

24.03.2022

הנחיות להכנות עבור הקמת מיתקן פוטו-וולטאי בבניה חדשה (Solar Ready)

1.	רקע.....	2
2.	הגדרות.....	2
3.	סוגי מבנים וחלות הדרישות.....	2
5.	הגדרת אזור אנרגיה מתחדשת.....	3
6.	אזור מינימאלי להתקנת אנרגיה מתחדשת ודוגמא לחישוב.....	3
7.	תכנון עומסים.....	4
8.	זווית ההפניה של אזור המתחדשות.....	4
9.	תכנון כללי של אזור המתחדשות בגג.....	5
10.	חשמל ושבילי חיבור.....	5
11.	נספחים.....	7

1. רקע

במסמך זה מוצגות המלצות להכנות הנדרשות להתקנה עתידית של מיתקן פוטו-וולטאי לייצור חשמל על המבנה. המסמך רלוונטי לבעלי העניין שמעורבים בתכנון גג הבניין וציווד הנלווה – מעבי מזגנים, מעקות וכד'. הכוונה היא לשמור חלק מהגג ללא הצללות וללא הפרעות להתקנה עתידית של מיתקן פוטו-וולטאי. המסמך מבוסס על הנחיות להכנת גגות לקליטת מתקנים פוטו-וולטאיים בקליפורניה ([לינק למסמך](#)), מסמך הנחיות של עיריית תל אביב ([לינק](#)) ומסמך הכנות של משכ"ל שהיה חלק ממכרז ספקים ואין לו פרסום מקוון, עם התאמות לישראל.

2. הגדרות

"מיתקן פוטו-וולטאי" – מערכת לייצור חשמל הממירה ישירות אנרגיה סולרית לאנרגיה חשמלית¹;
"קולטים פוטו-וולטאיים" – לוחות לקליטת אנרגיית שמש במערכת לייצור חשמל הממירה ישירות אנרגיה סולרית לאנרגיה חשמלית²;
"אנרגיה מתחדשת" – אנרגיה שמקורה הבלעדי הוא שמש³;
"אזור אנרגיה מתחדשת" – שטח/אזור הבניה להתקנה של מיתקנים פוטו וולטאים ללא הפרעות, חסימות או צל משמעותי בהתאם להגדרות בסעיף 3;
"מיתקן חשמלי" – מתקן המשמש לשם ייצור חשמל, הולכתו, הפצתו, צריכתו, צבירתו או שינויו (טרנספורמציה), לרבות מבנים, מכונות, מכשירים, מצברים, מוליכים, אביזרים וציווד חשמלי קבוע או מיטלטל, הקשורים במתקן⁴;

3. סוגי מבנים וחלות הדרישות

3.1. הדרישות רלוונטיות לסוגי מבנים בעלי שטח גג מעל 250 מ"ר בהתאם למפורט להלן:

3.1.1. מגורים צמודי קרקע.

3.1.2. תעסוקה, משרדים ומסחר לרבות בתי חולים, מרפאה, אכסון תיירות.

¹ הגדרה מחת"ב (עבודות ומבנים הפטורים מהירת), תשע"ד-2014.

² https://www.nevo.co.il/law_html/law01/501_065.htm#Seif24

³ הגדרה מחת"ב (חישוב שטחים ואחוזי בניה בתכניות ובהיתרים), תשנ"ב-1992

⁴ הגדרה מותאמת מספר אמות מידה של רשות החשמל. תאריך כניסה 06 למרץ 2022.

⁴ הגדרה מחוק החשמל, תשי"ד-1954

3.1.3. מבני ציבור ומגזר ציבורי לרבות בנייני התקהלות ציבורית, מוסדות חינוך להשכלה

גבוהה, בתי ספר.

3.1.4. תעשייה

3.1.5. חקלאות

3.2. הנחיות אלו לא יחולו על סוגי מבנים הבאים:

3.2.1. מבנים בעלי שטח גג מעל 5,460 מ"ר (מתקן פוטו וולטאי בהספק 700 קילוואט)

בהם נדרש היתר בניה לפי סעיף 24 [בתקנות התכנון והבנייה \(עבודות ומבנים](#)

[הפטורים מהיתר\), תשע"ד-2014](#).

3.2.2. מבני מגורים בבניה רוויה בהם שטח גג להתקנת פאנלים מכל סוג (תרמו או פוטו

ולטאים) מצומצם.

4. הגדרת אזור אנרגיה מתחדשת

האזור להתקנת אנרגיה מתחדשת יתוכנן ללא הפרעות, חסימות או צל משמעותי. האזור יכול להיות

ממוקם בכל אחד מהמקומות הבאים:

4.1. גג הבניין.

4.2. מדף הצללה/בליטה של גג הבניין.

4.3. חניה מקורה שהינה חלק מהאתר.

4.4. גג של מבנה אחר שנמצא באותה חטיבת קרקע.

4.5. מדף הצללה/בליטה של הבניין באותה חטיבת קרקע.

4.6. מבנים אחרים הכוללים, בין היתר, סככות, חניונים ומבנים דומים באותה חטיבת קרקע.

4.7. חניה מקורה שצמודה לבניין באותה חטיבת קרקע.

5. אזור מינימאלי להתקנת אנרגיה מתחדשת ודוגמא לחישוב

5.1. עבור סוגי המבנים שאינם מגורים אזור מינימאלי להתקנת אנרגיה מתחדשת חייב

להיות בשטח כולל של לפחות כדלקמן:

5.1.1. עבור מבני משרדים - לפחות 60%⁵ מסך שטח הגג.

5.1.2. עבור מבני מסחר - לפחות 80%⁵ מסך שטח הגג.

5.1.3. עבור מבני ציבור ומגזר ציבורי - לפחות 70%⁵ מסך שטח הגג.

⁵ ה-% מבוסס על התייעצות עם חברות המתקנות של פאנלים פוטו וולטאים שנערכה ע"י חב' אקוטריוידרס במסגרת העבודה עבור משרד האנרגיה בשנת 2022, מעוגל כלפי מעלה.

5.1.4. **עבור מבני תעשייה-אזור מינימאלי להתקנת אנרגיה מתחדשת חייב להיות בשטח כולל של לפחות 60% מסך שטח הגג⁶.**

5.1.5. **עבור המבני חקלאות- אזור מינימאלי להתקנת אנרגיה מתחדשת חייב להיות בשטח כולל של לפחות 76%⁶ מסך שטח הגג.**

5.2. **עבור סוגי המבנים של מגורים שאינם רב קומות- יש לכלול תכנון המערכות כך שחימום המים בחשמל או משאבת חום יתבסס על חשמל שמקורו בפאנלים פוטו וולטאיים לפחות רוב הזמן במהלך השנה למעט חורף, וזאת כאופציה חדשה (מס' 4) לטכנולוגיות המפורטות בתקנה 24 מערכות חימום מים במבני מגורים ואזור אנרגיה מתחדשת יהיה בשטח של 60% לפחות.**

5.3. **דוגמא לחישוב % משטח הבניין לאזור אנרגיה מתחדשת במקרה של הצללות קיימות:**

דוגמא מספר 1:

מצב נתון:

בניין מסחרי בעל שטח גג של 1,000 מ"ר.

בניין סמוך מצל על 750 מ"ר מהגג כך שיש פחות מ-80% עבור אזור אנרגיה מתחדשת בבניין.

שאלה: מה צריך להיות הגודל של אזור אנרגיה מתחדשות בבנין עם הצללות לעיל?

תשובה: אם לגג כולו היה אזור אנרגיה מתחדשת ללא הצללות אזור המתחדשות המינימאלי צריך שיהיה 800 מ"ר או (80% משטח הגג הכולל). לאור זאת שאזור אנרגיה מתחדשת הוא 250 מ"ר ניתן להקטין את אזור המתחדשות המינימאלי לחצי מהשטח (50%) של אזור השמש או 125 מ"ר

6. תכנון עומסים

6.1. תכנון דרישות העומסים רלוונטי במקרה בו חלק כלשהו מאזור אנרגיה מתחדשת נמצא בגג הבניין. עבור אזורי הגג המיועדים לאזור אנרגיה מתחדשת תכנון עומסי המבנים על הגג יהיו מצוינים במפורש במסמכי הבניין.

6.1.1. ההתייחסות המפורשת לעיל נדרשת כדי שהעומסים המתוכננים יהיו ידועים ככל שתותקן בעתיד מערכת אנרגיה מתחדשת והגג יתוכנן מראש בהתאמה לעומסים הנגזרים מהתקנה עתידית של מיתקן פוטו-וולטאי.

7. זווית ההפניה של אזור המתחדשות

7.1. תתאפשר חשיפה מלאה של קולטים פוטו-וולטאים לכיוון דרום (מדרום מזרח ועד דרום מערב).

7.2. הגג יהיה שטוח ככל האפשר. שיפוע הגג לא יעלה על 20 מעלות.

⁶ ה- % מבוסס על עבודה של רשות החשמל "הגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030". תאריך כניסה 02.03.2022.

7.3. גג עם שיפוע: מומלץ כי אזור המתחדשות יוגדר בשיפוע גג לכיוון דרום (מכוון בין 90 מעלות ל-300 מעלות צפון), על מנת למקסם ייצור האנרגיה הסולארית..

8. תכנון כללי של אזור המתחדשות בגג

יש לאתר ולסמן בתשריט את שטח הגג הפנוי שבו ניתן יהיה להתקין בעתיד מיתקן פוטו-וולטאי, בהתאם לדרישות הבאות:

- 8.1. השטח המיועד להתקנת קולטים פוטו-וולטאים יהיה נגיש ובטוח לתחזוקה.
- 8.2. השטח המיועד להתקנת קולטים פוטו-וולטאים יהיה פנוי מהצללות עצמיות של מתקנים אחרים או חלקי מבנה כדוגמת מעקה הגג, פיר בנוי או כל בניה אחרת. מומלץ לתכנן את פיר המעלית, מבנה הגישה אל הגג ומתקני מיזוג האוויר בצד הצפוני של המבנה.
- 8.3. בתכנון הגג יש למקם את הקולטים הפוטו-וולטאים במרחק סביר ממעקה הגג.
- 8.4. חומר הגמר של הגג יהיה בעל מקדם החזרה (אלבדו / LRV) גבוה מ-0.65⁷, על מנת למנוע התחממות יתר של הגג ופגיעה בנצילות האנרגיה של הפאנלים הסולאריים.
- 8.5. שמירה על מרחק משדה אלקטרומגנטי: ישמר המרחק המזערי הנדרש בין מתקני החשמל (להלן: "מתקן חשמלי") לבין "מקום שהיית קבע" כפי שקבע המשרד להגנת הסביבה

9. חשמל ושבילי חיבור

כל מבנה שכולל אזור אנרגיה מתחדשת חייב לשלב תכנית חיבור PV / תרמו סולארי/ כל טכנולוגיה אחרת שמבוססת על אנרגיה מתחדשת למערכת החשמל או אינסטלציה של הבניין. מסמכי תכנון הבניין ראה פירוט ב**נספח א'** חייבים לכלול התייחסות לסוגיות הבאות:

1. **מיקום לממירים וציוד מדידה למערכות סולאריות עתידיות: השטח המוקצה צריך להיות בגודל מתאים למערכת PV שיכולה לכסות את כל אזור אנרגיה מתחדשת.**
 - 1.1. ישמר מקום לממירי חשמל על גג המבנה, בסמוך לקולטים פוטו-וולטאים.
 - 1.2. במקרה בו המיתקן מפוצל למספר מוקדים או מפלסים יידרש ממיר בכל מוקד/מפלס.
 - 1.3. ממיר ימוקם באזור מוצל ומוגן מפני פגעי מזג אוויר.
 - 1.4. יש לאתר מקום לארון ריכוז ממירים.
 - 1.5. יש לאתר מקום למונה ייצור: במערכות מעל 100 ק"ו AC ישמר מקום למונה ייצור של חברת חשמל בסמוך למונה החשמל הראשי של הבניין.
 - 1.6. הכנות בלוח החשמל: ישמר מקום בלוח החשמל עבור **מאמ"ת** (מפסק אוטומטי מגנטי תרמי) למיתקן הפוטו-וולטאי.

⁷ בניה בת קיימא. **מדריך טכני**. עמוד 207. תאריך כניסה 02.03.2022

2. **כבילה עתידית:** תבוצע צנרת לכבילה עתידית שתקשר בין כל המקומות המתוכננים של

מרכיבי המיתקן ובכלל זה:

2.1. מממיר/י החשמל אל מונה הייצור (בפיר אנכי) ;

2.2. מהלוח הראשי אל מונה הייצור;

2.3. ממונה הייצור לארון ריכוז ממירים;

2.4. צנרת בפיתוח השטח;

3. ההכנות לחיבור המיתקן הפוטו-וולטאי למערכת אספקת החשמל של הבניין ולמידת תוצריו

יבוצעו בהתאם לגודל האפשרי של המיתקן (בהתאם לטבלה שלהלן) ויכללו את המרכיבים

הבאים:

טבלה מספר 1 תשתיות חשמל נדרשות בהתאם לגודל/הספק מיתקן פוטו-וולטאי

צנרת כבילה עתידית		גודל מאמ"ת (מפסק אוטומטי מגנטי תרמי)	הספק מיתקן (ק"ו AC)	שטח פנוי (מ"ר)
כבלי חתך אלומיניום [ממ"ר]	כבלי חתך נחושת [ממ"ר]			
10	6	40	עד 37	עד 300
16	10	50	50	400
25	16	80	62	500
25	16	80	75	600
50	35	100	87	700
50	35	100	100	800
70	50	125	112	900
95	70	160	125	1000
95	70	160	150	1200
120	95	200	175	1400
120	95	200	187	1500
2 X 95	2 X 70	315	250	2000
2 X 120	2 X 95	400	312	2500
הערה: עבור כבל 4 גידי, בנוסף יעבור מוליך הארקה בקוטר של לכל הפחות 25 מ"מ				

נספח א' – צ'ק ליסט הכנת אזור אנרגיה מתחדשת

1. יש למלא את הטבלה להלן:

קטגוריה	ערך
סוג המבנה	"מסחר"
שטח גג לאנרגיה מתחדשת של הבניין (מ"ר)	1,000
שטח הצללות, הפרעות (מ"ר)	0
שטח גג לאנרגיה מתחדשת (%) לפי סעיף 6.1 לעיל	"80"
שטח/אזור מינימאלי אנרגיה מתחדשת (מ"ר)	800
הספק מותקן של מיתקן פוטו וולטאי עתידי	⁸ 8
אחר	

2. יש לצרף למסמך זה תשריט גג בו יסומן אזור אנרגיה מתחדשת בקו מקווקו .

שם חתימה וחתימת יועץ חשמל של הבניין	תאריך

⁸ מקדם המרה משטח גג להספק מותקן הינו 8.3 מ"ר לק"ט. מבוסס על הנחות העבודה של רשות החשמל, שפורסמו במסגרת העבודה להגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות לשנת 2030, קובץ נלווה פוטנציאל גגות, גיליון ריכוז פוטנציאל, תא L5. ערך זה משקף את הממוצע לשנים 2020-2031, תחת הנחה של 1.6% שיפור שנתי בנצילות הפאנלים.