

# ניהול בטיחות במערכות חשמל

ד"ר אינג' אלכס טורצקי

לדוגמה: רענון הדרכות בטיחות אצל העובדים, בקרת הציוד המגן, הוספת תקני בטיחות ועוד.  
שלב ד' - בקרת סיכונים. יישום תוכנית ההיערכות כדי שנוכל לצמצם נזקים וסכנות.

בסופו של דבר, סקר הסיכונים יקל עלינו להתמודד עם הסיכון הקיים ובאמצעותנו נוכל לקבל מיפוי של הסיכונים הקיימים בארגון. מיפוי זה יסייע לנו לטפל בסיכונים הקיימים בצורה הטובה ביותר. סקר סיכונים וניהול נכון של הסיכונים יראו לנו את הסיכונים הדורשים טיפול מידי. סקר סיכונים הוא הדרך היעילה ביותר להגברת המודעות בקרב מנהלי החברה ועובדיה. זכרו - סקר סיכונים הוא משמעותי ביותר בתהליך זיהוי הסכנות וצמצום הנזקים והוא יסייע לארגון להתמודד עם כל האתגרים והסיכונים העומדים בפניו.

אחד השלבים לתייעוד תהליכי עבודה בטוחים, הוא שלב הכנת הנהלים:

נוהל בטיחות (safety program) הוא מסמך פנים-ארגוני המהווה בסיס משותף לעוסקים בנושא. הנוהל נועד להסדיר טיפול בסיכונים בטיחות בסיסיים ואחרים, החוזרים שוב ושוב, שלא ניתן לסלקם בפעולה אחת.

הנוהל בתחום החשמל יוכן בשיתוף פעולה בין אנשי החשמל, התחזוקה, מנהלי המחלקות, אנשי הבטיחות ויועצים חיצוניים כגון: מכבי אש, איכות הסביבה, רשות מקומית ואחרים.

מטרת הנוהל היא לקבוע כללי ביצוע עבודות חשמל במתקן או בציוד, לצורך תחזוקה או תפעול. הוא חייב להבטיח ביצוע עבודות גם לאנשים שאינם מתחום החשמל. יש לציין בנוהל מי רשאי לבצע, מיהם האחראים לביצוע, תהליכי דיווח, סימון ושימוש בכלי עבודה וציוד מגן מתאים.

הנהלים נדרשים לתחומים שונים כמו: ביצוע עבודות חשמל בתנאי קיום מתח חשמלי, אווירה נפיעה, אזורים מוקפים, עבודות חשמל בגובה ואחרים, כולל הגדרת כלים וציוד מגן אישי, הרשאות עבודה, בדיקות ציוד ומתקנים, הכשרת עובדים, פעילות חשמל במצבי חירום ואחרים.

מצב חירום חשמל אחד המצבים הקריטיים לשמירה על הבטיחות ותפקוד נכון של מערכת החשמל בזמן חירום כמו שרפות, תאונות קשות, רעידות אדמה, התקפות וחבלות וכדומה. אי-שמירה או אי-קיום נוהל חירום-חשמל, גרמו לתאונות ולאסונות קשים.

ניהול בטיחות מערכת - system safety management - זה כלל התוכניות והפעולות המבוצעות כדי לזהות, להעריך, להפחית וכן לעקוב באופן שוטף, לשלוט ולתעד סיכונים סביבתיים, בטיחותיים

במאמר זה אנסה להציג מנקודת מבטי את מערך ניהול בטיחות במתקן או במערכת החשמל. עיקרי הניהול הם זיהוי סיכונים על ידי סקר סיכונים במערכות חשמל והכנת מערך נהלים.

## מבוא

הניסיון בשטח מצביע על כך שמערכת ניהול מקטינה בכ-30% את מספר התאונות, מגדירה דרכים וכלים כדי לסייע ליעדים תפעוליים שהצבנו לעצמנו. ניהול בטיחות מערכות חשמל לא בא על חשבון הטיפול והתפעול, אלא לעזרתו. צורת עבודה בטוחה, מגבירה את היעילות, מצמצמת תאונות, מגבירה את רווחת העובד ואת התפוקה וכדומה.

החוק ותקנות החשמל מפרטים שיטות ודרישות בטיחות למתקנים ולעבודות החשמל השונות. קיימות הגדרות ברורות לכל תחום עבודה, במסגרת רישיונות החשמל, מצב המאפשר להקים מערך ניהול ופיקוח על כל שלב ושלב בעבודות ובתהליכים.

למרות זאת, בעקבות בדיקות וביקורים רבים בשטח (מפעלי תעשייה, בנייה, חקלאות ושירותים), גיליתי שבתחום החשמל קיים פער גדול לרעה (50% ויותר), בין דרישות הבטיחות לבין מה שקורה במציאות.

הסיבות מגוונות. בין היתר, חוסר רצון להשקעות בתחום, בקרב המנהלים וחוסר מודעות בקרב החשמלאים, חוסר ידע בחשמל בין ממוני בטיחות וכתוצאה מכך אי-שיתוף פעולה בין ממונה הבטיחות לבין מהנדס החשמל והכול נובע בסופו של דבר, מהיעדר אכיפה על ידי הרשויות.

דרישות בטיחות לניהול מערכות החשמל, קיימות בחוק ובתקנות החשמל, בפקודת הבטיחות בעבודה, בחוק ארגון הפיקוח על העבודה ותקנותיו, בתקנות בתכנון ובנייה, בתקנים, בדרישות של הגופים הרלוונטיים, כמו נציבות הכבאות, הרשות המקומית, חברות ביטוח ודרישות ISO. בהמשך נציין דוגמאות של חוקים ותקנות הקשורים לניהול בטיחות במערכות חשמל.

תהליך ניהול סקר סיכונים כולל בתוכו כמה שלבים: שלב א' - השלב הראשון הוא זיהוי הסיכונים והגדרתם. כדי לזהות את כל הסיכונים הקיימים, דרושה היכרות טובה מאוד של הארגון וסביבתו. היכרות מעמיקה של הארגון וסביבתו יאפשרו לכם לזהות את הסיכונים ולמנוע תרחישים בהתאם. שלב ב' - הערכת קיימות הסיכונים. בשלב זה נעריך את הסיכויים להתממשות הסיכונים ואת מידת הנזק אם הם יתרחשו.

שלב ג' - תוכנית היערכות להימנעות מסיכון. כדי להקטין את סיכויי התרחשות הסכנה ולצמצם נזקים, קיים הצורך להיערך בהתאם.

החשמלי ולא יופעל מחדש אלא לאחר שתוקן ונבדק על ידי חשמלאי בעל רישיון מסוג מתאים לעבודה המבוצעת ונמצא כשיר להפעלה.

תקנות "עבודה במתקן חשמלי חי או בקרבתו", התשס"ט - 2008: כל התקנות בקובץ התקנות אלה קשורות לתחזוקה, לביצוע עבודות, בדיקות ומדידות במתקן חשמל חי. הסבר מפורט ראו בפרק עבודות במתקן חי ובקרבתו.

ב. תקנות בדיקה של מתקני חשמל:

תקנות "הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמול במתח עד 1000 וולט", התשנ"א - 1991

תקנה 76 - "תקינות מערכת הארקה ואמצעי ההגנה בפני חשמול

מערכת הארקה ואמצעי ההגנה בפני חשמול יהיו במצב תקין ויעיל בכל עת; נתגלו ליקויים במערכת הארקה או באמצעי ההגנה בפני חשמול, יופסק המתקן הלקוי או החלק הלקוי שלו או המכשיר הלקוי עד לתיקון התקלה, אלא אם כן נאמר אחרת בתקנות אלה."

תקנה 77 - "בדיקות מערכות הארקה במתקנים לייצור וחלוקת חשמל", סעיף א

מערכת הארקה שיטה והארקה הגנה במתקן לייצור וחלוקת חשמל ייבדקו לעניין קיום הוראות תקנות אלה לפני הפעלת המתקן ולאחר מכן אחת לשש שנים לפחות.

תקנה 78 - "בדיקת הארקה של מתקן צריכה"

במתקני צריכה, שבהם קיימת סכנה של איכול מוגבר של האלקטרודה, תימדד התנגדותה למסה הכללית של האדמה וכן תבוקר שלמות מוליך הארקה בחלקו הנראה לעין, אחת לחמש שנים לפחות.

תקנה 79 - "בדיקת מערכות הארקה ואמצעי ההגנה"

(א) מערכת הארקה ואמצעי ההגנה בפני חשמול במתקן צריכה ייבדקו לפני הפעלה המתקן או לאחר שינוי יסודי במתקן וכן בכל בדיקה של מתקן, (ב) בבדיקה יבוקר אם התקיימו הוראות תקנות אלה במערכת הארקה ואמצעי ההגנה בפני חשמול.

תקנות "התקנת גנרטורים למתח נמוך", התשמ"ז 1987:

תקנה 26 - "בדיקות"

(א) כל גנרטור ייבדק על ידי חשמלאי - בודק, בעל רישיון מתאים, לפני הפעלתו הראשונה, לאחר ביצוע שינויים בו, וכן אחת לחמש שנים לפחות; (ב) מיועד גנרטור לאספקה חילופית, חלקית או מלאה, ייבדק לוח חיבורים שלו לפני הפעלתו הראשונה גם בידי חברת החשמל בעלת הרשת.

תקנות "התקנת מערכות אל-פסק סטטיות במתח נמוך", התשנ"ג - 1993:

תקנה 13 - "בדיקת מערכת אל-פסק"

(א) מתקן קבע המוזן ממערכת אל-פסק ... ייבדק לפני הפעלתו הראשונה ...; (ב) הארקות השיטה של מערכת כאמור תיבדק אחת לחמש שנים לפחות.

ניהול בטיחות ובריאות לפי ת"י 18001:

תקן ישראלי ת"י 18001 "מערכות ניהול בטיחות ובריאות בתעסוקה - דרישות", 2010

ובריאותיים של תרחיש מזיק העלול לקרות בעת פיתוח, ביצוע עבודה, בדיקה, רכישה, שימוש ופירוק של מערכות ומרכיביה.

הנוהל מתייחס לכל מצב, לכל אירוע, תפעול, טיפול, תהליך או פריט אשר הזיהוי, השליטה, הביצוע או הסיבולת שלהם הם חיוניים להפעלה או לתמיכה בטוחה במערכת.

מטרות הארגון לא רק להבטיח מערכת טכנית של תהליך עבודה, תוכנה ותקשורת, אלא גם אנשים וסביבה. לפתח את תרבות הבטיחות המבוססת על מנהיגות ומחויבות לבטיחות, תקשורת בין אנשים מלמעלה למטה ולהפך, מעורבות ושיתוף עובדים, חקירת אירועי בטיחות והפצת לקחים, למידה וכדומה.

## ניהול בטיחות במערכת החשמל בתחיקה ובדרישות

דרישות בטיחות לניהול מערכות החשמל קיימות בחוקים ותקנות. נציין את אלה הקשורים לניהול בטיחות במערכות חשמל:

דרישות ב"חוק החשמל", התשי"ד - 1954:

תקנה 5 "צו הפסקה"

רשאי מנהל, מטעמי בטיחות לאדם ולרכוש, להורות, בצו חתום בידו, על הפסק הפעלתו של מתקן חשמלי או השימוש בו, או להתנות את המשך הפעלה או השימוש בקיום תנאים שפורטו בצו.

תקנה 6 "ביצוע עבודות חשמל"

(א) לא יעסוק אדם בביצוע עבודת חשמל, אלא אם יש בידו רישיון מאת המנהל\* המותר לו ביצוע עבודה מסוג זה ובהתאם לתנאי הרישיון; תקופת תקפו של הרישיון תיקבע בו.

\* (מינוי מנהל: השר ימנה ברשומות מנהל ענייני חשמל (להלן - המנהל), סעיף 3).

**דרישות התקנות בנושא חשמל:**

א. תקנות לביצוע עבודות חשמל:

תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן - 1990:

תקנה 8 "ביצוע עבודות במתקן משוחרר ממתח גבוה"

(ב) החלק של המתקן החשמלי שבו אמורה להתבצע העבודה יופסק וינותק ממקור המתח באופן גלוי לעין ויובטח בידי חשמלאי על ידי התקן נעילה אמין ושלט אוזרה מתאים.

תקנה 9 "ביצוע עבודות תיקון ותחזוקה בצידוד אשר מופעל באנרגיה חשמלית"

(א) בכל מקרה של עבודת תיקון ותחזוקה ינותק צידוד ממקור אנרגיה חשמלית; הניתוק יתבצע באמצעות מפסק של הצידוד באופן גלוי לעין ויישמר על ידי התקן נעילה אמין אשר בשליטת מבצע עבודות התיקון או התחזוקה; המפסק יסומן בשלט נראה לעין שבו ייאמר: "אין להפעיל - המכונה בטיפול".

התקנת מוליכים, התש"ל - 1970:

תקנה 61 "אחזקת מוליכים במתקן חשמל"

(I) מוליכים, תיבות ואבזריהם המותקנים במתקן חשמלי, יוחזקו במצב תקין ומתאים לפעולה.

(II) התגלה ליקוי או פגם במוליך, בתיבה או באבזר של מתקן חשמלי, והליקוי או הפגם מהווה סכנה לנפש או לרכוש, ינותק המתקן החשמלי כולו או חלקו הלקוי ממקור הזנתו על ידי המשתמש במתקן

לציוד; נעילת המפסק של מקור האנרגיה; הצבת שלט אישי על המפסק המופסק; בדיקת היעדר מתח.

נוהל אחר, לדוגמה, "נוהל חירום חשמל", הנוהל מהווה חלק מנוהל חירום מפעלי ומגדיר פעילות והתנהגות של עובדים, חשמלאים וצוות חירום מפעלי בשעת חירום, שבעיקרו הוגדר תפעול נכון במיתוג מתקני חשמל והחלטה על הפסקה או אי-הפסקת מקורות אנרגיה והתנהגות צוות חירום ומכבי אש במצב זה. בנוהל מגדירים גם אספקת חשמל בשעת חירום, כולל כללים להתקנת תאורת חירום ולאספקת החשמל לציוד חיוני ותהליכים רגישים (ראו בהמשך).

בכל נוהל והוראת בטיחות צריכים לפרט, בשלבים, את הצעדים שיש לנקוט כדי להבטיח את העבודה הבטוחה ברשתות ובמתקני חשמל. כאשר מבצעים עבודות תיקון ותחזוקה ברשת או במתקן יש להודיע על הפסקת החשמל המתוכננת, לאותו מתקן ו/או סביבתו, לגורמים המתאימים במפעל; לנתק את הציוד ממקור הזינה; לבדוק שאכן אין מתח חשמלי ברשת/במתקן ולהציב שילוט מתאים. חלק מדוגמאות אלה קיים באתר "חשמל" של המוסד לבטיחות ולגהות: [http://www.osh.org.il/site/hashmal\\_n\\_2.asp](http://www.osh.org.il/site/hashmal_n_2.asp)

התקן מגדיר תפיסה וכלים, הוא אמור לסייע ליעדים תפעוליים ולא על חשבונם.

ניהול בטיחות ובריאות – תפקידו להגן על בני אדם בדרכים הנדסיים, ארגוניים ובמשמעותיים. לפיכך יש לבנות מערכת כך שבן אדם לא ייפגע גם כתוצאה מרשלנות.

ולמייצבי בטיחות יש להתחשב בחולשת העובד על ידי בחירת דרך הגנה, שתתחשב בכך שהעובד יכול לקצר דרכים ולעקוף כללי בטיחות, כתוצאה מעודף מוטיבציה. ידוע שלא כל העובדים משתמשים בציוד מגן אישי, מסיבת אי-נוחות. לא כולם מצייתים לשילוט ולסימני אזהרה. חולשות אנושיות שונות, כמו התנהגות או יכולות מוגבלות. אלה הסיבות לכך שיש לשנות דרישות ונהלים, כדי להתאימם לעבודה נוחה יותר, מבלי לפגוע בבטיחות.

לפי תקן ניהול בטיחות, הסיכון חייב להיות קביל ונמוך כמה שאפשר ושיהיה מעשי וניתן לביצוע. הדרישות אלה יוגדרו בנהלי בטיחות בעלי קיימה.

בדרישות תקן ניהול הבטיחות ת"י 18001, שאחד מסעיפיו העיקריים הוא סעיף (4.3.1) הדורש מיסוד "פעולות איתור, הערכה ובקרת סיכונים".

## רשימת דוגמאות של נוהלי בטיחות המומלצים בתחום החשמל:

- נוהל השבתת מכונות וציוד במתח נמוך וגבוה.
- נוהל טיפול בלוחות ובמתקני חשמל מתח נמוך וגבוה.
- נוהל הספקת חשמל בשעת חירום (נוהל חירום - חשמל).
- נוהל שימוש בציוד מגן אישי לעבודות חשמל.
- נוהלי הדרכת עובדים וחשמלאים בתחום החשמל.
- נוהל הצלה ועזרה ראשונה לנפגעי חשמל.
- היתרי עבודה כולל טופס אישור לביצוע עבודות.
- נוהל דיווח על בדיקות ותקינות מתקני חשמל.
- נוהל בדיקות תקופתיות של ציוד ומתקני חשמל.

## הוראות בטיחות, רשימת דוגמאות:

הוראות בטיחות (safety instructions) הן מסמך המפרט דרישות "עשה" ו-"אל תעשה", בכל תחומי הפעילות של המפעל. ההוראות תובאנה לידיעת ציבור העובדים החשופים לסיכון.

את הוראות הבטיחות בתחום החשמל אפשר לחלק לתחומים הבאים:

- הוראות בטיחות לעבודה במתקני חשמל מתח נמוך ומתח גבוה (לחשמלאים בלבד).
- הוראות בטיחות לשימוש בכלי עבודה וציוד חשמלי (לכל העובדים).
- הוראות בטיחות לעבודות ייחודיות (פרטני, על פי הצורך).
- הוראות בטיחות לעבודות חשמל שאינן מחייבות רישיון חשמלאי.
- הוראות בדיקת כלי עבודה חשמליים מיטלטלים.
- הוראות בדיקת מפסקי מגן לזרם דלף לזינת מכשירים חשמליים מיטלטלים.

## נהלים והוראות בטיחות לעבודות חשמל

נוהלי בטיחות:

נוהל בטיחות (safety program) הוא מסמך פנים-ארגוני המהווה בסיס משותף לעוסקים בנושא. הנוהל נועד להסדיר טיפול בסיכונים בטיחות בסיסיים ואחרים, החוזרים שוב ושוב, ואשר לא ניתן לסלקם בפעולה אחת. לדוגמה: אחד מנוהלי הבטיחות בחשמל המקובלים - "נוהל השבתת מכונות וציוד המוכר בשם LO-TO (tag-out/lock-out) צריך לכלול:

- חובת נעילה ושילוט המיתוג (lo/to), כדי למנוע הפעלת ציוד ומכונות באופן לא מתוכנן, אשר יוצרים סיכונים פגיעה (מכנית וחשמלית) לאדם המטפל בציוד או במכונות. נעילת הלוח כולו עלולה להיות מסוכנת מכיוון שהמשמעות היא שבעת הפסקת אחד המפסקים, לצורך ביצוע עבודה על המכשיר שאותו הוא מזין, ונעילת הלוח – אנו נועלים למעשה, באופן עקיף, את המפסקים של המכשירים האחרים שבלוח במצב "מחובר". ואז, במקרה חירום, אם נרצה להפסיק את ההזנה לאחד מהמכשירים שהמפסק שלו בתוך הלוח תהיה לנו בעיה. לפיכך, הנעילה תבצע על המפסק הרלוונטי בלבד. הלוח בכללותו יישאר נגיש.
- חובת שימוש במנעולים אישיים ושלטים אישיים, על-ידי כל חשמלאי, שאותם תולים על ספקי הכוח של הציוד, עם דרישה מכל חשמלאי - לנעול את ספק הכוח אך ורק במנעול האישי שלו ולשלט את המקום רק בציוד האישי שלו, עם סימון שמו, התאריך והשעה;
- הנחיות לגבי לוחות זמנים - מתי צריך להשתמש ב-lo/to: בעבודות תחזוקה או בהתקנת ציוד חשמלי; בטיפול באמצעי ייצור ישירים (מכונות וציוד); כאשר קיימים כמה מקורות כוח וקישורים אחרים לסביבה;
- השימוש ב-lo/to: קבלת הרשאה לניתוק/חיבור יחד עם הרשאת עבודה; הפסקת פעילות המכונה/הציוד; הפסקת הספקת החשמל

בגבהים, במסוקים, באווירה נפוצה, בסביבת גזים רעילים, שימוש בלייזרים, תחזוקת צינורות מים ועוד. הן כוללות שימוש בכלים ובציוד מתאים, שילוט, השגחה ופיקוח, מקצרים וגשרים.

- הוראות בטיחות כלליות: מתייחסות לציוד ולאמצעים המשותפים לתחומי עבודה שונים, כמו שימוש בסולמות (סולם עץ או פלסטיק תקינים, המתאימים לעבודות חשמל, חגורות בטיחות או רתמות בטיחות (מתאימות לאתר העבודה), תמרוקים, דיפון בורות ועוד.
- הוראות הבטיחות לשימוש נכון בחשמל מתייחסות לכיווני ידית ההפעלה של המפסק; הפעלת מכשירי חשמל בידיים יבשות; ציוד מגן אישי מתאים; שימוש אך ורק במכשירי חשמל ופתיילי זינה תקינים ותקינים; בדיקת הציוד והמכשירים לפני השימוש.

### ניהול סיכונים במערכת החשמל

**ניהול סיכונים בחשמל** - הוא גילוי מוקדם של תקלות וסכנות אפשריות במערכת האספקה ובמתקני החשמל המוזנים ממנה, במטרה להקטין את סיכוני התממשות הנוקים ואת תדירותם.

גילוי מוקדם של תקלות וסכנות אפשריות נצפות, יש חשיבות רבה - מכיוון שבמקרים רבים מאוד **ניהול סיכונים באמצעות סקר סיכונים במתקן חשמלי** הביא למניעה מושלמת של אירוע מסוכן, לאחר ביצוע סקר סיכונים.

אבחון בעיות וצפיית נזקים אפשריים למתקן, מסיבות שונות, כבר בשלב התכנון ובהמשך - בשלב העבודה עם המתח של רשת האספקה שאליה מחובר הציוד החשמלי, או בעקבות כשל חשמלי אשר עלול להופיע במתקן. המסקנות בעקבות הסקר צריכות להוביל לשיפור נושאי הבטיחות בסביבת העבודה, כגון:

**גילוי מוקדם של סיכונים** וביצוע פעולות מניעה יכולים למנוע תאונות ונזקים:

1. איתור מגעים רופפים ונקודות חמות - למניעת שריפות;
2. התקנת "מגני מתח יתר" - למניעת עליות פתאומיות במתח הזרם (אופייניות לפעולות מיתוג של מערכות השראה, עומסי יתר, פגיעות ברקים ועוד);
3. איתור נזקים בציוד ובמוליכי הזנה - למניעת חשמול;
4. בדיקת מערכת החשמל לשעת חירום - למניעת נזק במצב חירום;
5. שיטות תחזוקה בטוחות;
6. הכשרה מתאימה;
7. גילוי מוקדם של סיכונים באמצעות בדיקות של מיתקנים;
8. גילוי סכנות אפשריות, מתוך תלונות של לקוחות, מפעילים, צרכנים;
9. בדיקת נהלים והוראות בנושאי בטיחות, כיבוי אש וחומרים מסוכנים.

### שלבי הערכת סיכונים במתקני חשמל

1. הערכה כלכלית - הסיכון יכול להיות גם כלכלי, בגלל חוסר תקציב לביצוע עבודות לשיפור המיגון והבטיחות, או איחור בלוח הזמנים של הביצוע, אשר עלולות להיות להם השלכות כלכליות;
2. בדיקת אופן תחזוקת המתקן ומערכת החשמל, והכשרת מתחזקים

- הוראות בטיחות לעבודה במתקני חשמל: מיועדות להבטיח מניעת סכנת חשמול ממתקני חשמל, בכל סוגי העבודות.
- ההוראות כוללות: שמירה על מרחקי בטיחות; שחרור מקום העבודה ממתח; עבודה תחת מתח; עבודות עם שנאים/ טיפול בשנאים; התקנת מקצרים; קבלת אישורים; סיווג אישורים; הצבת שלטים; שימוש בציוד מגן אישי בזמן ביצוע פעולות; בדיקת הציוד לפני השימוש ועוד. לדוגמה: הוראות טיפול בלוחות החשמל (ניקוי מאבק וחיזוק ברגים) קובעות, בין השאר:
- אסור לנקות לוח חשמל באמצעות אוויר דחוס, אלא רק באמצעות מברשת או מטלית שמצמידים לשואב אבק, ניקוי על ידי חברות קבלניות (פעולה כזאת מותרת רק באישור חשמלאי מהנדס).
- בדיקת חימום מגעים בלוח יש לבצע באמצעות בדיקת תרמוגרפיה או מד-חום לייזר, על ידי בדיקת נקודות התחממות בלוח (התחממות מעל ל-70°C היא מצב מסוכן!), תוך העמסת הלוח בעומס המרבי האפשרי. (עבודות אלה יש להגדיר כעבודה במתקן חשמלי חי).
- הוראות בטיחות לכלי עבודה וציוד: מטרתן למנוע פגיעה בעקבות שימוש לא נכון. ההוראות תקפות לגבי עבודה עם כלים מיטלטלים קטנים או כבדים, מכוונות, מלגזות, במות הרמה, מנופים ועוד.
- הוראות בטיחות לעבודות ייחודיות: נועדו למנוע תאונות בעבודות בעלות אופי ייחודי, כמו ב"מקום מוקף" (דודים, פירים), עבודה

### רשימת דוגמאות נהלים והוראות בטיחות חשמל הקיימות במוסד לבטיחות ולגהות

טבלה 1

מס' סד'	שם הנהלה/הוראה	הארות
1	ניתוק - חיבור מתקן/ציוד חשמלי במתח נמוך	
2	היתר ביצוע עבודות בדיקה ומדידה במתקן חשמלי חי או בקרבתו במתח נמוך	
3	היתר ביצוע עבודות במתקן חשמלי חי או בקרבתו במתח נמוך	
4	מדידה עם מגר	
5	עבודות חשמל שאינן מחייבות רישיון חשמלאי	
6	נוהל חירום חשמל	במסגרת נוהל חירום מפעלי
7	ביצוע עבודות חשמל בגובה	
8	כלי עבודה וציוד חשמלי מיטלטל	
9	הדרכת עובדים וחשמלאים בתחום בטיחות חשמל	
10	ציוד מגן אישי לעבודות חשמל, שימוש, טיפול ובדיקה	
11	בטיחות חשמל בעבודות אלקטרוניקה	
12	שימוש בכבל מאריך	
13	הנחיות לביצוע עבודות חשמל על ידי קבלן	
14	עבודות חשמל באזור עם אווירה נפוצה	
15	עבודות חשמל במקום מוקף	
16	חילוץ ועזרה ראשונה לנפגעים בעבודות חשמל	
17	טיפול בהארקה	
18	טופס תיוג מצב מערכת החשמל במפעל	
19	הראות בטיחות כלליות בתחום החשמל	במסגרת נוהל מס' 5

ומפעילים.

3. ניתוח אירועים ותאונות - שריפות וחשמול, והפקת הלקחים כאן נדרשת ידיעת החוק, הנוהגים ונוהלי העבודה במקום;
4. הערכת הסיכונים - שקלול רמת הבטיחות לאחר קבלת כל המידע על ידי צוות מומחים; קבלת ציונים במדדים המוסכמים ובניית טבלת הערכת סיכונים מפעלית.

תוצאות הסקר נערכות בדיווח שכולל ציון ליקויים וסיכונים, מסקנות לשיפור, רשימות הוראות ונהלים המומלצים, בדיקות חסרות ומומלצות, כל זה מבוסס על חוקים, תקנות ותקינה הקיימת.  
מי רשאי לבצע סקר סיכונים: בעל ידע מוכח או רישיון חשמלאי הנדסאי או מהנדס, בעל רישיון חשמלאי בודק, וכולם עם ידע וניסיון בתחום בטיחות חשמל ובטיחות כללי בתעשייה ומתקנים מתאימים.

### ניהול בעקבות סקר סיכונים:

- יצירת גישה נוחה למתקן;
- מרחקים מתאימים בין מוליכים ברמות מתח שונות;
- התקנת שלטי אזהרה;
- התאמת כיווני פתיחת דלתות המילוט מחדרי החשמל;
- הנהגת דפוסי התנהגות הולמים של העובדים במתקן והשוהים בו;
- נושאי הכשרות והדרכות;
- יצירת תנאים סביבתיים הולמים (טמפרטורות נוחות, אוורור, ארון חשמל מסודר);
- הכנת נהלים והוראות בטיחות לביצוע עבודות במתקני חשמל.

### רשימת בדיקות בטיחות בתחום החשמל במסגרת סיור וסקר סיכוני חשמל בתעשייה

הבדיקות המתבצעות במהלך הסיור כוללות: מערכת חשמל ותהליכי ייצור; עבודה עם ציוד אלקטרוני וחשמלי; קיום והתאמה לתנאי סביבה; חשמל סטטי ושימוש נכון בציוד. הבדיקות המתקן הן חזותיות. לעתים משמשים גם במכשירים לבדיקת מפסקי מגן ורמות שדה אלקטרומגנטי. נבדק קיום ותוכן ההוראות ונוהלי הבטיחות הרלוונטיים. מומלץ שהאחראים על בטיחות החשמל במפעל/בארגון ייעזרו ברשימות הללו ויוסיפו נושאים מקומיים לעריכת סקר מושלם יותר. נעזרים גם בדוחות של חשמלאים בודקים ובדיקות שוטפות במפעל.

### סקר סיכונים במתקני חשמל

**סקר סיכונים** – הוא יישום שיטתי של שיטות לזיהוי והערכת סיכונים, כמו גם זיהוי גורמי סיכון. סקר סיכונים הוא כלי לאבחון ראשוני של סכנות, המוביל לביצוע תכנון של ניהול סיכונים.

**זיהוי גורמי סיכון (hazards factor)** – זיהוי גורמים המכיל פוטנציאל לנזק עקב קיום מרכיבים מסוכנים בו או בקרבתו. גורם סיכון יכול להיות כל אובייקט, מצב או פעולה, היכולים לגרום לפגיעה או מחלה באדם, נזק לרכוש, נזק לסביבה או שילוב של כול אלה.

**ניתוח סיכונים** – תהליך שיוצר המלצות להגברת הבטיחות על ידי עדכון או תיקון התכנון, הוספת אמצעי מיגון ומגן, בחינה וניתוח חדש לשיפור מתמיד. טכניקות לניתוח סיכונים הם רבות ומגובנות. העיקריות בהם: חקר גורמי סיכון תפעוליות (HAZOP), ניתוח עצי כשל (FTA), ניתוח עצי אירועים (ETA), ניתוח עלות תוצאה (C-CA), ניתוח אפקטים וקריסות של אופני כשל (FMECA). בספר לא נדון בהרכבה בנושא ניתוח סיכונים.

את הסקר מבצע, בדרך כלל, מהנדס שהוכשר לכך. הסקר הוא בדיקה מקיפה לאיתור ליקויים וסיכונים במערכות החשמל וציוד המוזן על ידי המתקן.

סקר הסיכונים יכול להראות אם נעשה במתקן שינוי מהותי אשר עלול לגרום סכנה למשתמשים. לדוגמה: מתקן חשמל, אשר שימש קודם לצורכי צריכה רגילה ("ביתית") הוסב למתקן מעבדתי. שימוש במתקן חשמל במעבדות יוצר סיכונים מוגברים, המחייבים התייחסות והתאמה של המתקן לייעודו החדש. אם השינוי תוכנן ו/או בוצע בצורה לא מקצועית – השימוש במתקן נעשה מסוכן עוד יותר; או העברת ציוד מסביבת עבודה אחת לאחרת, ללא שינויים במתקן - על ידי איש מקצוע ועל פי תכנון מקצועי יוצרים סביבת עבודה מסוכנת יותר.

**תהליך ביצוע סקר** - מתבסס על שילוב של תכנון, בדיקה חזויה, בדיקת מסמכים ותוכניות, בדיקת נהלים והוראות, סיורים במחלקות ובמתקנים, בדיקות בסיסיות, ישיבות ושיחות עם נוגעים בדבר (חשמלאים, ממונים, מנהלים, עובדים).

### דוגמאות הנושאים שאליהם אנו מתייחסים בביקור במפעלי תעשייה וארגונים

- דרישות ובדיקת חדרי חשמל ולוחות החשמל
- דרישות ובדיקת שנאים וחדרי שנאים
- בדיקת מנועים חשמליים
- דרישות ובדיקת גנרטורים וחדרי גנרטורים
- דרישות ובדיקות למערכת הספקת חשמל כמו מצברים, סוללות, מערכת UPS
- דרישות ובדיקות ציוד ומכשור חשמלי
- בדיקת הארקות, כולל הארקה הגנה (TT) לציוד ולמכונות, כולל דוחות של בודקים
- בדיקת מפסקי מגן ודוחות
- בדיקת תאורת חירום
- בדיקת מפסקי חירום
- בדיקת כלי עבודה חשמליים ותיעודם
- בדיקת כבלים מאריכים כולל תופי כבלים
- סוגי כבלים ותופים לשימוש באזורים שונים, לפי תקנים ותקנות
- סוגי התאורה ותחזוקתם
- בתי תקע, תקעים לשימוש בתנאים שונים, לפי התקנות
- אופן ביצוע עבודות חשמל על ידי חשמלאים, כולל עבודה במתקן חי
- אופן ביצוע ניתוק/ חיבור מתקני חשמל
- עבודות במתח נמוך וגבוה
- קיום נוהלי בטיחות בתחום החשמל, כולל בדיקות וביצוע עבודות
- שימוש בציוד מגן אישי לעבודות חשמל
- קיום ציוד הצלה מהתחשמלות
- בדיקת לוחות חשמל וחדרי חשמל
- מערכת אינסטלציה של חשמל

7. שיפור מערכת הגנה נגד חשמול;
8. שימוש בציוד עבודה מתאים;
9. שימוש בציוד מגן אישי וציוד הצלה;
10. שימוש בכלי עבודה תקינים ותקניים;
11. שיפור דיווח על תאונות ותקלות במתקני חשמל;
12. הנהגת דפוס התנהגות מתאים לדרישות התקנות;
13. יצירת תנאי סביבה הולמים (טמפרטורה, אוורור, נוחות, יציבות וכד');;
14. שיפור בטיחות בביצוע עבודות תחזוקה ותפעול;
15. התנהגות נכונה של העובדים בשעת חירום.



**ד"ר אלכש טורצקי**, נולד ב-1945.  
 תואר שלישי (Ph.D.) בהנדסת חשמל, 1977.  
 נושא דוקטורט: מודלים לחיזוי וניהול  
 במערכות חשמל (smart grid electricity).  
 עובד כמהנדס ראשי חשמל בתחום הנדסה  
 ותורת הבטיחות של המוסד לבטיחות ולגיהות. משמש כיועץ,  
 מדריך ארצי בתחום בטיחות בחשמל משנת 1986. כתב 4 ספרים  
 וכ-50 מאמרים בתחום בטיחות בחשמל. מבצע סקרי בטיחות  
 במתקני צריכה ומערכות חשמל בתעשייה, בנייה וחקלאות. מבצע  
 מדידות שדות אלקטרומגנטיים ELF מציוד ומתקני חשמל. מרצה  
 בנושא בטיחות חשמל לעובדי תעשייה, מדריכי בטיחות, מהנדסי  
 חשמל וסטודנטים למגמות החשמל זרם חזק. חבר מועצה הנדסית  
 של התאגדות מהנדסי חשמל ואלקטרוניקה בישראל, יו"ר תא  
 בטיחות בחשמל בהתאגדות.

- בדיקת חדרי גנרטורים
- מצב הציוד ולוחות החשמל באולמות ייצור
- מצב הגנות חשמליות במכונות
- סוגי רישיונות חשמלאים והתאמה לחוק החשמל לפי צורכי המפעל
- הדרכות חשמלאים ורענון
- עבודות חשמל במקום מוקף, נפיץ, חומרים מסוכנים
- ביצוע עבודות חשמל בגובה
- התאמת ציוד חשמלי לתנאי העבודה ולתנאים הסביבתיים
- התנהגות בתחום החשמל במצב חירום, כולל נוהל "חירום חשמל"
- שיטות מניעת חשמל סטטי
- שיטות הגדרת רמת הנפיצות ומניעתה
- בדיקות רמות שדות אלקטרומגנטיים (אלמ"ג) במתקן וציוד חשמלי בתדר ELF
- גילוי וכיבוי אש במערכות חשמל
- ארגונומיה לחשמלאים.

### מסקנות בעקבות סקר סיכוני חשמל

1. יצירת גישה נוחה למתקן;
2. סביבה בטוחה במתקן חשמלי;
3. גילוי תקלות מוקדם לביצוע תחזוקה מונעת;
4. הגנה ובידוד מגעים אשר נמצאים תחת מתח;
5. התקנת שלטי אזהרה וסימון;
6. שיפור תאורה ותאורת חירום;