

דוח מסכם לתוכנית מחקר מספר 0422-09-459

אפיון ומדידת עומסי עבודה במשקי פרחים במטרה להביא לחסכון בידיים עובדות והגדלת התפוקה

**Characterization and measurement of workloads in flower farms in order to
reduce human labor and increase the yield**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי

המחלקה להנדסת תעשייה וניהול, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

אביטל בכר

עדי רונן, יעל אידן

Avital Bechar (avital@agri.gov.il); Inst. of Agri. Eng., ARO. P.O.Box 6, Bet-Dagan, 50250

Adi Ronen (adiro@bgu.ac.il), Yael Edan (yael@bgu.ac.il); Dept. of Ind. Eng. and Mngmnt, Ben-Gurion
University of the Negev, Beer-Sheva

יולי 2010

תמוז תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים



חתימת החוקר

תקציר

במדינת ישראל קיימים כ- 1000 מגדלי פרחים, בעלי היקף שטח של כ- 55,000 דונם המייצאים מעל מיליארד פרחים בשנה. מחקר זה מתמקד בבחינת תהליכי העבודה השונים בשיטות חקר עבודה, בחינת סביבת העבודה במטרה לבחון את התאמתה לתהליכי העבודה ובחינת העומסים הפיזיולוגיים במהלך העבודה תוך מדידת התנאים הסביבתיים בהם מבצעים העובדים את עבודתם. במסגרת המחקר בוצעו חקר שיטות וחקר עבודה של תהליכי הקטיפה, המיון והאגידה בפיטוספורום ובספארי סנסט, נערכו מדידות עומסי עבודה פיזיולוגיים של עובדים בשלבים הללו ונדגמו התנאים הסביבתיים (טמפרטורה, לחות, קרינה) בסביבת העבודה. עבור השלבים המרכזיים בוצעו כ- 150,000 מדידות ידניות. פותחה מערכת מדידה חדשנית לאיסוף מידע משולב ומסונכרן בזמן, של נתוני חקר עבודה, עומסי עבודה ונתוני הסביבה בתהליכי עבודה חקלאיים. בבית אריזה לספארי סנסט נמצא כי ביצוע יעיל של שלב המריטה מגדיל את תפוקת העובד עד פי 4. בנוסף נמצא כי הפסקת צהרים ארוכה מגדילה את מאמץ העבודה ופוגעת בתפוקה בהשוואה למדדים הללו לפני ההפסקה. בשלב הקטיפה בפיטוספורום נמצא כי כאשר סיום הקטיפה נקבע כגמר מילוי העגלה ("קבלנות") ולא על ידי קביעת שעת סיום, תפוקת העובדים גדלה ב- 16%. בבית האריזה בוצע שיפור בתחנת איגוד מכונה באופן מריטת וקשירת האגדים הממוינים אשר קיצר את משך הפעולות הללו ב- 6% יחסית לשיטה הקיימת הנהוגה. נמצא כי השימוש במזמרה חדשה/חדה משפר את תפוקת העובד וספיקת חומר הגלם ב- 13.5% ומגדיל את תפוקת הענפים המעובדים של העובד ב- 36.5% בהשוואה למזמרה ישנה/כהה.

תוכן עניינים

1	מבוא	3
1.1	רקע מדעי	3
1.2	מטרות המחקר	4
2	שיטות וחומרים	4
2.1	נתוני המשק	4
2.2	חקר שיטות	5
2.3	מדידות חקר עבודה ועומסי עבודה פיסיולוגיים	5
3	תוצאות	6
3.1	פיתוח כלי מחקר חדשני לאיסוף נתונים על תהליכי עבודה	6
3.2	חקר שיטות	7
3.2.1	ספארי סנסט	7
3.2.2	פיטוספורום	8
3.3	חקר עבודה	10
3.3.1	ספארי סנסט	10
3.3.2	פיטוספורום	12
3.4	תיכון ושיפור תחנות עבודה	12
3.4.1	ספארי סנסט	12
3.4.2	פיטוספורום	15
3.5	עומסי עבודה – ספארי סנסט	16
3.6	עומסי עבודה וניתוחים מיוחדים - פיטוספורום	18
3.6.1	השפעת האקלים על התפוקה	18
3.6.2	השפעת ותק העובד על תפוקתו	19
3.6.3	השפעת נוכחות אמצעי בקרה	19
3.6.4	השפעת הטמפרטורה על הדופק	19
3.6.5	מזמרות	20
3.6.6	תקופות במהלך יום העבודה	20
3.6.7	רגרסיה לינארית רבת משתנים	20
4	סיכום ומסקנות	21
5	תודות	22
6	מקורות	22

1 מבוא

1.1 רקע מדעי

במדינת ישראל קיימים כ- 1000 מגדלי פרחים, בעלי היקף שטח של כ- 50,000 דונם (לא כולל ורדים) המייצאים מעל מיליארד פרחים בשנה ופדיון של כ- \$ 120,000,000 [2]. מערכי הקטיפה, המיון והאריזה (קמ"א) הוקמו ללא תכנון ובתי האריזה הוקמו על בסיס פלטפורמות ומבנים שהיו קיימים ושימשו לצרכים אחרים כגון רפתות ומחסנים. החלקות החקלאיות פוזרו במרחק רב זו מזו ומבית האריזה. צורת העבודה ומבנה המערכים בחלק מבתי האריזה לא תוכננו בהתאם לשיטות הנדסת ייצור והנדסת אנוש. קיים שוני רב בין המשקים השונים בשיטות העבודה ויעילותם ויתכן כי עמדת עבודה אחת היעילה לגידול מסוים, אינה תואמת עבודה עבור גידול אחר. הנתונים הפיסיולוגיים של העובד כגון עייפות, עומס פיסי ומנטאלי והתאמה ארגונומית של סביבת העבודה לא נלקחו בחשבון.

שיפור יעילות תהליכי העבודה הנם נושא מרכזי בהנדסת תעשייה, בתחומים כגון חקר עבודה והנדסת שיטות, תכן מערכים ומיקום, ומבוססים בין היתר על הקצאת משימות, פיתוח והכנסת אמצעי עזר, מתקני ניווד ומיכון. פיתוח והתאמת שיטות יכולים לחסוך חלק ניכר מכוח האדם. כמו כן, ניתן לקצר את משך התהליך מבחינת הפרח הנקטף – מקטיפה עד אחסון סופי. פיתוח שיטות העבודה ומערכי ייצור על פי עקרונות הנדסת ייצור וחלוקה נכונה ומתאימה של עומסי העבודה על הפועלים, עשויים לייעל את עבודת הפועלים לאורך זמן, לשמור על תפוקות העבודה ואף לשפרה. למיטב ידיעתנו לא בוצעו מחקרים המשלבים בין חקר שיטות, חקרי עבודה, מדידת נתונים סביבתיים ומדידות פיסיולוגיות לייעול העבודה ותכנון סביבת עבודה ותהליך מיטבית במערכות חקלאיות בתנאים אלו. [9] חקרו את עומסי העבודה של עובדים במכוני חליבה בשבדיה. מחקרים כגון אלו הצביעו הן על שלבים (אלמנטים) בעבודה הדורשים מאמץ גבוה יותר מחלקים אחרים והן את הכדאיות בחשיבה והכנסת מיכון לחלקים שונים של העבודה שעושים הן ליעל את העבודה והן להקטין את העומס על העובדים. [7] הקטינו את עומסי העבודה במשימת קטיפה תפוחים. בהתאם לעבודות אלו ומחקרים אחרים, הצורך להתייחס למכלול האפשרויות, השיקולים והתועלת הכלכלית בבחירת שיטת העבודה המיטבית מצריך שימוש בכלים מתקדמים – כלי חקר ביצועים לקבלת החלטות.

הנדסת אנוש וארגונומיה הינה תחום העוסק באינטראקציה שבין האדם לסביבת העבודה במטרה להתאים את הסביבה לעובד בהתאם לדרישות העבודה, לתנאי העבודה ולמצב העובד. המחקר והפיתוח בתחום זה משלב שימוש בשיטות הנדסיות לאיסוף וחקירת הנתונים של שלבי בעבודה תוך בחינת העומס הפיזי והקוגניטיבי על העובד בהתחשב בתנאי הסביבה בה מבוצעת העבודה. כמו כן, נבחנים נושאים נוספים כגון המוטיבציה של העובדים וגורמים נוספים במטרה לשפר את תפקוד המערכת והאדם, ומהווה, מרכיב מרכזי בהנדסת שיטות. השילוב בין השיטות הקלאסיות של חקר עבודה והנדסת אנוש חשובה בפיתוח מערכות מיטביות ומהווה כיוון עדכני במחקר [8]. הנדסת אנוש מאפשרת הגנה על בריאות העובדים ומניעת סיכונים בריאותיים הקשורים לעבודה על ידי שילוב תפיסתי בין מדעי החברה וטכנולוגיות מתקדמות לצורך העלאת התפוקה ושיפור בריאות העובד. מספר העובדים, הסובל מבעיות בריאותיות רבות ומגוונות כמו דלקות פרקים, בעיות שרירים, כאבים ועוד הנגרמים כתוצאה מחשיפת יתר של העובד לעבודה סטטית ומונוטונית, הינו מספר גדול המחייב היערכות מחודשת [10]. בשנים האחרונות נעשו מחקרים רבים לצורך התמודדות עם מצבים אלו. ניתן דגש על שיפור סידור תחנות העבודה במונחים של יציבה נכונה, טווח תנועה, גובה השולחן והיכולת להתאים את כלי העבודה התאמה אישית לעובד. לכן לעיצוב תחנת העבודה יש חשיבות מכרעת בתפקודו ותפוקתו של העובד. עיצוב לא נכון של תחנת העבודה עלול לגרום גם לפגיעה גופנית.

עבודות הקשורות לקטיפה, איסוף ואריזת פרחים הינן עבודות פיזיות העבודה מתבצעת בחממות או שדות פתוחים בהם התנאים הסביבתיים אינם אחידים ועשויים להיות לא נוחים, בנוסף למבנה הסביבתי של אזור הקטיפה (אזור בגידול ומבנה הצמחים) שעשוי להוסיף קושי על תהליך הקטיפה.

קיימות דרכים שונות להעריך את מידת העומס בו נמצא העובד במהלך היום, חלקן פשוטות ליישום ולרוב לא מפריעות לפועל לבצע את עבודתו. אחת מהשיטות המקובלות להערכת עומס עבודה פיזי הינה שימוש בקצב הלב כמדד לעומס העבודה אותה מבצע העובד [10]. שיטה זו פשוטה יחסית ליישום בתנאי שדה. בנוסף, ניתן לעשות שימוש בשאלונים שנועדו לבחון מאמץ, דוגמת שאלון בורג [6]. באמצעות שיטות אלו ניתן להעריך כיצד משפיע שיפור השיטה ותחנת העבודה על העובד. כמו כן, ניתן לבחון האם נשמרת רמת המאמץ למרות השינוי דבר שעשוי להשפיע על התפוקה הן לטווח הקצר והן לטווח הארוך.

1.2 מטרות המחקר

1. איפיון מלא של תהליכי העבודה בשלב הקטיפ בשדה ושלבי העבודה בבתי אריזה.
2. איפיון עומסי העבודה בתחנות העבודה השונות ובהתאם לסוגי המטלות תוך שימוש במדדים פיזיולוגיים ומדדים סובייקטיביים.
3. מציאת צווארי בקבוק ותהליכים לא יעילים.
4. מציאת הפרמטרים החשובים ביותר בתהליכי העבודה.
5. תיכנון סביבות עבודה ותחנות עבודה מיטביות בשלבי הקטיפ המיון והאריזה מהיבטי הנדסת ייצור ועומסי עבודה פיסיולוגיים.
6. פיתוח שיטות עבודה חליפיות מהיבטי הנדסת ייצור, חיסכון בכח אדם והקטנת עומסי העבודה.
7. הצעת כלי עזר ליעול תהליכי העבודה, הקטנת העומס הפיסיולוגי וחיסכון בידיים עובדות.
8. פיתוח ושיפור כלים להפחתת כוח האדם, הקטנת העומסים הפיסיולוגיים מהעובדים ויעול העבודה.

2 שיטות וחומרים

2.1 נתוני המשק

העבודה בוצעה בארבעה משקים במהלך 3 עונות גידול: שני משקים ברמת הגולן ושני משקים בשרון.

רמת הגולן

העבודה בוצעה בשני משקים המתמחים בגידול ספארי סנסט. במשק א' 50 דונם ספארי סנסט, 16 דונם פרח שעווה ו- 7 דונם גולדסטרייק (ענף קישוט ירוק הדומה לספארי סנסט). במשק עובדים כ- 10 פועלים המחולקים לשני צוותים- צוות קטיפ וצוות בית האריזה. מספר הפועלים משתנה לאורך השנה בהתאם לביקוש המשתנה. כל פועל עובד כ- 10 שעות ביום. מכל עובד נדרשת תפוקה של 400-450 ענפים לשעה בבית האריזה. בשדה נערך קטיפ סלקטיבי בהתאם לדרישות הלקוחות כך שבכל דלי מונחים ענפים בגדלים דומים כאשר מקפידים לא לקטוף ענפים עם כתמים. במשק בית אריזה המשרת את שטחי המשק. בית האריזה ממוקם סמוך לביתו של החקלאי [3]. במשק ב' כ- 100 דונם ספארי סנסט. במשק עובדים 14 פועלים כאשר 10 פועלים עובדים בשטח ו 4 עובדים בבית האריזה. כל פועל עובד בין 12-14 שעות ביום. תפוקת עובד לשעה 300-320 ענף לשעה.

השרון

העבודה בוצעה בשני משקים המתמחים בגידול פיטוספורום. במשק א' 80 דונם, מהם 39.5 דונם פיטוספורום. במשק עובדים כ- 9 פועלים. מספר הפועלים משתנה לאורך השנה בהתאם לביקוש המשתנה. כל פועל עובד כ- 300 שעות בחודש. התפוקה היומית לפועל הינה 2000 עד 2500 ענפים מקטיפ ועד אריזה. בשדה נערך קטיפ סלקטיבי. במשק בית אריזה המשרת את שטחי המשק. בית האריזה ממוקם סמוך לביתו של החקלאי. סדר יום: יום העבודה מתחיל ב- 06:00 בבוקר בקטיפ. בשעה 09:45 העובדים יוצאים להפסקה שמשכה שעה. לפני יציאתם להפסקה כל עובד מעמיס על הטרקטור את הענפים שקטף. כל העובדים עולים על הטרקטור ונוסעים לבית האריזה, שנמצא במרחק של כמה קילומטרים מחלקת הגידול. לאחר הורדת הענפים הקטופים מהטרקטור בבית האריזה העובדים יוצאים להפסקת אוכל. בסיום ההפסקה, 4 עובדים פונים לעבודתם בבית האריזה ושאר העובדים ממשיכים את עבודת הקטיפ עד לסיום יום עבודה בשעה 16:00 בערך.

במשק ב' כ- 226 דונם מהם 140 דונם פיטוספורוס. במשק מועסקים כיום כ-20 עובדים, כולם עובדים זרים. העבודה מתבצעת משעות הבוקר המוקדמות עד שעות הערב המאוחרות. הזמנים משתנים בהתאם לעונות השנה, תחזית מזג האוויר והמועדים שנקבעו לאספקת הסחורות השונות. העובדים מתגוררים בקרבת המשק במגורי קבע המסופקים על ידי בעל המשק. העובדים עצמם רוכשים את הידע בביצוע כלל התחנות אך לרוב הם מתמקצעים בתחנה אחת. המשק פועל לאורך כל השנה בימים א' עד ו'. משך הפעילות לאורך היום הינו 12 שעות, קיימות 2 הפסקות במהלך היום האחת בשעה 10:00 והשנייה בשעה 14:00 למשך חצי שעה כל אחת.

2.2 חקר שיטות

בוצעה חקירה של השיטות הקיימות ותהליכי העבודה בקטיף, מיון ואגידה של פיטוספורוס ובשלבי המיון והאריזה של ספארי סנסט. הוגדרו שלבי העבודה בשדה ובבית האריזה. כמו כן הוגדר באילו תחנות נעשה שימוש בבית האריזה, באילו אמצעים טכניים ומיכון נעשה שימוש, סדר התחנות, תיאור זרימת החומר וכוח האדם.

2.3 מדידות חקר עבודה ועומסי עבודה פיסיולוגיים

בוצע חקר עבודה של זמני פעולות כוח האדם ונאספו נתונים על המערכת והתוצרת בשלבי העבודה בשדה ובבית האריזה לפי שיטות מדידה ישירה וחקר רב תצפיתי [2, 4], בשיטת המדידה הישירה כל שלב חולק לאלמנטים, והזמן שאורך כל אלמנט נמדד. מדידות חקר העבודה בוצעו באמצעות מחשבי כף יד (PPC) המכילים בתוכם תוכנת חקר עבודה ייעודית [5] עבור השלבים המרכזיים בוצעו כ- 150,000 מדידות ידניות. המדידות בוצעו במהלך כל העונה בכדי שנוכל לעמוד על ההבדלים במידה וקיימים הנובעים משינוי בתנאים הסביבתיים כגון טמפרטורה, לחות וקרינה ושינויים בגידול.

מדידות עומסי עבודה פיסיולוגיים בוצעו באמצעות מדידת קצבי לב העובד במהלך ביצוע האלמנטים השונים. לצורך כך נעשה שימוש במכשירי POLAR 625 ו-POLAR S810i. המכשירים בנויים משני חלקים: רצועת חזה – מכילה משדר, נחגרת על היקף חזהו של הנחקר ושעון – מכיל מקלט ומראה בכל רגע נתון את קצב הלב. תדירות הדגימה היתה אחת לחמש שניות (0.2 Hz). העובד לובש את המכשיר לאורך כל זמן ביצוע המדידה הישירה שנעשית במקביל. נתוני קצב הלב נשמרים בקובץ ומועברים לתצוגת גרף על ידי תוכנת העזר הנמצאת במחשב נייד. מלבד קצב הלב, במהלך המדידות נדגמו התנאים הסביבתיים, במיוחד טמפרטורה מאחר ובית האריזה והחממות מקורות ולרוב העובדים אינם חשופים לקרינה רבה. נתונים אלו נדגמו בעזרת מערכת ייעודית מסוג HOBO אשר מאפשרת העברתם ל מחשב תוך הצגת השינוי במדידות בהתאם לתדירות הדגימה.

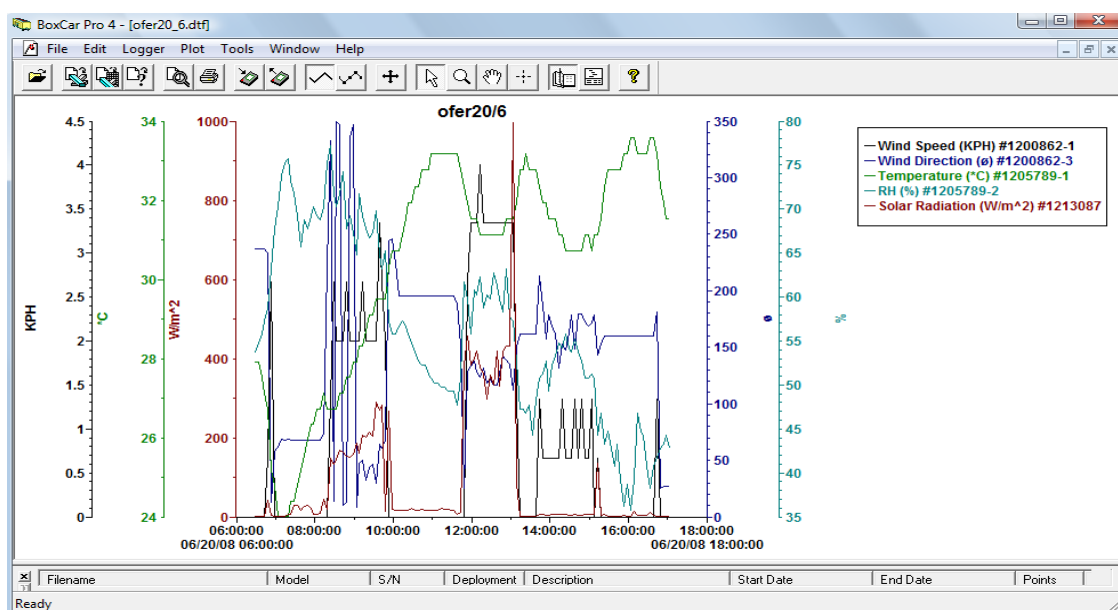
בניתוח נתוני מדידות חקר העבודה לא נופו חריגים, מכיוון שאופי העבודה הקיים בבית האריזה בעל שונות גבוהה בכל אלמנט. ניפוי "חריגים" ישנה את ההתפלגות האמיתית ויעוות את אמיתות הנתונים. בניתוח נתוני קצב הלב נופו חריגים וניתוח הנתונים מתחיל רק לאחר שתי הדקות הראשונות. ניתוח המדידות הישירות נעשה בכדי למצוא זמני תקן עבור האלמנטים המרכזיים, התפוקות ובחינת ההבדלים הנובעים מותק העובדים, הדופק והתנאים הסביבתיים באמצעות מבחנים סטטיסטיים.

בניתוח הנתונים בוצע איחוד מידע בין נתוני חקר עבודה, המדידות המטאורולוגיות ומדידות קצב לב על מנת למצוא את ההשפעה של סוג האלמנט על עומס העבודה של העובד.

3 תוצאות

3.1 פיתוח כלי מחקר חדשני לאיסוף נתונים על תהליכי עבודה

פותחה מערכת מדידה חדשנית לאיסוף מידע משולב ומסונכרן בזמן, של נתוני חקר עבודה, עומסי עבודה ונתוני הסביבה בתהליכי עבודה חקלאיים. מערכת המדידה מורכבת מארבע תתי מערכות לאיסוף נתונים: (1) מחשב כף יד (PPC) בעל תוכנת חקר עבודה ייחודית לחקלאות אשר פותחה על ידי [5] לאיסוף נתוני חקר עבודה; (2) HOBO WHEATHER STATION - תחנה ניידת למדידת מזג אוויר ואיסוף נתוני טמפרטורה, לחות יחסית, קרינה, מהירות רוח ועצמת רוח בסביבת העבודה. פלט לדוגמה מובא באיור 1; (3) שעוני דופק של POLAR ותוכנה לניתוח עומס לאיסוף נתוני דופק הלב של העובדים במהלך ביצוע משימות שונות. פלט לדוגמה מובא באיור 2 ו- (4) מצלמת וידאו לתיעוד התהליכים, צילום סביבת העבודה בזמן המדידות ומדידת אלמנטים שלא ניתנים למדידה בעין אנושית כגון אלמנטים הנמשכים פחות משניה אחת.



איור 1: פלט לדוגמה של התחנה הניידת למדידת מזג אוויר.



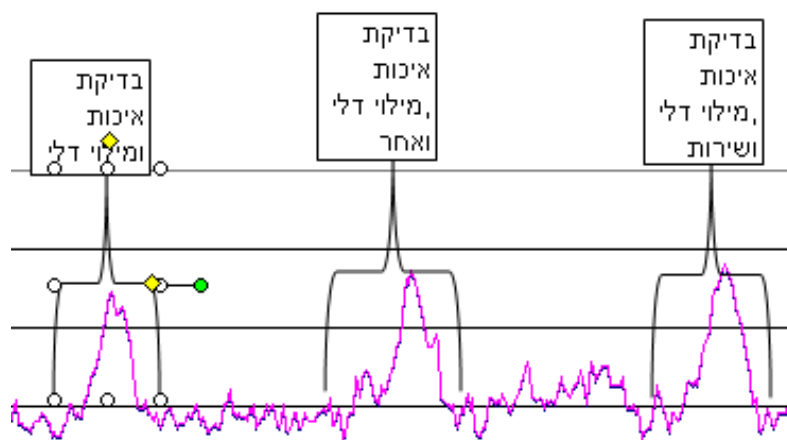
איור 2: פלט לדוגמה למדידת דופק.

כל המדידות בארבעת תתי המערכות בוצעו במקביל ובו זמנית. לאחר מכן בוצע עיבוד של הנתונים הגולמיים בכל אחת מתתי המערכות בנפרד לקבלת מדדי ביצוע כתלות בזמן כגון, דופק, תפוקה, טמפרטורה וכו'. בשלב האחרון בוצע סינכרון ואינטגרציה של כל מדדי הביצוע בזמן מכל תתי המערכות למערך אחד (טבלה 1) ובוצעו ניתוחים שונים

לבדיקת ההשפעות של גורמים שונים על מדדי הביצוע. באמצעות מערכת זו ניתן לזהות ולאפיין את עומסי העבודה והתכונות של אלמנטי עבודה מסוימים בתהליך (איור 3).

טבלה 1 : דוגמה לאינטגרציה של הנתונים המעובדים ומדדי הביצוע מתתי מערכות שונות למערך אחד תלוי זמן.

20/6 time	Δt	yield	HR	T	RH	Radiation
08:29	1	8	80	26.73	70.25	145.6
08:30	2	9	79.5	26.73	70.25	145.6
08:31	3	11	71.5	26.73	70.25	145.6
08:32	4	10	84.25	26.73	70.25	145.6
08:33	5	12	89	26.73	70.25	145.6
08:34	6	13	79	26.81	70.55	150.36
08:35	7	16	82.75	26.89	70.85	155.12
08:36	8	9	67.75	26.96	71.15	159.88
08:37	9	9	75.75	27.04	71.45	164.64
08:38	10	7	85.25	27.12	71.75	169.4
08:39	11	7	85	27.12	72.25	168.14
08:40	12	8	79.75	27.12	72.75	166.88
08:41	13	15	80.5	27.12	73.25	165.62
08:42	14	14	78.5	27.12	73.75	164.36
08:43	15	14	79.25	27.12	74.25	163.1
08:44	16	13	78.25	27.2	72.95	161.36
08:45	17	15	79.5	27.28	71.65	159.62
08:46	18	12	82.25	27.36	70.35	157.88
08:47	19	10	89.25	27.44	69.05	156.14
08:48	20	11	78.5	27.52	67.75	154.4
08:49	21	11	79.75	27.52	68.05	153.64
08:50	22	9	84	27.52	68.35	152.88
08:51	23	15	87.25	27.52	68.65	152.12
08:52	24	14	88	27.52	68.95	151.36



איור 3 : דוגמה לדופק באלמנט בדיקת איכות ומילוי דלי.

3.2 חקר שיטות

3.2.1 ספארי סנסט

תהליך העבודה הינו כדלהלן: העובדים מוציאים עגלות גדולות עם דליים המכילים ענפי ספארי סנסט לא ממויינים. העגלות מונחות במרכז בית האריזה ולאחר מכן הדליים נפרקים לשתי מכונות האגידה. על יד כל מכונה עומדים 4 עובדים אשר ממיינים עשיריות ענפים לפי אורך וגודל ראש. לאחר מכן מניחים את העשירייה בתאים ייעודיים על מסוע מכונת האגידה. צורת העבודה של מכונת האגידה אינה קבועה, לעיתים מכונת האגידה עובדות ללא הפסקה ולעיתים רק לאחר שכל התאים מלאים בעשיריות ענפים. העשיריות נחתכות על ידי מסור לצורך יישור ונאגדות על ידי המכונה באופן אוטומטי. גומי הענפים נופלים לתוך ארגז הממוקם מתחת למסור. לאחר האגידה,

פועל נוסף לוקח את האגדים, מניח אותם על שולחן, מורט כ – 20-10 ענפים בכל פעם במכונת המריטה ומניח את העשירות המרוטות בשולחן נוסף. עובד האחראי על בקרת איכות לוקח 5 עשירות מרוטות (50 ענף), קשרם בגומייה, בודק את איכות הענפים, מורט עלים פגומים, מחליף ענפים עקומים או לא שווים בגודל ודואג לאורך שווה של האגד ומכניסם לדלי, רושם את פרטי הדלי (תאריך, מספר ענפים, אורך ענפים והחלקה ממנה הגיעו) על טופס ועל פתק ואת הפתק מדביק על הדלי. את הדלי המלא העובד שם על עגלה וכשהעגלה מלאה היא מוכנסת למקרר.

בתהליך נמצאו מספר שלבים לא יעילים כגון: חלק מהענפים המגיעים מהשטח לבית האריזה פגומים. כתוצאה מכך נוצרים עיכובים בתהליך המיון של הענפים או בביצוע בקרת האיכות. מתקיים מעבר מיותר של ענפים בין עמדת המריטה לתחנת האיכות כאשר אחרי עבודת המריטה העובד מניח את הענפים על שולחן אחד, ורק עם סיום מריטת כל הענפים הוא מעביר אותם לשולחן אחר הנמצא בסמוך אליו במקום להעביר ישירות לשולחן זה. קיימות פעילויות נוספות הנלוות לתהליך העבודה כגון: ניקוי וסידור העמדה, הבאת דליים ריקים או מלאים וריקון ארגז הגזם כאשר מתחת למסור. פעילויות אלו גוזלות זמן רב מתהליך העבודה כולו. עובד המיון נושא מזמרה לגיזום ענפים בעת הצורך. העובד מיקם את המזמרה על הדלי לאיסוף הענפים במיקום לא נוח אשר היקשה על העובד, גרם לנפילת המזמרה על הרצפה פעמים רבות ובזבוז זמן. מיקום הדליים בהם עובד האיכות הניח את הענפים בסוף התהליך רחוק (כ 5 מטרים) וגרם לאיבוד זמן רב על הליכות ושינוע. קיימים דליים רבים בשטח בית האריזה במהלך העבודה המפריעים לעובדים לנוע בחופשיות ממקום למקום.

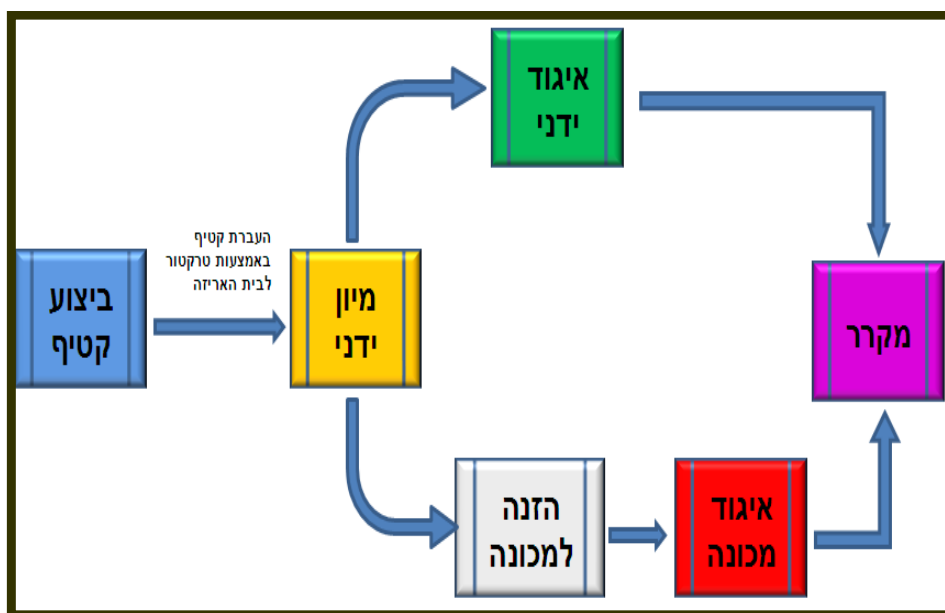
השוני בתהליך העבודה בין המשקים מתמקד בנקודות הבאות: 1) במשק ב' האגידה ל – 50 ענפים מתבצעת על ידי קשירת גומייה באזור התחתון של הענפים. לעומת זאת, במשק א' האגידה מתבצעת על ידי קשירת גומייה באזור העליון והתחתון של הענפים. כמו כן, לענפים בעלי אורך גדול מ – 70 ס"מ מתבצעת קשירה נוספת במרכז הענפים. 2) במשק ב' המריטה מתבצעת בכל פעם על אגד אחד של עשרה ענפים כאשר במשק א' העבודה מתבצעת על שניים עד שלושה אגדים יחדיו.

3.2.2 פיטוספורום

באזור 4 מובא תיאור סכימטי של תהליך העבודה במשק פיטוספורום. הקטיף מתבצע בשעות הבוקר המוקדמות, בין השעה 06:00 לשעה 10:00 בבוקר. הקטיף אינו מתבצע בכל יום, הוא מתבצע בהתאם לצורך (כמות הזמנות הפיטוספורום). בזמן ביצוע קטיף כל עובד עובר על שורה אחרת ומתקדם לאורכה תוך גיזום הענפים.

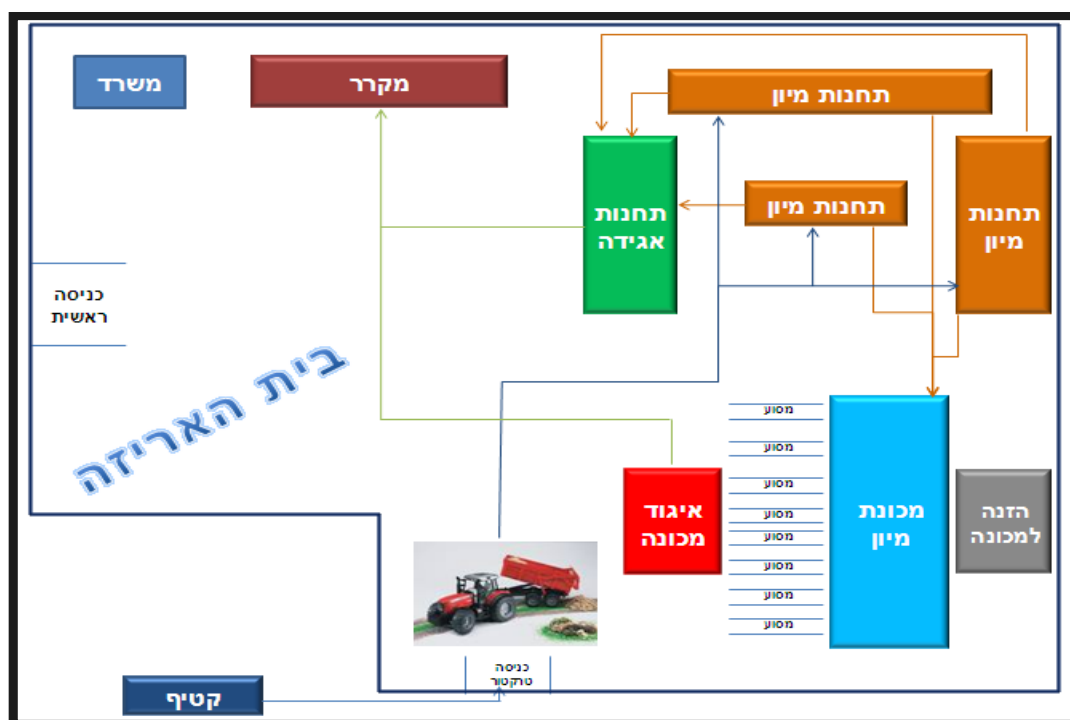
בבית הרשת העובדים מפוזרים בין השורות בחלקה, כל עובד אחראי על קטיף בשורה מסוימת, כאשר הקטיף מתבצע משני צידי השביל תוך כדי התקדמות לאורכה. במשק א' כל עובד מצויד במזמרה וכפפות ומוט גומי ארוך. במשק ב' כל עובד מצויד במזמרה ידנית ובחבילת גומיות המשמשות לאיגוד הענפים שנגזמו. העובדים מתחילים לבצע את הקטיף מתחילת השורה באזור המוגדר על-ידי בעל המשק כאזור המיועד לקטיף. הפועל מבצע קטיף סלקטיבי לפי אורך וצורה כללית. כמו-כן, הפועל מזהה ענפים שאינם ברי שיווק וזורק אותם בשביל. צורת ההתקדמות לאורך השביל דומה אצל כל הפועלים. הפועל עובד על מספר צמחים בשורה אחת ואז עובר ועובד על מספר צמחים בשורה השנייה. תוך כדי פעולת הקטיף, הפועל אוגד מספר ענפים אשר גזם וקושר אותם באמצעות גומיה (משק ב') או מניח את חבילת הענפים על האדמה בסמוך אליו תחת צינור גומי ארוך (משק א'). פעולת הגיזום בעזרת המזמרה מתבצעת ביד הדומיננטית, והענפים שנגזמו הוחזקו בעזרת היד השנייה. כל עובדי הקטיף מבצעים את אותן פעולות ועובדים באופן עצמאי. כאשר עובד מגיע לסוף שורה הוא עובר לשורה חדשה או עובר לשורה שעובד בה פועל אחר ועוזר לו לסיים את השורה. במשק א' לאחר שנוצרת כמות רבה של ענפים על הארץ, העובד אווז בשני צידי צינור הגומי ומרים את ערימת הענפים על כתפיו ונושא אותם עד למשאית הממתינה מחוץ לאזור הקטיף. כל עובד מעמיס את המשאית בענפים אשר גזם. במשק ב' בסוף יום העבודה או לפני הפסקת הצהריים, העובדים אוספים

את חבילות הענפים ומעבירים אותן לעגלת הטרקטור. בדרך כלל כאשר המשאית מתמלאת היא משנעת את הענפים לבית האריזה.



איור 4 : תרשים העבודה בפיטוספורום.

בבית האריזה (איור 5) מתבצעות מספר פעולות: תחילה העובדים ממינים את הענפים שנגזמו בקטיף, לאחר מכן הענפים עוברים למכונת מיון אורך ובהמשך הם נאגדים בחבילות, נשטפים ונארזים. במשק ב' תחנות העבודה בבית האריזה הן: (1) תחנת פיצול ומיון אורך ידני - משמשת למיון אורך של הענפים באופן ידני, כתוצאה מהמיון בתחנה זו נערכים 4 סוגי ערימות לגדלים של 50,60,70 ס"מ וערימה שכוללת גדלים של 30-45 ס"מ לצורך שליחתם למיון במכונת המיון (הדבר משתנה בהתאם לביקוש היומיומי). העבודה בעמדה זו מתבצעת בעמידה. התחנה כוללת תהליך של בקרת איכות וטיפול ראשוני בענפים לפני מיונם לאורכים השונים. הענפים המיועדים למיון במכונה מועברים על ידי העובד שמבצע את פעולת המיון הידני ואת שאר הערימות לוקח הפועל שעובד בתחנת האיגוד הידני. הבאת החומר מתבצעת או באופן עצמאי, כל עובד אחראי על הבאת חומר גלם לפיצול ומיון בעצמו. לעיתים אחד העובדים בתחנה זו משרת את שאר העובדים ומביא את חומר הגלם לתחנה; (2) תחנת אגידה ידנית - משמשת לקשירת 10 ענפים לאגד אחד באופן ידני. בתחנה זו עובדים בין 1 ל-2 עובדים. הקשירה נעשית ע"י מכונת הקשירה. את הענפים, לצורך איגודם, לוקח העובד שעובד בתחנה זו משאר העובדים בתחנות המיון לפי הגדלים שמוינו על ידם. כאשר העובד סיים לאגד כמות מסוימת של ענפים, העובד מכניס את הזרים שאגד לתוך דליים. העבודה בעמדה זו מתבצעת בעמידה; (3) מכונת מיון אורך ואגידה - ניתן לחלק את המכונה לשתי עמדות, עמדת הזנת המכונה, המתבצעת בעמידה על הגבהה, ועמדת איגוד הענפים שמיינה המכונה, המתבצעת בעמידה. המכונה מקבלת ענפים בגדלים של 30-45 ס"מ המוזנים למכונה, תפקיד המכונה הינו מיון של הענפים לפי האורכים השונים. המיון מתבצע באמצעות חיישנים אופטיים לסיווג הענפים על פי אורכם. עמדת ההזנה ועמדת האגידה יכולות להכיל כל אחת עד 2 עובדים. הענפים נופלים בקבוצות של עשרה על גבי המסוע המתאים שמתקדם עם הגעה של 10 ענפים נוספים. במערכת מותקנים חיישנים ובקר לספירת 10 ענפים הנופלים על כל מסוע. לאחר ספירת 10 ענפים על מסוע מסוים הסרט במסוע מתקדם בכדי לאפשר איסוף של עשרת הענפים ופינוי מקום ריק במסוע.



איור 5 : תיאור סכימטי של בית האריזה במשק ב'.

3.3 חקר עבודה

3.3.1 ספארי סנסט

עיקר העבודה בבתי האריזה מתבצעת בשתי תחנות עיקריות: תחנת מיון הענפים ותחנת האגידה. בנוסף לאלמנטים מרכזיים אלו ישנן פעולות שירות אחרות המתבצעות על פי צורך.

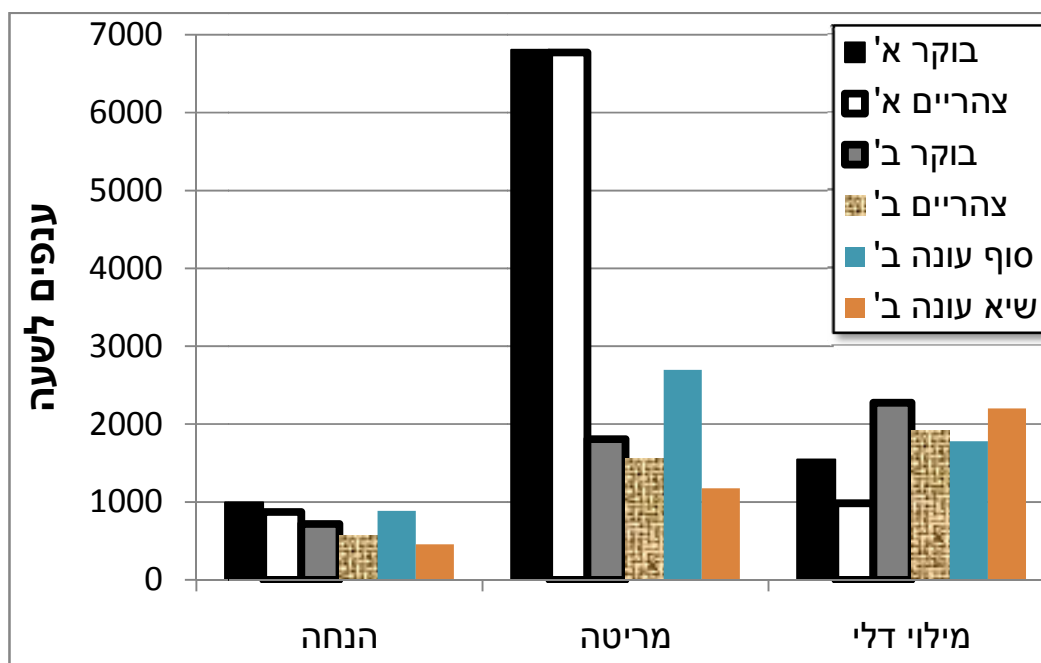
קיימת בעייתיות בחלוקת האלמנטים לתחנות. בעייתיות זו נובעת מכך שהעובדים בתחנות השונות עוסקים במגוון פעילויות שונות ומחליפים/עוזרים בתחנות השונות. במשק א' הבעיה משמעותית יותר מכיוון שישנם מספר עובדים אשר תפקידם לעזור בתחנות כלומר, מבצעים את רוב עבודות השירות ובנוסף, מבצעים עבודות שונות בכל אחת מהתחנות. לדוגמא, עובד מורט ענפים במכונת המריטה וכאשר המכונה מתפנה הוא מסדר תחנות שונות, מביא דליים לתחנת המיון, עוזר בתחנת האיכות ועוד.

האלמנטים בתחנות העבודה השונות חולקו לשתי קבוצות. הקבוצה הראשונה מכילה פעולות לא יצרניות אשר מאופיינות בתדירות נמוכה, חוסר מחזוריות ואינן מוסיפות ערך באופן ישיר לתהליך העבודה. הקבוצה השנייה מכילה פעולות יצרניות כגון מיון, הנחה ומריטה, מתוך פעולות אלו חושבה התפלגות הפעולות הקשורות לבדיקת איכות בכדי לאמוד את יחסם של העובדים לבדיקת האיכות, ההנחה היא שככל שאחוז פעולות בדיקת האיכות יהיה גדול יותר מתוך כלל הפעולות היצרניות כך רמת האיכות תהיה גבוהה יותר. על פי ניתוח התוצאות נמצא כי במשק ב' מקפידים פחות על נושא האיכות במיוחד בסוף העונה. חלוקת יחס זמני האלמנטים השונים מסך זמן העבודה בתחנת המיון היתה דומה בשני המשקים. פעולת לקיחת 10 ענפים צרכה 66% מהזמן העבודה במשק א' ו- 65% במשק ב'. פעולת הנחת עשיריה על מסוע מכונת האגידה צרכה 12% מזמן העבודה במשק א' ו- 14% במשק ב'. בתחנת ביצוע בדיקת האיכות במשק א' 60% מזמן העבודה מושקע בבדיקת האגד, 13% בקשירה בגומייה, 8% הנחה בדלי ו- 11% עבודות שירות שונות. במשק ב' הפועל בתחנת האיכות מבצע מריטה ב- 19% מזמן העבודה, קשירת עשיריה 7% מזמן העבודה, קשירה בגומייה 11% מהזמן, הנחה על השולחן 11% מהזמן, עבודות שירות 24% והנחה בדלי 9%.

ניתוח המדידות הישירות נעשה בכדי למצוא זמני תקן עבור האלמנטים המרכזיים, התפוקות ובחינת ההבדלים בין המשקים, החודשים, העובדים השונים וההבדלים בין שעות היום (לפני ארוחת צהריים ולאחריה) באמצעות מבחנים סטטיסטיים.

התוצאות הראו כי קיים הבדל בין חודשי שיא העונה לבין סיומה במשק ב'. חוץ מאלמנט אחד (אגידה) כל שאר זמני האלמנטים היו מהירים יותר בסיום העונה בצורה מובהקת. אנו משערים כי הסיבה לכך הינה הירידה בהקפדה על האיכות בסיום העונה. בעונה הראשונה ברב האלמנטים היה הבדל מובהק בין הפועלים ובין זמני עבודתם כאשר בבוקר קצב העבודה גבוה יותר. בכל התחנות מלבד אלמנט 'הכנסה לדלי', קצב העבודה משק א' היה גבוה יותר מאשר במשק ב' (מלבד תחנת האגידה שם קצב העבודה במשק ב' היה מהיר יותר עקב חוסר הקפדה על בדיקת האיכות). בסוף העונה לא נמצא הבדל בין זמני העבודה בבוקר לזמני העבודה בצהריים, ככל הנראה עקב ירידה ברמת האיכות ולכן העובדים התעייפו פחות במהלך יום העבודה (לא היה צורך ברמת ריכוז גבוהה).

תוצאות המבחנים הביאו למסקנה כי יש צורך להבדיל בין המשקים, החודשים (במשק ב' בלבד) ובין שעות יום העבודה בשיא העונה. באיור 6 מובאות התפוקות הממוצעות למשקים בתנאים שונים.



איור 6 : התפוקות הממוצעות למשקים בתנאים שונים.

התפוקה הממוצעת באלמנט ההנחה במשק א' גבוהה בכ- 47% מבמשק ב', ופי 4 באלמנט מריטה, חלק מההבדל טמון בכך שמשק א' מורט בכל פעם כמות ענפים הגדולה פי 2.5 בממוצע מאשר משק ב' ובמשק א' מוקצה עובד ייעודי למשימה זו. קצב מילוי הדליים במשק ב' גבוה יותר מזה שבמשק א' בשל הקפדה נמוכה יותר על איכות העבודה. בשני המשקים התפוקה לפני הפסקת הצהריים היתה גבוהה יותר מאשר לאחר הפסקת הצהריים בכל האלמנטים. במשק ב' זמן הטיפול בענף בשיא העונה הינו כ- 10 שניות וארוך בכ- 60% מאשר בסוף העונה. מתוך זמן הטיפול בענף הזמן המוקדש לפעוועות איכות אינו משתנה במהלך העונה ועומד על כ- 2.5 שניות לענף בממוצע. במשק א' זמן הטיפול בענף לפני הפסקת הצהריים הינו כ- 5.9 שניות והוא קצר בכ- 30% מאשר זמן הטיפול בענף לאחר הפסקת הצהריים. מתוך סך זמן הטיפול בענף כ- 45%-55% מושקעים בפעולות איכות.

3.3.2 פיטוספורום

המדידות בוצעו בתנאים ומועדים שונים בתחנות העבודה כדי לבחון את ההבדלים ולתאר את המצב הקיים בצורה המדויקת ביותר. במקביל למדידות העבודה בוצעה מדידת דופק של הפועלים וכן נאספו נתונים מטאורולוגיים בזמן ביצוע המדידות בסביבת העבודה.

טבלה 2 מציגה את האלמנטים היצרניים המובילים הקובעים את תפוקת העובד והתחנה בכל אחת מהתחנות ושלבי הייצור בקטיף בשדה ובבית האריזה. באמצעות הנתונים שנאספו בשלב חקר העבודה ועל פי אלמנטי העבודה המובילים בתחנות העבודה חושבה תפוקת העובד בכל דקת עבודה והשוותה עם נתוני עומסי העבודה והתנאים הסביבתיים שנאספו באותו הזמן וסונכרנו. פירוט מדידות חקר העבודה מובאות בפירוט בדוחות הקודמים.

טבלה 2 : רשימת האלמנטים היצרניים הקובעים את התפוקה בתחנות השונות.

תחנה	אלמנט הקובע תפוקה
קטיף	חיתוך הענפים - cut
מיון ידני	הוצאת ענף חדש מהערימה - new branch
איגוד ידני	קשירת החמישיות - tie
איגוד מכונה	לקיחת עשירייה מהמסוע - 10 pack
השמה למכונה	השמת הענפים בתאי המכונה - separate

3.4 תיכון ושיפור תחנות עבודה

3.4.1 ספארי סנסט

תחנת מיון:

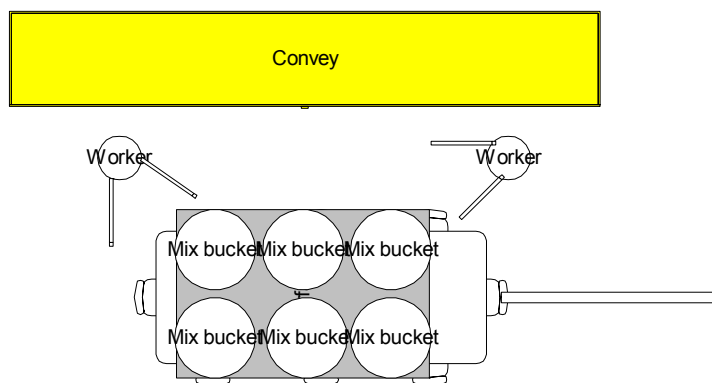
השלבים העיקריים במצב הקיים (איור 7: 1) עובד פנוי מביא שישה דליים על משטח בעזרת מלגזה ידנית; (2) עובדי המיון פורקים אותם ומביאים את הדלי ליד המסוע; (3) תחילת עבודת המיון.



איור 7: שלבים עיקריים במצב הקיים בתחנת המיון.

בעיות קיימות בתחנת העבודה: (1) הדליים מונחים על הרצפה בגובה אחיד, במקרים רבים העובדים רוכנים כלפי הדלי לצורך הוצאת ענף, אין התאמה אישית לגובה. פעולה זו מבוצעת אלפי פעמים ביום. קיים סיכון לבעיות גב. עלולה להיגרם ירידה משמעותית בתפוקה ואף השבתה מלאה של העובד; (2) שלב הורדת הדליים מהמלגזה הידנית מיותר גוזל זמן וגורר אחריו מכשולים כגון דליים זרוקים ומשטחים ריקים הפזורים בשטח בית האריזה. הפעולה הפיזית בפריקת דליים בעלי משקל גדול עלולה ליצור פגיעות גופניות.

שיפור תחנת המיון: עובד פנוי מביא שישה דליים מלאים בענפים לא ממוינים על משטח בעזרת מלגזה ידנית. הוא מקרב אותה כלפי המסוע במרחק המתאים לשני עובדי מיון שיעבדו יחד על משטח זה (איור 8). במידה וניתן המשטח יישאר על המלגזה הידנית כל משך המיון, לכן ניתן להגביה או להנמיך את הדליים בהתאם לצורך. העובדים יוכלו לנוע ממיקומם מידי פעם ולאפשר גיוון במהלך יום העבודה כאשר הם מביאים מלגזה עם דליים לא ממוינים מהמקרר. אין צורך בפריקת הדליים הלא ממוינים מהמלגזה לכן יש חיסכון בזמן. המלגזה הידנית מתכווננת בגובה ובעלת גלגלים, מכאן שיש אפשרות להתאמה אישית לכל עובד כך שהוא יבצע את עבודתו בצורה הנוחה ביותר תוך שהוא נמנע מכיפוף מיותר של גבו, בריאותו תישמר ותפוקתו תעלה. לא יהיו דליים ומשטחים זרוקים אשר יחסמו את הדרך, תתאפשר תנועה נוחה במעברים אשר תשפר את השינוע.



איור 8: סכימה של תחנת מיון משופרת.

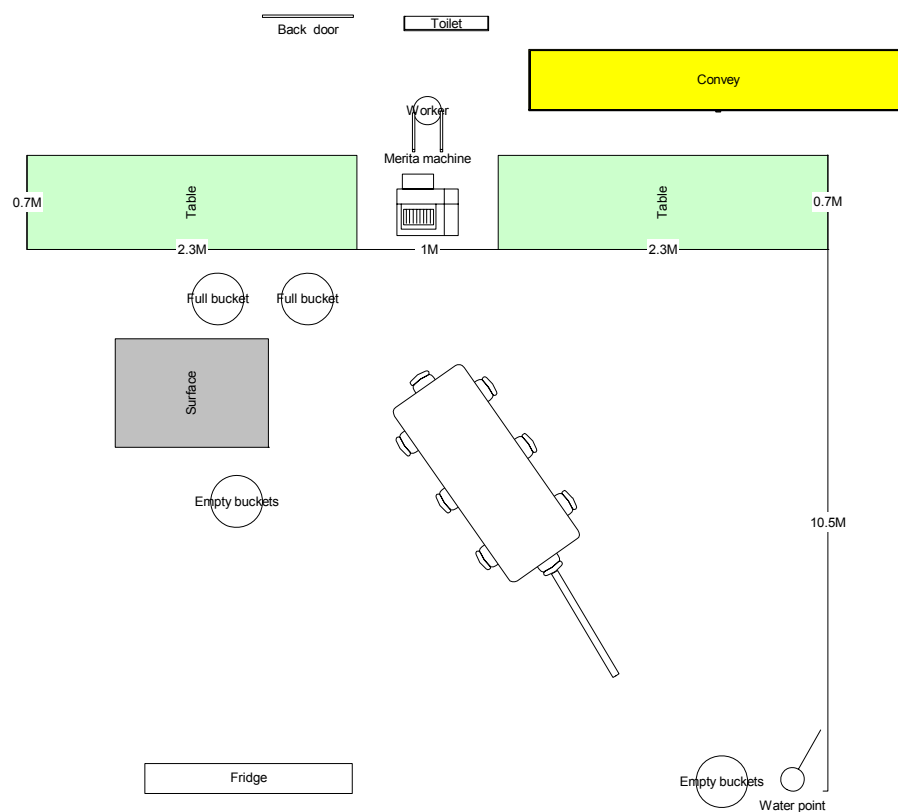
תחנת איכות:

השלבים העיקריים במצב קיים (איור 9): 1) אגדים של 10 ענפים מונחים על שולחנו של עובד האיכות בידי עובד כללי; 2) עובד האיכות לוקח את הענפים בשולחן מימינו, מבצע מריטה במכונה ומניח על השולחן משמאלו; 3) מבצע בדיקת איכות ואוגד 50 ענפים; 4) כשמגיע ל- 300 ענפים, ניגש למלא את הדלי במים בנקודת מילוי מים הנמצאת כ- 11 מטר ממיקום שולחן העבודה, חוזר עם הדלי לשולחן העבודה, מניח הענפים בדלי ומניח את הדלי על הרצפה.

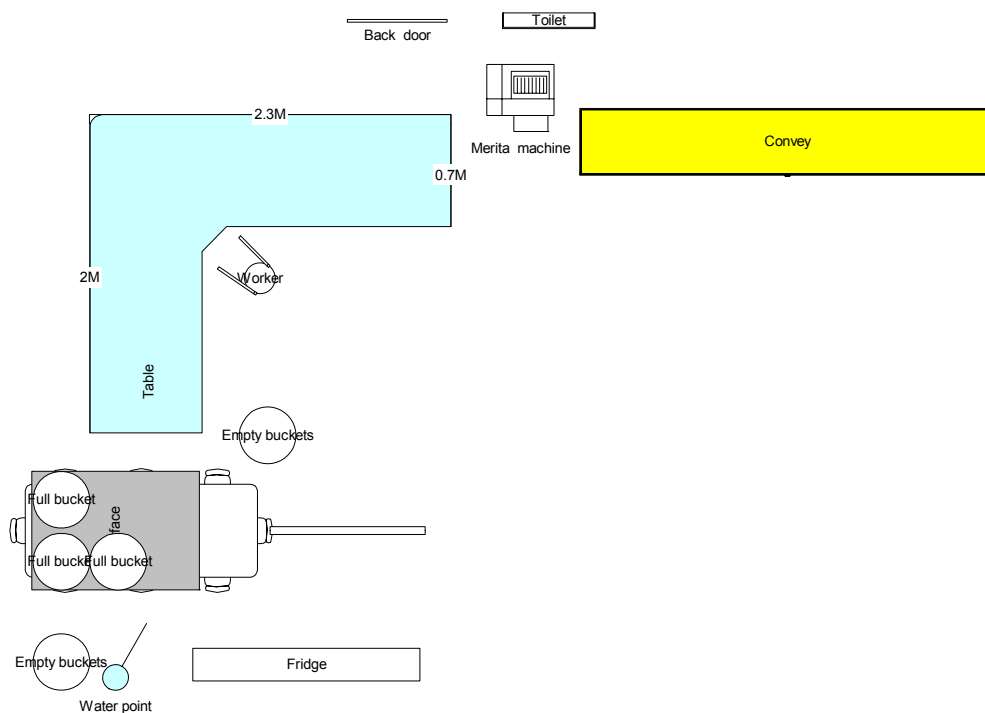
הבעיות הקיימות בתחנת העבודה: 1) נקודת המים ממוקמת בקצהו השני של החדר. על העובד לחצות את כל החדר כשעליו למלא דלי במים. 2) השולחן בגובה של 0.8 מ' אינו מתאים לכל עובד ואינו מוטה מספיק, העובד מתכופף פעמים רבות ואינו שומר על יציבה נכונה. 3) השולחנות אינם ממוקמים בהתאם לתהליך זרימת החומר ויוצרים חוסר בנוחות עבודה ועיקובים מיותרים. 4) את הדליים המלאים העובד מניח על הרצפה. עליו להתכופף עם משקל גדול. כאשר ישנם שישה דליים מלאים הוא עוצר עבודתו ומעמיס את ששת הדליים למשטח. זוהי פעולה מיותרת העלולה לפגוע בבריאותו של העובד. 5) כאשר עובד האיכות צריך להעביר דליים למקרר עליו לעקוף את השולחנות אשר חוסמים את הגישה למקרר.

שיפור תחנת האיכות (איור 10): יש להחליף את שני השולחנות לשולחן אחד מעוקל הממשיך את תהליך הזרימה של החומר בכך שהוא יהיה ממוקם מיד לאחר קצה מסוע האגידה וליד המקרר. יש להעביר את נקודת המים ביחד עם הדליים הריקים ליד המקרר שנמצא בקרבת שולחנות העבודה, כך יוכל העובד למלא מים בדלי חדש מיד אחרי הבאת משטח הדליים הממוינים למקרר כחלק מרצף העבודה. רגלי השולחן צריכות להיות רגליים מתכווננות בשני ממדים וניתנות לנעילה כך שהעובד יוכל לבצע התאמה אישית. בקצוות רגלי השולחן יהיה גומי מונע החלקה. את הדליים המלאים יניח העובד על משטח מוכן המונח על מלגזה ידנית, כאשר המשטח יתמלא, יעבירו העובד בעזרת

מלגזה ידנית למקרר. על עובד האיכות לחגור חגורה עם נרתיק למזמרה. מכיוון שהתיכון המוצע שומר על רצף זרימת החומר ניתן להוריד את העובד הכללי או אחוזים מזמנו.



איור 9 : סכימה של תחנת האיכות הקיימת

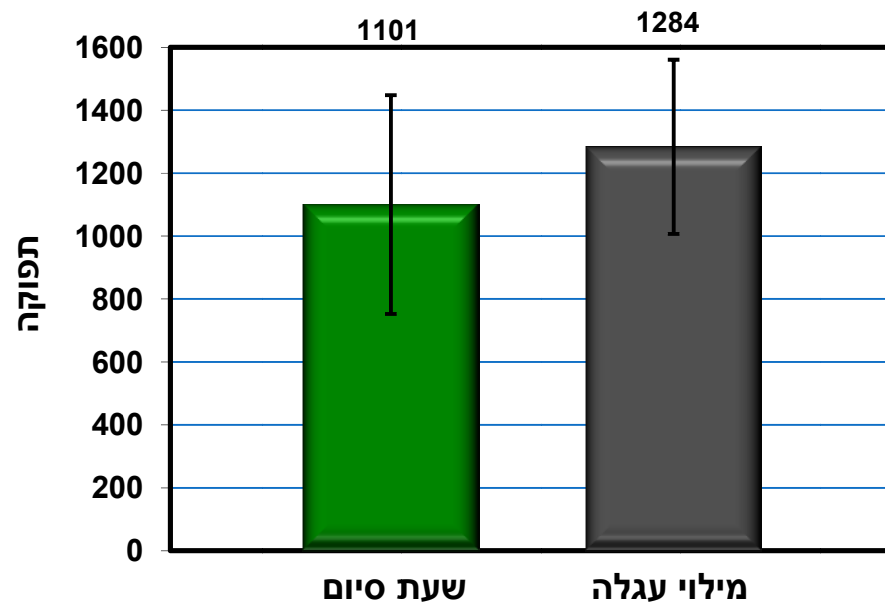


איור 10 : סכימה של תחנת איכות משופרת

3.4.2 פיטוספורום

מדיניות מילוי עגלה בשלב הקטיף

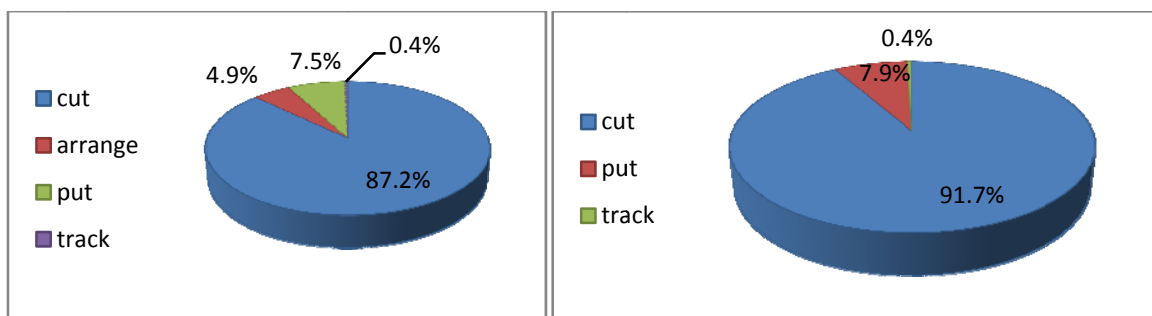
נבדקה השפעת אופן קביעת יעד לסיום של פעולות הקטיף בשתי מדיניות: על פי מילוי העגלה ("קבלנות") או קביעת שעת סיום. נמדדו 4 עובדים. כל עובד נמדד בשתי המדיניות; במדיניות הראשונה בוצע קטיף למשך חצי שעה בלבד אשר לאחריו העובדים עוברים לבית האריזה (ללא התחשבות בכמות שנאספה) ובמדיניות השנייה בוצע קטיף עד למילוי העגלה ורק לאחר מכן עוברים לבית האריזה. כל מדידה פורקה לשלוש מדידות על מנת להגדיל את כמות הדגימות לשם בדיקת ההשפעה, מבדיקה ראשונית נמצא כי כאשר סיום הקטיף נקבע על ידי מילוי העגלה ולא על ידי קביעת שעת סיום תפוקת העובדים גדלה ב- 16% (איור 11). מובהקות השפעה זו על התפוקה הינה גבולית ($\alpha < 0.1$).



איור 11: השפעת מדיניות מילוי עגלה בקטיף על תפוקת העובדים.

שיפור עבודת הקוטף

אלמנט 'סידור' בשלב הקטיף כולל סידור וקיצוץ הענפים אותם מחזיק בידו העובד לפני הנחתם על הקרקע. נמצא כי אלמנט זה אינו תורם להמשך העבודה ועל כן ניתן להשמיטו. השמטת אלמנט זה מביאה לגידול בתפוקתו של עובד הקטיף בכ- 5% (איור 12).

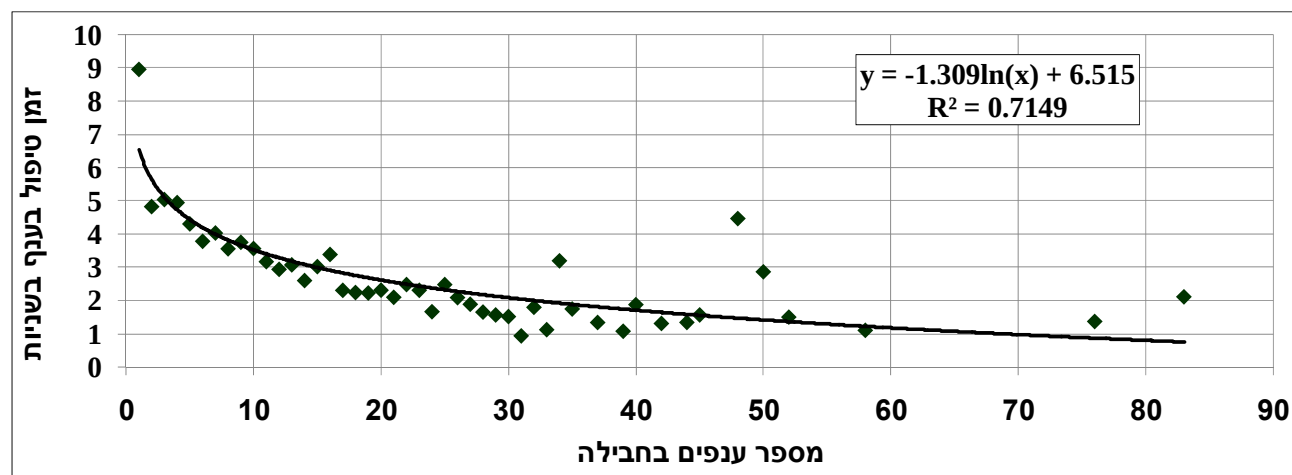


איור 12: התפלגות זמני האלמנטים השונים בקטיף במצב הקיים (שמאל), ובמשופר (ימין) ללא אלמנט סידור

(arrange).

גודל חבילה מונחת בשלב הקטיף

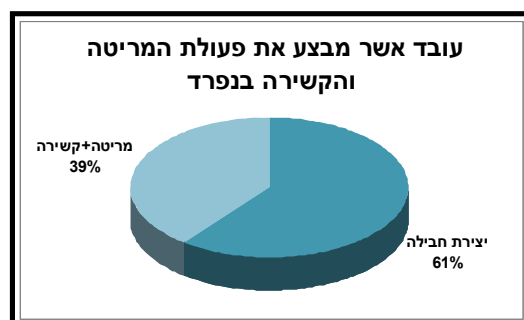
במהלך ביצוע מדידות העבודה בשלב הקטיף נותח הקשר בין גודל קבוצת הענפים (החבילה) המוחזקת ביד העובד לבין זמן הטיפול הנדרש לחבילה וזמן הטיפול הממוצע לענף בחבילה. זמני הטיפול משפיעים על תפוקת הקטיף. נמצא באופן מובהק ($\alpha < 0.1$) כי ככל שקבוצת הענפים בידו של העובד גדולה יותר זמן הטיפול הכולל לענף קטן יותר (איור 13).



איור 13: השפעת גודל קבוצת הענפים על הזמן הממוצע לטיפול בענף.

שיפור תחנת איגוד מכונה

הפועל בתחנת איגוד מכונה מרים מהמסוע אגדים לא קשורים, מורט את העלווה מחלקם התחתון של הענפים בעזרת מכונת המריטה וקושרם במכונת קשירה. ניבדקה שיטת עבודה משופרת שבה נילקחים מהמכונה בכל פעם מספר אגדים. האגדים נמרטים בזה אחר זה ולאחר מכן נקשרים. איור 14 מראה כי ביצוע האגידה בשיטה המשופרת מקטין ב- 6% את משך המריטה והקשירה יחסית לביצוע האגידה בשיטה הקיימת.



מריטה+קשירה
33%

יצירת חבילה
67%

איור 14: התפלגות זמני האלמנטים השונים בתחנת מיון מכונה במצב הקיים (שמאל), ובמשופר (ימין) כאשר עבודת המריטה והקשירה מתבצעות בו זמנית.

3.5 עומסי עבודה – ספארי סנסט

בבדיקה נמצא כי התנאים ואופייה של העבודה במשקים אינם קיצוניים אך משפיעים על יכולות העובד לבצע את עבודתו. כאשר העובד עוסק בעבודה מונוטונית מתונה (רמת קצב הלב נעה לרוב בין 90 ל 110 פעימות לדקה) בתנאי סביבה של רעש וקור רמת התפוקה שלו תלך ותקטן מהר יותר במהלך היום, היעילות שלו תרד, זמני אלמנטי העבודה שלו יעלו והיעייפות הגופנית והנפשית תעלה מצב שיתבטא בירידת קצב הלב הממוצע במהלך יום העבודה כאשר נקודה קריטית בהצטברות העייפות תהיה ארוחת הצהריים, לעובד יהיה קשה יותר לחזור ממצב מנוחה ועיכול

האוכל למצב שהיה לפני הארוחה (במיוחד אם מדובר על ארוחה "כבדה" הכוללת מרכיבים רבים של מזון). לכל עובד יכולת צריכת חמצן שונה ולכן סביר להניח כי יהיו הבדלים מובהקים ברמות קצבי הלב בין העובדים כאשר מושקע מאמץ דומה. הניתוחים הסטטיסטיים שבוצעו על נתוני המדידות "ניקו" את 5 דקות המדידה הראשונות וזאת כדי להפחית את הרעש הנובע מזמן הסתגלות של העובד למכשיר וטעויות מדידה של המכשיר בתחילת המדידה.

בבחינת תפוקת העובדים במהלך היום נמצאו הבדלים מובהקים ($\alpha < 0.05$) במאמץ העבודה כאשר יש ירידה מתונה לאורך היום בתפוקת העובד. מאמץ העבודה היה גבוה לאחר הפסקת האוכל באופן משמעותי ביחס לזמן שלפני ההפסקה. ממצא זה תואם את התוצאות אשר התקבלו בשנת המחקר הקודמת בספארי סנסט.

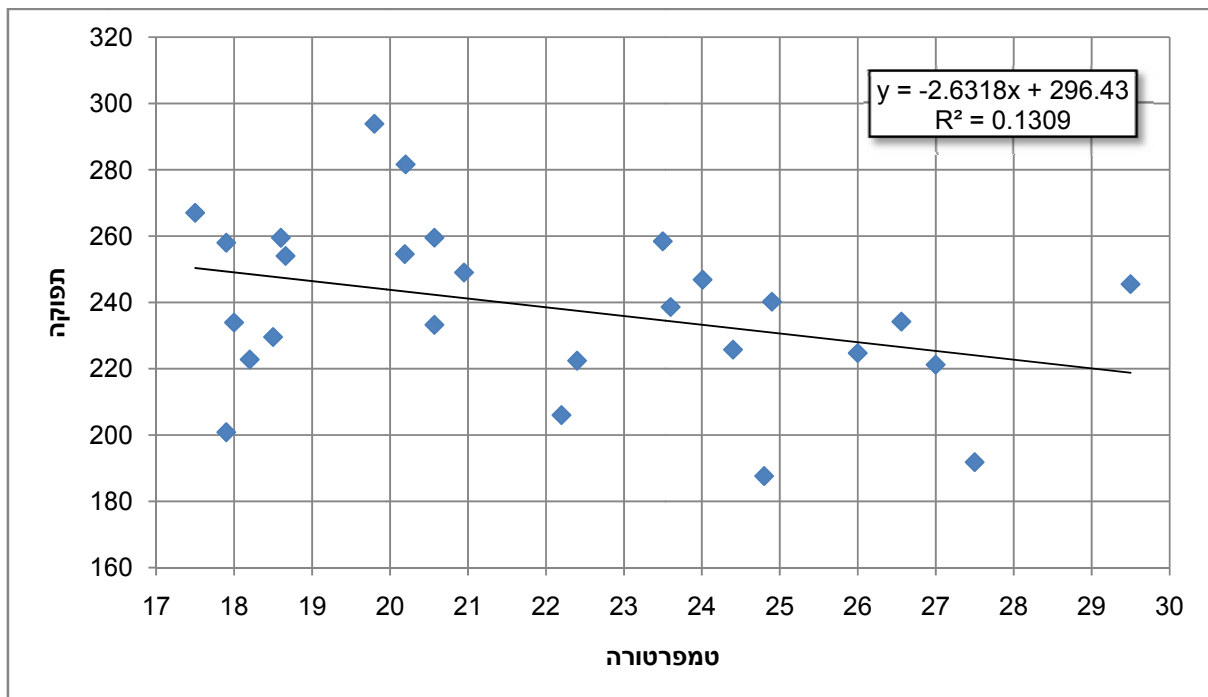
בהשוואה של דפקי העובדים במשימות השונות במשקים השונים נמצא כי קצב לב העובדים עולה במהלך יום העבודה באופן מובהק בכל התפקידים. כמו כן השוני בדופק העבודה של העובדים השונים הינו מובהק. בבחינת הממוצע הכולל של כל העובדים יחד לפי השעות השונות נמצא כי קיימת מגמה כללית של עלייה בקצב הלב אך בין השעות 10:00 ל 10:30 קצב הלב הממוצע יורד מ 92.65 ל 89.4 בעקבות הפסקת אוכל המתרחשת באחד המשקים בשעה זו, ובין השעות 12:00 ל 12:30 קצב הלב הממוצע יורד מ 101.7 ל 99.9, יתכן כי ירידה זו נובעת מהמנוחה בה נמצאים העובדים באופן יחסי זמן קצר לאחר ארוחת הצהריים. קצב השינוי גבוה ביותר במשך שעה וחצי מתום הפסקת הצהריים. למרות שמדובר בעבודה מונוטונית בקצב לב מתון, אובחנו תנודות הדומות בצורתן ובזמני התרחשותן בכל העובדים.

מדד נוסף שניבחנו הינו מספר השיאים בקצב לב העובד במהלך יום העבודה. הופעת מספר שיאים ("פיקים") עשויה לשפר את מידת העוררות הפיזית ואת הביצועים, כלומר ככל שלעובד יש יותר שיאים כך רמת העוררות שלו עשויה לעלות (ובתנאי שהאירוע הגורם לעלייה אינו מתיש את העובד), יכולת ההתמדה עולה ובכך נמנע העובד מהשחיקה הנפוצה בעבודות מונוטוניות. ברוב המקרים ה"פיקים" אינם חוצים את רמת 120 פעימות לדקה בשיאם לכן ניתן להניח כי רמת דופק כזו אינה גורמת לעייפות אלא היא מעוררת את העובדים במיוחד כאשר מדובר על תקופה קצרה של מספר דקות. לעובד המיון במשק א' נמצא שיא אחד בלבד בשעה 13:11 (הבאת דלי ופעילויות נוספות שונות). לעובד זה קצב לב אחיד ללא שינויים חדים. בניתוח השערות של השלב הראשון ראינו עלייה ברמת הדופק הממוצע בכל שעות עבודתו. לעובד האיכות במשק א' היו 19 שיאים בשלוש קבוצות זמן: 4 פיקים (באלמנטים: בדיקת איכות, גיזום, מילוי דלי), 9 פיקים (באלמנטים: מילוי דלי, בדיקת איכות ושירות) ו- 6 פיקים (באלמנטים: משחקים בזמן האוכל, סידור עמדה, מילוי דלי ובדיקת איכות). בניתוח שלב ראשון נצפתה מגמת עליית קצב הלב אצל עובד זה אך גם עלייה ברורה בזמנים לענף של עובד האיכות בשעות הצהריים. ייתכן שהכמות הגדולה של הפיקים פגעה ביכולתו של העובד והגבירה את העייפות לאורך הזמן. לעובד המיון במשק ב' היו 4 פיקים: הפיקים לא היו רצופים והתרחשו באלמנטים: הבאת דולב חדש ושירות. כאשר מתבוננים בגרף קצב הלב הממוצע של עובד זה מבחינים בשינוי מסוים במגמתיות ביחס לשאר העובדים משעה 11:30 ועד סוף היום קצב הלב הממוצע שלו יורד ברמה של עד 10 פעימות לדקה. הירידה אצל עובד זה בשעות האלו היא התלולה והמגמתית ביותר. לעובד האיכות במשק ב' היו 15 פיקים בארבע קבוצות זמן: 4 פיקים (באלמנטים: שירות ומילוי דלי), 2 פיקים (באלמנטים: שירות, מילוי דלי, הנחה על השולחן, ומריטה), 3 פיקים באותם אלמנטים ו- 6 פיקים (באלמנטים: שירות, מילוי דלי והנחה על השולחן). באופן דומה לעובד האיכות במשק א' גם בעובד האיכות במשק ב' רמת קצב הלב הממוצעת התאפיינה בעלייה מתונה במשך יום העבודה. בניתוח של התפוקות אנו רואים כי אין הבדל גדול בתפוקותיו של עובד זה במהלך שעות היום.

3.6 עומסי עבודה וניתוחים מיוחדים - פיטוספורום

3.6.1 השפעת האקלים על התפוקה

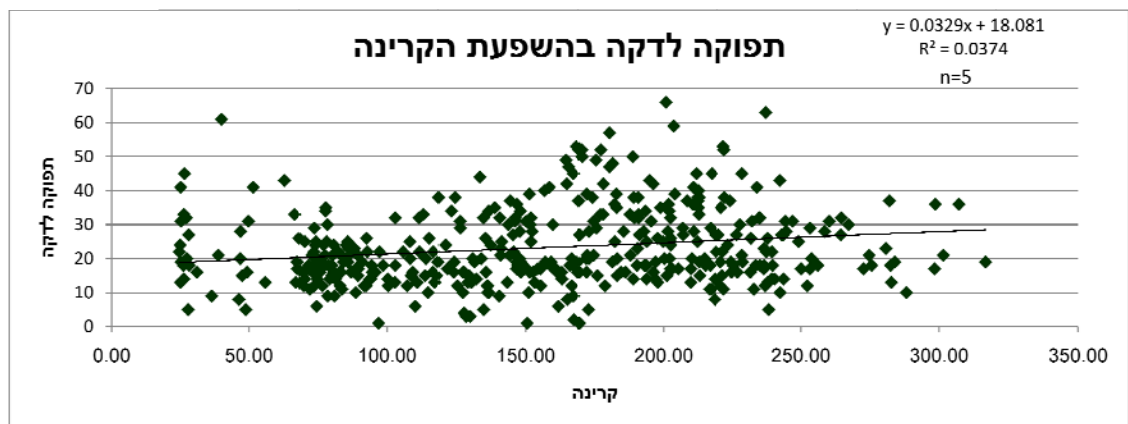
נבדקה השפעת הטמפרטורה על תפוקת העובד במגוון תחנות; תחנת מיון ידני, תחנת איגוד ידני, תחנת מיון מכונה, תחנת איגוד מכונה וקטיפה. בשלבים השונים נמדדו בין 8 ל- 14 עובדים. כל עובד נמדד בשני מועדים שונים לאורך היום. העובדים נמדדו בטמפרטורות שונות והתפוקה נמדדה על פי האלמנט המוביל בכל תחנה. טווחי הטמפרטורה בהם התבצעו המדידות הינם 17.7 עד 29.5 °C. ניתוח השפעת הטמפרטורה בלבד על תפוקת העובדים נמצא כי בתחנות מיון ידני ואיגוד ידני עם העלייה בטמפרטורה גם התפוקה עולה אך באופן לא מובהק ($\alpha > 0.05$). בתחנות מיון מכונה וקטיפה נמצא כי עם העלייה בטמפרטורה התפוקה יורדת, אך ההשפעה אינה מובהקת. בתחנת איגוד מכונה, 13.1% מהשינוי בתפוקה מוסבר על ידי הטמפרטורה ומובהקות השפעת הטמפרטורה על התפוקה הינה גבולית ($\alpha < 0.1$). על פי מדגם זה ככל שהטמפרטורה עולה התפוקה יורדת (איור 15) אך טווח השינוי יכול לנוע על פי ניתוח רווח בר סמך של 95% מהאוכלוסייה בין 0.16+ לבין 0.54- ענפים לכל מעלה.



איור 15: השפעת הטמפרטורה על התפוקה בתחנת איגוד מכונה.

אחוז הלחות היחסית בו התבצעו המדידות הוא 66 – 18. נמדדו 11 עובדים בעונות שונות כאשר תוצאות המדידה של אחד מהם הוצאו מהניתוח וזאת בשל הסיבה שהוא לא ייצג מצב אמיתי מאחר ודעתו הוסחה על ידי גורמים שאינם רלוונטיים למהלך הניסוי. ניתוח השפעת הלחות היחסית בלבד על תפוקת העובדים לא נמצאה השפעה מובהקת.

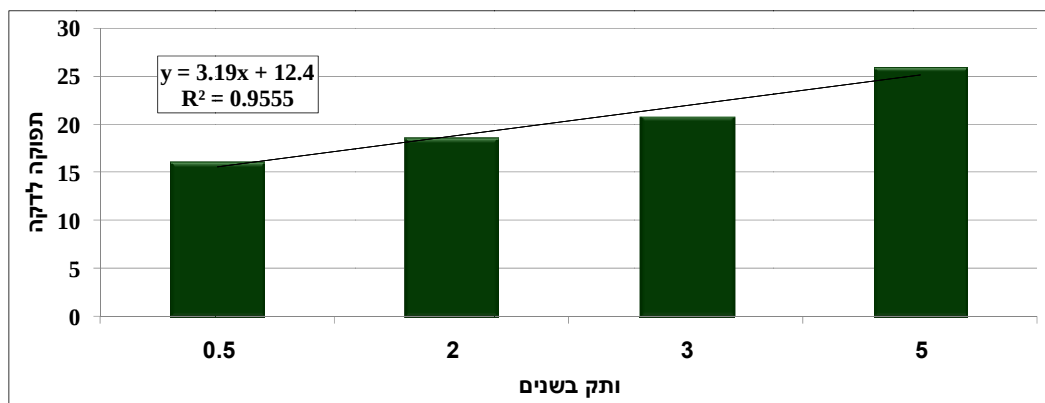
רמת הקרינה בה התבצעו המדידות הוא 30 – 350 W/m². נמדדו שישה עובדים כאשר תוצאות המדידה של אחד מהם הוצאו מהניתוח וזאת בשל הסיבה שהוא לא ייצג מצב אמיתי מאחר ודעתו הוסחה על ידי גורמים שאינם רלוונטיים למהלך הניסוי. נראה כי יש מובהקות לקשר חלש בין תפוקת העובד לקרינה (איור 16, $\alpha > 0.05$).



איור 16 : השפעת הקרינה על תפוקת העובד.

3.6.2 השפעת ותק העובד על תפוקתו

נמדדו שישה עובדים בעלי ותק הנע מחצי שנה לחמש שנות ניסיון : שני עובדים בעלי ותק של חצי שנה, עובד אחד בעל ותק של שנהיים, עובד אחד בעל ותק של שלוש שנים ושני עובדים בעלי ותק של חמש שנים. כל עובד נבדק במשך 120 דקות בניסוי זה בקטיף. נמצא כי קיימת השפעה מובהקת חיובית חזקה של ותק העובד על תפוקתו לדקה בביצוע עבודת הקטיף ($\alpha < 0.05$). איור 17 מציג את תפוקת העובדים לפי ותק. בניתוח של כל אלמנט עבודה בנפרד לא נראה קשר ברור בין הותק לבין משך ביצוע כל פעולה. אלמנט cut הינו היחיד בו נראה כי ככל שותק העובד עולה משך זמן האלמנט מתקצר. מאחר וזהו האלמנט החוזר על עצמו מספר רב של פעמים במהלך העבודה, השפעתו רבה על סך כל זמן העבודה. מכאן עולה שלמרות שאין קשר בין הותק לרוב האלמנטים בנפרד, עדיין קיים קשר מובהק בין הותק לסך כל התפוקה של כל עובד.



איור 17 : השפעת ותק העובד על תפוקתו בקטיף.

3.6.3 השפעת נוכחות אמצעי בקרה

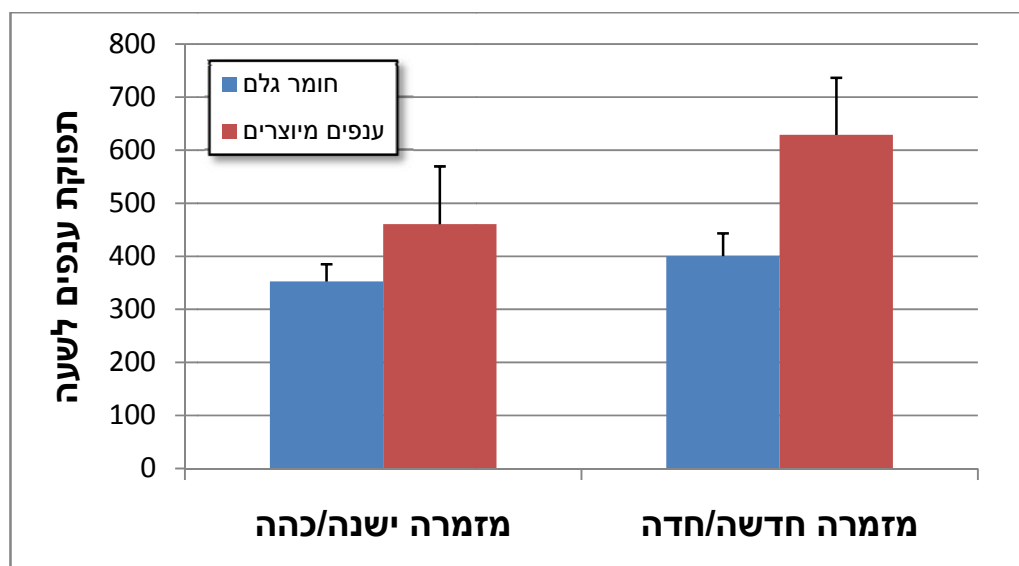
בוצע ניסוי על שני עובדים בבית האריזה כאשר כל עובד נמדד פעמיים, פעם בנוכחות מצלמת וידאו גלויה ופעם בנוכחות מצלמת וידאו נסתרת שהעובד אינו מודע לקיומה. בשני המקרים מצלמות הוידאו צילמו את עמדת העבודה. התוצאות הראו כי תפוקת שני הפועלים עלתה ב- 21% ו- 28% בנוכחות מצלמה גלויה אשר היו מודעים לקיומה.

3.6.4 השפעת הטמפרטורה על הדופק

לא נמצא קשר מובהק בין הטמפרטורה לדופק העובד בעבודה. מאחר וזו עבודה פיזית ולא מאומצת וטווח הטמפרטורות אינו קיצוני.

3.6.5 מזמרות

נבדקה ההשפעה של טיב המזמרה על דופק ותפוקת העובד בתחנת מיון ידני. נמדדו 5 עובדים שונים אשר במהלך מדידתם הוחלפה המזמרה הישנה אשר איתה עבדו למזמרה חדשה. מדידה זו נערכה פעמיים עבור כל עובד. נמצא באופן מובהק ($\alpha < 0.05$) כי השימוש במזמרה חדשה/חדה משפרת את תפוקת/ספיקת חומר הגלם (ענפים לא מעובדים) של העובד ב-13.5% (איור 18). באמצעות סרטונים אשר צולמו במהלך המדידות שאפשרו ירידה לאלמנטי העבודה הקצרים ביותר ברזולוציה גבוהה, חושבה כמות החיתוכים לענף אשר מבצע העובד. נמצא כי בממוצע כמות החיתוכים לענף בודד במזמרה חדשה גדולה ב-23.4% מאשר במזמרה ישנה. סוג המזמרה משפיע על מדיניות פיצול הענפים הלא מעובדים דהיינו השימוש במזמרה חדשה/חדה גרם לכך שמאותה כמות חומר גלם יוצרו יותר ענפים למכירה. בצירוף שתי התוצאות הנ"ל מתקבל כי בממוצע כמות הענפים המיוצרים למכירה במזמרה חדשה גדולה ב-36.5% ממזמרה ישנה וקיימת השפעה מובהקת חזקה בין כמות הענפים המיוצרים למכירה לבין תפוקת העובד. נבדקה השפעת טיב המזמרה על מידת המאמץ שמשקיע העובד (דופק) ונמצא באופן מובהק כי כאשר נעשה שימוש במזמרה חדשה קיימת עלייה של הדופק בכ-5.6% מ-85 ל-91.



איור 18 : תפוקת ענפים לשעה של חומר גלם וענפים מיוצרים עבור סוגי מזמרות שונות.

3.6.6 תקופות במהלך יום העבודה

בבחינת תפוקת העובדים במהלך היום בשתי תקופות (בוקר ואחר צהרים) ההבדלים בתפוקות בתחנות השונות היו קטנים, לא מובהקים וללא מגמה אחידה, אך בתחנת המיון הידני השימוש במזמרה ישנה/כהה משפיע על תפוקת העובד במשך היום. נמצא כי תפוקת העובד בבוקר (386.6 ענפים לשעה) היתה גבוהה ב-8.5% מאשר תפוקת העובד אחר הצהרים (356.1 ענפים לשעה). שימוש במזמרה חדשה/חדה לא יצר השפעה דומה. יתכן כי הסיבה לכך נובעת מכך שמזמרה חדשה/חדה פחות מעייפת ממזמרה ישנה/כהה.

3.6.7 רגרסיה לינארית רבת משתנים

לאחר שנמצא כי גורם יחיד אינו משפיע על תפוקת העובד, פותח מודל לחיזוי ההשפעה של שילוב מספר גורמים סביבתיים, עומסי עבודה וזמן העבודה על תפוקת העובד בתחנות העבודה השונות. המודל מבוסס על שיטת רגרסיה

לינארית רבת משתנים. המודל מאפשר לבדוק אילו מן המשתנים אכן משפיעים באופן מובהק על התפוקה ולייחס להם חשיבות במסקנות לצורך ייעול תהליך העבודה. המודל הינו מהצורה הבאה:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i}$$

כאשר Y הינה התפוקה הממוצעת, X_1 – זמן העבודה מתחילת היום או לאחר הפסקה, X_2 – דופק, X_3 – טמפרטורת סביבת העבודה, X_4 – לחות יחסית בסביבת העבודה, X_5 – קרינה בסביבת העבודה.

נבנה בסיס נתונים הכולל עבור כל יום מדידה את הנתונים השונים שנימדדו. ניתוח ופיתוח המודל והמשתנים הבילתי תלויים בוצע בתכנת SPSS בשיטת stepwise. בשל השונות הרבה בין העובדים השונים והשפעת הגורמים הסביבתיים, עומסי העבודה וזמן העבודה המודל נבנה לכל עובד בנפרד. המודל פותח עבור חמישה עובדים בשלב הקטיפי מאחר והשפעת הגורמים הסביבתיים רבה יותר וטווחי הערכים גבוהים יותר.

הממצאים מראים כי אחד הגורמים המשפיעים באופן מובהק על תפוקת כל העובדים בקטיפי היה הדופק. בנוסף, אצל שלושה עובדים גורם משפיע נוסף על התפוקה בצורה מובהקת היה הלחות היחסית ואצל שני עובדים אחרים היה הטמפרטורה. הקרינה וזמן מתחילת העבודה לא השפיעו באופן מובהק על תפוקת העובדים.

בניתוח שבו סווגו המדידות לשני תחומי טמפרטורות: טמפרטורות גבוהות (בתחום שבין 26.7 - 33.2 °C) וטמפרטורות נמוכות (בתחום שבין 12.9 - 25.56 °C) נמצא כי הגורמים המשפיעים באופן מובהק על תפוקת העובד הינם הטמפרטורה והלחות היחסית.

4 סיכום ומסקנות

העבודה בוצעה בארבעה משקים במהלך 3 עונות גידול: שני משקים ברמת הגולן ושני משקים בשרון. בוצע חקר שיטות וחקר עבודה של תהליכי הקטיפי, המיון והאגידה בפיטוספורום ובספארי סנסט ונערכו מדידות עומסי עבודה פיסיוולוגיים של עובדים בשלבים הללו ומדידות של הנתונים הסביבתיים במהלך העבודה. בתהליכי העבודה השונים נמצאו מספר תהליכים לא יעילים. עבור השלבים המרכזיים בוצעו כ- 150,000 מדידות ידניות. המדידות בוצעו במהלך כל העונה בכדי ניתן יהיה לעמוד על ההבדלים במידה וקיימים הנובעים משינוי בתנאים הסביבתיים והגידול. פותחה מערכת מדידה חדשנית לאיסוף מידע משולב ומסונכרן בזמן, של נתוני חקר עבודה, עומסי עבודה ונתוני הסביבה בתהליכי עבודה חקלאיים. באמצעות מערכת זו ניתן לזהות ולאפיין את עומסי העבודה והתכונות של אלמנטי עבודה מסוימים בתהליך.

עיקר העבודה בבתי אריזה לספארי סנסט מתבצעת בשתי תחנות עיקריות: תחנת מיון הענפים ותחנת האגידה. בוצעו שיפורים בתחנת המיון ותחנת האיכות אשר משפרים את זרימת החומר בתהליך ומעלים את נצילות העובדים ותפוקת עבודתם. נמצא כי ביצוע יעיל של שלב המריטה מגדיל את תפוקת העובד עד פי 4.

בשלב הקטיפי בפיטוספורום נמצא כי כאשר סיום הקטיפי נקבע כגמר מילוי העגלה ("קבלנות") ולא על ידי קביעת שעת סיום, תפוקת העובדים גדלה ב- 16%. בנוסף, נמצא כי אלמנט עבודה מסוג "סידור" אשר מהווה חלק ממחזור העבודה של הקוטפים, אינו תורם להמשך העבודה או לשיפור החומר ועל כן ניתן להשמיטו. השמטת אלמנט זה מביאה לגידול בתפוקתו של עובד הקטיפי בכ- 5%. נותח הקשר בין גודל חבילת הענפים המוחזקת ביד העובד לבין זמן הטיפול הממוצע הנדרש לענף בחבילה ונמצא כי ככל שקבוצת הענפים בידו של העובד גדולה יותר זמן הטיפול הכולל לענף קטן יותר. בבית האריזה בוצע שיפור בתחנת איגוד מכונה באופן מריטת וקשירת האגדים הממוינים אשר קיצר את משך הפעולות הללו ב- 6% יחסית לשיטה הקיימת הנהוגה.

בניתוח עומסי העבודה והתנאים הסביבתיים נמצאו הבדלים מובהקים במאמץ העבודה כאשר יש ירידה מתונה לאורך היום בתפוקת העובד. מאמץ העבודה היה גבוה לאחר הפסקת האוכל ביחס לזמן שלפני ההפסקה. נמצא כי קצב לב העובדים גדל לאורך כל שעות העבודה והתפוקה הממוצעת לעובד לאחר הפסקת צהריים ארוכה נמוכה מאשר לפני.

בפיטוספורם בניתוח השפעת הטמפרטורה בלבד על תפוקת העובדים נמצא כי בתחנות מיון ידני ואיגוד ידני עם העלייה בטמפרטורה גם התפוקה עולה אך באופן לא מובהק. בתחנות מיון מכונה וקטיף נמצא כי עם העלייה בטמפרטורה התפוקה יורדת, אך ההשפעה אינה מובהקת. בתחנת איגוד מכונה, 13% מהשינוי בתפוקה מושפע באופן מובהק גבולי ופרופורציונאלי הפוך על ידי הטמפרטורה. נראה כי יש מובהקות לקשר חלש בין תפוקת העובד לקרינה וכי קיימת השפעה מובהקת חיובית חזקה של ותק העובד על תפוקתו בביצוע עבודת הקטיף.

נבדקה ההשפעה של טיב המזמרה על תפוקת העובד בתחנת מיון ידני. נמצא באופן מובהק כי השימוש במזמרה חדשה/חדה משפרת את תפוקת העובד וספיקת חומר הגלם ב-13.5%. סוג המזמרה משפיע על מדיניות פיצול הענפים הלא מעובדים. השימוש במזמרה חדשה/חדה מגדיל את תפוקת הענפים המעובדים של העובד ב-36.5% בהשוואה למזמרה ישנה/כהה. בבחינת תפוקת העובדים במהלך היום בשתי תקופות (בוקר ואחר צהריים) בשימוש במזמרה ישנה/כהה בתחנת המיון הידני נמצא כי תפוקת העובד בבוקר היתה גבוהה ב-8.5% מאשר תפוקת העובד אחר הצהריים.

פותחו מודלים לחיזוי ההשפעה של שילוב מספר גורמים סביבתיים, עומסי עבודה וזמן העבודה על תפוקת העובד בתחנות העבודה השונות. המודל מבוסס על שיטת רגרסיה לינארית רבת משתנים. הממצאים מראים כי אחד הגורמים המשפיעים באופן מובהק על תפוקת כל העובדים בקטיף היה הדופק. בנוסף, אצל שלושה עובדים גורם משפיע נוסף על התפוקה בצורה מובהקת היה הלחות היחסית ואצל שני עובדים אחרים היה הטמפרטורה. בוצע ניסוי ראשוני על השפעת נוכחות מצלמת וידאו גלויה על תפוקת העובד. התוצאות הראו כי תפוקת העובדים עלתה בממוצע ב-24% בנוכחות מצלמה גלויה אשר היו מודעים לקיומה. בניסוי מקיף שייערך תיבדק תופעה זו והשפעתה על העובדים באופן מקיף יותר.

באופן כללי המאמץ בסוגי עבודה אלו אינו גבוה יחסית, דבר שמדגיש את החשיבות בבחינת תהליכי העבודה והאמצעים עמם עובדים הפועלים כגורמים מרכזיים המשפיעים על התפוקה ולאו דווקא העומס הפיזי.

5 תודות

ברצוננו להודות לניר קוזמינסקי, יעל הלר, אפרת סילבס, מיכל דוידסון, מיטל נוני, עופר זמיר, יפעת אריאלי וגדי מגריל על חלקם באיסוף וניתוח הנתונים.

6 מקורות

1. גלברזון ש. 2000. ניהול התיפעול ושיפור ביצועים. ת"א, צריקובר.
2. לשכת מדען ראשי, פרופיל ענף פרחים, אתר מדען ראשי באינטרנט, 2005.
3. מגריל ג. ואריאלי י. 2007. איפיון, שיפור תחנות עבודה ומדידות עומסי עבודה בבתי אריזה לספארי סנסט. דוח פרויקט מסכם, אוניברסיטת בן-גוריון שבנגב.
4. Barnes, R. M., Motion and time study design and measurement of work. Wiley. 1980.
5. Bechar, A., D.Dayan, S.Schmilowotch, Y.Moskovitch and Y.Edan (2005) A pocket-pc-based platform for agricultural work study measurements. 35th International Conference on Computers & Industrial Engineering.
6. Borg, G.A. 1970. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Journal of Rehabilitation Medicine 2: 92-98.

7. Earle–Richardson G., S. Fulmer, P. Jenkins, C. Mason, C. Bresee and J. May. 2003. Ergonomic analysis of New York apple harvest work using a posture activities tools handling (PATH) work sampling approach. *Journal of Agricultural Safety and Health* 10(3):163–176.
8. Freivalds, A., Konz, S., Yurtec, A. and Goldberg, J. 2000. Methods, work measurement and work design: are we satisfying customer needs? *Int. J. of Industrial Engineering*. 7(2), 108-114.
9. Lundqvist P., M. Stål and S. Pinzke. 2003. Working conditions & ergonomics when milking cows. Fifth International Dairy Housing Conference. Fort Worth, Texas, USA. Pp. 59-65
10. Rodahl, K. 1989. *The physiology of work*. Tylor & Francis Publishing.

סיכום עם שאלות מנחות

נא להתייחס לכל השאלות בקצרה ולעניין, ב-3 עד 4 שורות לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
איפיון מלא של תהליכי העבודה בשלב הקטף בשדה ושלבי העבודה בבתי אריזה. איפיון עומסי העבודה בתחנות העבודה השונות ובהתאם לסוגי המטלות תוך שימוש במדדים פיזיולוגיים ומדדים סובייקטיביים. מציאת צווארי בקבוק ותהליכים לא יעילים. מציאת הפרמטרים החשובים ביותר בתהליכי העבודה. תיכנון סביבות עבודה ותחנות עבודה מיטביות בשלבי הקטף המיון והאריזה מהיבטי הנדסת ייצור ועומסי עבודה פיסיולוגיים. פיתוח שיטות עבודה חליפיות מהיבטי הנדסת ייצור, חיסכון בכח אדם והקטנת עומסי העבודה. הצעת כלי עזר ליעול תהליכי העבודה, הקטנת העומס הפיסיולוגי וחסכון בידיים עובדות. פיתוח ושיפור כלים להפחתת כוח האדם, הקטנת העומסים הפיסיולוגיים מהעובדים ויעול העבודה.
עיקרי הניסויים והתוצאות.
בוצע חקר שיטות וחקר עבודה של תהליכי הקטף, המיון והאגידה בפיטוספורום ובספארי סנסט ונערכו מדידות עומסי עבודה פיסיולוגיים של עובדים בשלבים הללו ומדידות של הנתונים הסביבתיים במהלך העבודה. עבור השלבים המרכזיים בוצעו כ-150,000 מדידות ידניות. בבית אריזה לספארי סנסט נמצא כי ביצוע יעיל של שלב המריטה מגדיל את תפוקת העובד עד פי 4. בנוסף נמצא כי הפסקת צהרים ארוכה מגדילה את מאמץ העבודה ופוגעת בתפוקה בהשוואה למדדים הללו לפני ההפסקה. בשלב הקטף בפיטוספורום נמצא כי כאשר סיום הקטף נקבע כגמר מילוי העגלה ("קבלנות") ולא על ידי קביעת שעת סיום, תפוקת העובדים גדלה ב-16%. בבית האריזה בוצע שיפור בתחנת איגוד מכונה באופן מריטת וקשירת האגדים הממוינים אשר קיצר את משך הפעולות הללו ב-6% יחסית לשיטה הקיימת הנהוגה. נמצא כי השימוש במזמרה חדשה/חדה משפר את תפוקת העובד וספיקת חומר הגלם ב-13.5% ומגדיל את תפוקת הענפים המעובדים של העובד ב-36.5% בהשוואה למזמרה ישנה/כהה.
מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?
בניתוח עומסי העבודה והתנאים הסביבתיים נמצאו הבדלים מובהקים במאמץ העבודה כאשר יש ירידה מתונה לאורך היום בתפוקת העובד. בפיטוספורום בניתוח השפעת הטמפרטורה בלבד על תפוקת העובדים נמצא כי בתחנות מיון ידני ואיגוד ידני עם העלייה בטמפרטורה גם התפוקה עולה אך באופן לא מובהק. בתחנות מיון מכונה וקטף נמצא כי עם העלייה בטמפרטורה התפוקה יורדת, אך ההשפעה אינה מובהקת. בתחנת איגוד מכונה, 13% מהשינוי בתפוקה מושפע באופן מובהק גבולי ופרופורציונאלי הפוך על ידי הטמפרטורה. נראה כי יש מובהקות לקשר חלש בין תפוקת העובד לקרינה וכי קיימת השפעה מובהקת חיובית חזקה של ותק העובד על תפוקתו בביצוע עבודת הקטף. באופן כללי המאמץ בסוגי עבודה אלו אינו גבוה יחסית, דבר שמדגיש את החשיבות בבחינת תהליכי העבודה והאמצעים עמם עובדים הפועלים כגורמים מרכזיים המשפיעים על התפוקה ולא דווקא העומס הפיזי. מטרות המחקר הושגו לתקופת הדוח.
בעיות שונות לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שונתרה לביצוע תוכנית המחקר?
למרות שלא הוגדר בתוכנית המחקר יש מקום בעתיד לבצע ניסוי מקיף על השפעת מצלמות גלויות על תפוקת העובדים. וכן לפתח מודל מקיף לחיזוי תפוקת העובדים וההשפעה על עומסי העבודה.
הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פסנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי.
הנושא הוצג בכנס CIGR בקוויבק, קנדה ב-2010
פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)
☐ רק בספריות
☐ ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
☐ חסוי – לא לפרסם
האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן