

התייעלות אנרגטית בישראל: שדרוג מערכות



סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 36



אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן הוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סם) נאמן והוא פועל להטמעת חזונו לקידומה המדעי-טכנולוגי, כלכלי וחברתי של מדינת ישראל.

מוסד שמואל נאמן הוא מכון מחקר המתמקד בהתווית מדיניות לאומית בנושאי מדע וטכנולוגיה, תעשייה, חינוך והשכלה גבוהה, תשתיות פיזיות, סביבה ואנרגיה ובנושאים נוספים בעלי חשיבות לחוסנה הלאומי של ישראל בהם המוסד תורם תרומה ייחודית. במוסד מבוצעים מחקרי מדיניות וסקירות, שמשקנותיהם והמלצותיהם משמשים את מקבלי ההחלטות במשק על רבדיו השונים. מחקרי המדיניות נעשים בידי צוותים נבחרים מהאקדמיה, מהטכניון ומוסדות אחרים ומהתעשייה. לצוותים נבחרים האנשים המתאימים, בעלי כישורים והישגים מוכרים במקצועם. במקרים רבים העבודה נעשית תוך שיתוף פעולה עם משרדים ממשלתיים ובמקרים אחרים היוזמה באה ממוסד שמואל נאמן וללא שיתוף ישיר של משרד ממשלתי. בנושאי התוויית מדיניות לאומית שעניינה מדע, טכנולוגיה והשכלה גבוהה נחשב מוסד שמואל נאמן כמוסד למחקרי מדיניות המוביל בישראל.

עד כה ביצע מוסד שמואל נאמן מאות מחקרי מדיניות וסקירות המשמשים מקבלי החלטות ואנשי מקצוע במשק ובממשל. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגת באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגני"ט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה, רפואה, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ופרויקטים אחרים בעלי חשיבות חברתית לאומית. מוסד שמואל נאמן מארגן גם ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל.

יו"ר מוסד שמואל נאמן הוא פרופ' **זאב תדמור** וכמנכ"ל מכהן פרופ' **עמרי רנד**.



כתובת המוסד :

מוסד שמואל נאמן, קרית הטכניון, חיפה 32000

טלפון : 04-8292329, פקס : 04-8231889

כתובת דוא"ל : info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט : www.neaman.org.il

התייעלות אנרגטית בישראל: שדרוג מערכות

סיכום והמלצות דיון

פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן

הטכניון

מיום 7.3.2016

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

יגאל עברון

יוני 2016



אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחברים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

רשימת משתתפי הפורום:

תואר	שם משפחה	של פרטי	תפקיד
פרופ'	אילון	אופירה	מוסד שמואל נאמן
ד"ר	ארביב	אברהם	מכללת אפקה להנדסה
מר	בר-משיח	דן	חברת אסקו-ישראל
מר	ברמי	פיליפ	מנכ"ל - שניידר אלקטריק
פרופ'	גרוסמן	גרשון	הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון, ומוסד שמואל נאמן
ד"ר	הירש	משה דן	מהנדס יועץ אנרגיה ובקרה
מר	ורגה	לודויק	משרד התשתיות, האנרגיה והמים, אגף שימור אנרגיה
מר	טשר	צבי	מהנדס יועץ מיזוג אוויר
מר	יארמולינסקי	אלכסנדר	אור-עד מהנדסים
מר	יוניסי	יצחק	משרד התשתיות, האנרגיה והמים, אגף שימור אנרגיה
מר	כהן	יהודה	מנכ"ל - TPV
ד"ר	לב-און	מרים	The Levon Group LLC
ד"ר	לב-און	פרי	The Levon Group LLC
מר	מזרחי	אבי	חב' וורטקס
מר	עברון	יגאל	הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון, ומוסד שמואל נאמן
מר	עובד	ניסים	קייזר מדחסים
ד"ר	פרידמן	גדעון	משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים
מר	צ'רנוביצקי	איציק	חב' דלקיה
מר	רומנו	יצחק	הטכניון - אגף בינוי ותחזוקה

הבעת תודה

המחברים מודים למרצים על המידע שהציגו ולכלל משתתפי הפורום על תרומתם לדיון הפתוח. תודה מיוחדת למר אדי בית-הזבדי ממשרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, אשר תרם רבות ליזמה ולארגון הפורום, אך נבצר ממנו להשתתף.

תוכן העניינים

1 תקציר מנהלים
8 פרק 1: הקדמה
9 פרק 2: רקע
10 פרק 3: מידע בנושא: התייעלות אנרגטית בישראל
26 פרק 4: דיון
48 פרק 5: סיכום

נספחים

נספח 1 – תכנית פורום אנרגיה: התייעלות אנרגטית בישראל: שדרוג מערכות

תקציר מנהלים

נושא ההתייעלות האנרגטית צובר תאוצה בשנים האחרונות, בישראל כמו בשאר מדינות העולם המתועש. מתרחבת ההכרה כי קיים חוסר יעילות, שלא לדבר על בזבז, במתקנים צורכי אנרגיה, הן בתעשייה, הן במגזר המסחרי והציבורי ואף במגזר הפרטי. מלבד החיסכון הכספי שניתן להשיג ע"י התייעלות אנרגטית, אחת המוטיבציות היא הקטנת זיהום אוויר ופליטות, הנדרשת לאור הסכמים שהמדינה חתומה עליהם ויעדים שהתחייבה להשיג, בין השאר לאחר ההצטרפות כחברה בארגון ה-OECD.

סקרים שנערכו מצביעים על הזדמנויות רבות לחיסכון באנרגיה ע"י החלפת מערכות אנרגיה ישנות או מיושנות בחדשות. אחד התחומים הבולטים הוא התאורה, הצורך כ-20%-15% מן החשמל המיוצר בישראל, ובו ניתן להשיג חיסכון ניכר ע"י החלפת הנורות הפלואורסצנטיות המקובלות (שלא לדבר על נורות להט) בתאורת LED (Light Emitting Diode) בה הושגו הישגים משמעותיים. תחום גדול אחר הוא מיזוג אוויר (HVAC, כולל קירור, חימום ואוורור), הצורך כ-40% מן החשמל המיוצר בישראל. רבות ממערכות המיזוג המותקנות בישראל במגזרים השונים הינן מיושנות ובעלות יעילות נמוכה ממה שניתן להשיג בטכנולוגיה המודרנית. בנוסף, רבות מהן עדיין משתמשות בגז הקירור R22 שהשימוש בו הוגבל החל מ-2015 במסגרת פרוטוקול מונטריאול לצמצום הפגיעה בשכבת האוזון. ניתן להשיג חיסכון נוסף ע"י שימוש במשאבות חום, החלפת מקררים, החלפת דודי חשמל בדודי שמש ועוד.

משרד האנרגיה בישראל מעודד, ע"י מכרזים, החלפת ציוד ישן בחדש, והושג חיסכון משמעותי במשק. קיימות לא מעט דוגמאות לתכניות מסוג זה בעולם, שניתן ללמוד מהן.

לפי הערכות שונות, חלק משמעותי מהחיסכון באנרגיה יבוא בעתיד הלא-רחוק מתחום ניהול האנרגיה. זאת בין השאר משום שתרבות העולם כיום היא תרבות מאוד ממוחשבת ומתקדמים לכיוון זה.

בדיוני הפורום התברר כי באופן טיפוסי, קיים מאבק בין הגורם המייעל, כגון חברות ESCO (Energy Service Company), לבין מפעילי המערכות אצל הצרכן, שעבורם האינטרס לתפוקה גובר על האינטרס לחיסכון, ומביא לא פעם לעקיפת מערכות ההתייעלות. בעיה זו, הקיימת בעולם כולו, צריכה לבוא על פתרונה, אם כי לא ברור כיצד. נושא חשוב אחר הוא הפן הפסיכולוגי וההיבטים ההתנהגותיים הנובעים ממנו. המערכות להתייעלות אנרגטית אינן קשורות לטכנולוגיה בלבד. יש לחנך במקביל להרגלי צריכה המתבטאים בנכונות לחיסכון. מצד שני, כאשר המערכת יעילה אנרגטית והעלויות נמוכות, זה מקטין את הנכונות להתנהג בצורה חסכונית.

המלצות:

1. במכרזי הממשלה לעידוד החלפת ציוד ישן/מיושן מומלץ להרחיב את התחולה לעומת המקובל כיום. כך למשל מומלץ לתמוך, מעבר להחלפת ציילר בלבד, גם בהחלפת הציוד ההיקפי, כגון משאבות, ובשדרוג כלל המערכת שיגדיל את ההתייעלות. כך יתקבל במשק מערך של מערכות מודרניות ויעילות אנרגטית, שיביאו לחיסכון לטווח ארוך.
2. מומלץ לעודד צרכני אנרגיה ליישם פרויקטים של חברות המוכרות אנרגיה בצורה מקצועית. לטווח ארוך יושג בשיטה זו חסכון רב יותר. חברות ESCO למיניהן יהיו המועמדים הטבעיים. כמובן שצרכן אנרגיה שברשותו הידע והמומחיות יוכל לעשות זאת בעצמו.
3. מומלץ ליישם מכרזי ESCO ע"י או מטעם המדינה. כך ניתן יהיה להוריד את צריכת האנרגיה במשק במידה ניכרת. בנוסף, יש יתרון למתן דוגמא ע"י הממשלה (Leading by Example).
4. יש למסד את השיטה למדידת החיסכון, תוך אימוץ תקנים בינלאומיים שלגביהם קיימת הסכמה (כגון: IPMVP). זאת כדי למנוע ויכוחים בין ספק שירות ההתייעלות לבין הצרכן, המובילים לבוררות ולתביעות.
5. במערכות מיזוג אוויר יש לשנות את התקן הארכאי הקיים הדורש מספר קבוע של החלפות אוויר בשעה (ללא קשר לנוכחות בפועל של אנשים בחלל הממוזג), ולהחליפו בתקן המבוסס על מדידת CO₂. כך יושג חיסכון אנרגטי רב.
6. מומלץ לאמץ ולעודד תהליך של התייעלות אקטיבית, בנוסף לתהליך ההתייעלות הפסיבית הנהוג היום בישראל, והמתבטא בשדרוג ציוד לכזה החסכוני יותר. ההתייעלות האקטיבית מבוססת על בקרה שמאחוריה ידע וניסיון, מקובלת בעולם ומביאה לחיסכון אנרגטי מוגבר.
7. מומלץ לקיים מעקב ופרסום אחר פרויקטים להתייעלות אנרגטית, הממומנים (במלואם או בחלקם) ע"י המדינה. ייאספו נתונים לגבי הפרויקט וההשקעות שבוצעו, ויערך מעקב אחר הישגיו לאורך זמן. כך ייווצר מאגר גדול של מידע חיוני, דרך להעדיף דרכים להתייעלות אנרגטית ולעקוב אחר התועלת מן ההשקעה הממשלתית בפרויקט.
8. עם ההכרה בהיבטים התנהגותיים של ההתייעלות, מומלץ לצרף לצוות המהנדסים אנשים בעלי הכשרה פסיכולוגית, שידריכו את הצרכנים. לאור הניסיון האמריקאי – כך ניתן להשיג תוצאות משופרות, מעבר למה שמאפשרת הטכנולוגיה בלבד.
9. מומלץ לקדם חינוך להתייעלות אנרגטית באמצעות תכניות לימודים המותאמות לגילים שונים החל מגיל הגן ועד לסיום התיכון ואף בעת השירות הצבאי. במקביל, רצוי לעודד מחקרים על דפוסי התנהגות בישראל העשויים לעזור ביישום טכנולוגיות חדשניות להתייעלות אנרגטית.
10. מומלץ למדינה לקדם הכשרת facilitators לתחום האנרגיה- גורם מקצועי המוביל את הצרכן, משלב איתור הצרכים דרך בחירת שיטת היישום (עצמי או אסקו או משולב), דרך הכנת

- מסמכי מכרז הייעול האנרגטי, בחירת הזוכה ומעקב אחר תוצאות היישום. בעולם המפותח אין מבצעים פרויקטי התייעלות משמעותיים ללא נוכחות גורם מקצועי מסוג זה.
11. מומלץ לבצע, ע"י משרד האנרגיה או מטעמו, סקר תקופתי למעקב על עצימות אנרגיה בסקטורים שונים במשק, כפי שנעשה בארה"ב. המידע שיתקבל יסייע למנוע עקיפת מערכות ההתייעלות ע"י המפעילים.
12. מומלץ למדינה לדרוש דיווח על יעילותם האנרגטית של גופים ציבוריים כגון משרדי ממשלה, צבא, משטרה, אוניברסיטאות, עיריות ואחרים (בטכניקות של עצימות אנרגיה). מוצע לחייב את אותם גופים להתייעל לפחות ב-1.5% לשנה (צנוע אבל מהותי בטווח הארוך) ולנקוט סנקציות נגד אותם שאינם מתייעלים.

Abstract

The subject of energy efficiency is gaining momentum in recent years, in Israel as in the rest of the industrialized world. There is growing recognition that inefficiency, not to mention wastefulness, is prevalent in energy consuming facilities, both in the industrial and the private sector. Apart from the financial savings that can be achieved by increasing energy efficiency, there is the motivation of reducing air pollution and emissions, as required in light of the agreements signed by Israel and objectives it has committed to achieve, mainly after joining the OECD.

Polls suggest many opportunities for energy savings by replacing old or obsolete energy systems with new ones. One of the most prominent areas is lighting, which consumes about 15%-20% of the electricity produced in Israel, and considerable savings can be achieved by replacing conventional fluorescent lamps (not to mention incandescent light bulbs) with LED (Light Emitting Diode) lighting which achieved significant advances. Another large area is HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning), which consumes about 40% of the electricity produced in Israel. Many systems installed in different sectors in Israel are outdated and have lower efficiency than can be achieved with modern technology. In addition, many of them still use R22 refrigerant which is restricted since 2015 as part of the Montreal Protocol to limit ozone depletion. Additional savings can be achieved by the use of heat pumps, replacement of refrigerators, replacement of electric boilers with solar water heaters and more.

The Israel Ministry of Energy encourages the replacement of old equipment with new equipment, through public tenders, and has achieved significant savings in the economy. There are several examples of such programs in the world to learn from.

According to various estimates, a significant part of the energy savings in the not too distant future will come from energy management. This is partly due to the computerized nature of the global culture today which is moving in this direction.

In the Forum discussions it became clear that typically, there is a conflict between the efficiency increasing measures (put in place by facilitators such as ESCO), which are often bypassed by the operators of the systems for the consumer, for whom incentives for high

production outweigh those for greater energy savings. This problem, which is global, should be resolved, although it is not clear how. Another important issue is the psychological and behavioral aspects. Energy efficiency Systems are not related to technology alone. They should go hand in hand with consumer education for savings-oriented practices. On the other hand, when the system is energy efficient and the operation costs are low, it reduces the incentive for savings.

Recommendations:

1. The government should encourage the replacement of old/obsolete equipment and extend the applicability compared to what is currently accepted. For example, it is recommended to support, beyond the replacement of a chiller alone, the replacement of peripheral equipment, such as pumps, and upgrades throughout the entire system that will increase efficiency. This will help proliferate modern, energy efficient systems that will lead to long-term savings.
2. It is recommended to encourage consumers to implement projects developed by smart energy professional companies. Long-term savings will be achieved by this method. ESCO's are the natural candidates. Of course, an energy consumer equipped with the required knowledge and expertise may achieve this without third party services.
3. It is recommended to carry out ESCO tenders by (or on behalf of) the State. This can create a considerable reduction of energy consumption in the economy. In addition, it is advantageous for the government to lead by example.
4. A method for energy savings measurement should be established, while adopting international standards for which there is consensus (such as IPMVP). This is to prevent disputes between the energy savings service provider and the consumer, leading to arbitration and lawsuits.
5. The archaic regulation which requires a set amount of room air changes per hour (regardless of the actual occupancy in the space) should be replaced by a standard based on CO₂ measurement. This will achieve significant energy savings.

6. It is recommended to adopt and encourage the process of actively optimizing energy consumption, in addition to the passive approach used in Israel today, manifested by replacing certain equipment with a more energy efficient version. Active efficiency is based on control which is supported by knowledge and experience. It is accepted worldwide and brings increased energy savings.

7. It is recommended to monitor and publish the performance of energy efficiency projects, funded (in whole or in part) by the State. Data relating to the project and the investments made will be collected, and its achievements will be monitored over time, thus creating a large pool of essential data, a means for opting for ways to promote energy efficiency and monitor the benefits of government investment in the project.

8. Recognizing the importance of behavioral aspects of energy efficiency, it is recommended to add to engineering staff people with psychological training, to guide the consumer. In light of American experience – this can produce better results, beyond the savings gained by technology alone.

9. It is recommended to promote energy efficiency education through curricula tailored for different age groups ranging from kindergarten to high school graduation and even during military service. At the same time, it is advisable to encourage research on Israeli behavior patterns that may help in the implementation of innovative technologies to increase energy efficiency.

10. It is recommended for the government to promote training of facilitators for the field of energy – a professional entity to lead the consumer, from identifying the needs, through choosing the method of application (independently, or via ESCO, or both), preparing the energy efficiency tender documentation, winner selection, and monitoring the results of the implementation. Significant energy efficiency projects in the developed world are not conducted without the presence of a professional body of this kind.

11. It is recommended to carry out, by or on behalf of the Ministry of Energy, a periodic survey tracking the energy intensity of different sectors of the economy, as is done in the United States. The information obtained will help prevent bypassing of efficiency systems by the operators.

12. It is recommended for the State to mandate reporting on the energy efficiency of public bodies such as government agencies, military, police, universities, municipalities and others (by energy intensity techniques). It is proposed to require the above entities to enhance energy savings by at least 1.5% annually (modest but substantial in the long term) and enforce sanctions against those who fall short.

פרק 1: הקדמה

מוסד שמואל נאמן לחקר מדיניות לאומית, במסגרת פעילותו בתחום האנרגיה, מקיים מפגשי "פורום אנרגיה" המוקדשים לדיון בנושאים בעלי חשיבות לאומית בתחום. בפורום האנרגיה מתקיים דיון ממוקד בנושאים מוגדרים, בהשתתפות צוות מומחים המוזמנים לפי הנושא. המטרה היא להתרכז בשאלות רלבנטיות ומוגדרות, לתאם בין הגורמים ולהגיע להמלצות על דרכי פעולה לקידום הנושא, שניתן להציגן בפני מקבלי החלטות.

המפגש הדין בנושא: "התייעלות אנרגטית בישראל: שדרוג מערכות", התקיים ב-7 במרץ 2016 בטכניון. השתתפו בו מומחים בתחום מהיבטיו השונים, וכן נציגים של הממסד הממשלתי והציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה עקב מומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת ידע מקצועי ראשון במעלה בתחום התייעלות האנרגטית בכלל, ובנושא שדרוג מערכות בפרט.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מן המשתתפים מצגות בנושא הדיון על היבטיו השונים. מצגות המשתתפים אשר אושרו על ידם לפרסום נמצאות [באתר מוסד שמואל נאמן](#): (אירועים). בחלק השני התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. בפני משתתפי הדיון עמדו מספר שאלות, שהוכנו מראש, כמפורט בתכנית הפורום (נספח 1).

תמצית הדיונים מסוכמת בדו"ח להלן, וכמו בדיונים הקודמים, הוא יוגש למקבלי החלטות במטרה להביא אל סדר היום את מכלול השיקולים והפעולות הנדרשות על מנת לבחון את האפשרויות השונות לגבי התייעלות אנרגטית באמצעות שדרוג מערכות בישראל.

פרק 2: רקע

נושא ההתייעלות האנרגטית צובר תאוצה בשנים האחרונות, בישראל כמו בשאר מדינות העולם המתועש. מתרחבת ההכרה כי קיים חוסר יעילות, שלא לדבר על בזבז, במתקנים צורכי אנרגיה, הן בתעשייה, הן במגזר המסחרי והציבורי ואף במגזר הפרטי. מלבד החיסכון הכספי שניתן להשיג ע"י התייעלות אנרגטית, אחת המוטיבציות היא הקטנת זיהום אוויר ופליטות, הנדרשת לאור הסכמים שהמדינה חתומה עליהם ויעדים שהתחייבה להשיג¹, בין השאר לאחר ההצטרפות כתברה בארגון ה-OECD.

סקרים שנערכו מצביעים על הזדמנויות רבות לחיסכון באנרגיה ע"י החלפת מערכות אנרגיה ישנות או מיושנות בחדשות. אחד התחומים הבולטים הוא התאורה, הצורך כ-20%-15% מן החשמל המיוצר בישראל, ובו ניתן להשיג חיסכון ניכר ע"י החלפת הנורות הפלואורסצנטיות המקובלות (שלא לדבר על נורות להט) בתאורת LED (Light Emitting Diode) בה הושגו הישגים משמעותיים. תחום גדול אחר הוא מיזוג אוויר (HVAC, כולל קירור, חימום ואוורור), הצורך כ-40% מן החשמל המיוצר בישראל. רבות ממערכות המיזוג המותקנות בישראל במגזרים השונים הינן מיושנות ובעלות יעילות נמוכה ממה שניתן להשיג בטכנולוגיה המודרנית. בנוסף, רבות מהן עדיין משתמשות בגז הקירור R22 שהשימוש בו הוגבל החל מ-2015 במסגרת פרוטוקול מונטריאול לצמצום הפגיעה בשכבת האוזון. ניתן להשיג חיסכון נוסף ע"י שימוש במשאבות חום, החלפת מקררים, החלפת דודי חשמל בדודי שמש ועוד.

משרד האנרגיה בישראל מעודד, ע"י מכרזים, החלפת ציוד ישן בחדש, והושג חיסכון משמעותי במשק. קיימות לא מעט דוגמאות לתכניות מסוג זה בעולם, שניתן ללמוד מהן.

לפי הערכות שונות, חלק משמעותי מהחיסכון באנרגיה יבוא בעתיד הלא-רחוק מתחום ניהול האנרגיה. זאת בין השאר משום שתרבות העולם כיום היא תרבות מאוד ממוחשבת ומתקדמים לכיוון זה.

¹ בוועידת האקלים COP 21 (פריס, 2015) התחייבה מדינת ישראל להפחית את פליטות גזי החממה ב-17% עד 2030.

פרק 3: מידע בנושא: התייעלות אנרגטית בישראל

בחלק זה של הדו"ח ניתנת תמצית המידע שהוצג ע"י חלק מן המשתתפים, כל אחד לפי בחירתו ומומחיותו. קבצי המצגות שהוכנו ע"י הדוברים מוצגים, כאמור, [באתר מוסד שמואל נאמן](#). מטבע הדברים, קיימת חפיפה מסוימת בין הדוברים השונים, אולם עורכי הדו"ח החליטו להביאם כאן כפי שהוצגו ובאותו הסדר (ראה תכנית הפורום בנספח 1). מידע זה חשוב ומהווה בחלקו בסיס לדיון הפתוח שהתקיים לאחר מכן, כפי שמובא בפרק 4.

לודויק ורגה, אגף שימור אנרגיה, משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים סקירת טכנולוגיות להתייעלות אנרגטית – ניסיון משרד האנרגיה בחמש השנים האחרונות

אני מנהל את תחום ההנדסה במשרד האנרגיה מזה כחודש ימים. לפני כן עסקתי בנושא הזה בצבא כ-8 שנים. אנסה להציג בקצרה מה עשינו במספר השנים האחרונות מ-2011 עד 2015: הפרויקטים שבצענו ואיזה סוג טכנולוגיות אנחנו רוצים לקדם.

בנושא הטכנולוגיות - לכל טכנולוגיה יש המשקל שלה. נתחיל בתאורה. יש היום גופי תאורה מסוג T5 שנותנים עוצמת הארה טובה וגם חסכון בצריכת החשמל. בשימוש בנורות כאלה גם מחליפים את המשנק המכני במשנק אלקטרוני. לכן ישנן לא מעט חברות שעוסקות בהחלפת נורות מ-T5 ל-T8.

טכנולוגיה חדשה שמאד התפתחה בשנים האחרונות היא ה-LED (LED= Light Emitting Diode). לדים מכסים את כל הגרסאות של התאורה כיום, גם פנימית וגם חיצונית, אבל לא כולם עומדים בתקנים.

הנושא הפחות פופולארי הוא תאורת האינדוקציה. מדובר באותה נורה פלואורסצנטית כמו ב-T5 ודומיו אבל אין לה אנודה, כלומר ההדלקה מתבצעת באמצעות שטף מגנטי ובכך אורך חיי הנורה גדול בהרבה ולא מאד רגיש להדלקה וכיבוי. בחו"ל נהוג להשתמש בזה לתאורת חוץ. באופן כללי משתמשים בנורות כאלה כאשר יש גובה משמעותי שמפריד בין האנשים לנורה.

בנושא מיזוג אוויר – התחום די ידוע. מערכות VRF נכנסו גם לתעשייה וגם לבתים. לא ארחיב בנושא הזה. אנחנו משקיעים בהחלפת מזגנים לא יעילים למזגנים בדירוג אנרגטי יעיל יותר ובכך ניתן לחסוך המון בצריכת החשמל. יש מיזם של החלפת מזגנים בבתי ספר. בנוסף משתדלים יותר לנצל את החום השיווי של צילרים גדולים, מה שמביא אותי לנושא הבא.

מים חמים – גם כאן אין חידושים משמעותיים. משתדלים להחליף דודי חשמל בדודי שמש במקומות שניתן. שפופרות ואקום לא חדרו לשוק בארץ אבל אנחנו מקדמים את הנושא הזה. בארה"ב זה נפוץ. משאבות חום יעילות הופכות ליותר נפוצות. יש כאלה שעובדות בסביבות ה-50°C, אבל בגלל הסיכון בחיידק הליגינולה לפעמים עובדים בטמפ' גבוהות יותר כדי להימנע מהצורך במגדל קירור.

מערכות גאותרמיות אינן נפוצות בארץ. הכוונה למערכות שמחליפות חום עם הקרקע. מנצלים את העובדה שהטמפ' בעומק הקרקע יחסית קבועה ונוחה בכל עונות השנה. אלה מערכות מאוד איכותיות

שמביאות לחסכון רב באנרגיה. נהוג להשתמש בהן במדינות קרות כמו קנדה וצפון ארה"ב. יש כל מיני שיטות, חדירה לעומק, או לרוחב השטח. בסין היום זה סטנדרט בכל בניה.

אבי מזרחי: האם משרד האנרגיה מעודד שימוש במערכות גאותרמיות באמצעות תמריצים?

לודויק ורגה: כן. בכל מה שאני מדבר כאן משרד האנרגיה תומך באמצעות תמריצים. הבעיה היא שאין הרבה אנשים שעושים. ניסיתי להחדיר את זה לצבא וזה לא כל כך הצליח.

אנחנו מתכננים לעשות פיילוט ניסיוני למערכות תרמו-סולאריות. השמיים הם הגבול במערכות כאלה, אפשר להפיק חום וקור. פיתחנו מערכות כאן בארץ ושיווקנו לארה"ב אבל אנחנו לא משתמשים בהן. לדעתי זה לא נכון – אנחנו מנסים לתמרץ את זה.

בנושא של קוגנרציה וטריגנרציה אנחנו מאוד תומכים, במיוחד אם נעשות באמצעות גז טבעי. גם בתחום הזה לא נעשה הרבה.

מדחסי אוויר גדולים - אנחנו מחליפים במסגרת הפרויקטים שלנו וזה עובד היטב.

מבחינת ניהול אנרגיה – אנחנו תומכים. אני חושב שהנושא הזה מאוד חשוב היום. אני רואה בסקרים שיש אנשים שמבינים אנרגיה, יודעים לנטר, ומרוויחים הרבה כסף מזה.

תמריצים – יש לנו רשימה גדולה של טכנולוגיות שאנחנו רוצים לתמרץ. בנוסף לזה יש לנו מכרזים החלפת צילרים. גם כאן בטכניון, למשל, יצחק רומנו עדכן אותי שהיו הרבה החלפות של צילרים. כמובן שאנחנו תומכים גם במגזר הביתי.

מכרזים 2010-2014	מספר צרכנים שקיבלו מענק	חיסכון שנתי במיליוני שקלים	חיסכון שנתי במיליוני קוט"ש	סך המענקים מטעם המשרד במיליוני שקלים	עלות כוללת של הפרויקט במיליוני שקלים
בתי מלון 2010	38	14.1	38.9	5.7	42.2
התייעלות אנרגטית ממוקדת טכנולוגיה 2011	45	8.9	17.9	5.0	27.9
התייעלות אנרגטית ממוקדת טכנולוגיה 2012	14	1.5	3.2	1.6	6.2
צ'לרים 2013	77	26.7	48.6	11.8	76.2
התייעלות אנרגטית ממוקדת טכנולוגיה 2014	85	14.4	25.2	8.6	42.9
בתי מלון 2014	16	3.6	9.4	2.6	16.4
צ'לרים 2014	59	17.8	29.7	8.6	52.8
רשויות מקומית 2014	45	9.4	17.9	10.9	54.8
סכום כולל	352	88.9	175.8	44.8	271.8

איור 1 - תמריצים למגזר המסחרי, התעשייתי והציבורי

כפי שניתן לראות באיור 1, בסה"כ התקבלו 352 הצעות. משרד האנרגיה השקיע יותר מ-40 מיליון ש"ח כדי לתמרץ את אותם הפרויקטים. אנחנו לא נותנים מימון מלא אלא מימון חלקי בהתאם למשקל שבהסכם.

בנוגע לתמריצים למגזר הביתי – התחלנו לטפל בנושא הזה משנת 2004 באמצעות תקנות וב-2011 עד 2014 אף נתנו מענקים להחלפת מקררים, החלפת מזגנים, דודי חשמל בדודי שמש, ונורות CFL. בסה"כ קיבלנו מעל 200 הצעות והחיסכון עומד על כ-266 מיליון קוט"ש (איור 2).

פרויקט	שנה	מס' יחידות שנרכשו	סך עלות למשרד (מיליוני ₪)	חיסכון שנתי למשקי בית (מיליוני קוט"ש)	חיסכון שנתי למשקי בית (מיליוני ₪)
מקררים	2011-2013	125,682	152.4	132.5	84.4
מזגנים	2012-2014	38,458	44.7	49.4	28.5
דודי שמש	2013-2014	3,452	3.1	4.6	3
נורות	2012	675,000	1.8	80.1	51
סה"כ			202	266.6	166.9

איור 2 - תמריצים למגזר הביתי

אלו הפרויקטים שאנחנו עוסקים בהם כיום. אנחנו לא מסתפקים בזה, אנחנו רוצים להמשיך לתת תמריצים וייצאו עוד מכרזים לצורך התייעלות אנרגטית.

פרופ' אופירה אילון: בנוגע להחלפת מזגנים בבתי ספר – האם תוכל להרחיב על המיזם הזה?

לודוויק ורגה: פשוט מחליפים מזגנים ישנים בחדשים יעילים יותר, ע"י מכרזים.

פרופ' אופירה אילון: דרך משרד החינוך?

לודוויק ורגה: לא. דרך משרד האנרגיה - באמצעות מכרזים לרשויות מקומיות; בשלב ראשון לישובים הנכללים בהחלטה 2025.

אנחנו גם מעודדים גופים חלשים יותר; אנחנו עוזרים להם לבצע סקרים ולהראות להם איפה הפוטנציאל לחסכון; זה לא דבר שהם יכולים לעשות לבדם כי זה יקר.

ד"ר משה דן הירש, מהנדס יועץ אנרגיה ובקרה

היבטים חיוביים ושלייליים בהתקשרויות בין ספקי וצרכני אנרגיה בשיטת ESCO

אעבור על כמה היבטים בנוגע לשיטת ה-ESCO. יישום השיטה הזו התחיל בארה"ב בשנת 1979. אפילו המדינה נתנה לזה תמריצים. בשיטה זו, או שהספק חוסך ומתחלק עם הצרכן באופן כלשהו בחסכון, או שמספקים אנרגיה לצורותיה השונות וגובים עליה תעריף שהוא כמובן נמוך מהתעריפים הזמינים. מתכונת זו ניתנת להיות משולבת גם במכירה מלאה של אמצעי החיסכון ע"י הספק לצרכן. כלומר הצרכן קונה מערכת, אבל מערכת יעילה.

לכל דבר כמובן יש היבטים חיוביים ושלייליים.

נתחיל בחיוביים :

- השגת יעילות אנרגטית לצרכן ולמשק הלאומי – גם הצרכן וגם המשק הלאומי מרוויחים מה-ESCO ולכן הממשלה תומכת, כלומר משרד האנרגיה, הכלכלה, איכות הסביבה, וכו'.
 - הפחתת פליטות.
 - השגת חסכון אנרגטי-כספי עבור הצרכן.
 - רווח כספי לספק יעיל – אם הספק לא יעיל, הוא עלול להפסיד, אבל הצרכן בכל מקרה מרוויח.
 - ניהול אנרגטי – הרבה פעמים אחרי שהצרכן נחשף לפעילות ESCO ההבנה שלו בנושא מתחזקת והוא נעשה מודע יותר לניהול אנרגיה, וכך למעשה מתקבל ניהול אנרגטי גם מצד הצרכן.
 - תגבור התייעלות אנרגטית בצד הספק הנגזרת משיתוף פעולה הדדי צרכן-ספק בצד הצריכה ולא האספקה – כלומר: ישנם מצבים שבהם לא רק הספק אחראי על אספקה או שדרוג של מערכת, אלא גם הצרכן משנה את המערכת הקיימת כדי לממש את מלוא פוטנציאל ההתייעלות שיכול להציע הספק.
- אם לא עושים זאת, מגיעים להיבטים השליליים, או אולי יותר נכון לומר ה'בעייתיים':
- אי וודאות חזויה באומדן החיסכון המוסכם ולא האנרגיה המסופקת: יש בנושאים האלה הרבה אי וודאות. לא כל דבר מנוטר, וגם אם מנוטר יש שינויים במשך השנים, גם כאלה שלא בשליטת הצרכן. זהו למעשה הקושי הגדול ביותר.
 - אי וודאות בניטור החיסכון ולא האנרגיה המסופקת: הבעיה היא למעשה בניטור של אנרגיה תרמית, ואז צריך להפעיל בפיקוח כל מיני חוקי תרמודינמיקה, במיוחד כשמדובר במערכות קירור שמשמשות גם לחימום.

- מכסת אנרגיה מסופקת מינימלית (או רף תשלום מינימלי לספק האנרגיה) כבלם לחסכון ע"י הצרכן: האפקט של אנרגיה זולה יותר יכול להיות ירידה במוטיבציה לחסוך. למשל, כמו בתקופה של רייגן בה מחירי הדלק בעולם ירדו, השקיעו פחות בפיתוח אנרגיות מתחדשות.
- צורך במודלים מורכבים להערכת החיסכון בפועל בצרכנים בעלי אופייני צריכה מורכבים.

בארץ, החברה הראשונה שאני יודע שעסקה בזה הייתה 'לז' ב-1981. הפרויקט המסחרי הראשון שלה בארץ היה ESCO. הם שמו במפעלי שער הנגב מערכת סולארית כדי לספק קיטור. זה היה ה-ESCO הראשון. בשביל ה-ESCO השני הם שכרו אותי לעשות מיפוי של כל המפעל ולבנות מודל של חיסכון, כך שהם ישקיעו בכל האמצעים, ומפעלי שער הנגב ישלמו להם. את העבודה שלי מימנו עבור מחקר יומי במשך חצי שנה. בניתי מודל, והמפעל טען שזה מסובך מדי. לשלם לחברת החשמל הרבה יותר פשוט – ולכן הנושא נפל. זהו אחד החסרונות של המודלים – כשהפתרון מסובך הוא לא אטרקטיבי, למרות הפוטנציאל לחסוך.

יצחק רומנו, הטכניון – אגף בינוי ותחזוקה

שדרוג מערכות מיזוג אוויר בטכניון

אני מהנדס החשמל של קמפוס הטכניון. אציג בקצרה איך אנחנו כלקוח רואים את הפרויקטים של ההתייעלות האנרגטית מבחינת תגמול ממשרד האנרגיה. כלומר, איך ממנפים את המימון שמתקבל מהמשרד על מנת לבצע פרויקטים שהם כלכליים לשני הצדדים.

אדבר על שלושה פרויקטים - בהחלפת ציילרים גדולים וגריטתם עם השתתפות של עד 30% משווי ההחלפה; זה מתבטא במאות אלפי שקלים.

הנושא התחזוקתי מאוד דומיננטי. אנחנו מחליפים יחידות שמתקלקלות לא מעט, ובד"כ בקיץ בשיא העונה, דבר הגורם לבעיות. בנוסף, גז הקירור R-22 לא תקני כבר מ-2015, מה שגורם לבעיה ברכישתו ומייקר את התחזוקה ולכן זו הזדמנות פז לבצע פרויקטים כאלה של התייעלות עם מינוף של משרד האנרגיה.

מדובר בהרבה מאוד ביורוקרטיה; מקבלים ממשרד האנרגיה מסמך עם כ-70 עמודים עם הרבה מאוד התניות. החיים לא קלים למי שרוצה להשתתף בזה, חייבים להיות מאוד נחושים, אחרת פשוט לא ניתן לזכות בתגמול. החזר ההשקעה הוא עד 30%, אנחנו נראה שבפועל זה הרבה פחות, כי כשמתחילים בעבודות מבינים שזה לא רק הציילר – צריך להחליף גם את המשאבות, צנרת, ועוד, וכך מגיעים להחזר השקעה הרבה יותר קטן. יש הרבה תנאים במכרזים וצריך לעמוד בכולם, בכל הפרטים הקטנים, מבחינת יעילות, יחידות, סגירת מכרזים, והכל בפרק זמן יחסית מאוד קצר בשביל משרד האנרגיה. רצוי להיערך לפני כן, אחרת זה קשה מאוד. בסוף מגישים משהו שגם צריך לעמוד מאחוריו, מאחורי כל המספרים. והכל תוך זמן קצר - למלא הרבה אישורים, מורשה חתימה, שוברי תשלום, ניהול פנקסים, נסח התאגדות, ועוד. בטכניון זה כרוך בשבועיים של ריצות בין כל הקומות, וזה עוד לא כולל

את התכנון או הביצוע. במכרז האחרון שהיה לפני מספר חודשים, הגשנו שני מכרזים, הכנו את הציוד והניירת, עשינו הכול, והיה לנו שובר תשלום של 500 ₪ שבטעות שילמנו פעם אחת במקום פעמיים – ועל זה נפסל כל המכרז, ובצדק.



איור 3 - יחידות קירור בנות 25-40 שנים עם גז מסוג R22 שאינו תקני מ-2015

יש לנו כמה מכרזים אחרים שהשתתפנו בהם לפני כן. החלפנו יחידה של 160 טון קירור ואחרת של 100 טון קירור. עשינו פרויקטים של מנדפים, ותאורה, וכו'. כל אחד מהפרויקטים עולה לפחות מיליון ש"ח. החזרי ההשקעה מבחינת היקף המינוף עומדים על סדר גודל של 18%; להזכירכם - דיברנו בהתחלה במכרז על 30%, אבל אחרי כל האילוצים המינוף יוצא הרבה יותר קטן. ואולם, הכסף הגדול אינו רק במינוף עצמו אלא לאחר מכן בזמן ההחזר מהחיסכון שבהתייעלות. בחסכון הזה הפרויקטים בד"כ מחזירים את עצמם תוך 4 שנים - סדר גודל של 25% בשנה. מלבד זאת אנחנו גם מרוויחים בחסכון בתחזוקה, ובעצם מקבלים יחידות חדשות ומשוכללות יותר.

באיור 3 ניתן לראות את היחידות הישנות, ובאיור 4 ניתן לראות את היחידות החדשות שהחליפו אותן. מדובר ביחידות עם COP כמעט כפול. הצנרת והמשאבות הוחלפו כדי שהכול יעבוד כמו שצריך. חדר האנרגיה מתרוקן כי היחידות החדשות חסכוניות יותר גם בממדיהן, כלומר מרוויחים גם שטח במקרה כזה.

מדובר כאן בחסכון בסדר גודל של 300 אלף ש"ח ב-3 חודשים. זה הקיץ הראשון שלא הזיעו בבניין הסנט - בניין ההנהלה הראשי בטכניון.



איור 4 - יחידות קירור חדשות

אלכסנדר יארמולינסקי, אור-עד מהנדסים

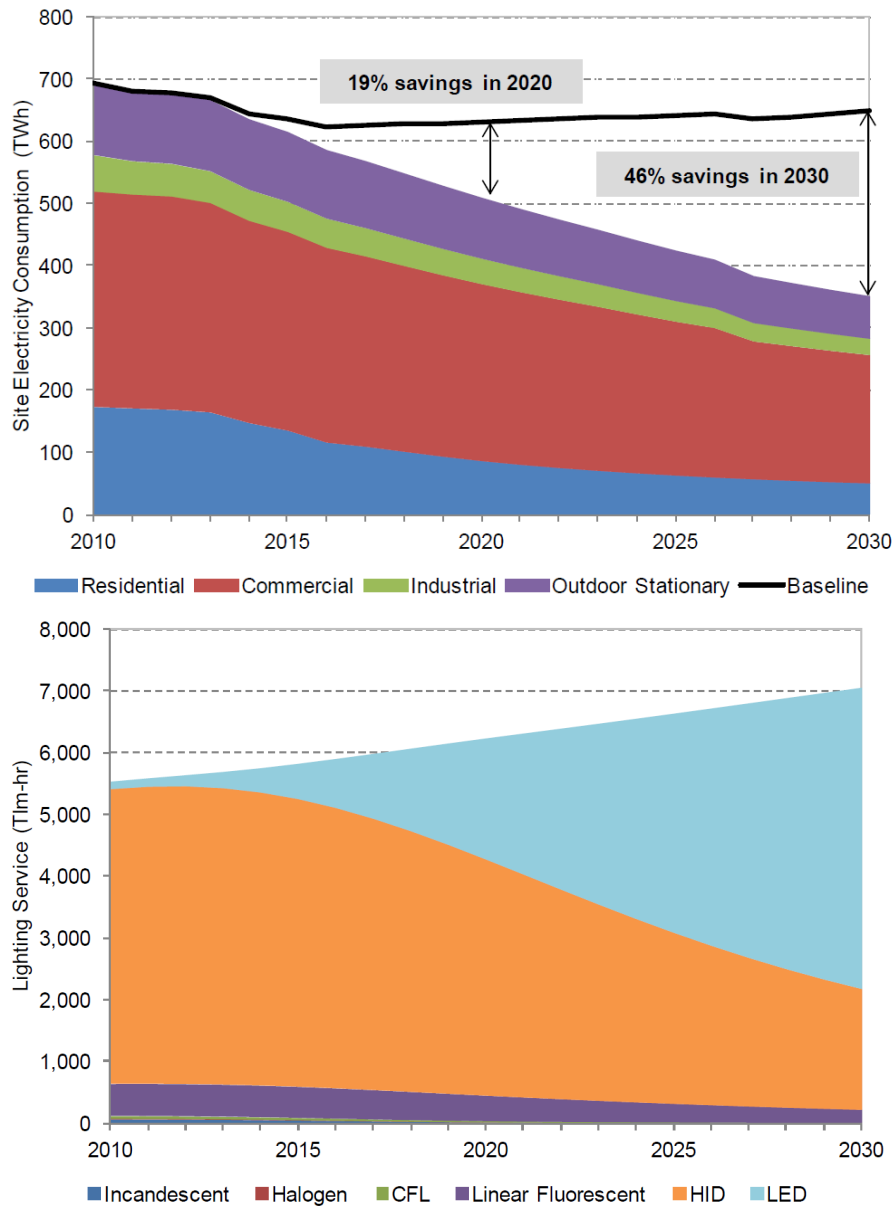
חסכון בחשמל בתאורה – ניסיון בעולם ובישראל

אני מייצג כאן את הוועדה הישראלית למאור. אנחנו חלק מהתאגדות מהנדסי החשמל של מדינת ישראל ועוסקים יום וליילה אך ורק בתאורה. אספר על הניסיון בארץ ובעולם בנושא התייעלות אנרגטית במערכות תאורה. שמענו מעט על המהפכה של הלדים (LED). היום התרחבה מאוד המודעות בנושא זה. אכן, לא קורה הרבה בהיסטוריה שקיימת מצד אחד מטלה גלובלית לחסוך באנרגיה ובמקביל קיים פתרון שהוא לכאורה אולטימטיבי – יעיל ואפקטיבי. בשנת 2010 הבינו בכל העולם את הפוטנציאל בלד כמקור אור והתחילו לפתח מערכות תאורה, גם תאורת פנים וגם תאורת חוץ. כל המדינות בעולם החלו להצטרף לתנועה העולמית להחלפת גופי תאורה קיימים לגופי לד.

בארה"ב הבינו עוד לפני כן את החשיבות של התייעלות בתאורה לשם חסכון באנרגיה, כי מכל התחומים - פה הכי קל לחסוך. עוד לפני שמחליפים גופי תאורה, אפשר לכבות, אפשר לעמעם. פנו למשרד האנרגיה של ארה"ב בבקשה להתחיל לרכז את נושא התאורה, ללמוד אותו, לפתח תקנים ולפתוח בתהליך החלפה מאסיבית של גופי תאורה קונבנציונאליים לגופי תאורת לד.

באיור 5 מוצג קצב החלפת גופי תאורה ללד. כיום הלדים מהווים נתח קטן מהכלל. לקראת 2030 רוב מקורות האור בעולם יהיו מסוג לד. לצורך זה הקימו בארה"ב קונסורציום – איגוד אנשי רשויות מקומיות העוסקים בתאורה כדי ללמד אותם ולקבל מהם משוב על הפרויקטים שכבר נעשו. אפילו

ביקשו מכל הרשויות המקומיות למפות את מיקומם של כל סוגי גופי התאורה. התקבלו כ-11 מיליון תגובות ויש להם כיום מפה מפורטת של תמונת מצב מערכת התאורה.



איור 5 - חסכון באנרגיה בצריכה באמצעות החלפת גופי תאורה לגופי לד

דבר מאוד מעניין - לקראת וועידת האקלים בפריז ארה"ב פרסמה את ה-Clean Power Plant, תכנית לחסכון באנרגיה כללית. שם נאמר שלעומת צריכת האנרגיה ב-2005 הם מתכוונים ב-2013 לרדת ב-30%, אבל כבר בוועידה דיווחו שירדו ב-18% בצריכת החשמל הכללית. מה שמעניין הוא שלפי כל הערכות 40% מהירידה הזאת מיוחסת לתאורה. החלפה מאסיבית של מקורות אור לתאורת לד נותנת לארה"ב היום כמעט מחצית מחסכון החשמל הכללי.

בסה"כ ב-2013 החליפו 19 מיליון גופי תאורה בעולם. ב-2020 זה יהיה 100 מיליון.

בלוס אנג'לס החליפו תוך 3 שנים 157 אלף גופי תאורה ברשות המקומית, בעיר אחת בלבד! זה הביא לחסכון של בין 50%-ל-60% בחשמל בעיר זו בת 4 מיליון תושבים.

בלונדון, עם יותר מ-8 מיליון תושבים הכריזו שהם מחליפים את כל מערך התאורה, 350 אלף גופי תאורה.

בבואנוס איירס כבר החליפו 125 אלף גופי תאורה אבל לא רק החליפו, הם גם חיברו את גופי התאורה למערכת בקרה שמאפשרת לקבל גם משוב מידי של צריכת החשמל מגופי התאורה, וגם אפשרות לעמעם ולכבות.

ביפן בסה"כ 127 מיליון תושבים; עד 2020 הם מתכננים להחליף את כל גופי התאורה ללד ולחסוך 70% מצריכת האנרגיה.

הודו נמצאת היום בכותרות בכל העולם בתחום הזה, הם מחליפים גופי תאורה בכל מקום, גם בכפרים הכי נידחים.

במלזיה, 30 מיליון תושבים, מחליפים את כל מערך התאורה; הם אומרים שייקח להם בין 5 ל-10 שנים.

לפני 3 ימים היה פרסום לגבי ההזמנה הגדולה בהיסטוריה – Chase Bank – הזמינו 1.6 מיליון נורות ללד להחליף את גופי התאורה בכל הסניפים של הבנק.

נחזור למדינת ישראל: ההישג הגדול ביותר הוא שמשרד הבריאות, לאחר התלבטויות, הוציא הכרזה שמקור אור ללד אינו מסוכן לבריאות. יש קבוצה המנסה להפחיד אנשים משימוש בתאורת ללד כי הוא כביכול מסרטן וואו משפיע על הפיסיולוגיה של בני אדם יותר ממקורות אור אחרים. זה בפירוש לא נכון. בעולם אין הצהרות כאלו, אלא הפוכות. משרד הבריאות של ארה"ב מצהיר שמקורות אור מסוג ללד לא מזיקים יותר ממקורות אחרים, כמו פלואורסצנט למשל.

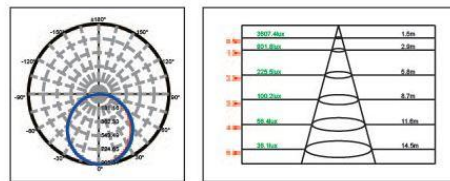
הטכנולוגיה מאוד מורכבת לייצור, וגם מאוד מורכבת לתקינה. התקנים אינם מוכרים למהנדסי חשמל כי הם חדשים. תקן 20 של מכון התקנים הוא תקן בטיחות שחל על כל סוגי גופי התאורה אבל אינו נוגע בכלל בנושא של יעילות או איכות גופי התאורה.

בארץ יש פרויקטים רבים של תאורת ללד. למשל, בכפר סבא התחיל ב-2011 פרויקט השכונה הירוקה. זה הפרויקט הגדול ביותר בעולם מבחינת כמות גופי תאורה בפרויקט אחד, 2000 גופי תאורה.

שדרות הנדיב בחיפה מוארת היום באמצעות ללד. ישנם גם חניונים ואצטדיונים. דרך אגב, אצטדיון הסופר-בול הענק בארה"ב מואר כבר שנתיים באמצעות ללדים – זה הישג מאוד מרשים. השוק הזה גדל בקצב מדהים. אבל מכיוון שאנשים לא מבינים בנושא, מוותרים על התקנים הרלוונטיים. היום כל מעבדה קטנה יכולה להצהיר על עצמה שהיא יצרן של גופי תאורה; אבל אם שמים לב לפרטים ניתן להבחין שמדובר באיכות ירודה. למשל, החלפה של נורות T5 בנורות ללד ניתן לביצוע, למרות ש-T5 מאוד יעיל עם משנק איכותי, אבל הלד צריך להיות איכותי. באיור 6 ניתן לראות דוגמה למפרט סיני שהציגו בתערוכה. המחיר "ברצפה", אבל שימו לב לאורך החיים – 15,000 שעות זה פחות מנורות

פלאורסצנטיות. הנתונים מאוד גרועים אפילו יחסית לנורות קונבנציונאליות. דברים כאלה מגיעים גם לארץ בגל של ייבוא. היום כל חייל משוחרר הוא גם יבואן.

Features:
 Operating temperatures: -15°C ~ +45°C
 Standard series 25000H
 Economic series 15000H
 Guarantee: 2 years
 PF: >0.9



Code No.	Watt(W)	Driver model	Ra	LED type	LED QTY	Lumen(lm)	Dimension(mm)
PL31-1118	18	20W500I	>80	SMD 4014	108	1350	296x296x10.5
PL31-1228	28	30W1050I	>80	SMD 4014	162	2100	296x596x10.5
PL31-2236	36	36W1200I	>80	SMD 4014	180	2700	596x596x10.5
PL31-1436	36	36W1200I	>80	SMD 4014	180	2700	296x1196x10.5

איור 6 - דוגמא למפרט של נורת לד באיכות ירודה

ב-2014 יצא לאור דו"ח של מבקר המדינה על תאורת חוץ ברשויות מקומיות עם ביקורת מאוד קשה. מצב התאורה ברשויות מקומיות מאוד גרוע. החלפת גופי תאורה ללד יכול לשפר את המצב ולחסוך באנרגיה, אבל כדי לעשות זאת ולהתקדם צריך להקים מוסד שיקבל משוב מן הפרויקטים. עשיתם את "שוהם" ועשיתם "מעלות" ועשיתם הרבה פרויקטים בארץ – האם מישהו יודע מה קורה שם? מה רמת התחזוקה, התקלות, ההארה - האם היא ברמה תקינה? וכדומה.

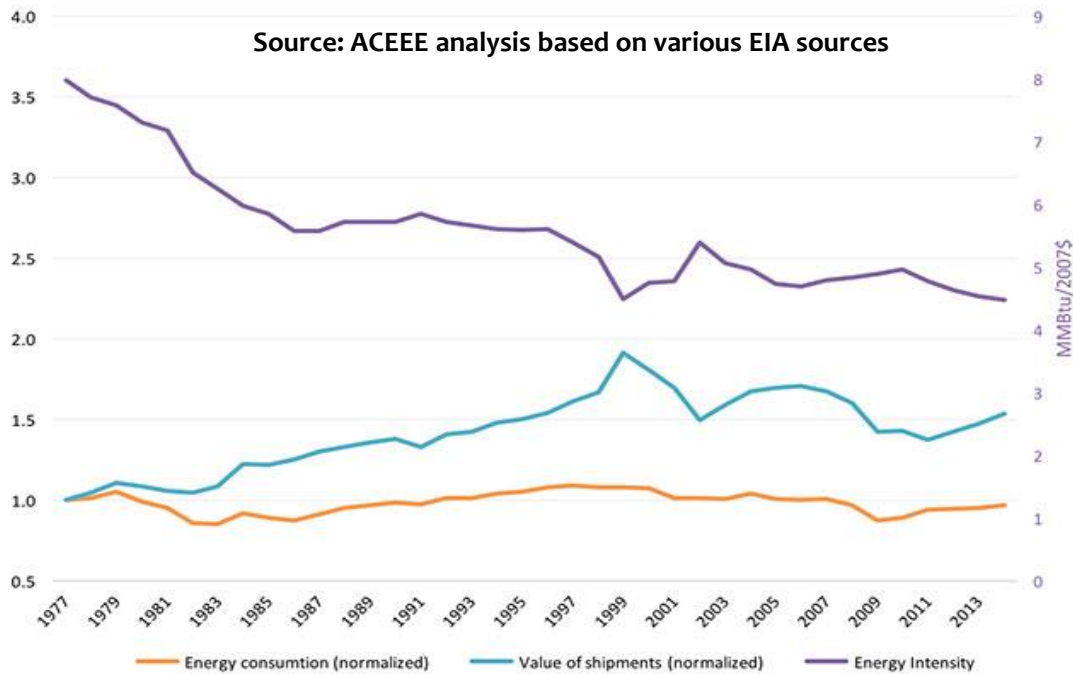
ד"ר פרי לב-און, The Levon Group LLC

System Upgrade for Energy Efficiency: The U.S. Experience

אני אדבר על שדרוג מערכות בארה"ב. ב-1980 הקימו מומחים את ACEEE – American Council for an Energy-Efficient Economy שימש כקטליזטור לקידום התייעלות אנרגטית במטרה לשפר את מצב הכלכלה, הביטחון האנרגטי, ואיכות הסביבה. מ-1980 עד 2014 השימוש באנרגיה בארה"ב גדל ב-26%. זה גידול ניכר, אבל באותו פרק זמן ה-GDP גדל ב-149%. כלומר, אם מסתכלים על שני הנתונים האלה יחד ניכר שהייתה התייעלות אנרגטית משמעותית.

בדו"ח האחרון של ACEEE בנושא עצימות האנרגיה, המוגדרת כאנרגיה הנצרכת ליחידת דולר של GDP, ירדה מ-12.1 kBTU ל-6.1 kBTU (3.5 ל-1.8 קוטי"ש) לדולר GDP באותה תקופה. זו ירידה של 50%. הערכות שמרניות קובעות ש-40% מהשיפור הזה הוא כתוצאה משינוי במבנה הכלכלה של ארה"ב בו פחתו הדרישות לצריכת אנרגיה גבוהה; למשל, פחות ייצור בארה"ב, כי חלק גדול מיוצר עכשיו מחוץ לארה"ב, אבל 60% מיוחס רק להתייעלות אנרגטית. ב-2014 החיסכון כתוצאה מהתייעלות אנרגטית עמד על 58×10^{15} BTU (17×10^{12} קוטי"ש). זה מתבטא בחסכון של 2,500 דולר לכל אדם בארה"ב. זה ללא ספק חסכון עצום.

בנושא הכיוון הלאומי של ארה"ב – המגזר התעשייתי מהווה בערך 20% מה-GDP. עצימות האנרגיה במגזר הזה יורדת באופן עקבי ב-35 השנים האחרונות. בין 1980 ל-2013 עצימות האנרגיה של המגזר ירדה ביותר מ-38%, למרות שהתפוקה גדלה ב-50%. זו תופעה מאוד חיובית. לעתים קרובות שומעים הערות שליליות בנוגע לארה"ב ואנרגיה, אבל זו לא התמונה בדיוק. אם מסתכלים לעומק רואים שיש הרבה מגמות מאוד חיוביות. באיור 7 ניתן לראות בצורה גרפית את צריכת האנרגיה של התעשייה בארה"ב, את הערך הכולל של המשלוחים ללקוחות, ועצימות האנרגיה בשנים 1977-2013. הקו הסגול מתאר את ירידת עצימות האנרגיה, הקו הכחול את עליית ערך המשלוחים, והקו הכתום מתאר את יציבות צריכת האנרגיה. הנתונים האלו מראים שהמצב בארה"ב טוב מבחינת התייעלות אנרגטית, אבל לא כולם מסכימים עם זה (במיוחד אלו שלא מבינים את הנושא).



איור 7 - צריכת אנרגיה בתעשייה, ערך המשלוחים, ועצימות האנרגיה בשנים 1977-2013

קיימים ארבעה בסיסים ליעילות אנרגטית בארה"ב לפי פרסום שיצא לאחרונה ב-American Institute of Chemical Engineering :

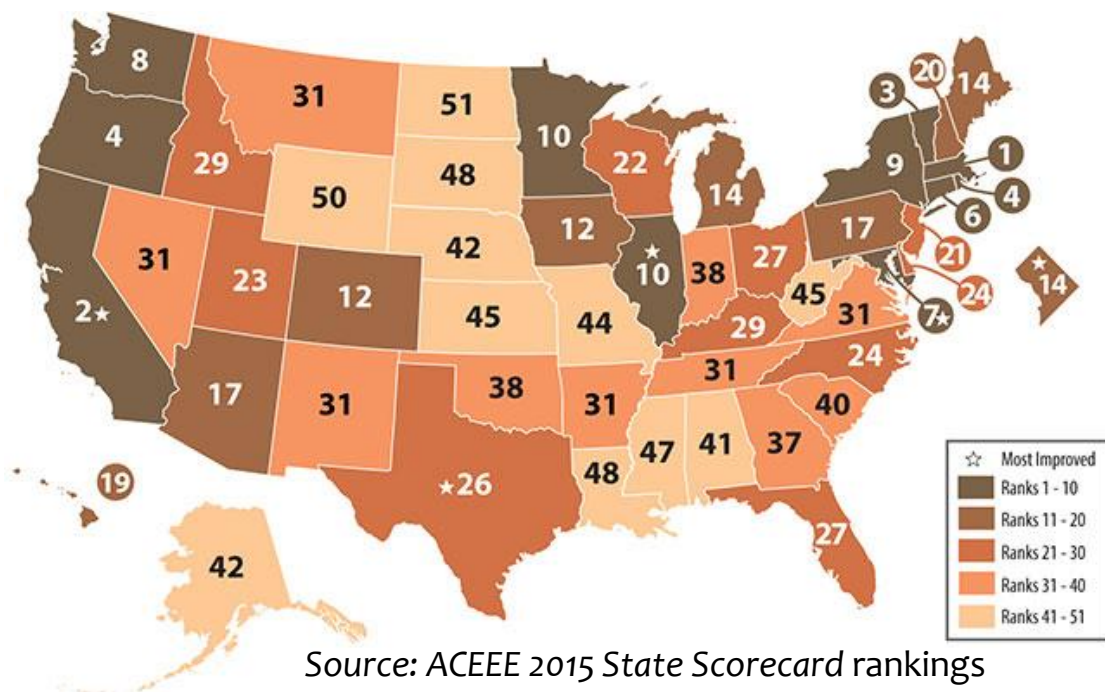
1. שיפור תפעולי – שיפורים רבים ניתן לבצע בעלות זניחה, על ידי מחשבה ועבודה נכונה יותר. זאת במיוחד במצב של היום בו מחירי האנרגיה ירדו מאוד וקשה להצדיק השקעה בציוד יקר. לפני שמשקיעים חשוב לוודא שהפוטנציאל של הציוד הקיים מנוצל במלואו. מפאת חוסר זמן לא ארחיב יותר על שאר הסעיפים. המידע קיים במצגת שתפורסם באתר פורום האנרגיה.

2. תחזוקה יעילה.

3. שיפורים הנדסיים.

4. טכנולוגיות חדשות – כאשר מיישמים טכנולוגיות חדשות או מהפכניות צריך לאמת אותן באמצעות מחקר ופיתוח. זה דורש זמן וכסף אבל זה חשוב. רבות מן ההתקדמויות המשמעותיות ביותר בהתייעלות אנרגטית נבעו מחידושים טכנולוגיים מהפכניים, למשל תאורת לד כפי שהציגו לפני.

כל אלה תומכים בשינויים ההתנהגותיים והתפעוליים שיש ליישם בכדי לשמר את מגמת ההתייעלות האנרגטית בארה"ב.



איור 8 - דירוג מדינות בארה"ב לפי יעילות אנרגטית

באיור 8 מוצג מעין גיליון ציונים למדינות בארה"ב לפי יעילות אנרגטית. אין לי זמן להרחיב, רק אציין שישנן מספר נקודות מפנה הנובעות ממדיניות של השקעה ועידוד התייעלות אנרגטית. ה-ACEEE מדרג לפי מדיניות ותוכניות וגם מייצע למדינות איך לשפר את התייעלות האנרגטית בתחומים שונים, למשל קוגנרציה – קיימנו בנושא הזה מפגש של פורום האנרגיה לא מזמן.

דבר נוסף מאוד חשוב הוא תמריצים כלכליים מטעם המדינות. יש שיטות שונות: החזר כספים, הלוואות, מענקים, וכו'. במצגת יש יותר פרטים ודוגמאות של כמה מדינות כמו טנסי, ניו יורק, וקונטיקט. המדינות יכולות לתת 'דוגמא אישית', כלומר להתנהל ולתכנן עם דגש על יעילות אנרגטית את המתקנים הממשלתיים שלהן עצמן, ובכך גם נותנים דוגמא וגם מוכיחים היתכנות. עד כאן הכול על קצה המזלג; פרטים נוספים ישנם במצגת.

פיליפ ברמי, מנכ"ל שניידר אלקטריק בישראל

Efficiency in Israel: Based on International Roadmap for Energy experience

אפתח בכמה מילים על שניידר אלקטריק, למי שלא מכיר: זהו תאגיד בינלאומי העוסק בתחום של ניהול אנרגיה. אנחנו מציעים ללקוחותינו פתרונות על מנת לעשות שימוש יותר יעיל באנרגיה. בלב ליבה של האסטרטגיה שלנו - נושא התייעלות האנרגטית הוא מאוד דומיננטי. אני דווקא לא רוצה לדבר יותר מדי על טכנולוגיות, למרות שיש לנו הרבה. אני רוצה להתמקד בנקודת מבט של חברה גלובלית הפרוסה ביותר מ-100 מדינות עם יותר מ-160 אלף עובדים בעולם. ניסיתי ללקט מעט ניסיון ממדינות שונות כדי לתרום מידע לקבוצה הזאת.

אתחיל בהגדרת הבעיות, מנקודת מבטנו. קיימות בעיות גלובליות כגון התחממות גלובלית, ובעיות לוקאליות כמו העובדה שבישראל השמיכה מאוד קצרה, ואנחנו עובדים עם שוליים מאוד קטנים: ברגע שעוברים את שיא הביקוש צריך מיד לנתק צרכנים, כמו שהיה בחורף הזה. יש גם בעיות נוספות כמו התלות בגז הטבעי ועלויות האנרגיה. אין ספק שיש תועלת בתחנת כוח נוספת. התייעלות האנרגטית באה לדחות את הצורך בהקמת תחנת כוח נוספת. צריך להסתכל על זה פיננסית – כל שקל המושקע עם יידע ומחשבה יכול לחזור לכיסנו. אמנם אני לא רוצה לצלול לתחום הטכנולוגיה אבל ניסיתי לרכז את הטכנולוגיות שאפשר לקדם על מנת לשפר את ניהול האנרגיה. מדובר בבקרה – בקרת מבנה, ניטור אנרגיה, פתרונות של רשת חכמה, ניתוק כוח ומערכות מיזוג אוויר. זה בתחום של התייעלות ואמינות אנרגטית. יש עוד נדבך שלא אגע בו היום והוא הנושא של אנרגיות חלופיות ורכבים חשמליים; גם שם ישנם פתרונות מאוד רלוונטיים בתחום של ניהול אנרגיה. התחום של השגת אנרגיה (Energy Procurement) יותר רלוונטי למדינות בהן יש תחרות במשק החשמל. בישראל הנושא רק מתחיל, עם היצרנים הפרטיים, אבל עדיין לא מהותי. כמובן שנושא התאורה, כפי שהוצג קודם, הוא מנוף גדול מאוד לתייעלות אנרגטית. גם תחום המים מאוד משמעותי וצרכן אנרגיה מאוד כבד. יש לנו ניסיון בזה גם בארץ וגם בעולם. אנחנו יודעים שעל ידי מערכות בקרה וויסות מהירות נכון ניתן לחסוך עד 30% מצריכת האנרגיה בתחום המים.

עוד נדבך שלא הוספתי למצגת הוא התחום של Data Centers. אמנם הוא שקול רק לכ-1.5% מהצריכה, אבל בכל יום קמים מרכזים חדשים וללא ספק בעוד 5-10 שנים זה יהיה יותר כמו 5-10% מצריכת החשמל העולמית. גם כאן יש מקום מאוד מכובד לתחום של התייעלות אנרגטית.

כמוכן - כל פרויקט של התייעלות אנרגטית, בין אם ברמה של ממשלה או ברמה של חברה פרטית, צריך להתחיל בצעדים של הגדרת מפת דרכים ואבני דרך. השלב הראשון הוא לחקור ולבדוק מהו הפוטנציאל, לאחר מכן מגדירים את הפרויקט, מבצעים את הפרויקט, ואז בודקים את התוצאות של הפרויקט. צריך לעבוד מתודית, לפי הסדר.

אני רוצה לדבר מעט על דברים שליקטתי מעמיתי בעולם – דברים שראינו שעובדים לא רע. קודם כל באירופה, באופן כללי הופעל דירקטיב 2020 – 20% חסכון באנרגיה ב-2020. יש מדינות בהן זה התרומם. אבל כבר ב-2012 הבינו שדרושה חקיקה, כלומר, העניין אינו פועל היטב כאשר הוא וולונטארי. בעצם, חקקו סדרה של חוקים במדינות מסוימות, תוך כדי השארת מקום מכובד לתחום הוולונטארי, אבל גם אכפו על צרכנים במקטעים מסוימים כדי שהדברים באמת יעשו. יש כמה מדינות שהצליחו לא רע – בלגיה, פינלנד, צרפת, וגרמניה שהיא אחת המדינות המובילות באירופה בנושא הזה.

בארה"ב, ובצפון אמריקה בכלל, התמקדו דווקא בתחום אחר: חברות החשמל. הבינו די מהר שכדי להגיע ליעדים ולספק את האנרגיה הדרושה לצרכנים הם צריכים או להשקיע בתשתיות האנרגיה או להשיג התייעלות אנרגטית. התחילו להטמיע מערכות של rebates, כלומר הנחות, עבור לקוחות יעילים אנרגטית. שם קיימת תחרות בתחום החשמל לכן זה פועל היטב. צפון אמריקה מחלקת 4 מיליארד דולר בשנה בהנחות בתעריף החשמל לצרכנים יעילים אנרגטית. יש כ-35 אלף יוזמות בצפון אמריקה. זהו אחד המספרים שהכי הרשימו אותי אישית.

לא אכנס לתחום ניהול שיאי הביקוש, אבל גם זה סוג של התייעלות אנרגטית.

אני רוצה לדבר מעט על עולם התקינה – זה עולם מצוין לתחום של התייעלות אנרגטית. זה עולם מורכב, לפעמים התקינה מאוד כבדה, אבל כאן (איור 9) יש לנו תקן מאוד פשוט שנקרא BAC (Building Automation and Control) והוא מתמקד רק בנושא הזה, ולכן מאוד פשוט יחסית להשיג דירוג אנרגטי. זה דומה מאוד לדירוג בתעשיית הרכב. יש בניין מסוג A עד D, כאשר A הוא הטוב ביותר ו-C היא רמת הייחוס של בניין רגיל בו צריכת האנרגיה נקבעה ל-1. ברגע שאנחנו מיישמים בקרה וניהול אנרגטי אנחנו יכולים לחסוך עד 30% מהחשמל. מדובר ב-4 קריטריונים (איור 10) - מיזוג אוויר, חימום, תאורה, והגנה מקרינת השמש. לדוגמא, בבניין רגיל ברמה C בו אין בקרה אוטומטית, התאורה היא on/off ידנית, וכאשר עוברים לרמת A אנחנו מדברים על חיישני נוכחות, עמעום, בקרה, חישה של רמת התאורה הטבעית, וכו'. באופן דומה גם בתחומים אחרים.

Building Automation and Control (BAC) efficiency classes to EN 15232		Efficiency factor for thermal energy			Efficiency factor for electrical energy		
		Office	School	Hotel	Office	School	Hotel
A	High energy performance building automation and control system (BACS) and technical building management (TBM)	0.70	0.80	0.68	0.87	0.86	0.90
B	Advanced BACS and TBM	0.80	0.88	0.85	0.93	0.93	0.95
C	Standard BACS	1	1	1	1	1	1
D	Non energy efficient BACS	1.51	1.20	1.31	1.10	1.07	1.07

איור 9 - דירוג אנרגטי לפי BAC (Building Automation and Control)

	Heating / Cooling control	Ventilation / Air conditioning control	Lighting	Sun protection
A	<ul style="list-style-type: none"> - Individual room control with communication between controllers - Indoor temperature control of distribution network water temperature - Total interlock between heating and cooling control 	<ul style="list-style-type: none"> - Demand or presence dependent air flow control at room level - Variable set point with load dependant compensation of supply temperature control - Room or exhaust or supply air humidity control 	<ul style="list-style-type: none"> - Automatic daylight control - Automatic occupancy detection manual on / auto off - Automatic occupancy detection manual on / dimmed - Automatic occupancy detection auto on / auto off - Automatic occupancy detection auto on / dimmed 	<ul style="list-style-type: none"> - Combined light/blind/ HVAC control
B	<ul style="list-style-type: none"> - Individual room control with communication between controllers - Indoor temperature control of distribution network water temperature - Partial interlock between heating and cooling control (dependent on HVAC system) 	<ul style="list-style-type: none"> - Time dependent air flow control at room level - Variable set point with outdoor temperature compensation of supply temperature control - Room or exhaust or supply air humidity control 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual daylight control - Automatic occupancy detection manual on / auto off - Automatic occupancy detection manual on / dimmed - Automatic occupancy detection auto on / auto off - Automatic occupancy detection auto on / dimmed 	<ul style="list-style-type: none"> - Motorized operation with automatic blind control
C	<ul style="list-style-type: none"> - Individual room automatic control by thermostatic valves or electronic controller - Outside temperature compensated control of distribution network water temperature - Partial interlock between heating and cooling control (dependent on HVAC system) 	<ul style="list-style-type: none"> - Time dependent air flow control at room level - Constant set point of supply temperature control - Supply air humidity limitation 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual daylight control - Manual on/off switch + additional sweeping extinction signal - Manual on/off switch 	<ul style="list-style-type: none"> - Motorized operation with manual blind control
D	<ul style="list-style-type: none"> - No automatic control - No control of distribution network water temperature - No interlock between heating and cooling control 	<ul style="list-style-type: none"> - No air flow control at room level - No supply temperature control - No air humidity control 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual daylight control - Manual on/off switch + additional sweeping extinction signal - Manual on/off switch 	<ul style="list-style-type: none"> - Manual operation for blinds

איור 10-4 קריטריונים של תקן BAC

גרמניה היא מדינה שהצטיינה בנושא הזה. היא הגדירה סדרה של יעדים מאוד מדויקים. זה נולד מהשאיפה שלהם להתנתק מאנרגיה גרעינית שהיוותה 40% מאספקת האנרגיה. הם החליפו את זה באנרגיות מתחדשות ונתנו מענקים של 180 מיליארד יורו - מאוד מאוד מרשים. הם הטילו מס על אנרגיה, צעד לא פופולארי, אבל עשו זאת כי היו צריכים לממן את ההחלפה. מה שמעניין במס הזה הוא שנתנו ללקוחות יעילים אנרגטית הפחתה במס.

צרפת עשתה משהו מעניין – ביקשו מהצרכנים להשיג תעודה של התייעלות אנרגטית. הם קבעו תנאים להשגת התעודה ומי שהשיג אותה קיבל פטור מסוים, ומי שלא עשה זאת היה יכול לרכוש תעודה,

בדומה לסחר בפליטות CO₂. בצורה כזאת מדרבנים אנשים לבצע פרויקטים של התייעלות אנרגטית בצורה וולונטארית.

יש גם ניסיון ברשות הפלסטינית שעושה רבות בתחום ההתייעלות האנרגטית. ממשלת צרפת בעזרת ה-AFD שהינו גוף התורם לממשלות אחרות, הקימה קרן מסוג revolving funds, ובאמצעותה מקימים פרויקטים של התייעלות אנרגטית. בדומה למודל ESCO, הם למעשה מחזירים לקרן מן החסכוניות וכך הם יכולים לממן פרויקטים חדשים נוספים, וכן הלאה. מה שמעניין במיזם הזה הוא שעשו אותו מאוד פשוט. אין תנאים וביורוקרטיה. יש צוות טכני של מומחים שקיבלו את ההכשרות הטובות בעולם והם מבצעים אימות (validation) של הפרויקטים; כשהם מוצאים פרויקט שבאמת חוסך אנרגיה, הם ממליצים, ולהמלצה כזאת יש משקל מאוד כבד.

פרק 4: דיון

לאחר מצגות המשתתפים התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג, ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. על מנת למקד את הדיון, הוצגו מראש מספר שאלות כדלקמן:

- מה מידת ההתייעלות שניתן להשיג במשק הישראלי ע"י החלפת ציוד ישן/מיושן בחדש ויעיל?
- מה יכולה וצריכה הממשלה לעשות לקידום הנושא?
- מה ידוע על תכניות מסוג זה בעולם ומה ניתן ללמוד מכך לגבי ישראל?

דברי המשתתפים מובאים כאן בסדר בו נשמעו וללא עריכה, לאחר שעברו ביקורת ע"י אומריהם.

פרופ' אופירה אילון: תודה על המצגות. אני רוצה להפנות תשומת לב למספר דברים שלדעתי הם רלוונטיים. אלכסנדר יארמולינסקי דיבר על בואנוס איירס; יש שם פרויקט מדהים של SAP-HANA, זו מערכת שבה יש דיווח של התושבים לרשות, ולהיפך. זה מאגר נתונים עצום על כל מה שקורה בעיר בנושאים סביבתיים – אנרגיה, מים וכו'. בנוסף, לגבי הנושא של ה-LED וההכרזה החד משמעית של משרד הבריאות על פוטנציאל הפגיעה הבריאותית של מנורות ה-LED. נכון, ב-11.3.2015 משרד הבריאות טען שאין פגיעה, אבל שבועיים לפני כן טען בדיוק את ההיפך – שלתאורת LED יש בעיות בריאותיות. אמירות בנושא זה חייבות להיות מבוססות מחקרית ולא להשתנות עפ"י מצב הרוח של העיתונאים או הציבור.

ברור שבתוך הנושא הזה, עקרון הזהירות המקדימה הוא עקרון שאנחנו חייבים לאמץ ולהתנהל לאורו. כמובן שבתאורת רחוב, כשהמרחק בין התאורה לבן אדם כה גדול, ישנה התועלת של התייעלות ע"י שימוש ב-LED.

דבר נוסף שקצת התגנב בדברים שפרי לב-און אמר קודם, ואני חושבת שצריך להיכלל במסגרת ההמלצות למדיניות ולהמשך מחקר, ואני מניחה שיצחק רומנו יחזק אותי בדברים האלה, זה הנושא של ההיבטים ההתנהגותיים. כאשר מדובר רק בטכנולוגיה, ואין אלמנט של התנהגות של בני אדם - זה מצוין. אבל כשלווקחים בחשבון התנהגות של בני אדם, קיימים בעצם שני שלבים. השלב הראשון הוא שעם הזמן אנחנו שוכחים לכבות את האור או המזגן כשיוצאים מהחדר, והשלב האחר הוא אפקט ה'ריבאונד': ברגע שיש לנו מערכת יותר יעילה אנרגטית, אז לא נורא למשל ללכת לישון עם מזגן בקיץ ולהתכסות בשמיכה חמה. זה מתקשר לכך שקשה מאוד להעריך מראש את התועלת במיזמים כמו ESCO וכו'. למרות שאני מניחה שרוב הנוכחים כאן מהנדסים, אני חושבת שצריך לתת את תשומת הלב לנושאים הפסיכולוגיים האלה כי הטכנולוגיה לא תספיק פה.

פרופ' גרשון גרוסמן: מה את ממליצה?

פרופ' אופירה אילון: להגביר את המחקר והמעקב גם אחרי הדברים האלה ולהבין איך ההיבטים ההתנהגותיים משפיעים בסופו של דבר על התוצאות בפועל.

ד"ר מרים לב-און: יש בארה"ב סידרה של כינוסים שנקראת BECC (Behavioral Energy and Climate Change) שאוניברסיטת סטנפורד התחילה לארגן. הם בדיוק מסתכלים על הנושא הזה – על ההקשרים ההתנהגותיים להתייעלות אנרגטית והקשר לשינוי האקלים. כך שבהחלט יש הרבה מודעות לנושא באוניברסיטאות גדולות בארה"ב.

דן בר-משיח: בין אותו גורם שמייעל ארגונים לבין המפעילים קיים קרב יום יומי בלתי פוסק. אני מדבר מתוך ניסיון בפרויקטים שאני מבצע. לאנשים שמפעילים את המערכות יש רק אינטרס אחד – תפוקה. אין אינטרס לחסוך. אם הציילר לא יעבוד ובעקבות כך יושבת קו ייצור – הם יפוטרו. על החיסכון הם לא אמונים. במפעלים רבים שעושים התייעלות בעצמם ולא באמצעות חברת ESCO יש מעין סיירת שמבצעת מהלכים של התייעלות. יש לי לא מעט case studies כאלה. באחד המפעלים שקראו לי, הייתה להם התייעלות ביחס ליחידת מוצר של 17%. אחרי שנה וחצי ההתייעלות הזאת התרסקה ל-7%. מה שקורה - אותם מפעילים של הקווים, כבר בתקלה הראשונה מבצעים עקיפה של מערכות ההתייעלות. אני כמובן עושה את זה מטעמים של הצלת העולם ולא קידום ה-ESCO, אבל מאחר וה-ESCO מתפרנס אך ורק מתוך החיסכון הישיר והמדוד, אזי בתור חברת ESCO אני יום יום, בטווחי זמן של רבע שעה, בודק את יעילות המערכת, וכל הזמן מנסה לאכוף את היעילות הזאת, וכשיש הפרעות - גם יוצאות התרעות ומקימים קשר מסוים לוודא שהחיסכון נמשך. אז אני, מהניסיון שלי, לא מאמין הרבה בגורם האנושי בהיבט של החיסכון. בגלל אינטרסים בלבד. אני לא מדבר על בן אדם פרטי בביתו, זה משהו אחר.

פרופ' גרשון גרוסמן: אולי צריך לבנות את ההסכם של ה-ESCO בצורה אחרת?

דן בר-משיח: אנשים הלכו ועשו ESCO כי בין השאר הגיעו למסקנה שבהתייעלות עצמית הם לא מצליחים לעמוד במשימה. קשה למצוא ארגון שבו האנשים עד כדי כך "ספרטנים" שכולם מכבים את האור ודואגים להתייעלות, וגם מבצעים את המשימות האחרות.

אם יורשה לי להציע נושא לדיון: הייתי רוצה לשאול את הנוכחים, וגם לי יש מה לומר בעניין, בנוגע למחקר בארה"ב שהציג פרי לב-און; איני מכיר מחקרים כאלו בישראל. חשוב מאוד שמשרד האנרגיה יעשה עבודה כזאת. אני יודע שאותם גורמים, למשל משרד הגנת הסביבה שהוא בקרב מול משרד האנרגיה, טוען שההתייעלות האנרגטית היא לא ברמה מספקת ואפילו חמור מזה. אם זה נכון שישראל לא מממשת את פוטנציאל ההתייעלות שלה הייתי רוצה לשאול את הנוכחים איך לדעתם ניתן לגרום לכך שהדבר הכל כך הגיוני הזה שנקרא 'התייעלות אנרגטית' יקרה כבר? זאת במקום לבנות עוד תחנות כוח, ועוד שנאים, ועוד כבלים, ועוד תשתיות גז, ועיסוק אינסופי בגודל הצינור ואורך הצינור שמזכיר לי ספרים של פרויד, במקום לעסוק בהתייעלות אנרגטית שתחסוך את הצריכה. ואפשר לעשות את זה.

ד"ר משה דן הירש: כשאופירה אילון אמרה את המילה פסיכולוגיה עברה בי צמרמורת. נזכרתי בתקופת הילדות של ההתייעלות האנרגטית שלי בשנות ה-60 כשעבדתי בארה"ב בחברת ייעוץ והם העסיקו שם פסיכולוגית שיצאה עם הצוותים שלנו לכל מיני אתרים. בדיוק לפי מה שאמרת – להנחות את הצרכנים. השאלה איך מממשים את זה. מה שדן בר-משיח אמר מוכר לי מהפרויקטים שאני מלווה. לפעמים חושבים שתהיה התייעלות מסוימת אבל בפועל יוצא פחות, גם ב-ESCO. אני יכול לספר לכם איך נפתרה הבעיה בשני פרויקטים לדוגמא שהייתי מעורב בהם על ידי שיטת 'מקל וגזר'. אחד הפרויקטים היה ניהול אנרגיה במפעלי רותם בנגב לפני כמה שנים. זה מפעל גדול מאוד. פנו אלי כי ההיררכיה לא אפשרה לדברים להסתדר בפנים והחליטו לקחת מישהו מבחוץ. למדתי את כל המערכת. מדובר במתקני תפעול ומרכזי אנרגיה כולל תחנות כוח וקוגנרציה וכו'. הגעתי למסקנות, אבל אחת הבעיות ביישום הייתה שיתוף פעולה בין המתקנים השונים. לכל מנהל מתקן יש את האינטרס שלו וזה מונע שיתוף פעולה אנרגטי. בנינו מודל - מערכת מומחה שכימתה את רמת שיתוף הפעולה שמעלה את היעילות – ואז התקדמנו לפי שיטת מקל וגזר.

דבר דומה נעשה במת"מ עם מיזוג האוויר. יש מרכז אנרגיה שמספק מים קרים לחמים ויש מפעלים שמתנהגים 'לא יפה', כלומר מחזירים מים קרים בטמפ' נמוכה מדי, מה שפוגע ביעילות הצילרים. לכן גם שם התקינו חיישנים ופעלו בשיטת מקל וגזר - במקרה הזה תעריף גבוה יותר על החזרת מים קרים בטמפ' נמוכה.

היבט נוסף שהייתי ממליץ עליו למשרד האנרגיה הוא החלפת צילרים. במכרז נדרש להחליף את הצילר כך שלא תהיה עליה בתפוקה. אבל למה לא לתמרץ את מי שמכניס צילר עם תפוקה נמוכה יותר?

היה בזמנו סטארט-אפ של אנרגיה של חברה ברעננה עם מהנדסים עולים מדרום אמריקה שפיתחו קולט שמש מרכז יחסית זול, לטמפ' לא מאוד גבוהות, כ-120°C. אפילו התקינו בכמה מקומות כמו בית החולים הלל יפה בחדרה שצריך קיטור בלחץ נמוך ומים חמים וכו'. הם רצו להכניס את זה גם לקיבוצים. קיבוץ כפר בלום פנה אלי ב-1989 שאני אייעץ להם. אמרתי להם להכניס לחוזה סעיף שידאג לפצות את הצרכן במקרה שהתנהל בצורה כזו שחוסכת לספק. הם הסכימו. כידוע, ככל שהטמפ' גבוהה יותר, העלאת הטמפ' יקרה יותר, לכן בטמפ' נמוכות אפשר לעשות קליטה במחיר זול יחסית. לכן הסכימו בשלבים הראשונים להכניס קולט פשוט יחסית ורק בשלבים האחרונים קולט מיוחד יותר שמסוגל להגיע לטמפ' גבוהות. זה הוזיל את מחיר המערכת, וחלק מהרווח הולך גם לצרכן. אלה דוגמאות לשיתופי פעולה שניתן לכמת ולתת קרדיט למי שמגיע.

אבי מזרחי: פרופ' אופירה אילון "הרימה לנו להנחתה" את הנושא הפסיכולוגי. דן בר-משיח הקדים אותי קצת. יצחק רומנו הראה כאן מצגת על החלפת צילר. אנחנו בתחום שלנו, שחלק קוראים לו ESCO וחלק קוראים לו מכירת אנרגיה, יודעים מניסיון שאחרי שעושים פרויקטים כאלה מתחילה הספירה לאחור של עקיפת מערכות הייעול. כי בעצם לא יכול להיות אינטרס מספיק גדול למפעילים, טובים ככל שיהיו, לדאוג לחיסכון הזה. גם אם הממונה עליהם מאוד ירצה, זה לא יקרה. יש מספיק

חברות בשוק, פה בחדר ישנם נציגים של שלוש, שעוסקות ב-ESCO, ויודעות לעשות זאת היטב, ונראה שכאילו המדינה, משרד האנרגיה, לא כל כך בעד. היום מתחילים לדבר על ערבות מדינה להלוואות בנקאיות ומערימים על זה קשיים, כאשר בעצם האינטרס הראשון של משרד האנרגיה צריך להיות תמריץ לחברות כאלו.

דן בר-משיח: בכל העולם זה כך.

אבי מזרחי: כשנותנים מענק להחליף ציילר זה לא כמו שיצחק רומנו הראה לנו שהחליפו משאבות וכדומה – רוב האנשים עושים את המינימום. חותכים את הצינור ומחליפים את הציילר. אבל כשאנחנו עושים פרויקט שמוכרים בו אנרגיה, מחליפים את מלוא חדר המכונות. היעילות של המתקן היא לא רק הציילר, יש משאבות ויש התנהלות, זה הרבה יותר מורכב. לא ברור לי למה מכשילים חברות כאלו, שאנחנו בעצם השליחים שלהם.

פרופ' גרשון גרוסמן: מה המענק מכסה?

יצחק צ'רנוביצקי: רק את הציילר.

יצחק רומנו: לא מדויק. כשמגישים את הבקשה למענק מגישים את הכול ביחד. העניין הוא שמקבלים לפי טון קירור ולפי 'עדי'. ברגע שכתוב עד 200 אלף שקל ל-250 טון קירור לדוגמא, נגזר מזה שאתה מדבר על החלפת הציילר בלבד, פחות או יותר.

אבי מזרחי: מבחינה כלכלית, לעשות מניה ומדידה לפרויקט כזה זה מקצוע שעולה כסף.

יצחק רומנו: דרך אגב, משרד האנרגיה מחייב מדידות.

ניסים עובד: המשרד בעצם מממן קניית מוצר, לא חסכון באנרגיה.

אבי מזרחי: אבל ההסתכלות היא לא נכונה, אפילו שהמשרד מחייב אותך להתקין מונה אנרגיה כדי לבדוק את היעילות של הציילר. אני מבטיח לך שאם אראה לך איך מודדים את זה תראה הבדלים עצומים כי אנחנו מודדים את כל חדר המכונות, וזה שונה לחלוטין. וכשאתה עושה חשבון ויוצא לך 18% תשואה על ההשקעה שלך...

יצחק רומנו: זו לא תשואה - זה יחס מימון. כלומר, אם נותנים למשל 200 אלף ש"ח, והפרויקט עלה מיליון וקצת, אז בעצם היחס הוא 18%. הם מבטיחים עד 30%. התשואה היא בסדר גודל של 25%.

אבי מזרחי: בסדר. יחס גבוה ככל שיהיה בשיטה הזו שהצרכן מקבל מענק ומממן את פרויקט החיסכון הוא נמוך מאשר אותו יחס במקרה שהצרכן קונה אנרגיה, כי בפרויקט שכזה הוא לא משקיע שום דבר. אני אמנם לא מהנדס אבל אני מבין קצת בכלכלה ואותי לימדו שהמימון הכי טוב הוא כשלא השקעת

את הכסף שלך. מבחינת הלקוח זה רווח נקי. אם המדינה תעודד את זה אני חושב שזה יוביל להפחתת פליטות הרבה יותר גדולה.

פרופ' גרשון גרוסמן: אם הבנתי נכון, אתה אומר שבפועל מה שמשרד האנרגיה מממן זה את החלפת הציילר. אתה רוצה שיממנו גם שיפור של המערכת מסביב.

אבי מזרחי: אני חושב שלמשרד האנרגיה כדאי לעודד את הצרכנים ללכת לפרויקטים של חברות שמוכרות אנרגיה, או ESCO, בצורה מקצועית, כי לטווח ארוך זה יהיה חסכון הרבה יותר גדול. היום נותנים 30% או 20% כדי להחליף ציילר, אז מחליפים ציילר וזהו, הכי קל. אבל אחרי כמה שנים, או שצריך להחליף עוד אחד, או שלא מתחזקים את זה כמו שצריך והיעילות יורדת. לעומת זאת, אם אותו צרכן היה מתקשר עם חברה שמוכרת לו אנרגיה, הוא היה מרוויח מזה הרבה יותר. אני אחדד – אני לא חושב שמשרד האנרגיה צריך לתת לו יותר כסף. הוא נותן כסף, אבל לא מחלק אותו נכון.

ניסים עובד: זה מודל אחר לגמרי.

גדעון פרידמן: אני נוטה להסכים עם מה שאבי מזרחי אמר וגם דן בר-משיח רמז. אני רוצה להזכיר גם שבעצם משרד האנרגיה מתקדם בכיוון הזה. יש החלטה של הפחתת הפליטות. תוקם קרן וגם תינתן ערבות מדינה להתייעלות אנרגטית כשהכיוון יהיה פחות בסגנון של מכרזי ציילרים ויותר בסגנון של מכרזים, למשל, על חסכון באנרגיה. חברות ESCO למיניהן יהיו המועמדים הטבעיים, אבל כל חברת רשאית לעשות את זה בעצמה. כמובן גם חברת ESCO יכולה לאגד מגוון לקוחות שלה, החברות יציעו הצעה לתמיכה, תמורה עבור חסכון. אנחנו נדרג את ההצעות האלה, גם לפי ה-impact שלהן וגם לפי היחס בין עלות לחסכון. אני חושב שזו צורה יותר נכונה לעשות את הדברים מאשר הסתכלות טכנולוגית בלבד. זה ייתן הזדמנות למומחים, לחברות ה-ESCO או אחרים שמתמחים בתחום, לתת את ההצעות הכי טובות מבחנת יעילות. הוקצו סכומים לא מבוטלים שאני מקווה שלא יתגלגלו כמו בתכנית הקודמת, שאמנם תיארו לנו אותה בצורה מאוד יפה אבל היא נבלמה בעצם במסגרת הקיצוצים שהיו לפני שנתיים.

בנושא של ניהול אנרגיה, דיבר על זה פיליפ ברמי – אני חושב שכדאי שהנושא של ניהול אנרגיה יצבור תאוצה בשנים הקרובות רק משום שתרבות העולם כיום היא תרבות מאוד ממוחשבת ואנחנו מתקדמים לכיוון הזה כל הזמן. לכן חלק משמעותי, אני מעריך, מהחיסכון באנרגיה יבוא מתחום ניהול האנרגיה. אני מציע לכל העוסקים בתחום הזה לשים על זה דגש.

לגבי demand response שהוזכר כאן: הנושא של ניהול הצריכה, שבא מדרישה מערכתית של ניהול משק האנרגיה, לא תמיד הולך יד ביד עם התייעלות אנרגטית; צריך לשים לב לזה. אמנם המטרה היא לחסוך כסף, אבל באמצעות אגירת אנרגיה למשל, כשהחשמל זול כדי למכור כשהחשמל יקר, מתבצע

תהליך שהוא אמנם נכון כלכלית, אבל יש בו אלמנט שלא תורם לחסכון, ואפילו יכול לגרום לבזבוז של אנרגיה.

צבי טשר: אני חולק עליך.

יצחק רומנו: אני רוצה לדבר על שינוי תקינה. לדוגמא, יש לנו בטכניון הרבה מעבדות כימיות, בתי חיות, אודיטוריוםים, שהם צרכני אנרגיה אדירים, ומכתיבים לנו מספר החלפות אוויר בשעה. ככל שהמספר גדול יותר המשמעות היא שדרוש למזג כמות גדולה יותר של אוויר. זה בדרך כלל 6 פעמים בשעה במקומות ציבוריים ובמעבדות. כלומר 6 פעמים, לאחר שטיפלנו באוויר, זורקים אותו לאטמוספירה. במעבדות עם מנדפים זה מגיע ל-15, בבתי חיות זה מגיע גם ל-20 החלפות אוויר בשעה. תארו לעצכם כמה אנרגיה נזרקת; זה 365 ימים בשנה בהרבה מהמקרים. התקינה לא מאפשרת אחרת. ניסינו להרים פרויקט שבו ניקח אודיטוריום ל-300 איש, כמובן שלא תמיד הוא מלא, אבל מספר החלפות האוויר נועד ל-300 איש. ואם נמצאים רק 30 איש, רמת ה-CO₂ נמוך מאוד, וזה בעצם הגורם לדרישה של החלפות אוויר. אפשר על ידי רגשים פשוטים של CO₂ לווסת את כמות החלפות האוויר בשעה. אבל יחידת הבטיחות פסלה את הפרויקט הזה. היא לא מאפשרת לרדת ממה שכתוב בתקן, ומצדדם הם צודקים - כתוב על פי חוק 6 החלפות אוויר בשעה לכן כמובן שלא יוכלו לאשר לי פחות, גם אם אני מודד רמה נמוכה של CO₂. כנ"ל לגבי מעבדות: אם אפשר לזהות שרמת הזיהום נמוכה וכל המנדפים סגורים ואין פעילות (והיום יש רגשים לכל תחום), אפשר לרדת במספר החלפות האוויר בשעה. בתקינה מתאימה אפשר להגיע לחסכון מאוד מאוד משמעותי במקרים כאלה.

פרופ' גרשון גרוסמן: מי אחראי על זה?

פיליפ ברמי: הממונה על התקינה הוא משרד הכלכלה.

צבי טשר: זה חוק. תקף אסביר.

פרופ' אופירה אילו: זה גם בטיחות.

יצחק רומנו: בנושא מודל התייעלות. גם אצלנו פה בטכניון אנחנו מצליחים להשיג חסכון אך ורק באמצעות המודל. אם אין מודל שמצביע בדיוק מה צריך לעשות, מי מרוויח ממה, הדברים לא עובדים גם אם נתקין גלאים ואת האמצעים הכי מתוחכמים בעולם. צודק דן בר-משיח ואחרים כאן שאמרו: עוקפים אותם ברגע הראשון שניתן. את המודל שלנו עדכנו במהלך 8 השנים האחרונות 3 או 4 פעמים; בכל פעם מבצעים התאמות של המודל: איך הטכניון ירוויח בכך שישלם פחות לחברת החשמל, ובמקום זה ישלם ליחידה עצמה, ואיזה חלק יגיע ליחידה, 20%? 30%? המודלים כל הזמן משתנים. פעם נתנו אחוז קבוע והיום אנחנו נותנים אחוז משתנה כי יחידה שנכנסת בהתחלה משקיעה יותר כסף לכן תקבל 80% מהחיסכון, ואחרי כמה שנים זה יורד ל-50%. נותנים תמריצים להשקיע בהתייעלות. כך אם ישקיעו שוב יקבלו עוד 30%. בלי מודל זה פשוט לא יכול לעבוד.

ניהול אנרגיה ומניה זה גם כן מאוד נכון. בטכניון, דרך אגב, יש לנו כ-200 מונים. בכל יחידה, בכל בניין, בכל מרכז אנרגיה מותקנים מונים. בלי למדוד אי אפשר לנהל.

צבי טשר: נסתכל מבחינה אנרגטית על המשק הישראלי. למשל בבניין משרדים, בדרך כלל 60% מצריכת האנרגיה היא למיזוג אוויר. כשעושים פילוח של צריכת אנרגיה במשק, החלק הכבד בדרך כלל, שניתן לטפל בו בצורה חכמה, הוא מיזוג אוויר. בנייני משרדים, מוסדות, בתי חולים, צבא, וכו' – זה החלק הכבד של צריכת האנרגיה. יש כאן אלמנט כבד מאוד של מכוונות ושל תפעול נכון. אני מתכנן מיזוג אוויר ומערכות אנרגיה ואני אומר לכם שעם הניסיון שאני צברתי בתחום הזה, ESCO זאת השיטה הנכונה ביותר שאני מאוד מאוד ממליץ מההיבט שלי. אלה החברות שיכולות לגרום להתייעלות לאורך זמן, שהמערכת תתנהל נכון, תעבוד ביעילות, תתחזק נכון. הפרויקטים בכל מקום צריכים להיות מלווים על ידי חברות כמו ESCO כדי שמערכות אנרגיה כבדות מהסוג הזה לא יפלו בידי מפעיל כלשהו, בלי הניסיון ובלי הידע להפעיל נכון מערכת מורכבת מסוג כזה ולהגיע לתוצאות נכונות לאורך זמן. לכן אני מאוד ממליץ על זה. אני לא יודע איך ליישם את זה, זה צריך לבוא מטעם מוסד כלשהו כמו משרד האנרגיה אולי, קשה לי כרגע לאבחן. אפילו בפרויקטים חדשים, כשמקימים היום בניין משרדים חדש, אני חושב שלא אלמנט האנרגטי של הבניין, צריך להיות מומחה, צריך ללכת לכיוון של ESCO כדי שהבניין הזה יופעל בצורה הנכונה.

בנושא החלפות האוויר – התקינה היא באמת ארכאית. אנחנו מדברים היום על מינימום של 3 החלפות אוויר בשעה בכל מקום. זה פשוט לא הגיוני. אני תכננתי את מרכז ההדרכה של משטרת ישראל בבית שמש. זה מתקן מאוד גדול, כמו עיר הבה"דים של המשטרה. שם הדרישה הייתה ל-3 החלפות אוויר בשעה. כשאני מסתכל על החדרים, זה לא הגיוני, זה לא יכול להיות, זה צריכת אנרגיה לא ריאלית. חדר לימוד עם 5 אנשים לא צריך 3 החלפות אוויר. השקעתי הרבה מאוד מאמצים כדי להקטין את המספר הזה ולא הצלחתי. חייבים להראות בחישובים שמתקיימות 3 החלפות אוויר בשעה בכל מקום וכל חדר.

אני הייתי חלק מוועדת התקינה שמשרד האנרגיה הקים במכון התקנים. הוצאנו תקן ישראלי 6210 שמגדיר החלפות אוויר הנדרשות בבניינים - "אוורור לשמירת איכות אוויר נאותה בתוך בניינים". למעשה לקחנו את התקן האמריקאי ASHRAE 62.1 והטמענו אותו בתוך התקן הישראלי. שם כמויות האוויר הן לא 3 החלפות אוויר בשעה; הן אולי חמישית מזה. התקן דן באיכות האוויר, מתחשב בכמות האנשים שמאכלסים את החלל, ומספר החלפות האוויר מקטין באופן משמעותי את צריכת האנרגיה. אנחנו נמצאים כרגע בתהליך שמכון התקנים שינה את התקן הארכאי של 3 החלפות האוויר בשעה, אבל תקן זה עדיין לא התקבל כתקן מחייב. כלומר, כל מתקן חדש שמתוכנן היום חייב להיות מתוכנן לפי 3 החלפות אוויר בשעה. במעבדות התקן דורש 6 החלפות אוויר בשעה לפחות. גם שם אנחנו מנסים לעשות משהו עם יכולות מדידה חדשות של איכות האוויר. ניתן להתקין מערכות מדידה ובקרה בכדי להוריד את מספר החלפות האוויר בעתיד, אבל כרגע נדרש לעמוד בתקנה מחייבת. צריך ללחוץ לדרוש ממשרד האנרגיה שישנו את התקנות האלה בחוק. להם יש את היכולת להתמודד מול לשכת הבריאות.

פרופ' גרשון גרוסמן: מי אוכף את זה?

יצחק יוניסי: הממשלה. משרד הכלכלה.

פרופ' גרשון גרוסמן: אני רוצה להבהיר. אם למשל החדר הזה לא עומד בתקן – מי יעניש אותי?

צבי טשר: לשכת הבריאות תסגור את החדר.

פרופ' גרשון גרוסמן: נניח שהתקנתי גלאי CO₂ ואני רוצה לווסת את החלפות האוויר לפי המדידות

שלו. מי מוסמך להחליט אם זה בסדר?

צבי טשר: אתה חייב לבקש ממשרד הבריאות הנחה על שהתקנת אמצעים מסוימים, ואולי תקבל

אישור, זה לא נתון לשיקול דעתך.

פרופ' גרשון גרוסמן: אולי צריך לשכנע את מי שקובע את התקן. לא את לשכת הבריאות.

צבי טשר: לא. מי שקובע את התקן זה משרד הכלכלה. הוא שותף.

פרופ' גרשון גרוסמן: לא מכון התקנים?

דן בר-משיח: לא. מכון התקנים הוא היועץ, ומשרד הכלכלה הוא הרגולטור.

צבי טשר: דבר נוסף. בשוויץ ישנה תקנה: כשבונים בניין חדש חייבים להתחייב על הספק חשמל

שמקבלים מהרשת. אני בדקתי את זה. זה אומר שאם צריך לתכנן מתקן מיזוג אוויר, וניתן לקבל רק

500 קילו-וואט, אבל צריך 1000 קילו-וואט כי ישנו מתקן גדול, חייבים להתקין מערכת לאגירת אנרגיה

בלילה כדי שתעמוד ביעד הזה של 500 קילו-וואט ולהסיט את העומס לשעות הלילה. לנושא הזה הייתה

פעם תמיכה של משרד האנרגיה, התמיכה היום איננה בתחום הזה. אני חושב שכדאי לבדוק את זה.

מבחינת תעריף תעו"ז – היו 4 חודשים טובים, יולי עד אוקטובר. היום מדובר רק על חודשיים שהם

טובים לנושא הזה. אני חושב שצריך לתת את הדעת ולחדש את הנושא הזה שהתעריף יכול על 4 חודשים

כדי שבאמת תהיה כדאיות כלכלית להסטת עומסים בתנאי שזה ייבדק דרך משרד האנרגיה ותהיה

כדאיות למשק האנרגיה.

גדעון פרידמן: תעריף התעו"ז עומד להשתנות לרעה מבחינתך, כי יש לנו עודפי ייצור גדולים, למרות

מה שנאמר פה היום, גדולים מאוד. המחיר האמיתי של החשמל בשעות השיא לא גבוה כמו שהיה פעם.

אי אפשר לרמות בעניין הזה.

פרופ' גרשון גרוסמן: אני מאוד מבקש שנדון באופן ממוקד בשאלה הבאה: הסברתם שיש בזבוז גדול

במערכות מיזוג אוויר מכיוון שמבצעים מספר החלפות אוויר בשעה לפי תקן ארכאי שלשכת הבריאות

אוכפת אותו, מכיוון שאינם יודעים לנהוג אחרת. מה אפשר לעשות, ולמי צריך לפנות, כדי שמי שאין לו

אמצעים (כמו למשל מד CO₂) ייאלץ להמשיך להתנהל לפי התקן הארכאי, אבל למי שכן מותקנים אצלו אמצעים מסוימים, ייאלצו לכבד את האמצעים האלה ולפטור אותו מהתקן הזה?

ד"ר משה דן הירש: אני טוען שמי שצריך ליזום את זה הוא משרד האנרגיה. בסקרי אנרגיה שביצעתי בשנים האחרונות במקומות שונים כמו אוניברסיטת חיפה ובר אילן, לא אישרו את הדו"ח בין היתר מכיוון שלא הכנסתי עוד פרק שדן בחסכון באנרגיה באודיטוריומים כתוצאה מזה שניתן לצמצם את כמות החלפות האוויר בשעה כשיש מעט תלמידים (לפי מדידת CO₂). כלומר - הם ערים לזה. אבל עכשיו אני שומע שאי אפשר לממש את זה. דרושה וועדת תקינה משותפת עם משרד האנרגיה בתור היוזם, ולשתף את נציג משרד הבריאות. הם מפחדים לשנות דברים; משרד האנרגיה צריך ליזום.

פרופ' גרשון גרוסמן: ואם משרד האנרגיה ייזום וייצא תקן כזה. האם יצטרכו לכבד אותו?

צבי טשר: משרד האנרגיה יזם, ושילם כסף למכון התקנים. אני השתתפתי בוועדה הזאת. כתוצאה מזה שמשד האנרגיה יזם - יש תקן חדש שמקטין את כמויות האוויר הצח הדרוש, בהתאם לתקן ASHRAE, הכל ישנו.

פרופ' גרשון גרוסמן: ממת?

צבי טשר: מן השנה שעברה.

דן בר-משיח: צריך לתת לזה תוקף משפטי. לפנות למשרד הכלכלה ולבקש לאמץ את התקן הזה.

פרופ' גרשון גרוסמן: האם משרד הכלכלה מוסמך?

יצחק יוניסי: הממונה על התקינה במשרד הכלכלה הוא הרגולטור שיש לו הסמכות להפוך תקן לתקן רשמי. עד שהתקן לא רשמי במדינת ישראל הוא לא מחייב.

פרופ' גרשון גרוסמן: אז למה משרד האנרגיה שיזם את המהלך הזה לא פונה למשרד הכלכלה להפוך את התקן הזה לרשמי?

יצחק יוניסי: זה נמצא בטיפול ויש בזה מחלוקת - במשרד הכלכלה.

אברהם ארביב: זה לא התקן היחיד שנמצא במצב הזה. יש הרבה תקנים לא רשמיים.

פרופ' גרשון גרוסמן: מדוע? האם יש לזה השלכות שמשד הכלכלה חושש מהן?

פיליפ ברמי: כן, בוודאי. ברגע שמכריזים על תקן שהוא רשמי יש לזה השלכות כלכליות. זה יכול לחסום תחרות למשל. מאוד נזהרים לפני שמכריזים על תקן רשמי. צריך להבין, מכון התקנים תפקידו לבדוק תקנים ולתת היתרים. יש בישראל מספר וועדות תקינה בכל התחומים. יושבים בוועדות אנשים

מהציבור, בדרך כלל מומחים כמו שיושבים פה, שמייצגים את התושבים. מכון התקנים גם נוכח בוועדות האלה אבל בתור משתתף. הוועדה הזאת בעצם כותבת את התקנים, בדרך כלל מאמצת תקנים בין לאומיים, ואז אחרי שבסופו של דבר יוצא לאור תקן, זה למעשה נייר שלא מחייב אף אחד. המדינה רשאית להפוך תקן לרשמי. זה באחריות משרד הכלכלה. שם נמצא הממונה על התקינה והוא צריך להחליט אם התקן צריך להיות רשמי או לא. כמובן שנכנסים שם שיקולים שגם אני לא מודע לכולם.

אברהם ארביב: הוא לא עושה את זה מיוזמתו.

פיליפ ברמי: כמובן. יש בדרך כלל גופים מקצועיים שמקדמים את זה. למשל, התאחדות מהנדסי מיזוג האוויר שבעצם פועלת כדי לקדם תקנים מסוימים. אני יודע שכך זה גם עובד בחשמל. אנחנו מקדמים כמה תקנים. זה תהליך ארוך.

פרופ' גרשון גרוסמן: למי יש אינטרס שהתקן הזה שמבוסס על מדידת CO₂ לא יונהג?

גדעון פרידמן: אנשים לא רוצים לקחת אחריות.

דן בר-משיח: שמרנות. אולי הרבה אנשים לא יודו בזה.

יצחק יוניסי: פחד מאמינות המוצרים, שיגרום לסכנה בריאותית.

דן בר-משיח: אבל משרד הבריאות כפה על בריכות לבצע מדידה ולפעול בהתאם. למה לבריכות זה טוב ול-CO₂ זה לא טוב?

צבי טשר: התקן מגדיר מינימום של CO₂. הכל כתוב בתקן. רק צריך לאמץ אותו.

יהודה כהן: צריך להבהיר להם שזה מבוסס על תקן שמיושם בחו"ל.

פיליפ ברמי: דרך אגב - משרד הכלכלה בזמנו החליט שהוא רוצה לקדם אימוץ של תקנים בינלאומיים במקום לכתוב תקנים מאפס. נדמה לי שבקדנציה של בנט המשרד קידם מאוד את הרעיון הזה.

פרופ' גרשון גרוסמן: אז קיים תקן ASHRAE 62.1.

דן בר-משיח: כן. וצריך להבין שמדובר בתקן הכי רציני שיש. ישראל לא מסוגלת להכין תקן ברמה הזאת.

צבי טשר: נכון.

אברהם ארביב: יש לי שאלה בנוגע ל-ESCO. איך התחום הזה מתקדם? האם יש בעיה של חדירה בנושא הזה? האם זה נתקל בהתנגדות כמו עם תמ"א 38, שאנשים חושדים בחלוקה לא נכונה של הרווח?

ניסיתי בבניין שלי לעבור מחימום בגז למשאבת חום ולא הצלחתי לשכנע, למרות שהבאתי שני מומחים ב-ESCO.

דן בר-משיח: אני אתן לך תשובה כללית ותשובה ספציפית. ספציפית, המעבר מגז טבעי הוא לא כל כך כלכלי. אם היה מדובר בסולר, למשל, אז זה היה מאוד כלכלי. וכללית – הבעיה שמודל ה-ESCO, בכל העולם, הוא 90% גורמים ציבוריים ממשלתיים, ו-10% שוק פרטי. ובישראל 99% שוק פרטי ואולי 1% גורמים ציבוריים ממשלתיים. כלומר, כל עוד המדינה לא תוציא מכרזי ESCO ברמה לאומית (צבא, משטרה, עיריות, אוניברסיטאות, וכו')...

אברהם ארביב: למה היא לא עושה את זה? היא חושדת במשהו?

דן בר-משיח: לא. אין אדם הגיוני שלא מבין את היתרון הקיים בלהביא לי את המכונת הישנה שלו, אני אעמיד לו במקומה מרצדס, והוא ישלם לי רק מתוך החיסכון שלו בדלק ובטיפולים. ההיגיון הזה יהיה ברור לכל אחד. המדינה צריכה להוציא מכרזים, להשקיע מאית ממה שמשקיעה בתשתיות חדשות, במכרזי אשלים ודומיהם, ומאית מהכישרון, ולשים את זה ב-ESCO. אפשר לרסק את הצריכה בישראל, להוריד אותה ב-35% בטווח נראה לעין. זה המודל המוביל בעולם המערבי ליעול אנרגטי. זאת מכיוון שבכל מקום לארגונים יש בעיה של ידע, כסף וכוח אדם ייעודי שיבצע את החיסכון, ינטר אותו, ויתחזק אותו.

פיליפ ברמי: משרד הבריאות הוציא מכרז מאוד גדול בזמנו – האם זו הייתה הצלחה (לא רק לזוכה)?

יהודה כהן: המכרז באמת יצא במתכונת ESCO מסוימת שהיא פחות מקובלת. לקחו את ה-ESCO ועשו ממנו משהו ישראלי. והפרויקט, עם כל הקשיים שלו, יצא לדרך, והוא עובד ומתנהל. זה פשוט פרויקט מאוד גדול של 11 בתי חולים. שם אתה נוגע כמעט בכל דיסציפלינה אפשרית, בין אם זה תאורה, מיזוג אוויר, חימום וקיטור, קו-גנרציה... יש מגוון גדול מאוד.

פרופ' גרשון גרוסמן: האם זה מכרז ממשלתי? חדש?

יהודה כהן: כן. מטעם משרד הבריאות. הוא נחתם ביולי 2015. לפני כן זה עבר הרבה וריאציות, היו הרבה מאוד מתחרים. אני לא הייתי בזמנו בחברה הזאת.

אבי מזרחי: כמה מתחרים?

דן בר-משיח: היו 4-5 קבוצות. בשורה התחתונה נשארנו ESCO ותדיראן. ובסופו של דבר החלטתי לא להגיש הצעה במכרז הזה.

אבי מזרחי: סימן שלא כתבו את המכרז הזה כמו שצריך.

יהודה כהן: הוא מאוד מורכב, מאוד מגביל...

אבי מזרחי: אני קראתי אותו וזרקתי לפח.

אברהם ארביב: יש כאן בעיה מבנית. בניגוד לרכישת ציוד, יוצרים כאן מעין שותפות של כמה שנים, וזה יוצר חשדנות לגופים שקמים היום ומחר אולי אינם, ויש פחד להיתקע. האם יש דרך למנוע את זה?

דן בר-משיח: בוודאי. כל עוד אני לוקח מיליון דולר ושם אצלך במפעל – הדבר האחרון שאני אעשה הוא לוותר על הנכס הזה. אני אעשה הכול כדי שהנכס יצדיק את עצמו. ואם אני לא חכם, ונעלמתי, אז זכית במיליון דולר מתנה. כלומר, אין בעיה במודל הזה, אין לך ממש לפחד, הציוד מותקן אצלך.

המטרה של התייעלות אנרגטית היא יצירת deep energy retrofit. כלומר, לא להחליף מנורות בלובי, ולהחליף ציילר אחד. המטרה היא לעשות מהפך אנרגטי. אחרת, אם תמזוד את העבודה המבורכת שנעשית פה בטכניון, ברמת התייעלות של המתקן כולו תראה שזה זניח.

יצחק רומנו: לא. אני יכול לתת לך את המספרים. ברמת יחידה בודדת אנחנו מגיעים לחסכון של בין 10 ל-30% מצריכת הבסיס של אותה יחידה. עד היום אנחנו מטפלים בסדר גודל של 37% מכלל הקמפוס. אנחנו כל הזמן מתרחבים. במעונות, לדוגמא, מתוך 1500, ל-1000 התקנו מונה חשמל. זה פתרון אנרגטי מדהים. מאותו רגע, צריכת החשמל של אותה הדירה יורדת פלאים. אני גרתי במעונות בזמנו – היינו מדליקים את הדוד רק כדי שהאור האדום של המתג יאיר את המסדרון בלילה.

יהודה כהן: איך התקנת מונה עוזרת במקרים כאלה?

יצחק רומנו: המונה מודד את הצריכה ובסוף החודש כל סטודנט משלם בהתאם לכמות הצריכה.

דן בר-משיח: האם תמיד שילמו על חשמל?

יצחק רומנו: לא, אף פעם לא שילמו.

דן בר-משיח: אז השינוי הוא לא המונה עצמו אלא הגבייה בגין המונה. כמה אחוזים הורדת מצריכת החשמל של הטכניון?

יצחק רומנו: סדר גודל של 8-9% ברמת הקמפוס, לא כולל מעונות שהיו מוסיפים עוד קצת. מעבר לזה יש דברים שאנחנו לא מודדים ולכן איני יכול להגיד לך.

דן בר-משיח: מעולה. זאת דוגמא מצוינת. יש לנו ארגון עם אנשים אינטליגנטים ומחוברים למטרה ויש כסף. אני יכול להציג לך סטטיסטיקות מדודות חד-שמעיות לארגונים מהסוג הזה (חינוכיים) בהם הופחתה צריכת האנרגיה ב-35% בממוצע על ריבוי של מתקנים. כלומר, ניתן להבין את הפער שבין deep energy retrofit – המטרה הכוללת של חברת ה-ESCO שהיא התייעלות אנרגטית כוללת במדינת

ישראל, לבין יזמות אישית של אנשים כמו יצחק רומנו שלא בכל ארגון יש כמוהו. ועדיין כל ההישג שלו הוא 9%.

יצחק רומנו: כן. אבל שוב, אנחנו מטפלים כרגע רק בחלק מן הקמפוס. המטרה היא להרחיב את זה. אנחנו עכשיו מקבלים תקציבים נוספים.

דן בר-משיח: אנחנו מכירים כבר 10 שנים, במהלך השנים האלה הגעת רק ל-37% מכלל הקמפוס. למה? למה לא לעשות מהתחלה את הדבר ההגיוני והכלכלי הנכון שאתה מתאר?

יצחק רומנו: להשקיע משאבים ראשוניים זה קשה לארגון.

יהודה כהן: לא צריך להשקיע.

אבי מזרחי: יצחק רומנו - אתה נלחם מלחמות שהן לא שלך כי אתה בעצם עושה את זה בשיטת הסלאמי. יש אנשים שיודעים לבנות את המתקנים האלה ולמכור לך את הדרישות האנרגטיות שלך. תן להם לעשות את זה, הם עושים את זה יותר טוב ממך.

דן בר-משיח: וזאת תוך שנתיים...

יהודה כהן: אני רוצה לחזור למה שפרופ' אופירה אילון התחילה לדבר עליו - הפן הפסיכולוגי. הגישה הרווחת היא, גם בפרויקטים שאני עשיתי, היא קודם כל לבחון כמה אני, ה-ESCO, מרוויח. למרות שהלקוח בעצמו מרוויח וזה טוב לו, הוא קודם כל בוחן כמה אני מרוויח. וזה מקומם אותו. הגישה הזאת מקשה עליהם להוציא את הכסף. הם לא רואים את התועלת, אלא מסתכלים על הכיס שלי, במקום על הכיס שלהם.

פרופסור גרשון גרוסמן: אבל אתה משקיע את הכסף.

יהודה כהן: נכון. אבל הם מרגישים שאולי יכלו לעשות זאת לבד (אז למה לא עשו כך עד היום?).

אבי מזרחי: אני חושב שהגופים שיוצאים לפרויקט מהסוג הזה צריכים לקחת איתם יועצים טובים. הייתי מעורב בלא מעט פרויקטים מהסוג הזה, וצבי טשר, ומשה דן הירש, הם יועצים כאלה שיודעים לתרגם ללקוח, כי הרי הלקוח לא מדבר את השפה הזאת. הם גם יתכננו את המתקן הזה וגם יתרגמו ללקוח את מה שאומרים ואז החוזה יכול להיות הרבה יותר פשוט.

דן בר-משיח: בעולם ההתייעלות האנרגטית אותו יועץ נקרא facilitator. אני יכול לומר לך שבחוו"ל אין אף פרויקט משמעותי, או אפילו בינוני או קטן, שקם בלי facilitator. בארץ לא.

פרופסור גרשון גרוסמן: אם אתה עושה חוזה ומשקיע כסף בפרויקט, האם מערכת היא שלך?

דן בר-משיח: כן. עד תום הפרויקט.

פרופסור גרשון גרוסמן: ואחרי כן?

דן בר-משיח: של הלקוח. זאת תועלת נוספת שיש ללקוח בערך גרט.

דרך אגב, יש עוד תופעה, צבי טשר בוודאי מכיר את זה: תאורטית, לחברת ה-ESCO אין מגבלה תקציבית. אני יכול להשתמש בציוד יקר פי 10 בתנאי שחוסך פי 11. כלומר, יש כאן הזדמנות ללקוח ליהנות מהציוד הטוב ביותר בעולם. אני יכול להגיד לך שבפרויקטים שלי אני מביא את הציוד מהשורה הראשונה בעולם שעולה פי 2-3 מהאלטרנטיבות - ואני מרוויח מזה.

פרופסור גרשון גרוסמן: ולכמה שנים?

דן בר-משיח: העסקאות שלנו הן ל-10 שנים.

פרופסור גרשון גרוסמן: הבנתי. אז אחרי 10 שנים זה הופך להיות רכוש הלקוח ובמקום שאתה תנהל את זה, מישהו אחר ינהל.

דן בר-משיח: כן.

ועוד נקודה אחרונה – דיברנו כאן על מרכזי אנרגיה. מרכז אנרגיה הוא כמו תחנת כוח. חובה על חברת ה-ESCO לעסוק גם בצד השני, בניהול הצריכה (demand side management). ברגע שאתה עושה את שתי הפעולות האלה, גם טיפול במרכז האנרגיה וגם בצריכה, סיפקת פתרון כולל שהוא מדהים והתוצאות שלו טובות פי כמה וכמה.

ניסים עובד: אני עוסק בתחום מאוד צר, בתעשייה של אוויר דחוס, פחות בתחומים שאנשים אחרים פה עוסקים, אבל מדובר פחות או יותר באותן בעיות. הפרויקטים האחרונים שמשרד האנרגיה מימן היו מדחסים עם בקרת תדר. מפעלים, בין אם היו צריכים ובין אם לא, זה מה שהם רכשו כי זה מה שהמשרד מימן. המשרד היה צריך בעצם להגדיר תנאי בתחום האוויר הדחוס במפעל: אם חוסכים X כסף אז מקבלים מימון. אגב, החיסכון יכול להגיע לא רק מרכישה של מכונה כזאת או אחרת, אלא גם מרכישה של מיכל אוויר, או סקר דליפות. רק בכדי לסבר את האוזן - היום בתעשייה בתחום של אוויר דחוס בלבד הממוצע בארץ וגם באירופה עמד על 25-30% חסכון רק מסקרי דליפות אוויר; זה החיסכון הגדול ביותר והזול ביותר שניתן להשיג ודווקא שם לא משקיעים את הכסף. המפעל ירכוש מדחס ב-150 אלף ש"ח שמשרד האנרגיה מממן 30% ממנו. אבל הוא לא ישקיע 20 אלף שקל בסקר דליפות.

לודויק ורגה: בנקודה הזאת נכנס הנושא של סקר אנרגיה ששם באמת חברות עוסקות בנושא הזה ואני רואה התקדמות משמעותית. הבעייתיות בסקרי אנרגיה זה שהמנכ"ל לא מבין מה רשום בסקרים האלה.

ניסים עובד: אנחנו עושים סקרי אנרגיה ואנחנו מגיעים לאנשים שמשלמים את הכסף – ולהם זה אכפת.

דן בר-משיח: זה לא אותו סקר. הסקר שאתה עושה שונה מהסקר של משרד האנרגיה.

לודויק ורגה: לא דן, זה חלק מתוך הסקר.

ניסים עובד: המשרד צריך לממן חסכון אנרגיה במתקנים ולתת להם את האפשרות לקבל את הכסף גם עבור דברים אחרים. דרך אגב, גם פה יש בעיה של תקינה בנושא של מכלי לחץ. זה נראה כמו נושא מינורי אבל זה נושא בעייתי מאוד כי היום יש בזבוז גדול מאוד מכיוון שהמפעלים לא מסוגלים לרכוש מכלי לחץ בנפח שהם צריכים לפי התכנון. כלומר, יש פה בעיה הנדסית, כי מכון התקנים בעצם חוסם את היבוא. היום המפעלים נאלצים לשלם פי 2 במחיר על מכלי לחץ כי מכון התקנים לא מאפשר להביא מכלי לחץ, אפילו לפי התקינה הכי מחמירה באירופה.

צבי טשר: עם מדחס המשנה תדר קיימת הבעיה הזאת?

ניסים עובד: אני אסביר. מדחס משנה תדר זה פתרון מצוין. אבל מבחינת עלות הייצור שלו בקוויט"ש לקוב אוויר הוא יקר יותר ממדחס עם ספיקה קבועה.

צבי טשר: אתה מדבר רק על השקעה ראשונית?

ניסים עובד: לא. אני לא מדבר בכלל על ההשקעה. רק על תחזוקה. במדחס משנה תדר יש מנוע חשמלי, הרכיב שאחראי על בקרת התדר גם הוא צרכן חשמל.

צבי טשר: יש לנו ניסיון בנושא של משנה תדר עם מדחסי קירור ושם זה חוסך...

דן בר-משיח: ניסים עובד צודק רק במקרה שהצריכה היא קבועה.

פרופסור גרשון גרוסמן: ניסים, אם הבנתי נכון, אתה אומר שמשרד האנרגיה לא תומך נכון בתחום של אוויר דחוס.

ניסים עובד: נכון. הם נותנים תקציב לרכישה של מדחסים עם משנה תדר בלבד. ואני אומר שצריך לתת תקציב עבור חסכון באנרגיה באוויר דחוס. יכול להיות שכך גם המפעל ישקיע פחות כסף.

פרופסור גרשון גרוסמן: וזה יקבע לפי מדידה?

ניסים עובד: כמובן.

פיליפ ברמי: כבר שש שנים אני שומע על הנושא של התייעלות אנרגטית ולצדדי הרב אנחנו במדינה נשארנו במה שנקרא 'התייעלות פאסיבית', כלומר שהדגש הוא על צרכנים. כלומר, להחליף ציוד בציוד חסכוני יותר. אני טוען שזה רק 50% מהחיסכון. אני מציע לעשות מה שאנחנו קוראים לו 'התייעלות

אקטיבית' שזה אותו תהליך שדורש הרבה יותר ידע. גדעון פרידמן קצת נגע בזה בתחום של ניהול אנרגיה. כשאני חוסך חשמל ע"י אי הפעלה של צרכן מסוים, אני בעצם מונע ייצור של אותה יחידת אנרגיה. אפשר להקביל את זה לייצור אנרגיה שהיא הזולה ביותר והנקייה ביותר בעולם - כי לא יצרת אותה! אנחנו קוראים לזה "נגה-וואט". אלה מסקנות שקיימות גם בכל העולם. המדינה לא נותנת מספיק דגש לכל זה. אנחנו לא רואים את התהליך הזה, את הבקרה. הנושא של איך לממן את זה הוא באמת מאוד חשוב. אני לא מבצע פרויקטים, אני יצרן של טכנולוגיה, לכן אני אגנוסטי לגמרי לגבי זה, אבל אני חושב שקודם כל צריך לחייב את אותם הגופים שמממנים פרויקטים להתייעלות אנרגטית לעשות את הצלילה לעומק, ולא לקטוף רק את הפירות הנמוכים.

יהודה כהן: ה-ESCO הוא בדיוק בשביל זה.

פיליפ ברמי: יש דברים שלא זוכים בתמריצים כמו מערכות בקרה ומערכות ניטור שלא נחשבים למערכות חוסכות אנרגיה, למרות שיש דוגמאות בהן זה חוסך המון. ברוב המתקנים החדשים, כמו למשל עיר הבה"דים, עדיין יש לוחות חשמל 'טיפשים' שאין בהם שום תחכום שמאפשר ניהול וניטור. בעצם אני חושב שהדבר החשוב ביותר בדו"ח שלנו מעבר למודל המימון שהוא חשוב, זה המודל האקטיביאופאסיבי – האם אנחנו יכולים לקטוף את כל הפירות מהעץ או רק את הפירות הנמוכים ובכך להשיג רק 50% מהפוטנציאל. כמובן שלדעתי אנחנו צריכים ללכת על כל הקופה.

צבי טשר: מה זה פאסיבי?

פיליפ ברמי: החלפת ציוד בציוד חסכוני יותר, כלומר הציוד יעבוד באותו אופן. אבל אולי הוא לא צריך לעבוד באותה תפוקה. למשל החלפה לנוורות חסכוניות זו התייעלות פאסיבית, אבל התקנת גלאי נוכחות שיכבה את המנורות כשאין צורך בהן – זו התייעלות אקטיבית.

דן בר-משיח: כלומר לטפל בצד הצריכה.

אני רק רוצה לחדד: ESCO זה לא מודל מממן. בישראל אנחנו גם מממנים. אבל בעולם כל הפרויקטים הם במימון אחר, לא של ה-ESCO. ESCO הוא מומחה להתייעלות אנרגטית.

פרופסור גרשון גרוסמן: אבל אם אתה בתור חברת ESCO היית מגייס מישהו שיממן אותך אז אתה שותף שלו.

דן בר-משיח: לא. אני מממן. בחו"ל חברות ענק, של מיליארדים, לא מממנים כלום. הם מציעים ללקוח פרויקט ואומרים לו שהוא מקבל ערבות בנקאית על קיום אחוזי החיסכון כתוצאה מהפרויקט. אחרי כמה שנים בודקים, רואים שהכל בסדר ומתקדמים. מי שנותן את המימון זה גורם שלישי, למשל בנק.

פרופסור גרשון גרוסמן: וזה טוב או לא?

דן בר-משיח: זה מצוין. אבל בישראל אוהבים שה-ESCO גם יממן להם.

פיליפ ברמי: צריך לתת את האפשרות לבחור. אני מכיר אנשים בבנקים שרודפים אחריי שאביא להם פרויקטים של התייעלות אנרגטית כי הם מחפשים לממן אותם. כלומר הבעיה היא לא תמיד מימונית, יש כאלה שרוצים שאותו גוף שעושה את הפרויקט, כמו שדן בר-משיח אומר, ידאג גם למימון, שזה יותר נוח להם.

דן בר-משיח: זה נותן ללקוח ערבות לתוצאות.

פרופסור גרשון גרוסמן: אם לך, בתור חברת ESCO, יש שותף, בנק, ואתה ביחד עם הבנק מציע ללקוח את כל החבילה. למה שללקוח יהיה אכפת מה הסידור בינך לבין אותו גוף מממן?

פיליפ ברמי: בעולם מתעקשים על ערבויות ביצוע (performance guarantee). הלקוח רוצה ערבות שאם לא תעמוד ביעדים שקבעת אז תאלץ לתת לו את הכסף בעצמך. זה מודל אחר. יש הרבה חברות שלא אוהבות לתבוע את הלקוח שלהן. יותר נכון להסתכל על זה כמודלים פסיכולוגיים, כי מימון אפשר להשיג.

יצחק יוניסי: יש מספר נושאים שאני רוצה להתייחס אליהם. ראשית, בהקשר למה שאמרה אופירה אילון שבעיני הוא מדהים – להתייחס להיבטים ההתנהגותיים. חינוך האוכלוסייה. צריך לראות איך מצעידים את זה כמה שלבים קדימה. זה יכול להיות בכל רמה אפשרית, החל מסטודנטים במוסד הזה, להכשיר אותם במסגרת הלימודים גם בהיבטי אנרגיה ולא רק בהיבטים הנדסיים סטנדרטיים. זה יכול להיות גם בבתי ספר וגנים. יש לנו פרויקטים ענפים בתחום הזה החל מכיתה א' ועד כיתה ט', בכ-900 בתי ספר בישראל. יש לנו גם פעילות בעניין מול מוסדות שמלמדים הנדסת אנרגיה וכן בתי ספר להנדסאים ובתי ספר מקצועיים.

פרופסור אופירה אילון: זאת הבעיה. שבכיתות י' עד י"ב אין, וגם לא בצבא.

יצחק יוניסי: בדיוק. אנחנו עובדים על זה. צריך להחדיר את החינוך לכל מקום. גם למנהלי תחזוקה, לאנשים טכניים, שם הבסיס צריך להיות מוטמע – בידי האנשים שעוסקים בדברים האלה ברמה היומיומית.

נקודה שניה שניתן להוציא מהדיון הזה, בהקשר למה שגרשון גרוסמן אמר, זה בנושא החלפות האוויר. אני לוקח לי את זה כמשימה לבדוק איפה זה עומד ומה ניתן לעשות. אם יש המלצה שאנחנו יכולים לצאת אתה מכאן הלאה זה לראות איך מקדמים את הנושא הזה כי זה באמת משהו שיכול להיות נכון. לפני שנים, כשדאגו לבריאות ולא היה איך למדוד - עשו הערכה גסה, אבל עכשיו כשהטכנולוגיה התפתחה צריך להתקדם בהתאם.

פרופסור גרשון גרוסמן: תקנו אותי אם אני טועה: קראתי ש-40% מהחשמל המיוצר במדינת ישראל הולך למיזוג אוויר.

צבי טשר: ייתכן.

יצחק יוניסי: צריכת החשמל עבור מיזוג אוויר משמעותית מאוד ועל אחת כמה וכמה – היא גם בשעות השיא. לכן כל חסכון בצריכת החשמל הוא לא משמעותי אם הוא בחורף, בקיץ זה חסכון מהסוג החשוב ביותר.

דן בר-משיח: 40% זה לא רק קירור, זה גם חימום ואורור.

פרופסור גרשון גרוסמן: נכון. מה שנקרא Heating, Ventilation and Air Conditioning – HVAC.

יצחק יוניסי: עכשיו לנושא האחרון שרציתי לגעת בו, שמשום מה לא עלה כאן, למרות שהוא קריטי. יש כאן להערכתי חסם, ואני לא יודע אם במסגרת הזאת מתאים לדון בו. זה הנושא של מדידת החיסכון.

יהודה כהן ודן בר-משיח: זו לא בעיה.

יצחק יוניסי: אנחנו בקשר עם הגופים הפיננסיים היום. אנחנו עובדים על פרויקט שבו גם הם יוטמעו ויתחילו לחלק תמיכות פיננסיות בצורה יותר משמעותית. הריביות מאוד נמוכות. המשק מחפש במה להשקיע, ודאי בפרויקטים עם ROI פנטסטי כמו שמציגים פה. הנושא הזה של מדידת החיסכון, כימות החיסכון, הוא נושא אקוטי, שלהערכתי עוצר את כל המשק מלפרוץ קדימה. זה לא תלוי בתמיכות כאלה או אחרת, או תמיכות ייעודיות רק לחברות ESCO, או תמיכות ייעודיות לפרויקטים מסוג אחר. עצם מדידת האנרגיה ומדידת החיסכון הוא פרמטר שצריך לבחון אותו, לראות את המנגנונים שבהסתמך עליהם תהיה הסכמה בין הלקוח לבין חברת ה-ESCO, או בין הלקוח לבין הבנק לדוגמא. הבנק היום לא יודע לתת הלוואה לדברים כאלה. אם תיתן לו מערכת PV הוא יודע לתת לזה מימון, כי יש מערכת ואני יודע כמה היא מפיקה בשנה – בערך 1750 שעות; אפשר לקבוע את החזר ההשקעה שלי, יש לי איזשהו בטחון מרשות החשמל שתכסה לי את העלויות ובוזה זה מסתיים. כשתביא לבנק פרויקט של התייעלות אנרגטית הוא לא יודע איך לכמת את זה, מה החיסכון, איך בוחנים את זה לאורך שנים. הנקודה הזאת היא הקריטית ביותר מכל המחלוקות והקשיים שהציגו פה והיא שווה דיון בנפרד.

פרופסור גרשון גרוסמן: אם אני לקוח שמוזמין פרויקט ESCO, אני יכול להסכים עם חברת ה-ESCO איך למדוד. נכון?

יצחק יוניסי: תשאל את הנוכחים כאן כמה פרויקטים נפלו על מחלוקות עם הלקוח. זה שורש הרע של כל תחום ההתייעלות האנרגטית בכלל, לא רק ESCO.

דן בר-משיח: אתה צודק וטועה. ראשית, בנושא הזה לא ניתן לעגל פינות. כל ניסיון של חברת ESCO או מוכר ציוד ליצור פרוטוקול משל עצמו ייגמר או בבית משפט, או בכישלון, או בחוסר שביעות רצון. ברגע שאתה עובד עם פרוטוקול שנכתב על ידי משרד האנרגיה האמריקאי עם מומחים מ-20 המדינות

המתועשות – רוסיה, יפן, אוסטרליה, וכו' – שנקרא IPMVP², ואתה עובד לפיו ולא מעגל פינות – הכול עובד מושלם. אני עשיתי אלף פרויקטים בישראל. לא תמצא אותי בדיון משפטי או בוררות או כל דבר כזה עם לקוח אחד בישראל. זה חד משמעי.

הבעיה היא לא הבנקים; הבעיה היא שכל עוד המדינה לא תצא עם פרויקטים גדולים ב-ESCO, הבנקים נאלצים לממן פרויקטים קטנים. לממן מודל לא טריוויאלי של 200 אלף ש"ח זה לא אטרקטיבי לעומת מימון פרויקט PV של כמה מיליארדים. ברגע שמדינת ישראל תוציא פרויקטים גדולים ב-ESCO של מעל 500 מיליון ש"ח – תראה את הבנקים עומדים בשורה לממן את זה. ואם לא הבנקים, אז גופים כמו "מגדל" ודומיהם. הבעיה היא המדינה – צריך להוציא מכרזי ESCO, אם היו עושים את זה, כל הדיון הזה היה מיותר.

יהודה כהן: אני רוצה להוסיף שאנחנו מיישמים נכון להיום את IPMVP. יש למשרד הבריאות נציג קנדי שעומד מולנו ותאמין לי שאין אפשרות לעגל פינות בשום פנים ואופן. כלומר, יש לזה פתרון.

ד"ר מרים לב-און: אני מסכימה בנוגע למדידה, במיוחד בשנת הבסיס לפני שהתחילו, כדי שאפשר יהיה להעריך נכון כמה באמת נחסך בזכות הפרויקט. זו בעיה. אנחנו מכירים כמה פרויקטים ספציפיים של עיריות בקליפורניה שהגיעו לבית משפט עם חברות גדולות מאוד של אנרגיה ושל ייעוץ מכיוון שהיה דין ודברים בקשר למה שהעיריות ציפו לקבל מה-ESCO, וה-ESCO מצידם טוענים שלא קיבלו מספיק עבור מה שכן עשו. כל זה קרה כיוון שלא היו נתונים מספיקים לשנת הבסיס. זה מאוד חשוב.

בנוסף, דיברו כאן על הנושא שהמדינה צריכה לקחת על עצמה את הפרויקטים. פרי לב-און נגע בזה במצגת אבל לא היה זמן להרחיב. הנושא של leading by example. אחד הדברים החשובים שמצאו הוא שאם גופים ציבוריים גדולים כמו מדינה או רשות ציבורית או רשות מחקר וכדומה לוקחות את זה על עצמן מכספים חצי-ציבוריים, זה עוזר לסקטור הפרטי ללמוד איך לעשות את זה ומביא יותר ידע לשטח.

הדבר האחרון שרציתי לגעת בו זה הנושא של green banks. הכוונה ליישות בנקאית חצי פרטית/ חצי ממשלתית ממומנת מכספים שבחלקם הגדול ציבוריים, כמו למשל היטל על מחירי החשמל, או מכירה פומבית של היתרי פליטה שמתאפשר כי יש סחר בפליטות, או מס על פחמן, וכו'. המקורות האלה יכולים לשמש כמקור שממנו אפשר להלוות לפרויקטים. עם כל הכבוד לחברות ESCO שיש להן הרבה מקום, אבל כמו שאמרו כאן, בישראל ה-ESCO גם מממן, אבל במקומות אחרים הוא לא. כדי לקבל את המימון הקימו את הבנקים הירוקים האלו. הבנק הראשון קם בקונטיקט ב-2011 והיום מקימים גם במדינות אחרות כדוגמתו.

International Performance Measurement & Verification Protocol²

אלכסנדר יארמולינסקי: אני גם אפנה לפרופ' אופירה אילון – בנוגע להשפעה של הפיסיולוגיה והבריאות – אני יכול להרגיע את כולם: ההשפעה ישנה אבל ברור לכל מי שעוסק בזה שאין נזק רב יותר מאשר ממקור תאורה מסוג אחר. הפיסיקה של האור היא זהה. מדובר באותם אורכי גל. למשל, היום אנחנו נמצאים 12 שעות בתאורה פלואורסצנטית T5 בעלת צבע אור 4000K. זה אומר שהמרכיב הכחול הוא די משמעותי ורמת ההארה מאוד גבוהה ואף אחד לא מודאג מזה ולא נפגע מזה. כנ"ל לגבי הילדים, זו אותה הפיסיקה.

לכל מי שמעוניין בנושא הזה: ב-27.3.2016 מתקיים כנס המאור השנתי שלנו והשנה יהיו שני מומחים מהמרכז לחקר תאורה ופיסיולוגיה ליד ניו יורק ארה"ב – Mark Rea ו-Mariana Figueiro - שהם המומחים הגדולים בעולם בנושא של תאורה והשפעתה על פיסיולוגיה של בני אדם. הם עשו עשרות מחקרים - קצת שונים ממה שאנחנו רגילים לשמוע בטלוויזיה מאחד הפרופסורים הישראלים שעשה ניסויים על עכבר, אבל לא ציין שרגישותם של עכברים לאור (ושל מכרסמים בכלל) היא פי מיליון יותר גבוהה משל בני אדם – מה שהופך את כל ההשפעות שמצא לזניחות לחלוטין בבני אדם, וזה הוכח בעולם.

אם תיכנסו היום לאתר משרד הבינוי והשיכון תראו אמירה מאוד מעניינת – "המשרד מתנגד ומסתייג משימוש בגופי תאורה לד". כלומר, הוא לא רואה בזה פוטנציאל, רק נזק פיסיולוגי. יש לו רעיונות משלו איך לחסוך בחשמל.

שני בכירים ממשרד הבינוי הלכו למשרד הבריאות, לאחראי בריאות הציבור, וסיפרו להם על הניסוי עם העכברים ולמחרת יצא מכתב שבו רשום שתאורת לד מסרטנת. אחרי שבוע אספנו עדויות נגדיות מכל העולם ושלחנו אליהם. אז הוציאו עוד מכתב שבו רשום שנכון להיום אין ראיות לכך שתאורת לד מסרטנת. זה מצחיק איך שהדברים מתנהלים.

בנושא של מימון או בכלליות לגבי תמריצים של משרדים שונים – דווקא לא משרד האנרגיה היה הראשון שעשה את זה, אלא המשרד להגנת הסביבה – הוא זה שנתן 30% מהחיסכון בחשמל בתאורה. דרך אגב, דובר כאן על 40% צריכת חשמל על מיזוג אוויר; תאורה היא בין 18% ל-20%, גבוה מאוד. גם במשרד להגנת הסביבה וגם במשרד האנרגיה אין אנשים שיודעים להתמודד עם כובד הביורוקרטיה. משרד האנרגיה נותן תמריץ לרשות מקומית, אם איני טועה מדובר ב-50 אלף שקל לסקר אנרגטי. פתאום כמו פטריות אחרי גשם, קמות חברות ניהול התייעלות אנרגטית וניהול אנרגיה ברשויות מקומיות, הם מקבלים את ה-50 אלף שקל האלו, ממחזרים את הדוחות, כי הם לא כל כך מכירים את עולם התאורה והטכנולוגיות הקיימות, ואחר כך הם נכנסים לניהול פרויקטים של התייעלות אנרגטית ברשויות מקומיות. איכשהו הם יודעים איך להתנהל עם הביורוקרטיה ולמלא את הטפסים האלה. הם מגיעים לרשות, מקבלים את התמריץ ונותנים פתרון שגם חוסך באנרגיה אבל גם ממלא את הפונקציה, את התאורה המספקת, לא רק החיסכון, זה חשוב.

יש לי קצת ספק האם שיטת ESCO עובדת בעולם התאורה. יש כאן ניגוד אינטרסים של שני גורמים. קודם כל, זה לא כל כך ידוע, אבל תאורת כביש נאותה מפחיתה תאונות דרכים ב-30%, כלומר יש כאן פונקציה בטיחותית ולאומית. לזה יש תקן שמגדיר רמות הארה. אבל אנחנו רוצים גם לחסוך באנרגיה. אז באה חברה שמציעה להחליף את כל גופי התאורה ללדים, היא תיקח לעצמה את כל החסכונות ל-10 השנים הקרובות, ואז תעביר את הבעלות על כל המערכת לרשות המקומית. בואו נעשה חשבון פשוט: נניח שמדובר בחסכון של 100 וואט עבור כל גוף תאורה. זמן הארה של גוף תאורה ממוצע ברשות המקומית הוא בערך 10 שעות – כלומר קילוואט-שעה ביום. בתעריף של היום זה בערך 45 אגורות ליום, כלומר בערך 160 ש"ח לשנה. על 10 שנים זה יוצא כ-1600 ש"ח. אבל הרי גוף תאורה עולה פחות מזה! בנוסף, 100 וואט חסכון לגוף תאורה בודד קשה מאוד להשיג עבור תאורת חוץ, אלא אם כן מוותרים על עוצמת הארה, ובמקרה כזה לא נקבל רמת הארה תקנית. וכאן נכנס ניגוד האינטרסים: צד אחד רוצה לחסוך כמה שניתן, אבל זה בא על חשבון בטיחות לאומית.

דרך אגב, שאלה - מי קובע אם רמת ההארה תקנית? אתם מכירים מומחים כאלה בארץ? כאלו שיכולים להגיע ולמדוד ולקבוע אם ההארה תקנית או לא?

פרופסור גרשון גרוסמן: יש.

אלכסנדר יארמולינסקי: יש. אבל לא הרבה.

אני ממליץ שכל משרד ממשלתי שנותן תמריץ יתייחס גם לתחזוקה. חסכון באנרגיה קל יחסית לבדוק, אבל צריך להגדיר את התחזוקה. אתן לכם דוגמא, סיפור שקרה בסאן אנטוניו בארה"ב. לפני 5 שנים עלה פיילוט של גופי תאורת לד ברחובות. הם בחרו גופי תאורה של חברה כלשהי שמייצרת טלוויזיות. הם חשבו שאם הם משתמשים בלדים לעשות טלוויזיות אז יש להם מספיק ידע בשביל לעשות תאורת לד לרחוב. הם החליפו 25 אלף גופי תאורה ברחובות סאן אנטוניו. אחרי 3 חודשים הגיע ראש העיר לשכונה לברר אם חוסכים בחשמל והתברר לו שכן, יש חסכון, כי אין תאורה. התושבים חשבו שהעירייה פשוט כיבתה את התאורה. 25 אלף גופי תאורה פשוט נשרפו בבת אחת. החברה נתנה להם אחריות ל-5 שנים – אבל אין לה מוצר אחר, היא יודעת לייצר רק את אותו גוף התאורה שנשרף תוך כמה חודשים.

פרופסור גרשון גרוסמן: אז שיחליפו כל כמה חודשים.

אלכסנדר יארמולינסקי: צריך להקים גוף שיבדוק את ההיבטים הטכניים האלה לפני ביצוע הפרויקט ולפני מתן התמריץ ולהכין דו"ח - אותנו זה מאוד מעניין לקרוא.

פיליפ ברמי: אם החזר ההשקעה הוא לא טוב לחברת ה-ESCO אז למה שיהיה טוב ללקוח?

אלכסנדר יארמולינסקי: יתכן. נכון להיום – פרויקטים של החלפות גופי תאורה פחות כדאי מפרויקטים חדשים. בפרויקט חדש זה כדאי מכל הבחינות, בלי ספק. בפרויקט קיים יש צורך להשקיע הרבה ולהרוויח רק מן החיסכון. צריך לבדוק היטב אם זה כדאי.

לודויק ורגה: כן. זה החשש שלי לאחרונה. שה-ROI הוא בסימן שאלה.

אלכסנדר יארמולינסקי: ה-ROI מפרויקטים כאלו של retrofit נכון להיום הוא בין 7 ל-9 שנים, בתנאי שתקבל ציוד שאמור לעבוד 15 שנים. הלקוח אחרי זה מקבל את הציוד וממשיך לחסוך. באופן כזה זה מאוד כדאי. הבעיה היא שציוד אמין הוא יקר יותר. ויש גם היבטים טכניים נטו, יש תאורת שטח, תאורת כבישים, תאורת ספורט – ולכל סוג אחוז החיסכון שונה משמעותית. בתאורת שטח, למשל, החיסכון יכול להגיע ל-40%, ובתאורת כביש זה יכולה להגיע גם ל-70%.

פרק 5: סיכום

משתתפי הפורום תמימי דעים באשר לפוטנציאל החיסכון הקיים במשק, והאפשרויות למימושו הן ע"י תכניות לעידוד שדרוג מערכות – החלפת ציוד ישן ומיושן בחדש, והן ע"י ניהול אנרגטי נכון.

בדיוני הפורום התברר כי באופן טיפוסי, קיים מאבק בין הגורם המייעל, כגון ESCO, לבין מפעילי המערכות אצל הצרכן, שעבורם האינטרס לתפוקה גובר על האינטרס לחיסכון, ומביא לא פעם לעקיפת מערכות ההתייעלות. בעיה זו, הקיימת בעולם כולו, צריכה לבוא על פתרונה, אם כי לא ברור כיצד. נושא חשוב אחר הוא הפן הפסיכולוגי וההיבטים ההתנהגותיים הנובעים ממנו. המערכות להתייעלות אנרגטית אינן קשורות לטכנולוגיה בלבד. יש לחנך במקביל להרגלי צריכה המתבטאים בנכונות לחיסכון. מצד שני, כאשר המערכת יעילה אנרגטית והעלויות נמוכות, זה מקטין את הנכונות להתנהג בצורה חסכונית.

המלצות:

1. במכרזי הממשלה לעידוד החלפת ציוד ישן/מיושן מומלץ להרחיב את התחולה לעומת המקובל כיום. כך למשל מומלץ לתמוך, מעבר להחלפת ציילר בלבד, גם בהחלפת הציוד ההיקפי, כגון משאבות, ובשדרוג כלל המערכת שיגדיל את ההתייעלות. כך יתקבל במשק מערך של מערכות מודרניות ויעילות אנרגטית, שיביאו לחיסכון לטווח ארוך.
2. מומלץ לעודד צרכני אנרגיה ליישם פרויקטים של חברות המוכרות אנרגיה בצורה מקצועית. לטווח ארוך יושג בשיטה זו חסכון רב יותר. חברות ESCO למיניהן יהיו המועמדים הטבעיים. כמובן שצרכן אנרגיה שברשותו הידע והמומחיות יוכל לעשות זאת בעצמו.
3. מומלץ ליישם מכרזי ESCO ע"י או מטעם המדינה. כך ניתן יהיה להוריד את צריכת האנרגיה במשק במידה ניכרת. בנוסף, יש יתרון למתן דוגמא ע"י הממשלה (Leading by Example).
4. יש למסד את השיטה למדידת החיסכון, תוך אימוץ תקנים בינלאומיים שלגביהם קיימת הסכמה (כגון: IPMVP). זאת כדי למנוע ויכוחים בין ספק שירות ההתייעלות לבין הצרכן, המובילים לבוררות ולתביעות.
5. במערכות מיזוג אוויר יש לשנות את התקן הארכאי הקיים הדורש מספר קבוע של החלפות אוויר בשעה (ללא קשר לנוכחות בפועל של אנשים בחלל הממוזג), ולהחליפו בתקן המבוסס על מדידת CO₂. כך יושג חיסכון אנרגטי רב.
6. מומלץ לאמץ ולעודד תהליך של התייעלות אקטיבית, בנוסף לתהליך ההתייעלות הפסיבית הנהוג היום בישראל, והמתבטא בשדרוג ציוד לכוזה החסכוני יותר. ההתייעלות האקטיבית מבוססת על בקרה שמאחוריה ידע וניסיון, מקובלת בעולם ומביאה לחיסכון אנרגטי מוגבר.
7. מומלץ לקיים מעקב ופרסום אחר פרויקטים להתייעלות אנרגטית, הממומנים (במלואם או בחלקם) ע"י המדינה. ייאספו נתונים לגבי הפרויקט וההשקעות שבוצעו, וייערך מעקב אחר

- הישגיו לאורך זמן. כך ייווצר מאגר גדול של מידע חיוני, דרך להעדיף דרכים להתייעלות אנרגטית ולעקוב אחר התועלת מן ההשקעה הממשלתית בפרויקט.
8. עם ההכרה בהיבטים התנהגותיים של ההתייעלות, מומלץ לצרף לצוות המהנדסים אנשים בעלי הכשרה פסיכולוגית, שידריכו את הצרכנים. לאור הניסיון האמריקאי – כך ניתן להשיג תוצאות משופרות, מעבר למה שמאפשרת הטכנולוגיה בלבד.
9. מומלץ לקדם חינוך להתייעלות אנרגטית באמצעות תכניות לימודים המותאמות לגילים שונים החל מגיל הגן ועד לסיום התיכון ואף בעת השירות הצבאי. במקביל, רצוי לעודד מחקרים על דפוסי התנהגות בישראל העשויים לעזור ביישום טכנולוגיות חדשניות להתייעלות אנרגטית.
10. מומלץ למדינה לקדם הכשרת facilitators לתחום האנרגיה- גורם מקצועי המוביל את הצרכן, משלב איתור הצרכים דרך בחירת שיטת היישום (עצמי או שיטת אסקו או משולב), דרך הכנת מסמכי מכרז הייעול האנרגטי, בחירת הזוכה ומעקב אחר תוצאות היישום. בעולם המפותח אין מבצעים פרויקטי התייעלות משמעותיים ללא נוכחות גורם מקצועי מסוג זה.
11. מומלץ לבצע, ע"י משרד האנרגיה או מטעמו, סקר תקופתי למעקב על עצימות אנרגיה בסקטורים שונים במשק, כפי שנעשה בארה"ב. המידע שיתקבל יסייע למנוע עקיפת מערכות ההתייעלות ע"י המפעילים.
12. מומלץ למדינה לדרוש דיווח על יעילותם האנרגטית של גופים ציבוריים כגון משרדי ממשלה, צבא, משטרה, אוניברסיטאות, עיריות ואחרים (בטכניקות של עצימות אנרגיה). מוצע לחייב את אותם גופים להתייעל לפחות ב-1.5% לשנה (צנוע אבל מהותי בטווח הארוך) ולנקוט סנקציות נגד אותם שאינם מתייעלים.

נספח 1 – תכנית פורום אנרגיה : התייעלות אנרגטית בישראל: שדרוג מערכות

שעות	תוכנית
13: 10-13: 00	פתיחה
: 13: 20-13: 10	לודויק ורגה - אגף שימור אנרגיה, משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים-סקירת טכנולוגיות להתייעלות אנרגטית - ניסיון משרד האנרגיה בחמש השנים האחרונות
: 13: 20-13: 10	ד"ר משה דן הירש – מהנדס יועץ אנרגיה ובקרה - היבטים חיוביים ושלייליים בהתקשרויות בין ספקי וצרכני אנרגיה בשיטת ESCO
: 13: 30-13: 20	יצחק רומנו – הטכניון, אגף בינוי ותחזוקה - שדרוג מערכות מיזוג אוויר בטכניון
: 13: 40-13: 30	יארמולינסקי אלכסנדר – אור-עד מהנדסים
	חיסכון בחשמל בתאורה – ניסיון בעולם ובישראל
: 13: 50-13: 40	ד"ר מרים ופרי לב-און - The Levon Group LLC Systems Upgrade for Energy Efficiency: The U.S. Experience
: 14: 00-13: 50	פיליפ ברמי, מנכ"ל - שניידר אלקטריק Efficiency in Israel: Based on International experience Roadmap for Energy
: 14: 20-14: 00	הפסקה
: 17: 00-14: 20	דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות הבאות: <ul style="list-style-type: none"> • מה מידת ההתייעלות שניתן להשיג במשק הישראלי ע"י החלפת ציוד ישן/מיושן בחדש ויעיל? • מה יכולה וצריכה הממשלה לעשות לקידום הנושא? • מה ידוע על תכניות מסוג זה בעולם ומה ניתן ללמוד מכך לגבי ישראל?
: 17: 00	סיום

מפגשי פורום האנרגיה של מוסד נאמן (www.neaman.org.il)

שנה	פרויקט
2016	פורום האנרגיה ה-36 : התייעלות אנרגטית בישראל : שדרוג מערכות
2015	פורום האנרגיה ה-35 : אגירת אנרגיה בייצור חשמל
2015	פורום האנרגיה ה-34 : ייצור משולב של חום וחשמל
2015+2014	פורום האנרגיה ה-33 : הרפורמה במשק החשמל בישראל
2014	פורום האנרגיה ה-32 : ניצול מיטבי של הגז הטבעי המקומי, לרבות סוגיית היצוא
2014	פורום האנרגיה ה-31 : ביומסה לאנרגיה בישראל
2013	פורום האנרגיה ה-30 : חשמל מאנרגיה סולארית בישראל
2013	פורום האנרגיה ה-29 : עיר חכמה
2013	פורום האנרגיה ה-28 : תחבורה יבשתית בת קיימא : היבטי אנרגיה וסביבה
2013	פורום האנרגיה ה-27 : רשת חשמל חכמה כמנוע צמיחה לתעשייה בישראל
2012	פורום האנרגיה ה-26 : ניצול פצלי שמן בישראל
2012	פורום האנרגיה ה-25 : משק האנרגיה בישראל - חזון 2028
2012	פורום האנרגיה ה-24 : אנרגית שמש לבנייני מגורים בישראל
2011	פורום האנרגיה ה-23 : ניצול אנרגית הרוח בישראל
2011	פורום האנרגיה ה-22 : תחנת כוח גרעינית בישראל
2011	פורום האנרגיה ה-21 : שיפוץ אנרגטי של בניינים
2011	פורום האנרגיה ה-20 : מערכות פוטו וולטאיות מחוברות-רשת למגזר הביתי והמסחרי
2010	פורום האנרגיה ה-19 : חיסכון באנרגיה במערכות תאורה
2010	פורום האנרגיה ה-18 : מיזוג אוויר סולארי בישראל
2010	פורום האנרגיה ה-17 : השלכות חדירת גז טבעי למשק האנרגיה של ישראל
2010	פורום האנרגיה ה-16 : רשת חשמל חכמה
2009	פורום האנרגיה ה-15 : התייעלות אנרגטית ברשויות המקומיות בישראל
2009	פורום האנרגיה ה-14 : רכב חשמלי והיברידי
2009	פורום האנרגיה ה-13 : תחנות כוח סולאריות בישראל
2008	פורום האנרגיה ה-12 : אנרגיה במשק המים
2008	פורום האנרגיה ה-11 : בניה חסכונית באנרגיה
2008	פורום האנרגיה ה-10 : השפעות בריאותיות וסביבתיות של השימוש בגז טבעי בישראל
2008	פורום האנרגיה ה-9 : מקומה של ישראל בשוק הביואתנול העולמי
2007	פורום האנרגיה ה-8 : ניהול ביקושים ואספקה
2007	פורום האנרגיה ה-7 : ביודלקים להפקת אנרגיה
2007	פורום האנרגיה ה-6 : חיסכון במערכות מיזוג אוויר
2007	פורום האנרגיה ה-5 : צרכי המחקר באנרגיה חלופית בישראל
2007	פורום האנרגיה ה-4 : אנרגיית השמש להפקת חום
2006	פורום האנרגיה ה-3 : הפקת אנרגיה מפסולת
2006	פורום האנרגיה ה-2 : מערכות משולבות ליצירת חום וחשמל (קוגנרציה)
2006	פורום האנרגיה ה-1 : חשמל ממערכות פוטו-וולטאיות



מוסד שמואל נאמן

למחקר מדיניות לאומית

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889

קרית הטכניון, חיפה 32000

www.neaman.org.il