

מדינת ישראל
משרד החינוך
מינהל הפיתוח

הנחיות משרד החינוך להליך תכנון ואישור מערכות סולאריות ליצור חשמל בתחומי מוסדות חינוך

הנחיות משרד החינוך להליך תכנון ואישור מערכות סולאריות
ליצור חשמל בתחומי מוסדות חינוך

מדינת ישראל

משרד החינוך

מינהל הפיתוח

1. רקע

- א. הדרישה להפקת אנרגיה חשמלית ממקורות מתחדשים בכלל וממקור סולארי בפרט הולכת וגדלה, כפועל יוצא, מהדרישה ברמה העולמית ההולכת וגדלה לאנרגיה, ומהרצון להקטנת ההשפעה הסביבתית השלילית הנובעות מיצירת אנרגיה ממקורות מתכלים.
- ב. במסגרת עקרון זה, מדינת ישראל, בתחילת יולי 2008, אישרה תקנה המאפשרת לתושבי ישראל לייצר חשמל "ירוק" ולמכור אותו בתעריף מועדף לחברת החשמל.
- ג. ייצור החשמל מתבצע בין השאר במערכת סולארית באמצעות התאים הפוטוולטאים.
- ד. חברת החשמל היא הזרוע המבצעת של ההסכם למכירת חשמל. היא זו שקונה את החשמל המיוצר ע"י המערכת והיא משלמת עבורו.
- ה. יצרן פרטי מוגבל בהיקף עד 15 קו"ש, וחברת החשמל משלמת 2.04 ₪ לכל קו"ש חשמל ירוק, למערכת עסקית שבין 15-50 קו"ש התעריף נקבע ל-1.61 ₪, וזאת לעומת מחיר של כ 0.5 ₪ שחברת החשמל מקבלת.
- ו. קיימת מחויבות לתשלום תעריף הייצור למשך 20 שנה (צמוד לסל מדדים שנקבע)
- ז. רשויות וחברות רבות מנסות למצוא מבנים בעלי שטחי גג המאפשרים הקמת המערכת הפוטו-וולטאית, מוסדות חינוך הן יעד מבוקש למטרה זו.

2. התקנת לוחות סולאריים על גגות בתי ספר

- א. במסגרת אישור התקנה להתקנת לוחות ליצור חשמל הוקמו בארץ מספר גופים פרטיים אשר פונים לרשויות המקומיות לאיתור שטחים להתקנה ולייצור חשמל עצמי. חברות אלו מחפשות שטחי גג גדולים אשר ניתן להניח עליהם את המערכות הסולאריות. גגות בתי ספר הם אזורים מועדפים עליהם בתוך השטחים העירוניים.
- ב. התקנת מערכת לוחות ליצור חשמל בבתי ספר יש לה פוטנציאל של סיכונים שיש לתת עליהם את הדעת ולפיכך ראינו לנכון לקבוע מדיניות התקנה בנושא זה.
- ג. **הסיכונים שקיימים בבית הספר כתוצאה מהקמת מערכת סולארית**
 - א. סכנת קרינה
 - ב. סכנת התחשמלות
 - ג. סכנת אש
 - ד. פגיעת כדורים שעפים מהחצר בלוחות הסולאריים המותקנים בגג ושבירתם.

מדינת ישראל

משרד החינוך

מינהל הפיתוח

- ה. פגיעה בשלמות איטום הגג כתוצאה מההתקנה והקיבוע של מערכות אלו.
- ו. סכנת התנתקות ונפילה מהגג של אלמנטים מהמערכת בזמן רוחות חזקות.

3. מטרת המסמך

קביעת מדיניות המשרד להליך תכנון התקנה ואחזקה של לוחות סולאריים ליצור חשמל על גגות בתי ספר

4. הגדרות

- א. **מערכת סולארית** היא מערכת הממירה את אנרגיית השמש לאנרגיה חשמלית או אנרגיה תרמית.
- ב. **מערכת פוטוולטאית** (photo-אור-Volt-חשמל, יחידת המתח החשמלי)) היא מערכת סולארית הממירה את אנרגיית השמש (אור) לאנרגיית חשמל ובכך יוצרת חשמל ירוק כשמטרתה העיקרית להפחית את השימוש באנרגיה מתכלה ומזהמת.

5. רכיבי המערכת

- א. **תא הפוטו וולטאי** הינו תא המכיל לפחות שתי שכבות דקות של מוליך למחצה (לרוב סיליקון) שכבה אחת טעונה שלילית והשנייה חיובית. כאשר המוליכים למחצה מוארים נוצר שדה חשמלי הגורם לתנועת אלקטרונים בין שתי השכבות, בעקבות כך נוצר זרם חשמלי ישר. ככל שהאור חזק יותר (שטף אור גבוה) גבוה יותר הזרם שנוצר.
- ב. **המודול** מחבר מספר תאים לתוך יחידה אחת לייצור זרם חשמלי גבוה, מתקינים מספר מודולים כפונקציה של כושר הייצור של המערכת.
- ג. **הממיר** הופך את הזרם הישר הנוצר לזרם חלופי בתדר 50Hz מהסוג שרשת החשמל מספקת.
- ד. **מצבר** אוגר את האנרגיה המיוצרת בשעות האור.
- ה. **בקר טעינה למצבר** מגן על המצבר מפני טעינת יתר או חוסר טעינה. יכול גם למדוד את כמות החשמל שיוצרה ונוצלה.

מדינת ישראל

משרד החינוך

מינהל הפיתוח

6. הסיכונים הקיימים כתוצאה מקיום המערכת ופתרונות מוצעים

א. הסיכון: קרינה סולארית

פתרון מוצע: בדיקה ניטור ומעקב על רמת הקרינה

ב. הסיכון: סיכונים חשמליים הקיימים בחיבור מערכות אנרגיה לרשת החשמל באמצעות ממירים. השראה חשמלית העלולה ליצור ניצוצות אש.

פתרון מוצע: כיבוי אוטומטי של הקולטים בעת ניתוק או כיבוי הממיר.

ג. בטיחות אש: חשיפה לחום גבוה

פתרון מוצע: כיבוי אוטומטי של קולטים וממירים בעת חשיפה לחום גבוה.

ד. הסיכון: התנתקות אלמנטים של המערכת מהחיבור לגג ונפילתם לחצר. כוחות גדולים הנוצרים מרוחות חזקות שעלולות להעיף את המערכת, התנתקות המערכת עצמה מההתקן התומך שעליה היא מונחת. חדירת מים ופגיעה באיטום.

פתרון מוצע: איטום הגג מפני חדירת מים, ניקוז המים מהגג, עיגון מספיק בהתאם לדרישות מרווח הביטחון ההיקפי בגג מסביב למערכת, מניעת מצב של התנתקות פאנל ורכיבים אחרים מהגג.

ה. הסיכון: הממיר מייצר סביבו שדה מגנטי וקרינה גבוהה.¹

פתרון מוצע: מניעת שהייה ממושכת בסמוך לממיר והתקנת הממיר במרחק של 4 מ' לפחות מאזור שהיית אנשים דרך קבע.

ו. הסיכון: חומרים מסוכנים לבריאות ולסביבה ביצור התאים.

פתרון מוצע: לוודא כי קיימים אישורים מתאימים של חברת חשמל לבטיחות הקולטים והחומרים שמהם עשויים הקולטים.

7. **דגשים כלליים:** המערכת תעמוד בכל דרישות התקינה הקיימת, ותתאים עצמה לתקינה העתידית.

¹ השדה המגנטי הוגדר ע"י ארגון הבריאות העולמי כמסרטן אפשרי בדרגת סיכון שלישית (לשם השוואה, בדרגה זו נכללים גם קפה, פליטות ממנועי בניין, סטירן ועוד תרכובות אורגניות)

מדינת ישראל

משרד החינוך

מינהל הפיתוח

8. עבודה מול הרשויות בהקמת מערכת סולארית:

לצורך הקמת המערכת יש לקבל את אישורים משני גופים עיקריים:

- הוועדה המקומית/ אזורית לתכנון ובנייה
- חברת החשמל

9. השלבים בהקמה, הפעלה ותחזוקת המערכת הסולארית

א. קבלת היתר בניה (עבודה מצומצמת) מהוועדה לתכנון ובנייה והדרישות,

- אישור וחישובים סטטיים של מהנדס קונסטרוקציה.
- אישור בכתב של מהנדס חשמל בדבר התנאים להתקנת המיתקן הפוטו וולטאי.
- לפי דרישות המהנדס גם מסמכים לעניין סנוור.
- סעיף 5 לתקנות נאמר כי הוועדה רשאית לקבוע תנאים נוספים למתן ההיתר, בכל הנוגע ליציבות הבניין, לעיצובו האדריכלי ולבטיחות.

ב. תכנון הנדסי של המערכת, תכנון קונסטרוקציה ותכנון חיווט חשמלי למערכת הסולארית.

ג. אישור חברת החשמל להתקנת המערכת הסולארית כולל רכיבי המערכת, כולל את הנושאים הבאים:

- היתר לבניית המערכת הסולארית.
- מפרטים טכניים של הממירים והפאנלים הסולאריים.
- תכנון הנדסי למערכת.
- אישור סנוור לפאנלים.
- סכמות ומפרטים של החיווט החשמלי.
- ד. לפני התקנת המערכת יש לבדוק כי בוצעו הפעולות האלו:
 - לוודא קיום אישור מהנדס (קונסטרוקטור) המאשר כי בדק ובחן את הגג האמור ונמצא כי הגג יוכל לשאת את משקל המערכות והקולטים, כולל את עומסי הרוח הצפויים והשפעתם על המערכת.
 - דרישות הבטיחות השונות חייבות להתקיים כפי שמופיעים בפקודת הבטיחות בעבודה, תקנות הבטיחות (כולל עבודה בגובה), גידור או מעקה תקני בהתאם לדרישות וכל חובה חקוקה קיימת.
 - בדיקה של חברת חשמל וחיבור למערך החשמל המקומי.
 - אישור ורישוי עסקים

מדינת ישראל

משרד החינוך

מינהל הפיתוח

- חתימת חוזה סופי
- הפעלת המערכת כולל תחזוקה שוטפת

7. **בטיחות במוסד החינוך – סוגיות נוספות**

יש לתת את הדעת לסוגיות נוספות המחייבות תשומת לב בתכנון ובהתקנה:

- האחראיות לבטיחותם של התלמידים, עוברי אורח והעובדים בזמן ההקמה והתחזוקה השוטפת.
- האחראיות לנזקים במבנה כפועל ישיר או עקיף של המערכת
- כניסת עובדים לצורך תחזוקת המערכת.
- מיקום מגרשי המשחק ומשחקי כדור ביחס למיקומה של המערכת והקולטים.

מדינת ישראל

משרד החינוך

מינהל הפיתוח

רשימת בדיקה לרשות המקומית

לפני הקמה

ריכוז אישורים שבאחריות הרשות המקומית לקבל ממפעילי המערכת		
מס'	תאור	נותן האישור/התחייבות
1	היתר בנייה	רשות מקומית
2	רישיון עסק	רשות מקומית
3	עמידה בדרישות קדם	רשות/חברת החשמל
4	היתכנות המערכת על הגג, כולל עומסי רוח	מהנדס קונסטרוקציה
5	ביטוח עם כיסוי מתאים למבנה וצד ג' בזמן העבודות	חברת ביטוח
6	עמידה בכל תנאי משרד החינוך בהתאם לחוזר מנכ"ל על ביצוע עבודות במוסד חינוכי	מפעילי המערכת
7	התחייבות לביצוע העבודות בהתאם לכל חוק או תקנה במדינת ישראל	מפעילי המערכת
8	התחייבות למיקום הממיר במרחק העולה על 4 מ', או אחר בהתאם לעקרון הזהירות המונעת	מפעילי המערכת

מדינת ישראל
משרד החינוך
מינהל הפיתוח
לפני ההפעלה

ריכוז אישורי בדיקה שבאחריות הרשות המקומית לקבל ממפעילי המערכת		
מס'	תאור	נותן האישור/התחייבות
1	תקינות המערכת	חברה/רשות החשמל
2	תקינות המערכת	רשות מקומית
3	התאמה לתכנון ואישור מבנה.	מהנדס קונסטרוקציה
4	ביטוח עם כיסוי מתאים לאנשים ורכוש באופן שוטף	חברת ביטוח
5	התאמה לדרישות השונות בחוזר מנכ"ל משרד החינוך.	יועץ בטיחות מטעם המוסד
6	מיקום הממיר בהתאם לעקרון הזהירות המונעת.	יועץ
7	אמצעי כיבוי ותכולתם	כיבוי אש

מדינת ישראל
משרד החינוך
מינהל הפיתוח

שוטף

ריכוז אישורי בדיקה שבאחריות המוסד לקבל ממפעילי המערכת		
מס'	תדירות	תאור
1	לפי הצורך	אישור מהנדס קונסטרוקטור
2	אחת לשנה	בודק חשמל מוסמך
3	אחת לשנה	התאמה לדרישות השונות בחוזר מנכ"ל משרד החינוך
רשימת תיוג חלקית לבדיקה		
1		נגישות לאזור המערכת.
2		מיקום הממיר ומרחקו.
3		שלמות ויציבות רכיבי המערכת
4		איטום הגג
5		הערכות ומוכנות לכיבוי דלקות
6		קיום נוהל תחזוקה שוטפת
7		בטיחות הגג, מעקה, החלקה

הערה: מכון התקנים הישראלי מתכנן להוציא תקינה למכלול הקשור בתאים פוטוולטאים כולל דרישות התקנה על כל סוגי הגגות ופרק בטיחות.

הרשימה המנחה תתעדכן בהתאם לעדכונים והניסיון המצטבר במוסדות החינוך

מונחים ורכיבים

מונה יצור

מונה את האנרגיה המיוצרת על ידי המערכת הסולארית



מונה דו כיווני

מונה את האנרגיה הנצרכת על ידי הלקוח ובמקביל האנרגיה העודפת המוחזרת אל רשת חברת החשמל.



קולטים סולאריים

פאנלים הניתנים לחיבור טורי, תפקידם לקלוט את קרינת השמש ולהפיק ממנה אנרגיה חשמלית.



תא פוטו-וולטאי

תא פוטו וולטאי (PV) או תא סולארי שתפקידו להפיק אנרגיה חשמלית על ידי קליטת הקרינה האלקטרומגנטית מן השמש.



ממיר (Inverter)

תפקיד הממירים לשנות את הזרם הישיר מהפנלים הסולאריים (DC) לזרם חילופין (AC), אותו אנו צורכים מחברת החשמל



מערכת סולארית מחוברת רשת

מערכת הפועלת במקביל לרשת הציבורית. המערכת יודעת להזרים לרשת החשמל הציבורית עודפי חשמל שיצרה מעבר לצרכי המבנה, ובמקרה הפוך, כאשר המערכת מייצרת פחות מהנדרש (למשל-בלילה), המערכת יודעת לקחת את הכמות החסרה מרשת חברת החשמל.

קילוואט-שעה (KWh)

יחידת אנרגיה המודדת כמה וואט מיוצרים בשעה. 1 קילוואט=1000 וואט. הצריכה בישראל לחודש בבית ממוצע מגיעה לכמה מאות קילוואט-שעה בחדש