

תכנון ובדיקת מתקנים למתח נמוך וגבוה, מתקני פיקוד ובקרה

מ ב ו א – מדריך לבודקי חשמל

1. מבוסס – על חוק ותקנות בנושא חשמל – בטיחות בעבודה בחשמל- תקנים ישראליים בתחום החשמל – מכון התקנים הישראלי כולל ניסיונה הרב של לשכת הבודקים המורשים לחשמל במתקני חשמל בישראל.

מתקן חשמל של הצרכן מהווה המשך רצוף לרשת החשמל הארצית ומהווה את החוליה האחרונה במערכת אספקת החשמל.

בתקנות החשמל נקבעת החובה לבדוק שמתקן, החשמל של הצרכן נעשה בהתאם לנדרש בחוק החשמל ובתקנותיו המעודכנות.

הבדיקה המבוצעת לפני חיבור מתקן חשמל לרשת החשמל הנה, בדיקת קבלה ונעשית על-ידי חשמלאי בודק. עמידה בבדיקה מהווה תנאי הכרחי לחיבור מתקן החשמל לרשת.

בתקנות החשמל כתוב שיש לרשום את תוצאות הבדיקה ולשמרן "בידי הבודק, בעל המתקן או מחזיקו". חשמלאי בודק ימסור את דו"ח בדיקת המתקן לפי דרישה, לבעל המתקן או למחזיק בו או לחשמלאי הפועל בשמם.

חומר המפורט בחוברת זו, מתאר את השלבים השונים של בדיקת מתקני החשמל של צרכנים המקבלים אספקה במתח נמוך, לפני חיבורם לרשת החשמל. בתיאור שלבי הבדיקה, ויתמקד בצד הטכני של התהליך.

הבדיקה שבודקים פרטיים מבצעים מתחלקת לכמה שלבים :

- בדיקות מוקדמות של התוכניות במשרדי החברה עם הזמנת החיבור.
- בדיקות פיזיות פנימיות של בודקי חשמל עד להדקי הצרכן.
- בשלב הסופי והאחרון, בדיקת מתקן הצרכן, לפני חיבורו לרשת ועם החיבור.

2. שלבים מקדמים בתכנון מתקן החשמל

היערכות מתאימה של הקבלן ושל החשמלאי וביצוע כל ההכנות הנדרשות לצורך חיבור מתקן החשמל לרשת מבעוד מועד, עשויה לחסוך למזמין החיבור כסף רב ולצמצם את משך הזמן הנדרש עד לביצוע החיבור.

בפרק זה נבחן את ההכנות העיקריות שעל מזמין החיבור לבצע מבחינת החיבור לבית (חל"ב), בהתייחס לשני סוגי מבנים :

- בתי מגורים סטנדרטיים ;
- בתים חד משפחתיים, דו משפחתיים וטוריים ;

2.1 בתי מגורים סטנדרטיים

2.1.1 טכניות כלליות

א. לפני תחילת הבנייה קבלן הבניין חייב לקבל את הנחיות אנשי חל"ב במחוז לגבי המיקום והמידות של כל אחד מארונות החשמל ומארגזי החשמל במבנה.

- ב. על המזמין חלה האחריות לבנות את כל ארונות החשמל הכוללים בתוכם את ציוד החשמל מחומרים עמידים בפני אש.
- ג. הגב של כל אחד מהארונות הכוללים ציוד חשמל במבנה המגורים יהיה עשוי מבטון, שעוביו לפחות 10 ס"מ.
- ד. בגב הארון לא יותקנו חלקים של מתקני מים, גז, חשמל, טלפון וכו'.
- ה. בסמוך לארון הכולל בתוכו ציוד של חברת החשמל, מותר להתקין ארון או ארונות נוספים כדלקמן:

- ארונות לציוד חשמלי, ציוד טלוויזיה, מערכת כריזה, טלפון וכו', כאשר המרחק בין הארונות האלה לבין הארון של חברת החשמל יהיה לפחות 10 ס"מ.
 - ארונות לגז, מים, ביוב וכו', כאשר המרחק בין ארונות אלה לבין הארון של חברת החשמל יהיה לפחות 30 ס"מ.
- ארונות אלה לא יורכבו מתחת או מעל הארון של חברת החשמל.

2.1.2 חיבור לוח החשמל הראשי של הצרכן למונה החשמל

חיבור לוח החשמל הראשי של הצרכן למונה יכול להתבצע באחת מהדרכים הבאות:

- א. אם הלוח הראשי של הצרכן המונה החשמל ממוקמים בארון מונים, החיבור בין מונה החשמל לבין לוח החשמל הראשי של הצרכן ייעשה באופן ישיר באמצעות מוליכים מבודדים מושחלים בתוך מוביל חשמל.
- ב. כאשר הלוח הראשי של הצרכן לא ממוקם בארון המונים, על הצרכן להתקין בתוך ארון המונים קופסה מבודדת מחומר הכבה מאליו, המכילה 2 עד 4 מהדקים בהתאם לגודל החיבור המוזמן.

הערה:

החל מ-14 ביוני 1993 יותקן לוח החשמל הדירתי הראשי של הצרכן בתוך דירתו בלבד.

2.1.3 קווי הזנה במבנה מגורים

הצורך בקווי הזנה במבנה מגורים וכמותם תלויים במספר הדירות שבמבנה. קו ההזנה של המבנה עובר לאורך כל גובה המבנה, כאשר בכל קומה הוא עובר דרך ארגז הסתעפות.

אם במבנה יש יותר מקו הזנה אחד, כל קו הזנה יעבור דרך ארגז הסתעפות. קו ההזנה מוזן מנתיך הממוקם בתוך ארגז ראשי או ארון ראשי של המבנה.

ההתקנה של קווי ההזנה תיעשה באחת משתי השיטות הבאות:

- התקנה מבוטנת בתוך קיר המבנה – שיטת התקנת קווי ההזנה במבנה מגורים בן יותר מקומה אחד ובו עד תשע דירות. בשיטה זו סמוך למוביל החשמל של קו ההזנה, מותקן גם מוביל חשמל נוסף בעתודה.
- התקנה בתוך תעלה – שיטת התקנת קווי ההזנה במבנה מגורים, שיש בו יותר מ-18 דירות.

הערה:

אם נבחרה שיטת התקנה של קו ההזנה בתוך תעלה, ולפי בקשת האדריכל של המבנה, ניתן לבנות את התעלה החל מ-1 מטר מעל הרצפה. במקרה זה, הקטע

הבנוי מעל הרצפה יהי עשוי מבטון ויכלול את שני הצינורות הדרושים להעברת קווי ההזנה.

- בבתי מגורים בהם 10 עד 18 דירות ועד בכלל, ניתן להתקין את קווי ההזנה בכל אחת מהשיטות לעיל.

שיטת ההתקנה תבחר בתאום עם המחוז הרלוונטי ובכל מקרה תהיה רק לפי אישור עובדי החל"ב במחוז. בהתאם לשיטת ההתקנה שאושרה, על מזמין החיבור לבצע את ההכנות המתאימות בתאום עם עובדי החל"ב במחוז.

2.2 בתים חד משפחתיים, דו משפחתיים וטוריים

להלן עקרונות חיבור החשמל העיקריים להזנת מבנים חד משפחתי, דו משפחתיים, עד לגודל חיבור דירתי של 3 X 63 אמפר:

א. נתיכי חברת החשמל ומוני החשמל יותקנו בתוך ארון מפוליאסטר למנייה (פילר) בגודל "0", כמפורט להלן:

- לבית חד משפחתי בודד – בארון "00" או בארון "0".
- לשני בתים משפחתיים במגרשים סמוכים עם גבול משותף, או לבית דו משפחתי ללא מנייה נפרדת לחדר מדרגות – בארון "0".
- לבית טורי ללא מנייה נפרדת לחדרי מדרגות – אשון "0" לכל שתי דירות.

ב. קו החיבור מנקודת ההתחברות לרשת ועד לארון המונים יבוצע באמצעות כבל תת קרקעי, כאשר תוואי הכבל ייקבע על-ידי המחוז.

ג. ארון המונים יותקן בגבול המגרש ללא חריגה אל השטח הציבורי. במקרים בהם קיר הבית נושק לשטח הציבורי, מותר להתקין את ארון המונים בצמוד לקיר.

ד. ארון מונים המזין שני בתים חד משפחתיים או שתי יחידות מגורים בבית דו משפחתי או טורי, יותקן ככלל על קו הגבול המשותף של המגרשים, כך שהכבל התת קרקעי של הצרכן, מארון המונים אל לוח החשמל של הצרכן, לא יעבור בשטח ציבורי או בשטח פרטי, שאינו שייך לצרכן שאותו הכבל מזין.

ה. כבל תת קרקעי המזין את ארון המונים יותקן באדמה, מתחת למדרכה או מתחת לכביש בהתאם לדרישות הרשת הארצית.

ו. התכולה של ארון המונים כוללת:

- נתיכים של חברת החשמל.
 - מונה חשמל – אחד או שניים, לפי הדרישה.
 - מהדקים או מנתקים המותקנים אחרי המונה.
- כאשר ארון המונים מזין בית טורי, או שורה של בתים חד משפחתיים או דו משפחתיים, תכולת הארון תכלול בנוסף לאמור לעל גם ארגז עם מהדקים להסתעפות של הכבל המזין העובר מארון מונים אחד לארון מונים אחר.

הערה:

חיבור קצר כבל הצרכן, המזין את לוח החשמל הראשי שלו, יחובר בתוך ארון המונים על-ידי החשמלאי של הצרכן. אחרי גמר ביצוע העבודות בתוך ארון המונים, הדלת של ארון המונים תינעל באמצעות מנעול מוסכם.

על מזמין החיבור לבצע את ההכנות המתאימות במתקן החשמל שלו כדי לאפשר את חיבור מתקן החשמל לרשת בהתאם לעקרונות החיבור הנ"ל.

3. שלבנים ראשוניים בבדיקת מתקן החשמל

כיום הקשר עם הצרכן בכל הקשור לבקשת התחברות לרשת האספקה מתבצע, מבחינת ספקית החשמל, בארבעה מחוזות עיקריים הממונים והאחראיים, למעשה על כל אזורי הארץ. לנוחות הצרכנים, בכל אחד מהמחוזות קיימים גם משרדים אזוריים הנמצאים בפיקוח המחוז.

יחידת הרשת הארצית, הממוקמת בתחום המשרד הראשי של החברה, ממונה על קביעת אחידות הדרישות מהצרכנים בכל המחוזות, בהתאם לחוק החשמל ותקנותיו. כך לא נוצר מצב שבו צרכן ארצי, למשל בנק, רשת שיווק מזון וכו', יקבל דרישות או הנחיות אחרות ממחוז אחר.

כל בעיה המתעוררת במקרה של הכנסת ציוד חדש או התקנה בצורה לא שגרתית, מופנית על-ידי המחוזות לרשת הארצית. הרשת הארצית, בשיתוף עם המחוזות, מגבשת הנחיה ארצית אחידה. במקרה הצורך, בעקבות חידושים טכנולוגיים, יוזמת הרשת הארצית פנייה לוועדת ההוראות או לוועדת הפירושים שעל-ידי משרד האנרגיה והתשתית, לשם עריכת שינוי מתאים בתקנות שבחוק החשמל. דוגמה ליוזמה מסוג זה היא פניית הרשת הארצית לוועדה בעקבות ריבוי המכשירים המוכנסים לחדר האמבטיה. פנייה זו הביאה לפרסום תקנות חדשות בנושא. כמו כן, פורסמו תקנות חדשות בדבר העמסת מוליכים (ק"ת 5482), הנובעות מההופעה בשוק של מוליכים בעלי בידוד חדש ועמיד בטמפרטורות גבוהות יותר, וכן תקנות חדשות בנושא מערכות אל פסק (ק"ת 5512). בקרוב ינתנו כנראה פירושים לנקודות לא ברורות בתקנות אלה.

כל צרכן המבקש לחבר את מתקן החשמל שברשותו לרשת ספקית החשמל, יפנה למחוז הרלוונטי.

הטיפול המעשי בצרכן יתחיל לאחר הזמנת החיבור וביצוע תשלום שלב א'.

בשלב הראשון יפנה הצרכן למחלקת צרכנים טכנית ולמגזר הטכני המחוזי, כדי לסכם את מקורות האספקה, קווי ההזנה והדרישות הטכניות הקשורות לחיבור מתקן החשמל שלו לרשת.

על הצרכן להגיש, לצורך בירור כל הנושאים הטכניים, את המסמכים הבאים:

צרכנים במתח נמוך במבנה מגורים:

- א. תוכנית חד-קווית שתכלול נתונים על גודל החיבור, מספר הדירות, שירותים ציבוריים, וכו'.
- ב. תוכנית מיקום של המתקן.
- ג. תוכנית הארקות כללית.

לתוכניות הנ"ל יצורפו נתונים רלבנטיים על שירותים הציבוריים שבמבנה כגון: מעליות, מערכת מיזוג אוויר מרכזית למבנה, משאבות גדולות וכו', תוך ציון הספקי המנועים ומשטרי העבודה שלהם. כמו כן יצוינו הגנרטורים המותקנים במבנה.

לגבי צרכנים אחרים במתח נמוך, יוגשו אותם תוכניות כמפורט לעיל, ובנוסף יצורפו נתונים רלוונטיים אחרים, כגון: רשימת מנועים גדולים ושיטת התנעים, רשימת מכונות בעלות עומס משתנה שעלולות לגרום להפרעות ברשת החשמל, התקנת גנרטורים המחוברים במקביל לרשת החשמל, מערכות אל-פסק גדולות, מתקנים אלקטרוניים רגישים, מערכות הספק אלקטרוניות שעלולות לחולל הרמוניות ברשת וכו'.

צרכנים אשר רגישים במיוחד להפסקות חשמל או לשקיעות מתח חולפות, יציינו את דרישותיהם וידונו עם המחוז על רמת איכות אספקת החשמל הצפויה.

הבדיקה הנעשית על-ידי חשמלאים בודקים כוללת את התחומים הבאים:

- בדיקת התאמת תוכנית החשמל והביצוע בשטח לדרישות חוק החשמל והתקנותיו.
- בדיקת תקניות הציוד, המכשירים והאבזרים המותקנים במתקן החשמל והתאמת הציוד למקום ההתקנה.
- בדיקות בטיחותיות הנוגעות לרשת חשמל.
- בדיקות בטיחותיות הנוגעות למשתמש במתקן.

הבדיקות כוללות בדיקה חזותית וכן בדיקה באמצעות מכשירים ואבזרים שונים הנחוצים לבדיקה. הבדיקות הבטיחותיות מבחינת החיבור והשילוב של מתקן הצרכן הפרטי עם רשת האספקה הציבורית, נעשות גם במטרה לוודא שצרכנים אחרים המתחברים לאותו רשת האספקה, ייפגעו.

3.1 בדיקת תוכניות החשמל של מתקן החשמל

שלב ראשון של ביצוע העבודה הוא, כמובן, שלב התכנון והכנת תוכניות החשמל. חשמלאי הפונה לחברת החשמל כדי לחבר מתקן חדש או מתקן שעבר שינוי יסודי לרשת החשמל, מתבקש להציג את תוכנית המתקן שתוכננה על-ידי. על דף סטנדרטי עד גודל של A3. הגודל הסטנדרטי נחוץ למטרות מזעור ושמירת תוכנית המתקן לכל אורך חייו. בתוכנית יצוין פירוט מרבי של המתקן וייעודו הכולל:

- שם הצרכן.
- סוג המתקן – דירת מגורים, חנות, מחסן, משרד, בית מלאכה וכו.
- סוג ההגנה בפני חישמול במתקן.
- מספר העמוד שממנו ניזון החיבור (יימסר לחשמלאי על-ידי המחוז).
- מספר הצרכן (יימסר לחשמלאי על-ידי המחוז).
- שם החשמלאי שתכנן את מתקן החשמל וכתובתו. מספר הרשיון של החשמלאי שתכנן את מתקן החשמל וסוג הרשיון. חתימת החשמלי המתכנן.
- שם החשמלאי שביצע את מתקן החשמל וכתובתו. מספר הרשיון של החשמלאי שביצע את מתקן החשמל וסוג הרשיון. חתימת החשמלאי המבצע – חובה.

(ההדגשים המופיעים כאן מכוונים לתנאי הרשיון שלפיהם החשמלאי רשאי לתכנן או לבצע את המתקן, לפי העניין).

בנוסף לתוכנית החד קווית של מתקן החשמל, על החשמלאי להגיש תוכנית הארקות הייסוד על פי-החוק מפורטת. תוכנית הרכבת הציוד בלוחות החשמל, וכיוונוני ההגנות של מפסק הראשי, אם המפסק הראשי ניתן לכיול, החל מ-400 אמפר ומעלה יש להביא תעודת כיול ממכון התקנים או ממעבדה המוסמכת על ידי, היצרן.

כמו כן, יש לציין על גבי התוכנית את קנה המידה. סמלים לא קונוונציונליים (שאינם מופיעים בתקן הישראלי 469 לסמלים גרפיים בנושא החשמל), ילוו במקרה מתאים, או יצוינו בתוכניות במפורש ליד המכשיר.

נציין שעל פי החוק, יש לשמור על תוכנית מתקן החשמל לכל אורך חיי המתקן. שמירה על תוכנית מתקן החשמל יכולה לשמש עזר לבעל המתקן במקרים הבאים: בדיקה בעת הופעת תקלה, עריכת שינויים בתכנון מתקן החשמל וכו', יש לזכור, שלתוכנית החשמל של

מתקן החשמל ולביצוע המתקן בהתאם לתוכנית יש גם משמעות של אחריות משפטית לטיב התכנון והביצועי לפי חוק החשמל ותקנותיו.

לבדוק חברת החשמל מספקת תוכנית נתונים חשובים על אופן ביצוע המתקן, במיוחד כאשר מדובר בהתקנות סמויות, כגון: סוג אלקטרודת ההארקה, מיקום המובילים בהתקנה סמויה וכו'. בדרך כלל, הבודק יבדוק אם המתקן בוצע בהתאם לתוכנית וללא סטיות ממנה.

3.2 בדיקת קדם

כמה גורמים קשורים בהבאת חיבור אספקת החשמל למבנה, חלקם בתוך חברת החשמל, וחלקם – מחוץ לחברה.

- **בתוך ספקית החשמל:** מתכנני הרשת החיצונית של ספקית החשמל ומחברי ההזנה למבנה עצמו מרשת ספקית החשמל, מתקני המונה ורק לאחריו מחברי הדקי הצרכן.
- **מחוץ ספקית החשמל:** המתכנן שתכנן את מתקן החשמל, המבצע שביצע את מתקן החשמל, והבודק הפרטי שבודק את המתקן לפני הזמנת הבדיקה מחברת החשמל.

בדרך כלל, הבדיקה הראשונית בדירות מגורים מבוצעת על-ידי החשמלאי שביצע את המתקן. במקומות שבהם מותקנים מתקני חשמל תעשייתיים מומלץ, לפני הזמנת ביצוע הבדיקה על-ידי בודקים, לבצע בדיקה ראשונית של מתקן החשמל על-ידי בודק מוסמך. בודקי ספקית החשמל הם החוליה האחרונה בשרשרת הבדיקות והם הפוסקים המאשרים את האפשרות חיבור המתקן של הצרכן לרשת ספקית החשמל. למעשה, בודקי ספקית החשמל בודקים, נוסף למתקן הצרכן, גם את תקינות החיבור של ספקית החשמל עד להדקי הצרכן מבחינת בטיחות ההתקנה, חתכי מוליכי ההגנה, סדר המופעים ותקינות הארקה השיטה של שנאי החברה.

4. שלבים בבדיקות החיצוניות של מתקן החשמל

הבדיקות החיצוניות בשטח של מתקן החשמל מחייבות:

- 4.1 נוכחות החשמלאי שביצע את המתקן.
- 4.2 זיהוי מקום האספקה.
- 4.3 בדיקת אופן התקנתם של קווי ההזנה הפרטיים מהפילר למתקן הצרכן.
- 4.4 הגנה מכנית על המונה.
- 4.5 התקנת קופסת הדקי הצרכן העומדת בדרישות.

4.1 נוכחות החשמלאי שביצע את מתקן החשמל

האחריות המשפטית לטיב מתקן החשמל חלה על החשמלאי המתכנן. ובעיקר על החשמלאי המבצע. החשמלאי המבצע חייב לבצע את המתקן באמצעות חומרים, ציוד, אבזרים ומכשירים תקינים. בעת הבדיקה עשויות להתעורר שאלות שעל הבודק לוודא עם החשמלאי המבצע. למשל, במקרה של הכנסת ציוד ואביזרים חדשים למתקן החשמל, חייב החשמלאי שביצע את המתקן להוכיח, שהציוד הוא מסוג טוב, המתאים לדרישות התקן החל עליו (ישראלי או אחר), מאושר על-ידי מכון בדיקה מוסמך ומאושר לשימוש מבחינה ארצית. בעת חיבור ההזנה, החשמלאי שביצע את המתקן גם צריך לבצע פעולות מסוימות על פי הוראות הבודק.

אם ביום הבדיקה, מסיבה כלשהי, החשמלאי האחראי לביצוע המתקן לא יכול להופיע, אפשר יהיה, במקרים חריגים שיאושרו על-ידי ספקית החשמל, שנציג מטעמו יהיה נוכח בשטח בעת ביצוע הבדיקה. הנציג יהיה בעל רשיון המתאים לביצוע עבודות לפי גודל המתקן האמור. הוא יכיר את מתקן החשמל, יהיה לו אישור לביצוע עבודה במתקן

החשמל כך, שיוכל לבצע פעולות באחריותו על-פי דרישות הבודק לשם ביצוע הבדיקה בשטח.

4.2 זיהוי מקום האספקה

חשמלאי בודק המגיע למתקן החשמל בשטח, בנוכחות החשמלאי המבצע. מזהה ומאמת על-פי תוכנית החשמל של מתקן החשמל את נכונות הנתונים המופיעים בבקשה לבדיקה, כפי שרשום בדו"ח החשמלאי המבצע ובייתר המסמכים הנמצאים בידיו. הזיהוי כולל אימות הכתובת, מקום האספקה, והתאמת גודל החיבור למתקן החשמלי ולתוכנית. הנתונים הנבדקים הם: כתובת, שם הצרכן, סוג המתקן (דירה, בית מלאכה וכו'), מיקום המתקן (קומה, צד), מקור ההזנה של המתקן (עמוד חשמל או ארון חיבורים וכו').

כאשר הבודק בטוח שזיהה את מקום האספקה לכל פרטיו הוא ימשיך בביצוע הבדיקה. אם יש שיבושים בזיהוי הוא יביא אותם לידיעת האחראי הממונה במשרד ורק בהוראתו ימשיך בבדיקה. הבודק יזהה את ארון החלוקה הראשי שבמבנה (או את ארון כניסה החיבור למבנה), ויבצע בדיקה חזותית המתייחסת לאופן החיזוקים הפיזיים, אופן ביצוע העבודה, קיום גישה נוחה לצורכי תפעול ואחזקה, אספקת מתח, סדר מופעים וכו'.

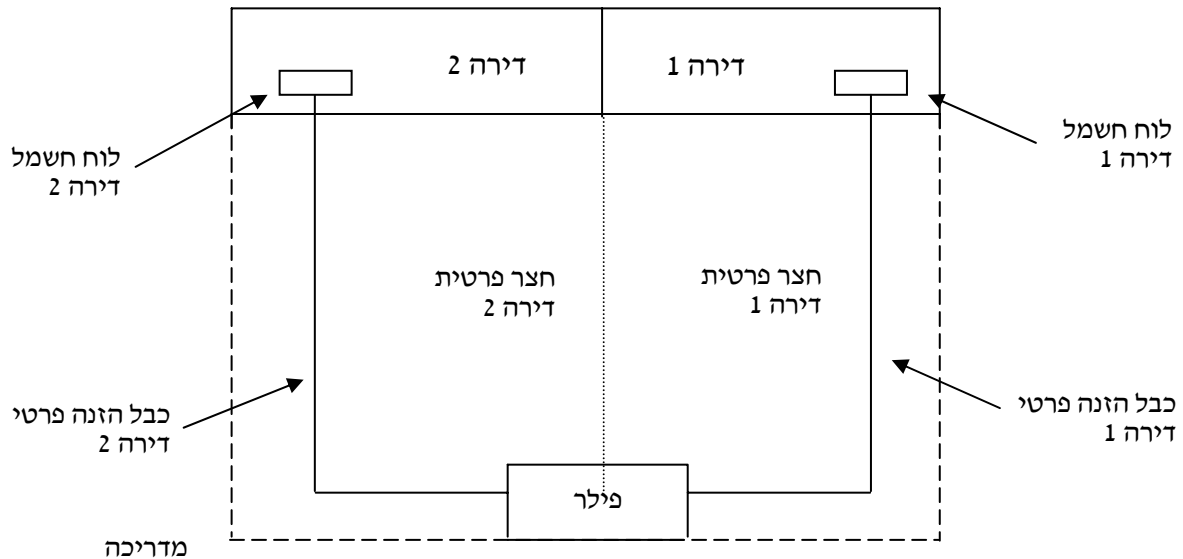
הבודק גם יבדוק שהאבטחות הן בהתאמה לגודל החיבור שהוזמן על-ידי הצרכן. הבדיקה מתייחסת לאבטחות והן להתאמת שטחי החתך של המוליכים המגיעים לאבטחות הראשיות מצד אחד (מבחינה עמידות בזרמי קצר), ולמונה הצרכן, להדקי הצרכן ולאבטחת הצרכן מצד שני (מבחינת עמידות בפני עומס יתר וזרם קצר). כמו כן, במידת הצורך, ייבדקו גם פרטים רלוונטיים אחרים ביחס לגמר ביצוע העבודה.

4.3 בדיקת אופן התקנתם של קווי ההזנה הפרטיים מהפילר למתקן הצרכן

חיבור בתים חד-משפחתיים, דו-משפחתיים ועל פי רוב גם בתים טוריים לרשת, מבוצע באמצעות ארונות מונים (פילרים). יש לוודא שקווי ההזנה הפרטיים מהפילרים למתקני הצרכנים אותם הם מזינים, יבוצעו בהתאם לנדרש בחוק.

4.3.1 התקנת קווים פרטיים מפילר משותף המזין שתי דירות

כאשר פילר מזין שני בתים חד-משפחתיים במגרשים סמוכים עם גבול משותף או בית דו-משפחתי, הפילר מותקן על הגבול המשותף. במקרה זה יש לוודא שהזנה לכל אחד מהבתים יעבור דרך החצר הפרטית של אותו בית (ראה איור 4.1), ובהתאם לכך יש לתכנן את חצרי הבתים.



איור 4.1: פילר משותף המזין 2 דירות

4.4 הגנה מכנית על המונה

בחנויות מרכזי קניות וכו', בהם מותקן המונה על-פי רוב בכניסה לחנות, יש להתקין הגנה מכנית על המונה כמו התקנתו בתוך קופסת CI או הגנה דומה. הסיבה לכך היא למנוע פגיעה מכנית במונה. יש להקפיד על הוראה זו, גם אם ייעודה העכשווי של החנות אינו מצביע על אפשרות של פגיעה מכנית במונה, מכיוון שלעיתים חנויות משנות את ייעודן.

4.5 הימצאות קופסת הדקי הצרכן העומדת בדרישות

יש להתקין בסמוך למונה קופסת הדקי הצרכן. אל קופסה זו יתחבר מצד אחד כבל ספקית החשמל המגיע ממונה ספקית החשמל. היציאה מהקופסה תהיה באמצעות כבל פרטי אל לוח הצרכן. קופסה זו תהיה מפלסטיק מסוג כבה מאליו, ורצוי שיהיה לה מכסה שקוף. יש לוודא שעל הקופסה יהיה מוטבע שם היצרן וסוג החומר ממנו היא עשויה. על הקופסה יסומן באופן ברור מספר הדירה אותה היא מזינה. הכבל הפרטי מקופסת הדקי הצרכן אל לוח הצרכן מוגן בפני זרם קצר על-ידי האבטחה של ספקית החשמל ומפני עומס יתר, על-ידי המא"ז הראשי בלוח הצרכן. מוליך ההארקה יהיה שלם עד לוח הצרכן ואין לחברו באמצעות מהדק בתוך קופסת הדקי הצרכן.

5. בדיקת מערך ההגנה בפני חישהול במתקן החשמל

בדיקות מערך ההגנה בפני חישהול כוללות את הבדיקות האלה:

5.1 זיהוי אמצעי ההגנה בפני חישהול.

5.2 בדיקת אלקטרודת ההארקה במתקן החשמל.

5.3 בדיקת פס השוואת הפוטנציאלים (אם קיים).

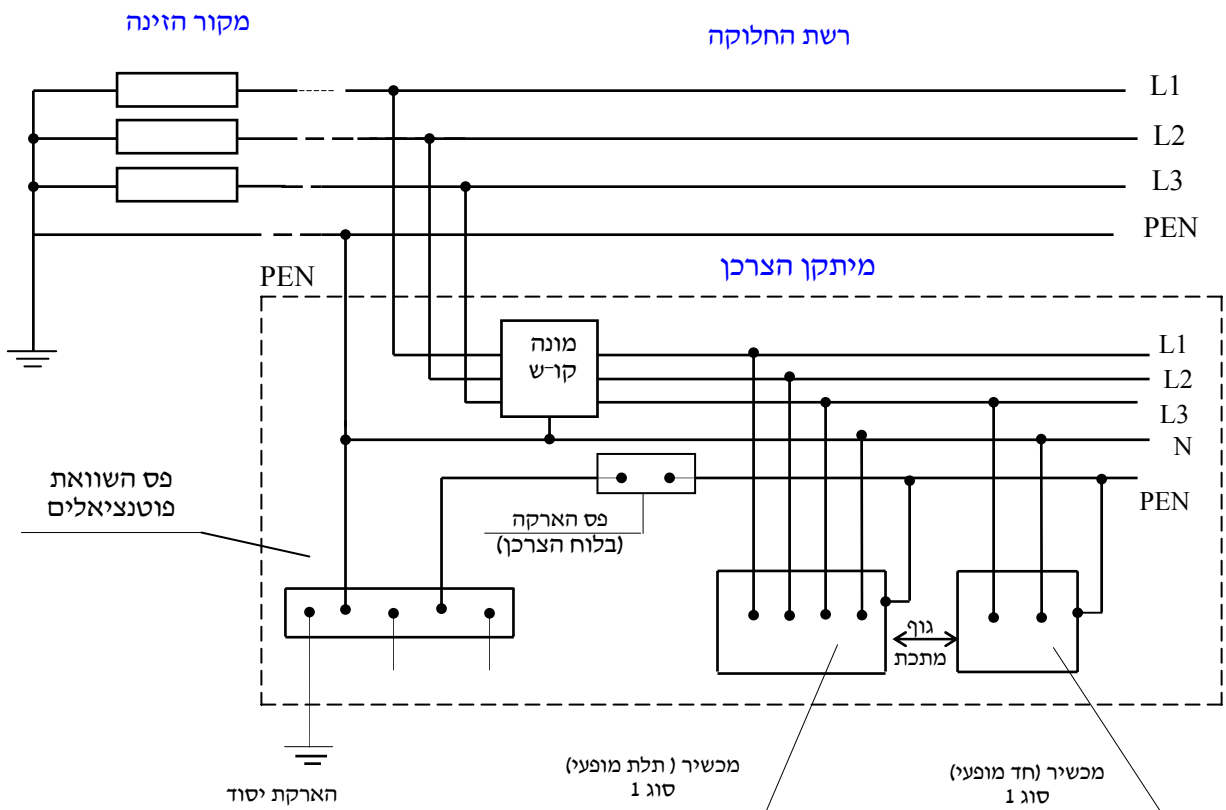
- 5.4 בדיקות רציפות אלקטרודת ההארקה.
- 5.5 בדיקות שלמות מוליך ההארקה הראשי.
- 5.6 בדיקת רצפות ההארקה מפס ההארקות של הצרכן עד המעגל הסופי.
- 5.7 בדיקת ההגנה בפני חישמול של מתקני תאורת חצרים.
- 5.8 דוגמאות לביצוע מדידות התנגדות.

5.1 זיהוי אמצעי ההגנה בפני חישמול

חל שינוי עצום בהנדסת חשמל בשנת 1991 כולל בזרם חזק. בהתאם לתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א 1991 (ק"ת 5375), כל מתקן חשמל צריך להיות מוגן בפני חישמול באמצעות אחד מאמצעי ההגנה בפני חישמול המותרים :
 איפוס (TN-C-S , TN-S), הארקה הגנה (TT), זינה צפה (IT), הפרד מגן, מתח נמוך מאוד, מפסק מגן הפועל בזרם דולף, בידוד מגן.
 יש לזהות בוודאות את אמצעי ההגנה בפני חישמול המופעל במתקן והתאמתו לתוכנית החשמל.

5.1.1 איפוס (TN-C-S, TN-S)

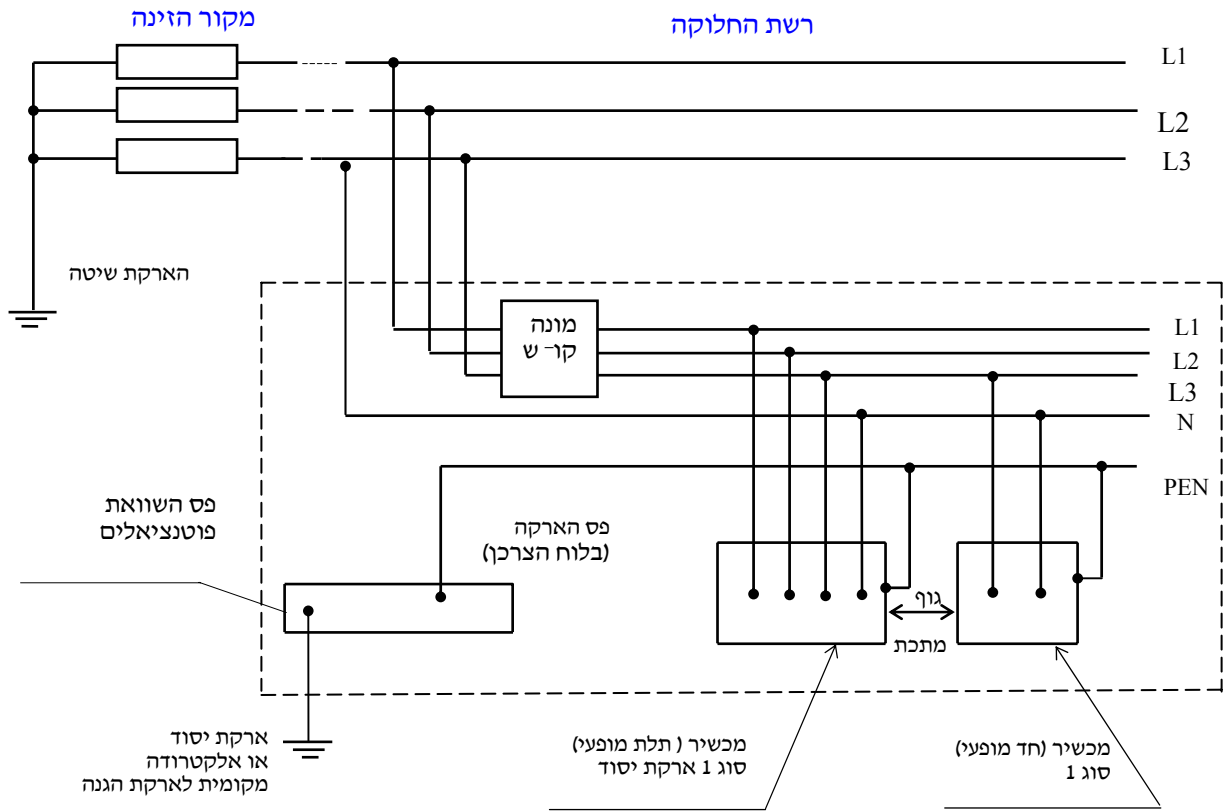
אמצעי הגנה בפני חישמול שתכליתו ניתוק הגוף המחושמל ממקור הזינה.



איור 5.1 : דוגמא להגנה בשיטת האיפוס

5.1.2 הארקה הגנה (TT)

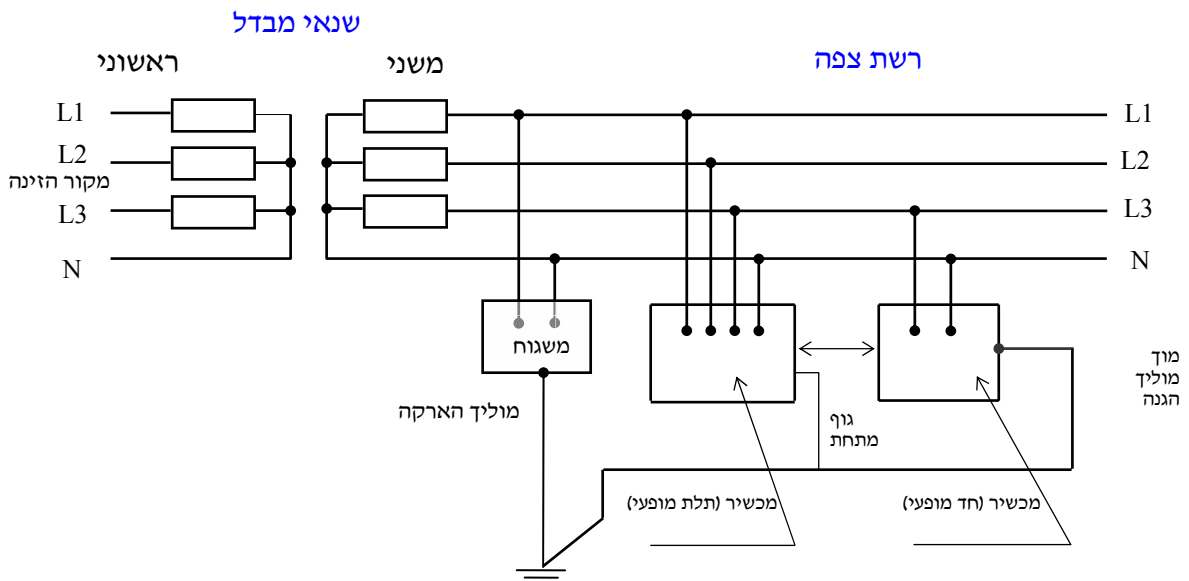
אמצעי הגנה בפני חישהול שתכליתו ניתוק הגוף המחושהל ממקור הזינה.



איור 5.2 : דוגמה להגנה בשיטת הארקה הגנה

5.1.3 זינה צפה (IT)

אמצעי הגנה בפני חישהול שתכליתו מניעת סגירתו של מעגל לולאת התקלה דרך גוף האדם. בשיטה זו ניתנת התראה באמצעות משגוח כאשר קיימת תקלה אחת וראשונה בבידוד המערכת כלפי המסה הכללית של האדמה.

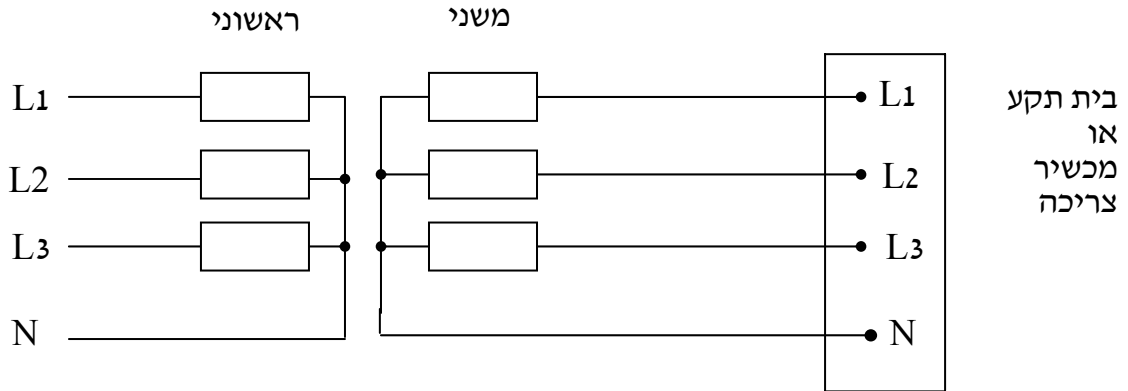


איור 5.3 : דוגמה להגנה בשיטת זינה צפה

5.1.4 הפרד מגן

אמצעי הגנה בפני חישהול שתכליתו מניעת סגירתו של מעגל לולאת התקלה דרך גוף האדם.

שנאי מבדל

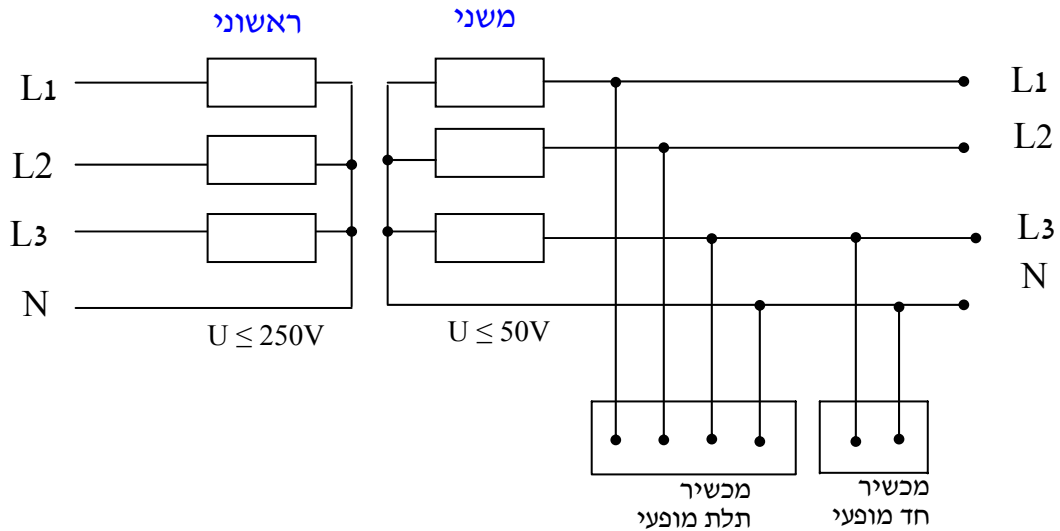


5.4 : דוגמא להגנה בשיטת הפרד מגן

5.1.5 מתח בטיחות נמוך מאוד

אמצעי הגנה בפני חישהול שתכליתו מניעת הופעת מתח העולה על מתח נמוך מאוד בהתאם למקום האספקה.

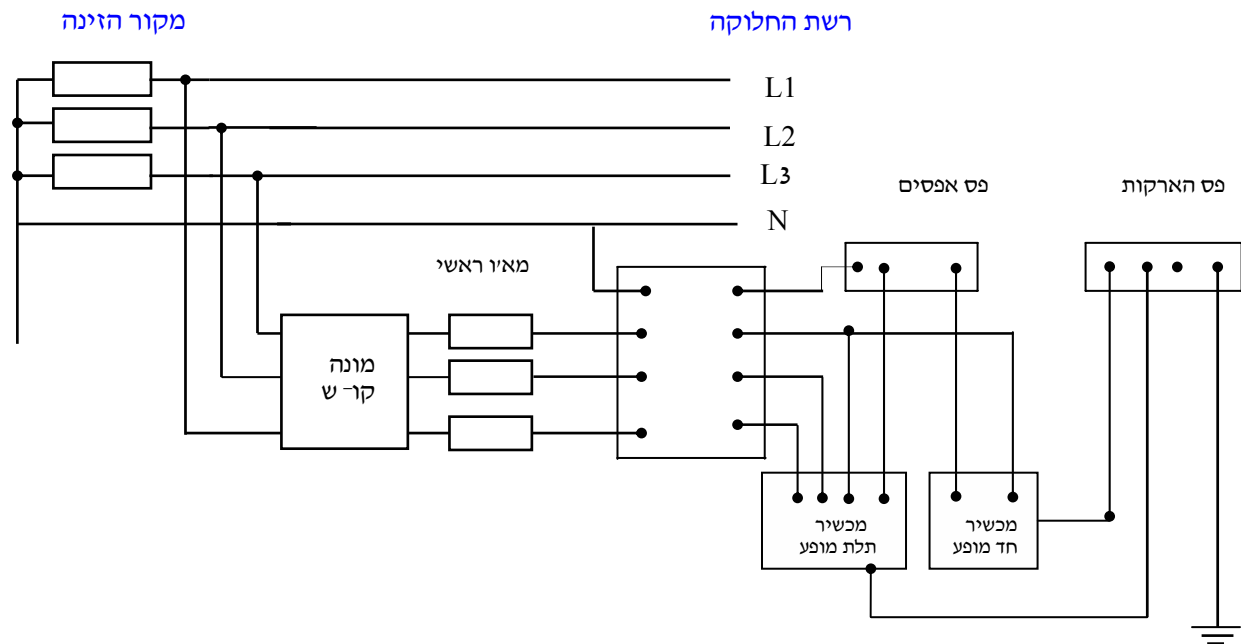
שנאי מבדל



איור 5.5 : דוגמא להגנה בשיטת מתח נמוך מאוד.

5.1.6 מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה

אמצעי הגנה בפני חישמול שתכליתו ניתוק הגוף המחושמל L1 ממקור הזינה.

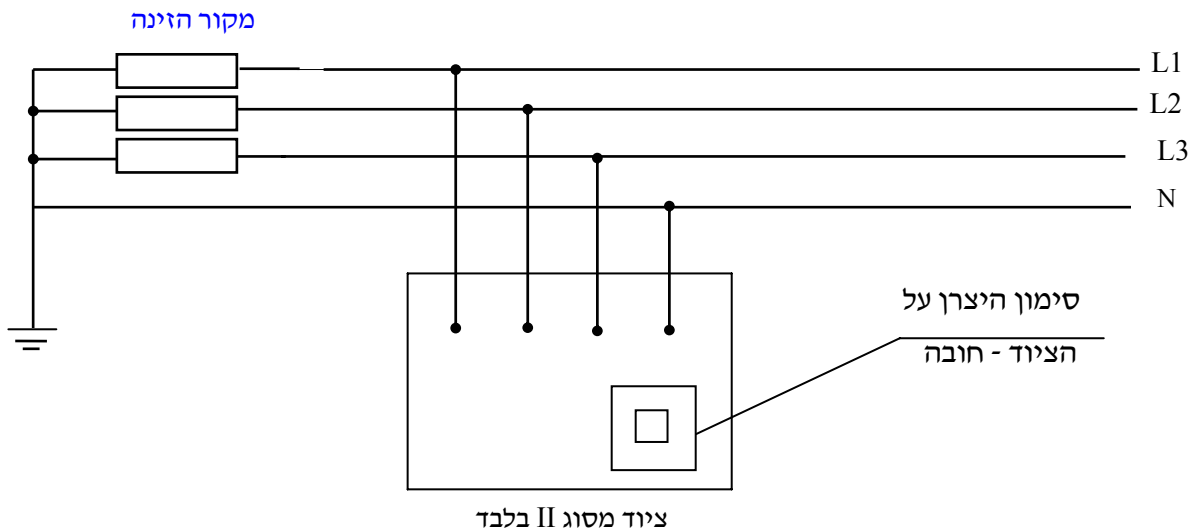


דוגמא להגנה בשיטת מפסק מגן : איור 5.6

בשיטה זו יש לבדוק תקופתית את תקינות מפסק המגן על ידי לחיצה על לחצן הבדיקה.

5.1.7 בידוד מגן

אמצעי הגנה בפני חישמול שתכליתו מניעת הופעת מתח על חלקים נגישים של גוף המכשיר גם בעת הופעת תקלה במכשיר.



דוגמא להגנה בשיטת בידוד מגן : איור 5.7

5.2 בדיקת אלקטרודות ההארקה במתקן החשמל

בשלב זה, במקרה שמדובר במבנה חדש בו קיימת הארקה יסוד, הבודק מגיע לפס השווא הפוטנציאלים (פה"פ), או כאשר מדובר במבנה ישן ללא הארקה יסוד, לפס ההארקות. על-פי התקנות, ניתן לבצע איפוס גם במבנה ללא הארקה יסוד, בתנאי שקיימת השוואת פוטנציאלים, בדומה לתנאים שבהארקה יסוד.

לצורך הבדיקה, הבודק מאתר את אלקטרודת ההארקה או יותר נכון את מקום החיבור אליה. ובודק את טיב החיבור. הוא מוודא מהו סוג האלקטרודה – מוט, צינור, פס, תיל, לוחות, הארקה יסוד, או צנרת המים או מבנה מתכתי תת קרקעי. בהתאמה לסוג האלקטרודה המותקנת בשטח הוא בודק שמתקן ההארקה עונה לכל הדרישות המוגדרות בתקנות החשמל בכללים הרלוונטיים ובתקנים.

ברור שעוצמת הזרם שתתפתח במקום התקלה תלויה בהתנגדות המעגל, המתחיל בשנאי של ספקית החשמל המזין את המערכת, ממשיך לאורך מוליך המופע עד למקום התקלה ומשם, דרך מוליכי ההארקה שבמתקן החשמלי (דירה או מפעל וכו') לאלקטרודת הארקה היסוד, או צנרת המים (באישור הרשות המקומית) או אלקטרודת הארקה מלאכותית אחרת וממנה – חזרה לנקודת האפס של השנאי דרך המסה הכללית של האדמה. במקרה של ביצוע איפוס, מסלול החזרה העיקרי יהיה דרך מוליך ההארקה המחובר לפס השוואת הפוטנציאלים וממנו למוליך האפס ולשנאי.

נדגיש כאן, שיש חשיבות רבה לביצוע אמין של אלקטרודת ההארקה. החשמלאי המבצע חייב לבדוק את אלקטרודת ההארקה עם התקנתה בשטח. החשיבות שמייחסים לבדיקה זו נובעת מהעובדה שבעת תקלה מסוכנת במערכת ההארקה, כמו פסק או עליית התנגדות האלקטרודה, אין התראה מוקדמת והיא מתגלה, במקרה הטוב, רק על-ידי בדיקה; או במקרה הרע, כתוצאה מתאונה. לעומת זאת, תקלה במוליך האפס או במוליך המופע מורגשת מיד, מאחר שאין מתח או שמופיע מתח ירוד במקרה של ניתוק מוליך האפס ברשת המתקן המוגן באמצעות איפוס.

5.3 בדיקת פס השוואת הפוטנציאלים

למעשה, שיטת האיפוס היא שיטת ההגנה המועדפת היום. לפיכך, פס השוואת הפוטנציאלים מהווה את "לב" מערכת ההגנה בפני חישמול, ויש לכן משמעות בטיחותית מיוחדת לבדיקה שהחיבור של פס השוואת הפוטנציאלים אל הארקה היסוד או לאלקטרודת ההארקה של המתקן הוא אכן אמין לאורך ימים. תפקידו של פס השוואת הפוטנציאלים, יחד עם כל מערכת ההארקה, הוא להבטיח שמתח המגע המופיע בעת התקלה, העלולה לסכן את חייו של אדם הנוגע בגוף מכשיר, לא יעלה על ערך של מתח נמוך מאוד בהתאם למקום האספקה, ויחד עם זאת המפסק האוטומטי הזעיר יפעל תוך פחות מ-5 שניות וינתק את המעגל בו הופיעה התקלה.

בדיקה של פס השוואת הפוטנציאלים כוללת בדיקה חזותית שבמהלכה מוודאים שמותקנים בו לפחות שבעה ברגיי חיבור, כאשר כל מוליך מתחבר אל הפס באמצעות בורג נפרד. במקרה שיותר משבעה מוליכים מתחברים לפס השוואת הפוטנציאלים, צריך לוודא שיש לפחות שני ברגים כעתודה.

בהמשך בדיקת פס השוואת הפוטנציאלים מוודא שהמוליכים המתחברים אליו מהודקים כראוי וכל מוליך מחובר לבורג אחר. נבדק אופן התקנתו של פס השוואת הפוטנציאלים: הפס גלוי אך מוגן מבחינה פיזית, התקנתו יציבה לאורך ימים והוא מרוחק 4 ס"מ לפחות מהשטח עליו הוא מותקן. הגישה אליו צריכה להיות נוחה לחשמלאי, אך לא לילדים, במקום התקנתו יהיה סמוך ככל האפשר לאבטחה הראשית של ספקית החשמל. באשר למוליכי החיבור לפס השוואת הפוטנציאלים: מוודאים שהם עשויים מנחושת ובעלי שטח חתך מזערי של 10 מ"מ².

יש לוודא את חיבורם של כל השירותים המתכתיים במבנה אל פס השוואת הפוטנציאליים.

אל פס השוואת הפוטנציאליים יש לחבר צנרת מים המתחברת לקולטים של מערכת סולרית מרכזית לחימום מים.

בהמשך, בודקים שמידות פס השוואת הפוטנציאליים עונות לדרישות התקנות. אם הפס עשוי מנחושת עוביו יהיה 4 מ"מ לפחות, ורוחבו 40 מ"מ לפחות. אם היא עשוי מסגסוגת המכילה לפחות 50% נחושת, חתכו יהיה 160 מ"מ לפחות, וחוזקו המכני יהיה דומה לזה של פס עשוי מנחושת.

הבדיקה תסתיים לאחר שהבודק יוודא, לצורך ביצוע האיפוס, שבין פס השוואת הפוטנציאליים לבין האבטחה הראשית של ספקית החשמל קיים מוביל חשמל שקוטרו 29 מ"מ לפחות.

הערה:

במבנים גדולים מותר להתקין יותר מפס השוואת פוטנציאליים אחד: פס השוואת פוטנציאליים ראשי אחד בלבד שבו מתבצע האיפוס היחיד במתקן, ופס השוואת פוטנציאליים משניים אשר לכל אחד מהם מחברים את השירותים המתכתיים שבסביבתו. במקרה זה, נדרש שכל אחד מפסי השוואת הפוטנציאליים המשניים יעמוד בדרישות החלות על פס השוואת פוטנציאליים, למעט חיבור מוליך האפס אליהם.

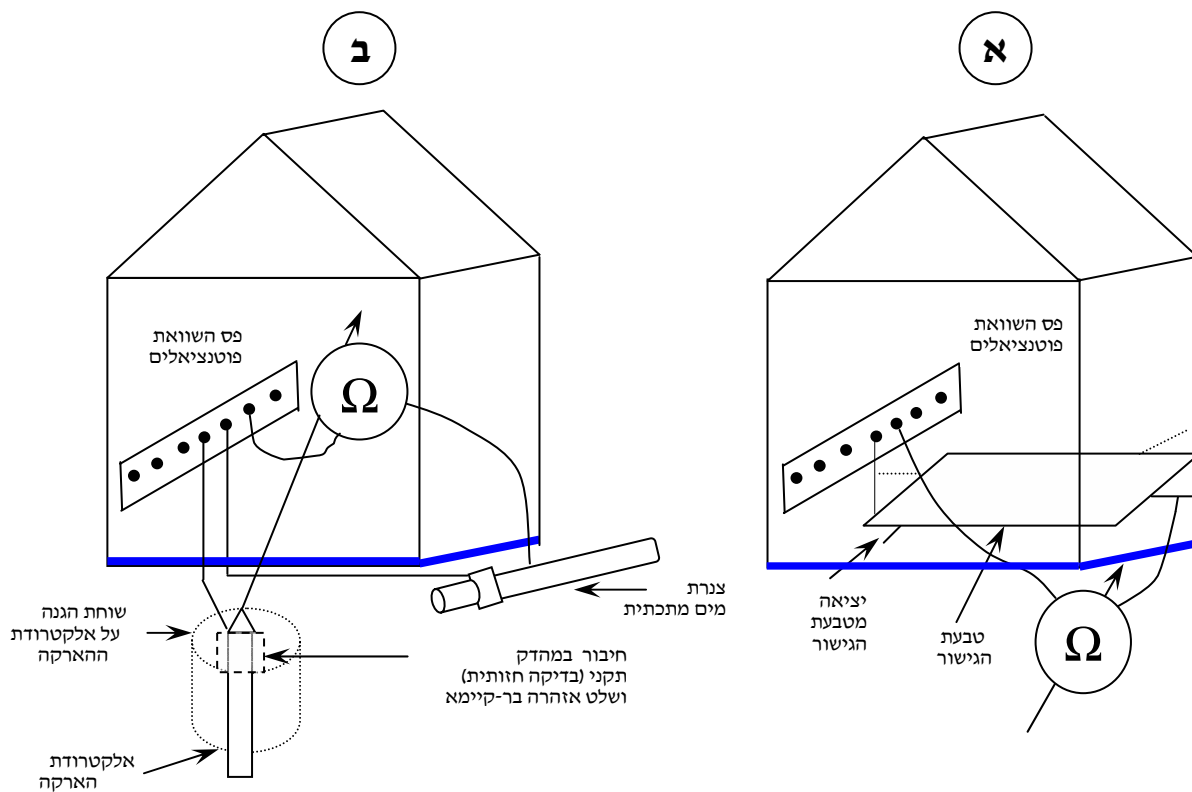
גישור פסי השוואת פוטנציאליים אלה, ייעשה באמצעות מוליך, עליו יחולו התנאים המחייבים מוליך הארקה (אם משתמשים במוליך מבודד, הוא יהיה בצבע צהוב/ירוק).

כאשר נעשה איפוס במבנה בו מותקנים יותר מפס אחד להשוואת פוטנציאליים, יש לוודא שקיים חיבור אחד בלבד בין מוליך האפס לבין פס השוואת הפוטנציאליים לכל כניסת זינה, חיבור זה נעשה כאמור אך ורק בפס השוואת הפוטנציאליים הראשי.

5.4 בדיקת רציפות אלקטרודת הארקה

במתקן חשמל המוגן בשיטת האיפוס או בשיטת הארקה הגנה, בודקים באופן חזותי את אמינות החיבור מבחינה פיזית וכן את רציפות החיבור באמצעות מכשירים (אוהם-מטר). הרציפות נמדדת מנקודת החיבור אל אלקטרודת הארקה (הארקת יסוד צנרת מים המאושרת על-ידי הרשות המקומית כאלקטרודת הארקה, או כל אלקטרודת הארקה מקומית אחרת). עד לפס השוואת הפוטנציאליים או עד לפס הארקות, הכל לפי העניין.

במקרה של הארקה יסוד, מוודאים שקיימת לפחות יציאת חוץ אחת מכל צד של המבנה, שהיציאות מוגנות בפני פגיעות מכניות ובפני שיתוך (קורוזיה). כמו כן מוודאים קיום רציפות בין פס השוואת הפוטנציאליים לבין כל אחת מיציאות החוץ שבמבנה (יציאה אחת מכל צד של המבנה). רצוי ומומלץ שיציאות החוץ אלה תמצאנה בתוך קופסאות או בתוך שוחת חיבור מתאימה. תרשים סכמתי של חיבורים לצורך מדידת רציפות הארקה מוצג באיור 5.8.



ב. מדידת רציפות בין אלקטרודת הארקה המקומית (או מברז מים) לבין פס השוואת הפוטנציאלים

א. מדידת רציפות הארקה בין כל אחת מ-4 יציאות החוץ לבית פס השוואת הפוטנציאלים

תרשים סכמתי של חיבורים לצורך מדידת רציפות הארקה איור 5.8 :

אם על גג המבנה מותקנים תורן של אנטנה או קולט ברק, עורכים ביקורת איכותית ומוודאים קיום רציפות.

במתקני חשמל בהם קיימת הארקת יסוד, יש להאריק את האנטנה ליציאת חוץ באמצעות מוליך הארקה בעל שטח חתך של 16 ממ"ר לפחות, עשוי מנחושת, וזאת על-פי דרישת התקנות וכן בהתאם לתקנים הישראליים – ת"י 704 ות"י 1173.

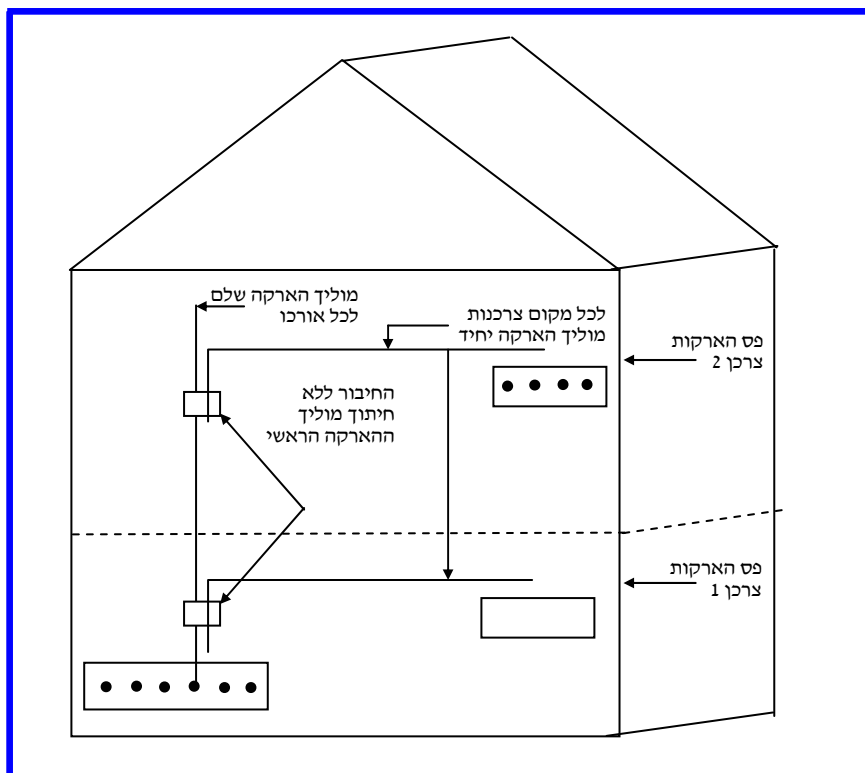
במתקני חשמל בהם אין הארקת יסוד, יש להאריק את האנטנה באמצעות אלקטרודת הארקה נפרדת (ולא באמצעות האלקטרודה המשמשת להארקת מתקן החשמל כולו).

באופן דומה, ממשיכים ובודקים הן באופן חזותי והן באמצעות מכשירי מדידה, את רציפות החיבור מפס השוואת הפוטנציאלים לכל השירותים המתכתיים שבמבנה, כגון: צנרת מים, צנרת גז וכו'.

האיפוס שנעשה באישור ספקית החשמל, יתבצע רק לאחר שנערכה בדיקה של הרשת, שתוצאותיה מתירות את ביצועו. סמוך לפס השוואת הפוטנציאלים מותקן שלט "מאופס" – שלט קריא ובר קיימא. בשלב זה מוודאים שחתיכי המוליכים מתאימים לעוצמת זרם הקצר העלול להתפתח במתקן החשמל.

5.5 בדיקת שלמות מוליך ההארקה הראשי

בבדיקה זו מוודאים, שמוליך ההארקה הראשי היוצא מפס השוואת הפוטנציאלים, או מפס ההארקות הראשי שבמבנה, לכיוון לוחות הצרכנים שלם לכל אורכו; זאת אומרת, הוא מהווה יחידה אחת ללא חיבורי ביניים. החיבור ממוליך הארקה זה ללוחות הצרכנים נעשה באמצעות מהדק מיוחד המאפשר התחברות למוליך עצמו ללא צורך בחיתוכו (איור 5.9).



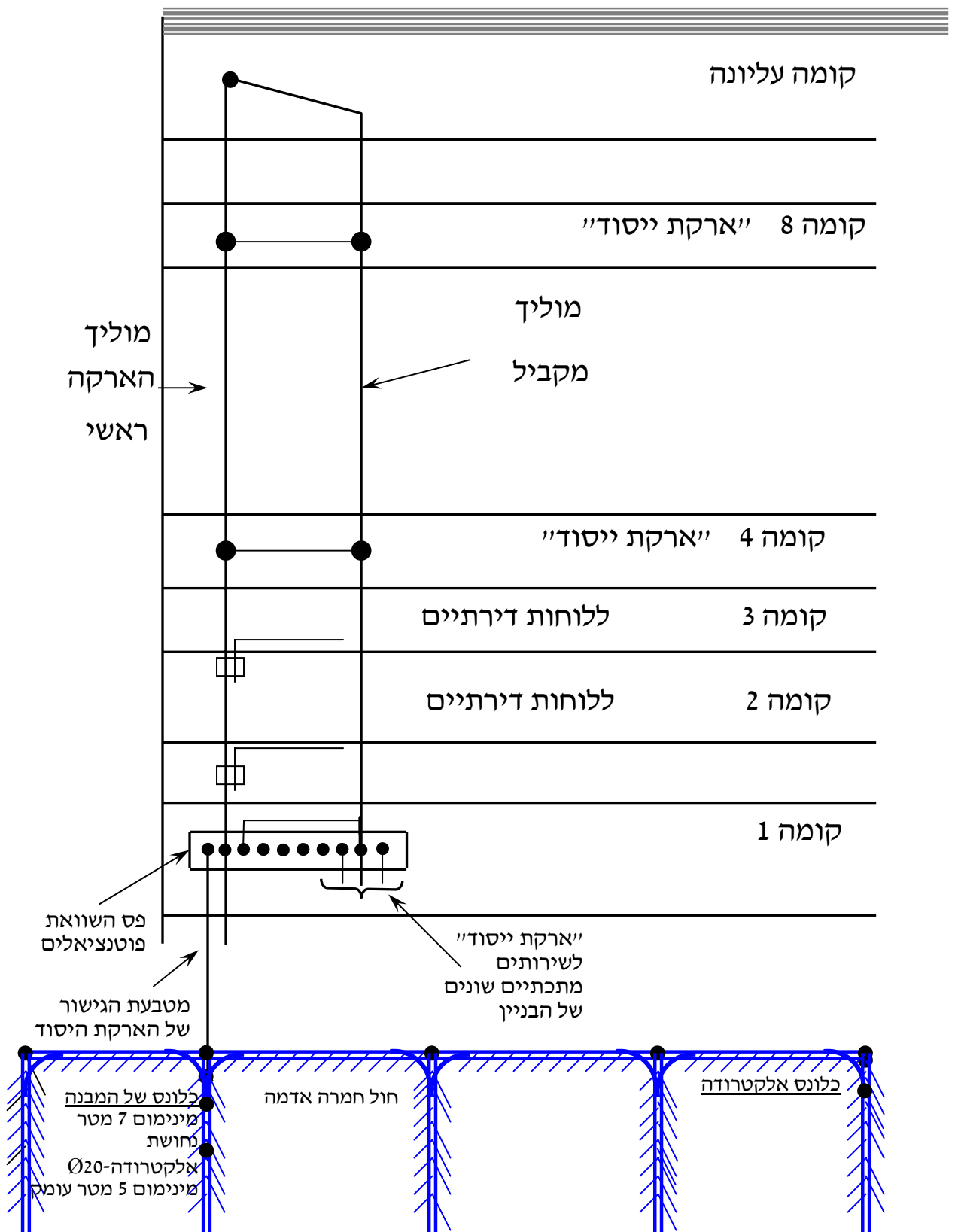
איור 5.9 : תרשים סכמתי של מוליך ההארקה הראשי והסתעפויות ממנו

הבדיקה החזותית של נקודות חיבור מוליכי ההארקה ובדיקת הרציפות של מוליכי ההארקה נמשכת לכיוון כל לוחות הצרכנים. הרציפות נמדדת בין אלקטרודת ההארקה ובין פס ההארקות של כל צרכן וצרכן שבמבנה. לכל צרכן מחובר מוליך הארקה ראשי יחיד לכל מקום צרכנות ובשטח חתך המתאים לזרם הקצר העלול להתפתח במוליך (איור 5.9).

בהתאם לתקנות החשמל (הארקות יסוד) (תיקון), התשנ"ג - 1992 (ק"ת 5474). במבנים בני 4 קומות ומעלה יש להתקין מוליך הארקה נוסף במקביל למוליך ההארקה הראשי (ראה איור 5.10).

מוליך ההארקה המקביל יהיה מוליך פלדה אנכי, הטמון בבטון המבנה או מוליך נחושת בעל חתך השווה לפחות לזה של מוליך ההארקה הראשי.

במקרה זה, כל אחד ממוליכי ההארקה יחובר לפס השוואת הפוטנציאלים על-ידי בורג נפרד.



5.6 בדיקת רציפות ההארקה מפס ההארקות של הצרכן עד למעגל הסופי

במהלך בדיקה זו מוודאים שפס ההארקות של הצרכן מותקן באופן יציב וכן מוליך המתחבר אליו מהודק באמצעות בורג נפרד.

המשך הבדיקה כולל מדידת רציפות ההארקה מפס ההארקות של הצרכן ועד למעגל הסופי שלו בכל נקודה ונקודה ללא יוצא מהכלל, בודקים שחיבור ההארקה נעשה למהדק הנכון בבתי התקע ומוליך ההארקה מגיע לכל נקודת מאור קבועה. בדירת מגורים, או במתקן דומה, מוודאים ששטח החתך של מוליך ההארקה המחבר את צינור המים שבדירה לפס ההארקות הוא 2.5 ממ"ר לפחות כשהוא מותקן במוביל, או ששטח החתך שלו 4 ממ"ר לפחות, אם אין הוא מותקן במוביל.

5.7 בדיקת ההגנה בפני חישמול של מתקני תאורת חצרים

אמצעי ההגנה בפני חישמול המקובלים לשימוש במתקני תאורת חצרים (תאורת רחובות, תאורת גינות, רמזורים, שלטי פרסום) הם: הארקה הגנה, בידוד מגן, איפוס.

כאשר משתמשים בהארקה הגנה, יש לוודא שהארקה העמודים מבוצעת באמצעות מוליך נחושת גלוי הטמון בקרקע בחתך 35 ממ"ר, היוצא ממרכזיית התאורה ומסתעף מעמוד לעמוד. כאשר שטח החתך של הכבל המזין את עמודי התאורה קטן מ-16 ממ"ר, אפשר להאריק את עמודי התאורה באמצעות אלקטרודת הארקה המתחברת בקצה רשת התאורה, ואז גיד ההארקה בכבל ההזנה משמש מוליך הארקה ראשי.

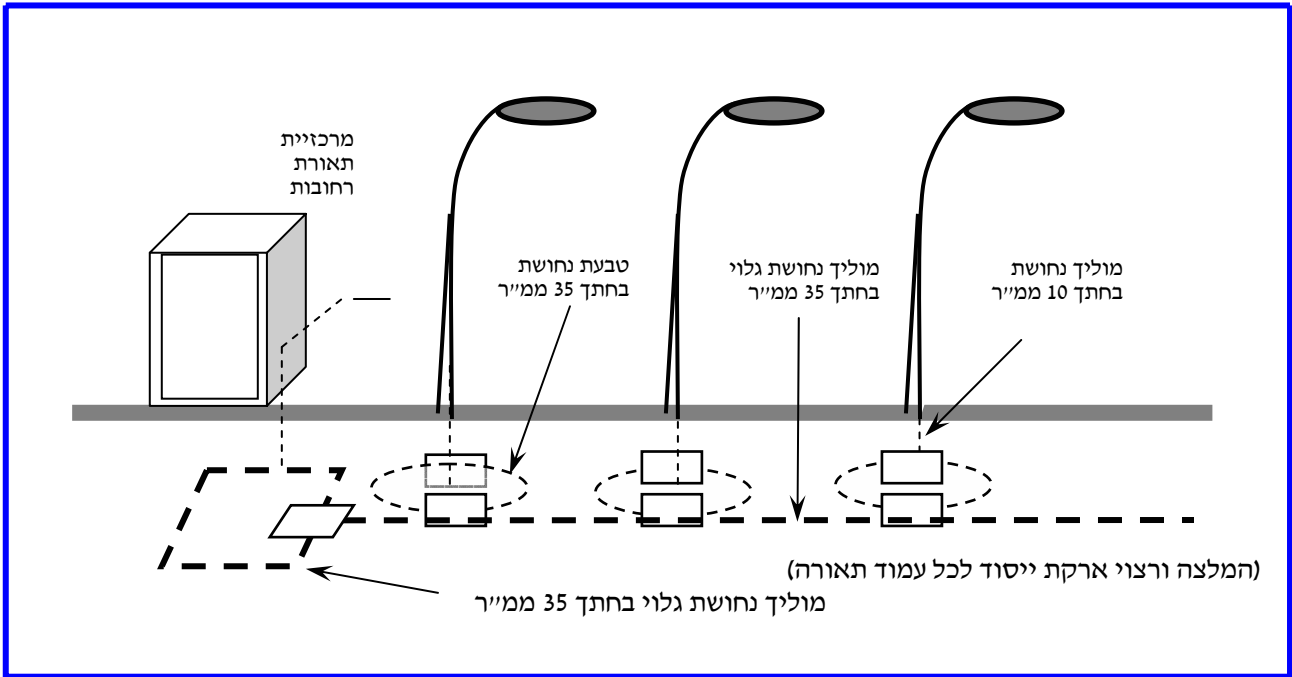
כאשר משתמשים בבידוד מגן, יש לוודא שהציוד בו משתמשים הוא בעל בידוד כפול והמוליכים הם כבלים.

כאשר משתמשים באיפוס, יש לוודא קיום השוואת פוטנציאלים במתקן. הדבר נעשה באופן הבא:

- הטמנה באדמה של מוליך נחושת גלוי בחתך 35 ממ"ר מסביב למרכזיית התאורה וחיבורו לפס ההארקות של המרכזייה.
- הטמנה באדמה סביב כל אחד מעמודי התאורה של מוליך נחושת גלוי בחתך 35 ממ"ר בצורת טבעת המחוברת לנקודת ההארקה בעמוד.
- הטמנה באדמה של מוליך נחושת גלוי בחתך 35 ממ"ר, היוצא מפס ההארקות של מרכזיית התאורה ומסתעף מעמוד לעמוד.

יש להקפיד על כך, שהחיבורים במערכת ההארקה של מתקני תאורת רחובות יהיו יציבים וברי קיימא לאורך ימים.

באיור 5.11 מתואר אופן ביצוע השוואת פוטנציאלים במיתקן תאורה בשיטת האיפוס.

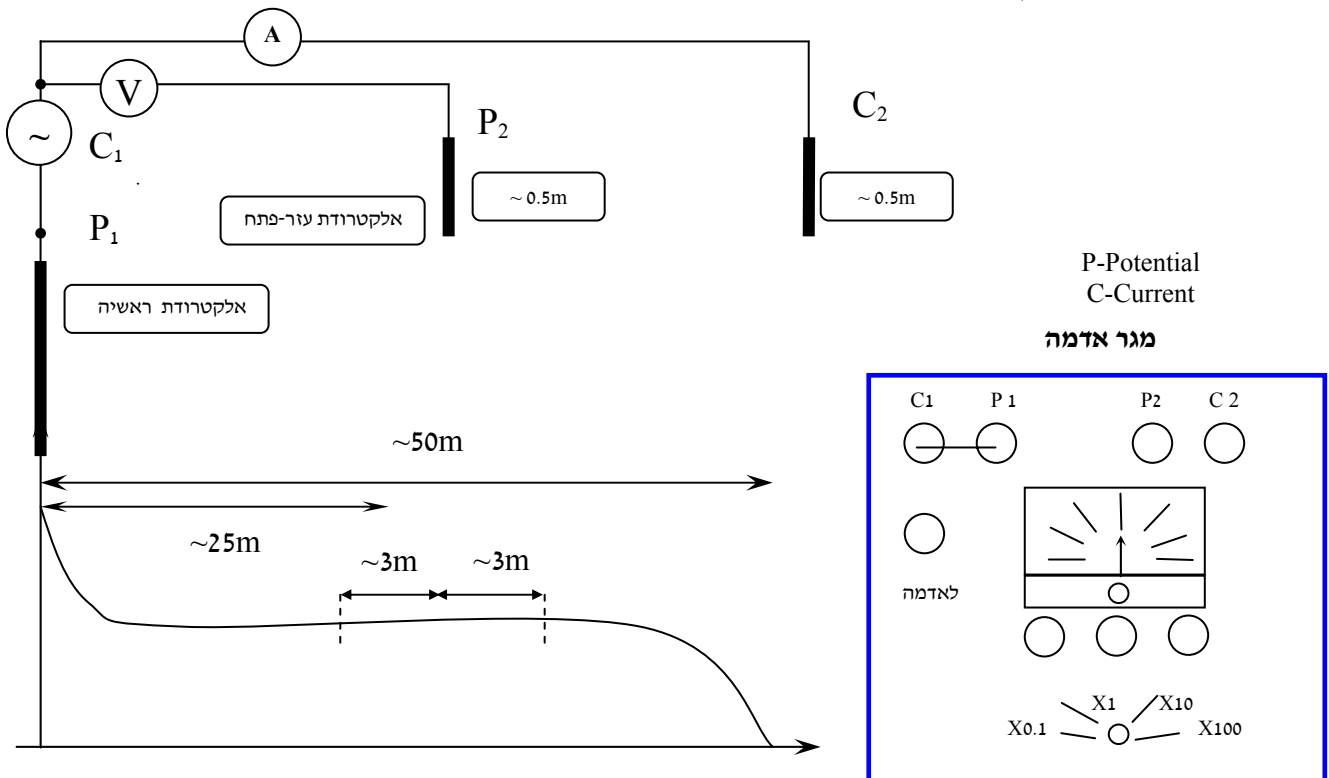


איור 5.11: השוואת פוטנציאלים במיתקן תאורה בשיטת האיפוס

5.8 דוגמאות לביצוע מדידות התנגדות

5.8.1 מדידת ההתנגדות בין אלקטרודה לבין המסה הכללית של האדמה

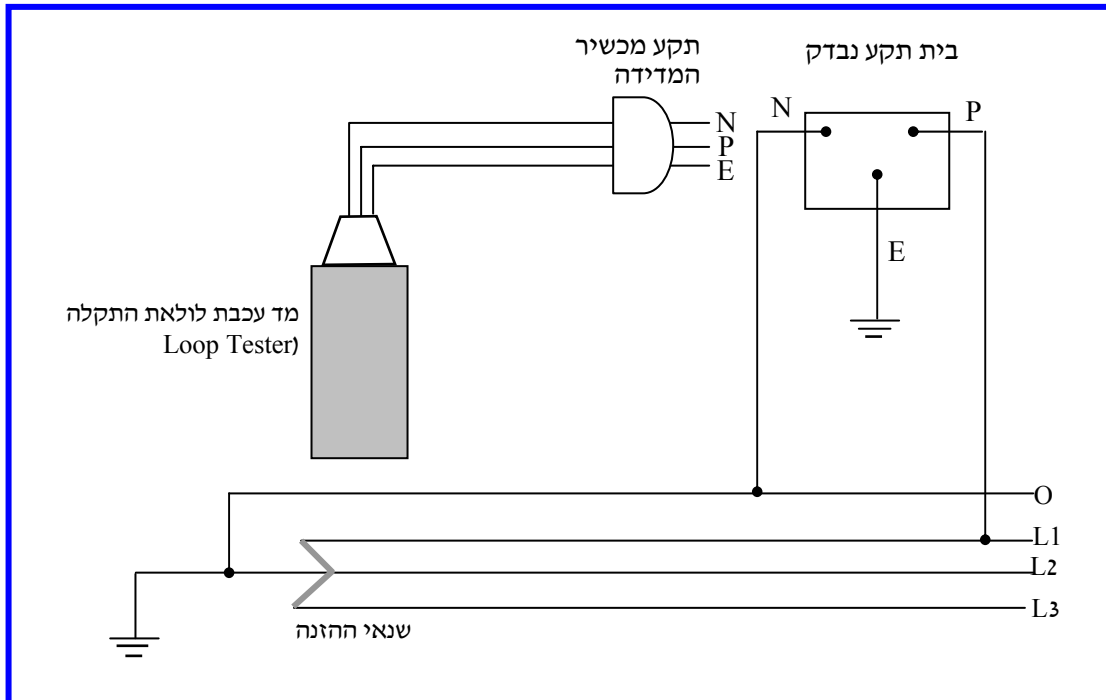
מדידת ההתנגדות בין אלקטרודת ההארקה לבין המסה הכללית של האדמה, מבוצעת על-ידי מד התנגדות אשמה (ראה איור 5.12). יש לבצע את המדידה כאשר כל השירותים המתכתיים מנותקים מאלקטרודת ההארקה.



5.8.2 מדידת עכבת לולאת התקלה

מדידת עכבת לולאת התקלה מבוצעת באמצעות מד עכבת לולאת תקלה (Loop Tester) (ראה איור 5.13). ההתנגדות הנמדדת היא בין פינים P ו-E.

שים לב, במקרה של איפוס לולאת התקלה נסגרת באמצעות מוליך האפס המתחבר לפס השוואת הפוטנציאלים הראשי.



איור 5.13: מערכת מדידת התנגדות לולאת התקלה

6. שלבים ראשוניים בבדיקת מתקן החשמל הפנימי

בדיקה זו כוללת את השלבים הבאים:

- 6.1 בדיקה חזותית של מתקן החשמל כדי לוודא שהעבודה הושלמה.
- 6.2 בדיקת מיקום הלוח, התאמתו לתרשים החיבורים ולגודל החיבור המוזמן.
- 6.3 בדיקת סוג המבטח הראשי של הצרכן.
- 6.4 בדיקת הלוח, המבטחים המשניים והמעגלים היוצאים ממנו.
- 6.5 בדיקת טיב בידוד המוליכים בלוח.

6.1 בדיקה חזותית של מתקן החשמל כדי לוודא שהעבודה הושלמה.

לאחר שהסתיימו הבדיקות החיצוניות במבנה, מגיעים לשלב הבדיקה של מתקן החשמל הפנימי. הבודק עורך במתקן הצרכן בדיקה חזותית, שמטרתה לוודא שכל עבודות ההתקנה הושלמו כראוי, הן מההיבט הבטיחותי של האנשים שיימצאו בתחום המתקן וישתמשו בו או יתחזקו אותו, והן מההיבט התפעולי התקין של המתקן.

בבדיקה החזותית גם מוודאים, במידת הצורך, שקיימות מחיצות בלתי עבירות לאש בין הקומות. שיש גישה נוחה לקורא המונים, וההתקנים הם בהתאם לתוכניות המאושרות. כמו כן, בודקים את תקינות ההגנה בפני מגע מקרי בחלקים גלויים וחיים, כגון: פסי צבירה או חלקים נעים או מסתובבים (למשל: מנוע מעלית, מאווררי מדחסים וכו').

מבצעים בדיקה נוספת, שמטרתה לוודא שלא נשארו קצוות מוליכים גלויים ללא אבזר המותקן והמחובר אליהם. הימצאות מוליכים גלויים שנועדו לחיבורים ללא התקנת האבזרים, נחשבת לאי גמירת המתקן.

6.2 בדיקת מיקום הלוח, התאמתו לתרשים החיבורים ולגודל החיבור המוזמן.

בשלב זה מופיע הבודק, כאשר בידו תוכנית מתקן החשמל כפי שתוארה באיור 3.1. הבודק מאמת כי התוכנית חתומה על-ידי החשמלאי והוא בעל סוג רשיון המתאים לגודל המתקן. נערכת ביקורת חזותית של התאמת מיקום הלוח, הנקודות, המכשירים, התקנת המובילים וכו' לתרשים. כמו כן, בודקים שיש גישה נוחה ללוח, שהתקנתו נעשתה במקום המותר על-פי החוק, וגובהו מתאים לנדרש בתקנות. בתקנות קיימת דרישה להתקנת הלוח בתוך הדירה, בגובה שניתן יהיה להפעילו בנוחות.

במקרים בהם אין ברירה אחרת בהם מותקן לכיבוי אש ליד לוח החשמל, יש לדרוש בניית גומחה מתאימה מתחת ללוח החשמל ובמרחק מה מהלוח, ושם להתקין את מתקן כיבוי האש.

במסגרת בדיקה זו מוודאים שהמובילים של צרכן פרטי אחד לא עוברים דרך חצרות של צרכן פרטי אחר בצורה גלויה.

מבצעים ביקורת נוספת שמטרתה לוודא שגודל הבסיסים של המבטח הראשי של חברת החשמל וגודל האבטחה הראשית של הצרכן הם בהתאמה לגודל המוליכים המחוברים אליו. הדרישה המזערית היום היא שהמוליכים יהיו בעלי שטח חתך של 10 ממ"ר לפחות.

6.3 בדיקת סוג המבטח הראשי של הצרכן.

במתקן ביתי מחייבות בתקנות שבחוק החשמל, התקנת מפסק אוטומטי זעיר (מא"ז), עם כושר ניתוק מינימלי של 3000 אמפר. הבודק מוודא שגודל המא"ז מתאים לגודל החיבור המוזמן, וכן מפעיל את המא"ז, כדי לוודא שהוא מתפקד באופן תקין במצב "מחובר" ובמצב "מופסק".

במתקני צרכני מתח נמוך המתחברים לרשת החשמל באמצעות מפסק זרם ראשי מכויל, הכיול יתבצע באופן הבא:

■ צרכן מתח נמוך המחובר באמצעות מפסק זרם ראשי מכויל עד 400 המפר (לא כולל 400 אמפר).

הכיול ייעשה על פי דרישות מקצועיות על-ידי חשמלאי מוסמך פרטי, אשר יחתים את המפסק בגושפנקא ויצרף הצהרה על גודל הזרם אליו כויל המפסק. בקרבת המפסק יותקן שלט קריא ובר קיימא, ובו יצוין גודל הכיול המאושר בנוסח:

מפסק זרם מכויל ל-X אמפר

כאשר: X הוא גודל הזרם באמפרים אליו כויל המפסק.

■ צרכן מתח נמוך המחובר באמצעות מפסק זרם ראשי מכויל לחיבור מ- 400 המפר ומעלה

הכיוול וההחתמה (גושפנקא) של המפסק המתכוונן ייעשה על-פי דרישת חברת החשמל ויבוצע על-ידי מכון התקנים הישראלי, או על-ידי מעבדה אחרת שהוסמכה על ידי מכון התקנים הישראלי לביצוע כיוול כזה, בודק חשמל רשאי לבדוק כיוול זה בכל עת.

6.4 בדיקת הלוח, המבטחים המשניים והמעגלים היוצאים ממנו.

במהלך בדיקת טיב הלוח מוודאים שהלוח מסוג תקני, עשוי מחומר בלתי דליק. בודקים אם התקנתו הפיזית יציבה, ואם הותקנו בו מא"זים תקניים המאושרים על-ידי מכון התקנים, או כאלה הנושאים תו תקן וכושר ניתוקם המזערי הוא 3000 אמפר. נבדק התפקוד התקין של המא"זים במצב "מחובר" ו"מופסק" וכן התאמתם לזרם הנקוב של הציוד ולכושר הניתוק (לזרם הקצר הצפוי במתקן) על-פי התרשים, מוודאים שקיים פס הארקות תקני עם בורג הידוק נפרד לכל מוליך המתחבר אליו.

השלב הנוסף בבדיקה הוא בדיקת כיום פס אפסים תקני עם בורג הידוק נפרד לכל מוליך המתחבר אליו, כך שניתוק מעגל אחד לא יגרום לניתוק מעגל אחר. בודקים את התאמת שטחי החתך של המוליכים לגודל המבטחים בהתאם לתוכנית ובהתאם לדרישות התקנות.

כמו כן, מבצעים בדיקה חזותית של צבעי המוליכים המתחברים למא"זים, לפס ההארקות ולפס האפסים (בדרך כלל, בצע מוליכי המופע במתקן חד-מופעי הוא חום, ובמתקן תלת-מופעי 1-חום; 2-חום פס שחור; 3-חום פס כתום מוליך האפס-כחול; מוליך הארקה – צהוב וירוק לסירוגין). במקרה של פסי צבירה – צבעם יכול להיות כל צבע שהוא חוץ מירוק, צהוב או שילוב ביניהם.

6.5 בדיקת טיב בידוד המוליכים בלוח.

בדיקה זו נערכת בתאום עם החשמלאי המבצע, הנוכח בעת הבדיקה בשטח, לאחר שאישר החשמלאי לבודק כי לקצות המוליכים לא מחוברים מכשירים או פרטי ציוד היכולים להינזק. הבדיקה מבוצעת באמצעות מגהאוהם-מטר למתח 500 וולט, הבודק את טיב הבידוד בין מוליכי האפס ומוליכי המופעים, ובמידת האפשר גם בינם לבין עצמם. אם מתברר שטיב הבידוד אינו תקין, יש לבדוק את הסיבה ורק אחר כך להמשיך בבדיקות.

7. בדיקת מעגלים סופיים.

על פי ההגדרה של מעגל סופי, יש להתייחס בבדיקת ההפעלה למעגל סופי עד, ועד בכלל, לבית התקע או עד, ועד בכלל, למפסק או למכשיר שבמתקן. מכשירים המחוברים למתקן, והעלולים להיות מוחלפים, אינם חייבים להיכלל בבדיקה. מאידך, מכשירי צריכה אשר מהווים חלק אינטגרלי של המבנה עצמו, והמחוברים למתקן החשמלי באופן קבוע כגון מעליות, דודים, משאבות וכו', חייבים בבדיקה חשמלית לפני הפעלתם.

בדיקת מעגלים סופיים כוללת:

- 7.1 בדיקות חזותיות.
- 7.2 בדיקות הקשורות למתקן המאור.
- 7.3 בדיקות הקשורות למתקן הכוח.
- 7.4 בדיקת מכשירים ומכונות.

7.1 בדיקות חזותיות.

לאחר בדיקה חזותית של מוליך ההארקה, תקינות חיבורו ולאחר בדיקת רציפות החיבור וביצוע הבדיקות בלוח, ניגשים לבדיקת המעגל הסופי, שמטרתה לוודא שהוא בוצע בצורה שלא תסכן את המשתמש בו לאורך ימים.

הבדיקה מתחילה באופן חזותי ובה מוודאים שהציוד, המכשירים, והאבזרים אכן תקינים ומתאימים למקום ההתקנה (במרפסות ומטבחים מגני מים, באמבטיות לפי דרישות התקנות על-פי החלוקה לאזורים וכו'). במקרה הצורך החשמלאי מתבקש להוכיח את תקינות המוצר באמצעות תעודת בדיקה של מכון מוסמך, שאושרה על-ידי הרשת הארצית. הרשת הארצית תיידע את כל בודקי החשמל ולא יהיה צורך לדרוש מחדש את תעודות הבדיקה של אותו מוצר (אם כי לפי התקנות שבחוק ניתן לדרוש הוכחת תקינות במוצר בכל בדיקה ובדיקה).

בדיקה חזותית מוודאים שכל מעגל מסתיים בחיבור סופי, כגון: בית תקע, בית מנורה וכו', ובשום מקרה לא נותרו הדקים, או מוליכים גלויים, ללא חיבור קצה המוליך.

7.2 בדיקות הקשורות למתקן המאור.

בדיקות התקנות של מתקן המאור כוללת את הביקורות המפורטות להלן:

- ביקורות קיום לחצן תאורה חדר מדרגות ואופן התקנתו
במתקן דירתי שבו קיימת תאורת חדר מדרגות, נערכת ביקורת, שמטרתה לוודא שבכל דירה שחדר המדרגות משרת אותה, קיים לחצן להפעלת תאורה חדר מדרגות.

בודקים שהלחצן להפעלת תאורת חדר המדרגות הנמצא בתוך הדירה, מותקן בקופסה נפרדת מכל יתר האבזרים במתקן ועל מכסה נפרד. במקרה זה אסור השימוש בקופסה משותפת המיועדת לשמש בדירה בו-זמנית ללחצן ולבית תקע או למפסקי תאורה, או לשמש כל מעגל אחר, כגון: בית תקע לטלפון, אנטנה וכו'.

- ביקורת נקודות המאור והמפסקים
מטרת ביקורת זו לבדוק את מספר המנורות והתאמתן לתנאי המקום. בתנאי במקום הכוונה לרטיבות, סכנה של פגיעות מכניות, השפעה כימית, אש, התפוצצות וכו'.

בבדיקה הנערכת במתקן ביתי, או במתקן דומה לו, מוודאים שבכל שני חדרים או בכל שטח של 40 מ"ר, או חלק מהם, מותקן מעגל סופי אחד לפחות. כמו כן, מוודאים שמנורה המותקנת בחדר אמבטיה, מוגנת בפני חדירת רטיבות.

בבדיקה הנערכת בבית חרושת או בבית מלאכה או מחסן, מוודאים שעל כל שטח ריצפה של 40 מ"ר מותקן מעגל סופי אחד לפחות לנקודות מאור, ואם שטח הרצפה גדול מ-40 מ"ר, מותקנים בו שני מעגלים סופיים.

במהלך הביקורת של נקודות המאור, יש לוודא שלכל נקודת מאור קבועה, מגיע מוליך הארקה ושהתקנת המפסק לתאורה נעשתה במקום שיש אליו גישה נוחה לתפעולו.

כמו כן, יש לבדוק שהתקנת מפסק תאורה חד-קוטבי נעשתה אך ורק על מוליך המופע ובגובה מזערי של 25 ס"מ מעל לרצפה (בתנאים מיוחדים מותר להתקין מפסק בגבהים נמוכים יותר). במקרה של חצרות המיועדים לילדים במוסדות

כגון: גני ילדים. בתי ספר וכו', הגובה המזערי של המפסק יהיה 160 ס"מ מעל הרצפה, כך שלילדים לא תהיה אליו גישה ישירה.

אם בגוף התאורה עצמו יש מפסק, צריך לוודא שבוצעה התקנת מפסק נוסף מחוצה לו (פרט למקרה בו נעשית ההזנה באמצעות תקע ובית תקע). לגבי מפסק המותקן בחדר אמבטיה, יש לוודא שהתקנתו נעשתה על-פי דרישות התקנות בהתאם לאזורים השונים באמבטיה. המפסק צריך להיות מוגן בפני טבילה במים, מוגן בפני התזה, מופעל על-ידי חוט משיכה הכל לפי העניין. דרישות ההתקנה בחדר אמבטיה מפורטות במאמרים קודמים שפורסמו בפרסומים מקצועיים.

לסיום הביקורת, יש לוודא שכל המפסקים בכל המתקן, הותקנו באופן אחיד. בדרך כלל, הרמת ידית ההפעלה של המפסק תפעיל את המכשיר והורדת ידית ההפעלה תנתק את המכשיר המחובר (מלבד מפסק חילוף ומפסק צלב לתאורה).

ביקורת הסתעפות ממפסקים

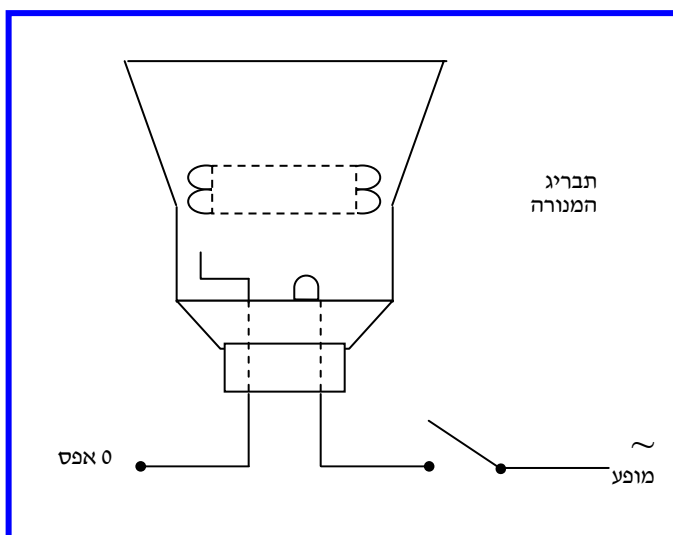
אם המרחק בין המפסקים אינו עולה על 30 ס"מ, מותר שתהיה הסתעפות ממפסק אחד למפסק אחר, בתנאי שלא יהיו יותר משני מוליכים בהדק אחד וששטח החתך של המוליכים לא יעלה על 1.5 מ"מ² (כל אחד). ההסתעפות למהדק מותרת רק אם מבנה המפסק מיועד לשמש גם כתיבת הסתעפות.

ביקורת נורות מיטלטלות

במתקן שקיימת בו מנורה מיטלטלת, למשל מנורה ניידת במוסך, בודקים שההזנה של המנורה נעשית מפתיל שלם לכל אורכו וללא חיבורי ביניים (אלא אם יש מפסק). כמו כן, בודקים שהפתיל אינו עובר דרך חורים קדוחים בקירות או דרך מחיצות בנויות. קיום דרישה זו הכרחי במקרה שמתעורר צורך לנתק מיד את המעגל, ואז הגישה לבית התקע חייבת להיות מהירה גלויה ונוחה.

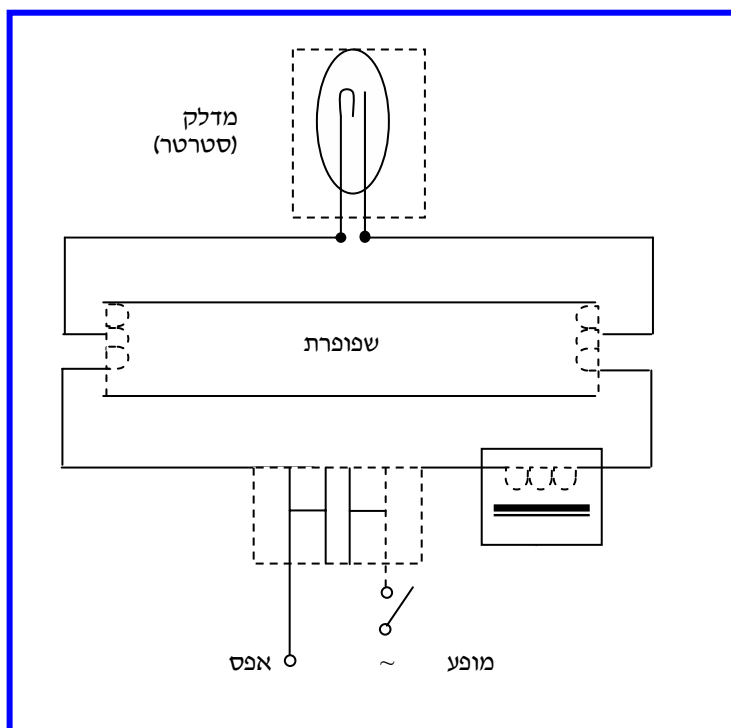
ביקורת מיקום החיבורים בנורות

מטרת ביקורת זו, לוודא שהמוליכים השונים (מופע, אפס והארקה) בבית הנורה מותקנים נכון, כמוצג באיור 7.1.



איור 7.1: אופן התקנת המוליכים בבית נורה

במקרה זה, מפסק חד קוטבי מנתק את מוליך המופע. מבטח מחובר אך ורק למוליכי המופע. במנורה פלואורנית, מוליך המופע מחובר למשנק, כמוצג באיור 7.2.



איור 7.2: אופן התקנת המוליכים בבית נורה פלואורנית

ביקורת אופן הזנה מתקן פרסומת, שילוט מפסק כבאים וסימון מצב ידית ההפעלה שלו.

כאשר במתקן החשמל משולב מתקן פרסומת, המקבל הזנה משנאי שמתחו גדול מ-1000 וולט בין המוליכים (מתח שלוב), יש לוודא שמחוץ למבנה, בצד הראשוני של השנאי, הותקן מפסק נוסף – מפסק כבאים, שהגישה אליו חופשית. לגבי מפסק זה, בודקים שמצב "מחובר" הוא כאשר ידית ההפעלה נמצאת למטה, ואילו מצב "מופסק" הוא כאשר ידית ההפעלה נמצאת למעלה.

כמו כן מוודאים שהמפסק מותקן בגובה של 2.5 – 3 מטר.

בהמשך הביקורת מוודאים, שהשנאי המזין את מתקן הפרסומת מותקן בתיבה, אשר פתיחתה מנתקת את הזינה אליו. יש לציין, שמנגנון זה אינו פותר את הצורך בהתקנת מפסק הכבאים סמוך לשנאי, או לחילופין, מפסק אחר הניתן לנעילה בלוח הראשי. המפסק ינתק את קו הזינה לשנאי ולא את מעגל הפיקוד.

הזנת מנורות הלוגן במתח של 12 וולט

מנורות הלוגן הפועלות במתח של 12 וולט, יש להזין באמצעות שנאי 230/12 וולט מסוג שנאי מבדל, שנאי בעל שני ליפופים נפרדים. כאשר שנאי זה מזין מנורת הלוגן אחת, אין צורך באבטחה נוספת בצד המתח נמוך מאוד (12 V). כאשר השנאי מזין יותר ממנורה אחת, יש להתקין אבטחה בצד המתח הנמוך מאוד (12 V) ואמצעי ניתוק בהתאם לנדרש בתקנות החשמל "מעגלים סופיים הניזונים במתח עד 1000 וולט בצד המתח הנמוך (230V).

אסור להאריק את צד המתח הנמוך מאוד (12 V) של השנאי המבדל.

- הגנה על גופי תאורה בחניונים ציבוריים**

בחניונים ציבוריים, בהם מותקנים גופי תאורה, נדרשת הגנה מכנית על גופי התאורה, בהתאם לדרישות התקנות שציוד יהיה מותאם למקום ההתקנה, מכיוון שהיו מיקרים בהם אנטנות של כלי רכב שברו נורות פלואורניות להן לא יהי כיסוי מגן.

7.3 בדיקות הקשורות למתקן הכוח.

בדיקת התקינות של מתקן הכח כוללת את הביקורות המפורטות להלן:

- ביקורת בתי תקע**

במהלך ביקורת זו, בודקים את מיקום ההתקנה של בתי התקע ואת התאמת מספרם למספר החדרים או לשטח הרצפה. הבדיקה במתקן של דירת מגורים נערכת כמוסבר להלן.
- בתי תקע באמבטיה**

מוודאים שלא הותקן בית תקע בחדר אמבטיה או במקלחת, פרט לבית תקע דו-קוטבי, המוזן באמצעות שנאי מבדל שהספקו לא גדול מ-25 וולט-אמפר, ופרט לבית תקע המותקן באזור "3" ומוגן

מוודאים שלא הותקן בית תקע בחדר אמבטיה או במקלחת, פרט לבית תקע דו-קוטבי, המוזן באמצעות שנאי מבדל שהספקו לא גדול מ-25 וולט-אמפר, ופרט לבית תקע המותקן באזור "3" ומוגן באמצעות מפסק מגן הפועל בזרם דלף. כמו כן, מוודאים שחלוקת האזורים והציוד המותר להתקנה בכל אזור ואזור נעשתה על-פי התקנות.
- בתי תקע בחדר**

מוודאים שבכל חדר או בכל שטח ריצפה של 40 מ"ר או חלק מהם, מותקנים לפחות שני בתי תקע. מבין בתי התקע המותקנים באותו חדר, שניים לפחות יהיו במרחק הגדול מ-2 מטרים ביניהם.

לסיום בודקים שבתי התקע הניזונים מאותו מעגל סופי במתקן ביתי, ממוקמים בלא יותר מ-2 חדרים או 40 מ"ר שטח ריצפה ללא הגבלת מספרם.
- בתי תקע במטבח**

כאן מוודאים שהותקנו לפחות שלושה בתי תקע. בודקים שהמעגל המיועד לתנור בישול או אפיה, מוזן ממעגל סופי מיוחד, שחתך מוליכיו 2.5 מ"מ לפחות. לחילופין, מותרת התקנה של חיבור קבוע לתנור עם מפסק.
- בית תקע ליד ברז המיועד למכונת כביסה**

מוודאים שהותקן בית תקע ל-16 אמפר, המוזן ממעגל סופי המיועד רק עבורה באמצעות מוליכים בחתך 2.5 מ"מ. בית התקע הזה ממוקם מעל גובה הברז ולא בתוך שטח הכיור.
- בתי תקע במרפסת**

מוודאים שבכל מרפסת, ששטחה גדול מ-2 מ"ר, הותקן בית תקע אחד לפחות (לצורך זה בית תקע למכונת כביסה ממלא דרישה זו).
- ביקורת בתי תקע כשקיימות שיטות הזנה שונות**

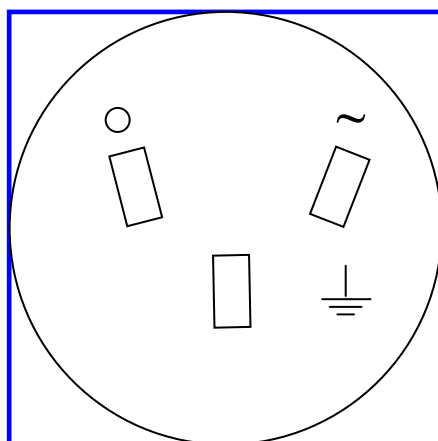
במבנה שקיימים בו מתחים שונים או שיטות אספקה שונות, כמו אספקת למקלטים, מערכות אל פסק, גנרטורים וכד', מוודאים שבתי התקע השונים שהותקנו הם בלתי חלופיים ובהתאמה לסוג ההזנה המגיעה לבית התקע.

- בדיקת אופן התקנת בתי התקע ונכונות החיבורים**

במהלך בדיקת חיבור המוליכים לבתי התקע. בודקים שכל מוליך מחובר להדק המתאים של בית התקע לפי הסימון התקני הקיים על בית התקע. כמו כן, מוודאים שבית תקע המותקן בתוך תיבת התקנה בקיר נמצא בתיבת תקנית. בית תקע זה חייב לכלול אפשרות של חיזוק לתיבה בשני ברגים, וזאת על-פי דרישת התיקון שבתקנות וכן על-פי דרישת התקן.

- ביקורת קיום מוליך הארקה בבית התקע**

בודקים שבתי התקע צוידו במוליך הארקה, עם לא ניתן לכך פטור לפי התקנות (הפטור ניתן כאשר שיטת ההגנה מחייבת אי-קיום מוליך הארקה). כמו כן, מוודאים שהמוליכים בבתי התקע מחוברים, כמוצג באיור 7.3.



איור 7.3: אופן חיבור המוליכים בבית תקע

- ביקורת גובה התקנת בתי תקע**

בביקורת זו מוודאים שהגובה המזערי של בית התקע הוא 25 ס"מ מעל הרצפה. בית תקע המותקן בגובה נמוך יותר, חייב בהגנה מיוחדת (אטום לחדירת מים וכו').

במוסדות (בתי ילדים ובתי ספר יסודיים), שבהם קיימים חדרי תינוקות וילדים מוודאים שגובה בתי התקע הוא 180 ס"מ לפחות.

- הסתעפות מבית תקע**

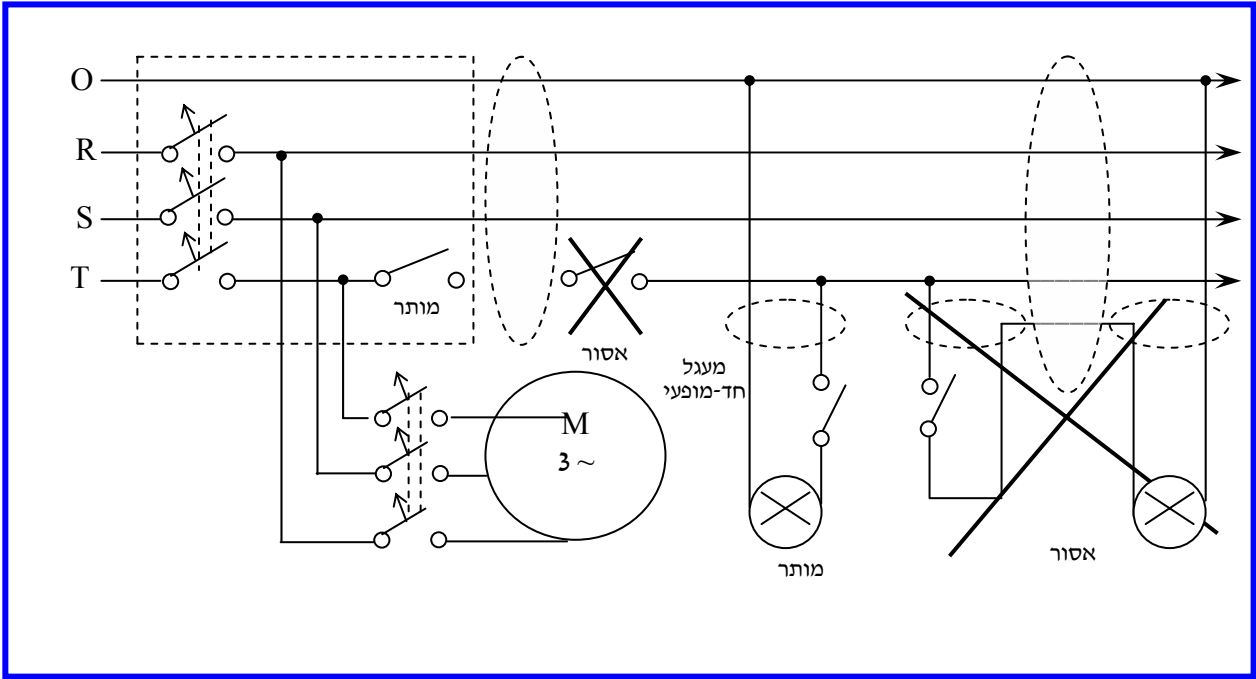
אם המרחק בין בתי התקע אינו עולה על 30 ס"מ, מותר שתהיה הסתעפות מבתי תקע אחד לבית תקע אחר. וזאת בתנאי שאין יותר מ-2 מוליכים בהדק אחד וחתך המוליכים לא עולה על 1.5 ממ"ר כל אחד.

- בדיקת מעגלים סופיים תלת-מופעיים**

בביקורת זו מוודאים שלכל מעגל סופי תלת-מופע ממוצע מחובר רק מכשיר תלת-מופע אחד. כמו כן, בודקים שהזרם הנקוב של כל בית תקע תלת-מופע לא יהיה קטן מהזרם הנקוב של המבטח המגן על המעגל הסופי בפני זרם יתר.

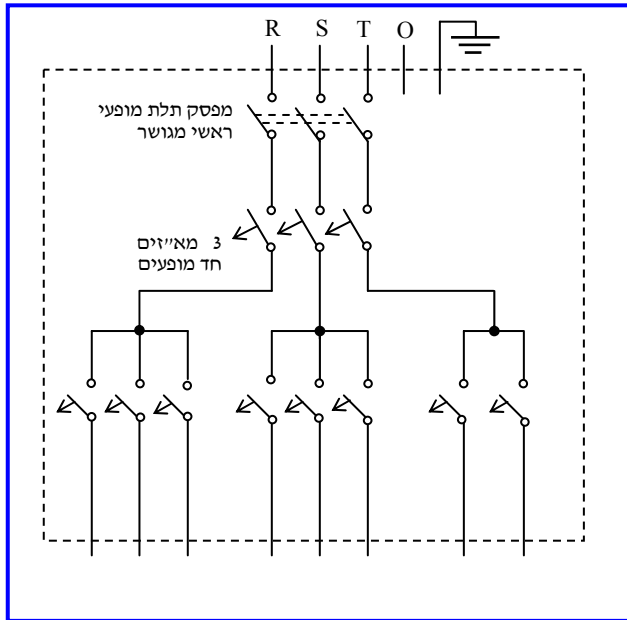
- ביקורת לשלילת קיום מפסק המאפשר ניתוק מגע בודד במעגל סופי תלת-מופע**

ככלל, יש לוודא שבמעגל סופי תלת-מופע לא קיים מפסק המאפשר ניתוק מופע בודד במהלך הקו. אולם, אם הותקן מפסק כזה, אזי התקנתו נעשתה באותו לוח וסמוך למפסק התלת-מופע של אותו המעגל.

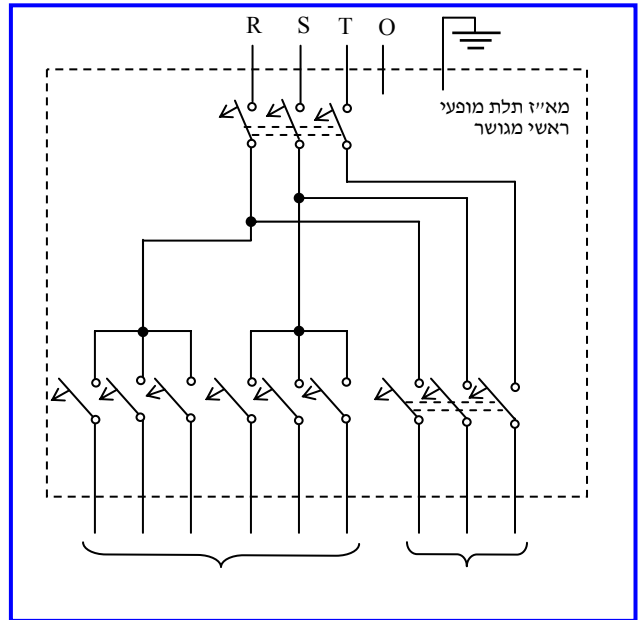


איור 7.4: תרשים הזנה מכשירים חד-מופעיים ומנורות ממעגל

כדי להסיר ספק, נציין שבכל מקרה אחר ובדירות מגורים שבהן קיים חיבור תלת-מופע, יש להתקין מפסק אוטומטי זעיר תלת-מופע מגושר, או לחילופין מותר להתקין במקומו מפסק תלת-מופע רגיל, ואחריו להתקין שלושה מא"זים חד-מופעיים שמהם מתבצעת ההתפצלות למתקנים החד-מופעיים – ראה תרשימים באיור 7.5.



ב. לוח ראשי עם מפסק תלת-מופע ו-3 מא"זים חד מופעים



א. לוח ראשי עם מא"ז תלת מופעי

איור 7.5: לוח ראשי במתקן ביתי תלת-מופע

אם קיים מכשיר תלת-מופע, ההזנה אליו תבצע דרך המא"ז התלת מופעי הראשי הרגיל, וממנו למא"ז התלת-מופע של המכשיר.

במסגרת סידרת בדיקות זו, בודקים שיש התאמה בין מבנה המכשיר והמכונה ובין התנאים השוררים במקום ההתקנה. בודקים את אופן החיבור של המכשיר, את תקינות החיבור ואת קיום האפשרות לביצוע טיפולי אחזקה בו, ללא סיכון בטיחותי. למשל, בודקים שמתקיימת הדרישה להגנה מכנית על מאווררים של מדחסים, הדרישה להגנה מפני מגע מקרי בחלקים חיים וכו'.

מוודאים שבמכשיר חד-מופעלי מותקן מפסק דו-קוטבי, ומכשיר תלת-מופעלי מותקן מפסק תלת-קוטבי או מפסק ארבע קטבי. אם המכשיר ניזון מכמה סוגי אספקה, בודקים שהותקנו, זה ליד זה, מפסקים נפרדים ו/או בתי תקע נפרדים לכל סוג אספקה. במקרה זה צריך לוודא שעל גבי המכשיר הותקן שלט המציין "המכשיר ניזון מ-X סוגי אספקה שונים", כאשר X הוא מספר ההזנות או המעגלים המתחברים למכשיר. תקע ובית תקע מותרים לשימוש במקום מפסק הזרם אם הזרם הנקוב של בית התקע אינו עולה על 25 אמפר.

■ ביקורת חתך המוליכים המזינים מנועים

במידת הצורך, ולפי כללי אספקת החשמל לצרכנים, נערכת ביקורת, שמטרתה לוודא קיום אמצעים הנדרשים להקטנת זרם ההתנעה של מנועים. כאשר מנוע מוזן באמצעות מתנע כוכב-משולש, מותר שחתך המוליכים בין המתנע למנוע, יתאים למעבר זרם שערכו בהתאם לנוסחה הבאה:

זרם נקוב של המנוע

$$\sqrt{3}$$

במקרה זה יש לוודא שהמבטח להגנה בפני זרם קצר מתאים גם לקטע זה. כאשר הזרם ותדירות ההתנעות אינם מסכנים את תקינות המוליכים, מותר שהחתך של מוליכי מעגל המתנע, המותקנים במעגל הרוטור שבהם עובר זרם רק בשעת ההתנעה, יתאים רק ל-60% מהזרם הנקוב של הרוטור.

■ בדיקת ההגנה של מנועים

לשם בדיקת ההגנות של מנועים מוודאים שמנוע, שהספקו גדול מ-0.5 קילוואט מוגן גם בפני עומס יתר ומוליכי המעגל המזין אותו מוגנים בפני זרם קצר.

כאשר מוזנים במתקן מספר מנועים חד-מופעליים, או תלת-מופעליים, אסור להשתמש להגנה בפני זרם קצר בנתיך או במפסק אוטומטי יחיד, אלא רק אם לכל אחד מהמנועים קיימת הגנה בפני עומס יתר.

למרות האמור לעיל, מותר להזין ממעגל אחד חד-מופעלי, או תלת-מופעלי, מספר מנועים ללא הגנה נוספת אם הספקו של כל מנוע לא גדול מ-0.5 קילוואט והזרם הנקוב של המבטח אינו עולה על 10 אמפר.

■ בדיקת בידוד מכשירים

בודקים שהתנגדות הבידוד בין המוליכים של המכשיר לבין חלקי המתכת שלו לא תפחת מדרישות התקן של המכשיר האמור, ובשום מקרה לא תפחת מ-0.5 מגהאום.

■ בדיקת הדוד לחימום מים

הבדיקה נערכת כמו לכל מכשיר צריכה אחר. במקרה של דוד שמש או דוד רגיל המותקן מחוץ למבנה, מוודאים שבתוך הדירה או בתוך המבנה שבו נעשה השימוש במים החמים של הדוד, הותקן מפסק דו-קוטבי עם נורת סימון. יש לוודא שדוד השמש מוזן על-ידי מעגל סופי נפרד. כאשר מדובר בדוד מים סולרי בעל משאבת סחרור, מותר ורצוי לחבר למעגל הסופי של הדוד את משאבת הסחרור, מכיוון שיש לראות בדוד ובמשאבה מערכת משולבת אחת.

נוסף למפסק ההפעלה הדו-קוטבי שבתוך המבנה, מוודאים שעל ההתקן עליו מותקן הדוד, מותקן מפסק דו-קוטבי. מפסק זה חייב להתאים לתקן ישראלי ת"י 981, בעל דרגת הגנה IP557 (מוגן בפני אבק, גשם ופגיעות מכניות). הדרישה להתקנת מפסק זה היא דרישה בטיחותית למטרת תפעול וביצוע תיקונים מחוץ למבנה.

קיימת חובה להתקין מפסק כזה גם כאשר הדוד מותקן. על גג רעפים משופע, בו אין אפשרות להלן על הגג באופן חופשי.

חשוב מאוד לבדוק את סימון הדוד המתאר שייכותו הפיסית לדירה המשתמשת במים החמים של אותו דוד, במיוחד במקומות שבהם מותקנים באותו מבנה מספר דודים החימום מים, המשמשים כל אחד לדירה אחרת.

כמו כן, בודקים שהתנגדות הבידוד בין הדקי החיבור של הדוד לבין חלקים מתכתיים, שלא נועדו להימצא תחת מתח היא לפחות 0.5 מגהאום.

לסיום, מוודאים שהאבזרים המותקנים תלת כיפת השמים, למשל אבזרים פלסטיים, יהיו מהסוג העמיד גם בפני קרינת השמש (עמידים בפני קרינת U.V.), על-פי אישור היצרן.

■ בדיקת התקנת מזגנים מפוצלים רב-מאדים

מזגן רב-מאדים הוא מזגן אשר יש בו מפוח אחד, המשותף לשתי יחידות מדחסים, הנמצאות מחוץ למבנה בתוך מעטה משותף, ולשתי יחידות של מאדים הנמצאות בתוך המבנה בחדרים שונים.

המזגן בנוי בצורה כזו, שלכל יחידה יש מעגל סופי משלה והמפוח מקבל הזנה דרך מפסק מחלף הזנה, מהיחידה הנכנסת ראשונה לפעלה.

את יחידות המאדים מומלץ להזין באמצעות מפסק דו-קוטבי ולא באמצעות תקע ובית תקע.

המפסק המחלף המזין את המפוח צריך להיות מדגם של "הפסקה לפני חיבור".

כאשר ההזנה מלוח הצרכן היא ליחידה החיצונית ומשם ליחידות הפנימיות, המעגל הסופי להזנת המזגן יהיה מעגל אחד (חד-מופעי או דו-מופעי), המשותף לכל ההזנות של היחידה החיצונית.

ליד היחידה החיצונית יש להתקין מפסק זרם או התקן ניתוק אחר עם נעילה, כפי שמתחייב מהתקנות.

■ ביקורת התקנה קבלים לשיפור מקדם ההספק

במתקנים שבהם קיים עומס השראתי העלול לגרום למקדם הספק נמוך, נדרש להתקין קבל לשיפור מקדם ההספק ל-0.92, וזאת על-פי דרישות כללי אספקת החשמל לצרכנים. במקומות אלה, הבדיקה מתבצעת כמתואר להלן:

מוודאים שמיתוג הקבל מתבצע באמצעות מפסק או מגען המסוגל למתג לפחות זרם, שעוצמתו פי 1.43 מערך הזרם הנקוב של הקבל.
אם היצרן ייעד את המפסק או את המגען יעמדו בזרם הקבל.

מוודאים שמבטחי שליפה מסוג כלשהו אינם משמשים מפסקים לניתוק קבלים, וזאת בגלל הסכנה של הופעת קשת חשמלית בעת ניתוקם. כמו כן, בודקים שהקבל המיועד למכשיר אחד מחובר להדקי הזינה של המכשיר ומתמתג – מתחבר או מתנתק – עמו.

■ בדיקת קבלים מרכזיים (במפעלים ובמשרדים)

מערכת מרכזית של קבלים לשיפור מקדם ההספק עבור מכוונות ומכשירים, המותקנת במפעלים ובמתקנים דומים, תשמש גם עבור הנורות הפלואורניות. אין צורך להתקין קבלים מיוחדים לכל מנורה בנפרד.

במתקנים משרדיים ודומים, מותר להתקין קבל משותף עבור מספר מנורות המתמתגות על-ידי מתג אחד. התקנת קבל מרכזי מותרת רק אם קיימת מערכת אוטומטית לשיפור מקדם ההספק.

■ ביקורת על אמצעים לפריקת הקבל

יש לוודא שהקבל מצויד באמצעי מתאים לפריקתו.
נגדי פריקה, או כריכות של מכשיר חשמלי המחוברות ישירות לקבל, ייחשבו לאמצעי פריקה מספיקים, אם הם לא יגרמו בעת הפריקה להמשך פעולת המתקן באופן מסוכן.

יש לוודא שאמצעי הפריקה מחוברים באופן קבוע להדקי הקבל, או מתחברים לקבל באופן אוטומטי עם ניתוקו מהזינה.

■ בדיקת מוליכי הזינה וההגנות שבמעגל הקבל

יש לוודא שהמוליכים במעגל זינה הקבל יוגנו בפני זרם קצר באמצעות מבטח, השווה לזרם הנקוב של הקבל כפול 1.43 (בוחרים את המבטח הקרוב ביותר לסדרה התקנית).
כמו כן, יש לבדוק שחתך המוליכים במעגל הזינה יתאים לזרם הנקוב של הקבל לפחות.

■ ביקורת של מיקום התקנת הקבל

מבצעים בדיקה חזותית לוודא שהקבל הותקן במקום במוגן בפני הצטברות לכלוך ורטיבות, מתקיימים בו תנאי אוורור טובים ויש אליו, בעת הצורך, גישה נוחה למטרות תפעול הקבל ובדיקתו.

8. ביקורת מובילים ומוליכים

ביקורת מובילים ומוליכים כוללת מספר בדיקות כמפורט להלן:

8.1 ביקורת התקנת המובילים

כאשר החשמלאי בודק מגיע לבדוק את מתקן החשמל, המובילים כבר טמונים בקירות או בבטון, וקשה לו לערוך ביקורת על אופן התקנת המובילים. יש להסתמך על האמינות והמקצועיות של החשמלאי שביצע את מתקן החשמל. לבדוק נותר רק לראות ולבחון את קצוות המובילים.

הבודק מאמת עם החשמלאי הנוכח במקום בעת הבדיקה, כי נעשה שימוש במובילים תקינים ושבמקומות חשופים, המובילים הם מסוג בלתי דליק או כבה מאליו. למקומות חשופים נחשבים מעברים פתוחים שמעל תקרות עם גגות רעפים וכו'.

במסגרת הביקורת מוודאים שמספר המוליכים שהותקנו בכל מוביל ומוביל, אינו מעל למותר בתקנות, בהתאם לשטח החתך של המוליכים ובהתייחס לקוטר המוביל.

בודקים שבאותו מוביל (צינור) הותקנו מוליכים מבודדים המשמשים מעגל יחיד ולא הותקנו מוליכים מבודדים המשמשים קווים או מעגלים שונים.

8.2 ביקורת התקנת המוליכים

לאחר שנבדקו צבעי המוליכים, כאמור בבדיקות הקודמות, בודקים במידת האפשר, ובהסתמך על דברי החשמלי, שנעשה שימוש במוליכים תקינים והם הותקנו כך שלא יינזקו בעת מעבר זרם קצר דרכם. כמו כן, בודקים שהמוליכים הותקנו במרחק מתאים מהשירותים האחרים שבמבנה: מקורות חום, צנרת גז, צנרת מים, צינורות חמים אחרים, כמו צינורות קיטור וכו'.

במקומות ציבוריים ובמקומות בהם קיימת סכנה מוגברת של שריפה התפשטות אש, התפוצצות או פגיעות מכניות (חוץ מחדרי מצברים המאווררים היטב), מוודאים שהמוליכים לא הותקנו בהתקנה גלויה, אפילו אם הם מוגנים מבחינת מכנית.

8.3 ביקורת התקנת כבלים

גם בבדיקה זו בודקים ומאמתים עם החשמלי, שנעשה שימוש בכבלים תקינים, שהתקנתם נעשתה במקומות מוגנים מבחינה מכנית ומבחינת פגיעה והתפשטות אש. כמו כן, מוודאים שהתקנתם נעשה בהתאם למתואר ומפורט בתקנות בדבר התקנת כבלים (ק"ת 1949).

הביקורת על אופן התקנת הכבלים ביחס להעמסתם נערכת בהתאם לדרישות המפורטות במיוחד ומופיעות בתקנות החדשות בדבר העמסה והגנה של מוליכים מבודדים וכבלים במתח עד 1000 וולט (ק"ת 5482), שפורסמו בנובמבר 1992.

עדכון התקנות נדרש בגלל הכנסתם לשימוש של כבלים בעלי בידוד חדיש למשל: כבל בעל בידוד מפוליאאתילן מוצלב (XLPE) וחומרי בידוד המאפשרים את העמסת הכבל בזרמים גבוהים יותר בגלל עמידותו התרמית של הבידוד בטמפרטורות גבוהות יותר. לא נפרט כאן את תהליך הבדיקה בפרוטרוט. עם תחילתן של התקנות החדשות, יש לנהוג בהתאם לאמור בהן.

8.4 ביקורת תיבות ומעברים

מוודאים בשטח עם החשמלאי, שתיבות שהותקנו על ידיו הן מהסוג המותר לשימוש על פי התקן. מדובר הן בתיבות הסתעפות והן בתיבות המיועדות להתקנת בתי תקע ומפסקים המותקנים במתקן הצרכן. בודקים שהתיבות הותקנו באופן יציב והן מחוזקות היטב, כך שחיזוקן יהיה תקין לאורך ימים. תיבות להתקנה בקיר (של מפסקים ובתי תקע) וכן אבזרים אלה, חייבים לכלול אפשרות של חיזוק לתיבת בשני ברגים על-פי דרישות התקנות החדשות ודרישות התקן הישראלי.

בודקים שהתקנת החיבורים והמהדקים הנמצאים בתיבות נעשתה על-פי הוראות התקנות שבחוק החשמל, כך שחיבורם לא יגרום לחימום או לשיתוך (קורוזיה) בנקודת החיבור. לשם כך, מוודאים שהחיבורים בין המוליכים נעשו באמצעות מהדקים תקינים המתאימים לחתכי המוליכים המותקנים.

כיום הוכנסו לשימוש מהדקים תקינים שאינם מצריכים שימוש בברגים. בודקים את התאמתם מבדקים תקינה לשטחי החתכים שלהם הם מיועדים. לחיבור המוליכים באופן תקין במהדקים תקינים, חשיבות משמעותית בעת מעבר זרם קצר בהם. סגירה מהודקת מדי עלולה לגרום לשבירת המוליך בעת התקנתו או בעת מעבר זרם קצר בו. החשמלאי המבצע צריך לדעת זאת ולהקפיד להשתמש במהדק הנכון וברגש מתאים עם הידוק המוליכים במהדקים.

בדיקה נוספת מתייחסת לגובה ההתקנה של תיבות ההסתעפות. מוודאים שגובה ההתקנה הוא לפחות 2 מטרים מעל לרצפה (אלא אם המכסה ניתן להסרה באמצעות כלים בלבד, ואז הגובה לא יפחת מ-15 ס"מ מעל לרצפה). במקרה שהתיבה אטומה בפני חדירת מים, אפשר להתקנה נמוך יותר).

לסיום, בודקים שפיתחי התיבה מאפשרים הכנסה והוצאה של המוליכים ללא פגיעה מכנית בהם.

8.5 ביקורת פסי צבירה

במהלך הביקורת בודקים שחישובי עמידות פסי הצבירה, כפי שנעשו על-ידי היצרן, מתאימים לכוחות האלקטרו דינמיים האמורים להתפתח בהם עקב זרמי הקצר הצפויים במתקן. מוודאים עמידה בדרישות התקנות לגבי החיזוקים, מרחק בין פסי הצבירה וכו'. במקומות ציבוריים חל איסור על התקנת פסי צבירה גלויים אפילו אם הם מוגנים מבחינה מכנית.

8.6 ביקורת התקנת גנרטורים

ביקורת התקנת הגנרטור נערכת בהתאם לתקנות בנושא גנרטורים (ק"ת 5000). בודקים שהתקנת מפסק-מחלף נעשתה באופן שמתקבלת הפרדה גלוונית מוחלטת בין הרשת לבין המתקן המוזן על-ידי הגנרטור, וכן שלא מתאפשרת חזרת מתח לרשת ההזנה. בתקנות גנרטורים, הנושא מפורט היטב ולכן לא נאריך בנושא זה כאן. יש להקפיד שמעגל המוזן מגנרטור יימצא במוביל נפרד ובקופסאות חיבורים נפרדות ממעגלים אחרים, שאינם מוזנים מאותו הגנרטור. זאת כדי למנוע חיבור שגוי בין המעגלים השונים מבחינת מקור האספקה. יש לשלט באופן ברור, בולט ובר קיימא את המעגלים הסופיים המוזנים באמצעות הגנרטור. כמו כן, בחוק מופיעים פרטים בנוגע לדרישות המבנה שבו מותקן הגנרטור.

8.7 ביקורת התקנת מערכות אל פסק (UPS)

- יש לוודא התקנתן של מערכות אל פסק בהתאם לנדרש בתקנות החשמל (התקנת מערכות אל פסק סטטיות במתח נמוך), התשנ"ג – 1993, שהתפרסמו בק"ת 5512 (30.3.93).
- מערכות אל פסק המותרות לשימוש, צריכות להתאים לתקן ישראלי ת"י 2146.
- יש לוודא שמערכת האל פסק ואופן התקנתה יבטיחו, שבעת הפסקת הזינה לא יופיע מתח חוזר העולה על מתח נמוך מאוד בין שני הדקים כלשהם של המבוא למשך יותר מ-5 שניות.

■ במערכות אל פסק המחברות לזינה באופן קבוע באמצעות מפסק, ובהן קיים חיבור גלווני בין מוליך האפס במבוא לבין מוליך האפס במוצא, יש לבדוק רציפות של מוליך האפס מרשת הזינה ועד למוצא מערכת האל פסק, ולוודא שבמערכות חד-ומפעיות המפסק יהיה חד-קוטבי ובמערכות תלת-ומפעיות, המפסק יהיה תלת-קוטבי.

■ במערכות אל פסק בהן קיימת הפרדה גלוונית בין מוליך האפס במבוא לבין מוליך האפס במוצא, אמצעי ההגנה בפני חישמול המותרים הם:

- הארקת שיטה
- הפרד מגן
- זינה צפה

■ במערכות אל פסק המוזנות באמצעות תקע ובית תקע, בהן קיים חיבור גלווני בין מוליך האפס במבוא למוליך האפס במוצא, אין להשתמש באמצעי הגנה בפני חישמול בהיפרד מגן או בזינה צפה. יש להבטיח (באמצעות חישוב או ניסוי), שבמקרה של קצר, כאשר התקע המזין "שלוף" מפל המתח בין מוליכי ההגנה, לא יעלה על מתח נמוך מאוד למשך יותר מ-5 שניות, ואם המתח בין פין ההארקה לבין פין האפס של התקע עולה על מתח נמוך מאוד, מערכת האל פסק צריכה להיפסק באופן אוטומטי ללא השהייה.

■ יש לוודא שמערכת האל פסק תותקן בצורה שתאפשר גישה נוחה לכל חלקיה לצורך תפעול ותחזוקה. מיקום ההתקנה צריך להיות מואר ומאוורר. כמו כן, יש להתקין את המצברים במקום מאוורר, כדי למנוע חימום יתר והצטברות גזים רעילים.

■ יש לוודא שבמערכת אל פסק המוזנת ממצברים ממוקמים מחוץ למעטפת שלה, יותקן בקרבת המערכת במקום נוח לגישה, אמצעי לניתוק הזרם הישר.

■ יש לוודא שבמערכות אל פסק יימצא השילוט הבא:

זהירות – מערכת אל-פסק:
קיים מתח גם לאחר הפסקת הזינה

לידי בתי תקע ומפסקים המוזנים ממערכת אל-פסק ייקבע שלט:

מוזן ממערכת אל-פסק

במערכת אל-פסק המוזנת בחיבור קבוע, בה קיים חיבור גלווני בין מוליך האפס (N) במבוא לבין מוליך אפס (N) במוצא, ליד פס האפס בכל לוח במסלול הזינה של המערכת יותקן שלט:

זהירות – מוליך האפס משמש גם להארקת השיטה של מערכת אל-פס ואין להפסיק את רציפותו

כמו כן, מומלץ שמערכות אל-פסק יצוידו בשילוט הבא:

אין חיבור גלווני
בין מוליך האפס (N) במבוא
לבין מוליך האפס (N) במוצא

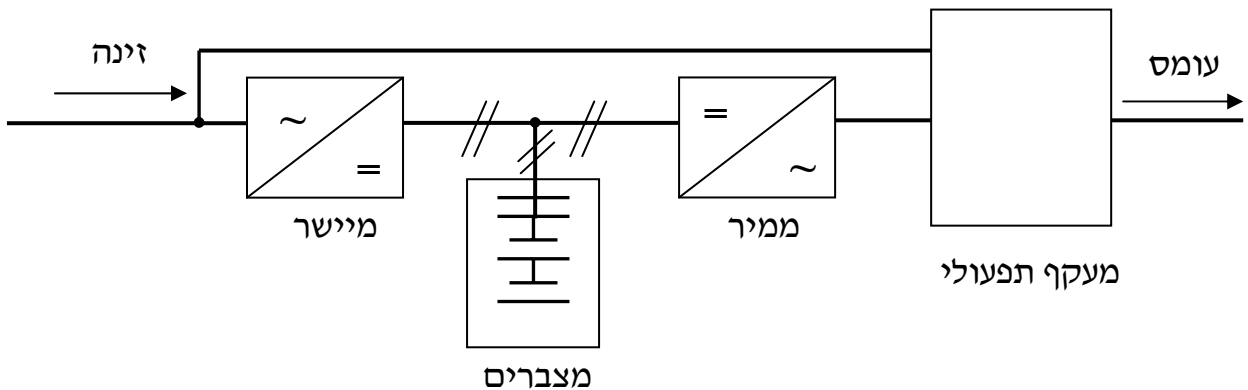
קיים חיבור גלווני
בין מוליך האפס (N) במבוא
לבין מוליך האפס (N) במוצא

שילוט זה יהיה בהתאם לעניין, קריא ובר קיימא.

להלן ארבעה איורים בנושא מערכות אל-פסק לצורך הבהרת התקנות החדשות בנושא:

מעקף תפעולי

התקן המאפשר העברה אוטומטית של זינה עומס בין רשת הזינה לבין מערכת אל-פסק, באמצעות רכיבים סטטיים או מגענים.



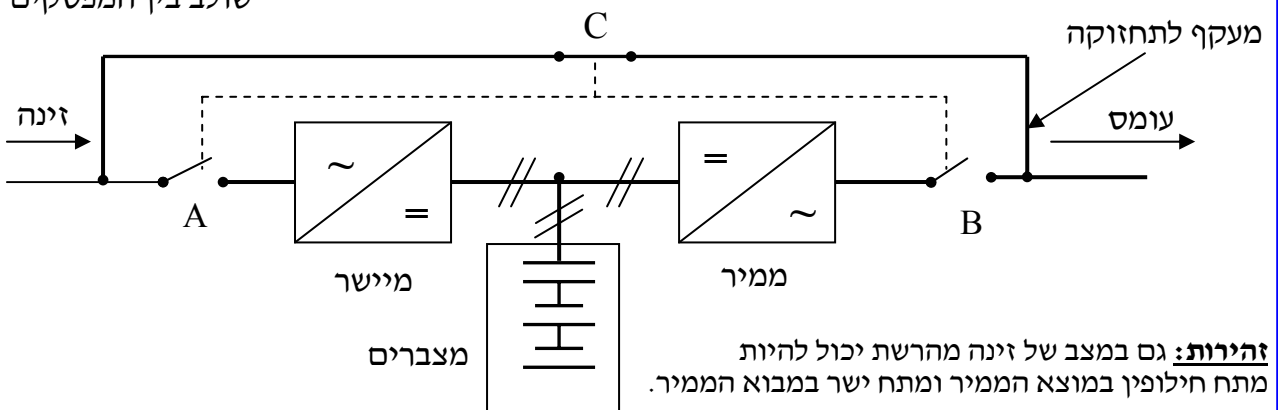
איור 8.1: מערכת אל-פסק, מעקף תפעולי

מעקף לתחזוקה

התקן של מפסקים אלקטרו-מכניים המאפשר זינה העומס ישירות מרשת הזינה לצורכי תחזוקה וכיוצא באלה.

דוגמא של מעקף לתחזוקה – 3 מפסקים אלקטרו-מכניים משולבים.

שולב בין המפסקים

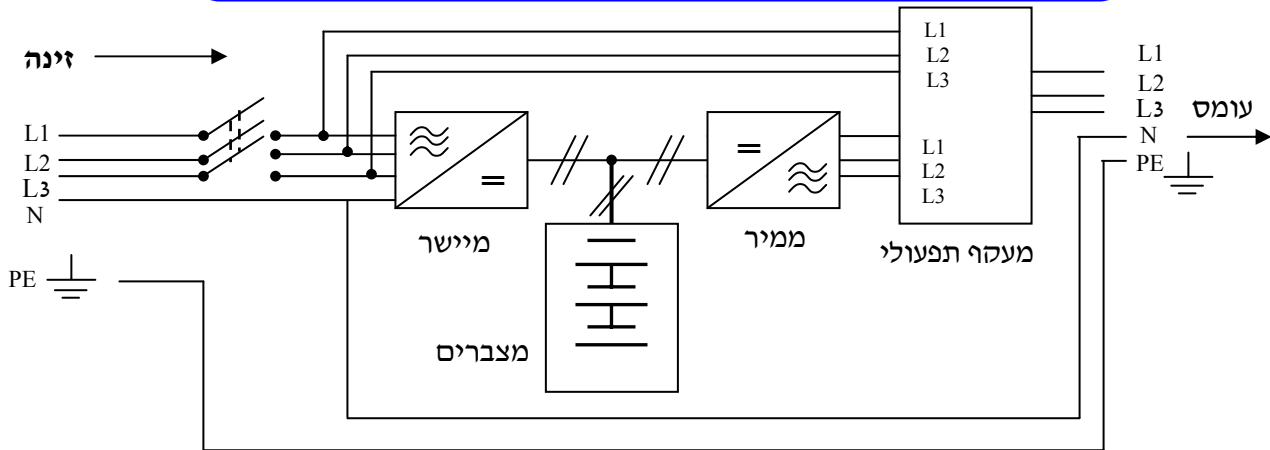


זהירות: גם במצב של זינה מהרשת יכול להיות מתח חילופין במוצא הממיר ומתח ישר במבוא הממיר.

איור 8.2: מערכת אל-פסק, מעקף לתחזוקה.

אופן החיבור לזינה – חיבור קבוע

- 2 (1) (א) חיבור קבוע באמצעות מפסק.
 2 (2) (א) הימצאות חיבור גלווני בין מוליך האפס (N) במבוא לבין מוליך האפס (N) במוצא.
 2 (3) (א) הימצאות מעקה תפעולי.

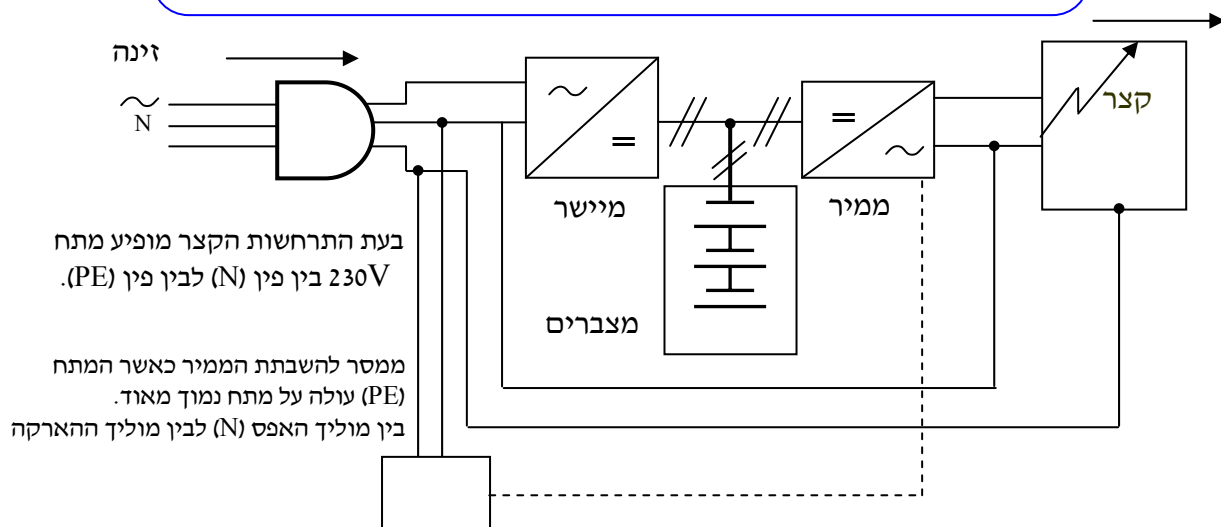


חשוב: 1. יש לוודא רציפות האפס (N) עד להדקי הצרכן! 2. אסור להתקין הארקת שיטה למוליך האפס!

איור 8.3: אופן החיבור לזינה – חיבור קבוע

אופן החיבור לזינה – חיבור באמצעות תקע ובית תקע

- 2 (1) (ב) חיבור באמצעות תקע ו בית תקע המותר בזינה חד מופעי של עד 16 אמפר בלבד.
 2 (2) (ב) הימצאות חיבור גלווני בין מוליך האפס (N) במבוא לבין מוליך האפס (N) במוצא.
 2 (3) (ב) העדר מעקה תפעולי.



איור 8.4: אופן החיבור לזינה – חיבור באמצעות תקע ובית תקע

חיבור הצרכן לרשת האספקה ובדיקת לולאת התקלה

רק לאחר גמר ביצוע הבדיקות שתוארו בפרקים הקודמים, מגיע זמן חיבור הצרכן לרשת האספקה. ברגע זה, החשמלאי שביצע את המתקן מאשר לבדוק את האפשרות לחבר את האספקה, כלומר שכל המכשירים והאבזרים השונים, המנועים וכו', העלולים לפעול ולגרום נזק עם מתן האספקה, נותקו. לאחר שהתקבל אישור החשמלאי, מכניס את נתיכי החברה ומאפשר לצרכן לחבר את מתקנו לרשת החשמל באופן הדרגתי ומבוקר לאחר שהמתקן חובר בשלמותו לרשת, עורכים את הבדיקות האחרונות – בדיקה חזותית, שמטרתה לוודא שהכל פועל כשורה, ובדיקה נוספת חשובה ביותר – בדיקת לולאת התקלה. בדיקה זו מתבצעת, עד כמה שאפשר, בבית התקע המרוחק ביותר ממקור האספקה ובנקודות נוספות, אם נדרש.