

תקציר בנושא

תחזוקת מיתקני חשמל – היבט הבטיחות

מאת: ד"ר אלכס טורצקי

ראשי פרקים עיקריים:

נהלים והוראות בטיחות
לעבודות חשמל

הוראות לשימוש בטיחותי בכלי
עבודה חשמליים ובציוד חשמלי
מיטלטל המוחזק ביד

עבודות במיתקן חשמלי
ב"מתח חי"

ציוד מגן אישי וכלים לעבודות
חשמל במתח נמוך

עזרה ראשונה לנפגעים מחשמל

בעיות שכיחות במיתקני
חשמל בתעשייה

תחזוקת מיתקני חשמל
ודרישות החוק

ניהול סיכונים במערכות חשמל

סקר סיכונים במיתקני חשמל

אש, נפיצות והקשר
לסיכוני חשמל

מצברי עופרת/חומצה

תאורת חירום ותאורת התמצאות



תחזוקת מיתקני חשמל בהיבט הבטיחות

תוכן

3	מבוא
4	בעיות שכיחות במיתקני חשמל בתעשייה
5	התחזוקה ודרישות החוק
5	חוק החשמל
5	תקנות החשמל
6	תחזוקת מיתקני חשמל
6	תחזוקת שבר
6	תחזוקה מונעת
6	אחריות והרשאה לביצוע תחזוקה במיתקן
6	דיווח
7	ניהול סיכונים במערכות חשמל
8	מהו ניהול סיכונים בחשמל?
8	גורמי סיכון במיתקני חשמל והמלצות לגילוי מוקדם ופעולות מניעה
8	שלבי ניהול סיכונים במיתקני חשמל
9	סקר סיכונים במיתקני חשמל
9	ניהול סיכונים באמצעות סקר סיכונים
9	בדיקת מצב מערכת החשמל (סקר סיכונים)
10	טופס תיוג מצב מערכת החשמל במפעל
11	אש, נפיצות והקשר לסיכוני חשמל
11	פרמטרים להערכת דליקות, נפיצות וסיכוני חשמל
12	מצברי עופרת/חומצה
12	סיכונים והוראות בטיחות
13	דרישות בטיחות כלליות בחדר מצברים
13	ציוד מגן אישי
13	כלי עבודה
13	שילוט
13	הדרכה ואישורים
14	תאורת חירום ותאורת התמצאות
14	בדיקה תקופתית

15 נהלים והוראות בטיחות לעבודות חשמל (הגדרות ודרישות).....

- 15 נוהלי בטיחות
- 15 הוראות בטיחות
- 16 הוראות ונוהלי בטיחות עבור עבודות חשמל במתח נמוך
- 17 הוראות לשימוש בטיחותי בכלי עבודה חשמליים ובציוד חשמלי מיטלטל המוחזק ביד
- 18 בדיקת כלי עבודה חשמליים מיטלטלים
- 19 בדיקת מפסקי מגן לזרם דלף על זינת מכשירים חשמליים

19 עבודות במיתקן חשמלי ב"מתח חי".....

- 19 הרשאה לביצוע עבודות במיתקן חי
- 20 אמצעי בטיחות
- 21 טופס הרשאת עבודה/בטיחות (דוגמה)
- 22 טופס הרשאת ניתוק/חיבור (דוגמה)

23 ציוד מגן אישי וכלים לעבודות חשמל במתח נמוך.....

- 23 כפפות
- 24 משקפי מגן
- 24 בגדי עבודה
- 24 שטיח מגן אישי
- 24 נעליים ומגפיים
- 24 ציוד מגן אישי לעבודות במיתקן חשמלי חי

- 25 בדיקת כלים וציוד מגן אישי המיועדים לתחזוקת מיתקני חשמל, מתח נמוך
- 25 הבדיקות הנדרשות לציוד מגן אישי לעבודות במיתקן חשמלי חי
- 25 הבדיקות הנדרשות לאביזרי בידוד ולכלים מבודדים לעבודות במיתקן חשמלי חי

26 עזרה ראשונה לנפגעים מחשמל.....

- 26 הפעילות לאחר אירוע התחשמלות
- 26 שחרור ממתח חשמלי
- 28 טיפול בכוויה מחשמל
- 28 עזרה ראשונה לנפגע בפילה מגובה ומחבטות
- 28 טיפול בפגיעות בעיניים

כל הזכויות שמורות ©
למוסד לבטיחות ולגיהות - מחלקת הוצאה לאור

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מדע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר - כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה אלא ברשות מפורשת בכתב מהמו"ל. התקציר נועד למסור מידע לקורא בתחומים שבהם עוסק הפרסום, ואיננו תחליף לחוות דעת מקצועית לגבי מקרים פרטיים. כל בעיה או שאלה מקצועית, הקשורות במקרה פרטי - יש לבחון, לגופו של עניין, עם מומחה בתחום.

מבוא

התקציר הזה נועד לעזור לאנשי התעשייה ולמדריכי הבטיחות בהגדרת התכנון, הפעילויות והטיפול במיתקני החשמל גם מהיבט הבטיחות. בפגישות, במסגרת סיורים רבים בשטח, התברר שקיים חוסר בהוראות ובנהלים בנושא. במציאות קיימת התעניינות רבה בהם - לצורך מענה לדרישות המפורטות בחוק החשמל, לשיפור יעילות התחזוקה ולעמידה בדרישות תקני האיכות (ISO) אשר בהן מחויבים מפעלים רבים.

בחוברת מובאות דוגמאות ל:

- הוראות בטיחות ונוהלי בטיחות בעבודות תחזוקה ובשימוש במיתקנים ובמכשירי חשמל, במתח עד 1,000 וולט, בתעשייה ובשירותים;
- דרכי השימוש הבטוח בצידוד הגנה ובצידוד מגן אישי לעבודות חשמל;
- קיום בדיקה תקופתית (שהיא אחת הדרישות החשובות של התקנות), למניעת פגיעות בנפש ונזקים לצידוד.

אנו מקווים שבאמצעות החוברת נצליח להוסיף היבט חשוב לתחום הבטיחות - בטיפול ובתפעול מיתקני החשמל, ולהגביר את המחשבה והבטיחות בעיסוק הזה.

בברכה

ד"ר אלכס טורצקי

יחידת הנדסת בטיחות

המוסד לבטיחות ולגיהות

תחזוקת מיתקני חשמל בהיבט הבטיחות

בעיות שכיחות במיתקני חשמל בתעשייה

תקינות פעולתה של מערכת הספקת החשמל ושל מכשירים חשמליים תלויה ברמת התחזוקה וגם ברמת הבטיחות שלה: שמירה על כללי הבטיחות מאפשרת לגורמים המשתמשים בציוד לעבוד בצורה יעילה, ומונעת/ מפחיתה נזקים לציוד ותאונות.

- נפילות מתח והפסקות חשמל גורמות להשבתת הייצור ולסכנות - לעובד ולציוד;
- חוסר טיפול או טיפול מאוחר מדי בליקויים במערכת החשמל, גורם לנזקים רציניים (לעתים בלתי הפיכים) למיתקן ולציוד. מיתקן חשמל או מכשירי חשמל לא תקינים מהווים סכנה ממשית לבטיחות - מכשיר חשמלי מיטלטל פגום ומפסק מגן לא תקין גרמו, לא פעם ולא פעמיים, לתאונות קטלניות;
- הארקות לא תקינות, אי הקפדה על גישור צנרת, תעלות וכבלי חשמל לא תקינים וכד', מובילים לא פעם לתאונות קטלניות. להארקה יש תפקיד מרכזי בתיפקודם התקין של מיתקנים חשמליים. בסקרים שערך המוסד לבטיחות ולגיהות במפעלים התגלו בעיות של חוסר רציפות הארקה; פגיעה בחיבורי הארקה; התרופפות מגעים; חלודה (קורוזיה) במגעים; שימוש לא נכון בצנרת המים כאלקטרודת הארקה שגרם לתאונות ולשריפות ועוד.
- חוסר בהארקה, או אי תקינות הארקות, במיתקני הובלה ואחסון של חומרים דליקים יוצר סיכונים חמורים במיוחד.
- טיפול לא נאות בלוחות החשמל מוביל, לא אחת, לשריפות ולהתחשמלות של אנשים.
- כבלי חשמל ופתילי זינה ארעיים, לא תקינים ו/או מונחים באופן מסוכן (לדוגמה: סיכוני מעידה ונפילה כשהם מוטלים על הרצפה במעברים ובתחנות עבודה, התחשמלות בגלל מגע הכבל עם מים וכ"ו) יוצרים סיכונים מסוגים שונים בענפי התעשייה ובשירותים.

הסכנוֹת שזוכות לדרכה השלֵם לא גקוֹנה הן אלוֹת וקטלניוֹת
אכן, אויבֵים אֶהֱקִיבֵם עַל בִּיצוֹת אֶמְצוֹקָה (אֶמְצוֹה, עִיֵי אֶמְצוֹקָה -
שֶׁמֶתְקִיבוּ אֶשְׁמוֹ עַל גְּקוֹנוֹתָה וְאֶמְצוֹתָה שֶׁל אֶמְצוֹתָה הַשֵּׁלֵם.

התחזוקה ודרישות החוק

חוק החשמל

- חוק החשמל, התשי"ד 1954,

סעיף 6 -

"ביצוע עבודות חשמל"

(א) לא יעסוק אדם בביצוע עבודות חשמל, אלא אם יש בידו רשיון מאת המנהל* המתיר לו ביצוע עבודה מסוג זה ובהתאם לתנאי הרשיון; תקופת תקפו של הרשיון תיקבע בו.

* מינוי מנהל: השר ימנה ברשומות מנהל ענייני חשמל (להלן - המנהל), חוק החשמל, התשי"ד 1954, סעיף 3.

תקנות החשמל

- התקנת מוליכים, התש"ל-1970

תקנה 61 -

"אחזקת מוליכים במיתקן חשמלי"

(א) מוליכים, תיבות ואבזריהם המותקנים במיתקן חשמלי, יוחזקו במצב תקין ומתאים לפעולה.
(ב) התגלה ליקוי או פגם במוליך, בתיבה או באזור של מיתקן חשמלי, והליקוי או הפגם מהווה סכנה לנפש או לרכוש, ינותק המיתקן החשמלי כולו או חלקו הלקוי ממקור זינתו על ידי המשתמש במיתקן החשמלי ולא יופעל מחדש אלא לאחר שתוקן ונבדק על ידי חשמלאי בעל רשיון מסוג מתאים לעבודה המבוצעת ונמצא כשיר להפעלה.

- הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1,000 וולט, התשנ"א-1991

תקנה 76 -

"תקינות מערכת הארקה ואמצעי ההגנה בפני חישמול"

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

תקנה 78 -

"בדיקת הארקה של מיתקן צריכה"

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

- עבודה במיתקנים חשמליים חיים, התשכ"ז-1967

תקנה 6 -

"החזקת ציוד חשמלי"

(א) הציוד והכלים הדרושים לעבודה במיתקן חי, הבידוד המשמש להגנה בפני פגיעה על ידי הלם חשמלי או קשת חשמלית וכל מלבוש של החשמלאי המבצע עבודה במיתקן חי יהיו לפני העבודה ובשעת העבודה במצב תקין; נתגלה ליקוי בציוד, בכלים, בבידוד ובמלבוש כאמור, אין לבצע בהם עבודה במיתקן חי עד לתיקונם ולהתאמתם לעבודה.

(ב) הציוד, הכלים, הבידוד והמלבוש מחומר מבודד ייבדקו על ידי בעל רשיון חשמלאי-מהנדס אחת לששה חדשים לפחות, לשם הבטחת התאמתם לעבודה במיתקן חי.

תחזוקת מיתקני חשמל

תחזוקת מיתקני החשמל מחולקת, באופן כללי, ל-2 תחומים:

- **תחזוקת שבר** - תיקון המיתקן לאחר התרחשות התקלה;
- **תחזוקה מונעת** - טיפול מונע לפני התרחשות תקלה.

תחזוקת שבר

העבודה מתבצעת לאחר איתור תקלה והיא נעשית, בדרך כלל, תחת לחץ זמן. עבודה תחת לחץ עלולה להסתיים בתאונה וגם לפגוע בבטיחות המיתקן, לעתים - תוך גרימת נזק בלתי הפיך.

תחזוקה מונעת

הפתרון היחיד הבטוח לשמירה על תקינות מיתקן חשמל הוא תחזוקה מונעת. היא מבוצעת בצורה יזומה, לאחר ניתוק הספקת הזרם ומאפשרת להגיע לכל הרכיבים, להחליף ברגים ומגעים פגומים, לתכנן ולהתכונן לכל פעילות מסוכנת ולבצע אותה בביטחה.

לצורך תכנון עבודות תחזוקה יש לבצע בכל מיתקן חשמל בדיקות תקופתיות, בתדירות הנדרשת בתקנות או המומלצת על ידי אנשי מקצוע.

אחריות והרשאה לביצוע תחזוקה במיתקן

האחריות לביצוע עבודות התחזוקה בבטיחות חלה על מנהלי המיתקנים. המנהלים והממונים על הבטיחות בארגון צריכים להדריך את עובדי התחזוקה ואת מפעילי הציוד, ולוודא לאחר מכן שאכן ידועים לעובדים נוהלי העבודה והוראות הבטיחות; כללי הסימון והשילוט; השימוש הנכון בציוד המגן האישי ובמיגונים של המערכת וההכנה למצבי חירום כולל אופן הגשת עזרה ראשונה.

במיתקני חשמל רשאים לעבוד רק אנשים מורשים, בעלי רשיון מתאים, ורק לאחר אישור - בכתב - של האחראים על המיתקן ועל הבטיחות. פעולות תחזוקה שעבורן נדרשת הכשרה או הסמכה מקצועית - תבוצענה אך ורק ע"י "תחזוקאי מומחה"¹. העבודות צריכות להתבצע על פי כללי המקצוע הטובים, ובהתאם להמלצות היצרנים (כאשר קיימות כאלה).

דיווח

הדיווחים לגבי פעולות תחזוקה יירשמו בדו"ח, שיתוק ויישמר בידי האחראי על תחזוקת מיתקני החשמל. הדו"ח צריך לכלול:

- פעולות תחזוקה;
- תאריכי ביצוע;
- שמות המבצעים;
- מסמכים טכניים שונים הקשורים לפעולות שבוצעו + אישורים.

1. ת"י 1525 חלק 2 (1999) - סעיף 1.3.10 א: "חשמלאי בעל רשיון חשמלאי לפי הזרם הנקוב של המתקן שהוא מטפל בו, כנקוב בחוק החשמל על תקנותיו".

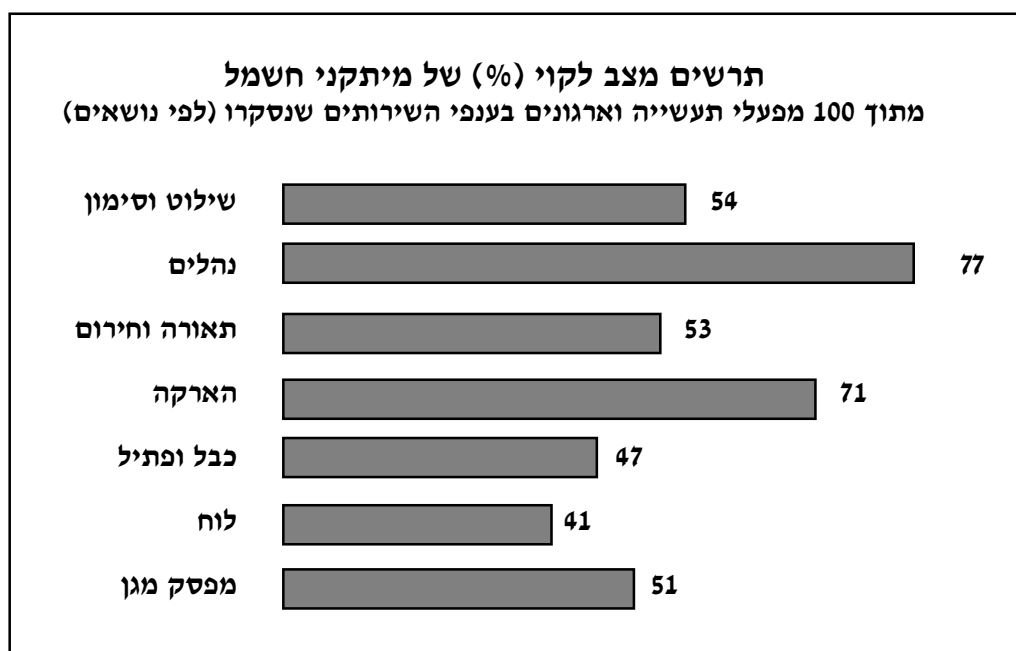
ניהול סיכונים במערכות חשמל

איכות פעולתה של מערכת הספקת החשמל תלויה ברמת התחזוקה וברמת הבטיחות שלה. השמירה על בטיחות העובדים ללא פגיעה בהספקה הסדירה של המתח, מחייבת ביצוע "הערכת סיכונים" הקשורים לתהליכי הייצור, לסביבה ולאוכלוסייה. רק ידע מקצועי והקפדה על כללי הבטיחות יכולים למנוע פגיעות ברכוש ובנפש.

מפעלים מתקדמים, המיישמים את תקני האיכות ISO חייבים לנקוט באמצעים מקדימים שונים - ע"י קיום נוהלי בטיחות על פי דרישות החוק ותקנות החשמל. הדרישות מכוונות, בין השאר, גם לביטול אפשרות להפרעות בתהליכי הייצור הסדירים וע"י תחזוקה ברמה גבוהה שתבוצע בשיטות עבודה בטוחות. לצורך כך נדרשים בעלי מקצוע ברמה גבוהה והגברת המודעות לבטיחות בקרב העובדים והמנהלים.

בסקר שנערך ב-100 מיתקני חשמל ברחבי הארץ (כ-80 מפעלי תעשייה והשאר בענפי הבנייה, החקלאות והשירותים), התברר שנושאים עיקריים - בתכן ובארגון - חסרים, או נמצאים במצב לקוי (ראה תרשים). לפי הסקר:

- כ-50% מהציוד ולוחות החשמל אינם עומדים בדרישות הבטיחות;
- יותר מ-70% מההארקות אינן תקינות ו/או לא עברו בדיקות ע"י אדם מורשה;
- ב-77% מהמפעלים והארגונים חסרים נהלים והוראות בטיחות לעבודות חשמל.



המסקנות העולות מהמימצאים האלה הן:
✓ יש להקפיד לקיים בדיקות ופיקוח על תקינות מיתקני החשמל ועל תחזוקתם;
✓ נדרש סיוע בהכנת הוראות בטיחות ונוהלי בטיחות, שחיסרונם מורגש מאוד בשטח, למפעלי התעשייה ולארגונים בענפי השירותים.

(הסקר נערך ע"י כותב התקציר)

את נושא הבטיחות, במהלך ביצוע עבודות תחזוקה במיתקני חשמל, ניתן לחלק ל-4 שלבים²:

1. תכנון בטיחותי;
2. בטיחות באמצעות ניהול;
3. בטיחות על ידי אמצעים;
4. בטיחות על ידי הדרכה.

- **תכנון בטיחותי** - ברוב המפעלים נדרש תכנון מתאים, לשיפור הבטיחות של מכונות וציוד וגם שיפור בתהליכי התכנון השונים. כל שיפור יהיה בהתאם למשאבים העומדים לרשות המפעל;
- **בטיחות באמצעות ניהול** - בשלב זה נדרש תכנון של תהליכי התחזוקה והקפדה על עמידה בדרישות חוק החשמל ותקנותיו. הפירושים בנהלי הבטיחות ובהוראות הבטיחות צריכים להתאים לתנאי המפעל, לסביבתו ולאוכלוסייה שבו. לדוגמה: מפעלים מכינים טפסים מסוגים שונים לאישור ביצוע עבודות בחשמל, הכוללים אישורי כניסה לחדרי החשמל, נוהל שלבי הניתוק, שמות האחראים על ביצוע העבודות והאחראים על היתרי העבודה. בטפסים האמורים של נוהלי העבודה חייבים לכלול גם נוהל לטיפול בתקלות אפשריות ובתאונות. הנהלים והוראות הבטיחות צריכים להתאים לאופי המפעל ולפרט תהליכי שימוש בציוד ובאמצעים - במטרה להביא את העובדים להכרה בחשיבותה של המשמעת, הכוללת את קיומם של כל הנהלים וההוראות - לשמירה על שלומם וחייהם.
- **בטיחות על ידי אמצעים** - מדובר בהצבת שילוט, בדיקות להיעדר מתח, התקנת מערכות הגנה נגד חישמול, מערכות גילוי ולכיבוי אש, וכל האמצעים המפורטים בדרישות חוק החשמל ובתקנותיו.
- **בטיחות על ידי הדרכה** - זהו מרכיב חיוני וחשוב מאוד במיסוד הבטיחות בתהליכי התחזוקה. הדרכה מאפשרת לעובדים, בכל הרמות, להתוודע לסיכונים השונים וללמוד להתנהג בצורה הנכונה במצבי חירום ובמקרי תקלות.

מהו ניהול סיכונים בחשמל?

ניהול סיכונים בחשמל³, הוא גילוי מוקדם של תקלות וסכנות אפשריות במערכת האספקה ובמיתקני החשמל המוזנים ממנה, במטרה להקטין את סיכוני התממשות הנזקים ואת תדירותם. לגילוי מוקדם של תקלות וסכנות אפשריות נצפות יש חשיבות רבה, מכיוון שבמקרים רבים מאוד ניתן להביא למניעה מושלמת של אירוע מסוכן, לאחר ביצוע סקר סיכונים.

גורמי סיכון במיתקני חשמל והמלצות לגילוי מוקדם ופעולות מניעה

גורמי הסיכון במיתקני חשמל רבים ומגוונים, לדוגמה:

- הצפות ונזקי חשמל נלווים;
- שריפות בגלל חיבורים רופפים;
- שריפות בגלל עומס יתר על המערכת;
- נזקים במוליכי הזנה;
- שימוש לא נכון בציוד (למידה, ציוד מגן אישי) או ציוד לא תקין;
- שימוש באביזרי הרמה וסולמות שאינם מתאימים לעבודות חשמל;
- שיטות תחזוקה לא בטוחות;
- הכשרה לא מספקת לעובדים במיתקני חשמל, חוסר פיקוח וכו'.

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

- בדיקת מערכות ניקוז - למניעת הצפות;
- איתור מגעים רופפים - למניעת שריפות;
- התקנת "מגיני מתח יתר" - למניעת עליות פתאומיות במתח יתר (אופייניות לפעולות מיתוג של מערכות השראה, עומסי יתר, פגיעות ברקים ועוד);

2. נחום הלמן, "פאזה אחרת", מס' 74.

3. על פי מהנדס דרוו קרדרור (ממייסדי הוועדה להערכת סיכונים בחברת החשמל), חוברת "הנדסת חשמל ואלקטרוניקה", מ-2001.1.24.

- איתור נזקים במוליכי הזנה - למניעת חישמול;
- קביעת שיטות תחזוקה בטוחות;
- הכשרה מתאימה.

שלבי ניהול סיכונים במיתקני חשמל

1. סקר הסיכונים - הבסיס לניהול הסיכונים. גילוי מוקדם של סיכונים באמצעות בדיקות של מיתקנים;
2. גילוי סכנות אפשריות, מתוך תלונות של לקוחות, מפעילים, צרכנים;
3. בדיקת נהלים והוראות בנושאי בטיחות, כיבוי אש וחומרים מסוכנים;
4. הערכה כלכלית - הסיכון יכול להיות גם כלכלי, בגלל חוסר תקציב לביצוע עבודות לשיפור המיגון והבטיחות, או איחור בלוח הזמנים של הביצוע, אשר עלולים להיות להם השלכות כלכליות;
5. בדיקת אופן תחזוקת המיתקן ומערכת החשמל, והכשרת מתחזקים ומפעילים;
6. ניתוח אירועים ותאונות (שריפות וחישמול) והפקת הלקחים. כאן נדרשת ידיעת החוק, המנהגים ונהלי העבודה במקום;
7. הערכת הסיכונים - שיקלול רמת הבטיחות לאחר קבלת כל המידע ע"י צוות מומחים; קבלת ציונים במדדים המוסכמים ובניית טבלת הערכת סיכונים מפעלית.

סקר סיכונים במיתקני חשמל

סקר סיכונים הוא כלי לאבחון ראשוני של סכנות, המוביל לביצוע תכנון של ניהול סיכונים. את הסקר מבצע, בדרך כלל, מהנדס שהוכשר לכך. הסקר הוא בדיקה מקיפה לאיתור ליקויים וסיכונים במערכות החשמל ובציוד המוזן ע"י המיתקן. סקר הסיכונים יכול להראות האם נעשה במיתקן שינוי מהותי אשר עלול לגרום סכנה למשתמשים. לדוגמה: מיתקן חשמל, אשר שימש קודם לצורכי צריכה רגילה ("ביתית") שהוסב למיתקן מעבדתי. שימוש במיתקן חשמל במעבדות יוצר סיכונים מוגברים, המחייבים התייחסות והתאמה של המיתקן ליעודו החדש. אם השינוי תוכנן ו/או בוצע בצורה לא מקצועית - השימוש במיתקן נעשה מסוכן עוד יותר; או לדוגמה: העברת ציוד מסביבת עבודה אחת לאחרת, שלא ע"י איש מקצועי ולא עפ"י תכנון מקצועי - יוצרים סביבת עבודה מסוכנת יותר.

אשר צומח אפרוח אכזרי אכזרי אכזרי -

בשני האקרים יש להבחין היטב אסיכונים האלוף בהם ואחידה בהגאק

ניהול סיכונים באמצעות סקר סיכונים

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

- יצירת גישה נוחה למיתקן;
 - מרחקים מתאימים בין מוליכים ברמות מתח שונות;
 - התקנת שלטי אזהרה;
 - התאמת כיווני פתיחת דלתות המילוט מחדרי החשמל;
 - הנהגת דפוסי התנהגות הולמים של העובדים במיתקן והשוהים בו;
 - יצירת תנאים סביבתיים הולמים (טמפרטורות נוחות, איוורור, ארון חשמל מסודר).
- ועוד.

בדיקת מצב מערכת החשמל (סקר סיכונים)

בשעת עריכת הבדיקה (סקר הסיכונים) - יש למלא טופס שישמש לאחר מכן כבסיס לתכנון התיקונים והשינויים הדרושים. לפניכם דוגמה לטופס כזה:

טופס תיוג מצב מערכת החשמל במפעל

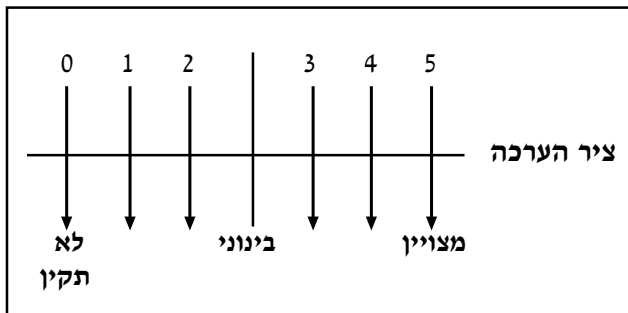
מחלקה: ביצוע ע"י: תאריך:

הערות	הנושא והדרישות
	לוח חשמל (מתח נמוך)
	מצב כללי; הארקה דלתות וגוף; נעילה; כיסוי חלקים חשופים חיים מפני נגיעה אקראית; ארון חשמל מחומר לא דליק, נקי, ובתוכו תוכניות לוח החשמל
	גישה ללוח (רוחב מעבר - לפחות 1 מטר)
	מפסק אוטומטי ראשי (סימון בחזית)
	מפסק נגד התחשמלות (קיים, תיקני) - מימסר מגן הפועל בזרם דלף ברגישות של 30 מיליאמפר
	מערכת גילוי אש ללוחות מעל 63 אמפר; גילוי וכיבוי - מעל 100 אמפר
	תאורה ותאורת חירום (קיום והערכה - 1 וואט למ"ר בחדר החשמל + סימון היציאות)
	אטימות מעברי כבלים
	שילוט וסימון (פנים וחוץ, סימון מעגלים ומפסקים)
	אביזרי חשמל קבועים
	מפסקים, כולל מפסקים/לחצנים לחירום (סימון מעגלים, שילוט)
	בתי תקע, תקעים (התאמה לדרישות, סימון, שלימות), לבית תקע תלת פאזי - מפסק לכל בית תקע
	בתי נורה לתאורה מקומית (שלימות, גובה - לפחות 2 מ' מעל למישטח הרצפה); הזנה במתח נמוך מאוד או דרך מפסק לזרם דלף
	כיסוי תיבות הסתעפות ותעלות כבלים; הארקה תעלות
	כבלים ופתילי זינה (שלימות, כבלים זמניים - גובה 2 מ' לפחות מעל למישטח הרצפה, סימון ייעוד, אטימות מעברי כבלים בקירות, צבע תיקני, הפרדת מהדקים)
	מפסקי חירום למבנים ולמכונות (קיום; תקינות; שילוט)
	שנאי מבדל (התקנה לפי הדרישות)
	הארקה ואיפוס
	גשרים על מדי מים, תקינות פס השוואת הפוטנציאלים, חיבורים גלויים ותקינים
	הארקה גופים מתכתיים של מכונות; מיתקנים; עמודי תאורה; מבנים; תעלות כבלים (רציפות, חיבורים מוברגים היטב וגלויים)
	הארקה מיכלים ואריזות מתכתיות קבועות המכילות חומרים דליקים (רציפות ותקינות)
	מכשירי חשמל מיטלטלים
	פתילי זינה; תקעים (שלימות, הזנה דרך מימסר פחת, איסור קיום פין שלישי)
	כלי עבודה (בידוד כפול, תקינות)
	כבלים מאריכים (שלימות, התאמה לדרישות)
	נורות מיטלטלות (24, 36 וולט)
	בדיקות ורישום
	הארקות (לאחר כל שינוי או בכל 5 שנים, ע"י גורם מורשה לחשמל)
	מפסקי מגן (חודשי, מותר גם ע"י גורם לא מורשה לחשמל)
	מכשירי חשמל מיטלטלים (בכל 6 חדשים, ע"י גורם מורשה לחשמל)
	תאורת חירום (פעם בשבועיים, מותר גם ע"י גורם לא מורשה לחשמל)
	בדיקות תרמוגרפיות (מומלץ)
	שונות
	הדרכה בנושאי סיכונים חשמלאים ולעובדים (תאריך)
	נהלים והוראות בטיחות בחשמל (קיום)
	הערות נוספות

אש, נפיצות והקשר לסיכוני חשמל

סיכוני אש נובעים, באופן כללי, מנתונים סביבתיים (מלאי של חומרים, אופי החומרים המצויים בסביבה ורמת הנפיצות שלהם, תנועות מינהליות, אקלים ועוד) וממצבם (תקין/לא תקין) של מיתקן החשמל והציוד המוזן ממנו, והתאמתם לייעודם. ניתן לחזות את רמת הסיכון הצפויה במערכת ולתכנן פעולות מניעה ובקרה.

כדי להעריך את מוכנות המפעל למקרי שריפה - אפשר להשתמש בשיטת "הערכת סיכונים" (סקר סיכונים) ע"י מדדים הנקבעים מראש. לצורך זה אפשר, לדוגמה, לבנות טבלת ציונים לנושאים השונים. הצוות שיערוך את הסקר - אנשי מקצוע מומחים בתחומם - יערוך כל סיכון באמצעות הטבלה. הציון לכל נושא ייבחר בעזרת ציר הערכה, ע"י דירוג מ-0 עד 5:



כאשר:

5 - המצב מצויין;

4 ו-3 - המצב סביר ומאפשר שימוש;

2 ו-1 - רמת הבטיחות לקויה ומסוכן להשתמש במערכת;

0 - מצב לא תקין. אסור להשתמש במערכת.

הטבלה הבאה מיועדת להערכת סיכונים. בסעיפים 1-11 - דליקות ונפיצות וסעיפים 12-19 - סיכוני חשמל. לכל סעיף בטבלה מוגדר ציר ההערכה. סיכום ציוני הטבלה מאפשר לקבל הערכה של מצב הבטיחות, ובעקבותיה - לנקוט צעדים להקטנת נזקי התפשטות אש אפשרית, ע"י שיפורים נחוצים.

פרמטרים להערכת דליקות, נפיצות וסיכוני חשמל

ציונים על ציר ההערכה						הנושא הנבדק	מס'
0	1	2	3	4	5		
0	1	2	3	4	5	הפרדות בשטח המפעל (אגפי אש)	1
0	1	2	3	4	5	קיום אמצעים מתאימים לכיבוי אש (איכות וכמות)	2
0	1	2	3	4	5	בדיקות תקינותו של ציוד הכיבוי	3
0	1	2	3	4	5	תרגול כיבוי אש	4
0	1	2	3	4	5	קיום תוכנית לדרכי מילוט ואזורי מילוט	5
0	1	2	3	4	5	תרגול לצוות החירום המפעלי ולעובדים להתרחשות שריפה/פיצוץ	6
0	1	2	3	4	5	אחסון חומרים דליקים או נפיצים	7
0	1	2	3	4	5	קיום ציוד אנטיסטטי במקומות עם סיכוני התפוצצות	8
0	1	2	3	4	5	קיום ותקינות שסתומי בטחון בציוד ובמיתקני לחץ	9
0	1	2	3	4	5	התייחסות מערכתית לחומרים אשר עלולים לגרום לפיצוץ בתערובת עם אוויר (ממיסים מסוימים, אבק עץ וכ"י)	10
0	1	2	3	4	5	אריזות, מיכלים ובקבוקים לחומרים מסוכנים	11
0	1	2	3	4	5	מערכת אספקת החשמל	12
0	1	2	3	4	5	קיום ותקינות ההארקות	13
0	1	2	3	4	5	קיום ותקינות הגנות על מערכת חשמל	14
0	1	2	3	4	5	קיום ותקינות ציוד מגן אישי לחשמלאים	15
0	1	2	3	4	5	קיום הוראות בטיחות בחשמל	16
0	1	2	3	4	5	הדרכת עזרה ראשונה	17
0	1	2	3	4	5	הקפדה על הוראות בטיחות בחשמל	18
0	1	2	3	4	5	מצב כללי	19

מצברי עופרת/חומצה

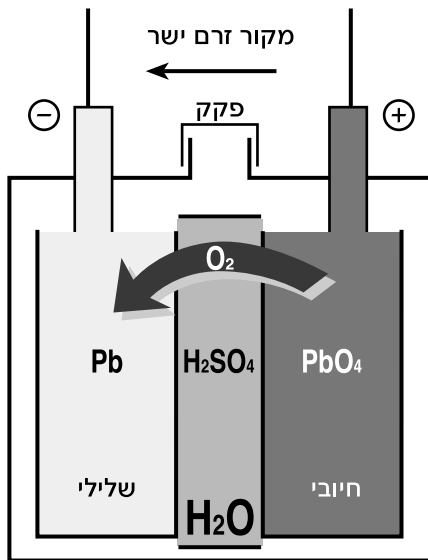


חדר מצברים ("מצבריה")

בתחזוקת מערכות חשמל כלולה גם תחזוקת מצברים. בעבודות תחזוקה של מצברים קיים, בנוסף לסיכוני החשמל, גם סיכון כימי. לכן, קיימות הוראות מיוחדות לעבודה בסביבת מצברים. מתוך מיגוון רחב של מצברים, נציין 2 סוגים עיקריים, נפוצים בשימוש: מצברי ניקל/קדמיום ומצברי חומצה/עופרת.

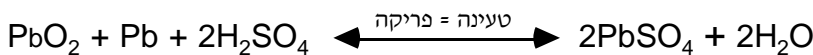
סיכונים והוראות בטיחות

- **מצברי ניקל/קדמיום** אינם מציבים סיכונים מיוחדים, ולא נדרשת עבורם תחזוקה מיוחדת, פרט לטעינה תקופתית;
 - **מצברי עופרת/חומצה** כוללים סיכונים, גם בזמן השימוש וגם בעת הטיפול בהם. הסיכונים העיקריים הם:
 - פגיעה מחומצות בעת מילוי המצבר;
 - אווירה נפיצה בחלל חדר המצברים בזמן טעינה/פריקה של המצברים, כאשר כמות המימן המצטברת בחלל החדר עולה על 1%;
 - היווצרות קשת חשמלית בעת קצר חשמלי, פנימי או חיצוני, במצבר;
 - התפוצצות מיכל המצבר במקרה של סתימת הנשמים (vents) שבמכסים.
- האווירה הנפיצה הנוצרת כתוצאה מהצטברות המימן בחלל מובילה לסיכון התפוצצות, כתוצאה מהתפרצות ניצוץ חשמלי ו/או נוכחות אנרגיה תרמית אחרת.



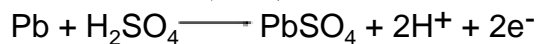
מבנה כללי של מצבר עופרת/חומצה

התהליך האלקטרו-כימי המתרחש במצבר מתואר בנוסחה:



כתוצאה מפירוק החומצה ומעבר העופרת מהאלקטרודה אל התמיסה (כולל מישקע), וגם בתהליך טעינת המצבר - משתחררים אלקטרונים שליליים (e^-), וגז מימן (H_2).

הנוסחה המתארת את תגובת פירוק החומצה עם העופרת בתהליך פריקת המצבר היא:



ותגובת פירוק המים בתהליך טעינת המצבר: $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 4e^-$

הצטברות המימן (H_2), בגלל תהליכי הפריקה והטעינה של המצברים, יוצרת אווירה נפיצה מאוד בחלל שבו נמצאים המצברים. כדי למנוע את הסיכונים בטיפול במצברים יש להקפיד לקיים מספר הוראות בטיחות כלליות. יש למלא גם אחר הוראות היצרנים, במיוחד בעבודה עם סוגי מצברים אשר כוללים סיכונים נוספים.

דרישות בטיחות כלליות בחדר מצברים

- ✓ מומלץ שחדר המצברים יואר בתאורה טבעית. עבור תאורה מלאכותית, כולל תאורת חירום, נדרשת הגנה נגד התפוצצות;
- ✓ הרצפה של חדר מצברים צריכה להיות מפולסת (לא בשיפוע) וחלקה (ללא בליטות). התקרה צריכה להיות משופעת, לכיוון אחד. פתח לשחרור מימן יש להתקין במקום הגבוה ביותר במבנה. אסור להתקין תקרות כפולות!
- ✓ את המצברים יש להציב על הרצפה או על מדפים מחומר שאיננו מוליך חשמל ועמיד בפני חומצות.
- ✓ המצברים יוצבו בגובה נוח לביצוע טיפולים, והגישה אליהם צריכה להיות פנויה ונוחה;
- ✓ בחלל חדר המצברים נדרש איורור טבעי, עם החלפת אוויר אחת לשעה לפחות. כאשר יש צורך באיורור מאולץ - מערכת האיורור חייבת להיות מוגנת התפוצצות;
- ✓ דרכי הגישה אל המצברים והמעברים ביניהם צריכים להיות פנויים ומרווחים (ברוחב של כ-1 מטר);
- ✓ חומצות ומים מזוקקים מאחסנים בחדר נפרד;
- ✓ בכל חדר מצברים תותקן מערכת לגילוי ולכיבוי אש.

ציוד מגן אישי



תחזוקת מצברים: מילוי מים מזוקקים.
העובד מוגן בציוד המגן האישי המתאים
(באדיבות 'פאזה אחרת', גליון 72)

- ✓ בעת חיבור/ניתוק קטבים של מצבר יש להשתמש במשקפי מגן אטומות או מגן פנים להגנת העיניים, מפני חומצות ומפני קשת חשמלית;
- ✓ בעבודה עם חומצות יש ללבוש ביגוד מתאים להגנה מחומצות, המכסה את כל חלקי הגוף החשופים, או סינר מתאים, ללבוש כפפות המתאימות לעבודה עם חומצות ולהגן על הפנים והעיניים (לפחות במשקפיים אטומים);
- ✓ בכניסה לחדר המצברים יש להתקין מיתקן שטיפה לעיניים ומקלחת חירום.

כלי עבודה

- ✓ כלי עבודה הפועלים באמצעות חשמל, המשמשים בחדר מצברים צריכים להיות **מבודדים** ולהתאים לאווירה נפיצה (מסוג "מוגן התפוצצות");

שילוט

- ✓ בכניסה לחדר המצברים יותקנו שלטים: "אסור לעשן"; "סכנה חומצה"; "סכנת התפוצצות".



מיתקן לשיטפת עיניים



זהירות, סכנת התפוצצות



זהירות, סכנת שיתוך



אש, להבה גלויה ועישון אסורים



העישון אסור

הדרכה ואישורים

- ✓ העובדים חייבים לקבל הדרכה כללית לגבי הסיכונים בטיפול ושימוש במצברים והתנהגות במצבי חירום. בנוסף, נדרש לכך אישור בכתב של ממונה הבטיחות המפעלי או האחראי על תחום הבטיחות במפעל.

תאורת חירום ותאורת התמצאות

תאורת חירום היא מערכת מאור המתוכננת להיכנס לפעולה באופן אוטומטי כאשר נפסקת הספקת המתח לגופי התאורה הרגילה. תאורת החירום מיועדת לאפשר התמצאות ומילוט בשעות חירום, וגם כגיבוי לתאורה באזורי עבודה הנמצאים בסיכון גבוה.

- **תאורת התמצאות (תאורת מילוט)** - היא תאורת חירום הכוללת מסרים: חצים לכיוון התנועה בשעת חירום, מיקום פתחי מילוט ודלתות יציאה וכד'.
- **גיבוי לתאורה באזורי עבודה** - תאורת החירום מאפשרת ביצוע תיקונים וטיפולים במערכות הקשורות לחשמל, כגון: טיפול בלוחות חשמל ראשיים, תיקון לוחות פיקוד שונים, טיפול במעליות, בחדרי מכונות וכ' - ביעילות ובבטיחות - במצבים של הפסקות חשמל יזומות, ו/או הפסקות חשמל שמקורן בתקלות. פעולתה היעילה של תאורת החירום תלויה בקיומן של ביקורות שוטפות ותחזוקה מונעת.



גופי תאורת חירום

תאורת חירום צריכה להימצא במקומות הבאים:

- במעברים - מעברים ראשיים; מעברים מקשרים; הצטלבויות של מעברים.
- בכל חדר מדרגות - בנקודות של שינויי כיוון על נתיבי המילוט.
- בקרבת לוחות חשמל ולוחות פיקוד.
- במעליות ציבוריות.
- בחדרי שירותים ציבוריים.
- בכל מקום אחר שהמפעל מגדיר אותו כאזור חיוני בהפסקות חשמל ובשעת חירום.

בדיקה תקופתית

מערכת תאורת החירום בתעשייה צריכה לעבור בדיקה תקופתית בכל שבועיים. מתגי ההפעלה הידניים של המערכת צריכים להיות בגובה שיאפשר ביצוע בדיקה ע"י אדם ללא שימוש באמצעי עזר. גם נתוני גוף התאורה (נתוני הפעלה ומספר מזהה) וזמן הפעולה המתוכנן צריכים להיות מצוינים בבירור על גבי תווית בקירבת המיתקן/המערכת, במקום נגיש ובגובה מתאים לעיני האדם הבודק. הבדיקה תכלול:

- בדיקת הפעלה בהיעדר מתח (הפעלת לחיץ הביקורת);
- שלמות גופי התאורה והסוללות;
- בדיקת כושר הטעינה של הסוללות (עפ"י הוראות היצרן);
- רענון תקופתי של הסוללות (פריקת כל המתח וטעינה מחדש).

מימצאי הבדיקה יירשמו ע"י הבודק ביומן בדיקות. כל אי התאמה לדרישות צריכה להיות מטופלת מיד.

נהלים והוראות בטיחות לעבודות חשמל (הגדרות ודרישות)



מנעולים אישיים



שלט אישי



מפסק חירום ליד מכבש



מפסק חירום עם נעילה

נוהלי בטיחות

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

- **חובת נעילה ומיתוג (lo/to)**, כדי למנוע הפעלת ציוד ומכונות באופן לא מתוכנן, אשר יוצרים סיכוני פגיעה (מכנית וחשמלית) לאדם המטפל בציוד או במכונות.
- **חובת שימוש במנעולים אישיים** ושלטים אישיים, ע"י 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 בשלט האישי שלו, עם סימון שמו, התאריך והשעה;
- **הוראות לגבי לוחות זמנים** לשימוש ב-lo/to: בעבודות תחזוקה או בהתקנת ציוד חשמלי; בטיפול באמצעי ייצור ישירים (מכונות וציוד); כאשר קיימים מספר מקורות כוח וקישורים אחרים לסביבה.
- **שלבי שימוש ב-lo/to**: קבלת הרשאה לניתוק / חיבור יחד עם הרשאת עבודה; הפסקת פעילות המכונה / הציוד; הפסקת הספקת החשמל לציוד; נעילת המפסק של מקור האנרגיה; הצבת שלט אישי על המפסק המופסק; בדיקת היעדר מתח. נוהל אחר, לדוגמה: "נוהל הספקת חשמל בשעת חירום", יכול כללים להתקנת תאורת חירום ולהספקת החשמל בשעת חירום (ראו בהמשך).

הוראות בטיחות

- 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 ל-4 תחומים:
- הוראות בטיחות לעבודה במיתקני חשמל (לחשמלאים בלבד);
 - הוראות בטיחות לכלי עבודה וציוד (לכל העובדים) כולל נעילת מפסקי החירום;
 - הוראות בטיחות לעבודות ייחודיות (פרטני, על פי הצורך);
 - הוראות בטיחות כלליות (לכל העובדים).

- **הוראות בטיחות לעבודה במיתקני חשמל:** מיועדות להבטיח מניעת סכנת חישהול ממיתקני 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 בצידוד מגן אישי בזמן ביצוע פעולות; בדיקת הצידוד לפני השימוש ועוד. לדוגמה: **הוראות טיפול בלוחות החשמל (ניקוי מאבק וחיזוק ברגים)** קובעות, בין השאר, ש:
 - ✓ אסור לנקות לוח חשמל באמצעות אוויר דחוס, אלא רק באמצעות מברשת או מטלית שמצמידים לשואב אבק (פעולה כזאת מותרת רק באישור חשמלאי מהנדס);
 - ✓ בדיקת מגעים בלוח יש לבצע באמצעות בדיקה תרמוגרפית או מד-חום לייזר, ע"י בדיקת נקודות התחממות בלוח (התחממות מעל ל-70°C היא מצב מסוכן!); תוך העמסת הלוח בעומס המירבי האפשרי;
 - **הוראות בטיחות לכלי עבודה וציוד:** מטרתן למנוע פגיעה בעקבות שימוש לא נכון. ההוראות תקפות לגבי עבודה עם כלים מיטלטלים קטנים או כבדים, מכונות, מלגוזות, במות הרמה, מנופים ועוד.
 - **הוראות בטיחות לעבודות ייחודיות:** נועדו למנוע תאונות בעבודות בעלות אופי ייחודי, כמו ב"מקום מוקף" (דודים, פירים), עבודה בגבהים, במסוקים, באווירה נפיצה, 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 ואמצעים המשותפים לתחומי עבודה שונים, כמו שימוש בסולמות (סולם עץ או פלסטיק תיקניים), המתאימים לעבודות חשמל, חגורות בטיחות או ריתמות בטיחות (מתאימות לאתר העבודה), תמרורים, דיפון בורות וכו'. לדוגמה: **הוראות הבטיחות לשימוש נכון בחשמל** - מתייחסות לכיווני ידית ההפעלה של המפסק; הפעלת מכשירי חשמל בידיים יבשות; נעילת נעליים מתאימות (סוליות מחומר מבודד) ועמידה במקום יבש; שימוש אך ורק במכשירי חשמל ופתיליזינה תקינים ותקינים; בדיקת הצידוד והמכשירים לפני השימוש. לדוגמה: **הוראות לטיפול בנפגעי התחשמלות (חישמול)** הדורשות:
 - ✓ לא לגעת; לא לזנק; להישאר רגוע; לנתק את מקור המתח; להזעיק עזרה ולהודיע לממונים; לבצע פעולות החייאה לפי נוהל מתן עזרה ראשונה.
- בכל נוהל והוראת בטיחות צריכים לפרט, בשלבים, את הצעדים שיש לנקוט כדי להבטיח את העבודה הבטוחה ברשתות ובמיתקני חשמל. כאשר מבצעים עבודות תיקון ותחזוקה ברשת או במיתקן - יש להודיע על הפסקת החשמל המתוכננת, לאותו מיתקן ו/או סביבתו, לגורמים המתאימים במפעל; לנתק את הצידוד ממקור הזינה; לבדוק שאכן אין מתח חשמלי ברשת/במיתקן ולהציב שילוט מתאים.**

הוראות ונוהלי בטיחות עבור עבודות חשמל במתח נמוך (רשימה מומלצת)

- הוראות הבטיחות מיועדות למנוע פגיעה בעקבות שימוש לא נכון.
- מומלץ שכל מפעל יכין או יאמץ נהלים והוראות בטיחות לעבודות הכרוכות בסיכוני חשמל, בהתאם לצורכי המקום.
- את הנהלים וההוראות מומלץ להפיץ בין העובדים והמנהלים ולפרסם על לוחות המודעות הייעודיים.
- הציוד, המיתקנים והעבודות שעבורם מומלץ להכין נהלים והוראות הם:

■ הוראות בטיחות בעבודה

- חדרי מצברים וטיפול במצברים.
- מכשירי חשמל מיטלטלים.
- עבודות תחזוקה במיתקני חשמל.
- עבודה במיתקנים חיים, במתח נמוך.
- עבודות חשמל בגובה.
- ריתוך חשמלי.
- קרינה אלקטרומגנטית.
- עבודה באזור עם מיטען סטטי.
- כניסה לחדר חשמל.

- שימוש בכלי הרמה וסולמות, לעבודות חשמל בגובה.
- עבודה במקום מוקף עם/בלי אווירה נפוצה.
- עבודות עם גנרטורים.

■ נוהלי עבודה:

- השבתת מכוונת וציוד.
- ניתוק/ חיבור מיתקן למתח חשמלי.
- טיפול בלוחות החשמל, כולל עבודה ב"מתח חיי".
- הספקת חשמל בשעת חירום.
- שימוש בציוד מגן אישי.
- הדרכת עובדים וחשמלאים בתחום החשמל.
- היתרי עבודה כולל טופס הרשאת עבודה.
- שחרור אדם ממגע החשמל ועזרה ראשונה.

הרשימה הזאת כוללת עבודות נפוצות. כל מפעל יערוך את ההוראות והנהלים לפי צרכיו, לגבי עבודות המתבצעות בתחומו.

הוראות לשימוש בטיחותי

בכלי עבודה חשמליים ובציוד חשמלי מיטלטל המוחזק ביד

- ✓ לפני הפעלת המכשיר יש להדריך את העובד בשיטות התחזוקה, בדרכי ההפעלה ולגבי סיכוני הבטיחות;
- ✓ השימוש בבידוד מגן כהגנה על ציוד חשמלי מותר רק אם הציוד הוא מסוג II ומסומן בסימון בידוד כפול ☐ .
- להפעלת ציוד חשמלי כזה לא נדרש אישור של חשמלאי מורשה;
- ✓ אין להאריק פתיל זינה (כבל גמיש) של ציוד חשמלי מסוג II (בידוד כפול);
- ✓ בידוד מגן, המשמש כהגנה בפני חישמול, יהיה תקין בכל עת. אם התגלה ליקוי בבידוד - אין להשתמש בציוד עד לתיקון מקצועי של הבידוד;
- ✓ לוח חשמל המיועד לזינת מכשירים מיטלטלים יצויד במפסק מגן (מפסק אוטומטי הפועל בזרם דלף 0.03 אמפר);
- ✓ בתי תקע המשמשים להפעלת מכשירים חשמליים מיטלטלים, הניזונים ממעגל סופי (מעגל חשמלי שתחילתו במפסק החשמל הקרוב ביותר לבית התקע המזין את המכשיר המחובר אליו) - יוגנו באמצעות מפסק מגן;
- ✓ ציוד חשמלי של מעגל סופי יתאים לתנאים הקיימים במקום השימוש וההתקנה, כגון: הגנה מפני סכנה של פגיעה מכנית, רטיבות, אש, התפוצצות, השפעה כימית, הצטברות אבק או לכלוך וכו'. הציוד יהיה מותאם לדרישות הסביבתיות לפי התקנות הנוגעות בדבר;
- ✓ כבלים ופתילי זינה המיועדים להזנת מכשירי חשמל מיטלטלים, יחוברו לרשת דרך מפסק מגן, או למקור זינה במתח נמוך מאוד;
- ✓ מכשירים ופתילי הזינה שלהם יתוחזקו במצב תקין ומתאים לפעולה. אם התגלה ליקוי בבידוד, בפתיל או באביזר אחר, המכשיר ייפסל ויועבר לחשמלאי;
- ✓ פתיל זינה של ציוד מיטלטל יהיה בעל מעטה גומי או נאופרן. בידוד בגומי בין המוליכים יעמוד במתח 750 וולט;
- המוליכים ב"חצרים חקלאיים" ובאתרי בנייה יהיו שזורים, גמישים, עם פתיל חשמל מסוג HO7RN-F;
- ✓ חתך המוליכים בפתיל זינה יהיה לא פחות מ-1.5 ממ"ר נחושת או 6.0 ממ"ר אלומיניום;
- ✓ אסור להתחבר לבית תקע רופף ו/או שבור;
- ✓ במקומות של סכנה מכנית מוגברת יותקנו בתי תקע המתאימים לת"י 1109 (בית תקע משוקע);
- ✓ מנורות חשמל מיטלטלות המוחזקות ביד תופעלנה במתח נמוך מאוד (עד 50 וולט);
- ✓ מנורת חשמל מיטלטלת תוזן באמצעות פתיל, שלם לכל אורכו, ללא חיבור ביניים, ואשר נראה לעין לכל אורכו. אין להעביר את הפתיל דרך חורים שנקדחו בקירות או במחיצות. במקרים מסוימים מותר להתקין תקע או בית תקע מיטלטלים בפתיל זינה של מנורה מיטלטלת - בתנאי שהתקע ובית התקע של חיבור הביניים יהיו בתוך קופסה מבודדת מסוג II;
- ✓ בכל מקרה של עבודת תיקון ותחזוקה - המכשיר ינותק ממקור האנרגיה החשמלית;
- ✓ בדיקה תקופתית תבוצע ע"י חשמלאי מורשה. מומלץ לערוך בדיקה כזאת בכל 6 חודשים (פירוט הבדיקה קיים ב-ת"י 757).

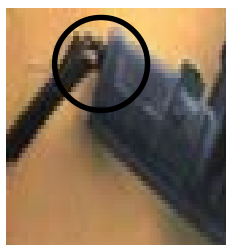
בדיקת כלי עבודה חשמליים מיטלטלים

- ✓ בעת קבלת הכלי מהמחסן יש לוודא שהוא נושא תווית, בתוקף, המאשרת את הבדיקה ואת תקינות הציוד באישור הבודק (חשמלאי מורשה) של המפעל. אין להשתמש בציוד שמועד תקפות בדיקתו פג;
- ✓ לפני כל שימוש העובד יבדוק את כלי העבודה החשמליים המיטלטלים. הבדיקה כוללת:
 - מבט על הכלי - כדי לוודא שהבידוד החיצוני שלם - אין שברים ו/או סדקים במעטפת הבידוד;
 - פתיל הזינה של הכלי שלם והוא פרוס במלואו. אין להשאיר את הפתיל מגולגל;
 - על גוף הכלי נמצא סימון "בידוד כפול";
 - בדיקה ידנית - תנועה חופשית של החלקים הנעים;
 - בדיקת התאמה - של המכשיר למתח העבודה המתוכננת (230 וולט, חד-פאזי);
- ✓ בעת העבודה עם המכשיר:
 - יש לשמור על המכשיר נקי ויבש;
 - יש להקפיד על עמידה יציבה במשך העבודה עם הכלי;
 - יש לשמור על ידיים יבשות, לנעול נעלי עבודה מתאימות ותקינות ולהשתמש בציוד מגן אישי, על פי הצורך.

סימני זיהוי לתקינות מכשירים חשמליים מיטלטלים:



סימון בידוד כפול על גוף הכלי
פתיל זינה שלם ותקין



פתיל זינה פגום



שברים וסדקים במעטפת הבידוד



חשמלאי בודק מכשיר חשמלי מיטלטל
ומאשר את תקינותו בהדבקת תווית

- ✓ בדיקת כלי העבודה החשמליים המיטלטלים בכל 6 חודשים (תדירות מומלצת) תתבצע ע"י חשמלאי מורשה. הבדיקה כוללת בדיקת התאמה בנושאים הבאים:
 - דרישות כלליות (התאמה לחוק החשמל ולדרישות תו התקן וסימון "בידוד כפול");
 - קיום מפסקי מגן בקווי הזינה המיועדים להפעלת כלי עבודה חשמליים מיטלטלים במפעל;
 - הסרת הפין השלישי (חיבור להארקה) מתקע המכשיר, על פתיל הזינה;
 - בדיקת רמת הבידוד (נדרש מינימום של 0.25 מגה-אום) במכשיר מדידה תקין, במתח של 750 וולט.
 - מצב פתיל הזינה (שלימות, אפשרות לפריסה מלאה);
 - מצב מכני של המכשיר (בדיקה ידנית של החלקים הנעים, צריכים להיות משוחררים ולנוע בקלות);
 - מצב חיצוני של הציוד (אין שברים או סדקים, כל בורגי ההידוק נמצאים במקומם ומהודקים);
 - סימון ורישום ביומן הבדיקות במפעל - יש לסמן בבירור על הכלי את מועד הבדיקה, תקינות הציוד ואת מועד הבדיקה הבאה, ורישום הפרטים הנ"ל בנוסף לרישום ע"י הבודק.

בדיקת מפסקי מגן לזרם דלף על זינת מכשירים חשמליים

לוח חשמל או מעגל סופי המשמש להזנת כלי עבודה חשמליים מיטלטלים יהיה מצויד ומוגן במפסק מגן לזרם דלף (מפסק פחת), עם רגישות לזרם דלף של 0.03 אמפר (או רגיש יותר). המפסק יותקן בין המפסק הראשי לבין מבטחי המעגלים הסופיים המזינים בתי תקע. כאשר משתמשים בכבל מאריך - ניתן להתקין את המפסק גם על גלגלת זינת המכשיר (הכבל המאריך) או כיחידה משולבת עם הכבל המאריך.

✓ מפסק המגן הוא התקן אלקטרו-מכני. יש צורך לבדוק את תקינות פעולתו -

- לפחות פעם בחודש, ע"י לחיצה על לחצן הבדיקה הקיים במפסק. (ביצוע הבדיקה מותר לכל אדם, גם שאיננו חשמלאי) ובאתרי בנייה - פעם בשבוע;
- בדיקה מקיפה ע"י חשמלאי מורשה, באמצעות מכשיר מדידה מתאים, לבדיקת מהירות הניתוק של מפסק המגן (לא יותר מ-200 מילי-שניות) ורמת רגישות הניתוק בזרם דלף (0.03 אמפר, או פחות, לפי הנדרש).

עבודות במיתקן חשמלי ב"מתח חי"

המושג עבודה ב"מיתקן חי" מוגדר בתקנות החשמל (עבודה במיתקנים חשמליים חיים) התשכ"ז-1967:
"חי" - מצב של מוליך כשהוא מחובר למקור של מתח חשמלי באופן גלווני או השראתי או שהוא טעון חשמל;
"מוליך" - גוף המיועד להעברת זרם חשמלי.

(הערה: מוליך איננו רק תיל מתכתי, אלא כל חלק מתכתי שיש בו, על פי ייעודו, מתח חשמלי. כגון: הדקים, פסי צבירה וכד'').
"עבודה במיתקן חי" - כל עבודה במוליכים חיים חשופים או מבודדים או במוליכים העלולים להיפך לחיים, כמו מוליך אפס, בשעת ביצוע עבודה במיתקן, לרבות כל עבודה במרחק קטן מ-40 סנטימטר ממוליכים חיים חשופים במתח נמוך, ולמעט ביצוע מדידה חשמלית במיתקן" (ההדגשות שלי, א.ט.).

דוגמאות לעבודות המבוצעות במרחק קטן מ-40 ס"מ ממוליך מבודד, שאינן נחשבות כעבודה במיתקן חי לפי תקנות החשמל (עבודה במיתקנים חשמליים חיים), התשכ"ז-1967: עבודות ליד בית-תקע או מפסק, בקירבת כבל או מוליך מבודד; החדרת מכשיר מדידה, שאושר ע"י חשמלאי מהנדס; החדרת מקצר ועוד - מותרות על פי התקנות).

הרשאה לביצוע עבודות במיתקן חי

לביצוע עבודות במיתקן חשמל חי נדרשות הרשאות לעבודה:

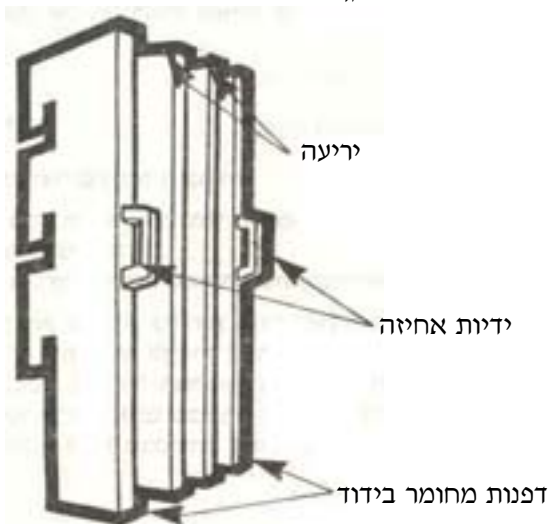
- הרשאה לעבודה/בטיחות (ראו טופס בעמ' 21, לדוגמה) הכוללת -
 - עבודה בגובה שמעל 2 מטרים;
 - עבודות באווירה מסוכנת (סיכוני אש, אווירה נפיצה וכו');
 - עבודה במקום מוקף.

- **הרשאה לניתוק/חיבור חשמל** (ראו טופס בעמ' 22 לדוגמה) שעליה חותם חשמלאי מהנדס, והכוללת -
 - נוהל lo/to;
 - בדיקה להיעדר מתח;
 - מרחק בטחון מקווי חשמל;
 - מצב הסביבה והשפעותיה;
 - עבודה בגבהים;
 - אמצעי בטיחות.

- ✓ מורשים לעבוד על מיתקן חי: רק בעל רשיון "חשמלאי מסויג" או "חשמלאי מוסמך" לפחות, שהוכשרו במיוחד לעבודה זו, ובפיקוחו של בעל רשיון מסוג "חשמלאי מהנדס";
- ✓ כל העבודות על מיתקן חי תבוצענה על ידי קבוצה של לא פחות מ-2 חשמלאים, בעלי רשיונות כאמור לעיל, שאחד מהם ימונה כמשגיח על ביצוע העבודות;
- ✓ עבודה על מיתקן חי תבוצע בהתאם להוראותיו של "חשמלאי מהנדס", אשר תינתנה בכתב והן יחולו על מיתקן חי מסוים, או סוג מסוים של מיתקנים חיים.
- ✓ ניתוק וחיבור של המיתקן, לפני העבודה, יתבצעו עפ"י הרשאה בכתב (ראו דוגמת טופס).

אמצעי בטיחות

- ✓ העבודה תבוצע במיתקן מואר באור יום או בתאורה המאפשרת ראות נוחה וברורה של כל פריט;
- ✓ המיתקן החי יופרד ממיתקנים אחרים באמצעות מחיצה או באמצעי מתאים אחר;
- ✓ העובדים יהיו לבושים בבגדים ובנעליים מחומרים מבודדים, כולל: קסדת מגן, כפפות מבודדות ומשקפי מגן מחומרים מבודדים. הציוד חייב להיות עמיד בפני קשת חשמלית;
- ✓ כל הכבלים, הציוד והכלים יהיו מהסוגים המתאימים לאותה עבודה;
- ✓ התאמת הביגוד, הנעליים, הציוד והכלים ותקינותם ייבדקו על ידי חשמלאי-מהנדס;
- ✓ יש להציב שילוט ואזהרה וגידור שימנעו כניסה של זרים לאזור ביצוע עבודות במיתקן חי.
- ✓ אין לבצע עבודה במיתקן חי כלשהו -
 - בסערות ברקים וברוחות סוערות;
 - במקומות המכילים אדים או גזים דליקים ו/או נפיצים;
 - במיתקן חי המותקן תחת כיפת השמיים, תחת גשם.
- ✓ עבודות במיתקן חי מבצעים רק במיתקנים במתח נמוך, ורק במקרים אלה:
 - יש סכנה לחיי אדם;
 - קיימת הפרעה לתהליכי ייצור;
 - יש במתן שירותים חיוניים לציבור;
 - יש בהספקת החשמל הכללית.



מחיצה (לוחות) הפרדה

טופס הרשאת עבודה/בטיחות (דוגמה)

טופס הרשאת עבודה/בטיחות

מיתקן

1. העבודה תבוצע בתאריך שעת ההתחלה שעת סיום

הארכה: משעה שעת סיום חתימת המאשר

2. שמות המבצעים

3. תיאור העבודה

.....

אמצעי הבטיחות הנדרשים

בעת ביצוע העבודה

צינור מים

..... חתימת חשמלאי

מטפה כיבוי אש מסוג אבקה, הלון

..... אמצעים נוספים

.....

לפני ביצוע העבודה

ניתוק מקורות אנרגיה (חשמל, קיטור, אוויר)

..... מספר המנוע שנותק

ניתוק מקורות גז וחומרים מסוכנים.

ניקוז ושטיפת המערכת

איזורור (כשמדובר בכלי סגור)

הרטבת האזור (כאשר מדובר באש -

כיסוי האזור בקצף לכיבוי)

הרחקת חומרים וחפצים מאזור ריתוך

..... אמצעים נוספים

.....

4. נבדק

בגלאי נפיצות

בגלאי חמצן

בגלאי גזים רעילים

ונמצא תקין (מתאים)

ונמצא תקין (מתאים)

ונמצא תקין (מתאים)

..... חתימת המבצע

ציוד מגן אישי

..... חתימת מנהל המיתקן

..... חתימת האחראי על הבטיחות

..... חתימת מנהל המפעל

5. סיום ביצוע נמסר ע"י לאחראי המשמרת. חתימה

6. לעבודה באש - אישור סופי ע"י מנהל המפעל או מי שהוסמך לכך מטעמו.

טופס הרשאה לניתוק/חיבור מיתקן במתח נמוך (דוגמה):

טופס הרשאת ניתוק/חיבור

תאריך:

הרשאת ניתוק/חיבור מס'

בצמוד להרשאת עבודה מס'

1. הוראת ניתוק

אל: חשמלאי/מכשירן/מכונאי (מחק את המיותר) שם מלא:

מאת: מורשה חתימה (שם מלא):

נא לנתק את החשמל לצידוד	נא לנתק את הזנת החשמל לצידוד	נא לנתק את הצידוד הפנאומטי מאספקת אוויר	נא לנתק כל אפשרות הנעה לצידוד הידראולי, מונע ע"י קיטור/דיזל/בנוין כמפורט:
שם הצידוד			
מס' הצידוד			

תאריך: שעה: חתימת מורשה חתימה:

2. אישור ניתוק

אני, שמקצועי: מאשר ביצוע ניתוק לצידוד שמספרו:

א. כבל ההזנה לצידוד הני"ל נותק מהצידוד בשטח: כן/לא (מחק את המיותר)

ב. כבל ההזנה לצידוד הני"ל מקוצר בשטח: כן/לא (מחק את המיותר)

תאריך: שעה: חתימת המנתק:

3. בדיקת ניתוק

אני, מורשה חתימה להרשאות עבודה:

א. ביצעתי העברת צידוד למצב מעקף לפני בדיקת שטח

ב. ביצעתי אישית/באמצעות העובד: נסיון הפעלה מהשטח של הצידוד, ווידאתי שהצידוד מנותק

שם: חתימה: תאריך: שעה:

4. הוראת חיבור

אל: חשמלאי/מכשירן/מכונאי (מחק את המיותר) (שם מלא):

מאת: מורשה חתימה (מנהל משמרת/מנהל מיתקן) (שם מלא):

אני, מורשה חתימה להרשאת עבודה, מאשר חיבור הצידוד שמספרו: שפרטיו מופיעים בסעיף 1

אני מאשר שכל העבודות שגרמו לצורך בנייתו - הסתיימו.

תאריך: שעה: חתימה:

5. אישור חיבור

אני, שמקצועי: מאשר חיבור הצידוד שמספרו: כמפורט לעיל

תאריך: שעה: חתימה:

6. בדיקת חיבור

אני, מורשה חתימה להרשאות עבודה, ביצעתי אישית/באמצעות עובד ניסיון הפעלה ומצאתי שהצידוד מחובר

שם: חתימה: תאריך: שעה:

ציוד מגן אישי וכלים לעבודות חשמל במתח נמוך



ציוד המגן האישי הנדרש, עפ"י החוק וכללי המקצוע, לעבודות החשמל במתח נמוך

ההגנה על הגוף היא חלק מחובות המקצוע של העובד. חשמלאי עובד בדרך כלל בתנאי צפיפות, בתוך ארון עמוס בציוד ובאזורים שבהם קיים מתח חשמלי. עבודות בתנאים כאלה דורשות משנה זהירות ושימוש בציוד מגן אישי. ההגנה חייבת לתת מענה מפני פגיעות מכניות אפשריות וכנגד חיטום. הביגוד וציוד המגן (משקפי מגן, כפפות וכו') חייבים להיות עמידים בפני קשת חשמלית (למשך 5 שניות ממרחק של 300 מ"מ).

כפפות

כפפות מגן של חשמלאים חייבות להיות מחומר עמיד בפני השפעות המתח החשמלי אשר עלול לשרור במיתקן המתוחזק. החומר הנפוץ הוא גומי. כפפות הגומי עומדות במתח של 1000 וולט לפחות. אפשר להשתמש בכפפות לצורך ניתוק/ הפעלת המיתקן החשמלי ולהסירן בשאר הזמן. בדיקת כפפות הגומי, לעמידות ולאטימות נעשית ע"י ניפוח בתנועה סיבובית והאזנה לאיתור דליפת אוויר. כדי למנוע פגיעות בעור ובכף היד מסיכונים מכניים הקיימים בעבודות החשמל - מומלץ להשתמש בכפפות מגן נוספות, מבד או מעור, שאותן לובשים מתחת לכפפות הגומי או מעליהן. בד"כ נהוג ללבוש כפפה מחומר רך וסופג על עור הידיים, מעליה כפפת בידוד מגומי ומעליהן - כפפת עבודה מבד עבה (ברזנט) להגנה כללית כולל הגנה על שלימות כפפות הגומי. את הכפפות (הגומי ו/או המגן) מותר להסיר לאחר ניתוק המתח, כדי לבצע בנחות את הטיפול באביזרי המיתקן.



שלבי בדיקת אטימות של כפפות מגן המיועדות לעבודות חשמל

יש לזכור: בצבוצות בליטות אשלי או - אסור להסיר את כפפות המגן בכל משך הצבוצה.

משקפי מגן

מומלץ להשתמש במשקפי מגן אטומות, או במגן פנים, למניעת פגיעה מהקשת חשמלית הנוצרת במהלך מיתוגים בציוד חשמלי. אפשר להסיר את המשקפיים לאחר ניתוק המתח. יש להימנע מהרכבת עדשות מגע בעת מיתוג מיתקנים; בעבודות תחזוקה מכניות, שאינן תחת מתח - מומלץ להשתמש במשקפי מגן רגילות להגנת העיניים.

בגדי עבודה

בבגדי העבודה לעבודות חשמל אסור שיהיו כלולים חלקים מתכתיים, כגון: כפתורי מתכת, רוכסנים, לחצניות. הביגוד צריך להיות נקי משבבים וחלקיקי מתכת אחרים אשר עלולים לגרום למוליכות של הבגד ולחישמול העובד דרך הבגד. הביגוד חייב להיות יבש, בעל שרוולים ארוכים ומכנסיים ארוכים ורוכסים.

שטיח מגן אישי

ברשותו של כל חשמלאי צריך להיות שטיח מחומר מבדד. השטיח צריך להישמר בתלייה או כשהוא מגולגל - כדי למנוע היווצרות שברים בחומר. ניתן לשמור את השטיח בתוך ארון החשמל. לפני כל שימוש יש לבדוק את ניקיונו של שטיח המגן האישי, כדי למנוע חדירת חלקיקי מתכת; שטיח מבדד קבוע ליד לוחות חשמל איננו אמצעי הגנה הכרחי, וגם אם קיים - אין לסמוך עליו כהגנה מפני חישמול. יש להניח, בכל מקום, את השטיח המבדד האישי, השמור.

נעליים ומגפיים

נעלי העבודה/מגפי עבודה של חשמלאים צריכים להיות עם סוליה עשויה מחומר מבדד, שאיננו מוליך חשמל, העומד בפני השפעות מתח של 1000 וולט לפחות; לפני כל שימוש יש לבדוק שהסוליות נקיות מחלקיקי מתכת.



שימוש בציוד מגן אישי ובכלי עבודה ייעודיים המגינים בפני התחשמלות

ציוד מגן אישי לעבודות במיתקן חשמלי חי

לפני ביצוע עבודות במיתקן חשמלי חי - יש לקבל אישור מחשמלאי-מהנדס לשימוש בציוד המגן האישי.

בדיקת כלים וציוד מגן אישי המיועדים לתחזוקת מיתקני חשמל, מתח נמוך

בטבלאות הבאות מובאות הדרישות לבדיקה ולמתן היתרים (חלקן קיימות בחוק וחלקן בגדר המלצות) לשימוש בציוד מגן אישי, כלים ואביזרים, לעבודות במיתקני חשמל:

הבדיקות הנדרשות לציוד מגן אישי לעבודות במיתקן חשמלי חי

הציוד הנבדק	תדירות הבדיקה	תיאור הבדיקה	כישורי הבודק	הערות
כפפות מגן מבודדות	לפני כל שימוש	ניפוח ובדיקת מעבר אוויר	כל משתמש; אישור של "חשמלאי - מהנדס" לפני עבודה במיתקן חי	לשימוש בעבודות ניתוק וחיבור, ובמיתקן חי.
	פעם ב-6 חודשים	בדיקת עמידות הבידוד במתח חשמלי של 5000 וולט (עפ"י מיפרט ASTM)	מעבדה; אישור של "חשמלאי - מהנדס" לפני עבודה במיתקן חי	לסמן את תאריך הבדיקה התקופתית
כובע מגן מבודד	לפני כל שימוש	שלימות, היעדר סדקים	כל משתמש; אישור של "חשמלאי - מהנדס" לפני עבודה במיתקן חי	
בגדי עבודה	לפני כל שימוש	יובש, היעדר חלקי מתכת, רכיסה וכיפתור	כל משתמש	
נעלי עבודה, מגפיים עם סוליות מבודדות	לפני כל שימוש	שלימות הסוליה המבודדת, היעדר מסמרים וחלקים מתכתיים אחרים	כל משתמש; אישור של "חשמלאי - מהנדס" לפני עבודה במיתקן חי.	
	פעם ב-6 חודשים	בדיקת הסוליה לעמידות במתח של 5,000 וולט	מעבדה; אישור של "חשמלאי - מהנדס" לפני עבודה במיתקן חי	לסמן את תאריך הבדיקה התקופתית
משקפי מגן או מגן פנים	לפני כל שימוש	שלימות	כל משתמש	בעבודות ניתוק וחיבור במתח חי - משקפי מגן אטומות

הבדיקות הנדרשות לאביזרי בידוד ולכלים מבודדים לעבודות במיתקן חשמלי חי

הציוד הנבדק	תדירות הבדיקה	תיאור הבדיקה	כישורי הבודק	הערות
1. כלים מבודדים 2. מקצרים ובוחני מתח 3. מחיצות הפרדה	לפני כל שימוש	שלימות הבידוד, היעדר סדקים, התאמת הבידוד למתח שעלול להופיע	כל משתמש; אישור של "חשמלאי - מהנדס" לפני עבודה במיתקן חי	
	פעם ב-6 חודשים	בדיקה לעמידות במתח של 5,000 וולט ע"י מעבדה + אישור "חשמלאי-מהנדס"	בדיקת מעבדה	
שטיח בידוד	לפני כל שימוש	שלימות, היעדר חלקיקים מתכתיים	כל משתמש	מומלץ שטיח נייד. כשאיננו בשימוש - מאוחסן ארוז ותלוי בארון החשמל

עזרה ראשונה לנפגעים מחשמל

הפגיעה בתאונות חשמל היא, ברוב המקרים, מיידית. חלק מהתאונות מסתיימות במוות. "מכת חשמל" הפוגעת בגופו של האדם הופכת את הגוף לחלק ממעגל חשמלי, וגורמת לו לנזקים פיזיולוגיים חמורים. השפעות החישמול שונות: תחושת דגדוג; התכווצויות שרירים; כוויות תרמיות בעור; כוויות באברים פנימיים; ועד להפסקת הדופק והנשימה - למוות.

התגובות הבלתי רצוניות של שרירי הגוף עלולות לגרום למעידה, לנפילה ולסיכונים אחרים המוגדרים כ"מישניים", בעקבות התחשמלות - נפילה מגובה 1.5 מ' עלולה לגרום לשברים ולחבלות חמורות בגוף.

במהלך עבודות תחזוקה במיתקני חשמל קיים סיכון מוגבר להתחשמלות, כאשר נדרש לבצע את העבודה תחת מתח "חיי". סוג הטיפול בנפגע בתאונת עבודה בעבודות חשמל במתח נמוך, תלוי בסוג הפגיעה ובחומרתה. קיימים 3 סוגי פגיעות עיקריים:

- חישמול;
- כוויות מקשת חשמלית;
- נפילה מגובה (פגיעה נוספת, לאחר חישמול).

הפעילות לאחר אירוע התחשמלות

1. הפעולה המיידית הנדרשת לצורך הצלת הנפגע שהתחשמל, היא ניתוקו ממקור המתח החשמלי, ע"י ניתוק הספקת זרם החשמל למקום או ע"י הפרדה בין הנפגע לעצם המחשמל.
 2. לאחר שחרור הנפגע ממקור החישמול מעריכים את מצבו ומבצעים החיאה (בהתאם להערכה ורק ע"י אדם מוסמך), או מטפלים בפגיעות גופניות אחרות שנגרמו לו.
- נפגעי חשמל שנוקדו להחייאה חייבים להגיע במהירות האפשרית להמשך טיפול במוסד רפואי מוסמך.

כל נפגע חייב להכיר את נוהלי האירוק האמין במקום עצמו

שחרור ממתח חשמלי

- ✓ יש להפסיק במהירות את הספקת מתח החשמל אל הנפגע, באמצעות מפסק ההפעלה; הוצאת מפתח ההפעלה; שליפת תקע וכו'. מהירות הגשת העזרה קובעת את הסיכויים להצלת החיים. לכן, יש להדריך את כל העובדים לגבי מיקומם של מפסקים ראשיים ושיטות להפסקת החשמל באזורים שונים של המפעל.
- ✓ ניתן להפסיק את הספקת הזרם גם ע"י יצירת קצר חשמלי במיתקן החשמל, בהשלכת חפץ מתכתי על מוליכים גלויים.

יצירת דרכי גישה בטוחות אל נפגע שהתחשמל



- ✓ אם לא ניתן להגיע במהירות לאמצעי הניתוק במיתקן החשמל - אפשר לשחרר את הנפגע ממקור החשמול על ידי הפרדה פיזית שלו ממוליך החשמל:
- כאשר מנסים לדחוף את הנפגע מהחפץ המחשמל יש לעטוף את היד בחומר מבודד (שאיננו מוליך חשמל), כמו יריעת בד יבשה ועבה, מקופלת לשיכבה עבה ככל האפשר; או להיעזר בלוח עץ חזק ויבש, לוח PVC וכד'.
- במיתקן חשמל מסודר קיים גם מוט הצלה ייעודי לשחרור נפגעים מחשמול, אשר חייב להימצא בארון העזרה הראשונה.
- ✓ מחלץ שאיננו מצויד במוט הצלה חייב לעמוד על מישטח מחומר מבודד, שאיננו מוליך חשמל (לוח עץ יבש ללא מסמרים), ערימה עבה ויציבה של עיתונים או ספרים, שטיח או שמיכה יבשים ומקופלים לשיכבה עבה, מזרון ספוג יבש (ללא קפיצי מתכת) וכד'.
- ✓ המחלץ צריך למנוע מגע כלשהו בין אברים חשופים של גופו לגוף הנפגע.

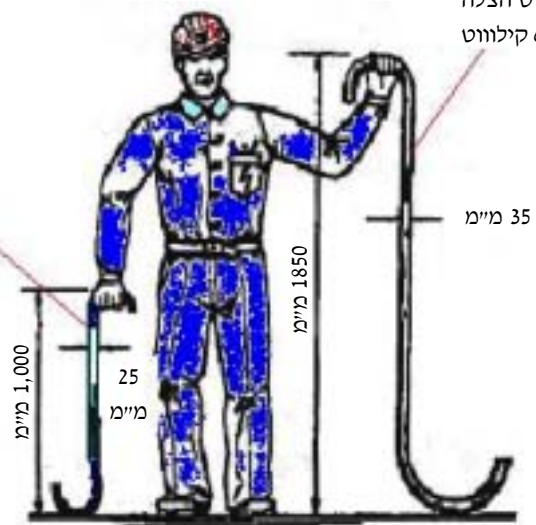
מוט הצלה ייעודי לחשמל והשימוש בו



נתונים טכניים:

- חומר - פוליאתילן (צפיפות גבוהה - 995 גר/סמ"ק);
- התנגדות: 10^{18} אוהם/ס"מ;
- מתח פריצה: 80 קילו-וולט/מ"מ;
- כוח המשיכה המירבי המותר: 350 ק"ג/סמ"ר;
- כוח כיפוף מירבי מותר: 315 ק"ג/סמ"ר;
- תקופת השימוש (כשירות): 10 שנים.

מוט הצלה
60 קילוואט



מוט הצלה
1 קילוואט



טיפול בכוויה מחשמל

מעבר זרם חשמל דרך גוף עלול לגרום לפגיעה חיצונית ופנימית.

פגיעה חיצונית - כוויות, נוצרות על ידי קשת חשמלית או ניצוצות הפורצים בשעת ההתחשמלות. הכוויות החיצוניות עלולות להיגרם בעקבות התלקחות חומרים דליקים ו/או בגדיו של הנפגע כתוצאה מהחישמול;
פגיעה פנימית - עלולה להתבטא בשטפי דם, כוויות פנימיות ועד להתכווצות שרירים ופגיעה עצבית שתביא לדום לב ולהפסקת הנשימה, שבעקבותיהם תופסק הספקת החמצן למוח.

פעולות ההצלה חייבות להיות מהירות מאוד:

1. לנתק את הנפגע מהחשמל ולכבות אש (אם פרצה). אין לכבות דליקות מחשמל כל עוד עובר מתח חי באזור.
2. לאחר הניתוק מקור הספקת הזרם לאזור - ניתן להשתמש במים לכיבוי חלקי גוף שניכוו. מומלץ להחזיק את הנפגע 10-15 דקות, לפחות, תחת זרם מים;
3. להסיר את הבגדים מחלקי הגוף הפגועים, רק אם אינם דבוקים לגוף וניתן להסירם בקלות;
4. אם הנפגע חסר הכרה - אין להשקות אותו במים. אסור, בשום מקרה, להשקות את הנפגע (גם אם הוא בהכרה) באלכוהול!
5. אין לגעת באזורים הפגועים בגופו של הנפגע כדי למנוע זיהומים. אפשר לעטוף את הנפגע בשמיכה סטרילית, המיועדת לטיפול בכוויות;
6. יש להזעיק עזרה רפואית (רופא או צוות מד"א) ולהעביר את הנפגע במהירות האפשרית לטיפול רפואי מקצועי, רצוי באמבולנס.

עזרה ראשונה לנפגע בנפילה מגובה ומחבטות

1. בדיקת הנפגע והערכת מצבו;
2. טיפול בשברים - קיבוע;
3. עצירת שטפי דם;
4. העברת הנפגע להמשך טיפול במיתקן רפואי.

טיפול בפגיעות בעיניים

פגיעה מקשת חשמלית (קרינה וחום) עלולה לגרום לכוויה בקרנית העין ו/או להידבקות העפעפיים. לעיתים נגרמת גם פגיעה מחדירת עצמים וחלקיקים שהועפו במהלך האירוע לתוך העין. במקרים כאלה יש לנסות לשלוף את העצם הזר מתוך העין, כאשר ניתן לעשות זאת בקלות, ולכסות את העין הפגועה ברטייה רטובה (רצוי בתמיסה מיוחדת לפגיעות עיניים אשר אמורה להימצא בערכות העזרה הראשונה ובבוקים המיועדים לשטיפת עיניים), ולפנות במהירות לעזרה רפואית מקצועית.

ההסברים התמציתיים, העקרוניים, שהבאנו כאן אינם תחליף להדרכה יסודית ומקצועית בנושא מפי אנשי מקצוע בתחום העזרה הראשונה: רופאים; אחיות ופרמדיקים (חובשים).