

[גור חלון](#)



מינוף התייעלות אנרגטית מחייב תקינה מתואמת ומנגנון הטבה רגולטורי

תחום ההתייעלות האנרגטית מובנה על ערך מוסף כלכלי וכוח השוק אינו מספיק להתניע תהליכים יישומיים

16/8/11

מאת: ד"ר עופר אלון מומחה בין לאומי להתייעלות אנרגטית ובקרת אקלים

תחום ההתייעלות האנרגטית מובנה על ערך מוסף כלכלי, כאשר התוצאה המתבקשת היא על פי רוב חיסכון באנרגיה חד משמעי, כן! מצוין, לא? לא נחשב... במידה רבה זהו גם הפרדוקס של העוסקים בתחום, מטבע הדברים לעיתים רבות יתכן אף ניגוד אינטרסים בין הצד הטכנולוגי לצד הכלכלי, לכל אחד האינטרסים שלו המכנה המשותף הוא הרווח הכלכלי.

אומנם ללא רווח כלכלי אין הצדקה קיומית בעולם העסקי, אולם במקרה זה הרגולאטור/ממשל תפקיד חשוב בדברון פעילויות "פחות כלכליות" ואם זאת בעלות השפעה משמעותית על רמת משק האנרגיה, בנקודה זו הכדאיות הכלכלית מקבלת מפנה להחלטה גורפת הרבה מעבר לרמת עקרת הבית. במדינות מתקדמות רבות, מפעיל הרגולאטור מנגנון תמיכה שללא ספק תורם להגדלת ההשפעה של תחום ההתייעלות האנרגטית על חיי היום יום ומטבע הדברים גם של העוסקים בנושא. אם כן, לא רק "עסקים באוויר" אלא ואולי בראש ובראשונה צריך הרגולאטור לספק לעוסקים בנושא במה ראוייה לפעול מתוך עשייה עסקית (יכולת להרוויח לאורך זמן) וחדוות יצירה לשמה.

המדינה צריכה לדרבן אנשי מקצוע לעסוק בתחום ההתייעלות האנרגטית, ואפילו שבשלב הראשון היא עלולה להידרש לממן את הכשרתם, זה עדיין ישתלם. בסופו של יום, איש מקצוע מהשורה הראשונה ישפיע ויתרום מניסיונו המצטבר לסביבה ולפעילות בה הוא מייצר, זהו תחילתו של מחזור ההצלחה...

נושא האנרגיה עלה לכותרות ובצדק, אחד הדיונים המעניינים בהם השתתפתי בוועידת חיסכון באנרגיה שהתקיימה השנה בביג'ין, נסב על צמד המילים "חיסכון באנרגיה", מה באמת המשמעות שלהם? האם מדובר במשפט (אמירה) העומד בפני עצמו? כיו"ר המשלחת הישראלית וכמי שהוביל את הדיון, ציינתי לתפיסתי שצמד המילים "חיסכון באנרגיה" בפני עצמו אינו מייצג הליך אופרטיבי אלא מטרה מתבקשת ולכן אינו יכול לבטא סוגיה יישומית, בפועל מדובר בתוצאה מובהקת (כן או לא) הנמדדת ביחס לשיפור מצב נתון / התחלתי (נקודת הייחוס). מכיוון שכך, הדרך להגשמת המטרה חייבת להיות מובנית על תהליכים סדורים, כאלה המושתתים על:

✓ תכנון ראשוני מוכוון ליעילות מתמשכת (לאו דווקא רק אנרגטית)

✓ בחינה מתמשכת של המבנה / מעטפת על נגזרותיו השונות

✓ ניהול מושכל של אלמנטים תפעוליים

✓ אחזקה ותחזוקה מונעת (אופטימיזציה) ועוד...

אם כן, מטרת היעד של הרגולאטור צריכה להיות דירבון אנשי המקצוע להכניס תוכן אמיתי למושג "חיסכון באנרגיה", להפסיק להשתמש בו כעוד סלוגן טרנדי המתווסף לסל גדוש ומלא כרימון, לא עוד מסרים חסרי עמוד שדרה אלא להתמקד במעשים מלאי תוכן ומשמעות.

בכתבת המשך זו מסביר ד"ר עופר אלון לגלובס, מומחה בין לאומי להתייעלות אנרגטית ובקרת אקלים אשר מוביל מזה שנים מגוון פעילויות בנושא התייעלות אנרגטית, כתב את טיוטת התקן לניהול אנרגיה מטעם מכון התקנים ומשרד התשתיות ומשמש כיו"ר המשלחת הישראלית לחיסכון באנרגיה ב- ISO העולמי, כיצד ניתן להיעזר בתקן לניהול אנרגיה ולהוביל את משק הבית וכל ארגון להפחתת צריכות האנרגיה השונות.

מערכות מיזוג אוויר

באם נתייחס לעובדה כי מערכות מיזוג האוויר "תורמות" בממוצע כ- 60% ומעלה משיעור האנרגיה הנצרכת בבנייני משרדים, נוכל להבין את המשמעות של התייעלות אנרגטית ולו רק מהפרמטרים הכלכליים בלבד. חשוב לאבחן שמתקני מיזוג אוויר נדבך מוביל מסך צרכני האנרגיה אליהם יתווספו: מערכות התאורה; הסקה[1]; חימום מים לרחצה; מכשירי חשמל שונים; גז בישול וכדומה. לאור זאת על-פי הערכות שיעור האנרגיה הנצרכת בבניינים תורם [2] בממוצע 25%-40% מסך התחממות כדור הארץ, נתון זה ילך ויגדל שכן מערכת מיזוג האוויר מהוות כיום חלק מסל מוצרי הבסיס ברוב מדינות העולם המערבי (אין המדובר בעוד מוצר מותרות).

לאור ההאטה הבולטת בפעילות הכלכלית ברוב מדינות העולם המערבי לה אנו עדים לאחרונה, ייעול אנרגטי הופך לצורך קיומי והופך בהדרגה לנדבך חשוב בתחום הבנייה. ייעול אנרגטי כקונספט מעשי חייב לקבל ביטוי בהליכי התכנון והניהול השונים בכל ארגון, עליו להתבטא באופן ישיר בשמירה על רמת נצילות אנרגטית גבוהה, אותה מתרגמים לצמצום הפער הקיים בין צריכת האנרגיה בפועל לבין היכולת להפחית צריכה/ביקוש שוטף של צרכנים משמעותיים באמצעות התייעלות אנרגטית. נדבך נוסף בנושא התייעלות אנרגטית בה לידי ביטוי בצמצום פליטות מזהמים ופחמן דו-חמצני לאטמוספירה. העלאת המודעות לנושא מחייבת על פי רוב מעורבות ממשלתית לעידוד ותגמול למשתמש בטכנולוגיות מתקדמות לייעול אנרגטי.

התייעלות אנרגטית בבניינים

ענף הבניין הוא אחד הענפים הכלכליים הגדולים במדינות המערביות (מהווה 15%-5% מן התל"ג במדינות אלה), הוא אף מספק 10%-5% מן התעסוקה הכללית בהן, בנוסף יש לו השלכות משמעותיות צריכת שיאי הביקוש, על איכות הסביבה בין השאר בפליטת פחמן דו-חמצני בגין צריכת אנרגיה, בייצור פסולת בניין[3] ובזיהום תוך-מבני[4]. נתון זה כשלעצמו יחייב מעבר לגישת התייעלות שכלול כמובן התייעלות אנרגטית תחת מעטפת החיסכון באנרגיה.

מבחינת המצב הנתון במשקי האנרגיה במדינות המתפתחות עולה כי **קיים פוטנציאל לא ממומש של ייעול אנרגטי בבניינים**. כך למשל, על-פי הערכות, באוסטרליה יש פוטנציאל של צמצום ברמה של כמעט 12% מצריכת אנרגיה בבתי מגורים; בארה"ב מעריכים כי פוטנציאל החיסכון עומד על כ- 20% ואף יותר. ניתן לראות כי קיים פער של 6.3% [8] בין היעילות האנרגטית הפוטנציאלית ליעילות בפועל מכונה "פער היעילות האנרגטית" (energy efficiency gap) [9]. הערכה היא כי הפער נובע מרצון היזמים לצמצם את עלויות הבנייה קצרות הטווח ובשל נטייתם שלא להשקיע באמצעים לייעול אנרגטי (הנושא נתפס כתוספת לעלויות הבנייה – במידה מסוימת יש צדק בדבר באם ליזם אין קשר/ערך מוסף לחיסכון לאורך זמן).

חשוב לציין כי חוסר התייחסות לאלמנטים ייעודיים להתייעלות אנרגטית/חיסכון באנרגיה גורם לעלייה ניכרת בעלויות השימוש המצטברות ולבלאי המואץ לאורך השנים. תקן מחייב לניהול אנרגיה יאפשר להגדיר יעדים ומטרות ברורות מימוש כחלק מכלי המדיניות ברמת הארגון וברמת הרגולאטור. יישום התקן הלכה למעשה, יאפשר להגדיר מטרת יעד מרכזית והיא **צמצום "פער היעילות האנרגטית"**.

המודעות לנושא הירוק נמצאת במגמת עלייה ברורה, כך צריכה להיות גם ההבנה בתחום ההתייעלות האנרגטית במקביל לעלייה בכדאיות הכלכלית ליישומה. ככל שנתמיד ונשכיל ליישם פרויקטים מוכחים של התייעלות אנרגטית, תעלה הדרישה מלקוחות הקצה ליישום. חשוב שנוא ההתייעלות יקבל ביטוי ישיר בשמירה על רמת נצילות גבוהה, אותה כאמור מתרגמים לצמצום הפער הקיים בין צריכת האנרגיה בפועל לבין היכולת להפחית צריכה באמצעות התייעלות אנרגטית. נדברך נוסף מקבל ביטוי בצמצום פליטות מזהמים ופחמן דו-חמצני לאטמוספירה. העלאת המודעות לנושא מחייבת על פי רוב מעורבות ממשלתית לעידוד ותגמול למשתמש בטכנולוגיות מתקדמות ליעול אנרגטי.

להלן שלושה סוגים של "כלי מדיניות" לקידום היעול האנרגטי בבניינים:

- **כלים כלכליים** – סובסידיות והלוואות בתנאים מועדפים, במגמה להוזיל הוצאות מיידיות על יישום שיטות ליעול אנרגטי ומיסים סביבתיים, וכל מה שתורם לעלייה בעלות השימוש באנרגיה. חשוב להבין, כי סובסידיות והלוואות עשויות לעודד צרכנים להשקיע באמצעים ליעול אנרגטי, אולם הן מותנות בקיומם של מקורות מימון, עלותן גבוהה ויש בהן סכנה של בזבז משאבים על מי שהיו נוקטים צעדי יעול אנרגטי גם בלא סיוע ממשלתי. מסים סביבתיים אינם נתונים למגבלות האלה, אולם הניסיון מלמד שצפויים קשיים בהטלת מס בשיעור גבוה די הצורך לחולל את השינוי הסביבתי המבוקש.
- **כלי רגולציה** – יתרונם של כלים אלו הוא שהם מציבים סטנדרטים בסיסיים מחייבים ליעילות אנרגטית. חסרונם הוא התנגדות של קבוצות אינטרס להצבת תקנים מחמירים, וכן הוצאות גבוהות שרגולציה מצריכה – בייחוד כאשר משתמשים בתקנים תפקודיים (תקנים הקובעים רמה מחייבת של יעילות אנרגטית) המצריכים בדיקות שטח יקרות במיוחד.
- **כלי אינפורמציה** כוללים תווי-איכות ירוקים למיניהם וסקרי אתרים/שטח. אמצעים אלו עשויים להגביר את המודעות לחשיבות היעילות האנרגטית של בניינים, וכן לסייע לאותם לקוחות המבקשים לרכוש או לשכור נכסים בעלי מאפיינים סביבתיים משופרים בקבלת המידע הנחוץ להם למטרה זו.

עם הפנים לעתיד

רבים מתחילים להפנים את השינוי הנרקם לא עוד שם מותג, אלא חישובי עלות/תועלת המחייבים מעבר הדרגתי לטכנולוגיות מתקדמות, כאלו המשפרות את נצילות המערכות ומקטינות את עלויות התפעול ואת הבלאי המואץ. תחום מיזוג האוויר יכול לשמש מודל להתייעלות, שכן אנו עדים לתחיקה מחייבת והגברת האכיפה בנושא קררים (גזים) ידידותיים לסביבה (HCFC), עובדה זו מוסיפה אלמנט נוסף ומהותי ביותר המחייב את החברות להתעדכן (כתחליף למשפחת קררי CFC) וליישם את השינויים המתבקשים (מבחינה מדעית ניאלץ להתמתין כחמישים שנה כדי לדעת אם המעבר לקררים החלופיים מהווה פתרון למניעת הנזקים הסביבתיים ולשכבת האוזון).

מטבע הדברים מערכות מיזוג האוויר צפויות להיות חכמות ומתקדמות יותר מבעבר, כך גם מערכות האחזקה, הגישה לתחזוקה מונעת ולהתייעלות האנרגטית / שימור אנרגיה ובזה כנראה תסתכם פריצת הדרך המיוחלת. הקדמה הטכנולוגיה תאפשר הוזלת עלויות והפשטת תהליכים, אם זאת יש למנוע ירידה ברמת הציוד בד בבד עם הקטנת העלויות הנגזרת מרמת התחכום והנצילות הגבוהה של המערכות.

להלן ממספר נושאים המדגישים את הקו המנחה להתייעלות אנרגטית, אותם ניתן לייחס לשימוש באמצעים פשוטים יחסית בדרך ליישום התייעלות אנרגטית באמצעות פתרונות היסכון ושימור אנרגיה:

- תכנון הבניין תוך התחשבות בהיבט האנרגטי

- תכנון ראשוני ובחירת ציוד בהתחשב במכלול תנאי התכנון הנדרשים ובמצע האנרגטי הנתון
- אפיוני ביצוע לשיפור מבנים קיימים
- שיפור ושדרוג מתקנים קיימים.
- הגדרת נוהלי תפעול שוטף תוך הקפדה על נוהלי צריכה חסכוניים
- תכנון ויישום אחזקה מונעת
- ישום שיטות אלטרנטיביות ובכללן: קוגנרציה, תאים סולאריים, תאים פוטו וולטאים, טורבינות רוח, ניצול חום שיורי ועוד.

חשוב להבין, למרות שיש בנמצא מערכות בקרה "משוכללות" המפעילות לכאורה את ציודי הקצה באופן מבוקר ומדויק יותר מבעבר, עדיין חובה לאפיין את פעולתן ולשמר את תפעולן האופטימאלי לאורך זמן. יש לוודא כי אופיין העבודה יתבצע לפי הגדרות היצרן בהתאמה לתנאים האקלימיים הקיימים ולא המשוערים, שכן כל סטייה מהקו המנחה הטכנולוגי תגרום לבזבז אנרגטי ולהקטנת אורך חיי המוצר.

אופי התכנון הראשוני ישליך על היעילות האנרגטית לאורך זמן, נתון זה חשוב במיוחד בתחום מיזוג האוויר, שכן בנוסף לדרישה לתפקוד אופטימאלי ברמה אלקטרו-מכאנית עליו להיות מותאם לאופיין העבודה המתבקש. על פי רוב אין צורך בהגדלת תפוקה בלא סיבה נהירה אלא בהגדרת אופיין העבודה באופן מתואם (לדוגמא: תנאי טמפרטורה פנים מבנית, רמת לחות יחסית וכו')

במגמה להקטין את האנרגיה המושקעת, יש למצות שיטות עבודה חדשניות, לעמוד בתקנים מחייבים ובעיקר להבהיר יעדים למשתמש הסופי.

אם כן, הקו המנחה בהתייעלות אנרגטית חייב להתבסס על הקטנת היתכנות לנזקים עתידיים (הקטנת רמת בלאי, השבתות שבר וכו'), זאת ועוד במגמה להביא לשיפור הרווחיות (ירידת עלויות תפעול נגזרת מתוספת לרווחיות בסופו של יום) הכוללת של כל הצדדים.

כדאיות כלכלית

הכדאיות הכלכלית של השקעות בהתייעלות אנרגטית משתנה במידה רבה בשלב הביצוע של הפרויקט.

אם מדובר במבנה חדש לפני הקמתו, הרי בראש ובראשונה ניתן לצמצם את צריכת האנרגיה שלו על-ידי השקעות קטנות יחסית, וכמו כן להקטין את גודל המערכת בהתאם לכך. שונה המצב כאשר הסתיימה הקמת המבנה ועדיין לא הותקנה בו המערכת, כי במצב זה ההשקעות נעשות כבדות יותר וכדאיותן יורדת, אבל עדיין יש אפשרות לחסוך בגודל המתקן.

לעומת זאת, באם התקנת המערכת הסתיימה הרי שההשקעות לחסכון יבחנו אך ורק לאור החיסכון האנרגטי שיושג. לכן עדיף, כמובן, שהנושא האנרגטי ייבחן לפני הקמת המבנה, כבר בשלבי התכנון המוקדמים.

ומה בכל זאת נעשה?

צמיחת נושא הבנייה הירוקה מתחיל להתחבר לאחרונה לנושא התייעלות, החל משנת 2000 קונספט הבנייה הירוקה צמח במהירות בארה"ב, לפי פרסומי ה-LEED (מעל 13,000 פרויקטים רשומים, כ-1,000 מאושרים) ולפי התוכנית הפדראלית לחיסכון באנרגיה STAR ENERGY (כ-200,000 בתים חדשים מאושרים רק ב-2006). לעומת זאת באיחוד האירופאי קצב צמיחת הבניה הירוקה יותר איטית, הערכה היא בקרוב יכנס הנושא לתאוצה מתוקף התקנות הלאומיות הנגזרות מהדירקטיבה לביצועים אנרגטיים בבניינים (EPBD). בישראל בנקודת זמן זו נושא הבנייה הירוקה (ע"פ ת"י 5281) מגבה הליך רכישת ציוד יעיל יחסית מבלי שיתייחס לנושא התייעלות אנרגטית לאחר קבלת אישור האכלוס.

מערכת ניהול אנרגיה המותאמת לארגון תאפשר להגדיר ולתעד את נושא ההתייעלות כחלק ממטרות היסוד של הארגון.

בעת תכנון והגדרת היעדים של מערכת התייעלות אנרגטית, יש לקחת בחשבון את עלויות השדרוג ושמירת רמת היעילות, עלות הבנייה / שדרוג, עלויות התפעול המתמשכות, בלאי אנרגטי ואופיין העבודה השוטף של הציוד לכל מחזור חייו (Life Cycle Cost) כחלק מהשיקול הכלכלי העיקרי ולא רק לעלות ההשקעה הראשונית בבניה עצמה.

ואיפה מדינת ישראל בתמונה הכוללת? במקום טוב באמצע!

[1] בארה"ב נמצא כי הסקה היא המטרה שלשמה משמש החלק הניכר ביותר בצריכת האנרגיה בבניינים; כך גם באיחוד האירופי, שבו האנרגיה הנצרכת להסקה היא 52% מסך האנרגיה הנצרכת במבנים מסחריים ו-66% מסך האנרגיה הנצרכת במבנים למגורים.

[2] חלקה של צריכת האנרגיה בבניינים בסך האנרגיה הנצרכת במשק מוערך בכ- 25% ביפן, קרוב ל-40% בארה"ב ומעט מעל 40% במדינות האיחוד האירופי.

[2] Allen Consulting Group, "The Energy Efficiency Gap: Market Failures and Policy Options", Report to the Business Council for Sustainable Energy, the Australasian Energy Performance Contracting Association and the Insulation Council of Australia and New Zealand, November 2004 (www.aepca.asn.au/documents/EnergyEfficiencyGapFinalReport.pdf, entry date: August 21st 2005)

[2] Steven Nadel, Anna Shipley and R. Neal Elliott, "The Technical, Economic, and Achievable Potential for Energy Efficiency in the United States: A Meta-Analysis of Recent Studies", American Council for an Energy-Efficient Economy, August 2004 (<http://www.aceee.org/conf/04ss/rnemeta.pdf>, entry date: August 25th, 2005)

[3] תעשיית הבניין מייצרת כמות נכבדה של פסולת. על-פי הערכות, חלקה של פסולת הבניין בסך הפסולת המוצקה הוא בין כ-10% בהערכות המינימום, שנוגעות לארה"ב, ל-44% בהערכות המקסימום, הנוגעות לפסולת המוטמנת באוסטרליה. לנתונים אלו אפשר לצרף נתונים ממחקרים שנערכו ביפן, בגרמניה ובארה"ב, שמהם עולה כי הובלה של חומרי בניין היא המקור לשליש עד מחצית (במונחי משקל) מכלל תנועת הסחורות (commodity flow) במדינות האלה. מקורה של פסולת הבניין בשלושה סוגי פעילות: הרס בניינים; שיפוצים; פסולת באתרי בנייה (למשל מחומרים עודפים ומאריזות). על-פי נתונים מ-1996, 48% מפסולת הבניין בארה"ב מקורה בהרס בניינים, 44% משיפוצים ו-8% בלבד מפסולת באתרי בנייה.

[4] סביבת אוויר תוך-מבנית עלולה להזדהם מחומרי בניין (למשל צבעים ולקות). מחקרים מראים כי רמות הזיהום התוך-מבני של מזהמים שונים גבוהות פי-2.5 – ולעתים פי-100 יותר – מרמות הזיהום בחוץ. רמות זיהום גבוהות עלולות לגרום לבעיות בריאותיות, ובהן גירוי בעיניים, באף ובגרון, כאבי ראש וסחרחורת. הנתונים מדאיגים במיוחד לנוכח ההערכות שרוב האנשים בארה"ב ובמדינות שונות באירופה שוהים כ-90% מזמנם בתוך בניינים.