

# חידושים ביישום החקיקה במשק החשמל בישראל

מרצה: אלברטו ברנשטיין

20.11.2019

# אין שינויים בחוק או בתקנות החשמל !

למרות קיום של מספר תקנות חשמל חדשות, כתובות כבר מספר שנים, לרבות רביזיות שבוצעו על תקנות קיימות, לא יצא עד היום שום סט של תקנות מאז 2014.

מה שפורסם בזמן האחרון הן הנחיות שונות המתייחסות למתקנים מסוימים.

# כמה מילים בתור התחלה ליצירת רוחות מחממות !

כידוע, מינהל החשמל שהיה עד 2016 יחידה במשרד האנרגיה, עבר לרשות החשמל החדשה. רשות החשמל היא הרגולטור של משק החשמל בישראל.

אחד התפקידים של מינהל החשמל, הגוף המקצועי של המדינה בתחום החשמל, הוא להכין ולקדם תקנות חשמל, בהתאם לחוק החשמל-1954

מסלול: כתיבה ← עריכה משפטית ← מסירה למשרד המשפטים לעריכה נוספת ← מסירה לכנסת, לוועדה המתאימה, לעריכה סופית ← חזרה למשרד לחתימת השר הממונה (שר האנרגיה) ← פרסום לרשומות הממשלה

# הנחיות להתקנת מערכת טעינה לרכב חשמלי

מספר הגדרות בעלות משמעות:

"התקן טעינה" – מכשיר חשמלי מיטלטל ייעודי המשמש לטעינת רכב חשמלי המיועד למצב פעולה 2 (MODE 2),

לפי תקן ישראלי ת"י 61851 חלק 1;

"מצב פעולה" (MODE) - מצבי פעולה 2, 3 ו-4 לטעינת רכב חשמלי כהגדרתם בתקן ישראל מס' 61851, חלק 1;

"עמדת טעינה" – מכשיר חשמלי ייעודי לטעינת רכב חשמלי המותקן בהתקנה קבועה בסמוך למקום חניית רכב חשמלי

והמשמש לטעינתו. עמדת הטעינה יכולה להיות ממצב פעולה 4 (MODE 4) בזרם ישר (DC) או ממצב פעולה 3 (MODE 3)

3) בזרם חילופין (AC). הכול כאמור בתקן ישראלי ת"י 61851 חלק 1 ותקן ישראלי ת"י 61851 חלק 23, לפי העניין.

# מספר הנחיות:

- בטעינת רכב חשמלי אסור השימוש בכבל מאריך
- לנקודת החיבור במערכת טעינה לא יחובר יותר מרכב אחד בכל זמן נתון
- מערכת טעינה תוזן על-ידי מעגל סופי בלעדיו המיועד להזנה של המערכת
- מעגל סופי לטעינה יהא עשוי מכבל בלבד, וכניסת הכבל לעמדת הטעינה תתבצע באמצעות התקן מבודד ייעודי
- מעגל סופי לטעינה יהא מוגן באמצעות מפסק אוטומטי או מפסק אוטומטי זעיר
- מעגל סופי לטעינה מחוץ למבנה יהא בהתקנה סמויה בלבד
- נקודת חיבור בזרם חילופין תוגן באמצעות מפסק מגן בלעדיו מדגם A לפי ת"י 61008-1 או ת"י 61009-1, המופעל בזרם דלף העולה על 0.03 אמפר.
- על אף האמור לעיל, במערכת טעינה המצוידת בבית תקע או במחבר לרכב חשמלי לפי ת"י 62196, ושאינה כוללת הגנה מתאימה מפני זליגת זרם ישר, יותקן אחד מאלה:
  - מפסק מגן מדגם B לפי IEC 62423
  - מפסק מגן מדגם A יחד עם התקן לזיהוי זליגה בזרם ישר המתאים לתקן IEC 62955
  - מפסק מגן מדגם F, לפי IEC 62423 יחד עם התקן לזיהוי זליגה בזרם ישר המתאים לתקן IEC 62955

# המשך

○ הוראות לעיל לא יחולו כאשר מערכת טעינה מוגנת בפני התחשמלות באמצעות זינה צפה או הפרד מגן

○ טעינה תבוצע באמצעות כבל המחבר בין עמדת הטעינה או התקן הטעינה לרכב החשמלי בלבד. מה שנאמר במשפט הקודם אינו חל על שיטות טעינה אלחוטיות ואין מטרתו לאסור אותן

○ הכבל יהיה מסוג המתאים לתנאי מקום ההתקנה של עמדת הטעינה או לשימוש התקן הטעינה.  
**אורכו של הכבל לא יעלה על 8 מטרים.** על אף האמור קודם, הותקנה עמדת טעינה הכוללת מערכת ניהול כבילה, אורכו של הכבל יכול לעלות על 8 מטרים אך לא יעלה על **10 מטרים**

# המשך

- בשטח ציבורי או מסחרי, עמדת טעינה בזרם חילופין (מצב פעולה 3 - MODE 3) תכלול בית תקע או מחבר לרכב חשמלי מטיפוס 2 (Type 2) לפי ת"י 62196 ו-ת"י 61851
- בשטח פרטי או בשטח משותף בבניין מגורים, מחבר לרכב חשמלי או בית תקע של עמדת טעינה בזרם חילופין יהיה מטיפוס 1 או 2 (Type 1 או Type 2).
- מחבר לרכב חשמלי או בית תקע בעמדת טעינה בזרם ישר (מצב פעולה 4 - MODE 4) יעמדו בת"י 62196 ו-ת"י 61851

# המשך

- תקע ובית תקע של התקן טעינה יעמדו בדרישות ת"י 60309 זרם הטעינה לא יעלה על 16 אמפר בחד פאזי
- משך הטעינה לא יעלה על שעתיים רצופות
- זרם הטעינה לא יעלה על 10 אמפר בחד פאזי
- בית תקע המותקן מחוץ למבנה אשר בו משתמשים לשם טעינת רכב חשמלי באמצעות התקן טעינה יהא בעל דרגת הגנה IP44 לפחות; דרישה זו תתקיים כאשר התקע שלוף וכאשר התקע נמצא בתוך בית התקע



# ציוד

- שימוש בציוד בעל דרגת הגנה IK08 לפחות
- הטעינה המותקנת מחוץ למבנה יהיה בעלי דרגת הגנה IP44 לפחות
- עמדת הטעינה או התקן הטעינה יצוידו באמצעים המאפשרים את פעולות כגון בדיקה, ניתוק, מניעת מעבר של אותות בקרה המועברים באמצעות מוליך ההארקה אל מערכת ההארקה של המתקן המזין
- נקודת החיבור בעמדת הטעינה שבשטח ציבורי תוגן מפני מתחי יתר

# בדיקה

- בדיקת המערכת מבצעים לפני ההפעלה הראשונה ובכל 6 שנים לפחות
- מפסקי מגן של מערכת הטעינה, למעט מפסק מגן המהווה חלק אינטגרלי מעמדת הטעינה וכולל מנגנון שמבצע בדיקות בתדירות קרובה יותר, ייבדקו בהתאם לטבלה להלן:

תדירות הבדיקה	תיאור הבדיקה	הכשרת הבודק
אחת לשישה חודשים לפחות	בדיקה על-ידי לחיצה על לחיץ הבדיקה	על אף האמור בסעיף 3, רשאי גם אדם שאינו בעל רישיון חשמלאי לבצע זאת
אחת לשלוש שנים לפחות	בדיקה באמצעות מכשיר בדיקה למפסק מגן	חשמלאי בעל רישיון חשמלאי מעשי לפחות

האחריות ליישום הנדרש בהנחיות אלו מוטלת על מתכנן המתקן, על מתקינו, על בעליו, על מחזיקו ו/או על מפעילו, הכול לפי העניין

- מפסק מגן המשמש כהגנה בלעדית ייבדק באמצעות מכשיר בדיקה אחת לשנה על ידי חשמלאי בעל רישיון חשמלאי מוסמך לפחות
- באחריות בעל מערכת הטעינה, מחזיקה או מפעילה לשמור את תוצאות הבדיקות ולתקן את הליקויים ללא דיחוי

**תיקון חוק משק החשמל – לא נדון בתיקונים כעת !**

**הצעת חוק משק החשמל (תיקון מס' 16 והוראת שעה), התשע"ח – 2018**

## הנחיות להתקנת מתקן חשמלי על מאגר מים (במתח שאינו עולה על מתח נמוך)

- התקנת לוח 3.
- (א) לוח ראשי של מתקן חשמלי או לוח משנה יותקן על החוף במרחק העולה על מטר וחצי מקו החוף. חלקים חיים בלוח דוגמת פסי צבירה, מהדקי חיבור, מגענים ומבטחים, יותקנו בגובה העולה על 30 ס"מ ממישור הייחוס החשמלי;
- (ב) לוח חשמל יותקן כשחזיתו לכיוון החוף בלבד;
- (ג) על אף האמור בסעיף קטן (א) לעיל, לוח חשמל או מהפכים הממוקמים על מבנה צף יותקנו בהתאם לדרישות סעיף 5 להלן;
- ציוד חשמלי 4.
- (א) ציוד חשמלי המותקן על החוף והמזין ציוד חשמלי אחר שנמצא על החוף, על המים או מתחת לפני המים, יותקן במרחק העולה על מטר וחצי מקו החוף;
- (ב) ציוד חשמלי המותקן על החוף במרחק הקטן ממטר וחצי מקו החוף ואינו מתאים לעבודה בתוך מים, יעמוד בדרישות המפורטות בסעיף 5 להלן;

(א) חלקים חיים בציוד חשמלי המותקן מעל מים, למעט כבלים, יותקנו בגובה שלא יפחת מ- 30 ס"מ מהחלק העליון של המבנה הצף, ובכל מקרה לא מתחת למישור הייחוס החשמלי (ראה איור 1) ;

(ב) על אף האמור בסעיף קטן (א) לעיל :

(1) מודולים של מתקן פוטו-וולטאי המותקנים על מבנה צף יהיו בגובה

העולה על 15 ס"מ מעל גובה המים (H) ;

(2) מודולים של מתקן פוטו-וולטאי המותקנים על מבנה קבוע שאינו צף

יהיו בגובה העולה על 15 ס"מ מעל הגובה המקסימלי של המים (Hmax) ;

(3) מודולים של מתקן פוטו-וולטאי המותקנים על מבנה צף המותקן על

כיסוי צף יהיו בגובה העולה על 10 ס"מ מעל הכיסוי הצף ;

(4) ציוד חשמלי המפורט בסעיפים 5(ב)(1), 5(ב)(2) ו- 5(ב)(3) יהא לכל

הפחות בדרגת הגנה IP67 ;

(5) ציוד חשמלי למעט מודולים של מתקן פוטו-וולטאי שייעודו דורש

התקנה בגובה שאינו עומד בנדרש בסעיף קטן (א), ואינו חשוף להתזת מים בלחץ,

יותקן בגובה שלא יפחת מ- 25 ס"מ מעל המבנה הצף ובלבד שדרגת ההגנה תהיה

IP55 לפחות ; קיים כיסוי המגן בפני התזת מים על הציוד, תהא דרגת ההגנה

IP44 לפחות ;

(ג) זינת חשמל לציוד חשמלי המותקן מעל המים תנותק במקרה בו המים

מגיעים לגובה מישור הייחוס החשמלי ;

(ד) דרגת ההגנה של הציוד תתאים למיקום התקנתו וייעודו ;

# המשך

**אמצעי מיתוג** 8.  
**ואבטחה**  
**במתקן חשמלי**  
**המותקן**  
**במבנה צף או**  
**במבנה הנמצא**  
**מתחת למים**

(א) ציוד חשמלי הנמצא מתחת לפני המים או צף על מים יוזן באמצעות בית תקע המותאם לתנאים הקיימים במקום ההתקנה (IP – ו- IK המתאימים למקום ההתקנה). בסמוך לציוד חשמלי כאמור ובקשר עין איתו יותקן אמצעי מיתוג ואבטחה המאפשר את ניתוק הציוד מהזינה ללא הוצאת תקע;

(ב) על אף האמור בסעיף קטן (א) לעיל, ניתן לחבר מתקן פוטו-וולטאי באופן קבוע;

(ג) אמצעי מיתוג ואבטחה בציוד חשמלי יהא אחד מאלה: מפסק אוטומטי או מנתק דו-קוטבי ובטור אליו נתיכים. יש לסמן את אמצעי המיתוג והאבטחה בהתאם לייעודו;

(א) בכל מחרוזת מודולים יותקן מבטח לכל קוטב בסמוך למחרוזת או בלוח איסוף מחרוזות ;  
(ב) על אף האמור בסעיף קטן (א) לעיל אין חובה להתקין מבטח בכל אחד מהנ"ל :

(1) קוטב מאורק ;

(2) מחרוזת מודולים אחת או שתיים המחוברות לאותו מהפך .

(ג) לכל מערך יותקן מנתק דו קוטבי בלוח איסוף מחרוזות ;

(ד) בכל מערך יותקן מבטח לכל קוטב בלוח איסוף מערכים ;

(ה) על אף אמור בסעיף קטן (ד) לעיל, אין חובה להתקין מבטח בקוטב מאורק ;

(ו) בכניסה למהפך יותקן מפסק אוטומטי ראשי המאפשר ניתוק של כל קבוצות המערכים המחוברות אליו ; מפסק זה יכול שיהיה חלק אינטגרלי מהמהפך המותקן בכניסת הזרם הישר שלו ;

(ז) על אף האמור בסעיף קטן (ו) לעיל, אין חובה להתקין מפסק אוטומטי ראשי בהתקיים שני התנאים המצטברים שלהלן :

(1) המהפך מוזן מקבוצת מערכים אחת או ממספר קבוצות מערכים

המחובר ללוח איסוף מערכים אחד ;

(2) קיים קשר עין בין המהפך לבין לוח איסוף מערכים המזין אותו

והמרחק ביניהם אינו עולה על 3 מטר, או לחילופין מותקן מפסק אוטומטי ראשי לקבוצת המערכים אשר ניתן לנעילה במצב מופסק בלבד ;

(ח) בסמוך ללוח בו מותקנים נתיכים יותקן שילוט בר-קיימא : "לפני שליפת

הנתיכים יש להפסיק את אמצעי המיתוג המתאים במעלה הזינה" ;



# המשך

(א) מפסק אוטומטי יותקן בצד זרם החילופין, ביציאה מהמהפך ובסמוך לו ;  
(ב) מפסק אוטומטי יהא דו קוטבי למהפך חד-מופע ובעל שלושה או ארבעה קטבים למהפך תלת-מופע ובלבד שיאפשר ניתוק של כל מוליכי המופע והאפס ;

10. אמצעי מיתוג  
ואבטחה בצד  
זרם החילופין  
של מתקן  
פוטו-וולטאי

(א) מכשיר חשמלי מיטלטל המוחזק ביד יהא מסוג II או מסוג III ;  
(ב) על אף האמור בסעיף קטן (א), מותר להשתמש במכשיר חשמלי מיטלטל המוחזק ביד מסוג I ובלבד שיוזן דרך מפסק מגן הפועל בזרם דלף העולה על 0.03 אמפר ;

11. מכשיר חשמלי  
מיטלטל  
המוחזק ביד

(ג) בית תקע יוגן באמצעות מפסק מגן הפועל בזרם דלף העולה על 0.03 אמפר ;

# המשך

(א) משטח שווה פוטנציאלים יותקן בסמוך או מתחת לכל אמצעי מיתוג ואבטחה או ציוד חשמלי סוג I המותקן תחת כיפת השמיים, באופן שיבטיח שהטיפול בציוד החשמלי יבוצע תוך כדי עמידה על המשטח;

(ב) משטח שווה פוטנציאלים יותקן מסביב לציוד החשמלי או מסביב לאמצעי המיתוג והאבטחה באופן שיבטיח השוואת פוטנציאלים ברדיוס של מטר אחד;

(ג) על אף האמור בסעיף קטן (ב) לעיל, אין חובה להתקין משטח כאמור כאשר הציוד החשמלי או אמצעי המיתוג והאבטחה מוזן ממעגל חד מופעי בעל זרם נומינאלי שאינו עולה על 63 אמפר ומוגן באמצעות מפסק מגן הפועל בזרם דלף העולה על 0.03 אמפר;

(ד) משטח שווה פוטנציאלים יחובר אל פס השוואת פוטנציאליים של מתקן חשמלי באמצעות מוליך הארקה שזור, עשוי נחושת, מבודד, בעל שטח חתך מינימאלי של 10 ממ"ר לפחות;

**התקנת משטח שווה פוטנציאלים**  
15.

(א) מודול שאינו מוגן באמצעות בידוד כפול, יוארק;

(ב) מודול המוגן באמצעות בידוד כפול בעל חיבור ייעודי מובנה המיועד להארקה, יוארק;

(ג) מודול המוגן באמצעות בידוד כפול ללא חיבור ייעודי מובנה המיועד להארקה, לא יוארק;

(ד) חובה להבטיח את רציפות ההארקה של מתקן פוטו – וולטאי בכל נקודת זמן, לאורך כל חיי המתקן;

**הארקת מודולים במתקן פוטו-וולטאי**  
16.

# סוף ההנחיות !

- |   |     |  |
|---|-----|--|
| מתקן חשמלי, על כל חלקיו, ייבדק על ידי בעל רישיון חשמלאי בודק לאחר התקנתו ולפני הפעלתו הראשונה, כמו גם לאחר ביצוע כל שינוי יסודי בו ולפני הפעלתו לאחר ביצוע שינוי כאמור. | 19. | בדיקה<br>הפעלה ראשונה<br>ולאחר<br>שינוי<br>יסודי |
| מתקן חשמלי, על כל חלקיו, ייבדק על ידי בעל רישיון חשמלאי בודק אחת לשנה לפחות, לרבות בדיקת התנגדות בידוד כבלים וציוד אחר שנמצא במים.                                      | 20. | בדיקות<br>תקופתיות                               |
| חובה המוטלת לפי הנחיות אלו יראו אותה כמוטלת על מתכנן המתקן, על מתקיניו, על בודקו, על בעליו, על מחזיקו, ועל מפעילו, לפי העניין, והוא אם אין כוונה אחרת משתמעת;           | 21. | אחריות   |

# הנחיות מנהל מינהל החשמל להתקנת מתקן פוטו-וולטאי, תשע"ט – 2019

תקנות חשמל בנושא נמצאות בעריכה במשרד המשפטים

# מספר הגדרות מעניינות:

"מהפך היברידי"	מהפך המאפשר הוצאת אנרגיה מהמיתקן הפוטו-וולטאי, הן במקביל לרשת והן בפעולה עצמאית ללא רשת;
"הספק המיתקן"	ההספק הנקוב המצרפי של המהפכים במתקן הפוטו-וולטאי (נמדד בקו"ט);
"הפרדה גלוונית בין צד מתח ישר לצד מתח חילופין באמצעות שנאי ישר לצד מתח חילופין"	ההפרדה בין צד מתח ישר לצד מתח חילופין באמצעות שנאי פנימי במהפך או שנאי מבדל חיצוני;
"מהפך רשת"	מהפך שנועד לעבוד במקביל לרשת בלבד;

# המשך

מחרוזת מודולים (String)	מודולים המחוברים ביניהם בטור;
"מערך" (Array)	מחרוזות מודולים המחוברות ביניהם במקביל;
"מקטע מודולים"	מודולים הנישאים על ידי קונסטרוקציה רציפה;
"משגוח"	מכשיר המיועד לבקרת תקינות הבידוד בין מוליכי המיתקן לבין המסה הכללית של האדמה או בין מוליכי המיתקן לבין גופי המתכת של ציוד המיתקן;
"שינוי יסודי"	הגדלת הספק, שינוי באמצעי ההגנה בפני חישמול, הוספה או החלפה של לוח חשמל;

# עיקרי תוכן

מרכיבי המתקן הפוטו-וולטאי יותקנו באופן שתתאפשר גישה נוחה ובטיחותית לתפעול ולתחזוקה שלהם ושל מתקני חשמל המותקנים בקרבתם במרחק העולה על מטר אחד ממרכיבי מתקני חשמל הסמוכים אליו;

על אף האמור בסעיף משנה (א) ניתן להתקין מתקן פוטו-וולטאי במרחק של פחות ממטר אחד ממתקן חשמלי אחר ובלבד שיותקן אמצעי הפרדה ברור ובר קיימא, במרחק העולה על 0.6 מטר מהמתקן הפוטו-וולטאי ובגובה מטר אחד לפחות, באופן שתתאפשר גישה נוחה לתפעול ולתחזוקה של כל אחד מהמתקנים;

- הספק מיתקן פוטו-וולטאי חד מופעי לא יעלה על 5 קילו-וואט;
- במתקן פוטו-וולטאי או בכל חלק ממנו הניתן להפעלה באופן עצמאי יותקן מפסק ראשי בצד זרם החילופין, בנקודת החיבור של המתקן או חלק ממנו לרשת;

# המשך

בנוסף לאמור בסעיף (7) לעיל, מתקן פוטו-וולטאי המחובר לרשת מתח גבוה של ספק שירות חיוני או מתקן צריכה המקבל אספקה במתח גבוה מספק שירות חיוני, כאשר ההספק המצרפי של מתקנים הפוטו וולטאיים המותקנים במתקן הצריכה גדול מ- 630 קו"א, יעמוד באמור להלן:

המפסק הראשי בנקודת החיבור של המתקן לרשת של ספק שירות חיוני, יהיה ניתן לשליטה מרחוק על ידי ספק שירות חיוני;

במפסק הראשי יותקן ממסר הגנת חוסר רשת (Loss of Main) שתנתק את המתקן הפוטו-וולטאי בשלמותו בעת הפסקת הרשת;

על אף האמור בסעיף קטן (1) ו- (2) לעיל, ראשי ספק שירות חיוני לאשר התקנת אמצעי השליטה מרחוק האמורים לעיל, על מפסק שאינו מפסק ראשי;

חיבור חוזר אוטומטי של המתקן הפוטו-וולטאי לרשת החלוקה לאחר פעולת הגנת ה- LOM יתאפשר לפי הוראות ספק שירות חיוני או בחלוף 5 דקות לכל הפחות בהן הרשת פועלת במצב יציב בהיעדר הוראות כאלה. ובתנאי שלא הופעל פיקוד למניעת איפשור (Disable) על ידי ספק שירות חיוני;

נדרשת התקנה של רשם איכות חשמל, בנקודת החיבור לרשת;



# המשך

בכל מבנה בו מותקנים מתקן פוטו-וולטאי ומתקן צריכה, יותקן אמצעי מיתוג המאפשר ניתוק בו זמני של שניהם;

אמצעי מיתוג כאמור יכול שיהיה מפסק זרם או לחצן עם מערך פיקוד מתאים, המאפשר ניתוק מפסקים ראשיים של מתקן הצריכה ושל המתקן הפוטו-וולטאי ;

כל אחד מאמצעי המיתוג כאמור יימצא במקום נוח לגישה ובצמוד אליו יותקן שלט בר קיימא ובולט לעין בנוסח: "התקן לניתוק מתקני החשמל במבנה" באותיות לבנות על רקע אדום;

# אמצעי מיתוג ואבטחה בצד הזרם הישר

המתכנן יקבע את הצורך במבטחים להגנת המוליכים מהמחרוזות בהתאם לכמות המחרוזות, חתך המוליכים זרם הקצר המרבי;

קיים לוח איסוף מחרוזות, יותקן מנתק דו קוטבי ראשי בלוח;

קיים לוח איסוף מערכים יותקן מבטח ראשי לכל קוטב בלוח;

על אף אמור בסעיף קטן (ג) לעיל, אין חובה להתקין מבטח בקוטב מאורק;

בכניסה למהפך יותקן מפסק אחד או יותר לניתוק של כל המחרוזות והמערכים המחוברים אליו; מפסק זה יכול שיהיה חלק אינטגרלי מהמהפך המותקן בכניסת הזרם הישר שלו;

על אף האמור בסעיף קטן (ה) לעיל, ניתן להשתמש לצורך ניתוק מחרוזות, בבית תקע ותקע במהפך המוזן במישרין מהמחרוזות. במקרה זה נדרש שילוט המחייב ניתוק המהפך בצד זרם חילופין לפני ניתוק התקע.

- על אף האמור בסעיף קטן (ה) לעיל, אין חובה להתקין מפסק בהתקיים התנאים המצטברים הבאים:
- (1) המהפך מוזן מקבוצת מערכים אחת או ממספר קבוצות מערכים המחוברים ללוח איסוף מערכים אחד;
  - (2) קיים קשר עין בין המהפך לבין לוח איסוף מערכים המזין אותו והמרחק ביניהם אינו עולה על 3 מטר, או לחילופין מותקן מפסק אוטומטי ראשי לקבוצת המערכים הניתן לנעילה במצב מופסק בלבד;
  - (3) בלוח איסוף מערכים קיים מפסק ביציאה לכיוון המהפך;

בסמוך לכל לוח בו מותקנים נתיכים יותקן שילוט בר-קיימא: "לפני שליפת הנתיכים יש להפסיק את אמצעי המיתוג המתאים במעלה הזינה";

## אמצעי מיתוג ואבטחה בצד זרם החילופין

בצד זרם החילופין, ביציאה מהמהפך ובסמוך לו יותקן מפסק אוטומטי;

מפסק אוטומטי יהיה דו קוטבי למהפך חד-מופעי ובעל שלושה או ארבעה קטבים למהפך תלת-מופע;

# מהפך רשת

מהפך יותקן במיקום נגיש ונוח לתפעול ולתחזוקה, בגובה שבין 0.2 מטר ל-2 מטר ממשטח העבודה;

מסד עשוי מתכת יוארק בהתאם לתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991;

מסד יהא עשוי מחומר כבה מאיליו;

תובטח התנתקות והפרדה מהרשת תוך 0.2 שניות מהפסקת ההזנה ברשת;

חיבור המהפך מחדש יעשה לפי הוראות ספק שירות חיוני או בחלוף 5 דקות לכל הפחות בחזרת ההזנה מהרשת. בהיעדר הוראות ספק שירות חיוני;

המהפך יפסיק להוציא אנרגיה פעילה לרשת החשמל כאשר המתח בנקודת החיבור לרשת חורג מהגבולות הנקובים באמות מידה;

המהפך יתפקד ברציפות בתחום התדרים שבין 47 הרץ לבין 51.5 הרץ. המתקן יפסיק להוציא אנרגיה פעילה לרשת החשמל כאשר התדר בנקודת החיבור לרשת יחרוג מתחום התדרים האמור;

נוסף להוראות אלה, מהפך רשת יעמוד בהנחיות המנהל, ככל שייקבעו הנחיות כאמור;

במידה ייקבעו דרישות לתגובת המהפך לשינויי מתח ע"י המנהל, יגדיר מתכנן המתקן את משטר הפעולה של המהפך כתגובה לשינויי מתח;

# מהפך היברידי

הותקן מהפך היברידי במתקן פוטו-וולטאי, יכלול המתקן אמצעי מיתוג המבטיח הפרדה גלוונית בין מוליכי המופעים של הרשת למוליכי המופעים המקבלים הזנה עצמאית מהמהפך; אמצעי המיתוג כאמור יכול להיות חלק אינטגרלי מהמהפך ההיברידי;

נעשה שימוש במהפך היברידי, יש להבטיח את רציפות מוליך האפס;

בפעולה עצמאית ללא רשת, נדרשת הגנת מפסק מגן ביציאת זרם חילופין בהתאם לדרישות סעיף 21. הותקן מפסק המגן אמור, ייבדק בהתאם לדרישות סעיף 33(ה);

לוח המזון מיציאה המאפשרת עבודה עצמאית של המהפך יהיה מופרד מלוחות חשמל המקבלים הזנה רגילה מהרשת וישולט ב: "זהירות מוזן PV עצמאית, יש מתח לאחר הפסקת הזינה".

## איכות החשמל

תכנון והתקנת מתקן פוטו-וולטאי יבטיחו שהפעלתו בכל עת לא תגרום לפגיעה באיכות החשמל הנדרשת ברשת שאליה מחובר המתקן, זאת לפי האמור בת"י 50160, ת"י 11-3-61000, ת"י 7-3-61000, ת"י 51900;

## מפסק מגן בצד זרם החילופין

הותקן מפסק מגן בקו הזינה למהפך או בקו הזינה ללוח שאליו מחוברים מספר מהפכים ללא הפרדה גלוונית בין צד מתח ישר לצד מתח חילופין, יהיה מפסק המגן מדגם B;

הותקן מפסק מגן בקו הזינה למהפך או בקו הזינה ללוח שאליו מחוברים מספר מהפכים, עם הפרדה גלוונית בין צד מתח ישר לצד מתח חילופין, יהיה מפסק המגן מדגם A או B;

# אמצעי הגנה בפני חישמול בצד זרם הישר

לא נדרשים אמצעים נוספים להגנה נגד חשמול בצד זרם ישר במתקנים פוטו וולטאים שלהלן:  
(1) מתקן שבו לא יכול להתפתח מתח ריקם מעל 60 וולט;  
(2) מתקן המותקן באתר חקלאי שבו לא יכול להתפתח מתח ריקם של 30 וולט;

במתקן פוטו-וולטאי שבו מתח ריקם עולה על ערכים המפורטים בסעיף משנה (א) יותקן:  
(1) ציוד סוג א'בלבד (מודולים, כבלים ולוחות);  
(2) משגוח לבקרת רמת הבידוד כמפורט בסעיף 27;  
(3) במתקן פוטו-וולטאי המצויד במהפך ללא הפרדה גלונית בין צד הזרם הישר לבין זה של זרם חילופין, יותקן משגוח לבקרת זרם הזליגה כמפורט בסעיף 26;



## משגוח לבקרת זרם זליגה

בצד הזרם הישר של המתקן הפוטו-וולטאי יותקן משגוח לבקרת זרם זליגה, בעל יכולת ניטור וניתוק של זרם זליגה חריג מצד הזרם הישר בשני מצבים:

- (1) שינוי איטי של זרם הזליגה;
- (2) שינוי פתאומי של זרם הזליגה;

משגוח ישולב עם אמצעי מיתוג מתאים או יכול מנגנון פנימי לניתוק זרם הזליגה החריג המשגוח ואמצעי המיתוג יכול שיהיו חלק מהמהפך;

המשגוח יפעל לניתוק תוך 0.3 שניה של זרם זליגה בשינויים איטיים העולה על:

- (1) 300 mA כאשר ההספק המוצא של המהפך הוא עד 30 קו"א;
- (2) במהפך שהספקו גדול מ-30 קו"א יש להוסיף לערך זרם הזליגה הנ"ל 10mA לכל קו"א;

אופיין הפעולה של המשגוח יתאים לניתוק זרם הזליגה של 30 mA בשינוי פתאומי, תוך 0.3 שניה;

המשגוח יכול שיפעל לחיבור מחדש לאחר ירידת זרם הזליגה מתחת לערכים לעיל;

# משגוח לבקרת רמת בידוד

	בצד הזרם הישר של מתקן פוטו-וולטאי יותקן משגוח לפיקוח על רמת הבידוד של המתקן;
	המשגוח יכול שיהיה חלק מהמהפך;
	המשגוח יבצע מדידת התנגדות הבידוד לפני כל הפעלה של המיתקן ולפחות פעם ביום;
	כיוון המשגוח יאפשר איתור של ירידה בהתנגדות הבידוד מתחת לערכים המינימליים המפורטים בטבלה:
<u>התנגדות הבידוד</u> <u>KΩ</u>	<u>הספק המערר המחובר למהפך</u> <u>KWP</u>
30	$P \leq 20$
20	$30 \geq P > 20$
15	$50 \geq P > 30$
10	$100 \geq P > 50$
7	$200 \geq P > 100$
4	$400 \geq P > 200$
2	$500 \geq P > 400$
1	$P > 500$
	במתקן פוטו-וולטאי המצויד במהפך עם הפרדה גלוונית בין צד הזרם הישר לבין זה של זרם חילופין, יספק המשגוח התראה באמצעות תקשורת שתגיע למקום מאויש, בכל חריגה מהערכים המפורטים בטבלה לעיל;
	במתקן פוטו-וולטאי המצויד במהפך ללא הפרדה גלוונית בין צד הזרם הישר לבין זה של זרם חילופין, ינותק המהפך בצד הזרם הישר עד לחזרת מצב הבידוד למצב תקין;

# היתר הפעלת המתקן

לא יפעיל אדם מתקן פוטו-וולטאי שהספקו עולה על 5 קו"ט אלא אם נתן המנהל היתר להפעלתו בהתאם לתנאים שיקבעו מראש;

בקשה למתן היתר תוגש למנהל בטופס הייעודי שמפרסם המנהל, בצירוף דוח בדיקת המתקן התואם לדרישות המנהל, אשר נערכה ע"י בעל רישיון חשמלאי בודק ;

ביצוע שינוי יסודי המתקן הפוטו-וולטאי מחייב קבלת היתר חדש מאת המנהל;

# בדיקות

לצורך חיבור מתקן פוטו-וולטאי לרשת ולהפעלתו יש לערוך בדיקה לצורך הפעלה ובדיקת התחברות המתקן לרשת;

האחריות לביצוע הבדיקות לעיל הינה של בעל המתקן ובעל הרשת בהתאמה;

במתקן פוטו-וולטאי באספקה עצמאית, תבוצע בדיקת הפעלה בלבד;

# המשך

**בדיקה לצורך הפעלה**  
**בדיקת התחברות - ייבדק על ידי בודק מטעמו של בעל רישיון חלוקה**  
**ביקורת ובדיקה תקופתית**

# תיעוד מסמכי המתקן

באחריות בעל מתקן פוטו-וולטאי, מחזיקו או מפעילו לשמור בתיק או בספר המתקן את המסמכים הבאים:

- תוכניות חשמל של המתקן;
- היתר הפעלה;
- אישורי כיוון של המהפכים;
- תעודות בדיקת המתקן, לרבות בדיקות תקופתיות;
- אישורי תחזוקה.

**בקשה לקבלת היתר הפעלה למתקן פוטו וולטאי**

ההספק המותקן של המתקן הפוטו-וולטאי עבורו מבוקש ההיתר בקו"ט:
כתובת המתקן:

**פרטי בעל המתקן, המתכנן והמבצע**

שם פרטי ומשפחה	מס' רישיון	שם החברה	סלפון	דוא"ל
בעל המתקן				
המבקש				
המבצע				
המתכנן				

**פרטי המתקן הפוטו-וולטאי עבורו מבוקש ההיתר**

מודולים	יצרן	דגם	כמות	הספק
מודולים				
מודולים				
מהפכים				
מהפכים				

סה"כ הספק מודולים:	סה"כ הספק מהפכים:
--------------------	-------------------

חתימת המבקש

תאריך

לבקשה יש לצרף:

- טופס בדיקת במתקן חתום על ידי חשמלאי בודק,
- הצהרת חשמלאי מבצע חתומה כדין.
- הבקשה להיתר נוסחה בלשון זכר מטעמי נוחות, אך היא מיועדת לגברים ונשים כאחד.

# טופס בדיקת מתקן PV

## דו"ח הבדיקה (טבלאות 1-13)

טבלה 1: רישום תוצאות הביקורת של המסמכים הטכניים שהוגשו כתנאי לבדיקה

לא תקין	תקין	המסמכים הטכניים שהוגשו כתנאי לבדיקה
		1 תכניות חד-קוויות ותכניות פריסת הציוד (תכניות עדות (AS MADE)
		2 תכנית הארקות
		3 אישורים המעידים על תקינות הציוד במיתקן החשמלי
		4 הצהרת החשמלאי המבצע (ראה נספח א')
הערות:		

טבלה 2: רישום תוצאות הבדיקה החזותית של המיתקן הפוטו-וולטאי

לא תקין	תקין	בדיקה חזותית
		1 בחינת אופן היישום של שיטות הגנה בפני חישהול במיתקן הקיים ובמערכת PV
		2 התאמת מרחבי גישה לתפעול ואחזקה של הציוד החשמלי במיתקן
		3 וידוא הארקות הציוד בהתאם לדרישות
		4 וידוא שהתקנת המוליכים והכבלים במערכות AC-DC כולל מוליכי הארקה וכבלי פיקוד נעשה בצורה נאותה לפי הנדרש בתקנות החשמל ובתקנים הרלבנטיים ובהתאם לכללי המקצוע
		5 התאמת צבעי מוליכים וסימונים לנדרש בתקנות החשמל
		6 התאמה של חתך המוליכים לזרם הנקוב ולכיוול של הגנות בפני זרם יתר
		7 וידוא שסוג ומספר מודולים במתקן הפוטו וולטאי תואם את המפרט והתוכנית
		8 וידוא היישום של אמצעים למניעת מגע מקרי עם מגעים חשופים תחת מתח
		9 סימון מתאים של מעגלים, מבטחים, פסי צבירה וסרגלי מהדקים
		10 וידוא האישור של יצרן המהפך שהתקן זה מאפשר עבודה רציפה של המיתקן הפוטו-וולטאי בתחום המתח שבין 85% לבין 110% מממתח הנקוב בנקודת החיבור לרשת
		11 וידוא האישור של יצרן המהפך שהתקן זה מאפשר עבודה רציפה של המתקן הפוטו-וולטאי בתחום התדרים שבין 47 הרץ לבין 51.5 הרץ
		12 התאמה של סוג הציוד שהותקן לתנאי הסביבה השוררים במקום התקנתו
		13 התאמת הגנות מתח יתר וברקים לתוכנית
		14 וידוא שהמיתקן הפוטו-וולטאי מצויד באמצעי מיתוג המאפשרת את ניתוקו מהרשת
		15 בדיקת התאמת אמצעי המיתוג וההגנה בצד הזרם הישר לדרישות

## טופס בדיקה של מיתקן פוטו-וולטאי

שם צרכן/מיתקן: \_\_\_\_\_

מספר הזמנה: \_\_\_\_\_

סוג הבדיקה: **לפני הפעלה הראשונה**

נתונים כלליים של המיתקן:

גודל החיבור במיתקן הצריכה שאליו מחובר המיתקן הפוטו-וולטאי [kV] [A]

הספק המותקן של המיתקן הפוטו-וולטאי (\*) [kW]

מספר מהפכים: \_\_\_\_\_ הספק (קו"ט): \_\_\_\_\_ מספר מודולים: \_\_\_\_\_ הספק מצרפי קו"ט: \_\_\_\_\_

כתובת המיתקן הפוטו-וולטאי

תיאור המיתקן (לסמן) \_\_\_\_\_ מבנה מגורים/מבנה מסחרי/תעשייה/רפת/לול/מחסן

פרטי בעל המיתקן, המתכנן והמבצע

שם \_\_\_\_\_ טלפון \_\_\_\_\_ דוא"ל \_\_\_\_\_

בעל המיתקן

נציג בעל המיתקן בבדיקה

החשמלאי המבצע

המתכנן

הצהרת בעל רישיון חשמלאי בודק(לסמן):

- א. הנני מאשר בזה שהמיתקן נבדק ונמצא כי הוא עומד בדרישות חוק החשמל ותקנותיו וכן בהנחיות שנקבעו על ידי מנהל מינהל החשמל, ובהתאם לכך הנני מאשר לחברו לרשת חשמל.
- ב. המיתקן לא אושר לחיבור עד לתיקון הליקויים המפורטים בדו"ח הבדיקה.

פרטי הבודק וחתימתו

שם הבודק \_\_\_\_\_ טלפון/נייד \_\_\_\_\_

סוג רישיון בודק \_\_\_\_\_ מספר רישיון \_\_\_\_\_

תאריך הבדיקה \_\_\_\_\_ חתימת הבודק: \_\_\_\_\_

(\*) הספק מותקן - הספק בהתאם לכיוול של המהפכים בקילו-וואט



		במבנה המוגן ב-TT דרך צנרת מים - וידוא התקנת מערכת הארקה נפרדת עבור המיתקן הפוטו-וולטאי וחיבור צנרת המים אל פס הארקות אלו מחוברת הארקה הנפרדת לצורך השוואת פוטנציאלים	16
		הימצאות שלטי אזהרה והכוונה כנדרש	17
		הימצאות תכניות חשמל בלוחות החשמל	18
הערות :			

טבלה 3 : תיעוד מכשירי מדידה שבאמצעותם נערכו מדידות

מס' תאריך הכיול	שם המכשיר	דגם	מס' סידורי
			1
			2
			3
			4

טבלה 4 : בדיקת הרציפות של מוליכי הארקה

תוצאות המדידה	[Ω]	תקין	לא תקין
1	יציאת חוץ של הארקות היסוד לפס השוואת פוטנציאלים (להלן : "פה"פ"פ) ראשי		
2	פה"פ ראשי לפה"פ משני		
3	פה"פ ראשי לאלקטרודת הארקה		
4	פס הארקה בלוח מתח נמוך ראשי לפה"פ ראשי		
הערות :			

טבלה 5: בדיקת התנגדות הבידוד

א. בדיקת התנגדות הבידוד בצד הזרם הישר

לא תקין	תקין	max	min	תוצאות המדידה
		[MΩ]		
				1 התנגדות הבידוד E-L1
				2 התנגדות הבידוד E-L2
				3 התנגדות הבידוד L2-L1

הערות: נבדקו \_\_\_\_\_ קווים. בטבלה רשומות תוצאות הקיצון.

ב. בדיקת התנגדות הבידוד בצד בזרם החילופין

לא תקין	תקין	max	min	תוצאות המדידה
		[MΩ]		
				1 התנגדות הבידוד E-L1
				2 התנגדות הבידוד E-L2
				3 התנגדות הבידוד E-L3
				4 התנגדות הבידוד E-N
				5 התנגדות הבידוד N-L1
				6 התנגדות הבידוד N-L2
				7 התנגדות הבידוד N-L3
				8 התנגדות הבידוד L2-L1
				9 התנגדות הבידוד L2-L3
				10 התנגדות הבידוד L1-L3

הערות: נבדקו ..... קווים. בטבלה רשומות תוצאות הקיצון.

טבלה 6: בדיקת התנגדות אלקטרוודות הארקה למסה הכללית של האדמה במתקני מתח גבוה

לא תקין	תקין	[Ω]	תוצאות המדידה
			1 הארקת יסוד
			2 אלקטרוודה נפרדת להארקת גופים מתכתיים (מחוץ למבנה מאופס)

הערות:

טבלה 7: בדיקת מתח במיתקן צד בזרם חילופין

לא תקין	תקין	[V]	תוצאות המדידה	
			L1 – I2	1
			L1 – I3	2
			L2 – I3	3
			N-I1	4
			N-I2	5
			N-I3	6
			E - N	7
<u>הערות</u> :				

טבלה 8: בדיקת העכבה של לולאת התקלה

לא תקין	תקין	[Ω]	תוצאות המדידה	
			עכבת לולאת התקלה בכניסה ללוחות חשמל	1
			עכבת לולאת התקלה בנקודת הקצה של המעגל הארוך ביותר (המהפך הרחוק ביותר)	2
הערות: במיתקן עם מספר לוחות יש לבצע את הבדיקה בכל לוח				

מס'	תיאור מפסק המגן	זמן ההפעלה שנמדד $\Delta t$ [ms]	זרם ההפעלה שנמדד $I_{\Delta n}$ [mA]	תקין	לא תקין
1	מפסק מגן ( לפי סימון בסכמה) זרם הפעלה נקוב ..... [mA]				
2	מפסק מגן ( לפי סימון בסכמה) זרם הפעלה נקוב ..... [mA]				
3	מפסק מגן ( לפי סימון בסכמה) זרם הפעלה נקוב ..... [mA]				
4	מפסק מגן ( לפי סימון בסכמה) זרם הפעלה נקוב ..... [mA]				
5	מפסק מגן ( לפי סימון בסכמה) זרם הפעלה נקוב ..... [mA]				

**הערות:** יש להמשיך את הרשימה לפי מספר מפסקי מגן המותקנים בכל הלוחות זרם חילופין במתקן

טבלה 10: בדיקת משגוח בידוד במתקן המוגן בשיטה II

מס'	נתוני המשגוח	זמן ההפעלה שנמדד $t$ [s]	התנגדות ההפעלה שנמדדה $R$ [ $\Omega$ ]	תקין	לא תקין
1	משגוח ( לפי סימון בסכמה): כיוונון התנגדות $R$ [ $\Omega$ ] .....				
2	משגוח ( לפי סימון בסכמה): כיוונון התנגדות $R$ [ $\Omega$ ] .....				

**הערות:** יש להמשיך את הרשימה לפי מספר משגוחים בלוחות זרם חילופין

טבלה 11: בדיקת התפקוד של ציוד מיתוג ייעודי

לא תקין	תקין	תיאור הבדיקה
		1 במיתקן פוטו-וולטאי המחובר למתקן צריכה באותו מבנה – בדיקת אמצעי הניתוק המשותף של שני המתקנים
		2 במיתקן עם גרטור (לאספקה חלופית או מקבילה) – בדיקת ניתוק המיתקן הפוטו-וולטאי במקרה של הפעלת הגרטור
		3 במיתקן פוטו-וולטאי המותקן על מספר גגות של מבנים – וידוא קיום ותפקוד מפסק (לחצן חירום) בכל אחד מהמבנים, המאפשר ניתוק של החלק הרלוונטי של המיתקן הפוטו-וולטאי
<u>הערות:</u>		

טבלה 12: רשימת ההערות של הבודק

מס'	ההערה	התייחסות החשמלאי המבצע/ המתכנן
1		
2		
3		
4		

טבלה 13 : רשימת הליקויים שהתגלו במהלך הבדיקה

מס'י	הליקוי	תאריך התיקון	חתימת החשמלאי
1			
2			
3			
4			
הערות:			

**THE END**

**תודה על תשומת לבכם !**