



האוניברסיטה העברית בירושלים
הפקולטה למדעי החברה
ביה"ס ע"ש פדרמן למדיניות ציבורית

קידום פאנלים סולאריים על גגות בתים צמודי קרקע

מוגש למר חוני קבלו, מנהל אגף א' אנרגיות מתחדשות ברשות החשמל

שם : אורי נחמני

תאריך : 29/7/2020

רשות החשמל אמונה על הסדרת החשמל בישראל ומהווה גוף מרכזי שאחראי על הסרת חסמים בתחום האנרגיות המתחדשות, מחירי החשמל לצרכנים השונים וקידום בפועל את יעדי הממשלה. הרשות מעצבת את משק החשמל, מתוך מחויבות להנגשת חשמל לכלל הצרכנים ולהתוויית מדיניות גם באמצעות גיבוש סטנדרטים סביבתיים וקידום שימוש באנרגיות מתחדשות.

בהמשך לפנייתו של שר האנרגיה, מר יובל שטייניץ, לרשות החשמל בנושא היוועצות טרם קביעת עקרונות מדיניות, בימים אלה בוחנת הרשות את המשמעויות וההשלכות להגדלת יעד ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות לשנת 2030 מ-17% ל-25% או 30% (רשות החשמל, 2020).

חוני קבלו הוא מנהל אגף אנרגיות מתחדשות ברשות החשמל בתוך חטיבת חשמל ורגולציה, מתוקף כך הוא הלקוח הרלוונטי עבור נייר מדיניות זה.

תקציר מנהלים

נייר המדיניות המוגש כאן מציע בחינה סדורה לסוגיית שילוב ייצור חשמל מאנרגיה פוטו-וולטאית ברמת משק הבית. ראשית, מוצגת סקירה של החלטות ממשלה ותוכניות לאומיות שאושרו ובוצעו עד למועד כתיבת הנייר, לצד הצגת יעדי משק האנרגיה הישראליים והשוואתם למדינות אחרות.

הסקירה וההשוואה מצביעות על אי עמידה שיטתית ביעדים הממשלתיים לייצור באנרגיות מתחדשות. העובדה כי לא מתקיים תהליך מספק של מעבר לייצור חשמל ממתחדשות וכי משק החשמל מתבסס ברובו על מקורות אנרגיה פוסיליים (פחם, נפט וגז), יש בה כדי להוביל למספר תופעות בלתי רצויות: שיעורי פליטות גזי חממה ומזהמים מקומיים גבוהים ותרומה רבה למשבר האקלים – מהאיומים הדחופים של דורנו, פוטנציאל משמעותי לחיסכון למשקי בית שאינו ממומש וניצול לא יעיל של שטחי הגגות במדינה בעלת מצוקת קרקע חריפה.

הנייר מתמקד בבתים צמודי קרקע, מכיוון שבתי מגורים (צמודי קרקע ובניינים משותפים) מהווים אחוז גבוה ובולט מסך שטחי הגגות בישראל, וכי כיום אין חסמים להתקנת פאנלים סולאריים על גגות אלה ויש תמריצים ברורים לבעלי הבתים, כגון הכנסה בטוחה ופאסיבית. נייר המדיניות מציע כי כדי להזניק את משק האנרגיה המתחדשת ולעמוד ביעדי הממשלה, יש לפעול להסרת תפיסות שגויות של צרכני אנרגיה בנוגע להליך התקנת גג סולארי ולהגביר מודעות בנוגע לרווחים וההקלות בקרב בעלי צמודי קרקע.

רשות החשמל יצאה בקיץ הקודם (יולי, 2019) בקמפיין להעלאת מודעות, במסגרתו הקימה אתר ייעודי לנושא הגגות הסולאריים ויצאה במהלך שיווקי במדיות השונות. הקמפיין נחל הצלחה גדולה אך קצרה, מכיוון שהיה חד פעמי. כמענה לבעיית המדיניות, ולאחר למידת לקחים מהקמפיין הקודם, הוצעו שלוש חלופות מדיניות שנבחנו באופן אמפירי ביחס לשישה קריטריונים ברורים. **המלצת המדיניות היא השקעה בקמפיין שיווקי הפונה לצרכן באופן אישי באמצעות חשבון החשמל החודשי ופרסום ייעודי ברשתות החברתיות.**

לפי רשות החשמל, הגדלת יעד הייצור באנרגיות מתחדשות ל-30% משמעותה תוספת של כ-12 אלף מגה-וואט בין השנים 2020-2030. ניתוח הרשות מראה כי לצורך תוספת זו יידרשו שטחים בהיקף

של למעלה ממאה אלף דונם. לפי מיפוי שטחי הגג שביצעה רשות החשמל ויחס השטח הנגזר מנצילות פאנלים סולאריים אשר היו נפוצים בעבר, מיצוי פוטנציאל גגות צמודי הקרקע בלבד מהווה כשליש מסך שטחי הגגות ויכול לספק לפחות אלף מגה-וואט המיוצרים מאנרגיות מתחדשות. יותר מרבע מהספק החשמל ממתחדשות הקיים היום בישראל (רשות החשמל 2020; נספח א).

רקע

עיצוב משק האנרגיה היא מסוגיות המדיניות הבולטות העומדות כיום במרכז תשומת לב מקבלי החלטות, חוקרים וארגונים סביבתיים וחברתיים. נושא זה מעסיק באופן אינטנסיבי מדינות מפותחות ומתפתחות כאחד והוא בעל השפעה מכרעת על האיום הגדול של ימינו, משבר האקלים (IPCC, 2018).

לפי מודלים שנבדקו על-ידי קבוצות מחקר בעולם, התחממות גלובלית הגדולה מ-2 מעלות צלזיוס תגרום להשלכות בלתי הפיכות על כדור הארץ. במהלך השנים הבאות, צפויות השלכות ניכרות על משאבים וסקטורים כלכליים וחברתיים ברחבי העולם ובישראל. צפויה פגיעה קשה במשק המים עקב אירועי מזג אוויר קיצוניים; פגיעה באספקת מזון, שירותי בריאות ושירותים חברתיים, בעקבות הרס תשתיות מהצפות, שריפות וכן הלאה; והשלכות גיאופוליטיות שונות לצד איומים אסטרטגיים לא צפויים (המשרד להגנת הסביבה, 2017). מעבר לנזקים אלו, משבר האקלים גורם ויגרום לנזק של טריליוני דולרים לכלכלה העולמית (לסטר, 2020).

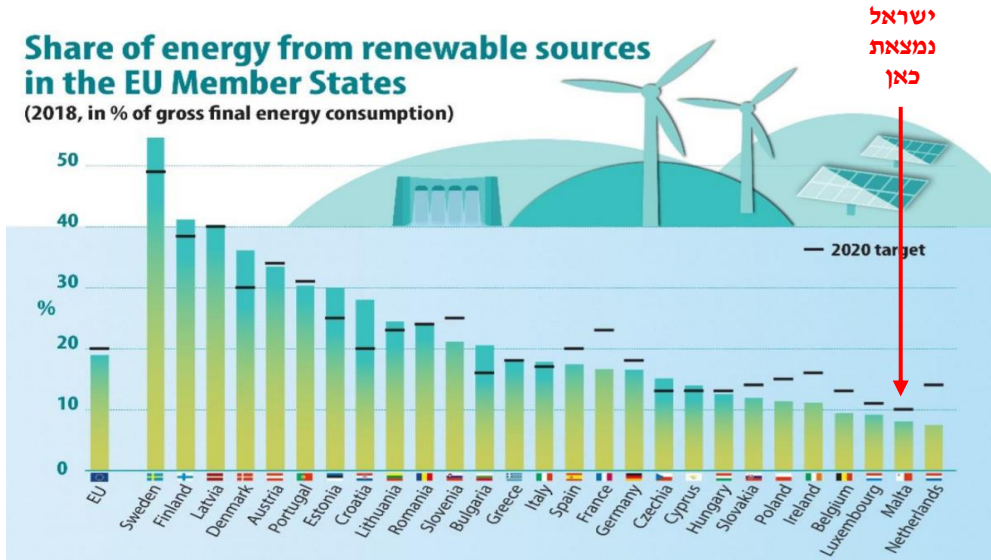
כתוצאה מכך, מדינות מצמצמות שימוש באנרגיה פוסילית ועוברות לייצור באנרגיה מתחדשת. מעבר זה אינו מטרת מדיניות בפני עצמה, אלא כלי שמטרתו הפחתת פליטות גזי חממה, באמצעות צמצום השימוש במקורות פוסיליים.

החלטות ממשלה בעניין שילוב אנרגיות מתחדשות

לאורך השנים ממשלת ישראל אישרה יעדי ייצור באנרגיות מתחדשות וצעדי מדיניות לצורך עמידה בהם. ב-2002 נקבע לראשונה יעד רשמי (החלטת ממשלה מספר 2664), לפיו מ-2007 2% מהחשמל המסופק לצרכנים ייוצר מאנרגיה מתחדשת. ב-2009 החלטת ממשלה מספר 4450 קבעה יעד גבוה יותר בהיקף של 10% מצריכת החשמל בשנת 2020. יעדי הביניים של החלטה זו לא הושגו וכיום, יולי 2020, אחוז המתחדשות עומד על 7-8%. בשנת 2016 חתמה ישראל על הסכם פריז, שמטרתו הגבלת ההתחממות הגלובלית לשתי מעלות צלזיוס עד שנת 2050. ההסכם הוא תוצר של ועידת האקלים העולמית שהתקיימה ב-2015 בצרפת ונחשבת לנקודת ציון משמעותית באופן שבו עתיד להתעצב משק האנרגיה העולמי. לצורך עמידה בהסכם ויישומו אושרה בממשלה החלטה מספר 542 (ספטמבר, 2015), במסגרתה הוצבו יעדים סקטוריאליים לצמצום צריכת החשמל והנסועה הפרטית וכמו כן נקבע יעד לייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות בשיעור של לפחות 17% בשנת 2030 (המשרד להגנת הסביבה, 2016). בימים אלה, נבחנות המשמעות הרגולטיביות והתקציביות עבור הגדלת היעד ל-30% מתחדשות עד שנת 2030.

אנרגיה מתחדשת בישראל ובעולם

יעדי האנרגיות המתחדשות בישראל נמוכים ביחס למדינות העולם. וגם במקרה של קביעת יעד שאפתני יותר כמפורט לעיל, יעדיה של ישראל יהיו נמוכים ביחס למדינות המפותחות, כפי שניתן לראות באיור 1.



איור 1: יעדי ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת לשנת 2020 במדינות האיחוד האירופי ומימושם. אוהזר מתוך כתובת אתר Eurostat.

בנוסף, כבר עכשיו ישראל מתקשה לעמוד ביעדים שהציבה לעצמה, זאת כתוצאה מחסמים רגולטוריים, משפטיים, טכנולוגיים (בתחום אגירת אנרגיה, למשל) וחסמים בהיקף שטח פנוי (קרקעי ודואלי). בנוסף, מאפייניה הייחודיים של ישראל בתחום הביטחוני והמגוון הביולוגי מביאים לחסמים רבים לקידום מתקני ייצור באנרגית רוח, וטכנולוגיות המייצרות חשמל מפסולת (ביוגז ועוד) חוו קשיי הקמה הקשורים להיעדר מקורות מימון ולאתגרים טכנוניים. לרבות, היעדר חיבור רשת החשמל למדינות שכנות והיות ישראל אי אנרגטי, מגבירים את חוסר הביטחון בהישענות על אנרגיות מתחדשות בלבד. עם זאת, מאפייניה האקלימיים של ישראל, הירידה במחירי האנרגיה הסולארית, צמצום בנטל הרגולטורי, האפשרות לביזור רשת אנרגיה ושיפורים טכנולוגיים, הביאו לכך שמקור האנרגיה הנגיש ביותר הוא השמש. כאשר יש עדיפות לניצול שטחים דואליים (רשות החשמל, 2020), כתוצאה ממצוקת קרקע חריפה.

שיעורי פליטות גזי חממה גבוהים ותרומה למשבר האקלים

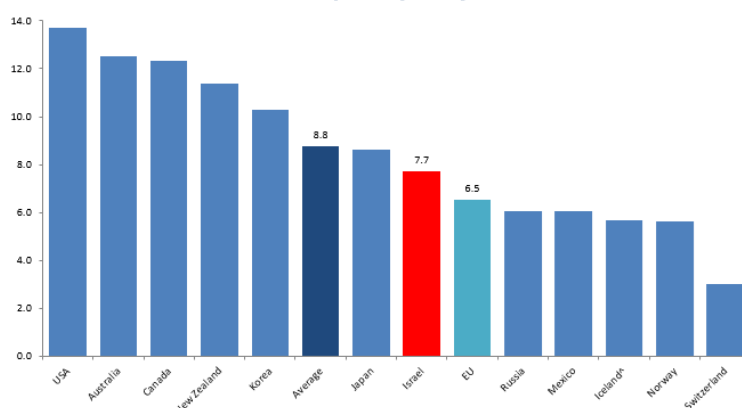
עלייה בריכוז גזי החממה היא מהגורמים המרכזיים לשינויים במערכת האקלים העולמית. בדירוג עולמי לסך פליטות פחמן דו-חמצני (CO₂) פר מדינה ישראל נמצאת במקום ה-53. עם זאת, בדירוג לסך פליטות פר נפש ישראל עולה למקום ה-12 הגבוה, עם 7.7 טון CO₂ לנפש¹ (נספח ב). נתונים אלה מציבים את ישראל בין הממוצע האירופאי לעולמי (איור 2; המועצה הלאומית לכלכלה, 2015). כאמור, המעבר לאנרגיות מתחדשות משימוש בדלקים פוסיליים, מטרתו הפחתת פליטות גזי חממה

¹ אוהזר מתוך האתר בכתובת globalcarbonproject.org

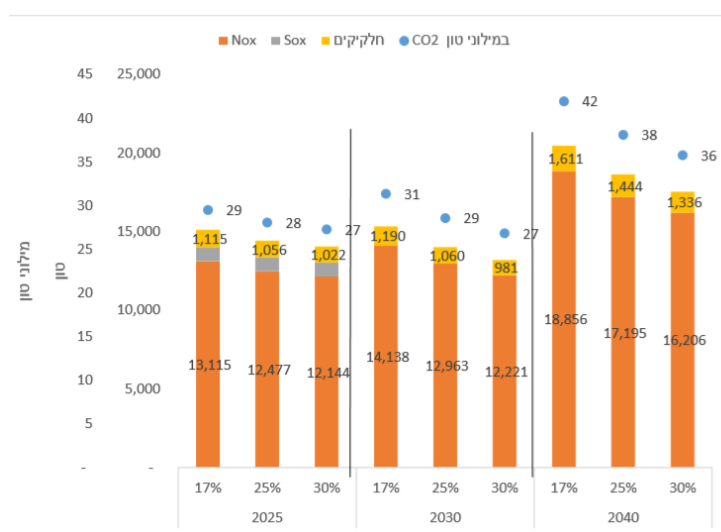
פחמן דו-חמצני ומתאן, בעיקר) לצמצום השלכותיו החמורות משבר האקלים. באיור 3 מוצג הצפי לכמויות המזהמים, לפי סוג מזהם והתרחישים השונים למעבר לשימוש במתחדשות. ניתן לראות שבכל תרחיש צפויה ירידה בכמות המזהמים המקומיים ובפליטות פחמן דו-חמצני. כאשר בתרחישים לשנת 2025 ו-2030 הירידה משמעותית יותר.

פליטות גזי חממה לנפש, 2020

(שווה ערך לטון פחמן דו-חמצני)



איור 2: פליטות CO₂ לנפש בהשוואה למדינות העולם (המועצה הלאומית לכלכלה, 2015)



איור 3: מזהמים לפי סוג, שנה ותרחיש כניסת מתחדשות למשק האנרגיה הישראלי (רשות החשמל, 2020)

חיסכון בפליטות גזי חממה ברמת משק הבית, מתבטא בהתקנת מערכת פאנלים סולאריים על גג הבית. מערכת פוטו-וולטאית סטנדרטית בהספק של 10 קילו-וואט, מתאימה בממוצע לגג-שניים וחוסכת 6.8 טון CO₂ בשנה למשק הבית כולו². לאור הנתונים לעיל, מדובר בחיסכון משמעותי (נספח ג).

מבחינת הפחתת מזהמים מקומיים, לפי מחקר של ארגון הבריאות העולמי (2018), רמות החלקיקים הנשימים (גודל 2.5 מיקרון) בישראל חורגות במאות אחוזים מהתקן המומלץ וזיהום האוויר בישראל גרוע לעומת רוב מדינות ה-OECD וכן ביחס לחלק ניכר ממדינות העולם (בגנו,

² אויזר מתוך האתר בכתובת greenco-energy.com

2015). מחקר שהתפרסם מטעם חוקרי משרד הבריאות (2016), מצא שהתמותה והתחלואה בישראל מזיהום חלקיקי עומדת על 2,253-1,608 מקרי מוות ו-542 אלף ימי אשפוז בשנה. עלותם למדינה עומדת על כ-4 מיליארד ₪. מדובר בקצת פחות מרבע מסך הוצאות המדינה על הבריאות בכל שנה (Ginsberg et al., 2016).

קשה לזקק נתון שיבטא מצב שבו X אחוז אנרגיה מתחדשת, או X גגות סולאריים, יציל את חייהם של Y אנשים. עם זאת, הנתונים מבטאים מגמות ברורות: ישראל היא מהמדינות המזוהמות בעולם ושתורת תרומה רבה למשבר האקלים, לכן יש להפחית בצורה משמעותית את פליטות גזי החממה והמזהמים המקומיים, הן עבור שמירה על בריאות הציבור והן עבור צמצום השלכות משבר האקלים.

ניצול לא יעיל של שטח הגג

לפי רשות החשמל, לעמידה ביעדים של ייצור חשמל מ-30% אנרגיות מתחדשות דרושים למעלה מ-100 אלף דונם. ישראל מדינה צפופה וממועטת שטחים פתוחים ועולה קושי לאתר שטחים מרוחקים משימושים רגישים אקולוגית. ייצור חשמל ממקורות רוח או שמש יכולים להביא לצריכת שטחים בהיקפים גדולים, עבור המתקנים ורשת ההולכה. הפרה של שטחים פתוחים רבים כל-כך מביאים לפגיעה קשה במערכות האקולוגיות, כתוצאה מגריעת בתי גידול. בנוסף, משאב הקרקע מצוי במחסור בישראל ונדרש לשימושים רבים המתחרים עליו, בהם פיתוח עירוני, חקלאות, שימושים צבאיים, שמירת עתודות קרקע לדורות הבאים ושימור המגוון הביולוגי והבטחת שירותי המערכת הנדרשים לבני האדם. כתוצאה מכך, ניצול שטחי גגות ועירוב שימושי קרקע יביאו לניצול יעיל יותר של השטחים הבנויים ולחיסכון בהפרה של שטחים פתוחים נוספים (החברה להגנת הטבע, 2017).

בהקשר הסולארי, ניצול שטח הגג להתקנת מערכות סולאריות יעיל ועדיף מכמה סיבות:

- קיימים יותר שטחי גג פנויים משטחים פתוחים - 95 אלף דונם מול 35 אלף דונם, בהתאמה.
- יחס ההמרה גבוה יותר בגגות בהשוואה לשטחים פתוחים - 9 מול 11 דונם למגה-וואט, בהתאמה.
- יתרון לביזור רשת האנרגיה. קיימים מספר תרחישי ייחוס לפגיעה באספקת חשמל רציפה לצרכנים, ביניהם פגיעה במקטע הייצור וההולכה כתוצאה ממלחמה או מתקפת סייבר, ופגיעה במקטע החלוקה כתוצאה מפגעי מזג אוויר ורעידת אדמה. צריכת חשמל בסמוך למוקד ייצורו, תוכל להתקיים גם בתרחישים של פגיעות אלו, מכיוון שאין היא תלויה בהם.
- כמעט כל מקור אנרגיה אחר (גז, נפט, רוח ועוד) יביא להפקעת שטחים פתוחים.

מנגד, עלות הקמה של מתקנים סולאריים בשטחים דואליים גבוהה ביחס למתקנים קרקעיים, במתקנים קטנים קשה יותר לווסת את יציבות המתח ברשת ויש קושי במימוש הפוטנציאל בשטחים דואליים, הנובע מחסמים מגוונים ומקושי להניע את בעלי הנכס. בשקלול היתרונות והחסרונות, קיימת עדיפות למתקנים פוטו-וולטאים בשטחים דואליים.

לפי מיפוי גגות שביצעה רשות החשמל בכל הארץ ובשטחי יהודה ושומרון, מתוך סך שטחי הגגות (375,865 דונם), 49% הם שטחי גג של בתי מגורים (183,597 דונם) (רשות החשמל, 2020). 47% מבתי המגורים בישראל הם בתים צמודי קרקע (נספח ד). כלומר, מדובר בשטחים בהיקף של יותר מ-86

אלף דונם. עם זאת, לא כל שטחי הגג מתאימים להתקנת מערכת סולארית. לאחר הפחתה סטטיסטית של שטחים בעלי סבירות מימוש נמוכה (אינם מתאימים להתקנת פאנלים, בניינים משותפים עם למעלה מחמש קומות ועוד), השלמה של נתוני בנייה חדשה ועתידית עד שנת 2030 והפחתה של גגות בעלי מתקנים פוטו-וולטאיים, סך פוטנציאל השטח הריאלי לשנת 2030 עומד על 42 אלף דונם. 63% מהם הם בנייני מגורים (המשרד להגנת הסביבה, 2015), לכן שטחי הגג של צמודי הקרקע הם 12,400 דונם, כ-25% מסך שטחי הגגות בישראל.

פוטנציאל משמעותי לחיסכון למשקי בית שאינו ממומש

בנוסף לחיסכון בפליטות גזי החממה ובשימושי קרקע, התקנת מערכת פוטו-וולטאית על גג הבית יכולה לחסוך בהוצאות החשמל ולהוות אפיק השקעה בטוח ופאסיבי.

רשות החשמל מציעה שני מסלולי הסדרה עבור גגות בתי מגורים (צמודי קרקע ומשותפים), שגודלם מגיע עד למערכת פוטו-וולטאית המייצרת 100 קילו-וואט. המסלול הראשון הוא הסדרה תעריפית. לצרכנים ניתנת אפשרות בחירה בין שני נתיבי תעריפים והתחשבות: הראשון מציע תעריף קבוע (של 48 אגורות לפני מע"מ) עבור כל קילו-וואט/שעה (קוט"ש) אותו מייצרים, בין אם צרכו אותו ובין אם לא³. השני, עוסק בצריכה עצמית בלבד והתשלום (45 אגורות לקוט"ש) הינו על העודפים המוזרמים. התקבולים מחושבים לפי כמות הקוט"ש שהזרם לרשת ונמדד במונה צריכה שהותקן על-ידי חברת חשמל. החשמל שמיוצר ונצרך מהמערכת הסולארית מביא לחיסכון בצריכה מהרשת.

המסלול השני הוא מונה-נטו. הסדר מיוחד לצרכני חשמל שהתקינו מערכת להפקת אנרגיה סולארית באופן פרטי. בשיטת מונה-נטו, מותקנים שני מונים. בנוסף למונה הצריכה הסטנדרטי, מתווסף מונה שמוודד את ייצור האנרגיה ונעשה קיזוז לחישוב החיוב הסופי. במסלול זה, בעל המערכת צורך את החשמל המיוצר במקום הצריכה וכך חוסך מצריכת החשמל מהרשת⁴. כאשר היקף הייצור מהמערכת עולה על היקף הצריכה, נזקף לזכותו של הצרכן "קרדיט" בהתאם לתעריף התעו"ז (תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה) בו מחויב הצרכן ולפי מתווה שקבעה רשות החשמל (נספח ה); (רשות החשמל, 2012).

בנוסף להסדרות אלו, רשות החשמל פועלת מול הבנקים לטובת מתן תנאי הלוואה כדאיים לבעלי בתים המעוניינים להתקין גג סולארי. הבנק הראשון שהרים את הכפפה הוא בנק הפועלים. עבור מערכת ביתית, מוצעת הלוואה בגובה 100% מימון לתקופה של 6 שנים בריבית של פריים + 1.4%⁵. הלוואה בתנאים אלו מאפשרת גם למשפחות בעלות הכנסה חודשית נמוכה להתקין מערכת סולארית, מכיוון שזו מתחילה לייצר חשמל כבר מהיום הראשון ולכן ניתן למכור חשמל כבר מהחשבון הראשון. באופן הזה, "ההכנסות" מאי-תשלום חשבון החשמל מכסות את רוב ההלוואה ועל משק הבית להוסיף אלפי שקלים בודדים בשנים הראשונות, עד החזר מלא על המערכת הסולארית.

משק בית משפחת נחמני, המתגוררת במטולה, להמחשת הכדאיות הכלכלית:

- הוצאה שנתית משפחתית על חשמל - 6,840 ₪ (הוצאה ממוצעת בישראל).

³ אוחזר מתוך האתר בכתובת yahelenergy.co.il
⁴ אוחזר מתוך האתר בכתובת shaharenergy.co.il
⁵ אוחזר מתוך האתר בכתובת bankhapoalim.co.il

- שטח הגג וגורמי ההצללה אפשרו הקמה של מערכת סולארית המפיקה 10.4 קילו-וואט (גודל ממוצע לבתי מגורים).
- עלות המערכת - 61 אלף ₪.
- תנאי הלוואה בהתאם לתנאי בנק הפועלים, המופיעים לעיל. תוך שש שנים ישולם החזר מלא על המערכת.
- ההכנסה השנתית ממכירת החשמל המופק מהמערכת - 7,300 ₪ למשך 25 שנה (אורך חיי הפאנלים).
- בשש השנים הראשונות התשלום על המערכת יעמוד על 10,100 ₪ בשנה. כלומר, תוספת של כ- 3,000 ₪ בשנה שההלוואה הבנקאית אינה מכסה.

מהשנה השמינית המשפחה תפסיק לשלם על חשמל למשך 17 שנה. ההכנסות נטו מהמערכת הסולארית עומדות על 103 אלף ₪. דוגמא זו מייצגת מקרה ממוצע ושכיח (נספח ו).

התופעות הבלתי-רצויות המופיעות לעיל, מבטאות חוסר יעילות (בניהול שטחים, בשוק הפיננסי, בתרומה למשבר האקלים), אשר לא ייפתר עד אשר ימוצה הפוטנציאל הסולארי הדואלי בישראל. למשל, לפי ניתוחי ה-OECD, אימוץ יעדים שאפתניים להפחתת פליטות תורם לצמיחת הכלכלה העולמית ולהאצת צמיחת המשק הישראלי, הרבה מעבר לקצב הצמיחה לפי תחזיתו של בנק ישראל (זוסמן, 2020).

חסמים ותמריצים

בטבלה מטה מופיעים חסמים ותמריצים בולטים להתקנת מערכת סולארית על גגות צמודי קרקע ובניינים משותפים (רשות החשמל, 2020; ראיונות אישיים, אפריל, 2020).

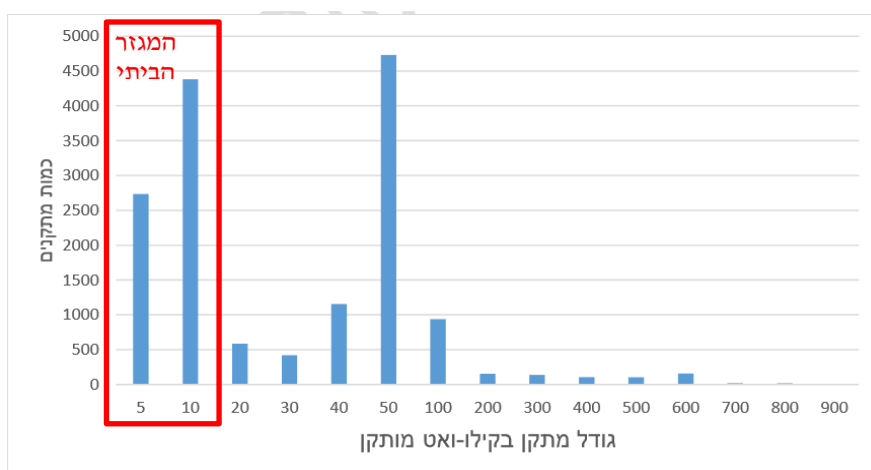
תמריצים	חסמים			
	סובייקטיביים	בטיפול/ לא בוטלו	בוטלו	
פוטנציאל משמעותי להכנסה למשק הבית	<ul style="list-style-type: none"> ○ תפיסה מוטעית של התהליך ○ חוסר מודעות 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ תשלום מס (עד הכנסה של 24,000 ₪ בשנה) ✓ תשלום מע"מ (עד היקף ייצור של 70 אלף ₪ לשנה) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ צמודי קרקע
מחיר כדאי לקנייה מול מכירה	<ul style="list-style-type: none"> ○ תכניות נוספות לגג – מעלית או עוד קומה 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 100% מימון – מ-10 שנים ירד ל-6 שנים 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ היטל השבחה (עד 7,000 ₪) ✓ מ"ר ו"מונה נטו" ✓ היתר בנייה (עד 700 קילו-וואט) ✓ ארנונה (תקנות מסדירות היקף תשלום) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ משותף
השבחת ערך הנכס	<ul style="list-style-type: none"> ○ הרחבת את הבית ללא היתרים ○ חשיבה לטווח קצר 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ בקשה לטופס 4 ➤ משך תהליך מול חברת החשמל ➤ תשלום למכסה 		
חיסכון בפליטות גזי חממה	<ul style="list-style-type: none"> ○ אין כסף פנוי להשקעה 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 100% הסכמת הדיירים ➤ אחוזי שכירות גבוהים ➤ לא ניתן לחלק את הקרדיט – מחויבים בגוף כלכלי משותף (כמו ועד בית) ➤ שטח גג שמחזיר השקעה על צריכת הבניין המשותף + תשלום אחזקה 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ עדיפות למימוש המכסה באמצעות הליכים תחרותיים ✓ מתן אפשרות לצריכה עצמית והזרמת עודפים לרשת בכל ההסדרים 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ בניינים משותפים

ניתן לראות שלא קיימים חסמים בולטים להתקנת פאנלים סולאריים על גגות צמודי קרקע וכן קיימים תמריצים ברורים עבור אותם בעלי בתים. מכיוון שבוטלו חסמים רבים ושצמודי הקרקע מהווים שטח גג כולל משמעותי, נייר המדיניות יעסוק בנתח שוק זה.

כמעט 30% מהאוכלוסייה בישראל גרה בצמודי קרקע וככל שעולה ההכנסה ברוטו לנפש כך יש יותר משקי בית שגרים בבתים כאלו. מנתוני הלמ"ס לשנת 2013, 22% ממשקי הבית היהודים בעלי הכנסה של 2,000 ₪ (או פחות) ברוטו לחודש לנפש גרים בצמוד קרקע, מספר זה עולה כאשר ההכנסה עולה, אז 32% מבעלי הכנסה של 4,000 ₪ (או יותר) לחודש לנפש גרים בצמוד קרקע. עבור משקי בית ערבים, הנתונים עומדים על 23%-41% בהתאמה (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, 2013). כתוצאה מכך, יותר מחמישית ממשקי הבית היהודים והערבים בעלי ההכנסה נמוכה יכולים להנות מהתמריצים הכלכליים בהתקנת גג סולארי ולהגדיל את הכנסתם בהשקעת מעט משאבים.

סטטוס נוכחי

למרות היתרונות הברורים להתקנת גג סולארי בבתים צמודי קרקע, מבחינת רשות החשמל את העשור האחרון, הוקמו 15,000 פאנלים סולאריים בלבד על גגות ורק מחציתם במגזר הביתי (איור 4). לפי תחזיות הרשות, עד סוף שנת 2020 יהיו כלל מתקני הגגות כ-1,600 מגה-וואט, בשטח של כ-20,200 דונם. מספר זה מכפיל את המצב הנוכחי, אך גם אז אחוז הגגות הסולאריים יהיה 11 בלבד.



איור 4 : התפלגות מתקני גגות קיימים לפי גודל וקילו-וואט מותקן. ניתן להניח שמרבית המתקנים שגודלם עד 20 קילו-וואט הם מתקנים ביתיים (רשות החשמל, 2020)

קמפיין להעלאת מודעות מטעם רשות החשמל

רשות החשמל זיהתה את הפער שבין הכדאיות עבור בעלי הבתים וחוסר ניצול ההזדמנות והגדירה את היעדר המודעות של בעלי הגגות כחסם. לכן בקיץ הקודם (יולי, 2019) יצאה בקמפיין שיווקי בן שלושה שבועות במטרה להעלות מודעות ליתרונות בהתקנת גג סולארי ולהסרת החסמים שביצעה בשנים האחרונות (לוי רונן ש', ראיון אישי, אפריל, 2020). זאת על מנת להבטיח עמידה ביעד של 10% ייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים עד סוף שנת 2020.

הקמפיין שילב פרסומים במדיות השונות – טלוויזיה ורדיו, באנרים ברשתות החברתיות ובאתרים והקמת אתר ייעודי בשיתוף משרד האנרגיה, שמטרתו הנגשת הידע, ריכוז המידע במקום אחד

ושכנוע אזרחים באמצעות סיפורי הצלחה ומחשבוך להערכת כדאיות הגג. את הקמפיין הפיקה לשכת הפרסום הממשלתית (לפ"מ) ועלותו עמדה על 4.5 מיליון שקלים (לוי רוךן ש', ראיון אישי, מאי, 2020 ; נספח ז).

הקמפיין השיווקי נחל הצלחה וזכה לחשיפה של 2.3 מיליון איש ו-200 אלף כניסות לאתר (חשמלנט, 2019). חברות פרטיות לגגות סולאריים דיווחו על הכפלה בכמות הפניות ביחס לתקופה של לפני השקת הקמפיין. עם זאת, לאחר כחודש כמות הפניות ירדה חזרה (קרמר א', ראיון אישי, מאי, 2020).

הבעיה

כתוצאה מכך, הבעיה המוגדרת בנייר מדיניות זה היא, **תפיסת שגויה בנוגע להליך התקנת גג סולארי בקרב בעלי צמודי קרקע**. כלומר, אזרחים מודעים ליתרונות בהתקנת גג סולארי, אך אינם מודעים לכך שהתהליך הבירוקרטי אינו מורכב כבעבר.

לפי הקמפיין של רשות החשמל ניתן לראות שאכן פעולות להעלאת מודעות מביאות לתוצאות חיוביות, אך כדי לעמוד ביעדים יש להישאר בתודעה הציבורית לאורך זמן, וקמפיין חד פעמי אינו מספק. לכן, החלופות יעסקו בתיקון תפיסות שגויות והעלאת מודעות בצורה איכותית יותר ולטווח ארוך יותר וכולן יבחנו בפרק זמן של שנה.

בהינתן שעמידה ביעד של 10% ייצור חשמל ממתחדשות תושג באמצעות הספק בהיקף של כ-3,800 מגה-וואט, מימוש מלא של הפוטנציאל (כאלף מגה-וואט) יביא להגשמת יעד ממשלתי זה. אחוז האנרגיה המתחדשת, נכון לכתיבת נייר המדיניות, עומד על כ-7-8% ולפי יחס ההמרה לעיל, אלף מגה-וואט מהווים יותר מ-2% מסך ייצור החשמל ממתחדשות בישראל.

התוצאה של מהלך זה היא הפחתת פליטות גזי חממה, וכתוצאה מכך, בניית חוסן לעמידה בהשלכות משבר האקלים. בנוסף, מיצוי מלאי צמודי הקרקע יביא לחיסכון בהפרה של יותר מ-12,000 דונמים שטחים פתוחים ובכך נבטיח ניצול מירבי של קרקעות בישראל. ואחרון, מהלך זה יהפוך אלפי משקי בית ליצרני אנרגיה בעלי הכנסה פאסיבית ובטוחה, בייחוד במקופה כלכלית מורכבת זו.

חלופות מדיניות ובחינתן

מטרת החלופות כולן, להעלות מודעות להקלות וביטול החסמים בתהליך הבירוקרטי להתקנת גג סולארי וליתרונות הכלכליים והסביבתיים. על החלופות לשנות ולתקן את התפיסה השגויה בקרב בעלי צמודי הקרקע. החלופות עתידות לצמצם את התופעות הבלתי רצויות, מכיוון שיביאו ליותר משקי בית שמתקשרים עם חברות פרטיות ומתקינים גגות סולאריים.

(1) שיווק אישי (דרך חשבון החשמל ומדיה אישית)

שליחת דף הסבר בחשבון החשמל החודשי עם פוטנציאל לחיסכון המותאם בצורה אישית לכל משק בית ועדכון בהסרת החסמים, למשך שנה. באמצעות מיפוי גגות ארצי שערכה רשות החשמל לפני כשנה, ניתן לתרגם כל שטח גג למספר פאנלים סולאריים שניתן להתקין עליו. וניתן להעריך בצורה גסה, כמה חשמל סולארי כל גג יכול לייצר ולתרגם זאת למונחים כספיים. בנוסף, ביחד עם המידע אודות צריכת החשמל של כל בית מחברת חשמל, ניתן לבצע חישוב של מידת החיסכון לכל בית שיתקין גג סולארי. החלופה עוד מציעה שאחת לרבעון תשלח חוברת הסברה מקיפה בנושא הסרת חסמים, תמריצים והקלות וכוללת סיפורי הצלחה, ושימוש באמצעי מדיה אישיים, כמו שליחת מייל אישי ופנייה ממוקדת ברשתות החברתיות, להעברת מסרים דומים.

בתחום המכירות, פנייה אישית כזו לצרכן היא אפקטיבית ובעלת החזרת השקעה של 7%:1⁶. מהלכים דומים ובעלי שיעורי הצלחה גבוהים בכל העולם מוכרים לנו מקמפיינים לחיסכון בחשמל (Ehrhardt-Martinez et al., 2010). בנוסף, שימוש באמצעי הפרסום לעיל וברטוריקה חברתית-קהילתית, המזמינה את הצרכן לקחת חלק בעמידה ביעדי המתחדשות הלאומיים (תוך שיפור טובתו האישית), אף תביא לרמת מעורבות גבוהה יותר בקרב הצרכנים (Menegaki et al., 2012).

קיימת אפשרות לפגיעה באפקטיביות החלופה: משקי בית שמשלמים את חשבון החשמל בהוראת קבע ואינם מעיינים בחשבון החשמל המגיע לדואר, לא יחשפו לדף ההסבר בנוגע לחיסכון האפשרי. עם זאת, מכיוון שהחלופה מציעה מספר אפשרויות שיווק, ניתן להניח שהצרכן יקבל את המסר בדרך זו או אחרת.

לביצוע החלופה על רשות החשמל לגייס צוות מצומצם לניהול מערך המיפוי והשליחה ולקיים שיתוף פעולה עם חברת חשמל עבור נתוני צריכת חשמל ושימוש במערך שליחת החשבונות לבתים. העלות לביצוע החלופה כוללת: עלויות שכר לצוות העובדים, עלויות עיצוב, שיווק ברשתות החברתיות והדפסה ועוד, ועומדת על כ-6 מיליון ₪ (נספח ח).

(2) מבצע זלת לדלת בבתים צמודי קרקע

בתיאום מראש, על-ידי טלפנים מטעם רשות החשמל, יגיע נציג הרשות לבית האזרח. הנציג יסביר על התמריצים להתקנת גג סולארי, על ההקלות והחסמים, על התהליך הבירוקרטי והעלויות המשוערות, וגם יחשוף את האזרח למקורות רלוונטיים לגיבוש החלטה. הטלפנים יצרו קשר עם בעלי צמודי קרקע ברחבי הארץ, שנמצאו רלוונטיים להתקנת גג סולארי, על-פי מיפוי רשות החשמל שבוצע לפני כשנה.

בארצות הברית, מכירות מדלת לדלת הן כלי מוכח בענף הסולארי. מכיוון שמדובר במוצר מסובך, השיווק שלו מיטבי יותר בייעוץ ביתי אחד על אחד (Bushong, 2016). לפי מחקר מטעם Oxford Economics בנושא אינטראקציות פנים אל פנים, עבור כל דולר שעסק מוציא בנסיעה לבית הצרכן הוא מרוויח \$12.55 מהכנסות נוספות⁷. בארץ פרקטיקה זו מוכרת בעיקר בתחום הפסולת ומפעיל המערך הוא הרשות המקומית.

⁶ אווזר מתוך האתר בכתובת profitworks.ca
⁷ אווזר מתוך האתר בכתובת spotio.com

גם בחלופה זו קיימת אפשרות לפגיעה באפקטיביות, למשל, אם אזרח אינו מעוניין להיפגש עם נציג רשות החשמל. כדי להסיר מעט חששות אצל האזרח, על שיחת התיאום להיות קונקרטי וברורה, כך שהאזרח לא ירגיש ש"מוכרים" לו מוצר שהוא אינו צריך.

עלות החלופה כוללת התקשרות של רשות החשמל עם חברה המבצעת קמפיינים מסוג דלת דלת (D2D) באמצעות מכרז. נדרש כוח אדם רב, עבור הקמת מרכז טלפוני לתיאום הגעה לבית האזרח ולמענה לשאלות ופניות ומערך הסברה מבית לבית. עוד באחריות החברה הנבחרת במכרז – הכנת מערכי הסברה, ניהול כוח האדם כולו, עמידה ביעדים ומדדי הצלחה ועוד. העלות מוערכת ב-36 מיליון ₪ לשנת פרויקט אחת (נספח ט). העלות מתבססת על פרויקטים דומים הנעשים בעיריות (עיריית רמת-גן, למשל) בתחום הפסולת.

(3) סבסוד פעולות שיווק לחברות פרטיות המתקינות גגות סולאריים

פרסום קול קורא מטעם משרד האנרגיה ורשות החשמל עבור הוצאה לפועל של קמפיינים שיווקיים להעלאת מודעות להקלות והתמריצים בהתקנת גג סולארי מטעם חברות פרטיות להתקנת גגות סולאריים. הקמפיינים יהיו בשיתוף משרד האנרגיה ורשות החשמל וחלק מהקריטריונים שיבחנו על-ידי ועדת מומחים הם עלות, איכות המיקוד לקהל היעד, אחוזי חשיפה משוערים, איכות התוכן ומשך הקמפיין.

קיימים מספר יתרונות לחלופה זו. ראשון, אזרחים אינם נענים בקלות לפרסומים של החברות הפרטיות, כתוצאה מרמת אמון נמוכה בפרסום הבלעדי שלהם (האזרח מרגיש שמוכרים לו מוצר שאינו צריך). הפרסום המשותף עם גופי ממשל יגביר את האמון בקרב הצרכנים בחברות הפרטיות (משעל צ', ראיון אישי, מאי, 2020); שני, מבנה השיווק התחרותי יכול להביא לעלויות נמוכות יותר לקמפיין, מכיוון שאין חובה לפרסם דרך לפ"מ (ביין-לובוביץ', 2019), ובנוסף, התחרות בין החברות תביא לקמפיינים מדויקים יותר לקהל היעד; אחרון, מספר קמפיינים, במקום אחד, מאפשר לרשות החשמל לפזר אותם לאורך השנה וכך לשמור על מתח שיווקי גבוה לאורך השנה כולה.

קמפיינים שיווקיים המשלבים אמצעי מדיה שונים מביאים לאחוזי חשיפה גבוהים של כ-40-50% מהאוכלוסייה⁸, עם זאת לא מדובר בפנייה ממוקדת וישירה ולכן בעלת אפקטיביות נמוכה יותר בהשוואה לשתי החלופות לעיל (Kretchmer, 2004).

גובה הקול הקורא יעמוד על 18 מיליון ₪. עלות זו מחושבת על בסיס עלות הקמפיין האחרון של רשות החשמל המופיע לעיל, ובהכפלה לארבעה רבעונים, כדי לתרגם את העלויות לעלויות שנתיות.

קריטריונים להשוואה בין החלופות

ההשוואה בין החלופות השונות תבצע באמצעות שישה קריטריונים:

1. אפקטיביות - מבטאת את תועלת החלופה או עד כמה החלופה עונה על הבעיה. האפקטיביות תימדד לפי שלושה פרמטרים שקיבלו את המשקל הגבוה ביותר, מכיוון שהם בעלי חשיבות

⁸ אוחר מתוך האתר בכתובת astrateg.co.il

- קריטית לעמידה ביעדים ומענה לבעיה המוגדרת בנייר. הראשון, איכות החשיפה, כלומר עד כמה החלופה ממוקדת לקהל היעד ומשתמשת באמצעים בעלי חשיפה גבוהה (20%); שני, הנעה לפעולה המבטאת את יכולת אמצעי השיווק להביא אזרחים ליצירת קשר עם חברת התקנת פאנלים (ייחשב כמדד הצלחה; 20%); ושלישי, תלות במידת שיתוף הפעולה של האזרח, כלומר עד כמה הצלחת החלופה תלויה במידת שיתוף הפעולה של האזרח עם אמצעי השיווק (10%).
2. עלות החלופה – עלות משוערת בש"ח, מחושבת על-פי עלויות של פרויקטים דומים קודמים. מכיוון שצפויה היתכנות פוליטית גבוהה לכל החלופות ואין חסמים בולטים מבחינת ישימות מנהלית, החסם הגדול של החלופות השונות הוא העלות שלהן, לכן משקל קריטריון זה גבוה - 25%. קריטריון האפקטיביות ביחד עם קריטריון העלות מהווים 50% מסך שקלול החלופות, כי להם החשיבות הגדולה ביותר להצלחת החלופה ועבור הבנת יחסי עלות-תועלת.
3. ישימות מנהלית - האם קיימים חסמים להוצאת החלופה בפועל, ואם כן אילו ובאיזו מידה החלופה ניתנת ליישום בפועל. ככל שיש פחות חסמים, כך הסיכוי של החלופה לצאת לפועל בצורה טובה יותר. בשל הצבת היעד המתאגר והקצוב בזמן יש לייחס חשיבות לפשטות היישום של החלופה המוצעת. עם זאת, עבור חלופות אלו לא צפויים חסמים בולטים, ולכן משקל חלופה זה קטן ועומד על 15% (נספח ז).
4. השפעה עקיפה - עד כמה החלופה יכולה להשפיע על גורמים אחרים להתקין פאנלים על גגות הבתים. למשל, החלופות מיועדות לבעלי צמודי קרקע, אך אם כתוצאה מהקמפיינים בעלי עסקים יחליטו להתקין פאנלים על גגות משרדיהם, רשות החשמל עדיין תעמוד ביעדי הממשלה. מדובר בקריטריון חשוב, מכיוון שזו המטרה הסופית של הרשות, אך עדיין אין הוא מהווה חסם או תמריץ לחלופות השונות (10%).

הערכת החלופות על-פי קריטריונים

מבחינת שיווק דרך חשבון החשמל, איכות החשיפה וההנעה לפעולה גבוהות, מכיוון שאמצעי השיווק אישיים ובעלי אחוזי הצלחה גבוהים, לפי פרויקטים קודמים דומים. בנוסף, העלויות נמוכות באופן יחסי לשאר החלופות והישימות המנהלית גבוהה. עם זאת, כמעט ולא קיים מנוף לשינוי (השפעה עקיפה) ויש תלות מסוימת במידת שיתוף הפעולה עם האזרח. כאמור, אזרח שמשלם חשבון חשמל בהוראת קבע אולי לא יפתח את חשבון החשמל שיגיע אליו הביתה.

מבחינת מבצע דלת לדלת, איכות החשיפה וההנעה לפעולות גבוהות, ואף גבוהות יותר מהחלופה הקודמת. מכיוון שנדרש כוח אדם רב, העלות היא הגבוהה ביותר מבין שלושת החלופות. וקיימת תלות גדולה במידת שיתוף הפעולה של האזרח, למשל אזרח שלא מעוניין להיפגש עם נציג רשות החשמל. לצד זאת, החלופה ישימה וקיימת בה השפעה עקיפה מסוימת וגבוהה מהחלופה הקודמת, כי, למשל, אם נציג הרשות מגיע לבית האזרח ניתן לקבל ממנו מידע נוסף על גגות אחרים שברשות האזרח.

במקרה של חלופת הסבסוד, איכות החשיפה וההנעה לפעולה נמוכות יחסית, מכיוון שהפנייה נעשית לקהל רחב מאוד. לצד זאת, החלופה ישימה מאוד מבחינה מנהלית, כי מדובר בשימוש במנגנונים ממשלתיים קיימים. אין כלל תלות במידת שיתוף האזרח וההשפעה העקיפה גבוהה, כי כלל האזרחים צופים בתשדירים, גם בעלי גגות גדולים, עסקים וכן הלאה. העלות בינונית וגמישה.

סיכום ההשוואה במונחים טבעיים :

משקל	איכות החשיפה	הנעה לפעולה	מידת שת"פ	עלות	ישימות מנהלית	השפעה עקיפה
משקל	20%	20%	10%	25%	15%	10%
שיווק אישי דרך חשבון חשמל	גבוהה המידע פונה בצורה אישית לצרכן	גבוהה פנייה אישית בצורה זו מביאה להחזר השקעה של \$1:7	בינונית אדם לא פותח חשבון חשמל או לא מגיע לערב הסברה	5-6 מלש"ח	גבוהה	נמוכה
מבצע D2D	גבוהה נציג מגיע הביתה ומסביר לעומק על התהליך	גבוהה המוצר סבוך ולכן נציג מקל על התהליך ומעלה את הסיכוי לרכישה על מערכת החזר השקעה של \$1:12	גבוהה אדם לא מסכים לקבוע פגישה עם הנציג	36 מלש"ח	בינונית	בינונית אם נציג מגיע הביתה אפשר לשאול אותו עוד שאלות
סבסוד פעולות שיווק של חברות	נמוכה 80% מהצרכנים מעדיפים פנייה אישית	נמוכה החזר השקעה של \$1:2	נמוכה ההשתתפות הנדרשת מאנשים היא פאסיבית	18 מלש"ח	גבוהה	גבוהה פלחים נוספים באוכ' יכולים להתקין גג סולארי גם אם הקמפיין לא יועד להם

המלצת מדיניות

סיכום ההשוואה במונחים סינתטיים :

משקל	איכות החשיפה	הנעה לפעולה	מידת שת"פ	עלות	ישימות מנהלית	השפעה עקיפה	סך הכל
משקל	20%	20%	10%	25%	15%	10%	100%
שיווק אישי דרך חשבון חשמל	6	5	3	6	6	1	5
מבצע D2D	7	7	2	2	5	4	4.65
סבסוד פעולות שיווק של חברות	3	2	7	4	7	6	4.35

** הבחינה הסינתטית מחושבת בסקאלה של ציונים מ-1 (נמוך ביותר) עד 7 (גבוה ביותר). הקריטריונים עלות ומידת שת"פ מחושבים בסקאלה הפוכה (למשל, ככל שהמחיר נמוך יותר, כך ניתן ציון גבוה יותר).

כתוצאה מההשוואה, החלופה הנבחרת היא שיווק אישי (דרך חשבון החשמל ומדיה אישית).

היתרונות של חלופה זו רבים. הפנייה האישית לכל משק בית והחישוב האישי שניתן לבצע עבור כל צרכן היא משמעותית, מכיוון שמציגה את השינוי שיכול לקרות בפועל – כמה כסף כל משק בית

יכול לחסוך בכל חודש, כמה "ירוק" משק הבית יכול להיות במעבר לייצור חשמל סולארי ובפישוט התהליך הבירוקרטי עבור האזרח. העלות של החלופה נמוכה והתועלת יכולה להיות גבוהה. בנוסף, ניתן למדוד בצורה פשוטה את הצלחת החלופה. באמצעות סקר פשוט שישלח לחברות הפרטיות המתקינות גגות סולאריים באמצע ובתום השנה הראשונה לפרויקט ובוחן את כמות ואופי הפניות שהגיעו אליהן, ניתן יהיה לדעת האם החלופה עמדה ביעדיה.

הצעדים הראשונים ליישום החלופה פשוטים יחסית. יש לגייס מספר עובדים בודדים שיהיו אחראים על ניתוח המיפוי שנעשה ברשות החשמל בעבר, הערכה של כמות הפאנלים שניתן לשבץ בכל גג על-פי מפרט קבוע, כריית נתוני צריכת חשמל מחברת החשמל וחישוב החיסכון בכל בית. בנוסף, על צוות העובדים לנהל את מערך שליחת החומרים למשקי בית והצרכנים הרלוונטיים, על כל המשמעויות הנלוות לכך (עיצוב, ניהול רשתות חברתיות וכן הלאה).

רשימת מקורות

- בגנו, י' (2018, 5 ביוני). ארגון הבריאות העולמי: זיהום האוויר בישראל חורג במאות אחוזים מההמלצות. **מעריב**. אוחר מתוך כתובת www.maariv.co.il
- ביין-לובוביץ', ע' (2019, 6 באוקטובר). בלפ"מ זועמים: קמפיין משרד התחבורה לקידום הקארפול הועבר ללא מכרז למשרד פרטי. **גלובס**. אוחר מתוך כתובת www.globes.co.il
- החברה להגנת הטבע. (2017). **חשמל במסלול הירוק – אנרגיה מתחדשת תומכת סביבה וטבע**. אוחר מתוך כתובת <https://www.teva.org.il/?CategoryID=11977&ArticleID=24535>
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. (2013). **סקר ארוך טווח**. מתוך כתובת אתר הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.
- המועצה הלאומית לכלכלה. (2015). **מבט השוואתי על יעדי הפחתת פליטות גזי חממה של ישראל**. אוחר מתוך כתובת אתר המועצה הלאומית לכלכלה.
- המשרד להגנת הסביבה. (2016). **התכנית הלאומית ליישום הסכם פריז**. אוחר מתוך כתובת <https://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib2/publications/p0801-p0900/p0836.pdf>
- המשרד להגנת הסביבה. (2017). **היערכות ישראל להסתגלות לשינוי אקלים: המלצות לממשלה לאסטרטגיה ותכנית פעולה לאומית**. אוחר מתוך כתובת <https://www.sviva.gov.il/infoservices/reservoirinfo/doclib2/publications/p0801-p0900/p0869.pdf>
- המשרד להגנת הסביבה. (2015). **תבנית הבנייה למגורים בישראל - נתונים, הערכות ומגמות**. אוחר מתוך כתובת https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/residential_builds_data_and_trends
- זוסמן, נ', פלטינק ר' ר', דוידוביץ' א', בלייח א', גולדשטיין י' ושואף-קולביץ' ה'. (2020). **השפעה על הצמיחה המקרו כלכלית בישראל**. הרצאה בכנס אלי הורביץ לכלכלה וחברה, תל-אביב.
- חשמלנט. (2019, 28 ביולי). קמפיין מהפכת הגגות של רשות החשמל. אוחר מתוך כתובת אתר חשמלנט.
- לסטר, י'. (2020). **הגיע הזמן לשים מחיר על פחמן**. הרצאה בכנס אלי הורביץ לכלכלה וחברה, תל-אביב.
- משרד האוצר. (2020). **דו"ח הממונה על השכר בשירות המדינה וגופי היבטחון לשנת 2018 - עיקרי הממצאים**. אוחר מתוך כתובת https://www.gov.il/he/Departments/publications/reports/salary_expenses_report_2018

- רשות החשמל. **אודות**. אוחזר מתוך כתובת <https://www.gov.il/he/departments/about/odot>
- רשות החשמל. (2020). 'טיוטה להתייחסות הציבור- הגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030'. אוחזר מתוך כתובת https://www.gov.il/BlobFolder/rfp/shim_2030yaad/he/Files_Shimuah_yaad_2030n_work_n.pdf
- רשות החשמל. **מבנה ארגוני**. אוחזר מתוך כתובת https://pua.gov.il/about/documents/mivne_pua.pdf
- רשות החשמל. (2012). **שימוע בנושא: מונה נטו**. אוחזר מתוך כתובת https://www.gov.il/BlobFolder/policy/38910/he/Files_Hachlatot_38910_25122012.pdf
- Bushong, S. (2016, October). Door-to-door solar sales is back—but why. Retrieved from <https://www.solarpowerworldonline.com/2016/10/door-door-solar-sales-back/>
- Ehrhardt-Martinez, K., Donnelly, K. A., & Laitner, S. (2010, June). Advanced metering initiatives and residential feedback programs: a meta-review for household electricity-saving opportunities. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy.
- European Union. **Eurostat**. Retrieved from https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics
- Ginsberg, G. M., Kaliner, E., & Grotto, I. (2016). Mortality, hospital days and expenditures attributable to ambient air pollution from particulate matter in Israel. *Israel journal of health policy research*, 5(1), 51
- Global Carbon Project. **Global Carbon Atlas**. Retrieved from <http://www.globalcarbonatlas.org/en/content/welcome-carbon-atlas>
- IPCC. (2018). **Global Warming of 1.5c**. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- Menegaki, A. N. (2012). A social marketing mix for renewable energy in Europe based on consumer stated preference surveys. *Renewable Energy*, 39(1), 30-39
- Kretchmer, S. B. (2004). Advertainment: The evolution of product placement as a mass media marketing strategy. *Journal of Promotion Management*, 10(1-2), 37-54

נספחים

(א) חישוב מיצוי פוטנציאל גגות צמודי קרקע (רשות החשמל, 2020)

1. 42,000 דונם שטחי גג פוטנציאליים להתקנת פאנלים סולאריים. 63% מהם בתי מגורים ו-47% מהם צמודי קרקע. כלומר, 12,436 דונם.
2. יחס ההמרה בגגות בתים: 9 דונם למגה-וואט. כלומר, מיצוי הפוטנציאל שווה להספק של 1,382 מגה-וואט.
3. 10% חשמל ממתחדשות, משמעותה ייצור בהספק של 3,800 מגה-וואט. כלומר, 1,382 מגה-וואט הם 3.6% מסך ייצור החשמל.

(ב) מיקום ישראל בדירוג העולמי לסך פליטות CO₂ למדינה ולנפש

Territorial (MtCO ₂)		פליטות CO ₂ במגה-טון	מתוך Global Carbon Project נכון לשנת 2019
Rank	Country		MtCO ₂
1	China		10065
2	United States of America		5416
3	India		2654
4	Russian Federation		1711
5	Japan		1162
6	Germany		759
7	Iran		720
8	South Korea		659
9	Saudi Arabia		621
10	Indonesia		615
11	Canada		568
12	Mexico		477
13	South Africa		468
14	Brazil		457
15	Turkey		428
16	Australia		420
17	United Kingdom		379
18	Poland		344
19	Italy		338
20	France		338
53	Israel		64

פליטות פחמן דו-חמצני במגה-טון לפי מדינה (2019). אוחזר מתוך האתר בכתובת

globalcarbonproject.org

Territorial Per capita (tCO ₂ /person)		סך פליטות CO ₂ פר ראש	מתוך Global Carbon Project נכון לשנת 2019
Rank	Country		tCO ₂ /person
1	Saudi Arabia		18
2	Australia		17
3	United States of America		17
4	Canada		15
5	South Korea		13
6	Russian Federation		12
7	Japan		9.1
8	Germany		9.1
9	Poland		9.1
10	Iran		8.8
11	South Africa		8.1
12	Israel		7.7
13	China		7.0
14	United Kingdom		5.6
15	Italy		5.6
16	Turkey		5.2
17	France		5.2
18	Mexico		3.8
19	Indonesia		2.3
20	Brazil		2.2
	India		2.0

פליטות פחמן דו-חמצני בטון לנפש (2019). אוחזר מתוך האתר בכתובת globalcarbonproject.org

(ג) חישוב היסכון בפליטות CO₂ במערכת סולארית ביתית⁹

שיטת החישוב השמרנית מתייחסת ל-CO₂ שחוסכות מערכות סולאריות מתחנות גזיות (סוגיית ליבה רלוונטית במקרה זה). כיום, תחנה גזית פולטת 392 גרם CO₂ לכל קוט"ש בשנה.

במונחי ייצור חשמל בלבד, חוסכת מערכת פוטו-וולטאית בהספק של 1 קילו-וואט כמעט 680 ק"ג CO₂ בכל שנה.

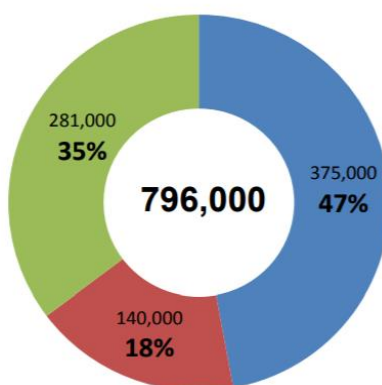
(ד) מיפוי גגות ומבני המגורים



מיפוי רשות החשמל של סוגי הגגות בישראל. 49% מסך הגגות שייכים לבתי (רשות החשמל, 2020)

מלאי מבני המגורים בישראל (ללא איו"ש) לפי סוג המבנה

■ מבנים בבנייה רוויה ■ מבני "רכבת" ■ מבנים צמודי קרקע



מיפוי מלאי מבני המגורים בישראל לפי סוג מבנה: בנייה רוויה ומבני רכבת (בניינים משותפים) ומבנים צמודי קרקע (המשרד להגנת הסביבה, 2015)

⁹ אויזר מתוך האתר בכתובת greenco-energy.com

(ה) מתווה מונה-נטו שקבעה רשות החשמל (רשות החשמל, 2012)

הספק מותקן	שווי הקרדיט כאחוז מתעריף התעו"ז בו יזוכה הצרכן
MW 50	100%
MW 50	60%
MW 50	30%
ללא הגבלה	0%

(ו) התקנת גג סולארי בבית משפחת נחמני במטולה

002-233 - 341419287-1/4

חברת החשמל לישראל בע"מ

חשבון דו-חודשי

עמוד 1/2

לכבוד: [Redacted]

233

100-901-000

ת.ד. 1010 צפת

חשבון לתקופה - 59 ימים
מ- 30/01/2020 עד 03/12/2019

תאריך עריכת החשבון
31/01/2020

לשירותך, 24 שעות ביממה:
אתר האינטרנט של החברה
www.jec.co.il
ב ניתן לשלם את החשבון למסור
מצב מונה ולקבל מידע בנושאים שונים.

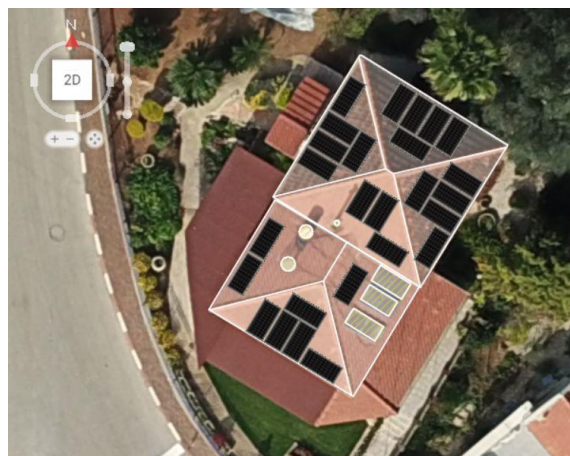
שירות 103
לדיווח על תקלות, לקבלת שירותים
בנושאי חשבונות וצרכנות:
טלפון קווי וסלולרי - 103
פקס 1800-200-103
השירות למוקד 103 מכל טלפון - חינם.
אין לשלם חשבון זה

1,071.33	ריכוז החשבון
3.95	חיוב בגין צריכה - סה"כ 2330 קו"ט"ש
38.17	תשלום בגין הספק (KVA)
1,113.45	תשלום קבוע
189.29	סה"כ ללא מע"מ
1,302.74	מע"מ 17.00 %
	סה"כ כולל מע"מ לתקופת חשבון

סה"כ לתשלום (ש"ח) 1,302.74

צריכת החשמל שלך
לעומת הצריכה הממוצעת בעיר מגוריך

חשבון חשמל ממוצע לדוגמא



הדמיית סידור הפאנלים על הגג

חישובי ייצור לפי כיוונים

כיוון	כמות פאנלים	הספק מערכת (וואט)	תפוקה שנתית (קוט"ש)	הכנסה שנתית	הכנסה חודשית
דרום	8	3,200	5,277	2,533	211
מזרח	0	0	0	0	0
מערב	7	2,800	3,925	1,884	157
צפון	0	0	0	0	0
דרום מזרח/מערב	6	2,400	3,562	1,710	142
צפון מערב/מזרח	5	2,000	2,474	1,187	99
סה"כ	26	10,400	15,237	7,314	609

עלות מערכת	₪61,000
תעריף קוט"ש:	₪0.48

הערכת תפוקה לשטח חגג ועלות מוערכת של הפרויקט

הערכת הכנסות ב-25 שנים לפי התעריף המעודכן בחברת החשמל

שנות הפעלה	תפוקה מוערכת בקוט"ש - פחת 0.7%	הכנסה מצטברת בש"ח	הכנסה ממערכת
1	15,237	₪7,314	₪7,314
2	14,932	₪14,408	₪7,094
3	14,828	₪21,452	₪7,045
4	14,724	₪28,448	₪6,995
5	14,621	₪35,394	₪6,946
6	14,518	₪42,292	₪6,898
7	14,417	₪49,141	₪6,849
8	14,316	₪55,943	₪6,801
9	14,216	₪62,696	₪6,754
10	14,116	₪69,403	₪6,707
11	14,017	₪76,063	₪6,660
12	13,919	₪82,676	₪6,613
13	13,822	₪89,242	₪6,567
14	13,725	₪95,763	₪6,521
15	13,629	₪102,238	₪6,475
16	13,533	₪108,668	₪6,430
17	13,439	₪115,053	₪6,385
18	13,345	₪121,393	₪6,340
19	13,251	₪127,688	₪6,296
20	13,158	₪133,940	₪6,252
21	13,066	₪140,148	₪6,208
22	12,975	₪146,312	₪6,164
23	12,884	₪152,433	₪6,121
24	12,794	₪158,512	₪6,078
25	12,704	₪164,548	₪6,036
סה"כ הכנסות ממערכת ב-10 שנים		₪69,403	
סה"כ הכנסות ממערכת ב-25 שנים		₪164,548	

הערכת הכנסות ל-10 ו-25 שנים בהינתן תעריף חברת חשמל הנוכחי וירידה בנצילות הפאנלים הסולאריים

(ז) קמפיין שיווקי רשות החשמל



האתר הייעודי שהוקם לטובת הקמפיין <https://solarroofpua.co.il/>



תשדיר הקמפיין <https://www.youtube.com/watch?v=WwjG4Op2esY>

(ח) חישוב עלות חלופה - שיווק אישי

הרכב עלות החלופה (5-6 מיליון ₪):

- הוצאות שכר מחושבות לפי שמונה עובדים לשנה. שכר כולל עלות מעביד, לפי שכר עובדי מדינה ממוצע (משרד האוצר, 2020): 19,149 ₪¹⁰.
- הוצאות שכר לכלל העובדים: 1,838,304 ₪.
- עלויות עיצוב לשיווק והדפסה: 250,000 ש"ח (בר ל', נתי א', ראיון אישי, יוני 2020).
- עלויות פרסום ברשתות החברתיות, באתרי אינטרנט ובמייל אישי לשנה: 3-4 מיליון ₪ (וולקוב א', ראיון אישי, יוני, 2020)

(ט) חישוב עלות חלופה - מבצע D2D

חברת חשמל משרתת 2.5 מיליון בתי אב¹¹, 47% מהם צמודי קרקע ובהנחת 10% פחת, קיימים 1,057,500 צמודי קרקע בעלי פוטנציאל סולארי.

הרכב עלות החלופה (36 מיליון ₪):

- הנחות לחישוב שכר עובדים: יום עבודה בן 8 שעות, שעתיים מוקצות לנסיעות והפסקות, וב-2020 מחושבים 262 ימי עבודה.
- עלות נציגי הסברה: עובד נמצא חצי שעה בבית האזרח. נציג הסברה אחד מבקר ב-3,140 בתים בשנה, כלומר יש לגייס 337 נציגים. בתשלום שכר מינימום לעובד¹², עלויות השכר לעובדים: 31 מיליון ₪ בשנה.
- עלות טלפנים לתיאום מפגש ומענה לפניית: שיחת טלפון אורכת 3 דקות. יש לבצע 53 אלף שעות שיחה בשנה. כלומר, יש לגייס 32 טלפנים. הוצאות השכר: 3 מיליון ₪ בשנה.
- תשלום נטו לחברה הנבחרת במכרז עבור הכנת מערכי הסברה, ניהול כוח האדם, עמידה ביעדים ומדדי הצלחה ועוד: 2 מיליון ₪ (כהן י', ראיון אישי, אפריל, 2020).

¹⁰ אוחזר מתוך האתר בכתובת alljobs.co.il

¹¹ אוחזר מתוך האתר בכתובת iec.co.il

¹² אוחזר מתוך האתר בכתובת kolzchut.org.il

(י) ניתוח שחקנים

מידת עוצמה	מקור עוצמה (משאב)	אינטרס	את מי משרת	עמדה בנוגע לסוגייה	שחקן והגדרת תפקיד
רבה. שר בכיר, שייך למפלגת השלטון.	עומד בראש משרד האנרגיה, משרד חזק מאז שנת 2015. שר ותיק ובעל ניסיון בקידום מדיניות, בעל קשרים טובים עם ראש הממשלה.	פועל לקידום אישי, ליחסי ציבור טובים; למילוי התפקיד בצורה טובה. הגדלת יעדי מתחדשות ועמידה ביעדים יביאו ליחסי ציבור טובים, ולשיפור מעמדו בזירה הבינלאומית, שכן נושא זה הוא מהנושאים הבולטים בזירה הזו.	משרת את ציבור האזרחים בכלל ואת ציבור בוחריו בפרט; בעלי תאגידים וחברות בעלי משאבי טבע בישראל; משרת את מדיניות הממשלה והמפלגה.	עמדה חיובית, אך לא מובהקת. מחד, ביקש לבחון הגדלת יעדי המתחדשות. מאידך, פועל לקידום משק אנרגיה מבוסס 80% גז.	ד"ר יובל שטייניץ , שר האנרגיה
רבה. היום משרד האנרגיה הוא אחד מהמשרדים העיקריים שמעכבים פרויקטים של אנרגיות מתחדשות.	משרד האנרגיה הוא משרד חזק, בעל שר בכיר. אנרגיות מתחדשות הוא מתחומי הליבה שבהם עוסק, ועל כן בעל זכות וטו בקידום מדיניות בתחום.	פועל לטובת הגדלת תקציב המשרד וחיזוק כוחו; שמירה על קשרים טובים עם בעלי עסקים פרטיים שבבעלותם משאבי הטבע בישראל; יצירת אטרקטיביות למשקיעים לפיתוח מאגרי גז ומשאבים נוספים.	מתוקף היותו משרד ממשלתי עליו לשרת את הציבור הרחב.	עמדה חיובית, אך לא מובהקת. מחד, מעוניין לקדם שימוש במתחדשות. מנגד, פועל קודם למיצוי עתודות הגז בישראל. לפני מספר חודשים התבטא, אודי אדירי, מנכ"ל המשרד בנושא אנרגיה מתחדשת וטען שאין היא באה במקום השימוש בגז.	משרד האנרגיה - אחראי על משקי האנרגיה ומשאבי הטבע, מפקח על גופים ציבוריים ופרטיים בתחום.
בינונית. מדובר בגוף ביצועי, ופחות יוזם מדיניות.	פועלת מכוח הסמכות של משרד האנרגיה ונמצאת בין המשרד לבין חברת החשמל, שאחראית על אספקת החשמל לצרכנים.	פועלת לטובת עמידה ביעדים הממשלתיים, הצלחה ביישום היעדים בפועל, חיזוק מנדט הרשות והגדלת תקציביה.	ציבור האזרחים בכלל, ציבור צרכני החשמל בישראל.	חיובית. מנכ"ל רשות החשמל התבטא בנושא מספר פעמים בשנים האחרונות והרשות תופסת את עצמה כגורם מרכזי בקידום אנרגיות מתחדשות.	רשות החשמל - הסדרת אספקת החשמל וביצוע בפועל של יעדי הממשלה
בינונית. נייר המדיניות פונה אליו, מכיוון שהוא אמון על תחום האחריות הרלוונטי. מתוקף תפקידו, עליו לקדם את החלופות באמצעות רתימת מנכ"ל רשות	מתוקף עבודתו ברשות החשמל, רשות ממשלתית.	פועל למען קידום פרויקטים של אנרגיה מתחדשת, עמידה ביעדי האגף וקידום אישי.	משרת את מנהלי רשות החשמל ומשרד האנרגיה. ייתכן שמשרת גם בעלי חברות פרטיות להתקנת גגות	חיובי. פרויקט זה נמצא בתחום האחריות שלו והוא מקדם פרויקטים דומים בימים אלה. הקמפיין שיצא בקיץ הקודם היה באחריות האגף בניהולו.	חוני קבלו , מנהל אגף אנרגיות מתחדשות ברשות החשמל

החשמל וגיוס מנכ"ל משרד האנרגיה.			סולאריים, בהקשר לנייר מדיניות זה.		
בינונית. מחד, היא שרה במפלגת השלטון ומאידך היא עומדת בראש משרד חלש עם תקציב נמוך.	שרה במפלגת השלטון, בעלת ניסיון מיניסטריאלי וקשרים טובים עם ראש הממשלה.	קידום אישי, הצלחה בתפקיד, חיזוק המשרד להגנת הסביבה עבור ביטוי היוקרתיות בתפקיד ועבור הגדלת תקציב המשרד.	ציבור האזרחים, מצבעיה במפלגת הליכוד, ארגונים וחברות בתחום העיסוק של המשרד להגנת הסביבה. משרת את מדיניות הממשלה והמפלגה.	חיובית. מרגע כניסתה לתפקיד התבטאה בצורה חיובית בנושא ודרשה ממשרד האנרגיה קידום אנרגיות מתחדשות.	גילה גמליאל , שרת המשרד להגנת הסביבה
בינונית. ייתכן וכוחו יתגבר, עת כניסתה של השרה החדשה לתפקיד.	משרד חלש בעל תקציב דל. ייתכן ומעמד זה ישתנה לאור כניסתה של שרה חדשה, בכירה, ממפלגת השלטון, לתפקיד.	פועל לטובת הגדלת תקציב המשרד וחיזוק הכוח; קידום מדיניות סביבתית בזירה לא אוהדת; צמצום זיהום האוויר, הקרקע והמים וירידה בנתוני התחלואה כתוצאה מזיהומים סביבתיים.	מתוקף היותם משרד ממשלתי עליהם לשרת את הציבור הרחב ואת המערכות האקולוגיות.	חיובית. קידום גגות סולאריים בא בהלימה עם מטרות המשרד.	המשרד להגנת הסביבה , שמירה על הסביבה וקידום קיימות
בינונית – נמוכה. חברת החשמל אחראית על ביצוע חלקים מהפרויקט. למשל, על חברת החשמל לאשר את המערכת הסולארית על גג הבית, אך רשות החשמל היא זו שאחראית על פתיחת המכסות ליצור חשמל סולארי.	מונופול טבעי בישראל. לאחר הרפורמה יש יטענו שירד כוחה של החברה, אך היא עדיין בעלת עניין חזקה בתחום אנרגיית החשמל בישראל.	פועלת למען שמירה על כוחה מול גורמי הממשל, הגדלת תקצי החברה ושירותי חשמל טובים לאזרחים.	משרתים את משרד האנרגיה, רשות החשמל וצרכני החשמל בישראל.	חיובית. במסגרת הרפורמה בחברת החשמל שנחתמה ב-2018, על החברה להשקיע מיליארדי שקלים לפיתוח רשת הולכה חכמה, שתתמוך בכניסה של אנרגיות מתחדשות על מנת לעמוד ביעדי הממשלה.	חברת החשמל - חברה ממשלתית וציבורית , המייצרת חשמל ומספקת אותו לכל מגורי המשק בישראל וברשות הפלסטינית
בינונית, כי מדובר בחברות קטנות בהשוואה לחברות הדלקים הפוסיליים.	חברות עסקיות בעלות איגוד, לובי וקשרים.	פועלות לטובת הגדלת רווחים, הגדלת מספר הפרויקטים בעבודה ושמירה על הסביבה.	משרתות את עצמם, את העובדים שלהם, אזרחים שרוצים להתקין גגות סולאריים.	חיובית. בזה חברות אלה עוסקות.	חברות פרטיות להתקנת פאנלים סולאריים
יחסית נמוכה, ארגונים דלי משאבים.	תמיכת הציבור הרחב בפעילות הארגונים.	קידום משק אנרגיה מבוסס 100% אנרגיות מתחדשות, שמירה על בריאות הציבור ואיכות הסביבה.	מייצגים את הציבור הרחב ובפרט, ציבור המתגורר בצמוד לתחנות כוח ותעשייה מזהמת.	חיובית, מכיוון שסוגיית האנרגיה היא הסוגייה העיקרית להפחתת פליטות גזי חממה.	ארגוני סביבה (NGO) - פועלים לעצירת משבר

					האקלים והגברת החוסן בישראל
אינם פעילים באופן קולקטיבי ולכן העוצמה מבזרת לאינדיבידואלים.	הסוגייה נוגעת אליהם באופן ישיר.	פועלים לחיסכון בהוצאות משק הבית, יצירת הכנסות נוספות, בית שנעים לגור בו ותדמית ירוקה.	משרתים את העניין האישי שלהם.	צמודי קרקע בעלי גגות סולאריים נוקטים בעמדה חיובית. בעלי בתים ללא גגות סולאריים – חסרי עמדה/ עמדה לא חיובית – בזה בעיית הנייר עוסקת.	בעלי צמודי קרקע
מידת העוצמה הפוטנציאלית היא רבה, אך מידת העניין היא נמוכה. ולכן נצפה לאדישות מסוימת, בייחוד בתקופה זו, תחת משבר הקורונה.	שר בכיר, בעל כוח, קשרים, ציבור בוחרים אוהד. המשרד שהוא נמצא בראשו, נמצא בכותרות בימי אלה כתוצאה מנגיף הקורונה.	פועל למען קידום אישי ויחסי ציבור טובים ומילוי תפקידו בצורה טובה – זוהי פעם ראשונה שאדלשטיין בתפקיד שר.	ציבור האזרחים בכלל, וציבור בוחריו בפרט. משרת את מדיניות הממשלה והמפלגה.	לא התבטא בנושא בעבר. מחד, ניתן לשער שיהיה בעד, מכיוון שהולם את תפיסת משרד הבריאות. מאידך, ניתן לשער שיש סיבה שלא התבטא בעבר, ייתכן שבגלל הקורונה.	יולי אדלשטיין, שר הבריאות
מידת העוצמה בדומה לניתוח של אדלשטיין.	משרד בעל כוח בינוני ותקציב משמעותי. ייתכן וכתוצאה ממשבר הקורונה כוחו יעלה ויכול לנצל זאת גם בתחומים נוספים.	ירידה בנתוני התחלואה והתמותה בכלל, וכתוצאה מזיהום אוויר ובעיות סביבתיות בפרט.	מתוקף היותם משרד ממשלתי עליהם לשרת את הציבור הרחב.	חיובית. מכיוון ששימוש באנרגיה מתחדשת מביא לצמצום זיהום האוויר.	משרד הבריאות, שמירה על בריאות הציבור