

טכנולוגיות הוספת לחות במערכות מ"א

– בקרת לחות וחסכון באנרגיה



מאת : גיא גיורא
מהנדס מכונות
חברת קונטאל אוטומציה ובקרה



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

Indoor humidity and human health

H: ENTHALPY (kJ/kg of dry air)

X: MOISTURE CONTENT (g/kg of dry air)

H : ENTHALPY (KJ/Kg of dry air)

X : MOISTURE CONTENT (g/Kg of dry air)

ISOTHERMAL: °C
= CONSTANT
IF THE STEAM
MASS « AIR MASS,

אוויר חיצוני
קר

70% rH

inside warm
air

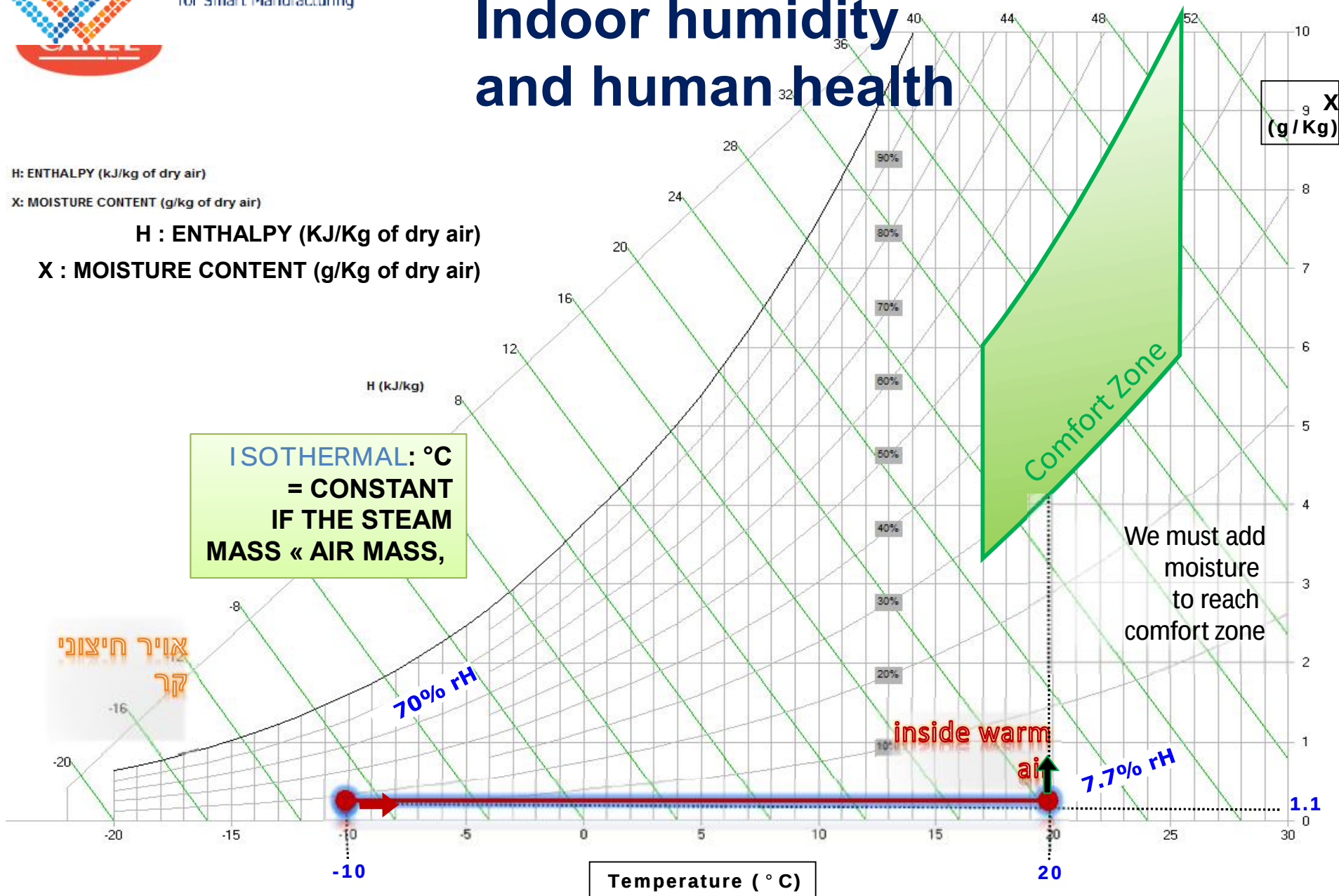
7.7% rH

We must add
moisture
to reach
comfort zone

Comfort Zone

Temperature (° C)

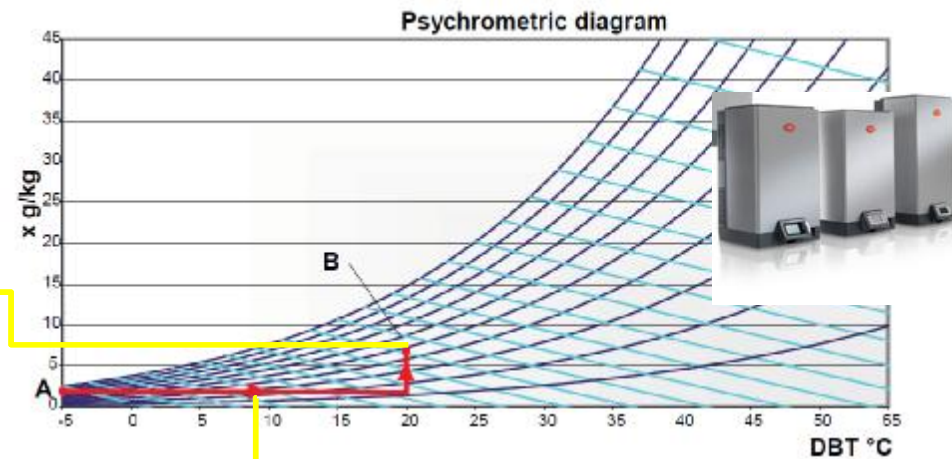
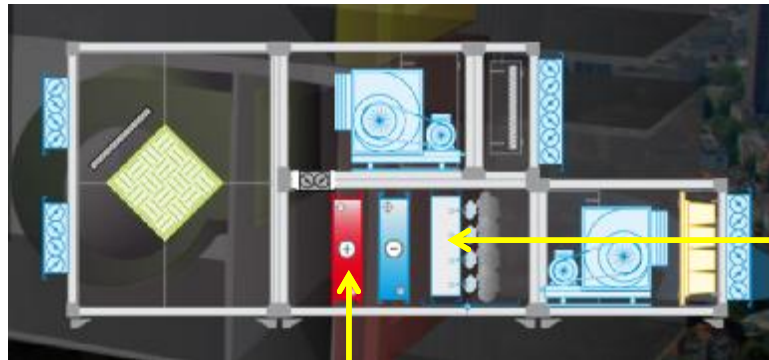
X
(g / Kg)



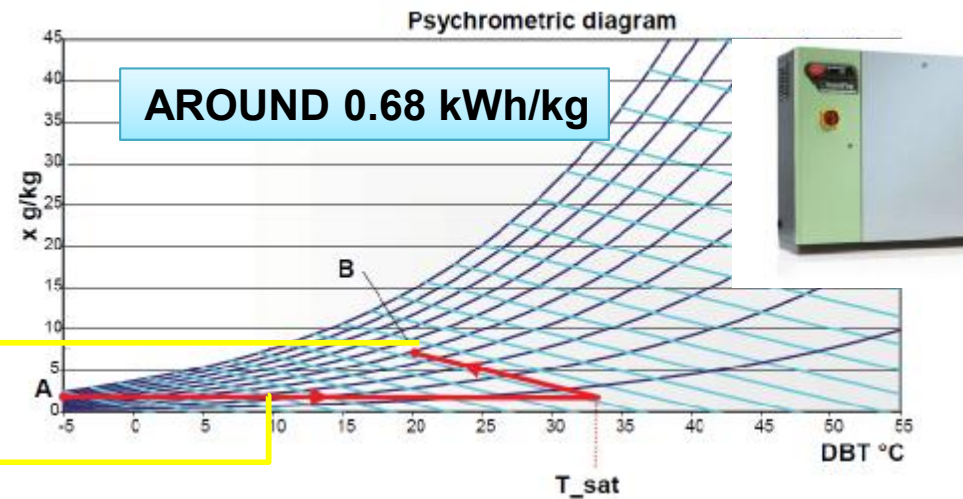
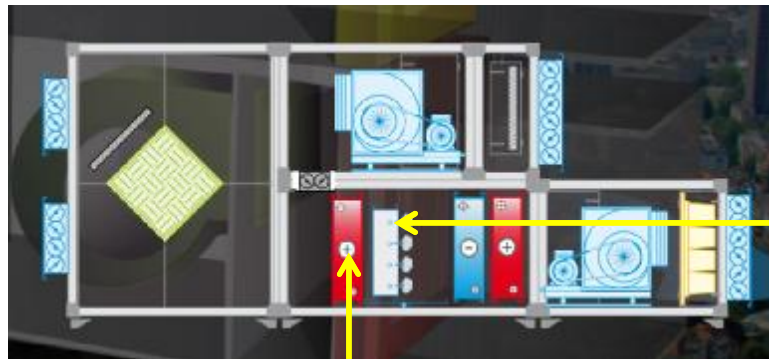


תהליכים בהוספת לחות

Isothermal Humidification



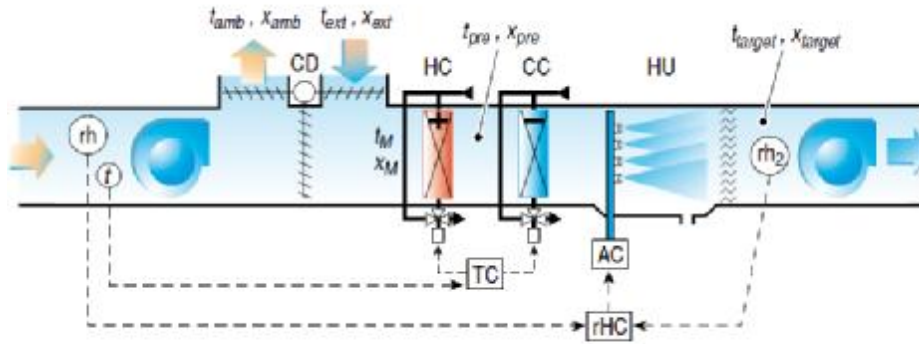
Adiabatic Humidification





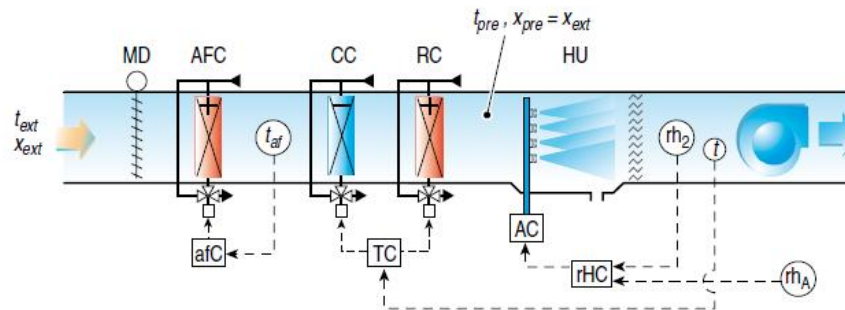
CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

בקרת לחות בהרטבה אדיאבטית



CD	Combined dampers
HC	Heating coil
CC	Cooling coil
HU	Adiabatic humidifier
TC	Temperature controller

rHC	Humidity controller
AC	Humidifier capacity controller
t	Return temperature sensor
rh	Main humidity sensor
rh2	Limit humidity sensor



MD	Motor-driven damper
AFC	Antifreeze coil
CC	Cooling coil
RC	Post-heating coil
HU	Adiabatic humidifier
afC	Antifreeze coil controller
TC	Temperature controller

AC	Humidifier capacity controller
rHC	Humidity controller
t _{af}	Inlet temperature sensor
rh2	Room humidity sensor
rh _A	Outlet limit humidity sensor
t	Delivery temperature sensor

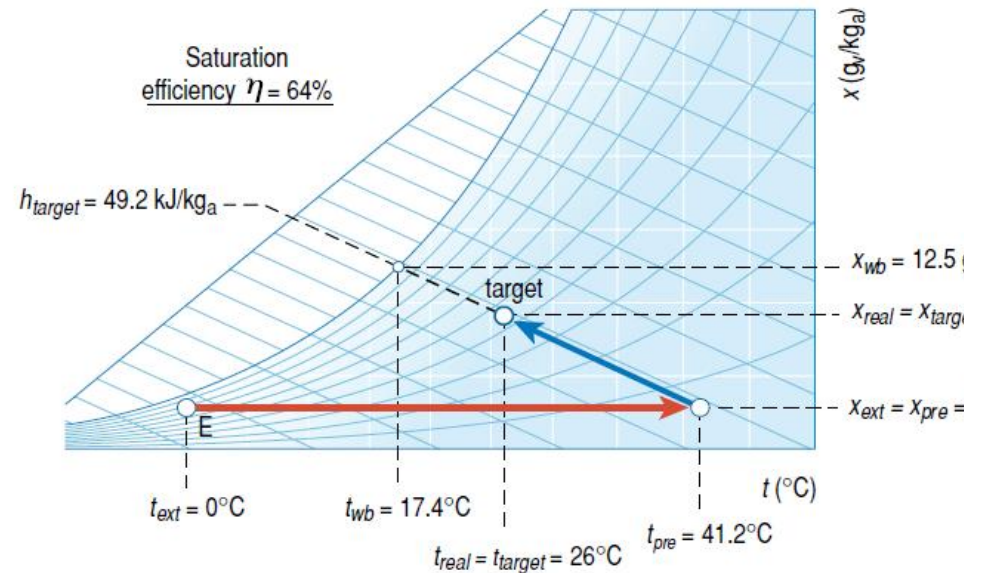
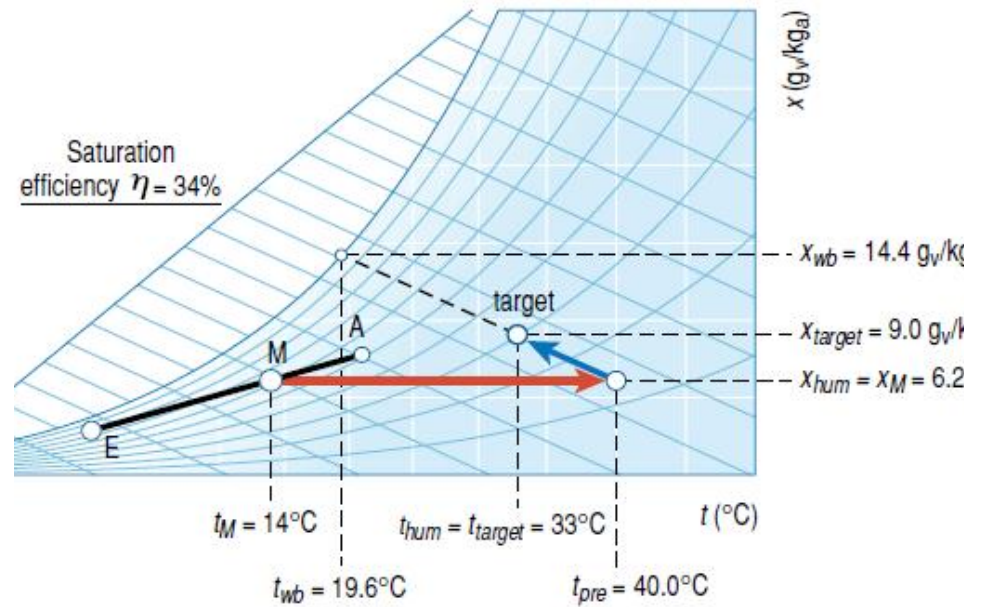
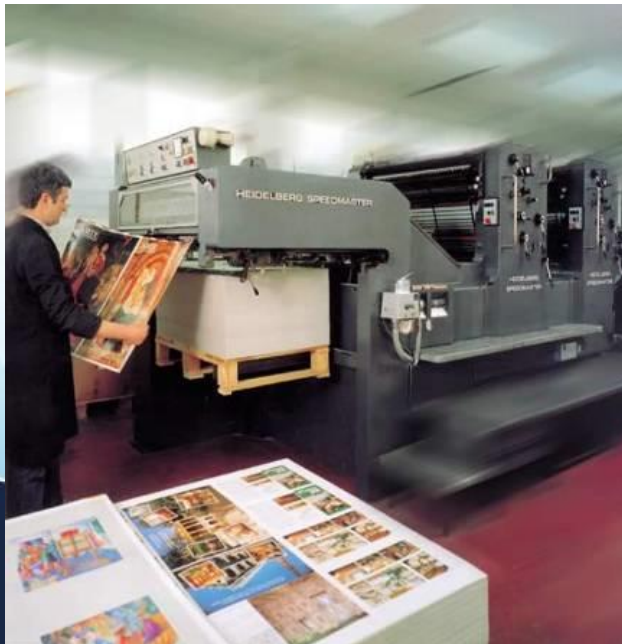


Fig. 12.26 Diagram of an air handling unit with renewal air only, featuring an adiabatic hum



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

תעשיית הטקסטיל והדפוס



- סיבים יבשים הנם שבירים ופחות אלסטיים
- נדרשת רמת לחות מתאימה אשר תגדיל את איכות המוצר
- קירור אדיאבטי מקטין את עומס החום מפעולת המכונות
- לחות נמוכה גורמת לשינוי באורך הנייר
- שינוי של 10% rH בלחות גורם לשינוי של 0.1-0.2% ועד 2 מ"מ



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

תעשיית המזון



Inside cabinet



שמירה על רמות לחות יחסית
גבוהות בחדרי קור 90 - 95%rH
המטרה לשמור על משקל המים
במוצר ולשמור על צורתו .



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

תעשיית הטבק

• לשמירת על איכות הטבק בשלבי
הייצור והאחסון נדרשת בקרת לחות
וטמפרטורה.

– $20 - 24^{\circ}\text{C}$, 60 - 70%rH

בשלבי הייצור

• 20°C , 70 - 75%rH - בשלב

האחסון.





CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

טמפרטורה ולחות יחסית בחדרי קור עבור פרות וירקות :

Vegetable / fruit	Temperature ° C	Humidity %rH
beans	0...4	90...95
carrots	0	98...100
mushrooms	0	90
fresh onions	0	95
potatoes	3...10	90...95
apples	-1...4	90
bananas	12-17	85...90
grapefruit	10...15	85...90
pears	-1.5...0,5	90...95
oranges	0...9	85...90



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

חדרים נקיים



שמירת לחות עבור :

- חדרים נקיים למיקרואלקטרוניקה
- חדרים נקיים לפרמצבטיקה .
- מעבדות וחדרי בדיקות



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

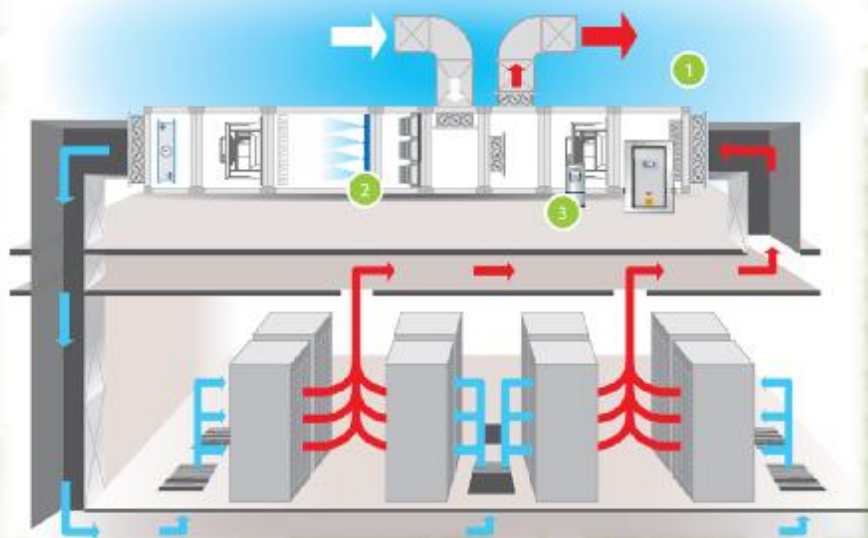
חוות שרתים

§ בקרת לחות נדרשת עבור :

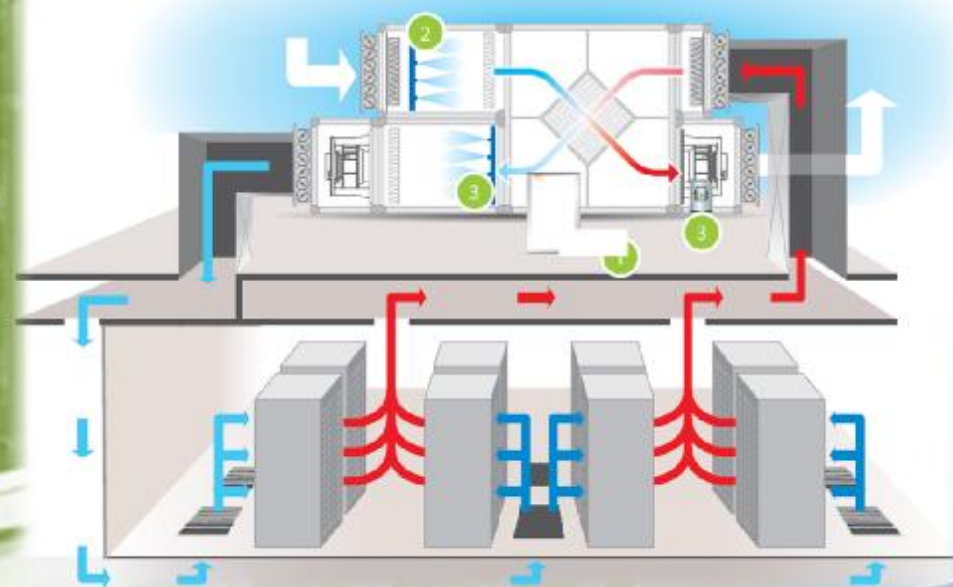
§ מניעת חשמל סטטי

§ קירור באיוד עבור חסכון באנרגיה

§ מערכות גיבוי



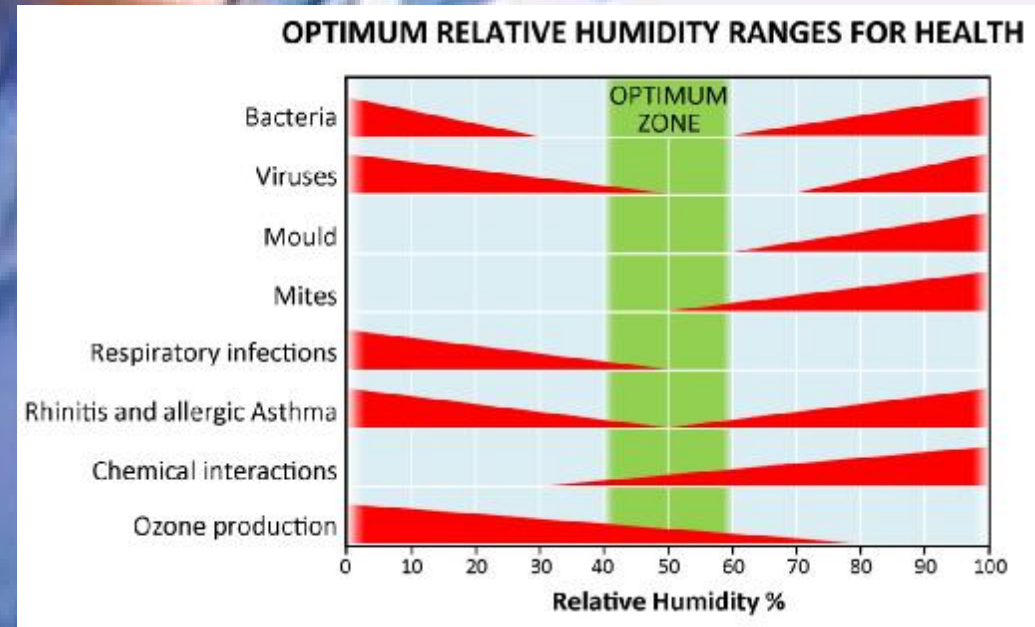
Indirect Evaporative Cooling



Direct Evaporative Cooling

בתי חולים

§ רמות נמוכות וגבוהות של לחות יחסית עוזרות ומגדילות את קצב ייצור והתפשטות חיידקים בסביבה.



כדי למנוע התפשטות והפצה של זיהומים ביולוגיים יש לשמור על לחות יחסית של בין 40 ל 60 %



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

פתרונות טכנולוגיים

טכנולוגיות איזותרמיות

compactSteam

immersed electrode

1-3 kg/h

mains water

humiSteam X-plus, Basic & Wellness

immersed electrode

1-130 kg/h

mains water

heaterSteam

immersed heaters

2-60 kg/h

mains and demi water

gaSteam

gas fired

45-180 kg/h

mains and demi water

KUE kits

immersed electrode

1-45 kg/h

mains water

Short Absorption Manifold

Live steam network

1-900 kg/h



International Meeting Asia Pacific Humidification - Suzhou, April 8th 2008





CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

טכנולוגיות אדיאבטיות

humiFog

compressed water 100- 200 -320 -460 -600 l/h demi water



humiDisk

mains water 1 or 6,5 l/h centrifugal



humiSonic x FC

demi water & main water 0,5 mechanical resonance



ChillBooster

mains & demi water 100-500-1000 l/h Low compressed water



optiMist

50 -100 -200 -400 -800 -1000 l/h mains & demi water Low compressed water



WTS

90_180 / 320 – 600 - 1200 l/h reverse osmosis system





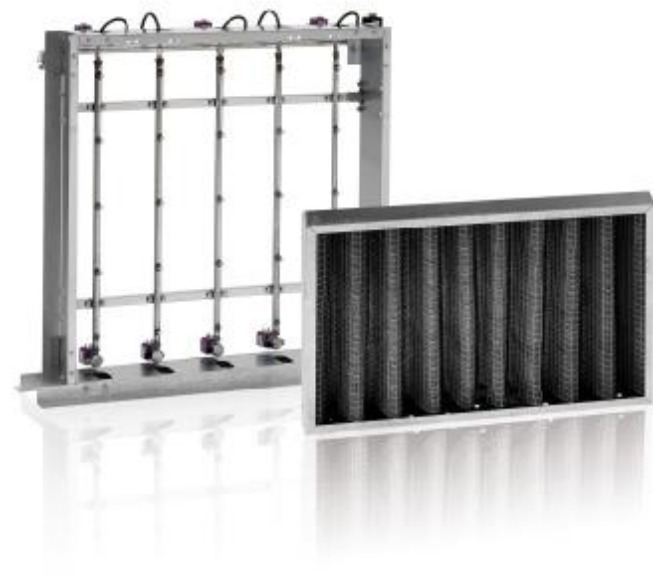
CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing



מערכות ערפול בלחץ מים גבוה

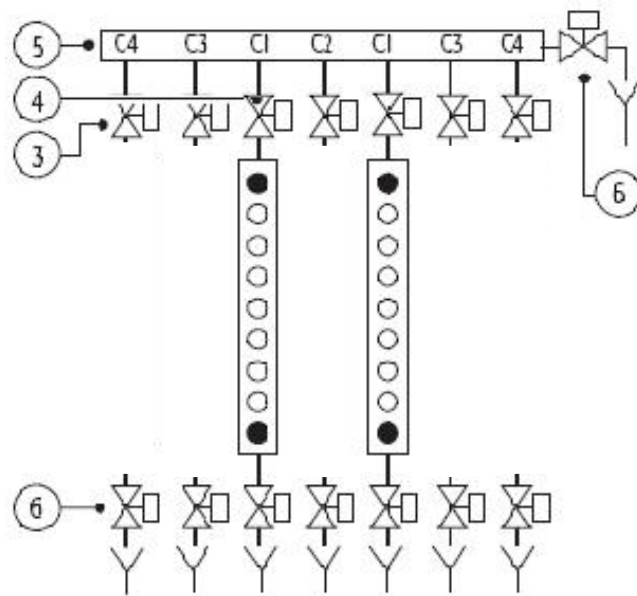


- ריסוס מים בטיפות מקרוניות
- העלאת לחץ ע"י משאבה ל 70 באר
- הוספת לחות והורדת טמפרטורה
- דיוק - רציף $\pm 2\% \text{Rh}$ ע"י ווסת מהירות על המשאבה
- נצילות ספיגת מים באוויר – עד 95%



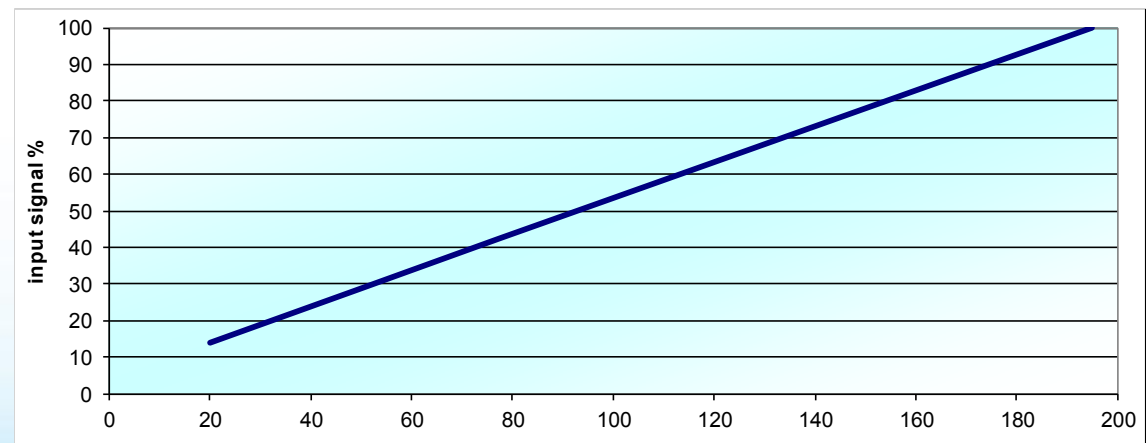
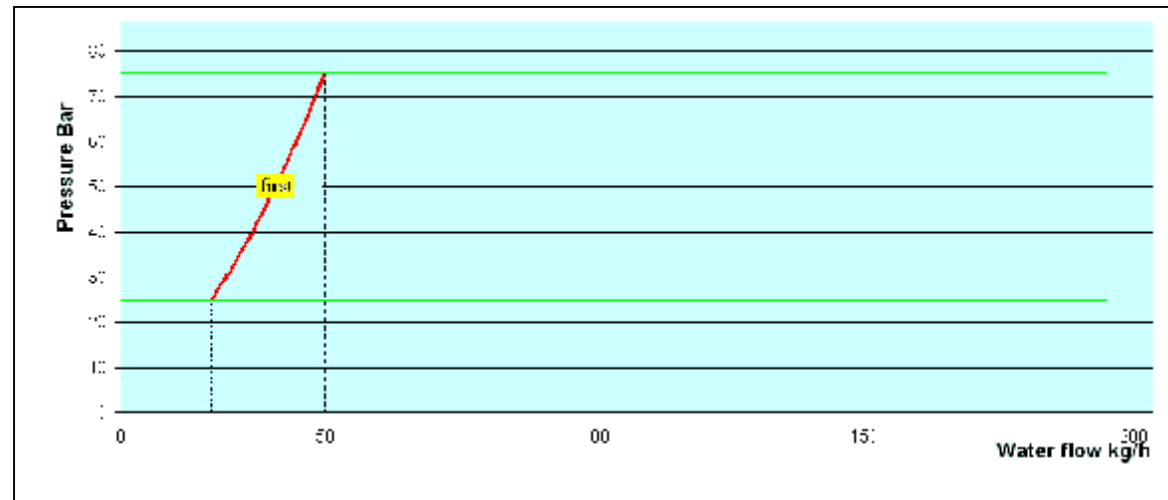
humi Fog

בקרה רציפה



Key:

1.	nozzles
2.	plugs
3.	NC solenoid valve
4.	direct connection
5.	from the pump
6.	NO solenoid valve

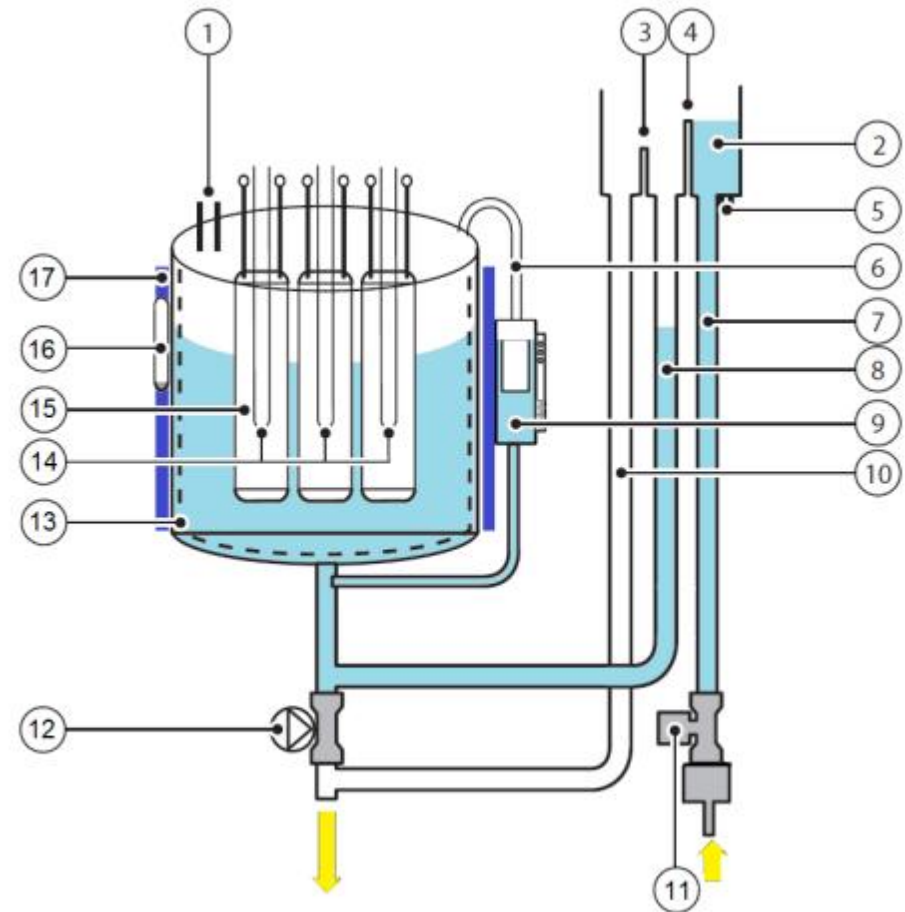




CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

מכונות ייצור קיטור בטכנולוגיית גופי חימום טבולים

1	Anti-foaming sensor
2	Feed tank, (3) Overfill diaphragm, (4) Fill diaphragm
5	Electrodes for conductivity measurement
6	Equaliser pipe
7	Feed pipe
8	Fill-up pipe
9	Level sensor
10	Overflow pipe/drain
12	Drain pump
13	Anti-adhesive film
14	Overtemperature sensors (PTC)
15	Heaters
16	Water temperature sensor (NTC)
17	Thermal insulation





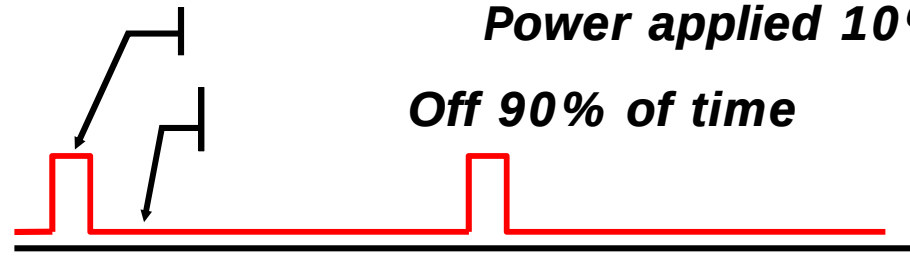
CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

עקרון פעולה : PWM

Steam prod = 10%

Power applied 10% of time

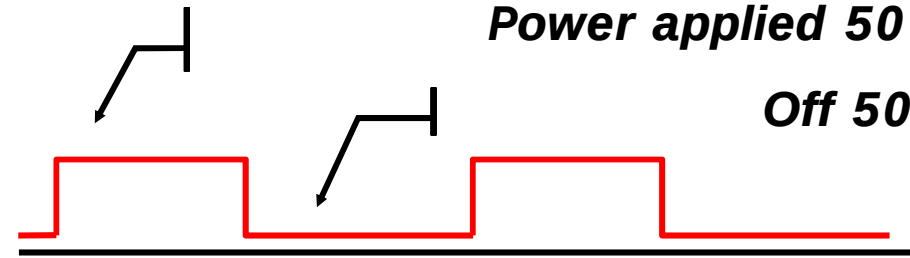
Off 90% of time



Steam prod. = 50%

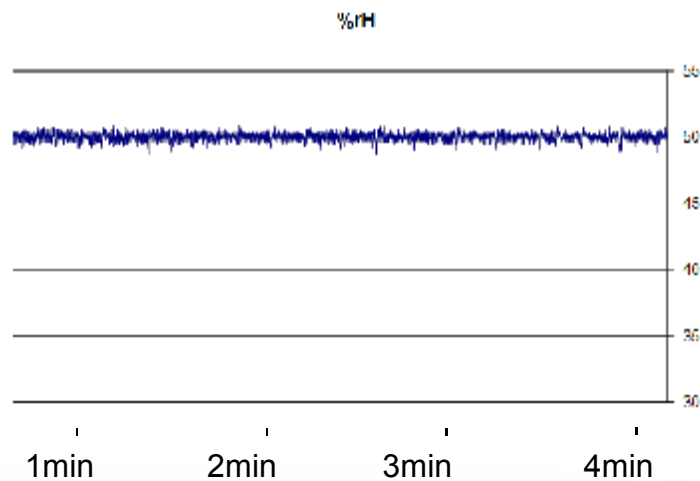
Power applied 50% of time

Off 50% of time



Steam prod. = 100%

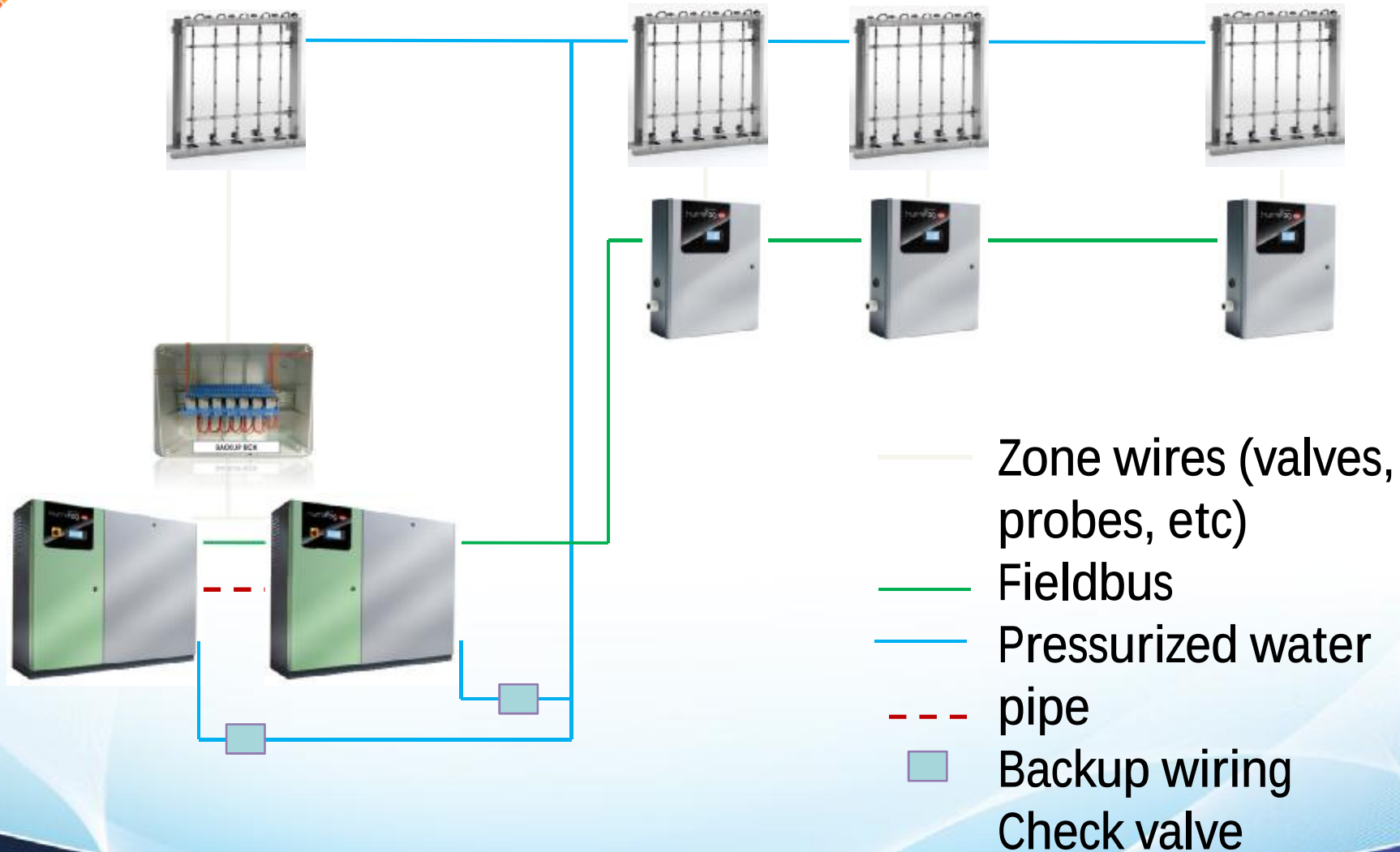
Power applied continuously



מערכות גיבוי ורוטציה למתקנים קריטיים



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing





CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

נושא המים – חשוב מאוד

מדוע מים מטופלים

- less maintenance ü
- less dust sprayed into the environment ü
- more hygienic ü
- less than (100µS/cm, 5 ° fH) ü
- UNI8884 (VID6022/VDI3803): Requirements and treatment of water cooling and humidification system ü

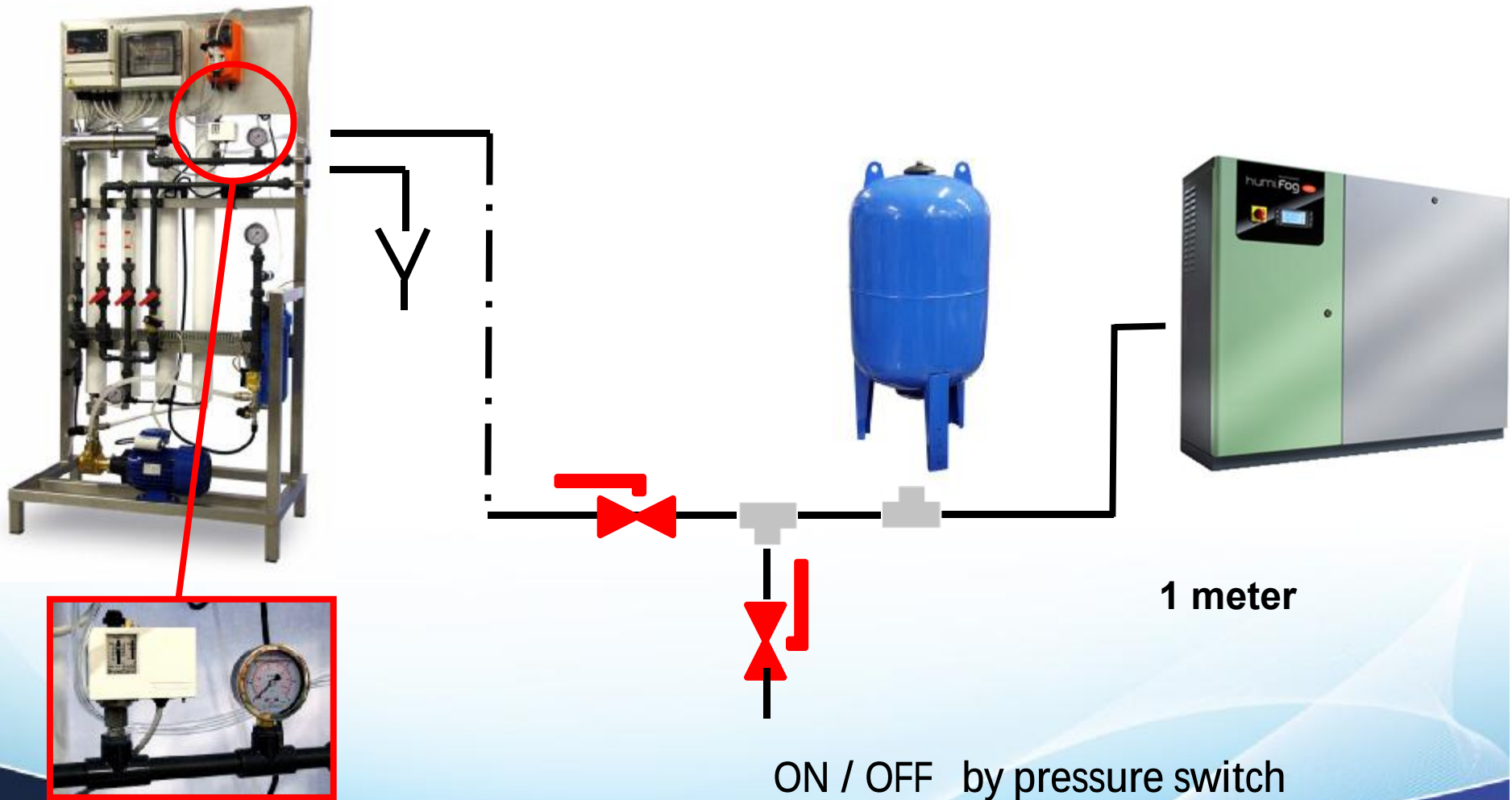
**External R.O. system
required**





CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

WTS with Expansion Vessel



High
Efficiency
Solutions.



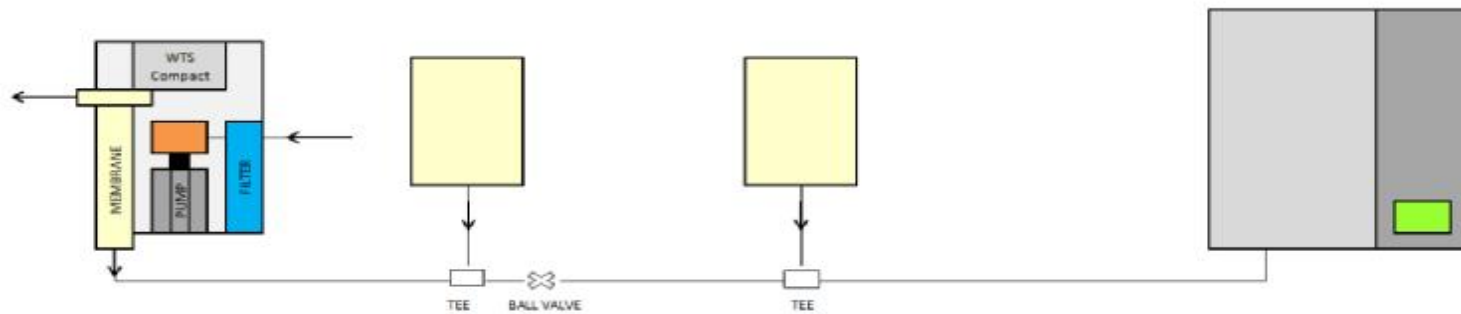
CAREL



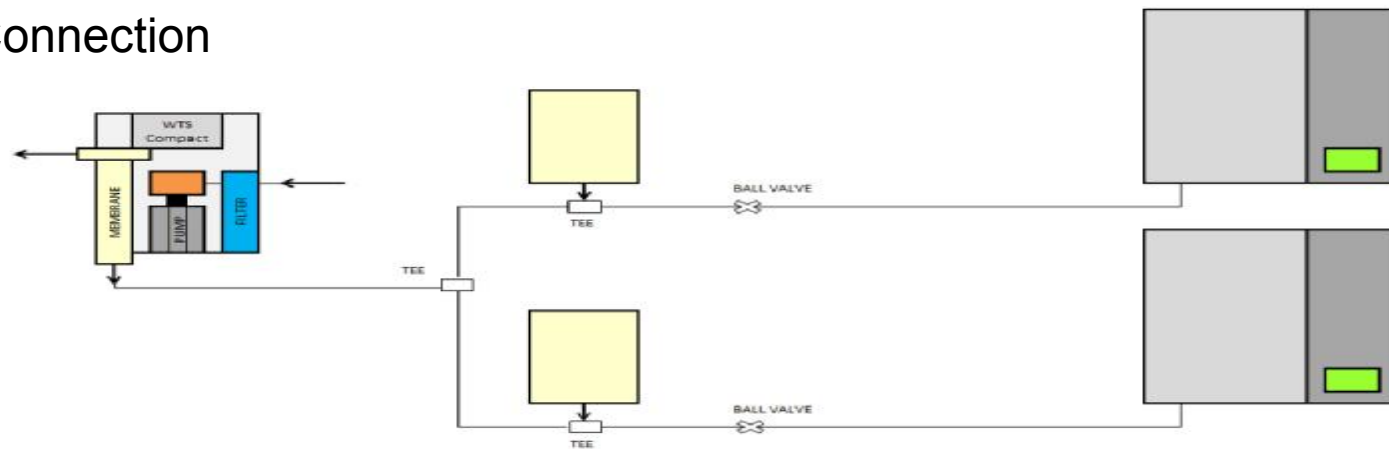
CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

CONNECTIONS

Series Connection



Parallel Connection



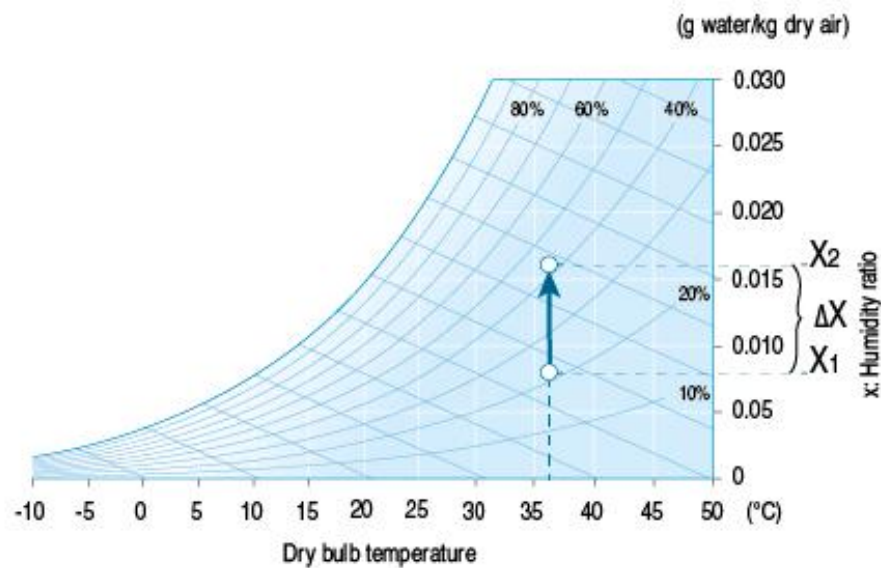
חסכון באנרגיה

טכנולוגיות לחסכון באנרגיה באמצעות קירור באיוד

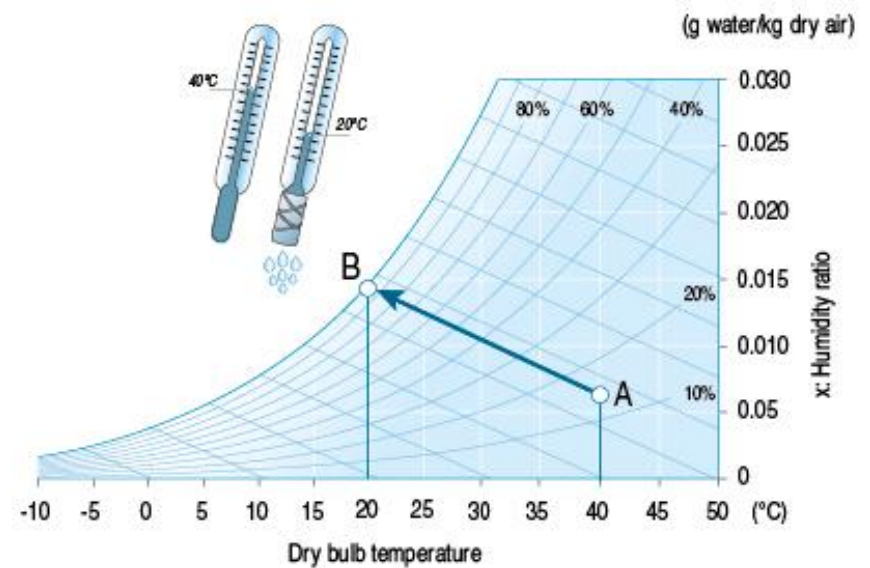
איוד של 100 ק"ג/שעה של מים גורם לקירור

אוויר בתפוקה של KW69

באמצעות השקעת אנרגיה של פחות מ KW1



Isothermal humidification

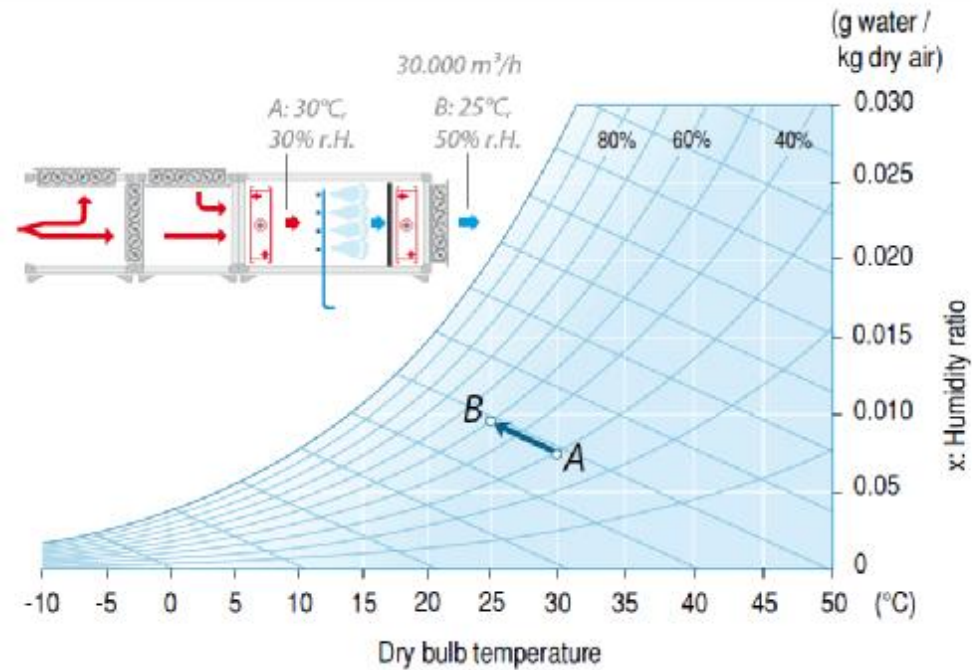


Adiabatic humidification

Direct Evaporative Cooling (DEC)



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing



$$(1) \quad q_{\text{sens}} \approx G_a \cdot c_{pa} \cdot (t_2 - t_1)$$

where :

q_{sens} = sensible heat, in kW;

G_a = air flow-rate, in kg/s;

c_{pa} = specific heat of dry air at constant pressure = 1.005 kJ/(kg · K).

In the example shown in the figure:

$G_a = 30000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1.225 \text{ kg}/\text{m}^3 = 36750 \text{ kg}/\text{h} \rightarrow 10.2 \text{ kg}/\text{s}$;

$t_A = 30 \text{ °C}$; $t_B = 25 \text{ °C}$;

$q_{\text{sens}} = 10.2 \cdot 1.005 \cdot (30 - 25) \approx 51.255 \text{ kW}$.

Direct Evaporative Cooling (DEC)



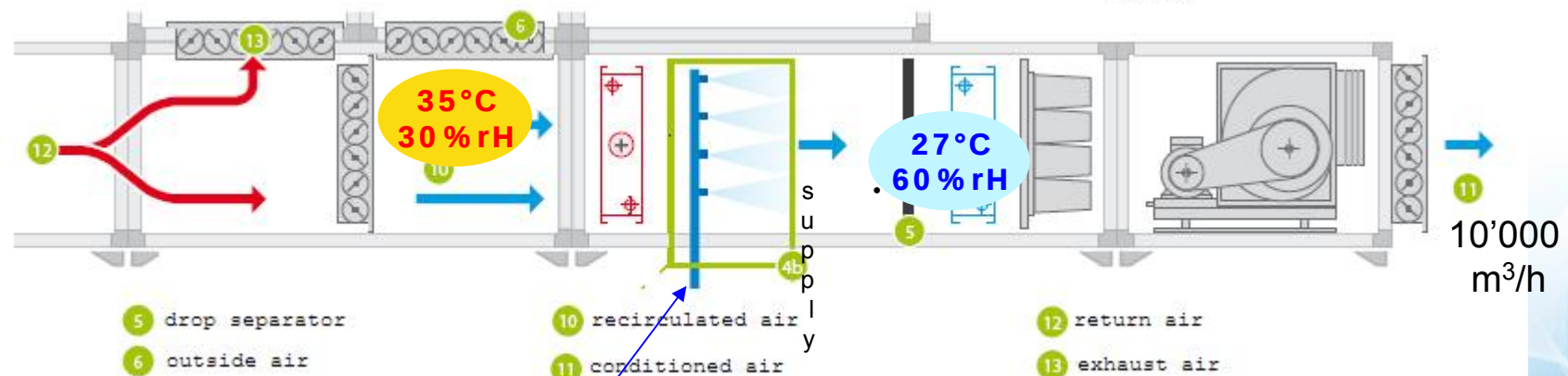
CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

Cooling the air by water evaporation
directly in the supply air:

approx. 0.68kW of cooling capacity per l/h
of evaporated water

It humidifies the air.

**35kg/h of water
+
1kW electric power
=
24kW of cooling
≈
8,5kW electric saving**



Indirect Evaporative Cooling (IEC)



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

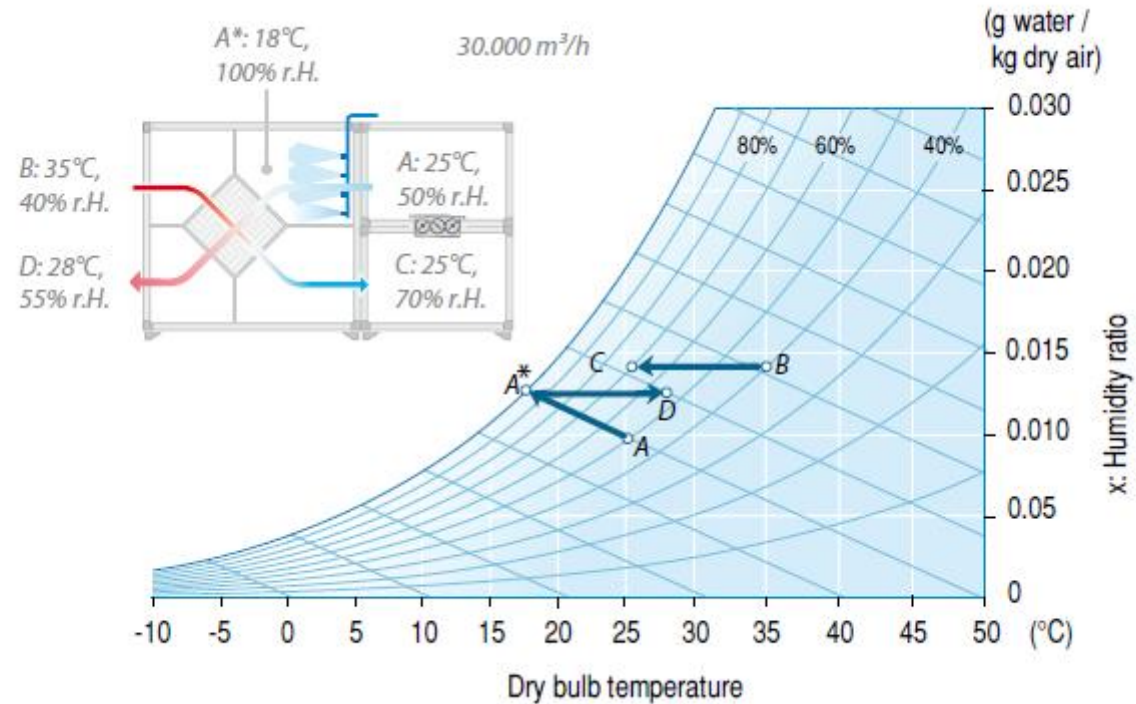


Fig. 2.9 Indirect evaporative cooling

In the latter case, the amount of sensible heat removed is:

$$q_{\text{sens}} = 10.2 \cdot 1.005 \cdot (28-18) \approx 102.51 \text{ kW},$$

with a further saving of 41 kW.

Indirect Evaporative Cooling (IEC)



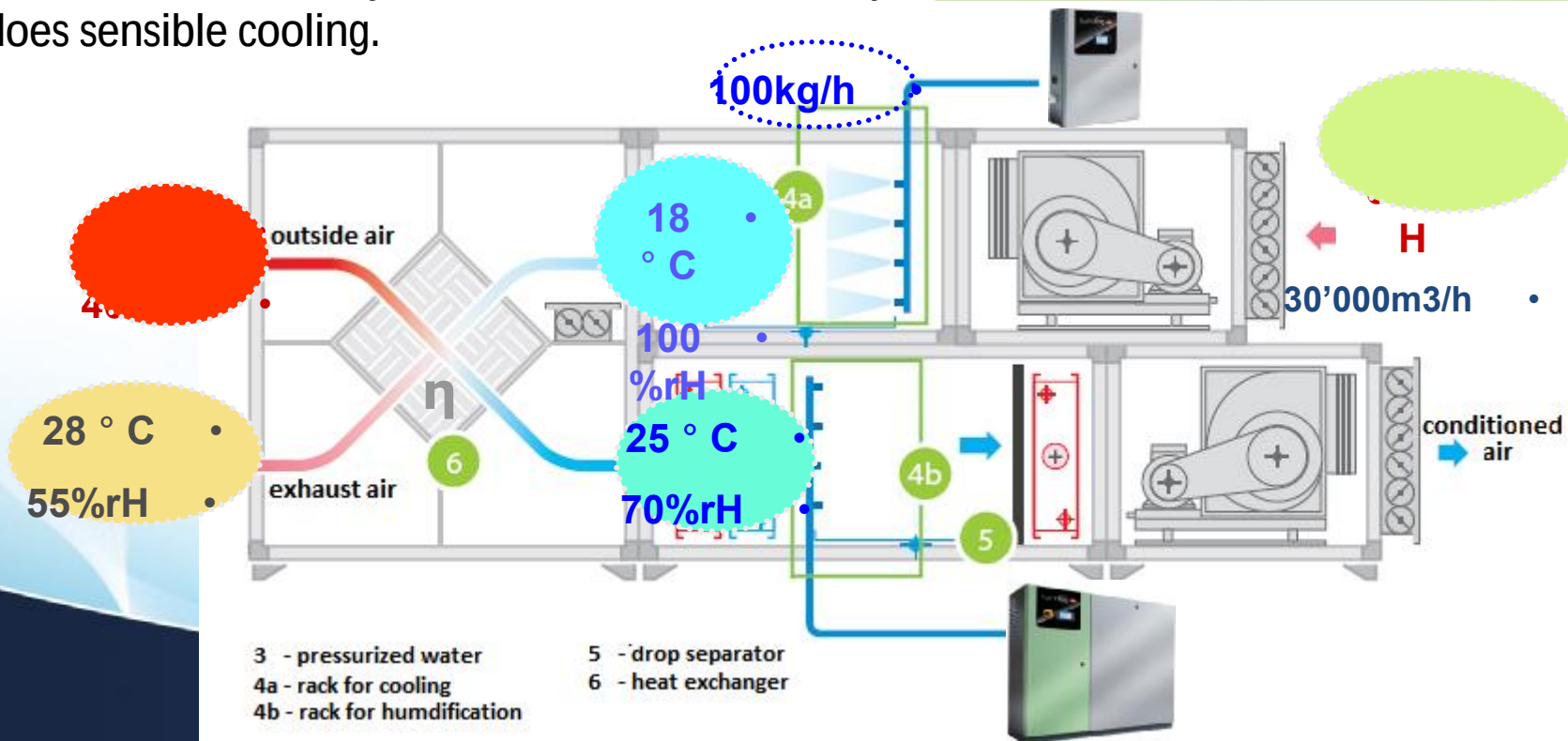
CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

The exhaust air is cooled before entering the heat recovery unit: it sensibly cools the outdoor air thus reducing the load at the cooling coil.

Smaller coil, smaller chiller, lower running costs.

IEC does not humidify the indoor ambient: it only does sensible cooling.

$$\begin{aligned} &100\text{kg/h of water} \\ &+ \\ &1\text{kW electric power} \\ &+ \\ &\text{heat recovery } \varepsilon 58\% \\ &= \\ &42\text{kW cooling of outside air} \\ &\approx \\ &15\text{kW electric saving} \end{aligned}$$





CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

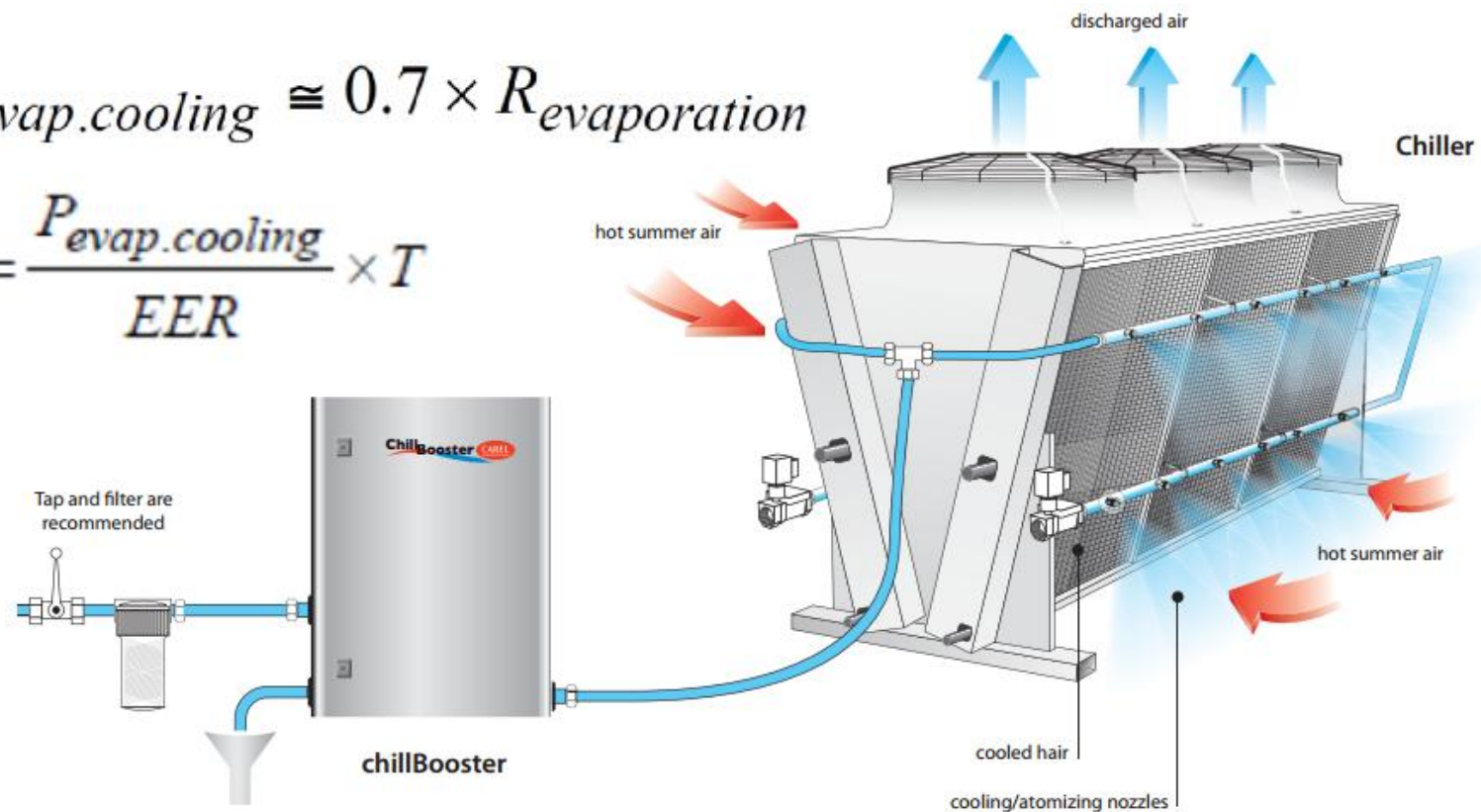
הגדלת נצילות מכונת הקירור

$$R_{\max} \cong 4,320 \times h_M \times A \times (W_{\text{water, layer}} - W_{\text{air}})$$

$$R_{\text{evaporation}} : \begin{cases} \text{sprayed water} \leq R_{\max} \Rightarrow R_{\text{evaporation}} = \text{sprayed water} \\ \text{sprayed water} > R_{\max} \Rightarrow R_{\text{evaporation}} = R_{\max} \end{cases}$$

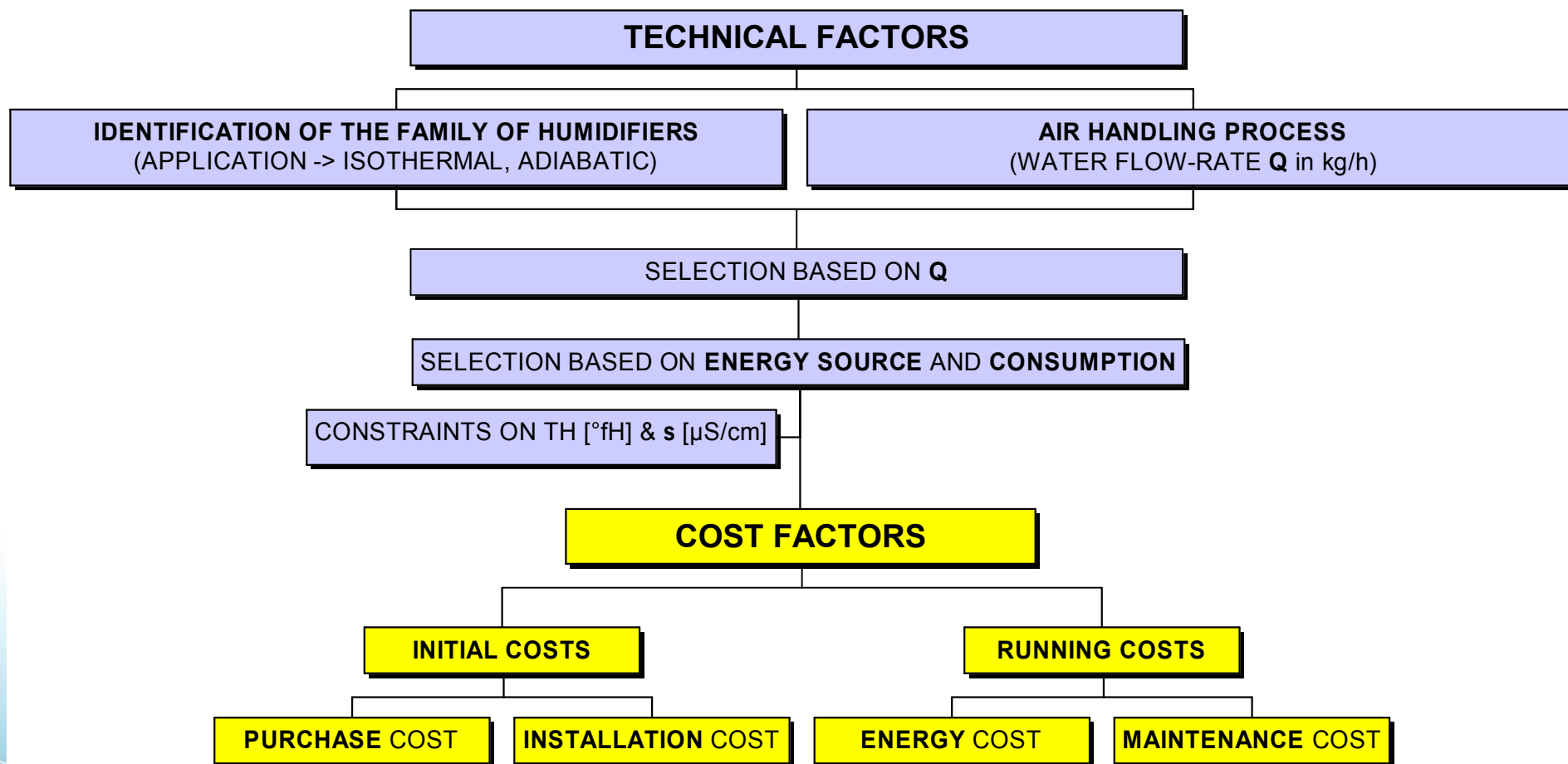
$$P_{\text{evap. cooling}} \cong 0.7 \times R_{\text{evaporation}}$$

$$r = \frac{P_{\text{evap. cooling}}}{EER} \times T$$





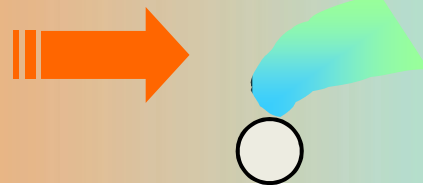
תרשים זרימה לבחירת מוסיף לחות



SPACE WITHOUT OBSTACLES DOWNSTREAM
THE HUMIDIFIER FOR THE ABSORPTION OF
THE ATOMISED STEAM/WATER

DEPENDS ON THE AIR SPEED, DESIRED %rH Ø

ISOTHERMAL
MIXING
0.5-1.5 METRES



ATOMISING
EVAPORATION+
MIXING
1 - xxx METRES

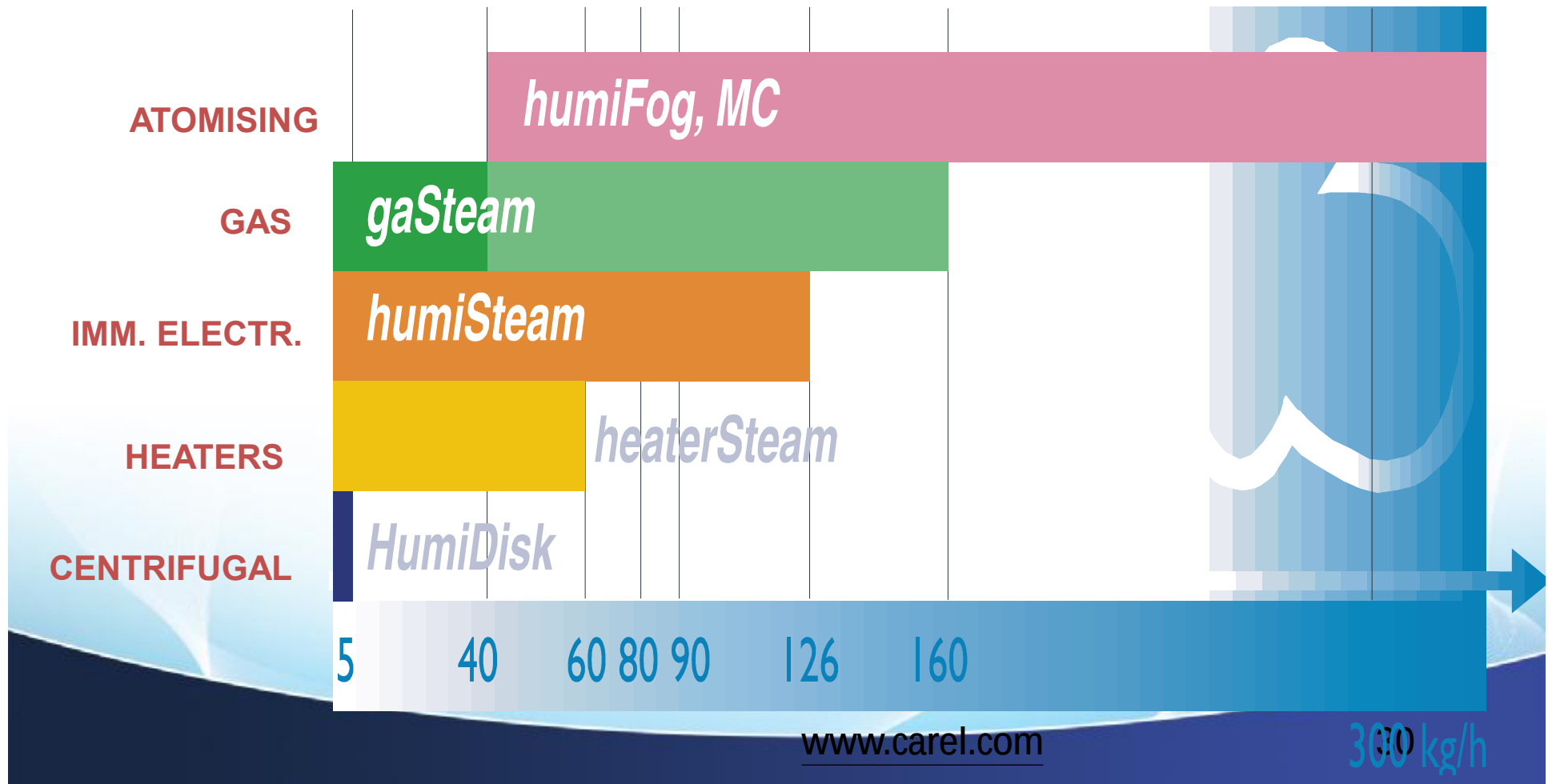




CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

בחירה ע"י תפוקה

$$Q_{WATER} = \frac{Q_{AIR} \times r_{AIR} \times \frac{x_C - x_B}{1000} + Y}{e}$$

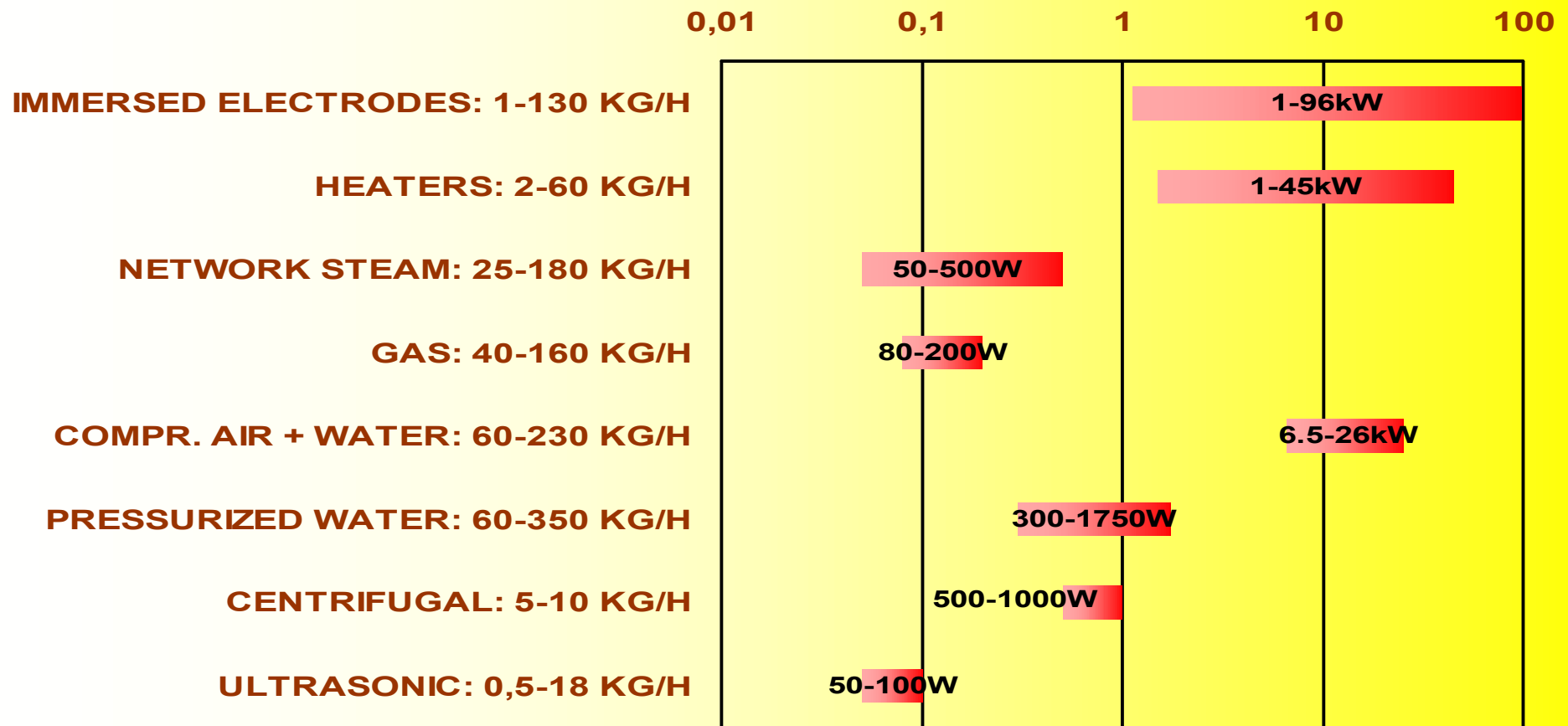


בחירה ע"י הספק חשמלי זמין



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

POWER RATINGS [kW]

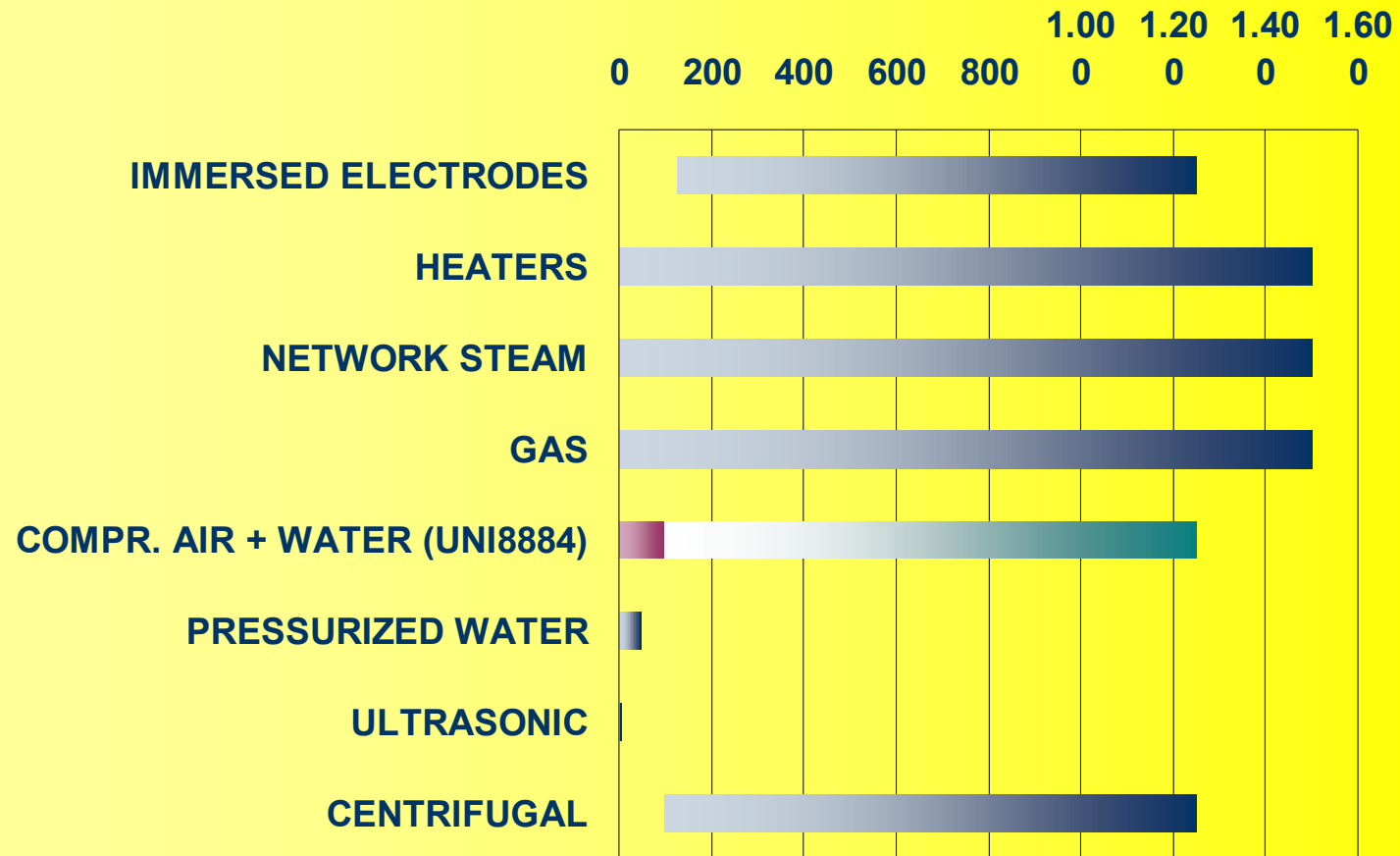


בחירה לפי רמת מוליכות חשמלית של המים



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

SPECIFIC CONDUCTIBILITY $S_{R,20^{\circ}\text{C}}$ [$\mu\text{S}/\text{cm}$]





בחירה לפי עלויות

Ø עלויות ראשוניות = רכישה + התקנה

Ø עלויות שוטפות = מים + עלות צריכת אנרגיה + עלויות תחזוקה



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

כדאיות כלכלית

Considering a Master-Slave configuration (Humidification load = 288 Kg/h, Water sprayed = 333Kg/h)

Cost of Unit •

(Considering Master Cabinet, Slave Cabinet, Rack ECDS)

21000 € (Final Price, cost of 1 system)



Energy consumption •

(Considering 2500 hours per years, cost of electrical energy 0,20 €/kWh, Electrical consumption 4W/kg)

Num.Hours x Electrical consumption x Cost of energy x Water sprayed / 1000

$$\frac{2500 \times 4 \times 330 \times 0,20}{1000} = 580 \text{ € (Final Price, Energy consumption)}$$

Water consumption •

(Considering 2500 hours per years)

Water sprayed x Num.Hours

$$165 \times 2500 \times 1,5 = 536'000 \text{ L (Liters of water for years)}$$

Maintenance •

(Considering in 1 years, Kit of seals, kit valve)

600 € (Final Price, cost of 1 system)

Extra energy consumption for Heat coil •

(Considering in 1 years)

20000 € (Final Price with Gas coil)

60000 € (Final Price with Electrical Coil)



FINAL INVESTMENT (Medium Value of Extra energy)

62000 €



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

כדאיות כלכלית

Considering Humidification load = 288 Kg/h (Solution with 3pcs. Of UE90XL)



Cost of Unit •

(Considering Units, Distribution system, Hoses)

14000 € (Final Price, cost of 1 system)

Energy consumption •

(Considering 2500 hours per years, cost of electrical energy 0,20 €/kWh, Electrical consumption 750W/kg)

Num.Hours x Electrical consumption x Cost of energy x Hum.Load / 1000

$$\frac{2500 \times 750 \times 330 \times 0,20}{1000} = 108750 \text{ € (Final Price, Energy consumption)}$$

Water consumption •

(Considering 2500 hours per years)

Water spraied x Num.Hours

$$140 \times 2500 \times 1,15 = 403'000 \text{ L (Liters of water for years)}$$

Maintenance •

(Considering in 1 years, Cylinders for 3 units, Fill and drain Valve)

1500 € (Final Price, cost of 1 system)



FINAL INVESTMENT

125000 €



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

כדאיות כלכלית

Considering Humidification load = 288 Kg/h (Solution with 3pcs. Of UE90XL)



COST OF INVESTMENT

21000 €



14000 €

COST OF RUNNING

600 € + 40000€ (Heat Coil)



108'750 €

COST OF MAINTENANCE

400 €



1500€

ROI (Return of investment) $\leq 3,5$
MONTHS



להוסיף סרטון על ה-CHILLBOSTER
Guy Giyora, 24/10/2016

GG1



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

GG1



להוסיף סרטון על ה-CHILLBOSTER
Guy Giyora, 24/10/2016

GG1



CONTEL TECHNOLOGIES
for Smart Manufacturing

GG1



תודה רבה
גיא גיורא

להוסיף סרטון על ה-CHILLBOSTER
Guy Giyora, 24/10/2016

GG1