



# VERDAMPINGSKOELER "SIROC"



## **1. INLEIDING TOT HET SYSTEEM VAN KLIMAATREGELING DOOR VERDAMPING**

Om dit procédé inzake klimaatregeling gemakkelijk te begrijpen - dat essentieel verschilt van het zgn. "directe expansie" - is het fundamenteel enkele basisprincipes te kennen :

### **Lucht**

De vrije lucht die wij elke dag inademen bestaat uit:

zuurstof	21%
stikstof	78%
Diverse gassen	0,9%
koolzuurgas	0,03%
waterdamp	0,05 - 1,50%

### **Psychometrie**

Is de wetenschap die de thermodynamische eigenschappen en procédés van vochtige lucht onderzoekt.

### **Hygrometrische toestand**

Om de thermodynamische toestand van de vochtige lucht te evalueren, moeten volgende drie elementen worden bepaald :

1. Atmosferische druk
2. Droge temperatuur
3. Relatieve vochtigheid

### **Droge temperatuur**

Temperatuur gemeten met een gewone thermometer.

### **Vochtige temperatuur**

Temperatuur genomen met een thermometer waarvan de bol omwikkeld werd met in water gedrenkt gaas en geventileerd met een bepaalde lichtsnelheid.

### **Psychrometer**

Integreert twee thermometers die ons de droge en vochtige temperatuur geven

### **Dauwtemperatuur**

Temperatuur vanaf wanneer waterdamp condenseert in een vochtige omgeving.

### **Condensatie**

Overgang van gas- naar vloeibare toestand

### **Relatieve vochtigheid**

De hoeveelheid water onder vorm van waterdamp bevat in een vochtige omgeving.

Deze waarde gaat van 0 tot 100 % en geeft ons de verzadigingsgraad aan.

Vanaf 100% treedt mist op.

### **Absolute vochtigheid**

Hoeveelheid waterdamp in een vochtige omgeving in verhouding met een kilo droge lucht.

### **Specifieke warmte**

Nodige warmte om één kilo lucht met één centrifuge graad te verhogen.

### **Frigorie**

Hoeveelheid warmte die moet worden onttrokken aan een liter water om de temperatuur ervan met een graad te doen dalen. De frigorie is eenvoudigweg gelijk aan een kilo calorie. Indien we dus spreken van een toestel van 10.000 frigorieën per uur, betekent dit dat het in staat is 10.000 Kcal/uur te onttrekken in een lokaal.

**Enthalpie**

De enthalpie van de vochtige lucht beschrijft de thermodynamische staat van zijn energetische inhoud. Het is de som van twee componenten, droge lucht en stoom.

$$\text{ENTALPIE} = \text{WAARNEEMBARE WARMTE} + \text{LATENTE WARMTE}$$

**Waarneembare warmte**

Het gaat om de voelbare warmte, die kan worden gemeten met een droge thermometer. Het is die, die wij voelen en waarover wij altijd spreken.

**Latente warmte**

Dit is de hoeveelheid warmte die nodig is om de toestand van een lichaam te veranderen zonder dat zijn temperatuur verandert. Deze warmte is niet waarneembaar door het menselijk lichaam.

**Specifiek volume**

Verwijst naar het aantal m<sup>3</sup> per Kg droge lucht.

**Adiabatisch procédé**

Vindt plaats wanneer er geen warmte-uitwisseling is met de omgeving buiten.

**2. KLIMAATREGELING DOOR VERDAMPING**

De klimaatregelaars [of koelers volgens de geijkte terminologie] door verdamping « SIROC » gebruiken met succes de techniek van afkoeling door waterverdamping.

De doorstroming van lucht bij deze toestellen veroorzaakt de verdamping van het water, waardoor de luchttemperatuur daalt en de vochtigheidsgraad verhoogt.

De huidige technologische vooruitgang, die steeds performanter wordt, heeft het mogelijk gemaakt dit principe aan te wenden. Het is het enige dat "redelijkerwijs" kan worden aangeboden voor de klimaatregeling en koeling van grote ruimten, dit in tegenstelling tot het conventionele principe met zgn. "directe expansie" die samengeperste gassen gebruikt, veel duurdere toestellen [6 à 10 maal duurder...] nodig heeft en enorm veel elektrische energie vereist - die meestal enkel beschikbaar is door transformatiecabines, waardoor men op elk gebied tot "onbetaalbare" budgetten komt, zowel wat de installatie als het verbruik betreft.

De klimaatregeling door verdamping maakt het mogelijk de temperatuur en de vochtigheid te controleren; dit laatste is ook een factor waarmee rekening moet worden gehouden met het oog op een maximum aan comfort. Dit systeem maakt het mogelijk grote ruimten zoals fabrieken, supermarkten, show-rooms, stallen, serres enz. te koelen en er de vochtigheidsgraad te verhogen. Het systeem is bovendien milieuvriendelijk want het gebruikt geen koelgassen en verbruikt een minimum aan elektriciteit. Voor de werking is enkel drinkwater nodig, dat overigens in geringe hoeveelheden wordt verbruikt : 4,2 gram water per kg lucht.

Koeling door verdamping biedt volgende voordelen in vergelijking met koeling door directe expansie

**Materiaalkost ligt 4 à 8 keer lager**

**De verbruikskosten liggen 8 à 10 keer lager** : het maximale waterverbruik bedraagt slechts 4,2 gram / kg lucht... bovendien vereist de elektrische vermogen dewelke nodig is voor conventionele koeling met directe expansie - in grote ruimten - een elektrische transformatiecabine, omdat het vermogen van het elektriciteitsnet totaal onvoldoende is.



**Milieuvriendelijk systeem** : er wordt geen enkel gas gebruikt, in tegenstelling tot koeling door directe expansie.

**Volledige verversing van de lucht van het lokaal 15 à 30 keer per uur** waardoor men alle deuren open kan laten en men bij het naderen, zoals bij handelszaken dewelke publiek ontvangen, een aangenaam gevoel van frisheid ervaart, wat de klanten ertoe aanzet binnen te komen. Bovendien worden alle geuren, rook, kleine insecten of andere elementen die in de lucht aanwezig zijn, permanent naar buiten afgevoerd.

**Controle van de werking op elk niveau :**

- Snelheidsregelaar waardoor de luchtverversing per uur kan worden aangepast aan de effectieve omstandigheden
- Relatieve vochtigheidsgraad binnen, met hygstaat, tussen 30 en 90%

Op volgend schema, leggen wij op eenvoudige wijze uit hoe onze toestellen werken, volgens een theoretisch voorbeeld.

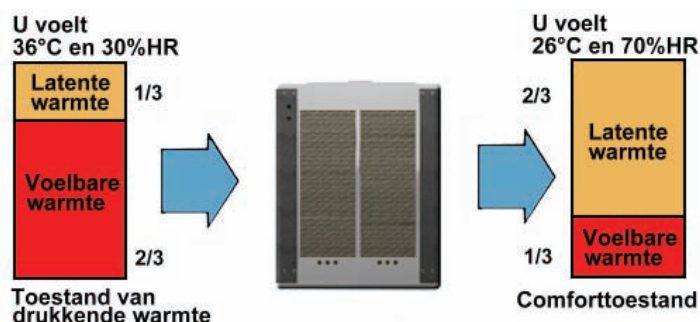


FIG. 1 : Het systeem verlaagt de warmte dewelke wij voelen [voelbare warmte] en verhoogt de warmte dewelke wij niet voelen [latente warmte]. Zoals men kan merken, wordt de voelbare warmte verminderd met de helft van zijn initiële waarde, waardoor een gevoel van welbehagen en comfort ontstaat.

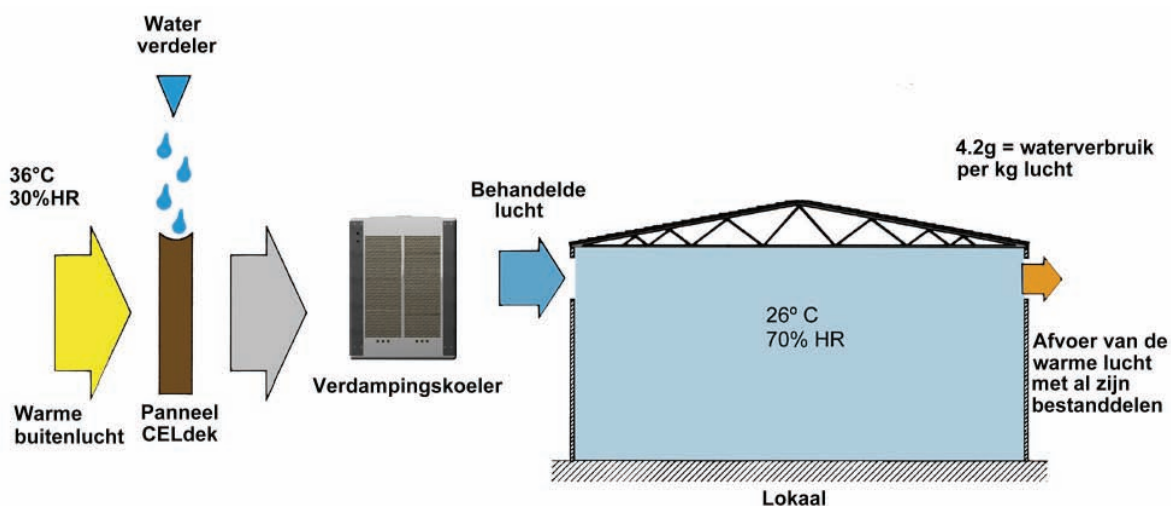
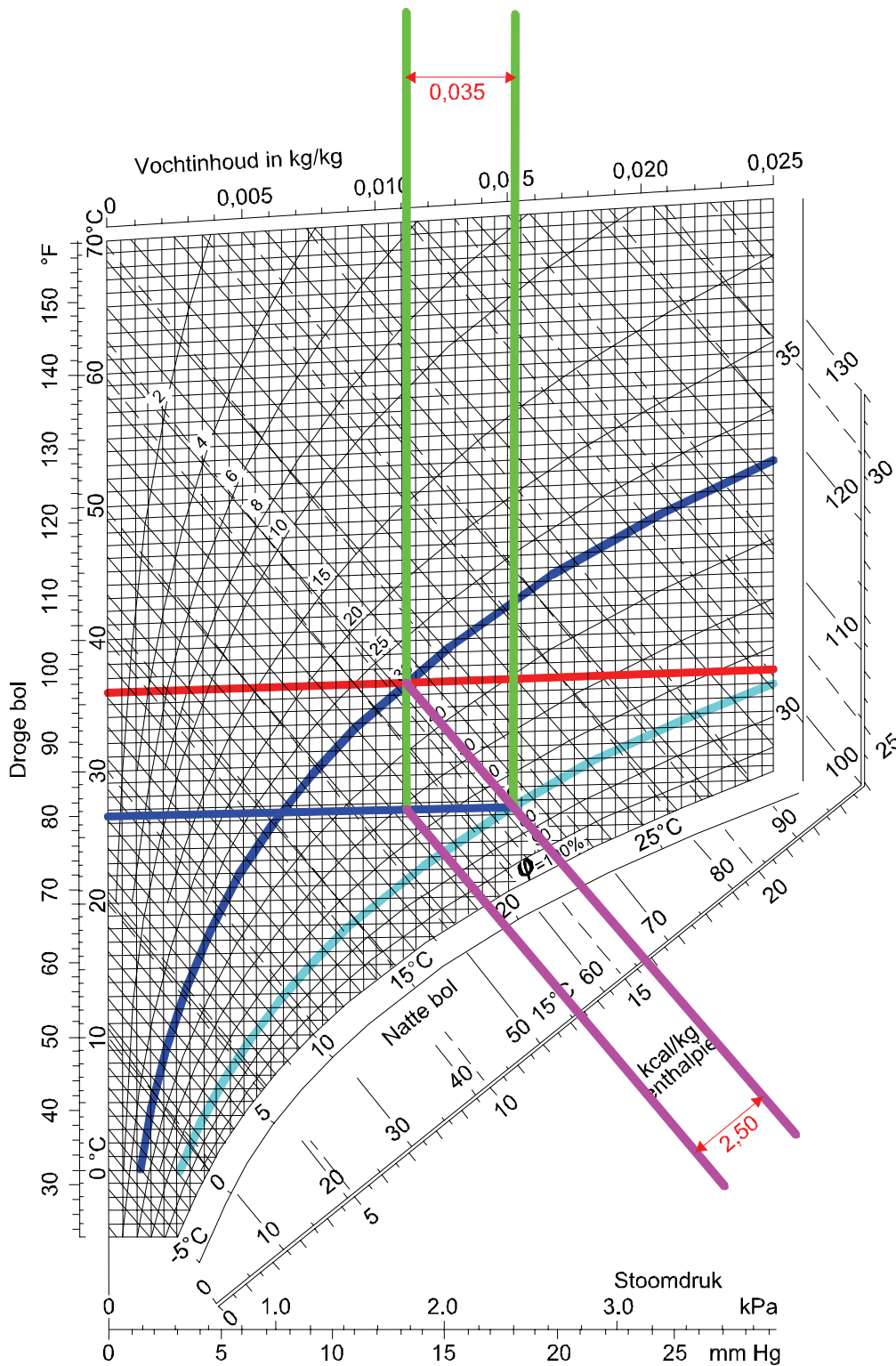


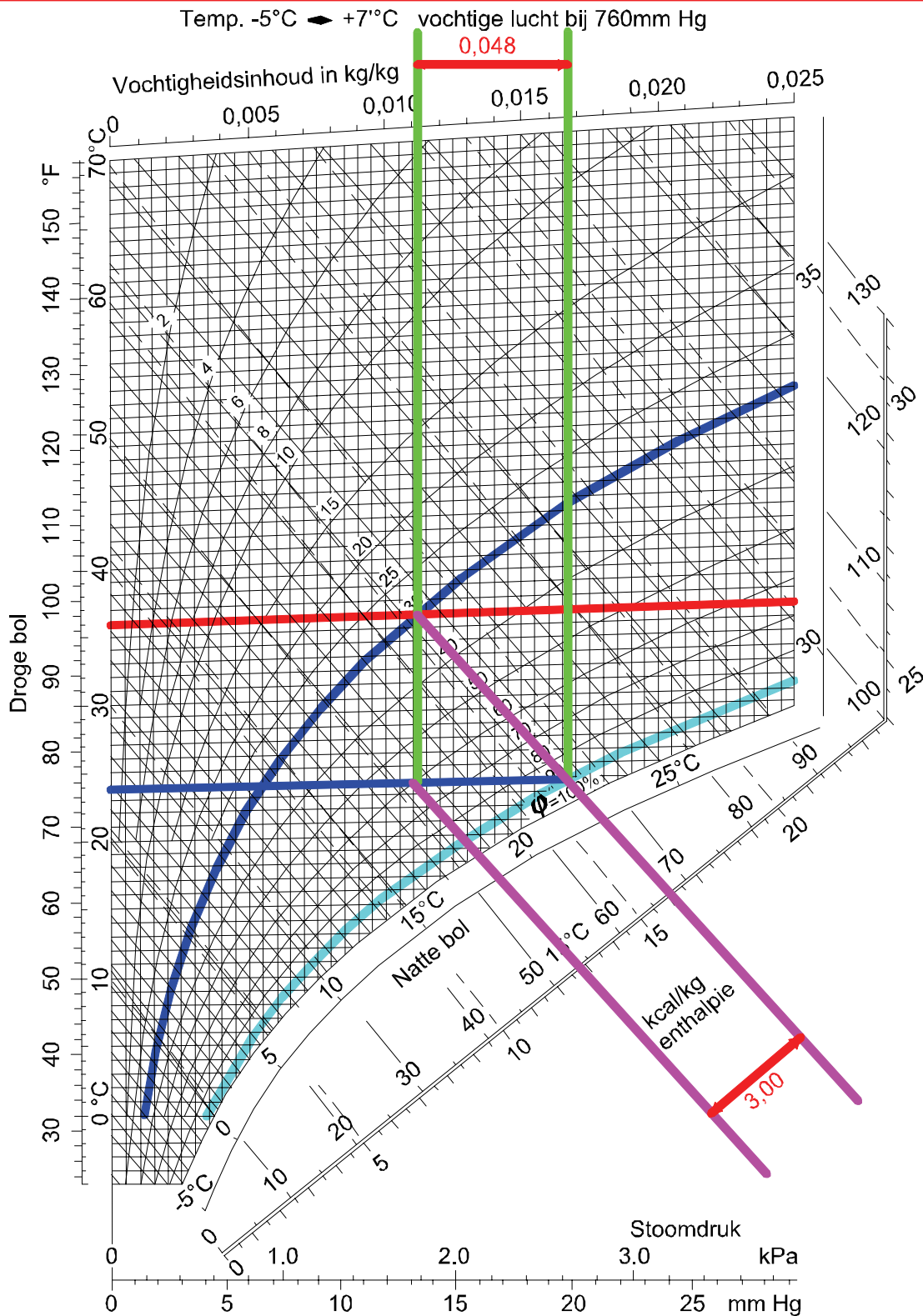
FIG. 2 : Een bepaald buitenlucht debiet, bij een temperatuur van 36 °C en een relatieve vochtigheid van 30% gaat bij lage snelheid door een CELdek paneel, dat bevochtigd is en doordrenkt met drinkwater. Het ondergaat er een temperatuurdaling en een verhoging van de vochtigheid en wordt in het lokaal geblazen met een temperatuur van 26 °C en een relatieve vochtigheid van 70%.

Temp. -5°C → +7°C vochtige lucht bij 760mm Hg



Paneel CELdek 5090 - 50 mm - 1.5 m/s

1°	<span style="color: red;">■</span>	Droge buitentemperatuur [36°C]
2°	<span style="color: blue;">■</span>	Vochtigheidsgraad buiten [30%]
3°	<span style="color: purple;">■</span>	Natte bol temperatuur [22,0°C]
4°	<span style="color: blue;">■</span>	Temperatuur van de inblaasluft [26,5°C]
5°	<span style="color: cyan;">■</span>	Vochtigheidsgraad van de inblaasluft [70%]



Panneel CELdek 5090 - 100 mm - 1.5 m/s

1°	<span style="color: red;">■</span>	Droge buitentemperatuur [36°C]
2°	<span style="color: blue;">■</span>	Vochtigheidsgraad buiten [30%]
3°	<span style="color: purple;">■</span>	Natte bol temperatuur [22,0°C]
4°	<span style="color: darkblue;">■</span>	Temperatuur van de inblaaslucht [26,5°C]
5°	<span style="color: cyan;">■</span>	Vochtigheidsgraad van de inblaaslucht [87%]

**VERSCHIL IN ZUIG- EN BLAASTEMPERATUUR VAN DE VERDAMPINGKOELERS  
CELDEK PANEEL 5090 - 50MM - BIJ 70% R.V. OUTPUT**

Droge buiten- temperatuur °C	Relatieve vochtigheid %			
	25%	30%	40%	50%
25 °C	7,7 °C	7,0 °C	5,8 °C	4,7 °C
28 °C	8,4 °C	7,7 °C	6,3 °C	5,1 °C
30 °C	8,9 °C	8,1 °C	6,6 °C	5,4 °C
32 °C	9,3 °C	8,4 °C	6,9 °C	5,7 °C
34 °C	9,7 °C	8,8 °C	7,2 °C	4,0 °C
36 °C	10,1 °C	9,2 °C	7,5 °C	6,3 °C
38 °C	10,5 °C	9,5 °C	7,8 °C	6,6 °C
40 °C	11,3 °C	9,9 °C	8,4 °C	6,9 °C
42 °C	11,3 °C	10,3 °C	8,4 °C	7,2 °C

**VERSCHIL IN ZUIG- EN BLAASTEMPERATUUR VAN DE VERDAMPINGKOELERS  
CELDEK PANEEL 5090 - 100MM - BIJ 87% R.V. OUTPUT**

Droge buiten- temperatuur °C	Relatieve vochtigheid %			
	25%	30%	40%	50%
25 °C	10,3 °C	9,4 °C	8,1 °C	6,3 °C
28 °C	11,2 °C	10,3 °C	8,5 °C	6,7 °C
30 °C	11,7 °C	10,8 °C	9,0 °C	7,2 °C
32 °C	12,6 °C	11,2 °C	9,4 °C	7,6 °C
34 °C	13,0 °C	11,7 °C	9,9 °C	8,1 °C
36 °C	13,9 °C	12,1 °C	9,9 °C	8,1 °C
38 °C	14,4 °C	13,0 °C	10,3 °C	8,1 °C
40 °C	14,8 °C	13,5 °C	11,7 °C	8,5 °C
42 °C	15,3 °C	13,9 °C	11,2 °C	9,0 °C

### **3. VOORBEELDEN VAN TOEPASSINGEN**

#### **Opslagplaatsen van vluchtige producten**

De opgeslagen producten verdampen weinig, de constante aanvoer van verse lucht vermindert het risico op brand en verwijdert ook gassen en geuren.

#### **Opslagplaatsen farmaceutische producten**

Voor een betere bewaring van de medicijnen.

#### **Bij verftoepassingen**

Een correcte vochtigheidsniveau, bij het gebruik van verf in spray of bij een elektrostatisch procédé, elimineert statische elektriciteit en vermindert het binnendringen van stof, wat een dure verwijdering veroorzaakt. Het resultaat is een betere afwerking en een besparing van de hoeveelheid gebruikte verf.

#### **Grafische kunsten / Papierverwerkingsfabrieken**

Bij een correcte temperatuur en vochtigheidsgraad behoudt het papier zijn weerstand en is het minder breekbaar en fragiel. Te droog papier laadt zich gemakkelijk op met statische elektriciteit, waardoor het moeilijk kan worden behandeld. Door de vochtigheidsgraad constant te houden tijdens het drukken, behoudt het papier zijn eigenschappen waardoor het risico op fouten vermindert en een besparing kan worden gerealiseerd op de drukinkt.

#### **Feestzalen/discotheken**

De temperatuur is aangenaam. Tabaksrook en lichaamsgeuren worden totaal afgevoerd dankzij de verschillende totale luchtverversingen per uur.

**Wijnkelders**

De bewaring van wijn wordt niet onderbroken. De geur blijft altijd boven. De wijn verdampt niet meer in de kelder en wordt niet slecht. Er komt voldoende zuurstof in de kelder. In de gistingsvaten blijft de gist altijd aan de oppervlakte. De daling van de temperatuur van de gistende wijn voorkomt dat de etherische stoffen verdampen en verwijdert de gassen die geproduceerd worden.

**Handelscentra / Show room / Supermarkten / Grootwarenhuizen**

Zeer comfortabele omgeving voor klanten en personeel. Groenten, fruit en andere voedingswaren bewaren beter. Verdrijven van geuren en insecten. Houten meubels worden niet beschadigd. De klanten blijven langer daar waar "zij zich goed voelen", zeker in toonzalen die anders in de zomer echte "ovens" worden.

**Elektronische componenten en computers**

Statische elektriciteit is een bedreiging voor moderne elektronische circuits. Een gecontroleerde vochtigheidsgraad vrijwaart de werkzones van problemen van statische elektrische ontladingen.

**Confectiefabrieken**

Zeer comfortabele temperatuur en snelle en constante verwijdering van rook en geuren.

**Fabrieken van verpakkingen en andere plastic producten**

Stofdeeltjes en insecten kunnen dewelke zich kunnen vastzetten op de producten worden naar buiten afgevoerd, daarenboven werkt het personeel in een zeer comfortabele omgevingstemperatuur.

**Meelfabrieken**

De aandrijving van het graan gebeurt door de lucht. Deze lucht, die in het lokaal wordt genomen kan het malen bemoeilijken indien ze te droog is. Bij het verpakken kunnen de papieren zakken scheuren door een te lage vochtigheidsgraad. Deze twee nadelen worden opgeheven.

**Gieterijen**

Overtollige warmte en rook in het bedrijf worden afgevoerd.

**Houtindustrie**

Houdt de vochtigheidsgraad van het hout op een bepaald niveau, waardoor zijn stabiliteit behouden wordt en de consistentie tijdens de behandeling gemakkelijk wordt met een minimum aan kosten. Met een hoge vochtigheidsgraad wordt bovendien de statische elektriciteit verminderd en wordt ook het stof constant afgevoerd.

**Fruit en voeding industrie**

Fruit en groenten behouden beter hun versheid en ook hun prijs.... door het gewichtsverlies tot een minimum te beperken dank zij de hoge vochtigheidsgraad van de omgeving.

**Musea en kerken**

Houden de vochtigheid constant en verhinderen mogelijke schade aan waardevolle voorwerpen, zoals verf of meubels, veroorzaakt door het krimpen en uitzetten in hun volume.

**Metallurgie-bedrijven**

Elimineren van de warmte, dewelke wordt afgegeven door de machines, ovens, enz. en van rook en gassen. Verhoogt de productiviteit dank zij comfortabele temperaturen. Machines en werktuigen werken nauwkeurig in een aangepaste omgevingstemperatuur.

**Agrarische sector**

Voorkomt verlies door teveel warmte. Reproductie en teelt worden verbeterd in een ideale omgeving voor de dieren, zonder onaangename geur of insecten. Verhoging van de productie

**Machinekamers of co-generatie**

Oplossing voor de problemen veroorzaakt door teveel warmte en tegelijkertijd een verhoging van het rendement van turbines en verbrandingsmotoren.

**Automatisatie-ateliers**

Afvoeren van uitlaatgassen



#### **4. BEREKENING VAN EEN INSTALLATIE**

Om de frigorieën van een verdampingskoeler te berekenen, gaat men als volgt te werk, aan de hand van een praktisch voorbeeld :

Eens de psychometrische grafiek is vervolledigd, neemt men volgend gegeven:  
[aanvoer van kcal/kg lucht] [1 kcal = 1 frigorie]

Op voorgaande grafiek [Paneel CELdek 5090 van 50mm] = 2,5 kcal/kg lucht

2,5 kcal/kg lucht x 1,2 luchtdensiteit = 3 kcal/m<sup>3</sup>

Een verdampingskoeler model SCE-20-V heeft een luchtdebit van 1.800 m<sup>3</sup>/h, zodat het koelvermogen van dit model [3 kcal/m<sup>3</sup> x 18.000 m<sup>3</sup>/h] = 54.000 kcal/h bedraagt

Naargelang van de activiteit in het te behandelen lokaal, in ons voorbeeld een textielindustrie, zal het aantal verversingen per uur [zie tabel] 25 bedragen.

54.000 kcal/h : 25 verversingen = 2.160 frigorieën / verversing.

Aldus wordt de lucht in het lokaal vernieuwd en verversst elke 2 minuten en 24 seconden.

#### **Berekening van de installaties per aantal luchtverversingen in het lokaal :**

Veronderstellen wij een klimaatregeling in een textielfabriek van 200m<sup>2</sup> x 8 hoogte.

Men berekent een hoogte van maximum 4 meter, d.w.z. 200m<sup>2</sup>x4 = 800m<sup>3</sup>.

Noodzakelijk debiet = 800m<sup>3</sup> x 25 = 20.000 m<sup>3</sup>/h.

Men zal het model SCE-30 kiezen.

Aan de hand van de ervaring die wij jarenlang hebben opgedaan in deze sector, hebben wij onderstaande tabel opgesteld, die het aantal verversingen per uur vermeldt die aangewezen zijn voor elk type activiteit :

Activiteit van de onderneming	Aantal verversingen met panelen CELdek type 5090	
	50 mm	100 mm
Textielindustrie	25-29	22-26
Confectie-ateliers	22-25	20-22
Machinekamers	18-22	16-20
Manufactuur-industrie	18-22	16-20
Gieterijen	25-30	22-27
Verfateliers	25-30	22-27
Plastiekbedrijven	30-35	27-31
Bakkerijen	20-25	18-22
Restaurants	18-22	16-20
Cafés en bars	18-22	16-20
Toonzalen / grootwarenhuizen	18-22	16-20
Feestzalen	25-29	22-26
Wijnkelders	30-40	27-36
Discotheken	25-29	22-26
Cinema's en theaters	14-18	13-16

Eens het type toestel gekozen, moet enkel nog worden bepaald welke versie wordt geïnstalleerd : horizontaal, verticaal beneden of verticaal boven.

**5. UITVOERINGEN**
**MODEL "H"**


Toestel waarin de lucht langs 3 zijden wordt opgezogen en horizontaal lateraal wordt uitgeblazen.

**MODEL "V"**


Toestel waarin de lucht langs 4 zijden wordt opgezogen en vertikaal naar beneden wordt uitgeblazen

**MODEL "VS"**

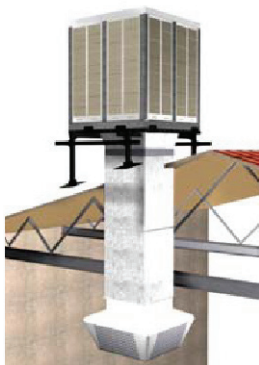

Toestel waarin de lucht langs 4 zijden wordt opgezogen en vertikaal naar boven wordt uitgeblazen.

**6. INSTALLATIEPRINCIPES**


Toestel met horizontale luchtpulsie en verdeling ervan door een netwerk van buizen met oriënteerbare kegels.



Toestel met horizontale luchtpulsie en verdeling ervan door een plenum 2 zijden.



Toestel met verticale luchtpulsie naar beneden en verdeling ervan door een plenum met 4 zijden.



Vloertoestel met verticale luchtpulsie naar boven en verdeling ervan door een plenum 2 zijden.



Toestel met horizontale luchtpulsie en verdeling ervan door een netwerk van buizen voor een aangrenzend lokaal



***7. INSTALLATIE VOORBEELDEN***

