



# טי.סי. מערכות חשמל בע"מ

## תחזוקת מתקני חשמל

תחזוקה מונעת למתקני חשמל, מהווה חלק בלתי נפרד מההתייחסות של המתקן.

תחזוקה מונעת משמעותה אמינות באיכות אספקת החשמל למתקן.

החשיבות הגדולה של תחזוקת מתקני חשמל, תכליתה מניעת פגיעה לגוף (התחשמלות), מניעת תקלות שבר במערכות החשמל, חסכון כלכלי ומניעת נזק נוסף שעלול להיגרם כתוצאה מהחרפת התקלות לציוד שבקרבת הציוד שנפגע.

### האמצעות מתקני חשמל באמצעות חשמל

התפתחות מערכות החשמל והאלקטרוניקה עדיין בעצומה. במקביל לכך השימוש בחשמל הולך וגובר כל העת, ותופעות רבות חדשות או קיימות מתגלות או מתחזקות מעת לעת וחלקן אף גורמות לכשלים תפעוליים.

זרימת הזרם החשמלי במוליכים, פעולה אשר אינה נראית לעין ואינה מוחשית, מהווה את הסיבה העיקרית לכך שהמודעות לתחזוקה שוטפת לא נטמעה בקהל צרכני החשמל. בכל עת שהחשמל זורם, האור דולק, המחשב עובד, אנו חשים שהמערכות תקינות ועובדות ללא כל בעיה, אך יתכן כי קיימות בעיות סמויות מן העין.

חוסר ההכרה והתחושה בתנועתו של המטען החשמלי במוליכים בזמן שזרם בהם זרם חשמלי, מהוות הטעיה בפני גורמים אשר אינם עוסקים בתחום החשמל.

חלק לא מבוטל של הציבור בארץ המשתמש בחשמל בארץ, נוטה לחשוב כי החשמל הוא דבר קבוע (סטטי), ללא תנועה או תזוזה. ולכן קיימת נטייה להדחיק את המונח "זרם".

זרימת החשמל היא תנועת של מטענים חשמליים מצד אחד לאחר, ותנועה זאת יוצרת התחממות על המוליכים.

עוצמת ההתחממות נקבעת כתלות בגורמים הבאים: עוצמת הזרם, שטח חתך המוליכים, טיב וחוזק הציבורים, תנאי האקלים, סוג המוליכים ואופי צרכני החשמל.

סיבות נוספות הגורמות להתחממות וכשלים חשמליים הם: הוספה של עומסים ללא התחשבות בשטח חתך המוליכים ומבלי לתת את הדעת לגודל ההזנה וההגנות על המתקן, תנאי עבודתו של המתקן, תנאי העבודה של צרכני החשמל המחוברים במתקן, הארקות לא תקינות, טעויות אנוש בזמן התקנה או תיקון ליקויים, הרמוניות, התיישנות הציוד, רעידות מכניות (כניסה ויציאה של מפסקים, מגענים, מכונות הנמצאות בשטח) ועוד.

התחממות המוליכים גורמת לשינוי ועיוות בצורתם (אלומיניום או נחושת).

עיוות בצורתו של המוליך גורם להחלשותו של המגע החשמלי בנקודות הציבור ולהתפתחות של נקודות התחממות גבוהות יותר, לקשטות חשמליות ואף לשריפות.



# טי.סי. מערכות חשמל בע"מ

הגידול וההתגברות של התופעות הגורמות לכשלים חשמליים, נובע עם גידול וריבוי של שימוש במכשירי חשמל, שימוש במערכות לא תקינות, ושימוש בצרכני חשמל בעלי אופיינים שונים כדוגמת: מחשבים, מערכות אל פסק, ממירי תדר ועוד רבים אחרים.

התודעה למגוון התופעות הגורמות לכשלים חשמלים עלתה כתוצאה מריבוי הכשלים החשמליים בשנים האחרונות, לדוגמא: תופעת ההרמוניות, קרינה אלקטרומגנטית EMI ועוד תופעות חשמליות אשר עדין נבדקות ונחקרות.

ניתן למנוע כ-90%-85% מהכשלים התפעולים בביצוע פעולות תחזוקה אשר משמרות את המערכות ומאפשרות פעולה תקינה ובטיחותית לאורך זמן.

## חומר למחשבה

תקלות שבר ותאונות במערכות חשמל נובעות מחוסר תחזוקה ו/או מתחזוקה לא נכונה. התקנות העיקריות עליהם מתבסס נושא תחזוקת מתקן חשמלי.

בתקנות החשמל בתקנה הנוגעת בלוחות חשמל נקבע בתקנה 32 - "לוח יתוחזק במצב תקין ויעיל; ליקויים בלוח יתוקנו ללא דיחוי." אחזקה שוטפת של לוח חשמל יש לבצע בהתאם להנחיות היצרן וכוללת ניקיון מאבק והידוק ברגים. חל איסור לנקות לוח חשמל באמצעות אוויר דחוס אלא רק עם מברשת או מטלית. אחד הבדיקות החשובות שיש לבצע היה בדיקה תרמוגפית כדי לגלות נקודות התחממות בלוח.

בתקנה 33 נקבע- כי אחריות לתקינות המתקן החשמלי יראו אותה כמוטלת על מתכנן המתקן, על מתקיניו, על בעליו או על מחזיקו או על מפעילו, הכול לפי העניין, והוא כאשר אין כוונה אחרת משתמעת.

במתקנים ציבוריים רבי קומות תקנה 19: תחזוקה ובדיקת תקינות פעולה.

19. (א) מיתקן ציבורי בבניין רב קומות יתוחזק באופן שוטף, יישמר במצב תקין, ותבוצע בו בדיקת תקינות אחת לשנה לפחות.
- (ב) בבדיקת תקינות האמורה בתקנת משנה (א) ייבדקו כל אלה:
- (1) פעולת תאורת חירום, שלטי חירום מוארים ותאורת מכשולי טיסה;
  - (2) תפקוד הגנרטור לאספקה חלופית ופעולת מפסק מחלף;
  - (3) הימצאות מתח בכניסה למערכות אלה:
- (א) גילוי אש;
  - (ב) כריזה;
  - (ג) דלתות אוטומטיות;
  - (ד) מעגלי תאורת חירום;
  - (ה) תאורת מכשולי טיסה;
  - (ו) הגברת לחץ מי כיבוי;
  - (ז) אוורור של חדרי מדרגות;
  - (ח) סילוק עשן וחום;
  - (4) תקינות מערכת הארקה;



## ט.י.סי. מערכות חשמל בע"מ

- (5) בדיקה חזותית של לוחות למתח נמוך ;
- (6) בבנין רב קומות המקבל אספקה במתח גבוה-
  - (א) בדיקה חזותית של לוחות למתח גבוה ;
  - (ב) בדיקה ותחזוקה של שנאים ;
- (ג) מבצע בדיקת תקינות כאמור יערוך דו"ח בדיקה שיימסר לבעל המיתקן או מחזיקו ויישמר בידם, הכל לפי העניין.
- (ד) ליקוי שהתגלה בזמן הבדיקה, יתוקן ללא דיחוי.

מתח גבוה הנחיות של יצרני השנאים, ולוחות מתח גבוה לבצע בדיקה תקופתית אחת לשנה.

בכל ארוע הנובע מכשל חשמלי מנותק כמעט באופן מיידי מקור אספקת החשמל.

הנזק הכלכלי נובע כתוצאה מהטיפול באדם או בציוד שנפגע ובנוסף בזמן השבתת המערכות הנוספות הקיימות במתקן, לצורך הבדיקה ניתן לחשב מה הנזק שיגרם במידה ותופסק אספקת המתח למתקן למשך שעה בשעות השיא של המתקן, משך זמן הטיפול במערכות תלוי באופי התקלה ובדרך כלל הוא לא יפחת משלוש שעות.

במקרה של פגיעה בנפש או נזק לרכוש, יבדקו בתחילתה של החקירה את התאימות לתקן ולדרישות חוק החשמל, פעולות תחזוקה יזומות וליקויים שדווחו כיצד טופלו.

חשוב לציין כי אחריות לתקינותו של המתקן החשמלי חלה על בעל המתקן, מחזיק המתקן, חשמלאי המתקן והמשתמש הסופי.

### איכות באיכות אספקת החשמל

תקלות במתקני חשמל הם הגורמים העיקריים לפגיעה באיכות אספקת החשמל למתקן. השבתה לא יזומה של המתקן החשמלי היא פגיעה באמינות אספקת החשמל.

מטרת של תחזוקה מונעת היא למנוע פגיעה באיכות באמינות אספקת החשמל.

תחזוקה נכונה של מתקני חשמל ותיקון הליקויים במידה ונמצאו הם הבסיס לפעולות המונעות את מרבית התקלות במערכות החשמל.

צמצום ומניעה בהשבתת צרכן בלמעלה מ-85% מהתקלות במערכות החשמל.



# טי.סי. מערכות חשמל בע"מ

## נתוני מפוזרות תחזוקה יזומות שנת 2007

בשנת 2007 ביצעה "טי.סי. מערכות חשמל בע"מ" את הפעילות הבאה בנושא תחזוקת שבר ותחזוקה מונעת.

טופלו, תוקנו וניתנו חוות דעת ל-17 מתקנים אשר אירע בהם כשל תפעולי עקב תקלות חשמל שגרמו להשבת המתקנים לשלושים שעות לפחות ב-15 מתקנים לא בוצעה תחזוקה שוטפת או לא תוקנו ליקויים שאותרו וגרמו לתקלות.

ב-156 מתקנים בארץ כללו פעולות התחזוקה סריקה טרמוגרפית.

ב-150 מתקנים זוהו תקלות באמצעות הסריקה הטרמית מתוכם ב-22 מתקנים אותרו תקלות חריגות ומסוכנות בטמפרטורות גבוהות.

ב-15 מתקנים אותרו תקלות של ציוד מיתוג לא תקין.

תקלות שאותרו ותוקנו בזמן הטיפול האריכו את משך ההפסקה של הטיפול בשלש עד חמש שעות, בחלקן תואם מועד יזום להמשך תיקון הליקויים שנמשך זמן הקצר יחסית לאחר שכל הציוד הנדרש הוכן מראש.

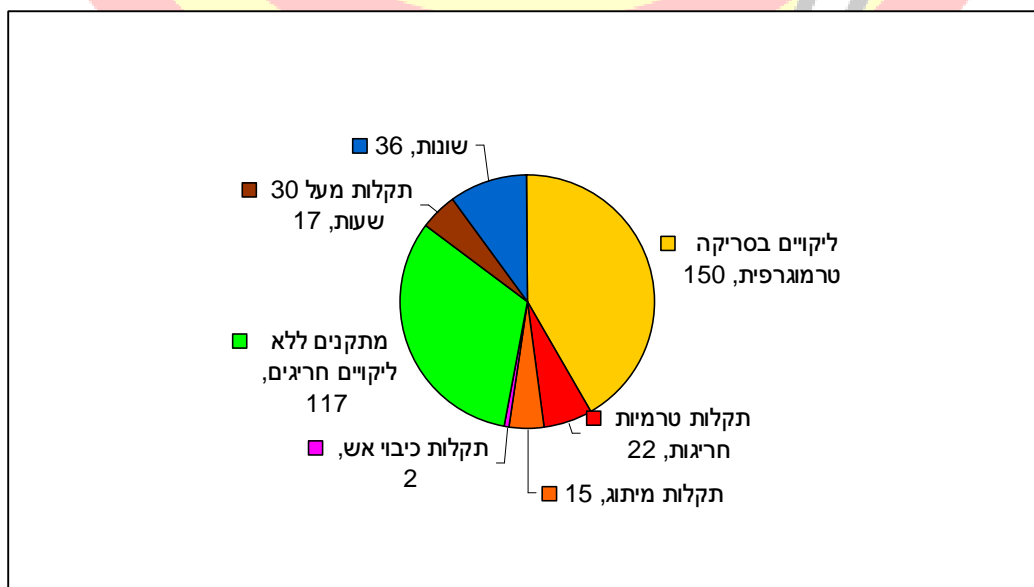
ליקויים שתוקנו במהלך תחזוקה מונעת, מנעו תקלות שבר אשר היו גורמות לעצירת והשבתת המתקנים למשך זמן ארוך הרבה יותר, ובאופן מפתיע.

ב-2 מתקנים מצאנו שמערכות כיבוי אש פעלו בעבר ומיכלי כיבוי לא הוחלפו עד למועד הטיפול.

ב-67 מתקנים נבדקו תאורת חירום ואמצעי הכוונה בזמן קצר או ניתוק חשמלי. מתוכם ב-32 אתרים לא עבדו רוב התאורות והשלטים לא פעלו יותר מחמש דקות ולא עמדו בדרישות התקן.

ניתן להבחין באופן חד משמעי כי פעילות המנע חשובה והחיסכון הרב שנצבר לצרכני החשמל בפעילות התחזוקה בא לידי ביטוי בחיסכון כלכלי רב וניהול שוטף ותקין של המערכת.

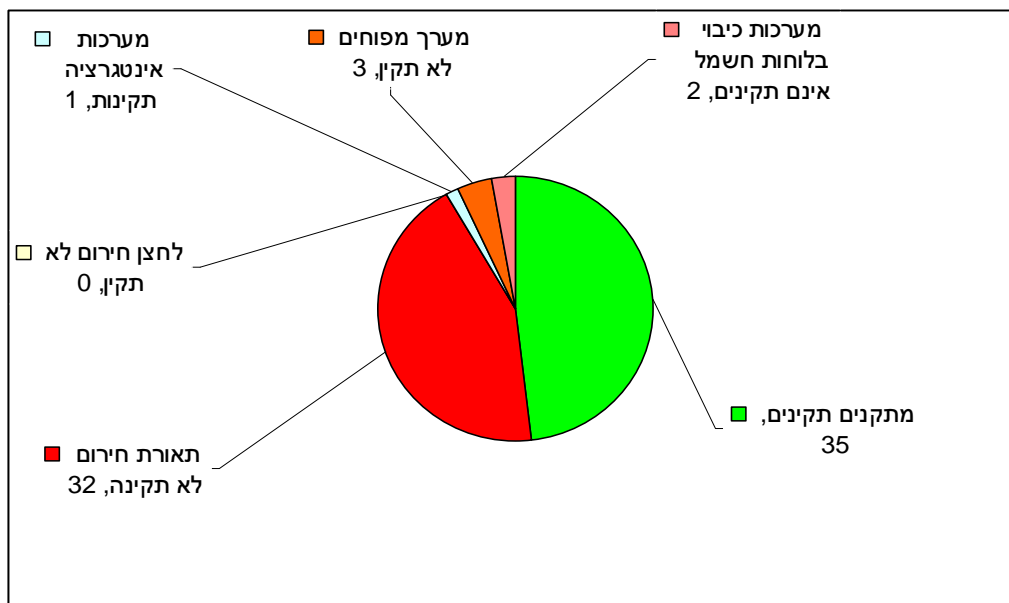
## ניתוח תקלות במתקני חשמל





# טי.סי. מערכות חשמל בע"מ

## ניתוח בדיקת מתקני חשמל לכיבוי אש



### תקלות שבר וממצאות

לא פעם אנו שומעים על שריפות שנגרמו כתוצאה מקצר חשמלי או עומס יתר.

תקלה שבר במערכות החשמל עלולה לגרום לנזק בלתי הפיך. הציוד התקול ישפיע על ציוד נוסף המותקן בקרבתו או על ציוד המוזן ממנו.

תקלות שבר גורמות לתופעות הבאות: קצר ושריפת במנועים משאבות ומערכות נוספות, שריפת המתקן עצמו, עצירת קוי יצור, הפסקת תהליכים שונים ומערכות שונות ולעלויות גבוהות ביותר.

כתוצאה משימוש בציוד לא תקין נפוצות תקלות הגורמות לפגיעה בגוף האדם, התחשמלויות, כויות קשות, עיוורון או פגיעה בראיה כתוצאה מקשתות חשמליות הנוצרות מתפעול הציוד ופגיעות שונות נוספות.

בתחזוקה יזומה ניתן לאתר את מרבית התקלות, ניתן לתקן / להחליף את ציוד חשמלי בעלויות לא גבוהות, וללא סיכון המשתמשים במתקן.

### המלצות לטיפול באתקני חשמל

במתקנים צבוריים בבנייני רבי קומות חובה לבצע טיפול במתקן החשמל אחת לשנה (חוק החשמל התשי"ד 1954).

בכל מתקן חשמלי יש לבצע סריקה טרמוגרפית אחת לשנה לפחות, הסריקה תבוצע ע"י מכשיר מתאים לסריקות טרמיות העומד בדרישות מכבי האש וחברות הביטוח. הבדיקה תבוצע בשעות שהמתקן בעומס מלא. יודגש כי לפני תחילת הבדיקה נדרש להכין (לכיל את המכשיר על פי הוראות היצור) ולהסיר את כל הכיסויים גם השקופים על מנת ליצור קשר ישיר בין המכשיר לבין נקי החיבור.



## טי.סי. מערכות חשמל בע"מ

מאחר ונדרש לתקן את הליקויים לאלתר, מומלץ לבצע בדיקה זאת לפני ביצוע הטיפול במתקן.

סריקות טרמוגרפיות יבוצעו אחת לשנה על כל לוחות החשמל והציוד החשמלי.

במתקני מתח גבוה, לוחות חשמל מעל 3x1000A ובמערכות הזנה (גנרטורים אל פסק וכד') הטיפול יבוצע אחת לשנה לפחות או עפ"י הנחיות היצרן.

בלוחות חשמל בזרם מעל 3x63A מומלץ לבצע בדיקה אחת לשנה.

לוחות קטנים יותר מומלץ לבצע בדיקה אחת לשלוש שנים.

חשוב לזכור כי בתחילת הטיפול בלוחות חשמל נדרש לנתק את מיכלי כיבוי האש ולחברם בתום הטיפול.

יש להתייחס להוראות הבטיחות ולקיים ניתוק וקיצור של המתקן לפני תחילת העבודה.

הצטברות אבק על הציוד החשמלי מהווה שמיכה הגורמת להתחממויות יתרה מכך שאבק הוא חומר נפיץ, נקיון הציוד החשמלי והסרת האבק ממנו יהיו כחלק בלתי נפרד מהטיפול.

השימוש בחומרים כימקלים ואויר דחוס לנקיון הציוד לא תמיד מומלץ, חשוב לזכור כי רוב הציוד המותקן בלוחות חשמל אינו אטום הרמטי ולא מיועד להיות אטום, כל חומר כימי נדיף ביותר, יוכל לחדור דרך חריצים בציוד החשמלי ועלול לקצר את אורך חייו של הציוד, חדירת נוזל ואבק למפסק עלולים ליצור כשלים מכניים בתפעול הציוד.

הטיפול במערכות החשמל יכול התייחסות לליקויים שאותרו בסריקה טרמית מוקדמת, בדיקות ויזואליות לכל החלקים הנעים בלוח, בדיקות של שינויים אם בוצעו במתקן, צריכת זרם בשעות עומס של המתקן, חיבורים של מוליכים, ציוד כיבוי וכל מכלול מערכות החשמל.

לאחר כל טיפול במתקן חשמלי נדרש לבצע בדיקת תקינות הארקה, ובדיקות בידוד של הציוד במתקן.

בכל מתקן יש לבדוק במתקן אם קיימות דרישות בטיחות מיוחדות ודרישות המוכתבות על ידי איכות הסביבה, משרד האנרגיה, חוק החשמל ועוד גורמים אחרים.

הגדרות מותאמות לכל מתקן עפ"י אופיו כגון נפישות דליקות עבודות מסוכנות וכד'.

המבצע או המזמין יכין פרוט כתוב של כל מאפייני הטיפול, הציוד שיבדק ותוכן הבדיקה.

במידה וקיימים ליקויים יכין המבצע עבור המזמין רשימת ליקויים שאותרו והדרישות לתיקון.

כל הפעולות שיבוצעו בפעולת התחזוקה היזומה חייבות להיות מתועדות במתקן.

בכל מתקן נדרש להתאים תוכנית תחזוקה יחודית העונה לדרישות ולתנאי המתקן.



# טי.סי. מערכות חשמל בע"מ

## על האמנה

לאחר פניות רבות של לקוחות, בקשות שונות של מנהלי אחזקה וחשמלאים נכתב מאמר זה לצורך הבנה טובה יותר בנושאי התחזוקה במתקני חשמל.

בקורסים והדרכות שונות שאני מקיים ובשיחות עם בוגרי קורס מתח גבוה, אני נתקל בחוסר הסכמה והבנה בנושאי התחזוקה היוזמה של מתקני חשמל ומקור התקלות בתחזוקת שבר.

לכל תקלה שהגעתי ושוחחתי עם מנהלי המתקן עלתה השאלה כיצד היה ניתן למנוע את התקלה.

**כאשר ברוב המתקנים היתה נמנעת התקלה אילו ביצעו בהם תחזוקה יזומה נכונה.**

טל כהן הינו הבעלים של חברת "טי.סי. מערכות חשמל בע"מ".

ניסיון של למעלה מ-15 שנים בתחום תחזוקת מתקני חשמל במתח גבוה ונמוך.

חבר ובוגר המכון הישראלי לחוות דעת עדים מומחים ובוררים.

לחברה ISO 9001-2000 בנושאיביצוע עבודות חשמל ומתן שירות למתקני חשמל במתח גבוה, ומתן חוות דעת מומחים בנושאי חשמל.

בתחום הפעילות של החברה: תחזוקה שירות והקמה של מתקני חשמל במתח גבוה ונמוך, הכנת חוות דעת מקצועיות לבתי משפט, חברות ביטוח וגורמים שונים, הדרכות מקצועיות בנושאי תחזוקה ובטיחות במתקני חשמל במתח גבוה ונמוך ועוד.

למאמר זה מבוסס על חומר שלוקט:

חוק החשמל התשי"ד 1954.

דרישות כיבוי אש.

מאמרים טכניים מקצועיים

ניסיון אישי רב.

לקבלת יעוץ, או פתרון ניתן לפנות בכל עת לטלפון 054-9000121.

טל כהן – מנכ"ל

טי.סי. מערכות חשמל בע"מ

מומחה לתחזוקת מתקני חשמל

ומערכות במתח גבוה ומתח נמוך

חבר המכון הישראלי לחוות דעת מומחים

## טי.סי. מזרימים את החשמל