



A report in conjunction with



נובמבר 2022

המדריך להתייעלות אנרגטית בתעשייה

10 פעולות שחברות יכולות לבצע כעת כדי להפחית עלויות אנרגיה ופליטות פחמן

תודות

דו"ח זה מבוסס על תובנות מפי מומחי התעשייה הבאים:

אדריאן גוגיסברג

נשיא, חטיבת שירות מערכות הינע

ABB

פלורנס נובלו

ראש ממשל סביבתי, חברתי ותאגידי

DHL Supply Chain

טארק מהטה

נשיא, חטיבת מערכות הינע

ABB

יוהן קולאר

פרופסור, ראש מעבדת מערכות אנרגיה אלקטרוניות

ETH Zürich

מורטן וירוד

נשיא, חטיבת תחום מערכות חשמל

ABB

קווין ליין

מנהל תכנית בכיר, התייעלות אנרגטית

IEA

ג'וליאן גנטייר

סגן נשיא, חטיבת אנרגיה

Alfa Laval

כריסטוף פבלובסקי

דובר תעשייה לקיימות

Microsoft

קאסה דאלברג

פיתוח עסקי בתחום הקלינטק

Alfa Laval

פאול רורס

יועץ דיגיטל גלובלי בכיר

Microsoft

אודות ENERGY EFFICIENCY MOVEMENT

Energy Efficiency Movement הוא פורום המכנס יחד גורמים בעלי חשיבה דומה ששמו להם למטרה לחדש ולפעול למען עולם יותר יעיל אנרגטית. באמצעות חדשנות, שיתוף ידע ותובנות, השקעות, ותקנות רגולציה ותמריצים נכונים, נוכל להשיג התייעלות אנרגטית אופטימלית ולהאיץ את ההתקדמות לקראת עתיד נטול פחמן למען כולנו.

התנועה הוקמה על ידי חברת ABB בשנת 2021 וזכתה לתגובות חיוביות מכל מגזרי התעשייה, ועד נובמבר 2022 כבר הצטרפו אליה קרוב ל-200 חברות. ביניהן ניתן לציין את Microsoft, Alfa Laval, ו-DHL Group, כל אחת מובילה בתחומה ותרמה לכתיבת דו"ח זה.

join.energyefficiencymovement.com

תוכן העניינים

4	 תקציר מנהלים
5	 10 פעולות התייעלות אנרגטית עיקריות למקבלי החלטות
6	 פעולה 1: בדיקת היעילות האנרגטית של המפעל
8	 פעולה 2: התאמת נכסים ותהליכים תעשייתיים למידה הנכונה
10	 פעולה 3: הטמעת קישוריות בנכסים פיזיים
12	 פעולה 4: התקנת מנועים יעילים במיוחד
14	 פעולה 5: שימוש בווסתי מהירות
16	 פעולה 6: מעבר לציי רכב חשמליים בתעשייה
17	 פעולה 7: שימוש במחליפי חום יעילים ומתוחזקים
19	 פעולה 8: החלפת דוודים במשאבות חום
20	 פעולה 9: התקנת מערכות חכמות לניהול מבנים
22	 פעולה 10: העברת נתונים לענן
24	 תחזית ומסקנות
26	 מקורות

תקציר מנהלים

תעשיות העולם ניצבות על פרשת דרכים בתחום האנרגיה ב-2022. הדחיפות של השינוי האקלימי תובעת פעולה מכל הגורמים – התעשייה, ממשלות והחברה האזרחית. המחסור באנרגיה, שנגרם מאיבוד אספקת הנפט והגז מרוסיה לאחר שזו פלשה לאוקראינה בפברואר 2022, הובילו ללחצים אינפלציוניים ולאתגרים חדשים באבטחת אנרגיה, שרק מוסיפים לדחיפות הזו.

שיפור היעילות האנרגטית מהווה הזדמנות להפחתת עלויות ופליטות מזהמים כאחד, אשר טרם הגיעה למימוש מלא הפוטנציאל הטמון בה. בשעה שמתקיים שיח נרחב באשר לאופן שבו אזרחים יכולים לתרום לחיסכון באנרגיה וכיצד צרכנים יכולים לפעול כדי להקטין את חשבונות האנרגיה שלהם, הפוטנציאל המשמעותי להתייעלות אנרגטית ולשיפורי עלות בתעשייה מקבל פחות תשומת לב.

התעשייה היא הצרכנית הגדולה בעולם של חשמל, גז טבעי ופחם, על פי נתוני סוכנות האנרגיה הבינלאומית (IEA).ⁱ המגזר אחראי ל-42% מהביקוש לחשמל. תעשיות הברזל, הפלדה, הכימיקלים והפטרו-כימיקלים הן הצרכניות הגדולות ביותר של אנרגיה מקרב חמש התעשיות המובילות בצריכת אנרגיה בעולם – סין, ארצות הברית, הודו, רוסיה ויפן.ⁱⁱ

צריכת האנרגיה הזו כרוכה בעלויות גבוהות בסביבה האינפלציונית הנוכחית. היא גם יוצרת תשעה ג'יגה-טון פחמן דו חמצני (CO₂), המסתכם ב-45% מכלל הפליטות הישירות ממגזרים של משתמשי-קצה ב-2021, על פי IEA.ⁱⁱⁱ

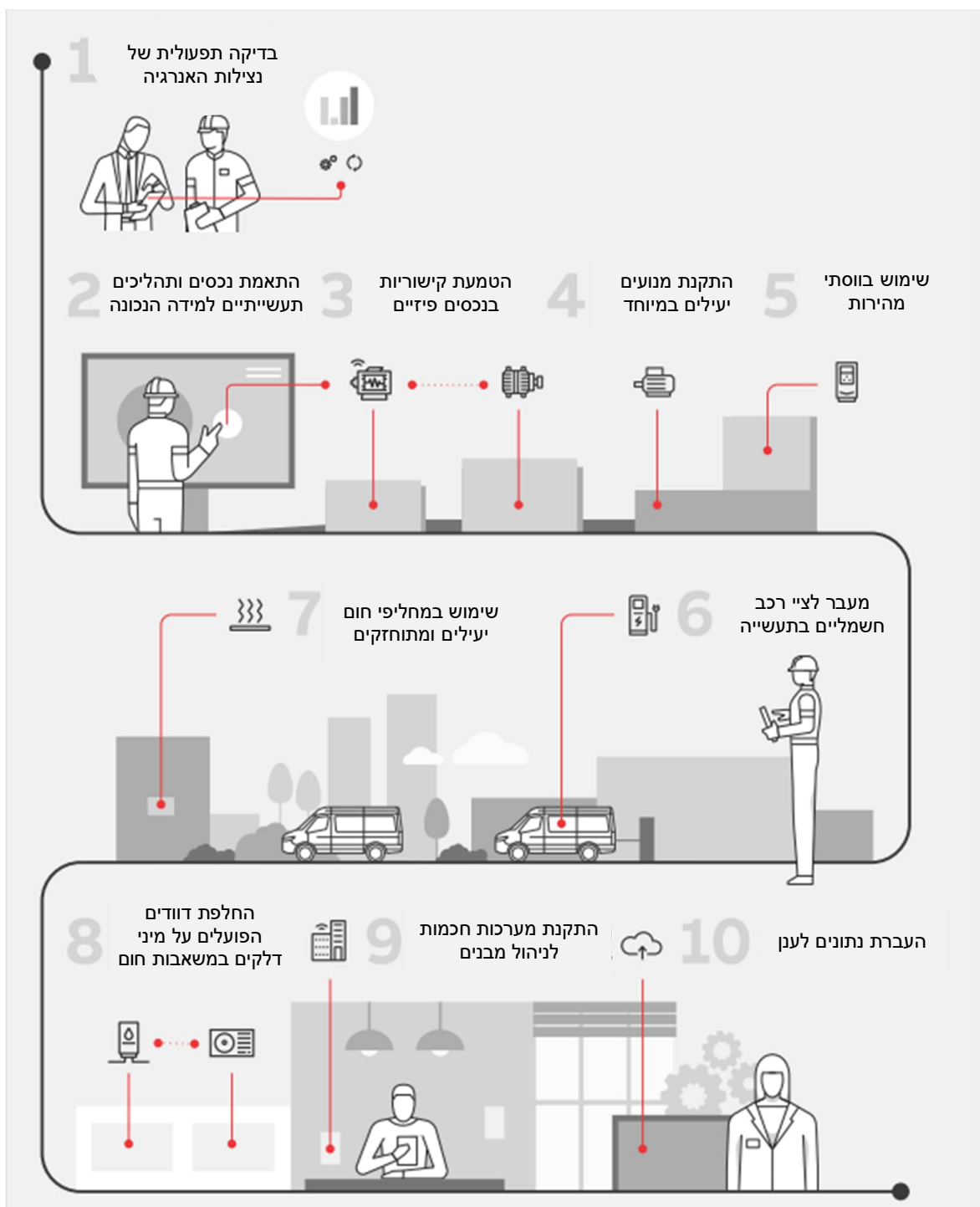
אין להפריז בחשיבותה של ההתייעלות האנרגטית בהקשר זה. "אנו קוראים לזה 'הדלק הראשון', אומר מנהל תכניות בכיר להתייעלות אנרגטית ב-IEA, קווין ליין. "צריך לצמצם אותו בשלבים הראשונים בכל המגזרים."

הדו"ח המובא כאן, שפותח יחד עם ABB וגורמים נוספים החברים ב-Energy Efficiency Movement, מספק מדריך להתייעלות אנרגטית במטרה לסייע בהפחתת השינוי האקלימי והעלויות הנוספות. הוא מפרט 10 פעולות שעל מקבלי ההחלטות בתעשייה לשקול עבור ארגוניהם (ראו איור 1), בנוסף לאמצעים בסיסיים של התייעלות אנרגטית, כמו כיבוי ציוד כשאינו בשימוש, המרת תאורה פלואורסצנטית או הלוגן לנוורות LED או בידוד קירות וצנרת.

10 הפעולות שגובשו נדרשו לעמוד במספר קריטריונים חיוניים: (1) הן מסתמכות על טכנולוגיות בשלות – בטוחות וזמינות באופן נרחב; (2) הן מהותיות דיין כדי להשפיע באופן משמעותי הן על עלויות האנרגיה והן על כמות הפליטות; וכן (3) ניתן להטמיען במהירות ללא התקנות מורכבות או יקרות. אחד ההיבטים האטרקטיביים ביותר של התייעלות אנרגטית לתעשייה הוא שבמקרים רבים, חברות יכולות ליהנות משיפורים משמעותיים בהוצאה כספית קטנה או ללא הוצאה כלל.

הרשימה המובאת כאן אינה ממצה בשום אופן ויש לראות בה מצאי של הזדמנויות לטווח הקצר והבינוני לתעשייה, וכן הזמנה לדון ולתעד את הפתרונות, מקרי השימוש והשיטות הבדוקות הטובות ביותר בתחום ההתייעלות האנרגטית. הקוראים מוזמנים להשתמש בתגית [#energyefficiencymovement](https://www.energyefficiencymovement.org/) כדי לשתף אתגרים מתחום האנרגיה ולעורר שיח על רעיונות והפקת לקחים.

10 פעולות התייעלות אנרגטית עיקריות למקבלי החלטות



פעולה 1: בדיקת היעילות האנרגטית של המפעל

אחד המקורות המהירים והקלים ביותר של התייעלות אנרגטית בתעשייה יכול לבוא מאופטימיזציה של תפקוד נכסים ותהליכים. בדיקה של יעילות האנרגיה הקיימת מספקת נקודת מוצא חשובה לחברה, שממנה היא יכולה לבצע שיפורים ולזהות הזדמנויות לשיפור. הבדיקה יכולה להתבצע על ידי חברה המספקת שירותי או סקרי אנרגיה ותספק נקודת עוגן לזיהוי תחומי התייעלות פוטנציאליים, לפיתוח תכנית פעולה ולמידת ההתקדמות.

במה זה כרוך?

בדיקת אנרגיה ראשונית כרוכה בניתוח של צריכת האנרגיה ההיסטורית ושל יעילות הציוד הפועל על חשמל או על גז/נפט/סולר (דלקים פוסיליים), יחד עם עלויות ומאפייני התפעול. חברת שירותי האנרגיה תספק קטלוג של הציוד הצורך אנרגיה, לצד מאפיינים כמו מקדמי עומס ופרופילי ביקוש, כדי לזהות תחומים שבהם ניתן לממש חיסכון. מרגע שקו הבסיס נקבע, ייתכן שניתן – באמצעות טכנולוגיות חיישנים ואוטומציה – להטמיע את הביקורת כתהליך שוטף אשר מניב שיפורים מתמידים. הבדיקות הללו יכולות להיות חלק מתהליך הסמכה רחב יותר לאישורי ניהול אנרגטי, כמו ISO 50001.

מה הן ההשפעות?

בשעה שביצוע הסקר האנרגטי עצמו אינו מייצר התייעלות באופן ישיר, המדדים שיכולים לעלות ממנו כתורמים להתייעלות יכולים להשפיע באופן משמעותי על עלויות האנרגיה ועל השימוש בה.

כמה זה עולה?

ביקורות וסקרי אנרגיה במגזר המסחר והתעשייה יכולים להסתכם בסדר גודל של \$2.70 למטר מרובע.^{iv}

כמה זה מורכב?

הביקורת קלה לביצוע מאחר שחברות שירותי האנרגיה, שצריכות להחזיק בהסמכה של גופים כמו האגודה האמריקאית של מהנדסי חימום, קירור ומיזוג אוויר (ASHRAE), הן שמטפלות בתהליך. ה-ASHRAE, כדוגמה, מספקת סטנדרטים לשלושה סוגים של ביקורות:

- רמה 1: מבדק שטח.
- רמה 2: מבדק וניתוח אנרגיה.
- רמה 3: ניתוח מפורט של שינויים הכרוכים בהשקעות הוניות משמעותיות.

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

על פי פרסומים^v, אפילו ביקורת אנרגיה מסחרית ברמה 1 יכולה לסייע לזהות אמצעי התייעלות בעלות אפסית, שיכולים להפחית באופן מיידי את השימוש באנרגיה ואת עלותה בסדר גודל של 5% עד 10%. ביקורות יסודיות יותר יכולות באופן טיפוסי לספק חיסכון של עד 20% במבנים שלא הופעלו בהם אמצעי התייעלות במשך עשור או יותר, כאשר בחלק מהמקרים נרשמו הפחתות של עד 40% ברמות העלות והצריכה.

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

קבלת תוצאה מדויקת מהביקורת תלויה בכך שמבצעי הביקורת יקבלו גישה למידע רב ככל האפשר. כדי לעשות זאת, ייתכן צורך בפריסת חיישנים ומעקב אחר צריכת האנרגיה לאורך תקופה של מספר חודשים.

מה אומרים המומחים?

"לפני שתוכלו לקבל החלטות כלשהן עליכם להבין את העובדות לאשורן", אומר מורטן וירוד, נשיא תחום מערכות חשמל ב-ABB. "חברות יכולות לעשות זאת בעזרת ביקורת אנרגיה, שבפועל כרוכה בהתקנת חיישנים המודדים את כל נקודות הצריכה. נוכח מחירי האנרגיה כיום, ההפחטה הראשונה של 50% בצריכה תחזיר את ההשקעה בתוך השנה הראשונה – מהר בהרבה מהתקנת פאנלים סולריים על הגג, כדוגמה."

פעולה 2: התאמת נכסים ותהליכים תעשייתיים למידה הנכונה

ניתוח מפורט של נכסים תעשייתיים חושף פעמים רבות נטייה להחזיק ציוד גדול מן הדרוש למשימה, כך לדברי אדריאן גוגיסברג, נשיא חטיבת שירותי מערכות הינע ב-ABB. הסיבה לכך היא שנהוג להשאיר מרווח טעות כחלק מתכנון המפעל, או פשוט מכיוון שתנאי התפעול השתנו עם הזמן. במצטבר, רכיבים רבים שהם גדולים יתר על המידה יכולים לגרום לשימוש מופרז באנרגיה ולעומס בלתי יעיל על מכונות. התאמת הקיבולת של הציוד לעומסים בצורה מדויקת יותר תוביל לשימוש יעיל יותר באנרגיה ובנכסים.

במה זה כרוך?

התאמת מידותיו של הציוד התעשייתי למשימה הנדרשת (Right-sizing) מחייבת הבנה מפורטת של הדרישות התפעוליות, יעילות המכשירים ופרופילי העומס. בהתאם לציוד שעל הפרק, תיתכן אפשרות לשפר את העומס על ידי כוונן ההגדרות, או שדרוג או תכנון מחדש של הנכס. אך אם אין אפשרות כזאת, ייתכן שצריך להחליף מכונות בכאלה שמתאימות במידתן באופן מדויק יותר לתהליכים המעורבים.

מה הן ההשפעות?

החלפת מנועים באופן כזה שהם יופעלו ב-95% עומס תשפר את יעילות התפעול, מציין גוגיסברג מ-ABB.

תכנון מחדש ושדרוג של מחליפי חום פלטות כך שיתאימו לתנאי התפעול גם ישפיע משמעותית על היעילות הכוללת של התהליך התעשייתי. מחליף חום בנוי לתהליך ספציפי במועד הרכישה, והפרמטרים של עיצובו בדרך כלל אינם זהים לתנאי התפעול בפועל.

כעבור כמה שנים, במרבית המפעלים, תנאי התפעול ישתנו והציוד כבר לא יספק את אותן טמפרטורות יציאה מקודם. יידרש שדרוג של מחליף החום, דבר שניתן לעשות בקלות במחליפי חום פלטות עם אטמים על ידי התאמת מספר הפלטות.

כמה זה עולה?

מאחר שהחלפה סטונאית של נכסים שהפכו לגדולים מדי ודאי לא תהיה חסכונית בהיבט העלות, התאמת הנכסים למידה הנדרשת יכולה להתבצע באופן הדרגתי כחלק מהניהול השוטף של מחזור חיי הנכסים במפעל. כאשר עושים זאת באופן הזה, ניתן לממש חיסכון מיידי על ההשקעה באמצעות רכישה של נכסים קטנים יותר ויקרים פחות.

כמה זה מורכב?

החלק הארי של המורכבות בתהליך של התאמת הנכסים למידות הנכונות טמון בצורך להשיג מידע מדויק על פרופילי העומס. ניתן לעשות זאת על ידי ניתוח של מודלי התפעול ומפרטי המכשירים, ואחת האפשרויות היא להשתמש בנתונים מחיישנים.

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

הפחתת דרישות החשמל של נכסים תעשייתיים מניבה תוצאות מיידיות במונחים של הפחתת צריכת האנרגיה וצמצום הפליטות. אם התאמת מידות הציוד נעשית כחלק ממחזור ההחלפה הסטנדרטי, המהירות וסדר הגודל של התוצאות יהיו תלויים במחזור החיים של הנכסים.

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

מרווחי טעות הם חלק מובנה מתהליכים תעשייתיים מסיבה טובה: כדי למנוע כשלים העלולים לפגוע בבטיחות ובייצור. בעת התאמת הצידוד למידה הנכונה יהיה חיוני אפוא להתייחס לשאלות הבאות:

- מהי מידת העודפות בגודלו של הנכס?
- מה הסיכויים שישתמשו בנכס בקיבולת המלאה שלו?
- כמה משמעותי יהיה החיסכון שנוכל להשיג על ידי התאמת הנכס למידה הנדרשת?

גורם נוסף שחשוב להצלחה הוא לוודא שצוות תכנון התהליכים והרכש מתואמים מבחינת יעדי ההתייעלות. זיהוי של נכס גדול מדי יהיה חסר ערך מעשי, אם בעת החלפתו בהמשך הדרך יתעלמו מההנחיה לצמצם את מידותיו.

מה אומרים המומחים?

"כדוגמה, מרבית המנועים החשמליים בתעשייה גדולים מכפי הנדרש מכיוון שבתהליך התכנון הם עברו ידיים שונות – וכל אחד בדרך הוסיף עוד מרווח טעות מעל קודמו", אומר גוגיסברג מ-ABB. "הפעלת מנוע חשמלי בעומס של 65% פשוט איננה יעילה."

פעולה 3: הטמעת קישוריות בנכסים פיזיים

לרבים מהמנהלים בתעשייה אין ידיעה ברורה היכן האנרגיה נצרכת במפעליהם. על ידי חיבור נכסים פיזיים לרשתות באמצעות האינטרנט של הדברים (IoT), חברות יכולות להבין טוב יותר מהו השימוש שנעשה בנכסים, מה שיאפשר תפעול חכם ורזה יותר. מחקר של ABB שנערך לאחרונה מגלה עם זאת, כי רק 35% מהארגונים התעשייתיים ברחבי העולם מיישמים טכנולוגיות IoT בקנה מידה גדול.

במה זה כרוך?

טכנולוגיות IoT בתעשייה יכולות לעקוב אחר זרימות האנרגיה ברחבי המתקן ולהראות היכן יש האזורים בהם יש שימוש מיותר באנרגיה. הסיבה לכך יכולה להיות שימוש אנרגיה במערכות נלוות, נכסים שמידתם גדולה מדי (ראו סעיף קודם), ציוד תקול, איבוד חום, או שימוש בחשמל היכן שאין בו צורך, כמו תאורה דולקת בחדר ריק מאנשים.

מה הן ההשפעות?

בכל התהליכים התעשייתיים קיים איבוד מסוים של אנרגיה, כאשר עד 95% מהאנרגיה הולכים לאיבוד בדרך לביצוע העבודה שעבורה היא נדרשת. המטרה בחיבור המכשירים לרשת היא לגלות מקורות בזבז שלא היו ידועים קודם. אף שבאופן מובן אין אפשרות לדעת עד כמה משמעותיים יהיו מקורות בזבז אלה, שיפור ההבנה לגבי האופן שבו נכסים ותהליכי עבודה צורכים אנרגיה כמעט בוודאות יצביע על אזורים ותחומים טעוני שיפור.

כמה זה עולה?

ניתן לחבר נכסים פיזיים באמצעות פריסה מצומצמת אפילו של חיישנים. אם החיישנים מותקנים כחלק ממהלך דיגיטציה רחב יותר, רוחי היעילות והחיסכון בעלויות האנרגיה שהם יספקו יכולים לתרום לכדאיות העסקית הכוללת של תהליך הדיגיטציה.

כמה זה מורכב?

טכנולוגיות IoT הולכות ומבשילות והן פשוטות להטמעה, אם כי עשויה להידרש עבודת אינטגרציה מסוימת כדי להשיג תוצאות משמעותיות מתוך הנתונים. מרגע שהנתונים מתקבלים, המורכבות של מה שניתן לעשות בהם היא כמעט אינסופית. לדוגמה, חברות מסתמכות יותר ויותר על 'תאומים דיגיטליים' מפורטים של פעולות מהעולם האמיתי כדי לחקור את השפעתם של שינויי תהליכים מבלי להשפיע על הייצור בפועל. תאומים דיגיטליים אלה יכולים לשמש למגוון רחב של סימולציות, כולל מחקרי התייעלות. השימוש בתאומים דיגיטליים לבניית מודלים, בדיקות וזיווד בסביבה וירטואלית במקום פיזית – למעשה, "הזזת ביטים, במקום אטומים" – גם צורך הרבה פחות אנרגיה.

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

אם טכנולוגיות חישה חושפות את נוכחותם של נכסי רפאים – מכשירים שמשתמשים באנרגיה מבלי לבצע כל עבודה מועילה – אפשר אז לכבות אותם או להוציאם משימוש באופן מיידי, מה שיספק יתרונות מיידיים לארגון מבחינת עלויות ופליטות מזהמים. במקומות אחרים, מהלך כזה יכול לגלות נכסים שפועלים בצורה

פגומה או בהגדרות שגויות, המצריכים תחזוקה, כוונון או החלפה. במקרים אלה, הזמן שיחלוף עד לקבלת התוצאות יהיה תלוי בעבודות התיקון הנדרשות.

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

הטמעת מקורות מידע בתוכנת ויזואליזציה ואנליזה היא המפתח שיבטיח זיהוי רוחי התייעלות בקלות. כמו כן, דרושה מומחיות בתחום כדי לכוון את האלגוריתמים והאנליטיקה שאכן יובילו לקבלת החלטות טובה יותר על השימוש בחשמל. אחרת, קיים סיכון שהתוצאות יאכזבו.

מה אומרים המומחים?

"אפשר לעשות הרבה עם הנתונים מחיישנים שכבר קיימים", אומר פול רורס, יועץ דיגיטל גלובלי בכיר ב-Microsoft. "פשוט מביאים את כולם לאותו מקום ומאפשרים לנתונים לדבר עם מאגרי נתונים אחרים. החלק הקריטי הוא להשיג את הנתונים מהמכונה."

פעולה 4: התקנת מנועים יעילים במיוחד

בתעשייה, נעשה שימוש במערכות הינע לאינספור יישומים כדי להמיר אנרגיה חשמלית לתנועה. מרכיביה העיקריים של מערכת הינע חשמלית תעשייתית הם המנוע, וסת מהירות והיישום עצמו, כמו משאבה, מאורר או מדחס.

הפוטנציאל לייעול של מערכות הינע הוא אדיר, לפי פרופסור יוהאן קולאר, ראש מעבדת מערכות אנרגיה אלקטרוניות במכון הפדרלי לטכנולוגיה של שווייץ, ETH Zürich. על פי הערכות, שיעור מדהים של 46% מהחשמל בעולם משמש לייצור אנרגיה מכאנית באמצעות מערכות המופעלות באמצעות מנועי חשמל. בתעשייה, הצריכה הזו עולה לשני-שלישים מהצריכה הכוללת.^{ix}

הנציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה (International Electrotechnical Commission) קבעה טווח של תקני יעילות בינלאומיים (IE) למנועים, הנע מ-IE1 ('סטנדרטי') עד IE4 ('סופר פרימיום').^x קיימים מהלכים להציג תקן מתקדם אף יותר: IE5. מנועים יעילים יותר נוטים להיות יקרים יותר, אך הם יכולים להניב רווחי יעילות חשובים. לאור תפוצתם המשמעותית של מנועים בתעשייה, מעבר רחב-היקף למכונות יעילות יותר יוכל להניב הפחתה גדולה בצריכת האנרגיה וברמת הפליטות.

במה זה כרוך?

התקנת מנועים יעילים במיוחד כרוכה פשוט בהחלפת מכונות ישנות בכאלה שמספקות דירוג אנרגטי גבוה. כ-75% מהמנועים הפעילים בתעשייה משמשים להפעלת משאבות, מאוררים ומדחסים, קטגוריה של מכונות שרגישה במיוחד לשיפורי התייעלות משמעותיים.^{xi}

מה הן ההשפעות?

לפי הערכות, אם למעלה מ-300 מיליון מערכות תעשייתיות המונעות באמצעות מנועים חשמליים שפעילות כיום יוחלפו בצידוד יעיל ומשודרג, צריכת החשמל העולמית תוכל לקטון בשיעור של עד 10%.

כמה זה עולה?

שדרוג לדגמים יעילים יותר יצריך השקעות הוניות, שכן יכולים להיות הבדלי מחיר של עד 40%.^{xiii} ואולם, השקעה במנועים היא לרוב אטרקטיבית בזכות קלות ההתקנה. ניתן להתקין מנועים חדשים, במרבית המקרים ללא כל שינוי של המערכת התעשייתית עצמה.^{xiv}

כמה זה מורכב?

החלפת מנועים בסיטונות לא בהכרח כדאית בכל המקרים, אך מרבית החשמל הנצרך על ידי מנועים משמש במכונות בגודל בינוני.^{xv}

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

מנועים יעילים אנרגטית מספקים תוצאות מיידיות מבחינת הפחתת צריכת האנרגיה והפליטות – ויכולים להחזיר את ההשקעה בתוך פחות משנה.^{xvi}

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

כדי למקסם את רווחי היעילות ממנועי חשמל חדישים, עדיף כמובן לעבור לדגמים היעילים ביותר שקיימים. יהיו לכך השלכות עלות למפעל, שצריך להביאן בחשבון אם קיימת דרישה לקיצור זמני החזר ההשקעה.

מה אומרים המומחים?

"מנועים חשמליים נמצאים בשימוש כבר 150 שנה והם סוסי העבודה היציבים שעומדים מאחורי חיי היומיום שלנו", אומר טארק מהטה, נשיא תחום מערכות הינע ב-ABB. "אולם, במהלך העשור האחרון, הם עברו תקופה של פיתוח טכנולוגי מהיר באופן יוצא דופן. חלק מהמנועים החדשים ביותר מציעים איבוד אנרגיה בשיעור נמוך ב-15% בקירוב מזה שסיפקו הדגמים שקדמו להם."

פעולה 5: שימוש בווסתי מהירות

כיום, יותר מנועי חשמל תעשייתיים פועלים במהירות קבועה, והתנועה שהם מספקים מווסתת באמצעות ססתומים (לנוזלים), מסתמים (לאוויר) ובלמים (לחומרים). אולם, דרך זו של בקרת התנועה, אומר גוגיסברג מ-ABB, דומה לשליטה במהירות המכנית באמצעות הבלם תוך כדי לחיצה על דוושת הגז עד הסוף: אנרגיה פשוט מתבזבזת.

וסתי מהירות (Variable speed drives), הידועים גם כממירי תדר, הם מערכות המשמשות לשליטה במהירות של מנועים ובכמות מומנט הפיתול המופק מהם – מרכיב קריטי בניהול האנרגיה הנצרכת על ידי מערכות שפועלות על מנועים. צריכת האנרגיה מכוילת באופן חכם כדי להתאים לכמות העבודה הנדרשת. "מהירות משתנה דומה לשימוש בדוושת הגז כדי לשלוט במהירות הרכב", אומר גוגיסברג.

במה זה כרוך?

הטמעת וסתי מהירות במערכות ממונעות היא תהליך קל ופשוט. ספק טכנולוגיה או חברת שירותי אנרגיה יכולים לעזור לזהות אילו מנועים שנמצאים בשימוש כעת יכולים וצריכים להיות מצוידים בווסת שיספר את נצילות האנרגיה שלהם.

מה הן ההשפעות?

התקנת וסתי מהירות יכולה לשפר את היעילות האנרגטית של מערכת ממונעת עד כדי 30%, מה שניב יתרונות מיידיים במונחי עלות ופליטות.

כמה זה עולה?

פרק הזמן שיידרש להחזרת ההשקעה בווסת מהירות, מבחינת החיסכון באנרגיה, הוא קצר (באופן טיפוסי שנה עד שנתיים) יחסית לאורך החיים הצפוי שלו. מחירי האנרגיה הגבוהים כמובן מקצרים אותו עוד יותר.

כמה זה מורכב?

כמו במעבר למנועים יעילים יותר, התקנת וסתי מהירות אינה מצריכה שינויים כלשהם בתהליכים התעשייתיים.

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

היתרונות הכספיים מתחילים להצטבר מהרגע שבו וסת המהירות נכנס לפעולה וממשיכים לכל אורך חייו.

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

בדומה לשיפורי התייעלות אחרים, ההנהלה תצטרך להחליט אם היתרונות של הטמעת וסתי מהירות מצדיקים את ההשקעה המיידית בהם. זה יהיה תלוי במספר, בגודל ובפרופיל השימוש של המנועים המותקנים – ובמחיר החשמל.

ראוי לציין כי הפיתוחים החדשים ביעילות של וסתיים ומנועים מושפעים יותר ויותר מהרגולציה בתחום, כך שההשקעה במכונות יעילות יותר יכולה לתת מענה גם לצורך בציות לתקנות הרגולציה.

מה אומרים המומחים?

"לא כל מנוע יפיק תועלת מווסת מהירות", אומר מהטה מ-ABB, אך גם אם נניח ש-5% מהמנועים ישודרגו, "אנו מדברים על שיפור גלובלי משמעותי ביותר ביעילות האנרגטית."

מידע נוסף

ראו את נייר העמדה של ABB, "השגת הסכם פאריז – תפקידם החיוני של מנועים ווסתים יעילים במיוחד בהפחתת צריכת האנרגיה". קראו כאן עכשיו:
www.energyefficiencymovement.com/wp-content/uploads/2021/03/ABB_MotionEnergyEfficiency_WhitePaper.pdf.

פעולה 6: מעבר לצי רכב חשמליים בתעשייה

המומנטום הגדל בתחום החשמול של כלי רכב גורם לירידה במחירי סוללות ומערכות הינע חשמליות. מגמה זו, יחד עם מחירי הנפט שממשיכים להיות גבוהים, הופכים את המעבר לכלי רכב חשמליים לאטרקטיבי כשמדובר בכלי רכב תעשייתיים כמו מלגזות, רכבי כרייה, משאיות קלות למשלוחים ומשאיות כבדות.

במה זה כרוך?

המעבר לצי רכב חשמליים יתרחש לצד פיתוחן של תשתיות טעינה והפקת חשמל זול ודל-פחמן.

מה הן ההשפעות?

רווחי היעילות מהמעבר למערכות הינע חשמליות יהיו משמעותיים גם בתחום הניידות, עם המעבר ממנועי בעירה פנימית להנעה חשמלית. מנועים חשמליים יכולים להשיג התייעלות של יותר מ-95% בנצילות האנרגיה, בשעה שמנועי דיזל יכולים להשיג התייעלות של 45% בלבד בטווח העומסים האופטימלי.^{xvii} בתחום התחבורה האווירית והימית, רמות החשמול זניחות בעת הנוכחית, אולם בתחום התחבורה היבשתית ובניידות בעולם התעשייה, ציים חשמליים זוכים לאימוץ מהיר.

החלפת מנוע דיזל של מחפר 24 טון במערכת הינע חשמלית, המשלבת סוללה עם מנוע והנעה חשמליים יעילים, יכולה לחסוך 48 טון פליטות CO₂ בשנה, לפי ABB.^{xviii} בנוסף, בלימה רגנרטיבית בכלי רכב תעשייתיים יכולה להפחית את צריכת הדלק בשיעור של עד 30%.

כמה זה עולה?

רכבים חשמליים להובלת סחורות יקרים יותר מהדגמים הרגילים כיום, מה שהופך את הטיעון העסקי בעד המעבר, מבחינה פיננסית טהורה, למורכב יותר.^{xix} מעבר לשיקולי ההשקעה ההונית, עם זאת, בממוצע רכבים חשמליים מספקים עלויות תפעול נמוכות עד 60% מכלי רכב מקבילים שמונעים בדיזל, בעיקר בזכות נצילות משופרת, צריכת דלק מופחתת וצורכי תחזוקה מופחתים.^{xx}

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

המעבר לכלי רכב חשמליים מניב רווחי התייעלות מיידיים, אם כי, כאמור, עלות ההשקעה של המעבר לצי חשמלי משמעה שהיתרונות הכספיים יהיו צנועים בטווח הקצר. בהקשר של המעבר לרכבים חשמליים, בעליהם של ציים חשמליים יכולים לממש רווחי התייעלות נוספים באמצעות ניהול דיגיטלי של הצי, כולל אופטימיזציה של זמני הטעינה.

מה אומרים המומחים?

"אופטימיזציה של צי רכב הוא הדבר הראשון שצריך לעשות כדי להפחית פליטות מזהמים, במיוחד לאור זאת שטכנולוגיות ירוקות עדיין לא זמינות בכל האזורים ובכל המדינות", אומרת פלורנס נובלו, ראש ממשל סביבתי, חברתי ותאגידי בחטיבת שרשרת אספקה של DHL, השייכת לחברת הלוגיסטיקה הגלובלית Deutsche Post DHL.

פעולה 7: שימוש במחליפי חום יעילים ומתוחזקים

העברת חום היא עניין קריטי בכל הנוגע להפיכת תהליך תעשייתי ליעיל אנרגטית, ומחליפי חום (Heat exchangers) משמשים לחימום וקירור כמעט בכל תחום תעשייתי בעולם. מחליפי חום, כציוד סטטי, לרוב אינם זוכים לתחזוקה ואופטימיזציה יזומה, אלא פועלים עד שהם מתקלקלים מבלי להביא בחשבון את השפעה הסביבתית והשפעת העלות של העברת חום אבודה.

שמירת רמת ביצועים אופטימלית של מחליף החום לאורך זמן היא קריטית להבטחת תהליכים יעילים אנרגטית. עד 2.5% מפליטות ה- CO_2 בעולם מגיעים ממחליפי חום שאינם מתוחזקים כראוי. ניתן למנוע זאת בקלות על ידי ניקוי מחליפי החום על בסיס קבוע.

בחירת הטכנולוגיה המתאימה של מחליף החום היא צעד חשוב נוסף בהתייעלות אנרגטית מיטבית עבור יישום נתון. מחליף חום פלטות חדשני וקומפקטי, לדוגמה, יכול להיות יעיל ב-25% יותר ממחליף חום מסוג 'מעטפת וצינורות'.

בנוסף, 20% עד 50% מתשומות האנרגיה בתעשייה הולכים לאיבוד בשל חום מבוזבז, למשל, בצורת גזים חמים מצינורות פליטה או מי קירור. ההשבה והשימוש החוזר בחום הזה בתהליכים נוספים הוא צעד חשוב בשיפור היעילות הכוללת והפחתת פליטות הפחמן. פתרונות אפשריים הם לשלב מחדש את החום בתהליך עצמו, או לספק את החום לשימוש במקום אחר, כמו לדוגמה לחימום אזורי, לייצור חשמל וכן הלאה.

במה זה כרוך?

בדיקת איבוד החום במחליפי החום יכולה להתבצע בעזרתה של חברת שירותי אנרגיה או ספק שירות מתמחה. בדיקה כזאת תוכל לספק את הבסיס לאסטרטגיית התייעלות תרמית הכוללת תחזוקה מקומית או שדרוגים טכנולוגיים.

מה הן ההשפעות?

"פעולה שמתחילה בהבטחת תחזוקה נאותה של כל מחליפי החום, וממשיכה בבחירה של הציוד הנכון להתקנה חדשה, או שדרוג מחליפי חום שביצועיהם אינם מספקים, תחולל השפעה גדולה על צריכת האנרגיה", אומר ג'וליאן גנטייר, סגן נשיא חטיבת האנרגיה ב-Alfa Laval.

כמה זה עולה?

מחליפי חום פלטות פחות יקרים מדגמי מעטפת וצינורות, מכיוון שהם שוקלים אחת חלקי שש-עשרה מהמשקל ומשתמשים בעשירית משטח הרצפה, מה שמסתכם בחיסכון בהובלה, בטיפול ובהתקנה.^{xxi} מחליפי חום פלטות גם מציעים עלות תפעולית נמוכה יותר, בזכות היעילות התרמית הגבוהה יותר.

כמה זה מורכב?

ניקוי או שדרוג מחליפי חום הוא תהליך קל הניתן לביצוע כחלק מהתחזוקה המתוכננת. המרת טכנולוגיה קיימת לפתרון יעיל יותר תצריך החלפה של חלק מהצנרת, אך ברבים מהתהליכים היא תציע השפעות ישירות על העלות התפעולית.

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

התוצאות יתחילו להיראות מייד לאחר ההתקנה ועם התחזוקה השוטפת.

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

רווחי היעילות המשמעותיים המתקבלים באמצעות שדרוג של ציוד מחליפי חום הופכים אותו לרצוי מאוד היכן שקיימת אפשרות לבצעו, אם כי דרוש ייעוץ של מומחים לגבי המידות הנכונות והשילוב בתהליכי המפעל.

מה אומרים המומחים?

"2.5% מפליטות ה- CO_2 בעולם מגיעים מהעברת חום בלתי יעילה במחליפי חום, מכיוון שלא מנקים ומתחזקים אותם כראוי", אומרת קאיסה דאלברג, מפתחת עסקית בתחום הקלינטק בחברת Alfa Laval המייצרת מחליפי חום. "על ידי אמצעים פשוטים, ניתן להפחית את צריכת האנרגיה באופן מיידי."

פעולה 8: החלפת דוודים במשאבות חום

משאבות חום (Heat pumps) נתפסות כאחד המפתחות החשובים לעתיד נטול פחמן בכל העולם, כתחליף לדוודים המונעים בדלקים. סוכנות האנרגיה הבינלאומית (IEA) צופה שהטכנולוגיה הזו תאפשר ליותר מ-50% ממשקי הבית להשתמש בחשמל לחימום עד 2050.^{xxii} בתעשייה, הטכנולוגיה יכולה לספק יתרונות דומים בחימום חללים ויכולה גם לשמש להפקת חום בתהליכי תעשייה עד 180 מעלות צלזיוס.^{xxiii}

משאבות חום תעשייתיות מאפשרות לעשות שימוש חוזר בעודפי חום מתהליך מסוים למטרות אחרות, כמו חימום בתהליכים תעשייתיים או חימום חללים, כדי להימנע משימוש בדוודים המונעים על דלק.

במה זה כרוך?

משאבות חום מנצלות הבדלים תרמיים כדי לשפר את יעילותם של תהליכים ההופכים חשמל לחום, כך שכדאי לשקול להשתמש בהן בכל מקום שיש בו צורך בחום נמוך עד בינוני בתהליך תעשייה או לחימום חלל.

מה הן ההשפעות?

משאבות חום הן דרך יעילה בהרבה להשיג חום בדרגה נמוכה עד בינונית מחשמל.

כמה זה עולה?

משאבות חום תעשייתיות יכולות לעלות עד \$90,000, על פי פרסומים.^{xxiv}

כמה זה מורכב?

שדרוג ציוד תרמי אינו עניין טריוויאלי, ובמקרה של משאבות חום עשויות לחול מגבלות על התאמת הסביבה למערכת החדשה. ואולם, היתרונות הפיננסיים והאקולוגיים המובהקים של הפחתת צריכת האנרגיה לצורכי חימום יכולים לספק בסיס מנומק לתכניות שדרוג.

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

היתרונות הפיננסיים מתחילים להצטבר מרגע ההתקנה. משאבות חום מחזיקות עד 25 שנה, והחזרת ההשקעה תגיע בתוך חמש שנים או פחות.^{xxv}

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

כמו בתחומים אחרים, חשוב לבחור את הטכנולוגיה הנכונה של משאבת חום עבור יישום נתון ולשקול אם כדאי להוסיף אגירת חום תרמית למערכת.^{xxvi}

מה אומרים המומחים?

עם משאבות חום, "מכניסים יחידת חשמל אחת ומקבלים שלוש יחידות חום בצד השני, ממש פעולת קסם מדהימה", אומר קווין ליין מ-IEA.

מידע נוסף

קראו את נייר העמדה "שימוש ב-AI לאופטימיזציה של זרימת האנרגיה בסביבה בנויה", מ-BrainBox AI:
<https://brainboxai.com/en/white-papers/using-artificial-intelligence-to-optimize-the-flow-of-energy-through-the-built-environment>.

פעולה 9: התקנת מערכות חכמות לניהול מבנים

הסביבה הבנויה אחראית ל-40% בקירוב מכלל צריכת האנרגיה ול-30% מפליטות גזי החממה הגלובליות, על פי תכנית הסביבה של האו"ם.^{xxvii} מבחינת התעשייה אולי אין זה מפתיע, מכיוון שמבנים והתשתיות הקשורות בהם לעתים רחוקות מתוכננים מלכתחילה מתוך מחשבה על התייעלות אנרגטית.

לעומת זאת, מפעלים, מחסנים ומבני תעשייה אחרים, לצד נכסים נלווים כמו תאורה ומערכות חימום, אוורור ומיזוג (HVAC), בנויים בדרך כלל במפרט שחותר להפחית את ההשקעות ההוניות, לרוב על חשבון היעילות. המשמעות היא שקיים מרחב גדול לחיסכון עלות ורווחי התייעלות באמצעות התערבויות פשוטות יחסית, שיחזירו את ההשקעה במהירות יחסית. התקנת בידוד נכון למבנה היא אולי אחת הדרכים המהירות והחסכוניות להשיג חיסכון באנרגיה.

מפעלי תעשייה יכולים לחסוך אנרגיה ועלויות על ידי התקנת מערכות דיגיטליות לצורך בקרה על מערכות ה-HVAC, התאורה, ההצללה וכן הלאה. מערכות אלה משתמשות על פי רוב בחיישנים, שקולטים מתי אנשים לא נמצאים בסביבה ומגיבים בהתאם, למשל על ידי עמעום או כיבוי אורות וסגירת חלונות והצללות להפחתת בזבז האנרגיה למינימום.

מערכות HVAC אחראיות ל-50% מכל צריכת האנרגיה במבנים מסחריים, 35% מהם בדרך כלל מתבזבזים, זאת על פי BrainBox AI, שותפה של ABB.^{xxviii}

במה זה כרוך?

מטרתה של מערכת ניהול מבנים ממוחשבת (או אוטומטית) (BMS) היא לנטר ולווסת את הנכסים החשמליים והמכאניים של המבנה, כמו מערכות חשמל, תאורה ואוורור.^{xxix}

בינה מלאכותית יכולה לשמש לניתוח דפוסי השימוש במבנה ולכוון את הטמפרטורות, כך שכמעט לא נדרש דבר מבחינת התערבות אנושית. השפעות דומות ניתן להשיג באמצעות שימוש במונים ותרמוסטטים חכמים כדי לכוון את התנאים הסביבתיים במבנה לצרכים של העובדים בזמן אמת, במקום להסתמך על חימום, קירור ואוורור שתמיד פועלים וגורמים לבזבז.

מה הן ההשפעות?

מערכת BMS עשויה באופן טיפוסי לשלוט ב-40% בקירוב מעומסי האנרגיה של בניין מסחרי, ושיעור זה עולה ל-70% אם המערכת כוללת גם תאורה.^{xxx} בהקשר התעשייתי, ההשפעה של BMS תהיה תלויה במידה שבה עומסי הבניין והתהליכים התעשייתיים מנוהלים בנפרד.

שילוב של בינה מלאכותית עם IoT תעשייתי יכול להפחית פליטות HVAC עד כדי 40% ולהקטין את עלויות האנרגיה ב-25% תוך הגברת נוחות הדיירים ב-60% והארכת חיי הציוד ב-50%.^{xxxi}

כמה זה עולה?

מחיריהן של מערכות BMS בארצות הברית נעים על פי פרסומים מ-\$26.91 עד \$80.73 למ"ר, בהתאם לגורמים כמו השימוש והגיל של הבניין, והאם מדובר בהתקנה חדשה או בשדרוג של מערכת קיימת. "מרבית

המתקנים התעשייתיים שנבנו אחרי שנת 2000 כוללים BMS כסטנדרט, אם כי מבנים ישנים יותר עדיין יזדקקו לשדרוג.^{xxxiii}

מערכות שמבצעות אופטימיזציה של HVAC יכולות להחזיר את ההשקעה בהן באפקטיביות. בניו יורק, לדוגמה, השימוש במערכות מסוג זה צפוי לסייע להימנע מהצורך בשדרוג מערכות של בניינים בלתי יעילים אנרגטית, בעלות של למעלה מ-20 מיליארד דולר.^{xxxiv} חלק מספקי הפתרונות גם מציעים מודלים של צריכה גמישה והסדרי "אפס השקעה", על ידי שיווק מערכות מבנה חכמות על בסיס מינוי (as-a-service), שבו משתמשי הקצה משלמים רק חלק מחיסכון העלות שהם מממשים.

כמה זה מורכב?

מורכבות ההתקנה של מערכת BMS תהיה תלויה במספר תתי-המערכות שהיא מכסה במבנה, כאשר פריסה מתקדמת יכולה לכלול יישומים כמו בטיחות אש ובקרת גישה, בנוסף ל-HVAC ותאורה. ברמת המשתמש, הרעיון ב-BMS הוא להקל על החיים, כמו לדוגמה על ידי כיבוי האורות ומערכות ה-HVAC כשאין אנשים בסביבה.

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

למרות שמערכות BMS אינן זולות, האוטומציה יכולה לספק תוצאות מיידיות עם כניסתן לפעולה. מחקרים מראים שהזמן עד להחזרת ההשקעה עבור מערכות ניהול אנרגיה בבניינים מסחריים התקצר מ-5.4 ל-0.7 שנים בתקופה שבין השנים 1977 – 2017.^{xxxv}

AI- (בינה מלאכותית) נדרש זמן מסוים כדי ללמוד את דפוסי השימוש בבניין ואז ליישם את הידע למיטוב הטמפרטורה, כך שרווחי התייעלות לא בהכרח יורגשו במלואם בחודשים הראשונים.

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

בעיה שכיחה ב-BMS היא שהתפקודיות המלאה של המערכת אינה מנוצלת, מה שמוביל לביצועים תת-אופטימליים ולהחזר מופחת על ההשקעה. כדי להתגבר על בעיה זו, חוקרים אומרים שחשוב להכניס בשיקולים את תהליך ההכנה לשירות, מעורבות משתמשים במפרט ה-BMS ותפיסות לגבי ביצועי החברה הספקית.^{xxxvi}

מה אומרים המומחים?

"הבנת הפרמטרים הנכונים של מערכת HVAC בסביבה תעשייתית איננה תהליך פשוט בגלל עומסי החום הכרוכים בכך", אומר גוגיסברג מ-ABB. "פעמים רבות רואים טעויות של אנשים, שמפעילים מערכות קירור בשיא הכוח והדלתות פתוחות מכיוון שהם לא מצליחים להכניס מספיק אוויר לתוך החדר".

רמת ההשפעה שניתן להשיג באמצעות טכנולוגיות כאלה תהיה שונה עבור כל מבנה, אולם היא עשויה להיות משמעותית. "אף מערכת איננה אופטימלית באופן מושלם כרגע", אומר קולאר מ-ETH Zürich.

מידע נוסף

קראו את נייר העמדה "שימוש ב-AI לאופטימיזציה של זרימת האנרגיה בסביבה בנויה", מ-BrainBox AI: <https://brainboxai.com/en/white-papers/using-artificial-intelligence-to-optimize-the-flow-of-energy-through-the-built-environment>.

Report Partner



פעולה 10: העברת נתונים לענן

הביקוש לשירותים דיגיטליים גדל במהירות. רבות מההזדמנויות להתייעלות אנרגטית שהוצגו בדו"ח זה מסתמכות על אחסון נתונים מסיביים וכוח מחשוב גדול כדי להפיק תובנות ממידע תפעולי. אך אחסון ושימוש בנתונים כרוך בצריכת אנרגיה. השימוש בחשמל בחוות שרתים (DATA CENTERS) גלובליים ב-2021 עמד על TWh 220-320, שהם בסביבות 0.9-1.3% מהביקוש הגלובלי הסופי לחשמל. זה לא כולל אנרגיה המשמשת לכריית מטבעות קריפטו, שהסתמכה בכמות נוספת של TWh 100-140 בשנת 2021.^{xxxvii}

הביקוש העולמי לעיבוד מידע גדל במהירות, ולא סביר שהוא יפחת בזמן הקרוב – אם כבר, להפך. מסיבה זו, התעשייה הטכנולוגית מתמקדת בהתייעלות אנרגטית באופן משמעותי. היא הצליחה להשיג רווחי התייעלות מרשימים באמצעות תפיסות כמו וירטואליזציה של שרתים ומחשוב ענן.

התייעלות נוספת התקבלה באמצעות מערכות HVAC יעילות אנרגטית מנועים, וסתי מהירות וניצול עודפי חום מחוות שרתים – כל ההזדמנויות שהוצגו בדו"ח זה. ארגוני תעשייה שמחפשים לשפר את ההתייעלות האנרגטית שלהם יכולים להתחבר לכל אחד ממקורות הרווח הללו, הקשורים לשימוש חכם יותר בנתונים ובניהול מבוסס ענן.

במה זה כרוך?

העברת נתונים אל הענן היא תפיסה מרכזית, הרוותמת מידע אודות נכסים ותהליכים תעשייתיים ומיישמת שיטות אנליטיות כדי להשיג תפעול אופטימלי של מערכות ושל כמות החשמל שהן צורכות. מחקרים מראים, בנוסף, כי מרכזי נתונים בענן הם בעצמם יעילים בשיעור של יותר מ-90% בצריכת אנרגיה לעומת גישות של מחשוב במתקני התעשייה עצמם.^{xxxviii}

התפיסה של 'ריבוי דיירים' (Multitenancy) מאפשרת למשאב מחשב יחיד לשרת לקוחות רבים בו-זמנית, מה שמגדיל דרמטית את שיעורי הניצול. שרתים מקומיים בבעלות פרטים לרוב חסרים את הבינה ואת רכיב ה-Hypervisor של מערכות ענן מתקדמות, וכתוצאה מכך מוחזקים על פי רוב במצב "פועל תמיד" שמבזבז חשמל, אפילו כאשר השימוש ביישום הוא באופן מזדמן בלבד.

וירטואליזציה משמעה שמייצרים (וקונים) פחות שרתים כדי לטפל באותו עומס עיבוד. בנוסף, מפעילים רבים של מרכזי נתונים, במיוחד שחקני ענן בקנה מידה גדול וספקי אירוח שרתים, הם בין המשתמשים המתקדמים ביותר של מקורות אנרגיה מתחדשת בתמהיל האנרגיה שלהם.

מה הן ההשפעות?

המעבר מעיבוד מידע מנוהל פרטית במתקני החברה לחוות שרתים מבוסס ענן מציע שלל הזדמנויות להתייעלות אנרגטית. היתרונות לגודל המזהים עם מרכזי נתונים יכולים להיות משמעותיים במונחי עלות. ספקי ענן גם מכירים בכך שקירור חוות שרתים הוא אחת ההוצאות התפעוליות הגדולות ביותר בעסק שלהם, אם לא הגדולה ביותר, והם פועלים באגרסיביות כדי להשיג שיפורי התייעלות אנרגטית.

כמה זה עולה?

היכולת לצרוך תפקודי אחסון ומחשוב על בסיס שירות (as-a-service) משמעה שבמקום השקעות הוניות, ארגונים יכולים להשתמש באותם כספים להוצאות תפעול משתנות וליהנות מהגמישות והיתרונות הפיננסיים המתלווים לכך. אף שהעלויות הראשוניות עשויות לגדול (לדוגמה, כאשר ארגון נוקט גישה "היברידית", כך שהוא מקיים חוות שרתים פרטי לצד עבודה עם ספק שירות מצד שלישי), הסדרי ענן מספקים באופן עקבי עלות בעלות נמוכה יותר לאורך זמן.^{xxxix}

כמה זה מורכב?

העברת עומסי העבודה הממוחשבים וניהול הנתונים אל הענן היא מהלך פשוט יחסית עבור מרבית הארגונים. אפשר להעביר את עומסי העבודה הממוחשבים באמצעות פעולה פשוטה של רכישת מינוי לשירות ענן, ואילו בחלק ממקרים יהיה צורך בהתקנה יקרה ומעורבת יותר, בדרכי כלל בעזרת שותף טכנולוגי.

תוך כמה זמן נראה תוצאות?

מרבית הארגונים יכולים לצפות לראות יתרונות מיידיים במישור ההתייעלות האנרגטית. היקף הרווחים יהיה תלוי בגורמים כמו מספר השרתים בשימוש, כמויות הנתונים הכוללות ועוצמת המחשוב הנדרשת ליישומים.

מה הם הגורמים החיוניים להצלחה?

יעילות צריכת החשמל – PUE (Power usage effectiveness), שהיא כמות האנרגיה המנוצלת בסופו של דבר למחשוב, היא אולי הממד החשוב ביותר בתכנון חוות שרתים, שמבליט את חשיבותה של היעילות לתחום תעשייה זה.

דרכים לשיפור ה-PUE כוללות כיבוי ציוד טכנולוגי במצב בלתי פעיל, וירטואליזציה ואיחוד של שרתים ואחסון, ניהול חלוקת החשמל במתחים גבוהים יותר, שימוש בשבבים יעילי אנרגיה ופונקציות ניהוליות, והתקנת מערכות אל-פסק יעילות.^{xl}

שיפור בתכנון חוות שרתים יכול לשפר יעילות באופן דרסטי, ונתונים מהתעשייה מראים כי עוצמת המחשוב עלתה ב-550% בין השנים 2010 עד 2018, לצד עלייה בייצור האנרגיה שאינה עולה על 6.6%^{xli}. אך אפילו חברות שיש להן את המשאבים להטמעת מאפיינים של תכנון מרכז נתונים חכם, כמו קירור חכם, עלולות להתקשות להגיע לווירטואליזציה של שרתים ורשתות ברמת היעילות המתקבלת מקנה המידה הענק של שירותי הענן.

מה אומרים המומחים?

"פלטפורמת המחשוב בענן שלנו, Microsoft Azure, יכולה לסייע לכם לחסוך עד 93% מצריכת האנרגיה והיא מספקת יעילות פחמנית גבוהה עד 98% יותר מפתרונות במתקני החברה", אומר כריסטוף פבלובסקי, דובר תעשייה לקיימות ב-Microsoft, על סמך מחקר.^{xlii}

מידע נוסף

ראו את דוח ה-IEA "מרכזי נתונים ורשתות העברת נתונים". קראו כאן עכשיו:
<https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>.

תחזית ומסקנות

אף שהשפעתם הכוללת של רוחי יעילות עשויה להשתנות במידה רבה ממגזר תעשייה אחד למשנהו, ההזדמנות להפחתת עלויות ופליטות מזהמים היא משמעותית וברובה אינה זוכה לתשומת לב ראויה. ממשלות רבות גם מציעות תכניות תמריצים להתייעלות אנרגטית בתעשייה, שיכולות לסייע בהאצת אימוצם של החידושים הרלוונטיים.

על פי ה-IEA, עוד נכונה לעולם התעשייתי עבודה רבה; ההתייעלות האנרגטית עדיין אינה מתקדמת די הצורך כדי לעמוד ביעד של אפס פליטות עד 2050^{xliii} כפי שנקבע בהסכם פאריז מ-2015. "זה הזמן להשקיע בהתייעלות אנרגטית", אומר קווין ליין מ-IEA.

בזמן שהתעשייה בוחנת מהי הדרך הטובה ביותר להתמודד עם האתגר הכפול של הפחתת הפליטות הפחמניות ורמת מחירי האנרגיה, חשוב להסביר כי ההתייעלות האנרגטית ראויה למקום בולט הרבה יותר באג'נדה של תאגידים תעשייתיים. אלמנט חשוב במימוש רוחים מהתייעלות אנרגטית הוא העצמת כוח העבודה התעשייתי לנצל את החידושים הרלוונטיים בתחום.

הדרכה ותמרוץ של עובדים להעמיד את ההתייעלות האנרגטית במקום גבוה בסדר העדיפויות ולהשתמש בטכנולוגיות זמינות חייבים אפוא להיות חלק מגישה מערכתית להפחתת צריכת האנרגיה. ברמה הכללית יותר, ארגונים שבוחנים את האפשרויות העומדות לרשותם במענה לשינוי האקלימי ולעלייה במחירי האנרגיה, עומדים בפני ארבעה מסלולים אפשריים:

- **הפחתת צריכת האנרגיה על ידי הפחתת הייצור.** במרבית הכלכלות המפותחות, עם זאת, גישה כזאת תוביל קרוב לוודאי לצמצום הפעילות הכלכלית ולירידה ברמת החיים, תוצאה שקרוב לוודאי תעורר אתגרים חברתיים ופוליטיים.
- **מעבר למקורות אנרגיה מתחדשים.** זה כבר קורה, אם כי בקצב שככל הנראה לא יביא למימוש יעדי האקלים הגלובליים בזמן הנדרש. בתעשיות עם קושי אנרגטי ממשי, שינוי מבני של מערכת האנרגיה ייקח קרוב לוודאי עשרות שנים.
- **שימוש מורחב במודלים עסקיים מעגליים.** גישה זו תוכל להפחית את פליטות המזהמים מרכישת חומרי גלם ולשמר את משאבי העולם, אך היא לא תיתן מענה לפליטות שנובעות משימוש באנרגיה – ולוח הזמנים ליישום מודלים מעגליים גם הוא קרוב לוודאי יימדד בעשרות שנים.

- **התייעלות אנרגטית.** גישה זו מאפשרת לתעשייה לפעול במידה רבה כפי שעשתה עד כה, תוך שמירת הפרודוקטיביות והרווחיות אך בעלויות נמוכות יותר ותוך הפחתה משמעותית של פליטות מזהמים. כפי שהראה דו"ח זה, אמצעי ההתייעלות ניתנים להטמעה במהירות, עם תוצאות מיידיות.

הפחתת השינוי האקלימי תחייב ללא ספק את התעשייה להפעיל את כל האסטרטגיות הללו בדרגות משתנות, אך התייעלות אנרגטית בולטת כאחת האפשרויות שיכולה להניב את התוצאות המשמעותיות ביותר בזמן הקצר ביותר ועם החסרונות המועטים ביותר. הטכנולוגיות הנדרשות להגברת נצילות האנרגיה זמינות כיום, ומחירי האנרגיה הנוכחיים בחלק מהמקומות בעולם תורמים להצדקה העסקית ליישומן באופן דחוף מתמיד.

"לעתים אנו חושבים שעשינו מספיק", אומר מורטן וירוד מ-ABB. "אך הטכנולוגיה התפתחה מאוד במהלך 10 השנים האחרונות. היא פתחה דלת חדשה להתייעלות אנרגטית. הטכנולוגיה שאנו צריכים כבר קיימת – והזמן להטמיע אותה הוא עכשיו."

מקורות

ⁱIEA Key World Energy Statistics 2021: Final consumption. Available at <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021/final-consumption>.

ⁱⁱibid.

ⁱⁱⁱIEA, World Energy Outlook 2022.

^{iv}The R Group website: ENERGY AUDITING. Available at <https://thergroupplc.com/services/energy-consulting/energy-auditing-service/>.

^vASHRAE: Technical FAQ. Available at <https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Technical%20FAQs/TC-07.06-FAQ-95.pdf>.

^{vi}The R Group.

<https://new.abb.com/news/detail/87544/new-abb-study-on-industrial-transformation-unveils-critical-relationship-between-digitalization-and-sustainability>

^{vii}Bob Shively, Enerdynamics, 2017: How Much Primary Energy Is Wasted Before Consumers See Value from Electricity? Available at https://www.enerdynamics.com/Energy-Curents_Blog/How-Much-Primary-Energy-Is-Wasted-Before-Consumers-See-Value-from-Electricity.aspx.

^{ix}Fernando Ferreira and Anibal de Almeida, IEEE Industry Applications Magazine, January/February 2018: Reducing Energy Costs in Electric-Motor-Driven Systems.

^xDanielle Collins, Motion Control Tips, March 9, 2020: <https://www.motioncontroltips.com/what-are-international-efficiency-standards-for-motors-and-gearmotors>.

^{xi}Omdia, 2020: Motor-driven Equipment Research Package.

^{xii}P. Waide and C.U. Brunner, International Energy Agency working paper, Paris, 2011: Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems.

^{xiii}Australian Government Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, 2022: Motors and variable speed drives. Available at <https://www.energy.gov.au/business/equipment-and-technology-guides/motors-and-variable-speed-drives>.

^{xiv}ABB, January 2021.

^{xv}ABB, January 2021.

^{xvi}Honey Electric website: Are Energy Efficient Motors A Good Investment? Available at <http://hoveyelectric.com/hovey-electric-power-blog/bid/64122/How-to-Determine-if-Your-Motor-is-Energy-Efficient>.

^{xvii}ibid.

^{xx}ABB, June 2022.

- ^{xix} Jason Deign, *Foresight Climate & Energy*, June 28,2022: A new direction for transport electrification. Available at <https://foresightdk.com/transport-new-direction/>.
- ^{xx} ABB, June 2022.
- ^{xxi} Alfa Laval, 2022:5 Reasons to use plate-and-frame heat e'changers instead of shell-and-tube. Available at <https://www.alfala-val.com/microsites/gphe/tools/gphe-vs-shell-and-tube/>.
- ^{xxii} IEA World Energy Outlook.
- ^{xxiii} Reuters Events, June 2022: The Ne't Frontier: Decarbonising Industrial Heat.
- ^{xxiv} Made in China: Industrial Heat Pump Price. Available at <https://www.made-in-china.com/price/industrial-heat-pump-price.html>.
- ^{xxv} Termo-plus, May 4, 2019: What is the life expectancy of heat pumps? Available at <https://termo-plus.com/blog/life-expectancy-of-heat-pumps/>.
- ^{xxvi} Araner, 2021: Heat pumps key success factors. Available at <https://www.araner.com/blog/heat-pumps-key-success-factors>.
- ^{xxvii} <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/sustainable-buildings>
- ^{xxviii} iBrainBox AI website, 2022: Making buildings smarter, greener, and more efficient. Available at <https://brainboxai.com/en>.
- ^{xxix} Md. Faruque Hossain, Chapter Seven - Best Management Practices, Sustainable Design and Build, Butterworth-Heinemann, 2019, Pages 419-431, ISBN 9780128167229. Available at www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128167229000070?via%3Dihub.
- ^{xxx} Ibid.
- ^{xxxi} BrainBox AI.
- ^{xxxii} Mid-Atlantic Controls, July 13,2021: How Much Does a Building Automation System Cost? Available at <https://info.midatlanticcontrols.com/blog/how-much-does-a-building-automation-system-cost>.
- ^{xxxiii} Hossain, 2019.
- ^{xxxiv} Bloomberg, July 13,2022: BrainBox AI Named a Qualified Vendor by NYSEERDA for its Real-Time Energy Management + Tenants Program. Available at <https://www.bloomberg.com/press-releases/2022-07-13/brain-box-ai-named-a-qualified-vendor-by-nyserda-for-its-real-time-energy-management-tenants-program>.
- ^{xxxv} Chin-Chi Cheng and Dasheng Lee, *International Journal of Energy Research* 42(1), July 2018: Return on investment of building energy management system: A review. Available at https://www.researchgate.net/publication/326686419_Return_on_investment_of_building_energy_management_system_A_review.
- ^{xxxvi} Gordon Lowry, *Building Services Engineering Research and Technology* 23(1):57-66, April 2002: Factors affecting the success of building management system installations. Available at

https://www.researchgate.net/publication/239405511_Factors_affecting_the_success_of_building_management_system_installations.

^{xxxvii} <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-network>

^{xxxvi} <https://www.spiceworks.com/tech/cloud/guest-article/how-the-cloud-drives-sustainability/>

^{xxxix} <https://blogs.gartner.com/marco-meinardi/2018/11/30/public-cloud-cheaper-than-running-your-data-center/>

^{xi} Chris Loeffler, *Buildings*, May 1, 2008: 10 Ways to Save Energy in Your Data Center. Available at <https://www.buildings.com/feature/article/10192816/10-ways-to-save-energy-in-your-data-center>.

^{xii} Sebastian Moss, *Data Center Dynamics*, February 27, 2020: Huge data center efficiency gains stave off energy surge - for now. Available at <https://www.datacenterdynamics.com/en/analysis/huge-data-center-efficiency-gains-stave-energy-surge-now>.

^{xiii} Microsoft, 2018: *The Carbon Benefits of Cloud Computing: a Study of the Microsoft Cloud*. Available at <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=56950>.

^{xiii} IEA tracking report, September 2022: *Energy Efficiency*. Available at <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency>.