

בטיחות בתחזוקת

מאת ד"ר אלכס

- התקנת מנעולים על ספקי כוח של ציוד, עם הנחיה ודרישה שכל חשמלאי חייב לחבר לציוד רק את המנעול והשלט שלו;
- הנחיות לגבי השימוש ב-lo/to: בעבודות תחזוקה, או בהתקנה של ציוד חשמלי - כאשר קיימים מספר מקורות כוח;
- שלבי השימוש בנעילה ותיג (lo/to): קבלת הרשאה לניתוק/לחיבור יחד עם הרשאת העבודה, הפסקת פעולת הציוד, הפסקת אספקת החשמל, נעילת המפסק של מקור האנרגיה, הצבת שלט אישי על המפסק שננעל, בדיקת היעדר מתח.



מפסק החירום מותקן במקום נגיש, ומספק לעובד הגנה לעבודה, תפעול וטיפול בטוחים בנוסף לאמצעי הגנה מכנייים

- נהל הספקת חשמל בשעת חירום יכלול:
 - כללים להתקנת תאורת חירום;
 - הספקת חשמל לשעת חירום.

הוראות בטיחות (safety instructions)

הוראות בטיחות הן מסמך פנים-ארגוני המפרט את הדרישות ונהלי הבטיחות בכל תחומי הפעילות במפעל. במסמך מובאים, בעיקר, איסורים שונים לגבי צוות העבודה ותיאור תהליכי ביצוע עפ"י כללי זהירות, כהשלמה להוראות העבודה. הוראות הבטיחות לגבי סיכונים שונים צריכות להתפרסם, במכוון, כדי להגיע לידיעת ציבור העובדים החשופים אל הסיכונים הללו.

במסגרת הנהלים מכינים מפעלים טפסים לאישור ביצוע עבודות במערכות החשמל ובמיתקנים - כולל אישורי כניסה לחדרי החשמל, שלבי ניתוק אספקת הזרם, קביעת אחראים על ביצוע העבודות והנפקת היתרי עבודה**. נוהל מסודר חייב לכלול גם היערכות למקרי תקלות ותאונות אפשריות.

3. בטיחות באמצעות אמצעים

האמצעים המשמשים לצורך הבטיחות הם: הצבת שילוט; בדיקות לוידוא היעדרות מתח; בדיקות לתקינות מערכות ההגנה מחישמול ומערכות גילוי וכיבוי אש; ושאר האמצעים הנדרשים ליישום עפ"י חוק החשמל ותקנותיו.

4. בטיחות על ידי הדרכה

הדרכה בתחומי הבטיחות היא מרכיב בעל חשיבות רבה מאוד במיכלול היבטי הבטיחות. ההדרכה מאפשרת לעובדים בכל הרמות להכיר את הסיכונים ולהתנהג בצורה הטובה גם במצבי חירום ובמקרים של תקלות.

הנהלים והוראות הבטיחות חייבים להיות מותאמים לאופי המפעל. הם צריכים לכלול פירוט של תהליכי השימוש בציוד ובאמצעים, ולתעל את צוותי העובדים לתוך מסגרת העבודה והמשמעת הדרושות, על פי אופי המפעל. הצוותים חייבים להיערך לעבודה מבעוד מועד, בהתאם להנחיות שבטופס הנהלים והוראות הבטיחות. כל העובדים חייבים להכיר את ההוראות הנוגעות להם ישירות והממונה בכל יחידת עבודה חייב לוודא שהעובדים אכן מכירים ומבינים את הכללים האלה.

נהלים והוראות בטיחות לעבודות חשמל

נוהל בטיחות (safety program)

נוהל בטיחות הוא מסמך פנים-ארגוני היוצר בסיס משותף לעוסקים בנושא. הנוהל אמור להסדיר את הפעולות למניעת סיכוני בטיחות בסיסיים - שהם מיפגע חוזר ו/או מיפגע שלא ניתן לסלקו בפעולה אחת. לפניכם, לדוגמה, תמציתם של מספר נהלים מקובלים בנושאי חשמל:

● נהל השבתת מכונות וציוד

(lockout/tagout) יכלול:

- נעילה ומיתוג - lo/to (lockout/tagout) של מתגי הספקת חשמל בלוחות חשמל ובציוד, שמטרתם למנוע הפעלת ציוד ומכונות;

איכות מערכות הספקת חשמל ורמת הבטיחות של המערכות תלויה ברמת התחזוקה שלהן. שמירה על בטיחות המערכות, מבלי לפגוע

בהספקת חשמל סדירה, מחייבת הערכת סיכונים - הקשורים לעובדים, לתהליכי הייצור ולסביבה. רק ידע מקצועי והקפדה על כללי בטיחות יכולים למנוע פגיעות ברכוש ובנפש

מ

פעלים מתקדמים, המיישמים את תקני האיכות - ISO, חייבים לנקוט בפעולות הכנה כאמצעי מקדים לעבודה עצמה - על ידי קיום נוהלי בטיחות, לפי דרישות החוק והתקנות, בנושאים שונים - ובכללם גם נושאי החשמל. במושג "דרישה" כלולה גם מניעת הפרעה לתהליכי ייצור סדירים, על ידי תחזוקה בטיחותית ברמה גבוהה. למימוש דרישה כזאת יש צורך בבעלי מקצוע מיומנים ומנוסים ובהגברת המודעות לנושאי הבטיחות בעבודות התחזוקה, בקרב העובדים והמנהלים. את נושא הבטיחות במהלך ביצוע עבודות תחזוקה במיתקני חשמל ניתן לחלק ל-4 תחומים*:

1. תכנון בטיחותי

כל מפעל יכול לשפר את בטיחותם של מיתקני החשמל הקיימים בו והעתידיים, ע"י התאמות ושינויים בתכנון המיתקנים - בהתאם למשאבים העומדים לרשותו, המוקצים לצורך כך.

2. בטיחות על ידי ניהול

ניהול עם היבטי בטיחות מצריך תכנון מוקדם של תהליכי התחזוקה והקפדה על קיום חוק החשמל ותקנותיו. פירוש התקנות באמצעות נהלים והוראות בטיחות פנימיות יכולים לסייע בשיפור הבנת הנדרש, והתאמת היישום לתנאי המפעל, לעובדים שבו ולסביבתו. לדוגמה:

הכותב הוא מדר"ח חשמל ארצי ביחידת הנדסת הבטיחות של המוסד לבטיחות ולגיהות

* נחמן הלמן, "פאזה אחרת" מס 74
** פורסם תקציר בנושא - תחזוקת מיתקני חשמל - היבטי בטיחות, המוסד לבטיחות ולגיהות (קוד: ת-125)

לדוגמה:

■ כללי בטיחות לשימוש נכון בחשמל מתייחסים לכיווני ידיות ההפעלה של המפסקים; הפעלת מכשירי חשמל בידיים יבשות; נעילת נעליים מתאימות ועמידה במקום יבש; שימוש במכשירי חשמל ותקינות פתילי הזינה; בדיקת ציוד ומכשירים לפני השימוש.



בדיקת ציוד חשמלי ע"י החשמלאי תסתיים בהדבקת "תווית בדיקה ואישור תקינות". את התווית מחדשים בעת ביצוע הבדיקה התקופתית, במועדה

■ הוראות טיפול בנפגעי התחשמלות (חישמול) דורשות: לא לגעת בנפגע, לא לזנק לעברו ולהישאר רגוע. לנתק את מקור המתח, להזעיק עזרה ולהודיע לממונים, לבצע פעולות החייאה לפי נוהל עזרה ראשונה וכו'.

כל נוהל או הוראת בטיחות צריך לפרט, בשלבים, את הצעדים שיש לנקוט כדי להבטיח את העבודה הבטוחה בטיפול ברשתות חשמל ובמיתקני חשמל. לפני תחילת ביצוע עבודות תיקון ותחזוקה - יש להודיע לגורמים המתאימים במפעל על הפסקת אספקת החשמל, ולנתק את הציוד ממקור הספקת החשמל.

עבודות חשמל במיתקני חשמל "חיים"

אחת מהעבודות בחשמל הגורמות ל"כאבי ראש" מבחינת הבטיחות היא טיפול במעגלים חיים, נושאי מתח. גם חשמלאי מנוסה עלול לשגות ובמקרים מסוימים - השגיאה היא בלתי הפיכה. מחירה של טעות בעבודות אלה גבוה מדי ומשולם במקום.

המושג עבודה ב"מיתקן חיי" הוגדר בתקנות החשמל (עבודה במיתקנים חשמליים חיים), התשכ"ז-1967:

הוראות ונוהלי בטיחות מומלצים לעבודות בחשמל במתח נמוך, במפעלים ובתעשייה

(רשימות מייצגות)

הוראות:

- עבודות תחזוקה במיתקני חשמל;
- ריתוך חשמלי;
- שימוש במכשירי חשמל מיטלטלים;
- כניסה לחדרי חשמל;
- שימוש בכלי הרמה ובסולמות, עבודה בגובה בעבודות חשמל;
- טיפול בחדרי מצברים וטיפול במצברים;
- עבודה במקום מוקף ו/או באווירה נפיצה.
- עבודה באזורים עם מיטעני חשמל סטטי;
- קרינה אלקטרומגנטית.

נהלים:

- היתרי עבודה, כולל טופס אישור לביצוע עבודות.
- השבתת מכונות וציוד;
- עבודה במיתקנים חיים, מתח נמוך;
- טיפול בלוחות החשמל;
- הספקת חשמל בשעת חירום;
- שימוש בציוד מגן אישי;
- הדרכת עובדים וחשמלאים בתחום החשמל.

(מתוך מסוקים); באטמוספירה נפיצה; עבודה בסביבה של גזים רעילים; שימוש בלייזרים; תחזוקה של מערכות צנרת, מערכות מים ועוד. הן כוללות הנחיות לשימוש בציוד מתאים, שילוט, השגחה, מקצרים וגשרים.

• **הוראות בטיחות כלליות** (לכל העובדים) - ההוראות מתייחסות לפעולות משותפות לתחומי עבודה שונים, כמו: מצב המפסקים; שימוש בסולמות (לדוגמה - סולם עץ תקין); חגורות בטיחות (מערכת מיקום בעבודה) או רתמות בטיחות; שימוש בתמרורים; דיפון בורות וכו'.

את הוראות הבטיחות בנושאי החשמל ניתן לחלק ל-4 תחומים:

• **הוראות בטיחות לעבודה במיתקני חשמל** (לחשמלאים בלבד) - מטרתן להבטיח שתימנע סכנת חישמול ממיתקני חשמל בכל סוגי העבודות. ההוראות כוללות: שמירה על מרחקי בטיחות; שחרור מקום העבודה ממתח חשמלי; עבודה תחת מתח; עבודות בשנאים; התקנת מקצרים; סיווג אישורים; קבלת אישורים; הצבת שלטים; שימוש בציוד מגן אישי בזמן ביצוע פעולות; בדיקת כלים, ציוד וציוד מגן אישי לפני השימוש, ועוד.



מפסק החירום מצויד גם במנועול, המונע את הפעלתו בשוגג

לדוגמה: הוראות טיפול בלוחות החשמל (ניקיון מאבק וחיזוק ברגים):

■ אסור לנקות לוח חשמל באמצעות אוויר דחוס. הניקוי ייעשה רק באמצעות מברשת או אביזר מיוחד שאותם מצמידים לשואב אבק.

■ יש לבצע בדיקת מגעים בלוח, באמצעות בדיקה תרמוגרפית או מדחום-לייזר, ע"י בדיקת נקודות התחממות בלוח תוך העמסה בעומס המירבי האפשרי.

• **הוראות בטיחות לשימוש בכלי עבודה וציוד** (לכל העובדים) - מיועדות למנוע פגיעה עקב שימוש לא נכון בכלים ובציוד. ההוראות מקיפות עבודה עם כלים מיטלטלים קטנים, כלים כבדים, מכונות, מלגזות, במות הרמה, מנופים ועוד.

• **הוראות בטיחות לעבודות ייחודיות** (פירוט עפ"י הצורך) - נועדו למנוע תאונות בעבודות בעלות אופי ייחודי, כמו: בתוך דוודים, פירים (מקומות מוקפים); בגבהים

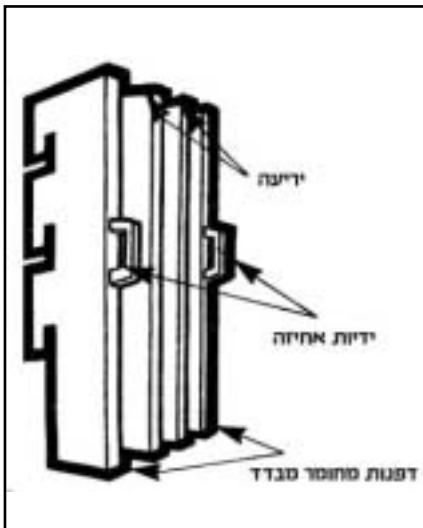
הוראות בטיחות לשימוש ובדיקה של כלי עבודה חשמליים מיטלטלים וציוד חשמלי הקשור אליהם

להוראות מתייחסות לעבודה עם כלים מיטלטלים חשמליים המוחזקים ביד ומיועדות למנוע פגיעה עקב שימוש לא נכון.

- ✓ לפני הפעלת המכשיר - יש להדריך את העובד על אופן הפעלתו, תחזוקתו וסיכוני הבטיחות שהוא יוצר;
- ✓ אם הציוד הוא מסוג II ומסומן בסימון "בידוד כפול" - אין צורך בבידוד נוסף;
- ✓ אין להאריק ציוד חשמלי מיטלטל מסוג "בידוד כפול". הפתיל או כבל הזינה של ציוד כזה לא יכללו בשום מקרה מוליך הארקה;
- ✓ בידוד מגן המשמש כהגנה בפני חישה חייב להיות תקין בכל עת. אין להשתמש בציוד שהתגלה ליקוי בבידוד שלו, עד לתיקון הבידוד;
- ✓ לוח חשמל המיועד לזינת מכשירים מיטלטלים יציוד ב"מפסק מגן" (מפסק הפועל בזרם דלף של 0.03 אמפר);
- ✓ כתי-תקע הניזונים ממעגל סופי (מעגל חשמלי המתחיל במפסק החשמל הקרוב ביותר לבית התקע המזין מכשיר המחובר אליו), המשמשים להפעלת מכשירים חשמליים מיטלטלים יהיו מוגנים ע"י "מפסק מגן";
- ✓ אסור לחבר מכשיר חשמלי לבית-תקע רופף או שבור;
- ✓ מנורות חשמל מיטלטלות המוחזקות ביד תופעלנה במתח נמוך מאוד (עד 50 וולט בתעשייה ועד 24 וולט במיתקנים רפואיים או חקלאיים);
- ✓ מנורה מיטלטלת תוזן באמצעות פתיל שלם לכל אורכו, ללא חיבור ביניים. הפתיל צריך להיות גלוי לעין לכל אורכו. אין להעביר את הפתיל דרך חורים שנקדחו בקירות/במחיצות. עם זאת, מותר להתקין תקע או בית תקע מיטלטלים בפתיל זינה של מנורה מיטלטלת. התקנה כזאת צריכה להיות במיקום נראה לעין ובאופן שיימנע מגע אקראי בחלקים "חיים";
- ✓ הציוד החשמלי של מעגל סופי יתאים לתנאים הקיימים במקום בו הוא מותקן ו/או נעשה בו שימוש, כגון: סכנה של פגיעה מכנית; רטיבות; אש; התפוצצות; השפעה כימית; הצטברות אבק או לכלוך וכו'. הציוד יתאים גם לדרישות סביבתיות, בהתאם לתקנות;
- ✓ המכשיר ינותק ממקור אנרגיה חשמלית בכל מקרה של ביצוע עבודות תיקון ותחזוקה;
- ✓ במקומות של סכנה מכנית מוגברת יותקנו כתי-תקע המתאימים לת"י 1109 (בית-תקע משוקע בצורת "שפופרת");
- ✓ כבלים ופתילי זינה, המיועדים להזנת מכשירי חשמל מיטלטלים יחוברו לרשת החשמל דרך מפסק מגן, או למקור זינה במתח נמוך מאוד;
- ✓ פתילי זינה של ציוד מיטלטל יהיו מצופים במעטה גומי (ניאופרן). בידוד הגומי בין המוליכים צריך לעמוד במתח 750 וולט. המוליכים של פתילי החשמל בחצרים חקלאיים ובאתרי בנייה יהיו שזורים (הפתילים יהיו גמישים יותר);
- ✓ חתך המוליכים בפתיל זינה לא יהיה קטן מ-1.5 מ"מ נחושת או 6.0 מ"מ אלומיניום.
- ✓ בדיקות:
- בדיקות תקופתיות: תבוצענה ע"י חשמלאי מוסמך. מומלץ לבצע אותן, לפחות, פעם ב-6 חודשים. פירוט הבדיקה - עפ"י ת"י 757. מכשיר אשר נמצא תקין יסומן בהתאם.
- בדיקה ע"י המשתמש: בדיקה לפני השימוש במכשיר תכלול: בדיקת שלמות הבידוד של מכשירים עם בידוד כפול; תקינות פתיל הזינה; חופש תנועה של החלקים הנעים/מסתובבים; קיום תווית בדיקה בתוקף על גבי המכשיר.
- ✓ תחזוקה: מכשירים ופתילי הזינה שלהם יתוחזקו לשמירה על מצבם התקין המתאים לפעולה. אם התגלה ליקוי בבידוד, בפתיל או באביזר אחר - המכשיר ייפסל ויועבר לחשמלאי, להחלטה בנוגע לטיפול הנדרש.

כגון: הדקים, פסי צבירה וכד'.
"עבודה במיתקן חי" - כל עבודה במוליכים חיים חשופים או מבודדים או במוליכים העלולים ליהפך לחיים (כמו, לדוגמה, מוליך אפס) בשעת ביצוע העבודה במיתקן, לרבות כל עבודה במרחק קטן מ-40 סנטימטר ממוליכים חיים חשופים במתח נמוך, ולמעט ביצוע מדידה חשמלית במיתקן; (ההדגשות שלי, א.ט.).

למרות האמור בהגדרה - מותר לבצע עבודות ליד כבל או מוליך מבודד, או ליד בית-תקע או מפסק, גם כאשר המרחק מהרכיב הנ"ל קטן מ-40 ס"מ. כמו כן, כאשר בין מוליך החשמל לבין המעגלים ה"חיים" קיימת מחיצה מתאימה (איור 4) - מותר להחדיר מכשיר מדידה (מאושר) ו/או לחבר "מקצר" (חיבור מוליך בין המוליך החשמלי לבין האדמה).



מחיצת הפרדה בין מיתקן חי למיתקן אחר (או בין תאים באותו מיתקן)

העקרונות להכנת נוהל ביצוע עבודות במיתקן חשמלי ב"מתח חי" הם:

- ✓ **ההרשאה לביצוע עבודות במיתקן חי:**
 - רק חשמלאי בעל רשיון "חשמלאי מסויג" או "חשמלאי מוסמך", לפחות, שהוכשרו במיוחד לעבודה זו וגם אז - רק בפיקוחו של חשמלאי בעל רשיון מסוג "חשמלאי-מהנדס";
 - עבודה במיתקן חי תבוצע על ידי קבוצה של לא פחות מ-2 חשמלאים, בעלי רשיונות כאמור לעיל, שאחד מהם ימונה כמשגיח על ביצוע העבודות;
 - עבודה במיתקן חי תבוצע בהתאם להוראותיו של "חשמלאי-מהנדס" אשר ימסרו למשגיח בכתב והן יחולו על המיתקן החי המסוים או על סוג של מיתקנים חיים מהסוג של אותו מיתקן.

"חי" - מצב של מוליך כשהוא מחובר למקור מתח חשמלי באופן גלוי או השראתי או שהוא טעון חשמלי;

"מוליך" - גוף המיועד להעברת זרם חשמלי; (מוליך איננו רק תיל מתכת, אלא כל חלק מתכתי שעובר בו מתח חשמלי,

■ יש להקפיד שעמידת העובדים תהיה יציבה ותאפשר ביצוע העבודה בשיטת הידיים.

✓ **אין לבצע עבודה במיתקן חי כלשהו**

- בסערת ברקים וסופה;
- במקומות רוויים באדים/גזים דליקים או נפיצים;
- תחת גשם במיתקן חי המותקן תחת כיפת השמיים.

✓ **ביצוע עבודות במיתקן חי:**

- עבודה במיתקנים חיים תבוצע רק במיתקנים אשר נתונים תחת מתח נמוך, ורק במקרים שבהם קיימת:
 - סכנה לחיי אדם;
 - הפרעה לתהליכי ייצור;
 - הפרעה לקיום שירותים חיוניים לציבור;
 - הפרעה בהספקת החשמל הכללית. ■



שילוט להצבה ליד גידור ועל המפסק

✓ **אמצעי הבטיחות:**

- העבודה תבוצע במיתקן מואר, באור יום או בתאורה המאפשרת ראייה ברורה ונוחה של כל פריט;
- מיתקן חי יופרד ממיתקן אחר כלשהו, באמצעות מחיצה או אמצעי מתאים אחר;
- החשמלאים ישתמשו במיגון אישי - ביגוד, נעליים מחומרים מבודדים תקינים, כובע מחומר מבודד, כפפות מבודדות ומשקפי מגן;
- הכבלים, הציווד והכלים המשמשים לביצוע העבודה יתאימו לסוג העבודה. ההתאמה תיבדק ע"י חשמלאי-מהנדס - גם הלבוש ייבדק ע"י חשמלאי-מהנדס;
- הצבת גידור שימנע כניסת זרים לאזור ביצוע עבודות ושילוט אזהרה על איסור הכניסה לאזור.