



| | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------|
| שם הפרויקט | | מס' פרויקט |
| אופטימיזציה לתכנון סביבות עבודה פיזית | | 2022-01-174 |
| מנחה שותף | מנחה אקדמי | |
| | פרופ' רזיאל רימר | |
| חברי הצוות | | |
| | ספיר נחום | |
| | nachumsa@post.bgu.ac.il | |

תקציר

תחום הייצור מתבסס בחלקו על כוח עבודה אנושי שמבצע מגוון פעילויות הדורשות פעילות פיזית, ומתבצעת לעיתים בתנחות שאינן בריאות לגוף האדם. על כן בתכנון סביבת העבודה ישנה חשיבות למדדי תפוקה והערכות עומסים ביומכניים הפועלים על העובדים, על מנת שתהליכי העבודה יביאו לתפוקה מקסימלית מבלי לגרום לפגיעה גופנית בעובדים. פגיעה גופנית בעובדים דורשות מהמעסיקים עלויות גבוהות עבור היעדרות, אובדן תפוקה, נכות, פיצויים לעובדים, החלפת כ"א ועוד. על כן ישנה חשיבות רבה, גם לבעלי העסקים, לניתוח פעולות ייצור בהיבט הארגומי והביומכני, וזאת כדי לסייע בתכנון ובניית תחנות עבודה המתחשבות בהיבטים ארגומיים כמו גם בהיבטי תפוקות וייצור.

מטרת המחקר היא פיתוח כלי סימולציה לתכנון סביבת עבודה ותהליכים המתרחשים בה, הכולל אופטימיזציה של מדדים מתחומי הייצור והביומכניקה בכדי למצוא פתרון אופטימלי שמקיים מקסימום תפוקה תחת עמידה באילוצים ארגומיים וביומכניים.

כדי למצוא תהליך עבודה מתאים למחקר אותר מפעל עתיר עבודה ידנית, בוצעו מפגשים עם הנהלה ועובדים כדי לאתר קווי ייצור שיכולים להתאים לאחר מכן בוצע חקר עבודה והערכה ארגומית על 8 תחנות עבודה שמרכיבות את קו הייצור. הניתוח בוצע בכמה רמות- בתדירות של פעם ביום, בתדירות המתבצעת בפועל, ניתוח כלל פעולות ההרמה שעובד מבצע במשמרת וניתוח כלל המשימות השונות שעובד מבצע במשמרת. ניתוח פעולה בודדת בוצע באמצעות NOISH, SNOOK Tables ו-LM-MMH equations. בנוסף בוצע ניתוח כלל פעולות ההרמה שמתחשב במשמרת בהתעייפות באמצעות LIFFT ו-Lumbosacral compression forces equations וניתוח כלל הפעולות השונות באמצעות MAE & RCRA.

כדי לתכן קו ייצור אופטימלי נמדל את הקו בעזרת סימולציה ואופטימיזציה כאשר פונקציית המטרה היא מקסימום תפוקה, תחת עמידה באילוצים ארגומיים שנקבעים על ידי שימוש בכלים נפוצים בספרות (NOISH, SNOOK, LIFFT, MAE) וכוללים התייחסות לביצוע הפעולה לאורך זמן ולהתעייפות. על ידי שינוי מספר משתני החלטה בכל איטרציה (לדוגמא גובה שולחן, ומשקל ארגז) נבחנת השפעת תכנון הסביבה החדשה על התפוקה האפשרית של העובד, תוך הערכת העומסים הביומכניים ובדיקת עמידה באילוצים ארגומיים. כאשר לצורך הדגמה נבנה קוד לאופטימיזציה של תחנה בודדת באמצעות האלגוריתם הגנטי (GA).

תוצאות ניתוח הארגומי של פעולה בודדת (בתדירות שבוצעה בפועל) הראו כי ישנן שתי תחנות בעלות סיכון גבוה לפגיעת שלד שריר, כמו כן עבור ניתוח כלל משימות ההרמה או הורדה שעובד מבצע במשמרת (תוך התחשבות בהתעייפות) התקבל כי מרבית התחנות גורמות לעובדים לסיכון לפגיעת שלד שריר.

במחקר המשך, נמדל את כל קו הייצור כדי למצוא פתרון שממקסם את התפוקה של קו הייצור הכולל מספר תחנות ועובדים והאינטראקציה ביניהם. כמו כן תעשה בחינה של כלים נוספים לניתוח משימה הלוקחים בחשבון את השפעת ההתעייפות.

מילות מפתח: סימולציה, ביומכניקה, ארגומיה, ייצור, אופטימיזציה.