

צעדים פורצי דרך להפחתת פליטות ממשק החשמל בישראל

מאת: אמנון שפירה

יו"ר רשות החשמל 2006-2011

עבור גרינפיס ישראל

נובמבר 2022

תוכן עניינים

3.....	מילון מונחים
4.....	תקציר
7.....	מבוא
9.....	חלק א' – גישות כלכליות להתמודדות עם משבר האקלים
9.....	1. גישת הכלכלה הניאו ליברלית – "הסתכלות דרך החור שבגרוש"
11.....	2. גישת הכלכלה הסוציאל דמוקרטית – מעורבות ממשלתית
14.....	חלק ב' – שיטות להפחתת פליטות
14.....	1. כללי
15.....	2. הפחתת פליטות דרך הגדלת ייצור חשמל באנרגיות מתחדשות
23.....	3. הפחתת פליטות על ידי מיסוי
24.....	4. הפחתת פליטות על ידי הקטנת הצריכה - התייעלות אנרגטית
31.....	חלק ג' - פתרונות פורצי דרך להפחתת פליטות
31.....	1. תעריפים והשפעתם על מועד החזר ההשקעה
32.....	2. תעריפים דיפרנציאליים
33.....	3. הפריה הדדית: חקלאות ואנרגיה
34.....	4. הפריה הדדית: ים ואנרגיה
35.....	סיכום

מילון מונחים

- KVA – קילו וולט אמפר - הספק חשמלי טהור, משמש בעיקר לציין גודל החיבור לרשת
- KW – קילו וואט – הספק חשמלי – 1,000 וואט
- KWh – קילו וואט שעה – יחידות אנרגיה = הספק חשמלי לאורך זמן
- MVA – מגה וולט אמפר – הספק חשמלי טהור, משמש בעיקר לציין גודל החיבור לרשת
- MW – מגה וואט – הספק חשמלי - 1,000,000 וואט
- MWh – מגה וואט שעה – יחידת אנרגיה – פי 1,000 מ-KWh
- PPM – מס' חלקיקים מתוך מיליון. למשל: ריכוז פד"ח באטמוספירה עומד על 421 ppm.
- PV – Photo Voltaic – טכנולוגיה ליצור חשמל באמצעות קרינת השמש
- אנרגיה פוסילית – אנרגיה שמקורה מדלקים מאובנים המצויים במעבה האדמה
- אגרי-PV - תחנת כוח מסוג PV המוקמת על שטח חקלאי פעיל
- ביו גז – גז המופק מחומר אורגני בתהליך עיכול תאי בתנאים אנאירוביים. משמש גם לייצור חשמל
- ביומסה - חומרים אורגניים המשמשים כמקור אנרגיה – הנפוץ הוא פרש חיות
- גז מטמנות – גז מתאן הנוצר מפירוק טבעי של החומר האורגני במטמנות
- דו שימוש – שימוש באותו תוואי שטח ל-2 מטרות לפחות
- הגנ"ס – המשרד להגנת הסביבה
- הרשות – הרשות לשירותים ציבוריים – חשמל או בשמה הרווח – הרשות לחשמל
- החוק - חוק משק החשמל התשנ"ו - 1996 על כל עדכונים
- יח"פ – יצרן חשמל פרטי (שאינו חברת חשמל)
- מחז"מ – תחנות כוח המייצרת במחזור משולב (משתמשת באדי הפליטה בטורבינה קיטורית)
- פד"ח – פחמן דו חמצני (CO₂)
- צרכני מתח נמוך – מחוברים לרשת המתח הנמוך בהספק עד 630 קו"א. יש כ-2.5 מיליון צרכנים שהם ברובם צרכנים ביתיים וחלקם המועט בתי עסק בעלי צריכה קטנה יחסית
- צרכני מתח גבוה – מחוברים לרשת המתח הגבוה בהספק גדול מ-630 קו"א וקטן מ-12 מו"א. בארץ ישנם כ-2600 צרכנים ובהם מפעלים, מרכזי קניות לא גדולים
- צרכני מתח עליון – מחוברים לרשת המתח העליון בהספק גדול מ-12 מו"א. בארץ כ-40 צרכנים ובהם מפעלי ענק כגון אינטל קרייט-גת, מרכזי קניות ובנייני משרדים כגון עזריאלי.
- תרמו סולרי – טכנולוגיה ליצור חשמל באמצעות חום השמש

תקציר

העולם מתחמם בקצב מהיר. ההתחממות מהווה סכנה אמיתית לחיינו על הכדור, שלא לדבר על עוני ועל אנרכיה מוחלטת, ועדיין - אין מודעות למוחשיות הסכנה. כדי להימנע מתחזית אפוקליפטית זו יש להגביר את המודעות אצל מעצבי המדיניות, הפוליטיקאים ולהפחית דרמטית את כמות פליטות גזי החממה, האחראים על אפקט החממה.

העבודה הנוכחית מתמקדת במשק החשמל בישראל, ומציעה פתרונות פשוטים ומיידיים שיישומם יביא להפחתת פליטות מהירה ומשמעותית. העבודה מאירה זרקור על הבעיה העיקרית הקיימת, היא בעיית המודעות. אבקש להראות כי לפוליטיקאים ולמעצבי המדיניות בישראל חסרה הכרה בגודל הבעיה ובצורך האקוטי במציאת פתרונות. כל עוד לא תשתנה הגישה, וכל עוד לא תתבסס ההבנה כי האיום הסביבתי הוא איום קיומי, לא נראה מאמץ אמיתי להפחתת פליטות ומן הסתם הקטסטרופה תגיע מהר מהצפוי כמאמרו של עומיר חק המצוטט בגוף העבודה.

שר האוצר היוצא מר אביגדור ליברמן נדרש במהדורת החדשות בערוץ כאן 11 בתאריך 20.8.22, להסביר את גובה תקציב משרד הבטחון. תשובתו הייתה: "תקציב הביטחון הוא פונקציה של איומים". מה שענה שר האוצר במילים אחרות היה: שווה לי להשקיע בטנקים, מטוסים ועוד כלי מלחמה מפני שעלות המוות של אנשים בתוספת הפסד טריטוריה, גדולה יותר.

בעבודה זו אבקש להציע לפוליטיקאים ולמדינאים להתייחס באותה רצינות לאיום הנובע ממגמת ההתחממות, ולצורך לבלום אותו, בין היתר על ידי מתן תקציבים לגופים ולמשרדים הרלבנטיים, שהם פונקציה של האיומים הגוברים.

עקרונות הכלכלה הניאו ליברלית, הדוגלים במינימום מעורבות ממשלתית, לא יביאו לבדם לפתרון הבעיה. נדרשת מעורבות ממשלתית והגדלת התקציבים הרלבנטיים על מנת להביא להפחתת פליטות משמעותית. נדרשת ההבנה כי תמרוץ פתרונות מפחיתי עד מאפסי פליטות שווים הרבה כסף, במיוחד ביחס לחלופה של הקטסטרופה הצפויה.

ואכן, הפתרונות שיוצגו בעבודה זו מתמקדים בנקודת המבט הכלכלית: תמרוץ אנרגיה מתחדשת ואגירה, תמרוץ התייעלות אנרגטית, קנסות כספיים, מיסוי הפליטות, תעריפים דיפרנציאליים ועוד.

העבודה סוקרת מגוון רחב של פתרונות טכנולוגיים קיימים ואף עתידיים. כלל הפתרונות נועדו לשנות את המשוואה הקיימת היום, לפיה רוב ייצור החשמל נעשה על ידי שריפת דלקים פוסיליים מזהמים, ומשרטטת את הדרך ל-100% ייצור חשמל מאמצעים מתחדשים ולא מזהמים, או כמעט שאינם פולטים פליטות המייצרות את אפקט החממה. בנוסף לייצור חשמל, תחבורה אחראית לפליטות רבות. יש לבחון מגמת חשמול המכוניות ו/או שימוש בתאי דלק (כיום - ממימן ירוק) ולהביא למצב שהמשקים האחראים לרוב הפליטות המזרזות את אפקט החממה יהפכו להיות ירוקים – 0 פליטות.

הפתרונות המוצעים בעבודה זו הם:

1. הגברת ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת ושילוב אמצעי אגירה בכלל הטכנולוגיות האפשריות על ידי תמריצים כלכליים.
2. שימוש בתמריצים שליליים (מיסוי פליטות) או בתמריצים חיוביים (ביטול מיסוי מהכנסות מייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בשיתוף עם אמצעי אגירה).
3. מעבר להתייעלות אנרגטית, לרבות קביעת תעריף הדיפרנציאלי המתמרץ להתייעלות אנרגטית דרך בנייה נכונה, מוצרים יעילים וייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת.
4. מיקרו גרידים – פיתוח משקי חשמל מבוזרים, קטנים ואזוריים, המנוהלים בצורה יעילה ומשתמשים בתחנות כוח מאנרגיה מתחדשת + אמצעי אגירה + ניהול חכם של הביקושים.

למרות גודלה של מדינת ישראל ותרומתה המצומצמת לכאורה לפליטות גזי החממה העולמיות, יש חשיבות רבה במעבר למשק דל פליטות / כלכלה דלת פחמן בישראל. אפשר לבלום את המגמה אם מדינות העולם יראו וילמדו מהנעשה בישראל. העובדה שבישראל הפליטה לנפש גבוהה מאוד ביחס למדינות המפותחות והמחויבות להסכמי האקלים מסבירה גם היא את הסיבה מדוע אי אפשר שלא לנקוט בצעדים להפחתת פליטות.

יעדי ההפחתה שקבעה מדינת ישראל – הפחתה של 27% ברמת הפליטות עד לשנת 2030 ו-85% עד לשנת 2050 (ביחס לשנת הבסיס 2015), הם יעדים ברי השגה ואף שמרניים למדי לפי עבודות שונות. מעצבי המדיניות חייבים לבצע לפחות את כל המהלכים המוצעים בעבודה להשגת יעדי הביניים היעדים לשנת 2030, ואף יותר מכך.

לבסוף, ראוי לציין כי כל המוצע בעבודה זו תלוי בנכונות של צרכן החשמל להשתתף במשחק ולצרוך ולייצר חשמל נקי, וכמובן לצרוך פחות חשמל. נכונות הצרכנים לא נובעת רק מגובה התמריץ הכלכלי אלא גם מרמת השירות. ביצוע מדיניות לא אחראית ונמהרת עלול להביא למצב של ירידה ברמת השירות – יציבות הרשת וריבוי הפרעות באספקת חשמל. כל הפתרונות המוצעים בעבודה חייבים להתבצע בראיה הוליסטית, בה מגבירים את נתח האנרגיות המתחדשות ואת נתח הייצור המבוזר על חשבון הייצור בתחנות פוסיליות מרוחקות, ללא פגיעה ברמת השירות הבסיסי לצרכן החשמל.

הגדרת הבעיה

מגמת ההתחממות תביא

עוני, אנרכיה ואסונות

הזמן לפתרון הולך ואוזל, ועדיין

"יהיה בסדר"

הוא הלך המחשבה בפוליטיקה הישראלית

מבוא

ההתחממות גלובלית היא למעשה העלייה הנצפית בממוצע הטמפרטורה קרוב לפני שטח כדור הארץ ובאטמוספירה. התחממות זו מתרחשת בעיקרה כתוצאה מעלייה בכמות גזי חממה הנפלטים על ידי פעילויות האדם ומייצרים את אפקט החממה.

מאז החלו הרישומים המודרניים של מדידת החום על פני הקרקע בשנת 1880, עלתה הטמפרטורה הממוצעת של כדור הארץ בכמעט מעלת צלזיוס שלמה. זה אולי נשמע מעט, אבל למעשה מדובר בשינוי מאוד מהיר בטמפרטורה הממוצעת על פני כל כדור הארץ, שהתרחש בפחות מ-150 שנה. במשך מאות אלפי השנים האחרונות ריכוז הפחמן הדו חמצני עמד על כ-280ppm, אולם מאז תחילת המהפכה התעשייתית, לפני כ-200 שנה, ועד היום ריכוז זה עלה בכ-45 אחוז. נכון לעת כתיבת שורות אלו, ריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה עומד על 421 ppm^1 .

בשפה העברית אנו נוהגים לדבר על תופעת ההתחממות. כאשר מתרגמים את המונח "תופעת ההתחממות" לאנגלית מתקבל המונח: "The warming phenomenon". זאת בעוד בתרגום המונח השגור באנגלית "The Global Warming Effect" מקבלים בעברית את המונח "השפעת ההתחממות העולמית".

אולי כאן טמונה הבעיה הישראלית? למילה תופעה יש, בין היתר, משמעות זמנית, זו תופעה והיא חולפת. לא כך מגמת ההתחממות. היא הופיעה והחריפה מאז המהפכה התעשייתית, ובלי טיפול נכון, רק תחריף בקצב גבוה יותר. לכן, נכון להבין את השפעת ההתחממות וליישם פתרונות מידיים לבלימת קצב עליית הטמפרטורה הממוצעת ולא להתייחס לבעיה כאל תופעה שתחלוף.

בגיליון מס' 259 של הדה מרקר מאוגוסט 2022 תורגם מסמך עמדה של עומייר חק². כותרת המסמך היא "עד 2050 כבר לא נהיה פה". במסמך יוצא חק נגד הנון-שלנטיות בה נתפסת בעיית ההתחממות. לשיטתו, הפוליטיקאים מפזרים הבטחות שווא שאין בהן שום היגיון, שהרי בעיית ההתחממות היא כל כך גדולה, ותביא למדבור, לעוני, לאנרכיה פוליטית, לעליית פני הים, הרבה לפני שנת 2050. לכן טוען חק, קביעת יעדים לשנת 2050 היא הרסנית. לשיטתו יש לנקוט בפעולות דרסטיות לעצירת ההתחממות כבר עכשיו ולקבוע יעדים לשנים הקרובות, כך שגבול העלייה של מעלה וחצי לא יושג, וכל הקטסטרופות הנזכרות לא יתקיימו.

הטמפרטורה הממוצעת בישראל עלתה בכ- 1.4°C בתקופה שבין 1950 ל-2017 ועד 2050 היא צפויה לעלות במעלה נוספת. כלומר מדינת ישראל, ללא פעולה נמרצת עומדת לעבור מהר מאוד את רף 2°C (בממוצע). אם זה יהיה המצב ברמה הכלל עולמית, הקטסטרופה בעיצומה.

¹ <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels#:~:text=Carbon%20dioxide%20measured%20at%20NOAA's,of%20California%20San%20Diego%20announced>

² עומייר חק הוא הוגה דעות, פרשן, בלוגר ודמות ציבורית, המרבה לכתוב על כלכלה, חברה, עסקים, חדשנות ותרבות עכשווית

בישראל, משקי החשמל והתחבורה אחראיים לפליטת מרבית גזי החממה. לכן יש חשיבות עליונה לטיפול בהפחתת הפליטות משני המשקים הללו.

העבודה הנוכחית מתמקדת בפתרונות במשק החשמל, ומציעה מגוון פתרונות שאם יינקטו במהירות יבלמו את קצב עליית הטמפרטורה בישראל. העבודה עוסקת במעט גם במשק התחבורה היות והמנועים העתידיים יהיו מנועים חשמליים או תאי דלק מימניים אשר ישפיעו על מבנה משק החשמל בישראל.

הפתרונות המעשיים, הנדרשים ליישום כאן ועכשיו, יפורטו בעבודה זו. כפי שנראה, הקמת תחנות מאנרגיה מתחדשת מבוזרת ושילוב אמצעים לאגירת חשמל, פותרים את בעיות איכות החשמל המועבר ברשתות החשמל ואף מונעים בעיות של גודש ברשתות ההולכה. בנוסף, נראה שהטמעת ייצור מאנרגיה מתחדשת ברשתות החלוקה דוחה ואפילו מונע השקעות מיותרות במערכת ההולכה וההשנאה ומאפשרת הקמת מערכות חשמל מבוזרות ויעילות, כך שהכלכליות של התהליך מוכחת.

ממשלות ישראל קבעו בהחלטות ממשלה שונות יעדים להפחתת פליטות ולייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת. נכון להיום, אנו רחוקים מהשגת יעדים אלה, והממשלה לא עושה די, לטעמינו, בכדי לעמוד ביעדים. בין מטרות עבודה זו לנסות ולהראות כי עמידה ביעדים שנקבעו ואף ביעדים יומרניים יותר היא אפשרית הן ברמה הכמותית – כמות אנרגיה חשמלית המיוצרת ע"י מקורות מתחדשים, הן ברמת לוחות הזמנים – הטכנולוגיות קיימות ומוכחות ואפשר אפילו להקדים לו"ז הרשום ביעדים, כל זאת תוך שמירה על רמת שירות ואף שיפורה.

חלק א' – גישות כלכליות להתמודדות עם משבר האקלים

1. גישת הכלכלה הניאו ליברלית – "הסתכלות דרך החור שבגרוש"

הגישה הניאו-ליברלית הדוגלת בכלכלת השוק החופשי, מחפשת את שיווי המשקל הכלכלי בין ההיצע לביקוש, ולא מחשבת את הנזק הצפוי מהיעדר פעולה, כל עוד אין איום קיומי בנמצא. עם זאת, ברגע שמדובר באיום קיומי הגישה הניאו ליברלית "נעלמת" והגישה הדוגלת במחיר אין סופי לחיי אדם (לכן אפשר להשקיע כמה שרוצים וההשקעה תיתפס ככלכלית) היא הרווחת, והמעורבות הממשלתית גדלה. אם כן, כדי להמשיך לנהוג לפי כלכלה ניאו-ליברלית יש להכחיש או להתעלם מהעובדה שיש איום קיומי. יש כאלה, בראשם פוליטיקאים ומנהיגים מדיניים כמו נשיא ארה"ב לשעבר, נשיא ברזיל האחרון ונשיא הונגריה, המכחישים את מגמת ההתחממות וסכנותיה במרץ רב. יש כאלה מתוחכמים אשר אינם נמנים על מכחישי מגמת ההתחממות אך פועלים בדרך מקצועית המראה שהם אכן לא מאמינים שההתחממות היא בעיה קיומית ועכשווית. לא נוכל להתקדם לעבר כלכלה דלת פחמן עד שאלה האחרונים יבינו שלא מדובר בהשקעה שתחזיר עצמה בהיבט הקלאסי, אלא כזו שתחזיר את עצמה בהיבט של השקעה למען החיים המתמשכים על הכדור.

משרד האוצר בישראל מסתכל על כל עניין דרך החור שבגרוש – גישה כלכלית ניאו-ליברלית, עד שזה מגיע לנושאי ביטחון. בפתרון בעיות הקשורות לביטחון, היד קלה מאוד על שיבר הכספים כי הרי מדובר בחיי אדם, והאיום הוא קיומי, מידי ועכשווי ולכן נדרשת מעורבות ממשלתית מסיבית. נדמה כי הכלכלה הניאו-ליברלית לא נועדה להחיל בעיות מסדר הגודל של התחממות כדור הארץ והתעקשות על גישה כלכלית זו יכול שאף מעצימה את גודל הבעיה.

בראיון שהעניק שר האוצר מר אביגדור ליברמן הוא אמר: "תקציב הביטחון היא פונקציה של האיומים", כלומר, שר האוצר מאמין לאיומים המופנים כלפי מדינת ישראל וכגודל האיום כך גדלה ההשקעה בתקציב הביטחון. כאשר נבחן את העולה מלוח מס' 1 נבין כי שר האוצר במדינת ישראל אינו מאמין באיום על חיינו עקב עליית הטמפרטורה העולמית הממוצעת, או חושב שגם אם יתממש האיום יעברו שנים רבות. בכל מקרה, משרד האוצר אינו משקיע כספים בניסיון למנוע את העלייה בטמפרטורה ואיום על החיים על פני כדור הארץ.

לוח מס' 1: תקציבי משרדי ממשלה רלבנטיים לשנת 2022

משרד ממשלתי	תקציב (2022)*	יחס לתקציב מ. הביטחון
משרד הביטחון	60 מיליארד ₪	1
משרד לביטחון פנים	20.6 מיליארד ₪	0.343
המשרד להגנת הסביבה	428.5 מיליון ₪	0.007
משרד האנרגיה	586.2 מיליון ₪	0.0098
משרד התחבורה	550 מיליון ₪	0.0092

*תקציב מאושר ללא מענקים ממדינות חוץ או הכנסות מפעילויות שונות של המשרד. מתוך מאתר מפתח התקציב של הסדנא לידע ציבורי.

בטבלה מעלה מוצגים גם התקציבים של משרד האנרגיה ומשרד התחבורה מאחר וייצור והעברת חשמל לצרכנים ומכוניות לסוגיהן אחראיים על מרבית פליטות בישראל.
ראו פלא: מבין המשרדים הנסקרים תקציב המשרד להגנת הסביבה הוא הנמוך ביותר, ומהווה 0.7% מתקציב הבטחון. תקציב שלושת המשרדים המופקדים ישירות על הפחתת הפליטות מהווה 2.6% מתקציב משרד הביטחון.

נשאלת השאלה: **מדוע תקציב המשרדים האמונים על המלחמה בהשפעת ההתחממות העולמית כל כך קטן?**

התשובה היא, כנראה: חוסר הבנה שמדובר באיום קיומי, מוחשי ומיידי לחיינו על הכדור; התשובה היא, כנראה: למרות שהשלכות משבר האקלים מורגשות כבר עכשיו לא מאמינים לממצאים העכשוויים שיורגשו ביתר שאת בעתיד, גם במדינת ישראל;
התשובה היא כנראה: שלא מאמינים שאין זמן ומרשים לעצמם לבחון את הבעיה רק בעיניים כלכליות גרידה, ניא-ליברליות, כאילו שמדובר בבעיה רגילה שהכלכלה, ללא מעורבות ממשלתית, יודעת לתת לה פתרון.

ברור שאחד הפתרונות הראשונים לבעיה הוא שינוי מהלכי חשיבה בממשלה ומתן תקציבים גדולים למשרדים האחראיים לפתרונות. כאמור, בראש ובראשונה למשרד להגנת הסביבה, לאחר מכן למשרד האנרגיה שבידו היכולת לנווט את משק החשמל (המזהם העיקרי), לאחר מכן למשרד התחבורה האחראי על מעבר לרכבים חשמליים ולציי רכבים גדולים מונעים ע"י תאי דלק מימניים המוגדרים כאנרגיה ירוקה ואינם מייצרים פליטות כלל.

המסקנה המתבקשת היא כי הפוליטיקאים חייבים "להחליף דיסקט". חייבת להיערך רביזיה תקציבית אמיתית שתביא לידי ביטוי את הסכנה העצומה מהשפעת ההתחממות הנמשכת והרבה כסף ממשלתי צריך לתמוך בפתרונות מקיימים ובמיוחד בפתרונות מקיימים במשק החשמל הישראלי.

פתרונות אלה מתחלקים ל-2 קבוצות:

קבוצת ה-אל תעשה: אל תעשה אנרגיה פוסילית, אל תצרוך הרבה חשמל וקבל אותו שירות (חוסר התייעלות אנרגטית); אל תפתח את רשת ההולכה מעבר לנדרש, אל תקים תחנות כוח מרוחקות ממוקדי הביקוש לחשמל, אל תמשיך במודל של משק חשמל ריכוזי עם מנהל מערכת אחד, אל תנסה לפתור את הבעיה בגישה ניא-ליברלית.

קבוצת עשה: עשה אנרגיה מתחדשת, מחזור, רכבים חשמליים, כלכלה דלת פחמן, תמריצים חיוביים לפתרונות מקיימים, בנה משק חשמל מבוזר ובצורת מיקרו גרידים, התייעלות אנרגטית, מעבר למשק חשמל מבוזר;

2. גישת הכלכלה הסוציאל דמוקרטית – מעורבות ממשלתית

רשות החשמל מחוייבת על פי חוק לגישת הכלכלה הניאו-ליברלית. החוק מורה לרשות להציג את תעריפי החשמל כתוצאה של עלות ועוד תשואה נאותה להון. גרוע מכך, בעת כתיבת החוק ומשך שנים אח"כ לא יכלו כלכלני הרשות, בבואם לקבוע תעריף כל שהו במשק החשמל, להתחשב בעלויות חיצוניות למשק החשמל. כלומר יש להתחשב בתעריף בעלות הפחם הנשרף לצורך יצירת אנרגיה חשמלית, אך אין להתחשב בעלות הזיהום הסביבתי שמייצרת שריפת הפחם.

בשנת 2008 קבעה רשות החשמל את תעריפי ה-PV המוקמים על גגות ביתיים וזכתה לקיתונות ממשד האוצר שטען ליצירת עלות עודפת במשק החשמל. הניסיון שלי, כיו"ר הרשות, להצדיק את גובה התעריפים ככלכלי אם מחשבים את העלויות הסביבתיות/החיצוניות הנגרמות בשל שריפת דלקים פוסיליים, זכו להתעלמות. בשנת 2010 החל צוות בין משרדי בראשות הפרופסור קנדל ראש המועצה הלאומית לכלכלה לבחון את התועלות הכלכליות של אנרגיות מתחדשות. הצוות פרסם את המלצותיו וראה איזה פלא – כדאי להקים אנרגיות מתחדשות אפילו יותר מתחנות השורפות דלקים פוסיליים. יש לזכור שבאותה תקופה לא היו פתרונות טכנולוגיים מתאימים כמו אגירה ולכן המלצות הדו"ח לא יושמו במלואן.

פריצת הדרך החשובה של דו"ח זה הייתה היכולת שהוקנתה לרשות החשמל בבואה לקבוע תעריפים בהתחשב גם בעלויות סביבתיות/חיצוניות למערכת החשמל כמו עלות פליטות. יכול אדם לחשוב שפה תבוא הפריצה ואנרגיה מתחדשת תשטוף את הארץ, אך לא כך קרה. רשות החשמל בחרה להמשיך לבחון את הצד הכלכלי גרידא ולהוריד את התעריפים עקב ירידת העלויות הדרסטית, היא לא הפעילה את הסמכות שהוקנתה לה ולא "קנסה" את החשמל הפוסילי על זיהום הסביבה. התוצאה הייתה ירידה באטרקטיביות העסקית של הקמת אנרגיה מתחדשת (בעיקר PV) ובריחת יזמים מהשטח. בעוד שבשנים 2008-2010 קמו מאות חברות לבניית תחנות PV הרי שבשנת 2014 דובר על קריסת הענף ובריחת יזמים.

החל בשנת 2017 שינתה רשות החשמל גישה וזכתה מחדש באמון היזמים הפרטיים, וחברות פרטיות החלו להיכנס לענף מחדש. השיטה החדשה שהונהגה הייתה יצירת מכרזים בהם המתחרים קובעים, למעשה את גובה התעריף בו תכיר הרשות.

ועדיין, ישנם מספר סוגים של תחנות כוח שעבורם קובעת הרשות את התעריפים. סוגי התחנות העיקריים הם: PV על גגות מחוברים למתח נמוך; ביו מסה; ביו גז; גז מטמנות ועוד (ראה רשימת טכנולוגיות ופירוט בפרק הבא). לגבי תחנות אלה כוונת הרשות כפי שהיא מצהירה מזה זמן – לאחד את התעריפים לתעריף אחד שמייצג טכנולוגית PV בהספק הגדול ביותר המחובר למתח נמוך או לאמץ את אחד התעריפים שנקבעו בשיטת המכרזים.

אם אכן תממש הרשות כוונה זו תהיה זו מכת מוות להקמת מערכות מאנרגיה מתחדשת ואף זלזול בחוק המאפשר לה להתחשב בעלויות סביבתיות/חיצוניות. ונסביר, עלות הקמת מתקן המייצר חשמל מביו מסה יקרה ביחס לעלות הקמת PV ולכן לא יכול להיות שייקבע תעריף זהה. ייצור חשמל במטמנות משתמש בגז מתאן שהוא גז חממה הרסני עשרות מונים מפד"ח לא יכול להיות שחיסכון בפליטת פד"ח ומתאן יחשבו באותו מחיר.

ההיגיון המדריך את כלכלני רשות החשמל הוא שה-PV מייצר 0 פליטות ולכן הוא אידיאלי לטובת הפחתת הפליטות. משום כך, לשיטתם, כל טכנולוגיה אחרת חייבת להיות כלכלית ביחס ל-PV, כלומר עלותה קטנה עד שווה לעלות הקמת ה-PV. המציאות הישראלית מראה שהיגיון זה מביא לאי עמידה ביעדים שקובעת הממשלה. בנוסף, היגיון זה יביא לייצור חשמל רק בטכנולוגיה ה-PV ואמצעי אגירת חשמל. משק חשמל אינו יכול להסתמך על סל דלקים הבנוי מסוג דלק אחד ובמיוחד שהייצור בטכנולוגיה הוא בלתי שליט. חייבת להיות תמיכה של "דלקים אחרים" בעלי פוטנציאל לכמות חשמל כמו רוח בים (לא יקום בתעריף PV), אנרגיית גלים, גז מטמנות, ביו מסה ועוד. כל הטכנולוגיות הללו צריכות לקבל תעריפים מתמרצים וגבוהים עד לכדאיות כלכלית (תעריפים המתחשבים גם בנזק שהם מונעים).

התעריפים שקובעת הרשות צריכים לקחת בחשבון את הסכנות העורבות ולבטא מעורבות ממשלתית שתביא לעמידה ביעדים ואף יותר מכך.

לסיכום האמור, נראה דוגמה לחישוב תוספת לתעריף PV על גגות בתים פרטיים כאשר יש התחשבות בעלויות סביבתיות/חיצוניות והתחשבות בקצב החזר ההשקעה. כלומר, אפילו בלי מעורבות ממשלתית נוספת, בהפעלת היגיון של כלכלת שוק פרטי יש מקום להעלאת התעריפים.

לוח 2: כדאיות העלאת התעריף כפונקציה של עלות פליטת פד"ח ושל קצב החזר ההשקעה

עלות פליטת לקוו"ט	הספק PV KWP	ריבית שנתית על ההשקעה	סה"כ השקעה בשקלים	תעריף באגורות לקוו"ט ש"ש	ייצור בשנה (בשעות)	הכנסה שנתית בשקלים	החזר השקעה עבור תשלום במזומן (בשנים)	ייצור שנתי של 1,000 מגו"ט (קוו"ט ש"ש)	עלות שנתית בהנחה של 1,000 מגו"ט PV על גגות ביתיים (שקלים)	עלות פליטת פד"ח נחסכת (שקלים)
3,500	10	0%	35000	48	1,700	8,160	4.29	1,700,000,000	158,941,398	158,941,398
				50	1,700	8,500	4.12	1,700,000,000	34,000,000	
				55	1,700	9,350	3.74	1,700,000,000	119,000,000	
				57	1,700	9,690	3.61	1,700,000,000	153,000,000	
				58	1,700	9,860	3.55	1,700,000,000	170,000,000	
3,500	10	6%	41,544	48	1,700	8,160	5.09	1,700,000,000	158,941,398	158,941,398
				50	1,700	8,500	4.89	1,700,000,000	34,000,000	
				55	1,700	9,350	4.44	1,700,000,000	119,000,000	
				57	1,700	9,690	4.29	1,700,000,000	153,000,000	
				58	1,700	9,860	4.21	1,700,000,000	170,000,000	

כמות פליטות פד"ח נחסכת: 649 גרם לקוו"ט ש"ש (מחשבון ח"ח); עלות נזק של הזיהום היא 42 דולר לטון, שכן יציג 3.43 ₪ לדולר (הספר הירוק 2021 בהתאמה)

מקרה הבוחן בטבלה מעלה נבחר להיות מתקן PV בהספק 10 KW על גג בעלות הקמה וחיבור של 3,500 ₪ לKW. התעריף ל-PV עד 15 KW הוא 48 אג' לKWh. נבחנו תרחישים של רכישה במזומן (ריבית 0%) ונטילת הלואה לצורך החזר ההשקעה בריבית של 6% (ריבית ריאלית, להערכתנו, לאחר עליית הפריים הדרמטית לאחרונה).

עם העלאת התעריף, נבחן משך הזמן להחזר ההשקעה, וכן נבחנו הכדאיות של המדינה לתמוך במהלך באופן שהעלות העודפת אינה עולה על עלות הזיהום הנחסכת. המזהם בדוגמה

הוא פד"ח וחישוב העלות נעשה לפי עלות של USD 42 לטון³ ולפי הנתון שצריכת כל KWh בבית יוצרת 649 גרם של זיהום.⁴

הנחת העבודה היא שתחנות PV חוסכות ייצור בתחנות פוסיליות. מקרה הבוחן הוא לפוטנציאל של PV MW 1,000 על גגות של בתים פרטיים החוסכים ייצור פוסילי הגורם לפליטות בעלות של כ-159 מיליון ₪ בשנה. ככל שנעלה את התעריף יש תוספת עלות. הבחינה היא: מתי תוספת העלות שווה לעלות פליטת פד"ח הנחסכת. זו הנקודה הרצויה מבחינה כלכלית. עוצרת בתעריף של 57 אג' לKWh מ יוצר על ידי PV על גג הבית הפרטי. כלומר, תוספת של 9 אג' לKWh ועדיין משתלם למדינה הנלחמת בפליטות פד"ח לשלם.

בנוסף, ניתן לראות כי עבור תעריף זה החזר ההשקעה עומד על 4.29 שנים⁵, נתון מאוד מתמרץ (אין הרבה עסקים היכולים להתהדר בתקופת החזר כה קצרה). לכן, מהלך כזה יחזיר הרבה יזמים לענף ויזרז את קצב הקמת תחנות באנרגיה מתחדשת ויגביר את קצב בלימת קצב ההתחממות.

רשות החשמל צריכה להעלות את רמת התעריפים, ולא לשאוף להוריד אותם, מאחר והכלי היעיל ביותר במלחמה נגד ההתחממות הוא הפחתת פליטות. כפי שנראה בפרק הבא, ישנם מספר כלים להילחם במגמת ההתחממות, אך הכלי היעיל ביותר הוא ייצור חשמל ממקורות מתחדשים המאפשרים ייצור חשמל ב-0 פליטה מהתחנה. זו החשיבה שצריכה להדריך את כלכלני המדינה באוצר, ברשות, במשרדי הגנת הסביבה, הכלכלה, האנרגיה והתחבורה.

לסיכום החלק הראשון נבקש להבהיר כי כלכלת השוק החופשי בתוספת הפנמת גודל האיום והעלאת תעריפים עקב כך, הם הפתרון השקול והנכון לעצירת מגמת ההתחממות הגלובלית. כלומר, חיפוש נקודת שיווי המשקל הכלכלי בתוספת מעורבות מדינה מסיבית יכולים להביא לרמת תמריצים כזו שתאפשר פתרון כלכלי הטוב ביותר האפשרי – במשמעות של מקסימום אמצעי ייצור ממקורות מתחדשים. לשם צריך לשאוף.

³ הספר הירוק 2021 הגנ"ס

⁴ מחשבון חח"י המפורסם באתר החברה.

⁵ מבחינה כלכלית אנו מניחים בהנחות היסוד: א. הירידה ביכולת הייצור בטלה ב-60 ב-5 השנים הראשונות ולכן ההכנסות מחושבות לפי 1,700 שעות אקוויולנטיות. ב. אין עלות תפעולית משויכת כי עלות הניקוי לצרכן ביתי שמנקה את הפנלים היא עלות מזערית של מים ותו לא.

חלק ב' – שיטות להפחתת פליטות

בחלק זה נסקור את השיטות והטכנולוגיות, הידועות כיום, להפחתת פליטות ממשק החשמל. לאחר שחלק הקודם המלצנו על הגישה הכלכלית שיש לנהוג בה, בחלק זה נתאר את השיטות והטכנולוגיות להפחתת פליטות דרך ייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים ובנוסף נבחן עוד פתרונות אפשריים שיביאו להפחתת פליטות מהירה ככל הניתן עד להשגת היעדים. בחלק השלישי נמליץ על פתרונות פורצי דרך, פשוטים ומהירים להשיג הפחתת פליטות.

1. כללי

משק החשמל הוא המשפיע העיקרי על מגמת ההתחממות העולמית. כאמור, במדינת ישראל הוא אחראי לכ-50% מהפליטות ובעיקר פליטות ה- CO_2 .

להזכיר, ממשלת ישראל קבעה יעד להפחתת פליטות גזי חממה עד 2030 בשיעור 27% בהשוואה ל-2015 ולהפחית בשיעור של 85% פליטות עד 2050 בהשוואה ל-2015. בשנת 2021 הצהיר ראש ממשלת ישראל על כוונה לעדכן את יעד הפליטות לשנת 2050 להיות 0. אם חוזרים למאמרו של עומיר חק מבינים שקביעת יעדים לשנת 2050 הם בבחינת לעג לרש כי לדבריו, ללא קביעת יעדים גבוהים יותר להשגה כבר בשנים הקרובות, לא נגיע לשנת 2050 והקטסטרופה תהיה בעיצומה.

לכן, יש להתכנס לעבודה ממשלתית הוליסטית ומאומצת שתשיג הפחתת פליטות גבוהה במועדים קרובים ככל הניתן. עבודה זו חייבת שתיעשה בשיתוף הציבור.

כדי להגיע ל 0 פליטות ממשק החשמל יש לבטל את הייצור מגז טבעי או כל דלק פוסילי מה שיותר מהר, תוך שמירה על רמת השירות לצרכן. לצורך זה חייבת להתבצע כבר עכשיו עבודה לתכנון משק החשמל המראה את ההיתכנות של 0 פליטות. העבודה צריכה לקבוע את כמות תחנות הכוח המונעות מאנרגיה מתחדשת (שמש, רוח, מים, פרש חיות, פסולת ועוד), את כמות אמצעי האגירה הנדרשים, ותכנון מערכות חלוקת חשמל כך שיוכלו להעביר את האנרגיה המיוצרת לצרכנים תוך שמירה על רמות שירות מקובלות (אמינות ואיכות אספקת חשמל).

השיטות להפחתת פליטות במשק החשמל מחולקות ל-4 קבוצות:

1. הגדלת מערכת הייצור, עד כדי הסתמכות מלאה על אנרגיות מתחדשות ומערכות לאגירת חשמל;
2. מיסוי פליטות;
3. הפחתת הצריכה לנפש תוך שמירה על רמת השירות – התייעלות אנרגטית.
4. בניית משקי חשמל מבזרים - עצמאיים אנרגטית – מיקרוגרید, המייתרים את מקטע ההולכה והשנאת חשמל הגורמים לאיבודים חשמליים ולחוסר יעילות משקית.

2. הפחתת פליטות דרך הגדלת ייצור חשמל באנרגיות מתחדשות

כאמור, משק החשמל בישראל הוא האחראי מס' 1 לפליטות ובעיקר לפד"ח. כדי לבטל כליל את הפליטות ממשק החשמל יש לתכנן את כל ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות. היעד שקבעה הממשלה הוא של 30% מסך הכול החשמל המיוצר בשנת 2030 יהיה מאנרגיות מתחדשות.

בישראל קיים פוטנציאל לייצור אנרגיה מרוח, מפרש חיות, מגז מטמנות אך הפוטנציאל הגדול ביותר הוא השמש שבעזרת הקרינה והחום שלה אפשר לייצר כמויות גדולות של חשמל. בישראל יש ים גדול שפוטנציאל הייצור ממנו נחלק לאנרגיה הקינטית שיוצרים הגלים ולאנרגית רוח. שתי הטכנולוגיות הללו לא מנוצלות בכלל בישראל, עובדה הדורשת תיקון מיידי. כמובן שאנו צופים פיתוח של עוד מגוון טכנולוגיות, שלא ידועות כיום, שיאפשרו לייצר חשמל ממקורות מתחדשים.

נכון לתחילת חודש ינואר 2022, סך הספק אנרגיה מתחדשת המייצרת חשמל (בפועל) בישראל עומד על MW 3,700, שהם פחות מרבע מההספק המותקן במיועד ל-2030. בסוף שנת 2025 חזוי ההספק להיות MW 9,600 שהם 60% מהיעד ל-2030.⁶

מנהל התכנון מסיים בימים אלה עבודה הנקראת "תכנית אסטרטגית לתשתיות הנדסיות במטרופולין ת"א". מבחינת שטח מוגדר המטרופולין בין חדרה לגדרה כאשר, למעט גוש הישובים במודיעין, הגבול המזרחי הוא הקו הירוק ההיסטורי והגבול המערבי הוא הים התיכון. נעשתה עבודת מחקר ענפה של הגורמים המקצועיים למצוא את פוטנציאל ההספק המותקן של PV במטרופולין. לאחר הפעלת שיקולי יישום שמרניים מאוד (חלקם של רשות החשמל) יצא שמטרופולין ת"א לבדו יכול לתרום 16,000 מגו"ט מותקנים של PV עד שנת 2040. מתוכם, כ-80% יכולים להיות מיושמים עד שנת 2030 – MW 12,800.

המסקנה היא שבכלל מדינת ישראל יש פוטנציאל עצום ורב כך שאפשר לייצר יעד יותר שאפתני לשנים הקרובות. יש לשים לב שהדיון כאן נסוב סביב PV בלבד, ולא לוקח בחשבון את הרוח, את הגלים, את אמצעי האגירה שבפריקת האנרגיה האגורה בהן הן מתפקדות כתחנת כוח לכל דבר ועניין, כמו כן לא נלקחו בחשבון אגרו-PV שלהן פוטנציאל מוערך כיום הוא 50,000 MW רק מעל מטעים (לפי מפתח = 10 מטרים) ועוד: נדמה אם כן כי היעד של תוספת MW 16,000 אנרגיה מתחדשת לשנת 2030 הוא בר השגה, ואף ניתן להשיג יותר.

את חישוב היסכון הכלכלי ממעבר לשימוש באנרגיות מתחדשות, ניתן להדגים בהסתמך על כמות פליטת CO₂ שפולטות התחנות הפוסיליות ועל העלות החיצונית של CO₂.

בשנת 2021 היו MW 17,500 מותקנים שיוצרו מדלקים פוסיליים, ובעיקר גז טבעי ופחם. ב-2021 פלטו תחנות הכוח 33.7 מיליון טון CO₂. כל MW במקטע הייצור מייצר פליטה של

⁶ נתונים מתוך: דוח מצב משק השמל 2021 של רשות החשמל)
⁷ דוח מצב משק החשמל 2021 של רשות החשמל

17,500 / 33,700,000 CO₂ = 1,926 ton בהינתן עלות של 143 ש"ח לטון⁸, כל MW מותקן גורם לעלות פליטת CO₂ של 275,418 ₪.

במצב ההתפתחות הטכנולוגית כיום, 16,000 MW של PV שקול ל-3,320 MW של תחנות כוח קונבנציונאליות, כלומר שקול לחיסכון של 6,394,320 טונות פליטה בשנה או במונחים כספיים חיסכון של כ-914.4 מיליון ₪ בשנה. חיסכון זה חייב להילקח בחשבון בכל החישובים הכלכליים.

להלן יפורטו הטכנולוגיות השונות תוך התייחסות לחסמים לקידומן והצעות לפתרון:

2.1 ייצור מבוצר באמצעות קרינת השמש – פאנלים סולריים (PV)

מדינת ישראל היא בין המדינות ברוכות שמש, ועליה לנצל יתרון משאב טבעי זה לייצור חשמל. ברוב האזורים בארץ קרינת השמש מאפשרת ייצור שווה ערך ל-1,700 שעות פיק (סך האנרגיה המיוצרת בשנה שווה להספק המותקן של התחנה מוכפל ב-1,700 שעות ייצור חשמל). בדרום הארץ שעות הייצור האקוויולנטיות עולות להיות 2,000 ואף למעלה מזה. באירופה, לשם השוואה, אנו מדברים על ממוצע של 1,300 שעות אקוויולנטיות.

כאמור, המפתח לקביעת יעדים שאפתניים יותר, בהתאם לגודל האיום, הוא ניצול פוטנציאל קרינת השמש. לכן, לפי מצאי הטכנולוגיות הידוע כיום יש להרבות ככל הניתן בטכנולוגית ה-PV. יש להגדיל את היעד לשנת 2030, תוך הצגת תמריצים כלכליים, להיות לפחות 45% או במילים אחרות, דרישה ש-24,000 מגו"ט של PV ייצרו בשנת 2030. יש להתייחס לחסמים הקיימים ולפתור אותם במהירות.

חסמים קיימים היום:

1. הגבלת שטחים קרקעיים (20,000 דונם). מנהל התכנון מגביל את כמות ה-PV המוקמים למקסימום השטח האמור.
2. עלויות גבוהות (יחסית) וחוסר כדאיות כלכלית להקמת תחנות כוח ברמה הביתית.
3. בירוקרטיה מקשה לתחנות גדולות יותר (היתרי בניה, עלות שמירה וכדו').

פתרון החסמים:

1. מנהל התכנון חייב להפשיר שטחים קרקעיים גדולים יותר.
2. מענקים ממשלתיים ומוניציפליים להקמת PV על כלל הגגות המתאימים.
3. בכל מקום בו אפשר להפחית בירוקרטיה, לעשות זאת.
4. הפנמת ההסתכלות על החיסכון הנובע מחוסר פליטות כסף פנוי שצריך לחזור לידי הציבור (ראה סעיף ג לעיל).

⁸ העלות \$42 לטון לקוחה מהספר הירוק של המשרד להגנת הסביבה. העלות הוכפלה בשער יציג של 3.41

2.2 ייצור מבוזר באמצעות קרינת השמש – אגרו-PV (דו שימוש)

המונח דו-שימוש מתייחס שימוש באותו תא שטח עבור שתי מטרות לפחות. למשל, שטח חקלאי שעליו נבנית תחנת כוח בטכנולוגיה של PV נחשב כדו-שימוש. ככל שנצליח להשתמש באותו שטח לגידולים חקלאיים בשילוב עם ייצור חשמל, ערך הקרקע יעלה וישתבח. מחישוב השטחים החקלאיים המשויכים לקיבוצים ולמושבים בארץ אנו מעריכים כי עבור 4.2 מיליון דונם⁹, פוטנציאל ייצור חשמל ב-PV הוא: MW42,000¹⁰, השקול לכ-8,000 MW של ייצור פוסילי. בהתאם לחישובים בסעיף 1.2.1 ברור שאנו חוסכים כמות פליטה עצומה ומייצרים רווח עצום שחוזר לאזרחים.

החסמים הקיימים היום:

1. אין רגולציה מתמרצת מספיק מצד רשות החשמל
2. אין כלל רגולציה מצד משרד החקלאות
3. הוגדר פיילוט שבמקרה הטוב תחנות יקומו רק בעוד 3 שנים

פתרון החסמים:

1. יש להגדיל את הרווח הכולל מהפרויקט. באחריות רשות החשמל להציע תעריפים גבוהים יותר.
2. משרד החקלאות נדרש לפרסם רגולציה שתאפשר קידום הקמת מתקנים.
3. בשל הפוטנציאל העצום יש להתחיל במייד בהקמת תחנות כוח אלה.

2.3 ייצור מבוזר באמצעות קרינת השמש – גגות ושטחים - דו שימוש

דוגמה נוספת לדו-שימוש היא מערכת פוטו וולטאית שיכולה לשמש להצללה לכל מיני משטחים: חניון ציבורי פתוח, גני משחקים, בתי עלמין, שדרות ציבוריות, ועוד. הפוטנציאל הוא כנראה עצום אך לא נעשתה עבודה להעריכו.

חסמים קיימים היום:

1. בירוקרטיה: נדרשים היתרי בנייה, חסמי תכנון מערכות הצללה, חיובים שונים ומשונים על ידי עיריות ומועצות מקומיות.
2. חוסר ברגולציה מתמרצת.

פתרון החסמים:

1. כל מערכת המוקמת במקומות ציבוריים ומחוברת למתח נמוך, תהיה פטורה מתשלום היתר בנייה.

⁹ החלטת רשות החשמל משיבה מס' 111 מיום 12.07.2021 – קביעת אסדרה ליצור חשמל בטכנולוגיה פוטו-וולטאית במתקני חלץ אגרו וולטאיים

¹⁰ היחס המשמש לחשובי תפיסת שטחים ולחישובים כלכליים הוא 10 מטרים KW מותקן, בטכנולוגיה האגרו-וולטאית

2. יש לחייב עריות להפסיק להטיל מיסים משונים על תחנות כוח מסוג PV הקמות באזורים הציבוריים כ-דו שימוש. (ערייה מחייבת מס שמירה למטר לוחות סולריים הגבוה בהרבה מתשלום ארנונה למטר).
3. בגלל העדיפות הברורה של דו שימוש, יש לייצר רגולציה עם תעריפים מתמרצים לתחנות אלה, שיביאו לרצון של גופים כמו עריות למצות את פוטנציאל ה-PV באזורם.

2.4 ייצור מבוזר באמצעות חום השמש, טכנולוגיה תרמו-סולרי

להבדיל מטכנולוגיית ה-PV, הטכנולוגיה התרמו סולרית עושה שימוש בחום השמש לצורך ייצור חשמל. עקרון העבודה דומה לקולטי שמש המשמשים לחימום מים. בטכנולוגיה זו, קולטי שמש ובהם צינורות עם נוזל (שמן) המתחמם ויוצר קיטור המניע טורבינה ליצור חשמל. ישנה טכנולוגיה נוספת המשתמשת במראות פרבוליות המרכזות את אור השמש לנקודה שמתחממת עד יצירת קיטור המניע טורבינה חשמלית (התחנה באשלים). במדינת ישראל יש כיום פרויקטים בהספק של כ-250 MW. לצורך יעילות ייצור החשמל, התחנות הללו מחוברות גם למערכת הולכת הגז הטבעי שיכול לתרום ייצור מועט (עד 3% מסך כמות החשמל המיוצרת בתחנה) עד שהשמש מצליחה לחמם את המערכת שמתחילה לייצר חשמל עצמאית. מכיוון שחום השמש וקרירת השמש עובדים באותן שעות והטכנולוגיה התרמו-סולרית יקרה יותר מה-PV, פחות נקייה מה-PV עקב הצורך בשימוש בגז טבעי ליעילות התוצר. יש לציין כי תפיסת השטח של טכנולוגיה תרמו סולרית נמוכה משל PV.

חסמים קיימים היום:

1. עלות ההקמה גבוהה ביחס לטכנולוגיית ה-PV.
2. תעריפים לא מתמרצים מספיק.
3. זיהום סביבתי הקיים במשיכת מערכת הולכת גז טבעי לתחנה.

פתרון החסמים:

1. פוטנציאל החום שווה לפוטנציאל הקרינה ולכן יש לנצל, למרות העלות הגבוהה יותר.
2. חשיבה על פיתוח מערכות היברידיות שיודעת לנצל את הקרינה יחד עם החום, לייצור מים חמים. כך נגדיל את נצילות תחנת הכוח.

2.5 ייצור מבוזר באמצעות רוח ביבשה ובים

רוח היא אחד הכוחות היותר שכיחים לייצור חשמל בעולם. ההספק הצפוי לייצר חשמל מטכנולוגיות רוח בשנת 2025 הוא 300 MW.¹¹ כמות זו נמוכה מהפוטנציאל שנקבע במדינת ישראל, והסיבה היא התנגדות של משרד הביטחון והתנגדות של צפרים

¹¹ דוח מצב משק החשמל 2021 של רשות החשמל

להקמת תחנות רוח ובעיקר תחנות רוח גדולות. לאור עוצמת הסיכונים הנובעים מההתחממות העולמית יש לבצע חשיבה מתכללת הלוקחת בחשבון את כלל השיקולים ולהקים יותר תחנות כוח מונעות רוח. בנוסף, בעולם, בעיקר בארצות הנורדיות נהוג לייצר חשמל מתחנות רוח המוקמות בתוך הים (בתחומי המים הטריטוריאליים והכלכליים של המדינה). בישראל אין התחלה של מחשבה שכזו, למרות שפוטנציאל המיקום בים הוא עצום. אנרגיית רוח מחושבת לפי ייצור שנתי של 2,400 שעות אקוויוולנטיות לפיק¹² שברובן לא חופפות עם שעות הייצור מ-PV אלא משלימות אותן. במידה ושתי השיטות ייושמו, הצורך במערכות גיבוי ואגירת חשמל יפחת, ויאפשר סל דלקים יהיה מאוזן יותר.

חסמים קיימים היום:

1. השיקולים הביטחוניים הם המהותיים ומעכבים הקמת תחנות רוח.
2. תעריפים לא מתמרצים מספיק
3. לא מקימים תחנות רוח בים עקב מחיר התחברות יקר מאוד לרשת החשמל.

פתרון החסמים:

1. יצירת סט תעריפים מתמרצים יותר לתחנות רוח ביבשה.
2. לבצע עבודה להערכת פוטנציאל ייצור חשמל מרוח בים.
3. להציע סט תעריפים מתמרצים לתחנות רוח מוקמות בים.

2.6 ייצור מבוזר באמצעות פסולת - ביו מסה, ביו גז

ייצור חשמל בעזרת ביומסה פותר 2 בעיות בו זמנית: א. מפחית את פליטות גז המתאן שמקורן בפירוק הרכיב האורגני בפסולת (מתאן הוא גז חממה אגרסיבי עשרות מונים מפחמן דו חמצני) ב. מגביר את ייצור החשמל. הטענה הבסיסית היא שפוטנציאל ייצור החשמל בשיטה זו במדינת ישראל הוא נמוך. לטעמי הטענה אינה מוכחת מפני שכל הזמן בוחנים את הפוטנציאל דרך עיניים כלכליות גרידא. הפוטנציאל במדינת ישראל נאמד בכ-500 MW ובשנת 2010 הגדירה רשות החשמל תעריף מתמרץ ל-180 MW שעדיין לא מומש כולו. היתרון בטכנולוגיה זו הוא שתחנות הכוח מייצרות חשמל באופן שליט, כלומר, אפשר להעלות ולהוריד את ההספק לפי צרכי המערכת, ובנוסף הן מסוגלות לייצר אותו מספר שעות כמו כל תחנה קונבנציונאלית רגילה.

החסמים הקיימים היום:

1. תעריפים לא מתמרצים. בתהליך אן-אירובי אין כדאיות לייצר חשמל.
2. אין תמרוץ לחקלאים להובלת הפרש או הפסולת האורגנית למקום בו מעבירים אותה את התהליך האן-אירובי.

¹² שעות אקוויוולנטיות הן שעות ייצור בעומס מלא של התחנה (פיק). החישובים הסטטיסטיים הביאו לתוצאה שהאנרגיה השנתית המיוצר בתחנה שווה להספק המקסימלי X 2,400 שעות

פתרון החסמים:

1. תעריפים מתמרים יותר של רשות החשמלבתוספת תמיכות. לפני למעלה מעשור הוגדרו תעריפים יחד עם תמיכות המשרד להגנת הסביבה, שהופסקו בינתיים.
2. יש לייצר כדאיות להובלת הפסולת עד למתקן. בבריטניה מסבסדים עלות זו וראה איזה פלא, הטכנולוגיה עובדת ומייצרים לא מעט חשמל מהעברת הפסולת ו/או פרש החיות את התהליך האן-אירובי.

2.7 ייצור מבוזר באמצעות פסולת – גז מטמנות

לייצור חשמל מגז מטמנות יתרון כפול, גם מניעת הבעירה הטבעית של גז מתאן והפליטות שלו לאטמוספירה וגם תוספת פוטנציאל קטן לייצור חשמל נקי. למטמנות בישראל, למעט דוגמאות בודדות, מגיעה פסולת לא ממוינת (פסולת אורגנית יכולה להגיע יחד עם פלסטיק). מצב זה מביא לייצור גז מתאן באופן טבעי במעבה המטמנה. ללא טיפול מתאים יכולה לפרוץ שריפה טבעית וגז המתאן נפלט חופשי לאטמוספירה. זו תופעה מסוכנת ויש למנוע אותה. השיטה הטובה ביותר למניעה היא ייצור חשמל על ידי מנועים או טורבינות מאוד יעילות וכך להפחית עד להעלים את פליטת המתאן משריפה טבעית. הדרך לבצע זאת היא לרשת את מעבה המטמנה בצינורות שמזרימים את גז המתאן למנוע או לטורבינה ולאחר טיפול הוא משמש כחומר השריפה. כך נמנעת רוב הפליטה לאטמוספירה. היתרון בטכנולוגיה זו הוא שתחנות הכוח מייצרות חשמל באופן נשלט, כלומר, אפשר להעלות ולהוריד את ההספק לפי צרכי המערכת, ובנוסף הן מסוגלות לייצר אותו מספר שעות כמו כל תחנה קונבנציונאלית רגילה. פוטנציאל טכנולוגיה זו נאמד בכ-100 MW.

חסמים קיימים היום:

1. התעריפים אינם כדאיים ואינם מתמרים את היזמים להקים תחנות.
2. רשות החשמל מעוניינת להוריד עוד את התעריפים מה שמבטיח פליטה מקסימלית מהמטמנות במדינת ישראל על כל המשתמע מכך.
3. בירוקרטיה סטטוטורית לבניית תחנות כוח לייצור חשמל במטמנות בישראל.

פתרון החסמים:

1. תעריפים מתמרים לתחנות כוח המוקמות במטמנות ומנצלות את גז המתאן לצורך בערה. ככל שהמנוע או הטורבינה יעילים ונצילים יותר כך התעריף לKWh צריך להיות גבוהה יותר.
2. איסור על הטלת חסמים בירוקרטיים וסטטוטוריים על הקמת התחנה אלא בדיוק הפוך, הקלות סטטוטוריות ותמרוץ כספי לכל מועצה או עירייה המאפשרת הקמת ת"כ במטמנה שבתחומה.

2.8 ייצור חשמל בעזרת גלי ים

ייצור חשמל בעזרת גלי ים מתאפשר באמצעות קבוצה של טכנולוגיות חדשות הנתמכות באנרגיה הקינטית שיוצרים גלי הים. היתרון הוא בייצור חשמל בקרבת החוף, בעיקר צמודי מזח או שוברי גלים המגדירים מרינות. יתרון זה בא לידי ביטוי במחיר חיבור לא גבוה ביחס לתחנות רוח הנמצאות בים. הפוטנציאל ב-MW הוא עצום כי בעצם כל מקום בו יש מרינה, מזח או חומה הוא מקום מתאים לייצור חשמל. מאחר והטכנולוגיה לא מוכחת בישראל (יש פרויקט סטרט-אפ אחד השואף להכרה טכנולוגית), מוקדם מדי לדבר על פוטנציאל.

חסמים קיימים היום:

1. אין בשלות טכנולוגית.
2. אין רגולציה לחיבור תחנות מסוג זה.
3. אין תעריפים מתמרצים.
4. בעיות סטטוטוריות בשטח הים להקים תחנות מסוג זה.

פתרון החסמים:

1. קביעת תעריפים מתמרצים.
2. קביעת רגולציה לחיבור התחנות לרשת החשמל.
3. פתרון הבעיות הסטטוטוריות כך שיתאפשר להקים תחנות היכן שניתן.

2.9 אגירת חשמל ופריקתו

אגירת חשמל המיוצר ברשת ופריקתו במשמעות הקמת מערכי אגירת חשמל בעיקר מבטריות (סוללות מליטיום-איון) בהלימה להספק המותקן הקיים ב-PV. לפי הרגולציה הקיימת, הבטריות צריכות לפרוק את החשמל האגור בהן במשך עד 4 שעות. תפקידי הבטרייה הם לספק ייצור נוסף של חשמל מעבר ליכולת של ה-PV, לספק גיבוי לייצור רציף של ה-PV, לפנות גודש מרשת הולכת החשמל, ולהבטיח איכות ואמינות אספקת חשמל. יש לציין שקיימות המון טכנולוגיות לאגירה ובעיקרן טכנולוגיות האוגרות חום בחומרים שונים ובעת הצורך ממירים אותו לחשמל ומזרימים אותו לרשת. הייצור מבטריות מזוהם, ועד היום לא נמצאה הטכנולוגיה למחזור מלא ומניעת פליטות מזיקות בגמר חיי הבטרייה (הרבה סטרטאפים מחפשים פתרון והוא בוודאי יימצא בקרוב). למרות כל זאת, משרד האנרגיה רואה בסוללת הליטיום-איון את מכשיר האגירה הרווח בשנים הקרובות. היתרון של הבטריות הוא שהן קטנות, לא תופסות שטח רב, בקירור נכון הן בטוחות לחלוטין ועלותן יורדת ככל שהשימוש העולמי בהן הולך וגדל. אפשר לשים אותן על הגג, בקונטיינר בשטח או כל מקום שבו יש חיבור חשמל מתאים. כאמור, ככל שתפתח הטכנולוגיה של ייצור חשמל ע"י רוח כך יפחת הצורך בכמות מתקני האגירה אך הוא תמיד ישאר כטכנולוגיה לגיבוי מקומי ומערכת, בהתאם גודל המערכת.

חסמים קיימים היום:

1. נכון להיום נקבעים תעריפי האגירה כחלק מתעריפי PV + אגירה. הם נקבעים דרך מכרזים ובאופן תחרותי המאפשר ליזמים להכניס גם שיקולים נוספים מעבר לייצור יעיל של חשמל (כגון עיבוי הפורטפוליו בכדי לאפשר הנפקה מוצלחת בבורסה), שיכול להביא לתעריפים נמוכים שלא יאפשרו הקמת אמצעי אגירה בפועל. זהו החסם היחידי שמקורו ביזמים ולא בממשלה.
2. אין רגולציה סטטוטורית מתאימה להסדרת שטחים, מיקומים אפשריים על גגות, אמצעי ביטחון נדרשים.

פתרון החסמים:

1. רשות החשמל חייבת לקבוע תעריפים מתמרצים לטכנולוגיות השונות לאגירה ופריקה של חשמל, זאת בניגוד לתהליך המכרזי הרווח היום.
2. יש להסדיר במהרה רגולציה סטטוטורית ולאפשר הקמה של מערכי סוללות רבים ככל הניתן.

2.10 טעינה ופריקה של בטריית במכונית חשמלית – EV

זהו המקום בו תחבורה ואנרגיה נפגשים. תחזית הפליטה לשנת 2022 ממגזר התחבורה היא 18.9 מיליון טון CO₂. הרכב החשמלי לא פולט זיהום לסביבה, כלומר, פוטנציאל חיסכון של 2.7 מיליארד טון של CO₂ מיליארד טון של CO₂.¹³ בהחלטת ממשלה נקבע כי החל משנת 2030 כל הרכבים הפרטיים החדשים יהיו רכבים חשמליים, כך שהצפי הוא 1.3 מיליון רכבים חשמליים שיהוו קצת פחות משליש מ-4.5 מיליון רכבים שינועו באותה שנה בכבישי ישראל. החל משנה זו, בה נאסר על רכישת רכבים עם מנוע בעירה פנימי, היחס ישתנה במהירות לטובת הרכבים החשמליים. עוד נקבע בהחלטת הממשלה ש-100% מהאוטובוסים העירוניים יהיו חשמליים החל משנת 2026.

ברכב החשמלי יש בטרייה שנטענת ונפרקת. כדי לשמור על איפוס פליטות מתהליך הטעינה, יש כמובן לשמור על כך שמקור הטעינה יהיה בחשמל שיוצר באנרגיות מתחדשות בלבד. כלומר, ככל שנייצר יותר באנרגיה מתחדשת, כך גם החשמל שיוזרם למילוי הבטריית של המכונית יהיה מאנרגיה מתחדשת ולא יוסיף פליטות של גזי חממה או מזהמים אחרים.

במקרה של בעיה באמינות אספקת חשמל, הבטריית יכולות לשמש כתחנות כוח בעלות הספק מותקן עצום. כלומר, הבטריית יכולות לתת שירות של גיבוי לכל מערכות החשמל, ובעיקר המקומיות בין אם הן קשורות לרשת הארצית ובין אם מנותקות ממנה ועצמאיות (מיקרוגרید לסוגיו).

¹³ לפי 143 טון, ראה חישובים קודמים.

חסמים קיימים היום:

1. אין רגולציה טכנית מושלמת (למשל עניין התקן הישראלי).
2. אין רגולציה תעריפית למקרה של שימוש בבטריות כתחנות כוח ומכירת האנרגיה האגורה לרשת או לאחר.
3. אין החלטה על אופן ניהול הטעינה, עובדה המשפיעה על כמות תחנות הכוח שיש להקים כדי לשרת את המכוניות החשמליות.

פתרון החסמים

1. השלמת הרגולציה הטכנית כדי לאפשר הקמת עמדות טעינה בכמויות במיידית.
2. יש לייצר סט תעריפים מתמרים.
3. יש להחליט על אופן ניהול טעינת הרכבים כדי להביא למינימום השפעה על כמות העומס המותקן הנוסף הנדרש.

3. הפחתת פליטות על ידי מיסוי

- 3.1 קביעת מס פחמן – תשלום קנס על פליטות פחמן. המשרד להגנת הסביבה פרסם מסמך מדיניות ובו מחקר מקור-כלכלי רחב היקף אשר בחן את השפעותיו של תמחור פחמן בישראל¹⁴. המחקר מצא כי תמחור פחמן לבדו יביא להפחתה של 67% בפליטות גזי החממה עד שנת 2050 וזאת ביחס ל-2015. לכן, צעד זה חיוני להשגת יעד ההפחתה של 0 פליטות. מהניתוח עולה עוד כי החלת מס פחמן בישראל תוביל לחיסכון משקי של כ-20 מיליארד שקל בזכות צמצום זיהום האוויר בשנת 2050. מס הפחמן צריך להיקבע גבוה יותר וכך ההפחתה של 67% תושג הרבה לפני 2050.
- 3.2 הפחתת מיסוי מרווחי ייצור חשמל באנרגיה מתחדשת. מוצע לבחון בניית מדרגות מס שונות לבודדים ולחברות המייצרות חשמל מאנרגיה מתחדשת. ככל שמדרגות המס יהיו נמוכות יותר כך החזר ההשקעה יושג מהר יותר, הרווחים הנקיים מהפרויקט יגדלו והרצון לעשות עוד ועוד פרויקטים המייצרים אנרגיה באמצעים מתחדשים יגדלו. הורדת מדרגות המס צריכה להתבצע באופן מידי, כדי שיותר יזמים יבקשו להקים תחנות אלה.

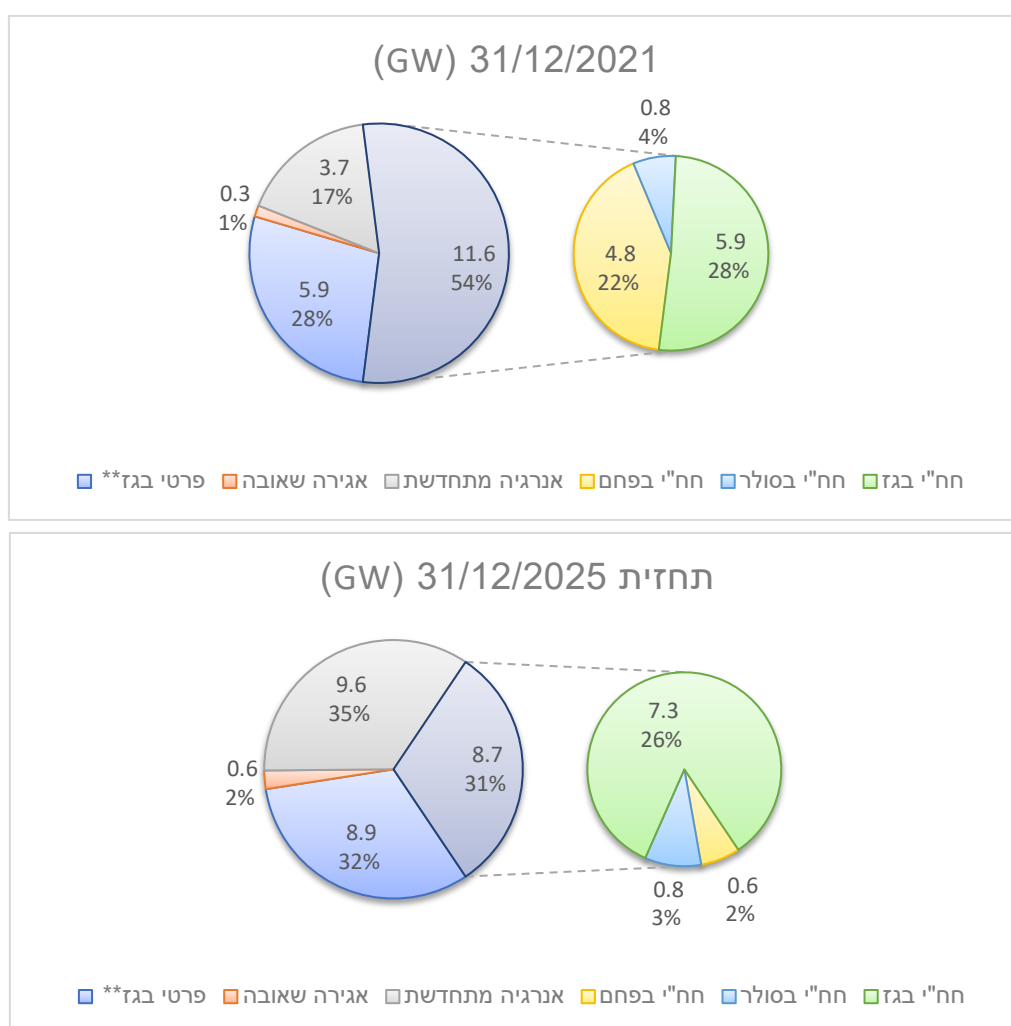
¹⁴ את המחקר ביצעו המשרד להגנת הסביבה והמכון הישראלי לדמוקרטיה.

4. הפחתת פליטות על ידי הקטנת הצריכה - התייעלות אנרגטית

מעשית, הדרך הנכונה ביותר, הזולה ביותר, היעילה ביותר להפחתת פליטות היא הפחתת הצריכה. ככל שנצרוך פחות חשמל כך, גם אם נמשיך בייצור מדלקים פוסיליים, באחוז מסויים, סך הפליטות יקטן כי הכמות המיוצרת, קטנה.

במדינת ישראל המגמה היא הפוכה. אם בשנת 2021 היו 21.5 GW מותקנים המייצרים חשמל, הרי שהצפי לפי רשות החשמל הוא שבשנת 2025 יהיו 27.9 GW מותקנים המייצרים חשמל. כלומר עלייה של 33% ביכולת המותקנת.

הספק מותקן GW



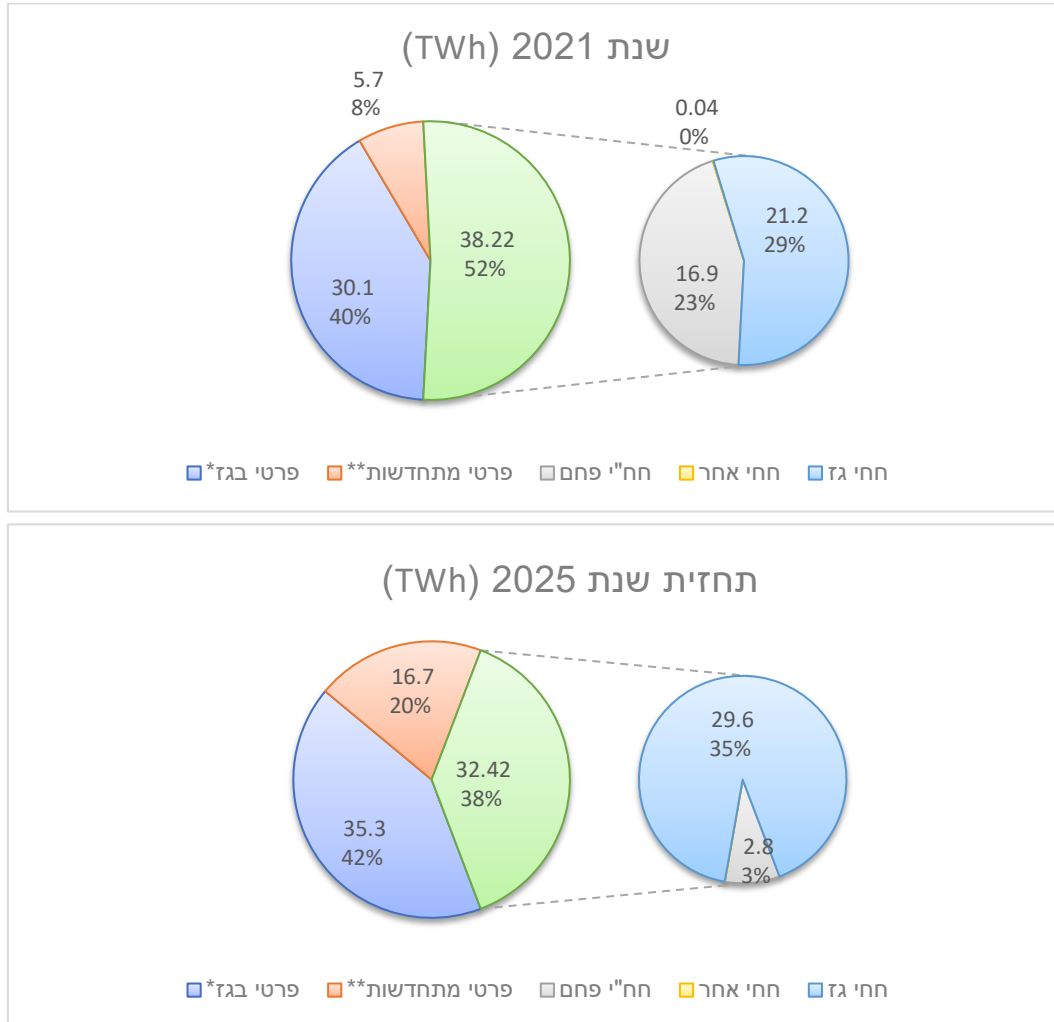
מתוך דו"ח מצב משק החשמל 2021 – רשות החשמל

ניתן לראות כי אמנם העלייה הגדולה ביכולת המותקנת מתקיימת באנרגיה מתחדשת, וכן להבחין בירידה בשימוש בפחם ומעבר לגז טבעי, אך המגמה היא עליה ברורה בהספק המותקן במדינה, כלומר עלייה ברורה בביקוש לחשמל – מגמה הפוכה להתייעלות אנרגטית.

אם נבחן את התפתחות ייצור החשמל הצפויה בין השנים 2021-2025 נגלה שהצריכה בשנת 2021 הייתה 74.0 TWh ואילו היא צפויה לעלות ל-84.3 TWh בשנת 2025. קרי גם הדרישה שלנו לחשמל עולה ב-14%.

בעבר היו כל מיני סיסמאות שתכליתן הייתה שימוש מוגבר בחשמל "יותר חשמל – פחות עמל". היום אנו מבינים שאפשר לקבל את אותו שירות מהמוצר הנקרא חשמל גם בייצור מופחת.

ייצור חשמל TWh



מתוך דו"ח מצב משק החשמל 2021 – רשות החשמל

בבחינת שתי מערכות הגרפים לעיל, זו שמתארת התפתחות ההספק בתחנות כוח וזו המתארת התפתחות צריכת חשמל, ניתן לראות כי אין כל כוונה להפעיל מנגנונים להתייעלות אנרגטית. המערכת התחתונה מראה כי בחריפות בשנת 2021 יוצרו 75 מיליארד KWh והתחזית ל 2025 היא 86.42 KWh עלייה של יותר מ-15% ב-4 שנים. זו לא תמונה של התייעלות אנרגטית, ומן הסתם גם לא תמונה של הפחתת פליטות כי אין ירידה בהספק של תחנות פוסיליות בשנים.

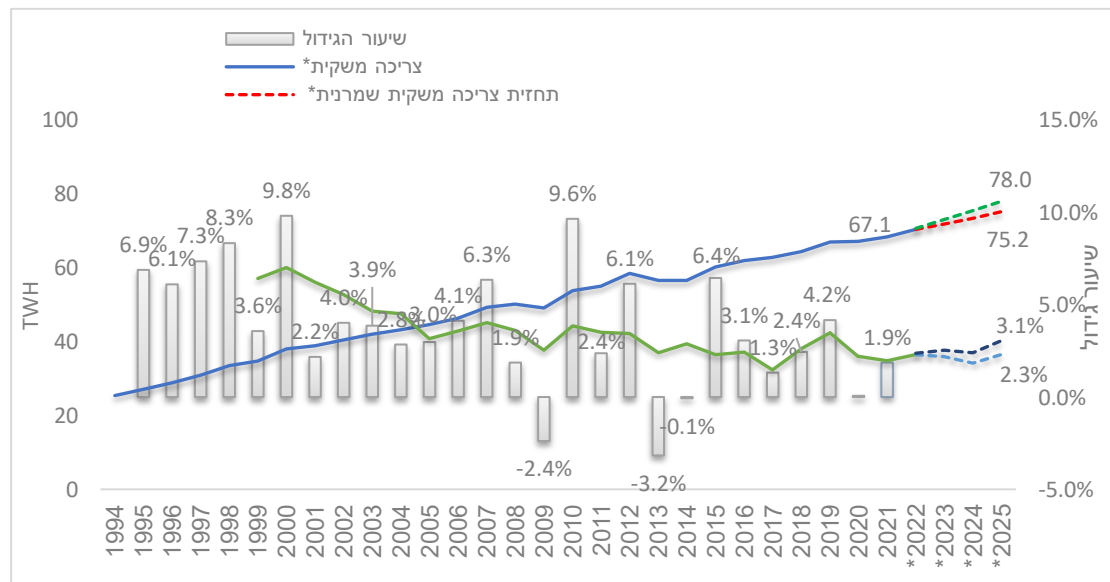
ההגדרה של התייעלות אנרגטית היא קבלת אותה רמת שירות בתשלום מופחת. הדוגמה הטובה ביותר לכך הן נורות הליבון שהוחלפו בפלורסנט, ולאחר מכן בנורות לד. את אותה עוצמת אור שמספקת נורת להט בהספק 100 וואט אפשר לקבל מנורת לד בהספק 20 וואט. בבית בו יש 30 נורות הספק החשמל יורד מ-3,000 וואט ל-600 וואט. במונחים כספיים

בהנחה, כשנורה עובדת בממוצע שעתיים ביום והתעריף לKWh הוא 50 אג', התשלום על האנרגיה המתבזזת לצורך נורות הליבון הוא 90 ₪ לחודש ואילו על נורות הLED הוא 16 שקלים לחודש. כלומר, התייעלות אנרגטית מביאה לצריכת חשמל נמוכה משמעותית, כשהמשמעות הנוספת היא תשלום מופחת.

התייעלות האנרגטית מסייעת בהפחתת פליטות, שכן למרות שהשאיפה היא להגיע לייצור חשמל ממקורות מתחדשים בלבד, בתקופת המעבר עדיין יש ייצור באמצעות דלקים פוסיליים, בעלי נחם הולך ויורד בהתמדה. זו הסיבה שיש להפחית באופן גורף את קצב הגידול בביקוש לחשמל. ככל שהקצב יקטן, הביקוש לדלקים פוסיליים יקטן, רמת הפליטות תקטן והיכולת להגיע ל-100% ייצור באנרגיות מתחדשות + תמיכת מערכות אגירה, תגיע מהר יותר.

להלן גרף של רשות החשמל המתאר את מצב הצריכה המשקי והמצב החזוי. גרף זה מבהיר מעל לכל ספק כי אין חשיבה לאומית על ביצוע התייעלות אנרגטית ואף להיפך, קצב הגידול בביקוש לחשמל רק עולה. הרשות מסבירה את עליית הקצב דרך כניסה של רכבים חשמליים שלפי התחזיות יוסיפו ביקוש של 2 TWH בשנת 2030 שהם כ-2.5% מהביקוש בשנת 2025 בעוד שקצב הגידול השנתי הממוצע בביקוש בין השנים 2021-2025 הוא: 5.25%. יוצא מהגרף שהרשות אינה צופה האטה בביקושים לחשמל עקב רגולציה נכונה והתייעלות אנרגטית אלא להפך. הרשות, בתחזיותיה, אינה מתחשבת בהתייעלות אנרגטית ככלי לשיפור השירות לצרכן, למשק חשמל כלכלי יותר ולכלי היכול לתרום תרומה גדולה להפחתת פליטות.

לוח גידול צריכה + גידול צפוי



מקור – דו"ח מצב משק החשמל 2021

*תחזית הייצור מבוססת על הערכות של היחידה לחיזוי ומידע בנגה וכוללת גם רכבים חשמליים.
**עד שנת 2017 וקטור האיבודים חושב לפי 8%. בשנים 2018-2021 לפי איבודים בפועל והחל משנת 2022 יחושב הווקטור להיות 7.5% עקב גידול בייצור המבוזר.

לסיכום, התייעלות אנרגטית מפחיתה את צריכת החשמל אך שומרת על רמת השירות במשק החשמל. גובה צריכת החשמל מושפעת גם מתחושת הנוחות הכללית. לצורך כך התפתח ענף הבנייה הירוקה שמאפשר טמפרטורות נוחות בבית ומייתר צריכת חשמל לטובת קירור או

חימום. בניה ירוקה נעשית מחומרים מבודדים ברמה גבוהה גם בתוך הבית וגם במעטפת החיצונית (בלוקים, רעפים), מתחשבת בכיווני אוויר לצורך מסדרונות רוח אפשריים בבית, מחייבת שימוש מקסימאלי בתאורה טבעית ועוד.

חסמים קיימים היום:

1. אין מדדי ביניים לתוכנית שנקבעה להתייעלות אנרגטית עד שנת 2030.
2. החלפת מונים למנייה רציפה אינה מתבצעת בקצב מספיק מהר. מונה אלקטרו-מכני לא יודע לקרוא צריכה לפי מקבצי שעות ותעריפים מתאימים, ולכן אינו תומך להתייעלות אנרגטית.
3. התייעלות אנרגטית מתאפשרת גם על-ידי הסטת צריכה מאחר ונכון להיום בשעות הזולות ביותר מייצרות ת"כ מסוג PV בעלות של 2.7 דולר סנט, PV + אגירה מייצרים ב- 5.2 דולר סנט ולכן הסטה לרכישת חשמל בשעות הזולות מהווה הגברת השימוש באנרגיה מתחדשת והפחתת בפליטות. לצורך זה יש חובה לעבור למונים רציפים וחכמים, מעבר שאינו נעשה בקצב מספק. כאמור השפעת מהלך זה אינה בהפחתת הצריכה כהתייעלות אנרגטית אלא הסטת הצריכה ושימוש מוגבר באנרגיה מתחדשת.
4. אין אימוץ של תקני בנייה ירוקה מחייבים. חובה כזו תביא להתייעלות אנרגטית משמעותית ולהקטנת צריכת החשמל לצורך וויסות טמפרטורה בבית. למשל, התחשבות בכיווני אוויר, בנייה מוחמרים מבודדים, דאגה למסדרונות אוויר ועוד.

פתרון החסמים:

1. יש לקבוע וליישם יעדים אגרסיביים להתייעלות אנרגטית. למשל, אם הצריכה הצפויה בשנת 2030 (בתחזית גידול ממוצע) עומדת להיות TWH 87.4 עלינו לדרוש שהצריכה האמיתית לא תהיה מעל TWH 80 או במילים אחרות, 91.5% מהיעד המחושב.
2. משרדי ממשלה, עיריות ומועצות יחויבו בדיווח שנתי על פרויקטים בהתייעלות אנרגטית. גוף שלא ידווח יושת עליו קנס כספי.
3. יש להגביר את קצב המעבר למונים חכמים, בעלי יכולת לקריאה רציפה. באופן זה, המעקב אחרי צרכנים לא יעילים יהפוך להיות פשוט. קצב החלפת המונים צריך להיות כ-250,000 בשנה. כל שנה שיבוצע מספר החלפות גבוה יותר יינתן פרס כספי לחברות שיבצעו את העבודה, בימינו אלו מחוזות ונפות חח".
4. יש לעגן את תקני הבנייה הירוקה בחוק מחייב, שאי עמידה בו גוררת תשלום קנס גבוה, זאת בתוספת לסנקציה של אי מתן היתר בניה כל עוד אין בתכנון מספיק אלמנטים המביאים לעצמאות חשמלית של הבניין החדש. יש לדרוש לפחות 50% עצמאות אנרגטית (הצריכה של המבנה תקטן לפחות ב-50% ביחס למצב הנוכחי), ולחייב ביצוע פרויקטים להתייעלות אנרגטית כגון רכישת צרכני חשמל יעילים לבית או למשרד או למפעל ברמה של תקן אנרגיה הנמוך ביותר האפשרי – דרג A.
5. תעריפים דיפרנציאליים – מוצע שרשות החשמל תבחן מהלך של קביעת גובה צריכה ממוצע לצרכן (מונה). צרכן אשר תרשם אצלו צריכה גבוהה יותר יאלץ לשלם תעריף גבוה יותר על הצריכה העודפת (ראה הרחבה בפרק ג').

5. הפחתת פליטות על ידי יצירת מערכות חשמל מבוזרות – מיקרו גריד

בשנות ה-90 של המאה הקודמת החלו להתפרסם מאמרים בזכות הייצור המבוזר (Distributed Generators). המשמעות של ביטוי זה בא מהפילוסופיה הגורסת שחשמל הוא מוצר סחיר וככזה הוא צריך להיות מיוצר ליד מקור הביקוש. התפיסה הכלכלית ששלטה עד אז הביאה להקמת תחנות כוח גדולות במיקומים הכלכליים ביותר, או שעלותן המשקית הזולה ביותר. לרוב הוקמו תחנות אלה ליד מקווי מים, לצורכי קירור התחנה. תפיסה זו הביאה לבניית מערכת הולכה ארוכה מאוד בין מיקום התחנה לצרכן. בנוסף, נדרשת השנאת מתחים רבה לצורך יעילות מעבר החשמל.

החדשנות של פילוסופיית הייצור המבוזר הביאה לשתי תוצאות מתבקשות: א. גודל התחנות (הספק מותקן) קטן בהרבה; ב. הצורך במערכות ההולכה וההשנאה מתייתר.

במדינת ישראל יש כ-2.5 מיליון צרכני מ"נ, 2,600 צרכני מ"ג ו-40 המתחברים לרשת המתח העליון. בהתאם לכך, רוב הביקוש לחשמל בישראל מגיע מצרכני מתח נמוך ומתח גבוה. תחנות הכוח המתחברות למתחים אלה קטנות בהשוואה לתחנה המתחברת לרשת המתח העליון. לצורך הדוגמה: התחנה הגדולה היכולה להתחבר לרשת המתח הנמוך היא בהספק 630 קו"א (580 KW), התחנה הגדולה המתחברת לרשת המתח הגבוה הרווחת בישראל היא בגודל עד 16,000 קו"א ואילו למתח העליון מתחברות תחנות בגודל של עשרות עד מאות מו"א. על מנת ליישם את הפילוסופיה של הייצור המבוזר, יש להפנים כי רוב הציבור ממוקם חשמלית במתחים הנמוכים, שיכולים להתחבר לתחנות הכוח בעלות הספק חשמלי קטן.

כהמשך לרעיון ביזור הייצור, מתפתחת בימינו פילוסופיה נוספת המכונה משק חשמל מבוזר, כלומר התפתחות של משקי חשמל קטנים ועצמאיים, שכוללים את כל המאפיינים של משק חשמל: מערכות ייצור (+ מערכות גיבוי בצורת אגירת חשמל), קווי חשמל, צרכנים בעלי מונים וחברת ניהול שאחראית על המהלך הכלכלי של ייצור החשמל, ועל המהלך הפיזי של התאמת היקף הייצור לביקוש. משק חשמל מבוזר יכול להיות עצמאי לחלוטין מבחינת ייצור חשמל ובמקרים רבים אף אינו מחובר לרשת החשמל האזורית (במקרה זה כמות הייצור ואגירת החשמל צריכה להיות מספיקה לאספקת חשמל באמינות ובאיכות). מהצד השני, משק חשמל מבוזר יכול להתקשר לרשת אזורית המשרתת גם משקים אחרים, ולקיים עמם קשרי מסחר של רכישה ומכירת חשמל.

המבנה הפיזי, קשרי החשמל, מערכות הניהול (העברת מידע בין המנהל למוני הצרכנים והפוך) מכונים באירופה מיקרו גריד (Micro Grid). טרם הומצא שם עברי למבנה.

ובכן, מה הקשר בין מבנה משק חשמל כמיקרו גריד לבין הפחתת פליטות?

5.1 הפחתת איבודים חשמליים במבנה מיקרו גריד

כאמור, תחנות כוח מסוג PV, קטנות כגדולות, מייצרות את החשמל הזול ביותר. כתחנות קטנות הן מחוברות ברשת החלוקה בסמוך לצרכנים. רוב הביקוש לחשמל נמצא במקטע החלוקה (צרכני מ"נ ומ"ג), ולכן ככל שנרבה בבניית PV שמחובר לרשת החלוקה כך נייתר את ההשקעות בהקמת רשת הולכה. רשת ההולכה במדינת ישראל אחראית על כ-5% מאיבודי החשמל ולכן ככל שנייתר אותה, נקטין את איבודי החשמל.

כאשר תחנות בלתי שליטות (אנרגיה מתחדשת) מתחברות לרשת ההולכה בדרום הארץ, בו הביקוש לחשמל נמוך, כמות האובדן ברשת גבוהה אף מעל ל-5% כי נוצר גודש במערכת. גודש זה מתבטא בזיהום תרמי (חום). חוסר היכולת לשלוט בשעות ובכמות היצור בתחנות הכוח הבלתי שליטות גורם להשקעות אדירות במערכות אגירה ולהגדלת האובדן החשמלי.

בניגוד לפילוסופיה שהייתה רווחת בעבר – מבנה מונופוליסטי בו מקימים תחנות במקום הזול ביותר, ומחברים את הצרכנים במערכות הולכה יקרות וארוכות, במבנה המיקרו גריד תחנות הכוח סמוכות גיאוגרפית לצרכנים. הם נמצאות על גגות המבנים, על חזיתות או בשטחי דו-שימוש בסמוך לצרכנים. תחנות הכוח המתחדשות מחוברות לרשת, כשהמרחק בין התחנה לצרכן נע בין מטרים בודדים ועד לכמה מאות מטרים במקרה הקיצוני. במבנה כזה, האובדן הנובע מהולכת החשמל מהתחנה עד לצרכן בטל בשישים ביחס לאובדן הנוצר ברשת ההולכה הארצית. זהו יתרון סביבתי ענק של מבנה חשמלי זה.

5.2 תחנות כוח בטכנולוגיה של אנרגיה מתחדשת

במבנה של מיקרוגריד שחלק מדיריו הם צרכנים ביתיים יקומו רק תחנות כוח מאנרגיה מתחדשת שיגובו בסוללות לאגירת חשמל שאינן מזהמות. נכון להיום התחנות שקמות על גגות מבנים הן מסוג PV מאחר והקמתן זולה ביותר והחזר ההשקעה עליהן הוא לא ארוך. יוצא מכאן שמבנה מיקרו גריד גורר ברובו חובה להקמת תחנות מסוג PV. בנוסף, בתוך מבנה המיקרו גריד חייבות להיות מערכות אגירה, שכן בהיעדרן אין אפשרות לספק את החשמל באיכות ובאמינות (היות וה-PV נתון לשינויי הספק חדים כתוצאות של שינויי מזג אוויר, למשל עננות). מערכות אגירה במיקרו גריד הן סוללות טעונות, הנפרקות בשעה שה-PV לא מספק אנרגיה, או כאשר יש כדאיות כלכלית לפרוק את הסוללה ולמכור את החשמל.

5.3 מרכזי אנרגיה מחוברים לרשת החלוקה

למרות כל האמור לעיל, הפיתוחים הטכנולוגיים החדשים אינם מאפשרים כיום 100% ייצור באמצעות אנרגיה מתחדשת וסוללות בלבד. החשמל המיוצר, בכל מקרה, חייב לספק רמת שירות (איכות ואמינות אספקת החשמל) כמו זו שסופקה בעזרת אנרגיה המיוצרת בדלקים פוסיליים. הפשרה הנכונה לעניין זה הם מרכזי האנרגיה (תחנת כוח מקומית המייצרת מס' סוגי אנרגיה) המוקמים בתחום המיקרו גריד – בתחום השכונה, בתחום אזור התעשייה, בתחום מרכז הקניות וכדו'.

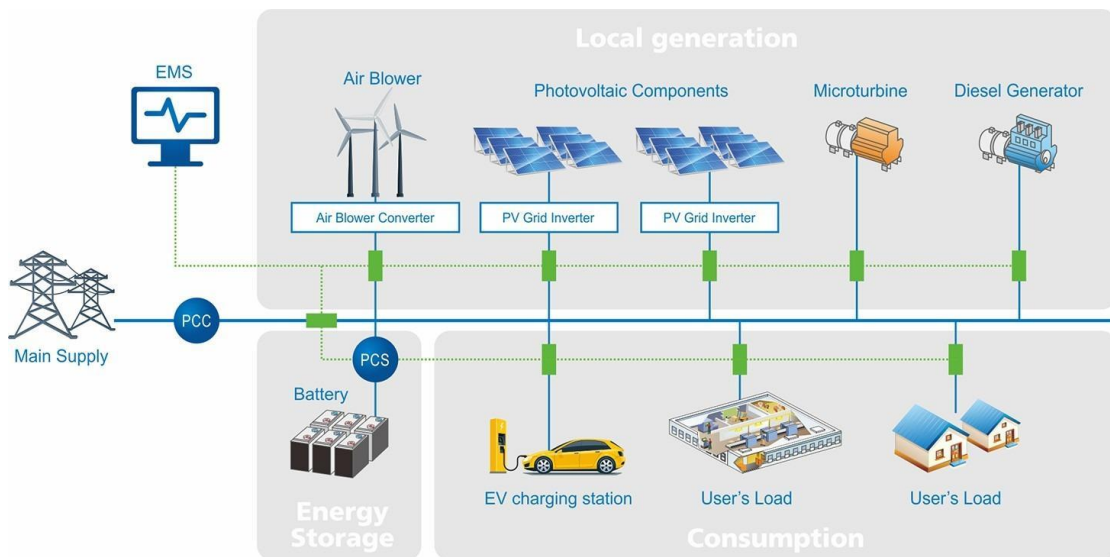
חסמים קיימים היום:

1. אין מדיניות של משרד האנרגיה בנושא מיקרו גריד.
2. אין אפשרות למכירה בילטרלית בין יצרן פרטי לצרכן פרטי.
3. אין רגולציה ברמה של אמות מידה המחייבות רמות שירות לצרכנים בתוך המיקרו גריד.
4. אין הסברה לציבור על תועלות המיקרו גריד.

פתרון החסמים:

1. על משרד האנרגיה לגבש מדיניות המפנימה את חשיבות מבני החשמל המבוזרים, ומאפשרת את הקמתם הפיזית.
2. רשות החשמל אמנם אישרה יכולת של יצרן המחובר לרשת החלוקה למכור חשמל לבעל רישיון מספק (פרטי) אך תוקף האישור נדחה לשנת 2024. יש להקדים את זמן האישור, לאפשר מכירה גם למחלק חשמל פרטי ולכל בעל רישיון לפעילות במשק החשמל.
3. יש לאפשר קביעת תעריפים נפרדים מתעריפי רשות החשמל בתוך מבנה המיקרו גריד. עם זאת, על הרשות לקבוע אמות מידה לרמות שירות מינימלי לצרכנים בתוך המיקרו גריד.
4. יש לבצע פעולת הסברה רחבה על הקשר בין מיקרו גריד לבין הפחתת פליטות כן שהנכונות אצל הצרכנים להירשם למבנה חשמלי כזה, תעלה.

תיאור מבנה חשמלי של מיקרו גריד



מקור – TcPowertec

כסיכום לחלק זה של העבודה, ידועה העובדה כי ישנן טכנולוגיות שונות אשר לא צוינו בעבודה זו, בעיקר בשל היעדר בשלותן. בנוסף, אנו משוכנעים כי ישנן טכנולוגיות רבות שיתפתחו במהלך השנים הקרובות ויכול להיות שחלק מהן יהיו בעלות פוטנציאל משמעותי אף יותר מהטכנולוגיות הקיימות.

חלק ג' - פתרונות פורצי דרך להפחתת פליטות

בחלק הראשון הראינו את הבעיה הנובעת מהניסיון להפעיל חשיבה כלכלית ניאוליברלית ולהשיג הפחתת פליטות. בחלק השני, בפרק הדין בשיטות להפחתת פליטות צוינו החסמים המשמעותיים והדרכים המוצעות לפתרונם. הפרק הנוכחי, יבקש להאיר באור מיוחד חלק מספר פתרונות ייחודיים, מתוך תפיסה כי קידומם והסרת החסמים לגביהם הן פעולות פשוטות באופן יחסי, אשר יביאו להפחתת פליטות משמעותית ומהירה.

הפתרונות המוצעים הם הגדלת תעריפי PV וצמצום מועד החזר ההשקעה; קביעת תעריפי דיפרנציאליים לצריכת חשמל; הפריה החדדית בין חקלאות לאנרגיה והפריה החדדית בין ים לאנרגיה.

המכנה המשותף לפתרונות אלה, להבדיל מרוב האמור בחלק ב' של העבודה, הוא שהם לא מיושמים. אפילו אגרו וולטאי טרם החל בתהליך יישומו, בוודאי שתחנות רוח ממוקמות בים או פתרון כלכלי גגון תעריפים דיפרנציאליים לא נוסו ואף, לצערי, אין כל סימן שהממשלה חושבת להפעילם. לכן אנו קוראים לחלק העבודה הזו פתרונות פורצי דרך.

1. תעריפים והשפעתם על מועד החזר ההשקעה

התפיסה הניאו ליברלית בכלכלה גורסת כי נקודת המפגש בין הביקוש להיצע היא נקודת שיווי המשקל הנכונה והיא היחידה המדריכה, במקרה שלנו, את גובה התעריפים בין אם במכרזים או כתעריפים מבוססי עלות ותשואה להון שקובעת הרשות. כבר מספר שנים שרשות החשמל נותנת תעריפים מתמרצים לבניית מערכות PV על גגות בתים פרטיים. עם זאת, נראה כי משך החזר השקעה ארוך, יחד עם חסמים נוספים שונים, מביאים לכך שקצב הגידול נמוך ביחס ליעדים.

נציין כי כל פנייה לרשות החשמל לעדכן תעריפים אלה נתקלת בשלילה.

חסם מרכזי שיש לתת עליו את הדעת הוא העובדה כי התעריף עבור גגות בניינים המחוברים לרשת המתח הנמוך איננו מתמרץ.

רשות החשמל קבעה כי ככל שגודל התחנה גדול יותר, התעריף הוא נמוך יותר. מדרגות התעריפים ל-PV על גגות הם¹⁵: גג ביתי עד 15 KVA, עד 100-16 KVA, עד 300-101 KVA ועד 301-630 KVA.

כדוגמה נתייחס לתעריף הקבוע ל-PV על גג ביתי עד 15 KVA אשר עומד כיום על 48 אג' ל-KWh. כפי שהראינו בלוח מס' 2 (עמ' 11) קיימת אפשרות להעלות את התעריף עד ל-57 אג' ל-KWh ולקצר בכ-שנה את משך הזמן להחזר ההשקעה. ראוי לציין שהיום, כשריבית הבסיס (להלוואות) עולה עקב המצב הכלכלי, האטרקטיביות של התעריף הנוכחי יורדת והעלאת התעריף נדרשת יותר מתמיד.

¹⁵ ראה לוח תעריפים 5-6 בספר לוחות התעריפים של רשות החשמל מעודכן ל-8.2022.

הפתרון המוצע בעבודה הנוכחית אינו דורש מהכלכלן הניאו-ליברלי לסטות ממשנתו, ובוחן עד כמה אפשר להעלות את התעריף שמקבל צרכן המייצר חשמל על הגג, ועדיין להישאר במצב של רווח לאומי.

עלות תעריפית עודפת \geq עלות פליטת פד"ח נחסכת

בדוגמה שהוצגה בלוח מס' 2, תומחרה ההלוואה ב-6% ריבית סבירה (לא מתמרצת). הדוגמה ממחישה כי העלאת התעריף מביאה לקיצור במשך זמן החזר ההלוואה – פרמטר חשוב המלמד על כדאיות המיזם, יחד עם רווחים גבוהים יותר לאחר תום החזר ההשקעה. בחלופה בה לוקחים הלוואה, קיימת הנחה בסיסית שכל ההכנסות הולכות להחזר ההשקעה ורק לאחר מכן מתחילים להרוויח חודש בחודשו. העלות שנלקחה יכולה להיחשב כיקרה – 3,500 KW אך יש להבין כי היא כוללת מעבר לעלות החומרים גם את עלות ההקמה, החיבור והחלפת המונה הביתי למונה דיגיטלי רציף וחכם. כתוצאה, אנו רואים שהחזר ההשקעה בהתאם להנחות המודל יורדת מ 5.09 שנים ל 4.29 שנים ותוצאה נוספת היא שהתעריף יכול לעלות מ-48 אג' ל 57 אג', עליה של כ-19%.

לוח מס' 2

עלות פליטת פד"ח נחסכת (שקלים)	עלות עודפת שנתית בהנחה של 1,000 מגו"ט PV על גגות ביתיים (שקלים)	ייצור שנתי של 1,000 מגו"ט (קו"ט"ש)	החזר השקעה עבור תשלום במזומן (בשנים)	הכנסה שנתית בשקלים	ייצור בשנה (בשעות)	תעריף באגורות לקו"ט"ש	סה"כ השקעה בשקלים	ריבית שנתי על ההשקעה	הספק PV KWP	עלות לקו"ט"ש
158,941,398		1,700,000,000	4.29	8,160	1,700	48	35000	0%	10	3,500
	34,000,000	1,700,000,000	4.12	8,500	1,700	50				
	119,000,000	1,700,000,000	3.74	9,350	1700	55				
	153,000,000	1,700,000,000	3.61	9,690	1,700	57				
	170,000,000	1,700,000,000	3.55	9,860	1,700	58				
עלות פליטת פד"ח נחסכת (שקלים)	עלות עודפת שנתית בהנחה של 1,000 מגו"ט PV על גגות ביתיים	ייצור שנתי של 1,000 מגו"ט בקו"ט"ש	החזר השקעה עבור תשלום בריבית 5% (בשנים)	הכנסה שנתית בשקלים	ייצור בשנה (בשעות)	תעריף באגורות לקו"ט"ש	סה"כ השקעה בשקלים	ריבית שנתי על ההשקעה	הספק PV KWP	עלות לקו"ט"ש
158,941,398		1,700,000,000	5.09	8,160	1,700	48	41,544	6%	10	3,500
	34,000,000	1,700,000,000	4.89	8,500	1,700	50				
	119,000,000	1,700,000,000	4.44	9,350	1700	55				
	153,000,000	1,700,000,000	4.29	9,690	1,700	57				
	170,000,000	1,700,000,000	4.21	9,860	1,700	58				

2. תעריפים דיפרנציאליים

במסגרת הדיון על התייעלות אנרגטית, הצענו לפתח תעריפים דיפרנציאליים שיגרמו לצרכנים לצרוך פחות חשמל כשהפועל היוצא מכך הוא הפחתת כמות ייצור החשמל, והפחתת פליטות. נכון להיום, אין מנגנון המתמרץ צרכנים ביתיים לצרוך פחות חשמל.

המנגנון לקביעת תעריפים דיפרנציאליים, מבוסס על קביעת הצריכה החודשית הממוצעת עבור קבוצת צרכנים הומוגנית (למשל בקבוצת הצרכנים הביתיים בעיר ייקבע גובה הצריכה החודשית הממוצעת). ככל שצרכן ייצרוך את הצריכה הממוצעת \pm הוא ישלם את התעריף הקבוע לצרכן הביתי. במידה וצריכתו גבוהה מהממוצע מעל האחוז שנקבע, ישלם הצרכן תעריף גבוה מהתעריף הקבוע. ככל שצריכתו נמוכה מהממוצע מעל האחוז שנקבע ישלם

תעריף נמוך מהתעריף הקבוע. תמרוץ זה יביא את הצרכנים להשתמש בכלים של התייעלות אנרגטית כדי לצרוך פחות ועדיין לקבל את רמת השירות לה הם רגילים.

לצורך יישום מנגנון זה יש להחליף את מוני החשמל ולעבור למונים דיגיטליים, חכמים ורציפים. מונים אלו מאפשרים קבלת מידע מדויק יותר על הצרכנים ועל גובה צריכתם, באופן שיאפשר להטמיע את מנגנון התעריף הדיפרנציאלי ביתר קלות.

בשל התנגדות ציבורית אפשרית למהלך, על הממשלה ורשות החשמל לקיים פעילות הסברה, תוך הקניית כלים עבור הציבור להפחתת צריכה, באופן שלא יפגע בצרכנים וברמת השירות.

יש לציין כי רשות החשמל כבר הורתה לחברת החשמל להחליף את המונים למונים רציפים. עם זאת, מתוך 2.7 מיליון מונים הוחלפו עד שנת 2021 הוחלפו 108 אלף מונים בלבד. על כן, על רשות החשמל להורות לחברת החשמל לפעול להגברת קצב החלפת המונים. אם כיום הצפי הוא 300 אלף מונים ב-2023¹⁶, יש להעלות את הקצב ואולי אף לקבוע יעד להחלפת כלל המונים עד לשנת 2025.

3. הפריה הדדית: חקלאות ואנרגיה

אגרו PV היא טכנולוגיה המתפתחת במהירות בעולם כולו עקב היכולת לתרום לשני המשקים: חקלאות ומשק האנרגיה בהיבט הפחתת פליטות. כפי שהוצג בפרק הקודם, אגרו PV הוא הדו-שימוש היעיל והנכון ביותר, במיוחד בישראל בה החקלאות כענף כלכלי ומניב נמצא בנסיגה כבר עשורים רבים. אגרו PV היא טכנולוגיה בשלה מבחינה חשמלית, אך לא נוסתה מספיק זמן כדי לקבל סטטיסטיקה על רמת התנובה של הגידולים החקלאיים. למרות זאת, נעשה שימוש בטכנולוגיה בכל רחבי העולם. הכמות המתוקנת של אגרו PV עולה לאורך השנים באופן מעריכי, מ-5MW ב-2012, למעל 14GW ב-2021, עם תוכניות למימון לאומי ביפן, סין, צרפת, ארה"ב וקוריאה.¹⁷

הגידולים בעלי הפוטנציאל המשמעותי ביותר לקליטת האגרו PV הם גידולים שאינם דורשים שמש ישירה במשך כל היממה. מעבר לכך, הטכנולוגיה הקיימת מאפשרת לבנות מעל החלקה החקלאית טכנולוגיות של עקיבה, כלומר תזוזה לאורך 2 ואף 4 צירים. בנוסף, יש אפשרות להתקין פנלים חדירים לאור והמסוגלים לייצר חשמל משני צידי הפנל (Bi-Facial). נדמה כי עוד ועוד אפשרויות טכנולוגיות מתפתחות בעולם כדי להגדיל את הנצילות והיעילות של ייצור חשמל, תוך שמירת ואף שדרוג התוצר החקלאי.

פוטנציאל האגרו PV בישראל עומד על כ-4.2 מיליון דונם, מהם 0.5 מיליון דונם מטעים עליהם יש אישור לבצע פיילוט אגרו-וולטאי¹⁸. פוטנציאל ייצור חשמל על ידי הלוחות הסולריים הוא עצום: **MW 42,000**¹⁹. למדינת ישראל אין הזכות לוותר על פוטנציאל כל משמעותי, אשר שקול

¹⁶ דוח מצב משק החשמל 2021 – רשות החשמל

¹⁷ <https://www.ise.fraunhofer.de/en/key-topics/integrated-photovoltaics/agrivoltaics.html>

¹⁸ החלטה מס' 62003 של רשות החשמל - קביעת אסדרה לייצור חשמל בטכנולוגיה פוטו-וולטאית במתקני חלוץ אגרו וולטאיים ביאורים סעיף 4 (ב)

¹⁹ המציאות מראה שהיחס המשמש לחשובי תפיסת שטחים ולחישובים כלכליים הוא 10 מטרים KW בטכנולוגיה

האגרו-וולטאית. יחס זה ילך ויפחת עם השיפורים הצפויים בטכנולוגיות.

ל כ-10,000 MW של ייצור פוסילי. מזכיר כי נכון להיום כ-17,000 MW מיוצרים בישראל בשנה באמצעות דלקים פוסיליים. כלומר, ניתן לספק באופן פוטנציאלי מעל מחצית מהצריכה של מדינת ישראל רק מהטמעת טכנולוגיית אגרו PV. על כן, יש להתייחס לאגרו PV כמנוף כלכלי אדיר אשר יחזיר את עטרת החקלאות למקומה המכובד בעבר, ובנוסף יאפשר האטה ברורה במגמת ההתחממות המקומית והעולמית.

חסם משמעותי לקידום אגרו PV בישראל הוא היעדר רגולציה בנושא מטעם משרד החקלאות. על משרד החקלאות לקבוע בהקדם רגולציה לגבי כמות ואיכות הגידולים החקלאיים הנדרשת. בנוסף, הפיילוט שהחל בנושא מתעכב, והתעריפים שנקבעו למכסות הפיילוט נמוכים. יש להפנים את היתרונות הייחודיים לאגרו PV, ואת הפוטנציאל הגלום ביישום הטכנולוגיה, ובהתאם לכך להעניק תעריף גבוה יותר מ-20.91 אג' לקווט"ש, או לחלופין להגדיל את המכסה שקבועה כיום על 100 MW.

4. הפריה הדדית: ים ואנרגיה

השטח הטריטוריאלי הימי של מדינת ישראל, הכולל את המים הכלכליים, הוא עצום, ואינו מנוצל כיום לייצור חשמל. טכנולוגיית ייצור חשמל מרוח וותיקה יותר מה-PV והיא הוכרזה כטכנולוגיה בשלה בארה"ב בראשית שנות ה-80 של המאה שעברה. שעות הייצור שלה רבות יותר משעות הייצור של PV (נוהגים לחשב את אנרגיית ייצור החשמל לפי 2400 שעות שוות ערך לפיק בעוד שה-PV מייצר רק 1,700 שעות) ובנוסף, על פי רוב שעות הייצור של הרוח משלימות את שעות הייצור של ה-PV, כלומר, יצור חשמל בטכנולוגיית רוח מתרחש בחורף, בבקרים ובשעות אחר הצהריים בהם קרינת השמש נחלשת מאוד.

כרגולטור בעברי, ביכולתי לציין שני אלמנטים המייקרים את הקמת תחנות הרוח הממוקמות בים: עלות ביסוס גבוהה יותר מעלות הביסוס ביבשה ועלות חיבור לרשת החשמל הארצית יקרה יותר. עם זאת, העבודה הנוכחית הראתה כי בחישוב עלות הפליטות בנוסחה הכלכלית קשה מאוד להגיע למצב של "עלויות עודפות" ובעצם תחנות באנרגיה מתחדשת כולל רוח בים הן כדאיות כלכלית. כמובן ברגע שמכניסים לחשבון גם את גודל האיום, הרווח הוא ברור.

מאחר ואין מודעות ממשלתית לצורך בתוספת תחנות אלה לא נערכה כלל חשיבה על התעריפים שבה תימכר האנרגיה שתייצר בתחנות אלה וכן לא נעשתה חשיבה על גובה תעריפי החיבור לרשת של תחנות אלה. על משרד האנרגיה לייצר מדיניות המחייבת בחינה של הקמת תחנות בים ולחייב את רשות החשמל לקבוע תעריפים מתמרצים. באחריות משרד הפנים לפתור את בעיות הסטטוטוריקה בים ולאפשר הקמת תחנות אלה.

סיכום

מטרת העבודה הנוכחית הייתה להוכיח כי ניתן להשיג הפחתת פליטות משמעותית, באופן שיאפשר לעמוד ביעדים שנקבעו ואף מעבר לכך.

נכון להיום, אין מודעות ואין הפנמה למוחשיות האיום על חיינו בקרב מקבלי ההחלטות וקובעי המדיניות. המשך פליטת מזהמים המזרזים את מגמת ההתחממות יביא, כנראה מוקדם מהחזוי, לאנרכיה, לעוני, לרעב ולמוות מסיבי של חיות ופגיעה באוכלוסייה כתוצאה מפגעי טבע בעוצמות שטרם הכרנו. כדי להימנע מתחזית אפוקליפטית זו יש להפחית, דרמטית, את כמות הפליטות המייצרות את אפקט החממה.

העבודה הנוכחית התמקדה כמעט ורק במשק החשמל בישראל, והציעה פתרונות להפחתת פליטות גזי חממה. בפרק האחרון של העבודה ניתן דגש מיוחד על ארבעה פתרונות שהוגדרו כפורצי דרך. המשותף לארבעת הפתרונות הנבחרים הוא: א. פשטות הפתרון; ב. היכולת להביא להפחתת משמעותית ג. מידת המיידיות בה ניתן להתחיל ולפעול לטובת הפחתת הפליטות.

בן היתר, העבודה מראה כי הפחתת פליטות לא תושג מהתמקדות בגישה הכלכלית הניאו ליבראלית, היוצרת את החסמים המפורטים בעבודה לכל פתרון, אלא משילוב חכם בין גישה זו לבין גישה הדוגלת בהתערבות ממשלתית. שילוב זה הוא השילוב ההולם ביחס לגודל הבעיה ולחשיבותה.