

## בטיחות חשמל בעבודות אלקטרוניקה

### מבוא לנושא

#### דף מידע מאת: אלכס טורצקי

תהליכי הייטק לפיתוח ציוד אלקטרוני מעסיקים יותר ויותר כוח אדם. בעת פיתוח וייצור נדרשת תשומת לב לבטיחות חשמל כחלק בלתי נפרד מתהליכי העבודות הללו. גם בעבודות טיפול ותפעול בציוד (PLC Programmable logic controller) המוזן ממתחים שונים קיימות סכנות וחסרה מודעות לבטיחות בקרב מכשירנים שהם, בדרך כלל, ללא רישיונות חשמלאים.

תהליכים בציוד אלקטרוני מאופיינים במתחים AC ו-DC גבוהים וזרמים מסוכנים עם זמני פריקה קצרים, אך לעיתים קטלניים. ציוד כמו ספקי כוח, צב"דים, ציוד לייזר עם עוצמות אנרגיה גבוהות, שעלולים לגרום נזק לגוף האדם. ציוד מחשוב, כמו מדפסות, צורבים, מחשבים ומסכים. המסוכן ביותר לטיפול בין המסכים, הוא המסך מסוג CRT (Cathode ray tube) עם קיבול חשמלי מסוכן בעת הפריקה.



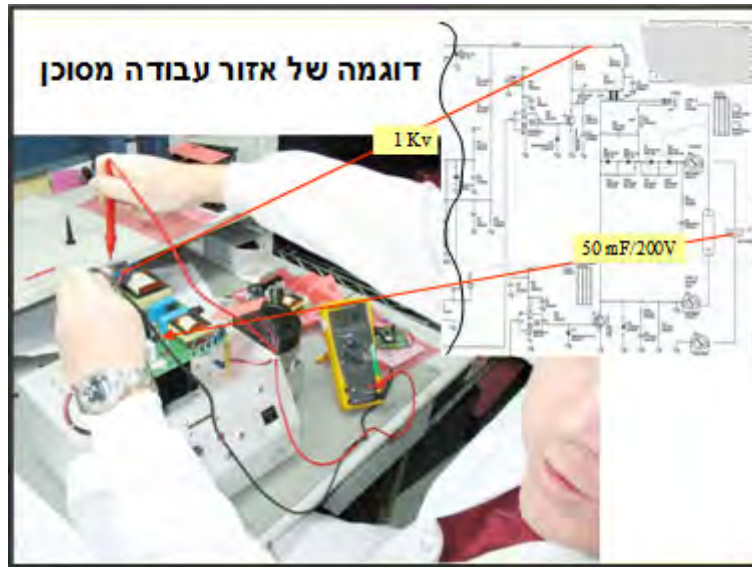
איור 1. התפוצצות סוללות ליתיום

סוללות הספק מסוג ליתיום לציוד כמו מחשבים, טלפונים ניידים וציוד אלקטרוני אחר נמצאים בסכנת התפוצצות מתופעות התחממות או קצר חשמלי בתוכם, או תופעה כימית כמו ממגע בין ליתיום וחמצן. בשנים 2003 – 2005 דווח על 339 מקרי שריפה או פיצוץ סוללות מסוג "Lithium-ion batteries" באולם, איור 1

הגורמים העוסקים בעבודות, הם כל עובד עם ציוד המוזן מאנרגיה חשמלית, לרבות עובדי קבלן ועובדי כוח-אדם העוסקים בעבודות עם ציוד ומכשור אלקטרוני במפעל, במעבדה או בכל מקום אחר, כולל מפקחים על עבודות ובודקי ציוד אלקטרוני.

ביקורים רבים במפעלי תעשייה, מעבודות אלקטרוניקה וארגונים שונים העוסקים בעבודות עם ציוד אלקטרוני, התברר שהעובדים חשופים למתחים גבוהים ולזרמים מסוכנים בעת עבודתם, הם מבצעים עבודות תחת מתח מסוכן, ציוד בדיקה ועזר לא עומד בדרישות הבטיחות, ביצוע עבודות ללא אישורים וללא הגנות מתאימות וללא הוראות בטיחות ורישיונות חשמל כנדרש בחוק ותקנות החשמל לעבודות אלה.

עובדים מתלוננים על מקרי הלם חשמלי ברמות שונות והתפוצצות קבלים במהלך ביצוע עבודות. הלם חשמלי מתרחש כשאדם בא במגע עם רכיב חשמלי או גוף הציוד שלא מוגן חשמלית, או במהלך תקלה בעת ביצוע עבודות בציוד אלקטרוני הנמצא תחת מתח (ראה איור 2). בעכבות זה חלקם כבר מוסיפים ביזמתם מגנים מעל ספקי כוח ורכיבים מסוכנים.



איור מס' 2. ביצוע עבודות בדיקה וכיול בציוד אלקטרוני (סומנו אזורים מסוכנים)

בתחום אלקטרוניקה עדיין מתייחסים לזרמים, למתחים ושאר הסיכונים בציוד האלקטרוני כאל מצבים שלא נדרשת עבורם נקיטת כללי בטיחות כפי שנדרשים העבודות חשמל עם זרמים מסוכנים.

הסיבה נעוצה גם בכך שבדרך כלל חסרה בקרב אנשי האלקטרוניקה מודעות להכשרה בנושא בטיחות חשמל, למרות שהציוד האלקטרוני מכיל רכיבים ומעגלים עם מתחים נמוכים וגבוהים שהוגדרו בחוק ותקנות החשמל כמסוכנים לגוף האדם, ושעבורם נדרשת הכשרה מתאימה בתכנון וביצוע עבודות בהם.

בעקבות זה פניתי לועדת הפרושים של חוק ותקנות החשמל בשאלתה: "האם נדרש רישיון חשמלאי מתאים לעבודות תחת מתח בציוד אלקטרוני". התשובה, היא: "ציוד ומכשור אלקטרוני הינם מתקנים חשמליים כמשמעותם בחוק החשמל, שהרי הם עומדים בהגדרה של מתקן חשמלי המופיעה בחוק החשמל: "מתקן חשמלי – מתקן המשמש לשם ייצור חשמל, הולכתו, הפצתו, צריכתו, צבירתו או שינויו (טרנספורמציה), לרבות מבנים, מכונות, מכשירים, מצברים, מוליכים, אבזרים וציוד חשמלי קבוע או מיטלטל, הקשורים במתקן" ולכן דרישות תקנות החשמל חלות עליהם.

עבודות תחת מתח המבוצעות בציוד ומכשור אלקטרוני הינן עבודות במתקנים חשמליים חיים ולכן חלות עליהן הדרישות המופיעות בתקנות החשמל (עבודה במתקנים חשמליים חיים).

בכדי לבצע עבודות במתקני אלקטרוניקה חיים במתח העולה על מתח נמוך מאוד, יש צורך ברישיון חשמל מתאים, אחד הרישיונות הרלוונטיים לנושא הוא רישיון "חשמלאי שרות".

כמו כן בשלבי פתוח, תכנון ותהליכי עבודות שונים לא נלקחות בחשבון תחומי בטיחות בעת שימוש ברכיבים כמו מגבירי מתח, פריקת אנרגיה ברמות מסוכנות.

את הסיכונים בציוד יש להגדיר עוד בשלבי פיתוח ותכנון המוצר. יש לציין בתוכנית או שרטוט הציוד על ידי דגלים או סימון אחר של אזורים מסוכנים, שכוללים רכיבים מסוכנים ומעגלים מסוכנים. גם אנשי הפיתוח חייבים להיות מודעים לסיכונים בשלבי הרכבה והניסוי, בגלל חוסר בהגנות בשלבים האלה.

יש להגדיר גם סיכונים אחרים שקיימים בתהליך ביצוע עבודות בציוד אלקטרוני כמו סיכונים בריאותיים בתהליך הלחמה, קרינה וציונו דרכי מניעתם.

המסר הוא, "בטיחות כבר בשלב התכנון". תכנון נכון של מערך בטיחות חשמל בעבודה עם ציוד אלקטרוני מתחיל בשלבי פיתוח הציוד וצריך לכלול דרכי הגנה מקובלות.

לצורך הגברת רמת הבטיחות בתחום עבודות עם ציוד אלקטרוני, קיימת בהכנה מערכת הכוללת נוהל "בטיחות חשמל בעבודות אלקטרוניקה", קריטריונים לבחירת "אזור מסוכן", המבוססים על גבולות סף של סיכונים חשמל והשפעת החשמל על גוף האדם, הוראות לעובדים העוסקים בעבודות עם ציוד אלקטרוני, דרכי ביצוע ואחרים על הביצוע. הנוהל מיועד לבעלי כישורים מתאימים בנושא זה, לרבות מהנדסים, הנדסאים וטכנאים או עובדים אחרים. ציונו בנוהל כללים ושיטות שימוש בהגנות וציוד מגן אישי, הכשרת העובדים ואחריות מנהלים ומבצעים.

ההוראות יתייחסו למגוון עיסוקים המבוצעים בעת טיפול ותפעול במכשיר וציוד אלקטרוני וחשמלי.  
מטרת הנוהל - לקבוע דפוסים לתיאום מוקדם בין גורמים שונים הנוגעים בדבר, לצורך ביצוע עבודות שגרתיות ובלתי שגרתיות הנושאות אופי מסוכן ו/או מתבצעות במקומות או בתנאים מסוכנים, להבטיח קיום תנאי בטיחות נאותים בביצוע עבודות בציוד אלקטרוני ולמנוע תאונות עבודה.  
לפרטים נוספים אפשר לפנות למחלקת הנדסת בטיחות של המוסד לבטיחות ולגיהות.