נספח 1. שיטת מידול

במאמר נבחנו המרכיבים הגאוגרפיים, האנרגטיים והכלכליים של הקמת מערכות אנרגיה מתחדשת ואגירה.

1. **מודל גאוגרפי – כריית נתונים גאוגרפיים ועיבודם**

ביירן במאמרו מ-2015 הגדיר שלוש קטגוריות של שיטות עבודה עם מידע גאוגרפי לצרכי אומדן פוטנציאל סולרי בדו שימוש, קרי כשלוחות הסולאריים מותקנים על גבי גגות. הראשונה היא שיטה סטטיסטית המניחה הנחות על בסיס כמות תושבים, ללא בחינה של המרחב האורבני עצמו והשלישית היא שיטה ברמת דיוק מירבית שאומדת וממדלת בתלת מימד כל מבנה, שיפוע, הצללה וכיוב' [10] הכלי שפותח נכלל בקטגוריית הביניים – כלי המשתמש בניתוח גאוגרפי מפורט ומניח הנחות מקובלות בנוגע לפוטנציאל סולרי אפשרי, ללא בחינה ידנית או מידול פרטני. לראשונה, מידע גאוגרפי ואנרגטי מונגשים לכל ומספקים מידע אחיד לישובים רבים.

מאגרי מידע זמינים המשתמשים בשכבות מידע ארציות מוסכמות ואחידות (בסיס הנתונים הטופוגרפי הלאומי [בנט"ל] של המרכז למיפוי ישראל [3]) הותאמו באמצעות מערכת מידע גאוגרפי (GIS) ייעודית לתחום האנרגיה. המידע הגאוגרפי הגולמי עבר עיבוד והכללה לפי שטח, גובה, שימוש וזיקה למרחב סמוך שניתן לקרות בפאנלים לטובת צל (מכלולים). מתוך כ-30 אלף מבנים ומכלולים נגרעו כ-40% שלא מתאימים להתקנת פאנלים משיקולי היתכנות כלכלית – מבנים שהגגות שלהם קטנים מ-70 מטר רבוע. בנוסף, בוצעה השלמת נתוני רפתות ולולים בעזרת נתוני משרד החקלאות.

2. **המרה מנתונים גאוגרפיים להספק פוטנציאלי** – כלל הגגות והשטחים שניתן לקרות עברו חלוקה לקטגוריות הבאות: מגורים, ממשלתי, תעשייה, חינוך, תיירות, מסחר ושרותים, תרבות, דת, חניונים, תחבורה מגרשי ספורט או חנייה, לולים ורפתות, מאגרי מים מלאכותיים ועוד (פרוט בטבלה נ1, עמודה ימנית וטבלה נ2,עמודה ימנית). ההמרה מכלל השטחים תחת אותה קטגוריה להספק שמקורו באותה הקטגוריה (מקור הזרם – תעשיה, מגורים וכיוב') נעשה באמצעות שימוש בהנחות שטח גג פנוי להתקנה בכל אחד מהזרמים. (טבלה נ1, עמודה שמאלית וטבלה נ2,עמודה שמאלית) והמרת השטח הפנוי בהספק סולרי שיתקבל ממנו במידה ויהיו עליו פאנלים סולרים (טבלה נ3, מ"ר לק"ו). חלוקה לזרמים מאפשרת כינוס הנתונים ברמה של ישוב- אלו זרמים יש בישוב? מהם הזרמים המרכזיים? כמו גם כינוס נתוני הזרמים ברמה שלכל מעוצה אזורית בנפרד וברמה של

החבל כולו (כולל העיר נתיבות). מיפוי נוסף נעשה בהתאם לגדלי מערכת שניתן להקים (בקפיצות של 50KW).

טבלה נ1. הנחות בדבר אחוז שטח גג הפנוי להתקנה של פאנלים סולריים כתלות בשימוש המבנה ובגובה שלו

מבוסס על ראיונות עם חברות אנרגיה המתמחות בהתקנה על גגות וקירוי. מבנים שהגובה שלהם לא יודע – הונחה ההנחה השמרנית ביותר בדבר השטח הזמין.

קטגוריה	קבוצת גובה	אחוזי ניצול
מגורים	אין נתוני גובה	20%
מגורים	קרקע עד 3	55%
מגורים	3–6	20%
מגורים	מעל 6	20%
ממשלתי, לאומי, עירוני	אין נתוני גובה	60%
ממשלתי, לאומי, עירוני	קרקע עד 9	70%
ממשלתי, לאומי, עירוני	9–18	60%
ממשלתי, לאומי, עירוני	18–21	40%
ממשלתי, לאומי, עירוני	מעל 21	30%
חינוך	אין נתוני גובה	70%
חינוך	קרקע עד 3	70%
חינוך	מעל 3	70%
תיירות	אין נתוני גובה	30%
תיירות	קרקע עד 3	30%
תיירות	מעל 3	30%
מסחר ושירותים	אין נתוני גובה	60%
מסחר ושירותים	עד 3	70%
מסחר ושירותים	מעל 3	70%
מסחר ושירותים	קרקע עד 9	70%
מסחר ושירותים	9–12	60%
מסחר ושירותים	12–30	50%
מסחר ושירותים	30 עד 45	40%
מסחר ושירותים	מעל 45	30%
תעשייה	אין נתוני גובה	70%
תעשייה	קרקע עד 3	70%
תעשייה	מעל 3	70%
תרבות	אין נתוני גובה	70%
תרבות	קרקע עד 3	70%
תרבות	מעל 3	70%
דת	אין נתוני גובה	70%
דת	קרקע עד 3	70%
דת	מעל 3	70%
רפת/לול	אין נתוני גובה	70%
רפת/לול	קרקע עד 3	70%

קטגוריה	קבוצת גובה	אחוזי ניצול
רפת/לול	מעל 3	70%
גנים ציבוריים	אין נתוני גובה	20%
גנים ציבוריים	קרקע עד 3	20%
גנים ציבוריים	מעל 3	20%
חניונים	אין נתוני גובה	50%
חניונים	קרקע עד 3	50%
חניונים	מעל 3	50%
תחבורה	אין נתוני גובה	70%
תחבורה	קרקע עד 3	70%
תחבורה	מעל 3	70%
רפואה	אין נתוני גובה	70%
רפואה	קרקע עד 3	70%
רפואה	מעל 3	70%
לא מסווג	מעל 3	70%
לא מסווג	קרקע עד 3	70%
לא מסווג	אין נתוני גובה	70%
בריכה ללא סיווג	אין נתוני גובה	30%
בריכת חמצון	אין נתוני גובה	30%
בריכת שחייה	אין נתוני גובה	30%
מאגר מים	אין נתוני גובה	30%
בריכת נוי/מזרקה	אין נתוני גובה	30%
בריכת השקיה	אין נתוני גובה	30%
מגרשי ספורט	אין נתוני גובה	60%
בתי קברות	אין נתוני גובה	60%

טבלה נ2. הנחות בדבר אחוז שטח הזמין לקירוי והצללה באמצעות פאנלים סולריים כתלות בקטגוריה של המכלול (מכלול – שטח שסובב שימוש ציבורי מסויים)

מבוסס על ראיונות עם חברות אנרגיה המתמחות בהתקנה על גגות וקירויים.

קטגוריה	אחוז ניצול (מכלול)
תעשיה, לא מסווג גנים ציבוריים, רפואה	20%
חינוך, תרבות, ממשלתי, תיירות, לאומי, עירוני, בריכה ללא סיווג, בריכת חמצון, בריכת שחייה, מאגר מים, בריכת נוי/מזרקה, בריכות השקיה	30%
מסחר ושירותים	40%
תחבורה, חניונים	50%
ספורט, בריכות שחיה, בתי עלמין	60%
רפת/לול	70%

על בסיס החלוקה לסוגי מבנים ושטחים חושבו אחוזי הקירוי הנדרשים (קונסטרוקציה הנבנית לטובת הקמת המערכות). שני הנתונים האחרונים – תמהיל המערכות לפי גודל ושיעור ההספק שדורש קונסטרוקציה – הם נתונים קריטיים הנדרשים להערכה נכונה הן של עלות המערכות והן של הכנסותיהן. נעשה שימוש במודל האנרגטי על מנת לבנות פרופיל ייצור יישובי, אשר בשילוב עם פרופיל הצריכה היישובית ואחוז עצמאות אנרגטית נדרש [1], מאפשר לאמוד את כמות האגירה (הספק וקיבולת) שתספק ליישוב את העצמאות הנדרשת, או את העצמאות האנרגטית המקסימלית האפשרית בכפוף לייצור מערכות ה-PV (הקטן מבין השניים). יצוין עוד כי, על מנת לייצר כדאיות כלכלית **בשגרה**, הונח כי האגירה שתבנה בפועל תהיה בעלת קיבולת של חמש שעות אגירה בהספק מלא, וזאת על מנת לאפשר פריקה ברוב שעות הפסגה בימי שגרה. בנוסף, המודל האנרגטי מאפשר לנו לבחון את כמות האנרגיה (KWH) הנוספת שניתן יהיה להזרים לרשת בימי שגרה במידה שהתשתית הנתונה ביישוב תאפשר זאת. המודל הכלכלי מאפשר לנו לחשב את עלות ההקמה הכוללת – תוך התייחסות כאמור לפרופיל הגודל של המתקנים הסולריים כמו גם עלויות הקירוי, העלות הנחסכת (הכוללת עלויות חיצוניות נחסכות) ואת התמיכה הכלכלית הנדרשת לטובת תמרוץ היזמים להקמת המערכות (ראו איור 1 בגוף המאמר). זאת, בהנחה כאמור שבימי שגרה המתקנים פועלים במסגרת התעריפים והאסדרות הקיימות של רשות החשמל.

3. **מאזן אנרגיה יישובי ברמה השעתית**: **המאזן נבנה באמצעות השוואה בין פרופיל הייצור השעתי לבין פרופיל הצריכה השעתי**

3.1. **פרופיל ייצור** שעתי ליום ממוצע נבנה בחלוקה לשלוש עונות – חורף, מעבר וקיץ. זאת על בסיס **אומדן סך הייצור השנתי** בהתאם לסך ההספק ביישוב ומקדם יכולת (Capacity Factor) כמפורט בטבלת ההנחות, ו**פרופיל הייצור השעתי** – במונחי האחוז מסך הייצור השנתי אשר מיוצר בכל שעה ביממה לפי עונה – גובשו ידי ניתוח נתוני ייצור שעתיים מדגמיים [11] לאזור חבל תקומה. **פרופיל הצריכה** היישובי השעתי ביום חורף, מעבר, וקיץ ממוצע נבנה בהתבסס על נתוני **הצריכה הארציים** ברמה השעתית שהתקבלו מחברת החשמל תוך שימוש בנתוני הצריכה השנתית היישוביים של כל יישוב בחבל בנפרד. מתוך נתוני הייצור והצריכה השעתיים חושבו הייצור והצריכה השיוריים.

3.2. **הצריכה השיורית** היא הצריכה הנדרשת להשלמה בשעות בהן המערכת הסולרית לא מצליחה לספק את הצריכה היישובית השעתית הנדרשת לצורך עמידה באחוז העצמאות האנרגטית שהוגדר.

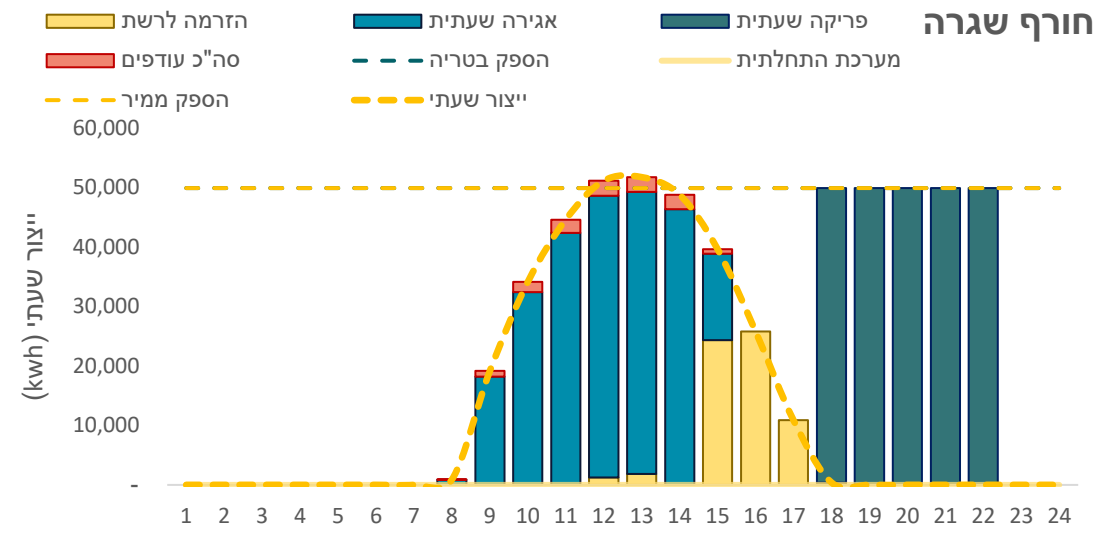
[1] במאמר זה הגדרנו את אחוז העצמאות האנרגטית הנדרש להיות 100%, כלומר, המודל מגיע לעצמאות האנרגטית המקסימלית האפשרית

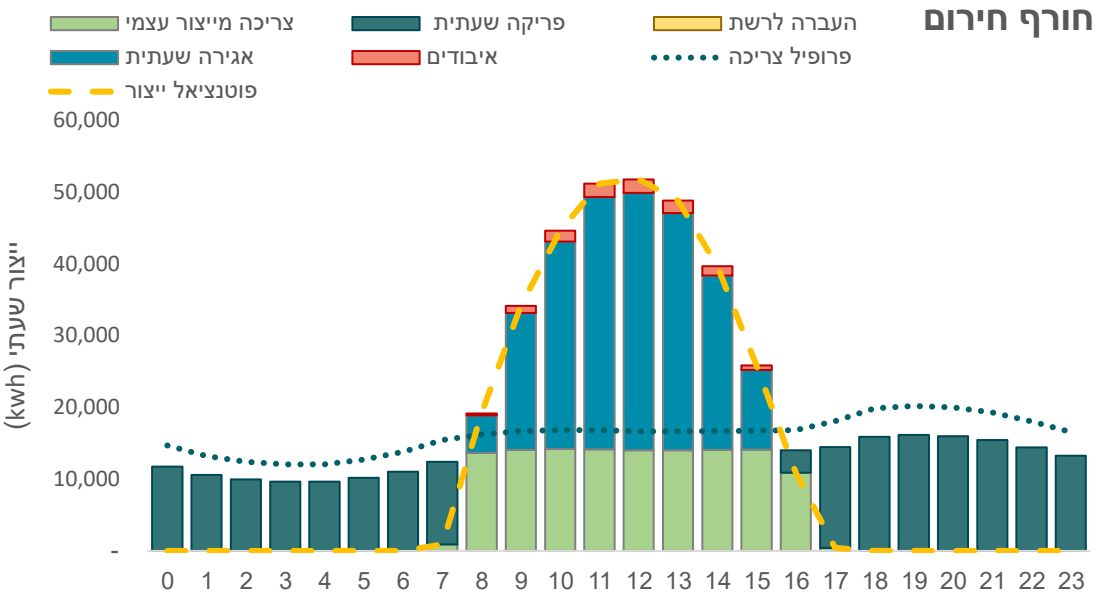
3.3. **הייצור השיורי** הוא כמות האנרגיה הזמינה להזרמה למערכת האגירה או לרשת החשמל הארצית לאחר שסופקה הצריכה היישובית הנדרשת.

4. **חישוב כמות האגירה הנדרשת** – כמות האגירה חושבה כהספק והקיבולת המינימליים הנדרשים בכדי (1) לאגור הייצור הסולרי (2) לפרוק את מלוא האנרגיה הנדרשת לצורך מענה לאחוז העצמאות האנרגטית שהוגדר (במאמר זה 100% מהצריכה היישובית בכל שעות היממה). על מנת לאפשר פעילות של מערכת האגירה באופן רווחי בימי שגרה בהם לא נדרשת מערכת האגירה לספק את הצריכה היישובית, נקבע כי האגירה שתיבנה בפועל תהיה בעלת קיבולת המאפשרת חמש שעות אגירה בהספק מלא כך שניתן יהיה לאגור אנרגיה מהמערכת הסולרית בשעות השפל ולפרוק אותה במהלך שעות הפסגה, מבנה זה מאפשר פעילות כלכלית מיטבית של מערכת האגירה. זאת בכפוף להספק והקיבולת המינימליים הנדרשים בעת חירום.

בעיר שדרות ניתן לראות את ההבדלים שבין הפעלת מערכת האגירה בימי שגרה במשטר כלכלי (העיר מחוברת לרשת הארצית והאגירה משמשת כמקור הכנסה נוסף בזכות ניצול פערי העלות של חשמל בין שעות שפל לשעות פסגה, או מוצמדת למערכות פוטו-וולטאיות ועל כן אוגרת את החשמל המיוצר במהלך שעות השפל ומזרימה אותו לרשת במהלך שעות הפסקה, בתעריפי הזנה גבוהים יותר) ובין הפעלתה בחרום בצורה של עצמאות אנרגטית (העיר מנותקת מהרשת הארצית ומספקת לעצמה את מקסימום הצריכה האפשרית בהינתן הפוטנציאל הסולרי המותקן). באיור נ1 ניתן לראות כי בשגרה מערכת האגירה אינה קשורה לפרופיל הצריכה היישובי והיא פורקת את כל האנרגיה הסולרית האגורה בשעות השפל בחמש שעות הפסגה 18:00–23:00 בעוד שבתרחיש עצמאות אנרגטית האנרגיה נפרקת בהתאם לצריכה השיורית (צריכה שלא מקבלת מענה ישירות מהפאנלים או שמתקיימת בשעות ללא שמש) השעתית ואחוז העצמאות האנרגטית המירבי האפשרי בעיר.

איור נ1. ייצור ואגירה בשגרה אל מול ייצור ואגירה בחירום





5. **המודל הכלכלי בראי בעלי הפרויקט (בראי היזם)** [2] גובש במטרה לבחון את רווחיותם של פרויקטים מסוגים שונים וכן את אחוז התמיכה הממשלתית הנדרשת ברמה פרויקטאלית, על מנת לקדם פרויקטים שאינם כדאיים כלכלית כיום.

5.1. <u>ניתוח מערכות סולריות</u> בראי בעל הפרויקט/יזם – עלויות הקמה של מערכות בגדלים שונים (מערכות קטנות בגודל 15kw, מערכות בגודל 50kw ובקפיצות של 50kw עד מערכות הגדולות מ-300kw) נבחנו אל מול הרווחים הצפויים ממכירת האנרגיה

[2] בעל הפרויקט ולא יזם, מכיון שביזור ייצור אנרגיה בתוך הרקמה הישובית והאורבנית מייצרים יזמויות מסוג חדש כגון הרשויות עצמן, קהילות, בעלי הדירות בבניין, בעלי המבנים באזור התעשיה ועוד. לעומת זאת היזם הקלאסי בתחום של אנרגיה מתחדשת אינו הבעלים של הפרויקט אלה הוא חלק משותפות עם בעל הזכויות בקרקע עליה מוקדם השדה הקרקעי.

המיוצרת לרשת על-פי תעריף האסדרה למערכות סולריות בדו-שימוש הקטנות מ-630kw. הניתוח מתייחס גם לעלויות הנובעות מהקמת קונסטרוקציה ייעודית לקירוי, למשל במערכות הנבנות מעל מגרשי ספורט או מגרשי חנייה לא מקורים (טבלה נ3). ניתוח של סוג וגודל הפרויקטים שקמו בשנים האחרונות בתחומי הערים הראה כי כמעט ולא מוקמים בפועל פרויקטים עם הספק העולה על 200KW. הסיבה לכך היא כי רווחיות הפרויקט נשחקת עם הגדלת המערכת בשל הירידה בתעריפי ההזנה המשולמים בהתאם לאסדרה התעריפית של רשות החשמל למערכות הקטנות מ-630KW. על כן, התשואה הפרויקטלית של מערכות סולריות בגודל 200kw הוגדרה כתשואה הרווחית ליזם (14%). על בסיס תשואה זו חישבנו את התמיכה הממשלתית הנדרשת (סכום הכסף שנדרש להוסיף ליזם על מנת שיוכל להגיע לתשואה פרויקטלית דומה לזו של מערכות בגודל 200kw).

יש לציין כי לאור האמור לעיל רשות החשמל פרסמה לאחרונה עדכון לאסדרה התעריפית למערכות אלו, אשר הגדיל משמעותית את התעריף המשולם למתקנים סולריים בהספק העולה על 200KW [9]. הניתוח מראה כי, בעקבות עדכון זה, גם מערכות סולריות הגדולים מ-200KW שאינן מצריכות קירוי רווחיות לבעל הפרויקט. על כן, בעקבות העדכון התעריפי, מוערך כי נדרשת תמיכה ממשלתית למערכות הדורשות הקמת קונסטרוקציה ייעודית בלבד (ולא נדרשת תמיכה להקמת מערכות על גגות).

5.2. <u>ניתוח מערכות אגירה</u> בראי בעל פרויקט/יזם – נבדקה כדאיות כלכלית של מערכות האגירה בגדלים השונים ובדפוסי פעילות שנים (מערכות אגירה הנטענות ישירות ממערכות סולריות בשעות השפל והפורקות את החשמל לרשת החשמל הארצית בשעות הפסקה, או מערכות אגירה הנטענות ישירות מהרשת בשעות השפל והפורקות חזרה לרשת בשעות הפסגה).

ניתוח זה אינו מתייחס לסבירות החיבור לרשת, לא היה באפשרותנו לבחון את כמות מתקני האגירה שיוקמו, את מיקומם, גודלם ואופן פעילותם על כן הונחו שתי הנחות מרכזיות:

5.2.1. עלויות המערכות חושבו על בסיס הנחות שמרניות מתוך בסיס נתונים המפורסם על ידי ה-National Renewable Energy Laboratory האמריקאי (NREL) (טבלה נ4) . ככל הנראה ניתן יהיה להקים מערכות בעלויות נמוכות יותר מאלו. בנוסף, עלויות אלו כוללות בתוכן מרכיבים שתלויים בגודל המערכות (הספק וקיבולת) ורכבי של עלות קבועה לכל הגדלים, ועל כן כמות וגודל המערכות שיוקמו בפועל תשפיע על עלויות ההקמה באופן משמעותי. לטובת

הניתוח, הונח כי גודל המערכות שווה לכמות האגירה הנדרשת בכל יישוב בנפרד.

5.2.2. התמיכה הממשלתית מבוססת על ניתוח התמיכה הממוצעת הנדרשת כיום למערכות אגירה שעובדות בהתאם לאסדרה של רשות החשמל למערכות סולריות בשילוב אגירה והיא 38% מעלות ההון [5] המערכות המוקמות יידרשו לתמיכה נמוכה מזו, ככל הנראה, לאור הירידה במחירי מערכות האגירה ושינוי התעריף לפריקה מאגירה משולבת מערכות סולריות בשעות הפסגה, כפי שפורסם על ידי רשות החשמל בתחילת השנה.

ניתוח כלכלי משקי בוחן את עלויות ההקמה של המערכות הסולריות ומערכות האגירה למשק, העלות הנחסכת מהקמתם ביחס לחלופה הפוסילית וסך התמיכה הממשלתית הנדרשת (שנגזרת מאחוז התמיכה הנדרש המחושב מתוך ניתוח הרווחיות ברמת היזם).

5. בניתוח המשקי חושבה העלות הכוללת של הקמת כלל פוטנציאל הייצור הסולרי ומערכות האגירה המאפשרות הגעה לעצמאות אנרגטית מקסימלית, תוך פריסת הקמתן על פני מספר שנים בקצב ההולך ומתגבר, בהנחה כי הרווחיות תלך ותשתפר עם ירידת מחירי ה-PV והאגירה כמו גם כניסתם לתוקף של תמריצים ממשלתיים חדשים: מרכיבי העלות הכוללת הם:

- עלויות ההון
- עלויות התחזוקה השנתיות
- עלות נחסכת – העלות הנחסכת ממניעת הקמה של תחנות כח מבוסס גז פוסילי – יחידות מחזור משולב חדשות – וצמצום הפעלה של יחידות מחזור פתוח הנובע מפריקה של מערכות האגירה בשעות הפסגה (טבלה נ5).
- העלות החיצונית הנחסכת מאי ההפעלתן של היחידות לעיל.

הניתוח מבוסס על המודל האנרגטי המשקי (בו נכנסות המערכות לאורך מספר שנים) ובכך מאפשר הפנמה של בירידת המחירים הצפויה (של המערכות הסולריות ומערכות האגירה, ראה אחוז ירידת מחיר שנתי בטבלה נ3). בנוסף, גובה התמיכה הממשלתית הנדרשת חושב על בסיס תוצאות הניתוח היזמי כפי שתוארו בסעיף 5.

טבלה נ3. הנחות מרכזיות – ניתוח כלכלי של מערכות PV

הנחה	יחידות	ערך	מקור
כללי			
המרה ₪ לדולר	₪ / $	3.81	
שיעור היוון יזמי	%	14%	הנחה (IRR לא נשחק במערכות הגדולות מ-200 ק"ו)
שיעור היוון חברתי	%	3%	[2]
מ"ר לק"ו	מ"ר / ק"ו	8.3	הנחה המבוססת על שיחות עם יזמים
מערכות PV			
נתונים טכניים			
שיעור ירידה שנתי בייצור חשמל במערכת הסולארית	%	0.6%	[9]
שיעור עלות תחזוקה מעלות הון	%	1.7%	[7]
ייצור PV	מ"ו/מ"וש	1,750	[6]
שיעור ירידת מחיר שנתי	%	0.7%	[1]
אורך חיים מערכת PV	שנים	25	הנחה מקובלת בשוק
עלויות לפי הספק מערכת PV			
עלות מערכת			ניתוח נתוני בקשות מענקים של יזמים, המשרד להגנת הסביבה, פנימי
8.5-50	₪ לק"ו	4,592	
50-100	₪ לק"ו	3,009	
100-150	₪ לק"ו	2,966	
150-200	₪ לק"ו	2,923	
200-250	₪ לק"ו	2,880	
250-300	₪ לק"ו	2,837	
גדול מ-300	₪ לק"ו	2,795	
עלות קונסטרוקציה			
8.5-50	₪ לק"ו	6,629	
50-100	₪ לק"ו	4,344	
100-150	₪ לק"ו	4,157	
150-200	₪ לק"ו	3,970	
200-250	₪ לק"ו	3,784	
250-300	₪ לק"ו	3,597	
גדול מ-300	₪ לק"ו	3,411	
עלות איטום	₪ לק"ו	450	
עלות תשתית	₪	46,220	
עלות היתר	₪	47,355	

טבלה נ4. הנחות מרכזיות – ניתוח כלכלי של מערכות אגירה

הנחה	יחידות	ערך	מקור
<u>מערכות אגירה</u>			
נתונים טכניים			
נצילות RT	%	95.0%	[1]
עומק פריקה	%	80.0%	[1]
דגרגציה	%	0.5%	[1]
שעות פריקה	שעות	5	הנחה (מס שעות פסגה בחורף)
מס ימי פסגה	ימים	273	חישוב
מחזורי טעינה	#	5,500	הנחה מבוססת [1]
אורך חיי סוללה	שנים	20	חישוב מבוסס מחזורי טעינה
עלויות			
עלות תחזוקה שנתית (אחוז מעלות ההון – בהנחה שיש 365 מחזורי טעינה בשנה)	%	2.5%	[1]
עלות תחזוקה (% מעלות ההון)	%	1.9%	[1]
שיעור ירידת מחיר שנתי	%	5%	[1]
<u>עלויות מערכת</u>			
עלות הון ליחידת קיבולת	דולר לקוט"ש	209	[1]
עלות הון ליחידת הספק	דולר לק"ו	803	[1]
עלות הון קבועה	דולר	184,659	[1]

טבלה נ5. הנחות מרכזיות – עלויות ת"כ בגז פוסילי (לרבות עלויות חיצוניות)

הנחה	יחידות	ערך	מקור
<u>חישוב עלות נחסכת</u>			
מקדמי פליטה			[5]
<u>מחזור משולב</u>			
$PM_{2.5}$	גרם לקוט"ש מיוצר	0.01	
NO_X		0.19	
SO_2		0.01	
CO_2		413	
<u>מחזור פתוח</u>			
$PM_{2.5}$		0.04	
NO_X		0.51	
SO_2		0.08	
CO_2		657	
עלויות חיצוניות	₪ לטון פליטה פר מזהם	ראה מקור	[1]
עלות נחסכת			
מחיר גז	₪ / MMBTU	18.3	[7]
מקדם LHV	יחס HHV/LHV	1.1	
<u>נצילות</u>			מקור נצילות
מחזור משולב	%	50%	[7]
מחזור פתוח	%	37%	ייצור ברוטו וצריכת גז בטורבינות ישנות + טווח נצילות בין 37% ל 41% על פי שיחה עם מומחה
<u>צריכה עצמית</u>			
מחזור משולב	%	3%	[7]
מחזור פתוח	%	2%	
<u>עלות ייצור משתנה</u>			
מחזור משולב	$/mwh	2.2	
מחזור פתוח	$/mwh	2.5	

מקורות

1. בקר נ, גרוסמן מ, ברק י וחרובי נ. 2020. הספר הירוק: הערכה ומדידה של עלויות סביבתיות – עלויות חיצוניות של מזהמי אוויר וגזי חממה. המשרד להגנת הסביבה.
2. ברק ב.2020. שיעור ניכיון חברתי – לניתוח עלות תועלת. המשרד להגנת הסביבה.
3. המרכז למיפוי ישראל. 2016. בנט"ל – בסיס הנתונים הטופוגרפי הלאומי, חוברת הדרכה.
4. המשרד להגנת הסביבה. 2022. מפל"ס – מרשם פליטות לסביבה.
5. המשרד להגנת הסביבה. 2023. מתווה להשגת ביטחון אנרגטי והגנה על בריאות הציבור בגוש דן.
6. רשות החשמל. 2019. הפסקת השימוש בפחם במשק החשמל בישראל.
7. רשות החשמל. 2020. הגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030.
8. רשות החשמל. 2024. החלטה מס' 66406 – פרמיה אורבנית למתקני ייצור ואגירה.
9. רשות החשמל. 2024. החלטה מספר 68103 – ארכת תוקף ועדכון האסדרה והתעריפים למתקני יצור חשמל בטכנולוגיה פוטו-וולטאית לצריכה עצמית והעברת עודפים לרשת, ועדכון תעריפים למיתקנים פוטו וולטאיים המשלבים מתקני אגירה.
10. Byrne J, Taminiau J, Kurdgelashvili L, and Kim KN. 2015. A review of the solar city concept and methods to assess rooftop solar electric potential, with an illustrative application to the city of Seoul. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **41**: 830–844.
11. PVWatts. 2023, NREL.