



מוות מחישמול

בעבודה בישראל

מאת אינג' פטר מגנוס
וד"ר אלכס טורצקי

החשמל הוא מקור לאנרגיה המשרתת מטרתות רבות ומגוונות: תאורה, חימום, הפעלת מכונות וציוד, תקשורת ועוד, בבית, במקומות ציבוריים ובמקומות העבודה. אולם, החשמל הוא גם מקור לסיכון: מעבר זרם חשמלי דרך גוף האדם עלול לגרום נזק לגוף ואף למוות. תאונות חישמול (התחשמלות) מתרחשות בכל המקומות שבהם משתמשים בחשמל. המאמר מתייחס לתאונות העבודה הקטלניות כתוצאה מחישמול - תאונות אשר הסתיימו במותו של עובד כתוצאה ממעבר זרם דרך גופו בשעה שעסק בביצוע מטלה (המאמר אינו עוסק בתוצאות אחרות הנובעות מתקלות בחשמל, כגון הפסקות בעבודת ציוד וכלים, שריפות וכו'). במאמר כלולים תרשימי הצטברויות של התאונות בחתכי נתונים שונים, ומתוארות הסיבות והנסיבות של התאונות והמסקנות שניתן להסיק מהן.

חישמול מהו

חישמול הוא מצב שבו עובר זרם חשמלי דרך הגוף, וגורם לו להלם חשמלי ולנזק בריאותי. מעבר הזרם יכול להתרחש בכמה דרכים:

- כתוצאה ממגע מקרי באביזר חשוף הנמצא תחת מתח;
- מגע במיתקן חשמלי הנמצא תחת מתח עקב ליקוי בבידוד ('מתח מגעי');
- קצר לאדמה (בסביבת נקודת ההארקה לאדמה מופיע בין רגלי האדם 'מתח צעדי');
- פגיעה כתוצאה מהיווצרות קשת חשמלית (ניצוץ) בין 2 מוליכים, שיש ביניהם הפרש מתחים (הפרש פוטנציאלים). הקשת עלולה לגרום לכוויות בגוף ובעיניים, בהתאם למקום הפגיעה של הקשת בגוף.

אינג' פטר מגנוס, לשעבר מפקח עבודה ראשי במשרד התמ"ת;
ד"ר אלכס טורצקי רכז תחום בטיחות חשמל, ענף הנדסה של המוסד לבטיחות ולגיהות

- התכווצות של שרירים (גורמת לפיתיה של העצם המחשמל, ללא יכולת להשתחרר ממנו);
- קשיי נשימה, פיפור חדרי הלב ו/או דום לב;
- נזק למערכת העצבים.

ההשפעות על הגוף הנגרמות במקרה מסוים תלויות, בעיקר, בעוצמת הזרם ובנתיב המעבר שלו דרך הגוף. הטיפול הרפואי במקרים של התחשמלות יכול להיות: הנשמה מלאכותית; טיפול רפואי אינטנסיבי יותר (שיטות עזרה ראשונה מתקדמות) וטיפול בכוויות (חיצוניות ופנימיות). הטיפול בנפגע יתבצע רק לאחר ניתוק הנפגע ממקור החישמול. המטפל חייב לנקוט בכל האמצעים הנדרשים כדי למנוע מעצמו סיכון כאשר הוא מושיט עזרה לנפגע בהתחשמלות.

תאונות חישמול קטלניות בארץ

לשחמתנו, מספר תאונות המוות בעבודה בארץ הולך ופוחת בשנים האחרונות. אך, למרות זאת, מספרם של ההרוגים בתאונות עבודה עדיין גבוה. מהנתונים (המוצגים בהמשך) עולה כי חישמול הוא גורם משמעותי בתאונות הקשות. בין השנים 1992-2003 נהרגו 74 בני אדם בתאונות עבודה כתוצאה מהתחשמלות (כ-10% מסה"כ ההרוגים בתאונות בעבודה). בשנת העבודה 2004 חלה עלייה משמעותית (250%!) במספר תאונות החשמל הקטלניות, בהשוואה לשנת 2003: 5 הרוגים, מתוכם 3 בענף הבנייה. לצורך הערכת הגורמים והסיבות למוות מהתחשמלות אספו אנשי אגף הפיקוח על העבודה במשרד התמ"ת נתונים מתוך מסמכי חקירות של תאונות קטלניות מחישמול בעבודה, מהשנים האחרונות (כנייל). (תרשים מס' 1) ניתוח נתוני התאונות מאפשר לזהות את השפעותיהם של הגורמים השונים על התאונות, ולהתמקד בנושאים החיוניים בפעילות למניעת תאונות התחשמלות קטלניות בעבודה (תרשים מס' 2).

הגדרות וקריטריונים של רמות סיכון לגוף האדם מזרם חשמלי, קיימות ב-2 תקנים בינלאומיים, המקובלים גם בארץ: IEC-479-1 ו-IEE Std-80-1. לפי תקן IEE Std-80 - ההתנגדות של הגוף, המקובלת לצורך הערכה כללית, היא כ-1000 אוהם; לפי IEC-479-1 - ההתנגדות הזאת תלויה במתח, במסלול הזרם בתוך הגוף ובזמן החשיפה.

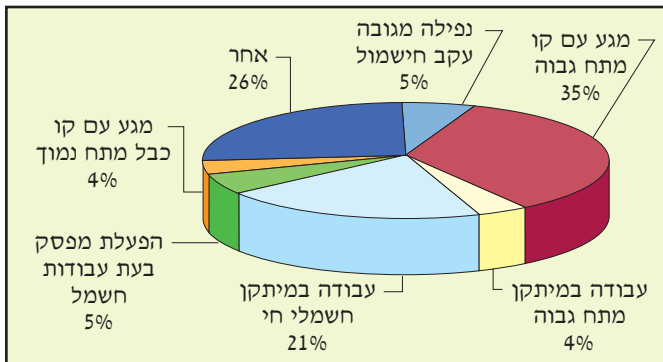
זרם חילופין (50 הרץ) במתח עד 500 וולט מסוכן פי 4 מזרם ישר באותו מתח

במציאות, התנגדות גוף האדם תלויה במצב העור (שלם/פגוע, יבש/רטוב וכד'); בגודל שטח הגוף הבא במגע עם הזרם; במצב בריאותו של האדם; במסלול מעבר זרם החשמל בגוף; בסוג ובמצב כיווי הגוף (הבגדים, הנעליים, כפפות המגן וכד'). לדוגמה: התנגדות הגוף במקרה של מגע בכף יד רטובה קטנה פי-3 לעומת ההתנגדות במגע של אותה יד כשהיא יבשה; התנגדות הגוף במגע של רגל או יד הטבולות בחומר מוליך - יורדת בכ-100-500 אוהם. גם למשך זמן המגע יש השפעה על הפגיעה בגוף. זמן המגע שבו לא מתרחשת פגיעה מוגדר כ'זמן פגיעה גבולי'. בניסויים שונים התבררו זמני מגע גבוליים עפ"י מתח המגע, הזרם והתנגדות הגוף במתח חילופין:-

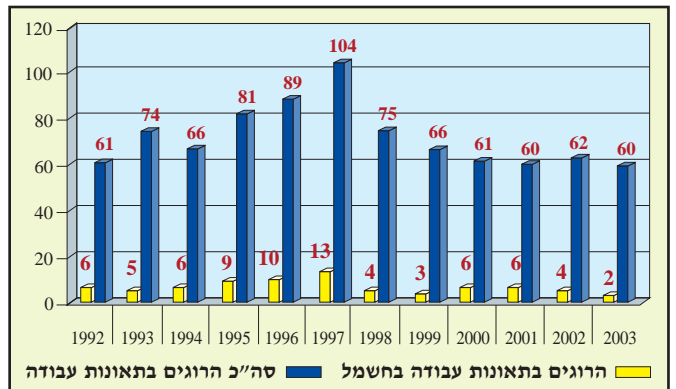
זמן מגע גבולי (שניות)	זרם (מיליאמפרים)	התנגדות הגוף (אוהמים)	מתח (וולטים)
0.17	167	1375	230
0.08	256	1369	350

מעבר זרם חשמלי דרך הגוף גורם לאחת או יותר מהתופעות הבאות:-

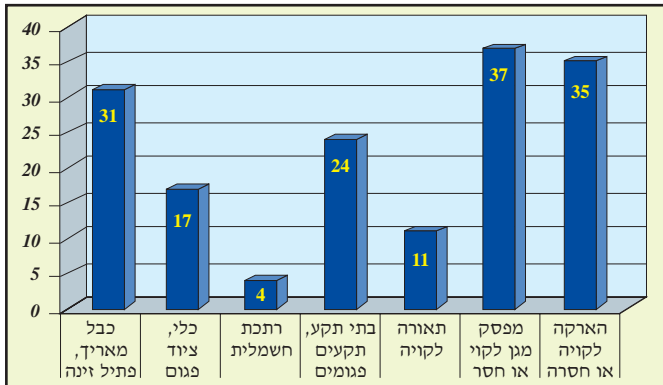
- כאב;
- חימום הרקמות, עד לכוויות (פנימיות ו/או חיצוניות בדרגות שונות);



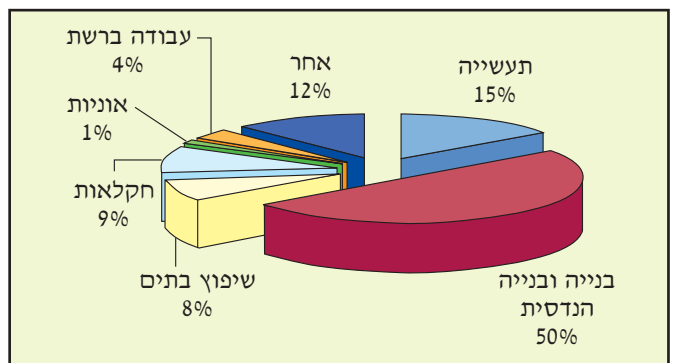
תרשים מס' 3: התפלגות תאונות חישמול קטלניות לפי נסיבות התאונה (2003-1992)



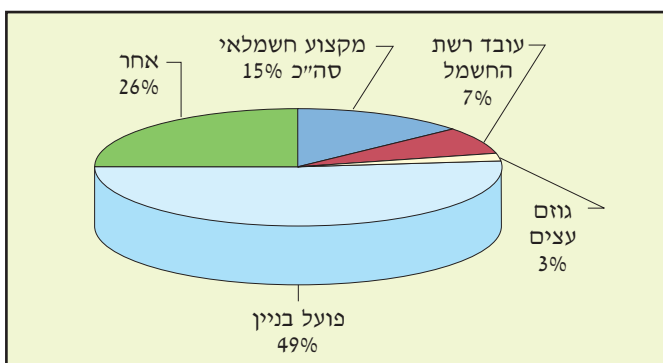
תרשים מס' 1: התפלגות תאונות חישמול קטלניות מתוך סה"כ תאונות מוות בעבודה (2003-1992)



תרשים מס' 4: התפלגות תאונות חישמול קטלניות לפי העצם המעורב ב-100% (2003-1992)



תרשים מס' 2: התפלגות סה"כ תאונות חישמול קטלניות לפי ענפים (2003-1992)



תרשים מס' 5: התפלגות תאונות חישמול קטלניות לפי משלח היד (2003-1992)

כשעמדם בקצה הסככה נגע לוח המתכת שבו טיפל בכבל חשמלי שהיה תחת מתח (13kV), ואשר היה מתוח מעל לסככה, גובהה של כ-6.5 מ' מהקרקע. העובד שהתחשמל נפל על כף של טרקטור שחנה למטה, נגע בראשו ונפטר מפצעיו.

- חשמלאי ניתק את הנתיכים בלוח חשמל ראשי לצורך עבודה באחד מלוחות המשנה. לאחר הניתוק הוא טיפס על סולם, לגובה של כ-2 מ', ואחז בתילי חשמל. אך, התילים שבהם אחז היו תחת מתח - מכיוון שהוא ניתק, בטעות, נתיכים שלא היו שייכים למעגל האספקה של הלוח אשר עליו התכוון לעבוד. הוא התחשמל, נפל מהסולם וספג פגיעה קטלנית בראשו.

מעורבים מספר גורמים, כך שחלקם מופיעים "משפיעים" ביותר מתאונה אחת.

גורמים למות מחישמול

אחד מהגורמים לתאונות מוות בעבודה מהתחשמלות, הוא שימוש לא מקצועי בציוד חשמלי, בכלים ובמיתקנים חשמליים, שלהפעלתם נדרשים ידע והכשרה. התפעול והטיפול חייבים להיות בטיחותיים.

35% מתאונות מוות מהתחשמלות נגרמו כתוצאה ממגע עם קו מתח גבוה; פגיעות בקו מתח נמוך גרמו "רק" ל-4% מהתאונות; נפילות מגובה כתוצאה מחישמול הביאו למותם של 5% מהנפגעים. (תרשימים 3, 8);

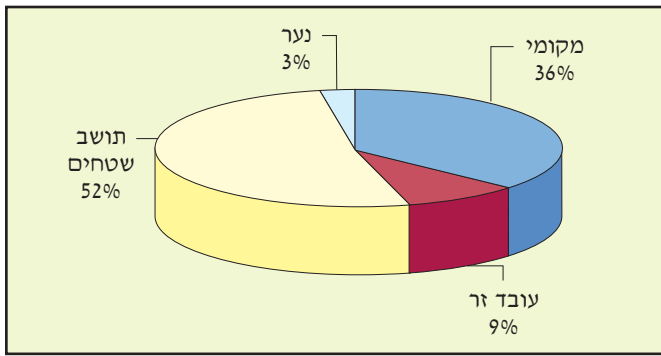
- דוגמאות לתאונות כתוצאה ממגע במתח גבוה: מנופאי שניצב על הקרקע הפעיל מנוף נייד, לצורך הרמת מכולה. זרוע המנוף פגעה בקו מתח גבוה (22kV), והמפעיל נהרג במקום.
- עובד לא קבוע עסק בחיפוי גג של סככה בלוחות מתכת, בגובה של כ-4 מ' מהקרקע.

מתברר שהענף, אשר בו שכיחות ההתחשמלויות גבוהה יותר מבענפים אחרים, הוא ענף הבנייה, כולל ענף הבנייה הנדסית והשיפוצים. בענף הבנייה המעסיק כ-7% מהעובדים במשק, התרחשו יותר ממחצית מההתחשמלויות (59%), לעומת ענף התעשייה - בו מועסקים רוב העובדים במשק (1.5 מיליון עובדים) - שהתרחשו בו רק 15% מהתאונות האלה.

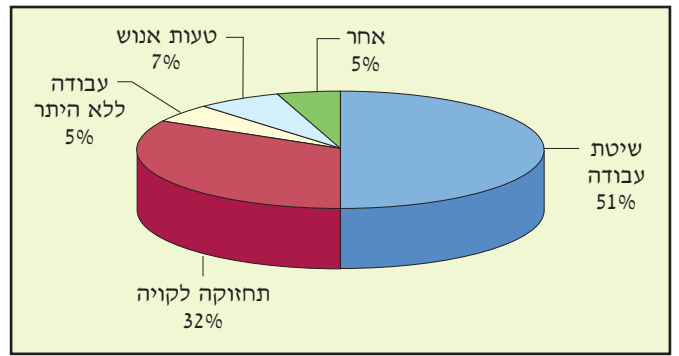
ניתוח הנתונים שנאספו

על פי נתוני אגף הפיקוח על העבודה במשרד התמ"ת ביצענו ניתוחים בחתכים שונים, המוצגים בתרשימים 3, 4, 5. בתרשימים האלה מוצגים הגורמים השונים, שהשפעתם על התרחשות תאונות היא, לדעתנו, הגדולה ביותר. לדוגמה: בנתוני "עצם מעורב" ו"נסיבות התאונה" - התייחסנו לנושאים, לכלים ולציוד השכיחים ביותר, שצינו חוקרי התאונות; בנתוני "משלח היד" התייחסנו למקצועות הנפגעים, שהיו השכיחים ביותר, בנתוני חקירת תאונות החשמל. תחת הכותרת "פועל בניין" כוללים מקצועות נוספים, כמו: עובדי תחזוקה, מפעילי כלי הרמה וטרקטוריסטים באתרי בנייה (המעורבים בחלק נכבד מהתאונות בעקבות פגיעה בקווי מתח) ועוד. בהמשך נציג ניתוח נפרד של נתוני תאונות חישמול קטלניות באתרי בנייה, שבהם מתרחשות רוב תאונות ההתחשמלות.

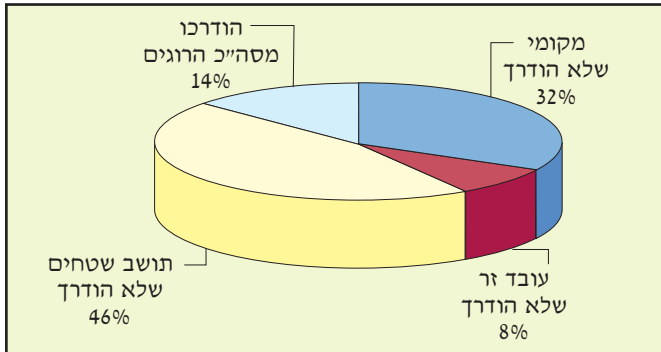
את חישוב האחוזים ערכנו עפ"י נתוני תאונות המוות בארץ בשנים הני"ל. סיכום נתוני תרשים 4 גדול יותר מסה"כ התאונות הקטלניות מחישמול, משום שבתאונה יכולים להיות



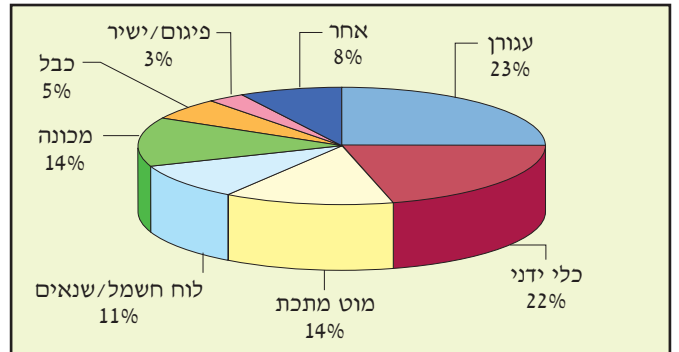
תרשים מס' 9: התפלגות נפגעי תאונות חישוב קטלניות לפי סוגי מועסקים (1992-2003)



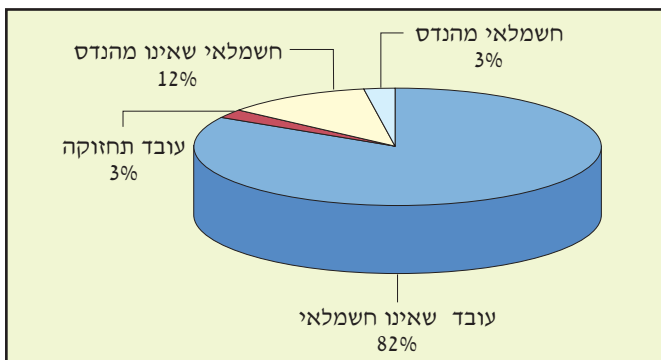
תרשים מס' 6: התפלגות תאונות חישוב קטלניות לפי מאפייני העבודה (1992-2003)



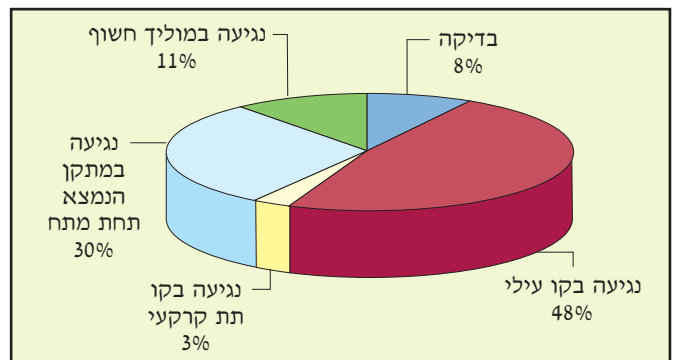
תרשים מס' 10: התפלגות נפגעי תאונות חישוב קטלניות לפי הדרכה (1992-2003)



תרשים מס' 7: התפלגות 37 תאונות החישוב קטלניות בענף הבנייה והבנייה הנדסית לפי העצם המעורב (1992-2003)



תרשים מס' 11: התפלגות תאונות חישוב קטלניות לפי הכשרת הנפגע (1992-2003)



תרשים מס' 8: התפלגות 37 תאונות החישוב קטלניות בענף הבנייה והבנייה הנדסית לפי הנסיבות (1992-2003)

לא תקינים; מערכת החיבורים עברה דרך אזורים רטובים, עם הארקה לא תקינה, ולוח החשמל לא צויד במפסק מגן.

השפעת משלח היד של הנפגעים ושיטת ביצוע העבודות

בחינת משלח ידם של הנפגעים מצביעה על 36 הרגיים (49%) - פועלי בניין, ובנוסף - חשמלאים (15%). לגבי שאר המקצועות ראו תרשים 5.

- הגורמים העיקריים לתאונות החישוב קטלניות (ראו ההתפלגות בתרשים 6) הם:
- שיטת עבודה פסולה של הנפגע ו/או חוסר פיקוח ע"י האחראים עליו (38 תאונות קטלניות = 51% מסה"כ תאונות החישוב);
- שיטת לקויות בביצוע עבודות תחזוקה (24 הרגיים = 32% מסה"כ התאונות).

בנוסף, כתוצאה מתחזוקה לקויה, השתחרר חוט הארקה בתקע של כבל הזנת הרתכת, ונגע במוליך הפאזה שם - מה שגרם להופעת מתח על הגוף המתכתי של הרתכת. אחד העובדים שעבר בסמוך לרתכת ונגע בה באקראי - התחשמל ונהרג.

- באחד מאתרי הבנייה השתמשו לצורך החלקת בטון בוויברטור מסוג I (ללא בידוד כפול), למרות שבתור "כלי עבודה המוחזק ביד", הוויברטור חייב להיות מסוג II (בעל בידוד כפול), או מסוג III (הזנה במתח נמוך מאוד). במצב הזה התחשמל אחד העובדים למוות. בחקירת התאונה נמצאו מספר ליקויים במערכת הזנת החשמל: התוף של הכבל המאריך, שהזין את המכשיר, היה מחובר באמצעות בית תקע רגיל (לא משוקע), עם חיבורי ביניים

השפעת הציוד וסוג העבודה

כבלים מאריכים ופיתולי זינה לא תקינים גרמו ל-31% תאונות קטלניות; בתי תקע, תקעים פגומים ו/או לא תקינים, היו הגורם ל-24% מסה"כ תאונות המוות, במיוחד באתרי בנייה; ציוד וכלי עבודה חשמליים פגומים גרמו ל-17% תאונות מוות. (תרשימים 3, 4).

דוגמאות:

- קבלנים באחד מאתרי הבנייה השתמשו ברתכת חשמליות שהופעלו באמצעות גנרטורים ניידים. אחת מהרתכות חוברת לגנרטור שלהארקת ה"שיטה" שלו היתה התנגדות של 200 אוהם (במקום 5 אוהם כנדרש).

השפעת סוג המיתקן

בהתפלגות המספרית של תאונות חישובל קטלניות לפי נסיבות התאונה (המוצגת באיור מס' 3): מבחינים בהשפעה המכרעת של מפסקי מגן (מימסרי זרם-פחת) לא תקינים, או חסרים (לא הותקנו בכלל), במיתקנים שונים, כמו עגורן, לוח חשמל, שנאי וכד'.

היעדרם של מפסקי מגן ומפסקי מגן לא תקינים היו מקור ל-37% ממקרי מוות; הארקות לא תקינות של מיתקנים/גופי עזר גרמו ל-35% ממקרי המוות; ביצוע לא בטיחותי של עבודות חשמל (לדוגמה: עבודה במיתקן חשמלי, במתח נמוך, חי), גרם ל-20% מהתאונות; הפעלת מפסק חשמלי בעת ביצוע עבודות בלוח חשמל גרמה ל-5% מהתאונות; עבודה במיתקני מתח גבוה גרמה ל-4% מהתאונות הקטלניות. (תרשימים 3, 4).

תאונות בענף הבנייה

יותר ממחצית (58%) התאונות הקטלניות מחישובל מתרחשות בענף הבנייה והבנייה ההנדסית, כולל ענף שיפוצי הבתים (תרשים 2). המימצאים בענף הזה מצביעים על כך שרוב התאונות הקטלניות (45% מההרוגים בענף) נגרמות כתוצאה ממגע עם קווי מתח גבוה - 18 תאונות מתוך 37 תאונות המוות מחישובל באתרי בנייה. (תרשימים 7, 8)

מצב הבטיחות בתעשייה, שהיא מערכת קבועה, טוב יותר מהמצב הקיים בענף הבנייה - שהיא מערכת דינמית, המשתנה במשך כל הפעילות. עם זאת, גם בתעשייה ניתן למצוא חוסר מודעות לסכנות בקרב אנשי הטיפול והטיפול של מיתקני החשמל, וגם חוסר בנהלים ובהוראות בטיחות [1]

נפגעי חישובל

52% מההרוגים בתאונות עבודה מחישובל הם תושבי השטחים;
36% הם מקומיים ו-9% עובדים זרים;
3% מהרוגי החישובל הם נערים (עד גיל 18) (תרשים מס' 9);

היעדר הסמכה והדרכה לעובדים

הפעלת עובדים לא מקצועיים וללא הסמכה בתחום החשמל, היא גורם משמעותי מאוד בהתרחשות התאונות. חוסר מוחלט של הכשרה לעובדים היא אחד מהגורמים העיקריים להתרחשות תאונות מוות כתוצאה מחישובל. מהנתונים עולה שעובדים תושבי השטחים שלא קיבלו הדרכה היו מעורבים ב-46% מתאונות המוות מחישובל; עובדים מקומיים שלא הודרכו - ב-32% מתאונות המוות מחישובל, ועובדים זרים שלא הודרכו "תרמו" ל-8% מתאונות המוות מחישובל (תרשים 10).

דוגמאות לתאונות שמקורן בחוסר בהסמכה, בחוסר הדרכה, חוסר ידע וחוסר התייחסות או התייחסות רשלנית לנושא סיכוני חשמל:

- עובד שלא היתה לו הסמכה כמנופאי הפעיל מנוף נייד, לצורך הרמת עמודי תאורה. עקב חוסר ניסיונו הוא לא הצליח לתמוך את תנועות זרוע המנוף והיא פגעה בעמוד של קו מתח גבוה (22kV). המגע גרם לחישובל העובד למוות;
- איש תחזוקה, שלא היה מוסמך כחשמלאי, טיפל בלוח חשמל במתח גבוה והתחשמל למוות.
- מלח, אזרח טורקיה, ירד לתוך מיכל מים בחרטום אונייה טורקית שעגנה בנמל אשדוד. המלח, שירד למיכל בכפכי גומי וללא גרביים, התכוון לבדוק את מצב המיכל לפני מילוי במי שתייה. הוא אחז בידו פנס תאורה חשמלי. הפנס והנורה שהורכבה בו היו מיועדים למתח נמוך מאוד (24 וולט). עם הירידה למיכל הלח הוא התחשמל למוות. התברר שכבל ההזנה, שהיה מחובר לפנס בקצהו האחד, חובר בקצהו השני למתח של 230 וולט.
- עגורנאי, שלא היה חשמלאי, ניסה לחבר את כבלי ההזנה של עגורן הצריח שאותו הפעיל ללוח החשמל. לצורך כך הוא הפסיק את אספקת החשמל ללוח הראשי וניגש לחבר את הכבלים ללוח המשנה. חוסר הידע המקצועי בנושא סיכוני החשמל גרם לכך שהוא לא הבטיח את נעילת המפסק הראשי מפני הפעלה (אסורה) ע"י אדם אחר, לא תיאר את הניתוק עם הגורמים שעבדו בקירבת מקום, וגם ביצע את העבודה ללא ציוד מגן אישי (כפפות מבודדות, קסדה מבודדת ומשקפי מגן). עובד אחר, שלא ידע על הניתוק המכוון, הרים את המפסק וחדש את אספקת הזרם ללוח. העגורנאי התחשמל למוות.

תאונות מוות של חשמלאים

חשמלאים מורשים מעורבים ב-15% מהתאונות הקטלניות;
בנוסף - עובדי רשת החשמל וקבלני חשמל העובדים ברשת החשמל אחרים ל-7% מהתאונות;
(תרשימים 5-11)

דוגמאות לתאונות הנגרמות עקב אי מילוי הוראות בטיחות ע"י חשמלאים:

- במהלך עבודה במיתקן מתח גבוה טעה אחד החשמלאים וניגש לאזור שלא היה מוגן ע"י הארקה וגם לא היה מגודר. בניגוד להוראות הבטיחות - העובד התקרב למגעיים "חיים" שהיו תחת מתח של 24kV, חושמל, הועף למרחק ע"י זרם החשמל ונשרף למוות.
- חשמלאי-עוזר ביצע עבודה בלוח חשמל "חיים" של המטבח באחד מבתי המלון בארץ. תוך כדי התקנת כבלי חשמל בלוח הוא התחשמל, ונפטר - לפי חוות דעת הרופא כתוצאה מהחישובל - כעבור 5 ימים. התברר שהמנוח פעל בניגוד לכל ההוראות המקובלות:

הוא פעל לבדו, לביצוע מטלה שלא התאימה לדרגת הרישיון שבידו, הוא לא הפסיק את אספקת החשמל ללוח ולא חיבר מקצרים. המנוח לא השתמש בציוד מגן אישי (כפות מבודדות, משקפי מגן ושטיח מבודד אישי). בנוסף, הוא לא קיבל הדרכה, במקום לא הוצב שילוט ולא הוצגו נוהלי בטיחות.

- בעבודות להקמת מפעל לגריסת אבן, ניגש חשמלאי, ללא רישיון תקף ובמצב של "השפעת אלכוהול" (שכרות), ללוח חשמל ראשי כדי לטפל - ללא תיאום עם עובדים אחרים - באזור חשוף של פסי צבירה. בעת ביצוע העבודה הפעיל אחד מעובדי הייצור את הגנרטור, שהיה בחדר אחר, כשהוא לא נעול וללא שילוט אזהרה האוסר על הפעלתו. החשמלאי שנמצא באותו רגע במגע שקישר בין פס הצבירה של הפאזה לבין הארקה, התחשמל ונהרג. הזרם החשמלי שעבר דרך אברי גופו (הראש, עין, חזה, ורגל) לא היה גדול מספיק כדי לנתק את מפסק ההגנה, אך היה חזק דיו כדי לגרום למוות.
- חשמלאי-מהנדס עסק בחיבור כבל לרשת חשמל עלית חיה, במתח נמוך, מתוך סל הרמה. כשעבד בקירבת המוליכים החשופים של רשת החשמל נגעו לפתע בטנו וידו באקראי בתילי רשת החשמל, והוא התחשמל למוות. למרות שהעובד - שהיה איש מקצוע - קיבל הדרכה בנושאי בטיחות, הוא לא השתמש במבודדים לכיסוי מוליכי הרשת החשופים, ולא לבש שרולי גומי ארוכים (המגיעים עד לכתף). ומכיוון שגופו היה מכוסה זיעה - הפגיעה בו היתה קטלנית.

חוקים תקנות והוראות בנושא בטיחות בחשמל

להלן חלק מהדרישות, המובאות בחוקים ובתקנות הבטיחות בנושא [2]:-

תקנות החשמל (עבודה במיתקנים חשמליים חיים), התשכ"ז-1967

- הדרישות העיקריות לגבי עבודה במערכת תחת מתח הן:-
- ✓ לבודד את המיתקן מהסביבה;
- ✓ להשתמש בציוד מבודד לעבודה ולמיגון אישי: כלי עבודה, בגדים, נעליים, כפפות, בהתאם לצורך;
- ✓ לחבוש קסדת מגן ולהרכיב משקפי מגן;
- ✓ לעבודה תחת מתח נדרשים הרשאה והכשרה על ידי חשמלאי-מהנדס;
- ✓ העבודה חייבת להתבצע ע"י שני חשמלאים, לפחות.

תקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997, (תוספת)

- התקנות מציבות דרישות לגבי שימוש בציוד מגן אישי בעת עבודה תחת מתח:-
- ✓ חייבים להרכיב משקפי מגן או מגן פנים, לעטות כפפות בידוד ייעודיות לחשמלאים, ולנעול נעלי בטיחות מבודדות;
- ✓ הבידוד החשמלי של הציוד חייב לעמוד בדרישות התקנים המקובלים.

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

התקנות קובעות:-

- ✓ כלי עבודה חשמליים מיטלטלים ומנורות מיטלטלות חייבים להיות מסוג בידוד כפול (על פי תקן ישראלי - ת"י 757);
- ✓ כלים אלה כלי עבודה חשמליים מיטלטלים יוזנו דרך מפסק מגן לזרם דלף (מימסר-פחת) או במתח נמוך מאוד (פחות מ-50 וולט בתעשייה ו-24 וולט בבנייה);
- ✓ לפני כל טיפול במכונה - יש לנתק את אספקת המתח אליה;
- ✓ חידוש הספקת המתח למכונה או לצידוד לאחר טיפול - ייעשו רק לאחר הרשאה מהאדם האחראי;
- ✓ לוודא שקיים רצף הארקה במערכות החשמל.

תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), התשמ"ח-1988

- התקנות קובעות מרחקי בטיחות מיזעריים מעמדות עבודה אל קווי חשמל:-
- עד למתח של 33kV - 3.25 מטרים;
 - מעל ל-33kV - 5 מטרים.

תקנות הבטיחות בעבודה (עגורני צריח), התשכ"ז-1966

- התקנות קובעות מרחקים מיזעריים מחלקי העגורן אל קווי חשמל:-
- עד למתח של 22kV - 2 מטרים;
 - מעל ל-22kV - 3 מטרים.

סיכוי חשמל ובטיחות בעבודה

מהמידע שהצגנו במאמר מתברר כי רוב תאונות ההתחשמלות מתרחשות בעקבות חוסר תכנון של מהלך העבודה, היעדר תחזוקה נאותה ופיקוח לא מספיק על אופן השימוש במערכות חשמל ובכלי עבודה חשמליים. תאונות חשמל הן התוצאה של ליקויים בנושאי החשמל הקיימים במקומות העבודה, ושל חוסר מודעות לסיכויי החשמל בקרב אנשי מקצוע הפועלים בשטח.[1]

אין שוני עקרוני בין סיכויי חשמל לבין סיכונים אחרים, הקיימים במקומות העבודה. על ההנהלה מוטלת אחריות מוסרית, בנוסף לאחריות שמטיל עליה החוק, לספק מקום עבודה בטוח עבור עובדיה. הדרך הנכונה והיעילה להשיג זאת, היא באמצעות ניהול נאות של מערך הבטיחות במקום העבודה. האחריות הזאת כוללת, כמובן, גם את היבטי החשמל. ניתן לטעון, בוודאות גבוהה מאוד, כי אפשר להגיע למצב של "אפס תאונות" בנושא תאונות התחשמלות - או קרוב מאוד לכך - ע"י כתיבת נהלים ויישומם במקום העבודה, הלכה למעשה, בכל מה שקשור לרכישה, בדיקה ותחזוקה של ציוד חשמלי + שילוב עם הדרכת העובדים והמנהלים + פיקוח נאות של ההנהלה על הנעשה בתחום עבודות החשמל המיתקנים והציוד החשמליים + קביעת שילוט אזהרה מתאים. החוקים, התקנות, הידע ובעלי המקצוע בתחום קיימים, ועלינו פשוט להשתמש בידע הזה ולהקפיד ליישם את דרישות החוק במקומות

העבודה. כך ניתן להפחית עד למינימום את מספרן, ואולי אף את חומרתן, של תאונות ההתחשמלות.

סיכוי חשמל בענף הבנייה

בענף הבנייה קיימת עדיין הזנחה נראית לעין בנושאי בטיחות בחשמל (כחלק מההזנחה הכוללת לגבי היבטי הבטיחות בעבודה בענף). לדוגמה: אין התייחסות נאותה או שאין התייחסות בכלל לקווי החשמל העוברים בסביבת אתרי בנייה. בענף הזה לפני תחילת העבודות יש לבצע תכנון מפורט של האתר, שיכלול גם את תוואי קווי החשמל - עיליים ותת-קרקעיים - העוברים באתר ובסביבתו. יש לשים דגש על תפקידו המרכזי של מנהל העבודה באתר, בכל הקשור לבטיחות בעבודה - לרבות מערכות החשמל, כלי העבודה והציוד החשמליים.

מניעת תאונות התחשמלות

ניתן לומר שכל תאונת חשמל היא בחזקת תאונה מיותרת (מה שנוון לגבי כל תאונה שהיא), שניתן היה למנוע אותה ע"י תכנון, בדיקה, הדרכה ופיקוח, כדלקמן:-

- ✓ מוות מחישמול הוא, במקרים רבים מאוד, תוצאה של העסקת עובדים לא מקצועיים (בעיקר בענף הבנייה) חוסר הבכשרה מתאימה ואי ביצוע הדרכות בנושא סיכויי חשמל במקום העבודה. לפיכך - ביצוע עבודות חשמל ייעשה אך ורק ע"י אנשים מורשים (בעלי הסמכה כחשמלאים ובדרגה המתאימה). יש להעסיק, תמיד, רק עובדים מקצועיים, וגם אותם - יש להדריך בצורה מסודרת בנושאי בטיחות.
- ✓ היעדרן של מערכות הגנה מפני חישמול או קיומן של מערכות לא תקינות, כתוצאה מטיפול לקוי ו/או חוסר ידע, מהווים גורם משמעותי להתחשמלות. לפיכך, חייבים להתקין את האמצעים המתאימים להגנה מפני התחשמלות ולוודא שהם תקינים בכל עת. לפני תחילת עבודה בכלי עבודה מיטלטלים המוחזקים ביד - יש לוודא שאכן קיימים מפסקי מגן נגד חישמול, בלוח המזין אותם. יש למנוע שימוש באמצעים לקויים, כגון הארקות לקויות שלא עברו בדיקת תקינות.

- ✓ בדיקה תקופתית של לוחות חשמל, מערכות חשמל וציוד חשמלי ע"י בעלי הסמכה בתחום, במערכות קבועות (בתעשייה) ובמערכות ארעיות (לדוגמה: באתרי בנייה);
- ✓ גם אנשי מקצוע (כ-15%), נהרגים מחישמול! לכן, בעת ביצוע עבודות חשמל יש להקפיד - תמיד - על כל כללי הבטיחות על הכנת נוהלי בטיחות, ועל הטמעת נושא האחריות בקרב מנהלי העבודה, הממונים על הבטיחות ובעלי תפקידים אחרים, שנוכחותם במקום והבדיקות שיערכו יתרמו לשיפור מצב הבטיחות;
- ✓ שימוש במכונות, כלי עבודה מיטלטלים וכבלי זינה תקינים, המתאימים ליעודם. לדוגמה: שימוש בציוד בעל בידוד כפול;
- ✓ יש לאסור ביצוע עבודות חשמל ע"י אנשים לא מורשים ולהגביר את הפיקוח על מילוי

כללי הבטיחות ונוהלי הבטיחות בשטח - למנוע ביצוע עבודות תחזוקה על ידי חשמלאים בעלי רשיון לא מתאים למטלה ו/או עובדי תחזוקה שאין להם הרשאה לביצוע עבודות חשמל.

- ✓ ציוד חשמלי לא תקין: מכונות, כלים ואביזרים, גרמו להרבה מאוד תאונות חישמול קטלניות. סקר "בטיחות מיתקני חשמל" במפעלים ובארגונים המבוצע ע"י המוסד לבטיחות ולגיהות, ובדיקות תקופתיות הנערכות במיתקנים חשמליים שבשימוש הציבור מחזקים את המסקנות לגבי חשיבותו של המעקב אחר תקינותם של המיתקנים השונים, בשמירה על שלומם של העובדים והמשתמשים [3]. יש להקפיד על בדיקות תקינות תקופתיות ומקצועיות לכל הציוד החשמלי;

✓ התייחסות לא מעמיקה בנוגע לנושא אחריות של מנהלים בשטח איפשרה התרחשות תאונות חישמול קטלניות. יש להעמיק את הבנת מושג האחריות של המנהלים בקשר להכנה ופרסום של הוראות בטיחות רלוונטיות, ואכיפת ההוראות לגבי עבודות חשמל וסיכויי במקום העבודה.

- ✓ יש למנוע שימוש באמצעי הגנה לא תקינים - כגון הארקות לקויות שלא עברו בדיקת תקינות. יש לוודא שאכן קיימים מפסקי מגן נגד חישמול, בלוח המזין את כלי העבודה הניידים המוחזקים ביד, ולבדוק את תקינותם.

- ✓ יש להקפיד על שימוש בבידוד מבודד, ציוד מגן אישי מתאים וכיו"ב;

- ✓ יש להקפיד על תכנון כל עבודה בקירבת קווי חשמל ועל ביצוע זהיר של המטלות השונות.
- ✓ יש לכלול בכל תכנון, מראש, בין סיכויי החשמל - את תוואי קווי החשמל (עיליים ותת-קרקעיים), ובמיוחד באתרי הבנייה.
- ✓ יש להדריך מנהלי עבודה וקבלני משנה בנוגע לסיכונים הנובעים ממערכות חשמל לא תקינות, בדרכים לבדיקת הציוד, איך לפעול כאשר קיים חשש לליקוי בציוד או בתהליך עבודה, אשר עלולים לסכן את הנמצאים בקרבת מקום.

- ✓ פיקוח והדרכה ע"י גורמי חוץ עשויים לשפר את רמת הבטיחות במקומות העבודה. יש להגביר את פעילויות הפיקוח על העבודה ואת ההדרכה במקומות העבודה בתחום הבטיחות בעבודות חשמל (בפרט, ובטיחות בעבודה בכלל).

סימוכין:

- [1] "תאונות חשמל וליקויים במיתקני חשמל בתעשייה", מאת ד"ר אלכס טורצקי (בטיחות), גיליון 278, יולי 2002
- [2] כל החוקים והתקנות העוסקים בנושאי חשמל לוקטו בספר: "חוק ותקנות בנושא חשמל", ח-055, בהוצאת המוסד לבטיחות ולגיהות
- [3] "בדיקות תקופתיות של מיתקני שימוש הציבור (מעלית, חשמל)", אינג' פיטר מגנוס (בטיחות), גיליון 278, יולי 2002