



סביבה ואנרגיה

היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה

סיכום והמלצות דיון פורום אנרגיה 42

פרופ' גרשון גרוסמן
פרופ' אופירה אילון
נעמה שפירא



תכנון
ארוך טווח

תעשייה
וחדשנות

תשתיות
פיזיות

בריאות

הון
אנושי

השכלה
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

מדע
וטכנולוגיה

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 פיסייות, סביבה ואנרגיה ובנושאים נוספים בעלי חשיבות לחוסנה הלאומי של ישראל בהם המוסד תורם תרומה ייחודית. במוסד מבוצעים מחקרי מדיניות וסקירות, שמסקנותיהם והמלצותיהם משמשים את מקבלי החלטות 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 מסייע מוסד שמואל נאמן בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגנט"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' משה סידי.



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

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

2017	פורום האנרגיה ה-41: רכב היברידי וחשמלי
	פורום האנרגיה ה-40: גז טבעי לתחבורה בישראל
	פורום האנרגיה ה-39: מיקרוגרید ורשת חשמל חכמה בעידן של ייצור מבוזר ואנרגיות מתחדשות
2016	פורום האנרגיה ה-38: צעדים ליישום לאחר אישור מתווה הגז בישראל
	פורום האנרגיה ה-37: ביטחון באספקת אנרגיה בישראל
	פורום האנרגיה ה-36: התייעלות אנרגטית בישראל: שדרוג מערכות
2015	פורום האנרגיה ה-35: אגירת אנרגיה בייצור חשמל
	פורום האנרגיה ה-34: ייצור משולב של חום וחשמל
	פורום האנרגיה ה-33: הרפורמה במשק החשמל בישראל
2014	פורום האנרגיה ה-32: ניצול מיטבי של הגז הטבעי המקומי, לרבות סוגיית היצוא
	פורום האנרגיה ה-31: ביומסה לאנרגיה בישראל
2013	פורום האנרגיה ה-30: חשמל מאנרגיה סולארית בישראל
	פורום האנרגיה ה-29: עיר חכמה
	פורום האנרגיה ה-28: תחבורה יבשתית בת קיימא: היבטי אנרגיה וסביבה
	פורום האנרגיה ה-27: רשת חשמל חכמה כמנוע צמיחה לתעשייה בישראל
2012	פורום האנרגיה ה-26: ניצול פצלי שמן בישראל
	פורום האנרגיה ה-25: משק האנרגיה בישראל - חזון 2028
	פורום האנרגיה ה-24: אנרגית שמש לבנייני מגורים בישראל
2011	פורום האנרגיה ה-23: ניצול אנרגית הרוח בישראל
	פורום האנרגיה ה-22: תחנת כוח גרעינית בישראל
	פורום האנרגיה ה-21: שיפוץ אנרגטי של בניינים
	פורום האנרגיה ה-20: מערכות פוטו וולטאיות מחוברות-רשת למגזר הביתי והמסחרי
2010	פורום האנרגיה ה-19: חיסכון באנרגיה במערכות תאורה
	פורום האנרגיה ה-18: מיזוג אוויר סולארי בישראל
	פורום האנרגיה ה-17: השלכות חדירת גז טבעי למשק האנרגיה של ישראל
	פורום האנרגיה ה-16: רשת חשמל חכמה
2009	פורום האנרגיה ה-15: התייעלות אנרגטית ברשויות המקומיות בישראל
	פורום האנרגיה ה-14: רכב חשמלי והיברידי
	פורום האנרגיה ה-13: תחנות כוח סולאריות בישראל
2008	פורום האנרגיה ה-12: אנרגיה במשק המים
	פורום האנרגיה ה-11: בניה חסכונית באנרגיה
	פורום האנרגיה ה-10: השפעות בריאותיות וסביבתיות של השימוש בגז טבעי בישראל
	פורום האנרגיה ה-9: מקומה של ישראל בשוק הביואתנול העולמי
2007	פורום האנרגיה ה-8: ניהול ביקושים ואספקה
	פורום האנרגיה ה-7: בידולקים להפקת אנרגיה
	פורום האנרגיה ה-6: חיסכון במערכות מיזוג אוויר
	פורום האנרגיה ה-5: צרכי המחקר באנרגיה חלופית בישראל
	פורום האנרגיה ה-4: אנרגיית השמש להפקת חום
2006	פורום האנרגיה ה-3: הפקת אנרגיה מפסולת
	פורום האנרגיה ה-2: מערכות משולבות ליצירת חום וחשמל (קוגנרציה)
	פורום האנרגיה ה-1: חשמל ממערכות פוטו-וולטאיות



היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה

סיכום והמלצות דיון
פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן
מיום 02/01/2018

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

פרופ' אופירה אילון

נעמה שפירא

אפריל, 2018

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 המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

רשימת משתתפי הפורום

פרופ' אילון אופירה - ראש תחום סביבה ואנרגיה, מוסד שמואל נאמן

ד"ר אלון עופר - מנכ"ל סיגון גלובל בע"מ

פרופ' אראל אביתר - המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין, אוניברסיטת בן גוריון

ד"ר ארביב אברהם - סגן המדען הראשי לשעבר, משרד האנרגיה

פרופ' גרוסמן גרשון - ראש פורום אנרגיה, מוסד שמואל נאמן

גב' הייטנר שעיו עירית - מנהלת תחום חינוך, הכשרה והסברה, משרד האנרגיה

ד"ר זולטן רועי - המחלקה לכלכלה, אוניברסיטת בן גוריון

מר לוי מיקי - מנהל מונים ארצי, חברת חשמל לישראל

גב' לולב-בש טל - אוניברסיטת בן גוריון

ד"ר עופר תמר - הפקולטה להנדסה סביבתית, הטכניון

ד"ר פרג יעל - סגנית הדיקן, ביה"ס לקיימות, המרכז הבינתחומי הרצליה

ד"ר פרידמן גדעון - מנהל תחום טכנולוגיות ואנרגיות מתחדשות, משרד האנרגיה

מר קרן עופר - מנהל הפיתוח העסקי, קרן ידע אנרגיה בע"מ

מר רומנו איציק - מהנדס חשמל ראשי, אגף בינוי ותחזוקה, הטכניון

גב' שורץ יונת - ליווי תהליכי התייעלות, קרן ידע אנרגיה בע"מ

גב' שמיר ענת - מנהלת אגף שירות לקוחות, חברת חשמל לישראל

גב' שפירא נעמה - עוזרת מחקר, מוסד שמואל נאמן

הבעת תודה

המחברים מודים למרצים על המידע שהציגו ולכלל משתתפי הפורום על תרומתם לדין הפתוח.

תוכן עניינים

4.....	רשימת משתתפי הפורום
6.....	תוכן עניינים
1.....	תקציר מנהלים
4.....	1. הקדמה
5.....	2. רקע
7.....	3. מידע בנושא: היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה
16.....	4. דיון
30.....	5. סיכום והמלצות
31.....	6. רשימת מקורות
33.....	נספח 1: תכנית פורום אנרגיה - היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה

תקציר מנהלים

בשנים האחרונות, הולך וגובר הביקוש לאנרגיה, בין היתר בשל הגידול באוכלוסייה, העלייה ברמת החיים והצמיחה הכלכלית. שימוש גובר באנרגיה כרוך בהשקעת משאבים כספיים, ניצול משאבי קרקע המצויים במחסור ואף מעצים את המשבר האקלימי, שכן משק האנרגיה העולמי אחראי לכשני שליש מסך כל פליטות גזי החממה. בעולם מתפתחת זה מכבר מגמה של התייעלות אנרגטית המתבטאת בניצול מושכל של משאבי האנרגיה, הפקת מוצרים ותועלות כלכליות תוך שימוש מופחת באנרגיה ושמירה על איכות החיים המודרנית. בקרב מומחים שונים ברחבי העולם קיימת הסכמה ביחס לצורך המיידי בשינוי יסודי באופן שבו אנו מייצרים וצורכים אנרגיה ושעל שינוי זה להתרחש במהלך השנים הקרובות על מנת להימנע מהשפעותיו המאיימות של משבר האקלים. מלבד השיקולים הסביבתיים והבריאותיים, למדינת ישראל ישנם תמריצים נוספים להשקיע משאבים ולייעל את צריכת האנרגיה במשק, שכן ישראל הינה אי אנרגטי ולכן, ליציבות משק האנרגיה בישראל ישנה חשיבות ביטחונית ואסטרטגית ממדרגה ראשונה.

התייעלות אנרגטית הינה הדרך המהירה והזולה ביותר להשגת ביטחון אנרגטי, חיסכון בעלויות משקיות ולהתמודדות עם אתגרים סביבתיים. בעולם, מתייחסים לחיסכון הנובע מהתייעלות אנרגטית כמקור אנרגיה וירטואלי, לדוגמא, התייעלות על ידי שימוש במכשירי חשמל בעלי דירוג אנרגטי גבוה, מקטינה את הביקוש לחשמל ומקטינה את הצורך בהגדלת מערך ייצור החשמל, וזאת מבלי לפגוע בשירותי האנרגיה המבוקשים. התייעלות אנרגטית (לא במשק החשמל בלבד אלא במשק האנרגיה כולו) מושגת באמצעות הקטנת הבזבז (שימוש נכון) וניהול הצריכה, שימוש במכשירים יעילים אנרגטית ויישום עקרונות ליעילות אנרגטית בתכנון מבנים חדשים ושיפוץ קיימים.

מרבית החסמים לקידום התייעלות אנרגטית הם חסמי שוק המבטאים הלכה למעשה היבטים כלכליים, כגון: תנודות קיצוניות במחירי אנרגיה, עלויות גבוהות של טכנולוגיות לחיסכון באנרגיה, אי ודאות לגבי החזר ההשקעה, כשלי שוק וכדומה. בנוסף קיימים גם חסמים התנהגותיים של הצרכן, שקשורים לחוסר עניין, מחסור במידע או מידע לא מדויק אשר גורמים לצרכן לבחור לא לחסוך באנרגיה ולא להתייעל אנרגטית.

התנהגויות המקושרות לצריכת אנרגיה במשקי בית נחלקות לשתיים – התנהגויות מוכוונות התייעלות המתייחסות לנקיטת אמצעים שמטרתם התייעלות אנרגטית כמו רכישת מכשירי חשמל יעילים יותר, איטום ובידוד הבית ובנייה ירוקה, **והתנהגויות מוכוונות חיסכון** המתייחסות לאימוץ פעולות חסכוניות באנרגיה. חלק מהפעולות החסכוניות באנרגיה כרוכות בהתנהגויות חד פעמיות, כמו כיוון בקר הטמפרטורה במערכת המיזוג בחדר לטמפרטורה חסכונית, ואילו אחרות כוללות התנהגויות הדורשות פעולות יומיומיות ושינוי באורחות החיים, כמו ייבוש הכביסה על חבל ולא במייבש.

שימוש באמצעים טכנולוגיים ליעול צריכת האנרגיה אינו פתרון אחד ויחיד היות ואופי צריכת אנרגיה הוא תוצאה של השוני בין אנשים (למשל, בנוחות התרמית שלהם, באורח החיים ובסגנון החיים). כמו

כן, שינוי הרגלי שימוש נעשה חשוב במיוחד כאשר אנשים כבר אימצו אמצעים טכנולוגיים ליעול הצריכה אך הם לא משתמשים בהם בצורה נכונה.

מכאן, שבמגזר הביתי, לצד המלצות להתייעלות אנרגטית באמצעות החלפת מכשירי חשמל כגון, מקררים, מדיחי כלים, מכונות כביסה ומייבשי כביסה, אמצעי חימום וקירור וגופי תאורה, יש חשיבות גם לפעולות להעלאת מודעות הציבור להפחתת צריכת חשמל כאמצעי חשוב וכלי מדיניות מרכזי. ההנחה המרכזית ב'תכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית 2016-2030' היא כי ניתן להביא לעד 10% חיסכון מצריכת האנרגיה למשק הבית בעזרת אמצעי זה של העלאת מודעות.

מחקרים בפסיכולוגיה ובכלכלה התנהגותית מצביעים על מספר סיבות לכך שאנשים מקבלים החלטות בניגוד לאינטרס הכלכלי שלהם (חולשות אנושיות, הטיות קוגניטיביות, פערי מידע ועוד). המונח 'דחיפה' (Nudge), מתאר כיצד ארגונים ציבוריים ופרטיים יכולים לעודד אנשים לקבל החלטות מושכלות יותר בתחומים שונים בחיי היום-יום שלהם על ידי 'דחיפה' או תזכורת מפורשת או מרומזת לכיוון התנהגות מסוים. מחקרים מראים כי 'דחיפה' יכולה לתרום להפחתת צריכת האנרגיה, על ידי מתן מישוב חברתי, מסירת מידע בזמן אמת, המלצות לחיסכון או שילוב ביניהם. עם זאת, הממצאים אינם חד משמעיים: הם משתנים בין אוכלוסיות שונות, בהתאם למעמד סוציאקונומי, דעות פוליטיות, מאפייני צריכה או היכולת להבנת המסרים השונים. שיטה שתביא לירידת צריכה באוכלוסייה מסוימת יכולה להביא להעלאת צריכה באוכלוסייה אחרת. בנוסף, שילוב שיטות לעיתים דווקא גורע מהאפקט של שיטה יחידה וכן יש שונות גדולה במשך השפעה של ההתערבות. כמו כן תהיה השפעה לתדירות ההתערבות, אורכה ואף לצורתה הפיזית (גודל המעטפה בה מגיע המידע). מכאן שישנה חשיבות גדולה לעיצוב ההתערבויות בהתאם לקהל היעד.

למשקי הבית, מטבע הדברים, יש אינטרס ברור להתייעל אנרגטית ובכך לצמצם את ההוצאות ולהשאיר הכנסה פנויה לשימושים אחרים. מנגד, במוסדות ובארגונים קיים אתגר גדול לרתום את העובדים לנושא החיסכון וההתייעלות האנרגטית, שהרי העובדים לא רק שאינם משלמים את חשבון החשמל, ולכן אין להם אינטרס כלכלי לחיסכון אלא שלעיתים, העובד תופס את הדרישה כמטלה נוספת. לפיכך, את נושא השפעת ההתערבות הפסיכולוגית על התייעלות אנרגטית יש לבחון גם ברמת האדם ומשק ביתו וגם מבחינת העובד במקום עבודתו.

בנוסף, יש לבדוק שילוב של התערבויות פסיכולוגיות עם תמריצים כלכליים ולבסוף יש לתת את הדעת גם לשאלה האם הכסף שנחסך מושקע באלמנטים המשפרים את התייעלות האנרגטית או שהוא מופנה לפעילות אחרת שמשמרת או אף מגדילה את צריכת האנרגיה והשלכותיה השליליות.

משתתפי הפורום תמימי דעים באשר לפוטנציאל החיסכון שניתן להשיג ע"י התחשבות בהיבטים הפסיכולוגיים וההתנהגותיים, להלן מספר המלצות לפעולה שגובשו.

המלצות:

זיהוי אינטרס ציבורי

- יש לזהות את האינטרס הציבורי להתייעלות אנרגטית – כלכלי, סביבתי, ביטחון אנרגטי ועוד, ודרכו להשפיע על האפקט הפסיכולוגי/התנהגותי.

העלאת מודעות / הסברה

- חייבים להתייחס להיבט ההתנהגותי בנושא של התייעלות אנרגטית. מומלץ להוסיף לכל קול-קורא של הממשלה בתחום האנרגיה את ההיבט ההתנהגותי לצד ההיבט הטכני. כך עולה ההיבט ההתנהגותי לשיח. יש לשים דגש על פיתוח מנגנונים כלכליים שיתגמלו ארגון שמשקיע בהתייעלות אנרגטית.
- מומלץ לבנות מהלך הסברתי בהיקף נרחב ולאורך זמן בכדי לשנות את תפיסת הציבור בנוגע לחשיבות הנושא (בדומה לקמפיין 'ישראל מתייבשת' בעקבות משבר המים ב-2009).
- כיום, צרכני חשמל ביתיים מקבלים דיווח הן לגבי הצריכה ההשוואתית שלהם עצמם והן לגבי הצריכה שלהם בהשוואה לממוצע השכונתי. מוצע לבחון מחקרית השפעת מידע זה שכן, מחד, צרכנים אשר צורכים מעל הממוצע יכולים להיות מונעים לחיסכון כתוצאה ממידע זה, אך מנגד, אלו שצורכים מתחת לממוצע, עלולים לקבל "רישיון מוסרי" לצרוך יותר.

מיקוד מאמצים בצרכנים גדולים

- יש לאתר צרכנים בזבזנים במיוחד ולמקד בהם את מאמצי החיסכון, שם פוטנציאל החיסכון המשמעותי. מומלץ כי יצרני החשמל יתבקשו על ידי הרגולטור להגיש דו"ח על צרכנים גדולים, כולל במגזר הציבורי (כאשר אין חיסיון).

פרסום מדדים לצריכת אנרגיה

- רצוי לפרסם מדד לצריכת אנרגיה בו כל צרכן יוכל לקבל מידע היכן הוא נמצא ביחס לצרכנים בעלי מאפיינים דומים (גודל דירה, מספר נפשות וכדומה). יש לגבש דרכים לקביעת מדד זה.

1.הקדמה

מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית, במסגרת פעילותו בתחום האנרגיה, מקיים מפגשי "פורום אנרגיה" המוקדשים לדין בנושאים בעלי חשיבות לאומית בתחום. בפורום האנרגיה מתקיים דין 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 להציג בפני מקבלי החלטות.

המפגש הדין בנושא: "היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה", התקיים ב-2 לינואר 2018 בטכניון. השתתפו בו מומחים בתחום מהיבטיו השונים, וכן נציגים של הממסד הציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה הודות למומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת ידע מקצועי ראשון במעלה בתחום ההיבטים הפסיכולוגיים וההתנהגותיים של חיסכון באנרגיה.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מהמשתתפים מצגות בנושא הדין על היבטיו השונים. מצגות המשתתפים אשר אושרו על ידם לפרסום נמצאות באתר מוסד שמואל נאמן: <http://www.neaman.org.il/> (אירועים). בחלק השני התקיים דין פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. בפני משתתפי הדין 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 ליישום הנושא של היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה.

בשנים האחרונות, הולך וגובר הביקוש לאנרגיה, בין היתר בשל הגידול באוכלוסייה, העלייה ברמת החיים והצמיחה הכלכלית. שימוש גובר באנרגיה כרוך בהשקעת משאבים כספיים, ניצול משאבי קרקע המצויים במחסור ואף מעצים את המשבר האקלימי, שכן משק האנרגיה העולמי אחראי לכשני שלישים מסך כל פליטות גזי החממה [1]. בעולם מתפתחת זה מכבר מגמה של התייעלות אנרגטית המתבטאת בניצול מושכל של משאבי האנרגיה, הפקת מוצרים ותועלות כלכליות תוך שימוש מופחת באנרגיה ושמירה על איכות החיים המודרנית. בקרב מומחים שונים ברחבי העולם קיימת הסכמה ביחס לצורך המיידי בשינוי יסודי באופן שבו אנו מייצרים וצורכים אנרגיה ושעל שינוי זה להתרחש במהלך השנים הקרובות על מנת להימנע מהשפעותיו המאיימות של משבר האקלים [2]. מלבד השיקולים הסביבתיים והבריאותיים, למדינת ישראל ישנם תמריצים נוספים להשקיע משאבים ולייעל את צריכת האנרגיה במשק, שכן ישראל הינה אי אנרגטי ולכן, ליציבות משק האנרגיה בישראל ישנה חשיבות ביטחונית ואסטרטגית ממדרגה ראשונה.

בהחלטת ממשלה 542 מיום 20.09.2015 [3] התחייבה מדינת ישראל לעמוד ביעד לאומי של צמצום צריכת החשמל בשיעור של לפחות 17% עד שנת 2030 ביחס לצריכת החשמל הצפויה באותה שנה לפי תרחיש "עסקים כרגיל" (כלומר ללא שינוי מדיניות בתחום).

התייעלות אנרגטית הינה הדרך המהירה והזולה ביותר להשגת ביטחון אנרגטי, התמודדות עם אתגרים סביבתיים ולחיסכון בעלויות משקיות. בעולם, מתייחסים לחיסכון הנובע מהתייעלות אנרגטית כמקור אנרגיה וירטואלי, לדוגמא, התייעלות על ידי שימוש במכשירי חשמל בעלי דירוג אנרגטי גבוה, מקטינה את הביקוש לחשמל ומקטינה את הצורך בהגדלת מערך ייצור החשמל, וזאת מבלי לפגוע בשירותי האנרגיה המבוקשים. התייעלות אנרגטית (לא במשק החשמל בלבד אלא במשק האנרגיה כולו) מושגת באמצעות הקטנת הבזבז (שימוש נכון) וניהול הצריכה, שימוש במכשירים יעילים אנרגטית ויישום עקרונות ליעילות אנרגטית בתכנון מבנים חדשים ושיפוץ קיימים.

יש לציין כי פורום זה לא עסק בהתייעלות אנרגטית בתחום התחבורה.

מרבית החסמים לקידום התייעלות אנרגטית הם חסמי שוק המבטאים הלכה למעשה היבטים כלכליים, כגון: תנודות קיצוניות במחירי אנרגיה, עלויות גבוהות של טכנולוגיות לחיסכון באנרגיה, אי ודאות לגבי החזר ההשקעה, כשלי שוק (לדוגמא, בעיית ה"שוכר-משכיר" - בעל דירה לא יחליף את המזגן בדירתו המושכרת למזגן יעיל יותר, אשר יניב תועלת לשוכר) וכדומה. בנוסף קיימים גם חסמים התנהגותיים של הצרכן, שקשורים לחוסר עניין, מחסור במידע ומידע לא מדויק אשר גורמים לצרכן לבחור לא לחסוך באנרגיה ולא להתייעל אנרגטית [4].

התנהגויות המקושרות לצריכת אנרגיה במשקי בית נחלקות לשתיים – התנהגויות מוכוונות התייעלות המתייחסות לנקיטת אמצעים שמטרתם התייעלות אנרגטית כמו רכישת מכשירי חשמל יעילים יותר, איטום ובידוד הבית ובנייה ירוקה, **והתנהגויות מוכוונות חיסכון** המתייחסות לאימוץ פעולות חסכוניות באנרגיה. חלק מהפעולות החסכוניות באנרגיה כרוכות בהתנהגויות חד פעמיות, כמו כיוון בקר

הטמפרטורה במערכת המיזוג בחדר לטמפרטורה חסכונית, ואילו אחרות כוללות התנהגויות הדורשות פעולות יומיומיות ושינוי באורחות החיים, כמו ייבוש הכביסה על חבל ולא במייבש [5-7].

שימוש באמצעים טכנולוגיים לייעול צריכת האנרגיה אינו פתרון אחד ויחיד היות ואופי צריכת אנרגיה הוא תוצאה של השוני בין אנשים (למשל, בנוחות התרמית שלהם, באורח החיים ובסגנון החיים). כמו כן, שינוי הרגלי שימוש נעשה חשוב במיוחד כאשר אנשים כבר אימצו אמצעים טכנולוגיים לייעול הצריכה אך הם לא משתמשים בהם בצורה נכונה [8].

מכאן, שבמגזר הביתי, לצד המלצות להתייעלות אנרגטית באמצעות החלפת מכשירי חשמל כגון, מקררים, מדיחי כלים, מכונות כביסה ומייבשי כביסה, אמצעי חימום וקירור וגופי תאורה, יש חשיבות גם לפעולות להעלאת מודעות הציבור להפחתת חשמל כאמצעי חשוב וכלי מדיניות מרכזי. ההנחה המרכזית ב'תכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית 2016-2030' [2] היא כי ניתן להביא לעד 10% חיסכון מצריכת האנרגיה למשק הבית בעזרת אמצעי זה של העלאת מודעות.

מחקרים בפסיכולוגיה ובכלכלה התנהגותית מצביעים על מספר סיבות לכך שאנשים מקבלים החלטות בניגוד לאינטרס הכלכלי שלהם (חולשות אנושיות, הטיות קוגניטיביות, פערי מידע ועוד). המונח 'דחיפה' (Nudge), שטבעו Thaler and Sunstein [9], מתאר כיצד ארגונים ציבוריים ופרטיים יכולים לעודד אנשים לקבל החלטות מושכלות יותר בתחומים שונים בחיי היום-יום שלהם על ידי 'דחיפה' או תזכורת מפורשת או מרומזת לכיוון התנהגות מסוים. מחקרים [10-13] מראים כי 'דחיפה' יכולה לתרום להפחתת צריכת האנרגיה, על ידי מתן מישוב חברתי, מסירת מידע בזמן אמת, המלצות לחיסכון או שילוב ביניהם. עם זאת, הממצאים אינם חד משמעיים: הם משתנים בין אוכלוסיות שונות, בהתאם למעמד סוציאקונומי, דעות פוליטיות, מאפייני צריכה או היכולת להבנת המסרים השונים. שיטה שתביא לירידת צריכה באוכלוסייה מסוימת יכולה להביא להעלאת צריכה באוכלוסייה אחרת. בנוסף, שילוב שיטות לעיתים דווקא גורע מהאפקט של שיטה יחידה וכן יש שונות גדולה במשך ההשפעה של ההתערבות. כמו כן תהיה השפעה לתדירות ההתערבות, אורכה ואף לצורתה הפיזית (גודל המעטפה בה מגיע המידע). מכאן שישנה חשיבות גדולה לעיצוב ההתערבויות בהתאם לקהל היעד.

למשקי הבית, מטבע הדברים, יש אינטרס ברור להתייעל אנרגטית ובכך לצמצם את ההוצאות ולהשאיר הכנסה פנויה לשימושים אחרים. מנגד, במוסדות ובארגונים קיים אתגר גדול לרתום את העובדים לנושא החיסכון וההתייעלות האנרגטית, שהרי העובדים לא רק שאינם משלמים את חשבון החשמל, ולכן אין להם אינטרס כלכלי לחיסכון אלא שלעיתים, העובד תופס את הדרישה כמטלה נוספת¹. לפיכך, את נושא השפעת ההתערבות הפסיכולוגית על התייעלות אנרגטית יש לבחון גם ברמת האדם ומשק ביתו וגם מבחינת העובד במקום עבודתו.

בנוסף, יש לבדוק שילוב של התערבויות פסיכולוגיות עם תמריצים כלכליים ולבסוף יש לתת את הדעת גם לשאלה האם הכסף שנחסך מושקע באלמנטים המשפרים את התייעלות האנרגטית או שהוא מופנה לפעילות אחרת שמשמרת או אף מגדילה את צריכת האנרגיה והשלכותיה השליליות (אפקט זה נקרא אפקט הריבאונד, או פרדוקס ג'בונס).

¹ ראה בהמשך הדיון דוגמאות לתהליך ההתייעלות בטכניון.

3. מידע בנושא: היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה

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 (<http://www.neaman.org.il>). 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.

ד"ר יעל פרג - סגנית הדיקן, ביה"ס לקיימות, המרכז הבינתחומי הרצליה

עמדות הציבור הישראלי בנושא צריכת אנרגיה ונכונות לשינוי התנהגות

אני חוקרת את הנושא של תפישת הצרכנים והמוכנות שלהם להיות מעורבים ברשת חכמה, ובכלל בפעילויות הקשורות לאנרגיה. אציג ממצאים ממחקרים שלי שקשורים לנושא.

ההסתכלות שלי על התחום היא מעט שונה; אני מנסה לברר מה צד הביקוש יכול להציע למערכת האנרגיה, איזה שירותים הצרכנים יכולים להציע לרשת החשמל. חיסכון באנרגיה הוא רק שירות אחד.

הנושא של התייעלות אנרגטית ושימור אנרגיה (Negawatts), כולל:

- התייעלות טכנולוגית - למשל, באמצעות מעבר למכשירי חשמל יעילים יותר
- התייעלות שמקורה התנהגותי

כאשר חושבים על הצורך בשינוי ניתן להצביע על שני פרמטרים שיכולים להגדיל את הסיכוי ששינוי יתרחש: שנרצה לעשות אותו ושנוכל לעשות אותו. אם שני הפרמטרים מתקיימים הסיכוי לשינוי יותר גדול, אם כי לא וודאי. חשוב להבין את החסמים וההזדמנויות לשני התהליכים, וכן להבין האם החסמים הם מתחום הנכונות או מתחום היכולת ובהתאם לכך לגבש את המדיניות או התכנית המתאימה.

במחקר שבוצע בקיבוץ עין חרוד² התבקשו המשתתפים לענות על שאלון לגבי היכולת שלהם לערוך שינויים והרצון שלהם לעשות את השינויים בתחום של חיסכון אנרגיה במשק הבית.

הבחנו בין פעולות שהן ללא עלות ובין פעולות שהן ללא מאמץ. למשל, החלפת מקרר אינה דורשת שינוי התנהגותי, זו פעילות חד פעמית שיכולה להביא לחיסכון גדול. לעומת זאת כיבוי צריכת הרפאים³ היא ללא כל עלות אבל דורשת יותר פעולות.

² מחקר של סטודנטים לתואר שני מהפקולטה לניהול באוניברסיטת חיפה בהנחיית ד"ר יעל פרג וד"ר תמר טרופ. המחקר כלל מדגם של 50 איש עם ניטור רציף של ביקושים לחשמל.

³ צריכת רפאים מוגדרת כצריכת אנרגיה ללא כל תועלת (שירות אנרגיה) לצרכן. למשל, מכשירים שנמצאים על stand by או מטענים המחוברים לשקעים אבל אינם מחוברים למכשירי חשמל.

מה שראינו הוא שכאשר נדרשת רמת מעורבות גדולה (התערבות יומית או תכופה) היכולת גבוהה מהרצון, כלומר, האנשים יכולים אבל לא רוצים, ואילו כאשר מדובר בעלות יקרה ומאמץ נמוך, ההיפך הוא הנכון.

כמו כן, נבדק השינוי בצריכת החשמל בין השנים 2012 ו-2013 לגבי שלוש קטגוריות אליהן חולקו המשתתפים:

- בעלי נכונות ויכולת גבוהות – הפחיתו את צריכת החשמל ב-9%
- בעלי נכונות ויכולת מעורבת (גבוהה-נמוכה או נמוכה-גבוהה) – הפחיתו את הצריכה באחוז אחד
- בעלי נכונות ויכולת נמוכות – העלו את הצריכה

אם מסתכלים קדימה על משק החשמל, מדברים על משק מרובה אנרגיות מתחדשות ומבנה מבוזר. במבנה כזה צד הביקושים יכול להציע סדרה של שירותים חשובים:

- Megawatts – ייצור ברמת המיקרוגנרציה
- Flexiwatts – גמישות באמצעות הסטת ביקושים כדי לעזור לרשת להיות יותר יעילה (demand response – הוא אחד הדברים הכי כדאיים כלכלית)
- Storewatts – שירותי אחסון אנרגיה מבוזרים (למשל, vehicle-to-grid)

ביצענו סקרים שבודקים את עמדות הציבור לגבי הנושאים האלה. הסקרים הינם גדולים ומייצגים, אך סקרים לגבי העדפות צרכנים הם אינם כלי מנבא, אלא נותנים כלים ניתוחיים להבין את הסוגיות.

אחד המחקרים לגבי הנושא של גמישות הביקושים וזיהוי ה-Flexiwatts (הצריכה שאפשר להסיט) בישראל, בא לבדוק נכונות של אנשים להסטת עומסים באמצעות הצטרפות להסדר תעו"ז (תעריף עומס וזמן). בישראל קיים תעריף תעו"ז, אך הציבור הרחב לא מכיר אותו ובמבנה שהיה נכון לעת המחקר (2016) זה לא היה כדאי כלכלית. ביקשנו לבדוק איך אנשים תופסים את היכולת שלהם להתמודד עם סיטואציה בה הם צריכים להתאים עצמם לתעריף המשתנה.

בסקר אינטרנטי בקרב האוכלוסייה היהודית בישראל⁴ נבדקו 500 משקי בית עם ארבע נפשות או יותר, ונעשה ניסוי מיסגור (Framing Effect) אשר בחן האם לאופן הצגת המידע יש השפעה על הנכונות להצטרף להסדר תעו"ז. חילקנו לארבע קבוצות אקראיות ועשינו שלוש מניפולציות:

- אפקט כלכלי גבוה או בינוני – מתייחס לתעריף חשמל בשפל (אין כמובן טעם להתייחס לתעריפי הפסגה, כיוון שאנחנו רוצים לתת הטבה ולא להעניש)
 - שתי קבוצות קיבלו הנחה של 50% מהתעריף הרגיל
 - שתי קבוצות קיבלו 25% הנחה

⁴ 'האוכלוסייה המייצגת' במחקר אינה כוללת את הערבים משום שבתקופת המחקר לא היה להם ייצוג בפנלים אינטרנטיים.

- תועלות נוספות/חברתיות – נמסר מידע נוסף לגבי התרומה של ההסדר לנושא של זיהום אוויר ועצמאות אנרגטית לשתי קבוצות, אחת מכל מדרג הנחה

בדקנו אם היה אפקט למידע השונה על הנכונות להצטרף להסדר ומצאנו שלא היה כל אפקט. עם זאת בדקנו שני אפקטים מתווכים (זה לא מנבא, אך מסביר קצת את תהליך קבלת ההחלטות של אנשים):

- ה'אפשרות להפעלת מכשירים בשעות השפל' הינה אפקט מתווך מובהק בין הנכונות לשינוי הצריכה לנכונות למעבר לתעו"ז – אנשים שהצהירו שהם יכולים להסיט את הביקושים שלהם, הביעו נכונות גבוהה להצטרף להסדר תעו"ז.
- בנוסף, אצל אנשים שהביעו רצון להפחית את צריכת החשמל, התפיסה ש'תכנית התעו"ז תאפשר למשק הבית להקטין את חשבון החשמל' היוותה אפקט מתווך לנכונות שלהם לעבור להסדר.

מחקר נוסף שנעשה באוכלוסייה מייצגת של הציבור הישראלי בדק את עמדות הציבור לגבי מניח חכמה. כמה ממצאים מעניינים:

- כמחצית מהנשאלים הסכימו להיגד 'אני רוצה להפחית את חשבון החשמל שלי', בעוד שכאשר נוסח ההיגד התייחס לציבור הישראלי בכללותו, רק 18% הסכימו לו, כלומר, אנשים לא חושבים שזה מעניין ישראלי אחרים. זה נותן תמונת מצב לגבי תפיסת הציבור את עניין הציבור בהפחתת חשמל ונמצא כאחד המנבאים הטובים ביותר, ברגרסיות שהרצנו, לנכונות להפחתה בצריכת חשמל (הרצון לא להיות "פראיר").
- שאלנו לגבי המידע שירצו לקבל מהמונה החכם והאפשרות שזכתה להתעניינות הנמוכה ביותר הייתה מידע על צריכה של אנשים אחרים (חשוב לציין שזה לא אומר שהשוואה כזו לא תהיה אפקטיבית, אלא מראה שהציבור אינו מעוניין במידע מסוג זה). האפשרות שזכתה להתעניינות הרבה ביותר הייתה מידע על האפשרות לחסוך כסף אם אעשה שינוי כלשהו.
- נבדקו החששות מהכנסת מונה חכם. למרות שהבאנו נתונים שמראים שאין בעיות של קרינה, נושא זה היה החשש הגדול ביותר של הנשאלים (כאשר יותר משליש היו 'מודאגים מאד' מהנושא), לאחריו האפשרות שהמידע יעבור לגורם שלישי שירוויח מכך ולבסוף הדאגה לפרטיות.
- נבדקו העדפות לגבי שליטה מרחוק על מכשירי חשמל שונים כאשר הוצעו שלוש אופציות: האחת - להשאיר את המצב הקיים היום, השנייה - שליטה מרחוק על ידי הצרכנים עצמם (למשל באמצעות הטלפון הסלולרי), והשלישית - שליטה מרחוק של חברת החשמל (ה-utility). חשוב לציין שבעולם, חלק גדול מה-demand response במשקי בית נעשה דרך שליטה מרחוק של חברת החשמל על מערכות מיזוג. לגבי מקררים ומזגנים אנשים העדיפו את המצב הקיים היום, ולגבי מכונות כביסה ומדיחי כלים הם העדיפו שלהם תהיה שליטה על המכשירים מרחוק. מעט הסכימו לתת לגורם שלישי לנהל את הצריכה. בדקנו אם פיצוי כספי

- מגביר את הנכונות הזאת, וראינו שזה לא משפיע הרבה על התשובות לגבי מזגנים ומקררים, אך הוצהרה נכונות של פי שלוש וארבע לגבי מדיחים ומכונות כביסה, בהתאמה.
- נבדקה השאלה מי לדעת המשיבים תהיה המרוויחה הגדולה מהפחתת צריכת החשמל – חח"י (חברת חשמל לישראל) זכתה לכמעט מחצית מהתשובות, הציבור והסביבה קיבלו מעט פחות והצרכן עצמו נתפס כזה שצפוי להרוויח הכי פחות.
 - במי בוטחים שינהל את הפחתת הצריכה הביתית? לא בוטחים באף אחד, לא בחח"י, לא בגורם ממשלתי או חברה מסחרית וגם לא בשלטון המקומי. עם זאת, את מרבית הקולות קיבל ארגון ללא מטרת רווח. (במחקר אחר שערכתי ושהתמקד בבתים חכמים, היה שינוי גדול בנכונות לתת שליטה מרחוק לגוף שלישי דרך הבית החכם. ההסבר הוא שהדבר נתפס כאופטימיזציה של הבית והצרכן עצמו ולא על אופטימיזציה של הרשת או של חח"י).
 - נכונות לאפשר למנהל המערכת גישה לרכב החשמלי לאחסון מבוזר – ככל שמובטחות הגנות טובות יותר על בעל הרכב, מבחינת זמינות חשמל ומצב טעינת הרכב, הנכונות עולה. כמו כן, תשלום בגין השרות מוביל ל-36% נכונות, לעומת הנחה בתעריפי חשמל שמקבלת 28% נכונות בלבד (אופן הצגת התמריץ משנה את תפיסת האנשים, גם אם התמריץ הכלכלי זהה).

בתים ומכשירים חכמים, ובכלל אוטומציה של ה-demand response - זו הדרך קדימה. מחקר נוסף עסק בהתעניינות של אנשים בנושא והנכונות שלהם לתת לבית החכם לנהל את צרכני החשמל הביתיים בהתאם לסיגנל מהרשת (הסקר פנה רק לאוכלוסייה שהוגדרה כלא טכנופובית). במחקר ראינו נכונות גבוהה של בין 60-85% בהתאם למכשירים השונים (מהמקרר ועד למדיח, בהתאמה) וזה צריך להילקח בחשבון כאשר חושבים על מדיניות איך לבצע את הדבר הזה.

פרופ' יואלה ברבי-מאייר, ד"ר רועי זולטן וגב' טל לולב-בש - אוניברסיטת בן גוריון מישוב חברתי עלול לפגוע ביעילות החלטות חיסכון באנרגיה (מוצג ע"י רועי זולטן)

המחקר שלנו⁵ בדק את היעילות של שתי התערבויות נפוצות בהן נעשה שימוש כדי לעודד אנשים להפחית את צריכת האנרגיה שלהם:

- מישוב חברתי – דוגמת מידע אודות צריכת החשמל של השכנים.
- מישוב מיידי – הצגה רציפה של הצריכה בפועל בזמן אמת.

זהו ניסוי מעבדה שמדמה סביבה של קבלת החלטות לגבי צריכת חשמל:

- הניסוי כלל 166 נבדקים: קבוצה אחת לא קיבלה מישוב כלל, קבוצות אחרות קיבלו מישוב חברתי או מיידי וקבוצה רביעית קיבלה גם מישוב חברתי וגם מישוב מיידי.

⁵ רועי זולטן, טל לולב-בש ויואלה ברבי-מאייר

- כל נבדק השתתף ב-28 סיבובים של דקה אחת (סיבוב בשבוע). בכל סיבוב יכלו המשתתפים להדליק ולכבות שלושה מכשירי חשמל, עם צריכת חשמל גבוהה, בינונית ונמוכה. לכל המכשירים תועלת שולית פוחתת ומהפונקציה ניתן לגזור זמן הפעלה אופטימלי לכל מכשיר.
- המשתתפים צוברים נקודות בהתאם ל'ביצועים'. צבירת הכסף מבטאת את ההנאה מהמכשיר בניכוי עלות הפעלתו.
- הנבדקים שקיבלו מישוב מיידי ראו בזמן אמת את קצב צריכת החשמל לשנייה.
- הנבדקים שקיבלו מישוב חברתי קיבלו אותו עם 'חשבון החשמל החודשי', כלומר כל ארבעה סיבובים של הניסוי. המישוב כלל צריכת חשמל עצמית מתחילת הניסוי וצריכת חשמל בחודש החולף. בנוסף הוצגה השוואה בין צריכת החשמל הממוצעת של הנבדק, קבוצת הנבדקים (כל קבוצה כללה כעשרה נבדקים), ושני הנבדקים החסכוניים ביותר. צריכה גבוהה יחסית של הנבדק קיבלה חיווי שלילי ולהיפך (צבע אדום וירוק, בהתאמה).

תוצאות הניסוי:

- כל המשתתפים צורכים מעבר לרמה האופטימלית, וזה גם מה שאנחנו מעריכים שקורה בעולם האמיתי.
- שתי הקבוצות שקיבלו מישוב מיידי הצליחו ללמוד, לשפר את הביצועים ולהתקרב לאופטימום.
- המישוב החברתי לא תורם – הקבוצה שקיבלה רק מישוב חברתי קרובה בביצועיה לקבוצת הביקורת שלא קיבלה כל מישוב. יתרה מכך, ביצועיה של הקבוצה שקיבלה מישוב חברתי ומיידי טובים פחות מהקבוצה שקיבלה מישוב מיידי בלבד, ניתן לראות מגמת שיפור שנעצרת במהלך הניסוי. הפרשנות שלנו לכך היא שהמישוב החברתי מסיט את תשומת הלב מהמישוב המיידי ולמעשה עוצר את הלמידה. לאחר קבלת המישוב החברתי, כאשר הנבדקים רואים שהם בערך כמו כולם, הם מפסיקים להשתפר.
- בחישוב האפקט השולי של התשלום ניתן לראות כמה תורם המישוב – מישוב מיידי בלבד תורם בצורה משמעותית ומובהקת להעלאת התשלום. בסיבובים האחרונים, לאחר תהליך למידה, תוספת המישוב החברתי מורידה את התרומה של המישוב המיידי והופכת אותה לקטנה ולא מובהקת.
- הערה: הניסוי אינו כולל התייחסות להשפעות חיצוניות, כלומר, ההתנהגות האופטימלית מתייחסת לצריכת הצרכן בלבד. ניתן בקלות יחסית להתייחס להיבט הזה במחקרים עתידיים.

עופר קרן, יונת שורץ - קרן ידע אנרגיה בע"מ

העלאת מודעות ובניית יכולות כמנוף לשינוי התנהגותי - המלצות אופרטיביות (מוצג ע"י יונת שורץ)

אנחנו מגיעים מחברה העוסקת ביעוץ להתייעלות אנרגטית, ואני רוצה לדבר על החסמים, ההזדמנויות ודרכי הפעולה בתחום.

המשגה - המושגים של התייעלות אנרגטית, קיימות, שינויי אקלים והפחתת פליטות גזי חממה (גז"ח), הם מונחים שלגבי הפרשנות שלהם לא תמיד יש הסכמה גם בתוך הקהילה המקצועית, אך לציבור הרחב אלו מושגים קרים ומנוכרים וזה כשלעצמו מהווה מחסום גדול.

סקרי אנרגיה⁶ - הנושא תורם מאד לבדיקה של מצב הארגון וצריכת האנרגיה שלו, ויכול להיות מקור טוב לתחילת תהליך של התייעלות אנרגטית, אלא שאין חובה חוקית ליישם את המלצות הסקר. במקרים רבים לאחר הסקר אין תקציב ליישום ההמלצות והמסר הוא שהתייעלות אנרגטית לא חשובה מספיק.

מדיניות הממשלה - יש החלטות ממשלה ויש תכנית לאומית להתייעלות אנרגטית⁷ עם יעד ברור ותקציב שמכוחו מוציאים קולות קוראים (ק"ק). לכאורה המצב טוב אך אחוז הסבסוד הוא יחסית נמוך וגם הסכום הכולל לא מאד גבוה. חשוב לדעת כי הק"ק מעצבים את השיח בשטח, כך שיש קשר ישיר וברור בין הנושאים שעולים בק"ק לבין הפעילויות שנעשות בשטח, לטוב ולרע, כיוון שנושאים אחרים אינם מטופלים.

העלאת מודעות - היום אין אדם בישראל שלא מכיר את הסיסמא 'בקבוקים הולכים רק למיחזורית', יש מיתוג. כמובן שלא כולם משתפים פעולה אבל כולם יודעים שזה קיים. הנושא מועבר על ידי מסרים פשוטים וברורים, וגם נעשה שימוש בידוענים. צריך לעשות קמפיין דומה לנושא של התייעלות אנרגטית.

ד"ר יעל פרג: אני חושבת שכולם מכירים את הקמפיין של 'שקע ותקע'.

יונת שורץ: זה קמפיין מינימלי, זאת התחלה מצוינת אבל ברמה מאד ראשונית.

בעולם יש אינספור מחקרים שמדברים על החיבור בין ההתנהגות להתייעלות אנרגטית עם הפחתה של עשרה, עשרים ואף שלושים אחוז בהסתמך על החלק ההתנהגותי. דוגמא אחת היא שצריכת אנרגיה בפועל בבניין גבוהה בשלושים עד ארבעים אחוז מאשר התכנון הראשוני שהתייחס לבניין יעיל אנרגטית. מפעל וולוו הצליח להעביר קמפיין של התנהגות בתוך קו ייצור ולהגיע להפחתה של 10% בצריכת החשמל המיותרת (צריכת הריקים). מחקר שבדק ארבעים שנה של פסיכולוגיה סביבתית הגיע למסקנה שצריך להוסיף פסיכולוג סביבתי (מושג שעדיין לא קיים בישראל אבל קיים בעולם) לקמפיינים התנהגותיים בתחום. מחקרים הוכיחו שפעילות חינוכית עוזרת, שקמפיינים להעלאת מודעות מצליחים להביא להתייעלות אנרגטית. יש הרבה חומר מחקרי איך לעשות את זה ובאיזה נתונים להשתמש: התייחסות לערכים, מתן משוב, השוואה לקבוצת דומים, לכידות קהילתית, תמריצים כספיים. פריוקטים של האיחוד האירופאי מחייבים התייחסות לנושא של העלאת מודעות ובניית יכולות (Capacity building).

⁶ על פי [תקנות מקורות אנרגיה](#) (1993), מחויבים צרכני אנרגיה גדולים (בעלי צריכה שנתית מעל 2,000 טון שווה ערך מזוט, ובקרום מעל 700 טשע"מ) לבצע מדי 5 שנים סקר לאיתור פוטנציאל לשימור אנרגיה. הסקר נועד לקבוע המלצות לצורך הקטנת הוצאות על אנרגיה, ובדוק פרמטרים כגון צריכת אנרגיה של הצרכן ושל המתקנים והמערכות שלו, התפלגות הצריכה ועוד [14].

⁷ עד לימים אלו היתה בתוקף 'התכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית 2010-2020' [15]. בהתאם להחלטת ממשלה 1403 מיום 10.04.2016 [16], גובשה במשרד האנרגיה תכנית חדשה לשנים 2016-2030 [2] אשר אושרה לאחרונה בהחלטת ממשלה מס' 3269 מיום 17.12.2017 [17].

לטעמנו, חייבים להתייחס להיבט ההתנהגותי בנושא של התייעלות אנרגטית. ההמלצה שלנו היא להוסיף לכל ק"ק של משרד האנרגיה את ההיבט ההתנהגותי לצד ההיבט הטכני. השטח, הרשויות המקומיות והמפעלים, מגיב לק"ק, ברגע שהם רואים את ההתנהגות והעלאת המודעות בתוך הק"ק הם מעלים את העניין לשיח, וכאשר ההתנהגות לא קיימת בק"ק - לא מייחסים לה חשיבות. חשוב לדבר במונחים פשוטים בכדי להגדיל את מעגלי ההשפעה, להנגיש את החשיבות של הנושא.

פרופ' אביתר אראל - המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושוטיין, אוניברסיטת בן גוריון

ממצאים מניסוי לקדם התנהגות חוסכת אנרגיה במשקי בית

מהסקר החברתי לשנת 2014 של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה [18] ניתן לסמן כמה מגמות בנושא של הרגלי חיסכון באנרגיה במשק הבית. כמעט כל האנשים מעידים על התנהגות חוסכת ועל רכישת מכשירים חסכוניים, אך מציינים כי יש בעיה עם המבנים עצמם (בידוד תרמי, חלונות).

במחקר שלנו⁸ עשינו סימולציה שבדקה את היחס בין צריכת אנרגיה לאקלום ע"פ התקן הישראלי⁹ לבין צריכת אנרגיה בפועל ומצאנו שהייתה קורלציה אפסית. ישנה שונות גדולה מאוד בצריכת חשמל בין הדירות לא רק לפי משקי בית, אלא גם אם בודקים את הצריכה למ"ר וגם אם בודקים צריכה לנפש, וזה מעיד שיש היבט התנהגותי ניכר - ולכן פוטנציאל החיסכון משמעותי.

המחקר היה ניסוי מבוקר במדגם של 120 דירות בשני אזורי אקלים (ירושלים ונשר)

- בשלב ראשון נעשה תיעוד מפורט ככל האפשר של צריכת האנרגיה בדירות במשך שנה שלמה (מצב ייחוס), ושל כל הגורמים העשויים להשפיע עליה
- בשלב השני בוצעה הפעלה ניסיונית של אמצעים לקידום שינויים בהתנהגות הדיירים במגמה להביא לחיסכון באנרגיה, ותיעוד השינויים, גם כן לאורך שנה. השתמשנו בשתי שיטות:
 - מישוב – מידע על הצריכה ביחס לשכנים וביחס לחודש קודם, ליצירת 'לחץ חברתי'
 - הדרכה – ביצענו הדרכה אישית מאד פרטנית, כולל מתן המלצות

המשתתפים במחקר חולקו לשלוש קבוצות: קבוצה ראשונה קיבלה מישוב, קבוצה שנייה קיבלה מישוב והדרכה והקבוצה השלישית (קבוצת הביקורת) קיבלה מידע גנרי על אמצעי חיסכון (בדומה לעלוני של חח").

לאחר שנה צריכת האנרגיה של כולם עלתה, אך בירושלים נמדדה העלייה החדה ביותר בקבוצת הביקורת (קרוב ל-10%), והעלייה הנמוכה ביותר לקבוצה שקיבלה מישוב והדרכה (2.5%), לעומת זאת, בנשר התוצאות היו הפוכות - העלייה הגדולה ביותר נרשמה אצל הקבוצה שקיבלה מישוב והדרכה (קרוב ל-11%), והמתונה ביותר אצל קבוצת הביקורת (קרוב ל-3%). את מגמת העלייה הכללית בצריכת חשמל אפשר להסביר בכך שבשנת 2015 החורף היה קר יותר, והקיץ חם יותר,

⁸ פרופ' אביתר אראל ומיכל אסיף מאוניברסיטת בן-גוריון בנגב ופרופ' בוריס פורטנוב מאוניברסיטת חיפה

⁹ ת"י 5282: דירוג בניינים לפי צריכת האנרגיה

בהשוואה לשנת 2014. את העלייה המתונה יחסית בקבוצות שעברו הדרכה לקידום חיסכון בירושלים ניתן לפרש כ"הצלחה בניסוי" - אך קשה להסביר את המגמה ההפוכה בנשר. בכל מקרה, יש משתנים נוספים שצריך לבדוק: ההדרכה לא בוצעה על ידי אותו מדריך, זאת לא אוכלוסייה זהה ולא אותו מזג אוויר.

ברגרסיה מרובת משתנים הגורמים אשר נמצאו מובהקים סטטיסטית כמסבירים לצריכת החשמל בירושלים, היו:

- מאפייני הדירה: שטח הדירה, סוג מערכת החימום והדרישה לקירור
- מאפיינים דמוגרפיים: השכלה
- מזג אוויר: ימי מעלה למיזוג אוויר (קירור בקיץ וחימום בחורף)
- מוטיבציה לחיסכון: כלכלית וחברתית. לא נמצא כי למניע סביבתי (מוצהר) לחיסכון או למודעות סביבתית גבוהה (לפי שאלון NEP – New Environmental Paradigm) ישנה השפעה על צריכת החשמל.

חומר למחשבה:

- שיפור הדירה הוא תנאי הכרחי לצריכת אנרגיה נמוכה – אך לא תנאי מספיק
 - השונות הגדולה בין הדירות ממחישה את החשיבות של התנהגות הדיירים בקביעת צריכת האנרגיה בדירה
- עם זאת, קשה מאוד לשנות את התנהגות הדיירים:
- צריכת האנרגיה של מכשירי חשמל רבים (כגון מקררים) קבועה וכמעט אינה ניתנת לשינוי (מחליפים מכשיר כאשר מתקלקל ולא בכדי לחסוך באנרגיה)
 - לחץ חברתי (peer pressure) עשוי להיות יעיל – אבל קשה מאוד ליצור לחץ כזה באופן מלאכותי
 - מידע (אפילו אישי ומפורט) והמלצות לחיסכון הם בעלי יעילות מוגבלת
 - החיסכון הכספי איננו מהווה מוטיבציה מספקת, ו"אפקט הריבאונד" מקטין את החיסכון בפועל
 - לא נמצא כי מודעות סביבתית משפיעה באופן מובהק על צריכת חשמל

המלצות כלליות למדיניות להפחתת פליטות:

- בניית מהלך הסברתי בהיקף נרחב ולאורך זמן בכדי לשנות את תפיסת הציבור בנוגע לחשיבות הנושא (בדומה לקמפיין 'ישראל מת'יבשת' בעקבות משבר המים ב-2009)

- לאתר צרכני אנרגיה בזבזנים במיוחד ולמקד בהם את מאמצי החיסכון, שם פוטנציאל החיסכון המשמעותי
- קביעת תעריף חשמל מדורג עם מחיר גבוה מאוד במדרגה העליונה. התעריף הנוכחי לא מהווה תמריץ לחיסכון, לפחות לא לגבי רוב האנשים
- שיפוץ ממוקד של הבניינים הגרועים ביותר
- קביעת חובה להציג תווית אנרגיה לכל דירה בעת העברת בעלות (או שכירות)

חיסכון של 5-8% זה הישג מרשים - שווה ערך לסך ייצור החשמל של תחנת הכוח באשלים - אך חשוב לקבוע יעדים ריאליים ולא ללכת שבי אחר משאלות הלב או מקסמי שווה של גורמים עם כוונות טובות.

ד"ר מרים לב-און וד"ר פרי לב-און - קבוצת לבאון; פרופ' אופירה אילון - מוסד שמואל נאמן
עיקרי הנושאים שהוצגו בשנים האחרונות בכינוסים בינלאומיים שונים ואשר דנו בממשק שבין דפוסי התנהגות הנוגעים בצריכת אנרגיה, והשפעתם על שינוי האקלים (מוצג ע"י אופירה אילון)
 המטרה של התמודדות עם שינויי האקלים והפחתת פליטות גזי חממה (גז"ח) ממקדת הרבה מהמוטיבציה להתייעלות אנרגטית, אבל זה כמובן משליך גם על פליטות מזהמי אוויר קונבנציונליים, ומכאן שהתועלת של התייעלות אנרגטית היא כפולה.

שורה של כנסים בעשור האחרון¹⁰ מנסים להבין את ההיבטים הקוגניטיביים והרגשיים שמשפיעים על התפישות של בני אדם ואת ההתנהגות של האדם הבודד ומשק הבית, וכן תהליכי קבלת החלטות בארגונים בנושאים של שימוש באנרגיה, פליטות גז"ח, שינויי אקלים וקיימות. אמנם כאשר מדברים על היבטים פסיכולוגיים נוטים להתייחס למשקי הבית, אך אלו מהווים רק כשליש מצריכת החשמל ולכן החשיבות של התייחסות גם לארגונים וצרכנים גדולים.

השאלה הרחבה שעולה בכנסים היא איזו תמיכה ניתן לקבל מהנושאים של מדעי החברה כדי להניע אנשים ולגרום להם להתייעל ולחסוך: איך למסגר את הבעיה, איך נותנים ביסוס מוסרי, איך רותמים אנשים להגיב, איך משווקים את הנושא, איך קושרים זאת עם הנושאים של פסולת, מים וצריכה באופן כללי.

דוגמא לניסוי שנעשה בחברת וולוו [19] – שם פעלו להפחתה של צריכת חשמל מיותרת / צריכת הריקם (Idle electric consumption) בקווי הייצור של החברה במפעל בשבדיה. בשונה ממשק בית שבו החוסך נהנה כלכלית מהחיסכון, בארגון או במקום עבודה פועל עיקרון "הטרמפיסט" (free rider) - העובד לא נהנה מהחיסכון ולכן אדיש לנושא של צריכת החשמל של הארגון. עם זאת, בניסוי שארך ארבע שנים, הצליחו, בעזרת קמפיין שהסביר את נחיצות הנושא והקשר שלו להפחתת פליטות גז"ח (לא ניתן לעובדים כל תמריץ כלכלי), להביא להפחתה של 10% בצריכה המיותרת. החשש הוא שברגע שהקמפיין יגמר, העובדים יחזרו להתנהגות הקודמת, ולכן חשוב מאד להתייחס לטווח הארוך.

¹⁰ BECC – Behavior, Energy and Climate Change Conference <https://becccconference.org/about-beccc/>

לאחר מצגות המשתתפים התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג, ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. הדיון התמקד בשאלה:

- כיצד ניתן לעודד משתמשים (יחידים ומוסדיים) לחיסכון באנרגיה?

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

פרופ' אופירה אילון: אנחנו צריכים לחשוב איך ניתן להביא אנשים לעשות שינוי. ומה שלא פחות חשוב, איך אפשר לשמור על זה לאורך זמן. האם אנחנו יכולים לדעת ממחקרים מה הפער בין ההעדפות המוצהרות לבין הפעולות בשטח? האם אנחנו יכולים לתת תחזיות בנושא?

איציק רומנו: אני מהנדס החשמל של קמפוס הטכניון ואני שותף בעשור האחרון לתכנית התייעלות אנרגטית שאנחנו מבצעים בטכניון. כאשר הגיע מנכ"ל שרצה להתמסר לנושא, נעשתה השקעה קטנה שבעקבותיה מקבלים הרבה כסף בחזרה.

מודעות לנושא קיימת, כולם רוצים לחסוך, אך השאלה היא איך עושים את זה?

בשלב הראשון מדדנו את צריכת האנרגיה של הפקולטות השונות, של הבניינים השונים; לאחר מכן, אם הפקולטות התייעלו הן קיבלו חזרה חלק מהחיסכון. יש פקולטות שהגיעו גם ל-30% התייעלות. בדרך כלל הפקולטה משקיעה סכום ראשוני, ואם צריך אז ניתן גם לקבל הלוואת גישור לשם ההשקעה, ובהמשך מקבלת תגמול בהתאם לחיסכון בפועל. מדובר על מחויבות גבוהה של הנהלת הטכניון לתהליך והנושא נחתם בחוזים מסודרים מול הפקולטות אחת לשלוש שנים. התגמול הכספי מהווה תמריץ למקבלי ההחלטות בפקולטות.

דוגמא: ניתן לבצע כיווי יזום של מערכת המיזוג בשעות אחה"צ כאשר ניתן יהיה להפעיל מזגן מחדש כעבור שתי דקות, בהתאם לצורך. תכנית התייעלות והתגמול מאפשרת לקבל שיתוף פעולה לצעד כזה, שאחרת נתקל בהתנגדות. חלק מהאלמנטים שמאפשרים פעילות כזאת כבר מותקנים אך לא תמיד מופעלים, וכאשר תהיה נכונות ידאגו להפעיל וגם להתקין אלמנטים נוספים אחרים אם צריך.

במעונות הסטודנטים התהליך היה יותר קל. כאשר הסטודנטים לא נדרשו לשלם חשבון חשמל ניתן היה לראות בזבז אדיר. בשנים האחרונות הותקנה מערכת מיזוג אוויר במרבית יחידות הדיור הקיימות ובמקביל הותקן מונה שנותן קריאה ברמה יומית; הקריאה מחולקת בין כל הדיירים שהיו רשומים בדירה באותו יום, ואז המצב דומה לזה של הצרכן הביתי: מי שצרך הרבה שילם בהתאם. זה הביא להפחתה משמעותית בצריכה ולחיסכון של כשני מיליון שקלים בשנה.

פרופ' אופירה אילון: לנתק מרכז אנרגיה זה היבט טכנולוגי, אבל אנחנו עוסקים בהיבט הפסיכולוגי. איזה חסמים גיליתם בנושא של טרמפיסטים? מה צריך לעשות כדי להניע אנשים? איך לשמר את ההישגים?

איציק רומנו: בתחום של יחידות הדיור פתרנו את זה על ידי ההיבט הכלכלי, אך לגבי עובדי הטכניון שמקבלים בעצם חשמל חינם – אני פסימי בנוגע להיבט ההתנהגותי. צריך להשקיע בכך המון מאמצים. במקום שאין תמריץ כלכלי אני שם את ידי בדרך כלל על הצד הטכנולוגי, על הכיבוי האוטומטי, ולא סומך על טוב ליבו של האדם הבודד ואפילו לא על אחראי הבניין.

קמפיינים בהחלט יכולים להגביר את המודעות, העניין הוא שלאורך זמן צריך לחזור על המסר שוב ושוב ובכלים שונים, כי אחרת האפקט דועך. בטכניון עדיין לא יושם מספיק.

יונת שורץ: זה שכל פקולטה פועלת בנפרד - זה כבר מדגיש את ההיבט ההתנהגותי.

איציק רומנו: בפועל, זה בעיקר הסכמה של הפקולטות לוותר על הנוחות, על צריכת הרפאים שאף אחד לא משתמש בה.

טל לולב-בש: במעונות הסטודנטים נוצר גם לחץ חברתי של השותפים ליחידת הדיור שמתחלקים בחשבון. יתכן שניתן להשתמש גם במנגנונים של השוואת הישגים בין השחקנים השונים לשם יצירת לחץ.

איציק רומנו: ניתן לטעון שההיבט ההתנהגותי מתבטא אצל מקבלי החלטות (דיקן, אחראי בניין וראש מינהל). רק אם הם מגויסים לעניין, התהליך יכול לקרות ונראה גם אחוזי חיסכון של 30%. מעבר לכך זה תלוי גם במאפייני המבנה עצמו: האם זה בניין חכם, האם קל לעשות בו את החיסכון.

מאד חשוב ליווי מקצועי שינגיש מידע, יכוון ויסייע לקבלת החלטות השקעה נכונות (אופטימיזציה עלות-השקעה).

פרופ' אביתר אראל: אני משווה את המצב הנוכחי, לפיו אנו מצפים מהציבור לחסוך באנרגיה מבלי שיש לו מידע על עלות מרכיבי הצריכה שלו ולהשפעה של שינויים אפשריים בהרגלי הצריכה, להליכה לקניות, כאשר על המוצרים אין מחירים ומתקבל חשבון כללי בסוף החודש, ללא פירוט. לא ניתן לקבל החלטות חיסכון באופן הזה.

ענת שמיר: אני רוצה לספר על כמה פרויקטים שחברת החשמל הייתה מעורבת, ומעורבת בהם:

- בשנים 2012-2013, ביוזמה של רשות החשמל, התקיים קמפיין לחיסכון בציבור הרחב 'חסכת-הרווחת' [20] שהבטיח החזר כספי או הנחה בתעריפי החשמל למי שיצליח לחסוך. הקמפיין לוהו בפרסום מתאים ובעבודה מאד אינטנסיבית בחח"י; אך התוצאות מבחינת החיסכון היו לא משמעותיות, ובנוסף, לא השתתפו לקוחות רבים.

ד"ר גדעון פרידמן: נדרש חיסכון של יותר מ-10%. מאד קשה להשיג זאת.

פרופ' אופירה אילון: בייחוד כאשר ההפחתה נדרשה בחודשים יולי-אוגוסט, בזמן החופש הגדול, כאשר הילדים בבית.

ענת שמיר:

- חברת החשמל מנסה לתת דוגמה אישית בנושא התייעלות וחיסכון ויש לחברה תכנית חומש בתחום של התייעלות אנרגטית, שהחלה עוד בשנת 2013, שעוסקת בהתייעלות בבנייני משרדים (אתרים מנהליים) של חח"י וכן בהתייעלות במבנים של ייצור (כגון תחנות כוח, תחמשים וכו', שם פוטנציאל החיסכון גבוה יותר). החברה משקיעה ויש גם תוצאות יפות. חח"י גם מסייעת בנושא ללקוחות עסקיים, ארגונים שפונים, מפעלים, קיבוצים וכו'; שולחים מומחים בתחום שעוזרים לבניית תכניות התייעלות. בנוסף, בשנים האחרונות נעשים בישובים שמסביב לתחנות הכוח פרויקטים להתייעלות אנרגטית במימון חח"י - למשל, בעיר חדרה ובערים נוספות. ניתן דגש על תאורת רחובות.
- פרויקטים בחינוך – הנגשת המשמעויות של חיסכון בחשמל לגיל צעיר. תחת התכנית ['נתיב האור'](#) [21] מועבר הנושא של בטיחות בחשמל אך גם הנושא של התייעלות ומשמעות של חיסכון בכ-1850 בתי ספר בכל הארץ (כיתות ד'-ו'), כמעט בכל הרשויות המקומיות, כולל בתי ספר של חינוך מיוחד, חרדים וכו'. בחט"ב ממשיכים עם זה בצורה יותר מצומצמת (כ-80 חטיבות), אך שם נותנים יותר דגש על התייעלות אנרגטית. כמו כן החלו גם הדרכות בגני ילדים (כבר למעלה מ-1,000 גני ילדים ברחבי הארץ).
- טיפים בנושא של התייעלות אנרגטית – נותנים ביטוי לעצות וטיפים באמצעות צרופות לחשבון החשמל. הנושא גם קיים באתר האינטרנט של החברה שמתחדש כל הזמן, וכן ניתן ביטוי בפרסומות בתקשורת. ללקוחות ביתיים יש בחשבון החשמל גרף עם צריכה של 14 חודשים, כדי שאפשר יהיה לראות גם את התקופה המקבילה אשתקד, ולאחרונה התווספה גם השוואה לצריכה באזור המגורים (ע"פ אזור מגורים מנהלי). ההשוואה היא ע"פ משקי בית. נציין כי לחח"י אין מידע לגבי גודל הדירה או מספר הנפשות בה. בכל מקרה כרגע זו רק טעימה; כאשר יהיו מונים חכמים תהיה אפשרות לתת מידע נוסף.

ד"ר יעל פרג: יש מחקרים שהראו שמשקי בית שהצריכה הממוצעת שלהם הייתה נמוכה מהממוצע העלו את הצריכה בעקבות קבלת המידע הזה.

ענת שמיר: הגרפים המוצגים כעת בחשבונות החשמל, הכוללים השוואה לשכנים באזור צריכה מנהלי, הינם פועל יוצא של החלטת הרגולטור (רשות החשמל), אשר יושמה רק לאחרונה. עדיין לא נבדקה האפקטיביות של הצגה זו של הגרפים והשוואתם לשכנים.

פרופ' אביתר אראל: כדאי לתת התראה רק למי שצורך מעל הממוצע, אחרת אנחנו יורים לעצמנו ברגל.

ענת שמיר: בטווח הארוך יוכנסו שינויים ושיפורים בדו"חות (מציינת כי מבחינה מיחשובית זה פיתוח מאד מסובך).

ד"ר עופר אלון: אפשר ליצור מדרג עלויות ולגבות תעריף גבוה יותר ממי שחורג מרמת הצריכה הממוצעת (שתקבע אחת לתקופה) ותעריף נמוך יותר למי שנמצא מתחת לממוצע.

ענת שמיר: אבקש להזכיר רק כי כלל התעריפים נקבעים ע"י הרגולטור (רשות החשמל).

איציק רומנו: רצוי לפרסם את הצריכה של העשירון או הרבעון שצורך הכי פחות, שיהווה סמן לאן כדאי לשאוף.

ד"ר יעל פרג: מניחים הרבה הנחות נורמטיביות לגבי הרצון בחיסכון, אבל אנשים בכלל לא רוצים לחסוך בחשמל. זה מאד משעמם ובכלל לא מעניין אנשים.

ענת שמיר: כבר לפני כמה שנים אישרה מליאת רשות החשמל, הרחבה של תעריף התעו"ז לצרכני חשמל שצורכים מעל 40 אלף קווט"ש בשנה. על אף שמדובר בהחלטה רגולטורית יש סרבנים שלא מוכנים לבצע את המעבר. בסופו של דבר זה מאד אינדיבידואלי, יש אוכלוסיות שמאד מוטרדות מההוצאה על חשמל, דוגמת סטודנטים, ואילו אחרות מוטרדות פחות.

מיקי לוי: הפרויקט של מנייה חכמה שהיום נמצא על הפרק מדבר על הלקוחות הביתיים. אצל הצרכנים הגדולים המערכת קיימת כבר מ-2012 והיא זו שאפשרה את התחרות בייצור וכניסתם לשוק של יצרני החשמל הפרטיים (יח"פ). כיום, מתוך כ-2.7 מיליון יחידות מנייה (צרכנים), יש כ-25 אלף יחידות מנייה של הצרכנים הגדולים במערכת החכמה שמהווים כ-60% מהצריכה במדינה. עם זאת אין להקל ראש בנושא של חיסכון אפשרי במשקי בית שמהווים כשליש מהצרכנים.

בהתאם לבקשת רשות החשמל, עשינו ניתוח עלות תועלת (CBA – Cost Benefit Analysis) ובדקנו את משמעות ההסטה של 2-2.5% מהצריכה בשעות השיא (100 שעות שיא בשנה בהן מופעלות תחנות על דלקים יקרים ומזהמים), ומצאנו חיסכון מצטבר של מיליארדים למשק בהסתכלות לטווח ארוך כתוצאה מחיסכון בדלקים יקרים וצמצום הצורך בהקמת תחנות כוח חדשות.

מנייה חכמה – יש מספר סוגי מונים, חלקם PLC (Power Line Carrier), בהם המונה משדר על גבי רשת החשמל (זאת ע"פ המלצת המשרד להגנת הסביבה), וחלקם סלולר, היכן שה-PLC לא ייתן תקשורת תקינה. לגבי החשש מקרינה, הדו"חות שלנו מראים שהקרינה היא ברמה של פחות מפרומיל מהתקן הכי מחמיר של המשרד להגנת הסביבה, בשני סוגי המונים.

אנחנו מתכוונים לתת ללקוח הפרטי אפליקציה סלולרית שבה יוכל לראות את הצריכה 24 שעות אחורה וכן השוואה לשכנים. בהתאם לרוח הדברים שהובאו פה, נשקול לתת את המידע הזה רק לצרכנים שצורכים מעל לממוצע. כמו כן, ניתן לרשויות מקומיות אפליקציה אינטרנטית שתכלול תחזית צריכה בהתאם לביצועי העבר ופילוחים (על פי חשבונות חשמל שהרשות משלמת) וכן אם יש חריגה מהתחזיות.

המטרה המרכזית של הפרויקט הנוכחי נסמכת על החלטה 394/2 של רשות החשמל [22]. חח"י מאמינה שצריך לעשות ניסוי תעריפי, שילווה בקמפיין מתאים, ולפי זה לקבוע כללים לכל הארץ. בחח"י חושבים שזה חשוב. רשות החשמל טרם החליטה האם ליישם את ההחלטה שקיבלה באשר לניסוי; הניסוי יוכל להתקיים רק במידה והרשות תאשר את הניסוי ואת התעריפים.

פריסה ארצית לדעתי היא בלתי נמנעת לאור השינויים שקורים במשק – בית חכם, רכב חשמלי, צרכן שהוא גם יצרן. אם לא נתחיל להקים את התשתית עכשיו היא לא תהיה מוכנה בזמן. אם לא היו מכניסים מנייה חכמה ללקוחות עסקיים ב-2012, לא היו יכולים להיכנס היח"פים ב-2013.

מידע בזמן אמת – רוב החברות או המדינות לא נותנות מידע בזמן אמת. יש בזה גם מורכבות טכנולוגית וגם עניין של אבטחה (Cyber security). הרגולטור בגרמניה קבע, לאחר סקרים ובדיקות, שמידע בזמן אמת לא משנה את התנהגות הצרכן, החשיבות היא לסוג המידע המועבר אבל לא התזמון.

בחח"י מתכוונים לבדוק תעריף מסוים עם מידע ואותו תעריף ללא מידע, תעריף שונה עם מידע ובלעדיו וגם הסדרי השלה מרצון עם ובלי מידע. בנוסף, יינתן מידע נוסף דרך האפליקציה, אם כי לא ברורה מידת העניין של הלקוחות במידע. באפרייל המערכת תהיה מוכנה ותחל פריסת המונים בכמה אזורים בארץ, בעשירונים שונים ובאזורי אקלים שונים.

אני מאמין שבעתיד מה שיקבע זאת הטכנולוגיה, כלומר תידרש פעולה חד פעמית בה הצרכן יגדיר מכשירים בהם לא תתבצע התערבות וכאלה שניתן יהיה לשלוט מרחוק בזמן הפעלתם, ומכשירים אלו יקבלו בשוטף הוראות הפעלה מהרשת.

פרופ' אופירה אילון: בעבודת דוקטורט¹¹ שבוצעה לאחרונה נעשה סקר צרכנים שבעזרתו ניתן היה לדעת בכמה זמן אנשים מוכנים לדחות הפעלה של מכשירים (מכונות כביסה, מדיחים אבל גם מיזוג אוויר) ותמורת כמה כסף הם יהיו מוכנים לעשות זאת.

ד"ר יעל פרג: לחברת נסט (Nest) יש תרמוסטטים חכמים שניתן לשלוט בהם מרחוק והם גם לומדים את ההעדפות התרמיות של הצרכנים. החברה מבצעת, בשיתוף עם ספקיות חשמל (Utilities) בארה"ב, תכניות להסטת עומסים שנקראות [Rush Hour Rewards](#) [23]. התרמוסטט של החברה מאפשר לספקיות החשמל לשנות את פרופיל הצריכה של הצרכן בהתאם לאילוצי הרשת והצרכן מקבל מספק החשמל שלו תמורה כאשר מתבצעת פעילות כזאת. התכניות פועלות במאות אלפי בתים כבר כמה שנים בהצלחה. יש חברות נוספות שמשווקות מוצרים חכמים ומציעות לחבר גם אותם לסכמה של ה-Rush Hour Rewards.

אני עוסקת שנים רבות בנושא של התנהגות צרכנים ובאמת עצם זה שצריך להסביר ולחזור על הדברים שוב ושוב, זהו תהליך מאד מתיש והאפקטיביות שלו מוגבלת. יותר מוצלח לעבור לניהול אוטומטי, זה יותר אמין (מבחינת ספקיות החשמל), וזהו משאב אמיתי שמנהל הרשת יכול לעשות בו שימוש (dispatchable).

פרופ' אביתר אראל: לגבי צריכת חשמל יש שני סוגי החלטות:

- החלטות גדולות ארוכות טווח - קניית מכשיר חסכוני (או לא)

¹¹ "תפישה חדשה לניהול דינמי של ביקושי חשמל לצריכה ביתית ברשת חכמה" עבודת דוקטורט של צבי באום בחוג לניהול משאבי טבע וסביבה באוניברסיטת חיפה בהנחייתם של ד"ר דוד אלמקיאס, ד"ר רוסלנה פלטיניק ופרופ' אופירה אילון

- החלטות קטנות/רגעיות - 'לכבות את החשמל ביציאה מהחדר או לא' וגם החלטות שהיינו יכולים לקבל ולא קיבלנו כיוון שלא היינו מודעים אליהן כלל.

מה שיעל פרג מדברת עליו הוא למעשה סוג נוסף של החלטה שבו אנחנו מפקיעים מעצמנו את היכולת או הצורך לקבל החלטה ומאצילים את הסמכות לקבלת ההחלטה למערכת אוטומטית או גוף חיצוני אחר, וכך נחסך מאתנו הצורך להיות מודעים ולטפל בהחלטות הקטנות וכאן יש פוטנציאל גדול. זה לא פותר את הבעיה של ההחלטות הגדולות.

ד"ר עופר אלון: במישור הגלובלי אנחנו הולכים (בעולם) לקראת עתיד של בינה מלאכותית (AI - Artificial Intelligence). האינדיבידואל פחות ישלט על המערכות, ולמעשה ינוהל ע"י טכנולוגיה מתקדמת. למשתמש הסופי התפעול יהפוך מורכב יותר עד בלתי אפשרי, ויקשה מאד להתממשק ולתפקד באופן עצמאי ובמנותק מהמגמה העולמית שבתחום האנרגיה. מדע ההתנהגות יצטרך להיכנס לתחום של בינה מלאכותית.

עירית הייטנר שעיו: אנחנו, באגף שימור אנרגיה במשרד האנרגיה, עוסקים הרבה מאד בהתייעלות אנרגטית ואני עוסקת גם בחקר הערכה של התכניות החינוכיות של האגף. אנחנו עדיין מאמינים שגם לאדם יש מקום.

אנחנו מפעילים תכנית חינוכית שנקראת 'אנרגיה בראש אחר', אשר מועברת בביה"ס בחינוך הפורמלי, בכיתות א'-ט', במסגרת שיעורי מדעים. בימים אלו אנו בעיצומו של תהליך הערכה של התכנית – האם היא נלמדת בביה"ס? האם זה הצליח לעשות שינוי ואיך זה השפיע על הרגלי הצריכה של התלמידים? המטרה העליונה של התכנית היא לשנות את הרגלי הצריכה של הילדים בהווה, כולל השפעה על המעגלים הקרובים אליהם, וגם שיתנהגו באופן מושכל יותר כאזרחים בעתיד. יש לנו גם אתר חינוכי 'אנרגיה בראש אחר' [24] שהתחדש בימים אלה, יש בו גם את הערכה הכתובה שנכתבה בידי אוניברסיטת תל אביב ויש גם פעילויות מתוקשבות. נדבר נוסף לתכנית החינוכית היא ערכת דגמים שממחישה את הנושאים, בין היתר גם אנרגיות מתחדשות והתייעלות אנרגטית. הערכה הכתובה נמצאת בכ-900 בתי ספר וערכת הדגמים בכ-500.

פרויקט חדש עוסק בניהול אנרגיה בבתי ספר. בהתאם לק"ק שהוצאנו, נבחרו שבע רשויות ובכל אחת חמישה בתי ספר שבהם מותקנת מערכת לניהול אנרגיה שיכולה לשדר את הנתונים לאתר ושם ניתן יהיה לערוך השוואות בין ביה"ס ובין הרשויות. הכוונה היא לאסוף כמה שיותר מידע על צריכה בפועל כדי שיהיה בסיס נתונים שיוכל לשמש הן את ביה"ס, הן את הרשויות המקומיות וכמובן גם חוקרים מהאקדמיה.

פרופ' אופירה אילון: יש במסגרת הפרויקט ביה"ס שנבנה בבנייה ירוקה?

עיריית הייטנר שעיו: בק"ק עצמו ניתן, בין היתר, ניקוד לבתי ספר ירוקים¹² אך לא מדובר על בי"ס בבנייה ירוקה.

בשנה הבאה המשרד יעלה קמפיין להתייעלות אנרגטית. בניגוד למים או פרחי הבר, לחשמל אין נראות וגם אין משבר, ונשאלת השאלה איך לבנות קמפיין אפקטיבי ואיך מודדים אפקטיביות, כי הרבה מאד דברים משפיעים על צריכת החשמל ואיך ניתן לזקוף הצלחה דווקא לזכות הקמפיין.

ד"ר גדעון פרידמן: במבנה החדש רשות החשמל היא הרגולטור והיא קובעת את המדיניות בתחום ולא אגפים אחרים במשרד האנרגיה.

אנחנו ביחידת המדען הראשי תומכים ברעיונות טכנולוגיים; היו הרבה ניסיונות אך לא ניתן להצביע על הצלחה יוצאת דופן. בתחום התעשייתי יש יותר פוטנציאל, ההיבט ההתנהגותי מוכתב מהכלכליות של המהלך ולא מתוך הנוחות היומיומית שלנו.

עיקר השיפור יבוא מהפן הטכנולוגי, אני מאמין באוטומציה שתסייע לאנשים. זה כמובן לא מונע פעילות בהיבט הפסיכולוגי, אך מדובר על שני מסלולים בלתי תלויים. יש הרבה דברים שניתן לעשות בנושא של demand response, ואני מנסה להשפיע על הרשות להפעיל פיילוט בנושא. אם יש מנגנון תמרוץ שעובד בחו"ל, אין סיבה שלא יעבוד בארץ, בעיקר כאשר אין פגיעה משמעותית בצרכן.

באופן כללי, מנגנונים מסוג Negawatts – מתן תמריץ כלכלי לחיסכון באנרגיה, זה התחום שהכי קל ללכת בו, כיוון שהשוק עצמו קובע את ההשתתפות, מי שזה כדאי לו מצטרף. זהו מנגנון כלכלי שיש בו אספקט התנהגותי ומכסה מקטע מסוים של השוק. אני מעריך שזאת הצורה הנכונה ביותר לטפל בתחום, זה גם התמרוץ שנחשב הזול ביותר.

פרופ' אופירה אילון: האם לרשויות המקומיות יש מקום בתחום של ההיבטים ההתנהגותיים של חיסכון בצריכת חשמל? האם הן יכולות להשפיע על משקי הבית?

ד"ר גדעון פרידמן: כאשר הרשויות המקומיות הן ספק חשמל אז יש להן אינטרס. זה לא המצב בישראל.

עופר קרן: המדינה החליטה להוריד עומס רגולטיבי ובעצם הרשויות המקומיות צריכות לעסוק בחינוך של התושבים, מכל מיני כיוונים. קרוב לחמשת אלפים רשויות מקומיות בעולם התחייבו להפחתת צריכה בקרב תושבים, עסקים ותעשייה בשטח הרשות, אבל בישראל אף רשות לא הבינה שזה התפקיד שלה לייעל. הם מחליפים תאורת רחוב כאשר יש תקציב, אם יש תקציב. בנוסף, קיימת ברשויות מצוקת כוח אדם. גם סקרי אנרגיה נעשים לאחר התראות רבות ולא מתוך עניין אמיתי של הרשויות. מעט פעמים רשות מבקשת נתונים על צריכה של התושבים, בניסיון לעשות קמפיין התייעלות ולבדוק את הצלחתו – אנחנו לא נמצאים שם.

¹² המשרד להגנת הסביבה בשיתוף משרד החינוך מובילים החל מ-2004 תהליך הסמכה לבתי ספר ירוק, שמטרתו להביא ליישום עקרונות הקיימות בבתי הספר
<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Education/GreenAshool/Pages/GreenSchool.aspx>

לכל אוטומציה שמייצרים חייבת להיות יד שמפעילה. אנחנו נמצאים במצב שאפילו שעוני שבת לא רוצים או יודעים להפעיל. גם כאשר מותקנות מערכות, למשל בטכניון, נגלה שחלקן נמצאות במצב ידני, האנשים לא תמיד מבינים איך להפעיל אותן.

פרופ' אופירה אילון: בטכניון, כאשר עשינו הדרכות למנהלי המבנים הם רצו תוספות שכר.

פרופ' גרשון גרוסמן: תצרוכת החשמל של רשות מקומית אינה זניחה, הם צריכים לתת שירותים כמו תאורת רחובות. הם אולי לא יכולים לנהל את האזרחים, אבל הם יכולים לנהל את עצמם?

עופר קרן: אם לראש העיר יש מיליון שקל הוא יבנה כיכר חדשה ולא ישקיע בפרויקט התייעלות שיחזיר את עצמו בטווח הארוך.

עירית הייטנר-שעיו: כאשר הם עושים פרויקטים של התייעלות הם בעיקר בתחום התאורה. רוב הצרכנים של קרן המענקים היו רשויות שעושות פרויקטים במבנים שלהם, בעיקר בתחום התאורה.

יונת שורץ: אני מופתעת מחוסר האמון בהיבט ההתנהגותי. יש אינספור מחקרים מדעיים שמוכיחים שזה עובד.

ד"ר יעל פרג: לפעולות שנעשות בתחום יש אפקט, הבעיה היא שזהו אפקט קצר טווח. בניסוי שעשו באנגליה, פרשו עשרות אלפי מונים חכמים מדגמים שונים כיוון שרצו לבדוק איזה מביא להפחתה הגדולה ביותר וגילו שבעקבות המידע השוטף אליו נחשפו הצרכנים היה שיפור אך האפקט דעך עם הזמן; האלמנט היחיד שהמשיך להשפיע היה הדרכה פרטנית, אבל כמה אפשר לעשות את זה?

יונת שורץ: אפשר לעשות את זה הרבה, העלות של יועצי אנרגיה אינה גבוהה. נורות חסכוניות, למשל, מחזירות את עצמן תוך חמש שנים.

קמפיינים זה משהו שעושים לאורך שנים. ניתן למשל לראות באירופה דירוג אנרגטי של בניינים, גם בנייני מגורים. קוקה קולה שמוכרת הכי הרבה בעולם ממשיכה לפרסם. למה אנשים שמים בקבוקים במיחזורית, למרות שלא מקבלים כל תגמול?

ד"ר יעל פרג: הרבה אנשים לא שמים.

יונת שורץ: הרבה כן שמים. אם לא מאמינים בזה, זה לא יקרה.

עירית הייטנר-שעיו: זה לא פשוט.

יונת שורץ: אני לא אומרת שזה פשוט. גם הנושא של תאונות דרכים אינו פשוט וממשיכים לעבוד עליו.

ד"ר גדעון פרידמן: באמת, בדומה לתאונות דרכים, השאלה היא מה יותר אפקטיבי: קמפיין, הדרכה בשטח או טכנולוגיה?

יונת שורץ: המחקרים שכן מראים הצלחה לאורך זמן כללו גם הדרכה בשטח, לא רק אוטומציה.

ד"ר יעל פרג: אנחנו כותבים הצעות מחקר, גם לאיחוד האירופאי, והבנצ'מרק (benchmark) הוא שצריך להשיג לפחות 10% חיסכון כדי לקבל תקציב. אבל כשהולכים למחקרים עצמם רואים שלא

מגיעים למספר הזה, או לפחות לא בקנה מידה רחב. אני סקפטית לגבי היכולת להגיע אליו באמצעות 'נדנד' (Nudges). במקביל נעשית רגולציה שמוציאה אלמנטים לא יעילים מהשוק, וזאת הדרך הנכונה לעשות זאת. מאידך, ככל שהמכשירים יעילים יותר קטנה היכולת להשיג התייעלות נוספת. מה משקי הבית יכולים לעשות כדי לחסוך באנרגיה? יכולים לטפל בנושא של מיזוג אוויר שהוא הצרכן הגדול ביותר במשקי הבית או במקרר שפועל 24/7, וכדי לחסוך באנרגיה צריך להחליף אותו. בנוסף, מכונות כביסה וגם מייבשי כביסה ומדיחי כלים, אך אחוז החדירה של שני האחרונים נמוך יחסית.

עירית הייטנר-שעיו: לגבי הפרויקט שעשו במשרד האנרגיה להחלפת מקררים, משרד האוצר אומר שהוא חוסך הרבה יותר כאשר הוא עושה דברים אחרים.

פרופ' אביתר אראל: יש שני סוגי התנהגות – יש החלטה שאנחנו מקבלים אבל היא כמעט לא עולה לנו, לא בזמן ולא בכסף, למשל, השלכת הבקבוקים למיחזורית. אבל כאשר מחממים פחות בחורף זה עולה לאדם בנוחות ואנשים לא רוצים לשלם את המחיר הזה. מה שעולה לנו, אנחנו בד"כ לא מוכנים לוותר עליו, ולכן הדוגמא של הבקבוקים פחות רלוונטית בהקשר הזה.

בהיבט היותר רחב, הפנייה היא לחח"י או אולי מעבר לזה – אם יודעים לזהות מי צורך יותר חשמל, למה לא לטפל בו? המידע (לפחות פוטנציאלית) קיים אצל הרשויות, חח"י או הרגולטור, וצריך למקד את המאמץ באנשים או ארגונים שלהם פוטנציאל חיסכון משמעותי. במרבית האוכלוסייה לא שווה בכלל לטפל, צריך לטפל באותם חמישה אחוזים שצורכים פי חמש מהמוצע.

אני ממליץ שחח"י תתבקש על ידי הרגולטור להגיש דו"ח על צרכנים גדולים, עשירונים או מאיונים עליונים. בכמה אנשים מדובר? כמה הם צורכים?

ד"ר עופר אלון: צריך לעשות סדר במונחים. חיסכון זה אלמנט טקטי המגדיר שיפור מידי לעומת מה שנעשה בעבר (לא תמיד האיכות משוקללת). התייעלות אנרגטית זה תהליך אסטרטגי מתמשך, ארוך-טווח שאמור לנבוע מיעילות המתקבלת בדרך כלל ממגמת שיפור מתמיד. לא לחינם מבקשים סקר חמש שנתי – מבקשים לראות את התהליכים שהביאו לתוצאה; אם לא קרה כלום ככל הנראה גם לא יקרה בהמשך. הוגדר ב-ISO העולמי שאין מונח שנקרא חיסכון באנרגיה, אלא אם מחברים אותו לתהליך מסוים.

אנחנו יודעים על 8% חיסכון שאפשר להשיג בשינוי התנהגותי; עם זאת שינוי התנהגותי מחייב שימור תהליך מתמשך ולכן יכול להיות בעייתי לאורך זמן. כיזם פתרונות אנרגיה אני יכול להוביל מהלכים ועם זאת אני לא שוטר, אני טכנולוג ואני רוצה שכל תהליך שאני יוזם יצליח ולכן השליטה שלי באופן טבעי מבוססת על יישום וליווי הפתרון ופחות על שימור מאפייני ההתנהגות (למרות שלהתנהגות יש משקל גדול בהצלחת הפרויקט לאורך זמן). יש להבחין מראש בין מצב נתון (צריכה שוטפת) לבין הצפי של ההתנהלות ומאפייני השימוש העתידיים. בהתאם יש לבחון כל תקופה מחדש את מאפייני השימוש, ביחס לדרישות ובהתייחס ליעילות התפעולית של הציוד. חיזוי יעיל יאפשר לצמצם בלאי מואץ והוצאות מיותרות לאורך זמן.

נקודה נוספת, עניין שקורה פעמים רבות בפרויקטים להתייעלות אנרגטית למשל בבתי מלון: מבצעים פרויקט התייעלות אנרגטית אך לא רואים חיסכון. שימשי כבורר מומחה במספר פרויקטים שלמרות

ההשקעה לא הוכח שהושג חיסכון באנרגיה. הוכח שהבעיה נעוצה בתכנון הראשוני ולא באופן הביצוע. בחלק מהמקרים הוכח שחוסר היכולת להוכיח חיסכון באנרגיה נובע מהעובדה שמלכתחילה חסרה תפוקה ולכן למרות הכוונה הטובה הוצבה מראש מטרה שאי אפשר לעמוד בה. פרויקט התייעלות אנרגטית של ציוד במצבו הנתון, מבלי להתייחס למכלול התכנוני ודרישות הפרויקט בהווה ובעתיד (מתוך הנחה שמאז שהפרויקט תוכנן במקור חלו שינויים מהותיים בתפקודו ובתנאים חוץ ופנים מבניים ולכן ככל הנראה השתנו דרישות הביצוע), גרם לכך שבסופו של יום הפרויקט מוחמץ. למרות השדרוג צריכת האנרגיה לא הצטמצמה ואולי אף צמחה. הכשל מובנה באופן קביעת העסקה ולא בהכרח בהליך היישומי כשלעצמו.

לעיתים נוצר בלבול פרדוקסלי בין מי שמדבר על הצורך לחסוך באנרגיה תוך שהוא מגדיר את התוצר כהתייעלות אנרגטית ובכלל זה גם את השיטות שיוחלט לנקוט בכדי לממש את המתבקש, לבין הפתרון הנכון והיעיל ביותר שצריך להתבצע תוך הפרדה בין ההיבט הטקטי להיבט האסטרטגי. לעיתים אנשי המקצוע ולקוחות הקצה חוטאים בהגדרת הצורך, ומתייחסים לחיסכון באנרגיה בהיבט האסטרטגי כאשר מכנים את הצורך בהתייעלות אנרגטית במישור הטקטי המיידי ומתעלמים מהצורך בשיפור מתמיד בכדי לשמור על חיסכון באנרגיה לאורך זמן.

דוגמא נוספת להיבט חברתי של חיסכון באנרגיה, ניתן לראות בפעילות משרד האנרגיה בכל הקשור לגריטת ציוד ישן ולא יעיל והחלפתו בציוד חדש ובכלל זה גם החלפת מקררים. המשרד תכנן כפי שהצהיר שהגריטה תתאפשר לאוכלוסייה קשת יום באמצעות מיון של המוסד לביטוח לאומי. בפועל הושק קמפיין יעיל ועם זאת לא הוסדר הליך אכיפה יעיל וכתוצאה מכך הגריטה התאפשרה לכלל האוכלוסייה למרות שהוגדר מראש שמדובר בפרויקט עזר חברתי לאוכלוסייה חלשה. יכולת האכיפה וניהול לקוי של התהליך במקרה זה גרם לסטייה משמעותית מהכוונה המקורית ובפועל ההיבט החברתי הוחמץ ברובו.

פרופ' אופירה אילון: ומה לגבי אפקט הריבאונד, שאנשים קנו מקרר חדש אבל השאירו גם את הישן? **עירית הייטנר-שעיו:** לא היה, עשו גריטה למקררים הישנים, מה שכן היה - שאנשים החליפו למזגן חדש ואז השתמשו בו יותר.

ד"ר עופר אלון: הריבאונד הוא בזה שמשרד האנרגיה לא יודע מתי צריך להחליף. מתי לקוח הקצה חוטא לשימוש במוצר בכל הקשור לצריכת האנרגיה באם הוא ממשיך להשתמש במוצר? מתי באמת יש להחליף ציוד מיושן ולא יעיל?

אם הרגולטור לא ייתן תמריץ קבוע מראש לאותו בעל בית לשדרג את הקיים, קשה לדעת מה באמת יהיה האינטרס ההתנהגותי שלו להשתדרג ולהשקיע את מיטב כספו בעניין.

חימום מים באמצעות דוד חשמל יכול לעלות למשפחה של ארבע נפשות כ-1,200 ₪ בשנה, דוד שמש יכול לחסוך 400-800 ₪ בשנה. האם סכום זה ידרבן אב בית ממוצע להחליף? אני לא בטוח.

פרופ' אופירה אילון: על פי חוק התכנון והבנייה חייבים להתקין דוד שמש בעת בנייה חדשה, אך לא חייבים לתקן אם הוא מתקלקל.

עירית הייטנר שעיו: דווקא דוד שמש מחזיר מהר מאד את ההשקעה בו.

ד"ר עופר אלון: לא כל כך מהר.

פרופ' גרשון גרוסמן: מהר מאד. עשינו את החשבון פעמים רבות. האם כדאי לקנות דוד שמש? בחישוב הכלכלי צריך לבדוק מצב בו הצרכן זקוק לדוד חדש (שמש או חשמל) ולהסתכל רק על ההפרש בעלות בין דוד שמש לבין דוד חשמל.

בצד של המקל, לא בצד של הגזר - לא שמעתי שאנחנו מדברים על מה שנקרא בארה"ב demand charges. בשיטה זו, צרכן שחורג ממכסת החשמל שהוקצבה לו משלם קנס גבוה. מישהו צריך לקבוע את המכסה הזאת.

פרופ' אופירה אילון: הייתה המלצה להנהיג תעריף חשמל מדורג. במים יש, למה לא להחיל על חשמל? הבנו שכסף זה התמריץ האולטימטיבי.

איציק רומנו: זה מה שקורה בתחום של המים, וברשויות המקומיות מצוי הנתון של מספר נפשות למשק בית, שבהתאם אליו נקבע התעריף.

פרופ' גרשון גרוסמן: בארה"ב יש חוזה אספקה בין הלקוח לספק החשמל שבו נקבע שהספק מעמיד לרשות הלקוח כמות מגוואט מוגדרת. אם הלקוח חורג מכך, הוא משלם הרבה יותר.

ענת שמיר: אם מפעל מוסיף מכונות חדשות, האם תגביל את הצריכה שלו? תקנוס אותו על כך?

פרופ' גרשון גרוסמן: לא. הוא צריך לשנות את החוזה.

פרופ' אביתר אראל: אם מישהו סטה מהמכסה, אבל במועד שאין למערכת בעיה לספק את החשמל, קנסת מישהו בלי תועלת למערכת. הבעיה כמערכת היא למנוע את השיאים הכלליים ואת זה התעו"ז אמור לפתור. לחילופין, אולי לתעריף מדורג תהיה השפעה על הקטנת רמת הצריכה הכוללת לאורך זמן.

מיקי לוי: אין בעיה לספק אבל העלות גבוהה יותר.

פרופ' גרשון גרוסמן: כדאי ללמוד למה מנגנון demand charges הונהג בארה"ב.

ד"ר גדעון פרידמן: המנגנון הזה, בדומה לתעו"ז נועד לשטח את העקומה. זה לא קנס, אתה משלם לפי גודל החיבור המקסימלי. זה אומר לא רק הסטה, אלא החיבור עצמו, תשתית רשת החשמל שצריכה להיות מתוכננת לפי המצב הגרוע ביותר ורוצים להימנע מתשתית רשת שיש בה שינויים קיצוניים ולהימנע מעלות מיותרת.

ד"ר עופר אלון: זה תלוי גם בכמות הספקים. ככל שיצרני אנרגיה אלטרנטיביים יהיו גדולים יותר תהיה תחרות גדולה יותר והשוק ידחוף לשינוי הזה של תעריפים משתנים.

ד"ר יעל פרג: זה ילך לכיוון של Real-time.

עופר קרן: בארץ הייתה דרך מצוינת לעודד צריכה בלילה (לפני התעו"ז) בעזרת הנחה על החשמל בשעות הלילה ואז גם יש סיכוי טוב יותר שאנשים יבחרו להעדיף הפעלת מכשירים בלילה.

לגבי מעקפים - רוב קולטי השמש שמוקנים בתעשייה נמצאים במעקף, כלומר, הגיבוי החשמלי נשאר דולק קבוע, וזה אומר שבד"כ יפעל על חשמל וקולט השמש יהיה חסר משמעות.

ד"ר תמר עופר: אני עוסקת בגישת מחזור החיים (LCA – Life Cycle Assessment) שמדגישה, שכאשר באים לבחון השלכות סביבתיות של תהליך או פעולה יש להתייחס למחזור החיים השלם של הפתרון המוצע. צריך לזכור שלפתרונות טכנולוגיים, בניגוד לפתרונות התנהגותיים (ובעיקר כאלה שצריך להתקין בכל משק בית), יש מחיר סביבתי מעבר לזמן השימוש במוצר, אם זה בהקמת קווי ייצור לאותם אמצעים, אם זה בפסולת האלקטרונית בסוף חייהם. לכן, כאשר עושים את ההשוואה בין הפתרונות, צריך לקחת בחשבון גם את הדברים האלה.

ד"ר גדעון פרידמן: העלות הזאת אמורה להיות מגולמת במחיר המוצר. יכול להיות שהתמחור לא נכון כי הוא לא מתחשב בעלויות חיצוניות.

ד"ר עופר אלון: הבעיה היא שיש שני כיסים, כיס אחד של מי שמוציא היום כי כואב לו והכיס השני אומר שיהיה בסדר כשיהיה בסדר. הסביבה לא נתפשת כסיבה לבצע שינוי. גם כאשר רוכשים מכשיר חדש ומתייחסים לדירוג האנרגטי מתייחסים בעיקר לתועלת האישית שתצמח לצרכן מכך ולא להשלכות הסביבתיות.

ד"ר תמר עופר: כשאתה בא לקבוע מדיניות צריך לוודא שלא עושים burden shifting – משיגים התייעלות במשק הבית, אך יוצרים בעקבות זאת מפגעים שונים כמו זיהום ופסולת.

פרופ' אופירה אילון: האם תעריף חשמל מדורג ישפיע על התנהגות הצרכנים?

פרופ' אביתר אראל: הניסיון בישראל בתחום המים מראה שבצימוד למסע יחסי ציבור גדול, זה הוריד את הצריכה בעשרה אחוז.

ד"ר יעל פרג: אך האפקט הושג בעיקר על ידי העלאת התעריף ולא עצם הפיכתו לתעריף מדורג. בנוסף, לאחר זמן הצריכה טיפסה בחזרה.

פרופ' אופירה אילון: זה קרה כאשר הפסיקו את הקמפיין.

ד"ר עופר אלון: עשינו ניסוי באחד הפרויקטים – המלצנו לבעל מפעל שרצה לחסוך עשרה אחוז בהוצאות לתת שני סוגי הטבות לעובדים: קבוצה אחת קיבלה העלאת שכר וקבוצה אחרת קיבלה סביבת עבודה משופרת. הקבוצה הראשונה שיפרה את ביצועיה בטווח הקצר ואילו הקבוצה השנייה נשארה לאורך זמן במצב יעיל יותר. צריך לגרום לשינוי התנהגותי גם אצל העובד ממנו מבקשים לחסוך (לתת לו סיבה אמיתית), אך באותה מידה גם אצל המעביד שמבקש זאת מהעובד.

פרופ' אביתר אראל: עוד הערה לגבי נושא המים – אחרי תקופת המשבר הציבורי קיבל מסרים מרגיעים (יש התפלה) ולכן לא צריך להיות מופתעים שהיה שם אפקט ריבאונד. לגבי חשמל - אם התעריף יהיה פי שניים או שלושה מעל מדרגה מסוימת, חלק מהאנשים יחשבו פעמיים, כמובן לא כולם.

פרופ' אופירה אילון: בהמלצות הפורום נמליץ לנסות תעריף מדורג.

עופר קרן: יש בעיה שלא רואים חיסכון באנרגיה. אם השכן משאיר את צינור המים פתוח הבזבז זועק, אבל אם המזגן הושאר דולק מסתכלים על זה כמובן מאליו. צריך לגרום לציבור שיכאב לו שיש "דליפות" חשמל או שימוש לא יעיל בחשמל. אנחנו צריכים למצוא את הדרך לעשות זאת.

יונת שורץ: קמפיינים שמדברים על עמדות ועל ערכים נמצאו כעובדים. ברור שהם צריכים לבוא עם דברים נוספים והם לא יכולים לעמוד בפני עצמם.

ד"ר יעל פרג: אנחנו מדברים על העולם של אתמול, אבל בעולם של מחר יהיו אנרגיות מתחדשות ואז יהיו מקרים בהם נצטרך לבקש מאנשים להפעיל מכשירי חשמל, כי יש יותר מדי חשמל ברשת. לכן הנושא של הסטת עומסים וגמישויות ביקושים זה נושא קריטי ולא רק החיסכון. לחסוך ולהיות יעיל אנרגטית זה חשוב אבל זה העולם של אתמול. מחר, או בעוד חמש עשרה שנה, נהיה במקום אחר לגמרי וצריך לראות איך מתמודדים עם האתגרים החדשים.

מיקי לוי: בגרמניה, בשעות מסוימות משלמים לצרכנים כדי שיצרכו חשמל.

פרופ' גרשון גרוסמן: כי יש עודף חשמל המיוצר באנרגית רוח בלילה כאשר הצריכה נמוכה.

עופר קרן: גם טורבינות הרוח וגם החשמל הסולארי אמורים לשלוט על התדר. ברגע שתדר המדינה עולה הם יוצאים מכלל עבודה.

ד"ר יעל פרג: אבל משלמים להם בהסכמי השלה. זה עולה כסף.

פרופ' אביתר אראל: מדובר על כשל שוק שכרגע המערכת לא יודעת להתמודד איתו. במצב של עודף כושר היצע, ובשל מדיניות הסובסידיות, כדאי למפיק למכור במחיר שלילי. זה לא מצב עתידי קבוע, ילמדו לנהל את הרשת בצורה שונה.

ד"ר עופר אלון: זאת תקופת ביניים, כרגע יש ברשת גם ייצור מדלקים מאובנים וגם אנרגיה ירוקה.

איציק רומנו: יש כיום פתרונות של סוללות שמשמשות לאגירת אנרגיה במהלך היום ושימוש בלילה, כאשר אין אנרגיה סולארית. פתרונות אלה מתחילים לתפוס תאוצה רצינית בעולם.

פרופ' גרשון גרוסמן: טסלה (Tesla) בצעו פרויקט ענק לאגירת אנרגיה באוסטרליה.

איציק רומנו: אנשים מתעצלים לעשות פעילויות אקטיביות, בעיקר לאורך זמן. הפתרון הטכנולוגי נועד לעשות זאת במקום האנשים. השילוב הוא כנראה זה שינצח במקום להסתמך על ההיבט ההתנהגותי בלבד.

להלן הערות של ד"ר יעל פרג שהתקבלו לאחר מפגש הפורום:

לדעתי תעריף מדורג אינו נכון לישראל כי הוא לא מתייחס לעלויות הייצור, שהן תלויות בשעות שיא הביקושים, אלא רק לסך הביקושים. יכול להיות מצב שצרכן שצורך יחסית מעט אנרגיה אבל בשעות

השיא (שהן השעות היקרות) ישלם פחות ממי שצורך יותר אנרגיה אבל בשעות השפל. זה לא הגיוני מבחינה כלכלית וגם לא הגיוני מבחינה סביבתית.

לחילופין, הייתי מנסה לקדם תעו"זים הגיוניים. עד לא מזמן היו תעריפי תעו"ז למשקי הבית שהיו מאוד לא אטרקטיביים, שכן הם כללו רכיב קבוע גבוה מאוד שהפחית את הכדאיות שלהם וגם איש לא ידע מהם. כיום רשות החשמל ביטלה לגמרי את האופציה הזו.

מעבר לזה, נדרשת הגדרה מהי צריכה נורמטיבית כדי לקבוע את ספי המדרגות, וזה תלוי בהרבה מאוד גורמים - אקלים וטכנולוגיות חימום/קירור, גודל בית, מספר נפשות והגילאים שלהם, יעילות אנרגטית של מכשירים וכו'. גם כאן, יכול להיות שדווקא האוכלוסיות העניות ישלמו יותר, כי המכשירים שלהם פחות יעילים והבידוד התרמי של הבית שלהם לא טוב. מכאן שלא בטוח שהמדרגות פרוגרסיביות.

ישראל צריכה לדחוף ליעילות אנרגטית של מבנים על ידי הכשרה של אנשי מקצוע בתחום ובאמצעות דרישות רגולטוריות בסקטור הבניה (גם במסגרת שיפוץ ותמ"א 38). בנוסף, צריך, באמצעים רגולטורים, להוציא בהדרגה מכשירי חשמל לא יעילים מהחנויות (כלומר, שלא ימכרו מכשירי חשמל בדירוג מסוים ומטה, ובכל תקופה להעלות את הדרישה). במקביל ישראל צריכה לקדם החדרה של אנרגיות מתחדשות מגוונות, ולדאוג לתעריפים דינמיים שישקפו את היצע האנרגיה כך שהביקוש יתאים את עצמו להיצע.

לגבי נושא תווית אנרגטית - אני לא בטוחה שיש טעם לתווית כשלעצמה ללא התייחסות לפוטנציאל השיפור האנרגטי של הדירה או להשפעה של זה על החיסכון למשתמש. באנגליה, שם מיושמת תווית, היא מתייחסת לפוטנציאל השיפור וכן מלווה בתווית שמתייחסת לפליטות פד"ח¹³.

בכל מקרה, חיווי אנרגטי חייב להיות מוסבר היטב – מה הוא כולל, למה, איך אפשר לשפר. אחרת מדובר במידע שקשה לעבוד איתו. בשונה מתווית על מכשיר בודד – תווית אנרגטית לבניינים כוללת רכיבים שונים והיא עשויה להיות גם שונה בין ערים שונות. חייבים להתייחס לשונות הזו בהסבר מלווה.

¹³ ראה למשל כאן: <http://www.electricityprices.org.uk/energy-efficiency-rating-guide/>

5. סיכום והמלצות

משתתפי הפורום תמימי דעים באשר לפוטנציאל החיסכון שניתן להשיג ע"י התחשבות בהיבטים הפסיכולוגיים וההתנהגותיים, להלן מספר המלצות לפעולה שגובשו.

המלצות:

זיהוי אינטרס ציבורי

- יש לזהות את האינטרס הציבורי להתייעלות אנרגטית – כלכלי, סביבתי, ביטחון אנרגטי ועוד, ודרכו להשפיע על האפקט הפסיכולוגי/התנהגותי.

העלאת מודעות / הסברה

- חייבים להתייחס להיבט ההתנהגותי בנושא של התייעלות אנרגטית. מומלץ להוסיף לכל קול-קורא של הממשלה בתחום האנרגיה את ההיבט ההתנהגותי לצד ההיבט הטכני. כך עולה ההיבט ההתנהגותי לשיח. יש לשים דגש על פיתוח מנגנונים כלכליים שיתגמלו ארגון שמשקיע בהתייעלות אנרגטית.
- מומלץ לבנות מהלך הסברתי בהיקף נרחב ולאורך זמן בכדי לשנות את תפיסת הציבור בנוגע לחשיבות הנושא (בדומה לקמפיין 'ישראל מתייבשת' בעקבות משבר המים ב-2009).
- כיום, צרכני חשמל ביתיים מקבלים דיווח הן לגבי הצריכה ההשוואתית שלהם עצמם והן לגבי הצריכה שלהם בהשוואה לממוצע השכונתי. מוצע לבחון מחקרית השפעת מידע זה שכן, מחד, צרכנים אשר צורכים מעל הממוצע יכולים להיות מונעים לחיסכון כתוצאה ממידע זה, אך מנגד, אלו שצורכים מתחת לממוצע, עלולים לקבל "רישיון מוסרי" לצרוך יותר.

מיקוד מאמצים בצרכנים גדולים

- יש לאתר צרכנים בזבזנים במיוחד ולמקד בהם את מאמצי החיסכון, שם פוטנציאל החיסכון המשמעותי. מומלץ כי יצרני החשמל יתבקשו על ידי הרגולטור להגיש דו"ח על צרכנים גדולים, כולל במגזר הציבורי (כאשר אין חיסיון).

פרסום מדדים לצריכת אנרגיה

- רצוי לפרסם מדד לצריכת אנרגיה בו כל צרכן יוכל לקבל מידע היכן הוא נמצא ביחס לצרכנים בעלי מאפיינים דומים (גודל דירה, מספר נפשות וכדומה). יש לגבש דרכים לקביעת מדד זה.

- [1] IEA (2016), Key World Energy Statistics 2016, IEA, Paris.
http://dx.doi.org/10.1787/key_energ_stat-2016-en
- [2] 'התכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית 2016-2030'
https://www.gov.il/BlobFolder/reports/national_plan_energy_efficiency/he/energy_efficiency_2030_0.pdf
- [3] החלטת ממשלה 542 מיום 20.09.2015
<http://www.pmo.gov.il/Secretary/GovDecisions/2015/Pages/dec542.aspx>
- [4] Resources for the Future (2009), Energy Efficiency Economics and Policy
<http://www.rff.org/RFF/Documents/RFF-DP-09-13.pdf>
- [5] Faiers, A., Cook, M., & Neame, C. (2007). Towards a contemporary approach for understanding consumer behaviour in the context of domestic energy use. *Energy Policy*, 35(8), 4381-4390.
- [6] Sütterlin, B., Brunner, T. A., & Siegrist, M. (2011). Who puts the most energy into energy conservation? A segmentation of energy consumers based on energy-related behavioral characteristics. *Energy Policy*, 39(12), 8137-8152.
- [7] זוהר, ט., (2017). שינוי מן האמצע החוצה (Middle Out) לקידום חברה מקיימת ודלת פחמן, הצעת מחקר לתואר שלישי, החוג לניהול משאבי טבע וסביבה, הפקולטה לניהול, אוניברסיטת חיפה
- [8] Stern, P. C. (1992). What psychology knows about energy conservation. *American Psychologist*, 47(10), 1224-1232.
- [9] Thaler, R.H., Sunstein, C.R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press
- [10] Costa, D. L., & Kahn, M. E. (2013). Energy conservation "nudges" and environmentalist ideology: Evidence from a randomized residential electricity field experiment. *Journal of the European Economic Association*, 11(3), 680-702. <https://doi.org/10.1111/jeea.12011>
- [11] Hahn, R., & Metcalfe, R. (2016). The Impact of Behavioral Science Experiments on Energy Policy. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 5(2).
- [12] Ayres, I., Raseman, S., Shih, A. (2009). Evidence from Two Large Field Experiments That Peer Comparison Feedback Can Reduce Residential Energy Usage. NBER Working Paper 15386. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, USA.
- [13] Allcott, H. (2011). Social norms and energy conservation. *Journal of public Economics*, 95(9), 1082-1095.
- [14] סקרים לאיתור פוטנציאל לשימור אנרגיה, אתר משרד האנרגיה
<http://energy.gov.il/Subjects/EnergyConservation/ECexpert/Pages/GxmsMniECPotential.aspx>
- [15] 'התכנית הלאומית להתייעלות אנרגטית 2010-2020'
<http://energy.gov.il/gxmsmnpublishations/energy.pdf>
- [16] החלטת ממשלה 1403 מיום 10.04.2016
<http://www.pmo.gov.il/Secretary/GovDecisions/2016/Pages/des1403.aspx>
- [17] החלטת ממשלה 3269 מיום 17.12.2017
<http://www.pmo.gov.il/Secretary/GovDecisions/2017/Pages/dec3269.aspx>
- [18] הסקר החברתי (2014), הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה
http://www.cbs.gov.il/publications16/seker_hevrat14_1648/pdf/t22.pdf

- [19] Mahapatra et al. (2017). A behavioral change-based approach to energy efficiency in a manufacturing plant, *Energy Efficiency*, Nov. 2017 <https://doi.org/10.1007/s12053-017-9581-9>
- [20] הסדר "חסכת - הרווחת" להפחתת ביקושים וייעול הצריכה לקיץ 2013
<https://www.iec.co.il/homeclients/pages/summer2013.aspx>
- [21] אתר האינטרנט 'נתיב האור' [/http://nativhaor.co.il](http://nativhaor.co.il)
- [22] מדינת ישראל, רשות לשירותים ציבוריים חשמל - החלטה מספר 2 משיבה 394 מיום 21.1.2013 – התייעצות בעניין פרויקט מניה חכמה ברשת החלוקה
<https://pua.gov.il/decisions/documents/2860.pdf>
- [23] Rush Hour Rewards <https://nest.com/support/article/What-is-Rush-Hour-Rewards>
- [24] אתר האינטרנט 'אנרגיה בראש אחר' <http://kids.gov.il/energynew>

נספח 1: תכנית פורום אנרגיה - היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה

13:00	פתיחה
13:10	ד"ר יעל פרג - סגנית הדיקן, ביה"ס לקיימות, המרכז הבינתחומי הרצליה: עמדות הציבור הישראלי בנושא צריכת אנרגיה ונכונות לשינוי התנהגות
13:20	פרופ' יואלה מאייר , ד"ר רועי זולטן , אוניברסיטת בן גוריון: מישוב חברתי עלול לפגוע ביעילות החלטות חיסכון באנרגיה
13:30	עופר קרן , יונת שורץ , קרן ידע אנרגיה בע"מ: העלאת מודעות ובניית יכולות כמנוף לשינוי התנהגותי - המלצות אופרטיביות
13:40	פרופ' אביתר אראל , המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושטיין, אוניברסיטת בן גוריון: ממצאים מניסוי לקדם התנהגות חוסכת אנרגיה במשקי בית
13:50	ד"ר מרים לב-און ו ד"ר פרי לב-און - קבוצת לבאון; פרופ' אופירה אילון - מוסד נאמן: עיקרי הנושאים שהוצגו בשנים האחרונות בכינוסים בינלאומיים שונים ואשר דנו בממשק שבין דפוסי התנהגות הנוגעים בצריכת אנרגיה, והשפעתם על שינוי האקלים
14:30	דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלה: • כיצד ניתן לעודד משתמשים (יחידים ומוסדיים) לחיסכון באנרגיה?
17:00	סיום

סביבה ואנרגיה



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889
קרית הטכניון, חיפה 3200003
www.neaman.org.il