

נורית גל

סמנכ"לית חשמל ורגולציה, רשות החשמל

ציטוט

נורית ג. 2019. היערכות משק החשמל בישראל למשבר האקלים ולהפחתת פליטות גזי חממה. אקולוגיה וסביבה 10(4). העתק

היערכות משק החשמל בישראל למשבר האקלים ולהפחתת פליטות גזי חממה

January, 2020 5

גיליון חורף 2019 / כרך 10(4) / היערכות למשבר האקלים

סקירות

תקציר

משבר האקלים צפוי להשפיע על מאפייני הביקוש לחשמל, ומציב אתגר להבטחת אמינות האספקה. למשק החשמל תפקיד מרכזי בהבטחת עמידת המדינה ביעדי הפחתת פליטות גזי חממה: לפי החלטת הממשלה משנת 2015, משק החשמל הישראלי נדרש להפחית את פליטות גזי החממה באמצעות הפחתת הביקוש לחשמל בהיקף של כ-17% ביחס לתרחיש עסקים כרגיל ובאמצעות הגדלת נתח האנרגיה המתחדשת ל-17% מתמהיל הדלקים. בפועל, קצב גידול הביקוש לחשמל בישראל לא הואט. למרות זאת, משק החשמל צפוי לעמוד בחלקו היחסי ביעד הפחתת הפליטות מוקדם מהמתוכנן, בזכות עמידה ביעד האנרגיה המתחדשת והפחתת השימוש בפחם. מאמר זה סוקר את השפעת שינוי האקלים על משק החשמל בישראל ואת תרומת משק החשמל להפחתת הפליטות.

על קצה המזלג

- משק האנרגיה נדרש לערוך שינויים מהירים שבמסגרתם מופחת השימוש בדלקי מחצבים, מוגבר השימוש במקורות אנרגיה מתחדשים שאינם גורמים לפליטות גזי חממה, וננקטים צעדי ייעול להפחתת הביקוש לאנרגיה.
- מעבר לשימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים הוא מרכיב מרכזי באסטרטגיית הפחתת פליטות גזי חממה, בהיערכות לשינוי האקלים ואף בהשגת ביטחון למשק האנרגיה.
- האתגר הטכנולוגי המרכזי העומד בפני פיתוח משק המבוסס על אנרגיות מתחדשות, הוא אגירת האנרגיה לשימוש בהתאם לצרכים המשתנים לאורך היממה. בתחום זה חלה בשנים האחרונות התפתחות מהירה.

המערכת

השפעת משבר האקלים על משק החשמל

ראשית, עקב שינוי האקלים עולה הסבירות לאירועי קיצון (שיאי חום או קור). אירועי הקיצון מעלים את תדירות שיאי הביקוש לחשמל ואת גובה הביקוש לחשמל בשעות השיא, והם גם נעשים קשים יותר לחיזוי. זאת ועוד, עומסי חום שהתרחשו בעבר בעיקר בחודשי הקיץ, מתקיימים כעת גם בעונות המעבר. בעבר התאפיינו עונות המעבר בביקוש נמוך לחשמל, ולכן הן נוצלו לטיפול ולתחזוקה במתקני הייצור. כיום משק החשמל נדרש לספק ביקושים גבוהים ובלתי צפויים לחשמל גם בעונות המעבר, וקשה יותר לערוך בהם את טיפולי התחזוקה. כפועל יוצא מכך, נפגעת אמינות מתקני הייצור ואיתה גם אמינות אספקת החשמל.

אירועי הקיצון (שלג, סופות, שיטפונות) מגדילים גם את הסיכון לפגיעה ברשת, וכך גדל

מספר הדקות שאין בהן אספקה בשנה ("דקות אי-אספקה"), ועולה התדירות של מקרים שצרכנים מנותקים למשך זמן ממושך עקב פגיעה ברשת.

התמודדות עם שינוי האקלים מחייבת לשפר את יכולת חיזוי הביקושים, לשפר את הכלים לניהול הביקושים ולהתאים את רזרבות הייצור לחוסר הוודאות של מאפייני הביקושים.

יעדי הממשלה למשק החשמל

החלטת ממשלה (מספר 542 משנת 2015) קבעה יעד להפחתת פליטות גזי החממה בישראל מ-10 ל-7.7 טונות לנפש בשנה עד שנת 2030. בהחלטה זו לא נקבע יעד פרטני לפליטות גזי חממה מייצור חשמל. עם זאת, החלטת הממשלה מפרטת את הצעדים הנדרשים ממשק החשמל כדי לתרום את חלקו לעמידה ביעד:

- ייעול צריכת האנרגיה באופן שיצמצם את הגידול בביקוש ב-17% ביחס לתרחיש עסקים כרגיל, כלומר גידול של הביקוש בקצב של 1.8% בלבד, המקביל לקצב גידול האוכלוסייה, ללא גידול בביקוש לנפש. למרות זאת, מאז קבלת ההחלטה הביקוש לחשמל המשיך לצמוח בהתאם לתרחיש "עסקים כרגיל" בקצב של כ-2.7% לשנה [5]. כלומר, מדיניות ייעול השימוש באנרגיה לא הביאה עד כה להאטת קצב גידול הביקוש.
- הגדלת ייצור האנרגיה המתחדשת ל-17% מתמהיל הדלקים. נעשו צעדים משמעותיים לעמידה ביעד זה, ומסתמן כי הוא יושג.

בו-בזמן, השימוש בפחם פחת מאוד בהתאם למדיניות שקבע שר האנרגיה, ואפשר את הפחתת פליטות גזי החממה על אף המשך הגידול בביקוש.



אירועי קיצון מעלים את תדירות שיאי הביקוש לחשמל ואת נוכח הביקוש לחשמל בשעות השיא, והם גם נעשים קשים יותר לחיזוי

אירועי קיצון מעלים את תדירות שיאי הביקוש לחשמל ואת גובה הביקוש לחשמל

ייצור חשמל ממקורות מתחדשים

ביולי 2011 קבעה הממשלה "יעד לייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בהיקף של 10% מצורכי האנרגיה בחשמל של המדינה לשנת 2020" (החלטת ממשלה מספר 3484, מ-17.7.2011). במסגרת ההחלטה הוגדרו מכסות לייצור חשמל בכל סוג טכנולוגיה. באוקטובר 2014, לאחר בחינה מחדש של היתכנות מימוש מכסות הרוח והביוגז, הוחלט (החלטת ממשלה מספר 2117, מ-22.10.2014) להסיט מכסות מטכנולוגיות אלה לטכנולוגיה פוטו-וולטאית. כמו כן, לאור הירידה במחירי המתקנים הפוטו-וולטאיים הוחלט להמיר שני רישיונות להקמת מתקנים בטכנולוגיה תרמו-סולארית לטכנולוגיה פוטו-וולטאית.

רשות החשמל קבעה הסדרות למימוש המכסות שנקבעו לייצור אנרגיה בטכנולוגיה פוטו-וולטאית: קביעת תעריפים להקמת מתקנים על גגות; פרסום הליכים תחרותיים להקמת מתקנים קרקעיים ומתקנים על גגות; הסדרת הליך ההקמה והחיבור של המתקנים לרשת המתח הגבוה והמתח העליון.

הצעדים הללו הביאו למימוש יעיל של כלל המכסות שנקבעו להקמת המתקנים הפוטו וולטאיים בישראל. לעומת זאת, במימוש מכסת הרוח לא חלה התקדמות מאז החלטת הממשלה בגלל שתי סיבות עיקריות: התנגדות משרד הביטחון בשל ההשפעה הצפויה של הטורבינות על ההגנה האווירית באזור רמת הגולן, וכן התנגדות ארגוני טבע בשל החשש לפגיעה בבעלי כנף. לנוכח העיכוב הצפוי במימוש מכסת הרוח החליט שר האנרגיה בנובמבר 2017^[9] להוסיף מכסה נוספת בהספק של 1,600 מגה-ואט להקמת מתקנים פוטו-וולטאיים כדי להבטיח עמידה ביעדי הממשלה לייצור אנרגיה מתחדשת בשנת 2020.

הספק המתקנים הפוטו-וולטאיים בישראל גדל מ-1,300 מגה-ואט בסוף 2018 לכ-2,000 מגה-ואט בסוף 2019. לפי הערכת רשות החשמל^[5], אם מימוש המכסות הפוטו-וולטאיות שנקבעו ימשך לפי התכנון, ההספק המותקן בישראל בסוף שנת 2020 יגיע ל-3,450 מגה-ואט, והדבר יאפשר לייצר 10% מהחשמל בישראל מאנרגיה מתחדשת.

לפי מפת הדרכים שפרסמה הרשות^[4], עמידה ביעד של 17% אנרגיה מתחדשת בשנת 2030 תחייב לממש את מכסת הרוח (730 מגה-ואט) ולהכפיל את הספק המתקנים הפוטו-וולטאיים בין השנים 2020–2030 עד להספק מצטבר של 7,500 מגה-ואט. כלומר, בעשור הבא משק החשמל ידרש להקים מתקנים נוספים בהספק של מאות מגה-ואט בשנה. קצב זה נמוך בהשוואה לגידול בהספק הפוטו-וולטאי ב-2018.



לוחות פוטו-וולטאיים לצד מתקני קירור

חשיבות אגירת אנרגיה למשק החשמל

המשקל המשמעותי של אנרגיית השמש בתמהיל ייצור החשמל בישראל מגלם מגוון אתגרים לפיתוח ולהפעלה של משק החשמל:

- מתקני ייצור פוטו-וולטאיים מתאפיינים בעלייה מהירה של הייצור בשעות הבוקר, ובירידה מהירה של הייצור בשעות השקיעה. פרופיל ייצור זה אינו תואם בהכרח את מאפייני הביקוש לחשמל, מאחר שבשעות הערב יש ביקוש גבוה לחשמל. על כן, יש להגדיל את הייצור של תחנות כוח קונבנציונליות באופן מהיר כאשר השמש שוקעת.
- זאת ועוד, מעבר לכמות ראשונית של כ-1,800 מגה-ואט, תוספת אנרגיית השמש אינה תחליף למתקני ייצור קונבנציונליים, משום שהמתקנים הפוטו-וולטאיים אינם מייצרים חשמל בכל שעות הביקוש, ולכן יש להקים בישראל גם מתקנים פוטו-וולטאיים וגם מתקנים קונבנציונליים.
- שינויים במזג האוויר, כגון אובך, עשויים להקטין בבת אחת את כושר הייצור הסולארי בהיקף נרחב, לפגוע ביציבות התדר ולהביא לניתוק של תחנות כוח מהרשת ואף להפסקות חשמל נרחבות.
- הפרופיל האחד של ייצור האנרגיה הפוטו-וולטאית מביא לחוסר מיצוי של משאב הרשת – המתקנים מעמיסים על הרשת בהתאם לקרינת השמש. בשל כך, באזורים מסוימים לא ניתן לחבר מתקנים פוטו-וולטאיים נוספים, אף שבשעות אחרות (שאינן תואמות את שעות הייצור הסולארי) הרשת פנויה.

בשנים האחרונות חלה התפתחות מהירה בטכנולוגיה של אגירת אנרגיה, בייחוד באמצעות סוללות. אגירת האנרגיה עשויה לתת מענה לאתגרים האלה באמצעות התאמת פרופיל הייצור של אנרגיית השמש לשעות הביקוש, תגובה מהירה לשינויים בתדר ומיצוי טוב יותר של משאב הרשת.

בישראל קיימת כיום אגירת חום במתקן השוקת הפרבולית באשלים, ושני מתקני אגירה שאובה נמצאים בשלבים מתקדמים של הקמה. יכולת האגירה של המתקנים האלה נמוכה ביחס להיקף האגירה שיידרש למשק החשמל בעתיד.

טכנולוגיית האגירה בסוללות התפתחה מאוד בשנים האחרונות, ומחירי הסוללות יורדים בקצב מהיר. לאור זאת, רשות החשמל נערכת בימים אלה לפרסום מכרז ראשון להקמת מתקן סולארי משולב אגירה [7]. בשנים הקרובות, לאחר שיופקו הלקחים ממכרז זה, סביר להניח שהשימוש במתקני אגירה יתרחב.

הפחתת השימוש בפחם לייצור חשמל

בד בבד עם הגדלת ייצור האנרגיה ממקורות מתחדשים, צומצם בישראל השימוש בפחם לייצור חשמל. צעדי המדיניות שהביאו להפחתת השימוש בפחם מפורטים להלן:

- בדצמבר 2015 קבע שר האנרגיה כי השימוש בפחם ב-2016 יופחת ב-15%, מ-29.2 טרה-ואט-שעה ל-24.8 טרה-ואט-שעה.
- היתרי הפליטה שנתן בספטמבר 2016 המשרד להגנת הסביבה לתחנות הפחמיות [2], הגבילו את הייצור פחמי בכל היחידות עד השלמת הקמת המתקנים להפחתת פליטות מזהמי אוויר. ההיתרים קבעו יעד של 24.3 טרה-ואט-שעה לייצור חשמל מפחם בממוצע לשנה.
- שר האנרגיה קבע ב-2017 עקרונות מדיניות שלפיהם בכל זמן תינתן עדיפות לייצור חשמל בגז טבעי על פני ייצור פחמי [8]. העקרונות האלה הביאו לעבודה בעומס מינימלי בתחנות הפחמיות במשך מרבית שעות השנה. העומס ביחידות הפחמיות עולה מעבר לעומס המינימום רק כאשר לא ניתן לייצר את יתרת העומס הנדרש ביחידות הפועלות בגז טבעי. המדיניות הביאה להפחתת הייצור בפחם מ-22 טרה-ואט-שעה בשנת 2017 ל-20.8 טרה-ואט-שעה בשנת 2018.
- בשנת 2018 פרסם שר האנרגיה עקרונות מדיניות שלפיהם יחידת ייצור אחת תפסיק לפעול באתר אורות רבין למשך 60-90 ימים בעונות המעבר בכל אחת מהשנים 2018 ו-2019.
- בשנת 2019, לאחר תהליך התייעצות נוסף, החליט שר האנרגיה להסב בהדרגה שש יחידות פחמיות לייצור בגז טבעי עד שנת 2026.

בו-בזמן התקבלו החלטות שהביאו לצמצום הספק היחידות הפחמיות במשק החשמל:

- בשנת 2017 לאחר הליך היועצות עם רשות החשמל [1] החליט שר האנרגיה להפסיק תהליכי תכנון של הקמת תחנת כוח פחמית נוספת בישראל ("פרויקט D").
- החלטת הממשלה 4080 משנת 2018 קובעת כי יחידות 1-4 באורות רבין יפסיקו לפעול עד יוני 2022, ובמקומן תקים חברת החשמל באתר זה שתי תחנות כוח במחזור משולב (מחז"מ). סגירתן צפויה להפחית את הייצור הפחמי השנתי ל-14.3 טרה-ואט-שעה החל בשנת 2023, בהנחה שהיחידות הנותרות ימשיכו לפעול לפי מדיניות ההפעלה המינימלית.

תמהיל הדלקים במשק החשמל לאור מדיניות הפחתת פליטות גזי החממה

איור 1 מציג את התפתחות תמהיל הדלקים במשק החשמל בשנים 2010-2018 וכן

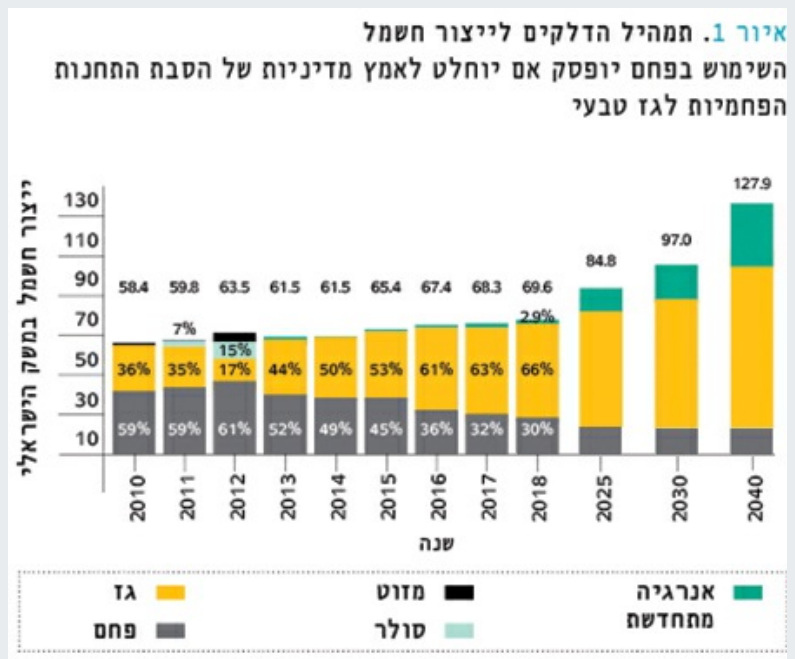
צפי להתפתחות תמהיל הדלקים בעתיד, בהתאם לתחזיות הביקוש של בנק ישראל ושל חברת החשמל לפיהן שהביקוש ימשיך לגדול בקצב של כ-2.7% לשנה.

מהאיור ניתן לראות כי למעט גידול חריג בשימוש בפחם בשנת 2012 בעת משבר הגז (הפסקת הזרמת גז ממצרים בשל חבלות בצנרת) הביאו צעדי המדיניות שנעשו עד כה לירידה מתמשכת בשימוש בפחם, מכ-60% בשנת 2010, לכ-30% בלבד ב-2018. במבט קדימה, לאחר סגירת יחידות 1-4 באתר אורות רבין, נתח הפחם בייצור החשמל ירד ל-15%.

בו-בזמן גדל בהתאמה ייצור האנרגיה המתחדשת בהתאם ליעדים שקבעה הממשלה. הביקוש הנוטר מיוצר בגז טבעי, ולכן חלקו היחסי של הייצור בגז טבעי צפוי לעלות בשנים הבאות. כך, בשנת 2040 הייצור בפחם יהווה 11% מתמהיל הדלקים, 17% מהחשמל ייוצר ממקורות מתחדשים, והיתר ייוצר בגז טבעי.

איור 1 תמהיל הדלקים לייצור חשמל

השימוש בפחם יופסק אם יוחלט לאמץ מדיניות של הסבת התחנות הפחמיות לגז טבעי



פליטות גזי חממה מייצור חשמל

גז החממה העיקרי הנפלט בתהליך ייצור החשמל הוא פחמן דו-חמצני. איור 2 מציג את השינוי בפליטות פחמן דו-חמצני לנפש במשק החשמל עד היום וגם תחזית פליטות לנפש בשנים הבאות. בעת קביעת יעד הפליטות לנפש (2015) תרם משק החשמל מחצית מפליטות גזי החממה לנפש בישראל. מהאיור ניתן לראות כי מדיניות הפחתת השימוש בפחם לייצור חשמל והגדלת ייצור האנרגיה המתחדשת הביאו לירידה בפליטות לנפש במשק החשמל. בעקבות זאת, כבר בשנת 2025 פליטות משק החשמל צפויות לרדת מתחת למחצית מיעד הפליטות שקבעה הממשלה לשנת 2030. בעשור הבא (2030-2040) היקף הפליטות לנפש צפוי לגדול מעט בגלל המשך הגידול בביקוש לנפש, אולם הפליטות לנפש לא צפויות לעלות מעבר למחצית מיעד הממשלה.

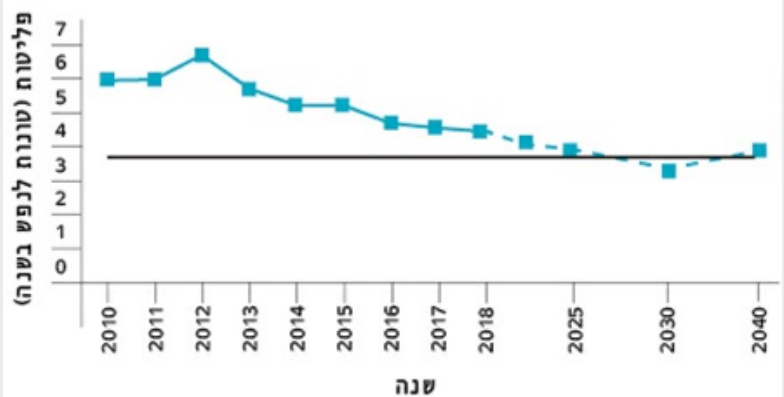
איור 2

פליטות פחמן דו-חמצני לנפש מייצור חשמל בישראל

בשנת 2015, בעת קביעת היעד להפחתת פליטות גזי החממה, עמדו פליטות גזי חממה לנפש מייצור חשמל על חמש טונות לנפש – 50% מסך הפליטות לנפש במשק החשמל באותה עת. מהאיור ניתן לראות כי היקף הפליטות לנפש צפוי לרדת מתחת לקו (השחור) המייצג את מחצית יעד הפליטות שנקבע בהחלטת הממשלה (3.85 טונות לנפש בשנה).

כלומר, חלקו היחסי של החשמל בפליטות יורד מתחת לחלקו בעת קביעת ההחלטה. בחישוב הפליטות לנפש התייחסנו לקצב גידול אוכלוסייה של 1.86% בהתאם לתחזית הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. אם יוחלט לאמץ מדיניות של הסבת יחידות פחמיות לגז טבעי, ערך הפליטות ירד ל-2.8 טונות לנפש בשנה, שהן כשליש מיעד הפליטות בשנת 2030.

איור 2. פליטות פחמן דו-חמצני לנפש מייצור חשמל בישראל
 בשנת 2015, בעת קביעת היעד להפחתת פליטות גזי החממה, עמדו פליטות גזי חממה לנפש מייצור חשמל על חמש טונות לנפש - 50% מסך הפליטות לנפש במשק החשמל באותה עת. מהאיור ניתן לראות כי היקף הפליטות לנפש צפוי לרדת מתחת לקו (השחור) המייצג את מחצית יעד הפליטות שנקבע בהחלטת הממשלה (3.85 טונות לנפש בשנה). כלומר, חלקו היחסי של החשמל בפליטות יורד מתחת לחלקו בעת קביעת ההחלטה. בחישוב הפליטות לנפש התייחסנו לקצב גידול אוכלוסייה של 1.86% בהתאם לתחזית הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. אם יוחלט לאמץ מדיניות של הסבת יחידות פחמיות לגז טבעי, ערך הפליטות ירד ל-2.8 טונות לנפש בשנה, שהן כשליש מיעד הפליטות בשנת 2030.



— היעד המשחמק מהחלטת הממשלה:
 פליטות לנפש מייצור חשמל ב-2030
 ■ פליטות לנפש

חזון הפסקת השימוש בפחם

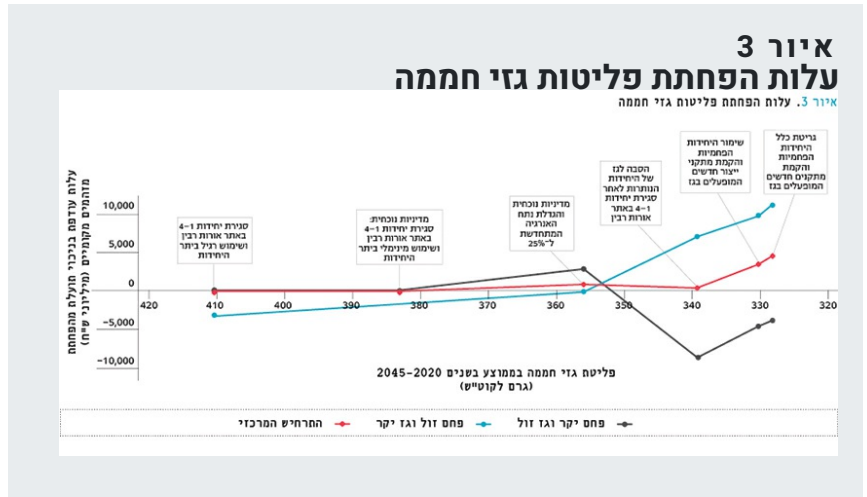
בשנת 2018 פרסם שר האנרגיה, ד"ר יובל שטייניץ, חזון להפסקת השימוש בפחם לייצור חשמל [3]. לפי החזון, התחנות הפחמיות הנוותרות לאחר סגירת יחידות 1-4 באתר אורות רבין, יוסבו לשימוש בגז, ייגרטו או ישומרו, והחשמל ייוצר באמצעות אנרגיה מתחדשת וגז טבעי בלבד.

לבקשת השר בחנה רשות החשמל חלופות מדיניות באשר לשימוש בפחם [6]: המשך המדיניות הקיימת (סגירת יחידות 1-4 באתר אורות רבין ושימוש מינימלי בתחנות הפחמיות הנוותרות); הסבה של התחנות הפחמיות הנוותרות לשימוש בגז טבעי; גריטה או שימור של התחנות הפחמיות הנוותרות והקמת מתקני ייצור חדשים בגז; המשך שימוש בפחם לפי המדיניות הקיימת והגדלת נתח הייצור מאנרגיה מתחדשת ל-25%.

ביחס לכל חלופה נבדקה העלות למשק בהשוואה לחלופת המדיניות הקיימת. בכלל זה, עלות הדלקים, עלות ההקמה של הספק חליפי במשק, עלות התפעול, עלות הקרקע המתפנה באתרי ייצור הפחם וכן עלות הספקת החשמל למשק בתרחיש אפשרי של פגיעה באספקת הגז. בצד התועלת, נבחנה התרומה של כל חלופה להפחתת פליטות מזהמים ופליטות גזי חממה.

איור 3 מציג את העלות הנוטרת של כל אחת מהחלופות לאחר ניכוי התועלת מהפחתת מזהמים מקומיים, ביחס לפליטות גזי החממה לקוט"ש במשק החשמל.

מהאיור ניתן לראות כי חלופות ההסבה והאנרגיה המתחדשת מאפשרות הפחתה של גזי החממה בעלות נמוכה. בחלופות שמדובר בהן על הקמת מתקני ייצור חדשים בגז והתחנות הפחמיות הנותרות נגרות או מועברות לשימור, מתאפשרת הפחתה נוספת של גזי החממה בעלות שולית גבוהה. בשל כך ולנוכח החשש שגריטת התחנות הפחמיות הנותרות תביא לפגיעה ביכולת של המשק לספק לעצמו אנרגיה, המליצה רשות החשמל לשר האנרגיה להסב את התחנות הפחמיות לגז טבעי ולא לסגור אותן. כמו כן, המליצה הרשות לשר לבחון הגדלה של אחוז האנרגיה המתחדשת בתמהיל הדלקים של ישראל. מדיניות זו, אם תיושם, תביא להפסקת השימוש בפחם, למעט בדיקות שגרתיות.



סיכום

משבר האקלים צפוי להשפיע על מאפייני הביקוש לחשמל ולהציב אתגר לאמינות אספקת החשמל. משק החשמל נדרש לשפר את יכולת חיזוי הביקוש ולשכלל את כלי ניהול הביקושים.

מדיניות הפחתת הפליטות שקבעה הממשלה בשנת 2015 הביאה להפחתה משמעותית של פליטות גזי החממה מייצור חשמל, אף על פי שהמדיניות יושמה באופן שונה מהמתוכנן: מצד אחד, הביקוש לחשמל לנפש המשיך לצמוח לפי תרחיש עסקים כרגיל וייעול השימוש באנרגיה לא בא לידי ביטוי. מצד שני, הפחתת השימוש בפחם, שלא תוכננה מראש בהחלטת הממשלה, הביאה לצמצום הפליטות לנפש מוקדם מהמתוכנן.

מבין מכלול החלופות האפשריות להפחתה נוספת של פליטות גזי החממה ניכרת העדיפות של הגדלת נתח האנרגיה המתחדשת והסבה של התחנות הפחמיות לשימוש בגז טבעי.

מקורות

1. אילת א. 2016. עתיד פרויקט D בתוכנית הפיתוח – המלצת רשות החשמל. רשות החשמל.
2. המשרד להגנת הסביבה. 2016. היתר פליטה לאתר אורות רבין מיום 30 בספטמבר.
3. משרד האנרגיה. 2019. יעדי משק האנרגיה לשנת 2030.
4. רשות החשמל. 2017. מפת דרכים לפיתוח מקטע הייצור במשק החשמל – טיוטה להתייחסות הציבור.

5. רשות החשמל. 2019. דו"ח מצב משק החשמל לשנת 2018.
 6. רשות החשמל. 2019. מענה לבקשת התייעצות: הפסקת השימוש בפחם במשק החשמל בישראל.
 7. רשות החשמל. 2019. עקרונות להליך תחרותי לקביעת תעריף לייצור חשמל בטכנולוגיה פוטו-וולטאית בשילוב קיבולת אגירה, למתקנים המחוברים לרשת המתח הגבוה. שימוע משיבה 561 מיום 4 באוגוסט.
 8. שר האנרגיה. 2017. עקרונות מדיניות בנושא הפעלה מזערית של יחידות ייצור פחמיות.
 9. שר האנרגיה. 2017. עקרונות מדיניות – תוספת מכסה נדרשת לשם עמידה ביעדי הממשלה לייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בשנת 2020.
-