

## נספח "א" לחוזה

### תכולת עבודות, מפרט טכני, בדיקות, יחס ביצועים, וחישוב התחייבות לזמינות

מבלי לגרוע מהאמור בחוזה, הקבלן יבצע את כל המפורט בנספח זה.

#### **א. תכולת העבודות והוראות כלליות -**

#### **1. רישוי**

1.1. הקבלן יהיה אחראי, על חשבונו, לוודא את תקיפותם ו/או להכנת ולהגשת כלל הבקשות והמסמכים הדרושים לעדכון ו/או להוצאת וקבלת כל ההיתרים והאישורים הנדרשים על פי הדין ו/או על ידי כל רשות מוסמכת לשם הקמת המתקן וחיבורו לרשת החשמל באופן שיאפשר את הפעלתו כדין, ובכלל זה היתר בניה/הודעה לועדה מקומית על הקמת מתקן PV, רישום באתר חח"י, התחייבות המחלק לחיבור, היתר הפעלה, וטופס 4, ויפעל לחידושם ו/או לעדכוןם ו/או להארכת תוקפם ככל שהדבר יידרש לביצוע השירותים ו/או על מנת לעמוד בדרישות הדין.

1.2. הקבלן ינהל את כל הקשר והתיאומים הנדרשים על פי הדין עם כל הגופים והרשויות המוסמכים, לרבות הרשות המקומית, מנהל החשמל, רשות החשמל, חברת החשמל והמחלק, ובכלל זה יתאם עם המחלק את בדיקות המתקנים הדרושות ואת כל הקשור בהתקנת המונים באתרים.

1.3. הקבלן יפעל בהתאם לתנאי, הוראות ודרישות הדין, הרשויות המוסמכות, ההסכם, וכלל האישורים וההיתרים שניתנו ו/או שיינתנו למתקנים.

#### **2. תכנון ראשוני למתקנים + תכנית התאמת המבנים והגגות**

2.1. הקבלן יכין ויעביר לאישור המזמינה תכנון ראשוני לכל מתקן, לאחר ביצוע מדידה של אתר ההתקנה על ידי מודד מוסמך, ולאחר ביצוע בדיקה של האתר, המבנים, הגגות, מערכות החשמל, דרכי הגישה וכיו"ב, על ידי מהנדס חשמל ומהנדס קונסטרוקציה.

2.2. התכנון הראשוני שיועבר יכלול:

2.2.1. תכנית פריסת פאנלים בחלוקה לגגות, מיקום עמדת/ות ממירים, תוואי החיבור וסכמת חיבור ללוח ראשי.

2.2.2. מפרטים טכניים (Data Sheets) של הציוד שיונתן.

2.2.3. סימולציית PVSYST למתקן.

2.2.4. יחס DC ל-AC (כל האפשר בסביבות ה-140%)

2.3. הקבלן יכין ויעביר לאישור המזמינה, ככל ויידרש, תכנית מפורטת לעבודות התאמת המבנים והגגות להתקנת ולנשיאת כל מתקן, ובכלל זה עבודות התשתית, החיזוקים, והקונסטרוקציה למבנים ולגגות.

### 3. תכנון מפורט

הקבלן יכין ויעביר לאישור המזמינה תכנון מפורט חתום לכל מתקן שיכלול בין השאר :

#### 3.1. כללי

3.1.1. תכנית שטח - סימון מבנים, נקודות חיבור, תוואים, נקודת פריקה לציוד, מיקום מכולות.

3.1.2. תכנית פריסת פאנלים, בחלוקה לגגות.

3.1.3. סימולציות PVSYST, בחלוקה לגגות.

3.1.4. מסמך נתוני הצבה - מול כל גג, פירוט אזימוט וטילט הפאנלים ופירוט סוג ומספר הממירים והפאנלים ויחס AC-DC סופי.

3.1.5. מסמך לוחות זמנים סופיים להתקנה.

#### 3.2. עבודה אזרחית וקונסטרוקציה

3.2.1. תכנית גג/פטות, חיזוקים, החלפת גגות.

3.2.2. תכנית קונסטרוקציה (משולשים, פרופילים וכו').

3.2.3. תכנית חיבור קושרות ודיאגנוזים.

3.2.4. תכנית ומפרט חיבור איטום לגג ו/או תכנית העמדה על גג בטון.

#### 3.3. תכנון חשמלי

3.3.1. תכנון חד-קווי: כללי, AC, DC.

3.3.2. תכניות סטרינגים.

3.3.3. תכנית תוואי כבילת AC (עד נקודת החיבור), DC.

3.3.4. תכנית הצבת ממירים ואופן ההצבה.

3.3.5. תכנית הצבת קופסאות DC.

3.3.6. תכנית הארקה, תוואים ומיקום פהש"פ.

3.3.7. תכנית לוח חשמל ראשי והתחברות על פי הנחיות חברת החלוקה.

3.3.8. תכנית לוחות ריכוז ממירים.

3.3.9. תכניות קופסאות DC.

3.3.10. תכניות קופסאות חיבור/מנתקים ליד הממירים.

3.3.11. חישוב מפלי מתח AC, DC.

#### 3.4. תקשורת וניטור

3.4.1. תכנית מיקום תחנת מזג אויר.

עמוד 3 מתוך 35

3.4.2 תכנית תקשורת חד-קווית.

3.4.3 תכנית ארון תקשורת.

3.5 מסגרות

3.5.1 תכניות קירות/כלובים/במות ממירים.

3.5.2 תכניות לסולמות וסימון מקומות ההצבה.

3.5.3 תכניות מדרכים וסימון מקומות הנחה.

3.6 ציוד עיקרי (לאחר בחירה סופית)

3.6.1 מפרט ואחריות פנלים

3.6.2 מפרט ואחריות ממירים

3.7 אמצעי בטיחות

3.7.1 טבעות עיגון, כבלי פלדה, משטחים מונעי החלקה, גדרות, שלטי אזהרה וכל אביזר בטיחות אחר שיותקן, קבוע ו/או זמני

3.8 הכנת האתר לעבודה

3.8.1 התאמת האתר לתנאי היתר הבניה.

3.8.2 ארגון אזורי אחסנה לציוד ולחומרים.

3.8.3 העברה וחלוקה של חשמל מנקודת החשמל המרכזית באתר.

3.9 מובהר כי העבודות יבוצעו והמתקנים יוקמו על פי התכנון המפורט שיאושר על ידי המזמינה. כל שינוי שיבוצע בתכנון המפורט לאחר אישורו, חייב בקבלת אישור המזמינה ו/או היועץ הטכני מראש ובכתב.

**4. הזמנה, רכש, אספקה והובלה לאתר**

4.1 הקבלן אחראי להזמנת ולרכישת כלל החומרים והרכיבים הדרושים לביצוע והשלמת העבודות. הקבלן לא יהיה זכאי לקבלת תשלומים על חשבון ו/או לצורך רכישת החומרים והרכיבים כאמור, אלא בהתאם לפריסת תשלומים התמורה כמפורט בחוזה.

4.2 הקבלן אחראי לאספקת, שליחת, הובלת, פריקת ואחסון כל החומרים, הרכיבים, הכלים והציוד הדרושים לביצוע והשלמת העבודות, וכן ישגיח וישמור עליהם באתר.

4.3 מובהר כי הקבלן יעשה שימוש ברכיבים וחומרים חדשים, מאיכות וטיב מעולים, בעלי אחריות יצרן כנדרש.

4.4. מובהר כי היכן שקיים תקן ישראלי המוכר בדיון, ובהיעדרו תקן ישראלי מקובל לשימוש במתקנים דומים, לשירותים ו/או לציוד ו/או לחומרים מסוימים, הקבלן מתחייב כי כל אותם שירותים ו/או ציוד ו/או חומרים שסופקו על ידו יהיו בעלי תו תקן כאמור.

4.5. מובהר כי כל פעולות הקבלן בקשר עם חומרי ורכיבי המתקנים ייעשו באופן שלא יפגום באחריות היצרן ו/או הספק שניתנה להם.

## **5. הקמה**

הקמת המתקנים תבוצע כנדרש על פי התכנון המפורט שיימסר ושיאושר מראש בכתב על ידי המזמינה. כל שינוי שיבוצע בתכנון המפורט לאחר אישורו, חייב בקבלת אישור המזמינה ו/או היועץ הטכני מראש ובכתב.

### **5.1. עבודה אזרחית וקונסטרוקציה**

5.1.1. הקבלן יבצע התקנה של מערכת נושאת, ורכיבים אחרים הדרושים לתפעול ולתחזוקת המערכת, ובכללם סולמות, מדרגות, מדרכים ואביזרי בטיחות.

### **5.2. עבודות חשמל**

5.2.1. הקבלן יתקין את כל רכיבי המתקנים, ובכלל זה פאנלים וממירים.

5.2.2. הקבלן יבצע את כל העבודות הקשורות בתשתיות החשמל והנחוצות להתקנת המערכת, לרבות לעניין חיבורים, חיוטים, תוואי DC+AC, הארקות, הגנות וכיו"ב.

5.2.3. הקבלן יבצע את כל העבודות הקשורות בחיבור המערכת לרשת החשמל של המחלק, לרבות לעניין ביצוע חפירות, תעלות (וכיסויים), כבילות, התקנת/שדרוג לוחות, מונים וכיו"ב.

5.2.4. מובהר כי הקבלן לא יבצע כל שינוי או כל פעולה אחרת במערכות ו/או תשתיות ו/או ארונות ו/או לוחות החשמל של המזמינה, שאינם בהתאם למפרט הטכני וכפי שיאושר מראש ובכתב על ידי המזמינה והיועץ הטכני.

5.2.5. כל נושא חיבורי המערכת לתשתיות וללוחות הקיימים יעשה תוך תיאום מלא עם חברת החלוקה/חח"י ומהנדס חברת החלוקה/ חח"י.

### **5.3. ניטור ומיגון**

5.3.1. הקבלן יתקין מערכת ניטור הכוללת מדידה ואיסוף של נתוני מזג-אוויר והמאפשרת בקרה מרחוק ותקשורת.

5.3.2. הקבלן יתקין אמצעי מיגון עפ"י מפרט שיוגדר על ידי יועץ הביטוח של המזמינה.

5.3.3. הקבלן יתקין קו תקשורת קווי או סלולארי שיאפשר חיבור המערכת לפורטל.

#### 5.4. בדיקות, חיבור, הפעלה ומסירה

- 5.4.1. הקבלן יבצע בדיקות לפני חיבור (Off grid), בהתאם לפרוטוקול שבנספח להסכם, עד מעברן.
- 5.4.2. הקבלן יתאם וילווה את הבדיקות המבוצעות על ידי המחלק, עד מעברן, ואת התקנת המונים.
- 5.4.3. הקבלן יבצע בדיקות לאחר חיבור (On grid), בהתאם שבנספח להסכם, עד מעברן.
- 5.4.4. הקבלן ידריך את המזמינה על תפעול הפונקציות המרכזיות של כל מתקן.
- 5.4.5. הקבלן ימסור למזמינה תיק לכל מתקן מלא הכולל בין היתר:
- 5.4.5.1. תכניות עדות (As made), חתומות של המתקן, ובכלל זה של לוחות החשמל, של תוואי AC+DC, תכנית כללית המפרטת את מיקומי הלוחות, הממירים, השנאים וחדרי החשמל;
  - 5.4.5.2. רשימה סופית חתומה של כל הציוד ורכיבי המתקן;
  - 5.4.5.3. ספר הדרכה על השימוש במתקן;
  - 5.4.5.4. רשימת ספקי רכיבי המתקן וספקי העבודות;
  - 5.4.5.5. תיק בטיחות;
  - 5.4.5.6. אישור מהנדס קונסטרוקציה ומהנדס חשמל להתקנה שבוצעה;
  - 5.4.5.7. כתבי אחריות (הכוללים מספרים סידוריים) וספרי הפעלה לרכיבי המתקן;
  - 5.4.5.8. מפרטים טכניים של כל הציוד המותקן.

#### 6. דיווחים ודוחות

- 6.1. מבלי לגרוע מהאמור לעיל, מדי שבוע יעביר הקבלן דיווח בכתב לנציג המזמינה. הדיווח יכלול:
- 6.1.1. פירוט של סטאטוס עבודות ההקמה, בליווי צילומים (דיגיטליים), עדכניים של האתרים.
  - 6.1.2. מידע אודות העמידה במועדי לוח הזמנים, והתראה על כל חריגה או סטייה אפשרית מלוח הזמנים.
  - 6.1.3. פירוט אירועי בטיחות שהתרחשו ו/או נזקים לגוף ו/או לרכוש שנגרמו כתוצאה מהעבודות (זאת מבלי לגרוע מכל חובה אחרת של הקבלן בקשר לכך על פי הדין ו/או ההסכם).
- 6.2. מבלי לגרוע מהאמור לעיל, דוח יוגש למזמינה לאחר התמלאות כל תנאי אבן דרך בפרויקט, בליווי צילומים (דיגיטליים) רלוונטיים.

**7. בדיקות בתקופת אחריות הטיב**

- 7.1. מדי שנה יש לבצע בדיקת ביצועים שנתית, שלאחריה יוגש דוח מסכם.
- 7.2. בתום תקופת אחריות הטיב יש לבצע בדיקת ביצועים מסכמת, שלאחריה יוגש דוח מסכם.
- 7.3. ככל שבשל תקלה כלשהי, תופעל אחריות הטיב על ידי המזמין, החברה תבצע בדיקות לאחר ביצוע התיקון ותגישה דוח תקלה מסכם.

**8. שונות**

- 8.1. יש לשמור על ניקיון האתר באופן רציף במהלך ובתום ביצוע העבודות.
- 8.2. יש לדאוג לפינוי של האתר מציוד ומחומרים שאינם נחוצים לעבודות, בכל מהלך העבודות.
- 8.3. נציגי המזמינה ונציגי חברת החלוקה יהיו מעורבים באישורים ובפיקוח בכל שלבי ההקמה. הקבלן יוביל, על חשבונו, חשמל ומים מנקודות החיבור שתעמיד לרשותו המזמינה, וישתמש בכמויות חשמל ומים סבירות בלבד, כנדרש לביצוע השירותים.

**ב. מפרט טכני -**

**1. פאנלים פוטו-וולטאים**

- 1.1. מסוג crystalline silicon (פולי/מונו) או מסוג Thin Film.
- 1.2. מאושרי מכון התקנים, חברת החשמל והגוף המממן. עומדים בתקנים IEC 61215, IEC 61730, NEMA 4, IEC 62804.
- 1.3. עמדו בהצלחה בבדיקות סטנדרטיות של הבזק ושל PID (נמצאו PID free). יש לספק את התוצאות.
- 1.4. אחריות יצרן מקורית - אחריות מוצר ל-10 שנים לפחות ואחריות ביצועים לינארית ל-25 שנים לפחות שמבטיחה דגרדציה בביצועים של לא פחות מ-0.7% בשנה.
- 1.5. טולרנס חיובי להספק.
- 1.6. מתוצרת חברות המשתייכות ל-Tier 1 בלבד (לפי Bloomberg New Energy Finance Corporation).
- 1.7. נצילות מינימאלית של  $\eta \geq 20.1$
- 1.8. מקדם טמפרטורה  $0.39 < \text{°C} / \% < 0.36$  לפולי  $0.36 < \text{°C} / \% < 0.36$  למונו

**2. ממירי מתח**

- 2.1. מאושרים ע"י מכון התקנים, חברת החשמל והגוף המממן (מספקים כדוגמת SolarEdge, SMA, Refusol, KACO).
- 2.2. עומדים בתקנים CE, VDE 0126-1-1, TUV.
- 2.3. מתאימים להתקנה חיצונית (IP65) במידה ומותקנים בחוץ.
- 2.4. מסוג תלת פאזיים.
- 2.5. נצילות מינימאלית של  $\eta \geq 97.8\%$ .
- 2.6. שליטה על מקדם הספק  $\cos \phi$ , בהתאם לדרישות חח"י ו/או חברת החלוקה.
- 2.7. מכילים ו/או מכווננים (מראש על ידי הספק או במקום) כך שיעמדו בדרישת חח"י מבחינת מתח, תדר והרמוניות.
- 2.8. יותקנו במקום מוצל שאינו חשוף ישירות לשמש ולפגעי מזג אוויר.
- 2.9. יותקנו בגובה 200-50 ס"מ ממשטח הטיפול ובמרחקי בטיחות מתאימים ממקום שהות קבע של אנשים על פי הנחיות המשרד לאיכות הסביבה.
- 2.10. אחריות יצרן מקורית - אחריות מוצר ל-10 שנים לפחות (או 12 שנה לממירי סולאראדגי).

### 3. קונסטרוקציה, מערכת נושא

- 3.1. עמידה בתקנים ת"י 412, ת"י 414, ת"י 109 ובכל הוראות הבטיחות הקבועות בדין.
- 3.2. באחריות הקבלן לקבל, לפני תחילת העבודות באתר, חוות דעת קונסטרוקטור למוכנות המבנה והגג להתקנת מערכת. הקבלן יפעל בהתאם להוראות הקונסטרוקטור.
- 3.3. התכנון המפורט של כל רכיבי ופרטי הקונסטרוקציה יהיה חתום על ידי קונסטרוקטור.
- 3.4. באחריות הקבלן לקבל, עם סיום התקנת המערכת, חוות דעת קונסטרוקטור סופית לתקינות ההתקנה שבוצעה, ובכלל זה למערכת האחיזה, לסולמות, לבמות/קירות/כלובי ממירים, למבנה ולגג.
- 3.5. כלל רכיבי המערכת (ברגים, תפסים, מחברים, אומגות וכיו"ב) יהיו מאלומיניום או נירוסטה.
- 3.6. התכנון, ההתקנה ורכיבי הקונסטרוקציה יותאמו לאורך חיים של 25 שנים לפחות, בדגש על מניעת קורוזיה במתקנים, בבסיסים, במחברים וכו'.
- 3.7. כל נקודת מגע בין הקונסטרוקציה לגג האיסכורית תופרד באמצעות יריעת EPDM בעובי 4 מ"מ לפחות.
- 3.8. מפרט חיבור הקונסטרוקציה לגג יהיה כזה שלא יאפשר חדירת מים דרך החיבור ושישמור על איטום הגג.
  - 3.8.1. הקונסטרוקציה תחובר לשלד המבנה של הגג בחיבור ישיר ובאופן שלא יאפשר חדירה של מים, ולא תחובר לכיסוי הגג. כל פגיעה באיטום הגג תתוקן באופן מיידי ובעדיפות עליונה על ידי הקבלן.
  - 3.8.2. בהתקנה על גג בטון, הקונסטרוקציה תתחבר למשקולות בטון שיונחו על יריעות ביטומניות כאשר היריעה בולטת כ-10 ס"מ מכל צדדי המשקולת.
  - 3.8.3. הממירים יותקנו על גבי קונסטרוקציית ברזל מגולוון (קיר ממירים ו/או כלובים סגורים) בהתייחס לתכנית החשמל, לאופי האתר, להוראות היצרן ולדרישות יועצי הביטוח.
  - 3.8.4. תכנון הקונסטרוקציה והתקנתה יאפשרו מילוי של כל דרישות מיגון הפאנלים (לפי יועצי הביטוח).
  - 3.8.5. הקונסטרוקציה תתוכנן כך שהליך פירוקם/החלפתם והתקנתם מחדש (במקרה של תקלה ו/או של תיקון איטום הגג) יהיה פשוט ונוח.
  - 3.8.6. הקבלן יעניק למזמין אחריות לאיכות איטום הגג למשך שנתיים לפחות ממועד התקנת המערכת.
  - 3.8.7. הקבלן לא יבצע על הגג עבודות ריתוך ו/או חיתוך ו/או השחזה ו/או כל פעולה אחרת שעלולה לפגוע בגג או להסב לו נזק כלשהו.
  - 3.8.8. באחריות הקבלן לכסות בצבע עשיר אבץ חלקים בקונסטרוקציית הברזל (ככל שישנה) שגלוונם נפגם ו/או שנצפתה בהם קורוזיה. יש לשים דגש לשם כך על מקומות בהם בוצעו עבודות ריתוך ו/או חיתוך ו/או השחזה בקונסטרוקציה.



3.8.9. סולמות עליה לגג יהיו עשויים מברזל מגולוון.

3.8.10. מדרכים קבועים יהיו מאלומיניום. מדרכים זמניים (לתקופת ההקמה) יותקנו ככל שנדרש.

#### 4. עבודות חשמל

4.1. כל עבודות החשמל יבצעו עפ"י המפרט הכללי למתקני חשמל בהוצאת הוועדה הבין משרדית לעבודות חשמל (פרק 08) ועפ"י תקנות החשמל (עבודה במתקן חי או בקרבתו) תשס"ט-2008, על פי הנחיות מנהל מינהל החשמל להתקנת מיתקן פוטו-וולטאי, תשע"ט - 2019 וכן בהתאם להוראות חוק החשמל, אמות המידה והתקנות והכללים החלים בנסיבות העניין.

#### 4.2. כבלים ורכיבי DC

4.2.1. עמידה בתקנים הרלוונטיים, ובכלל זה TUV, VDE, EN.

4.2.2. כל הרכיבים, ובכלל זה מפסקים, מנתקים, נתיכים, בתי נתיך וכו', יהיו בעלי תקן ומאושרים לשימוש על ידי חברת החשמל, ומתוצרת ABB או שווה ערך.

4.2.3. לוחות ה-DC יהיו בדרגת אטימות IP65.

4.2.4. כבלים מדגם FLEX-SOL-LX לעמידה בתנאי סביבה קשים.

4.2.5. כבלים מוגני UV, חסיני אש, נטולי הלוגן ועמידים בטמפרטורה של עד 120°C.

4.2.6. חתך הכבלים יהיה גדול מ-6 מ"מ.

4.2.7. הפסדי הולכה (מפלי מתח) של הכבלים לא יעלו על 1%.

4.2.8. שימוש במחברי RADOX SOLAR של חברת Huber+Suhner, Tyco, או מחברי MC4 לחיבור כבלי ה-DC.

4.2.9. חישוב הפסדי ההולכה יבוצע לטמפרטורה של 70°C.

#### 4.3. כבלים ורכיבי AC

4.3.1. כבלים עם בידוד XLPE, N2XY, (נחושת) או NA2XY (אלומיניום).

4.3.2. עמידה בתקנים הרלוונטיים (לרבות ת"י 1516).

4.3.3. כבלים מוגני UV, מתאימים לתנאי חוץ.

4.3.4. כבלים גמישים ובעלי החתך הנדרש.

4.3.5. הפסדי הולכה (מפלי מתח) של הכבלים לא יעלו על 1%.

4.3.6. חישוב הפסדי ההולכה יבוצע לטמפרטורה של 70°C.

#### 4.4. תעלות, מובילים וסולמות כבילה

4.4.1. תעלות, מובילים וסולמות כבילה יהיו מגולוונים ומשולטים כך שיצוין ייעודם.

4.4.2. תעלות, מובילים וסולמות כבילה יבנו כך בהתחשב בעומס המיועד להם. שינויי גובה (מפלס), פניות וסיבובים בסולמות יבוצעו באמצעות שימוש בחלקים מקוריים של היצרן.

4.4.3. תעלות, מובילים וסולמות כבילה יוארקו אל פה"פ במוליך נחושת בתחילתם ובסופם, כך שתישמר הרציפות הגלוונית של מוליך ההארקה לכל אורך האלמנט.

4.4.4. הכבילה תהיה מוגנת משמש לכל אורכה (יש להשתמש בכיסוי ייעודי מתאים).

4.4.5. היכן שהכבילה חשופה (במעברים) יש להשחיל את הכבילה בצינור שרשורי מתאים לכמות הכבלים.

#### 4.5. לוחות חשמל

4.5.1. עמידה בדרישות תקנות החשמל (התקנת לוחות במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991, בתקנים הרלוונטיים (לרבות ת"י 61439 ות"י 1419, לפי העניין, במפרט הבין משרדי לעבודות חשמל (08)) ובהנחיות חח"י, חברת החלוקה ואנשי החשמל מטעם המזמין שאחראים על אתר ההקמה.

4.5.2. לוח חשמל ראשי יותקן בחדר חשמל. הלוח הראשי יכלול רב-מודד שיקושר למערכת הניטור והבקרה.

4.5.3. לוחות משניים יותקנו עפ"י התכנון.

#### 4.6. הארקות והגנות

4.6.1. מערך ההארקות ושיטת ההגנה באתר יעמדו בתקנים הרלוונטיים, לרבות בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991, וכן יבוצעו עפ"י התכניות שאושרו.

4.6.2. בקרבת לוחות החשמל ובריכוז הממירים, יותקן פה"פ בקופסה מוגנת מים ועמידה בפני קרינת UV.

4.6.3. כל חיבור בין ציוד מתכתי לבין פה"פ יבוצע ע"י מוליך נחושת בעל החתך הנדרש.

4.6.4. יש להתקין אמצעי הגנה בפני ברקים ומתחי יתר:

4.6.4.1. צד ה-DC: עמידה בת"י להגנות המותקנות בממירים. במידה והממירים אינם כוללים את ההגנות הנדרשות לפי התקן, יש להתקין הגנות מתאימות בקופסאות ה-DC שעל הגג.

4.6.4.2. צד ה-AC: יש להתקין אמצעי הגנה מסוג FLP, B+C MAXI 3+1 לפחות, או שווה ערך. הגנות אלו יותקנו בכל לוחות ה-AC.

4.6.4.3. כל חלק מתכתי יחובר לפה"פ באמצעות מוליך נחושת או פלח הארקה יסוד ייעודי, בחתך מתאים.

4.6.4.4. יש לבצע בדיקת רציפות לאחר סיום ההתקנה ולדווח על תוצאותיה למזמין וליועץ הטכני.

#### 4.7. ניטור, בקרה ותקשורת

4.7.1. יש להתקין מערכת לאיסוף הנתונים הבאים :

4.7.1.1. זרמים ומתחים (DC).

4.7.1.2. זרמים ומתחים (AC) : פירוט רגעיים, ממצעים, חד-פאזיים וערכי שיא.

4.7.1.3. הספקים : פירוט רגעיים, לפי ממיר ולכלל המערכת.

4.7.1.4. מקדם הספק  $\cos \phi$ .

4.7.2. נתוני מזג אוויר : [1] קרינה הוריוזנטלית ; [2] קרינה על פני הפאנל ; [3] טמפרטורת סביבה ; [4] טמפרטורת פאנל ;

4.7.3. המערכת תדגום ותאסוף את הנתונים הנ"ל בתדירות רבע שעתית לפחות, וללא הפסקה.

4.7.4. למערכת יהיה גיבוי סוללה למקרה של נפילת AC. על הסוללה לאפשר :

4.7.5. אגירת נתונים מהמערכת למשך 48 שעות לפחות מנפילת AC.

4.7.6. תקשורת חיצונית עם אוגר הנתונים למשך 20 דקות לפחות מנפילת AC.

4.8. על המערכת לאפשר צפייה און ליין בנתונים הנאספים, וכן בנתונים שנאספו (ארכיון).

4.9. על המערכת לאפשר הפקה של דוחות רגעיים, יומיים, שנתיים.

4.9.1. על המערכת לאפשר מתן ושליחת התראות בהודעת טקסט (SMS).

4.10. מקדם הספק ומקדם ייצור

4.10.1. ככל שיידרש ע"י חח"י ו/או חברת החלוקה, באחריות הקבלן לספק יכולת שליטה ובקרה על מקדם ההספק ( $\cos \phi$ ) ועל מקדם הייצור, ולפתור את כל הבעיות הנוצרות או העולות להיווצר ברשת החשמל כתוצאה מחיבור המערכת, לרבות ביחס להרמוניות, תהודה ותנודות מתח החורגים מאמות המידה ומהתקינה הישראלית הרלוונטיות.

#### 5. סימון ושילוט

5.1. כל חלקי ורכיבי המערכת (לרבות פאנלים [תחילת וסוף סטרינג], ממירים, קופסאות חיבור, לוחות החשמל, מפסקים, כבלים (AC, DC, תקשורת), הארקות, ארונות, שנאים וכיו"ב), ישולטו בהתאם לתקנות ולאמות המידה.

5.2. השילוט יהיה ברור, קריא, עמיד לפגעי מזג האוויר, מוגן UV (שילוט חיצוני) ויאפשר זיהוי ברור וחד-משמעי של כל רכיב במערכת.

5.3. כבלים ישולטו בשני קצותיהם ויצוין בהם המספר הסידורי של הכבל, מקום מוצאו ויעדו.

5.4. לוחות ה-AC ישולטו באופן ברור ונראה לעין.

5.5. יש להקפיד על שילוט אזהרה היכן שנדרש.

#### 6. שונות

6.1. באחריות הקבלן לקיים את כל הוראות החוק והדין, לרבות בעניין אמות המידה וההסדרות שנקבעו על ידי רשות החשמל, וכן בעניין דרישות הבטיחות החלות על סוג העבודות הנדרשות בפרויקט זה ולפי הזמנה זו.

6.2. באחריות הקבלן לקיים את ההנחיות הנוגעות לכיבוי אש - נדרשת עמידה בתקנות והוראת נציב כבאות והצלה 543 (סידורי בטיחות אש במתקנים פוטו וולטאיים) מעודכן ליולי, 2016, ובדרישות חח"י.

**ג. בדיקות**

**בדיקות טרם חיבור לרשת החשמל (Off-Grid Tests)**

שם המתקן: \_\_\_\_\_

	שם הבודק:		תאריך עריכת הבדיקה:
--	-----------	--	------------------------

**שלב א – בדיקות מכאניות וויזואליות**

**1. קונסטרוקציה נושאת פנלים**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
1.1	מיקום קונסטרוקציה עפ"י התכנית ובהתאם למפרט.			
1.2	מידות וזוויות הטיה של הקונסטרוקציה עפ"י התכנית ובהתאם למפרט			
1.3	כיוון הקונסטרוקציה עפ"י התכנית ובהתאם למפרט			
1.4	חיזוק מחברים, ברגים/דיסקה קפיצית/אום נירוסטה			
1.5	דיאגנוזים מותקנים בהתאם לתוכנית ולמפרט.			
1.6	EPDM בכל נק' עיגון/ בידוד בין אלומיניום לברזל/פלדה ובנק' חיבור ברגים למניעת נזילות ו/או יריעה ביטומנית בכל נקודות המגע בין משקולות הבטון לאטימת הגג (במקרה של גג יצוק).			
1.7	עיגון זווית בסיס לגג על פי המפרט, ע"י בורג איסכורית וכובע אלומיניום ו/או על פי מפרט העיגון למשקולת במקרה של גג יצוק.			
1.8	יציבות הקונסטרוקציה.			

			1.9 פנלים מותקנים כנדרש, כולל בדיקת הטיה ואזימוט למדגם פאנלים $\pm 0.5^\circ$ ובצורה ישרה ואסטטית.
			1.10 הצללה בין פנלים (שעת הצללה ומקור ההצללה) – מדידת זווית הצללה.
			1.11 מיקום תפיסה של פנלים ע"פ הוראות יצרן.
			1.12 אישור מהנדס מתכנן הקונסטרוקציה
			1.13 בדוק שאין תופעות של קורוזיה ו/או בעיות גילון.

**סיכום קונסטרוקציה נושאת פנלים:**

---



---

**2. תעלות**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
2.1	תעלות חשמל ותקשורת מותקנות ע"פ תכנון ועפ"י המפרט			
2.2	בדוק פילוס תעלות פח /רשת			
2.3	בדוק חיזוק תעלות רשת DC לקונסטרוקציה.			
2.4	בדוק חיבור תעלות פח לפס הארקות.			
2.5	בדוק חיזוק תעלות רשת ופח לגג איסכורית ע"י EPDM+ אומגה כולל בנק' חיבור הבורג למניעת נזילות.			
2.6	בדוק חיזוק תעלות רשת ופח לגג בטון ע"ג מרצפות בטון כולל יריעה ביטומנית.			
2.7	במקום עם פוטנציאל להצטברות מים יש לדאוג לחורי ניקוז.			

			2.8. בדוק גלוון אחיד ותקין של התעלות.
			2.9. בדוק תעלות חשמל סגורות, נקיות ומשולטות.
			2.10. החיבורים בין תעלות החשמל עם מחברים תקינים, צמודים, ישרים ואטומים.

**סיכום תעלות:**

---



---

**3. צד ה- DC**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
3.1	יש לבדוק שכבלי DC בחתך הנכון עפ"י תכנית ועפ"י המפרט			
3.2	יש לבדוק שכבלי DC מונחים ומחוזקים לתעלות.			
3.3	יש לבדוק שילוט תעלות DC, וחוטים בשני צידם.			
3.4	יש לבדוק שחוטים לא עוברים ליד קצוות חדים			
3.5	יש לבצע בדיקת קופסאות פיוזים וקופסאות איסוף ויזואלית.			
3.6	יש לוודא כי הקופסאות ורכיביהם תואמות לתכנון.			
3.7	יש לוודא ניקיון הקופסאות וסביבתם.			
3.8	יש לוודא איטום הקופסאות ואיטום כניסות הכבילה אליהן			
3.9	יש לבדוק את החיבור המכאני של הקופסאות ולחזק ברגי החיבור.			

			יש לבדוק ולחזק חיבורי הארקה בקופסאות	3.10
			יש לבדוק את שילוט הקופסאות, הרכיבים המותקנים בהם וסימון הכבלים.	3.11
			יש לבדוק מתחי סטרינגים ולהשוות לתצוגת ממירים.	3.12
			יש לבדוק תקינות הנתיכים בקופסאות.	3.13
			יש לבדוק תקינות המאמ"ת הראשי בקופסאות.	3.14
			יש לחזק חיבור ברגיי כל הרכיבים בקופסאות הנ"ל.	3.15
			יש לבדוק כי ההתקנה בוצעה ע"פ הוראות יצרני הרכיבים המותקנים בקופסאות.	3.16

סיכום צד ה- DC:

#### 4. הארקות

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
4.1	בדיקה שכל פה"פ מוגן מפגיעות מכאניות, מוגן נגד מים בקופסה אטומה וכל מוליך מחובר לפס ע"י בורג נפרד.			
4.2	סימון ע"י דגלונים של כל גידי הארקה בתוך קופסת פה"פ.			
4.3	בדוק הארקת תעלות			
4.4	בדוק הארקת קונסטרוקציה			
4.5	וודא שכל שלטי ההארקה (לוחות, פה"פ וקופסאות) על פי המפרט והתקנים.			



			4.6. בדוק הארקת פנלים ע"י דסקית אלומיניום/ נחושת ו/או אומגה חורצת.
			4.7. בדוק רצף הארקות בין כל החלקים.

**סיכום הארקות:**

---



---

**5. ממירים**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
5.1	יש לבצע בדיקת ממירים ויזואלית וכן בדיקה ויזואלית לתעלות ולקופסאות (AC-ו DC) בסביבת הממירים.			
5.2	יש לוודא ניקיון הממירים, יחידת הצינור (לוודא שאין חסימה של פתחי איורור), פילטרים וסביבתם.			
5.3	יש לבדוק חיבור המחברים, כבלי DC.			
5.4	יש לבדוק שילוט הממירים וסימון כבלי AC-ו DC, הארקות, תעלות ותקשורת.			
5.5	יש לבדוק כי ההתקנה בוצעה ע"פ הוראות יצרן הממירים, רשות החשמל וחח"י.			
5.6	יש לבדוק כי דגם וכמות הממירים תואם לתכניות.			
5.7	יש לוודא את יציבות גב הממירים ואת חוסן וגובה ההתקנה.			

**סיכום ממירים:**

---



---

**6. פאנלים**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
6.1	יש לבדוק ניקיון הפאנלים מאבק, לשלשת וכו'			
6.2	יש לבדוק פנים שטח הפאנלים ללא לחות, שינויי צבע וכתמים שאינם לכלוך.			
6.3	יש לבדוק ולחזק עיגון הקולטים לקונסטרוקציה.			
6.4	יש לבדוק ולחזק חיבורי קונקטורים של הפאנלים.			
6.5	יש לבדוק ולחזק חיבורי הארקה של הפאנלים.			
6.6	יש לוודא שאין פגיעה מכאנית בפאנלים, ללא שברים או סדקים ושמסגרת הפנלים שלמה			
6.7	יש לוודא שאין הצללות לא צפויות על הפאנלים.			
6.8	יש לוודא דגם וכמות הפאנלים תואם לתוכנית.			
6.9	יש לוודא שחיווט הסטרינגים בשטח תואם את התוכניות			
6.10	יש לבדוק שהכבלים מעוגנים לקונסטרוקציה.			
6.11	במקרה של פנלים ממוינים לפי זרמים ו/או מתחים יש לוודא חלוקה לסטרינגים לפי הקבוצות .			

**סיכום פאנלים:**

---



---

**7. גדרות וסולמות**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
7.1	בדוק כי כל החלקים מגולוונים וכי אין חלודה.			
7.2	בדוק כי מיקום וחיבור הגדר/סולם תואם לתכניות.			
7.3	בדוק כי סוג הגדר/סולם ומידותיו תואם את המפרט ואת התכניות.			

**סיכום גדרות וסולמות:**

---



---

**8. בטיחות**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
8.1	יש לבדוק את בטיחות המתקן ע"פ הוראות יועץ הבטיחות.			
8.2	יש לבדוק שכבלי קו חיים/ עוגנים מחוזקים ובמיקום ע"פ התכניות.			

**סיכום בטיחות:**

---



---

**9. שילוט**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
9.1	בדוק שילוט ע"פ התכניות.			

			9.2. בדוק שהשילוט מזהיר מפני מקור מתח חי בעת ניתוק צד DC.
			9.3. בדוק שילוט בתוואי DC.
			9.4. בדוק שילוט בתחילת וסוף כל כבל DC.
			9.5. בדוק שילוט בקופסאות איסוף DC.

**סיכום שילוט:**

---

**10. ניקיון האתר**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
10.1	בדוק ניקיון הגגות משבבי אלומיניום, ברגים, שאריות כבלים וכו'			
10.2	בדוק ניקיון המבנים.			
10.3	בדוק ניקיון באתר ובסביבה הקרובה כולל פינוי מכולות, ארגזי פנלים וממירים וכו'.			

**סיכום ניקיון האתר:**

---

**11. מדרכים**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
11.1	בדוק תקינות המדרכים, ומיקומם עפ"י התוכנית.			

**סיכום מדרכים:**

---

12. כלוב ממירים וצד ה-AC

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
12.1	בדוק כי כלוב הממירים נבנה עפ"י התוכנית.			
12.2	בדוק כי כל החלקים מגולוונים וכי אין חלודה.			
12.3	בדוק בדיקה ויזואלית לתקינות, המצאות פגמים, ניקיונות וכדומה את לוחות וכבילת ה- AC (כולל לוח ראשי). יש לוודא שהלוחות ממוקמים על פי התכנית והם אטומים.			
12.4	וודא שכל הרכיבים והמוליכים מותקנים כיאות ועל פי המפרט והתקן. וודא שישנה ההכנה הנכונה להתקנת מונים על פי דרישות המחלק.			
12.5	בדוק שכל הלוחות מעוגנים ויציבים וודא שהדלתות אטומות.			
12.6	לוודא שכל ההארקות של הממירים קיימות והחיבורים לפהש"פ ולקונסטרוקצית הכלוב תקינים.			
12.7	לוודא שכל חיבורי הכבילה בלוחות ה- AC (לוחות ריכוז ממירים, לוח ראשי וכדומה) חוזקו עם מפתח מומנטים וסומנו.			

סיכום כלוב ממירים וצד ה-AC:

---



---

13. כללי

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
13.1	בדוק המצאות תכניות As Made מעודכנות			
13.2	בדוק המצאות ותקינות מערכת מזג אוויר ומערכת הניטור והתקשורת.			

סיכום כללי:

**שלב ב - בדיקות חשמליות**

14. בדיקות הארקה

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	תוצאה רצויה:	תוצאה מדודה:	עבר/נכשל?
14.1	<b>רציפות הארקה לפנלים:</b> בצע בדיקת רציפות חשמלית במד רציפות ובחוט מאריך בין נקודת החיבור הראשית של ההארקה לקונסטרוקציה לבין נקודת החיבור של גישור ההארקה למסגרת הפנל.		חיווי רציפות מלאה במכשיר המדידה.		
14.2	<b>רציפות הארקה התעלות:</b> בצע בדיקת רציפות חשמלית במד רציפות ובחוט מאריך בין נקודת החיבור הראשית של ההארקה לתעלה לבין קטעי התעלה ולמכסים.		חיווי רציפות מלאה במכשיר המדידה.		
14.3	<b>רציפות הארקה הממירים:</b> בצע בדיקת רציפות חשמלית במד רציפות ובחוט מאריך בין נקודת החיבור הראשית של ההארקה לגוף הממיר ל פס השוואה בלוח הממירים.		חיווי רציפות מלאה במכשיר המדידה.		
14.4	<b>בדיקת רציפות הארקה בין פס השוואה הראשי לקונסטרוקציה:</b> בצע בדיקת רציפות חשמלית במד רציפות		חיווי רציפות מלאה		

		במכשיר המדידה.		ובחוט מאריך בין הפה"פ הראשי לבין פס השוואה בגג ובינו לבין נקודות החיבור בפרטי הקונסטרוקציה.	
--	--	----------------	--	---	--

סיכום בדיקות הארקה:

---



---

**15. בדיקת בידוד מוליכים**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	תוצאה רצויה:	תוצאה מדודה:	עבר/נכשל?
15.1	בצע בדיקת בידוד מוליכי DC במכשיר בודק בידוד במתח V1000  הבדיקה תבצע בלוח הסטרינגים כאשר כל המפסקים מנותקים והקו הנמדד אינו מחושמל. יש לבצע מדידה בין: פלוס והארקה, מינוס והארקה ובין הפלוס והמינוס.  אין לקבל תוצאה נמוכה מ-100MΩ.		גבוה מ 100MΩ		

סיכום בדיקת בידוד מוליכים:

---



---

**16. בדיקות מתח סטרינגים בריקם**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	תוצאה רצויה:	תוצאה מדודה:	עבר/נכשל?
16.1	בצע מדידה במד מתח DC לכל סטרינג כאשר כל המפסקים מנותקים והמדידה מתבצעת בכניסה להדקי המפסק.		עפ"י תחום המתחים שהוגדר בתכנון המתקן.		

		(יוגדר במסמך בדיקות ספציפי)		התוצאה המתקבלת צריכה להיות מקורבת למספר הפנלים בטור כפול מתח הריקם של פנל בודד. (תלוי בתנאי הסביבה בזמן המדידה)	
--	--	--------------------------------------	--	---	--

סיכום בדיקות מתח סטרינגים בריקים:

### 17. בדיקת הבדדה כבלי AC

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	תוצאה רצויה:	תוצאה מדודה:	עבר/נכשל?
17.1	בצע בדיקת הבדדה לכבל ה-AC באמצעות MEGER: מדוד את ההבדדה בין כל מוליך לשאר המוליכים, מדוד את ההבדדה בין כל מוליך להארקה ווודא כי התנגדות הבידוד גדולה מהמינימום המותר.				

סיכום בדיקת הבדדה כבלי AC:

הנני מאשר בחתימתי כי בדיקות טרם חיבור לרשת החשמל ( Off-Grid Tests ) נוהלו ובוצעו על ידי וכי במסגרת הבדיקה התקבלו הממצאים והתוצאות המופיעות לעיל:

חתימת הבודק

שם הבודק

תאריך



**בדיקות קבלה (On-Grid Tests)**

שם המתקן: \_\_\_\_\_

	שם הבודק:		תאריך עריכת הבדיקה:
--	-----------	--	---------------------

**1. תכניות, אישורים והיתרים**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
1.1	יש לוודא כי קיימות תוכניות חשמל מעודכנות AS-MADE חתומות ע"י מהנדס חשמל			
1.2	יש לוודא כי קיים טופס בדיקת מהנדס בודק			
1.3	יש לוודא כי קיימות תוכניות קונסטרוקציה מעודכנות AS-MADE חתומות ע"י קונסטרוקטור			
1.4	יש לוודא שכל הבדיקות החשמליות והצילומים הטרמיים מתבצעים כאשר המערכת עובדת בהספק של לא פחות מ-60% מההספק המקסימאלי. יש לעבוד רק בזמנים בהם מתקיימים התנאים הנ"ל.			

סיכום תכניות, אישורים והיתרים:

---



---

**2. חשמל מתח נמוך**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
2.1	יש לבצע בדיקה ויזואלית של מבנה בלוחות			

			יש לוודא ניקיון הלוחות וסביבתם	2.2.
			יש לוודא איטום הלוחות	2.3.
			יש לבדוק את החיבור המכאני של הלוחות ולוודא חיזוק ברגי החיבור	2.4.
			יש לוודא המצאות תכניות מעודכנות ללוחות	2.5.
			יש לוודא כי רכיבי הלוח תואמים לתוכניות עפ"י התכנון	2.6.
			יש לבדוק שלמות ולחזק חיבורי כבלי הזנה וחלוקה	2.7.
			יש לבדוק שלמות ולחזק חיבורי כבלי הארקה בלוחות	2.8.
			יש לבדוק שילוט הלוחות, הרכיבים המותקנים בהם וסימוני הכבלים	2.9.
			יש לבדוק תקינות המאמ"תים בלוחות	2.10.
			יש לבדוק תקינות מפסק פחת בלוחות	2.11.
			יש לבדוק פונקציונאליות של ממסרי ההגנה בלוח	2.12.
			יש לבדוק מערכת גילוי וכיבוי אש בלוח	2.13.
			יש לוודא תקינות רב מודד	2.14.
			יש לבדוק תקינות מפסק ראשי (ייצור + צריכה)	2.15.
			יש לבדוק רציפות הארקות של המערכת (פאנלים, קונס', תעלות, פה"פ, לוחות, ממירים)	2.16.
			יש לבדוק בידוד כבלים בכל התוואים (DC, AC), ע"י מכשיר מגר	2.17.
			יש לוודא כי התקנת הרכיבים בוצעה עפ"י הוראות יצרני הרכיבים המותקנים בלוח (כולל סוללת הקבלים), רשות החשמל וחח"י	2.18.

			יש לבדוק נק' חמות בחיבורים בכל הלוחות עם מצלמה תרמית	2.19
			יש למדוד את הקוטביות והמתח של ה-סטרינגים ולוודא שהם נכונים.	2.20
			יש למדוד את רמת המתח של כל אחד מהסטרינגים המתחברים לאותה קופסת DC , ולוודא שהם נותנים את אותו המתח $\pm 5$ וולט	2.21
			יש לבדוק נקודות חמות על פני הפנלים עם מצלמה תרמית.	2.22

**סיכום חשמל מתח נמוך:**

---



---

### 3. הארקות

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
3.1	בדוק פס הארקה ראשי			
3.2	בדוק הארקת לוח חשמל AC			
3.3	בדוק הארקת מגניי ברק בלוח AC			
3.4	בדוק הארקת יסוד למבנה			
3.5	בדוק הארקת אלקטרודות			

**סיכום הארקות:**

---



---

**4. ממירים**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
4.1	יש לבדוק חיבור של הארקות וכבלי הזנה AC			
4.2	יש לבדוק חיבור של כבלי התקשורת			
4.3	יש לבדוק חזותית סימני התחממות			
4.4	יש לוודא תקינות תצוגת ממירים ונצילות תקינה של המערכת			
4.5	יש לבדוק נק' חמות בחיבורים עם מצלמה תרמית			
4.6	יש לבדוק נק' חמות בחיבורים עם מצלמה תרמית בקופסאות ה- DC			
4.7	יש לבדוק יחס המרה בין כניסת ה- DC ליציאת ה- AC			
4.8	יש למדוד את מתחי הרשת בכל פאזה לכל ממיר			
4.9	יש לבדוק את זרמי הממיר בכל פאזה (כל הממירים)			

**סיכום ממירים:**

---



---

**5. מערכות ניטור וסביבה**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
5.1	בדוק כי מערכת הניטור פועלת, אוגרת מידע ומשדרת את המידע כנדרש			
5.2	בדוק חיבור ומיקום חיישני הטמפרטורה לצידו האחורי של הפנל			

			5.3. בדוק חיבור, מיקום וכן שמד הקרינה (Pyranometer) נקי ומקביל לפני השטח של המודול
			5.4. בדוק תקינות חיבור ומיקום חיישן טמפרטורת הסביבה

סיכום מערכות ניטור וסביבה:

---



---

**6. יחס ביצועים**

#	בדיקה של:	האם נבדק? (כן/לא)	האם תקין? (כן/לא)	הערות שנמצאו:
6.1	יש לבדוק את יחס הביצועים (PR), על פי נספח יחס הביצועים			

סיכום יחס ביצועים:

---



---

הנני מאשר בחתימתי כי בדיקות טרם חיבור לרשת החשמל ( On-Grid Tests ) נוהלו ובוצעו על ידי וכי במסגרת הבדיקה התקבלו הממצאים והתוצאות המופיעות לעיל:

תאריך	שם הבודק	חתימת הבודק

**ד. יחס ביצועים (PR) - מערכות תעריפיות -**

**כללי**

ביצועי מערכת סולארית פוטו-וולטאית ניתנים לאפיון ע"י יחס הביצוע (PR-Performance Ratio). ה-PR מוגדר כיחס בין האנרגיה המיוצרת על ידי המערכת והמוזרמת בפועל לרשת החשמל ובין האנרגיה של קרינת השמש על פני הפנלים. היחס כולל את איבודי מערך הפאנלים (צל, לכלוך ו/או אבק על הפנלים, שונות בין פאנלים, חיווט וכו') ואת איבודי המערכת (יעילות ממירים, הפסדי הולכה וכו').

**1. חישוב בסוף כל שנה (ללא פיצוי טמפרטורה)**

**הגדרת יחס ביצוע מובטח:**

הצדדים מסכימים על יחס ביצוע מינימאלי מובטח של  $PR_G = 0.98 * PR_T$ , כאשר:  
 $PR_T$  - ה-PR המתוכנן על פי סימולציית PVsyst מאושר על ידי היועץ הטכני.  
 $PR_G$  - ה-PR השנתי המובטח.

**מדידת יחס ביצוע בפועל:**

יחס הביצוע בפועל  $PR_{ACT}$  יוגדר באופן הבא:

$$PR_{ACT} = (Y_f / Y_r) / d$$

$Y_f$  = התפוקה השנתית של המערכת הפוטו וולטאית בפועל שהוזרמה לרשת (על פי מונה חח"י ו/או מונה אחר כמו סאטק הנמצא ליד נקודת החיבור).

$Y_r$  = סה"כ הקרינה הנקלטת על פני הפנלים של כל המערכת.

$$Y_r = I * P_n$$

כאשר:

$I$  = הקרינה השנתית הנקלטת על שטח של מטר רבוע במישור בעל נטייה זהה למישור המערכת ( $kWh/m^2/Year$ ).

$P_n$  = הספק המערכת הנומינלי (KWp)

$d$  = מקדם תיקון שנתי של ירידת ביצועי הפאנלים כפונקציה של הזמן. מקובל להניח שיעור ירידה שנתי ממצע של 0.4%. במקרה כזה:  $d = 1 - 0.004 * n$  כאשר  $n$  מציין את המספר הסידורי של השנה מפתחת האתר לפעילות.

יובהר כי  $n=0$  עבור שנה ראשונה וכן הלאה.

**חישוב הפיצוי השנתי בגין אי עמידה בהתחייבות לחיסכון:**

הצדדים מסכימים שסך התפוקה השנתית המובטחת יהיה  $E_G = Y_f * PR_G$

כאשר:

$E_G$  - התפוקה השנתית המובטחת של המערכת הפוטו וולטאית (kWh/Year)

במידה ו-  $Y_f < E_G$  אזי הפיצוי השנתי יחושב:

$$PLD = (E_G - Y_f) * FIT$$

כאשר:

PLD - סה"כ הפיצוי השנתי ב-ש.

FIT - תעריף המכירה לרשת ב-ש.

הערות:

- א. מדידת הקרינה תעשה באמצעות פירנומטר מכויל שיוצב בזווית זהה לזו של הפאנלים הסולאריים המרכיבים את המערכת
- ב. המיקום המדויק של המדידים יקבע בתוכניות הביצוע של הפרויקט, המדידות יערכו אחת ל 15 דקות.
- ג. כל שעה יחושב ממוצע קרינה באופן הבא:  $H_i (kWh/m^2)$  כאשר  $i$  מציינ את המספר הסידורי של השעה.
- ד. שעות בהן ממצע הקרינה קטן מ-  $100Wh/m^2$  לא יכללו בחישוב הסופי.

**2. חישוב הכולל פיצוי טמפרטורה - בדיקת ה-PAC (בדיקה לאחר חיבור והרצה).**

הבדיקה צריכה להימשך כ-10 ימים ומתחילה מיד עם התייצבות המערכת לאחר החיבור לרשת. בדיקת הביצועים היא חלק מבדיקות ה-On Grid. יש להקפיד שבמהלך תקופת הבדיקה תנאי הקרינה יהיו טובים. הבדיקה תחשב כעוברת אם בסיומה ה-PR הנמדד בפועל יהיה לא יותר קטן מ-95% מה-PR המובטח.

ה-PR בפועל -  $PR_{ACT}$ , יוגדר באופן הבא:

$$PR_{ACT} = ((Y_f / Y_r) / d) * F_{temp}$$

כאשר:

$F_{temp}$  = מקדם תיקון כפונקציה של טמפרטורת הפנל ומחושב עפ"י הנוסחה הבאה:

$$F_{temp} = 1 - P_{tpv}$$

**כאשר:**

$P_{tpv}$  מציינ את האיבוד באחוזים של תפוקת הפאנל כתוצאה מהתחממות התאים עפ"י הנוסחה הבאה:

$$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

**כאשר:**

$\gamma/100$  - הינו מקדם איבוד תפוקה כתוצאה מהתחממות, נתון זה שלילי ומסופק על ידי יצרן הפאנלים והוא נע בד"כ בטווח 0.38%-0.42% ל-1°C  
 $T_{cel}$  - הינה הטמפרטורה הנמדדת בצד האחורי של הפאנל במעלות צלסיוס.

**הבדיקה תחשב כעוברת במידה ו:  $PR_{ACT} > PR_G * 0.95$**

**הערות:**

- א. מדידת הקרינה תעשה באמצעות פירנומטר מכויל שיוצב בזווית זהה לזו של הפאנלים הסולאריים המרכיבים את המערכת
- ב. מדידת הטמפרטורה תעשה באמצעות מד חום שיותקן בחלקו האחורי של פאנל סולארי מתוך הפאנלים המרכיבים את המערכת
- ג. המיקום המדויק של המדידים יקבע בתוכניות הביצוע של הפרויקט, המדידות יערכו אחת ל 15 דקות
- ד. כל שעה יחושב ממוצע קרינה באופן הבא:  $H_i (kWh/m^2)$  כאשר  $i$  מציינ את המספר הסידורי של השעה
- ה. כל שעה יחושב ממוצע הטמפרטורה באופן הבא:  $T_{cel_i} (^\circ C)$  כאשר  $i$  מציינ את המספר הסידורי של השעה
- ו. שעות בהן ממוצע הקרינה קטן מ-  $0.1 kWh/m^2$  לא יכללו בתחשיב הסופי
- ז. מדידת האנרגיה המוזרמת לרשת תתבצע באותם האינטרוולים כאשר המונה ימוקם קרוב ככל האפשר למונה חח"י ובכל מקרה לא לפני הלוח הראשי.

### 3. זמני עצירת מדידות (מתייחס הן לבדיקות הקבלה והן לבדיקה שנתית סעיף 1 וסעיף 4)

לא יתבצעו מדידות בזמנים בהם המערכת מושבתת כתוצאה מ: גניבה, השחתה, כוח עליון, השבתת רשת החשמל על ידי מנהל הרשת, במקרים של רשלנות או זדון מצד המזמין, ובזמנים בהם מתבצעות עבודות תחזוקה של המערכת, נפילות ייצור בסופי שבוע וחגים לא יוכנסו לחישוב עמידה בביצועים אלא אם הלקוח אישר תיקון תקלות בסופי שבוע וחגים תמורת תוספת תשלום לפי מה שיוסכם. (רק אם הלקוח אישר בכתב ומראש שעבודות התחזוקה תעשינה בזמנים שהקרינה בהם גדולה מ-  $100kW/m^2$ ).



**טבלת ציוד מדידה לדוגמה**

המדיד	דגם	יצרן	טמפרטורת עבודה	הערות
פירנומטר (מד קרינה)	CMP3	Kipp & Zonen	80°C עד -40°C	
מד טמפרטורת פאנל	110PV	Campbell Scientific	140°C עד -40°C	או מדיד ש"ע

**4. חישוב פיצוי עתידי בגין אי עמידה בביצועים המובטחים החל מתום תקופת האחריות**

היה ובתום תקופת האחריות, יחס הביצועים המחושב במהלך השנה האחרונה לתקופת אחריות הטיב, יפחת מיחס הביצועים המובטח, תשלם החברה למזמין פיצויים על פי החישוב להלן:

$$\text{FutureRevenueLoss} = \sum_{i=n}^{25} \frac{(\text{REV}_{\text{gua}} - \text{REV}_{\text{act}}) * 0.996^i}{(1+r)^i}$$

כאשר:

n - השנה הראשונה שלאחר תום תקופת האחריות

REV<sub>gua</sub> - הכנסה שנתית מובטחת בשנה השניה

REV<sub>act</sub> - הכנסה שנתית בפועל בשנה השנייה

r - 0.03 (ריבית היוון 3%)

**חישוב ההתחייבות לזמינות (מערכת תעריפית) -**

(1) הזמינות הטכנית (TA) (באחוזים) מייצגת את היחס שבין מלוא הזמינות הפוטנציאלית של המערכת בשנה (=סך השעות בהן על המערכת לייצר חשמל) לבין סך השעות בפועל במשך השנה בהן המערכת זמינה (=מייצרת חשמל).

(2) הזמינות הטכנית של המערכת תחושב בהתאם לנוסחה הבאה :

$$TA = \left( 1 - \frac{\sum (\text{Downtime} \times P_{\text{failure}_i} \times E_i)}{\text{Duration of sunshine} \times P_{\text{generator}} \times E} \right) \times 100$$

הגדרות:

**Duration of sunshine** = [שעות] קרינה במשך השנה כפי שנמדדו ע"י פירנומטר (מד קרינה) המותקן במערכת שעות הקרינה יחושבו על בסיס המידע אשר התקבל מהפירנומטר, אשר יומר לשעות. כמות קרינה הגדולה מ-200W/m<sup>2</sup> תיחשב כשעת קרינה.

**Downtime** = [שעות] המחושבות על פי ההפרש שבין (1) סך כל השעות או חלקי השעות בהם הושבתה המערכת או חלקה (ברמה של MPPT) במשך חודש נתון; ו-(2) סך השעות בהן התרחשו האירועים המפורטים בסעיף (3) להלן.

**Pfailure** = [kWP] כמות ההספק המותקן שהושפעה מהשבתת המערכת (Downtime).

**E<sub>i</sub>** = [KWh/m<sup>2</sup>] כמות הקרינה הנקלטת במשך זמן נתון (i) כפי שנמדדה על-ידי הפירנומטר

**Pgenerator** = [kWP] כמות ההספק המותקן במערכת.

**E** = [KWh/m<sup>2</sup>] כמות הקרינה אשר הוקרנה על המערכת במשך החודש כפי נמדדה על-ידי הפירנומטר.

(3) השבתת המערכת במקרים הבאים לא תיכלל בחישוב הזמינות הטכנית :

- (א) תקופות בהן עוצמת הקרינה הנה מתחת לערכי הסף של הממיר.
- (ב) השבתת המערכת נגרמה כתוצאה מתקלה ברשת החשמל ו/או כתוצאה מהשבתת יזומה של רשת החשמל על-ידי מנהל הרשת/חח"י.
- (ג) השבתת יזומה של המערכת לבקשת הבעלים/המזמין.
- (ד) השבתת המערכת נגרמה כתוצאה ממעשה או מחדל של הבעלים/המזמין.
- (ה) השבתת המערכת לצרכי בדיקות הרשויות לבקשת הבעלים/המזמין ו/או הרשות הרלוונטית.

(4) חישוב הפיצוי במידה ואין עמידה בזמינות המובטחת

$$LDA = (A_G - TA) * R * (A_G / TA)$$

עמוד 35 מתוך 35

כאשר :

**Ag** - זמינות מובטחת ב-% (בד"כ לא פחות מ-98%)

**R** - ההכנסה השנתית ממכירת החשמל