



פתרונות הידראוליים מתקדמים

במערכות מיזוג אוויר עם מים כנוזל קירור משני

ברזי פיקוד לא-תלויי-לחץ, ברזי ספיקה, ברזי אנרגיה

רן שכטר

בלימו (ישראל), שמר נציגויות

חברת BELIMO Automation AG

- פיתוח, הנדסה, ייצור ושיווק מפעילים חשמליים, ברזים חשמליים ורגשים בתחום מיזוג-אוויר, חימום ואוורור (HVAC).
- שנת הקמה: 1975
- מיקום: שוויץ



שמר נציגויות:

- שנת הקמה: 1983
- שיתוף פעולה עם BELIMO משנת 1994
- מיקום: קרית מטלון, פתח-תקווה

ברז פיקוד ביחידות טיפול אוויר :



תפקיד:

ויסות מדויק של כמות המים המגיעה לסליל הקירור ו/או החימום, וע"י כך קבלת את תפוקת הקירור/חימום הנדרשת.

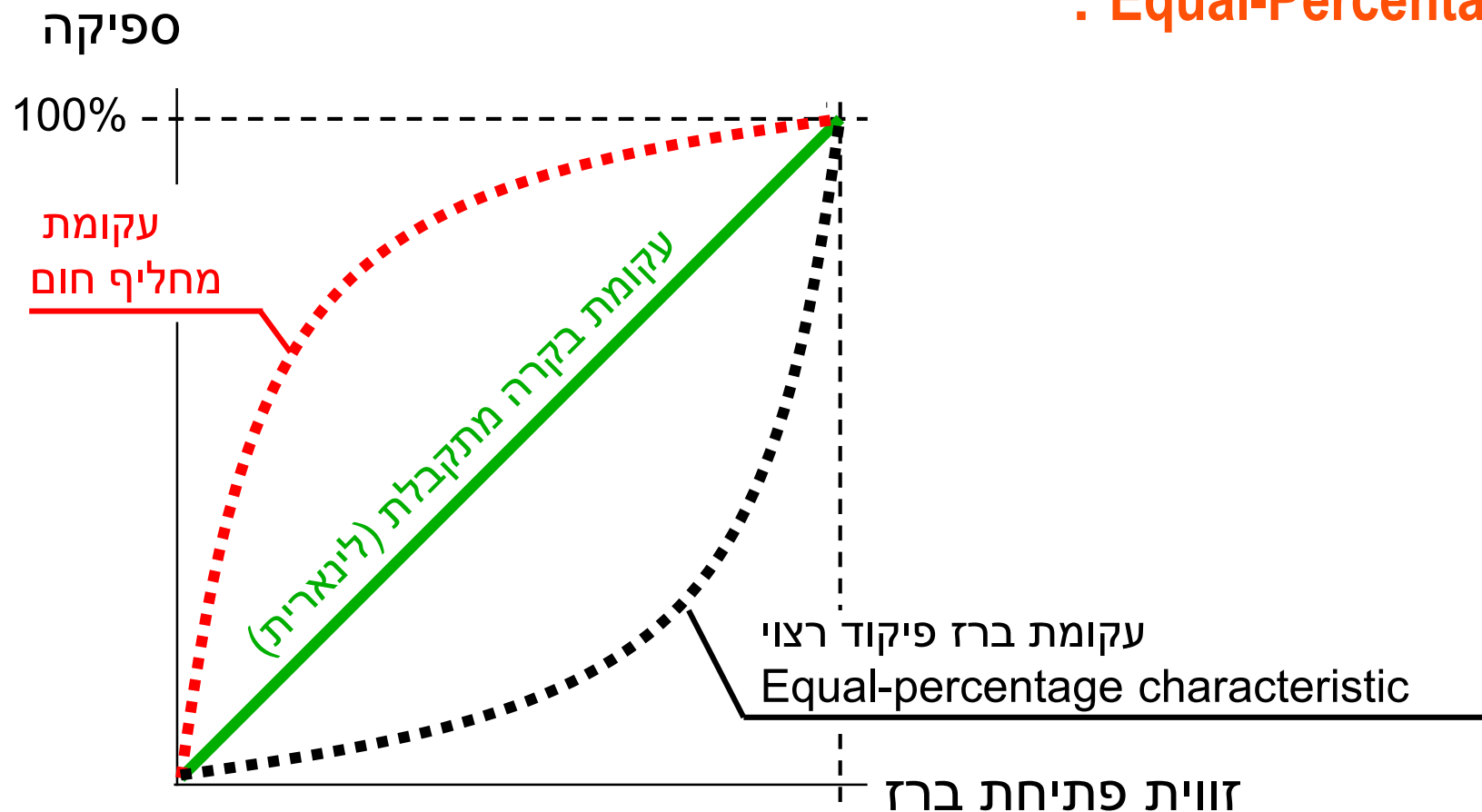
$$E_{\text{אנרגיית קירור}} = \Delta t \times V_{\text{ספיקה}} \times k_{\text{קבוע}}$$

$$\Delta t = T_{\text{חזרה}} - T_{\text{אספקה}}$$

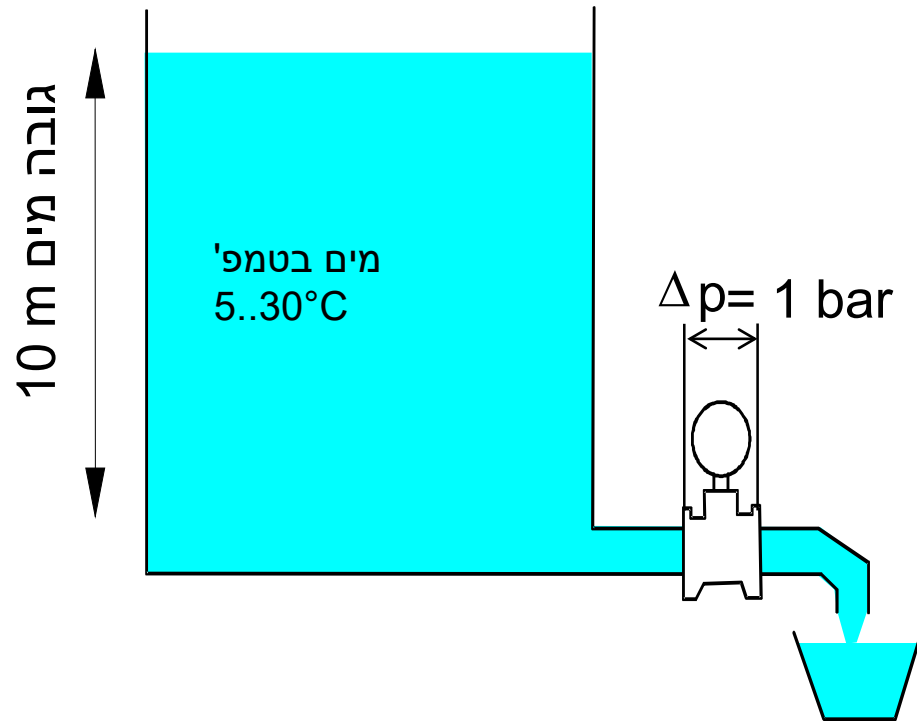
אופן פעולה:

קבלת דרישה ע"י אות פיקוד מבקר היט"א והעברת כמות מים מתאימה (אותות פיקוד נפוצים: 2-10 וולט, 4-20 מ"א, תקשורת Modbus/MP-Bus/BACnet/LON)

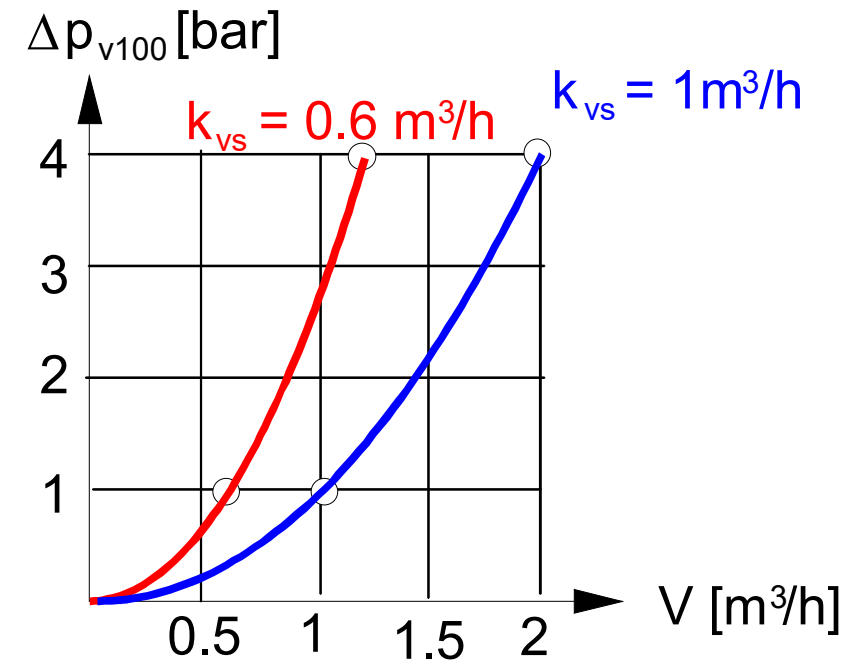
בכדי לשלוט על המערכת בצורה לינארית נדרש ברז פיקוד עם אופיין Equal-Percentage :



מקדם הברז, k_{vs}



K_{vs} הוא הערך הקטלוגי של הספיקה במק"ש (m^3/h) כאשר הברז בפתיחה של 100% ומפל הלחץ הוא $\Delta p = 1 \text{ bar}$



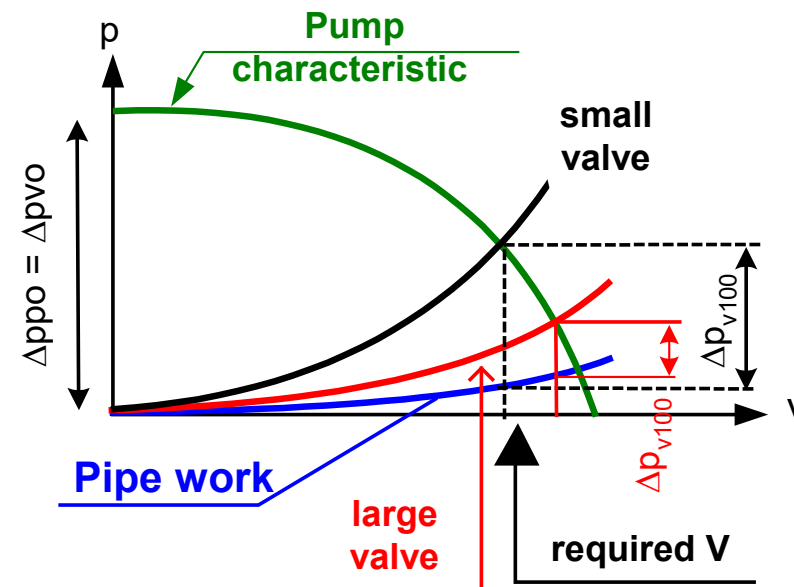
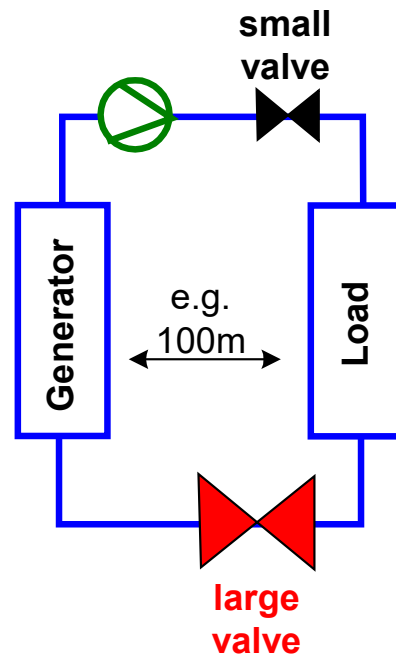
$$k_{vs} = \frac{V}{\sqrt{\Delta p_{v100}}}$$

ספיקה
מפל-לחץ
על הברז

✓
?

משילות הברז (Pv) Valve authority

$$P_v = \frac{\Delta p_{v100}}{\Delta p_{v0}} = \frac{\Delta p_{v100}}{\Delta p_{v100} + \Delta p_{MV}} \geq 0.5$$



$$0 < P_v < 1$$

$$P_v = 0$$

ברז הפיקוד לא מסוגל
"לשלוט" על ספיקת המים.

$$P_v = 1$$

ברז הפיקוד "שולט" על
ספיקת המים באופן מלא.

ברז קטן יותר = Valve Authority גדול יותר

התפתחות של ברזי בקרה

ברז פיקוד
מבוסס זווית פתיחה
(תלוי הפרש לחץ)

GLOBE

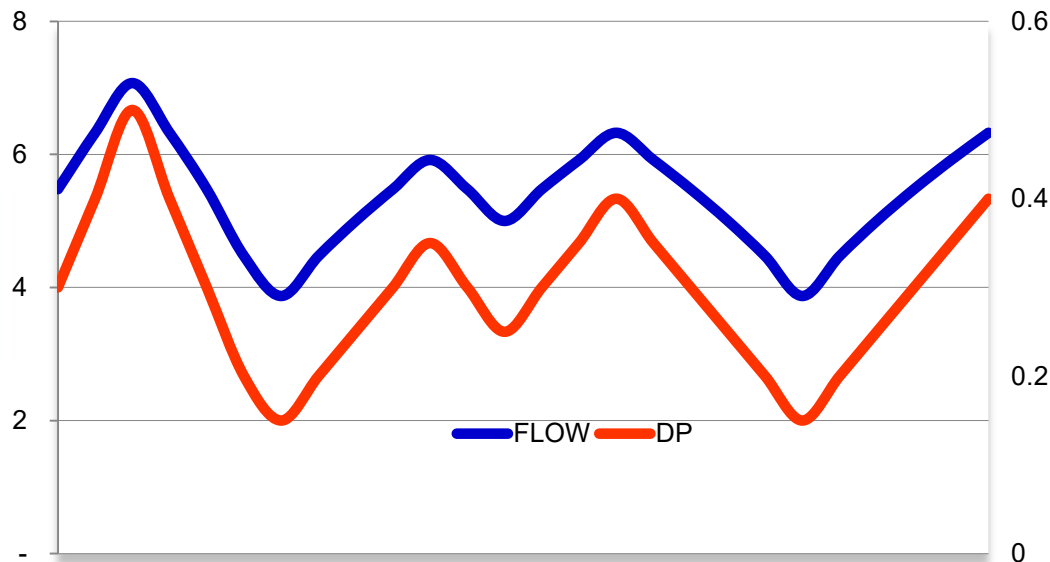


CCV



ברז פיקוד (מיקום)

ברז פיקוד ביחידות טיפול אוויר :



תפוקת המים המגיעה
ויסליל הקירור קבלת
לסליל הקירור
את תפוקת הקירור/התחממות.

ספיקה בפועל משתנה ע"פ
שינוי הלחץ ההפרשי

$$k_{vs} = \frac{V}{\sqrt{\Delta p_{v100}}}$$

$$E_{\text{אנרגיית קירור}} = \Delta t \times V \times k_{\text{קבוע}} \times \text{ספיקה}$$

$$\Delta t = T_{\text{חזרה}} - T_{\text{אספיקה}}$$

האם יש דרך קלה יותר ל... ?

- לבחירת ברז פיקוד עם מקדם ברז (Kvs) מתאים.
- לקבלת מערכת עם משילות ברז (Valve authority) גבוהה.
- להורדת שעות עבודה באיזון של ברזים ידניים.
- להורדת עלויות תפעול המערכת, הרכיבים עצמם ואחזקתם.
- להיערך לשינויים עתידיים במערכת.

PIQCV, PICCV, EPIV

פתרון טוב יותר



רזי בקרה



ברז פיקוד
מבוסס זווית פתיחה
(תלוי הפרש לחץ)

ברז פיקוד מבוסס ספיקה
(תלוי הפרש לחץ)

ברזי ספיקה מופיעים
במאות אתרים

GLOBE



מסונף לבית ספר לרפואה
ע"ש רפפורט, טכניון



הטכניון
מכון טכנולוגי
לישראל

רמב"ם
הקריה הרפואית
לבריאות האדם



CC



ברז פיקוד (מיקום)

ההבדל...

דרך קונבנציונלית

הדרך הקלה

~~יש לדאוג לאיזון המערכת~~

אין צורך

~~יש לדאוג ל- P_v של הברז~~

אין צורך

בחירת ברז

~~מידע על הספיקה~~

מידע על הספיקה בלבד

~~מידע על ה- Δp_{v100}~~

אין משמעות

~~חייבים לבחור ברז מדוייק~~

אין משמעות

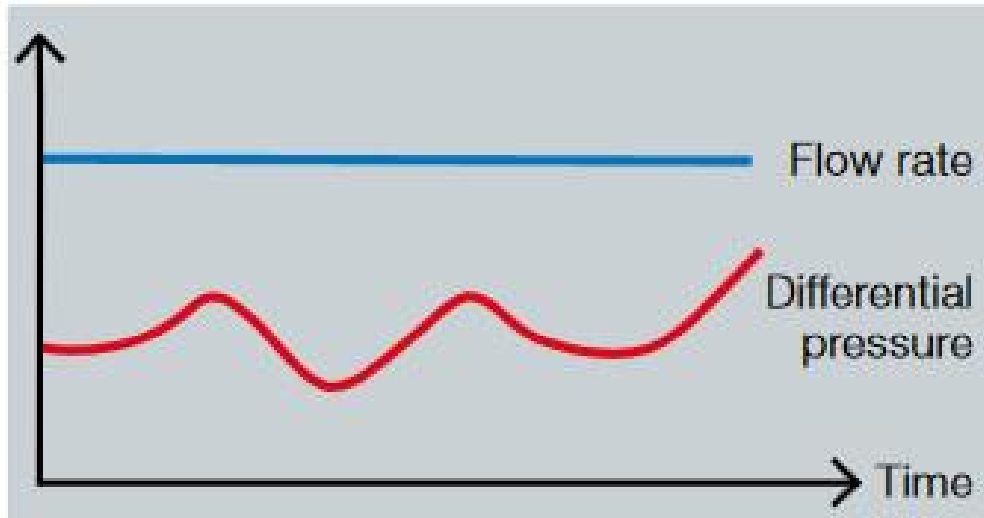
~~חייבים לדעת Kvs של הברז~~

אין משמעות

העבר... 

המציאות בפרויקטים רבים

ברז פיקוד ביחידות טיפול אוויר :



תפוס
ויס
לסליל והין
את תפוקת הקירור/החימום.

ברז פיקוד
לא-תלוי-לחץ הפרשי ΔP

$$k_{vs} = \frac{V}{\sqrt{\Delta p_{100}}}$$

$$E_{\text{אנרגיית קירור}} = \Delta t \times V \times k_{\text{קבוע}} \times \text{ספיקה}$$

$$\Delta t = T_{\text{חזרה}} - T_{\text{אספיקה}}$$



ברז פיקוד ביחידות טיפול אוויר :

תפקיד:

ויסות מדויק של כמות המים המגיעה
לסליל הקירור ו/או החימום, וע"י כך קבלת
את תפוקת הקירור/חימום הנדרשת.

$$E_{\text{אנרגיית קירור}} = \Delta t \times V_{\text{volume}} \times k_{\text{Stuck}}$$

$$\Delta t = T_{\text{חזרה}} - T_{\text{אספקה}}$$

התפתחות של ברזי בקרה

ברז פיקוד
מבוסס זווית פתיחה
(תלוי הפרש לחץ)

GLOBE



CCV



ברז פיקוד (מיקום)

ברז פיקוד מבוסס ספיקה
(לא תלוי הפרש לחץ)

PIQCV

PICCV



ברז לא-תלוי-לחץ
יחידות קטנות
(ספיקה קבועה)



ePIV



ברז לא-תלוי-לחץ אלקטרוני
כולל מדידת ספיקה
(אות משוב = ספיקה בפועל)



ברז אנרגיה



רכיב אחד המבצע מדידה ובקרה על הספיקה
הפרש הטמפרטורה

ברז אנרגיה
(לא תלוי הפרש לחץ)

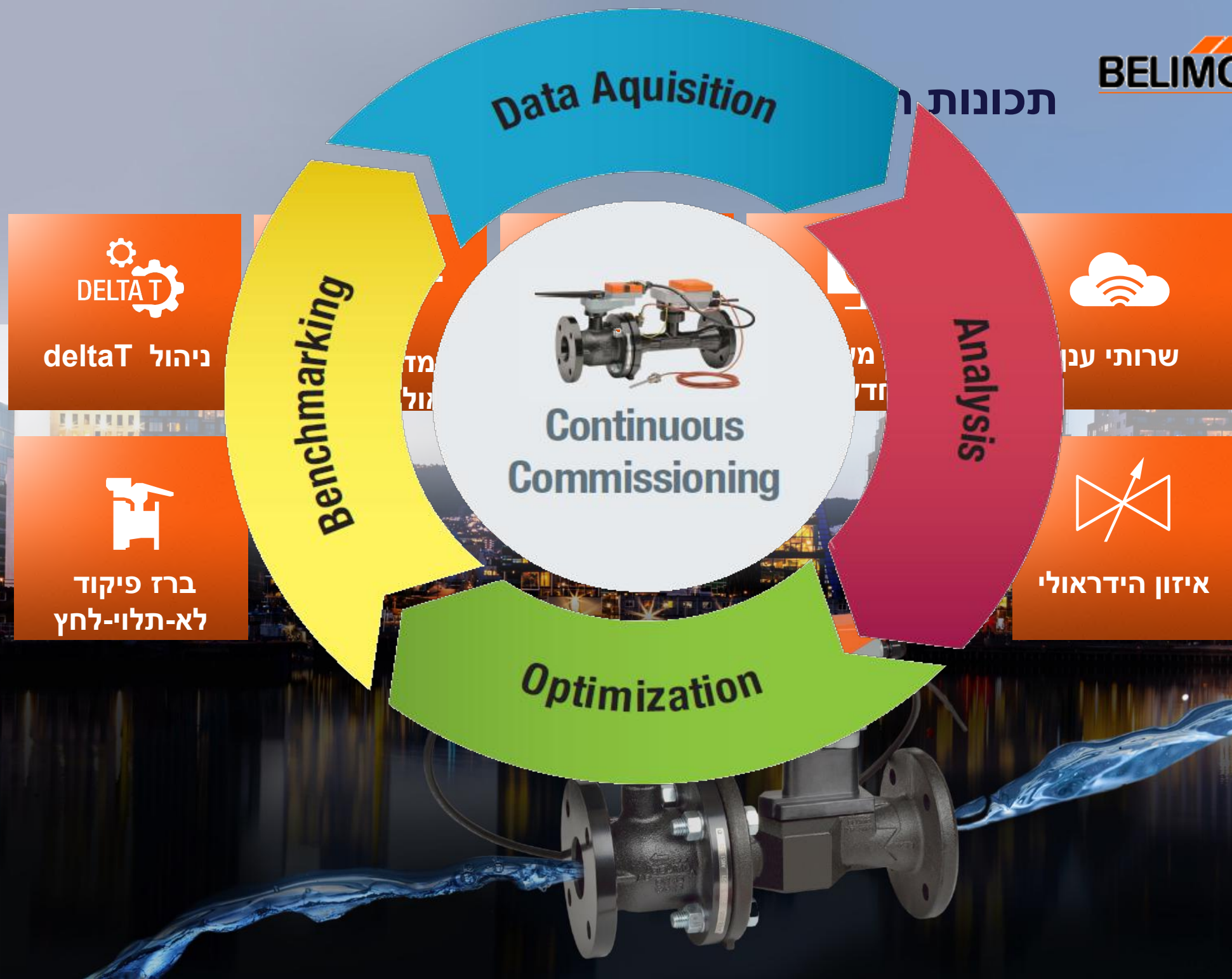
אות הפיקוד מבקרת המבנה
כפונקציה של האנרגיה

סרטון PIFLV

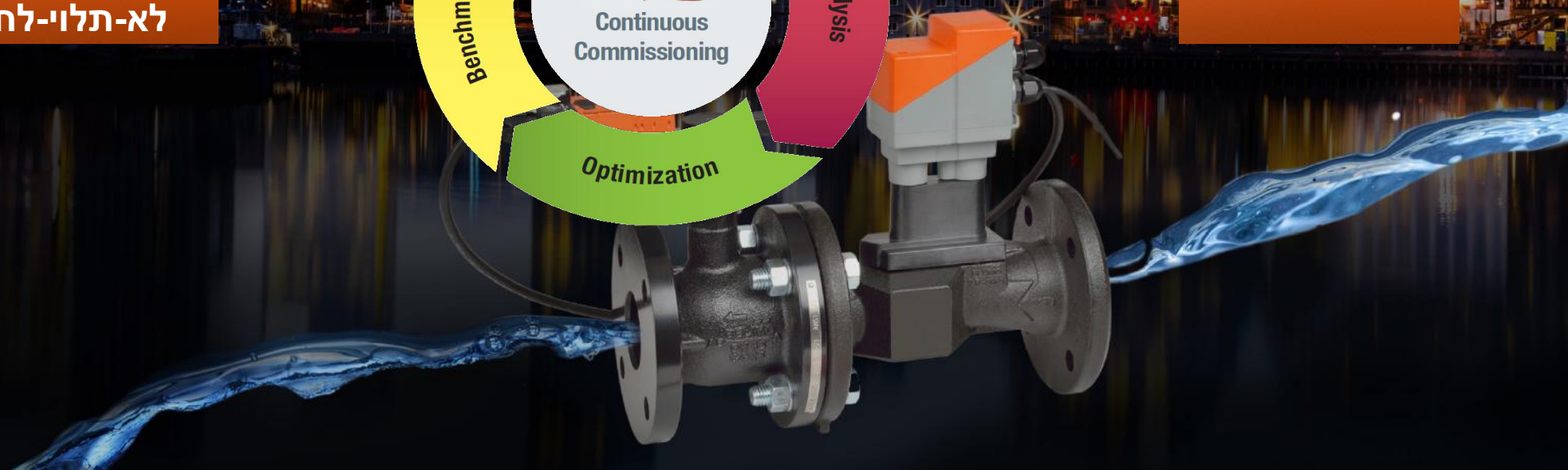
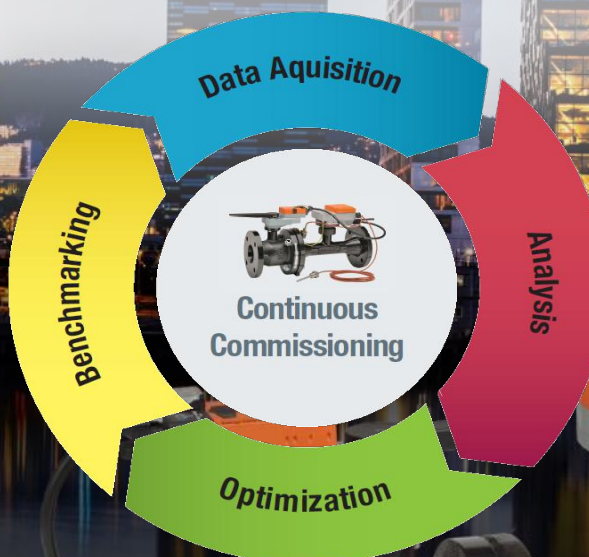
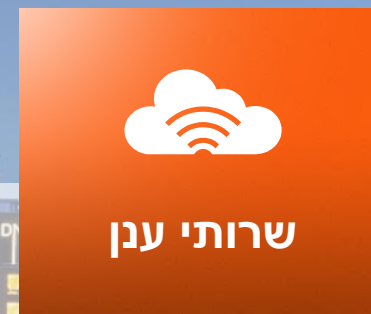
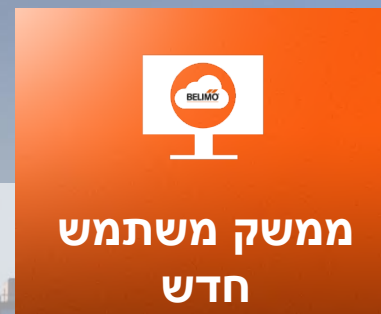
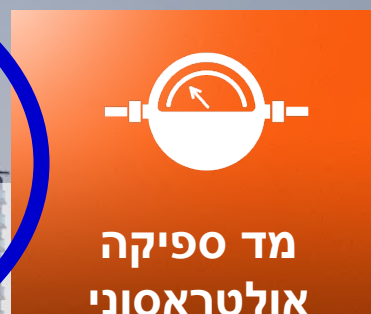
ברז אנרגיה 3.0

פתרון לתופעת Low Delta T
השקת מוצר IsoT





תכונות חדשות (החל מגירסא 3.0):



תופעת הפרש טמפרטורה נמוך ידועה ומוכרת

Low Delta T Syndrome

מתי התופעה מתרחשת ?

יחידות מיזוג
(מפוחי נחשון,
יט"אות) וברזי
פיקוד לא הותאמו
כראוי לעומס החום

המערכת
ההידראולית אינה
מאוזנת

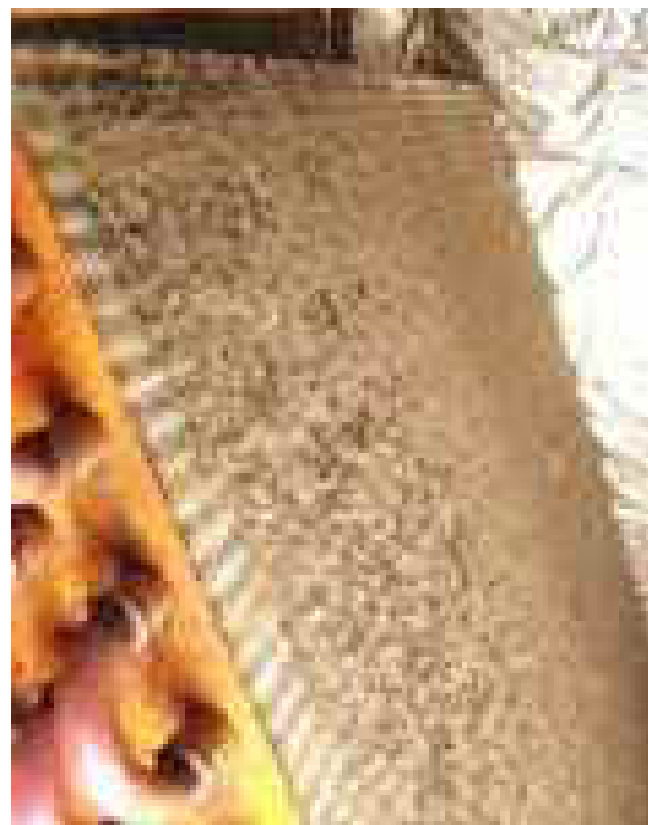
הסוללות סובלות
מלכלוך ו/או פגיעה
מכאנית שמורידות
את יכולת החלפת
החום שלהן

אספקת כמות
גדולה
מדי של מים
ליחידות המיזוג

לאורך השנים מחליף החום מאבד מיעילותו



סוללה פגומה



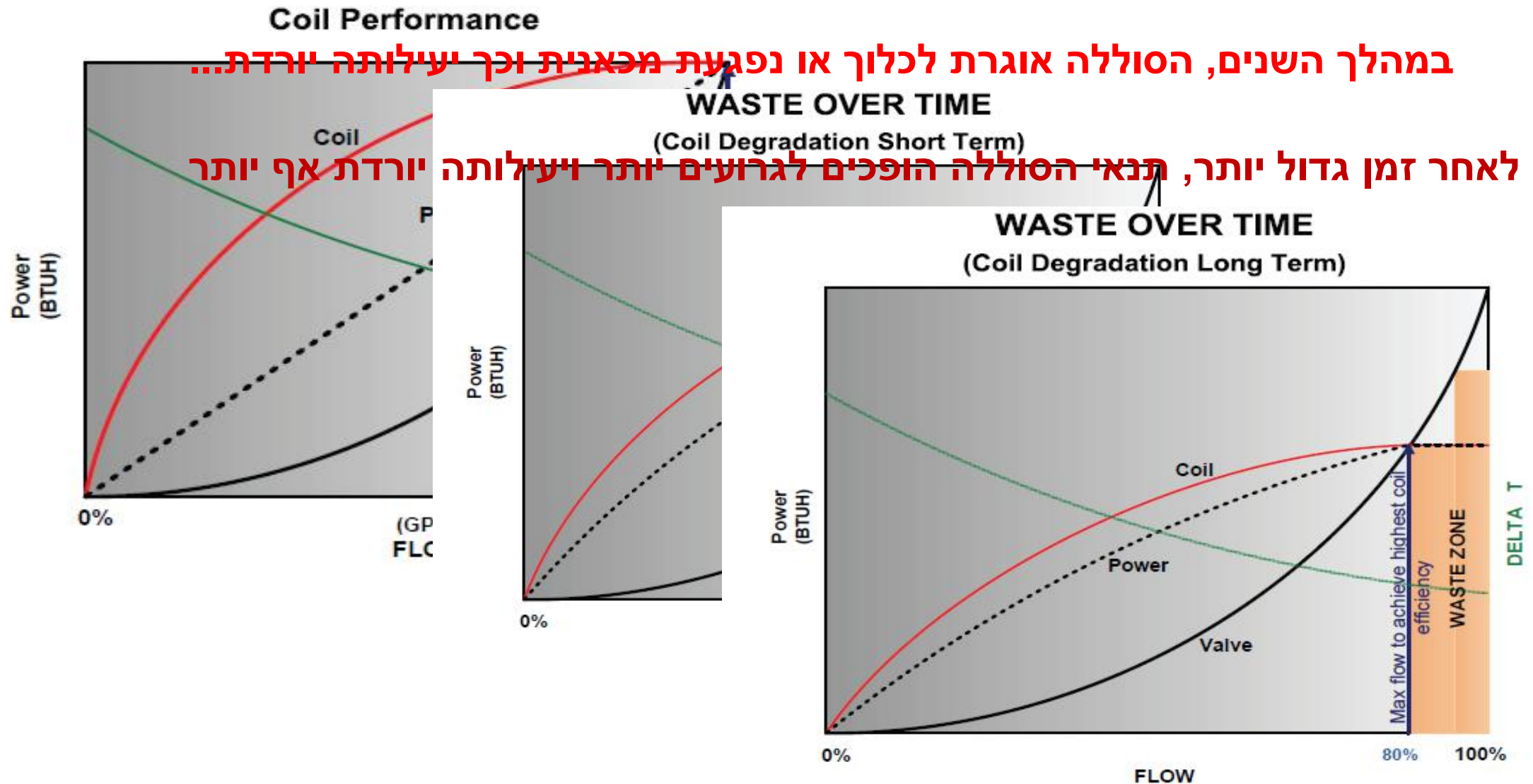
סוללה מלוכלכת

אזור "בזבז" האנרגיה

הפעלת מחליף החום על-פי התכנון, כמעט ואין בזבז אנרגיה.

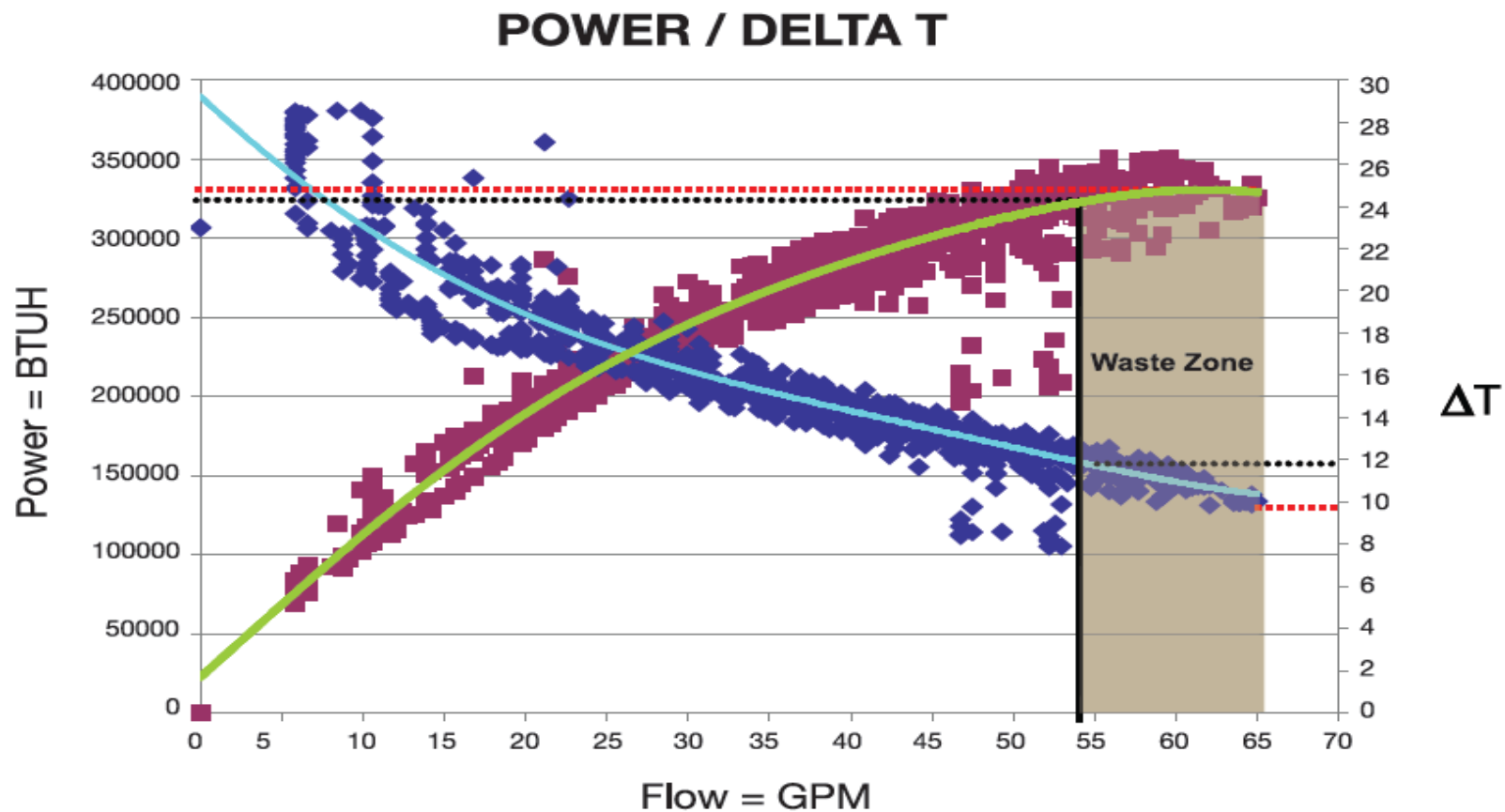
במהלך השנים, הסוללה אוגרת לכלוך או נפגעת מכאנית וכך יעילותה יורדת...

לאחר זמן גדול יותר, תנאי הסוללה הופכים לגרועים יותר ויעילותה יורדת אף יותר



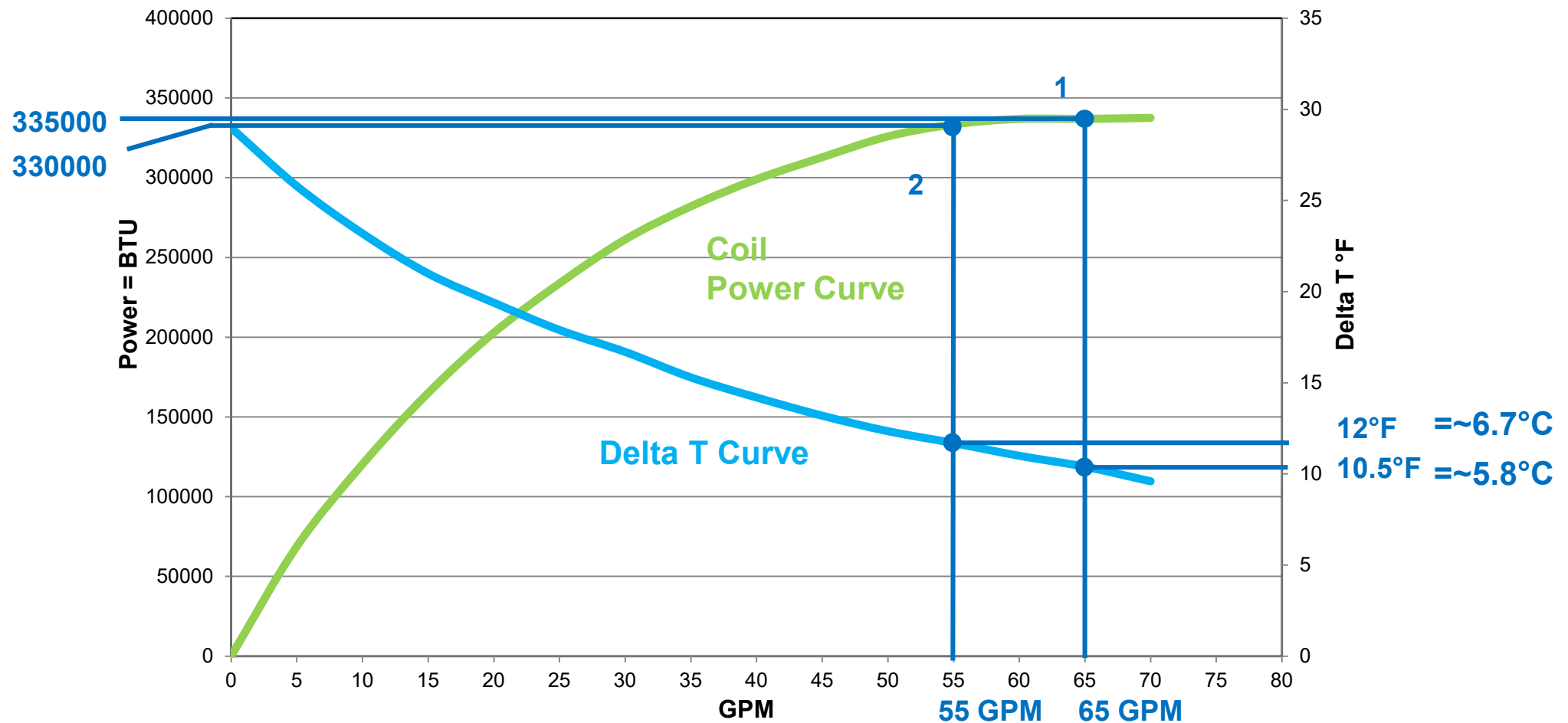
הספק מול הפרש טמפרטורה

השגת הכמות האידיאלית של החלפת חום בסוללה היא חיונית על-מנת לשמור על יעילות המערכת כולה



תופעת Low Delta T

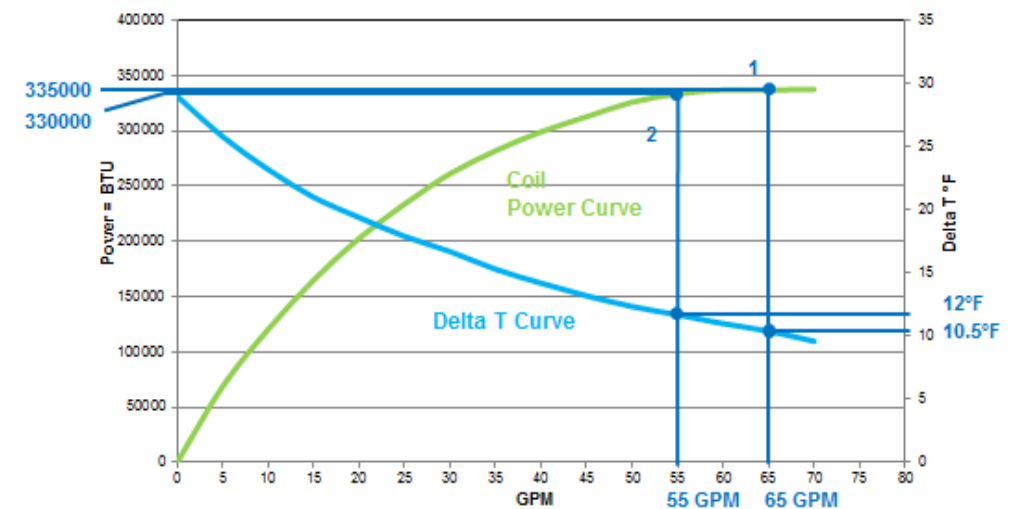
ניתוח עלויות של ספיקה גבוהה מדי



תופעת Low Delta T

ניתוח עלויות של ספיקה גבוהה מדי

	1	2	Δ
BTU/h	330,000	335,000	1.5%
GPM	55 GPM	65 GPM	18%
Pump hp	Hp increase = $(65/55)^3$		65%



$$\frac{HP_2}{HP_1} = \left(\frac{GPM_2}{GPM_1} \right)^3$$

שימוש בברז אנרגיה
מאפשר הימנעות
מהגעה למצב זה ע"י
הגדרת הפרש
טמפרטורה מינימאלי

ניהול Delta T ע"י ברז אנרגיה Delta T Manager™

ניתוח עלויות של הוצאת/הכנסת צ'ילרים לפעולה

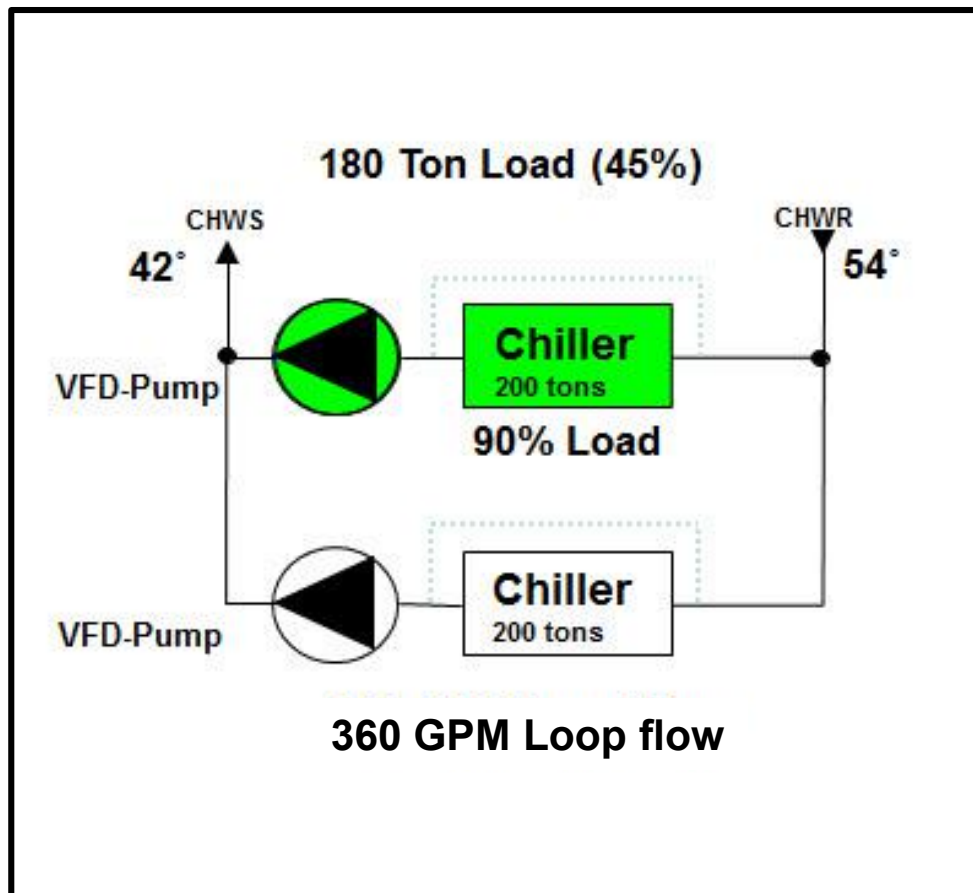
יעילות אנרגטית של כל המתקן:

נתוני תכנון

• $\Delta T = 12^\circ\text{F} (54^\circ\text{F} - 42^\circ\text{F}) = \sim 6.7^\circ\text{C}$

• ספיקה = 360 GPM

• צ'ילר 180 טון (עומס 90%)



ניהול Delta T ע"י ברז אנרגיה ניתוח עלויות של הוצאת/הכנסת צילרים לפעולה

כשהפרש טמפ' (ΔT) נמוך מהתכנון

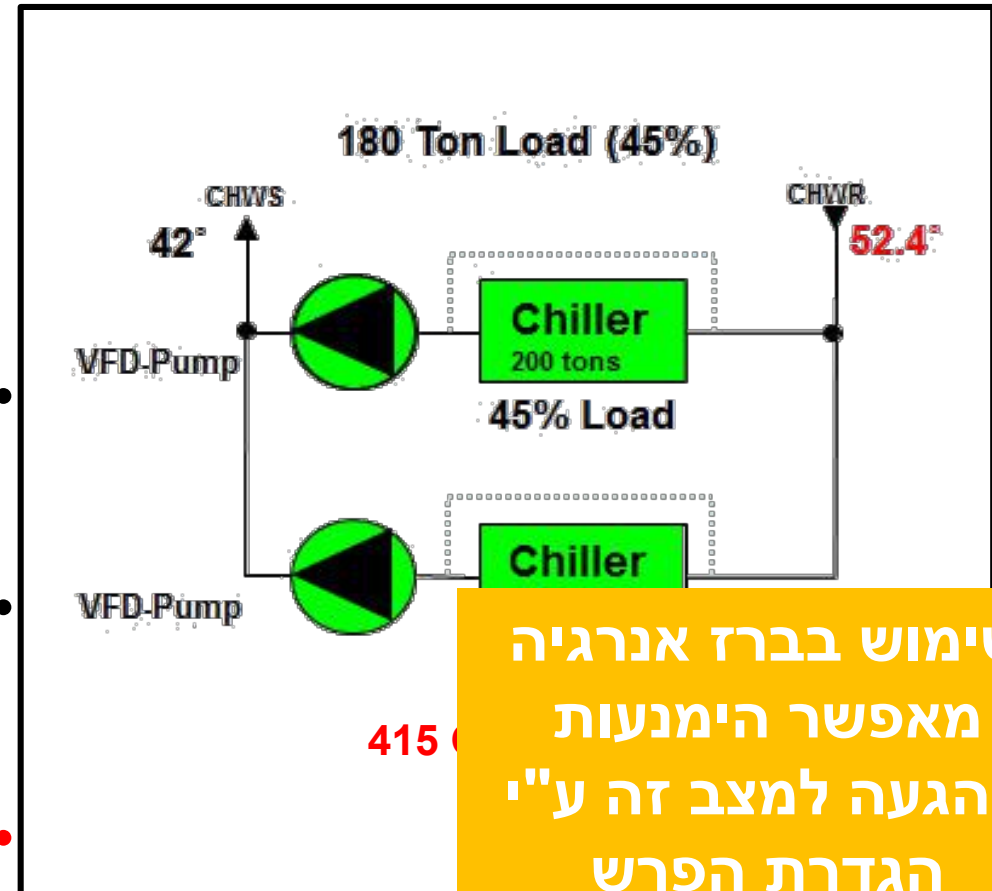
$\Delta T = 10.4^\circ\text{F}$ ($52.4^\circ\text{F} - 42^\circ\text{F}$) = $\sim 5.5^\circ\text{C}$

לעומת תכנון של 6.7°C

ספיקת מים: **415 GPM**

לעומת תכנון של 360 GPM

2 צילרים, עומס (180 Ton) 45%



שימוש בברז אנרגיה
מאפשר הימנעות
מהגעה למצב זה ע"י
הגדרת הפרש
טמפרטורה מינימאלי

נפוקה, אבל צילר 2 ומשאבה 2 נכנסו לעבודה

1

מפעיל חשמלי, כולל אוגר נתונים, WebServer, מגוון סוגי תקשורת באותו מפעיל, BACnet, Modbus, MP-Bus, לענן

2

מד ספיקה אמיתי
מידת ספיקה בפועל ללא חלקים נעים
חדש !! **מידת ריכוז גליקול**

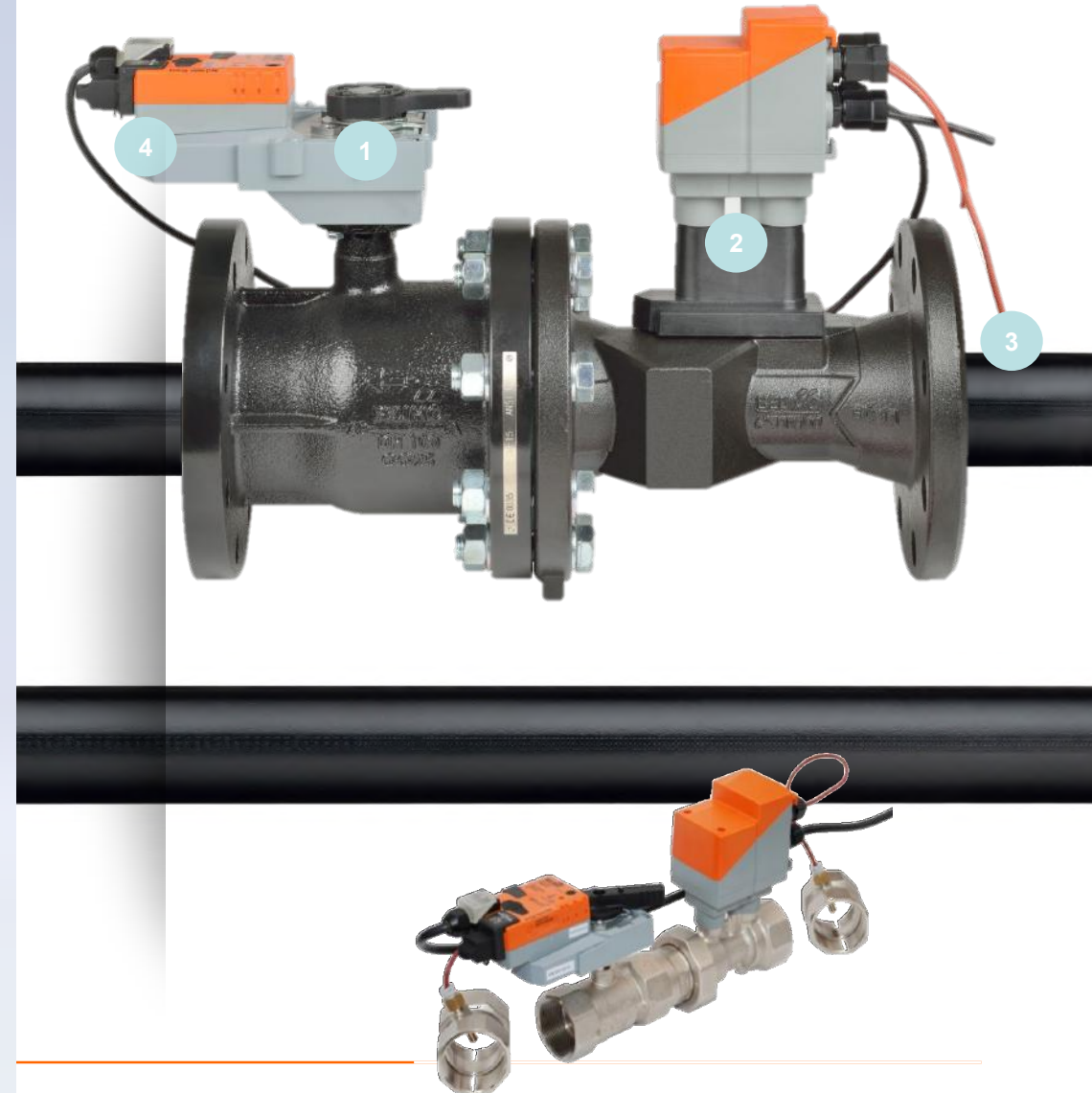
3

רגשי טמפרטורה
אספקה וחזרה לצורך מידת אנרגיה

4

בקר מובנה המאפשר הפעלה מתמשכת, אופטימיזציה, ניהול DeltaT
ניתוח ריכוז גליקול לצורך מעבר חום אידיאלי

מידה, בחינה, אגירה של נתונים
לאורך זמן



ממשק גרפי מתקדם מובנה בברז האנרגיה

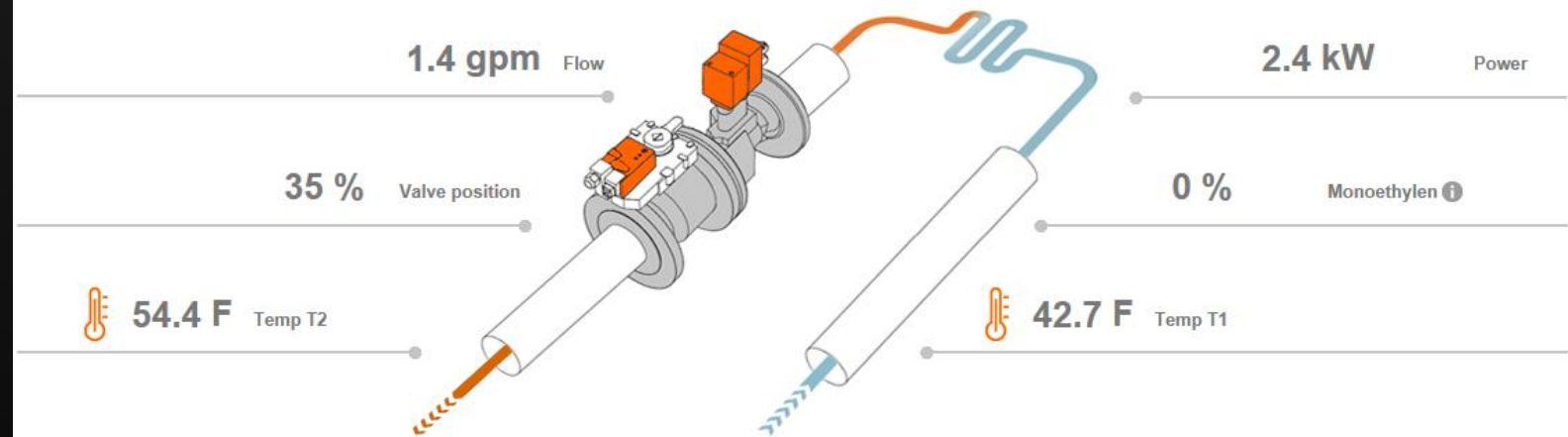
BELIMO

עיצוב גרפי
של הרכיבים

עדכון אוטומטי
של הנתונים

Belimo-ZWT Demo EV55

Language English ▼ Logout



Status

OK

Control function

Simulated operation

Setpoint DDC

35.3 %
35.3 % position
*Simulated input

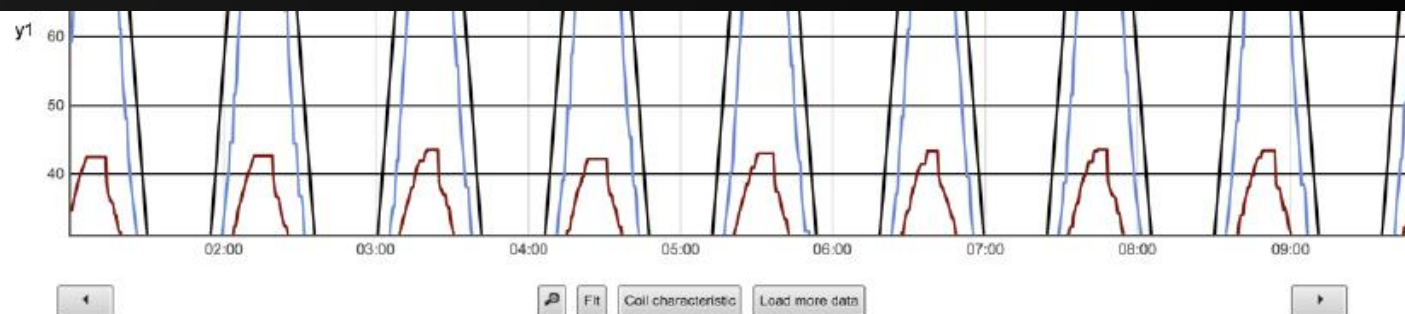
Delta temperature

11.7 F

Delta T limiting status

dT Manager standby
dT Setpoint 2.8 F

ממשק גרפי מתקדם מובנה בברז האנרגיה



אפשרות הצגת
הנתונים כגרפים
וגישה על מידע
באוגר הנתונים

KPI - Statistics and Counters

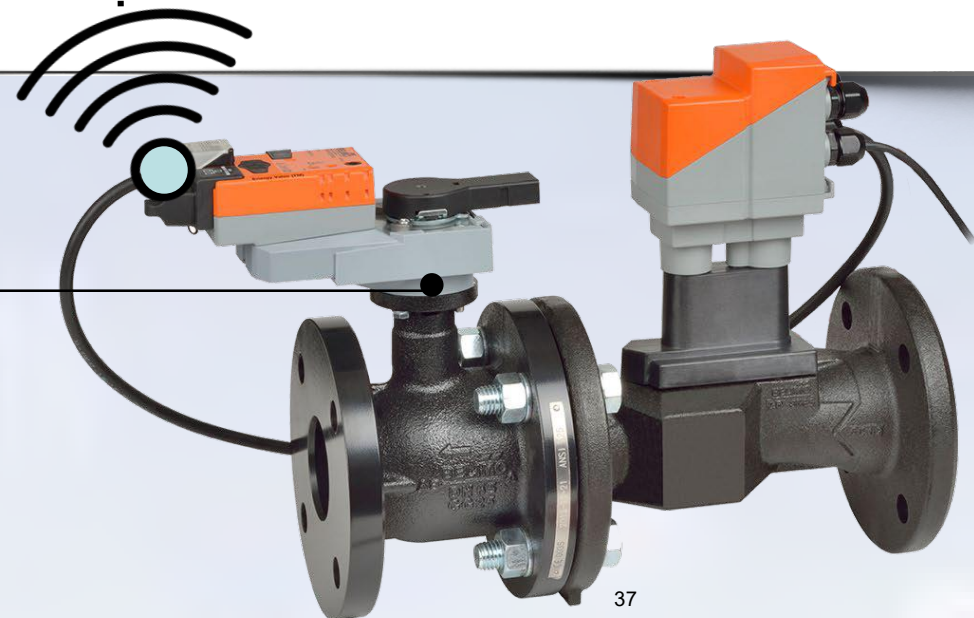
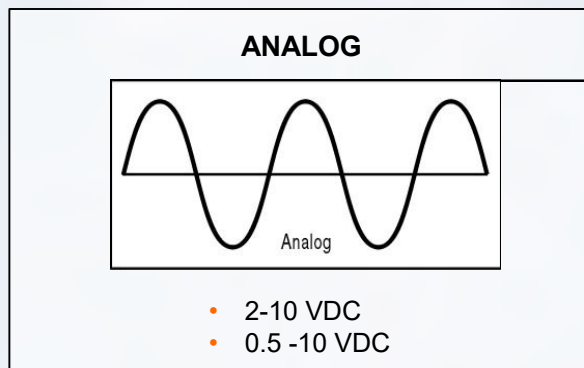
Summarized

Data Download

Control mode		Delta T Manager		Flow		Power		Delta Temperature	
Flow	0.0 h	Activ	0.0 h	Max	0.0 l/s	Max	0.0 kW	Max	0.0 k
Position	5.2 h	Standby	5.2 h	Min	5.2 l/s	Min	5.2 kW	Min	5.2 k
Power	0.0 h	Off	0.0 h	Average	0.0 l/s	Average	0.0 kW	Average	0.0 k
Cooling Energy		Heating Energy		Flow total					
1243 kWh		0 kWh		3338 gal.					

מגוון סוגי תקשורת רחב באותו מפעיל/ברז Unlike any actuator on the market

MP↑BUS
MP-BUS*COMPATIBLE



ברז אנרגיה 3.0 – שרותי ענן



אופטימיזציה
וניתוח נתונים



דוחות ביצועים



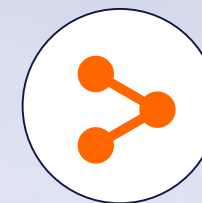
תמיכה
On-line



עדכוני
תוכנה
אוטומטיים



הגדלת
אחריות
ל- 7 שנים



גישה למידע

ברז אנרגיה: תוכנת הערכת החזר השקעה (ROI)

Belimo Energy Valve™ Savings Estimator

Project Information

Enter Project Name

Climate Region

North East

Chiller Cooling

Water Cooled

Plant Design

Primary/Secondary

INPUT DATA: CHILLED WATER PLANT

	Value	Unit
Electricity Cost (Average)	0.10	\$/kWh
Chilled Water Plant Load (Design Cooling Load)	500	tons
Number Of Chillers	1	pos.
Operating Hours / Day	12	hours
Operating Days / Week	6	days
Chiller Design Integrated Part Load Value (IPLV)	0.6	kW/ton
Actual Secondary Pump Head (Design)	100	ft.
Minimum Distribution Pump Flow Percentage	30	%
Pump, VFD, Motor Efficiency (Average)	65	%
Design Delta T of distribution system	12	°F
Actual Delta T (Prior to Energy Valve Installation)	8	°F
Future Delta T (Energy Valve Delta T Manager Setting)	12	°F

ANNUAL ENERGY COSTS

Delta-T [°F]	Avg [GPM]	Avg [Tons]	Pumping Cost	Chiller Cost	Total Cost	Energy [kWh]
7	887	444	\$ 7,729	\$ 18,489	\$ 26,219	262,186
8	840	420	\$ 6,787	\$ 17,867	\$ 24,655	246,547
9	800	400	\$ 6,085	\$ 17,340	\$ 23,425	234,245
10	752	376	\$ 5,223	\$ 16,707	\$ 21,930	219,298
12	640	320	\$ 3,313	\$ 15,229	\$ 18,542	185,420
14	553	276	\$ 2,210	\$ 14,080	\$ 16,289	162,891
Annual Energy Savings for changing Delta T from 8 to 12			51%	15%	25%	%
			\$3,474	\$2,638	\$6,113	\$

OTHER SAVINGS TO CONSIDER

	Value	Unit
Cooling Tower Water treatment chemicals savings (reduced runtime)	600	\$/Year
Reduced runtime of lag chillers, extending life of chillers, pumps	0	\$/Year
Allowing additional cooling loads (GPM) to be added w/o upsizing dist. Pumps	0	\$/Year

INPUT FINANCIALS

	Value	Unit
Incremental Investment for Energy Valves	20,758	\$
Discount Rate	4	%
Annual Inflation Rate on Energy Costs	4	%

FINANCIAL ANALYSIS RESULTS

Investment Horizon	5 years	10 years	15 years	20 years
Savings-Investment Ratio (SIR)	1.55	3.11	4.66	6.22
Net Present Value (NPV)	\$11,515	\$43,788	\$76,061	\$108,334

GREENHOUSE GAS EQUIVALENTS

	Value	Unit
Annual Carbon Dioxide Avoided	9,505	pounds
Number of Tree Seedlings Grown for 10 Years	111	tree seedlings
Equivalent to Number of Houses' Annual Electricity Use	1	homes

DISCLAIMER

Copyright by BELIMO Aircontrols (USA), Inc., Danbury, CT, 2014-2017. This is an estimating tool. Results are dependent on the accuracy of input values and specific plant details. For more accurate results, additional plant data and complex modeling software is necessary. In order to better analyze an existing plant Belimo recommends installing 3 Energy Valves at strategic locations in order to obtain actual measured data.

Massachusetts Institute of Technology (MIT)

הפרש טמפרטורה ממוצע עלה
מ- 6.15°F ל- 12.14°F
ספיקת המים הכללית ירדה ב-

49%

חסכון שנתי מוערך

\$1.5 million

Hillsdale College Mossey Library & Delp Hall

הפרש טמפרטורה ΔT
עלה מ- $3-7^{\circ}\text{F}$ ל- $10-12^{\circ}\text{F}$
חסך הפעלה צ'ילרים:

300 שעות בשנה

צריכת חשמל ירדה בכ-

16%

זכייה בפרסים ובהכרה בינלאומית:



ACME 2016
Winner of Innovation Award



Acres 2015
Winner of award of excellence



ControlTrends 2017 Energy
Saving Product of the Year



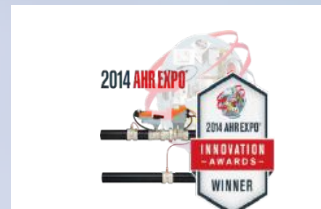
2018 Energie Genie Award



2015 Energy Show
Best Energy Efficient Product



2017 AHR Innovation Award
Finalist in the Category of Building Automation



2014 AHR Innovation Award
Winner in the Category of Building Automation



2013 Building Efficiency Award
Best energy efficient automation product



BCIA Awards 2013
Technical Innovation of the Year



HVR Awards 2012
Air-conditioning product of the year

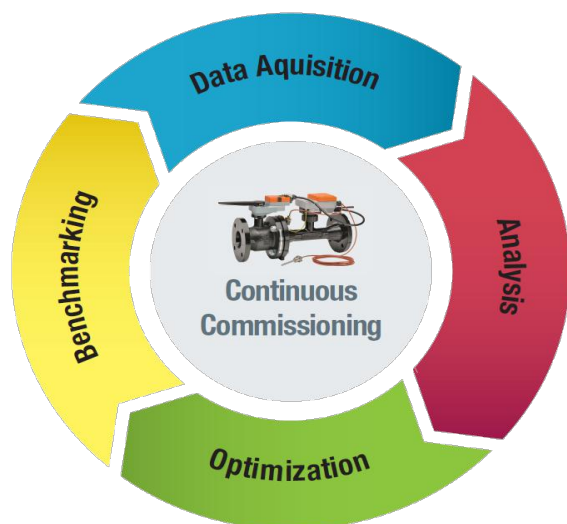


Shanghai Energy IAC 2014
Golden Key Award



Silver Trophy Award 2013
Winner of Energy Smart Automation Award

ברז אנרגיה אחד --- כל-כך הרבה יתרונות...



תודה רבה על הקשבתכם שאלות ?

5
שנות אחריות



תמיכה מקיפה



זמני אספקה
מהירים



איכות
שוויוצירת
בדוקה



מגוון מוצרים
מלא



נוכחות
בינלאומית



5 שנים
אחריות