



# שירות ואחזקת מגדל קירור בראייה כלל מערכתית

יורם ירושלמי | מגדלי קירור ירושלמי בע"מ

כנס חשמל ואנרגיה אילת 2024





# תוכן עניינים

מגדל קירור – הסבר בסיסי

---

עקרונות יסוד ושיטה

---

הבניית מדדי ביצוע..

---

שלבי ביצוע



# מגדל קירור – הסבר בסיסי

## הגדרה

- יחידת קצה לסילוק חום המבוססת על אידוי מים באמצעות הזרמת אויר מאולצת במגע ישיר

## מבנה המערכת

- משאבות מסחררות את המים במגדל הקירור
- מפוח מאלץ אויר להיכנס למגדל הקירור
- מגע ישיר בין המים החמים לאוויר הקר גורם לאידוי חלק קטן מהמים
- מי תוספת מוכנסים להשלים את המים שהתאדו (ואלו שנוקזו)
- מים ממעגל המים המסוחררים מוקזים לביוב למנוע הצטברות מלחים



# אחזקת מגדלי קירור – בעלי מניות





# עקרונות יסוד ושיטה



בחינה הוליסטית תביא לבחירת נקודת עבודה  
אופטימלית עבור מגדל הקירור, בהתאם  
לפונקציית התועלת הייחודית של המערכת





# נקודות מבט ומטרות

| פרספקטיבה | מטרה                      |
|-----------|---------------------------|
| עלות      | שליטה בעלויות השוטפות     |
| זמינות    | הקטנת כשלים משביתים       |
| ביצועים   | שיפור יעילות מערכת הקירור |



# עקרונות יסוד ושיטה

שיטה: הבניית מדדי ביצוע - עלות

עקרונות יסוד:

מדידה



שליטה



שיפור



אופטימיזציה

עלות

ביצועים

זמינות



אם אתה לא יכול **למדוד** משהו, אתה לא יכול לשלוט בו.  
אם אתה לא יכול **לשלוט** בו, אתה לא יכול **לנהל** אותו.  
אם אתה לא יכול לנהל אותו, אתה לא יכול **לשפר** אותו.

ג'ון הרינגטון, 1991





# בניית מדדי ביצוע (Key Performance Indicators KPI)

| קטגוריה | מדד                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| עלות    | <ul style="list-style-type: none"><li>צריכת חשמל במניפות ובמשאבות</li><li>צריכת מי התוספת ומי הנקז</li><li>כמות (עלות) הכימיקלים</li><li>עבודות תחזוקה מכאניות</li></ul>                                                                           |
| ביצועים | <ul style="list-style-type: none"><li>התקרבות טמפ' מי הקירור לטמפ' הטרמומטר הלח</li><li>טמפ' המים הקרים הממוצעת</li><li>קירור בפועל למול פוטנציאל</li><li>התקרבות טמפ' בתוך מחליפי החום הקריטיים</li><li>איכות המים</li><li>איכות הסינון</li></ul> |
| זמינות  | <ul style="list-style-type: none"><li>מספר תקלות משביתות</li><li>מספר ניקוי מחליפי החום</li><li>מספר ימי השבתה לצורך תחזוקה</li></ul>                                                                                                              |



תוצאה נוכחית



מיכאל ברגר  
22/10/23

תוצאות נוספות



מיכאל ברגר  
06/05/21



מיכאל ברגר  
15/10/19



אלפרד פיין  
13/09/17



# מבט על מדדי הביצוע

- בחינת מדדי הביצוע מנקודת מבט כוללת מאפשרת אבחון מצב המערכת
- בחינת מדד ביצוע לאורך זמן מציגה וחושפת דפוסי התנהגות של המערכת ומסייעת בהבנתה
- בנייה של בסיס מידע שלם וכולל בנוגע לביצועי מגדל הקירור מאפשרת קבלת החלטות מושכלות וטובות יותר ושיפור ביצועי המערכת

# מדדי ביצוע: עלות

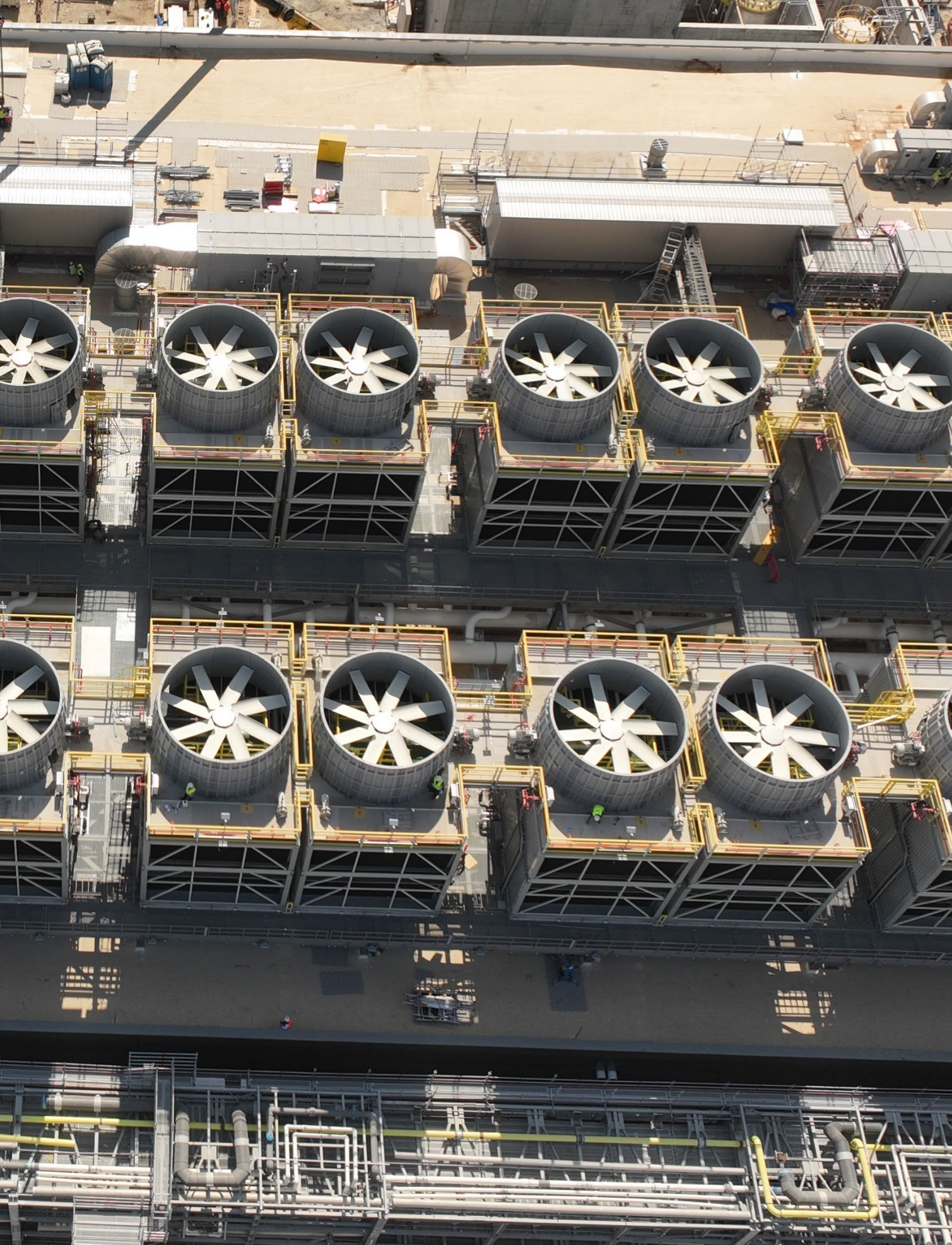
---



- עלות מי התוספת
- היטל ביוב למי הנקז
- עלויות טיפול במט"ש (במידה ויש)
- עלויות החשמל להפעלת המשאבות והמפוחים
- עלות השירות והכימיקלים לטיפול במים
- עלות הטיפול המכאני במגדל הקירור
- עלות "אי איכות" (כשל משבית/כשל תפוקה)







# עלות מי תוספת

|           |                                               |
|-----------|-----------------------------------------------|
| המדד      | עלות שנתית של מי התוספת                       |
| הסבר      | ברוב המקרים מדובר בעלות שנתית משמעותית ביותר  |
| דרך מדידה | דוח שנתי המבוסס על מד ספיקה                   |
| יח' מדידה | מ"ק מים מתורגם לש"ח                           |
| קשיים     | קושי טכנוקרטי: התקנת מד ספיקה והפקת דוח מתאים |



# עלות מי תוספת (המשך)

גורמים משפיעים:

- הספק קלורי לסילוק
- מספר שעות עבודה שנתיות בעומס
- מחיר מ"ק ללקוח
- זמינות מי תוספת חלופיים
- מספר מחזורי התרכזות (ספיקת מי נקז)

$$BD = \frac{EV}{Cycles - 1}$$





# חשמל



|           |                                                                              |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | עלות החשמל השנתית של המשאבות והמפוחים                                        |
| הסבר      | מעקב אחר עלות החשמל מאפשר בקרה אחר אחת ההוצאות המשמעותיות באחזקת מגדל הקירור |
| דרך מדידה | דוח המבוסס על צריכת החשמל של המנועים הרלוונטיים                              |
| יח' מדידה | קווט מתורגם לש"ח                                                             |
| קשיים     | קושי טכנוקרטי: הפקת דוח מתאים                                                |



# חשמל (המשך)

## גורמים משפיעים:

- עלות קוט"ש ללקוח
- ספיקת משאבות
- אופיין משאבות (עומד/יעילות)
- תכנון מגדל הקירור (capex/opex)







# טיפול במים

|           |                                                                                                                                                     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | עלות שנתית של הטיפול במי המגדל                                                                                                                      |
| הסבר      | גורם עלות נוסף במסגרת סך עלויות התפעול של מגדל הקירור. לתוכנית הטיפול במים השפעה יש השפעה ישירה על כמות המים שצורך מגדל הקירור ועל איכות מי הסחרור. |
| דרך מדידה | סך החשבוניות מחברת הטיפול במים                                                                                                                      |
| יח' מדידה | מ"ק מי תוספת מתורגם לש"ח                                                                                                                            |
| קשיים     | התחשבות באיכות הטיפול במים                                                                                                                          |



# טיפול במים (המשך)

## גורמים משפיעים:

- הרכב ואיכות מי התוספת
- עלות הכימיקלים (מחיר וכמות)
- שיטת התמחור (מחיר קבוע/תשלום לפי מ"ק)
- שימוש ב RO או מים ממוחזרים למי הנקז
- רמת השירות (מספר הביקורים, תדירות ורמת דיווח)







# אחזקה מכאנית

|           |                                                                                                         |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | עלות שנתית של אחזקת מגדל הקירור                                                                         |
| הסבר      | בחישוב העלויות יש להביא בחשבון הן את עלות האחזקה המונעת (כח אדם פנימי או חיצוני) והן את עלות אחזקת השבר |
| דרך מדידה | סך עלות חוזה שנתי עם ספק חוץ ו/או עלות כח אדם פנימית                                                    |
| יח' מדידה | ש"ח או שעות עבודה מתורגמות לש"ח                                                                         |
| קשיים     | קושי טכנוקרטי: התקנת מד ספיקה והפקת דוח מתאים                                                           |





# אחזקה מכאנית

## גורמים משפיעים:

- מורכבות מגדל הקירור
- מספר מגדלים באתר
- מרחק האתר
- אחזקה מונעת/שבר
- עלות שעת עבודה



# היטל ביוב



|           |                                                           |
|-----------|-----------------------------------------------------------|
| המדד      | עלות שנתית של היטל הביוב                                  |
| הסבר      | ברוב המקרים משלם לקוח הקצה היטל על מי הנקז של מגדל הקירור |
| דרך מדידה | דוח שנתי המבוסס על מד ספיקה ו/או דוח ארנונה               |
| יח' מדידה | מ"ק מים מתורגם לש"ח                                       |
| קשיים     | קושי טכנוקרטי: התקנת מד ספיקה, התמודדות עם הרשויות        |



# היטל ביוב (המשך)

## גורמים משפיעים:

- שטח הקרקע והבניין
- תחום המועצה המקומית
- סוג הרכיב (ביב ציבורי/מאסף/מיתקן שאיבה וכו')
- איכות השפך





# טיפול במט"ש



|           |                                                                                                     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | עלות שנתית של טיפול במכון טיהור שפכים (במידה ויש)                                                   |
| הסבר      | פעמים רבות אין התייחסות לעלות זו שיכולה להיות גבוהה ביותר, במיוחד כשהמט"ש מגיע לקצה גבול היכולת שלו |
| דרך מדידה | עלות הפחת והתפעול של מט"ש                                                                           |
| יח' מדידה | מ"ק מים מתורגם לש"ח                                                                                 |
| קשיים     | קושי טכנוקרטי: התקנת מד ספיקה, תמחור עלויות הקמה והקצאת עלויות שוטפות                               |



# טיפול במט"ש (המשך)

גורמים משפיעים:

- עלות ההקמה
- הרכב השפכים
- בעלות מט"ש
- עלויות תפעול







# עלות איכות

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| עלות אלטרנטיבית של כשל במגדל הקירור                                         | המדד      |
| פעמים רבות זו העלות הגבוהה ביותר עבור לקוח הקצה (תלוי בפונקציית התועלת שלו) | הסבר      |
| דוח המתרגם כשל במגדל הקירור לש"ח                                            | דרך מדידה |
| ש"ח                                                                         | יח' מדידה |
| יש קושי להעריך את העלות (ישירה ועקיפה) של פגיעה בתהליך הייצור של לקוח הקצה  | קשיים     |





# עלות איכות

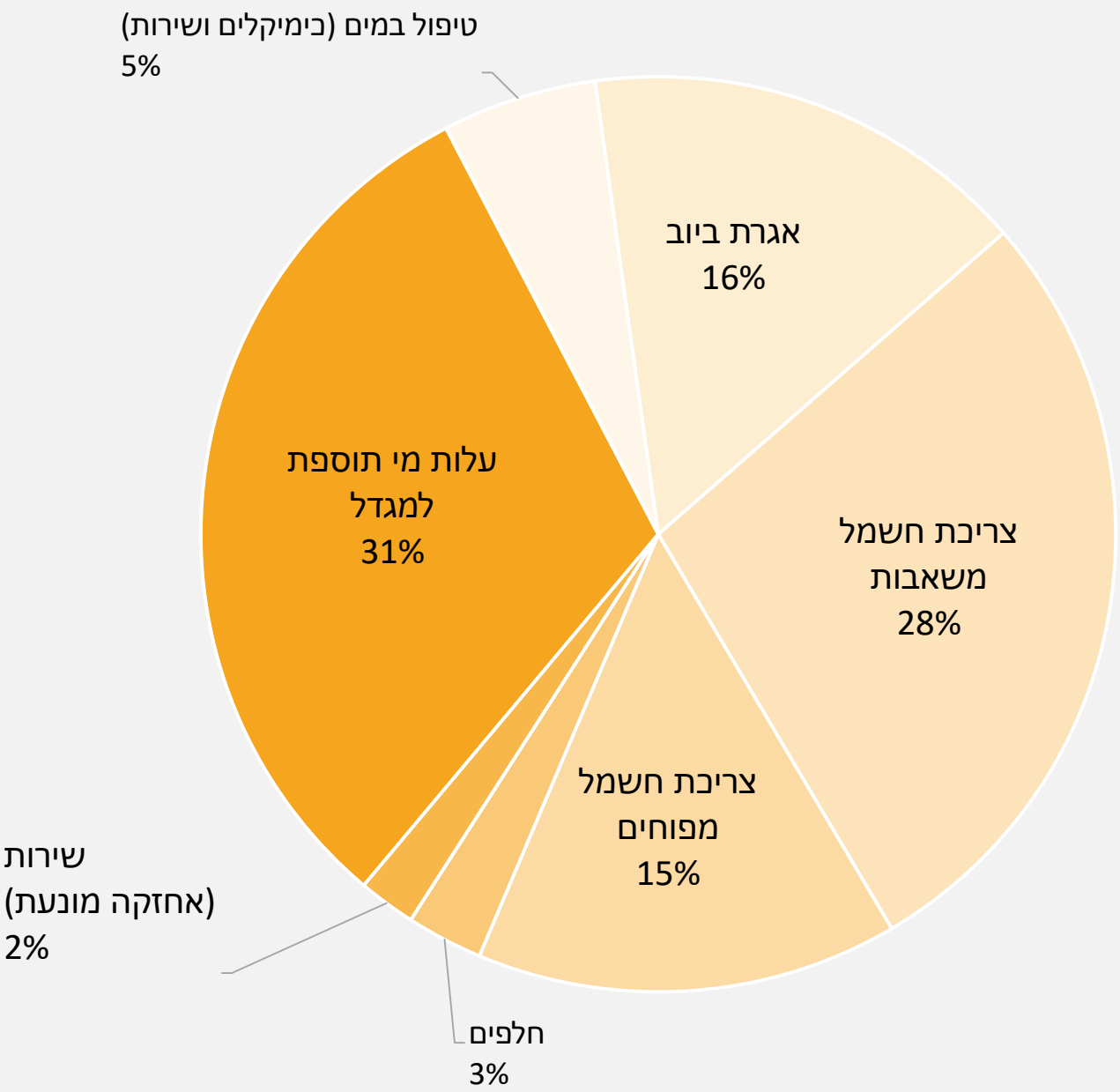
## גורמים משפיעים:

- פונקציית התועלת של הלקוח (השפעת ההשבתה/תקלה על הייצור/ביצועים של הלקוח)
- עלות טיפול במחליפי החום/לקוח הקצה וירידה בביצועיהם
- פונקציית התועלת של איש התחזוקה



# מבנה עלויות אחזקת מגדלי קירור בתעשייה\* - מספרים

עלות אחזקה שנתית למגדל TR 1000



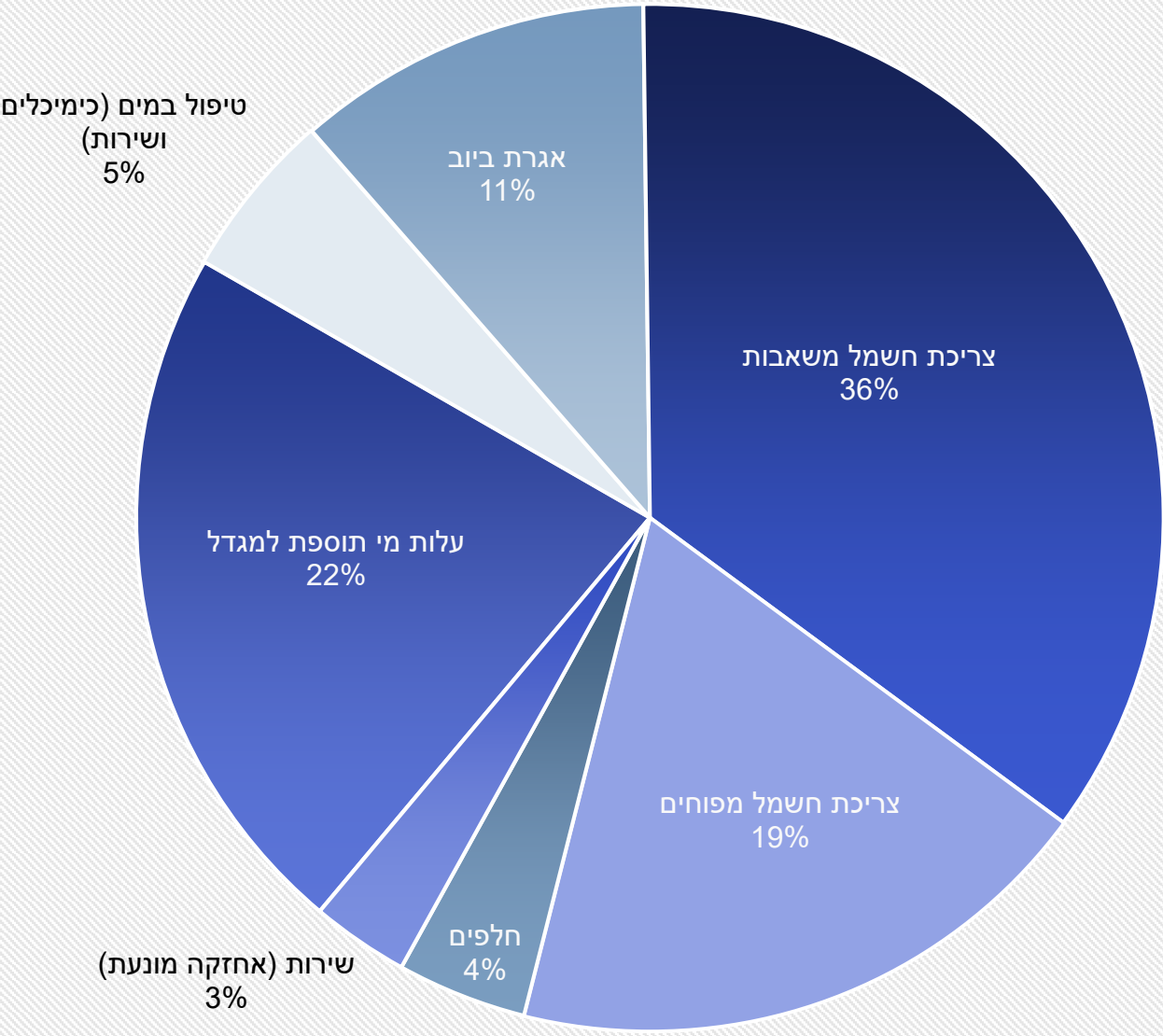
| עלות שנתית (א' ₪) | באחוזים |                              |
|-------------------|---------|------------------------------|
| 231               | 31%     | עלות מי תוספת למגדל          |
| 40                | 5%      | טיפול במים (כימיקלים ושירות) |
| 117               | 16%     | אגרת ביוב                    |
| 207               | 28%     | צריכת חשמל משאבות            |
| 110               | 15%     | צריכת חשמל מפוחים            |
| 20                | 3%      | חלפים                        |
| 15                | 2%      | שירות (אחזקה מונעת)          |
| 741               | 100%    | סה"כ עלות שנתית              |

\*בהנחה של תנאי תכנון סטנדרטיים, עומס מלא 365 24/7



# מבנה עלויות אחזקת מגדלי קירור מיזוג אוויר\* - מספרים

עלות אחזקה שנתית למגדל TR 1000



|                              | עלות שנתית (א' ₪) | באחוזים |
|------------------------------|-------------------|---------|
| עלות מי תוספת למגדל          | 108               | 22%     |
| טיפול במים (כימיקלים ושירות) | 26                | 5%      |
| אגרת ביוב                    | 55                | 11%     |
| צריכת חשמל משאבות            | 172               | 35%     |
| צריכת חשמל מפוחים            | 92                | 19%     |
| חלפים                        | 20                | 4%      |
| שירות (אחזקה מונעת)          | 15                | 3%      |
| סה"כ עלות שנתית              | 488               | 100%    |

\*בהנחה של תנאי תכנון סטנדרטיים, עומס ישראלי אופייני 9 חודשים בשנה

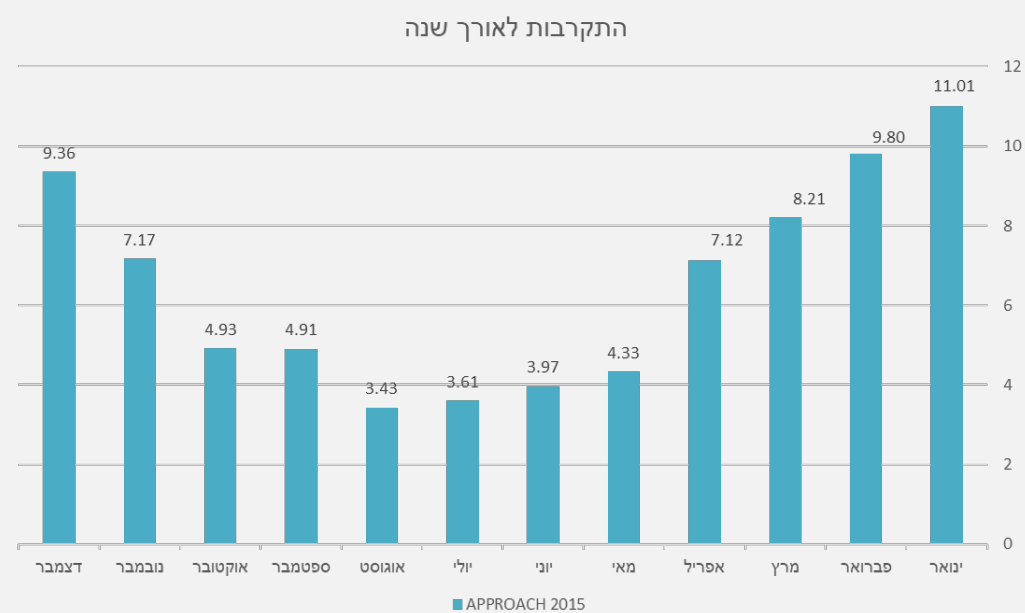
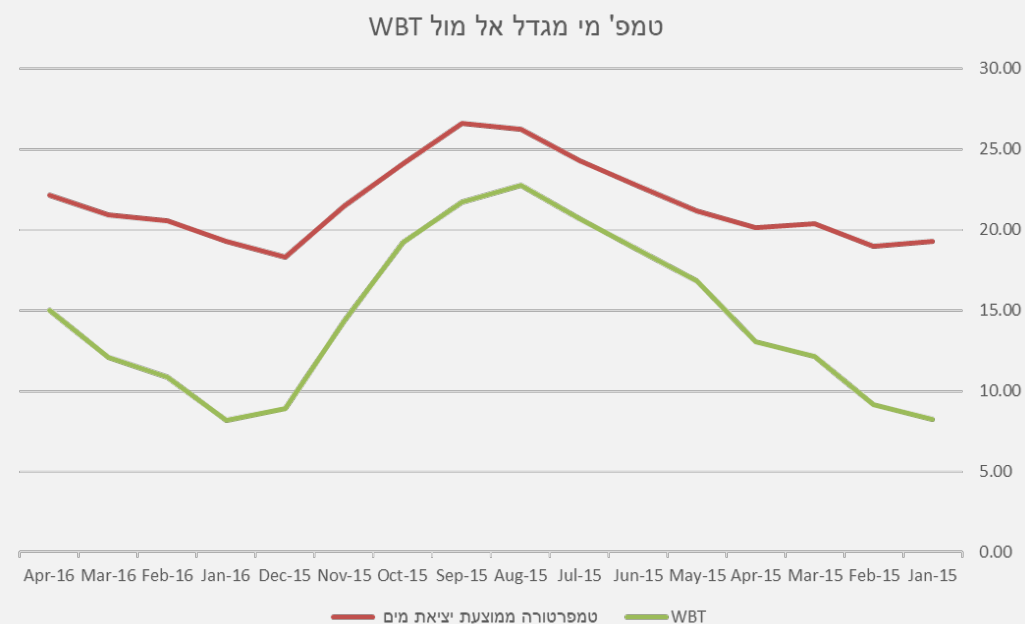


# מדדי ביצוע: ביצועים

---



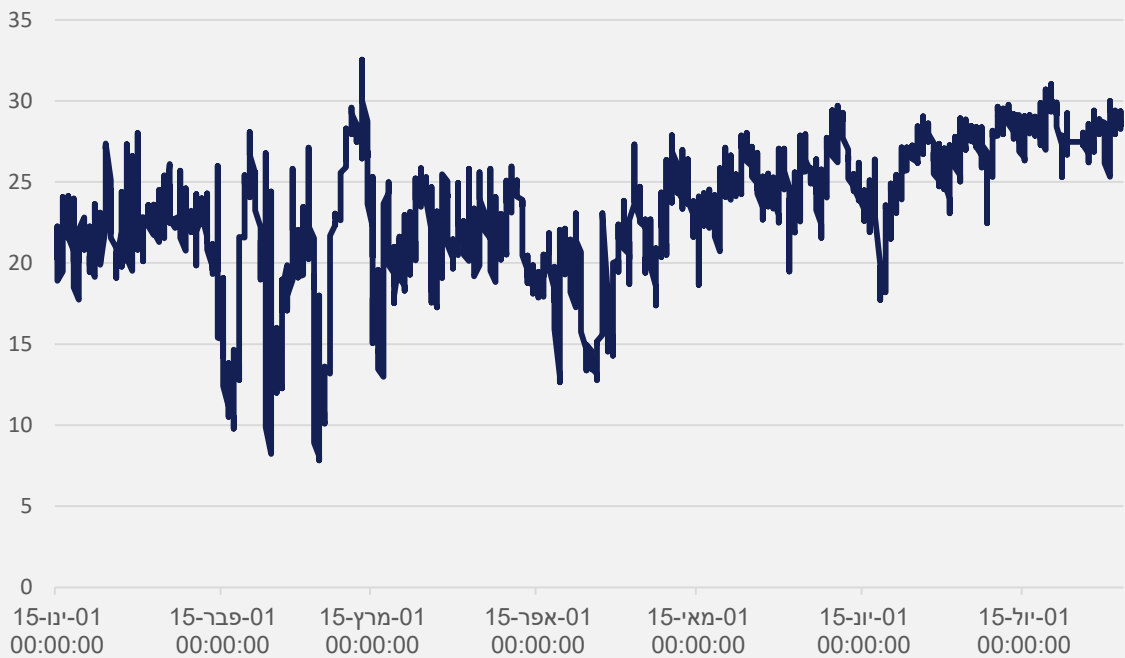
# התקרבות



|           |                                                                                    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | ממוצע שנתי של התקרבות טמפ' מי הקירור לטמפ' הטרמומטר הלח                            |
| הסבר      | המדד העיקרי לביצועי מגדל הקירור. נותן אינדיקציה ברורה לגבי יכולת הקירור של כל מגדל |
| דרך מדידה | השוואת טמפ' מים קרים לטמפ' הטרמומטר הלח                                            |
| יח' מדידה | במעלות צלזיוס                                                                      |
| קשיים     | משתנה משמעותית בין קיץ לחורף, משתנה בעת שינוי בעומס הטרמי                          |



# טמפ' מים קרים



|           |                                                                               |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | טמפ' מים קרים ממוצעת (חורף/קיץ או חודשים)                                     |
| הסבר      | מאפשר דיון מושכל עם אנשי הייצור/הצרכנים לגבי הצרכים שלהם ביחס למה שמציע המגדל |
| דרך מדידה | טמפ' מים קרים במעלות צלזיוס                                                   |
| יח' מדידה | במעלות צלזיוס                                                                 |
| קשיים     | משתנה משמעותית בין קיץ לחורף, משתנה בעת שינוי בעומס הטרמי                     |



# פוטנציאל קירור

```
***** INDUCED DRAFT COUNTERFLOW *****
YWCT
MI HAMZAN
***** . TOWER SIZE *****
.(Fill(upper) Brentwood CF-1900SB (dec. 2004
.Air inlet: all around the cell group
Number of cells.....--      3      Number of fans per cell.--      1
Cell length.....m      5.73      Cell width.....m      5.10
Air inlet.....m      1.50      Fill depth(upper).....m      1.50

Rain zone height.....m      1.60      Fan deck level.....m      5.49
Fan diameter.....m      3.56      Seal disk diameter.....m      0.70
Nozzles: low pressure nozzles.      Dist. fill-nozzles.....m      0.75
Fan tot. efficiency.....%      50.0      Transmission efficiency...%      70.0
Venturi height.....m      0.00      Stack tot. height.....m      0.80
Motor nominal size.....Kw      30.00      % by/pass on walls.....%      2.00
Inlet+louver PD coeff.....VP      1.50      Eliminators PD coeff.....VP      2.00
Fan inlet PD coeff.....VP      0.20      Mot. min. reserve @design %      20.00
obstruction air inlet...%      5.00      % obstruction fill area...%      3.00 %
***** . T H E R M A L   D A T A   * * * * *
Site altitude.....m      300      Barometric press...millibar      977.6
Ambient wet bulb temp.....C      19.80      Air relative humidity....%      35.0
Ambient dry bulb temp.....C      31.31      Water salinity.....ppm      2500

Water flow.....m3/hr      1300      Heat load...million kcal/hr      5.553
Cold water temperature.....unknown      Range.....C      4.30
KaV/L mult. factor(upper)--      1.00      Pr.drop mult.fact.(upper)--      1.00
Merkel correction factor.--      1.00      Recirculation allowance...C      0.00
***** . R E S U L T S   * * * * *
Cold water temperature....C      24.31
Water density.....kg/m3      997.06      Water specific heat.....      0.996
Vapor press. x factor.....--      0.998      Ka salt x factor.....--      0.998
Water loading.....T/hr.m2      14.98      Actual fan power.....Kw      23.99
Gas/Liquid G/L.....--      0.628      Liquid/Gas L/G.....--      1.592
Exit wet bulb (CTI).....C      26.97      Exit wet bulb exact HB....C      27.25
Absolute humidity inlet...--0.010397      Absolute humidity exit...--0.023690
Evaporation.....%      0.82      Min. recommended plenum ..m      1.03

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Location| Airflow| Area|Velocity|Density|Sp. vol|Pr.drp |
|tot m3/s| m2| m/s| kg/m3| m3/kg| mm WG|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Inlet&louver| 201.683|63.53| 3.17| 1.110| 0.910| 0.856|
|Turn & rain zone| 201.683|63.53| 3.17| 1.110| 0.910| 0.571|
|Fill (top section)| 202.312|85.04| 2.38| 1.114| 0.913| 7.171|
|Eliminators| 202.941|85.04| 2.39| 1.118| 0.916| 0.649|
|Net fan VP| 202.941|28.71| 7.07| 1.118| 0.916| 2.848|
|Fan inlet| 202.941|28.71| 7.07| 1.118| 0.916| 0.570|
|Xtra static| | | | | | 0.000|
|Stack exit| 202.941|28.71| 7.07| 1.118| 0.916| 2.848|
|Recovery| | | | | | 0.000|
|Th. draft| | | | | | 0.030|
|Fan total pressure| | | | | | 12.694|
|Fan Static pressure| | | | | | 9.846|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Airflow per fan.....m3/s      67.65
***** K A V / L   * * * * *
Water distribution zone ..... --      0.144
Fill (upper section) ..... --      1.399
Rain zone (BELOW Fill)..... --      0.084
KAV/L total (Including Merkel Correction Factor)..... --      1.627
Uncorrected KaV/L (for use with CTI blue book)..... --      1.627
Average Merkel correction factor (calculated ) ..... --      1.000
MAC-15.D60 15:14:48 06-29-2017
```

|           |                                                        |
|-----------|--------------------------------------------------------|
| המדד      | קירור בפועל למול פוטנציאל                              |
| הסבר      | בדיקה המשווה בין היכולת התאורתית של המגדל ליכולת בפועל |
| דרך מדידה | מידול טרמי של המגדל החוזה טמפ' מים קרים אפשרית         |
| יח' מדידה | במעלות צלזיוס                                          |
| קשיים     | דורש תוכנה ייעודית והבנה בטרמודינימיקה                 |



# התקרבות במחליפי החום

|           |                                                        |
|-----------|--------------------------------------------------------|
| המדד      | קירור בפועל למול פוטנציאל                              |
| הסבר      | בדיקה המשווה בין היכולת התאורתית של המגדל ליכולת בפועל |
| דרך מדידה | מידול טרמי של המגדל החוזה טמפ' מים קרים אפשרית         |
| יח' מדידה | במעלות צלזיוס                                          |
| קשיים     | דורש תוכנה ייעודית והבנה בטרמודינימיקה                 |



# איכות מים

|           |                                                                                                    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | סטיה מטווח ערכים מוגדר מראש של מי הסחרור                                                           |
| הסבר      | שמירה על ערכי איכות מים מבטיחה מניעת שיקוע, קורוזיה וזיהום ביולוגי                                 |
| דרך מדידה | דיגום מי הסחרור ושליחת הדגימה לניתוח אנליטי                                                        |
| יח' מדידה | כל פרמטר בפני עצמו (ריכוז ב ppm, וכו'), ימי חריגה מהתקן                                            |
| קשיים     | מספר רב של פרמטרים הדורשים הבנה ויכולת ניתוח של ההבדלים בין הערכים השונים שלהם ומשמעות היחס ביניהם |

|           |                                                                                                         |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | סטיה מטווח ערכים מוגדר מראש של מי הסחרור וזמינות מערכת הסינון                                           |
| הסבר      | שמירה על רמת TSS מתאימה והתאמת גודל החלקיקים למסנן המותקן מבטיחה צמצום תהליך השיקוע, והזיהום ביולוגי    |
| דרך מדידה | דיגום מי הסחרור ושליחת הדגימה לניתוח מעבדתי (גודל התפלגות חלקיקים, עכירות), טבלת מעקב אחר זמינות המערכת |
| יח' מדידה | מספר ימי עצירה, רמת TSS במים                                                                            |
| קשיים     | קושי טכני במדידת TSS בצורה רציפה                                                                        |



# מדדי ביצוע: זמינות

---

# תקלות משביתות

|           |                                                                                                                                       |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | מספר תקלות משביתות בשנה                                                                                                               |
| הסבר      | תקלה משביתה הינה, על פי רוב, אינדיקציה לתחזוקה לקויה של מגדל הקירור. רישום תקלות אלו ומעקב אחריהן מאפשר מעקב אחר רמת התחזוקה של המגדל |
| דרך מדידה | רישום ומעקב                                                                                                                           |
| יח' מדידה | מספר                                                                                                                                  |
| קשיים     | טכנוקרטיים: רישום עקבי במערכת ייעודית                                                                                                 |



# ניקוי מחליפי חום

|                                                                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| מספר הניקויים של מחליפי החום בשנה                                                                                                               | המדד      |
| טיפול נכון במי מגדל הקירור יביא לצמצום מירבי של מספר הפעמים בהן יש לנקות את מחליפי החום. רישום תקלות אלו ומעקב אחריהן מאפשר מעקב אחר רמת הטיפול | הסבר      |
| רישום ומעקב                                                                                                                                     | דרך מדידה |
| מספר המתורגם לשח                                                                                                                                | יח' מדידה |
| טכנוקרטיים: רישום עקבי במערכת ייעודית                                                                                                           | קשיים     |

# שעות השבתה

|           |                                                                                                                                           |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| המדד      | מספר השעות בשנה בהן לא עבד המגדל בשל תקלה                                                                                                 |
| הסבר      | טיפול נכון במגדל הקירור יביא לצמצום מירבי של כמות השעות בהן מגדל הקירור היה משובת. רישום תקלות אלו ומעקב אחריהן מאפשר מעקב אחר רמת הטיפול |
| דרך מדידה | רישום ומעקב                                                                                                                               |
| יח' מדידה | מספר המתורגם (במידת האפשר) לשח                                                                                                            |
| קשיים     | טכנוקרטיים: רישום עקבי במערכת ייעודית, תרגום שעות השבתה לכסף                                                                              |



# טבלה מסכמת

| קטגוריה | מדד                                                                                                                                                                                                                                                                                            | שנת 2021                                                                                                                         |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| עלות    | <ul style="list-style-type: none"><li>צריכת חשמל במניפות ובמשאבות</li><li>צריכת מי התוספת ומי הנקז</li><li>כמות (עלות) הכימיקלים</li><li>עבודות תחזוקה מכאניות</li></ul>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>111,000 שח</li><li>111,000 שח</li><li>55,000 שח</li><li>22,000 שח</li></ul>                |
| ביצועים | <ul style="list-style-type: none"><li>התקרבות טמפ' מי הקירור לטמפ' הטרמומטר הלח</li><li>טמפ' המים הקרים הממוצעת</li><li>קירור בפועל למול פוטנציאל</li><li>התקרבות טמפ' בתוך מחליפי החום הקריטיים</li><li>איכות המים (חריגה מערכים מוגדרים)</li><li>איכות הסינון וזמינות מערכת הסינון</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>4.5 מצ</li><li>27 מצ</li><li>2.1 מצ</li><li>2.7 מצ</li><li>3 ימים</li><li>2 ימים</li></ul> |
| זמינות  | <ul style="list-style-type: none"><li>מספר תקלות משביתות</li><li>מספר ניקוי מחליפי החום</li><li>מספר ימי השבתה לצורך תחזוקה</li></ul>                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"><li>3</li><li>4 (88,000 שח)</li><li>2</li></ul>                                                |

# שילבי ביצוע

---





# שלבי ביצוע

מיפוי ועריכת סקר מצב קיים

יישור קו

כניסה לפעילות שוטפת

שיפור יעילות וחסכון במים ואנרגיה



# מיפוי ועריכת סקר מצב קיים



## בניית בסיס ידע מסודר ומלא של מגדלי הקירור באתר:

- איתור השרטוטים ותנאי התכנון המקוריים של המגדלים.
- תיאור מפורט של רכיבי המגדלים.
- בניית מודל טרמי של המגדלים המאפשר להשוות את ביצועיהם בפועל ביחס לפוטנציאל הקירור שלהם
- עריכת ביקורת בנוגע לליקויים הנוכחיים במגדלי הקירור השונים
- תיאור מצב מחליפי החום (התקרבות) ביחס לתכנון
- תיאור מצב איכות המים בהיבט משקעים, קורוזיה וביולוגיה
- בדיקת מצב ציוד מינון ובקרה.
- רישום חלקי חילוף
- בדיקת מערך הסינון הקיים - בקרה ויעילות.
- בחינה טכנו כלכלית של צריכות המים והנקז באתר.



# מיפוי ועריכת סקר מצב קיים (המשך)

- בדיקת מערך אמצעי המדידה באתר
- בחינת דרישות הצרכנים בהתאם לתהליך
- השוואת ביצועי מגדלי הקירור בפועל לפוטנציאל הקירור שלהם
- איתור מחליפי חום עיקריים ובדיקת הביצועים שלהם
- בחינת איכות מי התוספת

**תוצר שלב זה – מסמך מקיף ומפורט**





# יישור קו



- טיפול במגדלי הקירור, מערך הסינון ומערכות הטיפול במים על בסיס תוצרי המיפוי
- השלמת חוסרים במערך אמצעי המדידה
- בניית מערך דיווח והעברת מידע בין הגורמים המעורבים
- השלמת חלקי חילוף נדרשים
- בחינת תכנית הטיפול במים



# פעילות שוטפת

## טיפול במים

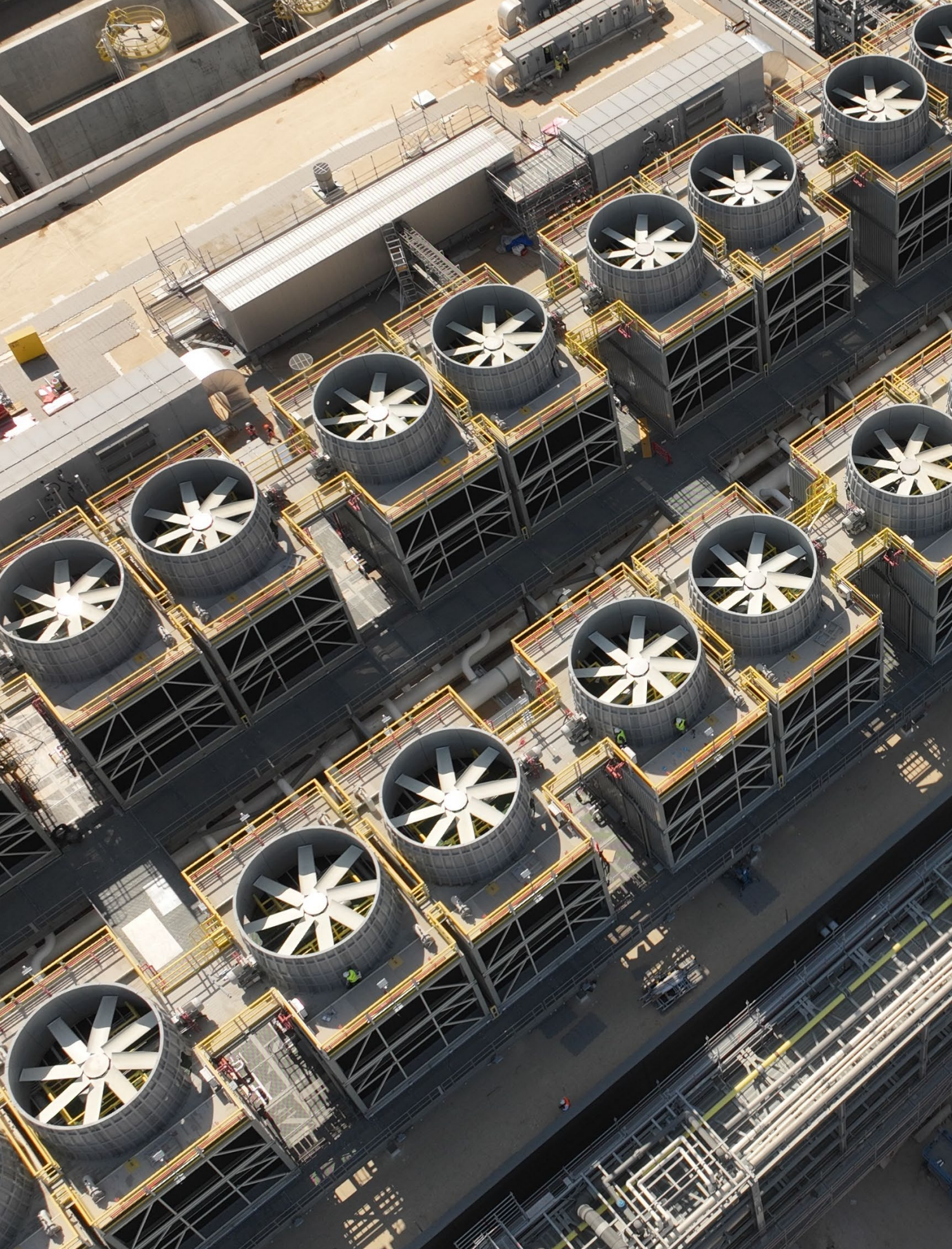
- טיפול בכימיקלים על בסיס תכנית הטיפול המוסכמת
- ביקורים שוטפים

## פעולות אחזקה מונעת למגדלי הקירור בתדירות קבועה

- ביקורות שוטפות
- רישום ותיעוד
- טיפול שנתי
- בדיקת ביצועים למגדל
- בדיקת ביצועי מחליפי חום







# חסכון במים ובאנרגיה

- התקנת ממירי תדר על מנועי מגדל הקירור
- התקנת ממירי תדר על מנועי המשאבות
- בחירת מספר מחזורי ההתרכזות מתאים
- ניתוח ספיקות והתקנת מגופים למניעת סחרור מיותר
- בחינת שימוש במי RO כמי תוספת
- בניית דוחות מדידה לצריכת החשמל של מנועי המפוחים והמשאבות
- בניית דוחות מדידה לנתוני מזג האוויר



## עקרונות יסוד:

מדידה



שליטה



שיפור



אופטימיזציה

## שיטה: הבניית מדדי ביצוע - עלות

עלות

ביצועים

זמינות

# עקרונות יסוד ושיטה



# שאלות?

יורם ירושלמי

טלפון: 08-6718802

[Yoram.yer@YWCT.com](mailto:Yoram.yer@YWCT.com)