

שיפור האיכות, הפרייה, חיסכון בתשומות וכוח אדם במשקי פרחים רב ענפי בשלבי הקטיף המיון והאריזה

**Improving quality and productivity, saving human labor and inputs in the
harvesting and packing stages of multi culture farms**

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות
ע"י

המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי
המחלקה להנדסת תעו"נ, המרכז האקדמי רופין
אגף הפרחים, שה"מ

אביטל בכר
גדי ויטנר
אליעזר שפיגל

Avital Bechar (avital@agri.gov.il); Inst. of Agri. Eng., ARO. P.O.Box 6, Bet-Dagan, 50250
Gad Vitner (gadiv@ruppin.ac.il); Dept. of Ind. Eng. and Mngnt, Ruppin Academic Center
Eliezer Spigel (elispi@shaham.moag.gov.il); Extension Service

יולי 2011

תמוז תשע"א

האם הנך מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח כן/לא מחק את המיותר*
הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים



חתימת החוקר

תקציר

במדינת ישראל קיימים כ- 900 מגדלי פרחים, בעלי היקף שטח של כ- 50,000 דונם (לא כולל ורדים) המייצאים מעל מיליארד פרחים בשנה ופדיון של כ- \$ 120,000,000. אילוצי שיווק מחייבים את חלק ניכר מהמשקים לגדל, לקטוף, למיין, לארוז ולשווק מספר מינים במקביל בכדי ליצור סל מוצרים ולהגדיל את הסיכוי לביצוע עסקאות. בהווה, לא קיימת כל התייחסות מקצועית לעקרונות בסיסיים בניהול התפעול והיצור במשקים: תכנון קיבולת, הקצאת משאבים ותזמון, ניהול מלאי, ואסטרטגיית הגידול אינה בהתאם לשיטות הנדסת תעשייה וניהול.

במסגרת המחקר אופינו, נחקרו ונמדדו תהליכי העבודה השונים באמצעות שיטות חקר עבודה, חקר זמנים בשיטות מדידה ישירה וחקר רב תצפיתי. ממצאי חקר העבודה וחקר הזמנים הציגו את שיטות העבודה במשקים השונים ואת רצף התהליכים שבוצעו להכנת ההזמנות מהלקוחות או המשלוחים לבורסת הפרחים. בכל משק אופינו תהליכי צוארי הבקבוק ובוצע מיפוי של תהליכי העבודה ורצף התהליכים המיטבי. נעשה במחקר שימוש בניתוח פארטו באותם משקים בהם מגוון הגידולים היה גבוה (מעל חמישה סוגי גידול) על מנת לקבל החלטה על הגידולים המובילים במשק, כך שניתן היה למקד את המחקר על אותם גידולים. פותח מדד "אי הסדר" אשר מצביע על מידת העבודה הרציפה בתחנות העבודה השונות בריצפת היצור של בית האריזה. ממצאים הראו את הקורלציה שבין עצמת מדד אי הסדר ורמת התפוקה. בוצע ניתוח Clustering של תחנות העבודה על מנת להגדיר תאי יצור אשר ישפרו את הפיריון בטיפול בסוגי הגידולים השונים. נבחנה סוגיית הפחתים על מנת לסייע לחקלאי בקבלת החלטה על סף אחוז הפחת אשר עדיין כדאית את השקעת העבודה הנדרשת בהכנת משלוחים לשוק. בעבודה הוגדרו עצי מוצר של הגידולים השונים ופותח כלי ניהולי לתכנון העבודה בבית האריזה.

הממצאים שנמצאו במסגרת המחקר מצביעים על חיסכון של עד עשרות אחוזים (על פי סוג הגידול) בשלבים השונים בתהליך הייצור ושיפור הפיריון בבית האריזה.

תוכן עיניינים

3.....	מבוא.....	1
3.....	רקע מדעי	1.1
4.....	מטרות המחקר	1.2
4.....	שיטות וחומרים.....	2
4.....	נתוני המשקים	2.1
5.....	ניתוח פארטו.....	2.2
5.....	חקר שיטות	2.3
5.....	חקר עבודה	2.4
5.....	עץ מוצר	2.5
5.....	מדד אי סדר	2.6
6.....	תוצאות	3
6.....	בחירת זני מחקר	3.1
6.....	חקר שיטות	3.2
8.....	חקר עבודה	3.3
13.....	פיתוח מודל לתיכנון עבודה במשק רב ענפי.....	3.4
17.....	סימולציה	3.5
17.....	חלופות.....	3.6
19.....	פיתוח עץ מוצר	3.7
20.....	מדד אי סדר	3.8
22.....	סיכום ומסקנות.....	4
23.....	תודות	5
23.....	מקורות	6

1 מבוא

1.1 רקע מדעי

במדינת ישראל קיימים כ- 1,000 מגדלי פרחים, בעלי היקף שטח של כ- 50,000 דונם (לא כולל ורדים) המייצאים מעל מיליארד פרחים בשנה ופדיון של כ- \$ 120,000,000 (6). מערכי הקטיפה, המיון והאריזה (קמ"א) הוקמו ללא תכנון מקדים על פי שיטות הנדסת תעשייה, ובתי האריזה הוקמו על בסיס פלטפורמות ומבנים שהיו קיימים ושימשו לצרכים אחרים כגון רפתות ומחסנים. בנוסף קיימים הבדלים רבים בין המשקים השונים בשיטות העבודה ויעילותם. ככל הידוע לנו, לא קיים עץ מוצר ו/או מפרט מוצר למוצרים חקלאיים ככלל ולאריזת פרחים בפרט וכן לא קיימת כל התייחסות מנהלי ייצור לתכנון קיבולת, הקצאת משאבים ותזמון, ניהול מלאי ותשומות, ואסטרטגיית הגידול אינה בהתאם לשיטות הנדסת תעשייה וניהול. אילוצי שיווק מחייבים חלק ניכר מהמשקים לגדל, לקטוף, למיין, לארוז ולשווק מספר מינים במקביל בכדי ליצור סל מוצרים ולהגדיל את הסיכוי לביצוע עסקאות. קיימים משקים המגדלים כ- 15 מיני פרחים שונים, כאשר בכל שבוע מטפלים בבית האריזה בכ- 5-7 מינים שונים ובכל יום בכ- 3 עד 4 מינים.

ניהול מיטבי של מערכות תפעוליות מבוסס על שימוש מקצועי בשיטות, מנגנונים, טכניקות כמותיות ואיכותיות, על מנת להבטיח שהתפוקה תיתן מענה ראוי לביקושים/דרישות השוק ובמינימום עלות כוללת. עץ המוצר (Bill of Materials), מהווה אחד מאבני היסוד בניהול של מערכת תפעולית. עץ המוצר מגדיר את מרכיבי המוצר, מציין את סדר הביצוע (רמות העץ), תומך בניהול הרכש והמלאי ובניהול תהליכי הייצור/הרכבה. השימוש המתודי בעץ מוצר מאפשר לפתח הגדרה מפרטית של המוצר, כך שהשוק יכול להציג דרישות קונקרטיות והמגדל יוכל לייצר על פי הדרישות. כמו כן, השימוש בעץ המוצר תומך ומסייע בתמחור המוצר והתהליכים הנדרשים לייצור המוצרים. בספרות המקצועית לא נמצא כל מקור המציין שימוש בישות של עץ המוצר במערך תפעול המייצר מוצרים חקלאיים. על מנת להשיג את התפוקות הנדרשות, במועדים המבוקשים ועל פי המפרט המוגדר, יש ליצור מערך בקרה אשר כולל מדדים תפעוליים אשר נמדדים בשוטף ומציגים עד כמה הביצוע בפועל מתאים לתכנון. מערך בקרה יעיל מבטיח צמצום האקראיות ומהווה למגדל כלי עזר בניהול נכון ויעיל.

היעד העיקרי בתכן מערך הינו לקבוע כיצד האמצעים הקבועים המוקצים לפעילות יתרמו בצורה מרבית להשגת מטרות הפעילות (4). האמצעים הקבועים הם מבנים, מכונות, תחנות עבודה, ואמצעי אחסון, כאשר ההחלטות שצריכים לקבל הן היכן למקם את כל האלמנטים בתהליך, בתוך המפעל או בית האריזה. על המערך להיות גמיש מספיק כדי להשתנות במהירות, בעלות נמוכה ובמינימום הפרעות לתפעול השוטף (2), כפי שקורה בבתי אריזה המטפלים במספר גידולים. האילוצים בתיכון מערך נובעים ממטרות הייצור כגון תפוקה, קיבולת, ומאילוצים מבניים - מבנה המפעל או בית האריזה, מבנה תחנות העבודה ותחנות השירות ואופי המוצר, ומגורמים אנושיים וסביבתיים כגון טמפרטורות עבודה, תאורה, אזורים מסוכנים ועוד. השיקולים העיקריים בתיכון מערך הינם כלכליים: השקעות בבניה ותשתיות שינוע חומרים, עלויות שינוע, התלויות במידה רבה במרחקי השינוע, הקטנת מלאים בתהליך וקיצור משכי ייצור ע"י זרימה אחידה ללא צווארי בקבוק, צמצום הפסדים כתוצאה מבזבז, קלקול, גניבה וכד'. כאשר דנים במערך עבודה אשר מייצר מגוון מוצרים, יש לבחון את הקשר שבין הכמויות של כל מוצר לבין סוג המערך. ניתוח Product/Quantity. למוצרים/פרחים שהכמות שלהם גבוהה נגדיר מערך עבודה על פי מוצר (Layout by Product). לעומת המקרה שבו הכמות יחסית נמוכה אך המגוון גבוה נגדיר מערך עבודה על פי תהליך (Layout by Process). במערך Flow Shop המוצרים מנותבים או עוברים בתהליכים דומים באותו סדר, מיוצרים במתקן ייעודי שמערך המכונות בו מותאם לרצף העיבוד של המוצרים. תנועת המוצרים ברצפת הייצור מתנהלת על פי מערך המכונות

המסודרות לפי ניתוב המוצר, ולכן קל יותר לנהל את הייצור. בנוסף, התפוקה המתבקשת מכל תהליך אשר יוצר מערך ייצור זה תהיה גבוהה בהשוואה למערכים שונים קיימים.

1.2 מטרות המחקר

- איפיון מלא של תהליכי העבודה בשלבי העבודה במשקי פרחים רב ענפיים.
- הגדרת כושר התהליך ובחירת התהליך המתאים להשגתו.
- מידול תהליכי העבודה באמצעות כלי חקר ביצועים/סימולציה.
- מציאת צווארי בקבוק ותהליכים לא יעילים.
- מציאת השלבים הצורכים את מירב כוח האדם ואת הפרמטרים החשובים ביותר באותם שלבים.
- פיתוח עצי מוצר לזני פרחים.
- שיפור שיטות העבודה באמצעות חקר שיטות, הקצאת משימות, מיקום ומערך וניהול התפעול והייצור במשק פרחים רב ענפי.
- תכנון ופיתוח כלים לבקרה תפעולית תוך שימוש בכלי בקרת תהליכים סטטיסטית.
- תכנון מיטבי של בית אריזה במשק פרחים רב גידולי בהתאם לעץ המוצר של הגידולים הקיימים.

2 שיטות וחומרים

2.1 נתוני המשקים

העבודה בוצעה בארבעה משקי פרחים באזור השרון. במשק א' 50 דונם פיטוספורום, 10 דונם רוסקוס ו- 25 דונם מגינית. בסך הכל המשק מיצר כ- 4,000,000 ענפים/פרחים בשנה. כ- 99% מהתוצרת מופנת לייצוא, 95% מהתוצרת לייצוא הינה בעיסקאות והשאר נמכר בבורסה בהולנד. במשק עובדים 6 פועלים תאילנדים בנוסף לבעל המשק. העובדים מבצעים את כל המשימות בתהליכי הקטיפה המיון והאריזה ללא חלוקת תפקידים והקצאת משימות ביניהם. במשק בית אריזה המשרת את שטחי המשק. בית האריזה ממוקם סמוך לביתו של החקלאי.

במשק ב' 30 דונם פיטוספורום, 25 דונם ארליה ו- 25 דונם מגינית. בסך הכל המשק מיצר כ- 3,500,000 ענפים/פרחים בשנה. 70% מהתוצרת לייצוא הינה בעיסקאות והשאר נמכר בבורסה בהולנד. במשק עובדים 5-7 פועלים תאילנדים בנוסף לבעל המשק. העובדים מבצעים את כל המשימות בתהליכי הקטיפה המיון והאריזה כאשר קיימת חלוקת תפקידים בין העובדים בהתאם לתהליך. במשק בית אריזה המשרת את שטחי המשק. בית האריזה ממוקם סמוך לביתו של החקלאי.

במשק ג' 220 דונם הכוללים 12 גידולי פרחים על פי הפירוט הבא: אספרגוס - 10 דונם, רוסקוס - 40 דונם, ארליה - 40 דונם, מגינית - 40 דונם, לוע הארי - 10 דונם, סולידגו - 15 דונם, מדריקריה - 4 דונם, שושן יפני - 4 דונם, גופרנה - 5 דונם, היביסקוס - 3 דונם, פלפל נוי - 2 דונם ומונברטיה - 40 דונם. במשק עובדים כ- 19 פועלים תאילנדים בנוסף לבעל המשק ובנו המשמש כמנהל התיפעול. במשק בית אריזה המשרת את שטחי המשק. בית האריזה ממוקם סמוך לביתו של החקלאי. בית האריזה פועל בהתאם לתקני ISO-9001 ו-EUREPGAP.

במשק ד' 163 דונם של שטח חקלאי. 100 דונם של פרדסים 63 דונם של גידולי פרחים וצמחי קישוט. למשק 4 סוגי פרחים: 40 דונם רוסקוס הגדלים בבית רשת, 13 דונם של קוכיה הגדלים בשטח פתוח, 4 של Ornithogalum Thyrsoides (נץ החלב) הגדלים בחממה ו- 6 דונם של Globularia (גלובולריה) הגדלים בחממה. במשק מועסקים 6-7 פועלים בענף הפרחים. המשק מייצר כ- 3,000,000 ענפים מסוגים שונים בשנה. 6 החודשים בין נובמבר עד החודש אפריל, הינם החודשים העמוסים ביותר, בחודשים האלה המשק עוסק בשיווק צמחים מסוג קוכיה ורוסקוס בלבד. אחרי חודש אפריל מצטרף גם פרח נץ החלב. קטיפה הגלובולריה אינו עונתי או קבוע ותלוי בהצלחת הגידול. 70%

מהתוצרת מיוצאת לבורסת הפרחים בהולנד, ואילו 30% הנותרים משווקים ללקוחות פרטיים על פי הזמנות. הלקוחות של המשק הם סיטונאים שמשווקים לחנויות פרחים ואוגדים (הרוכשים מגוון פרחים וענפי קישוט לשזירת זרים).

2.2 ניתוח פארטו

ניתוח פארטו הינה שיטה כמותית הבוחנת את המשתנים הדומיננטים (סוגי הגידולים השונים) המשפיעים על הפעילות התפעולית במשק.

2.3 חקר שיטות

בוצעה חקירה של השיטות הקיימות והשלבים במיון ואריזת הגידולים המרכזיים במשקים. הוגדרו שלבי העבודה בתהליכי העבודה בבית האריזה בשלבי המיון והאריזה. באילו תחנות נעשה שימוש בבית האריזה, באילו אמצעים טכניים ומיכון נעשה שימוש, סדר התחנות, תיאור זרימת החומר וכוח האדם (3).

2.4 חקר עבודה

בוצע חקר עבודה של זמני פעולות כוח האדם ונאספו נתונים על המערכת והתוצרת בשלבי הקטיף, המיון והאריזה השונים לפי שיטות מדידה ישירה וחקר רב תצפיתי (5, 1). 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 (7). בשיטת החקר הרב תצפיתי נדגמו עמדות העבודה השונות בתדירות של 1 דקה במשך כמספר שעות ליום במספר ימים שונים. בנוסף בוצעו תצלומי וידאו של תהליכי העבודה השונים לשם תיעוד.

2.5 עץ מוצר

פיתוח עץ מוצר מאחד את סך כל דרישות החומרים, הפועלים ועמדות העבודה למודל אחיד אשר יהיה ניתן ליישום מעבר למשקים הנחקרים. העלויות והתשומות הבאות לידי חישוב בבניית עץ המוצר יסייעו לבעל המשק לקבל תמונת מצב דינמית לגבי עלות המוצר. במצב הקיים למגדלים אין כלי ניהולי המאפשר לדעת את העלויות והדרישות בכל שלבי הגידול על מנת לקחת החלטות ברגע האמת.

בשונה מעץ מוצר תעשייתי קלאסי, אשר בו הזרימה היא חד כיוונית, והוא מורכב בעיקרו מרכיבים ואיחודם לרמות גבוהות יותר, החקלאות עץ המוצר מורכב מתהליכי צמיחה וטיפולים אשר חלקם חד פעמים וחלקם חוזרים על עצמם במהלך מחזור חיי החלקה והגידול, וחלקם מתבצע בהתאם לתנאים המתפתחים במהלך הגידול ולא ניתן לתכנן אותם מראש בצורה מדויקת. המרכיבים השונים בעץ המוצר מופעים בתדירות שונה במהלך חיי החלקה, ויש לחלק אותם לכל מוצר מוגמר.

2.6 מדד אי סדר

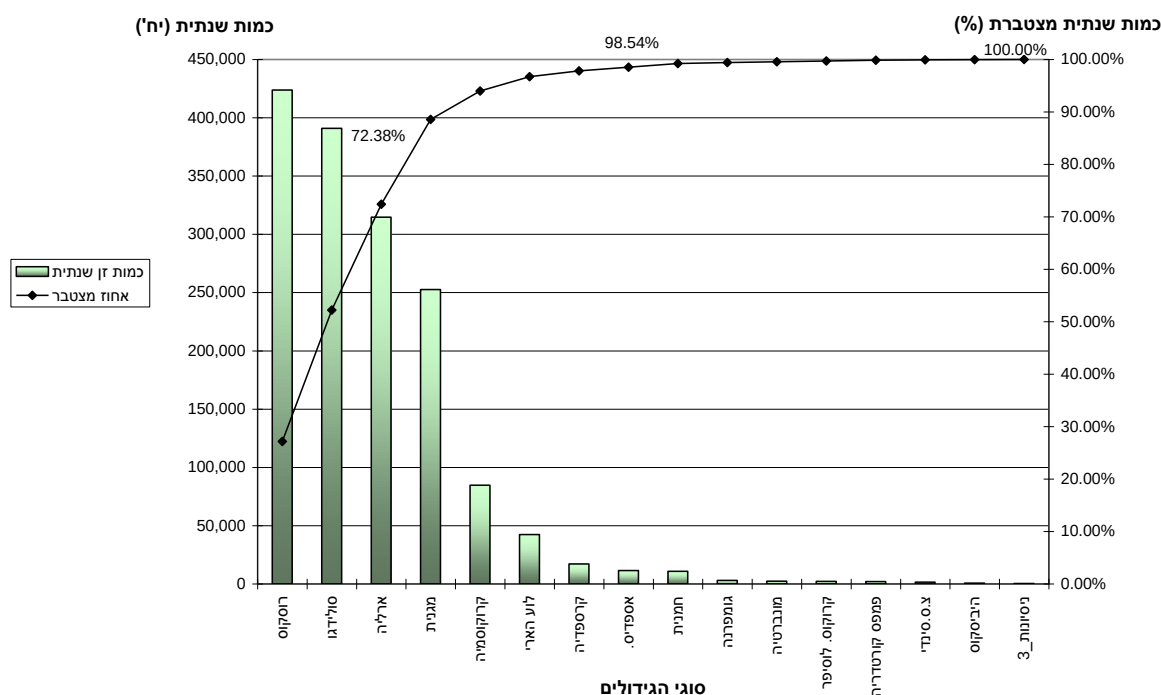
מדד האי-סדר הינו מדד ישיר לאפיון תהליכי ייצור בחקר זמן רב תצפיתי. המדד מחשב את נוכחות העובדים בביצוע אלמנט מסוים ובוחן את השינויים במצבת כלל העובדים בכל תחנה. בעזרת סכימה של כלל השינויים, מתקבל ערך מספרי אותו ניתן לחלק בסך השינויים האפשריים בזמן החקר. לדוגמא, אם בזמן החקר היו 3 עובדים ודגימת מצבת העובדים התבצעה אחת לדקה במשך 120 דקות, אזי סך השינויים האפשריים בזמן החקר הוא: $357 = 119 * 3$ = שינויים אפשריים בזמן החקר כאשר נחלק את סך השינויים שנמצאו בפועל בבית האריזה בסך השינויים האפשריים בזמן החקר, נקבל את מדד האי-סדר עבור תחנה מסוימת. בכדי למצוא את מדד האי-סדר

הכולל עבור החקר, נבצע ממוצע למדד שהתקבל על פי חשיבותה של כל תחנה. חשיבות התחנות נקבעת כך:
 בסיס לקביעת המשקל = מספר הדגימות שנלקחו * מספר העובדים בבית האריזה
 מדד האי-סדר מייצג מדד יציב שניתן לחשבו על סמך נתוני חקר הזמן הרב תצפיתי. בחלק זה של הפרויקט, נחקר וחושב המדד באמצעות אלמנט חוזר של דגימת חקר זמני העבודה ובעת ביצוע מודלים שונים בסימולציה.

3 תוצאות

3.1 בחירת זני מחקר

במשקי פרחים רב ענפיים כדוגמת משק ג' מגדלים זני פרחים רבים. בכדי להתמקד בגידולים המובילים ובעלי ההשפעה הרבה ביותר על הפעילות התפעולית במשק בוצע ניתוח פארטו בהתאם. במשק ג' קיימים 12 זני פרחים שונים. בחירת זני המחקר בהם התמקדנו הסתמכה על ניתוחי פרטו של כמויות של כל הגידולים במשק במהלך שנים 2003-2007, איור 1 מציג את התפלגות פרטו של הגידולים העיקריים עבור שנת 2007. הזנים שניבחרו הינם רוסקוס, ארליה, מגינית ולוע הארי. סולידגו מופיע בפרטו כאחד הזנים המרכזיים, אך לא נבחר לאחד הזנים מאחר ובתקופת ביצוע החקר שווק ונמכר בהיקפים זניחים. הגידולים שניבחרו מייצגים כ- 60% מהיבול השנתי.



איור 1: התפלגות פרטו של כמויות הזנים השונים במשק ג'.

3.2 חקר שיטות

במשקים א' ו- ב' קיימות גישות העבודה שונות. במשק א' יש הקפדה רבה על איכות הענפים ובקרה אישית על הפועלים בכדי ליצור עקיבות ברמת העובד (traceability), לכן בכל שלבי העבודה מהקטף ועד האריזה הסופית, כל עובד מבצע את תהליכי העבודה רק על הענפים שקטף. ניהול העבודה מתבצע בצורה זו בכדי שניתן יהיה להעריך בקלות את איכות העבודה וההספק של כל עובד ובמידה ומתקבלת הערת איכות על אחד האגדים ניתן יהיה לאתר את העובד שאצלו ארעה התקלה. צורת עבודה זו מאפשרת שליטה רחבה על תהליכי הייצור, עקיבות ואיתור עובדים בעייתיים אך פוגעת בתפוקה המקסימלית האפשרית. במשק ב' העבודה הינה יותר מוכוונת משימות כאשר קיים

ציוות לתחנות עבודה פעילות של כלל הפועלים ואין צימוד קשיח בין ענף אינדיבידואלי לפועל או בין פועל לתחנת עבודה מסוימת.

בשני המשקים תהליכי העבודה עבור הגידולים כוללים קטיפ, שטיפה, מיון, אגידה, אריזה והכנסה לקירור. בית האריזה משמש למיון אגידה ואריזה של כלל הגידולים במשקים. בבית האריזה במשק א' המיכון היחיד שנעשה בו שימוש הינו מכונות קשירה בעוד במשק ב' חלק מתהליכי המיון והאגידה מתבצעים באמצעות מכונות מיון גודל ומכונות אגידה.

במשק ג' בית האריזה משמש למיון אגידה ואריזה של כלל הגידולים במשק. שטח רצפת הייצור הינו 85 X 12 מ"ר. המתקנים הקיימים בבית האריזה הינם: חדר קירור, מכונת שטיפה, מכונת ייבוש, תחנות מיון, מכונות קשירה, מכונת אגידה, עמדות אגידה ועמדות אריזה. תחנות מסוימות משרתות מספר גידולים. המיון הראשוני של הענפים והפרחים הינו לייצוא ולשוק המקומי. פרחים/ענפים שאינם עומדים בדרישות האיכות המינימליות נזרקים לפח. לוע הארי ממיון בנוסף לאורך הגבעול, גם על פי צבע עלי כותרת. בהתאם לחומרת הלכלוך, ענפי הקישוט נשטפים פעם שלישית, מייד בתום השטיפה השנייה. השטיפה האחרונה ברוסקוס מתבצעת לפחות יום לפני אריזתו, בשל הדרישה לייבוש.

לאחר מיפוי העמדות השונות עבור הזנים הנבחרים בוצע clustering לפי אלגוריתם King בטכנולוגית הקבוצות (GT, טבלה 1) ובוצע ארגון מחדש של סדר העמודות בכדי ליצור תאי עבודה (cellular layout). הזנים הנבחרים חולקו לשתי קבוצות, בראשונה הארליה והמגנית ובשניה הרוסקוס ולוע הארי. קיימים זנים בעלי תחנות עבודה ייחודיות, כדוגמת תחנת הייבוש ברוסקוס או תחנת המיון של בארליה. כמו כן קיימות תחנות עבודה משותפות לשתי הקבוצות כגון, תחנת האריזה, השטיפה והמיון (טבלה 2).

טבלה 2: ביצוע אירגון מחדש לפי תאי עבודה.

זנים/תחנות	לוע הארי	רוסקוס	מגנית	ארליה
מקרר פרחים	1			
אריזת צלופן	1			
ייבוש		1		
מיון 1	1	1	1	
מיון 2	1	1	1	
מיון 1 ארליה				1
מיון 2 ארליה				1
שטיפה		1	1	1
מקרר ענפים		1	1	1
אריזה	1	1	1	1

טבלה 1: תאור הזנים לפי תחנות.

לוע הארי	מגנית	ארליה	רוסקוס	זנים/תחנות
1				מקרר פרחים
	1	1	1	שטיפה
			1	ייבוש
1	1		1	מיון 1
		1		מיון 1 ארליה
1	1		1	מיון 2
		1		מיון 2 ארליה
				אריזת צלופן
	1	1	1	מקרר ענפים
1	1	1	1	אריזה

במשק ד', שטח בית האריזה הוא 230 מ"ר, תכולת בית האריזה כוללת מקרר לאחסון הפרחים המעובדים, מכונה לשטיפת דליים, מכונת הסרת עלעלים (מריטה), מכונה מכאנית למיון אורך, מכונת אגידה, מכונת שטיפה ומייבש.

שלב מיון האורך בקוכיה מבוצע באמצעות מכונה למיון אורך. מכונת מיון האורך מאוישת ע"י עובד אחד ועובד שירות. עובד השירות משרת מספר תחנות עבודה. קצב עבודת המכונה הוא 1 ענף לשנייה.

עבור הרוסקוס ישנם 2 תהליכי מיון אורך, תהליך מיון ידני ומיון אורך במכונה. עבור כמויות רוסקוס גדולות (מעל 3000 ענפים) יתבצע מיון אורך ידני, שלבי מיון האורך במכונה, זהים לתהליכי המיון עבור הקוכיה. מיון אורך ידני יעשה ע"י מספר פועלים, בהתאם לכמות העבודה שיש במשק וההקצאה של בעל המשק לתהליך זה. הענפים הלא

מעובדים מונחים על עגלות השירות. על רצפת בית המלאכה, ליד כל עובד ישנן 5 ערימות: ארבע מכילות ענפים באורך 50, 60, 70 ו-80 ס"מ בהתאמה וערימה נוספת לענפים שלא עמדו בתנאי האיכות הנדרשים. מיון האורך הידני, פחות מדויק ממיון במכונה מאחר והפועל ממייך את הפרחים "לפי העין". ישנו סרגל אורכים שונים שאיתו הפועלים נעזרים כדי לקבוע את האורכים, אך השימוש בסרגל זה כמעט ולא נעשה, כדי לחסוך בזמן.

תהליך הסרת העלעלים (מריטה), מתבצע עבור הקוכיה בלבד. בתהליך זה מוסרים בין 10 ל-15 ס"מ של עלעלים מתחתית הענף, בהתאם למפרט המוצר. התהליך מתבצע במכונת מריטה המאויישת על ידי שני עובדים. עובד אחד הינו עובד השירות והוא אחראי על הבאת התוצרת הממוינת (לאחר מיון האורך במכונה). עובד זה מרים ערימה בגודל משתנה, מישר אותה ומניחה על משטח העבודה במכונת המריטה. העובד השני מרים את הערימה ומורט את העלעלים במכונה. לאחר הסרת העלעלים העובד מניח את הערימה על עגלת השירות המיועדת לענפים המעובדים.

תהליך האגידה מתבצע במכונת אגידה בעלת מסוע תאים וכוללת מסור דיסק לקיצוץ ויישור תחתית הענפים וכן מכונת קשירה. תהליך האגידה מתבצע לאחר תהליך המיון. מכונת האגידה מאויישת על ידי ארבעה עובדים לכל היותר המזינים ענפים וכן עובד נוסף המבצע פעולות שירות וטיפול בענפים האגודים.

תהליך השטיפה והייבוש מתבצע עבור הרוסקוס בלבד. תהליך השטיפה מורכב משטיפת הענפים וייבוש באמצעות מכונת שטיפה ומכונת ייבוש. מכונת השטיפה מבוססת על שני מסועי רשת מחומר פלסטי. בין המסועים סובבות שלוש מברשות עליונות ואחת תחתונה, כדי לקבל הברשה עילית ותחתית. המברשות העליונות סובבות במהירות יחסית שונה, מצב שמאפשר תנועת ענפים רציפה ממסוע אחד למשנהו. שיטת העבודה עם המכונה הנקוטה במשק היא כדלהלן: ענפי רוסקוס ממוינים מוכנסים לטבילה מוקדמת למכל מים, להסרת אבק ולכלוך שאינו דבוק לעלים. בהמשך מוזנים הענפים פרטנית על המסוע הראשון וחולפים בין גלילי המברשות. תמיסת הברקה במינון הנדרש מותזת ישירות על המברשות אשר מנקות את העלווה תוך הברשה ומורחות עליה שכבת הברקה. עובד אגידה הממוקם בקרבת מסוע הפליטה יוצר אגדים. המכונה מיועדת לעבודה של עד 4 עובדים. שני עובדים מזינים ענפים אגודים לעשירות. עובד שלישי קולט את הענפים היוצאים מהמכונה וקושר 5 אגדים לאגד של 50 ענפים. העובד הרביעי מזין למכונת ייבוש ופורק ממנה הענפים. מכונת הייבוש מורכבת מצנטריפוגה אנכית. המכונה מיועדת לייבוש 12 אגדים בכל הפעלה. משך פעולת המכונה 5 דקות.

קיימים מספר תהליכים אשר משותפים לשני הגידולים: (1) תהליך המיון - קיימת מכונת מיון אורך אחת ולכן ברוסקוס רוב הזמן פעולת המיון נעשית באופן ידני. פעולת המיון הידני אינה נעשית עבור הקוכיה בשל הקושי לאבחן ללא מכשיר עזר למדידה את האורכים השונים של הקוכיה. (2) תהליך האגידה - ברוסקוס שלב האגידה הוא השלב השני בבית האריזה ועבור הקוכיה הינו השלב השלישי והסופי שלאחריו נכנסת התוצרת למחסן לקירור.

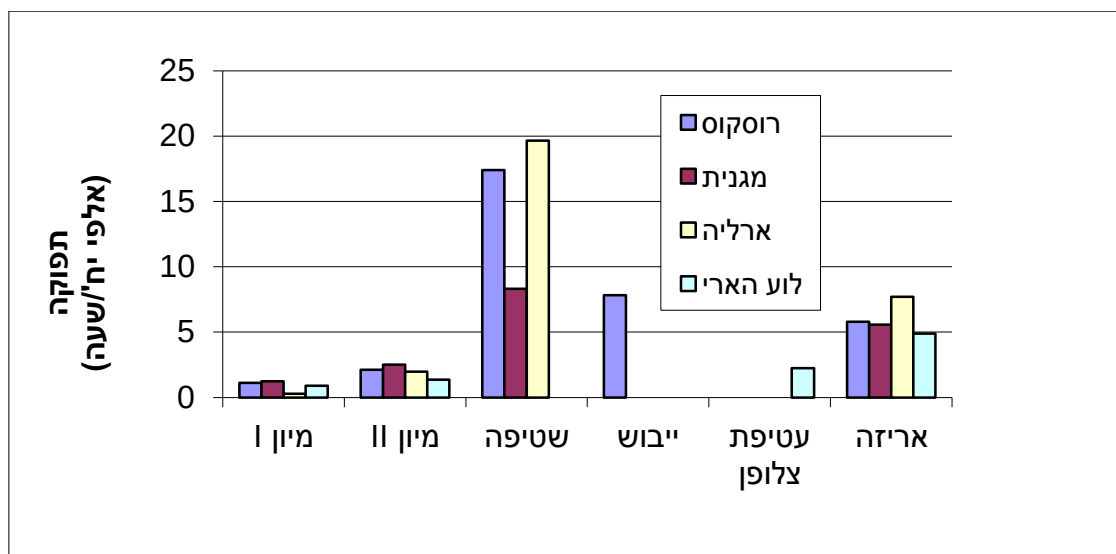
3.3 חקר עבודה

במשקים א' ו-ב', ההבדלים בין זמני הטיפול אינם שונים משמעותית אך איכות החומר המגיע מהשדה במשק ב' נמוכה בדרך כלל מאשר במשק א' ומצריכה זמן טיפול ארוך יותר יחסית.

במשק ג', הממצאים מראים כי במיון הראשוני של ארליה מושקע כ-83% מהזמן. התפוקה בתחנה זו היא הנמוכה ביותר - 572 יח"שעה, ועל כן תחנה זו מהווה צוואר בקבוק בתהליך. במגניית נמצא כי מחצית מזמן הטיפול בענף בודד מתבצע במיון הראשוני, התפוקה הנמוכה ביותר בתהליך הינה במיון השני, מאחר ולתחנה זו מצוות עובד אחד, לעומת 4 עובדים המצוותים למיון הראשוני. בשל כך, לעיתים אחד הפועלים בתחנת המיון הראשונה מפסיק את עבודתו ומסייע לעובד בתחנת המיון השני. התוצאות בלוע הארי מראות כי תחנת המיון השני בלוע הארי בעלת תפוקה של 1361 יח"שעה ומהווה צוואר הבקבוק בתהליך, אך משך הטיפול בענף במיון הראשוני הינו הארוך ביותר. ברוסקוס הממצאים מראים כי המיון הראשוני מהווה כמחצית מזמן הטיפול בו בבית האריזה, אולם בתחנת

האגידה, אגידת 5 זרים לחבילה אחת הינה צוואר הבקבוק ומכתיבה את קצב התהליך, בשל קצב נמוך של 2120 יח/שעה.

באיור 2 מובאות התפוקות של הזנים בתחנות השונות. התפוקה בתחנת השטיפה היא הגבוהה ביותר, בשלושת הגידולים העוברים בתחנה זו. בלוע הארי התחנה בעלת התפוקה הגבוהה ביותר היא תחנת האריזה. תחנת המיון הראשוני מהווה צוואר בקבוק בתהליך של כל גידול והאלמנט של מיון ענף בודד בתחנות המיון הוא הגורם המכתיב את קצב הייצור בתחנה.



איור 2 : תפוקות הזנים הנחקרים בתחנות השונות.

במהלך תהליך המיון כל ענף אשר אינו נשלח לייצוא מוגדר כפחת לשוק המקומי, בעוד ענף שאינו ראוי לייצוא ולשוק מקומי ניזרק ומוגדר כפחת בתהליך. ענף לשוק המקומי עובר את אותם התהליכים שעובר ענף לייצוא. הפחת בתהליך גורם לעלויות ייצור מיותרות, מגדיל את עומס העבודה על העובדים, וכן מגדיל את משך זמני ההמתנה על קו הייצור.

הגורמים העיקריים לפחת בתהליך הינם מזיקים או טפילים, פגמים פיסולוגיים, השפעות אקלים קיצוני כגון טמפרטורות גבוהות או נמוכות וטיפול לקוי מהיבטיי הדישון, ההשקיה או הריסוס. בטבלה 3 מובאים שיעורי הפחת לשוק מקומי ופחת בתהליך בגידולים השונים. ככל שענף שאינו ראוי לייצוא או שוק מקומי מוגדר כפחת בשלב מוקדם יותר בתהליך הייצור, עלויותיו יהיו נמוכות יותר. בנוסף, עבור כל גידול קיים ערך קריטי לשיעור הפחת בתהליך אשר מעבר לו לא כדאי לבצע את תהליך המיון והאגידה מאחר והעלות הכוללת תהיה גבוהה מההכנסות. ערך קריטי זה מושפע מעלויות הייצור השונות, ממחיר המכירה של ענף לייצוא ולשוק מקומי ומיחס הענפים לייצוא ולשוק מקומי.

בניתוח ראשוני חושבו הערכים הקריטיים לשיעורי הפחת עבור הגידולים השונים (טבלה 4). שיעור הפחת המקסימלי המותר בלוע הארי הינה 75%, מכיוון שהרווח ממכירת ענף לוע הארי הינו גבוה בממוצע בכ- 12% משאר הזנים. על כן מספר היחידות הפחת של לוע הארי שהמשק יכול למיין גבוה יותר בהשוואה לשאר הזנים.

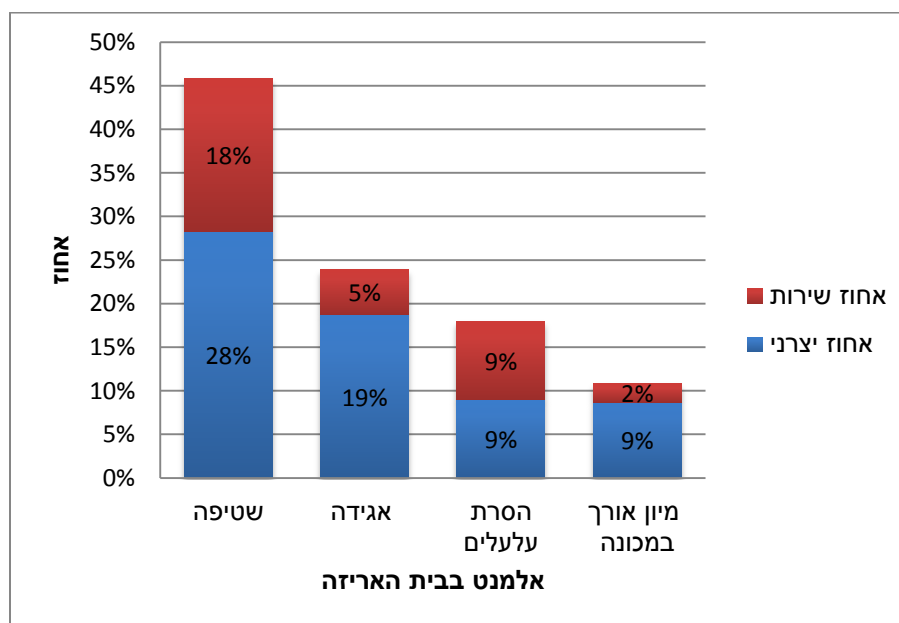
טבלה 3 : שיעורי הפחת לשוק מקומי ופחת בתהליך.

גידול	שיעור הפחת לשוק המקומי (%)	שיעור הפחת בתהליך (%)
רוסקוס	7.59	1.19
מגנית	10.28	0.97
לוע הארי	2.62	3.84
ארליה	19.2	7.06

טבלה 4 : הערכים הקריטיים לשיעורי הפחת בתהליך עבור הגידולים השונים.

הזן	ערך קריטי לפחת (%)
רוסקוס	10
לוע הארי	75
מגנית	35
ארליה	21

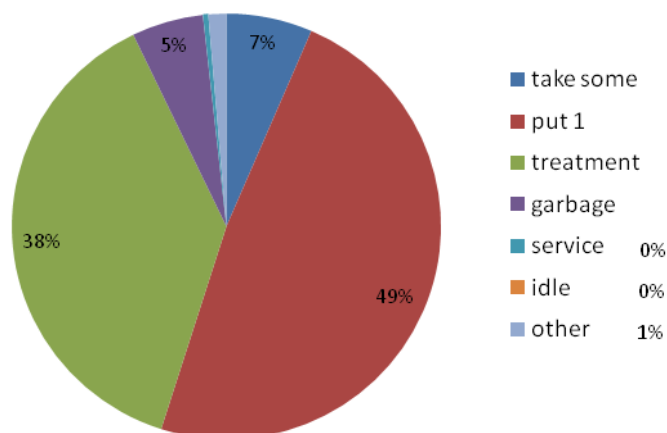
במשק ד' בוצע חקר רב תצפיתי. תוצאות המדידה מופיעות באיור 3 אשר מציג את פיזור האלמנטים היצרניים ולא יצרניים במהלך התצפית. אחוז הזמן היצרני בבית האריזה, בעת המדידה עמד על 66% מסך זמן העבודה של כל העובדים.



איור 3 : אחוז הזמן המושקע באלמנטים בבית האריזה

במיון ידני ברוסקוס חושבה התפלגות זמני ביצוע האלמנטים השונים (איור 4) מניתוח הנתונים עולה כי ישנם שני אלמנטים עיקריים בתהליך המיון הידני, אלמנט "treatment (טיפול בענף) " שהוא תהליך הביקורת, ואלמנט ה " put 1 (הנח ענף אחד בהתאם לאורכו) " שהוא אלמנט שבעזרתו ניתן למדוד את התפוקה.

התפלגות האלמנטים בתחנת עבודה מיון ידני עבור רוסקוס



איור 4: אלמנטים עיקריים בתהליך המיון הידני.

טבלה 5 מראה את תוצאות מדידות מיון אורך ידני ברוסקוס. האלמנט המחזורי שלפיו נקבעת התפוקה בתחנת מיון האורך הוא אלמנט "put 1 (הנח ענף 1 בהתאם לאורכו)".

טבלה 5 - זמן תקן למיון אורך ידני עבור רוסקוס (הזמנים בשניות).

אלמנטים	מיון אורך ידני					
	לקיחת מספר ענפים	הנח ענף 1 בהתאם לאורכו	טיפול בענף	הנח ענף בערימת "זבל"	שירות	בטלה
ממוצע	8.95	2.20	6.00	3.30	21.50	114.00
סטיית תקן	4.26	2.02	4.17	2.03	23.80	145.66
תצפיות לאלמנט	66	1587	771	71	4	2
אחוז הזמן לביצוע אלמנט	6%	38%	50%	3%	1%	2%
מספר תצפיות נדרש	349	1292	743	584	1883	2509
סך הזמן הכולל של המדידה	9293					
זמן טיפול ממוצע לענף	5.86					
תפוקה לשעה	614					

התוצאות מראות כי זמן הטיפול הממוצע לענף עבור תחנה זו הוא 5.86 שניות לענף והתפוקה לשעה היא 614. אחוזי הפחת מובאים בטבלה 6. בממוצע יש בתהליך זה 4% ענפים פגומים.

באגידת רוסקוס ניבחנו שתי שיטות עבודה שונות. באחת העובד לוקח כל פעם מספר ענפים מהחבילה (take some) ובשנייה הוא לוקח כל פעם ענף אחד (take one). טבלה 7 מציגה את ההבדלים בין שתי השיטות מבחינת זמן עבודה לענף ותפוקה כוללת. נמצא כי התפוקה בשיטת take some גבוהה בכ- 15% מאשר בשיטת take one.

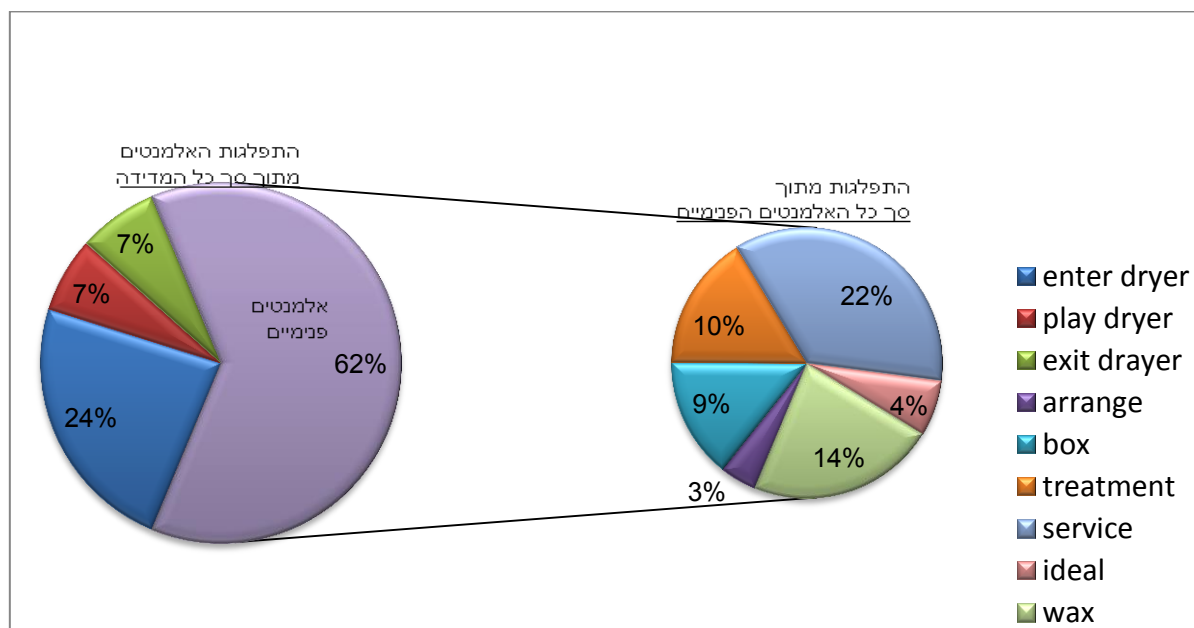
טבלה 6 - כמות הענפים הפגומים בתהליך המיון הידני של רוסקוס

	פגומים	אחוז פגומים	תקינים	סה"כ
מדידה 1	20	5%	386	406
מדידה 2	11	3%	371	382
מדידה 3	40	5%	830	870
מיון אורך ידני _ סה"כ	71	4%	1587	1658

טבלה 7: הבדלים בתפוקה וזמני תקן בתחנת האגידה עבור שיטת Take One לעומת Take Some עבור הצמח רוסקוס

	זמן תקן	תפוקה לשעה
Take One	2.88	1249
Take Some	2.50	1439

משך זמן העבודה של מכונת הייבוש הוא קבוע, 5 דקות. עבודת הפועל חולקה לאלמנטים פנימיים המתבצעים בזמן פעולת הצנטריפוגה, ואלמנטים חיצוניים המתבצעים כאשר הצנטריפוגה אינה מופעלת. איור 5 מציג את התפלגות סך הזמן של ביצוע האלמנטים באחוזים. ב-62% מהזמן מתבצעים אלמנטים פנימיים, ואילו אלמנטים חיצוניים מהווים 38% מזמן העבודה בתחנה. העובד מבצע במרבית הזמן פעולות שירות שחלקן מיועדות לשירות מכונות השטיפה והייבוש, אבל אלמנט כגון "treatment" המהווה 10% מסך הזמן הכולל, מוקדשות עבור פעולות שירות נוספות בבית האריזה.



איור 5: התפלגות אלמנטים בתחנת השטיפה – רוסקוס.

טבלה 8 מציגה את סיכום נתוני המדידה של תחנת השטיפה לאחר איחוד הנתונים. האלמנט המחזורי שלפיו נקבעת התפוקה בתחנת מיון האורך הוא אלמנט "Enter dryer" (הכנסת אגד אחד המכיל 50 ענפים לתוך המייבש). זמן התקן הממוצע לענף הוא 0.99 שניות והתפוקה של עובד לשעה היא 3621 ענפים בשעה.

טבלה 8 : דגימה מאוחדת-תחנת שטיפה- רוסקוס (הזמנים בשניות).

דגימה_מאוחדת_שטיפה רוסקוס										
אלמנטים חיצוניים				אלמנטים פנימיים – t(i)						
אלמנטים	הכנסת אגד אחד המכיל 50 ענפים לתוך המייבש	הפעלת מכשיר הצנטריפוגה	הוצאת מספר אגדים מתוך המייבש	ארגון וסידור האגדים, לשליפה נוחה יותר כשניגשים למייבש	הכסת מספר אגדים לתוך מיכלים עם מים	טיפול בענפים	שירות	אחר	בטלה	טבילת מספר אגדים בתוך מיכל וקס
ממוצע	5.84	21.15	23.50	7.79	16.00	79.29	78.3	0	113	11.91
סטיית תקן*	4.21	9.55	11.21	7.18	14.40	90.78	82.8			3.16
תצפיות לאלמנט	198	13	20	28	25	7	10	1	1	68
אחוז הזמן לביצוע אלמנט	24%	6%	10%	5%	8%	12%	16%	1%	2%	17%
זמן טיפול ממוצע לענף*	0.99									
תפוקה לשעה	3621									

בתהליך האריזה של רוסקוס תחנת המיון הידני היא תחנת צוואר הבקבוק מאחר והמיון מתבצע באופן ידני. בתחנת השטיפה והייבוש, יש להקצות 4 עובדים. התפוקה בתחנה זו נקבעת על ידי מפעיל המכונה. בתחנת המריטה בקוכיה זמן התקן הוא 1.05 שניות לענף, והתפוקה הינה 3414 ענפים לשעה. תפוקת עובד לשעה בתחנת המיון בקוכיה הינה 2112 ענפים. במכונת המריטה תפוקת העובד לשעה היא 3414 ענפים ובתחנת האגידה המהווה צוואר בקבוק תפוקת העובד לשעה היא 1344 ענפים לשעה. זמן התקן לייצור אגד של 10 ענפים הינו 54.4 שניות. תפוקת אריזת קוכיה גבוהה מאריזת רוסקוס בשל הצורך לייבוש הרוסקוס במשך 5 דקות.

3.4 פיתוח מודל לתיכנון עבודה במשק רב ענפי

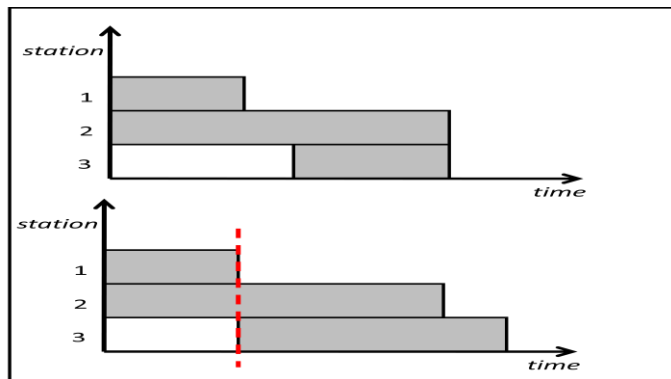
בוצע פיתוח ראשוני של מודל לתיכנון עבודה במשק רב ענפי אשר מהווה כלי ניהולי בתיכנון יום העבודה בבית האריזה בהתאם למצבת העובדים, ההזמנות הקיימות, זמני אספקה, תחנות העבודה, סוגי הגידולים, מחיר מכירה. המודל מוצא את סידור העבודה האופטימלי על פי דרישת המגדל להכנסות מרביות, מינימום איחורים ומינימום עלויות ייצור וכוח אדם.

הוגדרו קלטים למודל בצורת מערכי משתנים: S – זמן איתחול התחנות הראשונות בכל גידול. WIP – כמות הענפים בתהליך לפני כל תחנה (טבלה 5). prod_std – זמן המחזור לעיבוד ענף בתחנה בשניות (טבלה 6). refreg_time – משתנה המגדיר את זמן ההכנסה לקירור של ענף בודד בשניות. total_workers – כמות העובדים הזמינים לעבודה במשק. trans – מטריצת המעברים אשר מתארת את זמן המעבר מתחנת עבודה אחת לתחנת עבודה שנייה. workers_n – מספר הפועלים הדרושים לעבודה בכל תחנה. waste – אחוז הפחת בכל תחנה ובכל גידול לפי איכות הענפים המגיעים מהשדה. orders – משתנה המכיל את נתוני ההזמנות: סוג הגידול, כמות ענפים, זמן אספקה ומחיר ענף. בהערכת הזמנים נלקח בחשבון משך סידור המכונות, משך העברת הענפים והכנתם לתחילת העבודה. פותחה פונקציית מטרה למציאת הפיתרון המיטבי לסידור העבודה עבור כל מקרה בבית האריזה. במשוואה 1 מוצגת פונקציית מטרה בסיסית לקבלת זמן הייצור המינימלי בגידול מסוים.

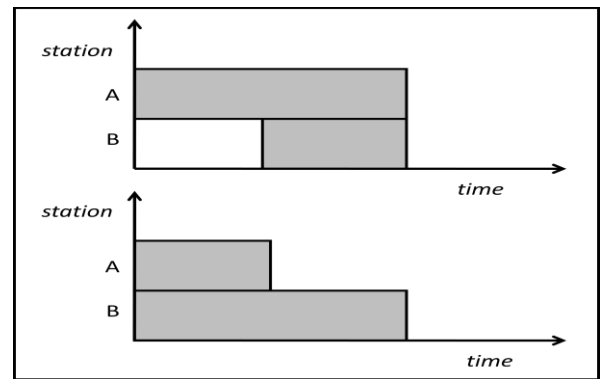
$$total_process_i = \min(\sum_{j=1}^3 (no_f_WIP_{i,j} \times prod_std_{i,j} + setup_{i,j})) \quad (1)$$

כאשר i הינו סוג הגידול ו- j מספר התחנה.

במידה ומצבת כ"א תאפשר ניתן יהיה לעבוד על מספר תחנות במקביל בכדי לקצר את זמן הייצור והעסקה מירבית של העובדים. תרשים מספר 6 מראה את אופן העבודה המיטבי בשתי תחנות אשר ניתן לעבוד בשתייהן במקביל, כאשר: (1) זמן העבודה של תחנה A ארוך מזמן העבודה של תחנה B (איור 6 עליון) זמן הסיום של שתיהן יהיה זהה; ו- (2) זמן העבודה של תחנה A קצר מזמן העבודה של תחנה B (איור 6 תחתון) זמן ההתחלה של שתיהן יהיה זהה. באופן דומה כאשר העבודה מתרחשת על 3 תחנות אך מצבת כ"א לא מאפשרת לעבוד עליהן בו זמנית ייתכנו אחת האפשרויות הבאות: (1) זמן העבודה של תחנה 2 קצר מצירוף זמני העבודה של תחנות 1 ו 3 (תרשים 7 תחתון) זמן הסיום של תחנה 1 יהיה זמן ההתחלה של תחנה 3; (2) זמן העבודה של תחנה 2 ארוך מצירוף זמני העבודה של תחנות 1 ו 3 (תרשים 7 עליון) זמן ההתחלה של תחנה 1 יהיה זמן ההתחלה של תחנה 2, וזמן הסיום של תחנה 3 יהיה זמן הסיום של תחנה 2.



תרשים 2 - חישוב החפיפה בזמנים בין שלוש תחנות.



איור 1: חישוב החפיפה בזמנים בין שתי תחנות.

פלט המודל מובא באיור 8 וכולל את המידע לגבי ההזמנה לביצוע, שיטת העבודה המיטבית בבית האריזה, זמני ההתחלה והסיום של כל תחנה וסיכום זמני העבודה והאדם. פלט התוכנית מהווה "סידור עבודה" לבעל המשק אשר קיומה יביא לביצוע ההזמנה בזמן הקצר ביותר. בשלב זה מודל הסימולציה הראשוני מטפל בהזמנות של גידול יחיד אך המודל יורחב לטפל במצב האמיתי במשק בו מתבצעות מספר הזמנות מגידולים שונים במקביל ובמהלך יום העבודה נכנסות הזמנות נוספות תוך כדי ביצוע הזמנות קיימות.

בטבלה מספר 9 מוצגות תוצאות של הרצות המודל עבור הזמנה בגודל 5000 ענפים לכל אחד מהגידולים. בשורה הראשונה של הטבלה מופיע משך העיבוד במצב הקיים, כפי שחושב בתכנית תחת שם המשתנה $total_processJS_t$. אחוזי השיפור מוצגים בטבלה ומחושבים כאחוז ההפחתה במשך העיבוד מתוך המצב הקיים. העמודה 'שיטת עבודה' מתארת את שיטת העבודה שנבחרה כטובה ביותר ע"י התוכנית בהתייחס לכמות העובדים ונתוני ההזמנה. למרות שאחוז השיפור מושפע מעט מגודל ההזמנה (מכיוון שזמני הסט-אפ הם קבועים ואינם תלויים בגודל ההזמנה) מגמת השיפור בזמנים נשארת דומה בכל גודל הזמנה.

Order Number: 3	} מידע כללי לגבי ההזמנה
Cultivar type is: Aspidistra - מגינית	
Number of flowers in: 6498	
Number of flowers out: 5000	} שיטת העבודה שנבחרה
The working method is: Working in stations 1 and 2 Flow Shop then in station 3	
Starting time Station 1: 21770.4 sec	} זמני התחלה וסיום לכל התחנות
Finishing time Station 1: 14242.7 sec	
Starting time Station 2: 20870.4 sec	
Finishing time Station 2: 15113.2 sec	
Starting time Station 3: 12713.2 sec	
Finishing time Station 3: 600 sec	
The time NEEDED for processing this order is: 6.05 Hours	} סיכום זמנים להזמנה
The DUE time for processing this order is: 48 Hours	
The total workers salary time is: 15.38 Hours	

איור 8 : דוגמה לפלט הרצת הסימולציה.

טבלה 9 : השפעת מספר עובדים על משך התהליך.

שיטת עבודה			אחוז שיפור בזמן			משך עיבוד ההזמנה (שניות)			מספר פועלים
מגינית	ארליה	פיטוספורום	מגינית	ארליה	פיטוספורום	מגינית	ארליה	פיטוספורום	
1,2,3	1,2,3	1,2,3	0%	0%	0%	28398	29218	26674	מצב קיים (7)
1-2,3	לא ניתן	1,2-3	23%	לא ניתן	0%	21770	לא ניתן	26673	3
1-2,3	לא ניתן	1,2-3	23%	לא ניתן	0%	21770	לא ניתן	26673	4
1,2-3	1,2,3	1-2-3	27%	0%	47%	20840	29217	14183	5
1-2-3	1-2,3	1-2-3	54%	19%	47%	13013	23661	14183	6
1-2-3	1-2,3	1-2-3	54%	19%	47%	13013	23661	14183	7
1-2-3	1-2,3	1-2-3	54%	19%	47%	13013	23661	14183	8
1-2-3	1,2-3	1-2-3	54%	45%	47%	13013	15982	14183	9
1-2-3	1,2-3	1-2-3	54%	45%	47%	13013	15982	14183	10
1-2-3	1-2-3	1-2-3	54%	45%	47%	13013	15982	14183	11

בפיטוספורום התוצאות מראות כי ניתן להתחיל עבודה עם 3 עובדים. כאשר המצבה מונה 5 עובדים ניתן לשנות את שיטת העבודה ל-Flow shop, בעקבות השינוי בשיטת העבודה מתקבל שיפור של 47% במשך התהליך. בארליה לא ניתן להתחיל עבודה 5 עובדים לפחות וזאת משום שהמודל בודק אם מס' הפועלים הזמינים גדול או שווה לכמות הפועלים המקסימאלית הנדרשת בתחנות העבודה. התחנה שדורשת 5 פועלים הינה התחנה השנייה, וניתן בפועל להתחיל עבודה בתחנה הראשונה עם 2 פועלים אך לא ניתן יהיה לעבור לתחנה השנייה. כאשר מספר העובדים עולה מ-5 ל-6 עובדים שיטת העבודה משתנה ועוברים לעבוד על תחנות 1,2 במקביל ולאחר מכן על תחנה 3. שינוי זה מוביל לשיפור של 19% במשך התהליך בהשוואה למצב הקיים. כאשר מספר העובדים הינו 6-8 אין שיפור

במשך התהליך אך במעבר מ-8 ל-9 עובדים מדד השיפור במשך התהליך משתנה מ-19% שיפור ל-47% שיפור ביחס למצב הקיים. במעבר בין-9 עובדים ל-11 עובדים לא נראה שיפור במשך התהליך למרות ששיטת העבודה משתנה ל-Flow shop (עבודה במקביל על 3 התחנות) וזאת משום שמשך העבודה על תחנה 2 גדול מצירוף משך העבודה בתחנות 1, 3 כפי שהודגם בתרשים 7 העליון.

בתהליך העבודה במגינית נמצא כי החל מכמות העובדים המינימאלית (3 עובדים) שיטת העבודה על פי המודל מובילה לשיפור של- 23% ביחס למצב הקיים. במעבר בין-4 עובדים ל-5 עובדים מדד השיפור במשך התהליך גדל ל-27% ביחס למצב הקיים בעקבות שינוי שיטת העבודה המומלצת ע"י המודל. במעבר בין-5 עובדים ל-6 עובדים שיטת העבודה הינה Flow shop וכתוצאה מכך מדד השיפור במשך התהליך עולה ל-54% ביחס למצב הקיים. הוספה של כמות עובדים נוספת לא תוביל לשיפור במשך התהליך.

בוצע ניתוח על התפוקה המרבית ליום עבודה כתלות במספר העובדים הנותנת את היכולת להחליט כיצד להקצות עובדים למשימות בהתאם למועדי האספקה. טבלה מס' 10 מסכמת את התוצאות.

טבלה 10 : השפעת מספר העובדים על התפוקה ליום עבודה.

מספר פועלים			משך עיבוד ההזמנה			שיטת עבודה			כמות ענפים מרבית ל 12 שעות		
מגינית	ארליה	פיטוספורום	מגינית	ארליה	פיטוספורום	מגינית	ארליה	פיטוספורום	מגינית	ארליה	פיטוספורום
מצב קיים (7)	26674	29218	28398	1,2,3	1,2,3	1,2,3	1,2,3	8,098	7,393	7,606	
3	26674	לא ניתן	21770	1,2-3	לא ניתן	1-2,3	לא ניתן	8,098	לא ניתן	9,922	
4	26674	לא ניתן	21770	1,2-3	לא ניתן	1-2,3	לא ניתן	8,098	לא ניתן	9,922	
5	14183	29217	20840	1-2-3	1,2,3	1-2-3	1,2,3	15,230	7,393	10,365	
6	14183	23661	13013	1-2-3	1-2,3	1-2-3	1-2,3	15,230	9,129	16,599	
7	14183	23661	13013	1-2-3	1-2,3	1-2-3	1-2,3	15,230	9,129	16,599	
8	14183	23661	13013	1-2-3	1-2,3	1-2-3	1-2,3	15,230	9,129	16,599	
9	14183	15982	13013	1-2-3	1,2-3	1-2-3	1,2-3	15,230	13,515	16,599	
10	14183	15982	13013	1-2-3	1,2-3	1-2-3	1,2-3	15,230	13,515	16,599	
11	14183	15982	13013	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3	15,230	13,515	16,599	

במצב הקיים בתהליך העבודה בפיטוספורום, בשיטת העבודה הנהוגה בבית האריזה, תפוקת העובדים הינה 8,098 ענפי פיטוספורום ליום עבודה. כאשר מספר העובדים נמצא בטווח של 3-4 עובדים לא משתנה תפוקת בית האריזה למרות ששיטת העבודה משתנה ל-1,2,3 (1,2 במקביל ואז תחנה 3). כאשר מס' העובדים עולה מ-4 עובדים ל-5 עובדים התפוקה עולה ל-15,230 ענפים ביום עבודה בעקבות שינוי שיטת העבודה ל-Flow shop. הוספת עובד נוסף אינה תשנה את תפוקת העובדים המרבית בהתאם להנחות המודל.

במצב הקיים בארליה, בשיטת העבודה הנהוגה בבית האריזה תפוקת העובדים הינה 7,393 ענפי ארליה ליום עבודה. במעבר בין-5 עובדים ל-6 עובדים, שינוי בשיטת העבודה (1,2 במקביל ו-3 אחר כך) מגדילה את התפוקה ל-9129 ענפים ביום עבודה. נק' השינוי הבאה בתפוקת הענפים ליום עבודה מתרחשת במעבר בין-8 עובדים ל-9 עובדים במצב זה התפוקה עולה ל-13,515 ענפים ביום עבודה וזוהי למעשה התפוקה המרבית שבית האריזה יכול לייצר בהתאם למשאבים הקיימים בו.

במצב הקיים במגינית, בשיטת העבודה הנהוגה בבית האריזה תפוקת העובדים הינה 7,606 ענפי מגינית ליום עבודה. במצב בו קיימים 3 עובדים בבית האריזה ניתן לעבוד לשיטת עבודה (1-2,3) וע"י כך להגדיל את תפוקת יום העבודה ל-9,922 ענפים. המעבר בין-4 עובדים ל-5 עובדים מוביל לשינוי בשיטת העבודה (1,2-3) ובעקבות כך התפוקה גדלה ל-10,365 ענפים. השינוי הבא בתפוקת הענפים מתרחש כאשר כמות העובדים עולה ל-6 עובדים. במצב זה ניתן לעבוד Flow shop לאורך כל התהליך (1-2-3) וע"י כך להגדיל את התפוקה ל-16,599 ענפים ליום עבודה.

3.5 סימולציה

פותח מודל סימולציה לתהליכי העבודה בבית האריזה של משק ד'. המשתנים במודל הסימולציה הם משתנים המאפיינים את משך זמני העבודה בתחנות השונות. ערכי המשתנים נקבעו באמצעות תוצאות חקר העבודה וחשוב ההתפלגויות. פלט הסימולציה עבור רוסקוס מכיל את הרשומות הבאות: (1) זמן כניסת רוסקוס למערכת והתחלת עבודה בתחנת המיון הידני. (2) זמן סיום בתחנת המיון הידני. (3) זמן סיום בתחנת האגידה. (4) זמן סיום בתחנת הייבוש (זמן סיום הסימולציה). (5) כמות ענפי רוסקוס שסיימו את התהליך בבית האריזה.

פלט הסימולציה עבור קוכיה מכיל את הרשומות הבאות: (1) זמן כניסת קוכיה למערכת והתחלת עבודה בתחנת המיון במכונה. (2) זמן סיום בתחנת המיון במכונה. (3) זמן סיום בתחנת הסרת העלעלים (מריטה). (4) זמן כניסה לתחנת האגידה. (5) זמן סיום בתחנת האגידה. (6) כמות ענפי הקוכיה שסיימו את התהליך בבית האריזה.

3.6 חלופות

חלופה 1 – אריזת שני הגידולים במקביל באותו היום

חלופה זו מאופיינת בהשארות מדיניות העבודה הקיימת (אריזת שני גידולים במקביל באותו היום) תוך הגדלת התפוקה. במצב הנוכחי בבית האריזה, מכונת האגידה משותפת לשני הגידולים ולכן שיפור התפוקה של הקוכיה יתאפשר רק באמצעות הגדלת שעות העבודה במכונת האגידה. דרך שנייה להגדיל את התפוקה בבית האריזה, תהיה על ידי הגדלת התפוקה בתהליך מיון הרוסקוס.

העבודה בתחנות השונות מאורגנת לפי סוג התהליך, כלומר עיבוד הרוסקוס יתבצע לפני עיבוד הקוכיה. בהתאם לכך מיון האורך עבור רוסקוס יוכל להתבצע גם באופן ידני וגם באמצעות מכונת מיון האורך. תהליך האגידה של הרוסקוס יחל במקביל לתהליך מיון האורך במכונה בניגוד למצב הנוכחי בו מסיימים למיין ורק לאחר מכן מתחילים לאגוד. במצב זה תפוקת הרוסקוס בתהליך המיון תגדל ותעמוד על כ-7700 ענפים (טבלה 11).

טבלה 11: אופציה 1, חישוב תפוקות ביום עבודה בבית האריזה

רוסקוס				קוכיה			מוצר
שטיפה + ייבוש	אגידה	מיון אורך ידני	מיון אורך במכונה	אגידה	הסרת עלעלים	מיון אורך במכונה	תחנה
9053	8064	2456	5280	8736	5121	4224	תפוקה מקסימאלית
10	6	4	2.5	6.5	1.5	2	סך כל שעות העובדים היצרניים
3621	1344	614	2112	1344	3414	2112	תפוקה לשעה

עבור הקוכיה, יתבצע מיון אורך לכ- 4200 ענפים. במצב זה, לא ניתן לבצע הסרת עלעלים או אגידה לכמות גדולה יותר מ- 4200 ענפים. לפיכך, כמות הענפים הסופית האפשרית בתחנה זו היא 4200 ענפים. התפוקה הצפויה בבית האריזה עבור חלופה 1 הינה 7700 ענפי רוסקוס ו- 4200 ענפי קוכיה.

חלופה 2 – עבודה על סוג גידול אחד ביום

היתרונות יתבטאו בכך שברוסקוס ניתן יהיה לעבוד על מכונת המיון ולהגדיל התפוקה. ובקוכיה תמנע ההמתנה למכונת האגידה. הנחות עבודה עבור חלופה 2: 1) קיים מספיק חומר גלם לאריזת התפוקה הצפויה. 2) העבודה מתחדשת ביום המחרת באותם השלבים בהם הופסקה ביום הקודם. תפוקת האגידה בקוכיה קטנה בכ-100 ענפים לשעה, מאשר ברוסקוס ועומדת על 1344 ענפים לשעה.

טבלאות 12 ו-13 מציגות את התפוקות הצפויה המקסימאלית לכל גידול בהתאם לתפוקת עובד לשעה שחישבו בחקר העבודה. בקוכיה, ניתן לבצע מיון אורך לכ-21100 ענפים ולעומת זאת כמות כוח האדם מאפשרת להסיר עלעלים ל-22100 ענפים. לפיכך, כמות הענפים הסופית האפשרית בתחנה זו היא 21100 ענפים. עבור רוסקוס כמות שעות כוח האדם המוקצות לעבודה בתחנות השונות בבית האריזה מאפשרות תפוקה של 13700 ענפים ביום.

טבלה 12: חלופה 2, שינוי מדיניות עבודה-חישוב תפוקות רוסקוס.

רוסקוס				מוצר
שטיפה + ייבוש	אגידה	מיון אורך ידני	מיון אורך במכונה	תחנה
14484	14390	0	13728	תפוקה מקסימאלית
16	10	0	6.5	סך כל שעות העובדים היצרניים
3621	1439	614	2112	תפוקה לשעה

טבלה 13: חלופה 2, שינוי מדיניות עבודה-חישוב תפוקות של קוכיה.

קוכיה			מוצר
אגידה	הסרת עלעלים	מיון אורך במכונה	תחנה
21504	22191	21120	תפוקה מקסימאלית
16	6.5	10	סך כל שעות העובדים היצרניים
1344	3414	2112	תפוקה לשעה

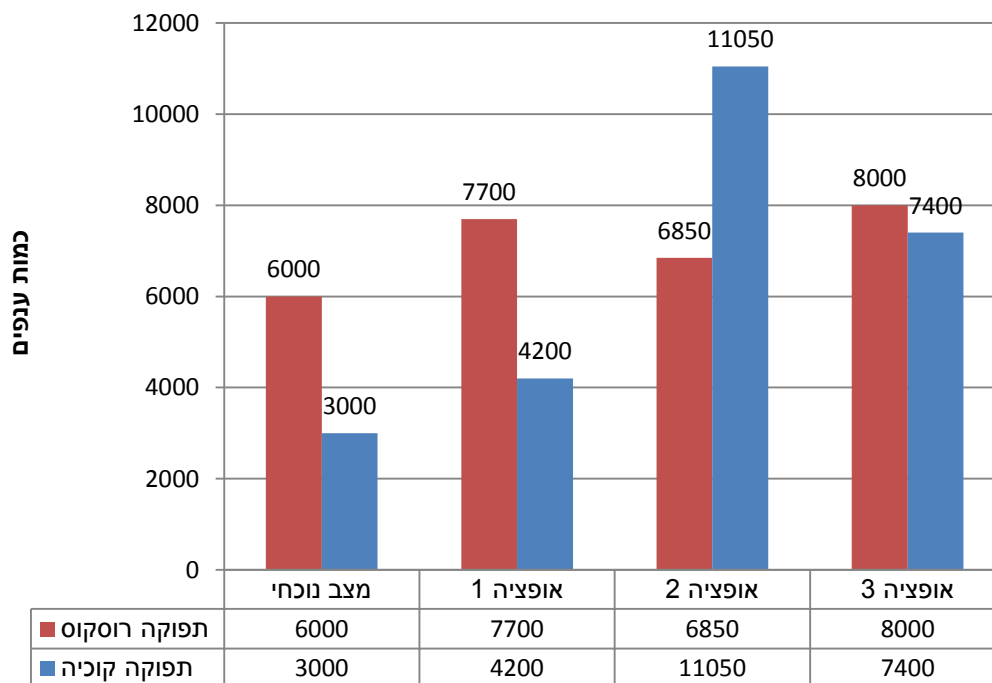
חלופה 3- הוספת מכונת מיון אורך :

התפוקה של מכונת מיון אורך היא 2112 ענפים לשעה, לעומת זאת, קצב מיון האורך הידני לעובד הינו 614 ענפים לשעה. כלומר קצב תפוקה בתחנת המיון הידני איטי פי 3.4 מקצב מיון המכונה. בחלופה 3 לא יתבצע מיון אורך רק באמצעות מכונה. העובדים יסיימו את תהליך האריזה של הרוסקוס, ורק לאחר הפסקת הצהרים ולאחר שמכונת האגידה תתפנה העובדים יבצעו את תהליך האריזה של הקוכיה. בטבלה 14 מוצג חישוב התפוקות המקסימאליות הצפויות לפי חלופה 3.

טבלה 14: חלופה 3, חישוב תפוקות בבית האריזה.

					רוסקוס	קוכיה	מוצר
שטיפה וייבוש	אגידה	מיון אורך ידני	מיון אורך במכונה	אגידה	הסרת עלעלים	מיון אורך במכונה	תחנה הליך
9053	8064	0	9504	10752	10242	7392	תפוקה מקסימאלית
7.5	6	0	4.5	8	3	3.5	סך כל שעות העובדים היצרניים
3621	1344	614	2112	1344	3414	2112	תפוקה לשעה

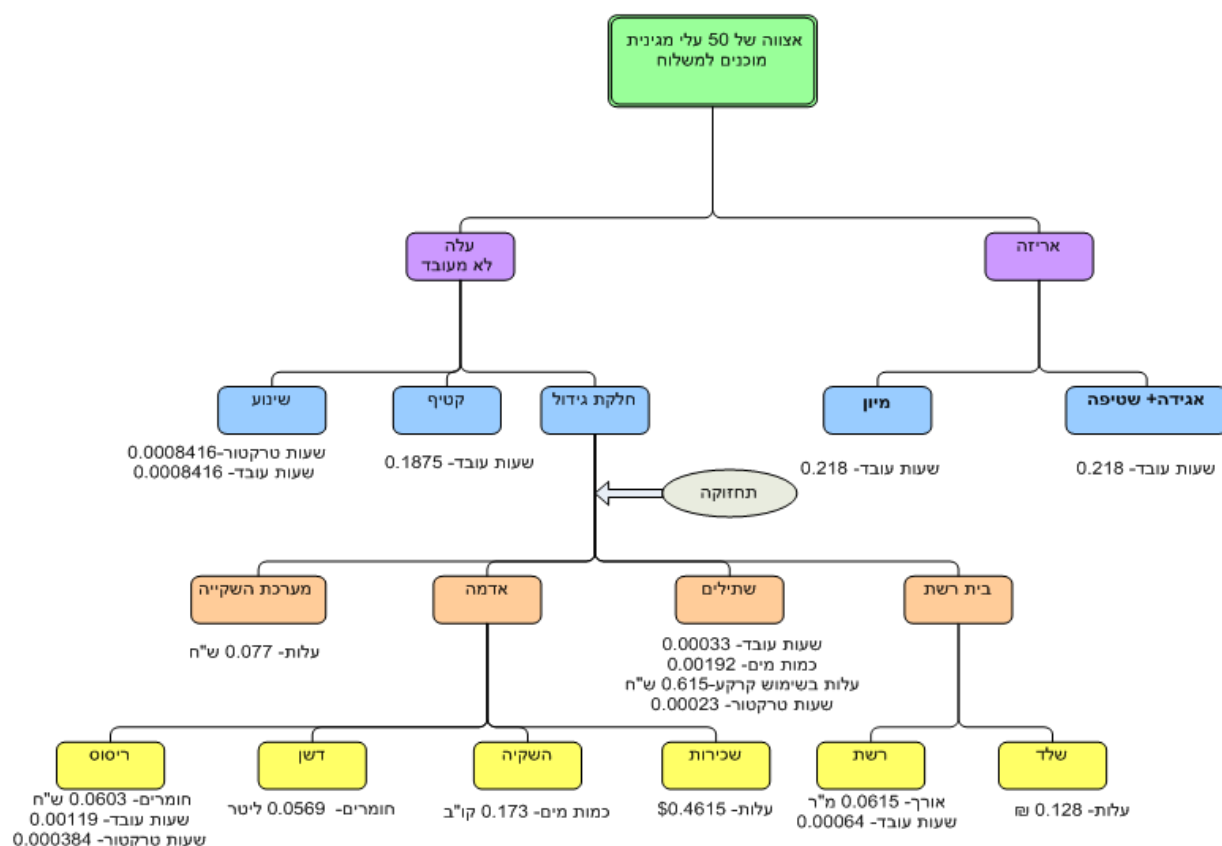
התפוקה היומית הממוצעת המוערכת של רוסקוס היא כ- 8000 ענפים. התפוקה היומית הממוצעת המוערכת של קוכיה נשארה על כ-7400 ענפים. השינויים בתפוקה נבעו מהוספת כוח אדם שהתפנה ממיון האורך הידני ברוסקוס לתהליך השטיפה והאגידה של הרוסקוס. השוואה בין תפוקות המתקבלות בחלופות השונות מובאות באיור 9.



איור 9: תפוקות ליום בחלוקה לפי האופציות השונות.

3.7 פיתוח עץ מוצר

פותח עץ מוצר עבור כל אחד מהגידולים הכולל את עלויות החומרים, זמן העבודה, דרישות התחזוקה, התשומות והמשאבים הנדרשים לשם תימחור עלות המוצר והרכבתו באופן המפרט את המבנה ההיררכי של המוצר המוגמר מכל היבטיו. המוצר בכל אחד מהגידולים הוגדר כיחידת משלוח בסיסית כגון אגד של 10 או 50 ענפים. נתוני העלויות השונים חושבו על פי שיחות עם בעלי המשק ומדידות חקר העבודה שבוצעו. באיור 10 מובאת דוגמה לעץ מוצר למגינית. העלויות המובאות, זמני העבודה, כמויות המים והחומרים מחושבים עבור יחידת מוצר מגינית אחת שהינה אגד של 50 ענפים. עץ המוצר מאפשר לחשב את עלויות הגידול והייצור האמיתיות של יחידת מוצר אחת ולהשוותה למשקים אחרים, גידולים אחרים או שיטות גידול וייצור אחרות. כמו כן ניתן לראות את יחסי העלויות בשלבי הייצור השונים. במגינית מושקעים כ- 0.63 שעות אדם בייצור אגד של 50 ענפים בכל השלבים, כ- 175 ליטר מים, כ- 0.0014 שעות טרקטור וכ- 1.3 ש"ע עלויות נוספות.



איור 10 : עץ מוצר למגינית.

3.8 מדד אי סדר

מדדי אי סדר חושבו רק עבור אלמנטים יצרניים בתחנות העבודה. אלמנטי שירות שונים הם בעלי מאפייני אי סדר גבוהים מאד, הן בכוח האדם והן בתדירות השינוי. מדד אי הסדר עבור אלמנט שירות לא יכול להעיד על יציבות או חוסר יציבות התהליך בבית האריזה. תוצאות המדדים מופיעים בטבלה 15.

טבלה 15 : מדדי אי סדר.

הסרת עלעלים	שטיפה	מיון אורך במכונה	אגידה	תחנת עבודה
87	87	87	87	משך התצפית
0.17	0.07	0.01	0.09	מדד אי סדר
27	24	1	21	כמה פעמים התבצע שינוי
0.31	0.28	0.01	0.24	ממוצע השוני לתחנה
3.22	3.63	87	4.14	תדירות השינוי

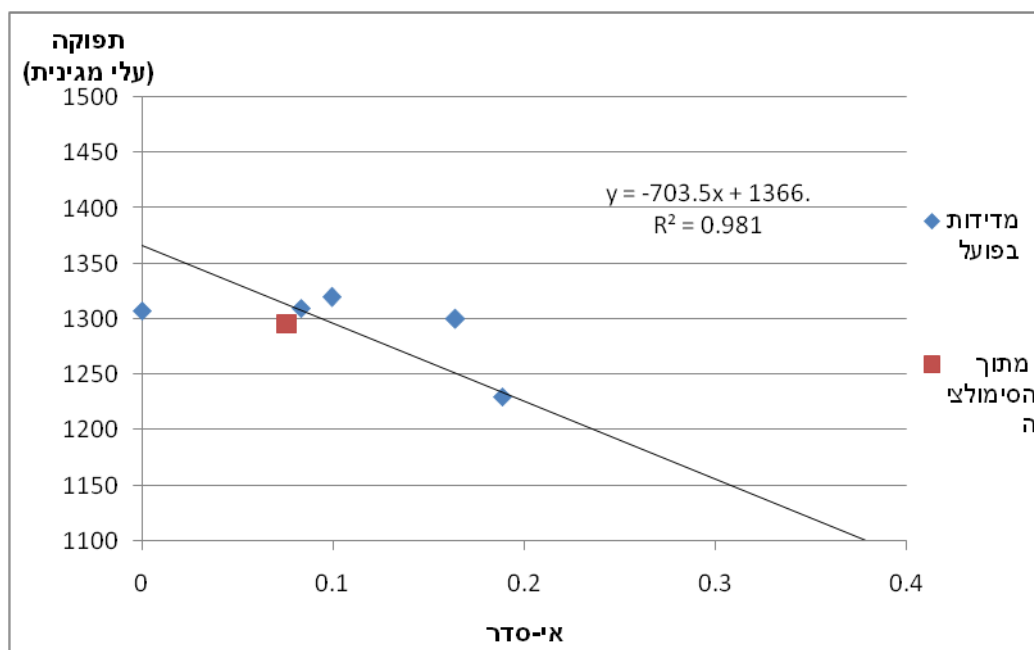
מדד זה עבור תחנת מיון האורך במכונה היה נמוך מאוד ועמד על 0.01 מסך כל השינויים שהיו יכולים להיווצר במשך המדידה, כלומר הפעילות בתחנה זו היא מאוד יציבה ואין שינויים בכוח האדם שיכולים להשפיע על רצף העבודה. בתחנה זו עובד המיון עזב את התחנה רק פעם אחת.

מדד ממוצע השינוי מתייחס למספר הפעמים שאירע שינוי בתחנת העבודה ותדירות השינוי מעידה כל כמה זמן בממוצע התרחש שינוי בכוח האדם בתחנה. מניתוח הנתונים התקבל כי תחנות האגידה, השטיפה והסרת העלעלים הן בעלות מדדים דומים. ניתן להבחין כי בתחנת מיון האורך העובד נשאר רוב הזמן ליד המכונה וביצע את פעולותיו ללא צורך לבצע אלמנטים של שירות המצריכים לעזוב את התחנה. בתחנות האגידה והשטיפה כמויות העובדים הן יחסית גדולות (4 עובדים בתחנה) ועובד השירות מטפל במספר תחנות במקביל, כך שעובדי התחנה נאלצים לעזוב את עבודתם היצרנית כדי למלא את מקומו של איש השירות. החקר הרב תצפיתי הניב את מקדם אי-סדר בכל מדידה, והנתונים נשמרו בטבלה במקביל לתפוקה בזמן החקר (טבלה 16).

טבלה 16 : ריכוז תוצאות מדידות חקר רב תצפיתי – מגינית.

מדידה מספר	תפוקה בעלים	רמת אי סדר
1	1,300	0.1638
2	1,230	0.1884
3	1,320	0.0992
4	1,310	0.0831

בכדי למצוא טווח רחב של נתונים וודאות גבוהה להתאמה בין המשתנים הנבחנים, בחנו את התפוקה המקסימאלית האפשרית על סמך זמן התקן שהתקבל בחקר הזמן הישיר: 275.354 שניות. מתוך זמן התקן מתקבל כי ניתן לייצר במצב אידיאלי 1307 עלי מגינית בזמן המיון ומקדם האי-סדר יעמוד על ערך של 0%. נתון זה מתייחס למצב בו העובדים מבצעים את עבודתם בזמנים קבועים וללא תחלופת תחנות בזמני הדגימה. כאשר מקדם האי-סדר מוגדר בערך המקסימאלי אותו הוא יכול לקבל – 100%, התפוקה תעמוד על 654 עלי מגינית, מחצית מהמצב האידיאלי. נקודות אלה נוספו לחישוב ההתאמה בין מדד האי-סדר לתפוקה וסייעו לאמת את השערותנו אודות הקשר בין המשתנים. נמצא כי מקדם המתאם בין התפוקות לבין ערך מדד אי הסדר הינו 0.981. (איור 11).



איור 1 : השוואת מדד אי סדר בין תוצאת סימולציית מצב קיים לנתוני המדידות במגינית.

הדו"ח מציג את הישגי המחקר אשר התבצע במשקי פרחים רב ענפיים בין השנים 2008-2011. במסגרת המחקר אופינו, נחקרו ונמדדו תהליכי העבודה השונים באמצעות שיטות חקר עבודה, חקר זמנים בשיטות מדידה ישירה וחקר רב תצפיתי. ממצאי חקר העבודה וחקר הזמנים הציגו את שיטות העבודה במשקים השונים ואת רצף התהליכים שבוצעו להכנת ההזמנות מהלקוחות או המשלוחים לבורסת הפרחים. בכל משק אופינו תהליכי צוארי הבקבוק ובוצע מיפוי של תהליכי העבודה ורצף התהליכים המיטבי.

במסגרת המחקר פותח מדד "אי הסדר" אשר מצביע על מידת העבודה הרציפה בתחנות העבודה השונות בריצפת היצור של בית האריזה. ממצאים הראו את הקורלציה שבין עצמת מדד אי הסדר ורמת התפוקה. הרגרסיה מצביעה על קשר לינארי שלילי בין עצמת המדד ורמת התפוקה.

נעשה במחקר שימוש בניתוח פארטו באותם משקים בהם מגוון הגידולים היה גבוה (מעל חמישה סוגי גידול) על מנת לקבל החלטה על הגידולים המובילים במשק, כך שניתן היה למקד את המחקר על אותם גידולים.

במסגרת המחקר בוצע ניתוח Clustering של תחנות העבודה על מנת להגדיר תאי יצור אשר ישפרו את הפיריון בטיפול בסוגי הגידולים השונים.

נבחנו סוגית הפחתים על מנת לסייע לחקלאי בקבלת החלטה על סף אחוז הפחת אשר עדיין כדאית את השקעת העבודה הנדרשת בהכנת משלוחים לשוק. ההחלטה תלויה בעלויות הנדרשות בתהליכי העבודה השונים מול מחיר המכירה. ההחלטה היא דינמית מאחר ומאפייני הפחת של הגידולים אינם קבועים כגון מחירי המכירה במשתנים בעיקר במשלוחים לבורסת הפרחים. בבחינת זמני הטיפול בתהליך כתלות בפחת נמצא כי כאשר אין פחת בתהליך, זמן עיבוד ענף ארליה הינו 17.89 שניות, ו- 7.89 שניות ברוסקוס. לעומת זאת, כאשר הפחת גדל ל- 30%, זמן הטיפול הממוצע בחומרי הגלם בארליה קטן בכ- 52%, וברוסקוס קטן בכ- 17%. נמדדו ערכי הפחת בתהליך הממוצעים בכל גידול שנחקר ובוצע ניתוח ראשוני לקביעת רמת הפחת הקריטית אשר מעבר לה מיון ואגידת הגידול ושיוקו לא תניב רווח.

בעבודה הוגדרו עצי מוצר של הגידולים השונים. על פי הידוע לנו לא בוצעה עבודה מעין זו והיא מהווה עבודה ראשונית בקנה מידה עולמי. פותח עץ מוצר עבור כל אחד מהגידולים הכולל את עלויות החומרים, זמן העבודה, דרישות התחזוקה, התשומות והמשאבים הנדרשים לשם תימחור עלות המוצר והרכבתו באופן המפרט את המבנה ההיררכי של המוצר המוגמר מכל היבטיו. המוצר בכל אחד מהגידולים הוגדר כיחידת משלוח בסיסית. חושב כי במגניית מושקעים כ- 0.63 שעות אדם, כ- 175 ליטר מים, כ- 0.0014 שעות טרקטור וכ- 1.3 שעות נוספות בייצור אגד של 50 ענפים בכל השלבים. עץ המוצר מאפשר לחשב את עלויות הגידול והייצור האמיתיות של יחידת מוצר אחת ולהשוותה למשקים אחרים, גידולים אחרים או שיטות גידול וייצור אחרות. פותחו שני סוגי עצים: א. עץ מוצר יחיד- אשר מכיל את כל שלבי העבודה החל משלב הכנת השטח, שלב הגידול הראשוני עד לשלב הקטיף ושלב הקטיף והאריזה. עץ מוצר כזה כולל גם את כל שלבי העבודה והתהליכים הנדרשים לתחזוקה שוטפת של החלקה המעובדת. ב. עץ מוצר "מרובה"- זהו עץ מוצר אשר מכיל סט של עצי מוצר לכל אחד משלבי העבודה. למשל: עץ מוצר להכנת השטח לשתילה או עץ המוצר של תהליכי העבודה בבית האריזה להכנת המוצרים למשלוחים.

במסגרת המחקר פותח כלי ניהולי לתכנון העבודה בבית האריזה. באמצעות כלי אנליטי כזה יכול החקלאי באופן דינמי ושוטף לקבוע את התשומות הנדרשות למימוש ההזמנות אשר בידו על מנת לעמוד בדרישות של לוח הזמנים וכל זאת בעלות מינימאלית. כלי התכנון יסייע לחקלאי לתכנן את כמות העובדים הנדרשים ואת שעות המכונות הנדרשות לעמידה בדרישות ההזמנות. בהווה ניהול העובדים במשק מתבצע באופן אינטואיטיבי ועל בסיס ניסיון היסטורי המקובל במשק ולא על בסיס שיטה אנליטית.

ממצאים שנמצאו במסגרת המחקר מצביעים על חיסכון של עד עשרות אחוזים (על פי סוג הגידול) בשלבים השונים בתהליך הייצור ושיפור הפריון בבית האריזה.

ממצאי המחקר תומכים בעבודת החקלאי בניהול המשק ומסייעות בעמידה בדרישות השוק וכל זאת בעלות מינימאלית. השימוש בכלים טכניים הנדסיים של ניתוח שיטות וחקר זמנים, מציאת צוארי בקבוק, חישוב מדד האי סדר, מידול תהליכי העבודה באמצעות כלי חקר ביצועים ומודלי סימולציה, מביא לשיפור הפריון לרווחת החקלאי. הטמעת עצי מוצר והשימוש במודל המגדיר את סף אחוז הפחת לכל גידול, מאפשר לחקלאי לנהל את המשק באופן מקצועי ויעיל ולסייע לו לשרוד בשוק התחרותי בעיקר בשווקים הבינלאומיים.

5 תודות

ברצוננו להודות לתומר אולמן, אושר אנקונינה, נוה ראובני, גלעד יעקבי, נטלי ניצן, אילנה קלגנוב, איילת טוגנדהפט, אביעד היבנטריגר, מורן פסח, שמוליק קוד, טליה דגן ומורן צלח על חלקם באיסוף וניתוח הנתונים.

6 מקורות

1. Meyers, F.E., Stewart, J.R., 2001, Motion and Time Study for Lean Manufacturing ,3rd Ed., Prentice Hall, New Jersey
2. Nahmias, S., 2008, Production and Operations Analysis, 6th Ed. McGraw-Hill, Irwin.
3. Niebel, B. and Freivalds, A., 2008, Methods, Standards, & Work Design, 12th Ed., McGraw-Hill, Irwin.
4. Tompkins, J.A, White, J.A., Bozer, Y.A. and Tanchoco J. M. A., 2010 Facilities Planning, 4th Ed., Wiley, New Jersey.
5. גלברזון, ש., 2000, ניהול התפעול ושיפור ביצועים, הוצאת צ'ריקובר, תל-אביב.
6. לשכת מדען ראשי, פרופיל ענף פרחים, אתר מדען ראשי באינטרנט, 2005.
7. מוסקוביץ, י., אידן, י. ובכר, א. 2010. פיתוח מערכת מבוססת מחשב כף יד לחקר עבודה בחקלאות. ניר ותלם, כ"א: 35-40.

סיכום עם שאלות מנחות

נא לענות על כל השאלות, בקצרה ולעניין, ב 3 עד 4 שורות מכסימום 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 לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
איפיון מלא של תהליכי העבודה בשלבי העבודה במשקי פרחים רב ענפיים. הגדרת כושר התהליך ובחירת התהליך המתאים להשגתו. מידול תהליכי העבודה באמצעות כלי חקר ביצועים/סימולציה. מציאת צווארי בקבוק ותהליכים לא יעילים. מציאת השלבים הצורכים את מירב כוח האדם ואת הפרמטרים החשובים ביותר באותם שלבים. פיתוח עצי מוצר לזני פרחים. שיפור שיטות העבודה באמצעות חקר שיטות, הקצאת משימות, מיקום ומערך וניהול התפעול והייצור במשק פרחים רב ענפי. תכנון ופיתוח כלים לבקרה תפעולית תוך שימוש בכלי בקרת תהליכים סטטיסטית. תכנון מיטבי של בית אריזה במשק פרחים רב גידולי בהתאם לעץ המוצר של הגידולים הקיימים.
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
אופינו, נחקרו ונמדדו תהליכי העבודה השונים באמצעות שיטות חקר עבודה, חקר זמנים בשיטות מדידה ישירה וחקר רב תצפיתי. ממצאי חקר העבודה וחקר הזמנים הציגו את שיטות העבודה במשקים השונים ואת רצף התהליכים שבוצעו להכנת ההזמנות מהלקוחות או המשלוחים לבורסת הפרחים. בכל משק אופינו תהליכי צוארי הבקבוק ובוצע מיפוי של תהליכי העבודה ורצף התהליכים המיטבי. נעשה במחקר שימוש בניתוח פארטו באותם משקים בהם מגוון הגידולים היה גבוה (מעל חמישה סוגי גידול) על מנת לקבל החלטה על הגידולים המובילים במשק, כך שניתן היה למקד את המחקר על אותם גידולים. פותח מדד "אי הסדר" אשר מצביע על מידת העבודה הרציפה בתחנות העבודה השונות בריצפת היצור של בית האריזה. ממצאים הראו את הקורלציה שבין עצמת מדד אי הסדר ורמת התפוקה. בוצע ניתוח Clustering של תחנות העבודה על מנת להגדיר תאי יצור אשר ישפרו את הפיריון בטיפול בסוגי הגידולים השונים. נבחנה סוגיית הפחתים על מנת לסייע לחקלאי בקבלת החלטה על סף אחוז הפחת אשר עדיין כדאית את השקעת העבודה הנדרשת בהכנת משלוחים לשוק. בעבודה הוגדרו עצי מוצר של הגידולים השונים ופותח כלי ניהול לתכנון העבודה בבית האריזה.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.
הממצאים שנמצאו במסגרת המחקר מצביעים על חיסכון של עד עשרות אחוזים (על פי סוג הגידול) בשלבים השונים בתהליך הייצור ושיפור הפיריון בבית האריזה. ממצאי המחקר תומכים בעבודת החקלאי בניהול המשק ומסייעות בעמידה בדרישות השוק וכל זאת בעלות מינימאלית. השימוש בכלים טכניים הנדסיים של ניתוח שיטות וחקר זמנים, מציאת צוארי בקבוק, חישוב מדד האי סדר, מידול תהליכי העבודה באמצעות כלי חקר ביצועים ומודלי סימולציה, מביא לשיפור הפיריון לרווחת החקלאי. הטמעת עצי מוצר והשימוש במודל המגדיר את סף אחוז הפחת לכל גידול, מאפשר לחקלאי לנהל את המשק באופן מקצועי ויעיל ולסייע לו לשרוד בשוק התחרותי בעיקר בשווקים הבינלאומיים.
הבעיות שנתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר.
האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.
הנושא הוצג בכנסים בינלאומיים: 37th International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering" אשר התקיים בקרואטיה בשנת 2009. CIOSTA אשר התקיים בווינה בשנת 2011
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
רק בספריות

ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)	◀
חסוי – לא לפרסם	◀