



# מודל ליצירת ביטחון אנרגטי בבנייני מגורים חדשים

PROJECT NZO  
The Heschel Center for Sustainability  
Heinrich BOELL STIFTUNG



## מודל ליצירת ביטחון אנרגטי בבנייני מגורים חדשים

### הקדמה

המצב הביטחוני בישראל, בשילוב עם החשש מפגיעה משמעותית במשק החשמל אשר עלולה להביא לתקלות מתמשכות ביכולת אספקת החשמל לצרכנים, מעלים את הצורך בזיהוי מודל לחיזוק החוסן והביטחון האנרגטי במדינה.

באופן ספציפי, לאחרונה פורסם בתקשורת על תרחיש איום הנקרא תרחיש העלטה. תרחיש זה עלול להתממש בעת פגיעה ממוקדת בתשתיות קריטיות בישראל. המשמעות של תרחיש כזה עלולה להיות דרמטית וחדשה בנוף הישראלי - ניתוק של אזורי מחייה שלמים מחשמל לאורך זמן, כולל תרחישים בהם אין אספקת חשמל במשך ימים ואף שבועות.

התלות של המשק באספקת חשמל סדירה הינה גבוהה מאוד, עד לרמה של סכנת חיים, למשל אצל אלפי המונשמים הביתיים הזקוקים לאספקת חשמל רציפה ואמינה. פתרון הנבחן למצב זה הינו הצבת גנרטורים בחלק מקופות החולים, ויצירת שיתופי פעולה עם בתי חולים פרטיים ובתי מלון על-מנת לפנות לשם במקרה הצורך את המונשמים הביתיים<sup>1</sup>. עם זאת, ניתן לומר כי המענה המוצע אינו מקיף, כיוון שמדובר בפתרון נקודתי שאינו מתייחס לאפשרות אספקת חשמל רציפה בבתים גם במקרי חירום.

חוסן אנרגטי מאפשר ליחידות עצמאיות ברמות שונות - החל מרמת הדירה, עד לרמת בניין, שכונה, וכן ברמה הלאומית - להתבסס על מקורות ייצור אנרגיה מקומיים ולהשתמש בהם בשגרה ובמצבי חירום. שימוש במודל של חוסן אנרגטי צפוי לחזק את יכולת אספקת החשמל לצרכנים גם במקרי חירום קיצוניים, וכן לקדם את תהליך הביזור של משק החשמל. מענה ארוך טווח לנושא זה הינו התבססות על אנרגיה מתחדשת המיוצרת באופן מקומי ומבוזר, ושימוש במתקני אגירת חשמל להבטחת אספקת חשמל לאורך כל שעות היממה.

אנו סבורים כי על-מנת לחזק את יכולת אספקת החשמל במקרי חירום בבתים, קיים צורך בחיזוק הביטחון האנרגטי המקומי. המודל המוצע במסמך זה מייצר מענה מתאים לבנייני מגורים חדשים, תוך זיהוי ופתרון החסמים, והדגשת היתרונות בהתייחסות לביטחון אנרגטי ברמת הבניין. המודל מתייחס לתועלת הכלכלית והאנרגטית מפיתוח מענה מקומי לאספקת אנרגיה במצבי חירום, בהשוואה למצב הנוכחי, עבור מגוון שחקנים – הדיירים, קבלני הבנייה, חברות האנרגיה ומשק החשמל כולו. זאת באמצעות ייעול התכנון האנרגטי בבנייני מגורים בהתייחס לנושא חימום המים, מענה חשמלי במצבי חירום, וייצור אנרגיה מתחדשת.

תקנות ההתגוננות האזרחית משנת 1992 מחייבות בנייה של מרחב מוגן דירתי (ממ"ד), קומתי (ממ"ק) או מוסדי (ממ"מ) בכל מבנה במדינה. אנו מאמינים כי בעת הזו קיים צורך בחיוב בנייה של מנגנון לביטחון אנרגטי מקומי במבנים החדשים, כהרחבת מודל ההתגוננות האזרחית גם לתחום החשמל בעיתות חירום.

<sup>1</sup> יואב אבן, חדשות 12, 11.01.2024.

## תוכן עניינים

4.....	רקע: אנרגיה בבנייני מגורים משותפים
6.....	סקירה בין-לאומית
7.....	המודל המוצע
9.....	ניתוח כלכלי
12.....	סיכום
13.....	נספח: יתרונות מערכת פוטו-וולטאית על פני מערכת תרמו-פוטו-וולטאית

## רקע: אנרגיה בבנייני מגורים משותפים

התכנון האנרגטי בבנייני מגורים משותפים חדשים מותאם לצרכי העבר של דיירי הבניין, ואינו צופה פני עתיד. במסמך זה אנו בוחנים מודל חדש אשר מאפשר חיבור של מערכות לייצור אנרגיה מתחדשת, חימום מים יעיל, ומתן מענה לביטחון אנרגטי במצבי חירום. כל אלו מאפשרים בנייה של בניינים חדשים המותאמים לצרכים הנוכחיים והעתידיים של דיירי הדירות, באופן המספק יתרונות רבים למשק החשמל כולו. בפרק הבא נבחן את המצב הנוכחי בהתייחס לשלושה מרכיבים: אספקת חשמל במצבי חירום, חימום מים, וייצור אנרגיה מתחדשת בשטח הבניין.

### אספקת חשמל בחירום

תקנות התכנון והבניה מחייבות מתן מענה לחשמל במקרי חירום בבניינים מעל 30 מטר (ניתן להתייחס לכך כמבנים מעל 8 קומות) עבור מערכות הבניין. כדי לענות על צורך זה, חוק התכנון והבניה מחייב התקנת גנרטור חשמלי.

הגנרטור המותקן בבניינים גבוהים מיועד לאפשר אספקת חשמל במקרי חירום למערכות הבניין, לדוגמה מעליות, משאבות מים, מפוחי עשן ועוד, למשך 90 דקות - משך הזמן המאפשר לכוחות הכיבוי לפנות את דיירי הבניין<sup>2</sup>.

גנרטורים אלו מופעלים באמצעות דלק סולר, שהינו דלק מזהם, ומחייבים תחזוקה והרצה תקופתית. העלות הראשונית של הגנרטורים היא גבוהה, ומושתת היום על קבלני הבניה. עלות התחזוקה מושתת כיום על דיירי הבניין.

לעתים אין פיקוח נאות על מוכנותם של הגנרטורים לשעת חירום. במקרי קיצון ממושכים, כגון השבתה ממושכת של אספקת חשמל במדינה, קיים סיכון שלא ניתן יהיה לספק את הסולר הנדרש להפעלת הגנרטורים בשעת חירום.

### חימום מים

בהתאם לתקנות התכנון והבניה, בנייני מגורים חדשים מחוייבים לייצר אנרגיה באמצעות התקנת קולטי שמש לחימום מים בגיבוי של דוד חשמל ("דודי שמש")<sup>3</sup>. אופציה חלופית לכך הינה שימוש במערכות שונות שאינן דודי שמש לצורכי חימום מים בבניין, ובלבד שהיעילות האנרגטית שלהן זהה לדודי שמש, ומסוגלת לספק אנרגיה בכמות הנדרשת עבור חימום מים דירתי. דרישה זו חלה בבניינים עד לגובה של 8 קומות. בבניינים גבוהים, מעל ל-8 קומות, הדרישה חלה על 8 הקומות העליונות בבניין בלבד, ואילו הקומות התחתונות משתמשות במשאבות חום לחימום מים<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> סעיף 158א, חוק התכנון והבניה, תשכ"ה-1965.

תקנות התכנון והבניה (בקשה להיתר, תנאים ואגרות), תש"ל-1970.

<sup>3</sup> סעיף 24 לתקנות התכנון והבניה (תכן הבניה) (תברואה), תש"ף-2019.

<sup>4</sup> הדרישה למשאבות חום חלה על מבנים שאושרו לבניה משנת 2019 ואילך.

עם השנים הטכנולוגיה לחימום מים התקדמה וכיום ישנן אפשרויות יעילות יותר מבחינה אנרגטית לצורכי חימום מים. לדוגמה, נמצא כי צריכת החשמל השנתית לחימום מים באמצעות דוד החשמל (בימים בהם קולטי השמש אינם מספיקים לחימום המים) גבוהה מצריכת החשמל השנתית של משאבת חום מתקדמת.

## ייצור אנרגיה מתחדשת

כיום לא קיימת חובה להתקנת מערכות לייצור אנרגיה מתחדשת בשטחי בנייני מגורים חדשים. בהתאמה לכך, קיימים בניינים מעטים ביותר אשר משתמשים בשטח הבניין לייצור אנרגיה מתחדשת. מיזם "[שמש לכלום](#)" מקדם הצבת מערכות לייצור אנרגיה מתחדשת על גגות בנייני מגורים קיימים, ומסייע לדיירי הבניין אל מול האתגרים השונים בהקמת מערכות אלו.

בחודש אוגוסט 2024 המועצה הארצית לתכנון ולבנייה אישרה תקנות חדשות המחייבות התקנת מערכות פוטו-וולטאיות בכל בניין חדש שאינו למגורים בעל שטח גג גבוה מ-250 מ"ר, ובכל בית מגורים צמוד קרקע בעל שטח גג של 100 מ"ר לפחות<sup>5</sup>. התקנה החריגה בנייני מגורים משותפים מדרישות אלו.

המודל המוצג במסמך זה מאפשר לכלול בתקנות החדשות גם בנייני מגורים חדשים, תוך שימוש בשטח הגג לייצור חשמל ממקורות מתחדשים ושילוב מתקני אגירת חשמל המספקים ביטחון אנרגטי.

לסיכום, על-פי המצב הנוכחי אלו החובות האנרגטיות הקיימות בבנייני מגורים משותפים:

**חשמל במקרי חירום למערכות הבניין:** הצבת גנרטורים המתבססים על סולר (בבניינים רבי-קומות).

**חשמל במקרי חירום לדירות הבניין:** אין כיום מענה מתאים.

**מערכות לחימום מים:** דודי שמש על גג הבניין במבנים נמוכים, שילוב עם משאבות חום במבנים גבוהים.

**ייצור אנרגיה מתחדשת בשטח הבניין:** אין.

על-פי ההערכה הרווחת, בכל שנה צפויים להיבנות בישראל בין 60,000-80,000 יחידות דיור חדשות, רובן בבנייני מגורים. עם זאת, כמעט ולא מוקמות מערכות פוטו-וולטאיות על בנייני מגורים קיימים, לאור קשיים טכניים, רגולטוריים וכלכליים.

לאור זאת, אנו מציעים לשנות את ההסתכלות האנרגטית הכללית בבניין מגורים לצורך ניצול מיטבי של תשתיות הבניין תוך חיסכון בצריכת החשמל, מתן ביטחון אנרגטי לדיירים, הבטחת אספקת חשמל בחירום ויצירת שוויון בין כל דיירי הבניין.

זאת, באמצעות מודל המחייב הקמת מערכות פוטו-וולטאיות על בנייני מגורים תוך כדי תהליך הבנייה. המודל אף מספק ביטחון אנרגטי במקרי חירום בדמות הצבת מתקני אגירה במקום הגנרטורים לאספקת חשמל. על-

<sup>5</sup> החלטה היסטורית שהוביל משרד האנרגיה והתשתיות: כל בניין חדש שאינו למגורים וכל בית מגורים צמוד קרקע יחויב בהתקנת מערכות סולאריות לייצור אנרגיה מתחדשת, משרד האנרגיה והתשתיות, אוגוסט 2024.

פי המודל, משאבות חום בנצילות גבוהה יותקנו עבור כלל הדיירים בבנייני מגורים חדשים, על-מנת לפנות את שטח הגג למערכות הפוטו-וולטאיות.

## סקירה בין-לאומית

מדינות שונות הטילו חובה על הקמת מערכות פוטו-וולטאיות בבנייה חדשה למגורים (בתים פרטיים ובנייני מגורים). מספר דוגמאות בולטות לכך הינן:

- האיחוד האירופי: האיחוד האירופי הטיל חובה על הקמת מערכות PV בבנייה חדשה למגורים במסגרת EU rooftop solar strategy. בתוך כך, קיימת הנחיה לחיוב מערכות PV בבנייה חדשה בכל מדינות האיחוד, וכן דרישה להקמת מערכות PV בכל בנייה חדשה למגורים החל משנת 2029<sup>6</sup>. על-מנת לעמוד בדרישות אלו, חלק ממדינות גרמניה, ובתוך כך בוואריה וברלין, כבר מחייבות הקמת מערכות PV בבנייה חדשה למגורים.

- יפן: טוקיו מקדמת חיוב להקמת מערכות PV בבנייה חדשה למגורים החל משנת 2025<sup>7</sup>.

- קליפורניה: החל משנת 2019, קליפורניה מחייבת הקמה של מערכות PV בבתי פרטיים ובבניינים משותפים. בשנת 2022 קליפורניה הרחיבה את הסטנדרטים שלה בתחום, בדרישה להתקין מערכת PV ומתקני אגירה בבניינים חדשים שאינם למגורים וברבי קומות חדשים למגורים<sup>8</sup>.

לא נמצאו דוגמאות למדינות ו/או ערים בהם קיימת דרישה לפתרון של ביטחון אנרגטי דירתי. הצורך בישראל למענה לשעות חירום שונה ממרבית מדינות העולם ומחייב פתרונות יצירתיים. יש לציין שירידת עלות מתקני אגירה, אשר מתרחשת בקצב מהיר בשנים האחרונות, מאפשרת גיבוש מענים חדשים אשר עלותן היתה גבוהה מאוד עד לאחרונה.

---

<sup>6</sup> [EU Solar Energy Strategy](#), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, and the Committee of the Regions, European Commission, 2022.

<sup>7</sup> [Tokyo Solar Power](#), Bureau of Environment, Tokyo Metropolitan Government.

<sup>8</sup> [2019 Residential Compliance Manual](#), California Energy Commission, Chapter 7.

[2022 Building energy efficiency standards for residential and non-residential buildings](#), The California Energy Commission.

## המודל המוצע

במסמך זה מוצע מודל המהווה חלופה לתכנון האנרגטי הנוכחי בבנייני מגורים משותפים, ומאפשר חיזוק של הביטחון האנרגטי המקומי.

## אספקת חשמל בחירום

המודל כולל הקמת מתקנים לאגירת חשמל כתחליף לגנרטורים המוצבים כיום באופן מחייב על בניינים גבוהים. מתקן אגירה מאפשר מסחר שוטף בחשמל בשגרה, באופן התורם לתועלות כלכליות רבות. במקביל, המתקן מאפשר אספקת חשמל לבניין בעיתות חירום. העלות הראשונית להקמת מתקן אגירה יורדת עם השנים באופן עקבי. היעדר השימוש בגנרטור המונע באמצעות סולר תורם להפחתת זיהום האוויר ופליטות גזי החממה. חשוב להדגיש כי גם במודל זה כמות החשמל שתסופק לדירות בחירום לא תענה על דרישות החשמל בשגרה, אולם היא תאפשר להפעיל מכשירי חשמל קריטיים בדירה.

## חימום מים

המודל מציע התקנת משאבות חום מתקדמות אשר ישמשו את כלל דיירי הבניין, במקום דודי השמש המוצבים כיום על גגות הבניינים.

נמצא כי משאבות חום הן יעילות יותר מבחינה אנרגטית מדודי חשמל המשמשים לחימום מים בימים בהם השמש אינה מספיקה. בנוסף, צריכת החשמל הרגעית של המשאבות נמוכה, באופן המאפשר להפחית את שיאי הביקוש לחשמל בעונת החורף. לעומת משאבות חום, במקרים רבים המים בדודי השמש מתחממים אך אינם נצרכים, באופן המייצר איבוד משמעותי של אנרגיה.

התקנת משאבות חום בבנייני מגורים גבוהים מהווה פתרון המייצר אחידות לכלל הדירות בבניין, וצפויה להקטין את הוצאות החשמל השנתיות למשקי בית. יתרה מכך, ניתן להתקין משאבות חום באזורים מגוונים בבניין בנוסף לגג.

## ייצור אנרגיה מתחדשת

מעבר למשאבות חום במקום דודי שמש מאפשר פינוי מקום בגג לצורך הקמת מערכות פוטו-וולטאיות המייצרות חשמל. המערכות הפוטו-וולטאיות יוכלו להפיק חשמל באופן מקומי ומבוזר ולשפר את הביטחון האנרגטי בבניין. הקמת מערכת פוטו-וולטאית על גג הבניין, וכחלק מכך גם על האזור המתפנה מקולטי השמש, מאפשרת ניצול אנרגטי נכון של שטח הגג.

כלומר, על-פי המודל המוצע, אלו החובות והאפשרויות האנרגטיות בבנייני מגורים משותפים חדשים:

חשמל במקרי חירום למערכות הבניין: מתקן אגירה.

חשמל במקרי חירום לדירות הבניין: מתקן אגירה.

מערכות לחימום מים: משאבות חום.

## **ייצור אנרגיה מתחדשת בשטח הבניין: מערכת פוטו-וולטאית.**

על פי מודל זה, קבלן הבנייה יתקשר במהלך תהליך הבנייה עם חברת אנרגיה יזמית להקמת מערכת פוטו-וולטאית ומתקן האגירה, אשר יתופעלו על ידה באופן שוטף. החברה היזמית תוכל לממן את הקמת המתקנים ותהנה מן ההכנסות ממכירת חשמל. במקביל, חברת האנרגיה תחוייב לשמור במתקן האגירה הספק אנרגיה נדרש לשימוש במקרי חירום עבור מערכות הבניין והדירות, אשר ייתן מענה להפעלה של מכשירים חיוניים כגון מקרר והטענת טלפונים ניידים. קבלן הבנייה יפנה את ההשקעה הקיימת ברכישה והתקנה של גנרטור, לעבר השתתפות בהשקעה של חברת האנרגיה במתקן האגירה.

### **השפעה על הביקוש הכולל לחשמל**

המודל מספק תועלות רבות למשק החשמל. ביניהן, הקטנת הביקוש לחשמל בשעות השיא, ייצור אנרגיה בקרבת מוקדי הצריכה, ביטחון אנרגטי לדירות, חיסכון באיבודי חשמל, אגירת חשמל באזורי הביקוש, ועוד.

המודל יאפשר להקטין את העומס על רשת החשמל, ולשפר את אמינות אספקת החשמל לצרכנים בשגרה ובחירום. מעבר לכך, יכולת התמודדות עם הפסקות חשמל הינה משמעותית לשיפור איכות החיים, בייחוד לאור תהליך המעבר להתבססות על חשמל בסקטור התחבורה, התעשייה והמגורים.

### **פוטנציאל נוסף לייצור אנרגיה מתחדשת**

המודל המוצע טומן בחובו פוטנציאל נוסף לייצור אנרגיה מתחדשת במרחב העירוני, בדמות קירוי וחיפוי אזורים נוספים בשטח הבניין לצורך הצבת מערכות פוטו-וולטאיות וייצור מקסימלי של חשמל מהשמש (לדוגמה, הצבת מערכות BIPV). נושא זה עשוי להשתלב בהתקשרות עם חברה יזמית, ולהרחיב את יכולות ייצור האנרגיה המתחדשת בדו-שימוש.

### **טעינת רכבים חשמליים**

מתקני אגירה בבנייני מגורים משותפים יוכלו להגדיל את אספקת החשמל המקומית בבניין בשעות שיא העומס ולאפשר טעינה במקביל למספר רב של כלי רכב חשמליים. יתרה מכך, שילוב מתקנים לטעינת רכבים חשמליים במודל זה צפוי להגביר את הכדאיות הכלכלית ולהתאים עוד יותר את המודל לצרכים היום-יומיים והעתידיים של הדיירים. נושא זה לא נבחן במסמך אך הוא מיועד להיחקר במסגרת עבודת המשך.



במהלך הניתוח הכלכלי זהו ארבעה בעלי עניין רלוונטיים למודל המוצע:

1. חברות אנרגיה יזמיות: חברות האנרגיה צפויות ליהנות מאפשרויות מכירת החשמל הקיימות, כגון מכירה למנהל המערכת בהתאם לאסדרות התעריפיות או לדיירי הבניין כמספק חשמל. בהתאם לכך, הן גם ישאו בעלויות הקמת ותפעול של מתקן האגירה והמערכת הפוטו-וולטאית. כפי שניתן לראות מחישובי המודל, השקעה זו הינה משתלמת כלכלית. המודל הניח כדאיות כלכלית להקמת מערכות PV.

חברות אנרגיה	המודל המוצע	תשואה שנתית צפויה
אגירת חשמל	575,000 ש"ח <sup>10</sup>	7.6%

2. הבניין: דיירי הבניין צפויים ליהנות מחיסכון בעלויות חימום המים ומהרחבת המענים לאספקת חשמל במקרי חירום. כמו-כן הדיירים לא יצטרכו לשלם עלויות תחזוקה על גנרטור חשמלי, המוערכות בכ-13 אלף ש"ח בשנה.

דיירי הבניין	המצב הקיים	המודל המוצע
חימום מים	דודי שמש 369 ש"ח בשנה <sup>11</sup>	משאבות חום מתקדמות 320 ש"ח בשנה <sup>12</sup>
חשמל בחירום לבניין	216 ש"ח בשנה <sup>13</sup>	מתקן אגירה 0 ש"ח בשנה
סך הכל	585 ש"ח בשנה	320 ש"ח בשנה

3. קבלן הבנייה: במסגרת המודל, קבלן הבנייה יקים משאבות חום מתקדמות במקום דודי שמש, וכן יתקשר עם חברת אנרגיה אשר תקים ותתפעל את המערכת הסולארית ואת מתקן האגירה. כמו כן

<sup>9</sup> הנתונים המוצגים במודל זהו במסגרת שיח עם גורמי מקצוע שונים בעלי מומחיות בתחומים הרלוונטיים.  
<sup>10</sup> המודל מניח כי עלות הסוללה הינה 150 דולר לקוט"ש (בהתאם לעלות הצפויה בשנת 2026). גודל הסוללה הנבחן במודל זה הינו 1333 קוט"ש. עלות השטח הנדרש להצבת מתקן האגירה, אמצעי האוורור וכיבוי האש דומים הן עבור הצבת מתקן אגירה והן עבור הצבת גנרטור.  
<sup>11</sup> הפעלה מלאה במשך 90 ימי חורף, והפעלה חלקית במשך 60 ימים בשנה.  
<sup>12</sup> הפעלה במשך 365 ימים בשנה.  
<sup>13</sup> עלות תחזוקת הגנרטור לבניין מוערכת ב-13,000 ש"ח בשנה. החישוב הותאם לבניין של 15 קומות עם 60 דירות.

הקבלן יבנה תשתיות חשמל אשר יאפשרו אספקת חשמל בחירום לדירות. במקביל לכך הקבלן לא ידרש לרכוש גנרטור ולהכין את התשתיות הנדרשות לגנרטור, כולל חדר ומערכות אוורור.

שינויים אלו אינם צפויים להשפיע מהותית על עלויות הבנייה עבור הקבלן, היות והשטח והתשתיות הנלוות הנדרשות למערכות הקיימות דומות הן עבור גנרטורים והן עבור מתקני אגירה. העלות הראשונית להצבת משאבות חום גבוהה מעלות דודי שמש, אולם היא מתקזזת אל מול חיסכון בפריסת צנרת מים חמים מהדירות לגג, ומעבר לפתרון חימום מים אחיד לכלל הדירות בבניין.

הנחנו במודל שקבלן הבניין יתקשר עם חברת אנרגיה אשר תקים ותפעיל את מערכת האגירה בבניין. הכדאיות הכלכלית של המודל נבחנה בתרחיש שבו הקבלן ישקיע סכום הדומה להשקעה הקיימת עבור הקמת הגנרטור. בפועל עלות זו צפויה להיות נמוכה יותר כתוצאה מירידת מחירי האגירה.

עלויות לקבלן <sup>14</sup>	המצב הקיים	המודל המוצע
חימום מים	דודי שמש ש"ח 351,000 <sup>15</sup>	משאבות חום ש"ח 360,000 <sup>16</sup>
חשמל בחירום לבניין	גנרטור ש"ח 300,000 <sup>17</sup>	מתקן אגירה ש"ח 300,000 <sup>18</sup>
סך הכל	ש"ח 651,000	ש"ח 660,000

4. **מנהלי משק החשמל:** גופי ניהול משק החשמל (משרד האנרגיה והתשתיות, רשות החשמל וחברת ניהול מערכת החשמל- נגה) צפויים ליהנות מייצור ואגירת אנרגיה מתחדשת במרחב העירוני, בקרבה למוקדי צריכת החשמל, באופן המאפשר לצמצם את העומס על קווי החשמל הקיימים ולהפחית איבודי חשמל ברשת. יתרה מכך, המודל ייצר ביטחון אנרגטי לבנייני מגורים חדשים, אשר יאפשרו אספקת חשמל במקרי חירום.

תועלת מרכזית הקיימת במודל המוצע למשק החשמל נובעת מהפחתת הביקוש בשעות שיא הביקוש בחורף. שיאי הביקוש לחשמל בחורף הינם בשעות הערב, בשעות אלו משקי בית רבים מדליקים את דוד החשמל לצורך חימום המים. ביצענו בחינה של ההשפעה האפשרית משימוש במשאבות חום

<sup>14</sup> החישוב מתייחס לבניין של 15 קומות, ובו 60 דירות.

<sup>15</sup> עלות דודי שמש כ-4,500 ש"ח ליחידת דיור. עלות סלילת קו מים חמים מהדוד לדירות - כ-500 ש"ח ליחידת דיור. אורך חיים כעשר שנים.

<sup>16</sup> עלות משאבת חום כ-5,500 ש"ח ליחידת דיור. אולם הקבלן חוסך צנרת להעברת המים החמים לדירות, בעלות מוערכת של 500 ש"ח לכל דירה. אורך חיים כעשרים שנים.

<sup>17</sup> עלות גנרטור וחיבורו מוערכת ב-300,000-500,000 ש"ח.

<sup>18</sup> על-פי המודל המוצע, הקבלן משקיע סכום זה בהקמת מתקן האגירה במקום הצבת הגנרטור. סכום זה כולל השקעה של כ-50,000 ש"ח בחיווט החשמל ממתקן האגירה לדירות הבניין.

יעילות במקום דודי חשמל בשעות אלו - נמצא כי במקרה זה הביקוש צפוי לרדת בכ- **1,379 MWh**, המהווים **9.92%** מהביקוש<sup>19</sup>.

ניתוח שביצענו מראה כי יישום המודל צפוי לסייע בהקמת מערכות פוטו-וולטאיות בהספק של כ- **1.08 GWh**, ומתקני אגירה בהספק של כ- **30 GWh** בתוך 20 שנים<sup>20</sup>.

המודל המוצע במסמך מציג יתרונות כלכליים רבים לבעלי העניין השונים:

**חימום מים** - העלות לדייר נמוכה יותר בעת מעבר למשאבות חום, ואילו לקבלן הבנייה העלות דומה מאוד למצב הקיים. משק החשמל מרוויח ממעבר למערכות אחידות, המורידות את צריכת החשמל הרגעית בימי החורף.

**חשמל בחירום לבניין** - עלות השטח, מערכות האוורור וכיבוי האש דומות במצב הקיים ובמודל המוצע, לכן העלויות לקבלן דומות. אולם, המודל המוצע מאפשר ביטחון אנרגטי לדיירים - יתרון משמעותי מאוד גם למשק החשמל כולו. עבור חברות האנרגיה היזמיות פרויקטי האגירה הינם גבוליים מבחינת כדאיות כלכלית, אולם תוספות כגון הקמת מערכות פוטו-וולטאיות, חיפוי פוטו-וולטאי של הבניין (BIPV), מכירת החשמל ממתקן האגירה לטעינה חשמלית של רכבים ואספקת שירותי רשת שונים מעלים את הכדאיות הכלכלית ומרחיבים את היריעה שבה פועלת החברה היזמית. מעבר לכך, ישנה אפשרות כי החברה היזמית תהווה גם מספק חשמל עבור דיירי הבניין ותוכל להרוויח ממכירת החשמל ישירות לדיירים עצמם. נדגיש כי מעבר לשימוש בתעריף זמן ושעה (תעו"ז) ביתי בעתיד יהפוך את המודל כלכלי אף יותר בכל הנוגע למתקני האגירה.

**ייצור אנרגיה מתחדשת** - המודל מניח כי פרויקטים להקמת מערכות פוטו-וולטאיות על גגות מבני מגורים הינם כדאיים לחברות היזמיות. על כן, הנושא לא נבחן כחלק מהמודל הכלכלי עצמו. גג של בניין מגורים חדש המוערך בשטח של כ-200 מ"ר יכול להקים מערכות PV בהספק של כ-28.5 קוט"ש<sup>21</sup>, אלו מערכות בינוניות שכדאיותן הכלכלית בשוק כיום הינה גבוהה.

---

<sup>19</sup> בתרחיש בו לכל משקי הבית בישראל יש משאבות חום יעילות, ו-25% ממשקי הבית מחממים מים בשעות שיא הצריכה בחורף.

<sup>20</sup> ההערכה בוצעה עבור ממוצע הקמה של 80,000 יחידות דיור חדשות בשנה, כ-90% מהן בבנייני מגורים משותפים המכילים 48 דירות כל אחד.

<sup>21</sup> על פי חישוב של 7 מ"ר עבור כל קוט"ש.

## סיכום

התקנת משאבות חום, מערכות פוטו-וולטאיות ומתקני אגירה כאמצעי לביטחון אנרגיה בבנייני מגורים משותפים חדשים הינו כלי משמעותי בעל תרומה אנרגטית, כלכלית, ביטחונית ואסטרטגית.

אנו ממליצים לבחון יישום של המודל המוצע על מנת לתרום לחיזוק החוסן האנרגטי הלאומי של ישראל בעיתות שגרה וחירום. במקביל לכך, אנו מציעים לקדם מספר צעדים משלימים:

- קביעת היקף אנרגיה מינימלי נדרש לכל דירה במצבי חירום;
- קביעת הגדרה של מצבי חירום שבמהלכן יימכר חשמל ממתקן האנרגיה ליחידות הדיור;
- הגדרת מנגנון תשלום על חשמל שנצרך בדירות במצבים אלו;
- הגדרת הוראות הפעלה עבור אמצעים טכניים לחלוקת והגבלת החשמל בדירות.

אנו סבורים כי צעדים אלו ניתנים להשלמה על-ידי הגורמים המקצועיים ברשויות הממשלה הרלוונטיות, ויתמכו בשינוי הנדרש לצורך הטמעת המודל בעת תכנון של מבני מגורים חדשים ברחבי המדינה.

יישום המודל אף מצריך תיקוני רגולציה שיאפשרו הטמעתו בתכניות בנייה חדשות. בנושא זה אנו מציעים לבצע שינוי בתקנות התכנון והבנייה כך שיחייבו הקמת משאבות לחימום מים לכלל הדיירים בבנייני מגורים חדשים, ושימוש בשטח הגג לצורך הקמת מערכות PV. בנוסף, יש לבצע תיקון רגולטורי בסמכות שר הפנים בדבר הוספת אפשרות הקמת מתקנים לאגירת חשמל במקום גנרטורים ברבי-קומות חדשים המיועדים למגורים.

היכולת לספק חשמל במצבי קיצון היא משמעותית במיוחד בימים אלו, כאשר ארגוני טרור מציבים איום מתמיד על תשתיות החשמל. האיומים הביטחוניים מצריכים שינוי תפיסה בתכנון משק החשמל, והגברת ההתבססות על ייצור מקומי בעזרת אנרגיה מתחדשת. מעבר לשימוש מקומי בחשמל מהווה פתרון אידיאלי בהתחשב בטכנולוגיות הקיימות להפקת חשמל.

מחקר המשך יתעמק בשילוב טעינת רכבים חשמליים במודל.

## נספח: יתרונות מערכת פוטו-וולטאית על פני מערכת תרמו-פוטו-וולטאית

למערכת פוטו-וולטאית שני יתרונות מרכזיים על פני מערכת תרמו-פוטו-וולטאית (דודי שמש):

- ניצול אפקטיבי של האנרגיה המיוצרת: כמות שעות השמש הנדרשת לחימום מים עבור רחצה משפחתית ממוצעת בעונת הקיץ קטנה במערכת PV על-פני דודי שמש. בנוסף לכך, מערכת ה-PV מייצרת חשמל המנוצל באופן מקסימלי במהלך כל השנה, לעומת דודי שמש שמפיקים מים חמים המנוצלים בהתאם להרגלי הצריכה של בני הבית.
- יעילות במשך חודשי השנה: פאנלים תרמו-פוטו-וולטאיים אינם יעילים וכמעט לא מפיקים חום בעונת החורף. לעומת זאת, מערכות PV מפיקות חשמל גם בימים קרים ובלבד שיש שמש ישירה. שילוב של מערכות PV עם מתקן אגירה נותן מענה רציף לעונות השנה השונות.