



תאורת חוץ סולרית תקנים, ביצועים ואתגרים בבדיקות

יאן אילייב

ראש מדור מוצרי תאורה ,

מעבדה לחשמל

מכון התקנים הישראלי

09/09/2025





תאורת חוץ סולרית: מבט כללי

תאורה סולארית היא מערכת תאורה הפועלת באמצעות אנרגיה שמקורה בקרינת השמש.

המערכת כוללת לרוב את הרכיבים הבאים:

פאנל סולארי – אוסף את אור השמש וממיר אותו לחשמל.

בקר טעינה – מווסת את תהליך הטעינה של הסוללה ומונע טעינת יתר או פריקה מופרזת.

סוללה נטענת – אוגרת את האנרגיה שנאספה במהלך היום לשימוש בשעות החשכה.

נורות לד LED - משמשות כמקור האור, בשל היעילות האנרגטית הגבוהה שלהן.

חיישני תאורה/תנועה (אופציונלי) - מאפשרים הדלקה וכיבוי אוטומטיים לפי תנאי אור או תזוזה.

תאורת חוץ סולרית: שימוש

תאורה סולרית נפוצה במיוחד בתאורת חוץ:

שבילים, גינות, חניות, שלטי רחוב, כבישים ומקומות שבהם חיבור לחשמל מסורתי יקר או מורכב.

ALL IN ONE

Solar Street Light



תפיסה מוטעית הרווחת בשוק

ישנה תפיסה שגויה בקרב חלק מהלקוחות והיבואנים, שלפיה תאורה סולארית פטורה מעמידה בתקנים, מאחר ואינה מחוברת לרשת החשמל.

 זו טעות – ואף מסוכנת!!!

גופי תאורה סולאריים כוללים רכיבים חשמליים פעילים: סוללות, בקרים, LED, ממירים וחיישנים, ולכן: חייבים לעמוד בדרישות בטיחות וביצועים.

כל מוצר נבדק לפי תקנים ישראליים ו/או תקני IEC רלוונטיים – ממש כמו תאורה רגילה.

בחלק מהמקרים הדרישות אף מחמירות יותר, בשל מערכות אגירה וניהול טעינה.

דרישות תקן עבור גופי תאורה סולאריים

גופי תאורה סולאריים נבדקים בהתאם לדרישות התקנים החלים על גופי תאורה חשמליים רגילים,

תקן ישראלי רשמי ת"י 20 / תקן בינלאומי – IEC 60598

כולל חלקים ייעודיים לפי סוג גוף התאורה:

- **גופי תאורה צמודי קיר / עמודונים – ת"י 20 חלק 2.1 (IEC 60598-2-1)**
- **מנורות רחוב / כביש – ת"י 20 חלק 2.3 (IEC 60598-2.3)**
- **גופי תאורת הצפה – ת"י 20 חלק 2.5 (IEC 60598-2.5)**
- **גופי תאורה מיטלטלים – ת"י 20 חלק 2.4 (IEC 60598-2.4)**

לתאורת חוץ דקורטיבית כגון דוקרים לגינה נדרשת בדיקה גם לפי: ת"י 20 חלק 2.7 💡

רכיבי גופי התאורה

תקנים החלים עם סוללות

- ❖ IEC 62133 **תקן בטיחות** דרישות רגולטוריות ומסחריות להבטחת שימוש בטוח
- ❖ IEC 61960 **תקן ביצועים** בעיקר לתכנון ובדיקה פנימית של ביצועי סוללה
- ❖ **UN 38.3** - תקן בטיחות להובלת סוללות ליתיום, שמבטיח שהן לא יהוו סיכון להתלקחות, פיצוץ או דליפה במהלך שילוח. סוללות הנמצאות בתוך גופי תאורה סולאריים **חייבות לעמוד בדרישות התקן** כדי למנוע כשלים מסוכנים.

דרישות עיקריות:

- הגנה תרמית: מניעת התחממות יתר, טיפול במצבים של קצר פנימי או חיצוני.
- טעינה בטוחה: מנגנונים למניעת טעינת יתר ופריקת יתר.
- בדיקות פנימיות של הסוללה למניעת שריפה או פיצוץ.
- הגנה על המשתמש: מארז בטיחותי, בידוד מתאים.

סוגי סוללות

סוג סוללה	אורך חיים	שימוש עיקרי	יתרונות	חסרונות
עופרת-חומצה Lead -Acid	נמוך-בינוני	אגירת אנרגיה או רכבים	זולות יחסית, טכנולוגיה ותיקה, עמידות יחסית בטמפרטורות קיצון	משקל, אורך חיים קצר (במיוחד במחזורי טעינה/פריקה יומיים)
ניקל-קדמיום NiCd	בינוני	תאורת חירום, אזורים קרים	עמידות גבוהה לטמפרטורות קיצון, אמינות	רעילות סביבתית
ניקל-מטאל הידריד NiMH	בינוני	תאורת גן עממית	בטוחות יחסית, זולות יותר מליתיום, אין קדמיום.	צפיפות אנרגיה נמוכה מליתיום, רגישות לטמפרטורה, טעינה איטית.
ליתיום-יון Li-ion	בינוני-גבוה	תאורה מודרנית מכשירים סלולריים	צפיפות אנרגיה גבוהה, אורך חיים ארוך יותר מחזורי טעינה 500-1000, קומפקטיות.	דורשות BMS, רגישות לחום/טעינת יתר, טעינה מעל 4.2V או פריקה מתחת ל- 2.5V מזיקה לסוללה. מחיר גבוה יותר
ליתיום-ברזל-פוספט LiFePO ₄	גבוה מאוד	מכשירים סלולריים פרויקטים מתקדמים	בטיחות גבוהה, מחזורי טעינה 2000-4000, יציבות תרמית	יקרות יותר, מתח נומינלי נמוך יותר (3.2V לתא).

פאנלים סולאריים תקן בטיחות:

IEC 61730 תקן בטיחות למודולים סולאריים

- מתמקד בהגנה על המשתמשים ועל הציווד.
- בודק עמידות חשמלית, מניעת שריפות, בידוד ובטיחות מבנית.
- מחולק לשני חלקים:
 - חלק 1 – דרישות עיצוב ובנייה.
 - חלק 2 – בדיקות מעבדה לאימות בטיחות.
- מאפשר שימוש במודולים עד 1500V במתח מערכת.

פאנלים סולאריים תקני איכות:

IEC 61646 תקן לפנל "שכבה דקה"

מיועד למודולים פוטו-וולטאיים בטכנולוגיית שכבות דקות.
מתמקד בבדיקות איכות, עמידות וביצועים לאורך זמן בשטח.
כולל מבחני חום, קור, לחות, UV והזדקנות מואצת.
בשנת 2016 הוחלף על ידי תקן IEC 61215

IEC 61215 תקן איכות למודולים סולאריים

מיועד למודולים מבוססי סיליקון קריסטלי (הנפוצים ביותר).
בוחן את הביצועים והעמידות בתנאי חוץ לאורך שנים.
כולל **19 בדיקות איכות**: שינויי טמפרטורה, עומסי שלג / רוח, UV ועוד.
תקן עדכני ונפוץ מאוד בתעשיית הסולאר.

ייבוא פאנלים סולאריים לישראל מצב רגולטורי

פאנלים לחיבור לרשת החשמל

דרישה לעמידה בתקנים בינלאומיים IEC 61215, IEC 61730 ועוד.

הדרישה נקבעת על-ידי חברת החשמל כתנאי לחיבור, ולא מתוקף חובת תקן ישראלי.

פאנלים לשימוש עצמאי

לדוגמה: מערכות תאורה, טעינה או שימושים מנותקים מהרשת.

אין חובת תקן או בדיקה במכון התקנים.

ניתן לייבא ולשווק חופשי, אלא אם הלקוח דורש אחרת.

מודולי LED

IEC 62031 בטיחות מודולי LED

דרישות עיקריות:

-  הגנה מפני התחשמלות – מניעת נגישות לחלקים חיים
-  עמידות תרמית – עמידות במצבי התחממות קיצונית
-  בידוד חשמלי – דרישות מבניות לאי-מעבר חשמל
-  זיהוי וסימון – סימון מתח, הספק, סוג מקור, תאריך ייצור וכו'

 סיכונים פוטוביולוגיים מהקרינה של מודולי LED

• IEC 62471 - סיכונים פוטוביולוגיים

• IEC/TR 62778 - הערכה וסיווג רמת הסיכון מהקרינה בתחום האור הכחול (Risk Group)

בקרי טעינה ומעגלים חשמליים

בקרי טעינה ומעגלים חשמליים נבדקים לפי תקן – IEC 61347

היבטים נבדקים:

- בטיחות חשמלית של רכיבי ההזנה לנורות
- הגנה מפני זרמי קצר, עומס יתר וחימום יתר
- דרישות בידוד ועמידות בפני מתחי יתר
- עמידות תרמית ודרישות קירור
- שימוש בחומרים מעכבי בעירה

חלקים רלוונטיים במיוחד לתאורה סולארית:

- IEC 61347-1 - דרישות כלליות ובטיחות
- IEC 61347-2-13 - דרישות עבור ציוד הזנה לנורות LED

אז מה בודקים במכון התקנים?

חום

כל מי שטיפל או נגע בקולטי דוד שמש יודע עד לאיזו **טמפרטורה גבוהה** יכולים להגיע הקולטים בשמש ישירה. אותו עיקרון נכון גם לגבי **פנלים סולריים במנורות**: החום מהפאנל מצטבר בתוך **מארז גוף התאורה**, הכולל בתוכו את כל הרכיבים – סוללה, ממיר מתח ומודול LED

בנוסף, **תהליך הטעינה עצמו מייצר חום בסוללה**, ולכן חשוב במיוחד לבדוק את המערכת:

האם גוף התאורה כולל **אוורור או קירור טבעי או מאולץ**?

האם כל הרכיבים מסוגלים **לעמוד בטמפרטורה המותרת לפי התקנים** במהלך **טעינה ופריקה**?

בדיקות אלו חיוניות למניעת:

➤ התחממות יתר של הסוללה והמערכת

➤ פגיעה בביצועים או בקיבולת הסוללה

➤ סיכוני בטיחות למשתמש

BMS – Battery Management System

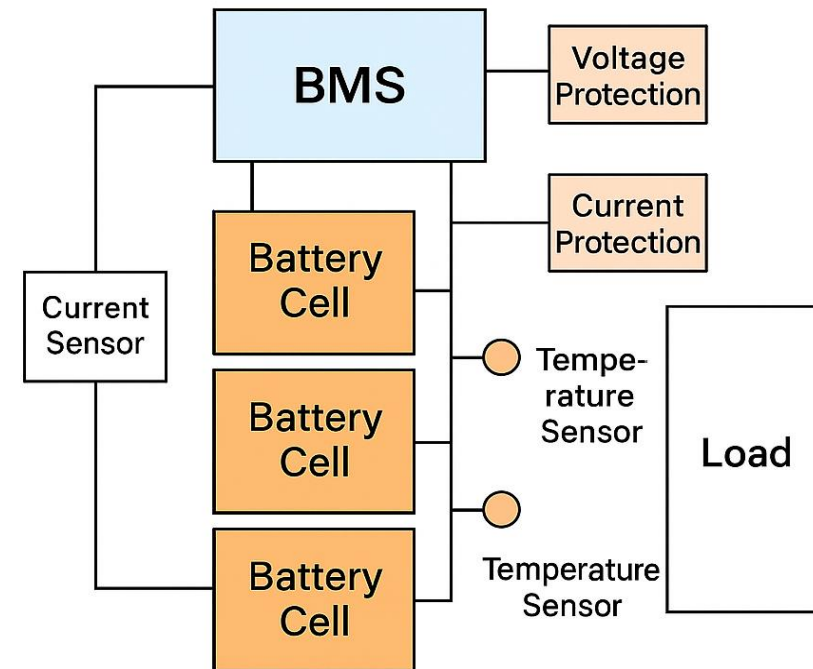
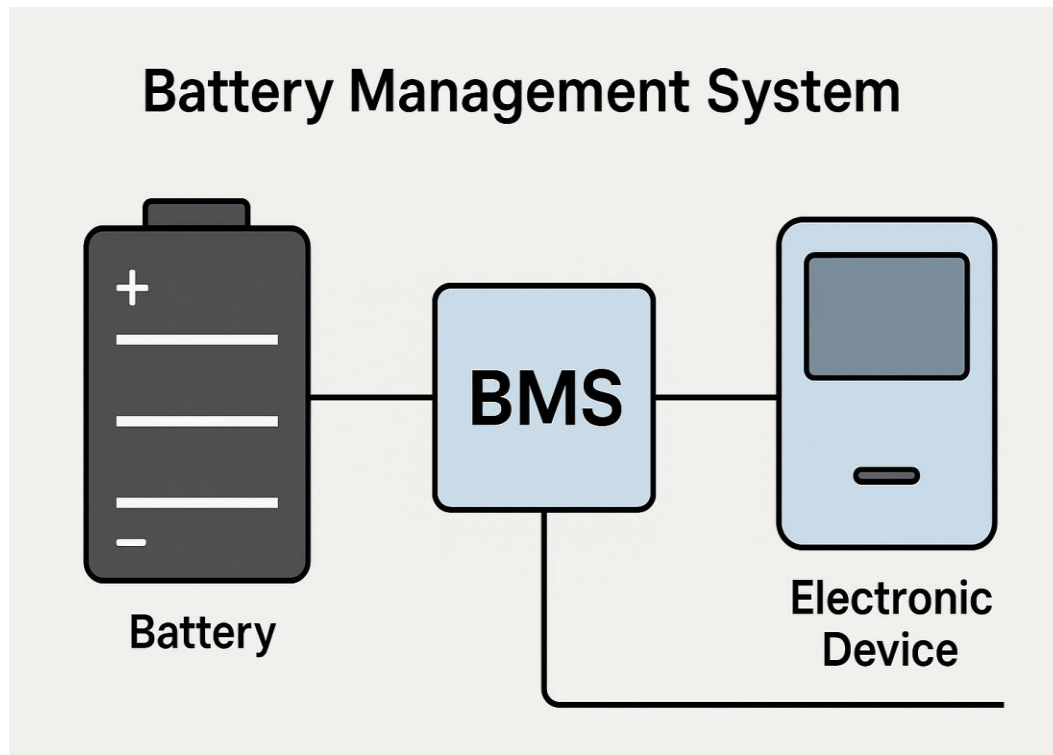
מערכת ניהול סוללה BMS היא מערכת אלקטרונית שמפקחת על סוללות נטענות, בדרך כלל ליתיום-יון או ליתיום-פולימר, כדי להבטיח פעולה בטוחה ויעילה.

תפקידי המערכת העיקריים:

- ❖ **מעקב אחר מצב הסוללה** – BMS מודדת מתח, זרם וטמפרטורה של כל תא בסוללה.
- ❖ **שמירה על בטיחות** – המערכת מונעת טעינה או פריקה מסוכנות (Overcharge/Over discharge) כדי להגן על הסוללה ועל המשתמש.
- ❖ **איזון תאים** – (Cell Balancing) מחזיקה את כל התאים במתח דומה כדי למנוע שחיקה מוקדמת של סוללה.
- ❖ **מצב טעינה** – (SOC – State of Charge) נותנת אינדיקציה לכמה אחוזים הסוללה מלאה.
- ❖ **עומק פריקת הסוללה** – (DoD-Depth of Discharge) : אחוז האנרגיה שנפרקה מומלץ לשמור בין 20%-80% , DoD גבוה → בלאי מואץ
- ❖ **הגנה מפני עומס יתר או קצר חשמלי** – מנתקת את הסוללה במקרה של זרמים גבוהים מדי או קצר.
- ❖ בפועל BMS מאפשרת לסוללה לעבוד בצורה אמינה, להאריך את חיי הסוללה ולהגן על המכשיר והמשתמש.

תרשים מערכת BMS

Battery Management System



בדיקות נוספות לגופי תאורה חיצוניים

➤ עמידות באבק ומים (IP)

◦ ספרה ראשונה – הגנה מפני מוצקים (אבק, חלקיקים).

◦ ספרה שנייה – הגנה מפני מים (גשם, התזת מים, הצפה).

➤ בטיחות חשמלית – התנגדות הבידוד וחוזק חשמלי, מתח פריצה ובדיקות נסופות.

➤ חוזק מכני- עמידות בפני רוחות

➤ בדיקות EMC

יתרונות:

חסכון בעלויות חשמל – הציבור מעריך את החיסכון, במיוחד ברשויות מקומיות ובאזורים ציבוריים.
תדמית סביבתית חיובית – נחשבת "ירוקה", תואמת ערכים של קיימות.
עצמאות מתשתיות – פתרון נוח באזורים ללא תשתית חשמל (כפרים, פארקים, חניונים).

! הסתייגויות או אתגרים:

- ▶ אמינות משתנה – כאשר התאורה לא מתפקדת היטב (למשל בחורף או בימים מעוננים), נוצרת תחושת חוסר אמון בטכנולוגיה.
- ▶ רכיבים זולים אשר פוגעים באיכות המוצר לטווח ארוך
- ▶ עיצוב פחות מוכר – בחלק מהמקרים הציבור רואה בתאורה הסולרית מוצר "זול" או זמני.
- ▶ וונדליזם – מערכות עצמאיות חשופות יותר לפגיעה.

מגמות חיוביות:



עלייה בפרויקטים של רשויות שמשלבות תאורה סולרית בגנים, שבילים, כבישים, תחנות אוטובוס וכו'
עליה בביקוש גם בשוק הפרטי (בתים פרטיים, חניות).

תודה על ההקשבה!