



הטיפול בשיאי הביקוש לחשמל בישראל

ניתוח הבעיה והצעת פתרונות מדיניות

ד"ר שחר דולב
הפורום הישראלי לאנרגיה

ד"ר ארז סברדלוב
חושבה לתכנון

מאי 2009

מסמך זה נכתב בתמיכתה האדיבה של קרן
היינריך בל: www.boell.org.il

 HEINRICH BÖLL STIFTUNG
ISRAEL

פורום ישראלי לאנרגיה (מ"ד)

3 תקציר מנהלים

7 פרק א: הגדרת הבעיה בישראל

- 7 הגידול בביקוש לחשמל
- 9 שיא הביקוש לחשמל
- 14 השלכות השימוש בדלקים מחצביים
- 15 מגבלות קרקע והון
- 17 בידודה הפוליטי של ישראל בהיבט הסחר בחשמל
- 17 משמעויות
- 18 פרוט הפתרונות האפשריים
- 19 הורדת ביקושי השיא

23 פרק ב: כלי מדיניות קיימים בישראל

- 23 פסגה ניידת
- 23 השלה יזומה (הסדר דיזל גנראטורים)
- 24 השלת עומסים באמצעות ממסרי תת-תדר
- 24 תעריף עומס זמן
- 25 כשלים בהסדרים הנוכחיים

26 פרק ג: פתרונות מוצעים

- 26 הסברה וחינוך
- 27 תמריצים כלכליים ותעריפים
- 28 הפנמת העלויות החיצוניות במחיר החשמל
- 28 תעו"ז ביתי
- 30 תעריף מוזל לחסכנים
- 30 תעריף חשמל מדורג למשקי בית
- 31 סיכום
- 32 המלצות נוספות
- 33 עקרון תמרוץ המעבר הטכנולוגי
- 34 יצירת שוק ל"שלילו-ואטים" לתגובה לביקוש (DEMAND RESPONSE)
- 34 מקורות מימון

35 סיכום ומסקנות

38 נספח : עקרונות תעדוף צעדי היישום

תקציר מנהלים

בדו"ח זה מציג הפורום הישראלי לאנרגיה את הבעיה האקוטית ביותר עמה מתמודד כיום משק החשמל של ישראל: בעיית שיא הביקוש לחשמל, אשר עלולה לבוא לידי ביטוי בין היתר, בהפסקות באספקת החשמל למשק בשעות השיא. הדו"ח מדגיש את חומרת הבעיה והדחיפות שבקביעת אסטרטגיה לפתרונה, ומציע שורה של אמצעי מדיניות בהם ניתן לנקוט על מנת להתמודד עם אתגר זה.

רקע

משק האנרגיה העולמי מצוי כיום בנקודת מפנה משמעותית. משבר האקלים וההשלכות הסביבתיות של השימוש בדלקים מחצביים, נפט, גז טבעי ופחם; הסיכונים הגיאופוליטיים הכרוכים בסחר בנפט; העליות המתמשכות בביקושים לאנרגיה מצד מדינות דרום מזרח אסיה; כמו גם התנודתיות הגבוהה במחיר הנפט ובמחירי הדלקים – כל אלה יוצרים "סדר חדש" בשוק האנרגיה.

מדינת ישראל כמדינה מערבית מפותחת מושפעת אף היא משינויים אלו במשק האנרגיה העולמי, כמו גם ממגבלות ייחודיות, המציבות בפניה אתגרים מורכבים נוספים. הסיכון העיקרי הניצב בפני משק החשמל של ישראל הינו מצב של חוסר יכולת - בטווח זמן של עשור עד שניים - להבטיח זמינות ואספקה תקינה של חשמל לכלל הצרכנים בישראל. זאת, בשל מגבלות אובייקטיביות על הרחבת מערך ייצור החשמל בניסיון לעמוד בביקושים הגדלים.

- האילוצים הייחודיים לישראל, המהווים מקור לסיכון משמעותי בהקשר זה הינם:
1. הגידול המתמשך בביקושים לחשמל, אשר צפוי להמשיך גם בטווח הארוך
 2. מחסור חריף בקרקע להקמת מתקני ייצור חשמל חדשים
 3. בידודה של ישראל בהיבט הסחר בחשמל עם שכנותיה ("אי אנרגטי")

מאז קום המדינה, תוכנן מערך ייצור החשמל בישראל כך שיוכל לתת בכל עת מענה אמין לביקוש לחשמל. ואולם, הביקוש לחשמל אינו קבוע, אלא משתנה לאורך שעות היממה בהתאם להיקף פעילות העסקית במשק ו למזג האוויר. שיא הביקוש השנתי לחשמל נרשם אפוא לרוב במהלך ימים ספורים בעונת הקיץ ובחורף, בהם שוררים תנאי מזג אוויר קיצוניים.

הצורך לתת מענה לביקוש לחשמל גם בשעות השיא, מחייב הקמת תחנות כוח אשר נדרשות בפועל לספק חשמל אך ורק במשך שעות ספורות בשנה. ייתכן וניתן היה להמנע מהצורך להקים תחנות אלו, לו היתה התפלגות הביקוש לחשמל מאוזנת יותר לאורך שעות היום.

(עקומת ביקוש שטוחה). ואולם, יכולתה של ישראל להמשיך במגמה זו ולהרחיב את כושר ייצור החשמל כך שיענה על ביקושי השיא, מוגבלת ביותר.

בשני העשורים הקרובים, תדרש ישראל להקצות שטחי קרקע בהיקפים גדולים להקמת מתקנים לייצור חשמל. זאת, בשל הצורך להדביק את הצריכה הגוברת, ובפרט בכדי להבטיח אמינות אספקה מוחלטת בשעות שיא הביקוש הספורות. זמינותן של קרקעות בהיקף כזה נתונה בספק גדול, ולמעשה התרבו בשנים האחרונות סימנים להתגברות הקשיים הסטאטוטוריים באיתורן. קיים אפוא סיכון ממשי ומחריף לכך, שהמשק הישראלי יימצא במשבר מערכתי בתחום אספקת האנרגיה.

על מנת למנוע משבר זה באספקת החשמל, יש לפעול כבר בטווח הזמן הקרוב להורדת שיאי הביקוש לחשמל. זאת, באמצעות הסטת עומסים משעות שיא הביקוש לשעות השפל, יחד עם פעילות נרחבת להגברת החסכון וההתייעלות בצריכת אנרגיה בכלל.

האמצעים העיקריים בהם ניתן לנקוט בטווח הזמן הקצר על מנת לצמצם את הבעיה כוללים:

1. פעילות להטמעת תודעת התייעלות וחסכון בקרב מגזרי הרכנים השונים (משקי הבית, התעשייה והמגזר המסחרי) ובפרט להגברת המודעות לצורך בצמצום צריכת החשמל בשעות שיא.

על ממשלת ישראל לעודד שינוי בהתנהגות הצרכנית באמצעות פיתוח מערכות פרסום והפצת מידע¹. כמו כן, יש לעודד פיתוח מוסד "ממונה אנרגיה" בארגונים, אשר ינהל בצורה מושכלת את הביקוש לחשמל באותו ארגון.

2. הפעלת תמריצים כלכליים לשינוי התנהגות צרכנית. מדיניות התעריפים המונהגת כיום ע"י הרשות לשירותים ציבוריים-חשמל. מיועדת בעיקרה להשגת יעילות כלכלית, קרי לחיוב מדויק ככל האפשר של הצרכנים על פי עלויות הייצור השוליות. אנו סבורים כי בראייה רחבה של המשבר במשק האנרגיה, ובהתייחס לאתגרים עתידיים, יש לבצע מהפך בגישה זו ולהרחיב את השימוש בתעריף ככלי לקידום ניהול הביקושים במשק. על מדיניות תעריפי החשמל לשלב שלושה עקרונות יסודיים:

¹ כיום יכול הציבור ללמוד על מצב משק החשמל ברגע נתון רק באמצעות אתר האינטרנט של חברת החשמל. ניתן להשתמש באמצעים דוגמת מסרונים או אמצעי תקשורת נוספים.

(א) תעריף מדורג למשקי בית, כלומר - מחירו של כל קוט"ש בודד לצרכן הביתי יהיה גבוה יותר, כאשר יעבור הצרכן סף צריכה מוגדר (בדומה לתעריף המדורג הנהוג במשק המים).

(ב) במקביל, תוצע לכל צרכן האפשרות לשלם תעריף יחסי לפי שעות היממה (תעריף תעו"ז). הפנמת דפוסי צריכה מושכלים והמנעות מצריכת חשמל רב בשעות השיא, תאפשר לצרכן להנות מחסכון ניכר בחשבון החשמל, באמצעות תעריף זה, התקנת הציוד הטכני המאפשר זאת תעשה ללא עלות לצרכן.

(ג) העלאת התעריף הבסיסי לחשמל באופן שישקף את העלויות החיצוניות האמיתיות הנגרמות למשק כתוצאה מייצור החשמל והשימוש בו.

3. קביעת הסדרים מוסכמים בין חברת החשמל לצרכנים המעונינים בכך, להשלת עומסי חשמל סלקטיבית בשעות השיא, בשליטה מרחוק על ידי חברת החשמל, בתמורה להטבות כלכליות לצרכן.

4. יישום אמצעי רגולציה שיאפשרו התפתחות שוק מקומי לספקי הפחתת ביקושים: שלילואטים (negawats) מנגנון זה יאפשר מתן תגמול כספי למוסדות ולמשקי בית על הפחתה יזומה בצריכת החשמל בשעות שיא הביקוש. בין היתר, תתאפשר הקמת חברות 'מרכזות' (aggregators) אשר תוכלנה להתקשר באופן פעיל עם מספר גדול של צרכנים, ו"למכור" הסטת עומסים והפחתת ביקושים בשעות השיא, במרוכז ובהיקף משמעותי, בחזרה ל החשמל.

במקביל לכל זאת יש לפעול בעוצמה רבה לפתח שוק של מתן שירותי ניהול אנרגיה והתייעלות אנרגטית לצרכנים מוסדיים, מסחריים ותעשייתיים, כמו גם לארגונים ציבוריים ופרטיים גדולים. בשוק זה יפעלו חברות ESCO (Energy Service Company), וגם חברות אספקת החשמל (כיום - חברת החשמל), אשר מובילות פרויקטים מסוג זה במדינות רבות בעולם.

בטווח הזמן הארוך, על ממשלת ישראל לעודד גישת תכנון אדריכלי-פיסי מודעת אנרגיה. כמו כן יש לפעול לעידוד החלפת טכנולוגיות צריכה ישנות בסקטור הביתי (מזגנים ומכשירים חשמליים) ביעילות יותר.

סיכום

עלות אי-אספקת החשמל למשק גבוהה ביותר. לפיכך, הפחתת ביקושי השיא לחשמל הינה צורך אסטרטגי קריטי של מדינת ישראל. אם לא יטופל הנושא בצורה יסודית ומושכלת, עלול הדבר להביא את ישראל בטווח של שנים ספורות למשבר חמור באספקת החשמל, שהשלכותיו ב היבטים הכלכליים, הבריאותיים, התשתיתיים והחברתיים-אנושיים עשויות להיות קשות.

על מנת לטפל במשבר בצורה יעילה, יש צורך קריטי בגיבוש אסטרטגיה ובריכוז סמכות ואחריות לקידום כלל נושאים אלו בידי גוף שלטוני אחד, אפקטיבי ומקצועי, אשר יאפשר את הוצאתם לפועל של הצעדים שהוזכרו לעיל, כמו גם אמצעים אחרים.

אודות הפורום הישראלי לאנרגיה

הפורום הישראלי לאנרגיה הינו עמותה ללא כוונת רווח, המקדמת משק אנרגיה בר קיימא לישראל.

הפורום מגבש חזון כולל למשק האנרגיה הישראלי בשיתוף מומחים, אנשי ממשל וכלכלה, ארגונים וחברות העוסקים בנושא. במועצה הציבורית של הפורום חברים אנשי אקדמיה ומומחים, אנשי תעשייה ועסקים, מהמובילים בתחום זה בישראל. אתגרי משק האנרגיה של ישראל רבים ומורכבים, דבר המקשה על קיומו דיון ציבורי מעמיק בנושא, ומביא לכך שתהליכי קבלת ההחלטות בתחום זה רחוקים מעין הציבור. הפורום פועל ליצירת שיתופי פעולה בין השחקנים השונים במשק החשמל, על מנת להביא למציאת פתרונות אפקטיביים.

פרק א: הגדרת הבעיה בישראל

משק האנרגיה העולמי מצוי כיום בנקודת מפנה משמעותית. משבר האקלים וההשלכות הסביבתיות של השימוש בדלקים מחצביים, נפט, גז טבעי ופחם; הסיכונים הגיאופוליטיים הכרוכים בסחר בנפט; העליות המתמשכות בביקוש לאנרגיה מצד מדינות דרום מזרח אסיה, כמו גם התנודתיות הגבוהה ב מחיר הנפט ובמחירי הדלקים – כל אלה יוצרים "סדר חדש" בשוק האנרגיה.

מגמת השינוי באה לידי ביטוי בהתעוררות שוק האנרגיה המתחדשת ובהכנסת כללי משחק חדשים, כלכליים וסביבתיים למשק האנרגיה, בהם צעדים להתייעלות אנרגטית ולניהול הביקוש לחשמל, כמו גם דרישה לשינוי באורחות חיים, והנהגת תרבות צריכת חשמל (ואנרגיה) אחרת.

מדינת ישראל כמדינה מערבית מפותחת מושפעת אף היא משינויים אלו במשק האנרגיה העולמי. אולם, מעבר להיותה חשופה לבעיות ולסיכונים הנזכרים לעיל, מתאפיינת ישראל במגבלות ייחודיות, המציבות בפניה אתגרים מורכבים נוספים.

הסיכון המרכזי הניצב בפני משק החשמל של ישראל הינה מצב של חוסר יכולת - בטווח זמן בינוני, דהיינו עשור או שניים - להבטיח זמינות ואספקה תקינה של חשמל לכלל הצרכנים בישראל. זאת, בשל מגבלות אובייקטיביות על הרחבת מערך ייצור החשמל, על מנת לעמוד בביקושים הגדלים.

ניתן לציין מספר אילוצים מרכזיים בהקשר זה:

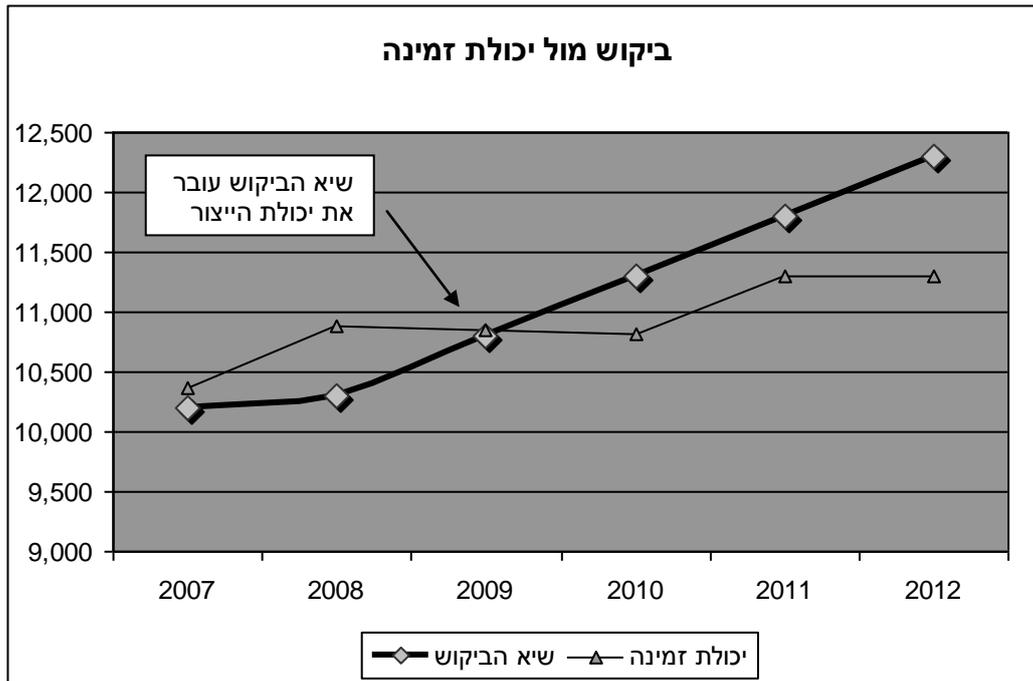
1. הגידול המתמשך בביקוש לחשמל, אשר צפוי להמשך גם בטווח הארוך
2. מחסור חריף בקרקע להקמת מתקני ייצור חשמל חדשים
3. בידודה של ישראל בהיבט הסחר בחשמל עם שכנותיה ("אי אנרגטי")

נמקד תחילה את המבט בכל אחת מהמגבלות הללו ובמשמעותן.

הגידול בביקוש לחשמל

בעשור האחרון ישנה מגמה מתמשכת של עליה בביקושים לחשמל, מעל ומעבר לעלייה הממוצעת במדינות המתפתחות. בעשור זה העלייה הממוצעת בביקושים עמדה על 4.8% בשנה (עלייה של 62% בין 1997-2007²). בין השנים 2006 ו-2007, העלייה בביקוש לחשמל הייתה גבוהה מממוצע זה, והגיעה אף לשיעור שנתי של 6.4%. על פי נתונים בלתי רשמיים, קצב הגידול בביקוש לחשמל במחצית הראשונה של שנת 2008 עמד על 5.8%.

² מקור: דוח סטטיסטי של חברת חשמל, 2007



תרשים 1. הביקוש לחשמל בישראל מול כושר הייצור המותקן. בשנת 2009 צפוי שיא הביקוש לעבור את יכולת הייצור הזמינה.

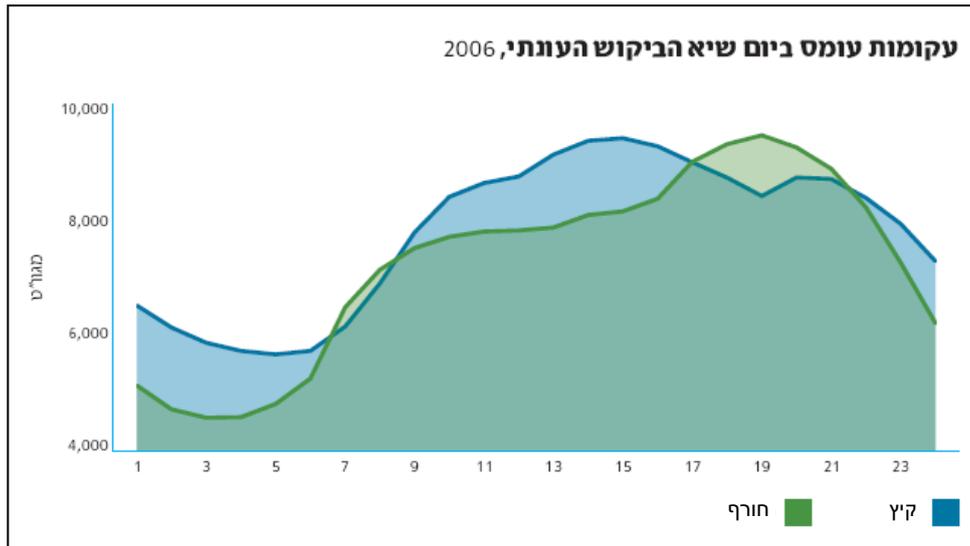
(מקור: "תוספת גרעיה לקיץ 2009", משרד התשתיות, הוצג בפני הועדה הארצית לתכנון ובנייה, (11/2007)

אמנם בעקבות המשבר הכלכלי העולמי התאפיינה המחצית השנייה של 2008 דווקא בירידה בביקוש, אך במקרים דומים נמצא כי לאחר היציאה מהמיתון המשק מדביק את הפער וממשיך במגמת הגידול.

הגורם העיקרי לעליה הגבוהה בביקוש לחשמל בישראל הינו קצב גידול אוכלוסין גבוה, בדומה לקצב גידול האוכלוסין במדינות מתפתחות, אליו מתלווה גידול בצריכת החשמל לנפש (כפונקציה של גידול התוצר לנפש). בקצב הגידול הנוכחי, צפויה צריכת החשמל של ישראל לצמוח בעשור הקרוב בכ-50%, ואילו בתוך 20 שנה צפוי הגידול בצריכה להגיע לכדי שיעור של 100% ביחס לערכה כיום³ (כל זאת בתרחיש המתון לחיזוי הביקוש; בתרחיש הקיצוני הביקוש החזוי לחשמל עומד על שיעור כפול מזה).

בעשור החולף, חלו עיכובים רבים בתהליך הרחבת מערך ייצור החשמל של ישראל, עד לכדי חשש מאי-יכולת לענות על הביקוש לחשמל בשעות שיא הצריכה (תרשים 1). מבקר המדינה (מבקר המדינה, דו"ח שנתי 59ב) מצביע על מספר גורמים אשר הביאו לעיכוב בפיתוח משק החשמל. המבקר מציין כי בעשור האחרון לא הוקמו תחנות כוח בידי המגזר הפרטי (במחצית שנות התשעים החליטה הממשלה כי פיתוח משק החשמל יתבצע באמצעות השוק החופשי,

³ על פי: "תחזית הביקוש לאנרגיה 2002-2025", מתוך תוכנית האב למשק האנרגיה, ד"ר ארז סברדלוב ואחרים, משרד התשתיות (2003). תקציר: www.mni.gov.il/NR/rdonlyres/4A4ACE57-7063-424D-BF01-A0DF4694E272/0/tachazit_bikush_01_05.rtf



תרשים 2. פיזור הביקוש לחשמל לאורך היום בימי שיא הביקוש בחורף ובקיץ. ניתן לראות כי שיא הביקוש מופיע לפרק זמן של מספר שעות בלבד.

(מקור: דו"ח סטטיסטי של חברת החשמל, 2006)

כאשר יצרנים פרטיים יקימו תחנות כוח וחלקם בייצור החשמל במשק, יחד עם רכישת חשמל ממדינות שכנות, יגיע עד לכדי 20% מכוסר ייצור החשמל).

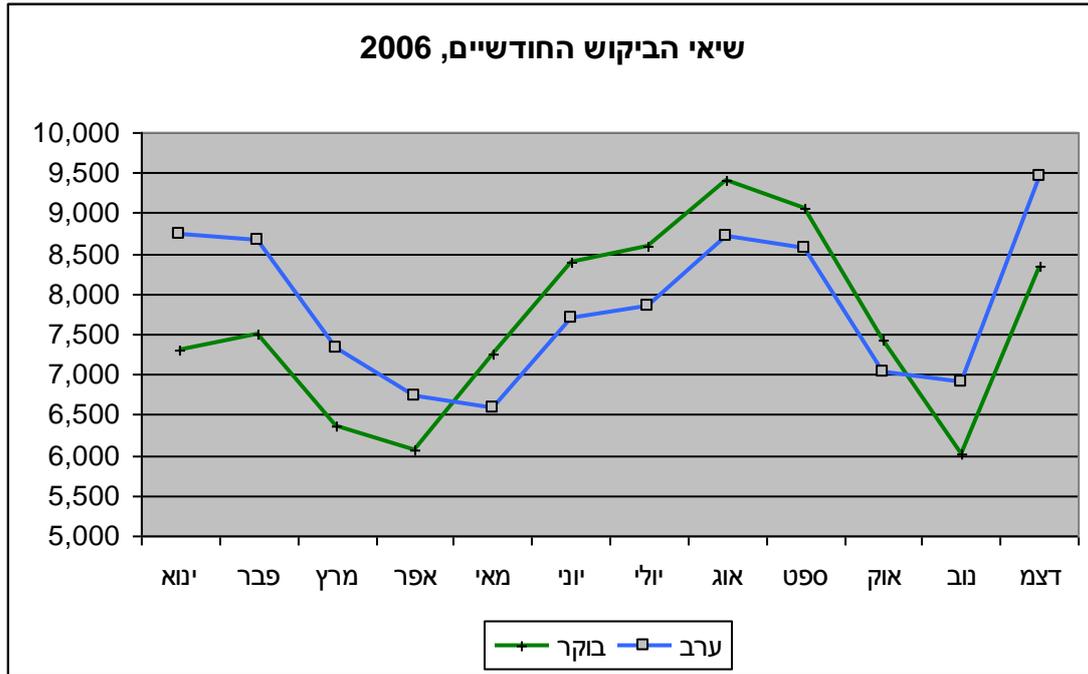
עד היום הוקמו תחנות פרטיות ספורות בלבד, אשר במרבית המקרים משמשות בלעדית את בעליהן (לדוגמה, תחנת כוח הפועלת בצמוד למפעל תעשייה בעל צריכת חשמל גבוהה). במקביל, חלו עיכובים בהקמת תחנות כוח נוספות על ידי חברת החשמל, בהתאם לתכנית הפיתוח הרב-שנתית של החברה. בניסיון למנוע את המשבר, אישרה הממשלה תכנית חירום למשק החשמל, אשר מיועדת לביצוע בשנים הקרובות, הכוללת הקמת מספר יחידות ייצור המופעלות גז טבעי וכן הוספת 2 יחידות ייצור קיטורי ות (מבוססות פחם) באתר רוטנברג, בסמך לעיר אשקלון⁴.

שיא הביקוש לחשמל

אחד ממאפייניו של משק החשמל הינו תפלגות הביקוש לחשמל לאורך שעות היממה (תרשים 2). בשעות היום ובפרט בשעות העבודה, בעת שהפעילות הכלכלית במשק מצויה בשיא תפוקתה, גדל גם הביקוש לחשמל, ואילו בשעות הלילה, נרשמת ירידה בביקוש.

השינוי בביקוש מושפע גם מעונות השנה, כאשר שיאי הביקוש השנתיים לחשמל נרשמים בימי הקיץ החמים ביותר, בשעות הצהריים, בהן נדרש חשמל רב לצורך הפעלת מזגנים, ובימי החורף הקרים ביותר, בשעות הערב, עת מופעלים תנורים רבים ומכשירי חימום (תרשים 3). שיא הביקוש השנתי לחשמל, שפרקו קצר ביותר, מהווה אתגר של ממש עבור מערכת החשמל, הנדרשת לפעול במלוא תפוקתה על מנת לספקו.

⁴ הקמת היחידה הפחמית הנוספת (D) מותנית באישורה על ידי הועדה לתשתיות לאומיות (ות"ל).



תרשים 3. פיזור הביקוש לחשמל לאורך השנה. שיא הביקוש בשעות הבוקר מתקרב לגבול יכולת הייצור רק בחודשים אוגוסט וספטמבר, בעוד ששיא הביקוש בשעות הערב מתקרב לגבול כושר הייצור בחודש דצמבר.

(מקור: דו"ח סטטיסטי של חברת החשמל, 2006)

למעשה, תכנון מערכת החשמל, מספר יחידות הייצור הנדרשות והיקף כושר הייצור המקסימאלי, כל אלה נקבעים בהתאם לצורך לתת מענה לביקוש הגבוה בשעות שיא אלו. מדובר בפרק זמן של שעות ספורות במשך השנה, המוערכות בלא יותר מ-100 שעות⁵. ניתן לומר כי אלמלא תופעת שיא הביקוש, ניתן היה להסתפק במערך ייצור חשמל מצומצם יותר, ולוותר על הקמתן של מספר יחידות. חשוב לציין, כי כדי לספק את הביקוש הגבוה לחשמל בשעות אלו נאלצת חברת חשמל להקים יחידות ייצור נוספות, אשר ייתכן וניתן היה להמנע מהצורך להקימן, לו הייתה התפלגות הביקוש לחשמל מאוזנת יותר לאורך שעות היום⁶ (עקומת ביקוש שטוחה).

העיכוב בהרחבת כושר ייצור החשמל בישראל, הותיר 'רזרבה' נמוכה בכושר הייצור. כלומר, מערכת ייצור החשמל של ישראל מסוגלת כיום אך בקושי, בשיא תפוקתה, לספק את שיא הביקוש השנתי לחשמל⁷.

⁵ הרשות לשירותים ציבוריים - חשמל מפעילה תוכניות לתמרוץ צרכני חשמל גדולים להסיט את צריכת החשמל שלהם משעות העומס. בתכנית "פסגה ניידת", למשל (ראו עמ' 17 להלן), מוגדר כי שעות פסגה כאלו יהיו לא יותר מ-100 שעות בשנה.

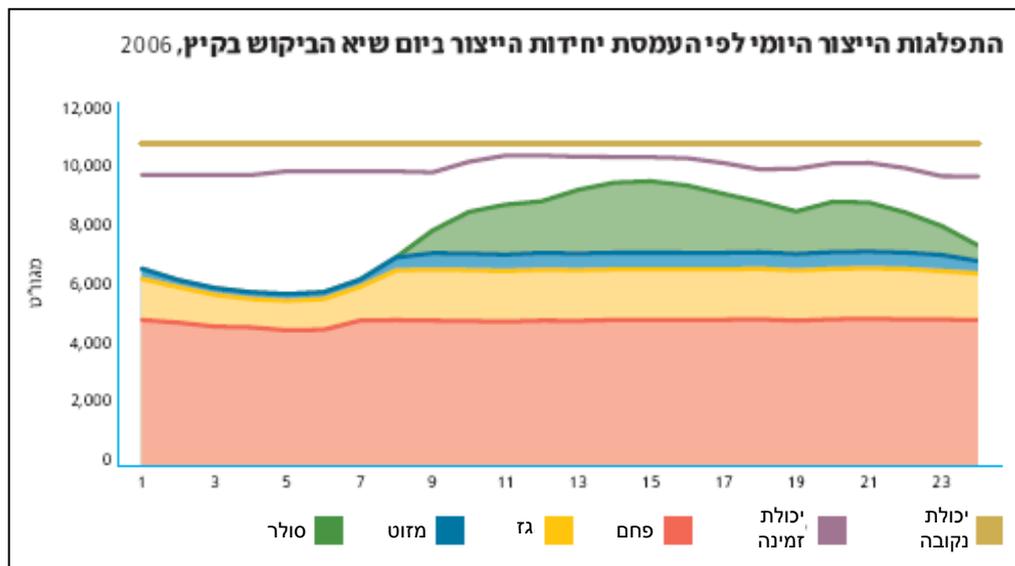
⁶ למעשה, רזרבה נמוכה יכולה להביא לשעות קריטיות גם מחוץ לימי מזג האוויר הקיצוניים בשנה, היות וחברת החשמל מוציאה יחידות לתחזוקה בעונות המעבר וארועי מזג אוויר מפתיעים בעונות אלו יכולים להביא לעומס יתר גם כשהביקושים אינם מתקרבים ליכולת המותקנת התיאורטית.

⁷ מבקר המדינה מציין כי בשנת 2005 עמד שיעור הרזרבה על 0.1% בלבד בשעות השיא (מבקר המדינה, דו"ח 59 עמ' 1197). בשנת 2007 עמדה הרזרבה על 5.3%, שגם היא נמוכה ביותר. רזרבה זו מותנית בפועל גם בזמינותן וכשירותן המלאה של כלל יחידות הייצור במערכת.

על מנת לתת מענה לשינוי בביקוש לחשמל לאורך שעות היום ולשמור על אמינות האספקה, מנהלת חברת החשמל **מדרג העמסה** (ראו תרשים 4). כלומר, תחנות כוח מסוימות פועלות ללא הפסק, על מנת לספק את **עומס הבסיס** (Base Load), המייצג את הביקוש הבסיסי הממוצע. במהלך שעות היום, כאשר עולה הביקוש לחשמל, נכנסות תחנות ייצור נוספות לפעולה.

את עומס הבסיס מספקות לרוב התחנות הקיטוריות, כלומר, תחנות המבוססות על חימום מים באמצעות שריפות פחם או גז, ליצירת קיטור, אשר מניע טורבינה המפיקה חשמל. הפעלת תחנות הקיטור והכנסתן לשימוש אורכת מספר ימים, בשל פרק הזמן הנדרש לחימום ולקירור דוד המים החמים, ממנו מופק הקיטור. לפיכך, לא ניתן "להתניע" תחנות אלו בהתאם לביקוש רגעי, והן משמשות לאספקת עומס הבסיס הקבוע.

את המענה לעלייה בביקוש לחשמל לאורך שעות היום, מספקות יחידות הייצור הסילונית,



תרשים 4. מדרג ההעמסה על פי סוג הדלק ביום שישי הביקוש בקיץ 2006. תחנות הפחם מספקות את עומס הבסיס, עם העליה בביקושים מופעלות תחנות הגז, המזוט ולבסוף הסולר. (מקור: דו"ח סטטיסטי של חברת החשמל, 2006)

המופעלות בסולר או בגז טבעי⁸. יעילותן של טורבינות אלו גדולה מאשר של אלו הקיטוריות, והן ניתנות להפעלה בהתראה של פרקי זמן קצרים ביותר.

יש לציין כי הטורבינות הסילוניות המצויות בשימוש חברת החשמל נועדו לשימוש בגז טבעי, אשר פליטת גזי החממה בתהליך שריפתו, כמו גם פליטת מזהמים נוספים, נמוכה ביחס לדלקים אחרים (לפיכך נחשב הגז הטבעי לדלק "נקי"). בשל העיכוב בהקמת תשתית הולכת הגז הטבעי, ובשל עיכובים באספקת הגז הטבעי ממזרים, מופעלות טורבינות אלו בחלקן

⁸ חלק מיחידות ייצור אלו פועלות במחזור-משולב (מחז"מ). טורבינות אלו דומות באופן פעולתן למנועי סילון, כאשר גזי הפליטה שלהן מנוצלים אף הם לחימום דוד מים ליצירת קיטור, המניע טורבינה נוספת (מכאן השם 'מחזור-משולב' היות ושתי הטורבינות משולבות באותו מחזור תרמודינמי)

בסולר ובמזוט, מן הדלקים המזהמים ביותר, הפולטים כמויות גדולות של גזי חממה ומזהמים נוספים בתהליך שריפתם.

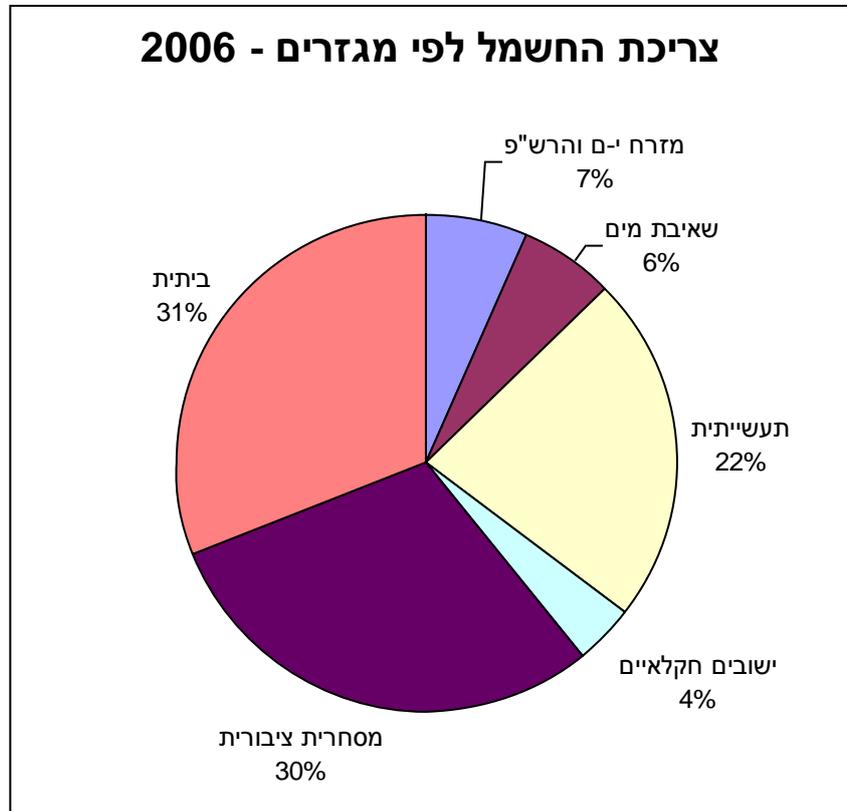
| סוג דלק | CO ₂ | SO ₂ | NO _x | חלקיקים PM |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|
| גז טבעי | 473 | 0.02 | 0.5 | 0.01 |
| מזוט | 729 | 2.3 | 1.3 | 0.15 |
| פחם | 873 | 2.5 | 2.5 | 0.08 |
| סולר במחזור משולב | 616 | 0.8 | 0.9 | 0.12 |
| סולר בטורבינות גז | 872 | 1.1 | 1.6 | 0.09 |

טבלה 1. פליטת מזהמים (גר' לקוט"ש מיוצר) לפי סוגי דלקים (מקור: דוח סביבתי של חברת חשמל, 2007)

בשעות שיא הביקוש לחשמל, לאחר שהופעלו כלל היחידות הקיטוריות והסילוניות, מוכנסות לשימוש טורבינות הסולר והמזוט, שיעילותן נמוכה ופליטת המזהמים שלהן גבוהה כאמור. עלות הפעלת טורבינות הסולר והמזוט גבוהה, ואינה מכוסה במלואה במחיר החשמל ולמעשה ניתן לומר כי החשמל המופק מהן מיוצר בהפסד.

טבלה מס' 1 מפרטת את רמת פליטות המזהמים השונים של הדלקים המשמשים לייצור חשמל בישראל, עבור קוט"ש אחד מיוצר. הטבלה מדגימה הבדלים משמעותיים בפליטת מזהמים בעת השימוש בדלקים שונים: ייצור חשמל באמצעות גז טבעי מביא לפליטת חלקיקים בהיקף נמוך פי 12 מכמות המזהמים הנפלטת כתוצאה משריפת סולר, ופי 15 מאלו הנפלטת השריפת מזוט. תכולת תחמוצות הגופרית (SO₂) בגז הטבעי קטנה עד כדי פי 125 מאשר זו שבפחם.

תרשים מס' 5 מתאר את התפלגות צריכת החשמל בישראל בחתך מגזרי, כאשר מגזר התעשייה, מגזר משקי הבית והמגזר המסחרי / ציבורי צורכים כל אחד כשליש מהביקוש הכולל לחשמל. מכאן, שההתמודדות עם בעיית שיא הביקוש צריכה להתמקד במגזרים אלו. חלק משמעותי מצריכת החשמל ומן הגידול בצריכה נובע מבזבז ומשימוש לא יעיל באנרגיה. יש לציין כי ניתן לביא לחסכון בצריכה זו, מבלי לגרום לפגיעה ברמת החיים או בסגנון החיים הנוכחי.



תרשים 5. התפלגות צריכת החשמל בחתך מגזרי: תעשייה, צריכהביתית והמגזר המסחרי/ציבורי מהווים את הנתח העיקרי בביקוש לחשמל, ולפיכך יש להתמקד בהם.
(מקור: עיבוד ע"פ דו"ח סטטיסטי של חברת החשמל, 2006)

התפתחות צריכת החשמל לפי מגזרים עיקריים, 1997-2007
1997=100

| שנה | צריכה שנתית | צריכה ביתית | צריכה מסחרית-ציבורית | צריכה תעשייתית |
|------|-------------|-------------|----------------------|----------------|
| 1997 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 1998 | 105 | 105 | 110 | 105 |
| 1999 | 110 | 110 | 120 | 105 |
| 2000 | 120 | 125 | 135 | 115 |
| 2001 | 125 | 130 | 145 | 115 |
| 2002 | 130 | 135 | 155 | 115 |
| 2003 | 135 | 140 | 165 | 120 |
| 2004 | 140 | 145 | 175 | 125 |
| 2005 | 145 | 150 | 185 | 130 |
| 2006 | 150 | 155 | 195 | 135 |
| 2007 | 160 | 160 | 205 | 140 |

תרשים 6. התפתחות צריכת החשמל לפי מגזרים עיקריים באופן יחסי לצריכה ב-1997. ניתן לראות כי הצמיחה הגבוהה ביותר היתה במגזר המסחרי-ציבורי, ולאחריו בצריכה הביתית.

(מקור: דו"ח סטטיסטי של חברת החשמל, 2007)

תרשים מס' 6 מציג את התפתחות צריכת החשמל בין השנים 1997 ל-2007, בחתך מגזרי, ובאופן יחסי להיקף הצריכה בשנת 1997. מן התרשים ניתן לראות כי הצמיחה בביקוש בשנים אלו מקורה בעיקר מגזר המסחרי-ציבורי, ולאחריו בצריכת החשמל במגזר הביתי. יש לציין כי מסקר שנערך בשנת 2004 עבור המשרד להגנת הסביבה⁹ עולה כי עיקר הגידול בביקוש לחשמל במשקי הבית ובמגזר המסחרי נובע מן הגידול המשמעותי בשימוש באמצעי מיזוג אוויר משנות ה-1990 ואילך.

השלכות השימוש בדלקים מחצביים

לשימוש בדלקים מחצביים (פוסיליים) להפקת אנרגיה השלכות שליליות על הסביבה, דוגמת פגיעה בבריאות הציבור ובתשתיות. עלותם של נזקים אלו מתווספת ל מחיר הדלקים ולעלות תפעול יחידות הייצור, ומכונה עלות 'חיצונית' שכן עלות זו, הנלוות לתהליכי ייצור והולכת החשמל, אינה כלולה במחיר אותו משלם הצרכן הסופי.

לדוגמה, נזק למבנה כתוצאה מפגיעת חלקיקים הנפלטים מארובות תחנת כוח סמוכה, אינו נכלל בצורה ישירה בתעריף החשמל. היות ושיפוץ המבנה יתבצע באופן נפרד ועל חשבון

⁹סקר מיזוג אוויר בישראל, פוטנציאל חיסקון ומדיניות מימוש, דר' אופירה איילון ואחרים, מוסד שמואל נאמן (2004).

http://www.neaman.org.il/publications/publication_item.asp?fid=590&parent_fid=490&iid=258

בעל הנכס (או משלם המיסים), מהווה עלות השיפוץ חלק מהעלות הכוללת למשק של ייצור החשמל.

ניתן לציין מספר תחומים המושפעים מייצור החשמל ומהווים עלות חיצונית לתהליך הייצור¹⁰:

1. **בריאות הציבור**: לייצור החשמל השפעות שליליות מובהקות על בריאות האדם. גזים שונים הנפלטים בתהליך שריפת הדלקים, כגון תחמוצות גפרית וחנקן, כמו גם חלקיקי פיח, נקשרו להשפעה שלילית על בריאות הציבור; תחמוצות הגפרית ותחמוצות החנקן נקשרו בבעיות נשימה בעוד שחלקיקי הפיח קשורים לעלייה בתחלואה בסרטן. יציין, כי לאספקת החשמל בשעות שיא הביקוש נודעת השפעה שלילית חזקה בהקשר זה, היות וייצור החשמל בשעות אלו מתבצע גם באמצעות טורבינות סולר מיושנות ומזהמות ביותר.
2. **פגיעה בתשתיות**: תחמוצות החנקן הנפלטות בתהליך ייצור החשמל גורמות לבלייה מואצת של מתכות ואילו תחמוצות הגפרית מביאות לעלייה בחומציות מי הגשמים ('גשם חומצי'). תופעות אלו גורמות להוצאה מוגדלת על תחזוקת מבנים ותשתיות.
3. **תהליך ההתחממות הגלובלית**: לייצור החשמל מדלקים מחצביים תרומה משמעותית למשבר האקלים ולהתחממות הגלובלית, בשל פליטת כמויות גדולות של פחמן דו חמצני, מתאן, וגזי חממה אחרים בתהליך שריפת הדלקים.

כאמור, מלבד ההשפעות החיצוניות השליליות של ייצור החשמל מדלקים מחצביים, כפי שפורטו לעיל, לצורך לתת מענה לביקוש הגבוה לחשמל בשעות השיא, השלכות נוספות וייחודיות דוגמת הצורך בשטחי קרקע נוספים להקמת מתקני ייצור חדשים, וניצול נמוך של ההון המושקע בהרחבת כושר הייצור.

מגבלות קרקע והון

הקצאת קרקעות לצורך הרחבת כושר הייצור מהווה מגבלה קשה על פיתוח משק החשמל. ישראל היא המדינה הצפופה במערב, מדינה קטנה העניה במשאבי קרקע, ואילו הקמת תחנות כוח חדשות מצריכה שטחי קרקע נרחבים, עובדה ההופכת את סוגיית הקרקע למהותית בהקשר זה.

מאז קום המדינה, התמקדה התפיסה השלטת בתכנון מערך ייצור החשמל בישראל בצורך לתת מענה מובטח ואמין לביקוש לחשמל במשק, בכל היקף ובכל זמן נתון. הגידול בביקוש לחשמל נתפס כמשתנה כלכלי-חברתי בלתי תלוי (ואף חיובי) אשר לכאורה "אינו מעניינו" של מתכנן משק החשמל.

¹⁰ לפרוט נוסף ראו "עלויות חיצוניות לייצור אנרגיה", דו"ד שוגרמן, משרד התשתיות (2000), וכן "עלויות חיצוניות של זיהום אוויר מייצור אנרגיה (חשמל) בישראל- דוח סופי 01/09/08", ניר קדמי ואחרים, משרד הגנת הסביבה (2008), http://www.sviva.gov.il/bin/en.jsp?enPage=BlankPage&enDisplay=view&enDispWhat=Object&enDispWho=Articals^11323&enZone=External_costs

הנגזרת המיידית של תפיסה תכנונית זו הינה כי על כושר הייצור המותקן לחשמל , לאפשר מענה תמידי לשיאי הביקוש החזויים.

תכנון משק החשמל של ישראל מתבצע לפרק זמן עתידי של כעשור . לפיכך, חייב כושר הייצור המתוכנן לתת מענה לאומדני הצריכה הגבוהים ביותר החזויים לשעות השיא בטווח שנים זה, משמע הקמת יחידות ייצור חדשות בהיקף המירבי על פי הביקוש החזוי . בנוסף, תכנון המשק מחייב הוספת כושר ייצור אף מעבר לזה הנדרש על מנת לעמוד בשיא הביקוש , אשר יהיה זמין כחלופה לחלק מוגדר מכושר הייצור הקיים, בזמן תקלה טכנית, בעת השבתת יחידות ייצור לצורך תחזוקה שוטפת או בשל מגבלות אחרות (עתודה טכנית).

כאמור, תחזית הביקוש לחשמל בישראל בשני העשורים הקרובים , צופה גידול של כ- 50% בביקוש בעשור הקרוב , וגידול של כ- 100% בביקוש בתוך כ- 20 שנה (כאשר בתרחיש הקיצוני יותר , היקף הביקוש החזוי אף כפול מזה) . מכאן, שמדינת ישראל תאלץ לאתר ולהקצות משאבי קרקע בהיקף דומה לזה המשמש את מתקני ייצור החשמל הקיימים . זאת, על מנת לאפשר את הרחבת כושר הייצור ועמידה בביקושים החזויים , כמו גם להבטיח עתודה טכנית.

נוסף ונציין כי על פי תכנון משק החשמל כיום , משיקולים אסטרטגיים של זמינות הדלקים המיובאים, מופק עומס הבסיס בייצור החשמל בעיקר מתחנות כח פחמיות . תחנות אלו מבוססות על קירור במים , ולפיכך ניתן להקימן על חוף הים בלבד . מכאן, שחלק משמעותי מעתודות הקרקע אשר ידרשו בעתיד לצורך הקמת תחנות כוח חדשות , מצויות בשטחי חוף יקרי מציאות.

שטחי הקרקע המצויים בקרבת התחנות הכוח הקיימות של חברת החשמל מוגדרים כיום כשטחים מופרים, ולכאורה ניתן יהיה בעתיד להקים בשטחים אלו תחנות כוח חדשות ללא צורך בהפרת שטחי קרקע נוספים , **אולם הדרישה להכפלת כושר ייצור החשמל בכל 20 שנים אינה בת-קיימא בעליל**, ובטווח זמן של כעשור עד שניים, ימוצו שטחים אלו והקמת יחידות ייצור חדשות תוכל להתבצע רק בסמוך למקומות יישוב , תוך גרימת מפגעים סביבתיים וחברתיים.

המחסור בעתודות קרקע בישראל, לצורך הקמת מתקני ייצור חשמל חדשים עשוי להיות אף חריף יותר. ההשלכות הסביבתיות השליליות של השימוש בדלקים פוסיליים לייצור חשמל והמגמה העולמית לצמצום פליטת גזי החממה כתוצאה משריפת דלקים אלו , מחייבת את ישראל להגדיל את חלקה היחסי של האנרגיה המתחדשת – ובעיקר אנרגיה סולארית - בתמהיל הדלקים. שטח הקרקע הבלתי-הממוצע הנדרש לפיתוח כושר ייצור של קוט "ש בודד על בסיס מקור אנרגיה בת-קיימא מתחדשת, גדול בהרבה מן השטח הנדרש להקמת כושר ייצור זהה באמצעות מתקני ייצור פוסיליים, וזאת כשמדובר במתקני ייצור מרוכזים.¹¹

¹¹ בכדי לייצר 1,000 מגו"ט בדלקים מחצביים יש צורך בקמ"ר אחד, ע"פ הערכה גסה, בעוד שהפקת חשמל בהיקף דומה ממתקנים סולריים מרוכזים מצריכה כ-20 קמ"ר. להרחבה, ראו: "אנרגיה חלופית ושטחים

ניצול ההון המושקע במערכת ייצור החשמל

התפיסה הגורסת כי יש לספק את הביקוש לחשמל בכל רגע נתון , ובכלל זה שעות השיא , משליכה גם על נושא ניצול ההון המושקע במשק החשמל בישראל . העובדה שבחלק משמעותי מיחידות ייצור החשמל , נעשה שימוש לפרקי זמן קצרים ביותר במהלך השנה , וזאת על מנת לתת מענה לשיא הביקוש לחשמל בלבד , מביאה לניצול נמוך של ההון המושקע: שטחי האדמה נלקחו , יחידות הייצור נרכשו , הוקמו , ומתוחזקות בהשקעה כספית אדירה למשק , כל זאת בהמתנה לשעות העומס הספורות , כאשר הון זה מנוצל ביתרת הזמן .

מכאן שהתפלגות עקומת הביקוש לחשמל מביאה לבזבז אדיר של משאבים לאומיים . "יישור" עקומת הביקוש והסטת העומסים משעות השיא לשעות שפל , מאפשר היה לניצול יעיל יותר של ההון , ומפחית את עלויות ייצור החשמל הריאליות בישראל .

בידודה הפוליטי של ישראל בהיבט הסחר בחשמל

באזורים רבים בעולם מתקיימות כיום רשתות ענפות של סחר בחשמל בין מדינות , החוצה גבולות לאומיים , כאשר מדינות רבות רוכשות חשמל משכנותיהן או מוכרת להן חשמל , ע"פ הביקוש . רשתיות זו מקנה גמישות רבה מאוד בהיבט התכנון הפיסי של תשתית ייצור והולכת החשמל , ומתן מענה לביקושי השיא ..

ואולם ישראל , המוגבלת כאמור ביכולתה להרחיב את כושר ייצור החשמל בשל מחסור במשאבי קרקע נעדרת כל קשרי סחר בחשמל עם שכנותיה . בקרב קובעי המדיניות רווחת ההנחה המדינית כי בעתיד הנראה לעין , קלושים הסיכויים להקים מערכת סחר בחשמל עם מדינות האזור . זאת , על אף עתודות קרקע הגדולות המצויות , בעיקר בסיני ובמדבר הירדני , אשר היו יכולות לשמש לסחר מעין זה .

משמעויות

1. בשני העשורים הקרובים , תדרש ישראל להקצות שטחי קרקע בהיקפים עצומים בתוך גבולותיה שלה , לצורך הקמת מתקנים לייצור חשמל . זאת , בשל הצורך להדביק את הצריכה הגוברת , ובפרט בכדי להבטיח אמינות אספקה מוחלטת בשעות שיא הביקוש הספורות .
2. זמינותן של קרקעות בהיקף כזה בתוך ישראל נתונה בספק גדול , ולמעשה התרבו בשנים האחרונות סימנים להתגברות הקשיים הסטטוטוריים באיתור קרקעות לצורך זה .
3. קיים אפוא סיכון ממשי ומחריף לכך , שהמשק הישראלי יימצא במשבר מערכתי בתחום אספקת האנרגיה .

נזקיו ומחיריו של אותו משבר צפוי - אם שלא יטופל כראוי על ידי מתכנני מדיניות האנרגיה של ישראל - כוללים:

4. נגיסה בשטחים פתוחים בעלי ערכים סביבתיים, חברתיים וכלכליים גבוהים - לצורך הקמת מתקנים לייצור חשמל.
 5. ירידה באיכות החיים במרחבים שונים, הן בשל התערות ויזואלית, תדמית של "חצר אחורית" בישובים קרובים למתקנים, נזקי רעש וסכנות בריאותיות.
 6. הפסקות חשמל בלתי מבוקרות ומת ארכות בשעות שיא הביקוש, שיסבו נזק כלכלי כבד למשק, יגרמו תסכול רב בציבור ואף עלולות לגרום לפגיעה בגוף ובנפש.
- לפיכך, יש צורך קריטי בגיבוש אסטרטגיה לטיפול במשבר זה, המאיים על יציבות מערכת החשמל של ישראל. להלן נבחן מספר נקודות מוצא, אשר עשויות לאפשר את ההתמודדות עם משבר זה.

פרוט הפתרונות האפשריים

ישנם מספר פתרונות אפשריים למצב המשברי שתואר:

1. צמצום ההשפעות החיצוניות של תהליכי ייצור החשמל: מעבר לשימוש בדלקים נקיים יותר, שימוש באמצעי סינון מתקדמים של גזי הפליטה, ומעבר לשימוש באנרגיה מתחדשת בת-קיימא - כל אלו יכולים לתרום לצמצום ההשפעות החיצוניות הנלוות לייצור החשמל בישראל. ואולם, לתהליכים אלו נלוות מספר השלכות בהן עלייה במחיר החשמל - ובכך השפעה רוחבית על המשק הישראלי ועל כושר התחרותיות של הכלכלה הלאומית בשווקים הגלובאליים, ובנוסף, שימוש באנרגיות מתחדשות יגרום עלייה בצרכי הקרקע, וכך נחמיר את מצוקת הקרקע הקשורה בתשתיות אנרגיה.
2. איתור עתודות קרקע נוספות, ובהיקף משמעותי, לצורך הקמת אתרי ייצור חדשים, באופן שיאפשר פיתוח מערך ייצור בעל הספק מרבי, התואם את ביקושי השיא החזויים לחשמל. היות ומדובר בשטחי קרקע בהיקף כפול מזה המשמש כיום לייצור חשמל, ואף יותר מכך, אשר בחלקו יהיה מצוי על חוף הים), הנסיון לנצל שטחי קרקע מופרים להקמת מתקני ייצור כמו גם גגות מבנים לייצור חשמל מתאים פוטו-וולטאים, לא יוכל לספק את הביקוש. פתרון הגיוני לבעיה הינו יצירת יחסי סחר בחשמל עם המדינות השכנות על מנת לאפשר שימוש בשטחים זמינים שברשותן (סיני, המדבר הירדני) לצורך הקמת מתקני ייצור חשמל, אשר בחלקו יימכר גם לישראל. פתרון זה תלוי בגורמים חיצוניים רבים, שבעיקרם התפתחות אווירה גיאופוליטית ומדינית שתאפשר זאת, גורמים שהדיון בהם חורג ממסגרת דו"ח זה.
3. הורדת ביקושי השיא לחשמל בישראל באמצעות התייעלות אנרגטית, חסכון והסטת עומסים משעות שיא הביקוש לשעות השפל.

הגורמים הממשלתיים האמונים על תכנון ויישום מדיניות האנרגיה בישראל חייבים להבטיח כי יישמר לאורך שנים ארוכות איזון מושכל בין הצורך לספק אנרגיה חשמלית אמינה ובטוחה

למשק, ובין מחירה הסביבתי של מדיניות זו. המתח המחריף בין הביקושים העולים¹² לבין משאבי קרקע וסביבה האוזלים צפוי להמשיך ולהוות א תגר למשק החשמל של ישראל, לאורך שנים ודורות.

פתרון בעיות אלו מחייב גישה מושכלת, אשר תעלה את משק האנרגיה של ישראל על פסים של **פיתוח בר-קיימא**. ההכרה בחשיבות תפיסת הקיימות הולכת ומשרישה בעולם המפותח, והיא מחויבת המציאות. אין ספק, כי פעולה משולבת בשלושת המישורים שצויינו לעיל, תתרום להעלאת ישראל על מסלול הקיימות, לפחות בכל הקשור לתחום האנרגיה ושימור השטחים הפתוחים.

הורדת ביקושי השיא

לאור האמור לעיל, ישנו הכרח ברור ואקוטי, לפעול על מנת ל הוריד את הביקוש לחשמל בישראל, ובפרט, – **להורדת שיא הביקושים**.

יש להבהיר כי ישנה חשיבות רבה לכשעצמה, גם להורדת הביקוש הכולל לחשמל, על מנת לצמצם את זיהום הסביבה והשגת חסכון כלכלי. אולם, בזבז הקרקע וההון, כמו גם הזיהום הרב הנגרם עקב הפעלת יחידות הייצור בסולר ומזוט, הם תוצרים של המענה הניתן בשעות שיא הביקוש לחשמל. ניתן להשיג חסכון במשאבים אלו בעיקר באמצעות צעדים להורדת ביקושי השיא.

ניתן לחלק את השיטות לצמצום הביקוש לחשמל בשעות השיא למספר קטגוריות:

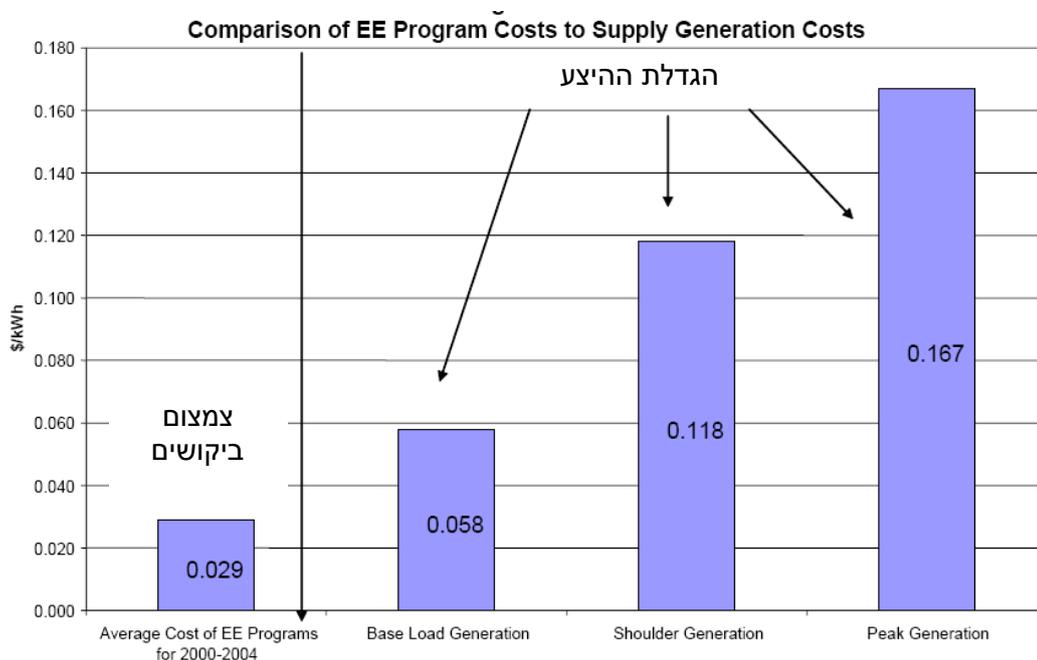
1. **התייעלות אנרגטית** – הורדת עקומת הביקוש לכל אורכה, לדוגמה, באמצעות עידוד השימוש במכשירי חשמל יעילים או בבחינה מתמדת של הצרכים מול התוצרים של מכשירי החשמל. מערכות לניהול מבנים (Building management systems) הן דוגמא למערכת דינאמית המתאימה בכל רגע את עוצמות המיזוג, התאורה, החימום, השאיבה, וכד' לצרכים הנקודתיים, ובכך מאפשרת צמצום בצריכת האנרגיה הכוללת של הבניין בכל שעות היום. המוקד בהתייעלות אנרגטית הוא בצמצום צריכת האנרגיה ולכן ההתייעלות נמדדת ביחידות אנרגיה, דהיינו קוט"ש. כאמור, עיקר המשבר נסוב סביב שיאי הביקוש ולכן נתמקד בדו"ח זה בהסטת העומסים משיאי הביקוש, ולא בהתייעלות אנרגטית כללית.
2. **הסטת עומסים** – העברת ביקוש משעות שיא הצריכה לשעות פחות עמוסות, בכך ממותנת עקומת הביקוש ובהתאם ממותנות הבעיות שנמנו לעיל. המיקוד בהסטת עומסים הינו בביקוש השיא הנמדד ביחידות הספק, אי לכך הסטת עומסים תימדד ביחידות הספק, דהיינו קילו"ווט או מג"ווט. נהוג להבדיל בין שתי שיטות עיקריות להסטת עומסים:

¹² יש לציין שלחברה הישראלית יש עניין רב בהמשך המגמות שבגינן עולים הביקושים – עלייה ברמת החיים וגידול האוכלוסייה – אף על פי שבטווח הארוך מגמות אלה אינן בנות-קיימא

א. **ניהול ביקושים** – Demand Side Management (DSM). ביטול הדרישה לחשמל בשעות העומס, למשל באמצעות הפעלת גנר אטורים הקיימים בחצרות מפעלי תעשייה. ניהול הביקושים נעשה באמצעים עקיפים, דהיינו דרך תמריצים ותעריפים.

ב. **תגובה לביקושים** – Demand Response (DR). סוג דינאמי של ניהול ביקושים בו גוף חיצוני (ספק האנרגיה או חברת ESCO) שולט באופן ישיר על צרכני החשמל ויכול לנתק עומסים לא קריטיים בשעות העומס. כך, למשל, יכולה חברת חשמל לחבר אמצעים לא קריטיים, כגון מכונת כביסה, לקו נפרד, אותו ניתן לנתק מרחוק בשעת העומס.

בכדי שההתייחסות למנגנונים לצמצום הביקושים תהיה משמעותית, יש לראות מנגנונים אלו כ"מקור אנרגיה" בפני עצמו. אם הבעיה היא לגשר על הפער בין הביקוש להיצע, הרי שבניית תחנת כוח מגדילה את ההיצע, בעוד המנגנונים הנ"ל לצמצום ביקושים מאפשרים להגדיל את ההפרש בין ביקוש להיצע מבלי להגדיל את כושר הייצור. תוכניות התייעלות וניהול ביקושים בד"כ זולות יותר מאשר הקמת תחנות כוח בהספק דומה (הניסיון בארה"ב מצביע על עלות של \$0.03 לקוט"ש 'מיוצר' בהתייעלות אנרגטית או ניהול ביקושים, לעומת \$0.06-0.17 לקוט"ש בתחנות כוח קונבנציונליות, ראו תרשים 7), הן מורידות את צריכת הדלקים ופליטות הגזים וניתן להפעילן תוך זמן קצר. אמצעים אלו הכרחיים, בייחוד אם מתייחסים ברצינות להתחייבות עתידית של מדינת ישראל להצטרף למאמץ העולמי לצמצום פליטות הפחמן.



תרשים 7 – השוואת עלות ייצור החשמל בעומסי מערכת שונים, אל מול עלות ההשקעה בפרויקטים של התייעלות אנרגטית, קרי עלות קוט"ש שנחסך הצורך לייצור.

מקור: Funding and energy savings from investor owned utility energy efficiency programs in California: <http://www.aceee.org/conf/07ee/ROSENFELD.pdf>

נבחין כי הקבוצות השונות מתאפיינות באמצעי מדיניות שונים: התייעלות אנרגטית נקבעת בחוקים, תקנות ותקנים, מנגנוני ניהול הביקושים נשלטים בעיקר באמצעות תעריפי החשמל,

ומנגנוני התגובה לביקושים נוצרים כאשר קיים **שוק לחיסכון בחשמל**. בהתאם לכך מחולקות גם גזרות האחריות – משרד התשתיות הלאומיות מטפל בחוקים, התקנות והתקנים, ולכן אחראי על נושא ההתייעלות, בעוד הרשות לשירותים ציבוריים - חשמל אחראית לקביעת התעריפים הן לחשמל והן לחיסכון בחשמל, ולכן אמורה לטפל במנגנוני הסטת העומסים.

נושא ההתייעלות האנרגטית נמצא בטיפול, ולאחרונה אף הוגש דו"ח רחב יריעה לממשלה על האפשרויות להתייעלות אנרגטית בישראל (אם כי יישומו מתנהל באיטיות והתקצוב נמוך מהדרוש). מאידך, הטיפול בהסטת העומסים וניהול הביקושים (הרלוונטיים לטיפול בשיאי הביקוש) נופל בין הכיסאות ואינו מקודם בממשלה – משרד התשתיות אינו עוסק בכך כאמור, ואילו מנהל החשמל והרשות לשירותים ציבוריים-חשמל מטפלים בנושא באופן מינורי (ראו סקירה של התכניות הקיימות כיום והבעיות הכרוכות בהן, להלן). **זוהי מכשלה מהותית בדרך לטיפול בשיאי הביקוש ויש להסדיר תחום אחריות זה בכדי שהמלצות דו"ח זה תהיינה אפקטיביות.**

את הפיתרונות ניתן לחלק גם על פי משך הזמן ליישום: מידי, בינוני, וטווח ארוך. בכדי לפתור את המחסור הנוכחי בחשמל יש להתמקד בפתרונות לטווח הקצר, אך חייבים במקביל להתחיל ליישם גם את הפתרונות לטווחים הבינוני והארוך, אחרת נעמוד שוב בפני שוקת שבורה בעוד שנים ספורות.

המטרה המיידית: הפחתת הביקושים בשעות השיא (צהרי הימים החמים בשנה, וערבי הימים הקרים בשנה). באופן תיאורטי הפחתת הביקושים בשיא נעשית באמצעות מנגנונים של ניהול ביקושים והסטת עומסים. אך אמצעים אלו דורשים בדרך כלל חקיקה ותקינה מורכבות האורכות זמן רב. בכדי לטפל במצב החמור בישראל כדאי גם להפעיל מספר מנגנונים של התייעלות אנרגטית כללית, הפועלים גם בשעות העומס וגם בשעות השפל. יש להתמקד במנגנונים הניתנים ליישום **במהירות ובהשקעה יחסית נמוכה**, וכך לתת מענה מידי למשבר. היות ושיאי הצריכה קשורים בשימוש מוגבר במזגנים (קירור בקיץ וחימום בחורף), הרי שמיקוד בהתייעלות אנרגטית במיזוג יביא לשיפור בעיקר בשעות שיא הצריכה.

יתרונות נוספים – הפחתת הביקושים בשעות השיא, והתייעלות אנרגטית בכלל, יביאו למשק יעיל יותר, המייצר יותר בפחות תשומות, יקל לחצים פוליטיים וכלכליים בתקופה בה מחירי הדלקים תנודתיים, ויתמוך בפיתוח שוק מקומי לטכנולוגיות התייעלות, שוק שימצא קונים רבים בעולם.¹³

יש לציין כי לעיתים קיימת סתירה בין התייעלות אנרגטית והסטת עומסים משעות השיא. למנגנונים מסוימים של הסטת עומסים יש מחיר אנרגטי – למשל, לתהליך אגירת קור בקרח

¹³ בארה"ב בלבד עמד שוק ההתייעלות האנרגטית ב-2004 על 300 מיליארד דולר, כאשר הצפי ל-2030 הוא של 700 מיליארד דולר. ראו: "The Size of the U.S. Energy Efficiency Market: Generating a More Complete Picture" (2008) ACEEE.

<http://aceee.org/pubs/e083.pdf?CFID=3164052&CFTOKEN=68926070>

(הפיכת מים לקרח בשעות השפל , ושימוש בקרח למיזוג בשעות השיא) יש איבודי חום הגורמים לכך שצריכת החשמל הכוללת תהיה גבוהה יותר מאשר במערכת מיזוג רגילה.

פרק ב: כלי מדיניות קיימים בישראל

ישנם מספר כשלי שוק בתחום האנרגיה, אך עם מספר תקנות רגולטוריות ניתן להפוך כשלים אלו לתמריצים ולדרבן פירמות בשוק להפוך לסוכנים אקטיביים הגורמים לצמצום הביקוש, הן בהתייעלות אנרגטית כללית, והן בניהול הביקושים והסטתם משעות העומס.

להלן פרוט ההסדרים הנוכחיים המוצעים כיום על ידי הרשות לשירותים לאומיים ציבוריים - חשמל להסטת עומסים:

פסגה ניידת

פסגה ניידת הוא תעריף בו המחיר לאספקת החשמל במהלך 100 שעות שנתיות בהן עומס החשמל כבד ביותר, גבוה מאוד – פי 3.5 מתעריף הפסגה הרגיל. בתמורה הלקוח זוכה בהנחה במחיר החשמל בשעות הפסגה והגבע בשאר השנה. ספק החשמל יתריע בפני הצרכן 4 שעות מראש על עליית התעריפים, והפעלתם ימשך לא יותר מ- 4 שעות רצופות. מחיר כל קוט"ש במהלך הפסגה הניידת נקבע מראש על בסיס ממוצע העלויות השוליות ב- 100 השעות הקשות ביותר בשנה.

הסדר זה הופעל לראשונה בגל הקור בינואר 2008.

צרכן שיפחית את השימוש בחשמל בשעות השיא יקבל הנחה של 10% מהתעריף (היה 4% עד ינואר 2008), צרכן שיפסיק לחלוטין את הצריכה בשעות העומס יקבל הנחה של 12%. צרכן שיבקש להיכלל בהסדר אך לא יעמוד בו ייקנס ב-2%.

השלה יזומה (הסדר דיזל גנראטורים)

הסדר זה מבוסס על הפעלה של גנראטורים פרטיים בשעות העומס, בתמורה מזוכה הלקוח על-ידי חברת החשמל עבור כל קוט"ש מיוצר, בהתאם לתעריפי שעות המפורסמים באתר האינטרנט של חברת החשמל 24 שעות מראש.

בנוסף, חברת החשמל מחזיקה את הזכות להורות לצרכן להפעיל את הגנראטור בהתראה של ארבע שעות מראש. זכות זו תתאפשר בהיקף של עד 100 שעות שנתיות, שבמהלכן יקבל הלקוח תעריף תמריץ גבוה במיוחד המחושב לפי עלות שולית בגובה 45 סנט לקוט"ש.

יש לשים לב כי הסדר זה, על אף שהוא מאפשר צמצום שיא הביקוש, ואף גורם לניצול טוב יותר של ההון במשק (שימוש בגנראטורים שגם כך נמצאים בחצרות המפעלים), הרי יש לו השפעות שליליות מבחינת איכות הסביבה. הגנראטורים יוצרים מפגעי רעש, והם מונעים בסולר, שהוא דלק מזהם בפני עצמו, ובנוסף לכך תחזוקת לקויה של הגנראטורים יכולה להביא לפליטה מוגברת של מזהמים. בעיה נוספת בהסדר זה היא כי אין מגבלה על הפעלת

הגנראטורים אך ורק ב-100 השעות הקריטיות בשנה ותמחור לקוי של הזיכוי לקוט "ש מביא צרכנים להפעיל גנראטורים מאות שעות בשנה ובכך לגרוף רווח כלכלי על חשבון ציבור צרכני החשמל (הזיכוי על הפעלת הגנראטור מ גולם במחיר הקוט "ש שכל הצרכנים משלמים), ולפלוט זיהום מיותר.

השלת עומסים באמצעות ממסרי תת-תדר

זהו מנגנון במודל 'תגובה לביקושים' בו חברת החשמל יכולה לנתק מרחוק ובאופן אוטומטי צרכנים שרשומים בהסדר. בעיקרון הסדר זה אינו בא לצמצום הביקושים אלא כמענה לשינוי מהיר בעומסים על רשת החשמל הגורמים לשינוי תדר הגנראטורים. הניתוק הינו לזמן קצר בלבד, המספיק למנהל המערכת לאזן מחדש את הרשת על פי העומסים החדשים.

לקוחות המצטרפים להסדר השלת העומסים מוכנים להיות מושלים באופן אוטומטי מאספקת החשמל בעדיפות ראשונה, כאשר נוצרת חריגה בתדר במערכת. בתמורה הם נהנים מהנחה בתעריף החשמל החל עליהם. ההשלה מתבצעת באופן אוטומטי וללא התראה, בכל פעם שהתדר במערכת יורד מתחת לרמה מסוימות, באמצעות ממסרים המותקנים ללקוחות בהסדר. בתמורה הלקוח נהנה מהנחה של 3% בתעריף החשמל על כל הצריכה שלו, ומהבטחה כי לא יהיו במתקנו יותר מ-600 דקות אי אספקה בשנה (כולל ההשלות במסגרת ההסכם, לא כולל הפסקות מתוכננות).

המטרה היא לצרף כ-600 מגו"ט בהסכם, היקף זה יבטיח שלא יתבצעו עוד השלות קווים אקראיות בשל ירידת תדר במערכת.

תעריף עומס וזמן

הסדר תעריף עומס וזמן (תעו"ז) מאפשר לגבות מהצרכנים את העלות האמיתית של ייצור החשמל בשעות השונות של היום. הסדר זה מהווה את המנגנון הבסיסי לתמרוץ כלכלי של העברת ביקושים משעות השיא לשפל, אך ההסדר אינו מיועד להסטת הביקושים אלא לחיוב מדויק כלכלית של הצרכנים בעלויות הייצור. היות וכך, תחשיב התעריף ומקבצו השעות נעשים על פי עלויות הייצור ולא כהיטל המיועד להסטת הביקושים. תעריפי התעו"ז חלים באופן מחייב על כל הלקוחות במתח- עליון ובמתח- גבוה ועל לקוחות במתח- נמוך שצריכת החשמל השנתית שלהם גבוהה מ-60,000 קוט"ש (תנאים אלו מכסים את הצרכנים הגורמים לכ-50% מהביקושים לחשמל,¹⁴ וכיום ישנו מהלך להוריד את סף הצריכה השנתית בכדי להרחיב את תחולת תעריף החובה). היות וכך משקי הבית אינם מחויבים בשימוש בתעו"ז, בגלל שתעריף תעו"ז אינו כדאי כלכלית לרוב משקי הבית רק מיעוט מבקשים לעבור לתעריף זה. מעבר לכך, השתת עלות התקנת מונה התעו"ז על חלק מהצרכנים¹⁵, ותשלום חדשי גבוה במעט עבור תעו"ז¹⁶, מהווים סף כניסה, ולו רק פסיכולוגי, המרתיע חלק

¹⁴ ראו "ניהול ביקושים (DSM) ואספקה, סיכום והמלצות דיון, פורום האנרגיה מס' 8", מוסד שמואל נאמן (2007). <http://neaman.org.il/NeamanHeb/UpLoadFiles/DGGallery/8122918364.pdf>

¹⁵ באם שעון החשמל נמצא בתוך הדירה, על הצרכן להעתיקו, על חשבוננו, אל מחוץ לדירה.

¹⁶ לצרכן ביתי תשלום חדשי קבוע בסך 15.12 שח, בעוד לצרכן תעו"ז התשלום הקבוע בסך 21.30 (אתר חברת חשמל)

מהמשתתפים הפוטנציאליים. יש לשקול שינוי התקנות כך שהמחיר לצרכן של התקנת מונה תעו"ז תהיה אפס ולא יהיו הבדלים בתשלום החודשי הקבוע, וזאת מתוך הבנה שהחיסכון למשק מקזז תוך זמן קצר את הפרש העלויות.

כשלים בהסדרים הנוכחיים

ההסדרים הנוכחיים לא עומדים ביעדי החדירה. בהסדרי השלם העומסים השונים ישנם 480 מגו"ט¹⁷ בעוד היעד הוא 1,000 (600 בממסרי תת תדר ועוד 400 בפסגה ניידת והסדר גנראטורים¹⁸), ותעו"ז ברירתי למשקי הבית כמעט ואינו קיים. להלן נפרט את הכשלים שזוהו בהסדרים הנוכחיים:

בעיה טכנית – הסדר פסגה ניידת ניתן בהתראה של 4 שעות מראש. זו התראה קצרה מידי עבור מפעלי תעשייה רבים. התראה ארוכה יותר (8 שעות), או הסדר בשתי מדרגות זמן, 4 שעות בהנחה גדולה על התעריף, ו-8 שעות בהנחה קטנה יותר, יאפשרו למפעלים נוספים להצטרף להסדר.

השלם עומסים יזומה – מטרתה להפחית הספק בשעות שיא הביקוש, אך התמחור נעשה לקוט"ש. מכאן שהכלי אינו מתאים למטרה – כפי שצוין לעיל, הספק נמדד בקו"ט או מגו"ט, ולכן יש לתמחר את ההסדר על פי ההורדה **בהספק** המבוקש ולא **בכמות החשמל** שנחסכה כפי שנמדדה בקוט"ש. פיתרון אפשרי הוא הכנסה של שיא הביקוש כחלק מחישוב חשבון החשמל (למשל: שיא הביקוש כפי שנמדד בשעות הפסגה באותו החודש X תעריף שיא הביקוש). התעריף יבוא על חשבון מרכיבים אחרים בחשבון החשמל, כך שסה"כ תעריפי החשמל לא יעלו. יש הגיון כלכלי בתמחור זה – מחיר כמות החשמל מכסה את עלויות הייצור השוטפות, ואילו מחיר שיא הביקוש מטרתו לכסות את עלויות ההון להקמת יחידות ייצור חדשות.

בעיית שיווק – אין מספיק הבנה של ההסדרים בקרב קהל היעד. הפיתרון: פישוט התהליכים ומהלך הסברתי. הסדר התעו"ז הביתי, למשל, מורכב מידי (ישנם 9 שעותונים שונים ל-9 מחירים לחשמל...), כך שאזרח מן השורה מתייאש עוד לפני שבחן את כדאיות ההסדר. כיום נעשה תהליך חשיבה במסגרתו הסדר התעו"ז למשקי הבית יהפוך פשוט יותר. יש ללוות מהלך זה במסע פרסום בקרב מצטרפים פוטנציאליים כדי לנצל פלח שוק זה.

¹⁷ ראו דוח מבקר המדינה, 59 לב לשנת 2008, פרק משרד התשתיות, עמ' 1217.

¹⁸ מתוך "ניהול עומס בצד הביקוש", ישראל מובשביץ. הוצג בפני פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן (2007). ftp://132.68.13.3/events/energy_forum/26.12.07/movshowich.pdf

פרק ג: פתרונות מוצעים

בפרק זה נביא הצעות לפתרונות, אמצעים נוספים כפי שאפשר ללמוד מהניסיון בחו"ל.

הסברה וחינוך

ניתן להשיג חיסכון ניכר בצריכת החשמל בשעות השיא באמצעים פשוטים כגון כיבוי מזגנים ואורות ביציאה מחדר או ממשד , שימוש מושכל בתרמוסטט המזגן לטמפרטורה ממוצעת שאינה קרה או חמה מידי, וכד'. מערך הסברה וחינוך לאומי למען התייעלות אנרגטית והסטת עומסים יכול להבהיר את נקודות הכשל ולגייס את הציבור לצמצום הבזבז.

במסגרת צריכת החשמל ישנו חלק לא זניח שהוא בזבזני ושניתן בעליל לוותר עליו בלא שתהיה כרוכה בכך פגיעה משמעותית באיכות החיים , באינטרסים עסקיים , וברמת השירותים לציבור . יותר מכך : בדרך כלל ההימנעות מהצריכה הבזבזנית מביאה תועלת כלכלית ועסקית ברורה, בין אם מדובר בעסק תעשייתי ומסחרי ובין את מדובר במשק בית.

המייצגים העיקריים של סוגי צריכה כזו הם הפעלת תאורה לא הכרחית באמצעו של יום בהיר; מיזוג אוויר מיותר או מוכוון לטמפרטורות מוגזמות ; הפעלת ציוד טכני , תעשייתי ולוגיסטי לא נחוץ בשעות העומס , כשאינו מתוחזק ליעילות אופטימלית , או בלא מיצוי מלוא קיבולתו; אחזקת מערכות מחשוב ותקשורת בעלות שימוש מוגבל או נדיר במצב דלוק; ועוד.

מכאן שמסע שכנוע תקשורתי- ציבורי רחב, מלווה באמצעי הסברה חכמים , הפונה גם לרגשי ההזדהות החברתית ולמצפון הקולקטיבי , והמכוון לגרום לצרכנים להיות ערים לאפשרויות היותר על צריכה מסוג זה יכול להביא שיפור מידי בשימוש בחשמל ברחבי הארץ , עד כדי ירידה של 15%.¹⁹ כל מה שדרוש כאן מצד הצרכן הינו מודעות, רצון ומיומנות אנושית. הכרה גם בערך הכלכלי הלא זניח של פעולה זו יכולה לחזק את המוטיבציה לפעול.

נכון הוא, כי בציבור מורגשת בדרך כלל התייחסות צינית וספקנית כלפי הצעות הנשענות על התגייסות וולונטרית של המונים למען מטרה חברתית , והמנסות לפנות אל רגשות מצפון קולקטיבי. הצעות כאלו נדחות בדרך כלל כבלתי סבירות וחסרות תוחלת . **אנו איננו סבורים כי ספקנות זו מוצדקת מראשיתה** : פעולה תקשורתית רחבת היקף ומתוכננת היטב ובאופן מקצועי עשויה להביא לשינויים בדפוסי התנהגות בכיוונים המוצגים כאן . אנו סבורים כי מסע שכנוע תקשורתי עשוי ובנוי נכון יוכל להביא הישגים ניכרים - להערכתנו עד כ - 10% ירידה בביקושי השיא.

יש עוד להדגיש , כי הסיכוי לחולל שינוי התנהגותי הוא גבוה מאוד במיוחד בארגונים גדולים , חברות היי-טק, מרכזי קניות ומסחר , מפעלי תעשייה , חברות מסחריות, מוסדות ציבור וכד'. זאת, משום שהדרך לחולל שינוי זה אצל צרכנים כאלה איננה כרוכה בפניה ישירה אל

¹⁹ לדוגמא, בדוח שהוגש ל-DOE נמצא כי משקי הבית יכולים לצמצם את ביקושי החשמל בכ-15% אך ורק כתוצאה מהתקנת מונה זמן אמת ושינוי ההתנהגות שנגרם בשל התצוגה המעודכנת. ראו " Pilot Evaluation of Energy Savings from Residential Energy Demand Feedback Devices", Danny S. Parker, (2008). <http://www.fsec.ucf.edu/en/publications/pdf/FSEC-CR-1742-08.pdf>.

המשתמש הבודד בחשמל, אלא אל הארגון כולו, מתוך כוונה למנות אנשים מסוימים שיהיו "ממוני אנרגיה"²⁰ בארגונים ועליהם תוטל המשימה להניע תהליכי חיסכון בתוך החברות ולבקר את יישומם.

במקביל, יש לפעול בתחום החיסכון במשקי הבית. לדעתנו, גם כאן ניתן להשיג רבות, אולם יש להפיק לשם כך מסע הסברה מפוקח וחכם מבחינת אופן התחשבותו בפסיכולוגיה של הקהל הרחב. בין המסרים העיקריים בפניה לאזרחים יש לכלול: הימנעות מוחלטת מהפעלת מכונות כביסה, מייבשים, תנורים ודודי קיטור בשעות השיא; מזעור משכי הפעלת מיזוג אוויר בשעות השיא; הקפדה על כיבוי אורות ומערכות תקשורת מיותרים בשעות היום; ועוד.

יש לזכור כי לשיטה זו מגבלות רבות – שכנוע המונים עלול להתברר כחסר תועלת, ולא חסרות דוגמאות למסעות הסברה כושלים. ישנה גם חוסר יעילות מסויימת בפניי המיליוני אנשים שחלקו של כל אחד בצריכת השיא הוא קטן. אך בסופו של דבר, ההשפעה המצרפית של המיליונים היא משמעותית ומהווה כשני שלישי מהביקושים (משקי הבית והמגזר המסחרי/ציבורי), ולכן יש חשיבות רבה לקמפיין מסוג זה.

לסיכום: על ממשלת ישראל לפתוח בטווח המיידית בהפעלת מערכות פרסום, הטמעת מידע ושכנוע ציבורי בתחום ההתנהגות הצרכנית, וכן לעודד פיתוח מוסד "ממונה אנרגיה" בארגונים, על פי המתווה שהוצג לעיל.

תמריצים כלכליים ותעריפים

עיקרון התמרוץ הכלכלי של התנהגות חסכנית גם הוא, על פי כל ההערכות, ישים בהיקף משמעותי בראייה ל אומית בטווח זמן של שנים ספורות.²¹ ניתן להפעיל עיקרון זה בשתי תצורות שונות: האחת מבטאת ענישה על צריכה בזבזנית; האחרת מבטאת מתן תמורה לצריכה חסכנית. עם זאת, ברור כי מדובר כאן על עיקרון יסוד משותף. התצורות הן:

א. **עיקרון התגמול השלילי (הענישה)** – זו שיטה שבה תמרוץ הצרכן להתנהגות נכונה בא מכוח מניעת ענישה תעריפית שתחול עליו אם יימנע מההתנהגות החסכנית בצריכה בשעות השיא. השיטה כוללת קביעת תעריפי חשמל משתנים עם שעות היממה (תעו"ז) והחלתם על מרב צרכנים במשק, תוך שאיפה להגיע להפעלתם גם במשקי הבית.

²⁰ על פי תקנות מקורות אנרגיה, יש כיום חובה על כל מפעל שצריכת האנרגיה שלו מעל 300 טון שווה ערך מזוט או תאגיד (בכל גודל), למנות אחראי לקידום הצריכה היעילה של אנרגיה. על האחראי לדווח אחת לשנה למשרד התשתיות אודות שימושי האנרגיה במפעל. אך היות ואין בודקים דוחות אלו, חלק מהאחראים מהווים עלה תאנה ואינם מקדמים התייעלות במקום העבודה. אנו קוראים להרחיב את תחולת התקנות, ובמקביל לחזק את האכיפה ולהעניש כל מפעל שלא ידווח כראוי.

²¹ בשנת 2001, בעת משבר האנרגיה בקליפורניה, הופעלו מספר תוכניות, כולל תוכניות לתמרוץ כלכלי. החיסכון בחשמל היה 14% כאשר רובו הגיע מתכנית לתמרוץ כלכלי, 20/20. ראו "Saving Electricity in a Hurry", OECD/International Energy Agency (2005), עמ' 111. <http://eetd.lbl.gov/ea/akmeier/pdf/saving-electricity-in-a-hurry.pdf>

ב. עיקרון התגמול החיובי - יצירת מנגנונים בהם הצרכן הנוהג בחיסכון בשעות השיא נהנה מתגמול כספי בשיעור פרופורציוני לחסכון שהסב.

הגישה הראשונה היא בעלת צדק אתי- כלכלי ברור. זאת, משום שברור לגמרי כי מחיר החשמל בשוק איננו מגלם בתוכו באופן אמיתי את העלויות החיצוניות השונות (מחירי הקרקע הנצרכת להקמת מתקני ייצור והנזקים הסביבתיים- נפיים-חברתיים הנלווים לכך). העלות השולית לייצור החשמל, כפי שהוסבר, גבוהה בשעות ביקוש השיא לחשמל, ולכן, נכון הוא מבחינה כלכלית שמחירה של הצריכה בשעות השיא יגלם עלות זו.

הפנמת העלויות החיצוניות במחיר החשמל

כאמור, מחיר החשמל מגלם אך ורק את עלויות הייצור, ההולכה והחלוקה, ואינו משקף את העלויות החיצוניות הנגרמות למשק. מצב זה גורם למשק שיתייצב בנקודה שאינה אופטימלית מבחינת השימוש בחשמל – אנו צורכים יותר מידי חשמל וגורמים לעלויות חיצוניות גבוהות מידי – היות ואין קישור באמצעות סיגנל המחירים בין העלויות לשימוש.

הרשות לשירותים ציבוריים – חשמל פרסמה זה מכבר תעריף המגלם חלק מהעלויות החיצוניות של ייצור החשמל (העלויות הקשורות בפליטות מזהמים בעת תהליך הייצור). כיום תעריף זה משמש **לדיכוי** יצרנים באנרגיות מתחדשות שאינם פולטים מזהמים. יש להוסיף לתחשיב זה גם את עלויות הקרקע, וכן עלויות ההולכה והחלוקה, ולהטיל את העלויות החיצוניות על הצרכנים בכדי להגיע לשווי משקל אופטימלי.²²

תעו"ז ביתי

אין להערכתנו בעיית ישימות פוליטית וציבורית בהטמעת מניית תעו"ז בקרב כלל משקי הבית. כיום ישנה חובת התקנת תעו"ז על צרכנים במתח גבוה וצרכנים במתח נמוך הצורכים מעל 60,000 קוט"ש בשנה. צרכנים אחרים יכולים לבקש מדידת תעו"ז אך התעריף כיום עדיין אינו כדאי לרוב משקי הבית. כדי לפתור בעיה זו ניתן לחייב התקנת תעו"ז אצל צרכנים רבים יותר, או לשנות את התעריפים כך שיהיו כדאיים לציבור רחב יותר.

היות וצריכת החשמל במגזר הביתי מהווה כשליש מהצריכה הכוללת, ושיאי הביקוש בחורף מתלכדים עם הצריכה הביתית לחימום, **יש לשקול הטלת חובה על שימוש בתעו"ז על הצרכנים הכבדים במגזר הביתי**. יש להשלים תהליך זה במהלך הסברתי נרחב כדי למנוע מהציבור לקבל חובה זו כהטלת מס נוספת, וכדי שמשקי הבית ישכילו לשנות את תבנית הצריכה ויסיטו ביקושים לשעות השפל.

לדוגמא, מחקר שנערך במכון הלאומי לחקר הבנייה²³ נמצא שהחלת תעו"ז ביתי חובה, יחד עם הגדלת יחס המחיר בין פסגה לשפל מ- 1:2 ל-1:3 ומעלה, יביא לתבניות שימוש שונות

²² ראו גם: "אנרגיה חלופית ושטחים פתוחים", ד"ר עמית מור ואחרים, מכון דש"א (2008), פרק 1.8.

²³ "תעו"ז ביתי והשפעתו על הסטות ביקושים לחשמל במגזר הביתי", ד"ר מוניקה פציוק ופרופ' רחל בקר, הוצג בפני פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן (2007).

[ftp://132.68.13.3/events/energy_forum/26.12.07/beker.pdf](http://132.68.13.3/events/energy_forum/26.12.07/beker.pdf)

בחשמל (חימום במשך הלילה, ושיפור הבידוד, כדי להביא לטמפרטורה נוחה במשך כל היום – שיפור בתנאי הנוחות בין 4-16% – ללא צורך בחימום נוסף בשעות העומס), שיאפשרו צמצום הצריכה לחימום בשעות השיא למשקי הבית בין 20-65% (על חשבון הגדלת הצריכה הכוללת ב-25-100%!), אך בהגדלת העלויות ב-10-50% בלבד). בקליפורניה נערך ניסוי בין השנים 2002-2004²⁴ ובו נמצא כי החלת תעו "ז על משקי בית גרם לירידה של 6% בביקושי השיא.

ישנם תקדימים מועטים לחובת תעו "ז באופן גורף במגזר הביתי בעולם (לדוגמא, מדינת ויקטוריה באוסטרליה), ומחקרים מסוימים אף הראו כי נזקה רב על תועלתה,²⁵ אך הנושא נמצא בדיון וניראה כי בעתיד מדינות נוספות יצטרפו למגמת החובה.

כאמור, השתתף חלק ממחיר התקנת מערכת התעו "ז על הצרכן ותשלום חדשי גבוה במקצת מהווים סף כניסה המרתיע חלק מהמשתתפים הפוטנציאליים.²⁶ יש לשקול שינוי התקנות כך שהמחיר לצרכן של התקנת מונה תעו"ז תהיה אפס והתשלום החודשי שווה.

עם זאת, יש לה פעיל במקביל לשינוי מדיניות התעריף גם **מהלך הסברתי אפקטיבי, שמטרתו להאיר את עיני הצרכן בכדאיות הכלכלית הגבוהה מבחינתו במעבר לשיטת התעו"ז.**

בעת בחינת האפשרות לחיוב מדידה בתעו"ז למשקי הבית יש לבדוק מגוון שיקולים כגון:

- מוני תעו"ז יקרים, ולהתקנה גורפת בכל משקי הבית תהיה השלכה תקציבית נכבדת. בכדי שהתהליך יצדיק עצמו כלכלית יש לחייב רק את משקי הבית בעלי הצריכה הגבוהה במוני תעו"ז.
- במקומות אחרים בעולם הוחלט להתקין מונים חכמים באופן גורף בעקבות התועלת הכרוכה בהם גם ללא מניית תעו "ז (מדידה מרחוק, מיעוט שגיאות). מונים אלו יאפשרו הפעלת תעו "ז ללא התקנה נוספת בעתיד. גם בישראל נבחן מהלך גורף שכזה, מהניסיון בעולם עולה שכדאי לבחון התקנה של מונים דו כיווניים, כאלו שיאפשרו בעתיד גם הפעלה של תוכניות ניהול ביקושים.²⁷

²⁴ ראוי: "SMART METERS, DEMAND RESPONSE AND REAL TIME PRICING: TOO MANY QUESTIONS AND NOT MANY ANSWERS", Barbara Alexander, NARUC (2007).
<http://www.narucmeetings.org/Presentations/Dynamic%20Pricing%20NARUC%202007.ppt>

²⁵ מחקר של חברת PUGET SOUND ENERGY מצא כי לחובת תעו"ז בקרב משקי בית עלות/תועלת שלילית, במיין ויתרו על תעו"ז חובה לצרכנים ביתיים כבדים בעקבות אי שביעות רצון גדולה של הלקוחות, פיילוט בניו ג'רסי מצא שחשבונות החשמל עלו בלי קשר לשאלה אם הלקוח הסיט ביקושים או לא. שם.

²⁶ המעבר לתעו"ז הינו חנים לצרכנים ביתיים באם מונה החשמל נמצא מחוץ לדירה, באם המונה נמצא בתוך הדירה יש להזמין חשמלאי שיעתיק אותו אל מחוץ לדירה. לאחר ההתקנה התשלום החודשי גבוה במעט עבור תחזוקת המונה האלקטרוני – 21.95 \$ במקום 15.34 \$ נש. מקור: אתר חברת חשמל.

²⁷ שיחות פרטיות עם אנשי PG&E בסן פרנסיסקו, ו-SMUD בסקרמנטו, ספטמבר 2008.

- תעו"ז מקשה על הצרכנים, שחלקם, בעיקר אוכלוסיות מתקשות כגון מועטי הכנסה או מבוגרים, לא יוכלו להסיט את העומסים והתעריף החדש עלול להגדיל את הוצאות משק הבית כקנס.
- ניתן ליישם תעריף מדורג, בו העלות לקוט "ש נמוכה בכמות ראשונית ולאחר מכן עולה העלות ב אופן משמעותי (ראו להלן), באופן שידרבן משקי בית בעלי צריכה גבוהה לעבור לתעו"ז באופן וולונטרי וייתר את החיוב הגורף.

תעריף מוזל לחסכנים

השיטה הנגדית, של תגמול חיובי תלויה ביכולת להעריך כמה חסך הצרכן בשעות השיא, ולתגמלו באופן פרופורציוני לחיסכון זה. שיטה זו מורכבת יותר מהקודמת, שכן היא מחייבת לקבוע מעין "צריכת ייחוס" בשעות השיא, שביחס אליה יימדד החיסכון של הצרכן, ובכך היא פותחת דלת לקונפליקטים אינספור בין צרכנים ליצרני חשמל ו/או בינם לבין חברות המנהלות את תהליך מדידת הביקושים והתגמול הכרוך בו. קושי זה אינו מונע מלהפעיל תוכניות מגוונות מסוג זה ברחבי העולם. בקליפורניה, למשל, מופעלות עוד משנות ה-80 של המאה ה-20 תוכניות 'וויסות מזגנים' באמצעות בקר המותקן על המזגן ומופעל בשליטה מרחוק בתדר רדיו. בשעת השיא מופעלת המערכת באופן מדורג באזורים שונים וכל בקר מנתק את המזגן או מעלה את טמפרטורת היעד בתרמוסטט למשך מספר דקות (15-5) בכל שעה. למרות שבמודל הראשוני (בו אין קשר דו סטרי עם מרכז הבקרה) אי אפשר למדוד את החיסכון בפועל, תוכניות אלו היו מוצלחות והגיעו בממוצע עד כדי חיסכון של 2KW לכל משתתף בתכנית!²⁸

במקומות אחרים בעולם יישמו שיטה המתגמלת חיסכון, ללא קשר לשעה בה נחסך – אמנם שיטה זו אינה ממוקדת בחיסכון בשעות השיא, אך היא קלה ליישום (לא דורשת התקנת מוני תעו"ז בקרב כלל משקי הבית), וחיסכון כולל יגרום לחסכון, לפחות ביחס שווה, בביקושים בשעות השיא. דוגמא לשיטה זו היא תכנית 20/20 שהונהגה בקליפורניה לאחר משבר החשמל של שנת 2001 – על פי תכנית זו מ שק בית או עסק קטן שיראו צמצום של 20% מהביקוש ביחס לשנה הקודמת יזכו להנחה נוספת של 20% בתעריף על החשמל שנצרך. מעבר לתמריץ הישיר, היה לתכנית זו ערך מוסף בכך שהיא הביאה לתודעת הציבור את חומרת המשבר ורתמה אותו לתהליך הרחב של התייעלות אנרגטית.

תעריף חשמל מדורג למשקי בית

במטרה לעודד חיסכון ולמנוע פגיעה בשכבות החלשות, ניתן ליישם מחיר מדורג לחשמל עבור משקי הבית. בתעריף זה כמות ראשונית, עד 1,000 קוט"ש בחודש (כמחצית הצריכה הממוצעת בישראל) תהיה במחיר מוזל, אך מעל גבול זה יעלה התעריף לקוט "ש באופן משמעותי, כך שצרכנים 'כבדים' ישלמו יותר על צריכה עודפת (צרכן ממוצע לא יפגע, בעוד חשבון החשמל של צרכן חסכן יקטן). עם מחיר גבוה יותר לצרכנים הכבדים, השוק יתייצב על

²⁸ ראו Gary F. Strickler, "RESIDENTIAL AIR CONDITIONER CYCLING A CASE STUDY", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 3, No. 1, (1988), Sharon Kau Noel1, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=00043200>

נקודת שווי-משקל חדשה בה הביקוש נמוך יותר, וכך נקבל צמצום כולל בצריכה. גם תכנית זו אינה ממוקדת בצריכת השיא, אך היות ותרומתם של הצרכנים ה'כבדים' לצריכת השיא גבוהה משל שאר האוכלוסייה, כך גם לחיסכון בצידם תהיה השפעה גדולה יותר על צריכת השיא מאשר חיסכון אצל הצרכן הממוצע.

נעיר כי כיום, מדיניות תעריף אחיד היא רגרסיבית ביסודה, משום שיחסי העלויות המשקיות הנגרמות על ידי צרכנים חזקים סוציו-אקונומית וצרכנים חלשים הם גבוהים בהרבה מאשר יחסי כמויות החשמל הנצרכות על ידם. זאת, משום שתרומת צרכן חזק להיווצרות ערכי שיאי הביקוש, גבוהה בהרבה מזו של החלש, ומכאן שחלקו בעלויות החיצוניות המושתות על המשק, גבוה יותר מאשר פרופורציונית גרידא לצריכתו.

פן רגרסיבי נוסף למדיניות התעריף האחיד נובע מכך שההכנסה הפנויה בעשירונים הנמוכים קטנה משמעותית (אבסולוטית, ויחסית) מאשר זו של העשירונים הגבוהים. כתוצאה מכך, בעשירונים הנמוכים החלק היחסי של חשבון החשמל בהכנסה הפנויה הוא גבוה וקיימת הצדקה חברתית להקטנת עומס זה.

סיכום תעריפים

אנו סבורים בכלל, כי יש לבצע מהפך כולל במדיניות התערוף ע"י הרשות לשירותים ציבוריים-חשמל. כיום התעריף מיועד אך ורק להביא ליעילות כלכלית, דהיינו, לחיוב מדויק ככל האפשר של הצרכנים על פי עלויות הייצור השוליות. אך בראייה של המצב המשברי של משק האנרגיה, וצפי לאתגרים שיעמדו בפנינו, יש להשתמש בתעריף ככלי נוסף לקידום ניהול הביקושים במשק. מדיניות התעריפים ראוי שתשלב שלושה עקרונות יסוד בדרך ראויה:

- ב. הגדלת התעריף הבסיסי באופן שישקף את העלויות החיצוניות הנגרמות למשק בעת הייצור והשימוש בחשמל.
- ג. נקיטת תעריף מדורג למשקי בית, כלומר - מחירו של קוט"ש בודד יהיה גבוה יותר כאשר הצרכן הביתי עובר תקרה סף צריכה מסוים.
- ד. במקביל תוצע לכל צרכן האופציה לשלם תעריף תעו"ז (ולתקין הציוד הטכני המאפשר זאת בעלות אפס), מה שיוריד משמעותית את הוצאת החשמל החודשיות הממוצעות שלו אם יפנים דפוס צריכה ביתי חכם, שבו הימנעות מרבית מצריכת חשמל בשעות השיא.

מוצע להיכנס באופן אגרסיבי , רחב היקף , ומלווה בהסברה נאותה למדיניות של פתיחת אופציית התעו "ז לכל צרכן בישראל . לצורך כך , יש לגבש מדיניות תער יפים חכמה , היוצרת תמריץ חזק לצרכנים לעבור מגישת תעריף אחיד לגישת התעו "ז, למשל על ידי תעריף מדורג בו המדרגות הגבוהות יקרות באופן משמעותי שיביא את הצרכנים הכבדים לבחור את אופציית התעו "ז.

יצוין כי המדיניות המוצעת היא גם בעלת צידוק אתי חברתי רחב , שכן היא תגלם בתוכה מלוא העלויות החיצוניות הנלוות כיום לייצור החשמל , ומשום שהיא משיתה עלויות גבוהות יותר על מי שחלקו בעלויות החיצוניות הוא גבוה יותר באמת .

המלצות נוספות

אין כלל ספק כי בשוק בישראל פועלות מערכות טכנולוגיות מסוגים מגוונים מאוד , ובמסות גדולות מאוד , שמבחינה טכנית מיושנות . המשמעות של זאת בדרך כלל היא שניצילות האנרגטית נמוכה יותר (ולעתים קרובות הרבה יותר) מהנצילות של מערכות חדישות יותר המיועדות לאותו שימוש.

בתחום משקי הבית הדוגמאות הבולטות לכך הן : מזגני אוויר , בהם ניתן להגיע להתייעלות של עד 25%²⁹; מקררים, 30%; מכונות כביסה , 40%; ונורות לתאורה ביתית , 20%. בתחומי המסחר והתעשייה מגוון המכשירים הללו הוא רחב בהרבה , לדוגמא: מנועים, משאבות, מחליפי חום, תכנון צנרת, ועוד.

החלפת מכשיר בעל נצילות נמוכה בכזה שהוא בעל נצילות גבוהה הינה פעולה התורמת להורדת הביקוש הכולל, אבל כמובן גם להורדת ביקושי השיא, ביחס המתאים.

בדרך כלל, קיימת כדאיות כלכלית ברורה בהחלפה זו. פירושה של "כדאיות כלכלית" כאן הוא פשוט: החיסכון בהוצאה השוטפת לחשמל לצורך הפעלת המכשיר מחזיר את ההשקעה במכשיר החדש בתוך תקופה שהיא קצרה ממשך זמן החיים הצפוי של המכשיר החדש.

יש לדייק ולומר, כי לא תמיד מדובר בהחזר תוך שנים מועטות מאוד . עם זאת, עם התייקרות החשמל הצפויה , כמו זו שגם נעשתה , ובמידה שתמומש המלצתנו לעיל להפנים במחיר החשמל גם עלויות חיצוניות, תביא לקיצור תקופת ההחזר של מערכות שונות.

על כל פנים, העובדה כי ההחזר איננו מהיר מאוד (גם כשהכדאיות הכלכלית קיימת בבירור), ביחד עם מחסומים טבעיים אנושיים מוכרים , מביאה לכך , שלמרות הכדאיות הכלכלית המוכחת, צרכנים אינם פועלים כדי לשדרג את מכשיריהם. ניתן למנות מספר מחסומים:

29 נתוני משרד התשתיות, מצוטטים ב-"שימור אנרגיה, קווי מדיניות ודרכי פעולה", דורון לביא, זיו שדה, http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/index_pirsumim/p0355_1.pdf, 2004

- א. אופנה ניהולית : כיום אין זה מקובל להשקיע מאמץ ארגוני בתחום ההתייעלות האנרגטית והסטת העומסים ולכן הנושא לא נמצא על סדר היום . מסע פרסום נכון יכול להכניס את הנושא לארגז הכלים המקובל של כל מנהל וכל אזרח ובכך להמריץ את פיתוח התחום בפירמות ובמשקי הבית.
- ב. מחסור בדוגמאות חיוביות : פן אחר של חוסר ההכרות הציבורית עם פרויקטים של התייעלות אנרגטית והסטת עומסים הוא המחסור בדוגמאות חיוביות . מספר פרויקטים מוצלחים גדולים שיתוקשרו היטב יכול להטות את הכף לכיוון של הכרה ציבורית ובכך למשוך פעילות נוספת.
- ג. מחסום המימון : צרכנים נרתעים ממימון ישיר עצמי מלא . הדרך העיקרית להתגבר על מחסום זה היא שילוב של הסברה נאותה עם תמרוץ כלכלי , כפי שיוצג להלן. גם גורמי המימון (בנקים, גופי השקעה) חסרים ידע והכרות עם פרויקטים של התייעלות אנרגטית והסטת עומסים. כתוצאה מכך יש קושי להשיג מימון לפרויקטים אלו – גופי המימון מיחסים לפרויקטים סיכון גבוה מהנחוץ ולכן דורשים החזר גבוה על ההשקעה, החזר שיכול להפוך את הפרויקט לבלתי כדאי כלכלית.
- ד. התקשרות ארוכת טווח : ניתן לממן תהליכי התייעלות אנרגטית והסטת עומסים במודל "ספקי שרותי אנרגיה" (ESCO), אך תקופת ההתקשרות הארוכה הנדרשת במודל כזה (5 שנים ומעלה) מהווה מחסום בפני צרכנים רבים.

עקרונות תמרוץ המעבר הטכנולוגי

על מנת לתמרץ את המעבר הטכנולוגי הנ"ל יש אפוא לעקוף את מחסום המימון . הדרך האחת לעשות זאת היא להעניק לצרכנים חלק גדול מאוד של המימון הנדרש לצורך החלפת מכשירים (בראש ובראשונה מזגנים ומכשירי חשמל ביתיים אחרים). לעתים ניתן אף לחשוב על מימון כמעט מלא (כ-80% ממחיר המכשור המחליף). הצרכן יחזיר את המימון מתוך הרווח שייפול בחלקו בהוצאות החשמל, ועדיין ישאר בידי רווח מסוים בדמות חשבון חשמל כולל נמוך יותר מזה שהיה לו אילו לא החליף את המכשיר . זאת – בנוסף להנאה ממכשיר מתקדם יותר, נוח, חדש ואפקטיבי יותר.

צעד מקדים מרכזי שיש לנוקטו כאן הוא הסברת התועלת הכלכלית האישית שתנבע מכך לכל צרכן בודד. יש לשים לב עם זאת לקושי מסוים הצפוי כאן בשכנוע חלק מציבור הצרכנים הפרטיים. הקושי מקורו בכך, שאת עלות החלפת המכשיר יהיה צורך לממן ע"י החזר חודשי מסוים, כאשר החזר זה אמור להיות קטן מההפחתה בחשבון החשמל ממנה ייחנה הצרכן. למרות שניתן בהחלט לבנות מודל מימוני שבו תתקיים וודאות חשבונאית בכך שהחזר קטן מן החיסכון, הרי לא תמיד קל יהיה לשכנע את הצרכן שכך הם פני הדברים הבודד (מדובר כאן בעיקר במשקי הבית). זאת, משתי סיבות:

- א. ראשית, האמת ניתנת להיאמר כי לא תמיד ההפרש יהיה גדול, בעיקר כאשר יהיה מדובר במכשירים יקרים יחסית, וכאלה שאותם יפעיל הצרכן בממוצע זמן רב יותר

מהזמן הממוצע שבו הופעלו המכשירים הישנים שהוחלפו בהם (בגלל הנוחיות והנועם בשימוש בהם; כאן מדובר בעיקר במזגנים).

ב. לאחר שיחליף הצרכן מכשיר ישן בעל נצילות נמוכה במכשיר חדש בעל נצילות גבוהה, לא יהיה אפשר טכנית לחזור לאחור ולהמחיש לצרכן מה היו הוצאותיו אלמלא הסכים והחליף את המכשיר. הדברים אמורים בפרט נוכח המציאות המתוארת בסעיף א לעיל, בדבר ההפרש הלא גדול בין החיסך ון בהוצאות חשמל לבין החזרי המימון השוטפים.

האבחנות הללו מנמקות לדעתנו היטב מדוע יש להיערך למהלך שכנועי והסברתי כבד, מקיף, מתמשך ועיקש. מטרתו היא להניע שיעורים גדולים מאוד של הצרכנים לקבל את שירותי החלפת המכשירים הישנים, ע"י חיזוק תודעת התועלת הכלכלית האישית.

יצוין עוד, כי הסברה ושכנוע גם כאן לא יהיו הכלים היחידים להנעת מגמת ההתחדשות הטכנולוגית. מדיניות תעריפית חכמה שהומלצה בפרק הקודם תתמוך גם כאן באופן סינרגי בתהליכי שכנוע הציבור ותסייע ללא כל ספק ביישום הצעד האסטרטגי הרחב המומלץ כאן.

יצירת שוק ל'שלילו-ואטים' לתגובה לביקוש (Demand Response)

יש צורך בהקמת שוק מקומי להפחתה בביקושי החשמל בשעות העומס: שלילוואטים (negawats). כיום אין אפשרות לצד שלישי לתווך בין הצרכנים ליצרני החשמל. כדי לעודד התייעלות אנרגטית אצל מספר רב של צרכנים קטנים, יש צורך ביצירת שוק בו פירמה יכולה לרכז מספר גדול של משקי בית או עסקים קטנים, להפעיל אצלם תכניות לניהול ביקושים, ולמכור את החיסכון בהספק ליצרני החשמל כוואטים נחסכים ('שלילו-ואטים'). לשוק כזה יכנסו חברות שבאופן פעיל יביאו לצמצום הביקוש בשעות השיא בקרב צרכנים רבים.

מקורות מימון

בכדי להפעיל את הפתרונות המוצעים יהיה צורך בהשקעה תקציבית, לפחות בטווח הקצר עד שהתוכניות יביאו לצמצום הביקוש ולרווח תפעולי. בקליפורניה, עם משבר האנרגיה הגדול, הופעלה תכנית חרום שתוקצבה ב- 228 מיליון דולר (של 2001). התכנית השיגה **חיסכון של 15% בצריכת החשמל בשנה אחת!**

אפשרות למימון היא באמצעות החלת תעריף מדורג לצרכן הביתי, כפי שפורט לעיל. יתייצב השוק על נקודת שווי- משקל חדשה בה הביקוש נמוך יותר, כאשר ההכנסות העודפות מהתעריף הגבוה יאפשרו מימון לתוכניות התייעלות אנרגטית והסטת עומסים.

מנגנונים אחרים למימון הם באמצעות העלאה גורפת של התעריף במספר אגורות או דרך "תשלום לתועלת המערכת" (SBC – System Benefits Charge) הנוסף לתשלום החשמל, אך מגיע לקרן ייעודית לצורך מימון פרויקטים.

סיכום ומסקנות

ניתן לקבוע כיום כי הורדת ביקושי השיא לחשמל בישראל הינו צורך אסטרטגי קריטי של מדינת ישראל, אשר העדר טיפול עומק בו עלול להביא את המדינה בטווח של שנים ספורות למשבר עמוק שיש לו היבטים כלכליים, בריאותיים, תשתיתיים וחברתיים-אנושיים קשים ביותר. בשנים האחרונות (כולל בימים אלו ממש) ניגלו כבר סימנים ברורים לכך, בדמות הפסקות חשמל מעיקות בעת שיאי ביקוש.

על כן, יש לפעול כבר בטווח הזמן הקצר להורדת שיאי הביקוש. הדרך האחת להשיג זאת היא הסטת עומסים מזמני שיא לזמני שפל המשולבת בפעולה כוללת לחיסכון והתייעלות בצריכת אנרגיה בכלל.

ישנו מגוון של צעדים אפשריים להשיג זאת, שתוארו ונותחו בקצרה בפרקים הקודמים. טרם שיוסוכמו כאן יש להעיר ולהדגיש כי נראה כי קיימת בעיה קשה ומחוסמים רגולטוריים ותפקודיים מטרידים הקשורים בעצם יכולתם של גורמי הממשל להחליט על הצעדים שיינקטו ולאוכפם בפועל בשטח.

צעדים מרכזיים אותם יש להחיל בטווח זמן קצר מאוד הם:

א. הפעלת מהלכים להטמעת תודעת חיסכון בקרב צרכנים לסוגיהם (ביתיים, תעשייתיים ומסחריים) ולעידוד התנהגות מודעת לצורך בהימנעות מצריכה בשעות שיא ובחיסכון בכלל. זאת, באמצעות מהלכי הסברה תקשורתית מסיביים ומושכלים, שכנוע, הפצת מידע וחינוך.

ב. יש להפעיל (גם באמצעות חקיקה, היכן שנדרש) תמריצים כלכליים אפקטיביים לשינויי התנהגות צרכנית. התפיסה המרכזית לתמרוץ זה כוללת גישות שונות של הפעלת תעריפים דיפרנציאליים לזמני צריכה שונים, כך שצרכן המסיט צריכה משעות עומס לשעות שפל נהנה מכך באופן ישיר בהיבט הכלכלי. גישה זו, המופעלת כבר בישראל מול הצרכנים הגדולים בתעשייה ובמסחר, צריך שתופעל בהיקפים גדולים בהרבה כולל במגזר הביתי.

ג. קביעת הסדרים מוסכמים בין חח"י לבין צרכנים מסוימים שמהותם היא הרשות המוקנית לחח"י לבצע השלה סלקטיבית שלהם מרחוק בעתות עומס, כאשר הסכמתם זו של הצרכנים שבהסדר מזכה אותם ביתרונות כלכליים.

במקביל לכל זאת יש לפעול בעוצמה רבה לפתח שוק של מתן שירותי ניהול אנרגיה לצרכנים מוסדיים, מסחריים ותעשייתיים, כמו גם לארגונים ציבוריים ופרטיים גדולים. צורך זה נובע מהעובדה, שמימוש כלל הצעדים המאפשרים לארגונים למצות את ההזדמנויות והכלים לחיסכון באנרגיה מחייב קיומם במשולב ובמצורף של כמה תנאי יסוד, שכולם כמעט חסרים כיום בתוך ארגונים רגילים:

- א. מודעות ניהולית;
- ב. מקצוענות ייחודית באשר למכלול האפשרויות – הטכנולוגיות, ההתנהגותיות והמסחריות – לחסוך באנרגיה ולהסיט עומסים;
- ג. פתרון בעיות מימון הצעדים חוסכי האנרגיה;
- ד. קשב ניהולי שוטף.

המענה והדרך לקיים את כל התנאים הנ"ל הינה לעודד צמיחתן של חברות ניהול חיסכון באנרגיה (ESCO) שתספקנה את כלל השירותים הנדרשים לארגון, ותיהינה מאחוז מוסכם של החיסכון הכלכלי שיושג באמצעותן. ניתן יהיה בהמשך הדרך לאכוף או לפחות לתמרץ חברות וארגונים לקיים תהליך זה של ניהול אנרגיה באמצעות חברות ESCO ע"י הקניית יתרונות כלכליים ועסקיים כאלו ואחרים למי שמקיימים תהליך זה (כפי שהדבר נעשה למשל בנושא של תקינה ניהולית).

בטווח זמן ארוך יותר על ממשלת ישראל לפתח את גישת התכנון הפיסי-אדריכלי המודעת אנרגיה. זאת, ע"י אכיפת תקני בנייה חסכנית; חיוב בסקרי השלכות אנרגטיות של כל תכניות מתאר מקומיות ופרויקטים גדולים; ועוד.

כמו כן יש לפעול לעידוד החלפת טכנולוגיות צריכה ישנות בסקטור הביתי (מזגנים ומכשירים חשמליים).

מעבר לכל זאת, כאמור, יש לרכז סמכות ואחריות לקידום כלל נושאים אלו בידי גוף שלטוני אחד, אפקטיבי ומקצועי.

....

נספחים

עקרונות תעדוף צעדי היישום

קריטריוני התעדוף הראשיים

בבואנו לשרטט קריטריוני תעדוף למדיניות קידום צמצום צריכת השיא של חשמל , עלינו להבהיר היטב מהם השיקולים היסודיים החייבים להנחות אותנו .

ככלל, יש להבין כי רעיונות ודרכי פעולה לצמצום ביקושי שיא עלו ועולים זה שנים במסמכים ובדינוני תכנון שונים; האפשרויות נידונות ומוכרות לאנשי המקצוע ולמתכננים; ורבות נכתב ומדובר על כך. מכלול האפשרויות מוכר וידוע, והבעיה המרכזית איננה עוד בזיהוי עצם הרעיונות ובהנחלתם למתכנני המדיניות. **הבעיה העיקרית כיום היא נקיטת פעולה נחרצת, מיידית ואפקטיבית.** תכנונה של פעולה זו מחייב סינון נכון של הצעדים האפקטיביים מתוך המבחר הרחב והמגוון של האפשרויות התיאורטיות.

קריטריוני העל החייבים לדעתנו להוביל את המהלך הלאומי הם שלושה:

טווח זמן לקטיף פירות הפעולה: אנו מעוניינים בפעולה שבכוחה לחולל שינוי מורגש כבר בטווחי זמן קצרים יחסית.

ישימות מימוש: יש להעדיף פעולות ששימותן התכנונית, ציבורית, ופוליטית גבוהה;

היקף חיסכון צפוי: יש לרכז את המאמצים בפעולות שתוחלת החיסכון הלאומית המושגת באמצעותן בביקושי השיא לחשמל היא גבוהה במידה משמעותית.

טווח זמן היישום

יש לתת דגש חזק מאוד על גישות שתישאנה פירות משמעותיים בטווח זמן מידי. לתפיסתנו, טווח "מידי" הוא 1-5 שנים.

החשיבות של הדגשת טווח הזמן היא מעבר לרצון המובן והטבעי להקדים ככל הניתן את מימוש עצם החסכונות בביקושי השיא. החשיבות היא גם בכך, שבלא השרשת תודעת דחיפות חזקה בהגשמת הישגים בתחום זה, ייפגעו גם התהליכים שנדרש להם טווח זמן ארוך ליישום; זאת – משום שתודעת עצם חשיבות הנושא לא תוחדר בעוצמה הנכונה אל סדר היום הציבורי ולזה של הקברניטים, בלא יצירת אווירה של דחיפות במימוש הישגים, ולו מתונים יחסית. חומרת המשבר מחייבת אפוא פתרונות מידיים.

ישימות המימוש

מובן כי יש לתת עדיפות גבוהה יותר לפעולות ששימותו של תהליך החדרתן לשטח היא גבוהה יותר. "ישימות" של תכנית או רעיון היא במהותה הסיכוי לממש אותה תכנית או רעיון, והיא כמובן תלויה מאוד באופיים של התהליכים הפוליטיים, החברתיים והכלכליים שאותו רעיון או תכנית כרוכים בהם.

נציין, כי מושג הישימות הוא אמנם חמקמק משהו, ויש להיזהר מהערכה בלתי זהירה של מידת הישימות של רעיונות שונים. זאת, משום שהרבה פעמים עצם ההנחה בדבר אישימות של רעיון טוב היא זו שבונה את קשיי ישימותו – בבחינת נבואה המגשימה עצמה בעצם אמירתה. אנו מעוניינים לזהות בבירור צעדים שיישומם אינו מורכב, מעשי ואינו מצריך תהליכים פוליטיים מורכבים.

הישג צפוי

מובן כי עלינו להעדיף פעולות ששיעור החיסכון הנצפה מהן הוא משמעותי אל מול פני הסיכון שתואר כאן בפרקים הקודמים. אין טעם רב בהשקעת מאמצים רבים בנקיטת צעדים ששיעור זה הוא מינורי ואיננו משנה את עצם הסיטואציה בה נתון המשק בהקשר לכך.

עם זאת, ברור כי עלינו להבין ולהעמיק בהבנה והגדרה של המושג "חיסכון משמעותי" בהקשר לכך. ממשלת ישראל עצמה הגדירה יעד של הורדת הביקושים לחשמל (הכוונה לסך הביקוש, לא הורדת שיא הביקוש) בכ – 20% עד שנת 2020. יעד דומה הוצע גם בתכנית האב לאנרגיה שהוגשה לוועדה בין-משרדית בשנת 2003.

נקודת הייחוס מבחינת היקף הביקושים לחשמל, שביחס אליה מגדיר היעד הנ"ל את שיעור ההורדה, היא הביקוש הצפוי בשנת 2020 תחת הנחת תרחיש "עסקים כרגיל". זהו תרחיש המניח כי היקף הביקוש לחשמל יגדל בקצב הנגזר ממגמות הצמיחה הכלכלית והגידול הדמוגרפי בהנחה של אי שינוי מהותי בדפוסי ניהול משק החשמל.

ניתן גם להניח, כי רוב הצעדים הננקטים להורדת הביקושים הכוללים משפיעים באופן יחסי דומה גם על הורדת ביקושי השיא. כך, למשל, אילו שיפורים בנצילות מערכות צריכת החשמל שבידי הצרכנים ו/או הגברת תודעת חסכון היו הצעדים היחידים הננקטים במסגרת המהלך האסטרטגי המדובר, כי אז סביר להניח בקירוב טוב כי יחס שיא הביקוש לביקוש הממוצע היה נשמר במשק, ופירוש הדבר היה כי שיעור החיסכון המושג בביקוש השיא היה זהה בקירוב לזה המושג בביקוש האגרגטיבי.

כך, כיון שעליית הביקוש בתרחיש "העסקים כרגיל", בטווח של 20 שנה, היא כ – 150%, הרי שהסתפקות ביעד הורדה של 20% פירושה כי הגידול בביקושים יהיה "רק" כ – 100% (הביקוש הכולל יורד מערך של פי 2.5 מערכו כיום לערך של פי 2 מערכו כיום). בצמוד לזה, גם שיעור הצריכה של קרקעות חדשות מיועדות למערכי ייצור חשמל יורדת בשיעור דומה.

נראה לכן, כי ירידה זו בביקושי השיא, גם אם אין לזלזל בחשיבותה כלל, **איננה מספקת פתרון שורשי ארוך טווח לסיכון הכבד בהקשר לצריכת קרקע בישראל**, שהוצג בפרק הקודם. יתכן וסביר כי היא דוחה את המשבר הצפוי לשנים ספורות. אולם ברור כי אין היא מספקת פתרון בר-קיימא!

מהאמור כאן נגזרים בבירור מספר עקרונות שיש להפנימם ולהטמיעם עמוק בתוך מדיניות תכנון משק האנרגיה בישראל:

1. יש להגדיר לעתיד הרחוק יעד צמצום ביקושים לחשמל שהוא מעבר ל – 20% ביחס לתרחיש העסקים כרגיל המתוכננים לשנת 2020.

2. מעבר לצמצום הביקוש הכולל, יש למצוא דרכים להסטת ביקושים משעות שיא לשעות שפל. באופן זה, שיעור הירידה בביקוש השיא (ועמו גם הביקוש לקרקעות יקרות ערך לצורך הקמת מתקני ייצור חשמל) יהיה עוד גבוה משיעור החיסכון הכולל.

מעבר לצעדים המיועדים להורדת ביקושי השיא, נכון וחיוני כי מדינת ישראל תקדם צעדים נוספים להקטנת צריכת קרקע יקרה בישראל לצורכי ייצור חשמל. אלו צעדים שמבחינת עיקרון השפעתם הם אחרים ושונים מאשר צעדים להקטנת ביקושי השיא; אולם חשיבותם האסטרטגית בטווח הארוך גבוהה אף היא:

1. בראש ובראשונה, על מדינת ישראל לפתוח בצעדים לשיתוף פעולה אזורי בתחום ייצור החשמל, בעיקר עם ירדן ועם מצריים, לתועלתם הכלכלית של כל הצדדים. זאת, על מנת לנסות ולפרוץ את מחסום הבידוד החשמלי ולהגיע בכך למצב שבו קרקעות בסיני ובמדבר הירדני יהיו זמינות למערך הייצור ממנו תהנה גם ישראל.
2. כמו כן, על ישראל לפנות לעבר טכנולוגיות וגישות תכנון המצמצמות את תוספת השולית של קרקע בתולית הנדרשת לצורך הקמת מגה-וואט אחד של כושר ייצור.

מיפוי חלופות הורדת שיאי ביקוש

לצורך מיפוי כלים ודרכים להורדת שיאי הביקוש יש להבחין בין שני מגדירים של "כלים" אלו:

1. הקטגוריה הטכנית המגדירה את הכלי, שמכוחו מושג חיסכון בצריכה;
2. דרכי ההטמעה שבאמצעותן מיושם הכלי בשטח.

קטגוריות היסוד הטכניות להשגת לחיסכון בצריכה

ככלל, ישנן שלוש קטגוריות של צעדים אפשריים שתוצאתם תהיה הפחתת שיאי ביקוש במונח "קטגוריה" כוונתנו כאן למהות השיטות והתהליכים המתרחשים בשטח שבגינם מושגת אותה ירידה בשיאי הביקוש. שלוש הקטגוריות הבסיסיות הללו (כאשר כל אחת מהן מכילה שפע של אפשרויות ותת-אפשרויות) הן:

1. דפוסי התנהגות. הכוונה למאפיינים התנהגותיים של בני אדם, אם כפרטים, ואם כקולקטיב (בקהילות וממסדים, כמו למשל משרדי ממשלה; מרכזי פעילות מסחרית ועסקית; רשויות מקומיות) שמכוחם יורד הביקוש לחשמל. מדובר בהרגלים של הפעלה חסכנית של מערכות צורכות אנרגיה;

2. טכנולוגי ות. מערכות טכנולוגיות שבכוחן לתמוך בהקטנת שיאי הביקוש הן משני סוגים:

- א. מערכות בעלות נצילות אנרגטית גבוהה יותר, בין אם בצד הצרכן ובין אם בצד ספק האנרגיה (ייצור והולכה);
- ב. מערכות תומכות בתהליכי ניהול ביקושים והסטת עומסים, כלומר, תהליכים שיאפשרו להשפיע על דפוסי התנהגות של ציבור הצרכנים בדרכים עקיפות (כלכליות ואחרות – ראו להלן);
3. תכנון פיסי- מרחבי-כלכלי כולל: הכוונה למאפיינים של תכנון פיסי, סביבתי, משקי וחברתי הנקבעים במסגרת תכניות אסטרטגיות לאומיות שונות או מתומצמים במסגרתם. מאפיינים אלו הם בעלי השלכות ברמת המאקרו על הביקושים לחשמל. ביניהם יש למנות תכניות מתאר מקומיות, מחוזיות וארציות אשר ע"י כך שהן קובעות פריסה מרחבית של פעילויות אנושיות (מגורים, מסחר ותעשייה, תשתיות) הן קובעות את הפקטורים התשתיתיים המרכזיים המשפיעים על ביקוש לחשמל.
- ניתן בבירור לקבוע ולהשתכנע, כי כל צעד בשטח שמכוחו מושג חיסכון, משתייך בהכרח לאחת משלוש קטגוריות מכשירי ות אלו. כפי שנראה עם זאת, קטגוריות השונות נבדלות ביניהן מבחינת קשיי היישום וסיכויי ההצלחה; על כך נעמוד בהמשך.

דרכי ההטמעה של טכניקות היסוד

לצורך הדיון, המונח "דרכי הטמעה" מתייחס למכניזמים היסודיים והעקרוניים השלטוניים, רגולטיביים, פוליטיים וחברתיים שבאמצעותם נבוא ליישם או להחיל אמצעי שימור רצוי כלשהו על המשק. גם כאן, ניתן בפשטות למיין את מכשירי ההטמעה השלטוניים ל- 3 קטגוריות:

- א. חקיקה. כלומר, כפייה ישירה, באמצעות חוקים או תקנות, של צעדים שונים מבין טכניקות היסוד (ותהי זו טכנולוגיה כלשהי; דפוס התנהגות אנושי – אורח חיים; או תכנון אסטרטגי של מערכת משקית – היערכות פיסי-סביבתית-כלכלית).
- ב. תמרוץ כלכלי. כלומר, הנהגת תמריצים כספיים או "קנסות" למיניהם על מנת לעודד יישומו של אמצעי חסכון בשיאי ביקוש כגון יישומה של טכנולוגיה, דפוס התנהגות מסוים, או צעד תכנוני רחב בתחומי היערכות הכלכלית-פיסי. אמצעים כאלה כוללים בין היתר קביעת מחירי אנרגיה המשקפים את מלוא העלויות החיצוניות, הטבות מיסוי כדוגמת פחת מואץ על אמצעים חוסכי אנרגיה וכד'.
- ג. הפצת מידע והסברה בקרב ציבור הצרכנים. הכוונה למכלול צעדים שעניינם החדרת מידע לתודעת הציבור וכן לתודעת הדרג הפוליטי בדבר הערך החברתי והכלכלי של נקיטת אמצעי מסוים, ופעולות הסברה והדרכה לעידוד הציבור ליישום האמצעי, זאת, גם כאשר אין גלויות לכך תועלת כלכלית ישירה לצרכן הבודד.

חשוב כאן להבהיר, כי חקיקה נתפסת לשיטתנו כאן כמכשיר הטמעה שלטוני רק במידה שהיא כופה באופן ישיר שימוש באחת מטכניקות היסוד. למשל – כאשר היא קובעת כי יש

לאסור מכירה בשוק של מכשירים שאינם עומדים בתקן נצילות אנרגטית מינימאלית מוגדר (תקינת מוצרים). במקרה כזה היא כופה ישירות שימוש בטכנולוגיה כלשהי בשוק.

ניתן למיין חלופות שונות להורדת ש יאי הביקוש על בסיס הצירוף של סוג טכניקת החיסכון המופעלת עם דרך ההטמעה שלה. כך, ניתן למיין את כלל הדרכים השונות על בסיס מטריצה במבנה שלהלן:

| תכנון פיסוי | טכנולוגיות | דפוסי התנהגות | טכניקת החיסכון מכשיר ההטמעה |
|-------------|------------|---------------|--------------------------------|
| | | | חקיקה |
| | | | תמרוץ כלכלי |
| | | | הסברה וחינוך הצרכן |

כל משבצת במטריצה לעיל מייצגת למעשה קונספציה רחבה מאוד אך קונקרטיית מאוד ומובחנת מהאחרות מבחינת טכנותיה . אנו סבורים כי יש לזהות תחילה מהן הקונספציות המועדפות, בראיית הצורך לקדם במהירות פתרונות אפקטיביים לסיכון התשתיתי הלאומי שהוצג בפרק הקודם.

מובן כי כדי להגיע לתעדוף זה של הקונספציות השונות , יש לזהות ולגבש תחילה את הקריטריונים הבסיסיים שעל יסודם יבוצע תעדוף זה.

מבט כללי על סדרי הקדימות בין חלופות

ישנה קורלציה חזקה לדעתנו בין שלושת סוגי קטגוריות היסוד הטכניות שהוצגו להשגת חיסכון בשיאי הביקוש לבין רמת העמידה בקריטריוני היסוד שקבענו. כך –

- 1) על מנת לקטוף פירות במונחי חיסכון בצריכת שיא בטווח קצר ככל הניתן, הרי החדרת דפוסי התנהגות וצריכה לצרכנים במשק , בכל המגזרים , היא האסטרטגיה המבטיחה ביותר. אחריה נמצאת האסטרטגיה של הכנסת טכנולוגיות צריכה חסכוניות וחכמות , ואילו התכנון הפיסי (החדרת תרבות של "בנייה מודעת אנרגיה") יתן פירותיו רק בטווח ארוך למדי;

2) גם בקריטריון הישימות, הגישה של שינוי דפוסי התנהגות היא מבטיחה יותר מאשר גישות של טרנספורמציות טכנולוגיות ותכנוניות, אם כי אנו סבורים כי חלק מן התפיסות הטכנולוגיות היעילות אינן רחוקות בהרבה מגישה התנהגותית מבחינת סיכויי יישום.

אשר לקריטריון תוחלת שיעור החיסכון הצפוי – כאן קשה לחזות תוצאות צפויות יחסיות של הגישות השונות, אולם ברור כי להתנהגות הצרכן יש גם כאן משקל דומיננטי. יישום טכנולוגיות המסיטות שיאי ביקוש עדיין מותנה במידה רבה בהתנהגות הצרכן ובהירתמותו האישית. צעדי התכנון הפיסי, אשר תרומתם לחיסכון איננה תלויה התנהגות אנוש לכאורה, יביאו תועלת רק מצד הבניה החדשה בישראל, בניגוד לתרומה הנגזרת משינוי דפוסי צריכה שתבוא מצד כלל הצרכנים בישראל.

גם בהקשר של מכשירי ההטמעה, יש לדעתנו קורלציה ברורה בין שלושת גישות הטמעת טכניקות חיסכון שונות לבין הקריטריונים שהוצבו. להערכתנו, הפעלת מכשירים של שכנוע המונים – הסברה וחינוך הצרכן, העברת מידע ופרסום – היא ישימה יותר, ויכולה להניב תוצאות משמעותיות בטווח קצר יותר מיתר הגישות (אם כי מסע פרסום יכול גם להיכשל).

חקיקה היא אפקטיבית יותר היות ושינוי חקיקה או תקנות יביא בן לילה לשינוי בחברה. אך מדובר בתהליך קשה, מסובך דורש זמן רב וסיכויי הצלחתו הסופיים בדרך כלל בינוניים ומטה. תמרוץ כלכלי (במידה והוא נעשה בתקנות, ולא דורש שינוי חקיקה) הוא מכשיר הטמעה הנמצא בין שתי הגישות הללו מבחינת יכולת יישום בטווח זמן סביר בעוד שמבחינת תוחלת הישג במונחי חיסכון הוא עשוי להיות אפקטיבי מאוד.

סיכום ביניים

מן הדברים ד' לעיל נובעים לשיטתנו כמה עקרונות חשובים בהקשר למהות האסטרטגיה הצריכה להינקט בטווח המיידי על מנת להשיג הפחתה בעלת משמעות משקית-לאומית בביקושי השיא של חשמל, בטווח זמן קצר יחסית. עקרונות אלו הם:

1. יש לתת קדימות גבוהה, ובדגש חזק, לאסטרטגיה החותרת לשנות דפוסי התנהגות צרכנית באמצעות אספקת מידע ושכנוע המונים בדבר החשיבות הלאומית הרבה של שינויים אלו;

2. בסדר קדימות שני, אך עדיין גבוה מאוד, יש לשאוף להפעלת תמריצים כלכליים אפקטיביים לשינוי התנהגות צרכנית, ובמקביל לתת קדימות גבוהה להחדרת טכנולוגיות התומכות באפשרות התמרוץ הכלכלי (טכנולוגיות לניהול ביקושים וכן הכנסת מכשירי צריכה בעלי נצילות גבוהה יותר)

נדגיש שוב: אין הדברים הנ"ל באים להפחית בערכם של צעדים בעלי אפקט ארוך טווח, תוך שימשו בחקיקה כדי להניע שינויים במערכים הטכנולוגיים הצרכניים ובגישות תכנון פיסי במדינה. אנו סבורים, כי מתן דגש בטווח המיידי על אותם צעדים המבטיחים תוצאות גבוהות בזמן קצר יפעל בעקיפין גם לזירוז ולהבטחת קידומם של צעדים המחייבים כלים מורכבים יותר.