

מתקן משולב לעבודה בגובה בחממות



רון ברנשטיין*, אברהם ארבל, מוטי ברק, גיא לידור, יפתח עפגין ואבי שילון
המכון להנדסה חקלאית - מרכז וולקני

ronb@volcani.agri.gov.il*

מבוא

חממות הינן אמצעי גידול שהולך ותופס תאוצה בישראל ובעולם כולו. ניתן לראות כיום מגוון רחב של גידולים בתנאי חממה, כולל גידולים שבאופן מסורתי נעשו בשטחים פתוחים כגון, מלונים, ירקות שונים ולאחרונה אפילו כרמים. כתוצאה מהעלייה במספר החממות, ישנה עלייה במספר העובדים בחממות. חלק מן הסכנות הנשקפות לעובדים אלו היא העבודה בגובה. עבודה בגובה מוגדרת ככל עבודה, לרבות גישה למקום עבודה, שבשלה עלול עובד ליפול לעומק העולה על 2 מטרים (תקנות הבטיחות בעבודה - עבודה בגובה, 2007). עבודה זו עוסקת במצב בו העובד נדרש לעבוד על גג החממה אשר ממוקם לרוב בגבהים שבין שלושה לכדי עשרה מטרים מעל הקרקע. העבודה על גג החממה נדרשת לצורך ביצוע שלוש משימות עיקריות: התקנת גגות החממה, תחזוקה שוטפת המלווה בתיקונים מעת לעת וניקוי גגות החממה. לצורך ביצוע משימות אלו, חייב העובד להגיע לכל נקודה במרחב החממה וכן אפשרות להתנייד בקלות לאורכה ולרוחבה. בשל נפילה מגג חממה עלול העובד להפגע גופנית מקרקע שהיא או חולית או מבוסנת או פגיעה ישירה בעמודי הדלייה הפזורים לאורך שורת הגידול.

מרבית החממות בישראל לא תוכננו לעמוד בתיקני עבודה בגובה ולכן, בחממות אלו, לא קיימים אמצעי מיגון נפילה, עובדה שמעמידה את חקלאי ישראל בבעיה בטיחותית ומשפטית.

בעולם, הפיתרון הנפוץ הינו שימוש בקו חיים. פיתרון זה מוגבל לשימוש בישראל כיוון שתקני בניית החממות אינן תומכים בפיתרון זה. במאמר מעת יוסף כץ ומיכל צוריאלי (י. כץ, מ. צוריאלי, 2014) מציין מר כרנדיש את הבעיות בנושא התקנת קו חיים בחממות ישראל. עבודה זו התמקדה במציאת פיתרון המאפשר עבודה בגובה בחממות. אילוץ הפיתרון שעמדו לפנינו כלל, עמידה בתקני עבודה בגובה (התשס"ז, 2007), יכולת הגעה של העובד לכל נקודה במרחב החממה ועבודה של זוג עובדים במקביל. בנוסף לאילוצים אלו נבחנו המשמעות הכלכלית של יישום הפיתרון.

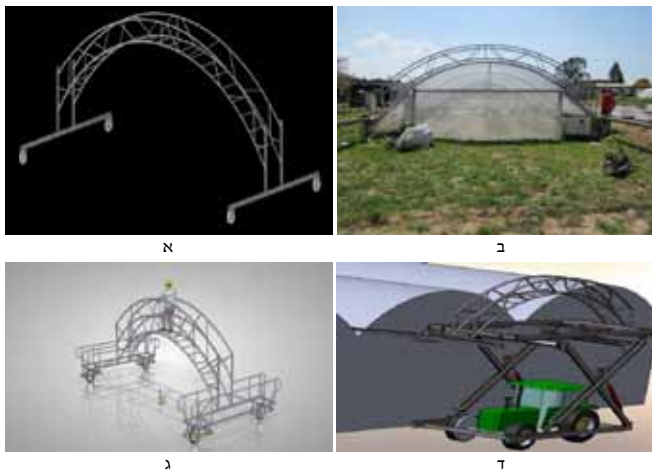
סקר חלופות

סקר החלופות כלל בחינה של מספר פתרונות אפשריים לעבודה בגובה בחממות. פתרונות אלו נבחנו בצורה אנליטית בלבד.

1. קו חיים מעוגן לקצוות החממה. קו חיים מתוח בתוך כל אחד ממרזבי החממה, מעוגן לקורות בקצה כל מרזב. השקיעה המירבית המותרת לכבל הינה 0.5 מ' (משיקולי פגיעה של העובד בקרקע). כוחות המתיחה שחושבו עבור פיתרון זה הינם 40 [KN] (עבור אורך חממה של 100 מ'). בכדי לעמוד בכח המתיחה יש צורך בכבל בקוטר 22 מ"מ אשר שוקל 100 ק"ג בקירוב. על מנת להחזיק מתיחה שכזו, הקורות בקצוות החממה צריכות להיות בעלות אורך צלע של 400 מ"מ בקירוב דבר שלא קיים בחממות בישראל. חישובים אלו בוצעו תוך הזנחת מקדמי ביטחון, משקל עצמי של הכבל ותאוצות הנגרמות כתוצאה מהנפילה, מיותר לציין כי התחשבות בהזנחות אלו יעלה משמעותית את כח המתיחה. ולכן, חלופה לא אפשרית. בנוסף, חלופה זו אינה מאפשרת הגעה לכל נקודה במרחב החממה.

2. קו חיים המעוגן לקורות חיצוניות לחממה. בחלופה זו, לעומת החלופה הקודמת, קו החיים מעוגן לקורות חיצוניות לחממה אשר יותקנו בנפרד. החישובים ההנדסיים לפיתרון זה זהים לפיתרון הקודם. לצורך יישום חלופה זו יש צורך לקבע קורות חיצוניות בשני קצוות כל מרזב בחממה. חלופה זו נשללת על אף היותה אפשרית מבחינה הנדסית כיוון שהעלות הנדרשת לצורך התקנת עמוד בעל חתך כפי שחושב לעיל עבור כל מרזב הינה הוצאה בלתי אפשרית עבור רוב המגדלים בישראל. בנוסף, חלופה זו אינה אפשרת הגעה לכל נקודה במרחב החממה.

3. קו חיים מעוגן לכל עמוד לאורך מרזב החממה. לאורך מרזבי החממה פרוסים עמודי תמיכה במרחקים של 8 מ' (במרבית החממות בישראל). חלופה זו מציעה לעגן את קו החיים לכל אחד מעמודים אלו. כוחות המתיחה שמתקבלים בחלופה זו הם 8 [KN]. קוטר קו החיים יהיה 8 מ"מ וישקול 24 ק"ג. חישובים אלו בוצעו תוך הזנחת מקדמי ביטחון, משקל עצמי של הכבל ותאוצות נפילה. עמודי תמיכה של



איור 1 – המתקן המוצע. (א) אב טיפוס ראשוני, (ב) מתקן עבודה בגובה על גבי חממה ניסיונית ומונמכת, (ג) אב טיפוס מתקדם המשמש כפיגום מתנייע, (ד) מתקן הרמה

כפיגום מתנייע ואין צורך לעובד להרתם למתקן), הגנת המנועים (לא מאפשר לעובד להפגע מהמנועים), מבנה ארגונומי. לצורך נידוד המערכת והעברת המתקן בין גמלוני החממה תוכננה מערכת נידוד (איור 1ד). המערכת מתוכננת להיבנות על בסיס טרקטור קיים של החקלאי ובכך חוסכים את הצורך לרכוש פלטפורמת הנעה ייעודית למתקן. המערכת כוללת במת הרמה בתצורת מספרים כאשר על במת ההרמה מקובעים מרזבים. בעת היצמדות במת ההרמה לחממה מתאפשר נסיעה של המתקן מהחממה אל הבמה ולהיפך.

עבודה להמשך

עבודה להמשך כוללת בנייה של אב הטיפוס המתקדם (איור 1ג), בניית מתקן ההרמה (איור 1ד) ופיתוח עזרי עבודה יעודיים למתקן. שני עזרי עבודה נמצאים בשלבי פיתוח ראשוני. הראשון, מתקן לפריסה והידוק יריעות חממה באופן אוטומאטי. מתקן זה יאפשר לחקלאי להחליף את יריעות החממה בצורה מהירה, בטוחה ותוך שימוש מועט בכח אדם. עזר העבודה השני הינו מתקן לניקוי גגות החממה. מתקן זה צפוי לפעול באופן אוטומאטי לחלוטין ללא להתערבות אדם.

תודות

תודה נתונה למשרד הכלכלה - אגף הפיקוח על העבודה, על מימון חלקי של עבודה זו (תוכנית מחקר 12-4471-459). תודה מיוחדת נתונה למר אריה קרנדיש על תרומתו לקידום הבטיחות בחקלאות בישראל ועל העזרה בקידום תוכנית עבודה זו.

קישורים

- [1] י. כץ, מ. צוריאלי (2014). "תאונות אינן קורות הן נגרמות" ניר ותלם, גיליון 55, עמודים 28-31.
- [2] התשס"ז. (2007). [from http://www.osh.org.il/uploadfiles/takanot_gova_6583.pdf](http://www.osh.org.il/uploadfiles/takanot_gova_6583.pdf)

חממה סטנדרטית בישראל אינם מיועדים לשאת כוחות אלו ובנוסף, פיתרון זה אינו מאפשר הגעה לכל מרחב החממה, לכן, פתרון זה נשלל. 4. מעקות לאורך מרזבי החממה. חלופה זו מציעה להתייחס למרזב החממה כאל פיגום על ידי בניית מעקה סביבו. בצורת עבודה זו העובד אינו מחוייב לרתום עצמו אלא להתנייד בחופשיות לאורך המרזב. מרזבי החממות בישראל בנויים לרוב מפח מכופף לטרפז בעובי של 2.5 [מ"מ]. משקל מסבך מעקה מוערך ב- 3.1 [ק"ג/מ] עבור צד אחד של החממה. עבור חממה בגודל 100x50 [מ] משקל המעקה יהיה 5.5 [טון] המכפיל את משקל החממה על כל המשתמע מכך. חממות מסחריות בישראל אינן מיועדות לעמוד בעומסים אלו. בנוסף, הישענות על המעקה תגרום למומנט על המרזב ותגרום לכיפוף המרזב. מסיבות אלו ועקב העובדה כי העובד יכול לנוע רק לאורך המרזבים לא לכל מרחב החממה, חלופה זו נשללת.

5. פריסת רשת לאורך גמלוני החממה. חלופה זו מציעה לפרוס רשת מונעת נפילה (ברזל או אלסטית) על כל מרחב החממה. פיתרון זה ישים מבחינה הנדסית אך מעלה מספק בעיות, עלות גבוהה מאוד, חסימת קרינת השמש ובלאי לרשת ולכן חלופה זו נשללת. 6. מתקן רוכב על מרזבי החממה. חלופה זו מציעה מתקן בצורה של קשת המקיפה את גמלוני החממה. בבסיס הקשת קיימים גלגלים והקשת מסוגלת להתנייד לאורך המרזבים. המתקן ישמש לעיגון העובדים או כמעין פיגום מתנייע (באופן ידני או חשמלי). חלופה זו היא החלופה הנבחרת על ידינו.

המתקן המוצע

המתקן המוצע הינו מסבך המורכב מזוג קורות קשתיות אשר מחוברות ביניהן באמצעות צינורות. תצורת המתקן ייקבע בהתאם לתצורת החממה (גותית, שן משור וכו'). המתקן מיועד לנוע לאורך מרזבי החממה בעזרת גלגלים בבסיסו (איור 1א). העובד צפוי להירתם לנקודות עיגון אשר מפוזרות לאורך קשת המתקן מייד עם הגיעו לגג החממה ובכך תימנע נפילתו לקרקע. העובד יוכל לנוע על מרזבי החממה תוך שהוא גורר עימו את המתקן או לעלות על גבי המתקן ובכך להגיע לכל נקודה נדרשת (כולל הקצה העליון) של החממה. לצורך בחינת פיתרון זה תוכנן ובנה אב טיפוס ראשוני מברזל (איור 1א, ב). לצורך בחינת המתקן נבנתה חממה מונמכת. מרזבי החממה בגובה 1 [מ] ומפתח גמלון החממה 8 [מ]. בבסיס המתקן הותקנו מנועים בעלי תמסורת חלזונית. תמסורת מסוג זה נועלת את גלגלי המתקן ולמעשה משמשת כמעצור. בעזרת המנועים ומערכת בקרה ושליטה שנבנתה, יכול העובד לשלוט בהתקדמות המתקן מכל נקודה בקשת. מערכת השליטה מאפשר שליטה על מהירות וכיוון התקדמות המתקן. ניסויים ראשוניים הראו כי המתקן לעבודה בגובה עונה על הדרישה לעבודה בטיחותית על גגות חממות תוך עמידה באילוצים שהוזכרו. אב טיפוס מתקדם תוכנן (איור 1ג) ומציע שיפורים כגון, מעקות גם סביב המרזב (במידה וכל המתקן מוקף במעקות ניתן להתייחס למתקן