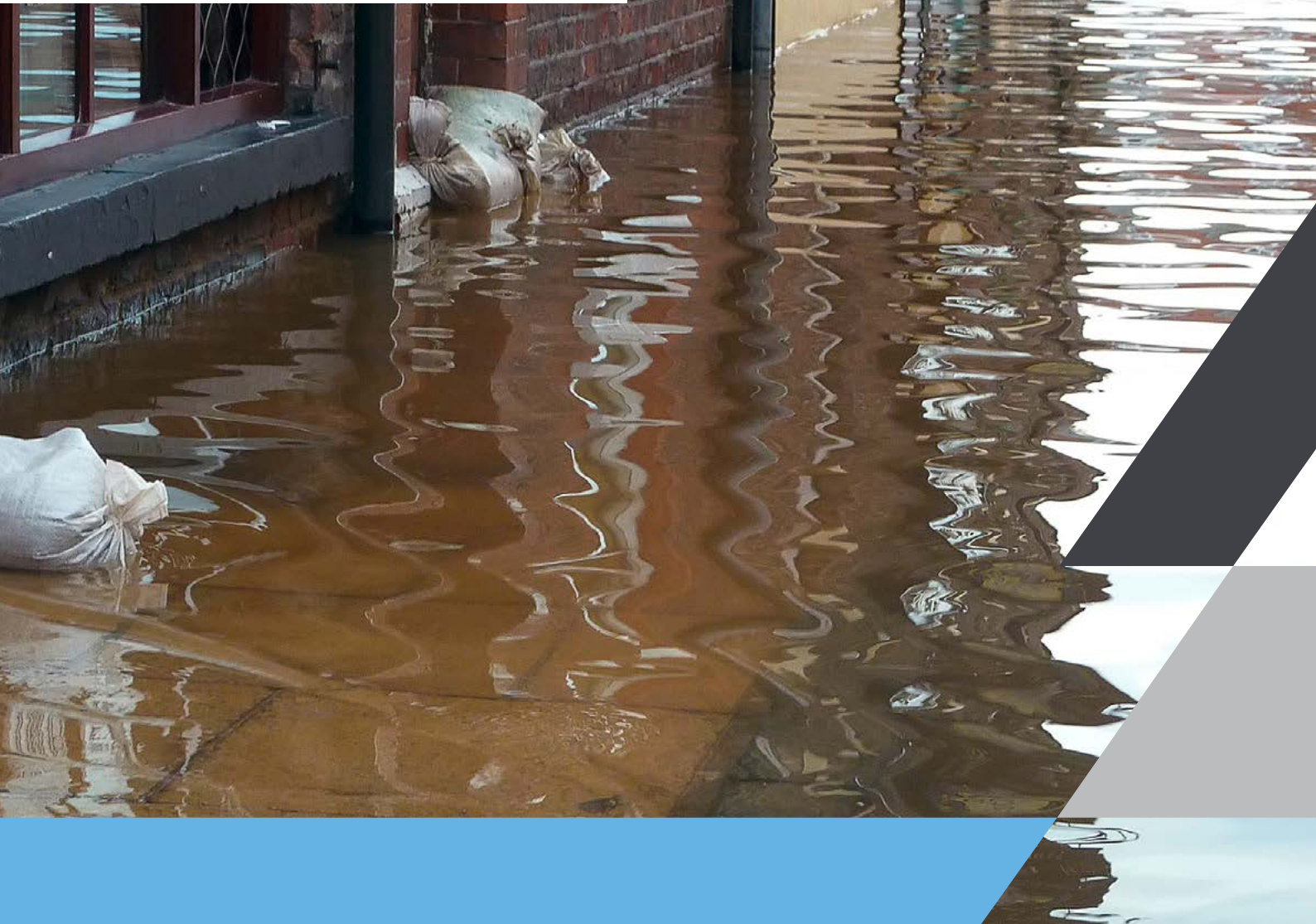




SELECTION GUIDE

FOR MOBILE AFFUGTERE

NEW

ECO-Friendly
Refrigerant

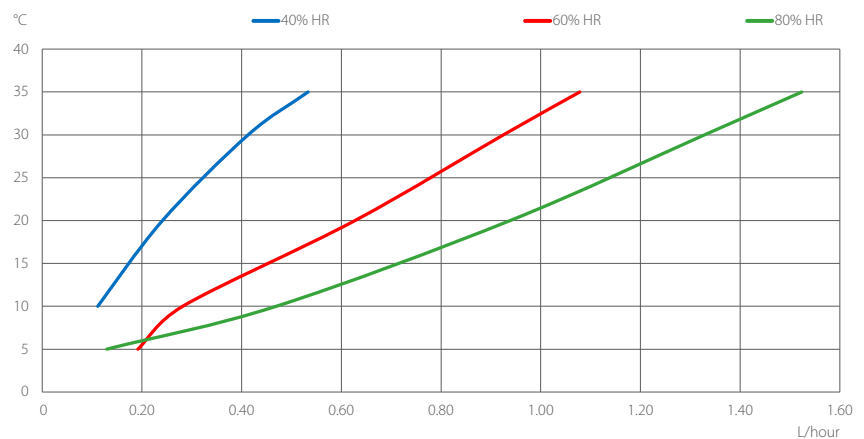


INDHOLD

0. Forord	4 - 5
Beskrivelse af de tre parametre der er nødvendige for at vælge en mobil CDT-affugter	
1. Hvorfor har vi brug for affugtning?	6 - 7
Hvad er årsagerne til, at det er nødvendigt med affugtning	
1.1 Opvarmning og ventilation	
1.2 Affugtning	
1.3 Fordele ved kondensstørring	
2. Hvordan fungerer en mobil affugter?	8 - 13
De grundlæggende funktioner i en mobil affugter	
2.1 Temperatur og luftstrøm	
2.1.1 Fugtstyring	
2.1.2 Temperaturstyring	
2.2 Køleanlæggets komponenter og deres funktion	
2.3 Afrimning	
3. Teoretiske principper	14 - 19
Forklaring til Molliers hx-diagram. Se også bagerste side i dette hæfte	
3.1 Brug af Molliers hx-diagram	
Tre trin for trin eksempler på hvordan hx-diagrammet bruges	
4. Beregning af affugtningsbehov	20 - 37
Beskrivelse af fugtproblemer og anvendelse af mobil affugtning	
4.1 For højt vandindhold i luften	
4.1.1 Skabe et behageligt indeklima. Beregningseksempler på hvordan man skaber et behageligt indeklima	
4.1.2 Bevarelse og beskyttelse af varer og materialer. Beregningseksempler	
4.1.3 Vandværker. Beregningseksempler på hvordan man opretholder en passende temperatur og relativ fugtighed og undgår korrosion på vandrør, pumper og andet udstyr.	
4.2 For højt vandindhold i materialer	
4.2.1 Byggetørring. Beregningseksempler på byggetørring i forbindelse med nybyggeri	
4.2.2 Retningslinjer for tørreprocessen	
4.3 Udtørring af vandskader	
4.3.1 Udtørring af vandskader under gulve	
5. Dantherm CDT-serien	38 - 43
Beskrivelse af mobile CDT-affugtere	
5.1 Avanceret kontrol	
5.2 Brugervenligt design	
5.3 Lavt energiforbrug	
5.4 Latent varme	
5.5 Valg af korrekt affugter	
Tillæg	
Lynguide med tommelfingerregler	44 - 45
Hurtige og nemme tommelfingerregler baseret på empiriske data	
Noter & lynguide	46 - 47

FORORD

For at kunne vælge den mest egnede mobile affugter fra Dantherms CDT-program skal man kende tre parametre: Luftens temperatur i °C, den relative fugtighed i luften i % RF, og hvor mange liter vand der skal fjernes fra luften pr. time.



Hvis man kender disse tre parametre, er det blot et spørgsmål om at aflæse i kapacitetsdiagrammerne for CDT (herover er vist kapacitetsdiagram for CDT 30) for at finde den affugter, der egner sig bedst til opgaven. Kapacitetsdiagrammer for alle affugtere i Dantherms CDT-program er vist i kapitel 5.

Det er ret enkelt at fastlægge temperatur og relativ fugtighed, hvorimod det er en helt anden sag at finde frem til den mængde vand, der skal fjernes fra luften i en given situation.

Formålet med denne selection guide er at give læseren kendskab til funktionsprincippet i en kondensaffugter samt teoretisk baggrund for at kunne beregne den affugtningskapacitet, der er nødvendig i enhver given situation.

Hurtig og effektiv udtørring er af afgørende betydning i tilfælde, hvor bygninger er vandskadet efter oversvømmelse eller brand. Det samme gælder inden for byggeri, hvor effektiv udtørring af murstens- eller betonvægge er med til at fremskynde byggeprocessen. CDT-affugterne er også velegnet til lejlighedsvis affugtning og udtørring i produktions- og lagerlokaler.

CDT-affugterne vil kunne dække de fleste udtørningsopgaver, men vi kan også anbefale Dantherms stationære affugtere: CDF og CDP, hvis der er tale om et permanent behov for affugtning.

God læselyst!



Denne guide til mobile affugtere indeholder information om Dantherms CDT 30, 30S, 40, 40S og MK III.

1

HVORFOR HAR VI BRUG FOR AFFUGTNING?



Behovet for effektiv affugtning begrænser sig ikke kun til vandskader, nybyggeri, produktionsprocesser, swimming pools, vandværker og andre åbenlyst fugtige steder. Bygninger, værdigenstande og mennesker i alle klimatiske områder vil ofte have gavn af affugtning i andre mindre åbenlyse dagligdags situationer.

Udeluften er aldrig fuldstændig tør noget sted i verden, og indendørs er der utallige faktorer, der bidrager til en høj relativ fugtighed: Sved fra mennesker, os og damp fra madlavning og badning, fugt fra produktionsprocesser eller opbevaring af fugtige varer, selv bygningskonstruktion og møbler bidrager til den relative fugtighed i rummet.

I dag isoleres nye bygninger meget bedre end tidligere på grund af de stadigt stigende energipriser. Isoleringen holder nok kulden ude, men den nedbringer også luftsiftet og holder på fugten. Et sikkert tegn er dug på ruderne, som hurtigt kan blive til fugt, der er til skade for træværket.

De vigtigste årsager til og tegn på, at der er behov for affugtninger er:

- angreb af mug og svamp
- forhold hvor mikroorganismer trives/formerer sig
- det er vanskeligt at male f.eks. metaloverflader
- fejlfunktion i forbindelse med elektronisk udstyr
- korrosionsangreb
- fugtskader på varer, bygningsdele, møbler osv.
- ubehag på grund af fugtigt indeklima.

I alle disse situationer er der behov for at sænke luftens relative fugtighed. Flere forskellige metoder kan tages i anvendelse for at nedbringe luftens relative fugtighed.

Eksempel 1

På en varm sommerdag i Danmark med en rumtemperatur på 20°C og en relativ fugtighed på 60% RF er vandindholdet i luften ca. 8,5 g vand/kg luft. I et rum på 80 m³ svarer det til ca. 1 liter vand.

Hvis temperaturen om natten falder til 0°C kondenserer mere end 50% af vandindholdet i luften til dug. Det er 5 g vand/kg luft eller næsten en halv liter kondenseret vand i et rum på 80 m³. Dette kan føre til flere forskellige alvorlige problemer.

1.1 Opvarmning og ventilation

Det længst kendte princip for nedbringelse af luftens fugtighed bygger på den fysiske kendsgerning, at varm luft kan indeholde mere vanddamp end kold luft.

Med denne traditionelle metode suges frisk luft ind i rummet, hvor den opvarmes så den kan optage yderligere vanddampe. Derefter bortventileres den fugtholdige luft. Denne proces fortsætter indtil de ønskede konditioner i rummet er opnået.

Tørring ved hjælp af opvarmning og ventilation anvendes i stadig mindre grad, da det er energikrævende og meget uøkonomisk, idet varmen bogstavelig talt kastes ud af vinduet. Dertil kommer, at den friske luft der suges ind i rummet også har en vis relativ fugtighed, og det forlænger tørreprocessen, alt afhængig af årstiden, udetemperatur og vejrforholdene.

På grund af de høje energipriser er affugtning i dag den mest foretrukne tørremetode overalt i verden.

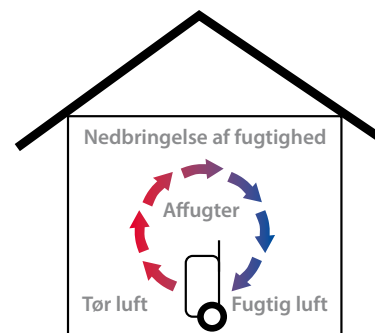
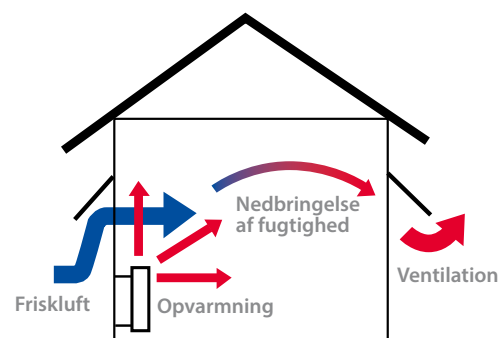
1.2 Affugtning

Det grundlæggende princip ved affugtning forudsætter, at rummet er lukket. Det vil sige, at vinduer og døre skal holdes lukkede, så der kommer ingen eller meget lidt udeluft ind i rummet. Luften cirkulerer kontinuerligt gennem affugteren, og fugten udkondenseres og ledes i en vandbeholder uden varmetab til det fri. Helt modsat den traditionelle metode med opvarmning og ventilation.

Ud over de indlysende fordele ved det lavere energiforbrug, er affugtningsprocessen nemmere at styre, så længe rummet forbliver lukket.

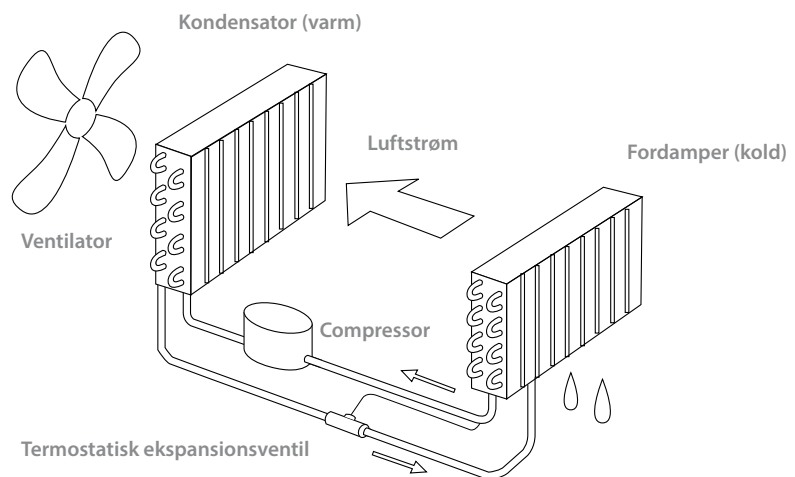
1.3 Fordele ved kondens tørring

- reduceret energiforbrug
(ca. 80% reduktion sammenlignet med traditionel opvarmning og ventilation)
- mindre risiko for skaltørring og kritisk punkttørring, fordi temperaturen er lavere
- intet energitab. Den elektriske energi til kompressor og ventilatormotor omdannes til varme
- styret proces, idet rummet er lukket



2

HVORDAN FUNGERER EN MOBIL AFFUGTER?



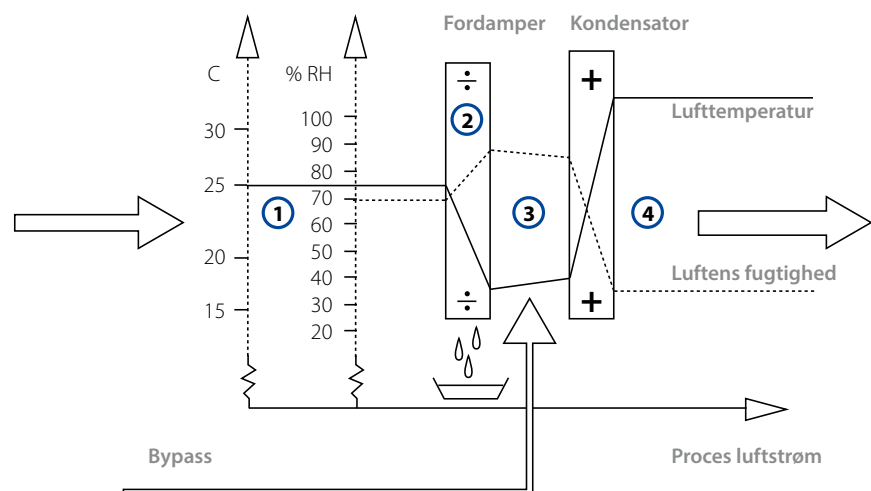
En kondensaffugter fungerer efter et meget enkelt princip.

En ventilator trækker fugtig luft ind gennem fordamperen, hvor luften afkøles til under dugpunktet. Luftens indhold af vanddampe kondenseres på fordamperens kolde overflade og opsamles i en vandbeholder eller bortledes til afløb. Den kolde, tørre luft fortsætter gennem kondensatoren, hvor den opvarmes for derefter at blive blæst ud i rummet igen, parat til at optage ny fugt fra rummet. Denne proces fortsætter indtil de ønskede konditioner er opnået.

Eksempel 2

2.1 Temperatur og luftstrøm

TEMPERATUR OG RF-VÆRDI		
1.	25°C	70% RF
2.	17°C	88% RF
3.	18°C	85% RF blandet luftstrøm
4.	33°C	35% RF



I det illustrerede eksempel på foregående side kommer der 25°C varm luft (1) med en relativ fugtighed på 70% RF ind i fordamperen. Inde i den kolde fordamper (2) falder lufttemperaturen til 17°C og den relative fugtighed stiger til 88% RF. Dette får vanddampen til at kondensere, og kondensvandet løber ned i en vandbeholder.

For at fjerne alt vand selv ved relativ tør luft, er det vigtigt at ikke hele luftstrømmen nedkøles i fordamperen, da der er risiko for, at dugpunktet så ikke kan nås fuldt ud. Derfor ledes kun en del af luften gennem fordamperen for at opnå max. kondensering, mens resten af luften føres forbi fordamperen, som vist i eksempel 2.1. Dette resulterer i en blandet luftstrøm på 18°C og 85% RF mellem fordamperen og kondensatoren (3). Idet den passerer den varme kondensator, vil den blandede luftstrøm sikre at kondensatoren nedkøles tilstrækkeligt.

Slutresultatet er en udblæsningstemperatur fra affugteren på 33°C og 35% RF (4). Temperaturen er steget, fordi den elektriske energi til kompressoren omdannes til varme, og fordi der frigøres latent varme under kondenseringsprocessen.

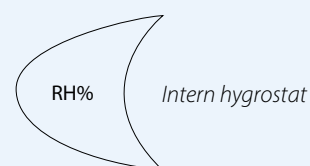
2.1.1 Fugtstyring

Den indbyggede hygrostat på displayet gør det muligt at kontrollere nøjagtigt hvor meget den relative fugtighed skal sænkes. Indstil ønsket relativ fugtighed. Når den er nået, stopper hygrostaten automatisk affugtningsprocessen. På den måde risikerer man ikke skader på grund af for kraftig udtørring, ligesom affugtningsprocessen bliver langt mere energieffektiv.

2.1.2 Temperaturstyring

Hvis rumtemperaturen ligger uden for affugterens arbejdsområde (3-35°C) standser affugteren. Den starter igen automatisk, når rumtemperaturen igen ligger inden for affugterens arbejdsområde.

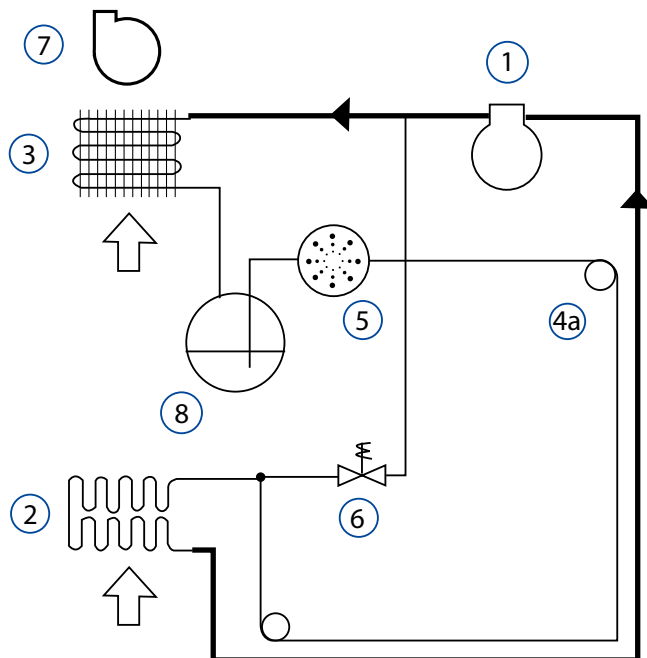
Dette betyder, at affugteren er i drift så længe rumtemperaturen ligger inden for arbejdsområdet, hvorved den relative fugtighed gradvis sænkes.



CDT 30 OG 30S

Med kapillarrør

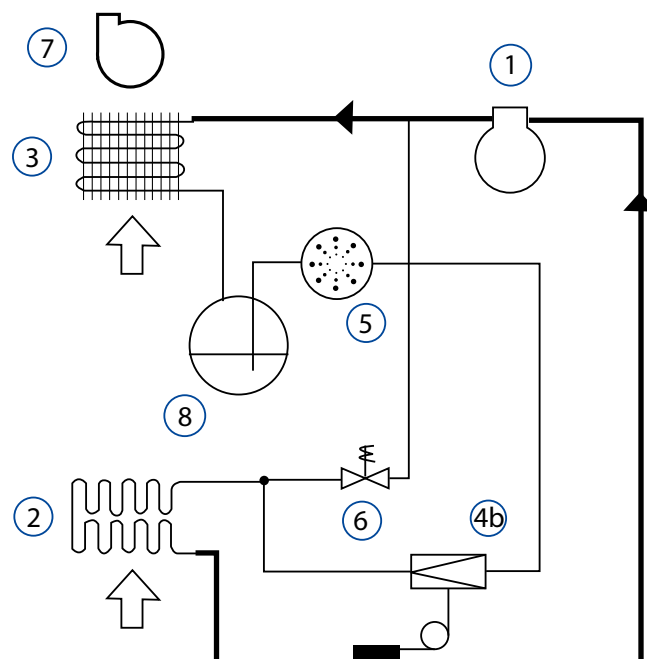
- 1: Kompressor
- 2: Fordamper
- 3: Kondensator
- 4a: Kapillarrør
- 5: Tørfilter
- 6: Magnetventil
- 7: Ventilator
- 8: Receiver



CDT 40, 40S, 60 OG 90

Med termostatisk ekspansionsventil

- 1: Kompressor
- 2: Fordamper
- 3: Kondensator
- 4b: Termostatisk ekspansionsventil
- 5: Tørfilter
- 6: Magnetventil
- 7: Ventilator
- 8: Receiver



2.2 Køleanlæggets komponenter og deres funktion

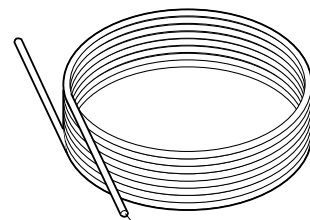
Kompressoren (1) tager varm gas fra lavtrykssiden og presser det ind i kondensatoren (3). Ventilatoren (7) suger den kolde luft fra fordamperen (2) gennem kondensatoren (3), hvor den opvarmes af den varme gas. Ved denne proces afkøles gassen og ender som væske i receiveren (8).

Det flydende kølemiddel, som nu har et højt tryk, passerer gennem et tørfilter (5) som fjerner uønsket fugt fra kølemidlet. Derpå passerer kølemidlet gennem kapillarrør eller en termostatisk ekspansionsventil (4a/4b), hvor trykket reduceres, før det ledes ind i fordamperen (2), hvor det når kogepunktet og igen bliver til varm gas med lavt tryk. Kapillarrør og termostatisk ekspansionsventil har grundlæggende den samme funktion. Nemlig at reducere fra højt tryk til lavt tryk og at styre kølemidlets passage gennem fordamperen. Ved lavt tryk vil varmen fra den luft som trækkes/suges hen over fordamperen transformere kølemidlet i fordamperen til gas.

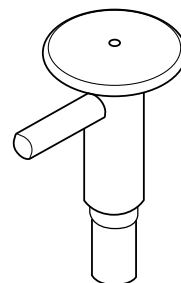
Kapillarrøret fungerer som en statisk modstand. Når kølemidlet skal passere gennem et langt tyndt rør, reduceres trykket.

Den termostatiske ekspansionsventil er en dynamisk modstand. Føleren sender et signal til ventilen, som får ventilen til at åbne sig lidt og modsat. Hvis fordamperen ikke får tilstrækkeligt kølemiddel, stiger følertemperaturen, og det får ventilen til at åbne sig lidt og modsat.

I modsætning til et kapillarrør kan en termostatisk ekspansionsventil kompensere for forskelle i RF-værdi og temperaturen på den luft, der suges ind i affugteren. Derfor er ekspansionsventilen klart den bedste løsning, når der er tale om store affugtere, men det er også en dyrere løsning, og der opnås ikke nogen væsentlig højere kapacitet ved at bruge den i de mindre affugtere.



Kapillarrør



Termostatisk ekspansionsventil

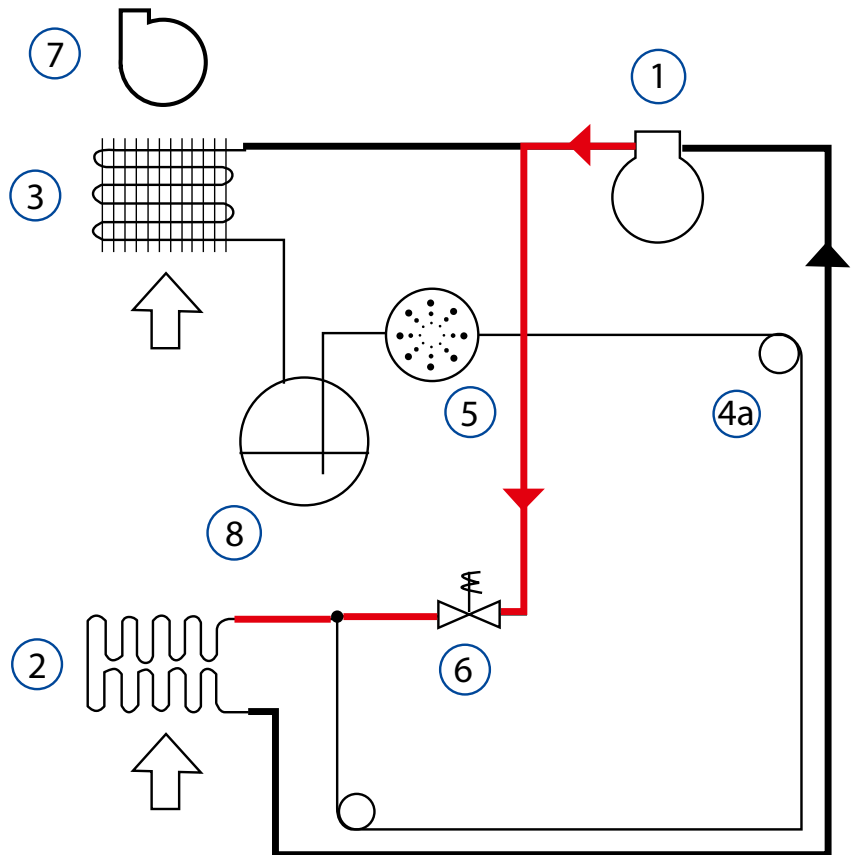
2.3 Afrimning

Fordamperen bliver meget kold - alt afhængig af rumtemperatur og luftens relative fugtighed. Generelt er en lav lufttemperatur ensbetydende med en lav fordampertemperatur. Hvis luftens temperatur er under ca. 15-20°C (afhængig af den relative fugtighed) begynder der at dannes is på fordamperfladen.

Hvis isen får lov at samle sig på fordamperen, vil det reducere affugtningskapaciteten. For at undgå dette, afrimes den ved hjælp af varm gas fra kompressoren.

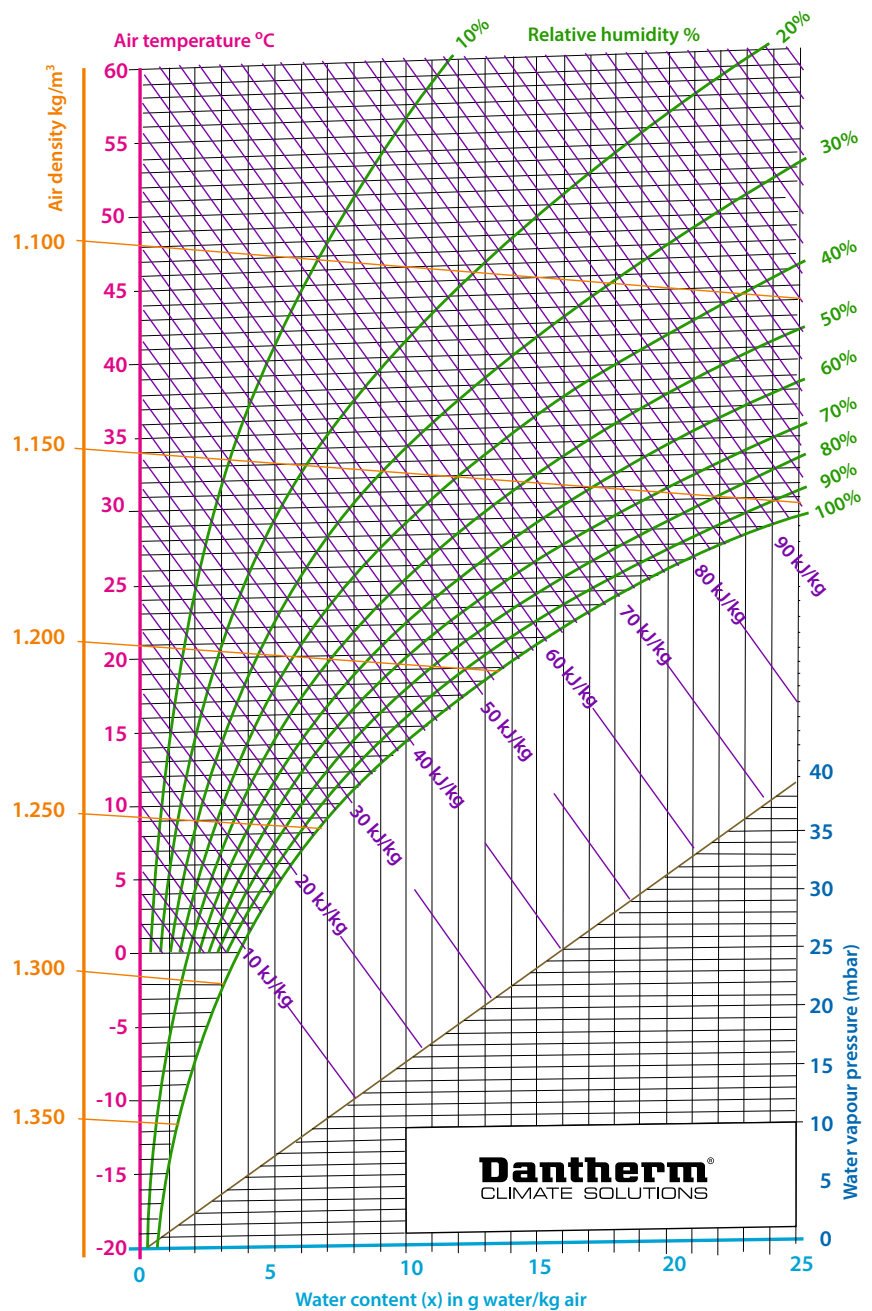
Når temperaturen på fordamperfladen når ned på den indstillede temperatur på 5°C, aktiveres en timer, og efter 20 minutter ved <5°C åbner magnetventilen (6) og varm gas cirkuleres rundt i fordamperen og smelter effektivt den is, der har samlet sig på fordamperfladen. Når den indstillede fordampertemperatur på 12°C er nået, lukker magnetventilen og systemet vender tilbage til normal aktiv drift.

- 1: Kompressor
- 2: Fordamper
- 3: Kondensator
- 4a: Kapillarrør
- 5: Tørfilter
- 6: Magnetventil
- 7: Ventilator
- 8: Receiver



3 TEORETISKE PRINCIPPER

De grundlæggende funktionsprincipper ved affugtning er ret simple. Beregninger i forbindelse med affugtning er derimod ret komplicerede. Flere af hinanden afhængige parametre skal tages i betragtning.



Molliers hx-diagram er en grafisk fremstilling af sammenhængen mellem temperatur og luftens relative fugtighed. Hx-diagrammet er nøglen til bestemmelse af de forskellige parametre, der skal kendes for at bestemme affugtningsbehovet i enhver given situation.

Dette er en introduktion til at forstå, hvordan dette værktøj fungerer. I kapitel 4 er der eksempler på beregning af specifik affugtningskapacitet med henvisning til Molliers hx-diagram og med anvendelse af begreber og mængder, der er fundet i diagrammet.

Tabel 1

BEGREBER I MOLLIER'S HX-DIAGRAM	
Luftens densitet (p)	Den lodrette orange akse helt ude til venstre. Aflæs luftens densitet ved at følge den skrånende orange linje i diagrammet. Luftens densitet er den specifikke massefylde angivet i kg/m ³ .
Lufttemperatur (t)	Den lodrette pink akse i venstre side med tilsvarende let skrånende linjer. Temperaturen angives i °C.
Enthalpi (h)	De lilla diagonale linjer. Enthalpi er luftens vameindhold og angives i kJ/kg luft. Starter ved 0°C/0% RF = 0 kJ/kg.
Relativ fugtighed (RF)	De grønne kurver. Den relative fugtighed angives i procent (%) og er et udtryk for luftens aktuelle vanddamtryk i forhold til vanddamtrykket ved mætning.
Vandindhold (x)	Den vandrette lyseblå akse nederst. Det aktuelle vandindhold i luften målt i g vand/kg luft.
Vanddamtryk (p)	Den lodrette blå akse til højre. Vanddamtryk målt i mbar aflæses for at bestemme det partielle vanddamtryk. Den brune diagonale linje i nederste halvdel af diagrammet er en hjælpelinje til brug for bestemmelse af det partielle vanddamtryk.

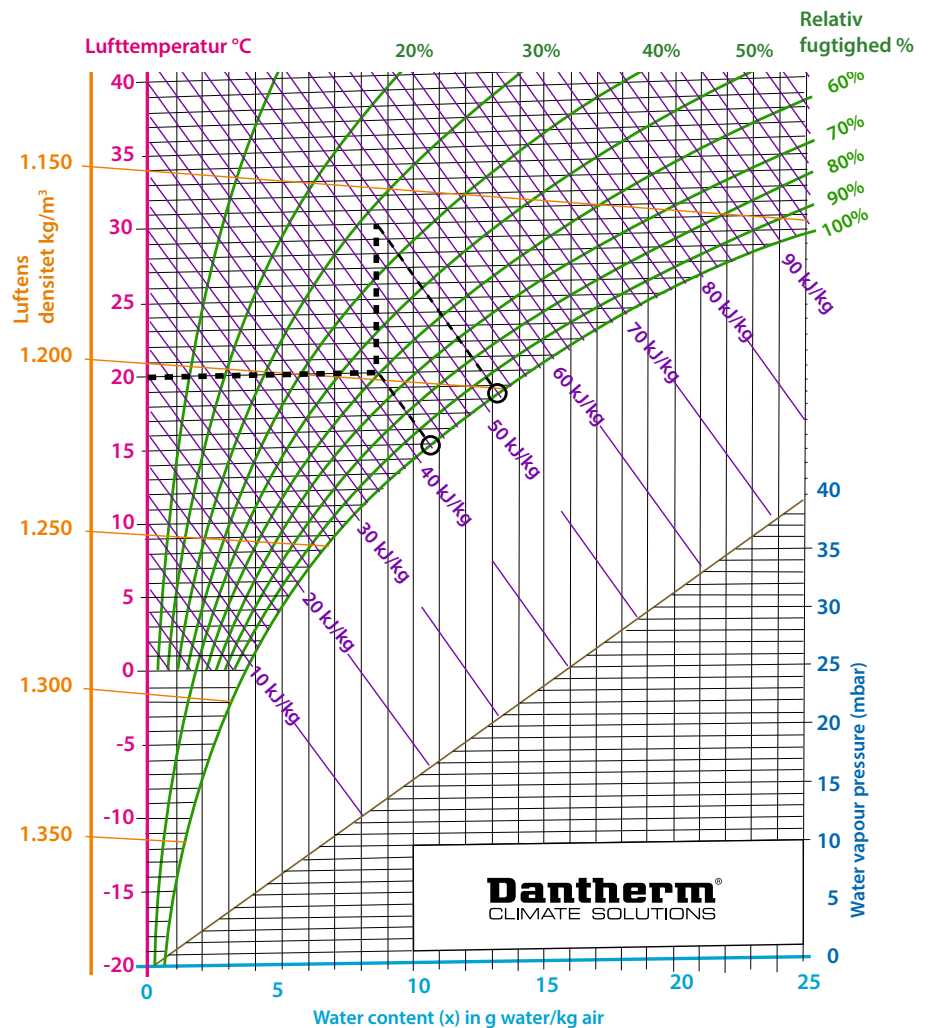
Bemærk at hx-diagrammet brugt i denne guide gælder for et atmosfærisk tryk på 1013 mbar.

3.1 Brug af Molliers hx-diagram

Første gang man ser et hx-diagram kan det virke ret kompliceret med alle dets kurver og skrå og lige linjer, men det er faktisk et ret enkelt og nyttigt værktøj, når man først har lært at bruge det. De eneste data man har brug for at kende er temperaturen og den relative fugtighed i rummet.

Eksempel 3

Lad os begynde med et helt enkelt eksempel:



Vi ønsker at beregne enthalpien eller energien, der er krævet for at øge temperaturen i et rum med en relativ fugtighed på 60% RF fra 20°C til 30°C.

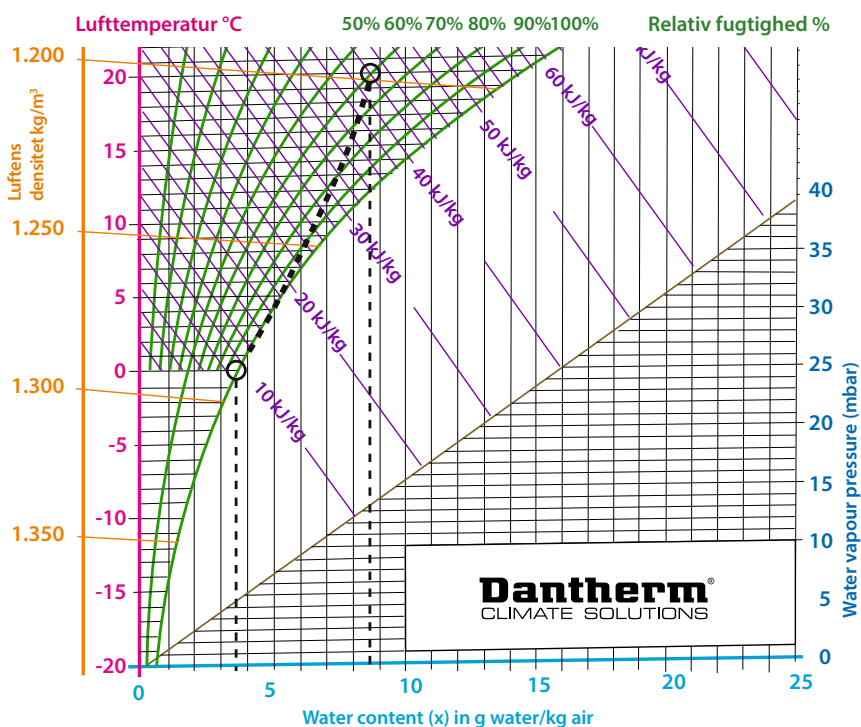
Begynd med at finde 20°C punktet på den pink akse til venstre. Følg derpå den let stigende vandrette hjælpelinje til det punkt, hvor den krydser den grønne 60% RF kurve. Hvis du følger den lille diagonale linje til det punkt, hvor den krydser den grønne 100% RF kurve, ser du at $h=42$ kJ/kg.

Gå nu tilbage til det punkt der viser 20°C/60% RF. Følg temperaturen opad, indtil den krydser 30°C hjælpelinjen. Bemærk at den relative fugtighed falder til ca. 35% under dette forløb. Men da vi ønsker at finde den entalpi, der er nødvendig for at øge temperaturen op til dette punkt, skal man igen følge den lille diagonale linje til det punkt, hvor den krydser den grønne 100% RF kurve. Man når nu til $h=52$ kJ/kg.

Resten er nemt: $h = (52-42) = 10$ kJ/kg luft varmeenergi skal tilføres rummet for at hæve temperaturen fra 20°C til 30°C.

Lad os nu se på de data, som vi fandt i eksempel 1 på side 6. I dette eksempel fastslog vi, at på en varm dansk sommerdag vil et temperaturfald fra 20°C om dagen til en temperatur på 0°C om natten i et rum på 80 m³ resultere i, at der på kolde overflader i rummet kondenseres en halv liter vand fra luften.

Eksempel 4



Kondensdannelsen begynder straks, når temperaturen når dugpunktet. For at fastslå dugpunktet ved 20°C og 60% RF findes de 20°C på den pink akse. Følg hjælpelinjen til 60% RF punktet. Følg nu den lodrette hjælpelinje ned, indtil den krydser den grønne 100% RF kurve. Fra dette punkt følges den vandrette hjælpelinje til venstre for at aflæse den dugpunktstemperatur på 12°C på den pink akse. Mellem denne temperatur og 0°C vil luftens vandindhold kondensere til vand i rummet.

Følg nu den lodrette linje fra 20°C og 60% RF hele vejen ned til den vandrette lyseblå akse i bunden og aflæs $x=8,5$ g vand/kg luft vandindhold i luften. Foretag samme aflæsning ned fra 0°C og 100% RF, hvilket skulle give $x=3,5$ g vand/kg luft.

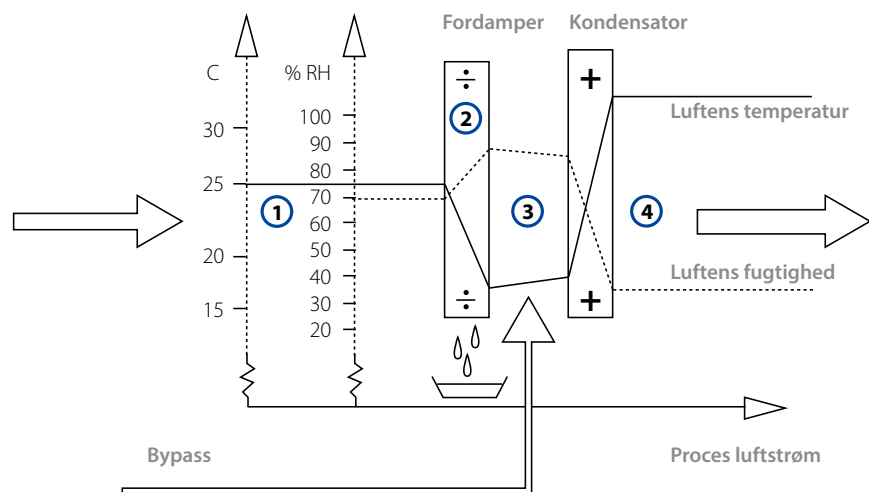
Ud fra disse aflæsninger er det nemt at beregne at 5 g vand/kg luft (8,5-3,5) er blevet omdannet til kondensvand i rummet. I et rum på 80 m³ svarer dette til 0,48 liter.

Bemærk at hvis man ønsker at vise hvordan luftens konditioner ændrer sig under temperaturfaldet fra 20°C til 0°C, så bliver det en let buet kurve, idet kondenseringen begynder på det koldeste sted i rummet, når den gennemsnitlige relative fugtighed er ca. 85% RF.

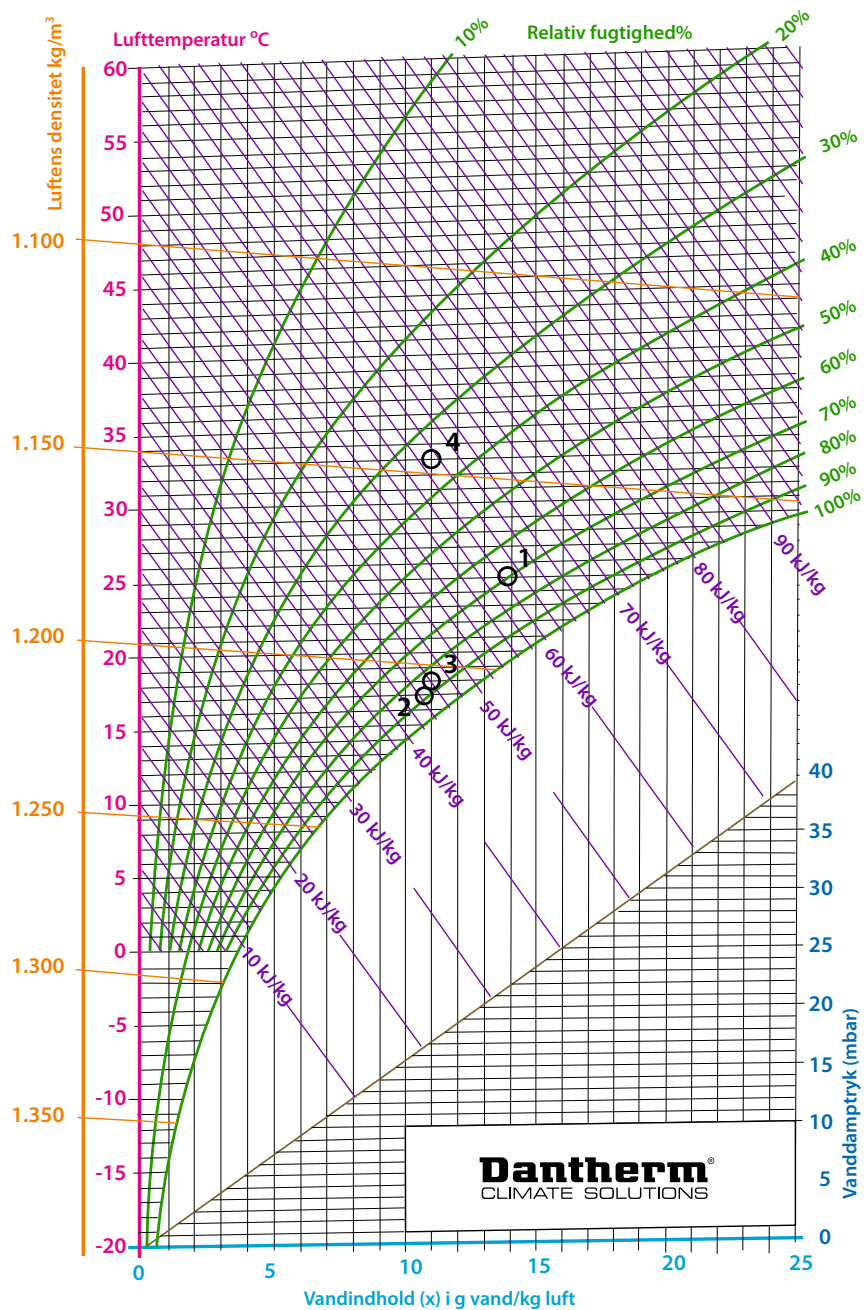
Eksempel 5

I eksempel 2 (side 8) blev temperatur og luftstrøm gennem en affugter beskrevet med dette eksempel.

TEMPERATUR OG RF-VÆRDI		
1.	25°C	70% RF
2.	17°C	88% RF
3.	18°C	85% RF blandet luftstrøm
4.	33°C	35% RF



Hvis man sætter disse data ind i et hx-diagram, aflæses de fire punkter som følger:



Bemærk hvordan dugpunktet skifter under processen.

Disse eksempler giver en grundlæggende viden om hvordan hx-diagrammet bruges.

I kapitel 4 tager vi hx-diagrammet i anvendelse i en række eksempler på beregning af affugtningsbehov under forskellige betingelser.

4

BEREGNING AF AFFUGTNINGSBEHOV

Efter hvert eksempel i dette kapitel vil vi anbefale en mobil affugter fra Dantherms CDT-serie. Disse anbefalinger baseres på kapacitetskurverne i kapitel 5.

Fugtproblemer kan deles op i to hovedkategorier. I den ene kategori er der tale om problemer med et for stort vandindhold i luften. I sådanne situationer kan en mobil affugter medvirke til at skabe et behageligt indeklima og/eller bevare sjældne dokumenter, bøger, kulturgenstande og andre værdifulde genstande på museer og i arkiver, samt beskytte elektronik og maskiner på kontorer og fabrikker og endda selve bygningerne.

Den anden kategori drejer sig om udtørring af vandindhold i forskellige slags materialer. Typisk er det et spørgsmål om udtørring af byggemateriale i forbindelse med byggeri eller vandskader. Mobile affugtere kan også bruges som et alternativ til dyre stationære affugtere i forbindelse med produktionsprocesser (tørring af træ, krydderurter, pels, osv.).

Det er vigtigt at skelne mellem disse to kategorier, når man beslutter hvilken slags mobil affugter, der skal bruges. Tabel 2 giver et overblik over typiske problemer og hvor de typisk opstår.

Tabel 2

PROBLEM	ØNSKET RESULTAT	TYPISKE STEDER
For højt vandindhold i luften	Skabe et godt indeklima	Kontorbygninger, private hjem, mødelokaler
	Bevare og beskytte varer og materialer	Museer og gallerier, lagerrum for fugtfølsomme varer, vandværker, osv.
For højt vandindhold i materialer	Byggetørring	Byggepladser
	Vandskadesanering	Steder der har været ramt af oversvømmelse, brand eller sprængte vandrør

4.1 For højt vandindhold i luften

Luftens fugtighed påvirker både mennesker, elektronisk udstyr, maskiner og diverse materialer i rummet. I tabel 3 er der en liste med grænseværdier for RF-værdier, som indikerer hvornår et for højt vandindhold i luften begynder at have en negativ effekt. Bemærk venligst, at de opstillede værdier kun er vejledende, da der kan være situationer, hvor også lavere RF-værdier kan skabe problemer. For eksempel skal den relative fugtighed i luften holdes under 40%, når der er tale om store kolde overflader.

Tabel 3

AKTIVITET	RF-VÆRDI
Husstøvmider begynder at formere sig kraftigt	45%
Der opstår korrosion, især i aggressive miljøer	45%
Hygroskopiske materialer absorberer vand og begynder at blive ødelagt (træ, papir, tekstiler, madvarer, osv.)	45-50%
Papir begynder at udvide sig	55%
Korrosionshastigheden stiger	60%
Mennesker begynder at føle sig utilpasse ved høje temperaturer	65%
Det bliver stadig vanskeligere for mennesker at kontrollere deres transpiration ved høje temperaturer	70%
Råd og svamp opstår	70%

I alle tilfælde med et permanent højt indhold af relativ fugtighed anbefales det at undersøge årsagen til problemet nærmere og ikke kun afhjælpe følgerne. Ofte vil det være muligt at reducere eller endda fjerne problemet før der indsættes mekanisk affugtning.

Som påvist i det tidligere kapitel er hx-diagrammet et vigtigt værktøj ved bestemmelse af ønsket temperatur og RF-værdi i et rum eller en bygning. Der er dog flere parametre, som skal vurderes, før beregning af nødvendig affugtningskapacitet og valg af korrekt affugter kan foretages.

Meteorologiske data

Først fremskaffes generelle meteorologiske informationer om det aktuelle geografiske område. Temperatur og RF-værdier varierer fra område til område, og de kan også variere meget i løbet af året. Der findes statistisk materiale for de fleste geografiske områder, og de kan efter behov fremskaffes lokalt. (Tabel 4 viser eksempler på hvor meget udetemperatur og relativ fugtighed skifter i løbet af et år i Danmark). For at være sikker på at have tilstrækkelig kapacitet skal man altid bruge worst case tallene for vandindhold (juli måned i DK). Bemærk at selv med en høj RF-værdi i en kold vintermåned er vandindholdet i luften forholdsvis lavt, hvorimod varme sommer måneder normalt udgør worst case tilfælde med en forholdsvis lav RF-værdi og et højt vandindhold, fordi varm luft kan indeholde mere vand.

Tabel 4

	Genstl. temperatur (°C)	Genstl. fugtighed (% RF)	Vandindhold (g vand/kg luft)
Januar	0	91	2.1
Februar	0	90	2.0
Marts	+2	89	3.0
April	+6	85	4.5
Maj	+11	79	6.5
June	+15	80	8.7
Juni	+17	83	10.0
August	+16	87	9.5
September	+13	90	8.3
Oktober	+8	91	5.5
November	+4	91	3.7
December	+2	92	3.0

Rummets størrelse

Rummets eller bygningens størrelse har en indirekte betydning, da det er mængden af vand i luften, som afgør den aktuelle nødvendige affugtningskapacitet, men man må beregne rummets rumfang i m³ for at finde ud af, hvor meget luft det indeholder.

Luftskifte

Luftskiftet n, er en meget vigtig faktor, da udeluft påvirker både temperatur og relativ fugtighed i rummet. Undersøgelser har vist, at de fleste problemer med for højt vandindhold i luften skyldes problemer med luftskiftet.

Det skal fastlægges eller vurderes, hvor mange gange pr. time luften skiftes i rummet. Der kan være tale om et højt luftskifte, fordi bygningen ikke er fuldstændig tæt, eller der kan være tale om mekanisk ventilation samt døre og vinduer, der åbnes jævnligt.

Den mængde vand målt i kg vand/time, der tilføres rummet ved luftskifte, beregnes med følgende formel:

$$W(\text{ventilation}) = \rho * V * n * (x_1 - x_2)$$

W = g vand/time

ρ = luftens densitet (kg/m³) = normalt anvendes en værdi på ca. 1,2 kg/m³ ved 15-25°C

V = rumvolumen (m³)

n = luftskifte i rummet (time⁻¹)

x_1 = vandindhold i udeluften (worst case) (g vand/kg luft)

x_2 = vandindhold i indeluften ved ønsket RF værdi (g vand/kg luft)

Andre kilder

Endelig skal det fastlægges, hvor meget fugt der kommer fra mennesker, processer, produkter og andre kilder.

Ikke alle kilder er relevante ved alle beregninger, men generelt kan denne formel anvendes:

$$W(\text{total}) = W(\text{mennesker}) + W(\text{proces}) + W(\text{varer}) + W(\text{ventilation})$$

- W(mennesker): Vandafgivelse (transpiration) fra mennesker. (Se Tabel 5)
- W(proces): Vandafgivelse fra aktiviteter og processer i rummet, f.eks. produktion, madlavning, tøjvask, samt fra åbne vandbassiner i vandværker, produktionsfaciliteter osv. Denne vandafgivelse kan variere meget og må fastlægges i hvert enkelt tilfælde.
- W(varer): Vandafgivelse fra varer og produkter, der tørres/opbevares i rummet. Ofte kan sådanne oplysninger fås ved leverandøren.
- W(ventilation): Vandafgivelse der stammer fra luftskifte, hvor udeluft kommer ind i rummet.

Advarsel

Under normale omstændigheder forårsager en temperaturstigning også en øget relativ luftfugtighed, der gør det muligt for affugteren at tørre rummet hurtigere. Dog bør temperaturen ikke øges for meget for hurtigt. Meget høje temperaturer kan udtørre trælofter, vægge eller gulve for meget og få dem til at revne. Derudover kan en hurtig temperaturstigning spærre fugt inde i dine bygningskonstruktioner.

4.1.1 Skabe et behageligt indeklima

Det vigtigste, når det drejer sig om at skabe et godt indeklima, er at sikre tilstrækkeligt luftskifte. Generelt anbefales et luftskifte på 0,5 per time for at skaffe en tilstrækkelig mængde friskluft, men i rum med mange mennesker, kan det være nødvendigt at øge luftskiftet.

En anden lige så vigtig faktor er den relative fugtighed i rummet. Mange mennesker er allergiske over for husstøvmider og skimmelsvampe. Disse mikroorganismer trives i fugtig luft, men de kan ikke overleve i forholdsvis tør luft. Det er derfor vigtigt at



Tabel 5

AKTIVITETSNIVEAU	Transpirationsrate (g vand/h for én person) ved en temperatur på 20°C
Lav	45
Middel	125
Høj	200

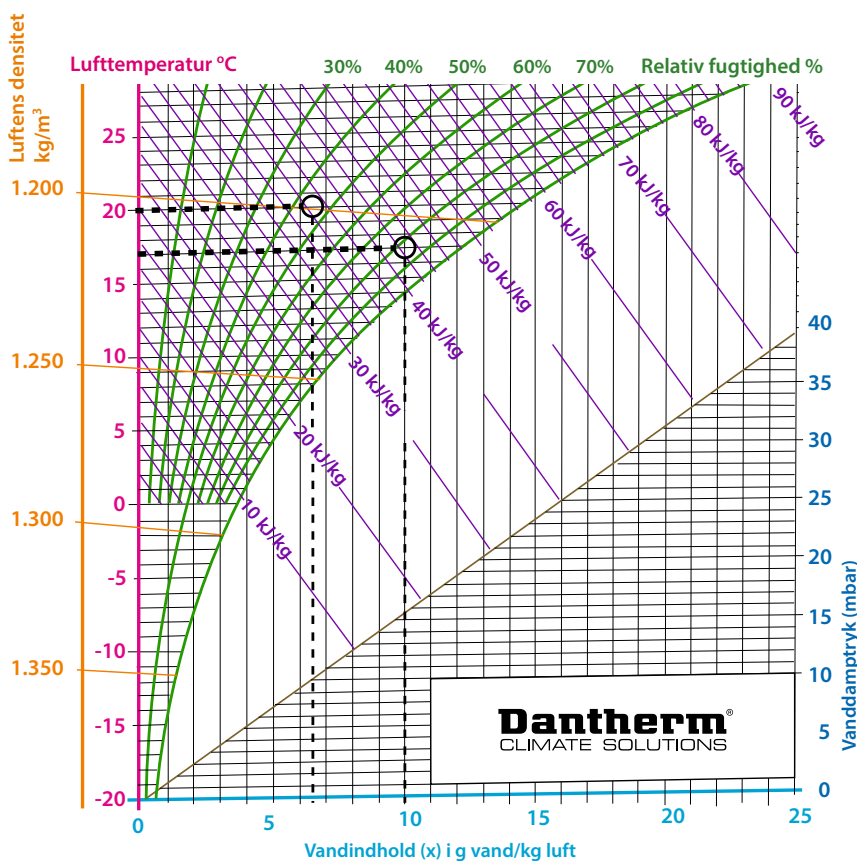
opretholde en RF-værdi under 45% for at få et sundt indeklime. Generelt vil et luftskifte på 0,5 per time sikre en lav RF-værdi, men som vi allerede har set, afhænger det af en række faktorer.

I det følgende eksempel bor 5 personer i en normal beboelse i Danmark. Vi vil beregne hvor stor en affugtningskapacitet, der er nødvendig for at skabe et indeklime med 20°C og 45% RF.

Eksempel 6

Data:

Land:	Danmark
Lokale:	Normal beboelse, gennemsnit
Rumvolumen:	300 m ³
Luftskifte:	n = 0,5 pr. time (Se tabel 6)
Luftens densitet:	$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ (Se hx-diagram)
Antal mennesker:	5
Aktivitetsniveau:	Middel = 125 g vand/time/person (Se tabel 5)
Worst case situation:	$x_1 = 10 \text{ g vand/kg luft}$ (Se tabel)
Ønskede betingelser	$t = 20^\circ\text{C}$ og 45% RF $> x_2 = 6,5 \text{ g vand/kg luft}$ (x_2 findes i hx-diagram)





Beregningen:

$$W(\text{ventilation}) = 1.2 * 300 * 0.5 * (10-6.5) = 630 \text{ g vand/time}$$

$$W(\text{personer}) = 5 * 125 \text{ g} = 625 \text{ g vand/time}$$

$$W(\text{ialt}) = 630 + 625 = 1,255 \text{ g vand/time}$$

Det er med andre ord nødvendigt at fjerne 1,255 liter vand pr. time fra luften inde i rummet for at opnå og opretholde den ønskede temperatur og relative fugtighed.

Anbefaling: To CDT 60 affugtere. Kapacitet: 0,7 liter/time pr. affugter ved 20°C/45% RF. (Se kapacitetskurve side 42)

4.1.2 Bevarelse og beskyttelse af varer og materialer

Når det gælder bevarelse og beskyttelse af varer og materialer er det som regel et spørgsmål om at opretholde en fast lav fugtighed. Der er ofte tale om lagerrum eller magasiner.

Lagerrums tæthed kan svinge meget. De kan være enten meget tætte eller meget dårligt isoleret. I begge tilfælde er luftskiftet en betydelig faktor. I tabel 6 er vist forskellen i luftskifte i forskellige lokaler afhængig af isoleringsgraden.

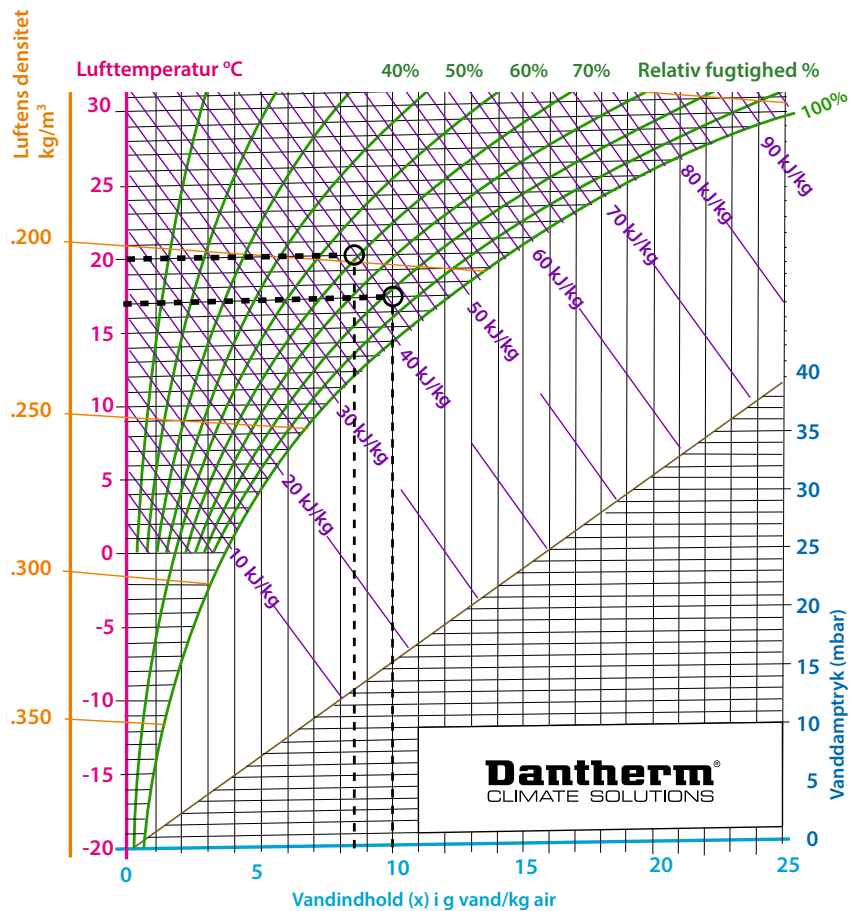
Luftskiftet er imidlertid ikke den eneste parameter, der skal tages i betragtning. Der skal også tages højde for vandafgivelse fra mennesker, udeluft, varer og eventuelle processer inde i lagerlokalet.

Tabel 6

RUM	Luftskifte: n (time ⁻¹)		
	God	Gennemsnit	Dårlig
Isoleringsgrad			
Lagerrum	0.2	0.4	0.6
Normal beboelse	0.3	0.5	0.8
Stort lagerrum	0.1	0.3	0.7

Eksempel 7

I dette eksempel har vi 100 m³ helt tørre varer opbevaret i et 500 m³ stort lagerlokale, som er dårligt isoleret. Vi vil sikre en temperatur på 20°C og en relativ fugtighed under 60% RF.



Data:

Land:	Danmark
Lokale:	Lagerrum, dårligt isoleret
Rumvolumen:	500 m ³
Varelagerets volumen:	100 m ³
Luftskifte:	n = 0,6 pr. time (Se tabel 6)
Luftens densitet	$\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$
Worst case situation:	$x_1 = 10 \text{ g vand/kg luft}$ (Se tabel 4. Juli: $t = 17^\circ\text{C}$; RF = 83%)
Ønskede konditioner:	$t = 20^\circ\text{C}$ og 60% RF $> x_2 = 8.5 \text{ g vand/kg luft}$ (Se hx-diagram)

Beregningen:

$W(\text{ventilation}) = 1,2 * (500-100) * 0,6 * (10-8,5) = 432 \text{ g vand/time}$

$W(i \text{ alt}) = 0,432 \text{ liter vand/time}$

Anbefaling: CDT 30. Kapacitet: 0,54 liter/time ved $20^\circ\text{C}/60\%$ RF.

(Se kapacitetskurve side 40)



4.1.3 Vandværker

Fugtforholdene i et vandværk kan være ret ekstreme. Her drejer affugtning sig om beskyttelse og bevarelse af vandrør, pumper og andet udstyr, samt naturligvis selve bygningen.

Hvis den relative fugtighed er for høj, dannes der meget kondens på alle metaloverflader. Malingen skaller af og der opstår alvorlige angreb af korrosion. Dermed stiger vedligeholdelsesudgifterne, og installationernes og bygningens levetid bliver kortere.

De fugtige omgivelser giver også god grobund for svamp og skimmel. Myg trives i de fugtige omgivelser og lægger deres æg i de åbne vandreservoirer, og gør det svært at leve op til hygiejneforskrifterne.

Vandtemperaturen er som regel 6-9°C, og rørenes overfladetemperatur er omtrent den samme. For at undgå kondensdannelse skal dugpunktstemperaturen være lavere end rørenes overfladetemperatur.

Normalt skal der opretholdes en temperatur inde i vandværket, som er mindst 2°C højere end vandtemperaturen. Samtidig skal den relative fugtighed holdes på et forholdsvis lavt niveau, og derfor er det nødvendigt at affugte. Normalt er der naturlig ventilation i et vandværk med et luftskifte mellem 0,1 og 0,3 gange pr. time.

Det er sjældent, at temperaturen i et vandværk bliver højere end 16-18°C på grund af de kolde rør, og fordi noget af bygningen normalt ligger under jordens overflade. Det betyder, at en relativ fugtighed under 45% er tilstrækkelig til at forhindre kondensdannelse hele året rundt. Tabel 7 viser hvilke max. RF-værdier ved forskellige rumtemperaturer, der er nødvendig for at undgå kondensdannelse ved en vandtemperatur på 7°C.

Tabel 7

RUMTEMPERATUR	°C	10	12	14	16	18	20
Max. RF-værdi, vand=7°C	% RF	80	70	61	54	48	42

Det samlede affugtningsbehov bestemmes af:

$$W(\text{alt}) = W(\text{vandbassin}) + W(\text{ventilation})$$

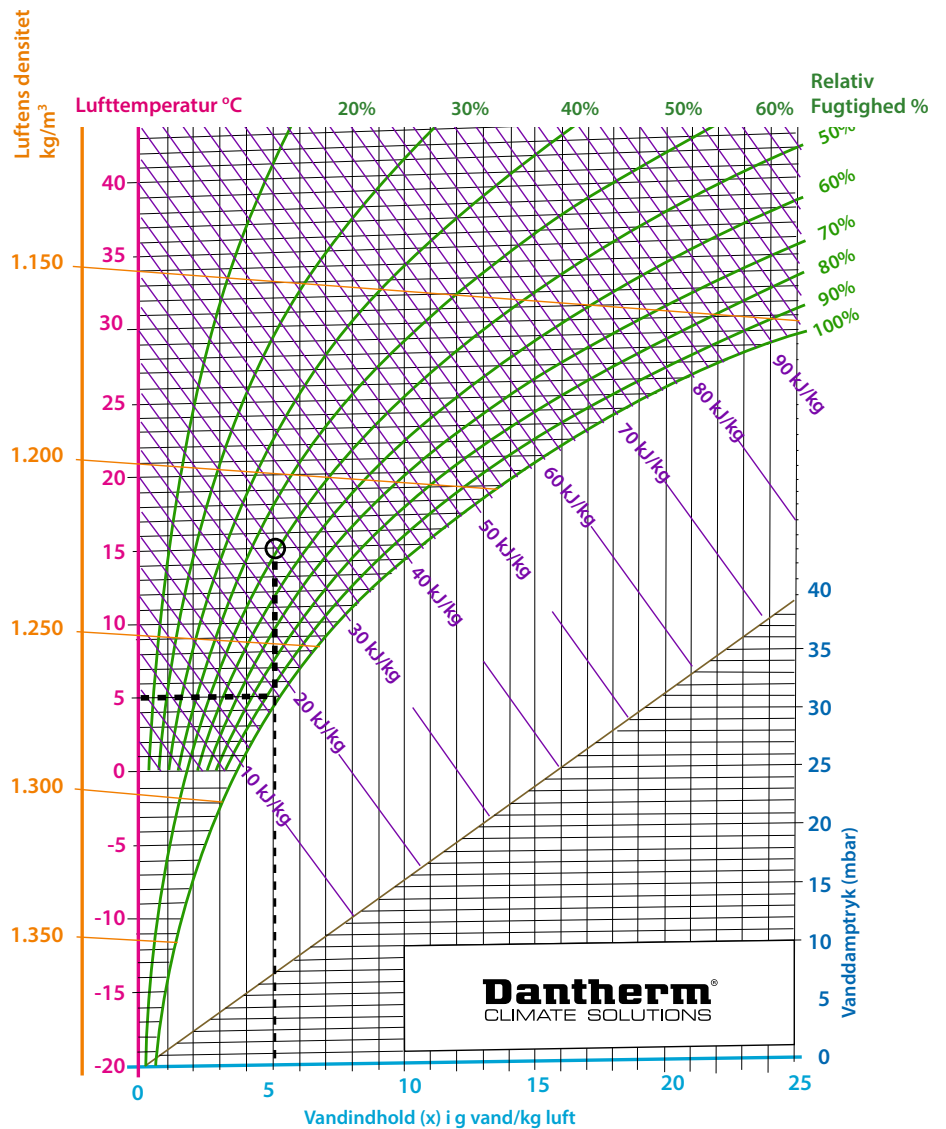
$$W(\text{vandbassin}) = c * A * (x_{sa} - x_1)$$

- W = g vand/time
- c = konstant empirisk faktor 6,25 når lufttemperaturen er min. 2°C højere end vandtemperaturen
- A = bassinareal (m^2)
- x_{sa} = vandindhold i mættet luft ved vandtemperatur
(g vand/kg luft) ved 100% RF
- x_1 = vandindhold i luften ved ønsket RF-værdi
(g vand/kg luft)

$$W(\text{ventilation}) = \rho * V * n * (x_1 - x_2) \text{ (se side 23 for yderligere forklaring).}$$

I dette eksempel vil vi beregne affugtningsbehovet i et vandværk med en lufttemperatur på 15°C og en ønsket relativ fugtighed på 50% RF. Vandværkets volumen er 300 m^3 , vandoverfladen er 40 m^2 og vandtemperaturen er 8°C.

Eksempel 8



Data

Vandværkets volumen:	300 m ³
Luftskifte:	0,3 pr. time
Bassinareal:	40 m ²
Vandtemperatur:	t = 8°C (og 100% RF)
Vandindhold i luften ved vandtemperatur:	$x_{sa} = 7$ g vand/kg luft (se hx-diagram)
Ønskede konditioner:	t = 15°C og 50% RF > $x_i = 5$ g vand/kg luft (se hx-diagram)

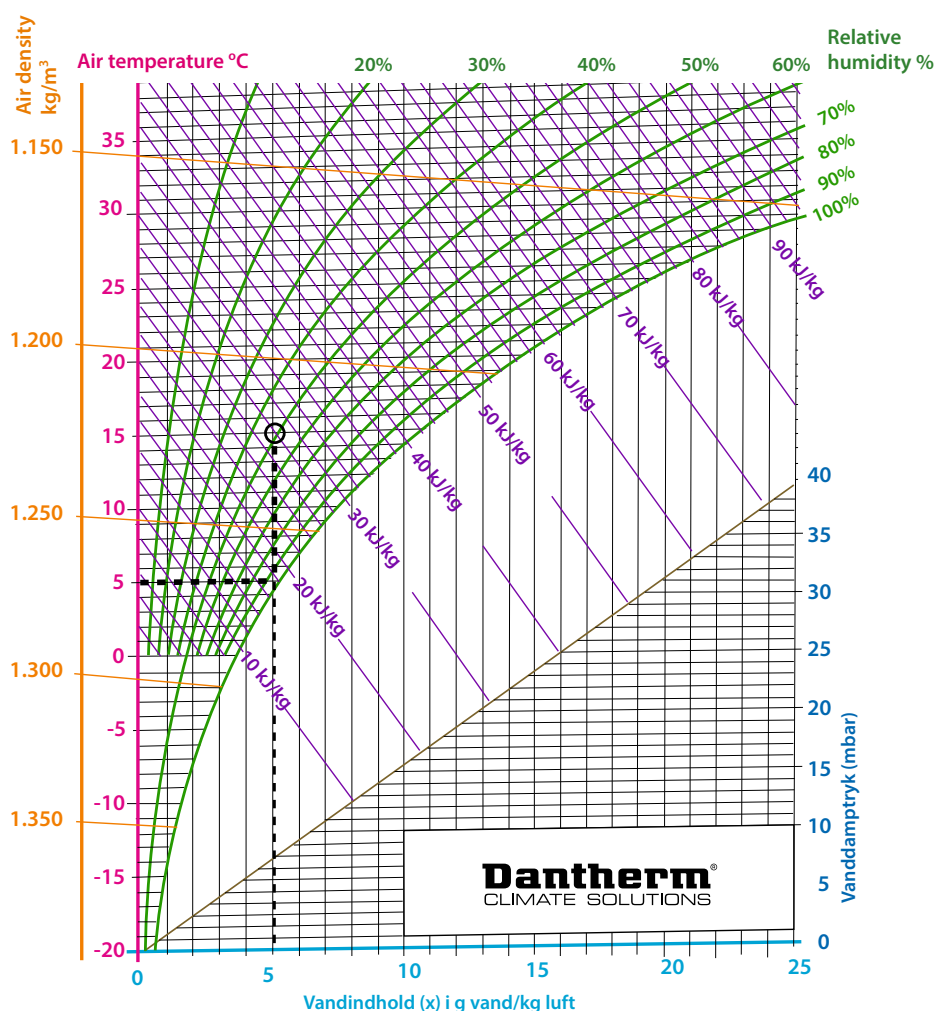
Beregningen:

$$W \text{ (vandbassin)} = 6.25 * 40 * (7-5) = 500 \text{ g vand/time}$$

$$W \text{ (ventilation)} = \rho * V * n * (x_1 - x_2) = 1.2 * 300 * 0.3 * (10-5) = 540 \text{ g vand/time}$$

$$W \text{ (ialt)} = 500 + 540 = 1.04 \text{ ltr/time}$$

Dugpunkttemperaturen ved 15°C og 50% RF er ca. 5°C ifølge hx-diagrammet. Det betyder, at overfladetemperaturen på vandrørene skal ned på 5°C før, der kommer kondens på vandrørene. Hvis vandtemperaturen er 8°C vil der IKKE være nogen kondensdannelse på rørene, da den aktuelle vandtemperatur er højere end dugpunktstemperaturen.



Anbefaling: To CDT 60 affugtere. Kapacitet: 0,6 liter/time per affugter ved 15°C/50% RF. Som vi har set, er det særdeles vigtigt at have fuld kontrol over forholdet mellem temperatur og RF-værdi i situationer som denne. For at have det, anbefaler vi, at hver CDT 60 affugter udstyres med en hygrostat, der er indstillet på 50% RF (se tabel 7). Den vil automatisk sørge for at fugten holdes på et niveau, så kondensdannelse undgås.

4.2 For højt vandindhold i materialer

I overensstemmelse med tabel 2 (side 20) bruges affugtning hovedsageligt til at fjerne uønsket fugt i materialer i forbindelse med udtørring af nybyggeri og udtørring af vandskader.

Udtørring efter vandskader er oftest en akut opgave, hvor det er væsentligt at få fugten fjernet hurtigt, men da arten og omfanget af en vandskade kan variere meget, er det vigtigt at vælge den rigtige løsning i hvert enkelt tilfælde.

En anden lige så vigtig parameter i forbindelse med vandskader er hvor lang tid vandet har haft til at trænge ind i bygningsdele, møbler osv. Det er også vigtigt at holde luftskiftet så lavt som muligt for at forhindre fugtig luft i at komme ind i rummet. I Tillægget findes nogle tommelfingerregler med empiriske data, som kan bruges, da det ofte er næsten umuligt at beregne det helt korrekte affugtningsbehov ved vandskader.

Også ved udtørring af nybyggeri er det vigtigt at holde luftskiftet så lavt som mulig, men den vigtigste parameter at fokusere på, er vandindholdet i de forskellige materialer, der anvendes. Der er som oftest en tidsfrist der skal overholdes for byggeriet, så der er kun begrænset tid til at gøre arbejdet.

4.2.1 Byggetørring

Før i tiden kunne byggetiden for et gennemsnitsbyggeri være 6-9 måneder, og byggematerialerne blev som regel tørret ved naturlig ventilation i løbet af byggetiden. I dag stilles der krav om langt større effektivitet og hurtighed inden for byggeri. Derfor er der behov for affugtning til at fjerne den overskydende fugt i de forskellige byggematerialer, før bygningen kan tages i brug.

Ved valg af affugter til byggetørring skal det fastlægges, hvor meget vand der skal fjernes og hvor lang tid, man har til at gøre det.

Dette kan faktisk være ret vanskeligt. I nogle tilfælde er det muligt at anslå mængden i byggematerialerne ud fra tabeller. Bemærk venligst at med hensyn til udtørring af nybyggeri er det de helt specifikke anvendte byggematerialer til vægge, gulve og lofter, der er afgørende. Vandindholdet i forskellige byggematerialer kan variere så meget, at det er umuligt at lave tommelfingerregler for dette. Se venligst tabel 8 og eksempel 9 side 33.



Tabel 8

VANDINDHOLD I FORSKELLIGE SLAGS BYGGEMATERIALER (KG/M ³)				
Materiale	Ved starten af projektet	Kemisk bundet vand	Ønskede konditioner, ved 50% RF	Vand der skal fjernes
Træ	80	-	40	40
Tegl, tag	10	-	10	0
Mursten, mur	80	-	10	70
Letbeton	100 - 200	-	20	80 - 100
Beton K 15 II	180	42	38	100
Beton K 25 II	180	57	46	77
Beton K 40 II	180	71	51	58

Kilde: Fukthandbok, AB Svensk Byggtjänst, Stockholm

Eksempel 9

I dette eksempel ønsker vi at beregne den affugtningskapacitet, der er nødvendig for at udtørre den overskydende vand fra et nybygget hus i løbet af 30 dage. Huset er 2,4 m højt, 7 m bredt og 16 m langt. Vægge og lofter er lavet af fortørret træ. Gulvet derimod skal tørres, og det er lavet af 10 cm tyk beton, K 40 II.

Data:

Tørretid:	30 dage
Tørrekonditioner:	t = 20°C og 50% RF (gennemsnit af relativ fugtighed ved begyndelsen på 60% RF og ca. 40% RF ved slutningen)
Bygningens volumen:	$2,4 * 7 * 16 = 268,8 \text{ m}^3$
Materialer:	Beton K 40 II, 10 cm (se tabel 8)

Beregningen:

Rumfanget af den beton der skal affugtes:

$$V = 16 * 7 * 0,1 = 11,20 \text{ m}^3$$

Vandindhold i betongulvet:

$$Q = 11,20 * 58 \text{ kg vand/m}^3 = 649,6 \text{ kg vand}$$

Der skal fjernes 649,6 L vand på 30 dage:

$$W = 649,6/30 = 21,65 \text{ L/24 timer}$$

Der er behov for en affugtningskapacitet på 21,65 L/døgn.

Anbefaling: CDT 40. Kapacitet: 0,70 liter/time ved 20°C/50% RF. En CDT 40 kan fjerne 16,8 L/døgn. Det betyder, at to CDT 40 kan klare opgaven.

Bemærk at tørreprocessen er hurtigst i starten, fordi vandindholdet er meget højt i begyndelsen af tørreprocessen. Efterhånden som den relative fugtighed falder, reduceres også affugtningskapaciteten.

4.2.2 Retningslinjer for tørreprocessen

Når en affugter bruges til at udtørre bygninger og materialer kører affugteren uafbrudt. Den relative fugtighed falder gradvist og der sker en fortsat fordampning af fugt fra materialer i rummet. Mængden af fordampning afhænger af temperaturen i rummet, materialerne samt luftens fugtighed.

En af fordelene ved kondens tørring er, at tørreprocessen er stabil og skånsom. Hvis tørretiden ikke er så vigtig, opnås den bedste tørringsproces ved at opretholde en temperatur på 20°C og ca. 40% RF i rummet. Herved opnås en perfekt balance mellem den tørre luft i bygningen og det fugtige byggemateriale, og der er ingen risiko for skaltørring og skader på fortørret byggemateriale som f.eks. parketgulve.

Der kan tilføres varme, hvis nødvendigt, men husk at det kan være skadeligt at forcere tørreprocessen. Der er risiko for skaltørring, hvor kun overfladen tørres og store mængder af fugt ophobes inde i væggen bag den tørre overflade. Dette forlænger tørretiden, da fugten har vanskeligt ved at trænge gennem den tørre overflade. Overfladetørring indebærer yderligere risiko for dannelse af revner i vægge, lofter og gulve.

Det er vigtigt at lokalet holdes så tæt lukket som muligt. Det er også vigtigt, at bygningen beskyttes godt mod regn og sne. Der skal luftes ud, når bygningen males indvendigt, men husk at lukke det af, når det er tomt. Det skal også undgås at fortrørede materialer suger vand til sig fra åbne vinduer.

Hvis luftskiftet i rummet ikke kontrolleres, vil det være meget vanskeligt at kontrollere tørreprocessen, idet temperatur og fugtighed ikke er stabile. Om vinteren indeholder den kolde udeluft normalt kun meget lidt vand og det er ikke sandsynligt, at fugtigheden stiger ret meget, selvom der er et stort luftskifte. Energiforbruget stiger derimod dramatisk, da det er nødvendigt at opvarme den kolde udeluft. Om sommeren kan vandindholdet i luften være temmelig højt, og der vil være behov for at fjerne en endnu større mængde fugt fra bygningen eller lokalet, hvis det ikke holdes tæt lukket.

I de fleste tilfælde er fugten koncentreret i kældre og områder, hvor der bruges vand i forbindelse med byggeriet, som f.eks. malearbejde, blanding af beton, osv. Affugteren placeres på de steder, hvor den gør størst nytte.

4.3 Udtørring af vandskader

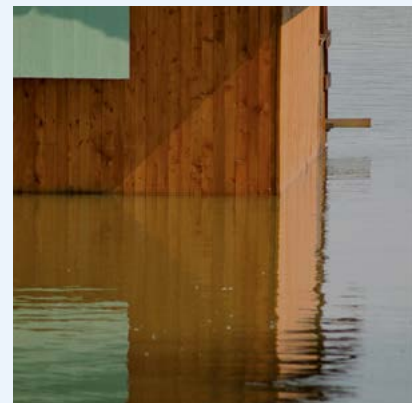
Som nævnt tidligere så er det svært at give nogle præcise retningslinjer for udtørring af vandskader, idet både typen af vandskaden og omfanget varierer meget. Der er dog nogle generelle ting, som altid skal tages i betragtning.

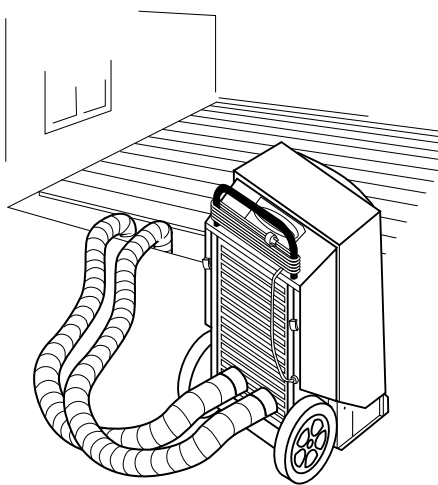
Det er vigtigt at begrænse skaden ved at forsegle det ramte område så hurtigt som muligt for at undgå yderligere tilførsel af fugt fra udeluften eller andre kilder. Hermed skal kun den fugt fjernes, som allerede er i rummet.

Det er ligeledes vigtigt at fjerne fugten så hurtigt som muligt. I de fleste tilfælde er det en fordel at tilføre varme for at øge fordampningen. Dette gælder specielt, hvis vandskaden er ny og vandet endnu ikke er trængt dybt ind i møbler, indbo, vægge og gulve.

Hvis vandet har haft tid til at trænge ind i bygningsdelene, er der brug for en større affugtningskapacitet for at få hurtige resultater.

Empiriske værdier er vigtige for at finde frem til den nødvendige affugtningskapacitet. Der henvises til tommelfingerregler i Tillægget.





Udtørring af vand-skade under gulvet

4.3.1 Udtørring af vandskader under gulve

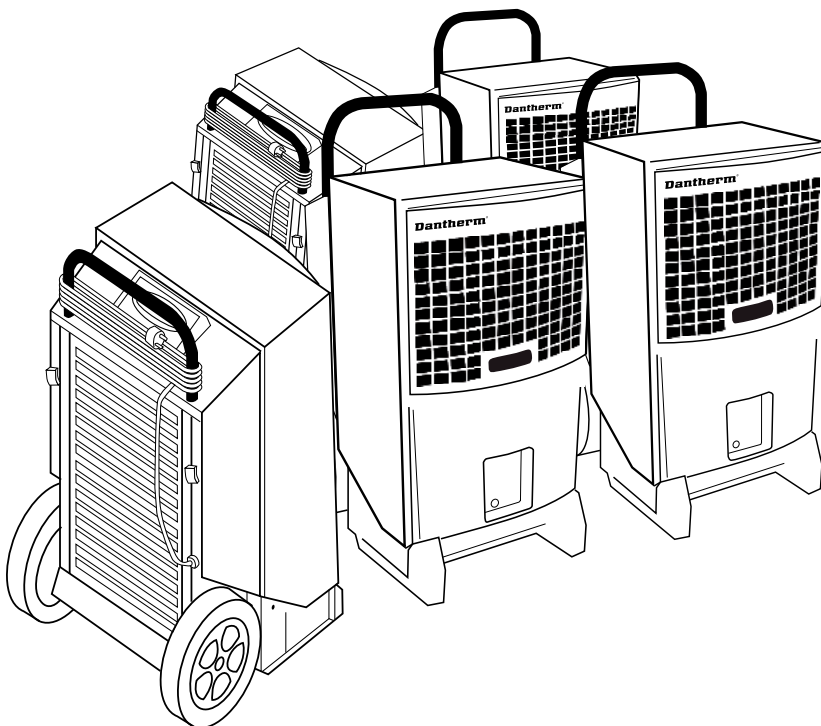
Hvis der er tale om en vandskade under gulvet, er det ofte nødvendigt at tage gulvet op og udskifte den våde isolering. Det er et tidskrævende arbejde og det er både besværligt og dyrt, da det gør rummet praktisk talt ubrugeligt mens reparationsarbejdet står på.

I mange tilfælde vil man kunne spare sig for det tidskrævende og bekostelige arbejde med at bryde gulvet op ved at bruge en affugter med ekstra varmelegeme som f.eks. CDT 30 S og CDT 40 S.

Varm tør luft blæses ind under gulvet i den ene ende ved hjælp af slanger fra affugteren, der er forsynet med et 1 kW varmelegeme. For at opretholde en tilstrækkelig lufttilførsel, må slangerne ikke være mere end 5 m lange. Varm, tør luft blæses gennem et hul i den ene ende af gulvet, og idet den passerer under gulvet optager den fugten fra det våde isoleringsmateriale. Det er således muligt at bruge rummet samtidig med at isoleringen under gulvet udtørres.

En teoretisk beregning af denne tørreproces er særdeles vanskelig. Det anbefales at bruge de empiriske værdier og tommelfingerregler i Tillægget.



*CDT-display*

I de forgående kapitler har vi gjort rede for principperne for affugtning og den teoretiske baggrund for beregning af nødvendig affugtningskapacitet i enhver given situation.

I dette kapitel vil vi gerne præsentere funktioner og fordele ved Dantherm CDT-serien samt de specifikationer og diagrammer, som er nødvendige for at vælge den rette affugter til en given opgave.

5.1 Avanceret kontrol

Vores CDT-udvalg er sammensat af højtydende mobile affugtere, som er designet med henblik på brugervenlig betjening, håndtering og transport.

Det digitale finger touch betjeningspanel er praktisk placeret ovenpå affugteren for nemt at give fuld kontrol over indstilling og klart synlig aflæsning af data under og efter brug. (Bemærk venligst at ældre Dantherm CDT-modeller ikke har digitalt display men i stedet er udstyret med timetæller og indikatorlamper for normal drift, fuld vandtank og driftsfejl).

Displayet viser nøjagtig angivelse af rumtemperatur, relativ fugtighed, total driftstid og totalt energiforbrug. Angivelserne for total driftstid og totalt energiforbrug (kWh) har batteri back up, så tallene let kan aflæses selv om affugteren ikke er tilsluttet.

Kontrolpanelet giver også nem adgang til betjening og indstilling af den indbyggede hygrostat.

Endelig er det muligt at indstille et fast serviceinterval for enheden. Når det er tid, vil der tydeligt stå "SERVICE" på displayet, og på den måde hjælpe med til at CDT-enheden altid bliver holdt i perfekt stand. Det digitale display indholder også selvdiagnose og fejlfinding for de mest almindelige fejlkilder.

5.2 Brugervenligt design

Der er lagt særlig stor vægt på at konstruere en affugter, som er nem at håndtere og transportere. En mobil affugter skal være robust, så den kan tåle hårdhændet brug og hyppig transport. Det kraftige kabinet yder perfekt beskyttelse og sikrer en lang levetid selv under hårde arbejdsforhold.

Placering af CDT-affugteren er vigtig. Den bør altid stå midt i rummet med en afstand på mindst 60 cm fra luftindtaget og mindst 300 cm på udblæsningssiden. Affugteren må aldrig placeres nær en varmekilde.

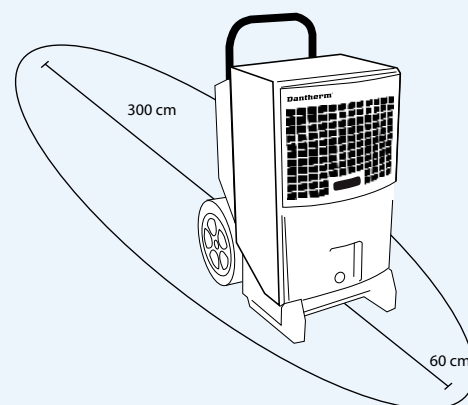
Alle CDT-affugtere har store gummihjul og bortset fra CDT 90 har alle modeller justerbare håndtag, som gør det overraskende nemt at flytte enhederne rundt selv op og ned ad trapper og henover svært passable områder.

Lav vægt og optimal vægtdistribution er med til at gøre håndtering og transport til en leg, og CDT-affugterne er ovenikøbet designet, så de kan stables under transport og lagring. Endelig bidrager et lavt støjniveau og nem tømning af vandbeholderen til brugervenligheden.

5.3 Lavt energiforbrug

Affugtningskapaciteten har naturligvis første prioritet, men energiforbruget er næsten lige så vigtigt. Der er lagt stor vægt på at gøre alle CDT-modeller så energieffektive som muligt og reducere de samlede omkostninger ved affugtning til et minimum.

Tabel 9 giver et hurtigt overblik over specifikt energiforbrug (SEF) for hver af CDT-modellerne ved forskellige temperaturer og RF-værdier. SEF = faktisk energiforbrug/kapacitet i liter/time angivet som kWh/l. På det digitale display kan man aflæse et beregnet kWh-forbrug (ikke MID-godkendt til afregning) for det igangværende projekt.



Opstilling af CDT-affugter

$$SEC = \frac{kW}{l/h} = \frac{kWh}{l}$$

	Affugtningskapacitet, 20°C/60% RH	Affugtningskapacitet, 30°C/80% RH	Luftmængde	Arbejdsområde, fugtighed	Arbejdsområde, temperatur	Specifikt energiforbrug SEF, 20 °C & 60% RF	Specifikt energiforbrug SEF, 30 °C & 80% RF	Effektforbrug, 20 °C & 60% RF	Lydniveau – 1 m fra affugteren	Vandbeholderstørrelse	Vægt
	l/24h	l/24h	m ³ /h	% RF	°C	kWh/L	kWh/L	W	dB(A)	l	kg
CDT 30 MK III	15.1	31.9	250	40-100	3-35	0.85	0.47	461	56	7	31
CDT 30S MK III	14.4	34.4	350/300*	40-100	3-35	0.86	0.43	456	60	7	33
CDT 40 MK III	18.4	43.5	350	40-100	3-35	0.66	0.50	614	59	14	40
CDT 40S MK III	18.6	43.5	560/460*	40-100	3-35	0.83	0.47	664	62	14	43
CDT 60 MK III	28.4	65.0	725	40-100	3-35	0.67	0.43	800	62	14	46
CDT 90 MK III	37.0	86.5	1,000	40-100	3-35	0.71	0.42	1,214	62	-	62

Tabel 9

* Det første tal er med fri udblæsning, det andet tal er med 5 m slanger påmonteret.

5.4 Latent varme

Når man ser på en affugters samlede energiforbrug, skal man også tage hensyn til den store mængde varme, der afgives fra kondensatoren under drift. Dette i sig selv sparer energi, da denne varme ikke skal skaffes fra andre varmekilder.

Lad os f.eks. tage en CDT 30, der fungerer ved 20°C og 60% RF. I henhold til tabel 9 bruges 461W til at affugte 0,54 liter/time (se kapacitetskurve side 40). Disse 461W omdannes til varme og er med til at opvarme rummet.

Den varme, der dannes ved kondensering af 1 liter vand fra luften ved 20°C, er ca. 680Wh. Fordampningsvarmen fra en CDT 30 andrager således $680 \cdot 0,54 = 367W$. Affugteren bidrager således med i alt $461 + 367 = 828W$ til opvarmning af rummet. Denne varme gør udblæsningsluften fra affugteren et par grader varmere end indsugningsluften.

Eksempel 2 på side 8 viser at lufttemperaturen er steget 8°C under affugtningsprocessen.

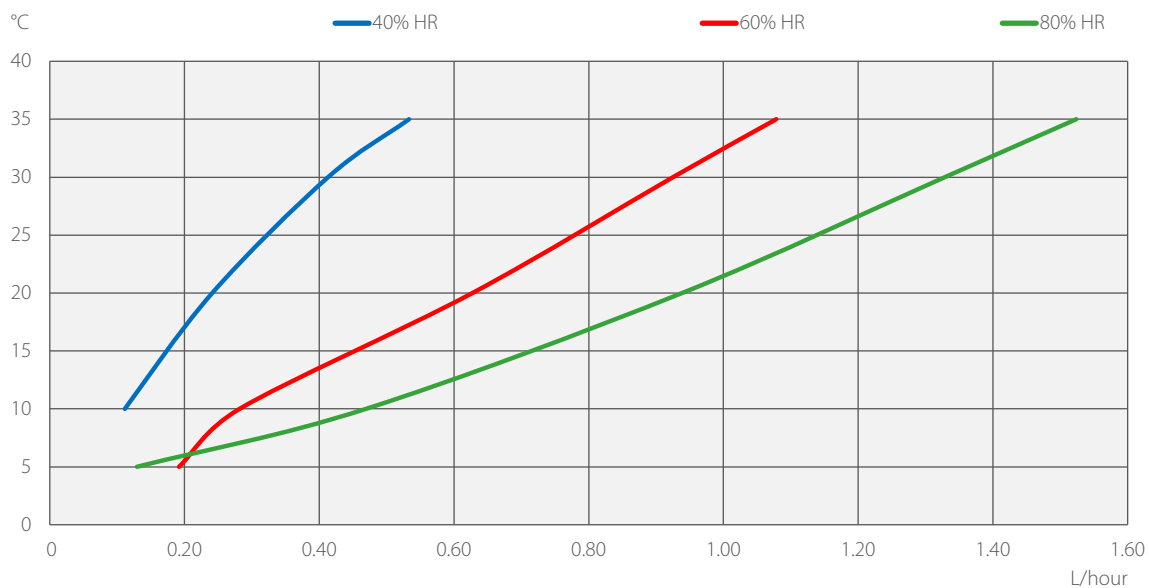
Hvis der ønskes mere detaljerede tekniske data og oplysninger om ekstra tilbehør, henvises til datablade for de enkelte CDT-modeller. De kan downloades fra hjemmesiden eller fås ved henvendelse til Dantherm A/S.

5.4 Valg af korrekt affugter

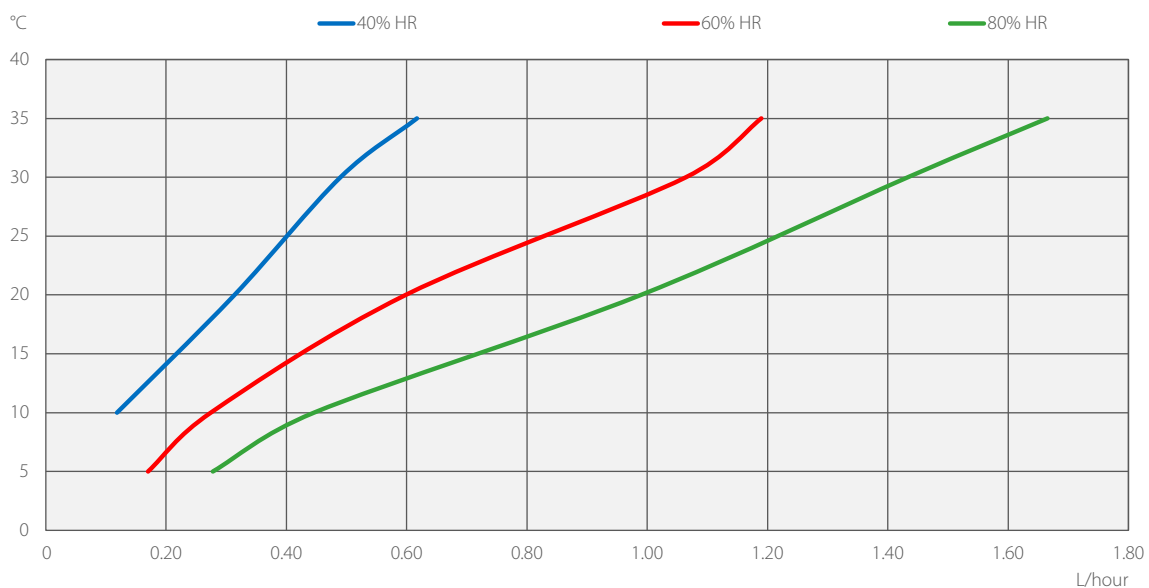
Kapacitetsdiagrammerne i dette kapitel er nøglen til den rigtige affugter til en specifik opgave. Der bør altid vælges en affugter med en kapacitet, der svarer til eller er lidt højere end den beregnede nødvendige affugtningskapacitet.

Der findes et kapacitetsdiagram for hver enkel affugter i CDT-programmet. De tre kurver i diagrammet viser kapaciteterne ved henholdsvis 40, 60 og 80 RF. Kapaciteterne ved 50 og 70% RF osv. findes ved interpolation mellem kurverne.

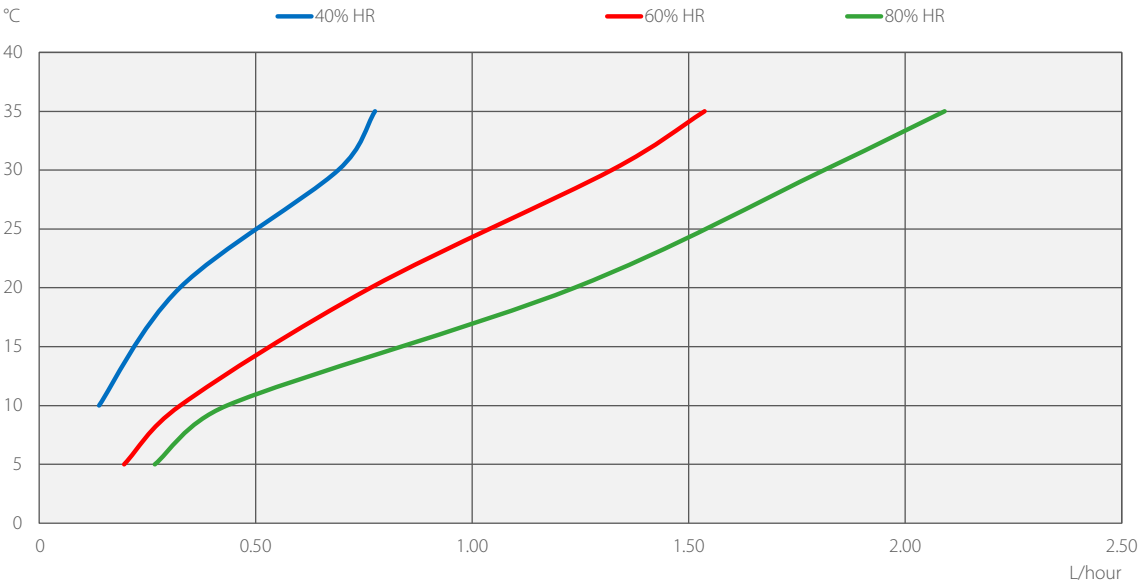
CDT 30



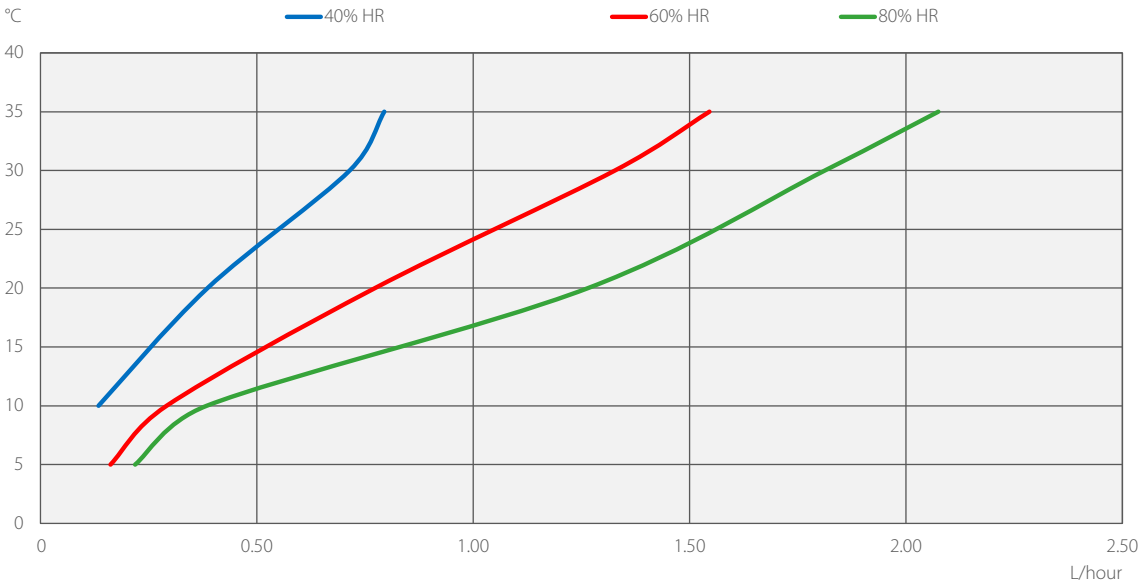
CDT 30 S



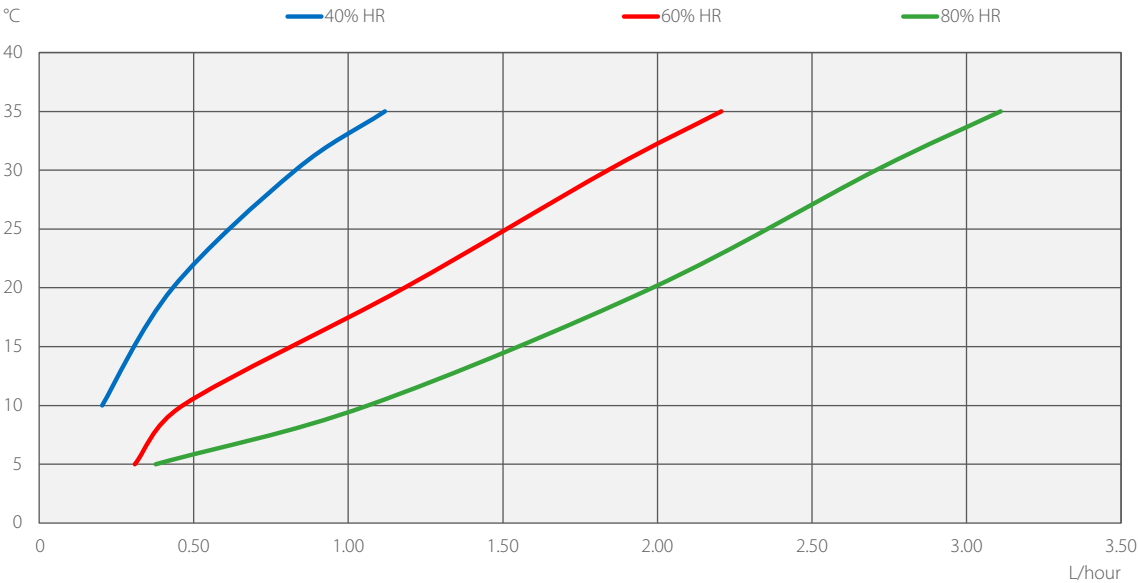
CDT 40



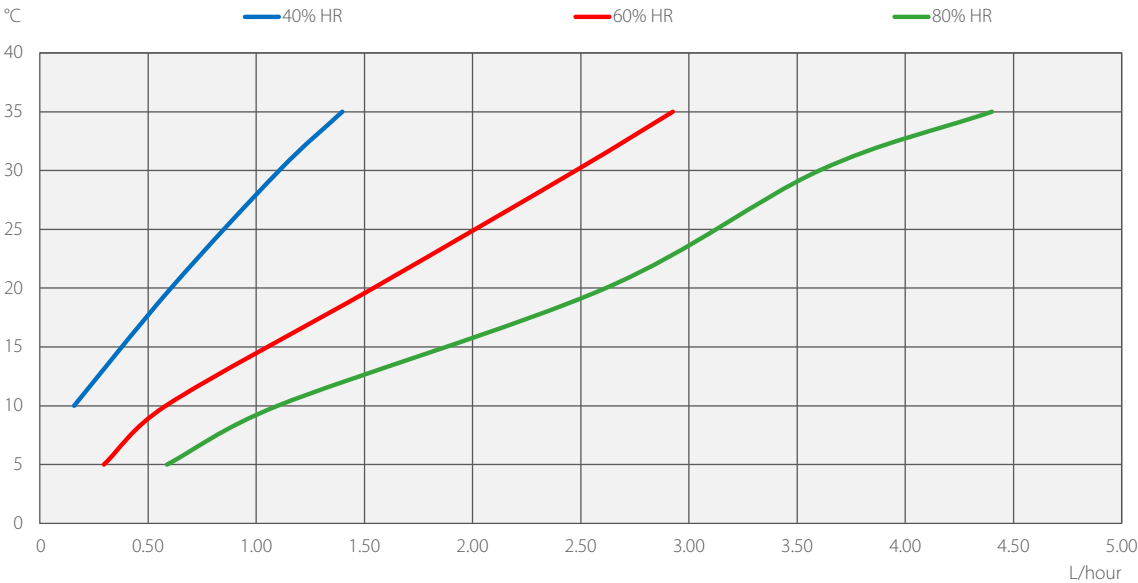
CDT 40 S



CDT 60



CDT 90



TILLÆG

Lynguide med tommelfingerregler

Det er ikke strengt nødvendigt at udføre alle de omfattende beregninger, som er beskrevet i denne guide. I mange tilfælde er det muligt at dimensionere en mobil affugter ud fra nogle simple erfaringsmæssige størrelser ved hjælp af såkaldte tommelfingerregler. Vi vil i det følgende gøre rede for nogle af disse tommelfingerregler og deres anvendelse i forbindelse med løsning af eksemplerne i denne guide.

Affugtningsbehovet W angives i g vand/time.

Lokalets rumfang V angives i m^3 .

PROBLEM	ØNSKET RESULTAT	TYPISKE STEDER	SKØNNET LUFTSKIFTE	TOMMELFINGER-REGEL
For højt vandindhold i luften	Skabe et godt indeklima	Kontorbygninger, private hjem, mødelokaler, osv.	0,5 pr. time	$W = V * 2,0$ (g/time)
	Bevarelse og beskyttelse af varer og materialer	Museer og gallerier. Lagerlokaler hvor der opbevares fugtfølsomme varer, vandværker, osv.	0,3 pr. time	$W = V * 1,2$ (g/time)
For højt vandindhold i materialer	Udtørring af vandskader*	Oversvømmelse, brand, sprængte vandrør, osv.	Så lavt som muligt	$W = V * 4,0$ (g/time)

* Baseret på en tørretid på 8-12 dage

Bemærk venligst, at når det drejer sig om udtørring af nybyggeri, afhænger tørretiden af hvilket byggemateriale, der er brugt til vægge, gulve og lofter. Vandindholdet i forskellige byggematerialer varierer så meget, at det ikke er muligt at opstille tommelfingerregler for dette. Der henvises til tabel 8 og eksempel 9, side 33.

1. Affugtning for at skabe et behageligt indeklima

Hvis der ønskes en relativ fugtighed på ca. 50% RF, bruges denne formel:

$$W = V * 2.0 \quad (\text{g/time})$$

Eksempel: $V = 500 \text{ m}^3 > W = 2.0 * 500 = 1,000 \text{ g/time}$

Anbefaling: To CDT 40 affugtere. Kapacitet: 0,65 liter/time ved 20°C/50% RF

2. Bevarelse og beskyttelse af varer og materialer

Hvis der ønskes en relativ fugtighed på ca. 50% RF bruges denne formel:

$$W = V * 1.2 \quad (\text{g/time})$$

Eksempel: $V = 450 \text{ m}^3 > W = 1.2 * 450 = 540 \text{ g/time}$

Anbefaling: CDT 40. Kapacitet: 0,65 liter/time ved 20°C/50% RF

3. Udtørring af vandskader

Vi forudsætter, at tørretiden er 8-12 dage ved gennemsnitsbetingelser på: $t = 20^\circ\text{C}/50\%$

RF (begynder ved 60% RF og slutter ved 40% RF). Følgende formel kan bruges:

$$W = V * 4.0 \quad (\text{g/time})$$

Eksempel: $V = 280 \text{ m}^3 > W = 4 * 280 = 1,120 \text{ g/time}$

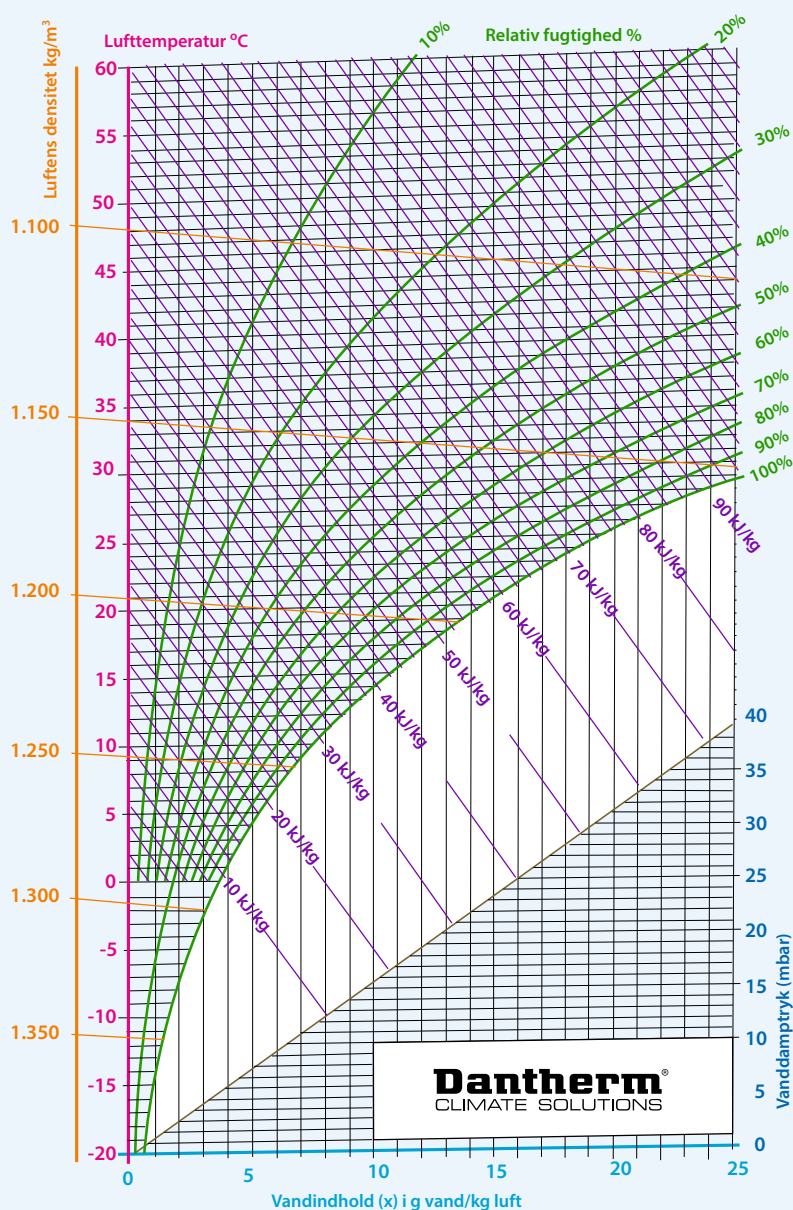
Anbefaling: To CDT 40 S affugtere. Kapacitet pr. aggregat: 0,60 liter/time ved 20°C/50% RF. Ved udtørring af vandskader anbefaler vi at bruge S-modellen med ekstra luftmængde og indbygget 1kW varmelegeme for at fremskynde fordampning og dermed affugtning.

LOKALETS RUMFANG (V)	CDT 30 (S)	CDT 40 (S)	CDT 60	CDT 90
< 200 m ³	2 stk.	1 stk.	1 stk.	1 stk.
200 - 300 m ³	3 stk.	2 stk.	2 stk.	1 stk.
300 - 500 m ³	5 stk.	3 stk.	3 stk.	2 stk.
500 - 750 m ³	7 stk.	4 stk.	3 stk.	2 stk.

100

[illegible]

Mollier hx-diagram



Definitioner

Luftskifte n (time -1)

Herved forstås det antal gange, rumvolumet pr. time udskiftes med udeluft.

Luftens densitet

Luftens massefylde. Luftens massefylde ændres med temperaturen. Normalt bruges en værdi på 1,2 kg/m³ ved 15-25°C.

Lufttemperatur (°C)

Lufttemperaturen svarer til rummets gennemsnitstemperatur. I visse tilfælde anbefales det at måle luftens temperatur i nærheden af kolde overflader, da det er her kondensering begynder.

Kondensdannelse

Den proces der sker når luftens vanddamp ved afkøling under dugpunktet bringes til at kondensere til vanddråber (se herunder).

Afrimning

Fordamperen inde i affugteren bliver så kold, at der dannes is på overfladen (samme princip som i et køleskab). Afrimning er den automatiske proces, som fjerner isen fra fordamperen.

Dugpunktstemperatur

Den temperatur hvorved vanddamp fortættes og kondensering på kolde overflader begynder.

Enthalpi h (kJ/kg luft)

Luftens varmeindhold. Enthalpi defineres med udgangspunkt i at energien er 0 kJ/kg luft ved 0°C.

Fordamper

Kølefladen i en affugter. Den afkøler luften til et godt stykke under dugpunktet, og kondensvandet ledes i en vandbeholder. Betegnelsen beskriver den proces, der sker inde i fordamperen, hvor det flydende kølemiddel fordampes til varm gas ved hjælp af den varme, der tages fra luften.

Hygrostat

Ekstra tilbehør, som gør det muligt at lade affugteren fungere inden for et givet område, hvad angår relativ fugtighed.

Mollier, Richard (1863-1935)

Professor ved Dresden Universitet, som opfandt h-x-diagrammet – et grafisk diagram, der viser forholdet mellem temperatur, tryk, enthalpi, damptryk og vandindhold i fugtig luft. H-x-diagrammet har gennem flere generationer været anvendt inden for undervisning i termodynamik.

Relativ fugtighed (%RF)

Luftfugtigheden angivet i procent i forhold til den størst mulige fugtighed ved den pågældende temperatur.

Specifikt energiforbrug - SEF

Aktuelt strømforbrug/kapacitet i liter/time målt i kWh/l. Se side 38

Vandindhold i luften W (g vand/kg luft)

Aktuel mængde vand i luften, der stammer fra W(mennesker), W(proces), W(varer) og W(ventilation).

1 kg vand = 1 l vand

Begreber i Molliers h-x-diagram

Luftens densitet (p)	Den lodrette orange akse helt ude til venstre. Luftens densitet er den specifikke massefylde angivet i kg/m ³ .
Lufttemperatur (t)	Den lodrette pink akse i venstre side med tilsvarende let skrånende linjer. Temperaturen angives i °C.
Enthalpi (h)	De lilla diagonale linjer. Enthalpi er luftens varmeindhold og angives i kJ/kg luft. Starter ved 0°C/0% RF = 0 kJ/kg.
Relativ fugtighed (RF)	De grønne kurver. Den relative fugtighed angives i procent (%) og er et udtryk for luftens aktuelle vanddamptryk i forhold til vanddamptrykket ved mætning.
Vandindhold (x)	Den vandrette lyseblå akse nederst. Det aktuelle vandindhold i luften målt i g vand/kg luft.
Vanddamptryk (p)	Den lodrette blå akse til højre. Vanddamptryk målt i mbar aflæses for at bestemme det partielle vanddamptryk. Den brune diagonale linje i nederste halvdel af diagrammet er en hjælpelinje til brug for bestemmelse af det partielle vanddamptryk.

Dantherm A/S

Marienlystvej 65
DK-7800 Skive
Danmark
t. +45 96 14 37 00

Dantherm Ltd.

Unit 12, Galliford Road
Maldon CM9 4XD
Storbritannien
t. +44 (0)1621 856611

Dantherm GmbH

Oststraße 148
22844 Norderstedt
Tyskland
t. +49 40 526 8790

Dantherm S.p.A.

Via Gardesana 11
37010 Pastrengo (VR)
Italien
t. +39 045 6770533

Dantherm Sp. z o.o.

ul. Magazynowa 5a
62-023 Gądk
Polen
t. +48 61 65 44 000

Dantherm SP S.A.

C/Calabozos 6
(Polígono Industrial)
28108 Alcobendas, Madrid
Spanien
t. +34 91 661 45 00

Dantherm SAS

23 rue Eugène Hénaff
69694 Vénissieux Cedex
Frankrig
t. +33 4 78 47 11 11

Dantherm AS

Løkkeåsveien 26
3138 Skallestad
Norge
t. +47 33 35 16 00

Dantherm AB

Fridhemsvägen 3
602 13 Norrköping
Sverige
t. +46 (0)11 19 30 40

Dantherm LLC

Transportnaya 22/2
142800, Stupino
Moskva
Rusland
t. +7 (495) 642 444 8

MCS China

Unit 2B, No. 512
Yunchuan Road
Baoshang, Shanghai, 201906
Kina
t. +8621 61486668

Termigo S.L

Carrer dels Velluters, 18-2
46980 Paterna, Valencia
Spanien
t. +34 961 524 866

AirCenter AG

Täferstrasse 14
CH-5405 Baden Dättwil
Schweiz
t. +41 43 500 00 50

Heylo GmbH

Im Finigen 9
28832 Achim
Tyskland
t. +49 4202 97550

SET Energietechnik GmbH

August-Blessing-Straße 5
71282 Hemmingen
Tyskland
t. +49 7150 94540

Contact:

HOLD OPDATERET

FØLG OS PÅ:



danthermgroup.com