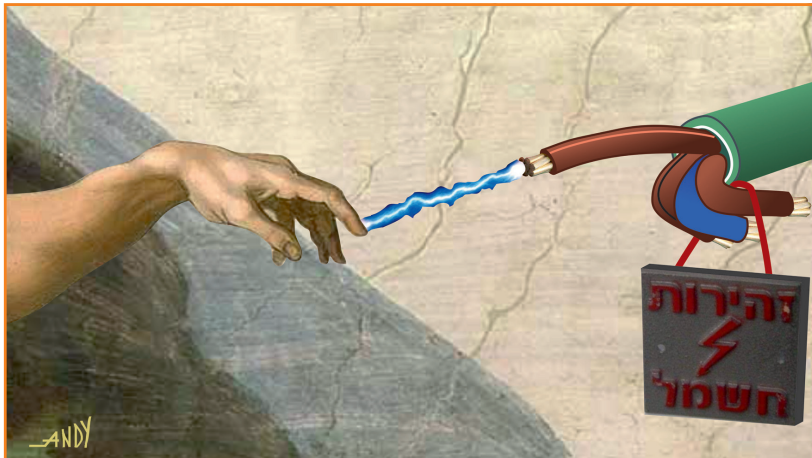


# תקנות, חישמולים ומה שביניהם תהליך איתור חישמול ודרך הטיפול בו

**"ונשמרתם מאוד לנפשותיכם"**

דברים ד' ט"ו

- ביצוע עבודות חשמל על-ידי אנשים ש"מכינים בחשמל", כלומר אנשים שאינם חשמלאים בעלי רישיון כמתחייב מחוק החשמל ומיתקנות החשמל (רישיונות), ולכן, בין הייתר אינם מודעים לסכנות הכרוכות בביצוע עבודת החשמל.
- תיקון מכשירי חשמל באופן מאולתר בשיטת ה"יהיה בסדר".
- גישור וניטרול מפסק מגן עקב זליגות הגורמות להפסקות חשמל תקופות. כך כביכול מעלים את אמינות האספקה על חשבון בטיחות המשתמש. אפשרות נוספת היא מצב של הזנת חלק מהמעגלים הסופיים במיתקן החשמל ללא מפסק מגן, כמו הזנת דוד חשמל ממונה זרם לילה ללא מפסק מגן.
- ביצוע עבודות חשמל שלא בהתאם לתקנות ייעודיות, ביצוע עבודת עמ"ח בניגוד לנדרש בתקנות החשמל (עבודה במיתקן חי או בקרבתו), שימוש במכשיר מטלטל ללא מפסק מגן בניגוד לנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל).



איור: אנדי צ'אושו

תופעת החישמול קיימת במיתקני חשמל, והיא מופיעה עקב ליקוי במכשיר חשמלי או במיתקן החשמל. רמת החישמול והנזקים לגוף האדם בזמן התחשמלות תלויים בין היתר בסוג המתח וברמתו, בעוצמת הזרם ובמסלולו, בהתנגדות גוף האדם, ובפרק הזמן שבו מתרחשת ההתחשמלות.

ככל שמיתקני החשמל ורשתות החלוקה נעשים מורכבים יותר וכוללים מקורות אספקה מרובים, כגון גנרטורים היכולים לעבוד במקרים מסוימים גם במקביל לרשת, מערכות גיבוי

UPS, מיתקנים לייצור חשמל מאנרגיית השמש בשיטות שונות, ומיתקנים לייצור חשמל מאנרגיית הרוח, גוברת הסכנה להופעת חישמול. עם זאת, ניתן למנוע ולהקטין את כמות התקלות והחישמולים באמצעות פעולות תחזוקה יעילות, ביצוע עבודות במיתקני החשמל רק באמצעות בעלי מקצוע בהתאם לחוק ולתקנותיו, וכן בעזרת בדיקה תקופתית של מיתקני החשמל

בכלל, וביצוע בדיקה תקופתית למפסק המגן ושמידתו במצב תקין, בפרט. כל אלו ועוד יכולים לעזור במניעת חישמול ובצמצום הנזק למיתקן החשמל ולמשתמשים כאשר מתרחשת תקלה. ככלל, הגנות במיתקני החשמל נועדו להגן על המיתקן ועל המשתמש בו כבר בעת קרות התקלה הראשונה - בהנחה שהשימוש במיתקן החשמל הוא השימוש המקובל. שילוב של שתי תקלות בעת ובעונה אחת, או כאשר תקלה קודמת לא תוקנה במועד ולאחריה אירעה תקלה נוספת, יכולים להיות מסוכנים, ולגרום תוצאות קשות למיתקן ולמשתמשים כאחד.

חישמול במיתקן חשמל יכול להיווצר משני מקורות עיקריים:

- **חישמול שמקורו בתוך המיתקן** - מאופיין בכידוד לקוי במיתקן או במכשירים, בליקוי במערכת הארקה, או בחיבורים לא נכונים של אביזרים או מכשירים במיתקן.
- **חישמול ממקורות חיצוניים** - מאופיין בהעברת החישמול ממיתקן אחד לשני דרך תשתיות מתכתיות משותפות, כגון צנרת מים ראשית, סיכוך כבלי תקשורת, גנרטור וכדומה.

## הגורמים השכיחים לחישמול

חישמול במיתקן חשמל יכול להיווצר עקב בעיות תחזוקה שונות, או עקב עבודות חשמל מאולתרות, כגון:

- תחזוקה לקויה של מיתקני חשמל או העדר תחזוקה כלל.
- אי-ביצוע בדיקה תקופתית של מיתקני החשמל ככלל ושל מערך ההגנה בפני חישמול בפרט.

## תקנות החשמל

בתקנות החשמל קיימות שתי הגדרות למונח "חישמול" המשלימות זו את זו:

בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1,000 וולט) מוגדר חישמול כך: "הופעת מתח חשמל על גוף מתכת עקב תקלה"; ובתקנות החשמל (הארקות יסוד) הוא מוגדר "הופעה באקראי של מתח חשמלי במקום שאינו מיועד לכך". בתקנות החשמל אין הגדרה מפורשת למצב בו כתוצאה מחישמול זורם זרם דרך גוף האדם. ההגדרה המקובלת **להתחשמלות** היא: "תופעות פיסיולוגיות מסוכנות הנובעות מזליגת זרם חשמלי דרך גוף האדם או בעל חיים".

כדי להבטיח את בטיחות המשתמשים במיתקן החשמל נקבעה בתקנה 76 בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1,000 וולט) התייחסות להפסקת המיתקן: "תקינות מערכת הארקה ואמצעי ההגנה בפני חישמול, מערכת הארקה ואמצעי ההגנה יהיו במצב תקין ויעיל בכל עת; נתגלו ליקויים... יופסק המיתקן הלקוי או החלק הלקוי שלו או המכשיר הלקוי עד לתיקון התקלה, אלא אם כן נאמר אחרת בתקנות אלה".

כמו כן, על מנת להבטיח את הרמה הבטיחותית של מיתקן החשמל נקבע בתקנות החשמל היררכיית אחריות בתחום זה, החל מבעלי המקצוע שהקימו את מיתקן החשמל ועד בעל המיתקן או מפעילו. בתקנה 81 נקבע: "חובה המוטלת לפי תקנות אלה יראו אותה כמוטלת על מתכנן המיתקן, על מתקיניו, על

**חישובל ממקור חיכוני** - אם נוכח הבודק כי מקור החישובל אינו במיתקן החשמלי הנבדק, אלא מחוצה לו, חובה להרחיב את החיפוש לשם איתור מקור החישובל. במצב זה יש לבצע הפסקה של מיתקנים נוספים - עד להפסקת החישובל. ככלל, אם הבודק אינו מצליח לאתר את מקום החישובל, מומלץ לפנות גם לחברת החשמל לשם קבלת עזרה באיתור הגורם לחישובל, ולהתריע על המצב המסוכן. יש להעביר את פרטי המקרה ואת שם הבודק ופרטיו. אין להשאיר מיתקן חשמלי לא תקין ו/או מחשמל ללא טיפול מתאים והפסקתו כנדרש בתקנות החשמל.

### חידוש האספקה

#### 1. אם אותר מקור החישובל במיתקן הנבדק

- יש לנתק את המעגל או המיתקן הלקוי ממקור הזינה.
- יש לתקן את הליקוי באמצעות חשמלאי בעל רישיון מתאים בלבד.
- יש לבדוק את המיתקן באמצעות בודק מיתקנים, על מנת להבטיח את תקינות המיתקן ולוודא כי החישובל נעלם.

#### 2. אם אותר מקור החישובל מחוץ למיתקן הנבדק

- יש לבצע את הפעולות לעיל, ובנוסף:
- יש לבצע בדיקה של המיתקן הגורם לחישובל, ולאחר מכן לוודא כי במיתקן השני בו הורגש החישובל הוא נעלם.

### מכשירי מדידה

לצורך איתור מקור החישובל על הבודק להשתמש במכשירי מדידה תקינים ותקניים שבהם מתבצעים כוילים כנדרש. המכשירים העיקריים הם: מכשיר לבדיקת מתח, מכשיר לבדיקת בידוד, מד עכבת לולאת תקלה, מד זרם (צבת אמפרמטר), מכשיר לבדיקת רציפות, ומכשיר לבדיקת מפסקי מגן.

### סיכום

חובתו של בעל המיתקן להבטיח את בטיחותו של מיתקן החשמל ותקינותו. אחד האמצעים להבטיח זאת הוא כיצוד בדיקות מיתקן תקופתיות. כדאי לזכור, שחלק מהבדיקות התקופתיות הן חובה על פי חוק החשמל ותקנותיו. בהתאם לחוק החשמל ולתקנותיו, עבודות חשמל רשאים לבצע רק חשמלאים בעלי רישיון מתאים, ולא אנשים ש"מכבינים בחשמל". הפעולות לאיתור חישובל צריכות להתבצע על-ידי שני חשמלאים לפחות.

לצורך איתור מקום החישובל ומקורו יש להקשיב למתלונן, ולשחזר בהתאם לצורך את המצב החשמלי של המיתקן בזהירות מְרְבִית לשם מניעת פגיעה באנשים בזמן השיחזור. לאחר זיהוי מקור החישובל יש להפסיק את המיתקן או המעגל הלקוי. חידוש האספקה יבוצע רק לאחר תיקון הליקוי וביצוד בדיקה על-ידי בודק מיתקנים, תוך התמקדות בכך שהחישובל נעלם.

בהתאם לצורך, במקרי חישובל מורכבים, המאופיינים בהעברת החישובל ממיתקן אחד לשני דרך תשתיות מתכתיות משותפות, מומלץ לשתף גורמים נוספים.

בארגון לומד יש להפיץ את דו"חות הדיווח על חישובלים, הכוללים לקחים ומסקנות, בקרב כלל בעלי המקצוע בתחום זה, לשם הפרייה הדדית שתסייע לטיפול במקרים דומים.

בעלו, על מחזיקו או על מפעילו, הכל לפי העניין, והוא כאשר אין כוונה אחרת משתמעת".

אחת הפעולות הנדרשות מבעל המיתקן על מנת לשמור על רמת בטיחות גבוהה של המיתקן החשמלי ושמירה על תקינות המיתקן היא הדרישה הקבועה בתקנות החשמל לבצע בדיקות חשמליות לפני הפעלתו הראשונה, וכן בעקבות כל שינוי יסודי שבוצע בו. דרישה זו מופיעה בפרקים שונים בתקנות. כמו כן דורשות חלק מהתקנות עריכת בדיקה תקופתית של מיתקני החשמל וחלקי המיתקן, בתדירויות שונות. אל כל אלו מצטרפות המלצותיהם של יצרני ציוד לגבי בדיקת תקינותם של מפסק מגן ואבזרי בטיחות נוספים.

פעולות מסוג זה יכולות לשפר את רמת הבטיחות של המשתמשים במיתקן החשמל, ולצמצם את הסיכויים לחישובלים והתחשמלויות.

### תהליך איתור מקום החישובל

עקב הסכנה הטמונה בעבודה שנועדה לאתר את מקור החישובל נדרש שעבודה זו יבצע צוות של שני חשמלאים לפחות. אין להיעזר בבעל המיתקן או באדם לא מקצועי אחר לשם כך.

בתהליך האיתור קיימים כמה שלבים:

**הקשבה והכרת המיתקן** - יש לקיים שיחה עם הלקוח, תוך התייחסות לכל הפרטים שהוא מוסר, וכך להבין את הבעיה ולהכיר את המיתקן. פעמים רבות יכולה הקשבה ללקוח להוביל את הבודק לסיבת החישובל או למקום התקלה, ובכך לחסוך מאמץ בניסיון לאתר את מקום התקלה. למשל, פרטים שמוסר לקוח, כגון שעות מסוימות או תדירות קבועה בהופעת החישובל, יכולים לכוון למכשירים ולמיתקנים המופעלים על-ידי טיימרים שונים, כמו שעוני שבת או מרכזיית תאורה הפועלת רק בשעות מסוימות. לעיתים, על סמך תיאור הלקוח ניתן להבין כי מדובר בכלל בחשמל סטאטי ובהתאם להמשיך את הטיפול.

**בדיקות ומדידות** - יש לבצע בדיקות ומדידות במקומות בהם הורגש החישובל - לבדוק את מתחי התקלה חרמי התקלה, את רמת הבידוד של המיתקן, את רציפות ההארקה, את התאמתה של התנגדות לולאת תקלה לנדרש בתקנות החשמל בהתאם לסוג המיתקן ואופיו, וכן את ממסרי הזליגה, אם הם קיימים ובהתאם לנדרש.

**רישום ותיעוד** - תוך כדי ביצוד המדידות הנדרשות יש חשיבות רבה לתיעוד ולרישום מדויק ומסודר של כל הערכים הפיסיקליים הנמדדים, כולל מקומות המדידה. רק כך, באופן שיטתי ומסודר, נוכל לחשוב ולאתר מהו מקור החישובל. בסיום התהליך, על הבודק להפיק דו"ח חישובל, המתאר את המצב החשמלי טרם ביקורו, את מקור החישובל, ואת הסיבות להיווצרות החישובל.

**שיחזור החישובל/תקלה** - אם החישובל נעלם, יש לנסות לשחזרו תוך שמירה על בטיחות העובדים והרחקת אנשים לשם מניעת התחשמלות. לא פעם נדרש גם מזל, ולעיתים, אם לא מתרחש חישובל בזמן ביקור הבודק, קשה עד כמעט בלתי-אפשרי לטפל בבעיה, שכן אין אפשרות לוודא שאכן נוטרל מקור החישובל גם כאשר נמצאו ליקויים שונים במיתקן. משום כך, במקרים אלו - חשוב לנסות לבצע שיחזור מדויק של המצב החשמלי של המיתקן בזמן האירוע, טרם הטיפול במיתקן החשמל.

**ניתוק המעגל, הקו או המיתקן הלקוי** - לאחר איתור מקור החישובל חלה חובה על הבודק, בהתאם לתקנות החשמל, לנתק את המעגל, את המכשיר הלקוי, או את המעגל המזין. אך כאשר המיתקן בכללותו אינו תקין, או שאין אפשרות אחרת לטפל בבעיה, יש להפסיק את המיתקן לאלתר - כדי למנוע נזק או פגיעה בחיי אדם.