



# חידושים בהגנה על בריאות העובדים

ציוד מגן אישי לצמצום גורמי הסיכון בעבודה • פיתוחים חדשים: קסדת מגן חכמה עם חיישני אזהרה ובינה מלאכותית באוזנייה לניטור סיכונים

## מאת ד"ר אשר פרדו

מחלקת מחקר, המוסד לבטיחות ולגיהות

אש, חשמליים, נוגדי רעש וקרינה ואחרים. חלקם כבר ניתנים ליישום בשטח וחלקם עדיין בשלבי פיתוח וניסוי. שלושה גורמים חשובים מעורבים בפיתוח ציוד מגן אישי חכם: מערכות אלקטרוניות, חיישנים ותגובה אוטומטית לסביבה. דגש ניתן גם לתפיסת הקיימות וליכולת מחזור, שימוש חוזר וכלכלה מעגלית.

### קסדת מגן מתקדמת

העיסוקים שבהם מתמקד עיקר הפיתוח הם בנייה, צבא ומשטרה, לוחמי אש ומערכות בריאות. בליבת הפיתוח נוכחים חומרים חדשים, טכנולוגיות חישה, מערכות חכמות המוטמעות בציוד, מערכות אלחוטיות, טכנולוגיות תקשורת, ננו-טכנולוגיה, מזעור ולעתים ביו-מימטיקה (חיקוי מבנה של בעלי חיים). הפיתוח מתחשב בסיכונים האופייניים לעיסוק ובצרכים ארגונומיים.

אחד מאמצעי המיגון האישי שבהם מתמקדים פיתוחים רבים הוא קסדת המגן המתקדמת. בקסדה כזו ניתן להרכיב חיישנים שונים, שמאפשרים לעובד לקבל חישה של גורמי סיכון בריאותיים ובטיחותיים שעומדים בפניו והתרעה עליהם, ולהיות מחובר למרכז בקרה שיכול לעקוב אחר תנועותיו ולהתריע בפני סכנה בזמן אמת. כמו כן, הקסדה כוללת מצלמה, פנס, איתור מרחק ומיקום, חיישן טמפרטורה וקצב לב, חיישן לחץ, חיישן מתח גבוה, גלאי חומרים גזים רעילים וחמצן, חיישן להתרעה בפני התנגשות ונפילה, כפתור חירום ומיקרופון.

ב עשורים האחרונים, קדמה טכנולוגית בענפי התעשייה השונים - בנייה, חקלאות, מסחר ושירותים, אוטומציה ודיגיטציה - מצמצמת במקרים רבים את מגע העובד עם גורמי סיכון ובכך, מעלה את רמת בטיחותו ואת השמירה על בריאותו. עם זאת, שיעור העיסוקים שבהם נדרשת הגנה אישית על העובד עדיין ניכר, ובמדינות רבות יש נוכחות משמעותית של תהליכי עבודה וטכנולוגיה קונבנציונליים. במקביל, ועקב צמיחת הטכנולוגיה, נוצרו סיכונים ואיומים חדשים על בריאות העובד, כגון מגע עם חומרים כימיים חדשים וההשלכות של שינוי שיטות העבודה, ולכן יש צורך רב בשימוש בציוד מגן אישי (צמ"א).

### טכנולוגיות חכמות

פיתוח אמצעים דיגיטליים אלקטרוניים, תקשורת דיגיטלית, סיבים לייצור בדים וחומרים, טכנולוגיות אריגה וסריגה, עיסוק בחומרים מרוכבים ועיסוק בננו-טכנולוגיה צמח מאוד בשנים האחרונות ואך טבעי שפיתוחים אלה ייושמו גם לטובת ייצור ציוד מגן אישי. התפתחות מהירה של טכנולוגיות חכמות מהווה תמריץ לפיתוח ציוד מגן אישי, המשלב בתוכו את יישומן של טכנולוגיות אלה והופך את ציוד המגן ל"חכם".

פרטי הציוד שפותחו הם רבים וכוללים פריטים עבור כל חלקי הגוף ונגד גורמי סיכון רבים, המסווגים כמכניים, כימיים, ביולוגיים, תרמיים (עומס חום וקור), לרבות

**התפתחות מהירה של טכנולוגיות חכמות מהווה תמריץ לפיתוח ציוד מגן אישי, המשלב בתוכו את יישומן של טכנולוגיות אלה והופך את ציוד המגן ל"חכם"**



צילום: המוס"ל

לצמצם את מגע העובדים עם גורמי סיכון. ד"ר אשר פרדו, מחלקת מחקר במוס"ל

**אחד מאמצעי המיגון האישי שבהם מתמקדים פיתוחים רבים הוא קסדה בקסדה המגן המתקדמת. בקסדה כזו ניתן להרכיב חיישנים שונים, שמאפשרים לעובד לקבל חישה של גורמי סיכון בריאותיים ובטיחותיים שעומדים בפניו והתרעה עליהם, ולהיות מחובר למרכז בקרה שיכול לעקוב אחר תנועותיו ולהתריע בפני סכנה בזמן אמת**

עם הסביבה הסמוכה.

בהרצאה, שהועברה בכנס שעסק בבריאות תעסוקתית, הוצג גם אספקט נוסף של פיתוח ציוד מגן חכם: בעקבות העלייה בשימוש בפלסטיק לפיתוח ציוד המגן, חלה עלייה בזיהום העולמי במיקרו-פלסטיק ובהימצאות חומרים רעילים בציוד עצמו - כחלק מהרכבו. ●

כל אלה הם פריטים המורכבים על הקסדה וחלקם מגובה בתקשורת אינטרנט ו-WiFi.

### בינה מלאכותית

דוגמה לפיתוח אחר, שאינו ביישום עדיין, היא אוזנייה המגבירה אותות קול רלוונטיים לסכנה באמצעות בינה מלאכותית ולמידת מכונה (MACHINE LEARNING). האוזנייה מיועדת לאתרי בנייה, והבעיה העומדת בפני המפתחים היא כיצד לפתח אוזנייה שבאמצעותה יזהה עובד אותות קול מיוחדים לכלים שונים, שיש סכנה שיתנגשו בעובד הנמצא בסביבתם הקרובה, ולעומת זאת היא תעמעם מאוד את רעשי הרקע באתר.

פיתוח ציוד מגן חכם נתקל גם בבעיות שיכולות לעלות במהלך השימוש, ובהן: עמידות הציוד בתנאי שטח, אמינות הציוד ואפשרות לכשל, התגברות על תקלות בציוד בזמן אמת, הפרעה לאביזרים אחרים שמתחברים זה עם זה (קסדה ומשקפיים או קסדה ואוזניות), עומס מידע על העובד ומורכבות תפעול, הסתמכות יתר על הציוד, משקל האביזר, תקשורת



צילום אילוסטריציה: Freepik

ציוד מגן חדשני לתהליכי עבודה מתקדמים