



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

היבטים בפעילות תחנות כוח פחמיות

מוגש לוועדת הפנים והגנת הסביבה

י"ב כסלו תשע"ז

12 בדצמבר 2016

כתיבה: שירי ספקטור בן ארי

אישור: אורלי אלמגור-לוטן, ראש צוות

הכנסת, מרכז המחקר והמידע

קריית בן-גוריון, ירושלים 91950

טל': 02 - 6408240/1

פקס: 02 - 6496103

www.knesset.gov.il/mmm

מסמך זה נכתב לבקשת חבר הכנסת דוד אמסלם, יו"ר ועדת הפנים והגנת הסביבה, לקראת דיון בנושא הפחתת המפגעים הסביבתיים כתוצאה מפעילות תחנות כוח פחמיות. המסמך יעסוק בשלושה היבטים של ייצור חשמל באמצעות תחנות כוח פחמיות: ההשלכות הבריאותיות של זיהום אוויר מתחנות פחמיות; מחויבויות בינלאומיות להפחתת פליטות גזי חממה במסגרת אמנת האקלים, וסקירת אמצעי מדיניות להפחתת פליטות גזי חממה כתוצאה משריפת פחם לייצור חשמל; והחלופות להפחתת זיהום אוויר מיחידות 1-4 בתחנת הכוח הפחמית "אורות רבין".

תמצית

- כשני שלישים מהחשמל המופק בעולם מיוצרים בתחנות כוח המופעלות באמצעות שריפת פחם או גז טבעי (דלקים פוסיליים). בשנים האחרונות מתקיים בעולם דיון ער באשר לצורך בהפחתת התלות בדלקים אלו, וזאת מכמה טעמים: ההשפעות הבריאותיות של ייצור החשמל מדלקים פוסיליים בכלל, ו**מפחם בפרט**; ההשפעות של ייצור חשמל מדלקים פוסיליים בכלל ומפחם בפרט על שינויי האקלים הגלובליים, ועוד.
- למזהמים הנפלטים לאוויר יש השפעות שליליות הן על בריאות האדם והן על הסביבה. זיהום אוויר נקשר במחלות לב, סרטן ריאות, מחלות נשימתיות אקוטיות וכרוניות, שבץ, תפקודי ריאות נמוכים בקרב ילדים ועוד. על-פי נתוני ארגון הבריאות העולמי, בשנת 2012 זיהום אוויר סביבתי היה הגורם ל-3.7 מיליון מקרי מוות מוקדם ברחבי העולם. כמו כן, בשנת 2013 הגדיר המרכז לחקר הסרטן של ארגון הבריאות העולמי זיהום אוויר בכלל, וזיהום אוויר חלקיקי בפרט (הנובע לעתים קרובות מפליטות מכלי רכב ומתחנות כוח) כ**מסרטן ודאי**.
- מחקר שפורסם לאחרונה על ידי גורמים בשרותי בריאות הציבור במשרד הבריאות, ובחן את ההשפעות הבריאותיות (תמותה מוקדמת ותחלואה) של זיהום אוויר חלקיקי (PM2.5) בישראל בשנת 2015, מצא כי בין 1,609 ל-2,253 אנשים מתו בשנה זו כתוצאה מחשיפה לזיהום אוויר חלקיקי. עוד נמצא, כי ניתן לקשור 3.5%-11.4% מימי האשפוז בישראל בשנה זו למחלות הקשורות בזיהום אוויר חלקיקי. הנטל הכלכלי של תמותה ותחלואה הקשורים בזיהום אוויר חלקיקי בישראל בשנת 2015 נע על-פי המחקר בין 544 מיליון דולר ל-1.75 מיליארד דולר.
- בדצמבר 2015 אומץ 'הסכם פריז' - הסכם עולמי חדש שמטרתו לקדם נקיטת צעדים על-ידי המדינות, למיתון שינויי האקלים והסתגלות להשלכותיהם. היעד המרכזי עליו הוחלט בהסכם פריז הוא כי הטמפרטורה העולמית הממוצעת בסוף המאה הנוכחית תהיה גבוהה בפחות מ-2 מעלות צלזיוס מהטמפרטורה העולמית הממוצעת טרום המהפכה התעשייתית. **על-פי דוח הסוכנות הבינלאומית לאנרגיה, הפחתת פליטות שמקורן בתהליכי ייצור חשמל בתחנות המבוססות על פחם או על גז טבעי, היא חיונית על מנת להגיע ליעדי הפחתה העולמיים.**
- כ-77% מפליטת הפחמן הדו-חמצני ממגזר ייצור האנרגיה היא כתוצאה משריפת פחם. בשל כך, הפחתת השימוש בתחנות כוח המבוססות על שריפת פחם וכן הפחתת פליטות גזי החממה מתחנות פחמיות קיימות, נמצאות במוקד תכניות הפעולה של המדינות השונות לעמידה ביעדי הסכם פריז.
- מדינות שונות נוקטות באמצעי מדיניות מגוונים על מנת להפחית את השימוש בפחם למטרות ייצור אנרגיה. אמצעים אלה כוללים, בין השאר, רגולציה האוסרת על הקמת תחנות פחמיות



חדשות (לדוגמא בדנמרק ובאזורים מסויימים בסין); רגולציה שמטרתה הגבלת הפליטות המותרות מתחנות פחמיות (לדוגמא, בבריטניה, קנדה וארצות הברית); החלטה על סגירה הדרגתית של תחנות פחמיות קיימות (מדינות שונות הכריזו בנובמבר 2016 על לוח זמנים לסגירת תחנות פחמיות, ביניהן: בריטניה, צרפת, קנדה, פינלנד, ועוד); הגברת השקעות בייצור אנרגיה ממקורות חלופיים ובטכנולוגיות בתחום ההתייעלות האנרגטית; פיתוח והתקנת פתרונות טכנולוגיים להפחתת פליטות מתחנות כוח; שימוש בכלים כלכליים שיעודדו העדפת דלקים 'נקיים', כגון הטלת מס על פחמן, יישום מנגנונים של סחר בפליטות גזי חממה, ועוד.

- בספטמבר 2016 פרסם המשרד להגנת הסביבה את התכנית הלאומית של ישראל ליישום הסכם פריז, התכנית מפרטת את הצעדים הדרושים על מנת להפחית פליטות גזי חממה במגזרים שונים: משק החשמל, תחבורה והתייעלות אנרגטית במבנים. על-פי התכנית, **עיקר פוטנציאל ההפחתה בסקטור החשמל מגיע מהפחתת השימוש בפחם, וחלקו הנוסף מייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות.**

- בשנים 2015-2016 התקיימו דיונים בישראל בנושא **התמודדות עם זיהום האוויר שמייצרות יחידות הייצור הפחמיות 1-4 בתחנת הכוח "אורות רבין" בחדרה.** במסגרת הדיונים נדונו חלופות שונות, כשהעיקריות שבהן: התקנת מתקני הפחתת פליטות ("סולקנים"), הסבת היחידות לגז טבעי, וסגירת היחידות. כמו כן נבחנה אפשרות של שימור היחידות הפחמיות והפעלתן במקרי חירום בלבד.

- **ב-24 באוגוסט 2016 הצהיר שר האנרגיה על סגירת יחידות הייצור הפחמיות 1-4 בשנת 2022.** כחודש לאחר מכן נחתם מסמך הבנות בין שר האנרגיה לשר להגנת הסביבה, לפיו היחידות ייסגרו **למועד שצוין, וזאת בכפוף להקמת מתקן ייצור חלופי המבוסס על גז טבעי, ופיתוח מספק של תשתיות אספקת גז טבעי.** עוד הוסכם כי "שר האנרגיה לאחר התייעצות עם השר להגנת הסביבה, יגיש לממשלה, **עד ליום 31.3.17 הצעה להחלטה בעניין הערכות משק החשמל והפעולות הנדרשות ליישום בעקבות הקפאת פעילות של יחידות 1-4.** ההחלטה תכלול את כל הצעדים ואבני הדרך הנדרשות שיבטיחו את סגירת היחידות עד יוני 2022.



1. מבוא

במסגרת תהליכי ייצור החשמל נפלטים לאוויר מזהמים שונים שכוללים, בין השאר, פחמן דו-חמצני, תחמוצות חנקן, תחמוצות גופרית, חלקיקים נשימים¹, חומרים אורגניים ומתכות כבדות. כמות המזהמים הנפלטת משתנה בהתאם לדלק המשמש לייצור החשמל, ובהתאם לאמצעים הטכניים המותקנים בתחנות הכוח על מנת להפחית את פליטת החומרים המזהמים לאוויר.²

כשני שלישים מהחשמל המופק בעולם מיוצרים בתחנות כוח המופעלות באמצעות שריפת פחם או גז טבעי (דלקים פוסיליים). בד בבד, כ-90% מתוך גזי החממה הנפלטים במסגרת תהליכי ייצור חשמל בעולם מקורם בתחנות אלו. מדינות רבות בעולם מסתמכות על פחם וגז טבעי למטרות ייצור חשמל, בין השאר בשל זמינות חומרי הגלם, יעילות גבוהה יחסית של תהליך הייצור, עלויות הקמה נמוכות יחסית של תחנות כוח חדשות, ועוד.³ על אף מרכזיותם של הדלקים הפוסיליים בתהליכי ייצור האנרגיה בעולם, מתנהל כיום דיון ער באשר לצורך בהפחתת התלות בדלקים אלו, וזאת מכמה טעמים: ההשפעות הבריאותיות של ייצור החשמל מדלקים פוסיליים בכלל, ו**מפחם בפרט**; ההשפעות של ייצור חשמל מדלקים פוסיליים בכלל ומפחם בפרט על שינויי האקלים הגלובליים; צמצום התלות במשאבים מתכלים, ועוד.

גם במדינת ישראל מתקיים זה שנים דיון בנושא. בין השאר נידון שיעורו הרצוי של הפחם בסל הדלקים בישראל; השפעת הפחתת השימוש בפחם על הביטחון האנרגטי (כלומר היכולת להבטיח אספקת חשמל רציפה לאורך זמן, גם במצבי חירום); שיקולים כלכליים, סביבתיים ובריאותיים בהקשר להקמת תחנות פחמיות חדשות והצורך בהפחתת פליטות מתחנות פחמיות קיימות. בתוך כך, בשנים 2015-2016 נערכו דיונים בין משרד התשתיות והאנרגיה, המשרד להגנת הסביבה, משרד האוצר, רשות החשמל וחברת החשמל בנושא התמודדות עם זיהום האוויר שמייצרות יחידות הייצור הפחמיות 1-4 בתחנת הכוח "אורות רבין" בחדרה. במסגרת הדיונים נדונו חלופות שונות, כשהעיקריות שבהן: התקנת מתקני הפחתת פליטות ("סולקנים"), הסבת היחידות לגז טבעי, וסגירת היחידות. כמו כן, נבחנה אפשרות של שימור היחידות הפחמיות והפעלתן במקרי חירום בלבד. בסופו של התהליך חתמו ב-30 בספטמבר 2016 שר התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים (להלן: שר האנרגיה) והשר להגנת הסביבה על הסכם הבנות לפיו **עד לשנת 2022 ייסגרו יחידות 1-4, וזאת בכפוף להקמת מתקן ייצור חלופי המבוסס על גז טבעי, ופיתוח מספק של תשתיות אספקת גז טבעי**.⁴

¹ חלקיקים נשימים הם מסוכנים לבריאות האדם, שכן מפאת גודלם (עד 10 מיקרון) הם עלולים לחדור לעומק דרכי הנשימה. מתוך: המשרד להגנת הסביבה, [חלקיקים נשימים](#), עודכן לאחרונה: 5 במרס 2015, תאריך כניסה: 8 בדצמבר 2016.

² מתוך: מרכז המחקר והמידע של הכנסת: [רקע לקראת דיון ועדת הכלכלה בנושא הפעלת יחידות הייצור הפחמיות בתחנת הכוח 'אורות רבין'](#), 7 באוגוסט 2016, כתבה: שירי ספקטור-בן ארי.

³ OECD/International Energy Agency (IEA), [Energy, Climate Change & Environment- 2016 Insights](#), November 2016.

⁴ טטיאנה אילרינוב, ראש אגף איכות הסביבה ברשות החשמל, [מכתב](#), 30 בנובמבר 2016, הועבר באמצעות דואר אלקטרוני על-ידי רועי ישראלי, עוזר למנכ"ל משרד האנרגיה, 5 בדצמבר 2016.



על-פי בקשת ועדת הפנים והגנת הסביבה, מסמך זה יעסוק בשלושה היבטים של ייצור חשמל באמצעות תחנות כוח פחמיות:

- השלכות בריאותיות של זיהום אוויר, ובפרט כזה הנובע מייצור חשמל באמצעות פחם- סעיף זה כולל נתונים בדבר השפעות השימוש בתחנות פחמיות על תמותה מוקדמת ותחלואה בעולם ובישראל.
- מחויבויות בינלאומיות להפחתת פליטות גזי חממה במסגרת אמנת האקלים- סעיף זה מציג אמצעי מדיניות אפשריים להפחתת פליטות גזי חממה הנובעות משימוש בפחם לייצור חשמל, וכן מביא דוגמאות לפעולות של מדינות שונות בנושא.
- החלופות להפחתת זיהום אוויר מיחידות 1-4 בתחנת הכוח הפחמית "אורות רבין".

2. השלכות בריאותיות של זיהום אוויר

למזהמים הנפלטים לאוויר כתוצאה מתהליכים טבעיים (לדוגמא, סופות אבק) ומעשה ידי אדם (שריפת דלקים למטרות ייצור חשמל, תעשייה, תחבורה ועוד) יש השפעות שליליות הן על בריאות האדם והן על הסביבה. זיהום אוויר נקשר במחלות לב, סרטן ריאות, מחלות נשימתיות אקוטיות וכרוניות, שבץ, תפקודי ריאות נמוכים בקרב ילדים ומדדי גדילת תינוקות ירודים.⁵ על-פי נתוני ארגון הבריאות העולמי לשנת 2014, 92% מאוכלוסיית העולם הייתה חשופה לאיכות אוויר לקויה, אשר עלולה להביא להשפעות בריאותיות שליליות. בשנת 2012 זיהום אוויר היה הגורם ל-7 מיליון מקרי מוות מוקדם ברחבי העולם, מתוכם כ-3.7 מיליון מקרי מוות נגרמו מזיהום אוויר סביבתי (בניגוד לזיהום אוויר שמקורו בתוך מבנים). כמו כן, בשנת 2013 הגדיר המרכז לחקר הסרטן של ארגון הבריאות העולמי זיהום אוויר בכלל, וזיהום אוויר חלקיקי בפרט כמסרטן ודאי.⁶

בישראל תהליכי ייצור החשמל אחראים לשיעור גבוה מזיהום האוויר. על-פי נתוני המשרד להגנת הסביבה (המבוססים על מרשם הפליטות לסביבה לשנת 2014) ניתן לייחס 77% מפליטת תחמוצות גופרית לאוויר בישראל לתהליכי ייצור חשמל (70% מתחנות פחמיות שלא מותקנים בהם אמצעים להפחתת פליטות- סולקנים; 7% מתחנות פחמיות שמותקנים בהם סולקנים). כמו כן, תהליכי ייצור החשמל מביאים ל- 66% מפליטות תחמוצות חנקן בישראל (50% מתחנות פחמיות שלא מותקנים בהם סולקנים; 12% מתחנות פחמיות שמותקנים בהם סולקנים ו-4% מתחנות שאינן פחמיות), ו- 41% מפליטת גזי החממה.⁷

חשוב לציין כי על פי נתוני המשרד להגנת הסביבה, בשנים 2012-2014 חלה הפחתה משמעותית בפליטת מזהמים הנובעת מתהליכי ייצור חשמל בישראל. הירידה נבעה בעיקר מהעלייה בשיעור השימוש בגז טבעי והפסקת השימוש במזוט ובסולר.⁸

⁵ ד"ר אודי קלינר, סגן ראש שרותי בריאות הציבור במשרד הבריאות, עמדת משרד הבריאות בנושא של התקנת סולקנים אן סגירת היחידות 1-4 בתחנת הכוח הפחמית "אורות רבין", נמסר בדואר אלקטרוני, 5 בספטמבר 2016.

⁶ World Health Organization, [Ambient \(outdoor\) air quality and health](#), fact sheet no. 313, Updated March 2014.

⁷ רעות רבי, ראש תחום אנרגיה במשרד להגנת הסביבה, מצגת שהוצגה בדיון הציבורי בהיתר הפליטה בתחנת הכוח אורות רבין, 17 ביולי 2016.

⁸ אתר המשרד להגנת הסביבה, [הפחתת זיהום אוויר מייצור חשמל](#), עודכן לאחרונה, 17 בדצמבר 2015, תאריך כניסה, 7 באוגוסט 2016.



בשנת 2015 פרסם ארגון הבריאות העולמי דוח שבחן את העלות הכלכלית של השלכות בריאותיות שליליות הנובעות מזיהום אוויר במדינות אירופה, לרבות ישראל. לפי הערכת מחברי הדוח, **בשנת 2010 נגרמו בישראל 2,452 מקרים של מוות מוקדם כתוצאה מחשיפה לזיהום אוויר חלקיקי (הנובע לעתים קרובות מפליטות מכלי רכב ומתחנות כוח).** העלות הכלכלית של מקרי המוות המוקדם בישראל כתוצאה מזיהום אוויר בשנה זו מוערכת בכ-3.3% מהתוצר הלאומי הגולמי של ישראל.⁹

מחקר עדכני שפורסם לאחרונה על ידי גורמים בכירים בשרותי בריאות הציבור במשרד הבריאות, בחן את ההשפעות הבריאותיות (תמותה מוקדמת ותחלואה) של זיהום אוויר חלקיקי (PM_{2.5}) בישראל בשנת 2015, מצא כי בין 1,609 ל-12,253 אנשים מתו בשנה זו כתוצאה מחשיפה לזיהום אוויר חלקיקי. עוד נמצא, כי ניתן לקשור 3.5%-11.4% מימי האשפוז בישראל בשנה זו למחלות הקשורות בזיהום אוויר חלקיקי. על-פי המחקר, באותה השנה הנטל הכלכלי של תמותה ותחלואה הקשורים בזיהום אוויר חלקיקי בישראל נע בין 544 מיליון דולר ל-1.75 מיליארד דולר. חשוב להדגיש, כי הערכה זו מתייחסת רק לסוג מזהם אחד, חומר חלקיקי, וכי יש צורך במחקרים הבודקים את השפעתם של מזהמים נוספים (בעיקר אוזון ותחמוצות חנקן) על תמותה מוקדמת בישראל.¹²

על-פי מחברי המחקר, ההשלכות הבריאותיות והכלכליות שתוארו לעיל מצדיקות יישום אסטרטגיות שונות (טכנולוגיות ואחרות) להפחתת זיהום אוויר ממקורות תעשייתיים ותחבורתיים. המחקרים קוראים להכנת תכנית פעולה בין-משרדית לזיהוי ויישום אסטרטגיות הפעולה המיטביות (סביבתית, בריאותית וכלכלית) להפחתת זיהום האוויר בישראל. הם מדגישים כי יש צורך במחקר נוסף לזיהוי מוקדי זיהום אוויר ברמה המקומית, וכן בבחינת אסטרטגיות משלימות להפחתת זיהום האוויר ממקורות אלו.

אומדן דומה, אשר בחן את השלכות זיהום האוויר המקומי על תמותה, עמד בבסיס עמדת משרד הבריאות כי יש לסגור את היחידות הפחמיות 1-4 בתחנת הכוח 'אורות רבין' בחדרה¹³ (ראו פירוט בפרק 4 למסמך זה).

3. התחייבויות בינלאומיות להפחתת השימוש בפחם במסגרת אמנת האקלים

בדצמבר 2015 נערך בפריז מפגש בין נציגי 197 המדינות החברות באמנת המסגרת של האו"ם בנושא שינויי אקלים (להלן: ועידת פריז). מדינת ישראל נמנית על המדינות החברות באמנה זו). במסגרת הוועידה אומץ הסכם עולמי חדש שמטרתו נקיטת צעדים על-ידי המדינות, למיתון שינויי האקלים והסתגלות להשלכותיהם. היעד המרכזי עליו הוחלט בוועידת פריז הוא כי הטמפרטורה העולמית הממוצעת בסוף המאה הנוכחית תהיה גבוהה בפחות מ-2 מעלות צלזיוס מהטמפרטורה הממוצעת טרום המהפכה התעשייתית. במסגרת זו הוחלט כי על המדינות לשאוף להשגת יעד שאפתני אף יותר: הגבלת ההתחממות הממוצעת ל-1.5 מעלות צלזיוס מעל הטמפרטורה טרום המהפכה התעשייתית.

⁹ World Health Organization, OECD, [Economic cost of the health impact of air pollution in Europe](#), 2015.

¹⁰ חלקיקים נשימים עדינים שקוטרם לא עולה על 2.5 מיקרון. מתוך: המשרד להגנת הסביבה, [חלקיקים נשימים](#), עודכן לאחרונה: 5 במרס 2015, תאריך כניסה: 8 בדצמבר 2016.

¹¹ שיעורי התמותה נבחנו באמצעות שלושה מודלים שונים, כך שנתון התמותה שמוצג לעיל הינו טווח התוצאות שהתקבלו במודלים השונים.

¹² Gary M. Ginsberg, Ehud Kaliner and Itamar Grotto, [Mortality, hospital days and expenditures attributable to ambient air pollution from particulate matter in Israel](#), Israel Journal of Health Policy Research, 2016.

¹³ ד"ר אודי קלינר, סגן ראש שרותי בריאות הציבור במשרד הבריאות, עמדת משרד הבריאות בנושא של התקנת סולקנים או סגירת היחידות 1-4 בתחנת הכוח הפחמית "אורות רבין", נמסר בדואר אלקטרוני, 5 בספטמבר 2016.



3.1. אמצעי מדיניות להפחתת פליטת גזי חממה מייצור חשמל באמצעות שריפת פחם

כחלק מההכנות לוועידת פריז, הגישה כל מדינה החברה באמנת האקלים את יעדי הפחתת פליטת גזי החממה בשטחה לשנת 2030 (INDC - Intended Nationally Determined Contributions). בהמשך נדרשו המדינות להגיש תכנית עבודה להשגת יעדים אלו.¹⁴

בנובמבר 2016 פרסמו ה-OECD והסוכנות הבינלאומית לאנרגיה (IEA) דוח המנתח את התחומים המרכזיים וכלי המדיניות העיקריים אותם צריכות המדינות ליישם על מנת לעמוד ביעדים שצוינו לעיל (להלן: דוח ה-IEA). על-פי הדוח, הפחתת פליטות שמקורן בתהליכי ייצור חשמל בתחנות המבוססות על פחם או על גז טבעי, היא חיונית על מנת לעמוד ביעדי ההפחתה העולמיים.¹⁵

הפחתת השימוש בתחנות כוח המבוססות על שריפת פחם (להלן: תחנות פחמיות) וכן הפחתת פליטות גזי החממה מתחנות פחמיות קיימות, נמצאות במוקד תכניות הפעולה של המדינות השונות לעמידה ביעדי אמנת האקלים, וזאת מכמה סיבות: כיום, 40% מהאנרגיה המיוצרת בעולם מבוססת על שריפת פחם, ו-77% מפליטת הפחמן הדו-חמצני ממגזר ייצור האנרגיה היא כתוצאה משריפת פחם. בנוסף, העצימות הפחמנית (כמות הפחמן הדו-חמצני הנפלטת לכל קוט"ש חשמל מיוצר) של שריפת פחם היא כפולה מזו של גז טבעי.¹⁶

הדוח מצביע על הקושי ביישום מדיניות להפחתת פליטות גזי חממה מתחנות פחם שהוקמו בשנים האחרונות, אשר "תוחלת החיים" שלהן צפויה להיות ארוכה, ולפיכך מתמקד בצעדי מדיניות הדרושים להפחתת פליטות מתחנות כוח פחמיות קיימות או בתהליכי הקמה ובצעדים למניעת הקמת תחנות נוספות המבוססות על דלקים פוסיליים.¹⁷

פרק זה יסקור אמצעי מדיניות אפשריים להפחתת השימוש בפחם, וכן יובאו בו דוגמאות לפעולות בהן נוקטות מדינות שונות בעולם בהקשר זה.

בדוח ה-IEA מוגדר "תרחיש 2 המעלות", כלומר הצעדים והתנאים הדרושים על מנת לעמוד ביעד הגבלת ההתחממות שנקבע בוועידת פריז (כאמור, עלייה של פחות מ-2 מעלות צלזיוס לעומת התקופה שטרם המהפיכה התעשייתית). בין השאר נמצא, כי ייצור האנרגיה מפחם יצטרך לקטון בכ-65% בשנת 2050 לעומת היום. מעבר לכך, על-פי התרחיש, בשנים 2030-2050 צפויה עלייה דרמטית של התקנת טכנולוגיית לכידה ואחסון פחמן (CCS¹⁸), כך שעד שנת 2050 רמת השימוש בפחם שאינו מטופל בטכנולוגיות אלה תהיה אפסית. מכאן, שעל מנת לעמוד ביעדי הפחתת הפליטות משריפת פחם יהיה צורך הן בהקטנת

¹⁴ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), [The Paris Agreement](#), last accessed: December 4, 2016.

¹⁵ OECD/International Energy Agency (IEA), [Energy, Climate Change & Environment- 2016 Insights](#), November 2016.

¹⁶ OECD/International Energy Agency (IEA), [Energy, Climate Change & Environment- 2016 Insights](#), November 2016.

¹⁷ OECD/International Energy Agency (IEA), [Energy, Climate Change & Environment- 2016 Insights](#), November 2016.

¹⁸ CCS- Carbon Capture and Storage, הנה טכנולוגיה שמטרתה ללכוד את הפחמן הדו-חמצני הנפלט במסגרת תהליכי ייצור, ולאחסנו בשכבות גאולוגיות עמוקות, כך שלא ייפלט לאטמוספירה. על-פי הערכת סוכנות הבינלאומית (IEA), טכנולוגיית CCS תוכל ללכוד כ-85%-95% מהפחמן הדו חמצני הנפלט.



כמות הפחם והן בהפחתת הפליטות מהתחנות הפחמיות שימשיכו לפעול. חשוב להדגיש כי נכון להיום, יישום טכנולוגיות לכידה ואחסון נמצא עדיין בתחילת דרכו, והטמעת הטכנולוגיה במדינות השונות איטית ואינה הולמת את ההתקדמות הדרושה על-פי "תרחיש 2 המעלות"¹⁹.

על-פי הדוח, על מנת לעמוד ביעדי ההפחתה המדינות השונות יצטרכו להפסיק בהדרגה את ייצור החשמל המבוסס על פחם 'לא מטופל' (באמצעות סגירת התחנות הפחמיות, הסבתן לדלקים או טכנולוגיות שפליטת הפחמן מהן נמוכה, או הקמת מתקן לכידה ואחסון של פחמן). בין השאר, **עד לשנת 2035 מדינות ה-OECD יצטרכו להפחית את השימוש בפחם לא מטופל מכ-33% מתוך סך החשמל המיוצר לכ-8% מתוך סך החשמל המיוצר**²⁰.

להלן תוצג שורה של אמצעי מדיניות אפשריים להפחתת פליטות מתחנות כוח קיימות המבוססות על פחם וכן אמצעים למניעת הקמה של תחנות פחמיות חדשות, כפי שהוגדרו בדוח ה-IEA. בהקשר זה חשוב לציין כי קיימים הבדלים מובנים בין מאפייני משק האנרגיה של המדינות השונות (מקורות האנרגיה הזמינים, רמת הריכוזיות של משק האנרגיה, סוגי רגולציה אופייניים במדינה, ועוד). מאפיינים אלה משפיעים על פוטנציאל הפחתת השימוש בפחם ועל אמצעי המדיניות הננקטים בכל מדינה. אמצעי המדיניות כוללים בין השאר:

- **רגולציה האוסרת במפורש הקמה של תחנות כוח פחמיות חדשות.** לדוגמא, ממשלת דנמרק אסרה בשנת 1997 על הקמת תחנות פחמיות חדשות; ממשלת סין אסרה בשנת 2013 על הקמת תחנות פחמיות חדשות בחלקים מבייג'ין, שנחאי, וערים אחרות, וזאת בניסיון להפחית את זיהום האוויר בערים הגדולות בה. בנוסף, באפריל 2016 אסרה הממשלה הסינית על הקמתן של תחנות פחמיות חדשות ב-15 פרובינציות (מתוך 33). נוסף על רגולציה מדינתית יש דוגמאות ליצרניות חשמל פרטיות אשר בהליך וולונטרי מחליטות להימנע מהקמה עתידית של תחנות פחמיות. לדוגמא, בשנת 2015 הכריזה יצרנית החשמל הבינלאומית Enel (בעלות חלקית של ממשלת איטליה), שלא תבנה תחנות פחמיות חדשות בעתיד, ושתפסיק בהדרגה את השקעותיה בייצור אנרגיה מפחם, בין השאר לטובת ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות.²¹
- **רגולציה המגבילה פליטות מתחנות כוח פחמיות.** כלי זה יכול לשמש להפחתת הפליטות מתחנות כוח פחמיות קיימות (על-ידי אמצעים להפחתת פליטות או לשיפור יעילות הפעולה של תחנת הכוח) או אף למנוע את הקמתן של תחנות חדשות. לדוגמא, בדצמבר 2011 התקינה הסוכנות להגנת הסביבה בארצות הברית (EPA) תקנות פדרליות להגבלת פליטות כספית ומזהמי אוויר מתחנות כוח (סוגי המזהמים המפורטים בתקנות אופייניים בעיקר לתחנות המבוססות על שריפת פחם ונפט).²² יצרניות החשמל פעלו בדרכים שונות על מנת לעמוד בתנאים שהוגדרו בתקנות שהוזכרו לעיל. כך, על-פי נתוני מנהל המידע של משרד האנרגיה האמריקאי, בין ינואר 2015

¹⁹ OECD/International Energy Agency (IEA), [Energy, Climate Change & Environment- 2016 Insights](#), November 2016.

²⁰ שם.

²¹ שם.

²² U.S Environmental Protection Agency, [Regulatory Actions - Final Mercury and Air Toxics Standards \(MATS\) for Power Plants](#), last update: August 26, 2016.



לאפריל 2016 תחנות כוח פחמיות בהיקף ייצור של 87 גיגה-וואט התקינו אמצעים טכנולוגיים להפחתת פליטות; תחנות פחמיות בהספק של כ-20 גיגה וואט הפסיקו את פעולתן; ותחנות פחמיות שהיקף הייצור בהן 5.6 גיגה וואט הומרו בתחנות הפועלות על בסיס גז טבעי.²³ כמו כן, **בבריטניה**, תחנות פחמיות חדשות צריכות לעמוד בתקנים הנמוכים מרמת הפליטות המינימלית האפשרית בטכנולוגיות שריפת פחם 'לא מטופל' (כלומר ללא טכנולוגיית CCS). תקנים דומים נקבעו גם בקנדה ובארצות הברית. בפועל, משמעות קביעת תקנים אלה היא מניעת הקמתן של תחנות פחמיות חדשות שאינן מיישמות טכנולוגיית לכידה ואחסון פחמן.²⁴

● **סגירה הדרגתית של תחנות כוח פחמיות קיימות.** לקראת ועידת האקלים של האו"ם במרקש שהתקיימה בנובמבר 2016, אשררו מדינות שונות את יעדי הפחתת גזי החממה להם התחייבו במסגרת אמנת האקלים, וזאת באמצעות אישור תכניות לאומיות לטווח הארוך. בתוך כך הצהירו מדינות שונות על מדיניותן בנושא הפחתת השימוש בפחם למטרת ייצור אנרגיה. להלן כמה דוגמאות:

- ב-9 בנובמבר 2016 פרסמה ממשלת **בריטניה** מסמך התייעצות עם הציבור שמטרתו בחינת אמצעים לסגירת תחנות כוח פחמיות במדינה עד לשנת 2025, ומעבר לייצור אנרגיה נקייה. על-פי ההצעה, תחנות פחמיות קיימות לא יוכלו לפעול אחרי שנת 2025, אלא אם יפחיתו את הפליטות לרמה התואמת את יעדי הפחתת גזי החממה שהוגדרו על-ידי הממשלה (על-ידי התקנת טכנולוגיית CCS, או התחייבות לעמידה בתקני הפליטה המחמירים של תחנות חדשות, כמפורט לעיל);²⁵
- בנאומו בוועידת האקלים במרקש ב-16 בנובמבר 2016, הצהיר נשיא **צרפת** כי תחנות הכוח הפחמיות במדינה ייסגרו עד שנת 2023;²⁶
- ב-21 בנובמבר 2016 הכריזה ממשלת **קנדה** על מהלך הדרגתי לסגירה של תחנות כוח פחמיות 'מסורתיות' (שלא מותקנת בהן טכנולוגיית CCS) ומעבר לאנרגיות נקיות עד לשנת 2030;²⁷
- ב-24 בנובמבר 2016 אישרה ממשלת **פינלנד** את האסטרטגיה הלאומית לנושא אקלים ואנרגיה לשנת 2030. על-פי האסטרטגיה, השימוש בפחם למטרות ייצור אנרגיה יופסק עד לשנת 2030. בהמשך תוצע חקיקה אשר תגדיר את הצעדים הדרושים לביצוע במהלך תקופת המעבר בה יופסק בהדרגה השימוש בפחם, תוך שמירה על רציפות אספקת החשמל וביטחון אנרגטי בעתות חירום. על-פי ההודעה שפרסם המשרד להגנת הסביבה בפינלנד,

²³ U.S Energy Information Administration (EIA), [Electricity Monthly Update- May 2016](#), released on July 26 2016.

²⁴ OECD/International Energy Agency (IEA), [Energy, Climate Change & Environment- 2016 Insights](#), November 2016.

²⁵ UK Department for Business, Energy and Industrial Strategy, [Coal Generation in Great Britain- The pathway to a low-carbon future: consultation document](#), November 2016

²⁶ Embassy of France in the United States, [Speech by the President of the French Republic at the opening of the 2016 United Nations Climate Change Conference in Marrakesh Morocco, November 16, 2016](#), published on November 21, 2016.

²⁷ Ministry of Environment and Climate Change Canada, News Release: "[The Government of Canada accelerates investments in clean electricity](#)", November 21st 2016.



הפסקת השימוש בפחם במועד הנקוב לעיל מצריכה מדיניות מיסוי המעודדת שימוש במקורות אנרגיה חלופיים או קביעת רגולציה האוסרת את השימוש בפחם;²⁸

○ ב-14 בנובמבר 2016 אישרה ממשלת גרמניה את תכנית הפעולה להפיכת גרמניה לבעלת מאזן פחמן נייטרלי²⁹ עד לשנת 2050. במסגרת זו הוחלט על הגדלת היקף השימוש באנרגיות מתחדשות והפחתה מקבילה של השימוש בפחם למטרות ייצור אנרגיה.³⁰ בהקשר זה יש לשים לב כי ביחס למדינות אחרות שהוזכרו לעיל, היעד שהציבה גרמניה לסגירת תחנות כוח פחמיות הנו מתון ופחות מחייב. ניתן למנות שתי סיבות מרכזיות לכך: האחת, בשנת 2011 בעקבות התאונה בתחנת הכוח הגרעינית בפוקושימה שביפן, הוחלט בגרמניה על הפסקת השימוש בתחנות גרעיניות למטרות ייצור חשמל. מכאן, שיש קושי ברור בהפחתה בשימוש בשני מקורות אנרגיה מרכזיים בו זמנית (תחנות גרעיניות ותחנות פחמיות). הסיבה השנייה היא מרכזיות הייצור באמצעות פחם בכלכלה הגרמנית. כיום, כרבע מהאנרגיה (חשמל וחימום) במדינה מיוצר באמצעות פחם, ובאזורים מסויימים בגרמניה התחנות הפחמיות הן מוקד תעסוקה מרכזי. חשוב לציין כי על אף השימוש הנרחב בפחם, גרמניה הפחיתה בשנים האחרונות את פליטת גזי החממה, וזאת באמצעות שימוש נרחב באנרגיות מתחדשות (32.6% מסך ייצור החשמל בשנת 2015) ובאמצעי התייעלות אנרגטית;³¹

- הגברת השקעות בייצור אנרגיה ממקורות חלופיים ובטכנולוגיות בתחום התייעלות האנרגטית. במחקר שערכה בשנת 2015 סוכנות האנרגיה הבינלאומית צוין, כי מאז שנת 2008 בוטלו יותר מ-100 תחנות כוח פחמיות מתוכננות באירופה, כאשר הסיבה העיקרית לכך הייתה שיפור ברמת התייעלות האנרגטית וביעילות הטכנולוגיות לייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים. ככל שהעלות השולית של ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות פוחתת, כך פוחת הצורך בהפעלת תחנות כוח המבוססות על דלקים פוסיליים שעלות הפעלתן גבוהה יותר. כך, שהפחתה בעלויות ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת עשויה להביא לסגירה של תחנות כוח פחמיות או לשימורן לעתות חירום.³²
- פתרונות טכנולוגיים להפחתת פליטות: התקנת טכנולוגיות לכידה ואחסון פחמן (CCS); שילוב שריפת ביומסה³³ בתחנות כוח קיימות, ועוד.

²⁸ Finland Ministry of the Environment, [Press Release: Strategy outlines energy and climate actions to 2030 and beyond](#), November 24, 2016, Published in English on November 28, 2016.

²⁹ המונחים 'מאזן פחמן נייטרלי' (carbon neutral) או 'אפס פליטות פחמן' (net zero emissions) מתייחסים למצב בו כמות גזי החממה הנפלטת היא שוות ערך לחיבור של כמות גזי החממה ה"מופחתת" (לדוגמא על-ידי עידוד התייעלות אנרגטית, עידוד רכיבה על אופניים במקום ברכב פרטי, ועוד) וכמות גזי החממה ה"מקוזזת" (על-ידי הקמה ומימון של פרויקטים אשר מביאים להפחתת כמות גזי החממה באטמוספירה, אם באותו המקום (לדוגמא, שתילת עצים) ואם במקום אחר (לדוגמא- השקעה בייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים במדינה אחרת). מימון הפרויקטים מתקיים בין השאר באמצעות מנגנונים של סחר ב'תעודות פחמן'.

³⁰ German Ministry of Environment, [Press release No. 280/16- Climate Action Plan 2050: Cabinet adopts guide to climate neutral Germany](#), November 14th 2016.

³¹ Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety, [Climate Action in Figures: Facts, Trends and Incentives for German Climate Policy 2016 edition](#), July 2016.

³² OECD/International Energy Agency (IEA), [Energy, Climate Change & Environment- 2016 Insights](#), November 2016.

³³ ייצור אנרגיה המבוסס על שריפת חומר אורגני, כגון גזם.



- שימוש בכלים כלכליים שיעודדו העדפת דלקים 'נקיים', כגון הטלת מס על פחמן, יישום מנגנונים של סחר בפליטות גזי חממה, ועוד.

על-פי דוח ה-IEA, במדינות בהן ייצור החשמל ממקורות אנרגיה דלי-פחמן הנו נמוך משיעורם הפוטנציאלי במערכת החשמל (לדוגמא, מאגרי גז טבעי לא מנוצלים, ניצול נמוך של מקורות אנרגיה מתחדשים, ועוד) ניתן ליישם כלים כלכליים שונים על מנת להביא לשינוי בסדר העמסת הדלקים בתחנות הכוח, כך שהשימוש בדלקים דלי-פחמן יזכה לעדיפות, הן מבחינה כלכלית והן מבחינה סביבתית. הדוח בחן לדוגמא את השפעתם של כלים כלכליים שונים של תמחור פחמן על סדר העמסת גז טבעי ופחמן בתחנות כוח באירופה:

- על-פי הדוח, בין השנים 2012-2015, השילוב בין מחיר נמוך של פחמן, מחירי פחם נמוכים (הנובעים מזמינות גבוהה של פחם בשוק הבינלאומי) ומחירים גבוהים של הגז הטבעי, הביא להעדפה של ייצור חשמל המבוסס על שריפת פחם (gas to coal switching). בשנת 2016, בעיקר כתוצאה מירידה במחירי הגז הטבעי ועלייה במחיר הפחמן, התהפכה המגמה וניכרה העדפה של ייצור חשמל המבוסס על גז טבעי (coal to gas switching).
- המגמה שתוארה לעיל ניכרת במיוחד בבריטניה, אשר החל בשנת 2013 מחייבת את יצרני החשמל לשלם "מס פחמן", המבוסס על שיעור הפחמן בדלקים המשמשים לייצור החשמל. בשנת 2015 "מס הפחמן" עבור כל טון פחמן דו-חמצני שנפלט בתהליכי ייצור בבריטניה גדל פי 1.9. כך שהעלייה החדה במחיר הפחמן, במקביל לירידה במחיר הגז הטבעי בעולם, הביאה לכך שברבעון הראשון של שנת 2016 כמות הפחם ששימשה בבריטניה למטרות ייצור חשמל קטנה בשיעור של כ-50%, בעוד שהשימוש בגז טבעי גדל ב-50% באותה התקופה.³⁴
- השתת מגבלות על השקעות בתחום הפחם: הפרלמנט הנורבגי החליט בשנת 2015 לאסור על קרן הפנסיה הלאומית להשקיע בתעשיית הפחם (תחנות כוח וחברות כרייה אשר מעל ל-30% מריווחיהן מבוססים על פחם); בשנת 2013, הבנק העולמי ובנק ההשקעות האירופי הטילו מגבלות על השקעות במימון תעשיית הפחם. כמו כן, בשנת 2015 החליטו מדינות ה-OECD להטיל מגבלות על גיוס הון בינלאומי למטרת הקמת תחנות כוח המבוססות על טכנולוגיות שריפת פחם לא יעילות;³⁵
- סחר בפליטות: מנגנון כלכלי נוסף להפחתת הפחתת פליטות פחמן דו-חמצני ביעילות הכלכלית המרבית הוא מערך הסחר בפליטות של האיחוד האירופי (EU ETS- EU Emission Trading System). מטרת המנגנון היא לייצר תמריצים להפחתת פליטות גזי חממה באופן היעיל ביותר מבחינה כלכלית. החל בשנת 2005 מוטלת מכסה (cap) על כמות הפליטות הכללית המותרת, ומונפקות "זכויות פליטה" (allowances) המגדירות את כמות הפליטות המותרת עבור כל חברה או מפעל. אם לחברה יש "עודף" בזכויות הפליטה (כלומר פליטות גזי החממה בפועל פחותות מהכמות המקסימלית שהוקצתה לחברה), היא

³⁴ ש.ם.

³⁵ OECD/International Energy Agency (IEA), [Energy, Climate Change & Environment- 2016 Insights](#), November 2016.



יכולה לסחור בזכויות אלה. אם חברה פולטת יותר מהכמות שהוקצתה לה, היא נקנסת. באופן זה מתמרצת החברה להפחית את פליטת גזי החממה, תוך שמירה על יעילות כלכלית מקסימלית.³⁶

3.2. צעדים להפחתת פליטות גזי חממה ממשק החשמל בישראל

בספטמבר 2015 קיבלה ממשלת ישראל את החלטת הממשלה 542, המגדירה את היעד הלאומי של ישראל להפחתת פליטות גזי חממה לשנת 2030. על-פי יעד ההפחתה הכללי שנקבע בהחלטה, פליטת גזי החממה בשנת 2025 תהיה 8.8 טון לנפש, ובשנת 2030 - 7.7 טון לנפש. יעד זה משמעו הפחתה של 22.6% מהפליטות לנפש לעומת תרחיש "עסקים כרגיל".³⁸ לשם השגת היעד שלעיל קבעה הממשלה יעדים לאומיים להפחתה ולייעול של צריכת האנרגיה במשק ולייצור חשמל ממקורות של אנרגיה מתחדשת. יעדים אלה הם, בין היתר: צמצום צריכת החשמל בשיעור של לפחות 17% עד לשנת 2030 לעומת הצריכה הצפויה באותה שנה על-פי תרחיש "עסקים כרגיל"; וייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בשיעור של 13% מכלל צריכת החשמל בשנת 2025 (לעומת כ-2% כיום) ובשיעור של לפחות 17% מכלל הצריכה בשנת 2030.³⁹

באפריל 2016 אישרה הממשלה את החלטה 1403: תכנית לאומית ליישום היעדים להפחתת פליטות גזי חממה ולהתייעלות אנרגטית. במסגרת ההחלטה הוגדרו לוחות זמנים להגשת תכניות פעולה בתחומים שונים (התייעלות אנרגטית, אנרגיות מתחדשות, הפחתת השימוש בפחם, ועוד). כמו כן, הוגדרו מקורות תקציביים ליישום התכנית הלאומית.⁴⁰

בספטמבר 2016 פרסם המשרד להגנת הסביבה את התכנית הלאומית של ישראל ליישום הסכם פריז, המתייחסת בין השאר לסעיפים שפורטו בהחלטת הממשלה 1403 שהוזכרה לעיל. התכנית מפרטת את הצעדים הדרושים על מנת להפחית פליטות גזי חממה במגזרים שונים, בהם: משק החשמל, תחבורה והתייעלות אנרגטית במבנים. התכנית גם מתייחסת לקידום טכנולוגיות ישראליות רלוונטיות לתחום מיתון שינויי האקלים (בעיקר תחומי התייעלות האנרגטית והאנרגיות המתחדשות).⁴¹

על-פי הנתונים המוצגים בתכנית, יישום מלא של האמצעים שהוגדרו להפחתת פליטות משק החשמל, יביא לכ-50% מסך ההפחתה הנדרשת על מנת לעמוד ביעדים שהציבה מדינת ישראל להפחתת גזי חממה.

³⁶ משרד הכלכלה, מנהל סחר חוץ, ארגונים בינלאומיים - כל המוסיף גורע: מערכת הסחר בפליטות גזי חממה של האיחוד האירופי, כתב: גל מור, נספח כלכלי בבריסל, 25 באוגוסט 2016.

³⁷ משרד ראש הממשלה, החלטת ממשלה 542 – הפחתת פליטות גזי חממה וייעול צריכת האנרגיה במשק, 20 בספטמבר 2015.

³⁸ תרחיש עסקים כרגיל – תחזית פליטות גזי חממה על בסיס המדיניות הקיימת, ללא החלטות ממשלה ותקצוב נוסף על זה שכבר אושר. מתוך: המשרד להגנת הסביבה, גיבוש יעד לאומי ואסטרטגיה להפחתת פליטות גזי חממה לשנת 2030 – הצגת עבודת הוועדה הבינמשרדית, כתב: ד"ר גיל פרואקטור, מרכז תחום שינויי אקלים במשרד להגנת הסביבה

³⁹ שם

⁴⁰ משרד ראש הממשלה, החלטת ממשלה 1403 – תכנית לאומית ליישום היעדים להפחתת פליטות גזי חממה ולהתייעלות אנרגטית, 10 באפריל 2016.

⁴¹ המשרד להגנת הסביבה, התכנית הלאומית ליישום הסכם פריז, ספטמבר 2016.



על-פי התכנית, עיקר פוטנציאל ההפחתה בסקטור החשמל מגיע מהפחתת השימוש בפחם, וחלקו הנוסף מייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות. הצעדים המרכזיים להפחתת פליטות ממשק החשמל כוללים:

1. הפחתת השימוש בפחם לייצור חשמל בישראל, על-ידי השבתת היחידות הפחמיות 1-4 בתחנת הכוח 'אורות רבין' בחדרה.
2. הפחתת השימוש בפחם בשאר יחידות הייצור הפחמיות של חברת החשמל, וזאת באמצעות שינוי סדר העמסת תחנות הכוח, כך שתניתן עדיפות ליחידות היעילות ביותר (שהן יחידות מחזור משולב- מחז"מ - הפועלות באמצעות שילוב של טורבינת גז וטורבינת קיטור המונעת על-ידי הגזים הנפלטים) על פני שימוש ביחידות הפחמיות. שינוי סדר ההעמסה יהיה כפוף לשיקולים טכניים של הפעלת יחידות הייצור ולשיקולים של שרידות המערכת.
3. יישום תכנית לעמידה ביעד של ייצור 17% מהחשמל בשנת 2030 ממקורות אנרגיה מתחדשים. על פי לוח הזמנים המוצג בתכנית, על שר האנרגיה לפרסם עד לסוף שנת 2016 תכנית לצורך השגת יעדי ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת.

4. תחנת הכוח "אורות רבין"

החשמל במדינת ישראל מיוצר ברובו המוחלט בתחנות כוח המייצרות חשמל באמצעות שימוש במקורות אנרגיה שונים הכוללים טורבינות גז, יחידות ייצור חשמל במחזור משולב, ושתי תחנות הפועלות באמצעות פחם.⁴² בשנת 2015, כ-52% מהחשמל בישראל יוצר מגז טבעי, כ-45% יוצר מפחם, וכ-2% יוצר ממקורות אנרגיה מתחדשים.⁴³

תחנת הכוח "אורות רבין" בחדרה היא אחת משתי תחנות כוח בישראל המופעלות באמצעות שריפת פחם (התחנה הנוספת היא תחנת הכוח 'רוטנברג' באשקלון).⁴⁴ תחנת "אורות רבין" כוללת 6 יחידות ייצור פחמיות.⁴⁵ יחידות הייצור 1-4 הוקמו בתחילת שנות ה-80, והן בעלות כושר ייצור של 360 מגה-וואט כל אחת. באמצע שנות ה-90 הוקמו שתי יחידות ייצור נוספות (יחידות 5-6), בעלות כושר ייצור של 575 מגה-וואט כל אחת.⁴⁶ על-פי המשרד להגנת הסביבה, יחידות 1-4 הן יחידות ייצור ישנות, בעלות נצילות נמוכה והמוזהמות ביותר בכל מערך הייצור החשמל בישראל.⁴⁷

עד לשנת 2010, ההוראות בדבר הפליטות המרביות המותרות מהתחנה והמועד האחרון לעמידה בהוראות אלו, נקבעו במסגרת התכנית המפורטת לתחנה, מתוקף חוק התכנון והבנייה, התשכ"ה-1965. הוראות אלה השתנו מעת לעת.⁴⁸

⁴² אתר משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, [ייצור חשמל](#), תאריך כניסה: 3 באוגוסט 2016.

⁴³ רשות החשמל, אגף אסטרטגיה ובקרת מדיניות, [התפלגות הייצור במשק החשמל בישראל בשנים 2014-2015](#), 26 ביולי 2016.

⁴⁴ אתר המשרד להגנת הסביבה, [תחנת הכוח אורות רבין - חברת החשמל לישראל](#), עודכן לאחרונה: 10 ביוני 2013.

⁴⁵ המשרד להגנת הסביבה, [טייטות היתר פליטה לפי חוק אוויר נקי, התשס"ח-2008, תחנת הכוח אורות רבין](#), עודכן לאחרונה ב-25 ביולי 2016

⁴⁶ רעות רבי, ראש תחום אנרגיה באגף איכות אוויר ושינויי אקלים במשרד להגנת הסביבה, שיחת טלפון, 3 באוגוסט 2016.

⁴⁷ המשרד להגנת הסביבה, בחינת חלופות להשבתת יחידות 1-4 באורות רבין, אוגוסט 2016, הועבר בדואר אלקטרוני על-ידי ד"ר גיל פרואקטור, מרכז בכיר- תחום שינויי אקלים במשרד להגנת הסביבה, 4 באוגוסט 2016.

⁴⁸ אתר המשרד להגנת הסביבה, [תחנת הכוח אורות רבין - חברת החשמל לישראל](#), עודכן לאחרונה: 10 ביוני 2013.



בדצמבר 2010 חתם השר להגנת הסביבה דאז גלעד ארדן על 'צו אישי' למניעת מפגעים (מכוח החוק למניעת מפגעים, התשכ"א-1961) מתחנות כוח של חברת החשמל, וביניהן גם יחידות הייצור 1-4 בתחנת 'אורות רבין'. בצו נקבעו יעדי הפחתת פליטות מתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל וכן לוח זמנים לעמידה בהם.⁴⁹

במהלך השנים 2015-2016 נערכו דיונים בין נציגי משרדי האנרגיה והתשתיות הלאומיות, הגנת הסביבה והאוצר וכן נציגי רשות החשמל על מנת להתמודד עם פליטת זיהום האוויר מהיחידות הפחמיות 1-4. במסגרת דיונים אלו נבחנו כמה חלופות עיקריות, ביניהן: התקנת מתקנים להפחתת פליטות ('סולקנים'), הסבת היחידות לגז טבעי, או הקמת יחידות מחזור משולב (מחז"מ) הפועל על גז טבעי וסגירת היחידות הפחמיות (סגירה מוחלטת או שימורן והפעלתן במקרה חירום, בכפוף להיתכנות טכנית לכך).⁵⁰

עמדת משרדי האנרגיה והאוצר וכן של רשות החשמל הייתה כי החלופה המועדפת היא התקנת סולקנים. השיקולים המרכזיים לכך היו שיקולי ביטחון אנרגטי וחוסר הוודאות בדבר הפיתוח העתידי של משק הגז, וכן מחסור במידע בדבר אפשרויות לשימור היחידות שיתאימו לצרכים של משק החשמל בישראל.⁵¹ הנימוק המרכזי להעדפת חלופת הסולקנים היה כי בעת עבודת הוועדה הבין-משרדית, לא הובא לפתחה מידע מספק שהוכיח כי לחלופת השימור יש ישימות הנדסית, וכי בעת הצורך ניתן יהיה להפעיל את היחידות הפחמיות בטווח זמן סביר. כפי שמסרה ד"ר תניב רופא מרשות החשמל למרכז המחקר והמידע של הכנסת באוגוסט 2016, חוסר הוודאות באשר לישימות ההנדסית של חלופת השימור הוא בעייתי במיוחד בישראל, ועשוי למעשה לסכן את הביטחון האנרגטי שלה, וזאת מכיוון שישראל היא "אי אנרגטי" (כלומר אינה יכולה להסתמך על אספקת חשמל ממדינות שכנות בעת הצורך). בנוסף, לוח הזמנים לפיתוח תשתיות חלופיות לייצור חשמל מפחם (תשתיות הגז, תשתיות אנרגיות מתחדשות, ועוד) אינו ברור. לתפיסתה, בשל הסיבות שלעיל, **חלופת השימור לא הייתה החלופה המיטבית הן מבחינה כלכלית והן מבחינה הנדסית.**⁵²

עמדת המשרד להגנת הסביבה הייתה כי יש לסגור את היחידות הפחמיות ולהמירן במחז"מ הפועל על גז, ובמקביל לבחון לעומק אפשרות של שימור היחידות והפעלתן בעת חרום (להלן: חלופת השימור). המשרד להגנת הסביבה חלק על עמדת המשרדים האחרים שהוצגה לעיל, הן מנימוקים כלכליים והן מנימוקים הנדסיים: על-פי הערכת המשרד, **העלות בפועל של חלופת הסולקנים תהיה גבוהה משמעותית מהעלות אותה העריכה הוועדה הבין-משרדית (3.1 מיליארד שקלים).** עמדת המשרד, כפי שנמסרה למרכז המחקר והמידע של הכנסת באוגוסט 2016, הייתה כי יש צורך בתכנון מפורט יותר של חלופת הסולקנים על מנת להעריך באופן מדויק יותר את העלויות הצפויות מיישומה, וכי יש אי-וודאות בדבר ההתכנות ההנדסית של חלופה זו. **לצד הטעונויים הכלכליים, המשרד להגנת הסביבה הציג גם טעונויים באשר להתכנות ההנדסית של 'חלופת השימור'.** כך, ביולי 2016 (קרי, לאחר סיום עבודת הוועדה הבין-משרדית)

⁴⁹ רעות רבי, ראש תחום אנרגיה באגף איכות אוויר ושינויי אקלים במשרד להגנת הסביבה, שיחת טלפון, 3 באוגוסט 2016.
⁵⁰ לפירוט בנושא תהליך בחינת החלופות ראו מסמך מרכז המחקר והמידע של הכנסת: רקע לקראת דיון ועדת הכלכלה בנושא הפעלת יחידות הייצור הפחמיות בתחנת הכוח 'אורות רבין', 7 באוגוסט 2016, כתבה: שירי ספקטור-בן ארי.

⁵¹ טטיאנה אילריונוב, ראש אגף איכות הסביבה ברשות החשמל, מכתב, 30 בנובמבר 2016, הועבר באמצעות דואר אלקטרוני על-ידי רועי ישראלי, עוזר למנכ"ל משרד האנרגיה, 5 בדצמבר 2016.

⁵² תניב רופא, סמנכ"ל החטיבה הכלכלית ברשות החשמל, שיחת טלפון, 4 באוגוסט 2016. מתוך: מרכז המחקר והמידע של הכנסת: רקע לקראת דיון ועדת הכלכלה בנושא הפעלת יחידות הייצור הפחמיות בתחנת הכוח 'אורות רבין', 7 באוגוסט 2016, כתבה: שירי ספקטור-בן ארי.



העביר המשרד להגנת הסביבה לרשות החשמל דוח שהציג בחינה של התכנות טכנית וכלכלית של תרחישים שונים להפסקת פעילות של יחידות 1-4 בתחנת אורות רבין. במסגרת הדוח הוצג פרוטוקול שימור ליחידות 1-4, אשר על-פי מחבריו, יאפשר את החזרתן לפעילות בטווח זמן קצר.⁵³

בהקשר זה נציין גם את עמדת משרד הבריאות, לפיה יש לסגור את היחידות 1-4 בתחנת הכוח הפחמית "אורות רבין" בחדרה.⁵⁴ עמדה זו מבוססת על אומדן של השלכות זיהום האוויר המקומי על תמותה ותחלואה בשתי נקודות יישוב הסמוכות לתחנת הכוח (חדרה ופרדס חנה-כרכור). על-פי נתוני משרד הבריאות, רמת זיהום האוויר באזור האמור הנה יותר מפי שניים מערכי היעד (הערכים הבריאותיים) הקבועים בחוק אוויר נקי, התשס"ח-2008. זאת ועוד, במסגרת עריכת האומדן בחן המשרד את נטל התמותה העודפת כתוצאה מזיהום אוויר מתחנת הכוח, בשתי חלופות אפשריות: חלופת הסולקנים וחלופת סגירת היחידות. על-פי האומדן, המשמעות של יישום חלופת הסולקנים על-פני חלופת סגירת היחידות היא כי נטל התמותה בחדרה יהיה גדול בכ-37 מקרים בשנה, ובפרדס חנה-כרכור בכ-14 מקרים בשנה. אומדן משרד הבריאות לא התייחס להשלכות זיהום האוויר המקומי על תחלואה.⁵⁵

עמדות הצדדים הוצגו בדיון שערכה ועדת הכלכלה של הכנסת ביום 8 באוגוסט 2016. במסגרת הדיון נבחן, בין השאר, תהליך קבלת ההחלטות שהוביל לאימוץ חלופת הסולקנים, ונמתחה ביקורת על האופן בו בוצע.⁵⁶

בעקבות הדיון בוועדת הכלכלה, ובמסגרת מענה לפניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת, מסרה רשות החשמל כי "כתוצאה מהצטברותן של נסיבות שהתרחשו במהלך 2016 ואשר התחדדו לאחר הדיון בוועדת הכלכלה, החליט שר האנרגיה על בחינה נוספת של עתיד יחידות 1-4 באורות רבין...".⁵⁷

במסגרת הליך הבחינה המחודשת נבחנו, בין השאר, השיקולים הבאים⁵⁸:

1. בעקבות הניסיון שהצטבר מהתקנת סולקנים ביחידות פחמיות אחרות בישראל (יחידות 5-6 באורות רבין והיחידות באתר רוטנברג באשקלון), אשר בהתקנתם נרשמה חריגה משמעותית הן בתקציב והן בלוחות הזמנים, עלה ספק באשר ליכולת להתקין סולקנים ביחידות 1-4 (הישנות יותר מהיחידות שהוזכרו לעיל) בעלות ובזמן סבירים;
2. העבודה אשר הציג המשרד להגנת הסביבה בדבר התכנות הנדסית וכלכלית של חלופת השימור ביולי 2016, ואשר לא הייתה בידי הוועדה הבין-משרדית בעת קבלת ההחלטה על התקנת הסולקנים, עדיין נבחנת. אם תמצא ישימה, היא תיכלל בשיקולים בקביעת תכנית אב למשק החשמל;
3. במהלך שנת 2016 נבחנו על ידי גורמים במערכת הביטחון מספר תרחישי חירום למשק החשמל. בין השאר נבחנה התועלת מיחידות 1-4 בעת שגרה ובעת חירום. תרחישים אלו השפיעו על הניתוח

⁵³ מתוך: מרכז המחקר והמידע של הכנסת: רקע לקראת דיון ועדת הכלכלה בנושא הפעלת יחידות הייצור הפחמיות בתחנת הכוח 'אורות רבין', 7 באוגוסט 2016, כתבה: שירי ספקטור-בן ארי.

⁵⁴ הכנסת, פרוטוקול מס' 320 משיבת ועדת הכלכלה, הפעלת יחידות הייצור הפחמיות בתחנת הכוח "אורות רבין", 8 באוגוסט 2016

⁵⁵ ד"ר אודי קלינר, סגן ראש שרותי בריאות הציבור במשרד הבריאות, עמדת משרד הבריאות בנושא של התקנת סולקנים או סגירת היחידות 1-4 בתחנת הכוח הפחמית "אורות רבין", נמסר בדואר אלקטרוני, 5 בספטמבר 2016.

⁵⁶ הכנסת, פרוטוקול מס' 320 משיבת ועדת הכלכלה, הפעלת יחידות הייצור הפחמיות בתחנת הכוח "אורות רבין", 8 באוגוסט 2016

⁵⁷ טטיאנה אילריונוב, ראש אגף איכות הסביבה ברשות החשמל, מכתב, 30 בנובמבר 2016, הועבר באמצעות דואר אלקטרוני על-ידי רועי ישראלי, עוזר למנכ"ל משרד האנרגיה, 5 בדצמבר 2016.

⁵⁸ שם



של רשות החשמל בדבר נחיצות התחנות, ובדבר התנאים ליישום מהלך של שימור היחידות הפחמיות ("שימור רטוב") והפעלתן בעתות חירום;

לאור הדברים האמורים לעיל, הצהיר שר האנרגיה ב-24 באוגוסט 2016 על סגירת יחידות הייצור הפחמיות 1-4 בשנת 2022. בנוסף הוצהר, כי עד למועד סגירת היחידות יופחת השימוש בפחם בישראל ב-19% מזיי שנה.

ב-30 בספטמבר 2016 חתמו שר האנרגיה והשר להגנת הסביבה על הסכם הבנות בדבר סגירת יחידות 1-4 **בכפוף לשני תנאים מצטברים**: 1. העלאת היתירות של משק הגז הטבעי באמצעות חיבורם לחוף של שלושה מאגרי גז בלתי תלויים; 2. הבטחת יכולת ייצור חלופית בגז במתקנים חדשים שיוקמו באתר אורות רבין או באתר אחר בסביבה, בהתאם לאילוצי הרשת, בהיקף של 1,200 מגה-וואט או בכל היקף אחר בכפוף למדיניות שיפרסם שר האנרגיה. יצוין, כי מועד הסגירה המיועד (יוני 2022) נקבע לאור לוח הזמנים המתוכנן לפיתוח מאגרי הגז הטבעי ופיתוח מערכת הולכת הגז הטבעי.⁵⁹

עוד יצוין, כי העקרונות שנקבעו בהצהרת שר האנרגיה ובהסכם ההבנות שהוזכר לעיל, וכן מגבלות נוספות על הפליטות המותרות מתחנות הכוח הפחמיות, עוגנו בהיתרי הפליטה (מתוקף חוק אוויר נקי, התשס"ח-2008) שהנפיק המשרד להגנת הסביבה לתחנות הכוח 'אורות רבין' ו'רוטנברג' באוקטובר 2016. **על-פי המשרד להגנת הסביבה, יישום הקבוע בהיתר הפליטה החדש (לרבות סגירת יחידות 1-4) יביא להפחתת 95% מפליטות המזהמים מתחנת 'אורות רבין' עד לשנת 2022.**⁶⁰

במסגרת הסכם ההבנות הוסכם, כי "שר האנרגיה לאחר התייעצות עם השר להגנת הסביבה, יגיש לממשלה, **עד ליום 31.3.17** הצעה להחלטה בעניין הערכות משק החשמל והפעולות הנדרשות ליישום בעקבות הקפאת פעילות של יחידות 1-4. ההחלטה תכלול את כל הצעדים ואבני הדרך הנדרשות שיבטיחו את סגירת היחידות עד יוני 2022.⁶¹

על-פי תשובת רשות החשמל למרכז המחקר והמידע של הכנסת, הסיבה לכך שהצעת המחליטים תוגש לממשלה רק במרס 2017 (כלומר, כחצי שנה לאחר חתימת הסכם ההבנות) היא כי יש צורך בעבודה מקדימה מורכבת לגיבוש מדיניות, אשר תיתן מענה לסוגיות החיוניות ליישום ההחלטה. סוגיות אלה כוללות בין השאר: בחינת היקף ההספק הדרוש למשק לאחר גריטת התחנות; החלטה בדבר האתר המיטבי להקמת היחידה החדשה, וזאת בהתאם לאילוצי רשת ההולכה; הערכות להפעלת תחנות 1-4 עד לסגירתן; הכנת תכנית אב למשק החשמל, ועוד.⁶²

חשוב לציין כי על-פי היתר הפליטה שהנפיק המשרד להגנת הסביבה לתחנות אורות רבין ורוטנברג באוקטובר 2016, עד לסגירת היחידות הפחמיות ב'אורות רבין' יש להפחית את השימוש בפחם לייצור חשמל בישראל ב-19% בכל שנה.⁶³ על-פי רשות החשמל, יישום הדרישה שהוגדרה בהיתר הפליטה נעשית באמצעות שינוי סדר ההעמסה של תחנות הכוח. כלומר, שינוי סדר הפעלת התחנות לא על-פי שיקולי

⁵⁹ טטיאנה אילריונוב, ראש אגף איכות הסביבה ברשות החשמל, מכתב, 30 בנובמבר 2016, הועבר באמצעות דואר אלקטרוני על-ידי רועי ישראלי, עוזר למנכ"ל משרד האנרגיה, 5 בדצמבר 2016.

⁶⁰ המשרד להגנת הסביבה, הודעה לעיתונות: המשרד להגנת הסביבה מעגן בהיתר פליטה את סגירת היחידות הפחמיות באורות רבין; הוראות המשרד יביאו לירידה של 95% עד 2022 בפליטת המזהמים מהתחנה, 6 באוקטובר 2016.

⁶¹ מסמך הבנות- קידום החלטת ממשלה בנושא הערכות משק החשמל והפעולות הנדרשות ליישום החלטה על סגירת יחידות 1-4 בתחנת הכוח אורות רבין, 30 בספטמבר 2016, הועבר בדואר אלקטרוני על-ידי רועי ישראלי, עוזר למנכ"ל משרד האנרגיה, 5 בדצמבר 2016.

⁶² טטיאנה אילריונוב, ראש אגף איכות הסביבה ברשות החשמל, מכתב, 30 בנובמבר 2016, הועבר באמצעות דואר אלקטרוני על-ידי רועי ישראלי, עוזר למנכ"ל משרד האנרגיה, 5 בדצמבר 2016.

⁶³ היתר פליטה לפי חוק אוויר נקי, התשס"ח-2008, תחנת הכוח אורות רבין, 2016.



היעילות הכלכלית למשק, אלא בכפוף לתנאים שהוגדרו בהיתר הפליטה ובהתאם לדרישות של שרידות המערכת והבטחת אמינות האספקה. כך, היחידות הפחמיות מועמסות באופן מינימלי בלבד; לאחר מכן מועמסות התחנות המייצרות באמצעות גז טבעי וגז טבעי נוזלי (LNG), ורק לבסוף מתקיימת העמסה נוספת של היחידות הפחמיות. באופן זה, ניתן להפחית את צריכת הפחם כבר היום, ולעמוד בתנאים שנקבעו בהיתר הפליטה.⁶⁴

⁶⁴ טטיאנה אילריונוב, ראש אגף איכות הסביבה ברשות החשמל, מכתב, 30 בנובמבר 2016, הועבר באמצעות דואר אלקטרוני על-ידי רועי ישראלי, עוזר למנכ"ל משרד האנרגיה, 5 בדצמבר 2016.

