



6 אוקטובר, 2019

התייחסות עמותת "שומרי הבית" לעמדת רשות החשמל בנושא:

"התייעצות לקראת קביעת מדיניות להפחתה עד כדי הפסקה מלאה של השימוש בפחם"

תקציר

מסמך העמדה "התייעצות לקראת קביעת מדיניות להפחתה עד כדי הפסקה מלאה של השימוש בפחם" מכיל לטעמנו טעויות והטיות אשר מחייבות עריכתו, ואף כתיבתו מחדש. הנקודה הבסיסית והחשובה ביותר במסמך היא בחירת החלופות שנסקרו, אשר מטה את המסמך כולו והמסקנה המתבקשת ממנו, לטובת פתרון של מעבר לגז.

בסופו של מסמך זה מצורף נספח, המתאר בקצרה חלופה נוספת שבנינו בשיתוף עם "הפורום הישראלי לאנרגיה". הנספח מבוסס על קובץ האקסל "הנחות העבודה וחישובים לניתוח מדיניות הפחתת הפחם", אשר פורסם יחד עם עמדת רשות החשמל.

נספח זה מציג את ההיתכנות והכדאיות הכלכלית של חלופת המעבר לשימוש ב- **100% אנרגיות מתחדשות עד לשנת 2050**.

הקובץ "הנחות העבודה וחישובים לניתוח מדיניות הפחתת הפחם", מעודכן עם חלופה זו והחישובים עליה היא מבוססת, יצורף בנפרד למסמך זה בפורמט המתאים.

כשלים במסמך:

1. חלופות המדיניות שנסקרו.

1.1. הגדרת החלופה בעלת תמהיל אנרגיות מתחדשות. האפשרות היחידה שנבחנה הינה 25% אנרגיה

מתחדשת, ללא הפחתת ייצור מפחמיות.

חלופה זו אינה מהווה ייצוג הוגן לפתרון בעל עדיפות לאנרגיה מתחדשת, מכיון שהיא קושרת אותו עם החסרונות של המשך שימוש מלא בפחם, ואיננה ממצה את היתרונות של אחוז גבוה יותר של אנרגיה מתחדשת.

הכרחי לבחון תמהילים בעלי אחוז גבוה יותר של ייצור מאנרגיות מתחדשות (50%-75% לפחות) וכן תמהילים בהם שאר הייצור הוא מגז (ולא מפחם).

כמו כן ובאופן תמוה, המסמך אינו נוגע כלל בפתרונות אגירה של אנרגיה ממקורות מתחדשים. בחינת התמהילים הנוספים, מבוססי אנרגיה מתחדשת, תציג את היתרונות הברורים שלהם אל מול התמהילים מבוססי הפחם והגז.



1.2. מחברי המסמך כלל לא התייחסו לאפשרויות של ניהול רשת מבוזרת אשר מבוססת על יצרני ואוגרי חשמל זעירים (גגות בתים).

2. ניתוח העלויות.

- 2.1. נתוני מחירי חשמל ממקורות מתחדשים אינם נכונים.
- 2.2. תחזיות מחירי חשמל ממקורות מתחדשים אינם סבירים כלל.
- 2.3. לא הוצגה כלל חלופה המבוססת על אנרגיה מתחדשת ואגירה מבוזרת. לו היתה מוצגת, היתה מדגימה חסכון בנושא "שווי הקרקע המתפנה". לכן, בולטת היעדרותה של חלופה זו.

3. נספח - הערך הכלכלי של פליטת גזי החממה.

- 3.1. אי הכללת גזי חממה נוספים. מחבר המסמך ציין שיקול בעקבותיו התייחס ל- CO_2 בלבד. שיקול זה שגוי מכיוון שבעוד CO_2 נשאר באטמוספירה זמן רב יותר ממתאן, הרי שמתאן לוכד פי 90-30 יותר חום באטמוספירה, והוא מתפרק בממוצע תוך פרק זמן ארוך של עשר שנים, ולכן אין להתעלם מהשפעתו¹. יש להשתמש במדד ה- Global Warming Potential, אשר מאפשר השוואה בין גזי החממה השונים על מנת להתייחס לכלל הפליטות.
- 3.2. אי הכללת פליטת גזי החממה (בעיקר מתאן) בתהליך הפקת הגז, שינועו, אחסונו וכן הולכת, אחסון וזיקוק תוצרי הלואי שלו. בחישוב ה-LCA אשר כולל את שרשרת ההפקה המלאה של גז לעומת דלקים מאובנים אחרים נמצא, כי הוא הפולט המשמעותי ביותר.
- 3.3. הכללת מודל ה-EPA.
 - 3.3.1. יציבות מדד ה-EPA. מדד זה סובל מחוסר יציבות רבה מעצם היותו מושפע מאד פוליטית. לראיה, ממשל טראמפ הביא לכך שמחירו של טון גזי חממה יהיה בין \$7-1, אך בתקופת אובמה מחירו היה כ-\$50, סכום אשר יותר קרוב לאלה המצויים בשלושת המדדים האחרים.
 - 3.3.2. התאמת המודל למדינת ישראל. הכללת מודל ה-EPA עם ערך של \$6 לטון גזי חממה איננה נכונה, שכן מחיר זה רלוונטי לארה"ב בלבד ("המודל העדכני של ה-EPA האמריקאי, משנת 2018, ממליץ לקבוע את מחיר CO_2 תוך התחשבות בנזק הנגרם מההתחממות הגלובלית לארה"ב בלבד"). כלומר, אם מחבר המסמך מעוניין להכליל את מודל ה-EPA, יש לקבוע מה הנזק הכלכלי שיגרם לישראל מההתחממות הגלובלית².

¹ <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>

² https://19january2017snapshot.epa.gov/climatechange/social-cost-carbon_.html





3.4. הבחירה שלא לקבוע ערך כלכלי לפליטות.

3.4.1. כפי שמתואר בנקודה הקודמת, תיקון מדד ה-EPA לערך הרלוונטי לישראל או מיצעו עם הערך שלו בזמן הממשל האמריקאי הקודם ואף השמטנו כלא רלוונטי עקב היותו מוטה מדי פוליטית – יצמצמו לחלוטין את "השונות הגבוהה בהערכת השווי הכלכלי של פליטות גזי החממה..."

3.4.2. הבחירה לא לכמת כלכלית פגיעה זו, **גורמת לכשל יסודי בהצעה**, שכן מדובר בסכומים משמעותיים.

חישוב גס עם ערכים מקלים מראה את הסכום השנתי האדיר של פליטות גזי חממה בישראל: תחת הנחה של 4 טון פחמן דו-חמצני לנפש לשנה מייצור חשמל, 9 מיליון נפשות, \$30 לטון, **מסתכמים בלמעלה ממיליארד דולר בשנה כתוצאה מפליטת פחמן דו-חמצני בלבד!**

4. תמהיל הדלקים במשק החשמל בחלופת המשך מדיניות ההפחתה.

4.1. נציין, שתרשים 3 במסמך לא מפנה למקורות על בסיסם הוא נבנה.

כמו כן, נראה שהצפי העתידי לתמהיל הדלקים מבוסס על תחזית צמיחת ההספק הכללי, יעד משרד האנרגיה ל-17% מקורות מתחדשים וצמצום השימוש בפחם, כך שאת יתרת ההספק סימנו בתור ייצור מגז. תחזית זו **אינה לוקחת בחשבון** את ההתקדמות בטכנולוגיות ייצור האנרגיה ממקורות מתחדשים והאגירה, פתרונות ניהול רשתות מבזרות ועקב כך ירידת המחירים ואימוץ פתרונות אלה על ידי המגזר הפרטי והעסקי.

5. עלות הדלקים.

5.1. הכללת חלופה המתייחסת לאחוז גבוה של אנרגיות מתחדשות **ובנוסף לכך אגירה בסוללות** היתה חושפת את הצניחה במחירי הסוללות ב-63% עד 2030³ ואת החזויה הלאה, ואת העובדה שניתן לצמצם את צריכת הדלקים המאובנים בזמנים של ייצור נמוך/ ביקוש גבוה, ובכך להקטין את עלות הדלקים.

5.2. הכללת חלופה המתייחסת **לשימוש ברשת מבזרת המנוהלת מרכזית** (המסתמכת במידה משמעותית על ייצור חשמל ממקור סולארי ואגירתו בסוללות אצל הצרכן), הייתה חושפת את הצפי

³ [Bloomberg New Energy Finance – Technology, Consumer PV and Batteries](https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-07-10/bloomberg-new-energy-finance-technology-consumer-pv-and-batteries)





לפיו מ-2025 מחיר הסוללות יהיה נמוך מספיק, כך שבעלי גגות קטנים יתחילו להוסיף סוללות למערכת הייצור הסולארית שלהם⁴ ועד 2050 שוק ה"סוללות הקטנות" יגדל פי חמישה. עקב צמיחה זו ביכולת האגירה המקומית, צפוי כי עד 2030, 75% מקיבולת ה"סוללות הקטנות" ינוצל לטובת מזעור צריכות שיא.⁵

5.3. צפי המחיר של 16.4 אג'קוט"ש ממקור סולארי אינו נכון. דוגמה בולטת למחיר הנוכחי בעולם נכון לאוגוסט 2019 היא המחיר הנמוך ביותר עד כה של 5.75 אג'קוט"ש אשר הציעה חברת A쿠 במרכז בפורטוגל⁶. ישנן דוגמאות רבות נוספות מהעת האחרונה בעולם, בטווחים של עד 7 אג'קוט"ש.

6. ביטחון אנרגטי.

6.1. הכללת חלופה הכוללת רשת מבוצרת היתה חושפת את היתרון הברור שלה על פני כל החלופות האחרות בנושא ה"ביטחון האנרגטי" שכן מערכת מבוצרת לא ניתן להשבית ע"י התקפה פיזית.

6.2. כל פתרון המבוסס על אנרגיה מתחדשת הוא עדיף על פני דלקים מאובנים בנושא הביטחון האנרגטי:
6.2.1. ביטול שלב השינוע של הדלק - בכך מבטל נקודת תורפה זו בשרשרת האספקה.

6.2.2. ריכוז אתרי ייצור – בעוד מתקני ייצור אנרגיה מדלקים מאובנים מחייבים ייצור בסדר גודל גבוה של תפוקות על מנת להיות ישימים, מתקנים המבוססים על אנרגיות מתחדשות הם ישימים גם בסדרי גודל קטנים.

מספר רב של אתרי ייצור אנרגיה מקטין את הפגיעה בייצור במידה ומתקן כלשהו נפגע.

7. לא קיימת במסמך טבלה המשווה ישירות את כלל החלופות. בנוסף, החישובים הקיימים אינם קבילים ללא התייחסות כלכלית לפליטות גזי חממה (ראה הסבר בסעיף שהוקדש לנושא).

⁴ [Bloomberg New Energy Finance - Consumer PV and Batteries](#)

⁵ [Bloomberg New Energy Finance - Consumer PV and Batteries](#)

⁶ <http://www.akuoenergy.com/en/documents/getPdf/cp-ao-portugal-en-clarification.pdf>



סיכום

בבסיסו, המסמך אמור להוות התייעצות לקראת קביעת עקרונות מדיניות להפחתה (עד כדי הפסקה מלאה) של השימוש בפחם. בפועל, הוא מהווה בסיס למסקנות שיקבעו מדיניות בעלת השפעה רבה על משק החשמל והמשק בכלל עד 2040 ואף הלאה.

עקב כך, על המסמך לסקור את כלל החלופות הרלוונטיות, בדגש על השפעת משבר האקלים על משק החשמל בפרט ועל המשק בכללותו ולציין מחירים ותחזיות מדויקים.

בלתי סביר כי מסמך המהווה המלצות להמשך הפיתוח של משק החשמל בישראל יתעלם מ"כשל השוק" הידוע מזה שנים של פליטות גזי חממה ולא יציין את הסכומים הכבירים שבסופו של דבר נאלץ לשלם. כיום, ארגונים ומוסדות פיננסיים מובילים כבר לוקחים זאת בחשבון, ולא רחוק היום בו הלחץ הבינלאומי לצמצום פליטות גזי חממה (בהתאם לתקציב הפחמן על פי ה- IPCC) יחייב הפחתה של שריפת דלקים מאובנים. אסור בתכלית האיסור שמדינת ישראל תיתפס לא מוכנה לכך, כבולה בחוזים ארוכי טווח לתעשיות מזהמות.

אנו מפצירים ברשות החשמל, לבצע בדק בית, לבחון מדוע נבחרו חלופות מגמתיות אלה ולהפיץ טיוטה נוספת אשר מתייחסת לכלל הנושאים שהעלינו.

בנספח להלן, חלופת מעבר מלא לאנרגיה סולארית עם אגירה עד 2050, ביצענו שני חישובים של חלופה בה נעבור ל- 100% אנרגיות מתחדשות, עם אגירה, ועם שימור יכולת ייצור בגז כרזרבה.

חישוב א' מבוסס על נתונים עדכניים, מציג הוזלה משמעותית של 50% בחלופת ה- 100% מתחדשות! חישוב ב' הוא קונסרבטיבי יותר, אך גם הוא מציג יתרון כלכלי לחלופת ה- 100% מתחדשות. גם אם נבחר בשקלול של שני החישובים, נקבל כי החלופה של 100% מתחדשות היא בעלת יתרון כלכלי מובהק כבר היום.

קובץ המתאר את החישוב המלא של חלופת ה- 100% מתחדשות, בגרסה הקונסרבטיבית, מבוסס על קובץ "הנחות העבודה וחישובים לניתוח מדיניות הפחתת הפחם" אשר פורסם עם עמדת רשות החשמל, מצורף בסוף מסמך התייחסות זה לשימוש הרשות.



נספח: חלופת מעבר מלא לאנרגיה סולארית עם אגירה עד 2050 - חלופה סולידית

בהשוואה שבוצעה במסמך העמדה, נעשה שימוש במודל של 25% סולארי + שימוש בתחנות גז פיקריות המזהמות מאד ויקרות מאד. בעולם, אין זה המודל. המודל הרווח בעולם הינו סולארי + אגירה. בנוסף, מחיר האגירה צפוי לרדת בכ- 50% בתוך שנתיים מהיום.

הנתונים נכון להיום:

עלות קוט"ש מתחנות גז פיקריות ב- 2018 הוא **45 אג'קוט"ש במוצע**.

עלות חשמל **סולארי** לקוט"ש (ללא עלות הקרקע) - **8.68 אג'קוט"ש** (על בסיס מכרז אשלים האחרון).

עלות **סוללה** לקוט"ש כיום - כ- \$180 ל- 5,000 פריקות (cycles), לכן חישוב העלות לקוט"ש הוא: $180/5,000 = 3.6$ סנט, כלומר בסה"כ כ- **12.5 אגורות**. נציין, שבלוס אנג'לס הגיעו במכרז לאחרונה למחיר אגירה של 1.3 סנט/קוט"ש, כך שהעלות שנגלחה כאן בחשבון היא לחלוטין ריאלית.

לכן, מחיר חשמל סולארי + אגירה נכון להיום מגיע לכדי:

בשעות היום (ייצור בלבד) - 8.68 אג', לעומת 45 אג' מגז (פיקריות),

בשעות הלילה (ייצור + אגירה) - 8.68 אג' + 12.5 אג' = 21 אג' לעומת 45 אג' מגז.

(כיום, שימוש בגז דורש ששליש מהטורבינות תהיינה פיקריות ולכן לא הוגן לטעמנו להראות מודל של גז ללא פיקריות לעומת סולארי + פיקריות.)

הטבלה המצורפת כוללת עמודה של חלופת "100% מתחדשות".

חלופה זו נבנתה בשיתוף פעולה עם "הפורום הישראלי לאנרגיה", על בסיס קובץ האקסל אשר הופץ יחד עם מסמך העמדה של **רשות החשמל**, על בסיסו התבצעו החישובים.

עיקר הנחות היסוד בבניית החלופה הנוספת הן הקמת מתקנים להפקת אנרגיה סולארית (PV בלבד) וכן מתקני אגירה, לאספקת כלל דרישת האנרגיה בצורה הדרגתית עד 2050, עם יכולת אגירה ארוכת טווח וקצרת טווח (ארוך - חורף, קצר - לילה).

כפי שהוסבר במסמך זה, **כל חישוב מחויב להכניס את עלויות פליטות גזי החממה לחישוב הכלכלי**, שכן



מדובר בסכומים של עשרות מיליארדים⁷, ולכן עלויות אלו משמעותיות מאד ביחס לעלויות של החלופות הנשקלות.

כפי שניתן לראות בשלוש השורות האחרונות בטבלה, חלופת ה- "100% מתחדשות" היא לחלוטין ברת ביצוע מבחינה כלכלית, ואף עדיפה על פני רוב החלופות.

חשוב לציין, שבחישוב חלופה זו כללנו את עלויות ההקמה של כלל מתקני ייצור האנרגיה ואגירתו, דבר אשר לא ברור אם הוכנס למשוואה עבור שאר החלופות.

פליטות							
100% מתחדשות	גריטה והקמה	שימור והקמה	הסבה לגז	25% מתחדשות	סגירת 1-4 עם מדיניות הפחתה	סגירת 1-4 ללא מדיניות הפחתה	
223	335	337	346	368	393	424	גזי חממה במוצק לתקופה [גר/קוטי"ש]
0.9	1.2	1.3	2.2	4.6	4.6	6.4	אלפי טון במוצק לשנה SO _x
9.5	14.2	14.3	15.3	15.2	16.3	17.4	אלפי טון במוצק לשנה NO _x
0.9	1.3	1.4	1.3	1.4	1.5	1.6	אלפי טון במוצק לשנה חלקיקים
עלויות עודפות במחירי 2019 [מל"ש"ח]							
100%	גריטה	שימור	הסבה לגז	25%	סגירת 1-4	סגירת 1-4	
-	860	559	1,239	-	-	-	עלויות חח"
-	7,699	7,699	-	-	-	-	עלות הקמה
-	-506	965	214	-	-	-	עלות תפעול קבועה
-	-700	-	-	-	-	-	עבר קרקע
9,525	-761	-734	1,919	4,526	-	427	תרחיש מרכזי
12,793	4,629	4,469	7,239	3,876	-	-2,600	דלקים
7,940	-7,738	-7,470	-5,178	6,045	-	4,346	תרחיש פחם זול, גז יקר
23,495	-	-	-	-	-	-	תרחיש פחם יקר, גז זול
-4,986	3,564	297	74	-1,813	-	-	הקמת אגירה
							עלות ביטחון אנרגטי
							הסתברות תרחיש:
							100%
28,034	10,155	8,785	3,447	2,713	-	427	תרחיש מרכזי
31,302	15,545	13,988	8,766	2,063	-	-2,600	פחם זול וגז יקר
26,448	3,178	2,049	-3,651	4,232	-	4,346	פחם יקר וגז זול
-35,231	-15,746	-15,201	-13,064	-4,664	-	8,844	עלויות עודפות חיצונית
-7,197	-5,591	-6,416	-9,617	-1,950	-	9,272	תרחיש מרכזי
-3,929	-201	-1,213	-4,298	-2,601	-	6,244	פחם זול וגז יקר
-8,782	-12,568	-13,152	-16,715	-432	-	13,191	פחם יקר וגז זול
גרף פליטות ועלויות הפליטות							
100% מתחדשות	גריטה והקמה	שימור והקמה	הסבה לגז	25% מתחדשות	סגירת 1-4 עם מדיניות הפחתה	סגירת 1-4 ללא מדיניות הפחתה	
223	335	337	346	368	393	424	גזי חממה במוצק לתקופה [גר/קוטי"ש]. הפליטות מחושבות לפי תקן לכל טכנולוגיה
28,034	10,155	8,785	3,447	2,713	-	427	תרחיש מרכזי
31,302	15,545	13,988	8,766	2,063	-	-2,600	פחם זול וגז יקר
26,448	3,178	2,049	-3,651	4,232	-	4,346	פחם יקר וגז זול

⁷ שורת "עלויות עודפות חיצונית" מכילה את העלויות של פליטות גזי החממה. קישור למקורות נמצא בגיליון הרלוונטי בקובץ האקסל המעודכן.



טבלאות: סיכום עלויות עבור כלל החלופות, כולל "100% מתחדשות", בהכללת עלויות פליטות