



מפסק מגן - תפקיד ונוהל בדיקה

אחד מהאביזרים היעילים
והחשובים להגנה מפני
התחשמלות במערכת
החשמל הוא מפסק מגן

ד"ר אלכס טורצקי

הכותב הוא מנהל חברת

ATES - Alex Turezky Electricity & Safety
(aturezky@gmail.com)

תפקידו העיקרי של מפסק המגן הוא הגנה מפני התחשמלות של בני אדם, אבל אין זה תפקידו היחיד. מפסק מגן יכול גם להתריע על שריפות שעוללות להיגרם במערכת החשמל, להתריע על בידוד פגום בכבלי חשמל, תקלות אחרות בלוחות החשמל וגם על פגמים במערכות האיסטלציה של החשמל. כל האפשרויות הללו מציבות את מפסק המגן ככלי הראשון במעלה בחשיבותו בנושא בטיחות חשמל.

למפסק מגן שמות רבים ושונים בציבור, למרות שבתקנות החשמל יש למפסק המגן הגדרה ושם אחד, הוא מוגדר כ"מפסק מגן". השמות המקובלים הנוספים בציבור הם: מפסק זרם דלף, מימסר פחת, מפסק נגד התחשמלות וכד'.

סוגי המפסקים שנמצאים בשימוש

- **RCD** - (Residual Current Device). מקובל בישראל, אוסטרליה ואירופה, עם זרם הפעלה 0.03 A (אמפר), וזמן תגובה בטווח 30-300 מילישניות.
- **GFCI** - (Ground Fault Circuit Interrupter). מקובל בארה"ב וקנדה. עם זרם הפעלה 0.005 A וזמן תגובה 25 מילישניות.

זרם הפעלה נומינלי - $I_{\Delta n}$ - של מפסקי RCD בישראל להגנה נגד התחשמלות של בני

אדם הוא 0.03 A או 0.01 A . בנוסף לכך למפסק מגן תפקידים אחרים כמו הגנה משריפות - 0.3 A , הגנה על בעלי חיים - 0.5 A , הגנה על ציוד חשמלי - עד 1.0 A וזמן הפעלה או זמן תגובה בין 30 ל-300 מילישניות. מפסק מגן חייב לתפקד גם כאשר ישנה ירידת (שקיעה) מתח אפילו עד 50%. בישראל מקובלים בשימוש מפסקי מגן בדגמים כמו: **דגם "A"**, שרגיש לזרמי זליגה בצורת סינוס וכן לזרמי זליגה עם מרכיבים של זרם ישר וגלי קפיצות זרמים (פיקים של הרמוניות שונות). מפסק זה מומלץ בשימוש תעשייתי וחובה לשימוש במיתקנים ביתיים; **דגם AC** - הרגיש רק לזרמי זליגה בצורת סינוס. אסור לשימוש במיתקנים ביתיים. קיימים גם דגמים כמו **"B"** ו**"S"**.

מתי מפסק מגן לא יעזור

מפסק מגן איננו מבחין מי התחבר אליו, בן אדם או מכשיר חשמלי. אם בן אדם יגע בוזמנית בפאזה ובאפס - לא ייווצר זרם זליגה והמפסק לא יעבוד. במקרים אלה יעילה רק שיטת בידוד מגן או הפסקת פעולת המכשיר. מפסק מגן לא יעבוד במקרה של קצר בין פאזות ומוליך אפס.

ההיסטוריה של מפסק המגן

מפסק המגן הראשון הומצא בגרמניה בשנת 1928, על ידי חברת RWE. בשנת 1937 יצרה חברת Schutzapparategesellschaft Paris & Co את המפסק הפעיל הראשון ברגישות 0.01 A , וזמן תגובה 0.1 שניות. באותה שנה ביצע מתנדב בחברה ניסוי על עצמו שהסתיים למזלו בהצלחה.

בתחילת שנות ה-70 ייצרו מפסקי מגן ללוחות חשמל בצורת מפסק רגיל. בתחילת שנות ה-80 התחילו בארה"ב לייצר מפסקי מגן מובנים בבתי תקע. באירופה ובישראל מקובלים מפסקי מגן בלוחות בצורת מפסק עצמאי.

שימוש במפסק מגן מדגם AC

תקנות החשמל לא קובעות באיזה דגם של המפסק להשתמש. קיימת התייחסות לדגם של מפסק בתקנים ישראלים המצוינים בהמשך. במסגרת תקנים נקבע שבמיתקני חשמל בארץ אסור להשתמש במפסקי מגן מדגם AC. הדרישה מתייחסת רק להתקנת מפסקים חדשים מדגם A. אין חובה להחליף מפסקים ישנים, אלא בהחלטת המתכנן.

עיקרון הפעולה של מפסק מגן

עיקרון הפעולה הוא בדיקת אי שוויון זרמים נכנסים וזרמים יוצאים במעגל חשמלי. הבדיקה נעשית על פי חוק קירכהוף הראשון, המוכר כחוק הזרמים, שקובע כי סכום זרמים הנכנסים לנקודה חשמלית

חובת התקנה

חובת ההתקנה של מפסק מגן היא בלוח דירתי להגנה בלעדית, בלוחות חשמל של אתרים רפואיים, למכשירי חשמל מיטלטלים, במיתקני חשמל ארעיים, באתרי בנייה ובחקלאות.

לפידריות חוק התכנון והבנייה, פרק יא: חשמל ואנרגיה, סעיף 1.1.9 בטיחות חשמל: "לוח חשמל המיועד לזינת מכשירי חשמל מיטלטלים המוחזקים ביד, יצויד במפסק מגן המופעל בזרם דלף, ברגישות 0.03 אמפר לכל היותר; מפסק זה יופעל לניסוי אחת לחודש באמצעות לחיצה הביקורת שלו".

חובת בדיקה

חוסר בדיקה והפעלה (בדיקת הפעלה) של מפסק מגן במשך מספר חודשים גורמת לתפיסת מגעים ואי תפקוד במקרה הצורך. במקרה תפיסת מגעים

מומלץ לנער/לטלטל את מתג המפסק מספר פעמים כדי לשחרר את המגעים התפוסים. אי הזנת בתי תקע דרך מפסק מגן תגרום בעת התרחשות תקלות חשמל להיעדר הגנה נגד התחשמלות. לפי כך יש לבדוק הפעלת מפסק המגן וקיום חיבורו לשקעים.

דרישות רמות זרם-דלף למפסק מגן

בעולם ישנן דרישות (על פי תקנים) אמריקניות ואירופיות. לפי גישות אלה קיימות רמות לזרם הפעלת המפסק להגנה בפני שריפה והתחשמלות ברגישות (זרם דלף נומינלי $I_{\Delta n}$) של 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1.00, 0.01 אמפר.

תחיקה ישראלית:

א. דרישות התקנות לבדיקת מפסק מגן והפעלתו:

1. בתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן-1990, תקנה 5 (א) "לוח חשמל המיועד לזינה מכשירים חשמליים מיטלטלים המוחזקים ביד, יצויד במפסק מגן המופעל בזרם דלף, ברגישות 0.03 אמפר לכל היותר; **מפסק זה יופעל לניסוי אחת לחודש באמצעות לחיצה ביקורת שלו.**" דרישה זו מחייבת רק במקומות בהם חלות תקנות הבטיחות בעבודה. מותר שבדיקה תבוצע בידי אדם שאינו חשמלאי.

2. על פי תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991 בתקנה 80 "תוצאות הבדיקה רישומן ושמיירתן". (א) תוצאות הבדיקה של מיתקן לייצור ולחלוקת חשמל יירשמו ויישמרו בידי הבודק, בעל המיתקן או



מפסק מגן

רפואיים במתח עד 1000 וולט), התשנ"ה-1994, פרק ד: הגנות בפני חישמול, תקנה 18 מפסק מגן בקו - "מיתקן בקו זינה מפסק מגן יהיה זרם הפעלתו כזה שתובטח שמירת סלקטיביות בינו לבין מפסקי מגן המוזנים דרכו".

בדיקה תקופתית של מפסק מגן על פי תקנה ישראלית

• תקן ישראלי ת"י 61009, חלק 1, 2012, מפסקי מגן הפועלים בזרם שיורי (זרם דלף), בשילוב הגנה נגד זרם-יתר (מפסקי מגן משולבים), המיועדים לשימוש ביתי ושימושים דומים: דרישות כלליות.

• תקן ישראלי ת"י 61008, חלק 1, 2007, מפסקי מגן הפועלים בזרם שיורי (זרם דלף), ללא שילוב הגנה נגד זרם-יתר, והמיועד לשימוש

ביתי ושימושים דומים: דרישות כלליות.

• תקן ישראלי ת"י 1038 - חלק 2.01 "על מפסק מגן משולב הפועל בזרם-דלף ובזרם-יתר לשימוש ביתי ולשימושים דומים: חלות הדרישות הכלליות על מפסק שפעולתו אינה תלויה במתח הזינה. מפסקי מגן משולבים הם מטיפוס כללי שעמידים בפני שימוט (tripping) לא רצוי, לרבות במקרה שנחשולי מתח (זרמי מעבר בעקבות מיתוג או מזרמים המושרים על ידי ברק) יוצרים זרמי עומס במיתקן ללא הופעת רשף (קשת חשמלית).

מאמרים:

1. ד"ר אלכס טורצקי "מפסק מגן מפסק חשמל המופעל בזרם דלף" (ראו באתר האינטרנט של המוסד לבטיחות ולגיהות).
2. ד"ר אלכס טורצקי "דרישות וסוגים של מפסקי מגן" (ראו באתר האינטרנט של המוסד לבטיחות ולגיהות).

מחזיקו. (ב) תוצאות הבדיקה במיתקן צריכה לפי תקנות 78 ו-79 יירשמו בידי בודק המיתקן לפני הפעלתו הראשונה ובבדיקות התקופתיות: הרישומים ישמרו בידי הבודק או בעל המיתקן או מחזיקו

3. בתקנות החשמל (הארקה ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991, סימן ו: מפסק מגן הפועל בזרם דלף, תקנה 72 "בדיקה תקופתית של מפסק מגן" (א) כושר פעולתו של מפסק מגן ייבדק מזמן לזמן בפרקי זמן סבירים; (ב) מותר שבדיקה כאמור תבוצע בידי אדם שאינו חשמלאי.

4. תקנות החשמל (מיתקן חשמלי ארעי באתר בנייה במתח שאינו עולה על מתח נמוך), התשס"ג-2002, תוספת שניה, "מפסק מגן ייבדק אחת לשבוע לפחות"

ב. דרישת הגנה על-ידי מפסק מגן למעגלים סופיים של מיתקן רפואי:

מקור: תקנות חשמל (מיתקני חשמל באתרים

תדירות בדיקות	מס' סעיף/ תקנה	שם התקנה
אחת לחודש באמצעות לחיצה הביקורת שלו. רשאי לבצע אדם שאינו חשמלאי	5 (א). בדיקת מפסק מגן המופעל בזרם דלף, ברגישות 0.03 אמפר	תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן-1990
אחת לשבוע לפחות על ידי לחיצה על לחיצה בדיקה, רשאי לבצע גם אדם שאינו חשמלאי	תוספת שניה (תקנות 72 (ב) בדיקות תקופתיות של מפסק מגן	תקנות החשמל (מיתקן חשמלי ארעי באתר בנייה במתח שאינו עולה על מתח נמוך), התשס"ג-2002
אחת ל-3 חודשים לפחות באמצעות מכשיר בדיקה למפסק מגן, ע"י חשמלאי בעל רישיון חשמלאי מעשי לפחות	במקרים של שימוש במפסק מגן כהגנה בלעדית בפני חישמול, כושר פעולתו ייבדק מזמן לזמן בפרקי זמן סבירים; מותר שהבדיקה תבוצע על ידי אדם שאינו חשמלאי	תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט), התשנ"א-1991



מכשיר בדיקת קיום פחת וקיום חיבור שקע דרך מפסק מגן



מכשיר בדיקה חשמלי. המכשיר בודק פרמטרים שונים של המפסק כמו, לדוגמה: זמן תגובה, רגישות וחלקי זרם

נוהל בדיקת מפסקי מגן

1. מטרה:

- קביעת נוהל בדיקה של מפסק מגן ורישום תיעוד בדיקה;
- כניסה לחדר או לוח חשמל והפעלה/הורדה מפסק מגן בלוח חשמל מתח נמוך;
- תיעוד בטופס בדיקה;
- הנחיות לגורם המבצע.

עקרונות

- נוהל בטיחות זה מיועד לחשמלאי ועובדים מורשים;
- הוראות הנוהל מתאימות למי שאינם חשמלאים - עובד מורשה;
- אחת לתקופה הנדרשת (לדוגמה: לחודש ימים), תבוצע בדיקת הפעלה של מפסק מגן;
- אחת לשנה תבוצע בדיקה חשמלית של מפסק מגן שכוללת בדיקת רגישות וזמן תגובה. בדיקה זו תבוצע על ידי חשמלאי עם רישיון חשמלאי מעשי לפחות, או חשמלאי מסוייג;
- הלוח המאושר לגישה והפעלת מפסק על ידי מורשה (ללא רישיון חשמלאי) יאושר ע"י מנהל מחלקת החשמל.

אחריות:

- האחריות להכשרת עובדים מורשים לבדיקת מפסקי מגן מוטלת על מנהל המפעל;
- האחריות לבטיחות בביצוע בדיקה וגישה ללוחות מוטלת על מנהל מחלקת חשמל.

2. הגדרות:

- מפסק מגן** - (מימסר זרם דלף, מפסק פחת) - התקן המיועד לנתק אוטומטית את המיתקן ממקור הזינה במקרה של הופעת זרם דלף במיתקן.
- בדיקת הפעלה** - תהליך לחיצה על מפסק "טסט" של מפסק המגן לצורך הפעלתו במצב מחובר לרשת החשמל.
- מי רשאי לבצע בדיקת הפעלה** - תהליך בדיקת מפסק מגן על ידי לחיצה על לחצן טסט. יכול להתבצע על ידי כל אחד מהעובדים המורשים.
- בדיקת רגישות** - תהליך בדיקת זרם הפעלה של מפסק מגן על ידי מכשיר ייחודי. רגישות מפסק מגן להגנת בני אדם נגד התחשמלות היא 0.03 A.
- בדיקת זמן תגובה** - תהליך בדיקת משך הזמן לצורך הפעלת מפסק מגן על ידי מכשיר ייחודי, זמן תגובה המותר למפסק מגן להגנה נגד התחשמלות, הוא 30 עד 300 מילישניות.
- בדיקה חשמלית** - בדיקה הכוללת "בדיקת רגישות" ובדיקת "זמן תגובה" של מפסק מגן. הבדיקה תבוצע על ידי חשמלאי שאושר על ידי מנהל מחלקת חשמל.
- בדיקת חיבור** (למפסק מגן) - בדיקת קיום חיבור מפסק מגן במעגל חשמל, נבדקת באמצעות מכשיר בדיקה מתאים. ביצוע על ידי חשמלאי המפעל.
- מורשה לבדיקת מפסק מגן** (מורשה) - עובד ללא רישיון חשמלאי שעבר הדרכה והכשרה על גישה ללוח חשמל,

5. דוגמת טופס בדיקה תקופתית של מפסק מגן:

מפעל/ארגון _____

מס' סדר	מיקום המפסק	שם או מספר מעגל	תקין (+) לא תקין (-)	תאריך בדיקה	תאריך הבאה	שם הבדוק	הערות
1							
2							

- זיהוי ואופן הפעלתו של מפסק מגן, ווידא תקינותו ואושר על ידי אחראי חשמל. העובד הזה רשאי לבצע רק **בדיקת הפעלה** של מפסק מגן בלוח שסומן כלא מסוכן.
- סימון הלוח** - שלט או מדבקה שעליו סומן עיגול בצבע ירוק או כיתוב "לוח לא מסוכן". סימון זה מיועד למניעת גישת עובדים מורשים ללא רישיון חשמלאי. סימון הלוחות נמצא באחריות מנהל מחלקת חשמל.

3. מי רשאי לבדוק:

- חשמלאי ברישיון.
- עובד מורשה.

4. תיעוד:

- חתימה על טופס בדיקה תקופתי על ידי הבדוק.
- מסירת טופס בדיקה לממונה על הבטיחות או מנהל אחראי.

א. ביצוע כללי

- בדיקת הפעלה של מפסק מגן תבוצע במפעל אחת לחודש על ידי חשמלאי או מורשה לבדיקת מפסק מגן.
- בדיקה חשמלית שכוללת רגישות וזמן תגובה של מפסק מגן תבוצע על ידי חשמלאי מעשי לפחות, או חשמלאי מסוייג.
- בדיקת הפעלת מפסק מגן מותרת ל-"מורשה לבדיקת מפסק מגן" באישור מנהל מחלקת חשמל.
- בדיקת חיבור מפסק מגן במעגל חשמל תבוצע על ידי חשמלאי. את הבדיקה מבצעים אחרי התקנה ראשונה של בתי תקע במעגל ובהמשך תבוצע בדיקה חוזרת אם יש שינויים בהתקנות חשמל. ולפי דרישות חשמלאי לביצוע תחזוקה שוטפת.
- בסיום כל סוג של בדיקה המבוצעת יש למלא טופס מתאים לאותה בדיקה

ולמסור לממונה (ראו טופסי בדיקה
בנספחים להלן).

6. דרישות בטיחות ללוח ולחדר חשמל לעובד מורשה:

- הלוח חייב להיות מואר ברמה נאותה ומצויד בתאורת חירום.
- לאחר פתיחת הלוח – יש לוודא שקיימת הגנה למניעת קירבה למגעי חשמל (לא קיימת אפשרות לנגיעה אקראית במגעיים חשופים), ואין סכנת התחשמלות.
- במקרה שישנה סכנת התחשמלות על החשמלאי להשתמש בצויד מגן נגד פגיעה מקשת חשמלית והתחשמלות, עובד מורשה יסגור את הדלתות של הלוח וידווח למנהל אחראי.

7. אופן ביצוע בדיקת הפעלה:

א – מבצע בדיקה מורשה ניגש לארון או לוח חשמל בו מותקן מפסק מגן (לוח חשמל שעומד בדרישות בטיחות לגישה אליו על ידי חשמלאים או עובדים מורשים). תהליך ביצוע הבדיקה מפורט בנספח 1.

ב – מבצע הבדיקה המורשה לוחץ על לחצן הבדיקה (טסט) ומוודא שהמתג של המפסק "קפץ" והתקיים ניתוק של זרם החשמל במעגל. וידוא הניתוק ייעשה ויזואלית (אם זו תאורה) או על ידי לחצן הפעלת מכונה/צויד שעבדו עד לבדיקה.

ג – לפני בדיקת מפסקי מגן יש לבדוק שלא ייגרם נזק לבני אדם או לתהליך הייצור והצויד.

ד – אחרי הניתוק יש לבצע הרמת מתג המעגל בחזרה.

ה – וידוא החזרת החשמל לצרכני המעגל.
ו – בתום הבדיקה יש לתעד אותה בטופס (נספח 2, כדלקמן) ותיוק במשרד מנהל מחלקת חשמל.

ז – יש לתעד ולשמור את תוצאות הבדיקה.

ח – יש לסמן בטופס כדלקמן: לתקינות יש לסמן (+), לאי-תקינות יש לסמן (-) ולרשום את הליקוי בהערות.

ט – עתק של הטופס יועבר לממונה על הבטיחות במקום.

8. אופן ביצוע בדיקה חשמלית ובדיקת חיבור:

בדיקה חשמלית של מפסק מגן תבוצע על ידי חשמלאי באמצעות מכשיר דיגיטלי מתאים. על צג המכשיר יצוינו פרמטרים הנבדקים במפסק מגן.

בדיקת חיבור מפסק מגן במעגל חשמלי מבצעים באמצעות חיבור מכשיר לבית התקע שבמעגל הנבדק.

ב. דרישות בטיחות בבדיקת מפסקי מגן

1. דרישות בטיחות לבדיקה על ידי חשמלאי
1. במקרה שקיימת סכנת התחשמלות יש

להשתמש בצויד מגן נגד פגיעה מקשת חשמלית (רשף) והתחשמלות.

2. במקרה של גילוי סיכון כלשהו, חשמלאי ידווח למנהל על הליקויים.
3. חשמלאי יאשר בחתימתו קבלת ההדרכה המתייחסת להוראות הבטיחות.
4. צויד מגן אישי יכלול משקפי מגן, כפפות מתאימות למתח המיתקן, נעלי בטיחות וביגוד מכותנה או מחומר דומה לה.
5. בשעות החשיכה או חוסר תאורה יש להצטייד בפנס.
6. חשמלאי ימלא טופס בדיקת מפסק מגן (ראו נספח 1).
7. הערה: בבדיקות ובמידות אין צורך לעבוד בזוגות.

2. דרישות בטיחות לבדיקה על ידי מורשה ללא רישיון חשמלאי

1. המנהל יבדוק את מצב הבטיחות של המיתקנים ומערכת החשמל בחדר.
2. הלוח חייב להיות מואר ברמה נאותה ומצויד בתאורת חירום.
3. הכניסה לחדר חשמל מותרת בתנאי שכל הלוחות סגורים והמעברים פנויים ומוארים.
4. פתיחת לוח חשמל בו מבצעים הפעלה/הורדת מפסקים, מותרת רק לפי סימון.
5. לאחר פתיחת הלוח, יש לוודא שקיימת הגנה למניעת קירבה למגעי חשמל

ג. נספחים:

נספח 1. טופס בדיקת הפעלה מפסקי מגן (דוגמה)

טופס בדיקת הפעלה מפסקי מגן (דוגמה) הנחיות לגורם המבצע: (בדיקה פעם לחודש)

לפני בדיקת מימסרי פחת יש לבדוק שלא ייגרם נזק כלשהו עקב הבדיקה.
יש ללחוץ על לחצן הבדיקה שנמצא על מימסר הפחת ולוודא שהמימסר מתנתק.
הרמת מנתק המעגל בחזרה.
וידוא חזרת החשמל לצרכני המעגל.
בתום הבדיקה יש לסמן בטופס: לתקינות סמנו (+), לאי-תקינות סמנו (-) ולרשום את הליקוי בהערות.
יש למסור את הטופס למשרד רמ"ח צויד

שם מלא מבצע בדיקה חתימה מבצע בדיקה

נספח 2 – טופס בדיקה חשמלית

טופס בדיקה חשמלית של מפסקי מגן (דוגמה) בדיקה פעם בשנה*

שם מלא חשמלאי מבצע חתימה חשמלאי מבצע

מס' סדר	מיקום המפסק מגן	שם או מספר מעגל	תקין (+) לא תקין (-)	תאריך בדיקה	תאריך הבאה	הערות
1	לוח משרדים:	מעגלים 7÷13	+	XX/xx/xx		
2	לוח חדר הדרכה	מעגל 8-5	-	XX/xx/xx		רנישות לא מתאמה

* העתק: לממונה על הבטיחות ■