



תאונות חשמל וליקויים במיתקני חשמל בתעשייה

מאת ד"ר אלכס טורצקי

ליקויי בטיחות בחשמל במיתקני צריכה הם הגורמים העיקריים לרוב התאונות בחשמל, וביניהן חישמול ושריפות

סוג הפגיעות: חבטות, חבורות ושברים מתיישב עם ההנחה הזאת. לצורך המאמר אני מציג כ"הערכה" זהירה ש-15% מתאונות הנפילה מגובה מקורן בחישמול. מהנתונים בטבלה 2 ניתן ללמוד שמספרן של סה"כ תאונות המוות מחישמול בתעשייה עלה מ-9.1% ל-14.4%, ובבנייה מ-3.2% ל-8.6%. לפי ד"ר אבי גריפל, אין שינוי יחסי בהתפלגות התאונות בשנים '87 עד '97 (המצב הוצג גם בנתוני הטבלאות 1, 3 ו-4).

הגרף שבאזור 1 מציג את ההשתנות בחלוקת מקרי תאונות מוות עקב נפילות

נתונים סטטיסטיים (מנתוני משרד העבודה) של תאונות עבודה, אשר פורסמו במחקרים "תאונות עבודה 1994", "מאפייני תאונות בענף המתכת בשנת 1994" ו-"תאונות עבודה 1997", שערכו ד"ר אבי גריפל ורון כרמל. מתוך הנתונים הללו ניסינו לברר מהו משקלן היחסי של תאונות החישמול והמקצוע "חשמלאי" בסך כל התאונות והנפגעים, כולל מוות. לפי חישובים זהירים, קיימת עלייה במספרן של תאונות מוות מחישמול, ובמספר הנפגעים העוסקים בחשמל, בעיקר בתחום התחזוקה והבנייה.

ה מוסד לבטיחות ולגיהות ערך בשנה האחרונה סקרי סיכונים בנושאי בטיחות בחשמל במיתקני צריכה במתח נמוך. הסקרים נערכו במסגרת ביקורים במפעלים ובמקומות עבודה אחרים (בחקלאות, באתרי בנייה ועוד). לצורך מחקר סטטיסטי ניתחתי את נתוני הסקרים של 45 מקומות עבודה, מתוכם 8 אתרי בנייה, 2 מסגרות חקלאיות והשאר - מפעלי תעשייה מתחומים שונים ובסדרי גודל שונים (מ-20 עד 500 עובדים) ברחבי הארץ.

במהלך הסקרים היתה התייחסות לנושאים העיקריים המאפיינים את הבטיחות במרכיבי השונים של מערך החשמל: מפסקי המגן; לוחות החשמל; כבלים ופתילי הזינה; הארקות; תאורה ותאורת חירום; שילוט וסימון; נהלים והוראות בטיחות.

התברר שמערך החשמל בכ-50% מהמפעלים שבהם נערכו סקרי בטיחות איננו עומד בדרישות הבטיחות, בגלל חוסר במרכיבי הבטיחות או אי קיום הנהלים וההוראות.

ממונים על הבטיחות, מנהלים וחשמלאים במקומות אלה לא היו תמיד מודעים לדרישות החוק והתקנות, בנוגע לבדיקות הנדרשות ולשימוש הנכון במיתקני החשמל. כתוצאה מכך הטיפול בנושא היה לקוי. התברר גם שמסיבות שונות לא קיימת שם אכיפה על שימוש בטיחותי בחשמל וגם לא נמצאו שם רשימות מסודרות של בודקים (למקרה הצורך).

תאונות בעבודות חשמל והחשמלאים

כדי לבדוק את השפעת החישמול (התחשמלות) על היקף תאונות העבודה במקצועות הקשורים לחשמל, נבחנו

הכותב הוא מהנדס חשמל, מדריך ארצי לחשמל במוסד לבטיחות ולגיהות, יחידת הנדסת בטיחות (alexur@osh.org.il)

טבלה מס' 1: התפלגות מקבלי דמי פגיעה מהביטוח הלאומי לאחר תאונות הקשורות לחשמל, בשנים 1994-1997

תוך כדי עבודה (לא כולל "בדרך") *							סה"כ	סה"כ	שנה
נפילות מגובה		נתון לפי מקצוע 'חשמלאים' אלקטרואים'	תאונות חישמול		סה"כ	סה"כ			
הערכה** ללא נפילות מחישמול	נתון		הערכה**	נתון			סה"כ	סה"כ	סה"כ
4,590	5,400	2,554	956	146	72,981	84,181	1994		
5.5%	7.4%	3.5%	1.3%	0.2%	86.7%	100%			
3,669	4,316	2,158	780	133	69,619	84,069	1997		
5.3%	6.2%	3.1%	1.1%	0.2%	82.8%	100%			

* אחוזי התאונות חושבו ביחס לסה"כ תאונות ללא "בדרך".
** לפי ההערכה שכ-15% מתאונות הנפילה מגובה התרחשו כתוצאה מהתחשמלות "קלה".

מגובה ותאונות חישמול. אפשר לראות שבשנים האחרונות קיימת עליה בתאונות מוות מחישמול וגם שינוי במספר תאונות חישמול ומסתמנת התקרבות בין מספר התאונות מנפילה מגובה ומחישמול, לאחר ההערכה לגבי שינוי השיך של התאונות.

'סקר חשמל' בתעשייה, באתרי בנייה ובחקלאות

סקרי הסיכונים בנושאי בטיחות בחשמל ('סקר חשמל'), במיתקני צריכה במערכות 'מתח נמוך', שערכתי בשנה האחרונה, כללו בדיקות ויזואליות; מדידות חום המגעיים בלוחות החשמל; הפעלת מפסקי מגן

הזהירות בחישוב וחוסר האפשרות לדייק נובע מנוסח הדיווחים על תאונות, שלא תמיד כוללים את המקור לתאונה. להערכתנו, חלק מהתאונות שדווחו כתאונות נפילה מגובה, התרחשו בעצם בעקבות מגע עם זרם חשמלי (חישמול קל), שגרם לנפילת העובד.

על פי ניסיוני ולהערכתי - כ-25% מתאונות הנפילה מגובה הן תוצאה של חישמול מכלים חשמליים, כבלים, פתילי זינה ורכיבים פגומים אחרים. הערכה זו זוכה לחיזוק בניתוח נתוני תאונות של חשמלאים (טבלה מס' 4), שהמרכיב העיקרי ביניהן הוא הנפילות מגובה. גם

הפעלה, רגישות למתח (באמצעות מכשיר ברגישות 0.03 אמפר) ובדיקת זמן התגובה (נדרשות 200 מילי-שניות) להגנת בני אדם. נמצא כי ב-42% מהמפעלים שנבדקו אין מפסקי מגן, או שהם קיימים רק בחלק ממיתקני המפעל.

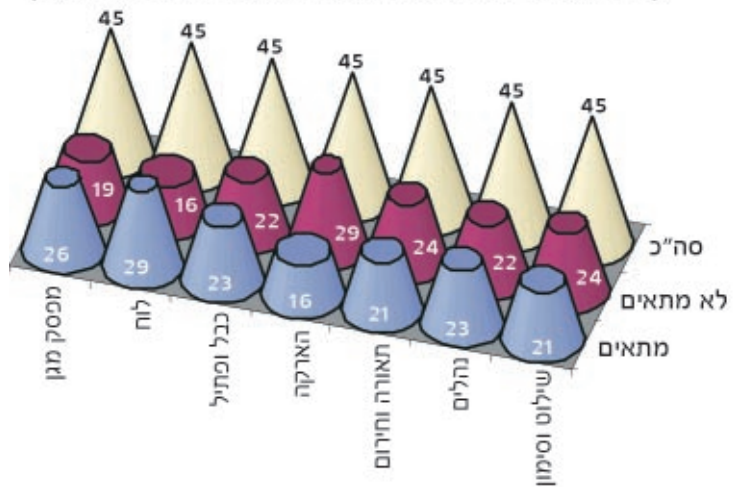
הסיבות להיעדרם של מפסקי מגן, לטענת נציגי המפעלים:

- מפסקי המגן גורמים להפרעות בהספקת חשמל בגלל הפסקות בזרם;
- חוסר מודעות לצורך בהתקנתם;
- חוסר תקציב.

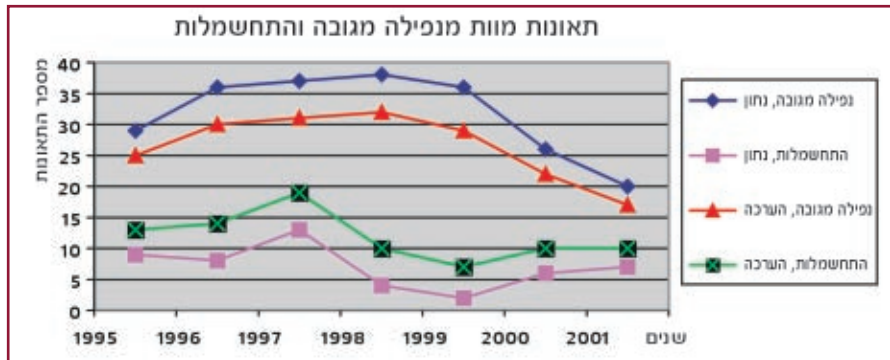
● **לוחות החשמל:**

נבדקו ההתקנות, וההגנות בפני מגע אקראי ברכיבי הלוח, סימון המעגלים,

קיום התאמה לדרישות הבטיחות בחשמל לפי הנבדק



איור 1: תאונות מוות מנפילה מגובה והתחשמלות



איור 2: מספר המפעלים שנקבעו כ"לא מתאימים" לדרישות הבטיחות בחשמל בעקבות סקר החשמל. התיאור הגרפי מציג את מספר המפעלים שבהם קיימת סטייה מהחוקים ומהתקנות בנושאי החשמל, בנושאים שנבדקו

ובדיקת זמן תגובה; הפעלת תאורת חירום; אישור קיומם של כל המסמכים הנדרשים: אישורים, טפסים של בדיקות תקופתיות, דו"חות של חשמלאים בודקים, הוראות ונוהלי בטיחות בנושאי החשמל; בדיקת קיומם של הסימון והשילוט על לוחות החשמל ובמערכות צריכה במתח נמוך; וביצוען של פעילויות הדרכה לעובדים ולמנהלים.

● **מפסק מגן (מפסק המופעל בזרם דלף):** נבדק קיומו של המפסק, סימון נאות,

הכבלים, אביזרי המיתוג, הארקה, איזור, קיומן של מערכות לגילוי ולכיבוי אש, טיב מעטפת הלוח ושלימותה, האמצעים לסגירת הלוח בארון חשמל, הגישה ללוח והשילוט. לוח חשמל סומן כ"לא מתאים" כאשר רוב המרכיבים לא מתאימים לדרישות הבטיחות.

הסיבות לחוסר ההתאמה לדרישות הבטיחות הן: חוסר הקפדה; חוסר מקום; חוסר מודעות.

● **כבלים ופתילי זינה:**

נבדקו התאמת הכבלים ליעודם, שיטות החיווט של הכבלים ופתילי הזינה ("אינסטלציות") בשטח המפעל ובחצרים, התאמת הביצוע לדרישות הבטיחות, שלימות החיבורים והכבלים, צורת החיבורים (תקעים ובתי תקע מתאימים ליעודם).

בנושא זה נמצאו מספר מאפיינים:

- כבלים ופתילי זינה מפוזרים על ריצפת הייצור ובמעברים, ללא הגנה מפני פגיעות מכניות, והם מסכנים את העובדים (סיכונים למעידה ונפילה, וסיכונים חשמול במגע עם זרם חי);
- הזנה שלא דרך מפסקי מגן;
- שימוש בתקעים ובבתי תקע שאינם מתאימים לדרישות ת"י 1109;
- חוסר הקפדה על שימוש בטיחותי בנושאי החשמל מצד המנהלים וממוני הבטיחות;

טבלה מס' 2: התפלגות תאונות מוות כולל חישמול לפי ענפים (נתוני הביטוח הלאומי)

התפלגות לפי ענף (נתוני ביטוח לאומי)									
ענף	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	סה"כ	% מסה"כ
תעשייה	24	22	23	10	8	10	10	107	20.0
בנייה ובנייה הנדסית	40	49	50	53	34	30	31	287	53.5
חקלאות	5	5	6	1	2	4	2	25	4.7
מחצבות	1	1	3	3	1	0	0	9	1.7
נמל	0	1	2	0	4	5	5	12	2.2
רכבת	0	1	0	0	2	1	0	4	0.7
אחר	11	10	20	8	15	16	12	92	17.2
סה"כ	81	89	104	75	66	61	60	536	100
מהות התאונה (לפי הביטוח לאומי)									
נפילה מגובה חישמול	29	36	37	38	36	26	20	222	41.4
חישמול	9	8	13	4	2	6	7	49	9.1
בנייה ובנייה הנדסית (לפי הביטוח לאומי)									
נפילה מגובה חישמול	22	30	26	35	23	19	15	170	31.7
חישמול	—	4	5	2	1	3	2	17	3.2
מהות התאונה סה"כ (לפי הערכה)									
נפילה מגובה חישמול	25	30	31	32	29	22	17	186	34.7
חישמול	13	14	19	10	7	10	10	77	14.4
מהות התאונה בבנייה ובנייה הנדסית (לפי הערכה)									
נפילה מגובה חישמול	—	25	22	30	20	16	13	126	27.7
חישמול	—	9	9	7	4	6	4	39	8.6

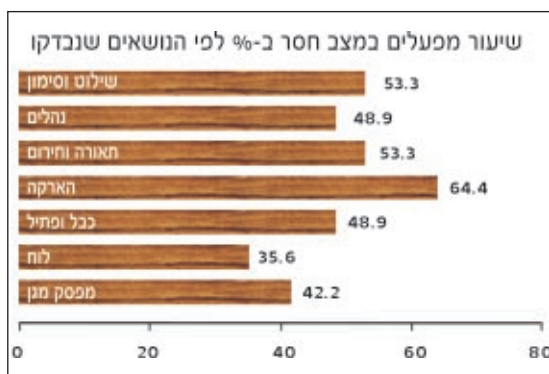
טבלה מס' 3: התפלגות מאפייני תאונות בתחום החשמל במספר ענפים כלכליים אופייניים*

ענף כלכלי	שנה	מס' נפגעים בענף (סה"כ) (%)	התעסקות (%)	עצם מעורב (%)	סוג תאונה (%)		
					נפילה ממקום גבוה	מגע עם זרם חשמלי	נפילה ממקום נמוך
מתכת בסיסית	94	1.64	4.0	0.7	3.7	0.3	1.0
	97	3.0	—	—	5.8	—	0.7
מוצרי מתכת	94	8.9	3.5	0.9	4.1	—	1.2
	97	5.5	—	0.4	2.8	—	0.4
תעשיות מכונות	94	2.0	6.3	1.1	6.3	0.8	1.1
	97	2.9	7.5	1.5	—	12	—
ציוד חשמל ואלקטרוניקה	94	4.0	12.2	1.6	5.8	0.4	0.4
	97	1.6	20.8	5.6	1.4	1.4	—
ייצור והספקת חשמל	94	3.3	23.4	28	7.6	1.7	2.5
	97	2.4	50	4.5	11.6	1.8	0.9
תעשיית מזון	94	6.4	0.6	0.2	5.1	0.1	1.1
	97	10.8	1.8	0.4	4.8	0.2	0.6
בנייה ובנייה הנדסית	94	4.0	2.3	1.2	9.5	0.3	1.8
	97	5.2	4.2	0.8	14.6	4.2	1.7
חקלאות	94	4.0	1.5	0.3	10.0	0.3	2.1
	97	0.2	1.1	—	4.3	—	—
כל הענפים	94	100	3.5	0.8	5.8	0.2	1.6
	97	100	3.1	0.7	5.5	0.2	0.7

* המידגם הוא: 18,334 תאונות לפי מאמרו של ד"ר אבי גריפל "תאונות עבודה 1994", 1997-4600 תאונות במידגם עפ"י "תאונות עבודה 1997"

טבלה מס' 5: תוצאות סקר מצב בטיחות מערכת החשמל במפעלי תעשייה

מפעלים	הנושא הנבדק						
	מפסק מגן	לוח	זינה ופתילי כבלים	הארקה	תאורה וחירום	נהלים	שילוט וסימון
מתאים	26	29	23	16	21	23	21
לא מתאים	19	16	22	29	24	22	24
סה"כ מפעלים שנסקרו	45	45	45	45	45	45	45
לא מתאים לדרישות (%)	42.2	35.6	48.9	64.4	53.3	48.9	53.3



איור 3: תרשים תוצאות סקר בטיחות בחשמל

סיכום

במקומות העבודה, ובמיוחד בבתי מלאכה, במפעלים, באתרי בנייה ובמסגרות חקלאיות, קיימת סכנה רבה להתרחשות תאונות חשמל - בגלל חוסר התאמה לדרישות הבטיחות בהתקנה וגם בתחזוקת מיתקני החשמל, ובמיוחד במיתקני 'מתח נמוך', אשר זוכים להתייחסות פחות מקצועית מאשר מיתקני 'מתח גבוה'. גם הציוד החשמלי לעבודה

טבלה מס' 4: התפלגות תאונות עבודה למועסקים במקצוע "חשמלאי אלקטרוני" בשנים '94, '97 (4 מאפיינים עיקריים לכל משתנה)

משתני התאונות	שם האירוע	שיעור תאונות (%)	
		1997	1994
תעסוקה המכונות	תיקון ותחזוקת המכונות	24.1	20.7
	טלטול חפצים	15.9	20.7
	בניין ותחזוקה	25.5	11.2
סוג תאונה	נהיגה ונסיעה	2.8	6.6
	מגע בחפץ נע	14.5	17.0
	נפילה ממקום גבוה	11.0	8.9
	נפילה ממקום נמוך	2.8	2.8
	מגע עם זרם חשמלי	2.8	2.5
עצם מעורב	כלי יד	4.8	9.5
	סולם	6.2	8.3
	כלי רכב ממונע	2.8	8.1
	מיתקן חשמלי	7.6	3.8
סוג הפגיעה	מכות וחבורות	36.6	39
	שריטות וחתכים	23.4	20.6
	מתיחות	14.5	11.8
	שברים	8.3	6.3
איבר שנפגע	כף יד ואצבעות	18.6	24.2
	רגל וכף רגל	20.0	22.7
	גב ועמוד השדרה	10.3	14.1
סה"כ נפגעים במקצוע	עניים	9.0	8.3
	סה"כ	3.1	3.5

איננו זוכה לטיפול הראוי ולבדיקות הנדרשות. התוצאה: ביותר מ-40% מהמפעלים חסרים מפסקי מגן, בכ-60% מהם חסרות הארקות או שההארקות אינן תקינות, ובכמחצית מהמפעלים נמצאו כבלים ופתילי זינה לקויים.

לפי סקר החשמל שבוצע - הסיבות המרכזיות לאי ביצוע הוראות החוקים והתקנות בנושאי חשמל הן חוסר מודעות (גם בקרב מנהלים וממוני בטיחות וגם בקרב חשמלאים) וחוסר בתקציב.

אך הסיבה המרכזית היא בעצם היעדר האכיפה, שתחייב את המעסיקים להקפיד על ביצוע דרישות החוק בנושאי החשמל.

ניתוח תאונות עבודה הוא כלי עזר למניעתן של התאונות הבאות. קיים צורך בהעמקת החקירות ובשינוי מתכונת הדיווחים על תאונות עבודה - כדי להביא לזיהוי מעמיק יותר ומפורט של הגורמים השונים לתאונות, במטרה לשפר את האמצעים למניעתן.

כדי להתאים את ההשקעה בנושאי בטיחות בחשמל במפעלים, לדרישות של תקנים ובטיחות - יש צורך לערוך מחקר סטטיסטי מעמיק יותר, שיבהיר את נקודות התורפה. ■

● **הארקה:**
נבדק קיומם של טופסי בדיקה ע"י חשמלאי בודק. תוצאות הבדיקה הן:

- קיים חוסר בהארקות הגנה למיתקני חשמל;
- חסרות הארקות למבנים ולקונס-טרוקציות מתכת;
- אין ביצוע נאות של הבדיקות הנדרשות;
- קיים חוסר ברישום ובסימון;
- יש חוסר במודעות לנושא.

● **תאורה ותאורת חירום:**

הדרישות בנושאים אלה לא תמיד ברורות. הבדיקות נערכו על פי הוראות ותקנות רשויות הכיבוי ולפי חוקי עזר עירוניים בנושאים אלה;
* נוהלי בטיחות והוראות בטיחות בנושאי החשמל והדרכת העובדים. התברר שאין מספיק מודעות בתחום. תוצאות הסקר מובאות בטבלה מס' 5 ובאיורים 2 ו-3.