

בטיחות בתחזוקת מתקני השמל

המאמר כולל המלצות לאמצעי בטיחות ארגוניים, שיש לנקוט בתחזוקת מתקני השמל, ללא גרימת נזק לאנשי התחזוקה ולסביבתם. חלק ראשון

מאת ד"ר אלכס טורצקי

לשעבר מהנדס חשמל ראשי במוסד לבטיחות ולגיהות
צילום: ד"ר אלכס טורצקי

תחזוקה היא מכלול הפעולות הנעשות לשם שמירה על תפקודו התקין של המתקן. מטרת תחזוקת מתקני חשמל היא לצמצם השבתות בלתי מתוכננות ולהאריך את מחזור החיים של המתקן, תוך שמירה על בטיחות מבצעי התחזוקה. תחזוקה מונעת מטרתה למנוע תקלות של המתקן ולשדרגו לפי הצורך. לפיכך, היא חלק הארי במחזור חיי המתקן החשמלי. כמו כן, היא הכרחית למזעור סכנות ותקלות שעוללות לגרום לנזק או לאסון.

תחזוקה מונעת, כמו גם תחזוקת שבר, יש לבצע לפי תכנון כללי הבטיחות הנדרשים. כללים אלה מתוכננים מראש על ידי מנהלי מערכת החשמל והאחראים לבטיחות בארגון. שירותי התחזוקה ניתנים על ידי חשמלאי הארגון או על ידי קבלני חוץ. האחריות לבטיחות אנשי התחזוקה חלה תמיד על בעל המתקן או הארגון. לא תמיד קיימת אפשרות להשבתת המתקן החשמלי בעת תחזוקתו, ולפי הצורך מבצעים עבודות תחת מתח חשמלי (עבודה במתח חי), מצב שיש בו סיכון מוגבר לחיי העובדים ולתקינות המתקן. יש לבצע עבודות לפי הנדרש בתקנות החשמל (עבודה במתקן חי או בקרבתו), התשע"ד-2014.

בעת טיפול, תיקון וביצוע עבודת חשמל, יש לוודא כי בעל המקצוע הוא מורשה לביצוע עבודות חשמל בהתאם לסיווג המקצועי ובעל ניסיון בתחום זה, וכי נעשה שימוש בכלים מקצועיים, בוצע ניתוק זרם החשמל (בשיטת נעילה ותיוג) לפני תחילת העבודה, למניעת סכנת התחשמלות בעת ביצוע העבודה. כל ארגון חייב להכין נוהלי תחזוקה.

גורמים לתאונות באחזקת מתקני חשמל

- הגנות לא תקינות או לא מתאימות, הארקות לא תקינות.
- פירוק צינורות מים ללא גישור תחליפי (שמירת הארקות).
- שימוש לא נכון בכבלים מאריכים.
- מפסקים ומפסקי חירום לא תקינים.
- שימוש בציוד לא תקני.
- המפרט והוראות העבודה לא עומדים בדרישות התחיקה.
- אי-שימוש או שימוש לא נכון בציוד מגן.
- אי-התאמת ציוד וכלים לתנאים ולמקום.
- מרחב עבודה (תחום) לא מספיק.
- עבודה בגובה, עבודה במקום מוקף שלא בהתאם לתקנות החשמל.
- עבודה במתקן חשמלי חי באופן שגוי.
- רישיון עבודות חשמל לא מתאים או לא קיים.
- מערכת ניהול אחזקה ובדיקות לא תואמת לדרישות המתקן.
- מערכת חילוץ ועזרה ראשונה לא קיימת.

מערך בטיחות תחזוקה למתקני חשמל במפעל או בארגון

את מערך בטיחות התחזוקה אפשר לחלק לשני מרכיבים עיקריים:

- תכנון מתקן ומערכת החשמל ומערך אחזקתו.
- תהליכי בטיחות בביצוע עבודות תחזוקה, הכנת סקר בטיחות בחשמל.
- נוסף על כך, יש להתייחס לתחזוקת מערכת החשמל במצב חירום. נפרט את המהלכים:

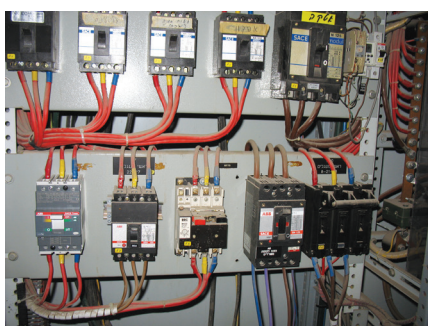
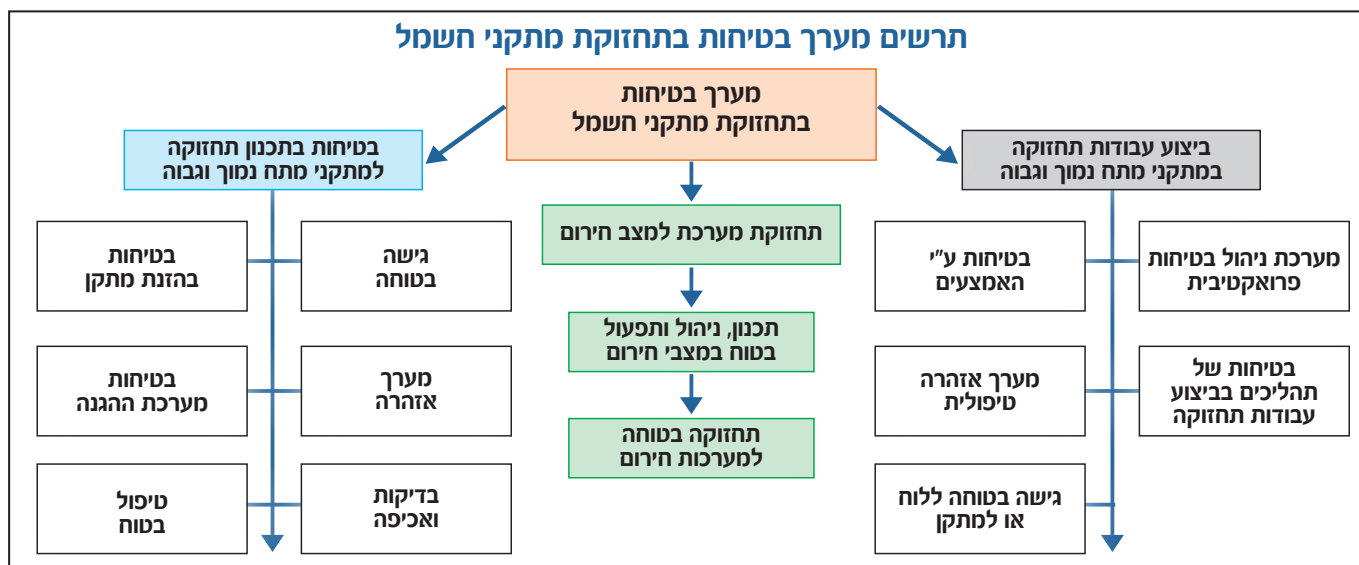
א. בטיחות בתכנון מתקן חשמלי לתפעול ולטיפול

1. בטיחות בהזנת מתקן חשמלי, כגון סימון/הדגשת הזנה כפולה או אחרת, תשתית חשמל אמינה ובטוחה, תפעול בטוח.
2. בטיחות מערכות הגנה, כגון שיטת הזנה ומפסקי הגנה, שיטת הארקה, מגני ברק, מפסקי חירום מתאימים, מערכת בקרה עם התראה על תקלות, מערכת גילוי אש.
3. קיום מערכת ניהול תחזוקה מונעת, פרואקטיבית, כגון בדיקות תקופתיות של מערכות הגנה ומערכות חשמל, מערך אכיפה שוטפת.
4. בטיחות בפעולות החזקה למתקני מתח גבוה, המוגדר כרמה מסוכנת הדורשת התייחסות מיוחדת.
5. טיפול בטוח, כגון החלפת יחידות זרם נשלפות ללא גישה למגעיים חשופים, חיבורי כבלים ומוליכים באמצעות מהדקים מבודדים - כל זה ללא הפסקת מתח המתקן.
6. גישה בטוחה ללוח או למתקן חשמל - מצב שאין מגעים חשופים בלוח עם רמת הגנה שאינה פחותה מ-IP2X.
7. מערך אזהרה, כגון שילוט, סימון מעברים, כריזה ועוד.

ב. בטיחות בביצוע עבודות חשמל

1. קיום מערכת ניהול בטיחות פרואקטיבית - נוהלי בטיחות, סקרי גורמי סיכון, הדרכות בטיחות, אכיפה על ידי סיורי בטיחות שוטפים, ביצוע תחקיר לאחר כל אירוע בטיחות והסקת מסקנות.
2. בטיחות באמצעים - אמצעים מתאימים לביצוע עבודה, אזורי עבודה מתאימים, גישה, תנחת עבודה, יציבות העובד ומרווחים נוחים לציוד ולאזור עבודה, ציוד מתאים לביצוע עבודה, ציוד להגנת מתקן או אזור עבודה, ציוד מגן

תרשים מערך בטיחות בתחזוקת מתקני השמל



לוח חשמל עם מנגנים חשופים, מסוכן לתחזוקה ולמדידות

- עבודה בתנאי תאורה לקויה, רעש ותנאי סביבה קשים.
- עבודה בחלקים משומנים בגרז וכו'.
- חשיפה לחומרים רעילים ומזיקים כתוצאה מפירוק צנרת, מכל, משאבה ועוד.
- פעולות הרמה וטלטול של פריטים ללא ידיעת משקלם, וחיבור לא נכון.
- הקמת מערכת חדשה, מכונה או מפעל בצורה לא נכונה.
- עבודה לא מקצועית ובעלת סיכונים רבים מדי.
- שעות עבודה מרובות, הגורמות לעייפות ובעקבות כך, לחוסר זהירות.

בטיחות בעבודה במתקן חי

על פי תקנות החשמל (עבודה במתקן חי או בקרבתו), התשע"ד-2014, הארגון יכין נוהל שמטרתו מתן הנחיות לחשמלאים, למנהלים ולממונים על הבטיחות. הנוהל יכול לתנאים והיתרים לביצוע עבודה במתקן חי; תנאים והיתרים לביצוע עבודה בקרבת מתקן חי; הוראות לביצוע עבודה במתקן חי על ידי המורשה; תהליך

- תקן 1525 - ניהול תחזוקת בניינים (לפי חלקיו):

תקן זה קובע את תוכן מסמכי העדות הנחוצים לפי ייעוד הבניין או חלקי הבניין. התקן חל על בניינים למגורים ושאינם למגורים, לרבות בניינים בעלי ייעוד מעורב, הן בתחום הרכוש הפרטי והן בתחום הרכוש המשותף, ועל סביבתם הקרובה של הבניינים. דוגמאות של בניינים שאינם למגורים: בנייני משרדים, מוסדות חינוך, בנייני מסחר, בנייני התקהלות ציבורית, בתי מלון, בתי חולים, מוסדות סגורים, בנייני תעשייה קלה או חקלאות. התקן מגדיר דרישות למתקני חשמל, בדיקות תקופתיות של מתקני חשמל שונים.

(הערה: היות שלא קיים עדיין תקן דומה לתעשייה, יש לקבל את הדרישות כהמלצה למתקנים דומים אחרים).

סיכונים אופייניים:

- התנתעת מנגנונים ללא אמצעי בטיחות.
- עבודה במתקנים חשמליים חיים ללא כללי בטיחות.
- ניתוק לא מאובטח (ללא נעילה ותיוג של ההזנות) של ציוד או מתקן לצורך עבודה בו.
- הפעלת ציוד שלא בתיאום בין מפעילים.
- נטרול חלקי מכונה כאשר חלקים אחרים פועלים.
- כניסה למקומות סגורים לביצוע פעילות ללא הבטחת אי-הפעלת ציוד חשמלי, פניאומאטי, הידראולי וכד'.
- כניסה למקומות סגורים ללא בדיקה לזיהומים וללא ציוד הגנה מתאים.
- עבודות חמות הגורמות לניצוצות ולגצים.
- חפירות ובנייה היוצרות מפולת.

אישי, תנאי סביבה מתאימים (אוויר, תאורה, רעש ואחר).

3. בטיחות בביצוע עבודות תחזוקה בגובה או מקום מוקף.
4. בטיחות בתהליכי ביצוע עבודות תחזוקה במתקן חשמלי - מי רשאי לבצע, תנאי ביצוע במתקן מת (מנותק מחשמל), ובמתקן חי.
5. סקר בטיחות חשמל ארגוני, המציין תהליכי עבודה וסיכונים קיימים ואפשריים בשימוש בחשמל ובביצוע עבודות חשמל.
6. מערך אזהרה, הכולל בין השאר, שילוט, כריזה, סימון מעברים, מערך עזרה ראשונה ועוד.

ג. בטיחות בתחזוקת מערכות חירום

1. תכנון תפעול בטוח במצבי חירום
 2. תחזוקה בטוחה למערכות חירום
- ביצוע בדיקות תקופתיות לכלל המערכות הוא חלק מתחזוקה מונעת. נוהלי התחזוקה יבנו על פי סקרי בטיחות החשמל של הארגון. את כל כללי הבטיחות בביצוע עבודות חשמל ומדידות חשמל יש להגדיר לפי הערכת הסיכון במתקן. לפני ביצוע העבודה יש לוודא שקיים סיכון. לדוגמה:

עיקרי התקנות והתקנים בנושא בטיחות בתחזוקה בחשמל:

- תקנות בטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן-1990.
- תקנות עבודה במתקן חשמלי חי ובקרבתו, התשע"ד-2014.
- תקנות הארקה ואמצעי הגנה בפני חשמול במתח עד 1,000 וולט, התשנ"א-1991.

היתר ביצוע בדיקות ומדידות.

האחריות:

- מנהל מערכת החשמל אחראי על יישום נוהל זה.
- העובדים המבצעים אחראים על ביצוע וקיום כל כללי בטיחות הנדרשים.
- מנהל החשמל אחראי למתן היתרי בטיחות, להספקת ציוד וכלים לפי הנדרש ולפיקוח על כללי הבטיחות.
- הכלל הוא, שלא תבוצע עבודה במתקן חי ללא קבלת היתר עבודה ממורשה (חשמלאי מהנדס או חשמלאי הנדסאי - לפי התקנות). במקרה שלא קיימים שינויים, ההיתר יחודש.

היתר לביצוע עבודות במתקן חי יכלול:

איתור מקורות מתח, כמו מקור הזנה עיקרי, הזנות נוספות למתקן, מקורות מתח נוספים במתקן (קבלים, השראות, גנרטורים, מצברים, UPS ועוד); מתח חוזר; הוראות טכניות עבור כלים וציוד לעבודה במתקן חי; הגנות הנדרשות לביצוע העבודות; הגדרת צוות עבודה, כולל רישיונות חשמלאים; הנחיות הניתנות בכתב לחברי צוות העבודה על ידי ראש הצוות; סיכונים בעבודות במתקן חי. אופן השימוש, צורת האחסון ותחזוקה, השינוע, הבדיקות וביקורת תקופתית של כלים וציוד, המשמשים לעבודה במתקן חי, יוסדרו באמצעות הוראות טכניות בכתב של חשמלאי מהנדס, וכפי שנדרש בתקנות לעיל.

תהליך חשוב נוסף: לפני ביצוע עבודה במתקן חי עובדי הצוות יקבלו הוראות בכתב מהמורשה. עבודות במתקן חי מבצעים בצוות של שניים או שלושה חשמלאים לפחות (לפי התקנות), ברישיונות המתאימים. חובה לבדוק תקינות כלי עבודה וציוד מגן אישי לפני השימוש בהם. חובה לצייד בציוד הצלה והוראות התנהגות במצבי חירום.

לפני תחילת ביצוע עבודות בדיקה ומדידה יש לוודא את אלה:

חיזוי תקלות אפשריות, גילוי מגעים חשופים, קיום סיכונים, קיום ותקינות ציוד וכלי מדידה, קיום ותקינות ציוד מגן אישי ועזרה ראשונה. חשוב לציין את כללי הבטיחות בעת ביצוע בדיקות ומדידות.

עבודות חשמל בגובה: יש להגדיר תנאי עבודות במתקן חשמלי חי בעבודה בגובה. אסור לעבוד על גבי הסולמות ללא אמצעי בטיחות, כמו רתמות וציוד הגנה אחר.

עדיף להשתמש בבמות הרמה.

ניתוק מתקן חשמלי

הניתוק יבוצע על פי תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן-1990.

מתח נמוך - הניתוק יבוצע לפי תקנה 9; נוהל הניתוק הוא בשיטת LO-TO.

מתח גבוה - הניתוק יבוצע על פי תקנה 8; עבודות הניתוק והחיבור יבוצעו לפי הוראות בכתב (פקמ"ק) של חשמלאי מהנדס במקום.

עבודות במתקן חשמלי, הפועל באטמוספירה נפיצה, יש לבצע לפי תקנות ותקנים אלה:

1. תקנות בטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן-1990.
2. תקן ישראלי ת"י 60079 - חלק 0 של התקן, דן באטמוספרות נפוצות: ציוד - דרישות כלליות.
3. תקן ישראלי ת"י 60079 - חלק 14 של התקן, דן באטמוספרות נפוצות: תכן, בחירה והקמה של מתקני חשמל.
4. תקן ישראלי ת"י 60079 - חלק 17 של התקן דן בגורמים הקשורים ישירות לבדיקות ולתחזוקה של מתקני חשמל באזורים מסוכנים בלבד. להלן נוסח סעיף 4.2 של התקן הבין-לאומי ה"ל", שמתייחס למיומנות של מתחזקי הציוד:

לפיכך, מפעל או ארגון מכין נוהל, כמו "כללי בטיחות לטיפול ולתחזוקת ציוד חשמלי באווירה נפיצה". הנוהל יכלול את הנושאים הבאים:

5. תקן ישראלי ת"י 60079 - חלק 19 של התקן, דן באטמוספרות נפוצות: תיקון, שיפוץ והשבחה של ציוד. חלק 4.2 - "Qualifications of personnel" סיווג אזורים נפוצים (אזורים מסוכנים), הגדרת אזורי סיכון לפי ATEX, או לפי תקנים אמריקאיים (NEC/UL). הסיכונים באזורים נפוצים, דרישות לתיקון ושיפוץ ציוד; בדיקה וביקורת, הכשרה והסמכה של האחראים ומבצעי העבודות.
- אזור מסוכן - דוגמאות: כל אזור במפעל שבו קיים עיבוד, אחסון, שינוע של חומר דליק, נפיץ, לדוגמה תעשיות שעובדות בחומרים כימיים, דלקים ושמן, הובלה ושינוע, מכוני תערובת, מפעלי קמח, עיבוד עץ, אריות סוכר וחומרים אורגניים, דפוס וצבע וכד'.

האחריות

האחריות להכנה וליישום הנוהל חלים על מנהל הבטיחות של המפעל. באחריות ההנהלה לסמן ולמקד סיכונים, להגדיר

הנחיות, לסמן אזורים, לבצע מעקב אחרי שינויים (כל שינוי עלול לגרום לשינוי אווירה ואזור). האחריות על ביצוע עבודות במתקן חלה על מורשה אחראי לביצוע עבודות.

מנהל מחלקת חשמל אחראי לביצוע עבודות חשמל באזורים נפוצים; לבחירת ציוד מתאים להתקנה באזורים נפוצים; לתחזוקה ולתפעול ציוד ומתקני חשמל, הקיימים באזורים נפוצים; לשמירה לאחר תיקון, שיפוץ או השבחה; לעמידת הציוד בהוראות של תעודת ההתאמה של היצרן או להוראות תקן הגנה בפני פיצוץ המתאים למקרה שבו התעודה אינה זמינה (כנדרש בחלק 19 של התקן). התקנה מחדש של ציוד לאחר תיקון הוא בהתאם לת"י 60079, חלק 14. ציוד שעבר תיקון או שיפוץ יסומן באות R במסגרת הריבועית.

בכל מקרה, תחזוקת הציוד תבוצע לפי הוראות היצרן על ידי חברות תחזוקה המאושרות על ידו.

בדיקת ציוד ומתקנים:

בדיקת ציוד ומתקנים לפני הפעלת ציוד מוגן נפוצות, כמפורט בתקן זה (ת"י 60079), חלק 17, בתקופות הבאות:

1. בדיקה יסודית של ציוד קבוע פעם ב-3 שנים, לפי דרישות התקן.
2. בדיקה יסודית של ציוד נייד פעם ב-12 חודשים, לפי דרישות התקן.
3. בדיקת ציוד נייד פעם ב-6 חודשים, הבדיקה כוללת תיעוד. סוגי בדיקות: בדיקה ויזואלית של ציוד - V (Visual inspection), בדיקה מעמיקה של ציוד - C (Close inspection), בדיקה יסודית של ציוד - D (Detailed inspection).

בדיקת גופי תאורה

- הבדיקה תיעשה לפי הדרישות הבאות:
- התאמה לטמפרטורת הסביבה על פי צורת ההתקנה.
 - התאמה לטמפרטורת ההצתה ולפי סוגי גזים או אבקות.
 - שלמות האטמים, הזכוכית וכניסות הכבלים.
- רשימה זו נכתבה במטרה לעזור לממוני בטיחות ולאחראים לעבודות בחשמל לעמוד בדרישות החקיקה ולהיות בטוחים בפני תביעות עתידיות. החלק השני יתייחס גם לדרישות התחזוקה במתקני חשמל במצב חירום. ■