



1

 Gal Engineers
Planning | consulting

נספח ב'1 – מפרט טכני

לתכנון, הקמה, ביצוע

והפעלה למערכת PV

שם הפרויקט:

מכון וינגייט

תוכן עניינים

3	תיאור העבודה
5	פיקוח ניהול ואישור
7	הנחיות לתכנון המערכת
9	קונסטרוקציה
10	תשתיות מסגרות בטיחות ובדיקות קרינה
11	גג-איטום, יציבות, מדרכים שימוש וניקיון
13	תשתיות חשמל
15	הארקה והגנת ברקים
17	לוחות מתח נמוך AC
20	לוחות DC
20	ממירים
21	הפאנלים
22	שילוט
23	מונה ייצור
23	גנרטור
23	מערכת הניטור והבקרה
26	רשימת תקנים
27	מבחני קבלה ומסירת המערכת
29	הגנת סייבר למתקנים מעל 630 קו"ט
30	תוכניות עדות AS MADE

1. תיאור העבודה

1.1. מפרט זה מתייחס לתכנון אספקה הקמה ביצוע בדיקה ומסירה של מתקן לייצור חשמל בטכנולוגיה פוטו וולטאית (להלן ה"מתקן" או "המערכת") במסגרת פרויקט TURN KEY (להלן "הפרויקט"). במסגרת הפרויקט נדרש הקבלן לתכנן לספק ולהתקין מערכת פוטו וולטאית (PV) מחוברת לרשת החשמל ע"פ הוראות מפרט זה על נספחיו ובהתאם להוראות כל דין, לרבות כל העבודות המלאות הנדרשות להקמתה המושלמת של המערכת ולשביעות רצון המזמין (להלן "העבודות"), בין השאר:

- בדיקה מקדימה של האתר ע"י מהנדס חשמל, מהנדס קונסטרוקציה ויועץ קרינה, לרבות המבנים הגגות ומערכות החשמל וכיוב' וקביעת מיקום לממירים.
- תכנון מושלם של האתר לרבות תכניות אזרחיות חשמליות סולאריות בטיחות וקונסטרוקציה הוצאת היתרים ורישוי למערכת בכל הגופים הרלוונטים לרבות רשות וחברת החשמל והוועדה המקומית, כיבוי אש, איכות הסביבה וכלל הרשויות
- לוחות חשמל מתח נמוך AC. מגיני ברק/ מתח יתר.
- כבלי חשמל מתח נמוך ומתח גבוה.
- כבלי פיקוד ותקשורת.
- לוחות חשמל DC.
- חיווט תשתית DC.
- התקנה וחיווט ממירים.
- תשתיות לחשמל, תקשורת תת קרקעית ו/או עילית עם צינורות ובריכות מעבר באתר.
- בכל אתר יושלם מפסק בתוך הלוח הראשי של הצרכן כולל בדיקת בודק במקרה שאין מקום בלוח הצרכן, הקבלן יספק ויתקין לוח חיצוני ללוח הצרכן ויחבר אותו לפסי הצבירה של לוח הצרכן מע' גילוי וכיבוי אש אוטומטית על פי דרישות התקן.
- בכל אתר יסופק ויותקן גלאי עשן בתוך לוח האיסוף.
- הארקות בכל המתקן.
- קונסטרוקציות עזר מבניה, יציקת בטון ומתכת.
- סולמות, קווי חיים, כלוב, במה, קיר ממירים, גגון ועבודות מסגרות שונות.
- אספקה והתקנה של תשתית AC כולל התקנת ארונות מנייה, פילרים וכל הנדרש על ידי חברת החשמל עד לנקודת החיבור מול חברת החשמל.
- שוחות חפירות וקידוחים.
- תחנה מטאורולוגית, מערכת מניה מתקדמת, ומערכת ניטור אינטרנטית הכוללת שליטה ומסכים.
- מדרכים, תשתיות צנרת מים לשטיפת הפאנלים.
- בדיקות והפעלות
- שיתוף פעולה מלא ואישור כל התוכניות מול חברת החשמל.
- בדיקת יועץ קרינה לאחר חיבור המערכת.

1.2. הקבלן יספק, על חשבונו, את כל הכלים, החומרים והציוד הדרושים לבצוע מושלם של כל העבודות ולצורך ביצוע העבודות בלבד בהתאם למפרט זה ולדרישות ההתקנה של יצרני הציוד השונים לרבות:

1.3.

- גנרטור וחיבור חשמל זמני לביצוע העבודה.
- ציוד שינוע, הרמה וחפירה.

- חומרי עזר, כלי עבודה ומכשירים.
- ציוד ומכשירים לבדיקות LT, התנגדות הארקה, בידוד, מדידות חשמליות וכיול המכשור.
- אמצעי הובלה, הרמה, חיזוק
- מקדחות, מסוריות, רתכות אלקטרודות ריתוך, מכשירי הידוק לסרטי נירוסטה, כבלים מאריכים מוגנים בממסרי פחת וכ'.
- כל הציוד ימצא באתר מיום תחילת העבודה בהתאם לצורך ולשיקול דעתו של הקבלן.

1.4. כל החומרים, הכלים, האביזרים והציוד בהם ייעשה שימוש לביצוע העבודות יתאימו לדרישות מפרט זה ולדרישות כל דין, ובין היתר, להנחיות ולתקנים המפורטים בפרק התקנים. כל העבודות והחומרים אשר יסופקו ע"י הקבלן יהיו חדשים בלבד ו יתאימו לתנאי הסביבה ולסוג המערכת.

1.5. סתירה בין מסמכים

1.5.1. בכל מקרה של סתירה, אי התאמה, דו משמעות, אפשרות לפרוש שונה בין מסמכי ונספחי המפרט השונים יהיה סדר העדיפויות בין המסמכים כדלקמן שכל שלפניו בתור קובע:

- חוק החשמל ותקנות חברת החשמל לישראל בע"מ (להלן "חברת החשמל") בדבר הקמת מערכות חשמל ומערכות פוטו-וולטאיות.
- תקנים ישראלים/זרים המצורפים במפרט.
- מפרט טכני מיוחד.
- מפרטים סטנדרטיים בין-משרדי, לרבות הנספח הבין משרדי 08 של משרד הבטחון.

1.5.2. מפרטי העבודה המהווים חלק בלתי נפרד ממפרט זה הינם :

- חוק החשמל תשי"ד ותקנות שפורסמו מכח החוק עד ליום הביצוע.
- תקנת משק החשמל של הרשות לשירותים ציבוריים חשמל.
- תקן ישראלי 1220, תקני UL ותקני V.D.E עבור מערכת גילוי אש.
- המפרט הכללי בין-משרדי לעבודות חשמל 08, תקשורת 18, גילוי וכיבוי אש 34, עבודות עפר 01, בטון יצוק 02, איטום 05, צביעה 11, פיתוח 40, סלילת כבישים 51.

אלא אם נקבע אחרת בהסכם ההתקשרות ו/או במסמכי ההזמנה

2. פיקוח ניהול ואישור

- 2.1. הקבלן יפיק דוחות התקדמות וביצוע במהלך הפרויקט בכל שבוע, הדוחות יוגשו על גבי טפסים, טבלאות בהתאם להנחיות המפקח. דוח זה יאושר ע"י המפקח.
- 2.2. הקבלן אחראי על טיב העבודות. פיקוח או העדר פיקוח של המפקח אינו משחרר את הקבלן מאחריות זאת.
- 2.3. כל התוכניות יאושרו ע"י המפקח טרם ביצוען, למפקח שמורה הזכות לפסול כל תכנית משיקוליו הוא.
- 2.4. דו"חות וישיבות תיאום- המפקח יזמן אליו לעתים מזומנות את הקבלן לישיבות תאום ביצוע. על הקבלן להתאים את עצמו לזמנים שייקבעו וכן עליו להביא לדיונים אלה את הדו"חות השונים וכן את בעלי המקצוע-הכלל כפי שיידרש לכך על ידי המפקח.
- 2.5. מיקום הציוד- המיקום המדויק של כל רכיבי המערכת כגון, פילר, לוחות, ממירים, קיר ממירים, סולמות וכיו"ב יאושרו ע"י המפקח טרם התקנתם.
- 2.6. המפקח רשאי להפסיק את העבודה בכללה ו/או חלק ממנה ו/או עבודה במקצוע מסוים, אם לפי דעתו העבודה אינה נעשית בהתאם לתוכניות, המפרט הטכני ו/או הוראות החוק ותקנותיו.
- 2.7. המפקח יהיה הקובע היחידי בקשר לכל שאלה שתתעורר ביחס לטיב החומרים, טיב העבודה ואופן ביצועה.
- 2.8. המפקח רשאי לדרוש מהקבלן תיקון, שינוי והריסה של העבודה שלא בוצעה בהתאם לתוכניות, המפרט הטכני או להוראותיו, ועל הקבלן למלא אחרי הדרישה על חשבונו הוא.

2.9. תיאום ועדיפות בביצוע העבודה:

- 2.9.1. הקבלן מתחייב לבצע את העבודה תוך תיאום, מתן שירותים ושיתוף פעולה עם כל הגורמים הנוגעים בדבר, כמו קבלנים נוספים, נציגי המזמין וכו' כפי שיורה המפקח.
- 2.9.2. על הקבלן לקבל את אישור המזמין/המפקח לפני חיתוך קורות ופרופילים, חציבה במבנים, ריתוך ועבודה באש באתר.

2.10. גבולות האתר והתארגנות בשטח:

- 2.10.1. גבולות אתר העבודה וסימון שטח ההתארגנות יימסרו לקבלן. הקבלן יתארגן בשטח זה בלבד.
- 2.10.2. הקבלן חייב להגיש למפקח, תוך שבוע מצו התחלת העבודה, תכנית לארגון השטח. תכנית זו מחייבת אך ורק את הקבלן.
- 2.10.3. בהתחלת ביצוע העבודה הקבלן יהיה מאורגן ומוכן באתר עם ציוד, כלי עבודה, חומרי עזר וכח האדם הדרושים לביצוע מושלם של העבודה. המזמין לא יספק הני"ל לקבלן אלא יקצה שטח עבור הני"ל:

- שטחי עבודה ואחסנה של הקבלן וקבלני המשנה.
- מבנים זמניים לשרותי העובדים.
- כל הדרוש לביצוע וארגון מושלם של העבודה בשטח.

2.10.4. לאחר קבלת האישור הסופי ייגש הקבלן להכנה והכשרת השטח. ביצוע העבודה ייעשה על ידי הקבלן ועל חשבונו אלא אם נקבע אחרת בהסכם ההתקשרות ו/או במסמכי ההזמנה, בתיאום מלא עם המפקח וכל גורם אחר הנוגע לדבר. כן מתחייב הקבלן לא להניח על פני השטח חומרים ו/או ציוד שיש בה להפריע את תנועתם החופשית של הולכי רגל ו/או כלי רכב. על הקבלן לתאם מראש מיקום העמדת כלים שונים וכו' לרבות דרכי גישה ופריקה ולקבל מראש את אישורו של המפקח.

2.10.5. מניעת הפרעות-הקבלן מתחייב לבצע את עבודתו תוך התחשבות מרבית בצרכי העבודה הסדירה המנוהלת במקום ולעשות כמיטב יכולתו על מנת למנוע תקלות והפרעות מכל סוג שהוא. כן מתחייב הקבלן להניח על השטח חומרים ו/או ציוד בצורה שלא תפריע לתנועה.

2.11. תקופת הביצוע:

- 2.11.1. הקבלן יגיש לאישור המזמין לוח זמנים ותרשים גנט שיכלול תכנית הפעולות הדרושות לביצוע העבודות תוך ציון משך הביצוע של כל סעיף.
- 2.11.2. המפקח רשאי, לפי שיקול דעתו, לשנות את סדרי העדיפויות ואת לוחות הזמנים לפי הצרכים בשטח.

2.12. האצת קצב ביצוע העבודה:

- 2.12.1. על הקבלן לסיים את כל העבודה בהתאם למפרט זה וללוח זמנים המצוין להלן במסמכים הנלווים ובהתאם לסיכום שיהיה עם הקבלן במועד הזמנת העבודה מהתאריך שנקבע ע"י המזמין בהוראתו להתחלת ביצוע העבודה, צו התחלת עבודה. מודגש בזאת כי על הקבלן יהיה לנקוט בכל האמצעים הנדרשים על מנת למלא דרישה זו בהתאם למפורט במסמכי החוזה.
- 2.13. העבודות תבוצענה בהתאם לסדר העדיפויות שייקבע לפני התחלת העבודות, ובהתאם ללוח הזמנים שנקבע. אולם למפקח תהא הזכות לשנות את סדר העבודות בגלל שינויים, עבודות אחרות המתבצעות בשטח או מכל סיבה אחרת.

- 2.14. בתוקף סמכויותיו יוכל המפקח, כאשר יהיה בדעה כי תפוקת העבודה אינה מספקת כדי לעמוד הלוחות הזמנים, להורות לקבלן להגביר את קצב העבודות ע"י:
- 2.14.1. הבאת ציוד נוסף בכמויות וסוגים לפי קביעת המפקח.
- 2.14.2. תגבור צוותי העובדים.
- 2.14.3. עבודה בשעות ובימים חריגים.

2.15. בדיקות סיום התקנה (offgrid+ongrid)

- 2.15.1. על הקבלן לעמוד ב-2 בדיקות אשר יערוך המפקח בתום ההתקנה:
- הראשונה- OFFGRID בטרם חיבור המערכת לחח"י.
- השנייה – ONGRID לאחר חיבור המערכת לחח"י.
- 2.15.2. לעניין זה יובהר כי במידה וימצאו ליקויים שלדעת המפקח מצריכים בדיקה חוזרת (הקבלן נכשל בבדיקה)- הקבלן יישא בעלות הבדיקה הנוספת לכל אתר בו תבוצע בתשלום שיבוצע ישירות ליועץ.

3. הנחיות לתכנון המערכת

- 3.1. הקבלן יציג תכנון הנדסי ראשוני של האתר ההתקנה תוך התחשבות בהצללות סביבתיות והצללות הדדיות וניתוח לאורך השנה.
- 3.2. הקבלן יציג, ניתוח צריכה של המזמין, הערכת גודל, חלופות תכנון, תפוקה ויעילות, סקר תיכון ותכנית עסקית-מודל פיננסי. וזאת לצורך הצגת תכולת הפרויקט בפני הלקוח וקבלת אישורו העקרוני להמשך התכנון המפורט.
- 3.3. הקבלן יגיש תכנון מפורט למזמין טרם התחלת העבודה. התכנון המפורט יכלול גם את כל הדרישות, המפרטים וההנחיות המעודכנים ביותר של כל הרשויות ושל חברת החשמל בנוגע למערכת הפוטו-וולטאיות.
- 3.4. כל התוכניות למעט תכנית חשמליות יוגשו בקנה מידה 1:100 התוכניות יוגשו לאישור בעותק אחד מודפס + שרטוט ומסמכי מקור ממוחשבים. קבצי העמדה לוועדה המקומית –גרמושקה מעודכנת, יוגשו עם קבצי מקור DWG בפורמט LINE.
- 3.5. תוגש סימולציה סולארית מפורטת של אתר ההתקנה. הסימולציה תבוצע בכלים מתקדמים כגון PV-syst הכוללת חישובי תפוקה והכנסה לפי תע"ז, איבודים ו- PR
- 3.6. הקבלן יגיש טבלת איבודים זרמים הספקים ומתחים לכל סטרינג לממיר. איבודי המתח בכבילה בצד DC יוגבלו ל-0.9% ולצד AC 0.7% עד לשנאי, אך בכל מקרה לא יותר מ-1.5% במצטבר (DC+AC).
- 3.7. העמסת הממירים תבוצע בהתאם להגדרת חח"י על הקו. במקום בו נדרש גורם הספק ריאקטיבי מהממירים, לא תבוצע העמסה לממירים מעבר לקו"א נקוב של הממיר בתנאים אלו. העמסת הממירים תהיה כזאת שתבטיח את פעולתה המלאה ובאובדנים הצפויים של המערכת גם לאחר שינוי של מקדם ההספק. למען ההבהרה, מוצא המערכת המתוכנן ב kwh לא יפגע משינוי ה-cos-fi בגבולות שצוינו. העמסה המקסימלית תחת המגבלות שצוינו לעיל תעמוד על 140% ב dc לכל היותר לממיר.
- 3.8. ככל שיחובר שנאי למערכת, השנאי יהיה דל הפסדים ויתוכנן לכיבוי בריקים ע"פ משטר ההפעלה.
- 3.9. הקבלן יגיש טבלת ריכוז ממירים והפנלים כולל כמות, הספק, מתח וזרם, ויחסי העמסה על הממיר ועל המערכת.
- 3.10. הקבלן יגיש תכנית פריסת הסטרינגים וחיווטם, ומפת פריסת הפאנלים לפי מספר הממיר. החיווט יתוכנן לסרבול מינימאלי ולתחזוקה קלה
- 3.11. הקבלן יגיש תכניות לוחות DC/AC הכוללים:

- מבט על מידות כלליות, סימון כיוון פתיחת דלתות.
- מבט חזית עם דלתות.
- מבט חזית ללא דלתות, עם סימון ציוד ופ"צ.
- חתכים טיפוסיים עם סימון פ"צ.
- תכניות חד - קוויות.
- תכניות פיקוד מפורטות, כולל סימון/מספור מגעים והדקי רכיבים, כולל פירוט מגעים וכתובתם.

- תוכניות לכל ממסר מגען ואביזר בלוח.
- תוכנית פסי מהדקים סימונם ושילוטם.

3.12. הקבלן יגיש תכנית מערך הארקות הכוללת חתכי כבלים, מיקומי פסי הארקות, מסלול כבלי הארקה משניים וראשיים.

3.13. הקבלן יגיש תכניות קונסטרוקציה והעמדה לפאנלים הכולל מיקום הפנלים, כיוונם (אזימוט), זווית ההתקנה ומרחקי הצללה בהתאם לדרישות היצרן של הפנלים ואילוצים של השטח, תוך חישובי אופטימיזציה להכנסה מרבית. כולל ציון זוויות, מרחק בין שורות הפנלים, הצללה בין השורות, חישובי תפוקה בתאריכים שונים וכדו'.

3.14. הקבלן יגיש תכנית תשתיות ומובילים תוואי החיבור ושטחי ההתארגנות, סימון מבנים, נקודות חיבור, תוואים, נקודת פריקה לצידוד, מיקום מכולות.

3.15. הקבלן יגיש תכנית קיר/כלוב/במה לממירים להגנת הממירים הן מפגעי מזג אויר והן הגנה מפני גניבות או גישה של אנשים לא מורשים

3.16. הקבלן יגיש תכנית צנת מים לשטיפה.

3.17. הקבלן יגיש תכנית מדרכים על הגג.

3.18. הקבלן יגיש תכנית מ"ג כולל מסדר ואופן החיבור ללוחות האיסוף והמניה

3.19. הקבלן יגיש תכנית חיבור לחברת החשמל כולל מיקום מדויק והתשתיות שיקים לשם כך ואופן ההתחברות. תכניות לוחות מאסף, לוחות מ"ג, לוחות מ"ג, שנאים ומסדר מ"ג, כמות אורך וחתכי כבלים, מיקום כל הלוחות/ ודרך חיבורם לתשתיות הקיימות והעתידיות.

3.20. טרם ביצוע העבודות הקבלן ימנה מטעמו יועץ בטיחות אשר יגיש למזמין תכנית בטיחות וסקר סיכונים הכוללת כיבוי אש, קו חיים, מעקות בטיחות וסולמות ככל שידרשו במערכת לצורך תפעולה השוטף ובטיחותה.

3.21. הקבלן יגיש תכנון מפורט של הקונסטרוקציה של המערכת ב- 1:100 ו- 1:50 פרטים טיפוסיים ב- 1:10 .

3.22. הקבלן יגיש פירוט איטום פתחים ומעברי כבלים כנגד מעבר אש עשן ומים.

3.23. תכנון העמדת כל האלמנטים הקיימים על הגג אשר יש צורך להעתיקם.

3.24. תכנית תחנה מטארולוגית, מערכת ניטור, תקשורת, אזעקה, ארון תקשורת.

4. קונסטרוקציה

- 4.1. כל מתקני הקונסטרוקציה יאושרו ע"י מהנדס קונסטרוקציה.
- 4.2. הקונסטרוקציה תהיה מתוצרת פרופייל, אלובין, שלטר, סולאר פרו, ערן קופל קונסטרוקציות .
- 4.3. הפרופילים יהיו במידות 40*40*3 מ"מ.
- 4.4. הפרופילים מהם יהיו עשויים הטרפזים הינם מפרופיל זווית במידות 40*40*3 מ"מ.
- 4.5. אופן הקיבוע יאושר ע"י מהנדס קונסטרוקטור ויועץ האיטום של הקבלן טרם ההתקנה.
- 4.6. לכל מערכת הקונסטרוקציה תהיה אחריות מלאה ע"י הקבלן למשך עשר שנים מיום חיבור המערכת.
- 4.7. הקונסטרוקציה תהיה קונסטרוקציית אלומיניום ייעודית למערכות סולאריות, כולל פרופילים ומחברים יעודים, במשקל נמוך וברמת גימור מעולה וללא ריתוכים. הקונסטרוקציה תהיה עמידה בעומסים ובתנאי מזג אוויר קיצוניים. הקונסטרוקציה תכלול אלמנטי הקשחה אופקיים בדגש על אלכסונים בכל פינה.
- 4.8. מערכת האחיזה תורכב על גג איסכורית בחיבור למרישים (פטות) בלבד ישירות ואו בעזרת פרופילים מגשרים ובנויה מפרופיל אלומיניום ותעמוד בתקן הישראלי :
- ת"י 412 – עומסים במבנים עומסים אופייני
 - ת"י 413 – עמידות מבנים ברעידות אדמה
 - ת"י 414 – עומסי רוח
- 4.9. תיושמה יריעות EPDM בכל נקודת חיבור להפרדה בין מערכת האחיזה מאלומיניום לבין האיסקורית . בנקודת ההשקה של הרגליים עם כיסוי הגג תיושם רצועת איטום מגומי ספוגי בעובי 3 מ"מ לפחות מסוג EPDM . הברגים המשמשים לחיבור הרגליים לגג יהיו גם הם עם אטם גומי מסוג EPDM שימנע לחלוטין את האפשרות של חדירת מים אל מתחת לפח איסכורית.
- 4.10. כל האלמנטים הנושאים את לוחות הפנלים ובאים עמם במגע (כגון, מסילות מחברים, ברגים, זרועות וכיוצא באלה) יהיו עשויים אלומיניום או נירוסטה. כל רכיבי העזר בהתקנה (ברגים, אומגות, תפסנים וכד') יהיו עשויים מאלומיניום או נירוסטה. בחיבור לפנל ובחיבור שלד המערכת למרישים, תחובר המערכת מעל הגל לפנל ולמריש בברגי נירוסטה בלבד.
- 4.11. אמצעי חיבור של רכיבי המוצר יהיו ממתכת בלתי מחלידה (פלבי"ם) או אלומיניום .
- 4.12. כל הברגים שלצורך הידוקם נדרש אום, יכללו אום, דיסקית ודיסקית קפיצית או אום פלאנג'. .
- 4.13. יבוצע בידוד בין מתכות שונות על מנת שלא ייווצר תא גלווני.
- 4.14. בגגות בטון תונח יריעה ביטומנית ומעליה אבן שפה-משרולת המחוברת לקונסטרוקציה הנושאת.

5. תשתיות, מסגרות, בטיחות, בדיקות קרינה

5.1 קיר ממירים/חדר ממירים:

5.1.1. כלוב ממירים יותקן בכל מקרה שהממירים אינם מותקנים על הגג, ו/או עפ"י החלטת היועץ, במידה ואין דרישה כזו מהיועץ הרי שיש להתייחס לאמור להלן כאל קיר ממירים בלבד.

5.1.2. כדי להגן על אתר הממירים מפגעי סביבה כמו: שמש וגשם האתר ייקורה ויכלול ע"פ הצורך גם בניית גגון ייעודי שימנע בין השאר גשם וקרני שמש ישירות, הגגון יכסה את קיר הממירים עם מרווח של 70 ס"מ מקצה כל צד.

5.1.3. הגגון יהא עשוי מ: פח, איסכורית/פאנל מבודד בעובי 5 מ"מ.

5.1.4. האתר יהיה נעול על מנת למנוע כניסת אנשים לא מורשים.

5.1.5. הממירים יותקנו בכלובי ממירים נעולים. גובה התקנה 200-50 ס"מ ממשטח הטיפול.

5.1.6. במת ממירים/כלוב יתוכננו בתכנון מקדים, הקבלן יציג טרם חתימה על החוזה דוגמאות לכלובי ממירים, המפקח יאשר עקרונית את הדגמים, ובשלב התכנון המתקדם יגיש הקבלן תוכניות לאישור מפורט של כלוב הממירים.

5.2 סולמות:

5.2.1. בכל אתר יסופקו ויותקנו סולם/מות עלייה לגג.

5.2.1. הקבלן יתקין סולמות שיאפשרו עלייה לגגות המבנים בנוחות תפעולית ובטיחות מרבית.

5.2.2. יותקן סולם חיצוני או סולם פנימי או שניהם יחד וכל זאת לפי הצורך ו/או החלטת היועץ.

5.2.3. הסולמות יוגנו ע"י מחסום חופה ומנעול, ותקינים עפ"י המפרטים והנחיות הבטיחות של הרשויות המתאימות ובאישור הקונסטרוקטור לפני ואחרי ההתקנה.

5.2.4. לכל סולם יבנה מעקה בטיחות בקצהו העליון, המעקה יהיה משני צידי הסולם, אורך כל צד יהיה 1.5 מ'.

5.2.5. במקומות בהם יש קושי להתקין סולם כמפורט לעיל כגון פירים וכד' יותקן סולם מתקפל.

5.3 קו חיים:

5.3.1. במידת הצורך יותקן קו חיים, הכול ע"פ הנחיית יועץ הבטיחות של הקבלן ו/או המפקח ו/או היועץ.

5.4 בדיקות קרינה

5.4.1. בדיקות קרינה יערכו במסגרת הבדיקות המקדמיות ע"י יועץ קרינה, על מנת לקבוע תוואי כבילה ומקום מומלץ למיקום הממירים.

5.4.2. כמו כן לאחר חיבור המערכת לחברת החשמל יערכו בדיקות קרינה ע"י יועץ קרינה.

6. גג- איטום, יציבות, מדרכים שימוש

וניקיון

- 6.1 על הקבלן לוודא את תקינות כיסוי הגג (איסכורית או פנל מבודד) לפני התחלת העבודה ועליו להביא לתשומת לב המזמין כל פגם ו/או מום שיגלה לפני תחילת העבודה. לאחר מכן יראה הקבלן כאחראי לכל פגם ו/או מום ו/או נזק ו/או קלקול ומבלי לגרוע מיתר הוראות ההסכם בקשר לכך, יהיה עליו לתקנו במסגרת ההכנות למסירה הסופית.
- 6.2 הקבלן יבצע סקר תקינות איטום על כל הגגות עם יועץ האיטום מטעם הקבלן ועם המזמין. היה ויחלט לבצע עבודות איטום או תיקונים מקומיים טרם ביצוע עבודות ההתקנה של המערכת הסולארית, יבצע זאת המזמין.
- 6.3 היה והקבלן יבצע עבודות איטום על הגג - העבודות הנדרשות, יפעיל הקבלן קבלן משנה לעבודות איטום אשר הינו איש מקצוע בעל ניסיון של 5 שנים לפחות באיטום ומקובל על המזמין.
- 6.4 הקבלן יביא לאישור המפקח כל פרטי איטום מאושרים ע"י יועץ איטום.
- 6.5 כאמור לעיל, הקבלן ידאג לעיגון מערכת האחיזה לגג מבנה בהתאם לדרישות תקן 414 יישום של יריעות EPDM בכל נקודת חיבור להפרדה בין מערכת האחיזה מאלומיניום לבין האיסכורית.
- 6.6 הקבלן ינקוט בכל האמצעים הנדרשים ע"מ להבטיח את יציבות המערכת, עיגונה לגג, ידאג לכך שגם במזג אויר בלתי צפוי לא יתנתקו אלמנטים ויהוו בעיה בטיחותית לסביבה. לשם כך, יתכנן ויעגן הקבלן את המערכת באמצעים מתאימים.
- 6.7 הקבלן נושא באחריות מלאה ליציבות המערכת הסולארית על גג המבנה אליו היא מחוברת. באחריות הקבלן לספק אישור בדיקה - קונסטרוקטיבית וחישובים סטטיים ע"י הקונסטרוקטור של הקבלן לכך שהגג הקיים מסוגל לשאת את המערכת הסולארית גם במצבים קיצוניים.
- 6.8 הקבלן ימציא אישורי עמידות בתנאי רוח עפ"י מיקום גיאוגרפי אישור מהנדס קונסטרוקטור ליציבות המבנה ויציבות המתקן הנושא את הפנלים וכן לכל ההתקנה – אישורים נדרשים גם ברמת התכנון (לפני הביצוע) וגם ברמת הביצוע (לאחר הביצוע - בסוף ההתקנה).
- 6.9 הקבלן ימציא אישורי קונסטרוקטור למערכת האחיזה בהתאם לדרישות הביטוח.
- 6.10 שינוע חומרים על הגג יבוצע בעבודת ידיים ו/או בעזרת עגלת משטחים בעלת גלגלי גומי כפוף לאישור מהנדס הקונסטרוקציה של הקבלן, כל הציוד והחומרים שהובאו לגג יונחו אך ורק על גבי משטחי עץ נקיים וחלקים, על מנת לא לפגוע באיטום הגג.
- 6.11 כל חומרי הגלם הדרושים לצורך ביצוע העבודה יועלו לגג בעזרת מנוף בעל כושר הנפה מתאים. על הקבלן לקבל אישור ממהנדס הקונסטרוקציות שלו לתוכנית מיקום הנחת חומרי הגלם על גבי הגג.
- 6.12 לא תותר שיטה אחרת להעלאת חומרי הגלם הדרושים לביצוע העבודה לגג, למעט הנפת בעזרת מנוף בכושר הנפה מתאים, ועל הקבלן לוודא נגישות מנוף לאתר העבודה על חשבונו.

- 6.13 טרם ביצוע העבודה על הגג יותקנו מדרכים, הקבלן יציג טרם חתימת ההסכם מדרכים ייעודיים אותם יספק ללקוח, המדרכים יותקנו לאורך נתיבי המעבר המרכזיים על הגג ובשורות המרווח, ויאושרו ע"י המפקח. המדרכים הקבועים עבור תחזוקת המערכת יבוצעו מפח מרוג בעובי 3 מ"מ וברוחב מינימאלי של 33 ס"מ, ע"ג פרופילי חיזוק וגישור אשר יחוברו למרישים.
- 5.5 אלמנטים ו/או מערכות הנמצאים על גג המבנה והנדרשים העתקה ו/או להזזה יוזזו ע"י הקבלן למיקום מאושר כחלק מעבודות הכנה לביצוע. אופן ביצוע ההעתקה יאושר ע"י מהנדס הקונסטרוקציות של הקבלן.
- 5.6 חל איסור מוחלט לבצע ניסור, הלחמה ו/או ריתוך של אלמנטים מתכתיים כלשהם בתחום הגגות .
- 5.7 הקבלן יוודא תקינות המרזבים וידווח למזמין על כל בעיה במצב קיים לפני ואחרי ההתקנה.
- 5.8 הקבלן ינקה את הגג עם תחילת העבודה ובעת סיום העבודות באמצעות מטאטא קש. הקבלן יפנה את הגגות מכל פסולת ומטרדים הקיימים על הגג. כל הפסולת תסולק מהמבנה לאתר מורשה על ידי המשרד להגנת הסביבה ועל חשבון הקבלן.

7. תשתיות חשמל

6.4 כבלים חשמליים מוליכים:

הכבלים והמוליכים בהם יבוצע שימוש בחיבורי החשמל של המערכת יהיו מנחושת ואלומיניום ובעלי חתך מתאים שמבטיחים מפלי מתח של עד 1% לכל סטרינג ועד 0.9% איבודי מתח בתנאי STC לצד DC ו 0.7% בצד AC אך בכל מקרה סכום מפלי המתח המקסימלי המצטבר לא יעלה על 1.5%. הפסדי ההספק המקסימאליים כוללים את ההפסדים במחברים וקופסאות החיבור וכן עמידה במגבלות הטמפרטורה המומלצת של יצרני הכבלים. הקבלן יעביר למפקח לצורך אישור מוקדם חישוב לחתכי וסוג הכבלים כולל טבלת חישובי הפסדי הכבילה בפורמט אקסל.

6.5 כבילת DC תהיה כפופה לנתונים הבאים:

- בידוד כפול מוגן UV במבנה class 5, VDE 0295
- טמפרטורה עבודה לפחות מ $30^{\circ}C$ עד $90^{\circ}C$
- עמיד למתחים DC עד 1000Vdc
- מוליך הכבל יהיה נחושת מצופה בבדיל
- המוליך יעמוד בתקן IEC 60228 class 5
- בידוד המוליך והשכבת החיצונית של הכבל יהיו עשויים מחומר פוליולפין
- חוזק דיאלקטרי ובידוד בהתאם לתקן EN 50395
- הכבל יהיה נטול הלוגן halogen free בהתאם לתקנים 2 & 80053-3
- הכבל יהיה מעכב להבה בהתאם לתקנים IEC 60332 1-2 - EN 60332-1 VDE 0482-332-2
- עמידות למים בהתאם לתקן EN 60 811-1-3
- עמידות לקרינה אולטרה סגולה בהתאם לתקן HD 605/A1
- עמידות לאוורן בהתאם לתקן EN 50396 B

6.5.1 כבלי ה-DC יהיו בשני צבעים שונים אדום לקוטב חיובי (+) ושחור לקוטב שלילי (-)

6.5.2 כל כבל יכול דיגלון בתחילתו ודיגלון בסופו מסומן לגבי מקורו ושיוכו וזאת בנוסף לשילוט המחויב בחי"י.

6.5.3 כל סופיות הכבל, נעלי הכבל המחברים לאלומיניום יהיו מאושרים לאלומיניום –נחושת, למניעת קורוזיה.

6.5.4 אנטיגרונים- לכל יציאת כבלים ומתחת למפסק הראשי יותקן אנטיגרון. לכל כניסת כבלים ומתחת לכל מבטח לסטרינג בודד יותקן אנטיגרון ולכל לוח המכיל הגנת מתח יתר יותקן אנטיגרון נוסף מתחת למגן מתח היתר.

6.6 כבלי DC אלומיניום

יותר השימוש בכבלי אלומיניום לכבילה ובלבד שתעמוד בדרישות הבאות:
 חוטי חשמל להתקנה בתנאי סביבה קשים, עומדים בתקינה בינלאומית, בידוד כפול, עמידה ב UV, עם תקן TUV, מינימום $90^{\circ}C$.

- double-insulated
- tin plated or Aluminum
- class 5, IEC 60502
- class 5, VDE 0298
- TPE Insulation
- PUR Sheath
- halogen free
- abrasion-resistant sheath

עמידות לשריפה: EN 60332-1 VDE 0482-332-2

6.7 פלאגים לכבלי DC

Connector	Bayonet lock
Protection	IP67
Temperature range	-40°C to +85°C
Material Contact Casing Cu Sn certified UL PC (Poly carbonate) UV resistant	התיעוד יהיה מאחת המעבדות הבאות גרמניה BSI, TUV, אנגליה, ארה"ב UL או מכון התקנים האוסטרלי

6.8 כבילת AC

6.8.1 הכבלים יהיו XLPE, N2xy כבלי חשמל AC כבלי חשמל אלומיניום, NA2xy (נחושת), או עומדים בתקן הישראלי ובעלי בידוד כפול מתאים לתנאי חוץ עד 100 מעלות צלזיוס.

6.8.2 שטח חתך מינימאלי לפי דרישות חוק החשמל, או לפי חישוב מפלי מתח- המחמיר מבניהם.

6.9 תעלות והגנות לכבילה:

6.9.1 בחפירה תת-קרקעית הכבלים יהיו מוגנים מפני פגיעה מכנית לפני הנחיות חו"י.

6.9.2 במעברי כביש תותקן צנרת הגנה ושוחות ביקורת.

6.10 למעט התעלות על הגג שתהיינה תעלות רשת עם כיסוי, התעלות תהיינה תעלות מחורצות. התעלה תהיה עשויה מפח מגולוון בעובי 1.5 מ"מ לפחות. התעלה תהיה מפח מחורץ. שטח החירור של תחתית התעלה בין 15 אחוז ל- 30 אחוז לפחות.

6.11 הקבלן יניח את התעלות באזורי ההצללה-מתחת לפאנלים למניעת קרינת שמש ישירה.

6.12 אופן הנחת כבלי החשמל יהיו צמודים לאורך הסטרינג ככל הניתן, וזאת למניעת לולאת השראה ולפגיעת ברקים.

6.13 כבלי הקונקטורים יהודקו באמצעות חוט חשמל ולא אזיקון.

6.14 עודפי כבילה ילופפו בצורה טבעתית בלבד ובשום אופן לא ימתחו ויכופפו על הקונסטרוקציה.

6.15 עבור חפירה ככל שתהא, תבוצע עבודת חפירה + שיקום.

8. הארקה והגנות ברקים

- 7.4 הארקת המתקן**
- 7.4.1 מערך הארקות באתר תבוצע ע"י קבלן חשמל לפי קובץ התקנות וע"פ תכניות מאושרות.
- 7.4.2 הקבלן ימדוד התנגדות הארקה לאחר הביצוע וידווח למפקח על תוצאות המדידה.
- 7.4.3 בקרבת לוח חשמל ראשי, לוח חשמל משני, לוח חשמל בריכוז ממירים- יותקן פס השוואת פוטנציאליים בקופסה מוגנת מים בחתך מינימאלי של 4*40.
- 7.4.4 כל פה"פ אשר יותקן באתר, יהיה מנחשת טהורה בחתך מספק ובאישור המפקח.
- 7.4.5 נדרש לבצע חיבור בין כל ציוד מתכתי לפס השוואה ע"י מוליך נחושת בחתך הנדרש.
- 7.4.6 במידה וכל מקורות הארקה אינם יוצרים את ההתנגדות הנדרשת בחוק יספק הקבלן מתקן הארקה נוסף המורכב מאלקטרודות באורך 3.5 מ', מהן תותקן בחלקה העליון בתוך בריכת בטון עם מכסה וסימון הארקה. האלקטרודות תהיינה קשורות ביניהן ע"י כבל נחושת אלקטרוליטי גלוי בעובי הנדרש. הלולאה תחובר לפס השוואת הפוטנציאליים.

- 7.4.7 הארקת המתקן תבוצע ב/התאם לדרישות חוק החשמל ותקנותיו ודרישות פרטניות של חברת החשמל למתקנים פוטו- וולטאיים יש לבצע, בין היתר, הארקה של אביזרים הבאים:

7.4.7.1	תעלות/ סולמות
7.4.7.2	גגון למהפכים
7.4.7.3	מעקה / מדרכים / קו חיים במידת הצורך
7.4.7.4	מהפכים
7.4.7.5	לוחות החשמל
7.4.7.6	יציאות ממערכות הארקה באתר
7.4.7.7	לוח חשמל AC DC ומגיני מתח יתר
7.4.7.8	קונסטרוקציית אלומיניום וכל ציוד מתכתי אחר

7.5 הנחיות לביצוע הארקה

- 7.5.1 מודולים פוטו- וולטאיים – כל מודול הארקה נפרדת ישירות לקונסטרוקציה באמצעות: גיד 10 ממ"ר לפחות או שייבה חורצת או פס הארקה מאלומיניום ייעודי להארקת פאנלים.
- 7.5.2 הארקת קונסטרוקציה תתבצע עם כבל 25 ממ"ר לפחות.
- 7.5.3 הארקת תעלות תתבצע עם כבל 25 ממ"ר לפחות. מסלול הארקה יהיה טבעתי, ושני קצוות גידי הטבעת יחוברו לאותו פה"פ.
- 7.5.4 הארקה באזור הלוח הראשי עם כבל בעובי 70 ממ"ר לפחות ומשטח אקוופוטנציאלי.

7.6 הגנה בפני ברקים ומתחי יתר

- 7.6.1 במתחם תוקם מערכת הגנה בפני ברקים כנדרש בתקן הישראלי, על הקבלן להגיש תוכניות לאישור המפקח.
- 7.6.2 הקבלן ירכיב מתקני הגנה בפני ברקים ומתחי יתר ביציאה מהמהפכים בפס AC וכן בכניסות ה DC - של המהפכים ובלוחות ה DC שצמודים לפאנלים.
- 7.6.3 לשנאי, ללוח מ"ג ולמסדר מ"ג תהיינה הגנות נפרדות.

7.7 פסי השוואת פוטנציאליים

- 7.7.1 במידת הצורך יבוצעו פסי השוואת פוטנציאליים משניים לכל לוח חשמל משני. הפס יהיה מנחושת טהורה, בחתך 4X40 מ"מ לפחות ובאורך של כ-52 ס"מ לפחות. הפס יחוזק לקיר בקופסה אטומה כאשר הפס יציב וקבוע מבודד עם מרווח 4 ס"מ בינו ובין המשטח עליו הוא מותקן.
- 7.7.2 אל פס השוואת פוטנציאליים של לוח חשמל יחוברו כל המערכות המתכתיות באמצעות מוליכי נחושת מבודדים. כמו כן יחובר שלט "זהירות הארקה לא לפרק".
- 7.8 בריכה ואלקטרודת הארקה
אלקטרודות ההארקה יהיו בעומק של 3.5 מ'. האלקטרודות יהיו אלקטרודות כדוגמת "קופרוולד" 5/8". האלקטרודות יורכבו מיחידות של 1.5 מ' עם הברגות בקצוות אשר יוברגו אחת לשנייה.

9. לוחות מתח נמוך AC

9.1 כל חלקי הלוח ופסי הצבירה יבוצעו בהתאם למפרט זה, המפרט הבין משרדי לעבודות חשמל (08), תקן ישראלי 1419 התואם לתקן IEC-61439-1,2 בלבד וחוק החשמל וכללים להתקנת לוחות. כל חלקי הלוח ופסי הצבירה יבדקו בהתאם לדרישות בדיקת טיפוס (TTA) Type Tested Assembly- ולתקן IEC ההוצאה המאוחרת ביותר.

התקנים המתייחסים לציוד זה הינם:

לוחות חלוקה למתח נמוך	IEC	439
מפסקים למתח נמוך	IEC	157
מגענים למתח נמוך	IEC	158
מכשירי מדידה	IEC	51
נתיכים	IEC	269
מפסקי פיקוד	IEC	337
שנאי זרם	IEC	135
קבלים, IEC 70	IEC	831

9.2 מבנה לוח להתקנה פנימית

לוח המיועד להתקנה פנימית יבנה מפח דקופירט מגולבן 2 מ"מ עובי, במבנה מוגן IP54. הציוד בתוך הלוח יותקן במתכונת של לוח עם דלתות בחזית. הלוח יותקן על פרופיל הגבהה מגולבן בגובה 02 ס"מ, הכלול.

9.3 מבנה לוח להתקנה חיצונית

לוחות המיועדים להתקנה חיצונית או במקומות המועדים להתזה יבנו ממתכת בדרגת אטימות IP-65 (פח 2 מ"מ עבי, מגולוון באבץ חס) או פוליקרבונת קשיח דרגת אטימות IP-66. הלוחות יכללו דלתות כפולות, דלת חיצונית אטומה - הציוד יותקן על פס דין. מעל הלוח יותקן גגון להגנה בפני גשם. הלוח יוצב על בסיס בטון מוגבה. הדלתות יהיו ניתנים לנעילה.

9.4 הנחיות כלליות

- בחלקו התחתון של כל תא יותקנו סרגלי מהדקים נפרדים
- הגישה ללוח מלפנים בלבד (למעט לוחות חשמל ראשיים עם מפסקי אוויר שיבנו בעומק 100 ס"מ עם אפשרות גישה מחזית ומעורף).
- כל האבזרים יוגנו מפני מגע מקרי.
- כניסת הכבלים תתאפשר מלמטה בלבד.
- כל הדלתות יהיו עם סגרים בצורת ידיות המותקנות באופן קבוע.
- הכבלים יחוזקו לפרופילים מחורצים מיוחדים.

9.5 פסי צבירה:

פסי הצבירה הראשיים יותקנו אך ורק בחלק העליון של הלוח במבנה המדורג. כל הפסים הראשיים יעשו מפסי נחושת קשיחים מבודדים. הפסים יבודדו על ידי שרולים מתכווצים, ומכוסים בכיסוי פרספקס מתפרק. זיהוי הפסים יעשה על ידי צבעים בגוון שונה על כל אחד מפסי הפזה. ירידות מהפסים הראשיים יעשו על ידי פסי נחושת קשיחים או גמישים מבודדים. חיבור בין פסים ראשיים לירידות יעשה על ידי מעבר אורגינלי של היצרן. פסי הצבירה יותקנו בתוך מבודדי תמיכה ומבודדי מעבר כך שיעמדו בזרם קצר. על הקבלן יהיה להראות כי קונפיגורציה המבודדים עמדה בזרם קצר המתואר בבדיקת מעבדה מוסמכת. לא תתקבל קונפיגורציה שהתקבלה בחשוב בלבד אלא רק זאת שנבדקה במעבדה מוסמכת. פס אפס יותקן לכל אורך הלוח ויהיה פס נחושת בחתך 100% מפס המוליך הראשי. בפס האפס יהיו חורים לאורך כל הפס עבור התחברות הכבלים כולל ברגים דיסקיות ואומים מתאימים. פס האפס יותקן על מבודדי

תמיכה. פס הארקה יותקן לאורך כל הלוח. גם בפס זה יהיו חורים כולל ברגים דיסקיות ואומים מתאימים.

- 9.6 הארקה- כל חלקי הלוח והדלתות יאורקו בחוט נחושת מבודד גמיש בחתך מתאים.
- 9.7 התקנות ציוד בלוח
 כל ההתקנות של הציוד יעשו על פלטות פח מגולבן 0 מ"מ עובי שיוותקן לאורך כל הלוח. כל ההתקנות יעשו על ידי אומים מרותכים או מוצמדים (פרסנצים) כך שניתן יהיה לפרק כל אביזר ללא צורך בגישה לאום. כל משני הזרם יותקנו על פסי הצבירה ויותקנו כך שתתאפשר גישה נוחה למשני הזרם. כל נתיכי הפיקוד והמאמ"טים יותקנו על פלטות בצידי הלוח. כל מכשירי המדידה ואביזרי ההפעלה יותקנו בחזית הלוח על דלתות התאים. תא עבור תכניות חשמליות של הלוח יותקן בכל דלת.
- 9.8 מערכת גילוי עשן וכיבוי אש
 בכל הלוחות שהזרם הנומינלי שלהם 100 אמפר ומעלה, תעשה מערכת גילוי וכיבוי אש אוטומטית, ע"י גז FM200 כולל רכזת מקומית. על הקבלן לספק אישור מכון התקנים.
- הלוח יכלול סכמות סינופטיות לציוד העיקרי. דלת הלוח תכלול שילוט מלא לרבות רשימת ציוד שבפנל.
 - בתוך הלוח ליד ידיות המפסקים יותקן שילוט נוסף. כל השילוט יעשה בחריטה בסנדוויץ' כולל מספר המעגל, תיאור, חתך הכבל וכיול המפסק. השלטים יוצמדו בהדבקה ובסמור.
 - שילוט מפורט לכל אביזר ורכיב בלוח, פנימי וחיצוני, לרבות מתגים, נוריות, לחצנים ממסרים, פסי COMMON וכדומה.
 - כל חוט מסומן ע"י שרוולים ב- 2 קצוותיו עד 6 תוויות בכל צד.
 - מהדקים יסומנו בהתאם לקוד המעגל, ע"י סימוניות פלסטיק מתאימות.
 - הקבלן יעביר רשימת שילוט וסימון לאישור המפקח לפני הביצוע, לרשימה תצורפנה דוגמאות.
 - כבלים יסומנו באמצעות דיסקיות (בשני הקצוות) בהתאם למספר/סימון המעגל בתוכניות.
 - שלטי אזהרה מתח זר או מתח לפני מפסק ראשי בכל המקומות בהם קיים מתח לפני מפסק ראשי או מתח זר.
 - שילוט על כל הלוח המתאר מאיזה יציאה בלוח הראשי הוא מוזן.
- 9.9 ציוד חשמל ללוחות חשמל
 להלן איפיון דרישות ומקורות עיקריים עבור הציוד החשמלי המיועד להתקנה בלוחות. ההגדרות מתייחסות הן עבור לוחות חדשים והן עבור ציוד המיועד להתקנה בלוחות קיימים.
- 9.10 מפסק זרם חצי אוטומטי עם יחידת הגנה מתכוונת (מאמ"ת) מסוג MOULDED CASE
 - מפסקי הזרם יהיו מפסקי זרם חצי אוטומטיים קבועים (ללא שליפה) מסוג CASE MOULDED. המפסקים יהיו מיועדים להגן על יציאות.
 - המפסק יהיה עם הגנות טרמיות ומגנטיות מתכוונות.
 - ההגנה המגנטית תהיה ניתנת לכיוון ללא תלות של הזרם המכוון מבחינה טרמית.
 - כיוון הזרם יהיה בגבולות (0.2-1.0) הזרם נומינלי של המפסק עצמו.
- 9.11 משנה זרם
 כל משני הזרם יהיו משני זרם בהספק של 15VA לפחות ולזרם משני של 0.5A. הזרם הראשוני בהתאם למתואר בתוכניות. פרט למקרים בהם צויין אחרת כמו 0.1A.
 דרגת דיוק CLASS 0.5.
 רמת בידוד 1000 וולט.
 על היצרן לפרט תוצרת השנאים המוצעים על ידו.

- 9.12 מערכת מדידות חשמליות בהתאם לתוכניות "לביצוע".
באחריות הקבלן לספק למזמין תוכנת WEB לצפייה בנתונים, כולל שם המשתמש וסיסמה.
- 9.13 מנורות סימון
נורות הסימון ל-230V יהיו בקוטר 22"מ"מ מסוג "מולטילד"
- 9.14 מגן מתח יתר
- 4 קוטבים.
 - פורק ברקים עם כושר ניתוק קצר במתח רשת 50 KA, זרם פריקה נומינאלי לקוטב 25 KA כדוגמת DEHNbloc תוצרת DEHN - מותקן בכל לוח ראשי.
 - מגן מתח יתר כושר ניתוק קצר במתח רשת 50 KA, זרם פריקה נומינאלי 15 KA כדוגמת DEHNguard תוצרת DEHN - מותקן בכל לוחות משניים.
 - מגן מתח יתר כושר ניתוק קצר במתח 1000 V DC - 30 KA, זרם פריקה נומינאלי 12.5 KA כדוגמת DG M YPV תוצרת DEHN - מותקן בלוחות DC של מערכת פוטו וולטאית (P).
- 9.15 הלוחות הראשיים יהיו מתוצרת שניידר או ABB או שווה ערך הביצוע ע"י יצרן לוחות בעל מערכת אבטחת איכות עמידה בת"י 1419, ISO9001
- 9.16 לוח הבנוי מעמודת כניסה הכוללת מ"ז ראשי, מערכת הגנה ומדידה. עמודות יציאה עם מפסקי זרם הכוללים הגנות תרמיות ומגנטיות
- 9.17 הלוח יבנה לעמידה בזרם קצר על פי המתקן.
- 9.18 לוח ראשי יותקן בחדר חשמל. המערכת תחובר ללוח ראשי באמצעות מפסקים חדשים.
- 9.19 אספקה והתקנת ארון ראשי חיבור לרשת בפילר/חדר חשמל לפי תקן 1411.
- 9.20 בנוסף למערכת הסולארית עצמה, הקבלן יספק ויתקין ארון לקוח מתאים להתחברות ויבצע על חשבונו כל שינויי נדרש והכנת תשתיות לשם התאמת המערכת לרבות עבודה בתוך לוח הלקוח ו/או הקמת לוח חדש בצמוד ללוח הקיים לשם התחברות. הלוח הראשי יכיל מערכת מדידה מתקדמת כדוגמת SATEC.
- 9.21 הקבלן יספק לוח שרותי בית לתפעול המערכות על הגג.
- 9.22 - הלוחות המשניים יותקנו בצמוד לריכוזי ממירים.

10. לוחות DC

- לא יותר כל שימוש בנתיכים במערכת זו, הציודים יהיו מפסקים או מאזים או מנתקים בעומס.
- בית הנתיך יהיה יעמוד בזרם קצר של 30KA, זרם פעולה 20A. לבית הנתיך תהיה נקודת ביקורת לד לחיווי.
- כל לוח יכיל מאמ"ת ראשי או מנתק.
- הלוחות יהיו מוגני מים ip-65.
- הלוחות יהיו מתוצרת שניידר, PELEORON CHAROS, ABB או שווה ערך באישור המפקח.
- הלוחות יפוזרו בהתאמה בשטח לפי המיקום של הסטרינגים עם סידור פשוט ונגיש.
- הלוחות יותקנו מתחת לפאנלים להצללה מירבית, כל הכניסות ללוחות יהיו עם אנטיגרונים.
- לפני ביצוע הרכב הקבלן יציג דוגמת לוח מורכב ויקבל את אישור המפקח לציוד.
- בכל לוח יהיה מגן מתח יתר-מגן ברק CLASS||. גם ליד הממיר וגם ליד הפאנלים. עמידים בתקן 20EN 61643-11:2002 +A11:2007.
- מגיני המתח יעבדו בזרם קצר נומינלי לפחות של 15KA וטווח מתחים של 1000V ותנאי לוחות של מעל 80%.

11. ממירים

- 11.1 הממירים יהיו תלת פאזיים עם יכולת לשינוי מקדם ההספק (cos-fi) ב 10%-+ לכל כיוון.
- 11.2 כמצוין לעיל, העמסת הממירים תהיה כזאת שתבטיח את פעולתה המלאה ובאובדנים הצפויים של המערכת גם לאחר שינוי של מקדם ההספק. למען ההבהרה, מוצא המערכת המתוכנן ב kWh לא יפגע משינוי cos-fi בגבולות שצויינו.
- 11.3 הממירים יהיו מתוצרת:
- 11.4 GROWATT, SUNGROW, GOODWE, SMA, KACO, SOLAR EDGE
- סוג הממירים לפרוייקט יקבע עפ"י החלטת המזמין ובאישור היועץ.
- 11.5 הממירים יסופקו עם אחריות ל-10 שנים לפחות, ולממירי SE ל-12 שנים.
- 11.6 הממירים יסופקו ע"י חברת הפצה ושרות מובילה ויציבה המחזיקה צוות טכני מוסמך ומורשה ע"י היצרן והזמין תוך 24 שעות לתקלה.
- 11.7 אישור דגמי הממירים והספק יהיה כפוף לאישור המפקח.
- 11.8 הקבלן יספק תעודת אחריות מטעמו עבור הממירים, וזאת בנוסף לתעודות האחריות של היצרן ושל הספק בארץ, בהתאם למספר הקטלוגי של הממירים אשר יסופקו על-ידי היצרן. תעודות האחריות לממירים תאושרנה מראש על-ידי המפקח בשלב התכנון המפורט. תעודות האחריות לממירים תהינה מוסבות לטובת המזמין, ותהינה בתוקף לתקופת האחריות הנקובה בתעודת האחריות מטעם יצרן הממירים. תעודות האחריות לממירים יסופקו למזמין עם הגעתם לשטח למזמין תינתן האפשרות להרחיב את האחריות ל-5, 10 או-15 שנים נוספות ככל שיצרן הממירים מאפשר זאת ובהתאם למחירי היצרן. מובהר בזאת, כי הקבלן יעשה את מירב המאמצים על מנת לממש את האחריות מטעם יצרן הממירים, וזאת לשביעות רצונו המלאה של המזמין. במקרה של התקנה בסמוך ללוח מתכת יש להקפיד על מרחק איוורור של 30 ס"מ בין הלוח לממיר, לחילופין ניתן לחורר את לוח המתכת על מנת שהחום יתפנה ולא יפגע בתפקוד הממיר.

11.9 בהתקנת ממירי SE נדרש:

- מעגל כיווי בצד DC בכדי למזער את סכנת ההתחשמלות, המערכת תכלול מנגנון ניתוק אוטומטי בצד ה-DC באמצעות יחידות שיווי-דודו את המתח בכל STRING של פאנלים למתח מקסימלי של עד 80 וולט
- מערכת הממיר תגיע עם פורטל ניטור שבו ניתן יהיה לראות תפוקת אנרגיה בכל רגע נתון ברמת פאנל כדי לעקוב אחרי תפוקות משתנות בכל פאנל בנפרד ולקבל התראות מתאימות על תקלה.

12. הפאנלים

הפאנלים המאושרים יהיו מהחברות:

**CANADIAN SOLAR , ASTRONERGY , SUNTECH , GCL , JA SOLAR
TRINA SOLAR , LONGY CSUN HANWA , JINKO SOLAR**

- לפאנלים יצורף ביטוח תפוקות בינ"ל.
- הספק הפאנל יהיה לפחות W450.

פאנלים גמישים מאושרים

HANWA, SUMAN, LONGI

- יש צורך באישור יועץ לשימוש בפאנלים גמישים.
- לפאנלים יצורף ביטוח תפוקות בינ"ל.
- הספק הפאנל יהיה לפחות W430.

21

- 12.3 הפאנלים יהיו מקטגוריית class A.
- 12.4 היצרן יהיה עם דרוג פיננסי TIER -1. ע"פ בלומברג.
- 12.5 הפנלים יהיו מסומנים לפי TOLLERANCE, ופריסתם בשטח תתאים לנתוני FLASH TEST.
- 12.6 כל הפאנלים יהיו בעלי TOLLERANCE חיובי בלבד.
- 12.7 מקדם ירידת ההספק שווה או גדול מ $-0.40\%/^{\circ}\text{C}$.
- 12.8 הפאנלים יהיו מוגני PID.
- 12.9 נצילות הפאנלים תהיה 21% לפחות.
- 12.10 ספק הפאנלים, הדגם והיצרן יאושרו ע"י המפקח ו/או המזמין.
- 12.11 היצרן יהיה עם נציגות מקומית בישראל, הנציגות תהייה בעלת וותק רציף של 5 שנים לפחות.
- 12.12 אחריות היצרן לתפוקות: 97% לפחות לאחר השנה הראשונה והמשך ירידה לינארית עד 0.5% לשנה במשך 25 שנים.
- 12.13 הקבלן יספק תעודות אחריות מטעמו עבור הפאנלים, וזאת בנוסף לתעודות האחריות של היצרן ושל הספק בארץ בהתאם למספר הקטלוגי של הפאנלים אשר יסופקו על-ידי היצרן.
- 12.14 תעודות האחריות לפאנלים תהינה מוסבות לטובת המזמין, ותהינה בתוקף לתקופת האחריות הנקובה בתעודת האחריות מטעם יצרן הפאנלים, שלא תפחת מעשרים וחמש (25) שנים.
- 12.15 הספק המקומי לפאנלים יספק תעודות אחריות מלאה מטעמו. תקופת האחריות לא תפחת מעשרים וחמש (25) שנים, ובמהלכה הספק יטפל על חשבונו בכל הקשור לקשר מול יצרן הפאנלים ולמימוש האחריות (לרבות הסרת הפאנלים התקולים, הובלתם והחלפתם בפאנלים תקינים, הובלת הפאנלים התקינים והתקנתם באתר) בכל מקרה בו הפעלת האחריות תידרש. כמו כן יצפה ספק את מזמין

© מסמך זה מוגן בזכויות יוצרים - כל הזכויות שמורות גל מהנדסים אי. אן. ג'י בע"מ

גל מהנדסים אי.אן.ג'י בע"מ | טלפון: 077-2102520 פקס: 077-2102618

אתר: WWW.GAL-ENGINEERS.CO.IL

- המערכת בעקבות קלקול ו/או פגם בפאנלים שבתקופת האחריות בפיצוי עבור אובדן ההכנסה מייצור תקין של המערכת, עד לתיקונה המושלם .
- 12.16 תעודות האחריות לממירים יסופקו למזמין עם התשלום הראשון עבור הציודים.
- 12.17 במהלך אחריות הטיב ישא הקבלן (בנוסף לספק) באותה האחריות של הספק. עם סיום תקופת "אחריות הטיב" וככל שתתגלנה בעיות, הקבלן יעשה את מירב המאמצים על מנת לממש את האחריות מטעם הספק ומטעם יצרן הפאנלים, וזאת לשביעות רצונו המלאה של המזמין.

13. שילוט

- 13.1 כל האביזרים, קולטים סולריים, קופסאות חיבורים, לוחות חשמל, מפסקי בטחון, כבלים, מערכת ההארקה וכו' ישולטו בשילוט תקני ומעוגן למקומו על פי התקן. כל שילוט אשר יותקן חיצונית יהיה עשוי אלומיניום צבוע בצבע עמיד בקרינת UV.
- 13.2 השילוט יבוצע על פי דרישות חח"י, כיבוי אש ותקני עבודה בגובה, כל סימון הנדרש יסופק על שילוט סנדוויץ' מתאים למקום ההתקנה (חשוף למים, שמש וכו').
- 13.3 הפנלים בכל מחרוזת יסומנו בצורה יעילה כך שאפשר יהיה להבין את פריסת המחרוזת על הגג, ולאיזה ממיר ולאיזה כניסה לממיר של כל מחרוזת. כל כבל סטרינג יסומן לגבי מקורו ושיוכו בדגלון ויצוין בו מספר הסטרינג והממיר. הסימון יהיה בתחילת ובסוף הכבל.
- 13.4 לוחות ה-DC יסומנו במלואם כולל כל הרכיבים ומוצאי המהדקים, זאת בנוסף לשילוט הנדרש ע"י חח"י.
- 13.5 כל תעלה תסומן עם הכבלים העוברים דרכה.
- 13.6 כל כבל הנכנס ללוח או קופסת מחרוזת יסומן בנקודת הכניסה שלו לקופסה/לוח עם ייעודו (שם הממיר וכניסה שלו).
- 13.7 כל המהדקים יסומנו.
- 13.8 כל כבל AC יסומן עם דיסקית מוטבעת אותיות בהתאם למספר/סימון המעגל בתוכנית.
- 13.9 כל רכיב בלוח יסומן.
- 13.10 כל הארקות על כל פס השוואת פוטנציאלים או צבירה יסומן עם ייעודו ומהיכן הגיע. כני"ל מוליכים של פאזות ואפס בפסי צבירה.
- 13.11 תוואים תת-קרקעיים יסומנו .
- 13.12 כל מקטע פיזי ישא לוחית זיהוי של הסטרינג, הממיר, השורה והעמודה.
- 13.13 התקנת השילוט בלוחות לא תפגע בדרגת ההגנה של הלוח.
- 13.14 כל האביזרים, קולטים סולריים, קופסאות חיבורים, לוחות חשמל מ"נ ו – מ"ג, מפסקי בטחון וכו' ישולטו בשילוט סנדוויץ' חרוט דו-גווני. גוון השילוט יהיה כתב שחור עם רקע לבן או כתב לבן עם רקע אדום, בהתאם לדרישות המתכנן.
- 13.15 השילוט יקבע למקומו ע"י ברגי פח או מסמרות פלסטיות מתאימות. רשימת השילוט תוגש למתכנן לפני ביצוע .
- 13.16 כל הכבלים ישולטו כאמור בסעיף "כבלים" לעיל. כל נקודות ההארקה תשולטנה ע"י שילוט " הארקה לא לנתק." כל התוואים התת-קרקעיים יסומנו ע"י שילוט מיציקת מתכת מותקן על מבנים או מוטבע באספלט או במשטח הבטון. כל השילוט הנ"ל כלול בהיקף הפרויקט ולא ישולם עליו בנפרד.

14. מונה ייצור

- 14.3 הקבלן יספק יתקין ויחבר מונה ייצור תקשורת ולוח ההגנות הנדרשות בהתאם לדרישות חברת החשמל.
- 14.4 חיבור הלוח הראשי של המתקן ולוח מונים של חברת החשמל לרשת החשמל - יותקנו בחדר חשמל, סמוך למתקן, בתיאום מראש עם חח"י. ובאישור המפקח.
- 14.5 מונה חברת חשמל יחובר באמצעות שני מנתקים על פי הנחיות חברת החשמל.
- 14.6 במידה וחברת החשמל תדרוש קריאה מרחוק של המונה באמצעות התקן סלולרי, יכלול הקבלן התקן זה במערכת ללא תמורה נוספת.

15. גנרטור

בכל אתר בו ימצא גנרטור יבוצע ניתוק אוטומטי של המערכת עם כניסת הגנרטור לפעולה. מייד עם סיום פעילות הגנרטור המערכת תחזור לפעול באופן אוטומטי. לשם כך יתקין הקבלן את כל הנדרש לרבות מפסק משולב מנוע, מגעני פיקוד ותקשורת /או מקלט/ משדר וכל הנדרש לחיבור מושלם של המערכת.

16. מערכת הניטור והבקרה

- 16.1 הקבלן יספק ויתקין את מערכת הניטור ואיסוף המידע באופן מושלם, כך שהמזמין יוכל להשתמש ולהפעיל את מערכת הניטור ומערכות ההתראה במסכי השליטה דרך האינטרנט. הקבלן יחבר ויתפעל את המערכת לרשת האינטרנט ולספק תקשורת ולכל גוף שיידרש וזאת כדי למדוד את המערכת, וביצועיה ולגלות תקלות וכשלים במרכת.
- 16.2 מערכת הניטור תחובר לרשת האינטרנט להעברת המידע, המערכת תאסוף את המידע על אודות הייצור ב kWh של כל ממיר ובנוסף תעקוב אחר הקרינה ונתוני מזג האוויר באתר. מערכת איסוף נתונים, (Data Logger) האוגרת את כל הנתונים מכל מרכיבי המערכת כולל מערכות החישה. למערכת יהיה ממשק לרשת מקומית או תקשורת סלולרית לצורך גישה מרחוק.
- 16.3 הקבלן יספק יתקין ויתחזק אפליקציית ניטור המאפשרת למזמין מעקב אחרי תפוקות המערכת בזמן אמת, גילוי תקלות ויכולת הפקת דוחות השוואה היסטוריים ונתונים סטטיסטיים מכל מחשב המחובר לאינטרנט.
- 16.4 מערכת הניהול תהיה מדגם Meteocontrol ותחובר לרשת האינטרנט להצגת נתונים ע"פ הרשת. הקבלן יתקין יחבר ויפעיל על חשבונו את קו האינטרנט/מודם סלולרי וכן את שרות חברת meteocontrol וחברת הממירים או כל ספק אחר הנדרש לצורך הניטור המלא של המערכת.

16.5 .בשימוש בממירי SE אין צורך במערכת ניטור כמפורט מדגם Meteocontrol.

16.6 .הקבלן יספק וייתקין מערכות חישה לרבות:

- מד קרינה
- מד טמפרטורה לסביבה
- מד טמפרטורה לפאנל
- מודם / מודם סלולרי לתקשורת נתונים בין האתר למערכת הניטור
- מערכת אל פסק (UPS 355 W 655) לאספקת מתח צריכה עצמית מיוצב למערכות תקשורת, מיגון וחישה.

16.7 .מד קרינת שמש האחד במישור הפנל והשני במישור הקרקע:

- Type: High stability silicon voltaic detector.
- Accuracy: +5% typical under natural daylight condition
- Enstivity: 100MA per 1000Wm2 typical.
- Linearity: 1% up to 3000Wm2.
- Stability: +2% change over a one year period.
- Response time: 10MS
- Temperature dependence: 0.15% per °C max.
- Operating temperature: -40°C to 65°C.
- Sensor housing: Weather proof anodized aluminum case with acrylic diffuser and stainless steel hardware .

24

16.8 .מד טמפרטורה לפאנל:

- Type: K-Type thermo couple.
- Accuracy: +/-2°C.
- Ambient Temperature: -40°C to +125°C.
- Sensor housing: weather proof anodized aluminum case.

16.9 .מד טמפרטורה חיצונית:

- Type: K-Type thermo couple.
- Accuracy: +/-2°C.
- Ambient Temperature: -40°C to 125°C

16.10 .בין היתר, תנטר יחידת הניטור והדיווח באופן קבוע את הנתונים הבאים:

- מהפכים
- מתח כניסה זרם כניסה
- הספק כניסה
- מתח מוצא
- זרם מוצא
- הספק מוצא
- נצילות
- KWh על כל האינטרפולציות הסטנדרטיות
- תקינות המהפך
- טמפרטורת הסביבה

- טמפרטורת הפאנלים
- עוצמת הקרינה

הדגימה המינימלית לצורך ממוצע תהא פעמיים בדקה.

16.11. מסכי השליטה יציגו את הנתונים הבאים:

- ההספק הרגעי הכולל למערכת.
- אוסף הנתונים הרגעיים של התחנה המטאורולוגית.
- PR של כל המערכת המחושב על ידי מונה PCC ופירנומטר.
- ה-PR של כל ממיר, המחושב על ידי מונה PCC ומד הקרינה.
- אנרגיה המצטברת של היום.
- עוצמה נמדדת של הרגשים (קרינה, טמפ' וכו').
- ההספק הרגעי של כל ממיר ושל סה"כ המערכת.
- אנרגיה המצטברת של היום, השבוע החודש והשנה.

16.12. להלן חישובים שיתבצע ויישמרו על ידי מערכת הניטור:

- אנרגיה מצטברת יומית
- PR מתוקן טמפרטורה עם נתוני הספק של הממירים ורגשי הקרינה
- כנ"ל עם נתוני הספק של מכשיר מדידה ורגש קרינה מרכזי
- כנ"ל עם פירנומטר
- אנרגיית השמש המצטברת כל יום מחושב עבור כל רגש קרינה והפירנומטר
- הספק מנורמל להספק מותקן עבור כל ממיר וואו MPPT

16.13. התראות

התראות יישלחו בהודעת טקסט ולדואר האלקטרוני של רשימת תפוצות על פי סוגי ההתראות. המערכת תאפשר למשתמש לבנות התראות עבור כל נתון במערכת, לצורך איתור תקלות.

התראות מוכנות, הבנויות על אותו ממשק יכללו:

- התראות הפנימיות של הממירים
- אין הספק בממיר
- ממיר מתחת לסף ייצור מוגדר ביחס למוצע המערכת
- ממיר מתחת לסף ייצור מוגדר ביחס לממיר אחר
- אין תקשורת באחד הערוצים
- PR נמוך
- מקדם הספק ב-PCC נמוך

17. רשימת תקנים

IEC 60439	לוחות חלוקה למתח נמוך	17.1
IEC 60947-2/2	מפסקים למתח נמוך	17.2
IEC 60947-4-1/2	מגענים למתח נמוך	17.3
IEC 60051	מכשירי מדידה	17.4
IEC 60269	נתיכים	17.5
IEC 600 44-1	שנאי זרם	17.6
IEC 600 44-2	שנאי מתח	17.7
IEC 600 255	ממסרים	17.8
IEC 61215	פנלים סולאריים	17.9
IEC 61730	פנלים סולאריים	17.10
AS4777-1-2-3	ממירים סולאריים	17.11

26

Gal Engineers
Planning | consulting

16.2 תקנים נוספים:

16.2.1 ת"י 1419 לוחות חשמל

16.2.2 ת"י 1742 אלקטרודות הארקה ופס השוואת פוטנציאלים

16.3 כל עבודות החשמל יבוצעו בהתאם לחוק חשמל, העבודה תבוצע עפ"י מפרט זה המהווה השלמה למפרט הכללי הבין- משרדי, פרק 08, עבודות החשמל והפרקים הנוספים של המפרט במהדורתם העדכנית, שרטוטים, והוראות המפקח.

18. מבחני קבלה ומסירת המערכת

17.2 הפעולות הנ"ל מהוות חלק מבדיקת קבלה ומסירת המתקן ולא תשולם כל תוספת עבור הבדיקות הנ"ל כל תוצאות הבדיקה יעברו למפקח לאישורו ליווי בדיקות וביצוע בדיקות On-grid עם בודק חיצוני המאושר על ידי הלקוח כולל בדיקת איכות רשת החשמל הפרעות מתח, תדר והרמוניות לאחר חיבור המערכת למערכת החשמל-

17.2.1 בדיקה ויזואלית

17.2.2 בדיקת התאמת המערכת לתכנון שאושר (העמדה, חתכי כבלים, מיקום הציוד, סוג הציוד וכדו');

17.2.3 הפעלה ניסיונית של המערכת והשוואת ביצועיה עם הסימולציות;

17.2.4 הדמית תקלות כגון תקלה בממיר, תקלה בפנל וכדו';

17.2.5 ביצוע הצללות חלקיות לצורך בדיקת פעולת מערכת האיזון;

17.2.6 מבחני הקבלה יכללו 20 ימי הפעלה של המערכת ושבוע עבודה ללא תקלות.

17.2.7 עד 45 מיום החיבור, הקבלן יגיש דו"ח נתוני הייצור והשוואתם לסימולציות – PR הספקים ואנרגיה.

17.2.8 בדיקת Off-grid עם בודק פנימי המאושר על ידי הלקוח.

17.2.9 הבדיקות תבוצענה ע"י הקבלן ועל חשבונו. נציג היזם ו/או המפקח ישתתפו בכל הבדיקות ויאשרו את תוצאתם. על הקבלן יהיה למלא את דפי הבדיקה בשני העתקים ולהגישם ללקוח. על הקבלן יהיה להעמיד צוות בעל כישורים מתאימים כדי לבצע את כל הבדיקות.

17.2.10 הקבלן יספק את כל מכשירי הבדיקה הדרושים כדי לבצע את הבדיקות המצויינות להלן לפני התחלת הבדיקות יגיש הקבלן לאישור רשימה של מכשירי בדיקה ובדיקות כיוול של המכשירים הנ"ל

17.2.11 לאחר ביצוע הבדיקות כל החיבורים והכניסות יאטמו כדי למנוע כניסה של לכלוך.

17.2.12 כאשר לא ניתן לבצע בדיקה מתאימה מסיבה כלשהי יתייעץ הקבלן עם המפקח ויקבל את אישור המפקח בדבר שיטת בדיקה אלטרנטיבית.

17.2.13 כל הבדיקות ייצגו במידת האפשר את תנאי העבודה האמיתיים ויכללו בין השאר:

17.2.13.1 הוכחת פעולה מכנית תקינה של חלקים נעים כגון: ממסרים, מפסקי גבול, מפסקים או מגענים, טיימרים וכדומה.

17.2.13.2 בדיקת התאמת המערכת לתכנון שאושר (העמדה, חתכי כבלים, מיקום הציוד, סוג הציוד וכדו')

17.2.13.3 בדיקת חיווט, שילוט והתאמה לתוכניות.

17.2.13.4 בדיקת נכונות חיבור האביזרים

17.2.13.5 בדיקת הקונסטרוקציה, מצבה, אופן ההנחה של הפאנלים וחיזוקם לגג.

17.2.13.6 בדיקת זווית ההתקנה המרחקים בין השורות והתאמתם לתוכניות

- 17.2.13.7 אופן הרכבת הממירים /גלריה גגון וכיוב'
- 17.2.13.8 בדיקת הארקה /אלקטרודות הארקה /או פסי הארקה:
- 17.2.13.8.1 עבודה תבוצע בהתאם לתקנות החשמל (הארקת יסוד) תשמ"א 1981 קובץ התקנות 4271
- 17.2.13.8.2 הקבלן נדרש לבדוק קיום/ביצוע הארקות יסוד את ההתנגדות הכוללת של ההארקה ולדווח למפקח על התוצאות. עפ"י התוצאות יחליט המהנדס הבודק מטעם הקבלן על תוספת של אלקטרודות לפי הצורך
- 17.2.13.8.3 בדיקת התנגדות הארקה מאלקטרודות הארקה- .
- 17.2.13.9 בדיקת התנגדות הארקה של המוליך רציפה של מוליך הארקה
- 17.2.13.10 בדיקת רמת הבידוד בין פאזות ובין פאזות הארקה- .
- 17.2.13.11 בדיקת התנגדות של מוליך LOOP - הארקה.

17.2.14 בדיקת אטימות הגג ע"י יועץ האיטום

17.2.15 סריקה כללית של מצב המערכת ותיקון כל ליקוי למסירה מושלמת

17.3 עם השלמת הקמת המערכת יבוצעו לה מבחני קבלה, מבחנים אלה יהוו תנאי מקדים למסירת המערכת. המבחנים יכללו ביצוע בדיקות On-grid. על הקבלן לשתף פעולה בהתאם להנחיות המפקח בעת עריכת מבחני הקבלה למערכת. הקבלן יעמיד לרשות המפקח בעלי המקצוע, ציוד וכלים, הכל כפי שידרוש המפקח. בזמן ביצוע הבדיקה, ילוו הקבלן וצוותו את הבודק ויבצעו את הנחיותיו ובכפוף להנחיית המפקח וכן יהיו מצוידים באמצעי הנגישות, כלי העבודה, ציוד הבדיקה וציוד המדידה הדרושים לביצוע הביקורת. לפני ההפעלה הסופית יבצע הקבלן בשלבים את הבדיקות הבאות:

17.3.1 בדיקת הגבלת עיוות הרמוני

על מנת למנוע הפרעות ונזקים לצרכנים שכנים המוזנים מאותה רשת חשמל, על הקבלן להבטיח שהמתקן לא יגרום לעיוותים במתח הרשת. הקבלן יבטיח שהזרמים ההרמוניים המוזרמים לרשת בנקודת החיבור לא יחרגו מהערכים:

סדרת ההרמוניות האי זוגיות	$h < 11$	$11 < h < 17$	$17 < h < 23$	$23 < h < 33$
אחוז הזרם ההרמוני	4.0	2.0	1.5	0.6
סדרת ההרמוניות הזוגיות	$h < 10$	$10 < h < 32$		
אחוז הזרם ההרמוני	1.0	0.5		

17.3.2 בדיקת תנודות מתח ופליקר פעולת מתקן ה PV - לא תגרום לתנודות מתח ופליקר, שחורגים מגבולות שנקבעו בתקן ישראלי ת"י 3-1902 משנת 2001 ו IEC 61000-3-5

17.3.3 בדיקת הפרעות אלקטרומגנטיות ואחרות

במקרה בו מתקן ה P.V - או חלק ממנו גורמים, במישורין או בעקיפין, להפרעות אלקטרו מגנטיות ברשת החשמל ו/או לציוד כלשהו, חייב יהיה הקבלן לנקוט בכל האמצעים והפעולות להסיר הפרעות אלה באופן מיידי, ובלבד שלא ייגרמו נזק לחיי אדם ולא לרכוש. היה וישנן הפרעות הגורמות לחריגה מהנדרש במפרט, ו/או מתנאי הרשת של חברת החשמל, יתקן הקבלן את הטעון תיקון ללא דיחוי. כמו כן, היה וחברת החשמל פנתה אל הלקוח בכתב והתריעה על הפרעות ברשת, יתקן הקבלן את הטעון תיקון ויסיר את הגורם להפרעה תוך הזמן שבו

התריעה חברת החשמל על כך ולא יאוחר מ 24 שעות. היה והקבלן לא ביצע את התיקון כאמור, ישא הקבלן בכל ההוצאות והנזקים שייגרמו עד לתיקון המצב להסרת ו/או למניעת ההפרעות

17.4 מסירת המערכות למזמין תחשב מלאה לאחר ביצוע כל הבדיקות לעיל, הפעלה ניסיונית, הפעלה סופית של המתקן, מסירת תוכניות העדות, הרשימות, הדוחות, קטלוגים, הוראות הפעלה והוראות תחזוקה, מסירת המערכת למזמין תבוצע לאחר ביצוע מושלם של כל שלבי העבודה, לרבות חיבור המערכת לרשת חברת החשמל ומתן אישור המפקח כי מבחני הקבלה למערכת הסתיימו בהצלחה.

19. הגנת סייבר

במתקנים לייצור חשמל בהספק בין 631Kw ל- 3Mw על הקבלן לטפל בכל הנדרש לשם הקמת ותפעול המתקן עפ"י הנחיות להגנת הסייבר של משרד האנרגיה לרבות הגשת נספח עמידה בהנחיות משרד האנרגיה להגנה בסייבר עבור גופי רמה ד' במתח הגבוה.

20. תוכניות עדות – AS MADE

19.1 עד למועד מסירת המערכת ללקוח, ימסור הקבלן למזמין, תוכניות עדות וכל מסמך תיעוד ופרוט המערכת לרבות ציוד, תוכניות ואישורי הרשויות המתאימים. תוכניות העדות יוגשו לאישור המפקח לפני מסירתן הסופית. ספר המערכת יוגש לאישור המפקח ולאחר אישורו ישוכפל ויימסר למזמין ב- 4 העתקים ובמדיה צרובה בשלושה העתקים.

19.2 הספר יכלול תוכניות עדות - תוכניות מעודכנות לאחר ביצוע. כל תוכניות המערכת תוגשנה חתומות במלואן ע"י הקבלן, המהנדס ואיש המקצוע המתאים. התיק יימסר באופן הבא:

19.2.1 כל רשימת התוכניות והמסמכים המופיעים בפרק התכנון. התוכניות גרסה 2013 ומעלה ויוגשו במקור+ AutoCAD+ pdf יהיו משורטטות בתוכנת על גבי תקליטור:

19.2.2 הוראות הפעלה

19.2.3 תוכניות העדות תכלולנה תיאור מדויק של המערכת ורכיביה.

19.2.4 כתבי האחריות המקורי של כל רכיבי המערכת הן של היצרן, הספק והקבלן.

19.2.5 מבחני הקבלה OFF GRID /ON GRID

19.2.6 פירוט התחזוקה השוטפת הנדרשת למערכת.

19.2.7 קטלוגים של הציוד שהותקן.

19.2.8 סט תוכניות חשמל מפורטות, סימולציות וכל תוכניות האתר

19.2.9 תוכניות קונסטרוקציה

19.2.10 תצהיר מאת מהנדס הקונסטרוקציות ומהנדס החשמל) מטעם הקבלן (שבו יצהירו המהנדסים על עמידה בכל הנדרש ממנו עפ"י האמור בחוק התכנון והבניה וחוק החשמל בכל הנוגע לתכנון

המערכת ואחריותם ליציבות ותפקוד המערכת הקונסטרוקטיבית ומערכת החשמל/

19.2.11 פרק הפעלה אחזקה של הממירים

19.2.12 פרק הפעלה למערכת התקשורת

19.2.13 פרק הפעלה למערכת המיגון

19.2.14 פרק מערכת גילוי וכיבוי אש ושילובו במבנה הקיים

19.2.15 פרקים מתאימים לכל ציודי המערכת

19.2.16 תוכניות אדריכליות ודו"ח קונסטרוקטור:

19.2.16.1 אישור של מהנדס הקונסטרוקציה אשר מאשר את ההתקנה באופן תקני וסופי ויחתום

על אישור קבלת העבודה. הקבלן, באמצעות מהנדס הקונסטרוקציה שלו, יצרף לאישור

זה את כל החישובים שבוצעו על ידו. תיק זה בחתימתו של מהנדס הקונסטרוקציה של

הקבלן יישלח ע"י הקבלן אל נציג הרשות ולמהנדס הרשות המקומית, יתויק בתיק

הוועדה ויחליף את מסמכי הקונסטרוקטור של הרשות המתויקים שם. אישור סופי

שכזה יסופק ע"י הקבלן

19.2.17 אישור מפקח עבודות החשמל, מפקח העבודה בשטח יאשר בכתב ובחתימתו כי עבודות החשמל שביצע הקבלן בוצעו עפ"י הנחיותיו וכי הוא פיקח ובדק בפועל את עבודות הקבלן ואישר את

סיומן כנדרש.

19.2.18 אישור בודק חשמל

19.2.19 אישור בדיקת קרינה והמשרד להגנת הסביבה.

19.2.20 חברת החשמל, רשות החשמל, היתר הפעלה משרד התשתיות, כיבוי אש, יועץ הבטיחות, וכל

אישורי המהנדסים והרשויות כמפורט לעיל וכל אישור שנדרש במפרט זה ו/או בהסכם

ההתקשרות וכל אישורים הנדרשים לכל רשות רלוונטית.

- סוף -

31

