

עזרים מתקדמים לשיפור הבטיחות והיעילות בעבודות בניה. חלק א'

דף מידע מאת: יצחק קשלו

על פי עבודת מחקר של פרופ' יחיאל רוזנפלד

החומר מתייחס לעזרים מתקדמים, העשויים להביא לשיפורים בביצוע עבודות בנייה בתחומים שונים כמו: כלכליות (חסכון בזמן, בכסף ובכוח אדם), שיפור באיכות העבודה והמוצר וגם שיפורים ברמת הבטיחות והגהות בעבודתם של המועסקים שיעשו שימוש בעזרים אלה.

החומר מציג סיכום עבודת מחקר שבוצעה בראשותו של פרופ' יחיאל רוזנפלד מהטכניון ומהמכון הלאומי לחקר הבנייה והתפרסמה בחודש אוגוסט 2006. עבודת המחקר בוצעה בעזרת מומחים בנושא.

כותרתו של המחקר היא:

**"איתור הזדמנויות לשילוב עזרים מתקדמים לתיעוש חלקי של הבנייה
כתחליף לשיטות בנייה עתירות כוח אדם".**

המחקר הוזמן ע"י משרד הבינוי והשיכון.

לעזרים שבהם עוסק המחקר יש יתרונות בכל סוגי הפרויקטים. בפרויקטים גדולים, בינוניים וקטנים וגם בפרויקטים בעלי מאפיינים משתנים. הם מאפשרים תיעוש חלקי של העבודה ומהווים תחליף לשיטות בנייה עתירות כוח אדם. האמצעים שבהם מדובר מוצעים בחלקם ע"י גופים ישראלים ובחלקם ע"י יצרנים ומשווקים זרים. חלק מהם אינם חדשים בשוק אבל יתרונותיהם לא נבדקו עד כה במחקר שיטתי ולהערכת כותב המחקר הם ראויים לתפוצה נרחבת- הרבה יותר מכפי שיש להם היום.

לדברי פרופ' רוזנפלד, אחד המכשולים העיקריים שעומדים בפני יישום נרחב של שיטות חדשניות, הוא חוסר המודעות בקרב הציבור המקצועי הרלוונטי לעצם קיומן, וחשיפה מקצועית מוגבלת ושטחית מדי בקרב המשתמשים הפוטנציאליים.

עורך המחקר ריכז יחדיו עשר דוגמאות של עזרי בנייה מתקדמים מתחומים מגוונים, ופרט לגבי כל אחת מהן, בצורה פשוטה ומשכנעת, את התכונות הטכניות של כל אחד מן העזרים, את יתרונות השימוש בו, ואת אופן החישוב של הכדאיות הכלכלית (חסכון כספי ישיר ועקיף) חסכון בכוח אדם, קיצור משך הביצוע, שיפור האיכות, ושיפור בתנאי הבטיחות והגהות.

הקורא שיאמץ את דרך החשיבה המוצגת בכל אחד מפרקי המחקר, יוכל די בקלות לערוך לעצמו חישובים דומים- כל אימת שיתקל ב"פנטז" נוסף אשר עשוי לעזור לו.

שיטת המחקר

איתור העזרים נעשה בארבעה אפיקים עיקריים במקביל, ואלה הם:

- א. ביקורים באתרי בנייה פעילים תוך חיפוש אחר "פנטזים" שונים, המוכרים למחבר, שהם מתאימים לכאורה למטרות המחקר;
- ב. חיפוש שיטתי באתרי אינטרנט רלוונטיים;
- ג. חיפוש שיטתי אחרי "פנטזים" מתאימים בתערוכות מקצועיות;
- ד. ביקורים אצל ספקים של עזרים טכניים מתקדמים לבנייה.

לאחר שנאספו יותר מעשרים מועמדים רציניים, נבחרו מתוכם תשעה המתאימים ביותר- לפי שיקול דעתו של המחבר- להדגים בצורה ברורה, מובהקת ומשכנעת את יתרונות השימוש בהם. המכנה המשותף לכל הדוגמאות שנבחרו להיכלל ב"פילוט" הנוכחי היה, שהן משפרות בו זמנית (או, לפחות, אינן מקלקלות) את המצב לעומת השיטה המקובלת, בכל אחד מן ההיבטים הנבחרים: **תשומת כוח אדם ישירה, תשומת כוח אדם עקיפה, איכות הביצוע, קיצור משך הביצוע, חיסכון כספי כולל ושיפור בטיחות והגהות.**

הערה: בהתייחס לאספקט הבטיחותי, חשוב לציין שחסכון בכוח אדם וקיצור משך הביצוע תורמים מתוך שהם מביאים לצמצום משך החשיפה של עובדים, לסיכונים הכרוכים בסוג העבודה שיש לבצע. נוסף על כך, כאשר כלי עבודה משופר או עזר מתקדם תורם לשיפור הנוחיות בביצוע העבודה ולהקטנת המאמץ שנידרש העובד להשקיע, יתרום הדבר גם לשיפור הבטיחות, מכיוון שעייפות ומאמץ יתר פוגעים בריכוז ובעקבות זאת עלול העובד לבצע שגיאות, שכתוצאה מהן אפשר גם שייגרמו תאונות.

כותב דו"ח המחקר ממליץ, באופן עקרוני ועל פי התרשמותו והערכותיו, על שימוש מושכל בכל העזרים המוצגים, ולפיכך אינו מוצא סיבה כלשהי לטשטש את זהותם. ברם, הוא נמנע מלעשות להם פרסום ישיר, בעיקר כדי שלא לתת להם יתרון משמעותי לעומת מוצרים דומים של יצרנים אחרים. בכל מקרה, המחבר מציג את הפריטים כמוצרים כלליים, ואינו לוקח על עצמו אחריות כלשהי לגבי בטיחות השימוש במוצר ספציפי זה או אחר. התרשמותו מן המוצרים השונים היא כללית וחיצונית בלבד, מבלי שהייתה לו אפשרות לבדוק את טיבם ואת בטיחות השימוש בהם בצורה מקיפה ומעמיקה. לפיכך, חשובה מאד ההערה הפורמאלית הבאה:

הערת אזהרה: התיאורים של העזרים, השיטות והכלים בכל דפי המידע שלהלן, התמונות המתייחסות אליהם, וכן ההתרשמויות המילוליות והחשובים והאומדנים המספריים הנלווים אליהם, אינם שלמים, והם מוצגים לשם המחשת ההיתכנות הכללית מבחינה טכנולוגית, ביצועית וכדאיות כללית. הדוגמאות המוצגות לא נבדקו לעומק במסגרת מחקר זה משום בחינה אחרת (הנדסית, בטיחותית, חוקית וכו'), ולכן אין לראות בעצם הצגתן כאן (עפ"ר במילים חמות) המלצה בלתי מסויגת להשתמש בהן. ההמלצה של כותב המחקר למשתמש הפוטנציאלי היא לשקול ברוח חיובית את האפשרויות המוצגות, ולהחליט אודות השימוש רק לאחר בדיקה קפדנית ופרטנית- באחריות הבלעדית שלו.

מטרה ארוכת טווח של המחקר הזה היא לראות בו מעין "פיילוט", לקראת הכנה של קטלוג מורחב בהרבה, שבו ירוכזו הרבה יותר דוגמאות של "פוטנטיים" לשיפור הביצועים בעבודות בנייה – לעומת השיטות הקיימות.

להלן רשימה של עשרת העזרים העיקריים הכלולים במחקר זה:

1. קושרת מוטות זיון;
2. זרוע פטנט, Magic Arm;
3. דוד פטנט, Magic Bucket;
4. מערכת ראייה לעגורני צריח, Crane Vision;
5. כננת חשמלית להרמת משאות קלים;
6. מכונה לקידוח וחרוץ של אריחי אבן לחיפוי קירות;
7. אקדח מסמרים- כלי לשיקוע פינים;
8. מחרצת לבטון;
9. מכשיר ואקום לשינוע ידני;
10. כיסויי מגן לקוצים של זיון.

להלן התייחסות לעזרים הנ"ל:

(1) קושרת למוטות זיון

א – ייעוד המיתקן ותאורו

מכשיר זה מבצע קשירה מהירה ואיכותית של מוטות זה לזה, תוך חיסכון משמעותי בתשומות עבודה ושיפור של טיב הקשירה לעומת השיטה הידנית המקובלת.

המכשיר הוא כלי חשמלי דמוי אקדח, הפועל על סוללות נטענות. חוט הקשירה עשוי פלדה משובחת בעובי של כ – 1 מ"מ, והוא כרוך על סליל קומפקטי המורכב על הכלי. המשתמש מצמיד את ראש הכלי אל נקודת ההצטלבות של מוטות הזיון, ולוחץ על ההדק. כתוצאה מן הלחיצה, יוצאות שתי "מלתעות קטנות מראש הכלי; כורכות את התיל סביב המוטות; מותחות ומהדקות את הכריכה; חותכות את קצות התיל; וקושרות את הקצוות זה לזה על ידי סיבוב- כל זאת תוך כשנייה אחת.

באיור מס' 1: הכלי בפעולה;

באיור מס' 2: הכלי בשלמותו - עם סוללה נטענת בבסיסו;

באיור מס' 3: החלפת הסליל המזין את חוט הקשירה.



איור מס' 2



איור מס' 1



איור מס' 3

ב - חיסכון בתשומות עבודה

בעוד שקשירה ידנית רגילה של צומת מוטות זיון אורכת בממוצע כ – 20 שניות (זמן ברוטו, לרבות זמני ביניים של מעבר מצומת לצומת, הכנת חוטי הקשירה, הצמדת המוטות לקראת הקשירה, ומנוחה קצרה תוך כדי הפעילות בין קשירה לקשירה), הרי שהקשירה של צומת מוטות בעזרת מכשיר הקשירה למוטות זיון, נמשכת פחות מ- 4 שניות (גם כן זמן ברוטו). קשירה רגילה של טון מוטות זיון, דורשת בממוצע כ – 10 ש"ע (שעות עבודה = שעות אדם, למשל: 5 ברזלנים העובדים יחדיו במשך שעתיים, שקולים כנגד 10 ש"ע). לעומת זאת, הקשירה של טון מוטות זיון באמצעות המכשיר נמשכת רק כ – 2 ש"ע. מדובר, אפוא, בחיסכון של 8 ש"ע לטון.

ג - חיסכון כספי

החיסכון הישיר בא לידי ביטוי בכך שפועל אחד עם מכשיר אחד מגיע להספק שווה ערך לעבודתם הידנית של חמישה פועלים מיומנים (כמו שתופרת אחת עם מכונה מגיעה להספק של חמש תופרות ידניות מיומנות). אילו הייתה למכשיר

תעסוקה רצופה, אפשר היה לומר שהוא מחליף ארבעה פועלים. מאחר שבאתר אופייני מנוצל המכשיר רק חלק מן הזמן, נניח 25%, הרי שהחיסכון הישיר בגינו מסתכם בחיסכון של 4 פועלים במשך רבע מן הזמן, שהוא שווה ערך לחיסכון של ברזלן אחד כל הזמן. כלומר, הימצאותו של המכשיר באתר והשימוש בו במשך 25% מן הזמן, חוסכת למעסיק משכורת של ברזלן אחד מדי חודש בחודשו. העלות של ברזלן למעסיק היא כ- 50 ש"ע, ועלותו לחודש עבודה (כ- 200 ש"ע) היא כ- 8,000 ש"ע.

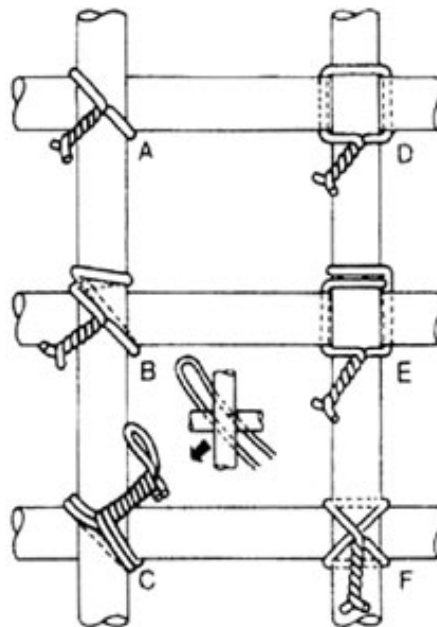
עלות המכשיר היא בין 7,000 ל- 20,000 ש"ע, כתלות בדגם, והוא מתפקד (לפי הבטחת היצרן ולפי עדותו של משתמש מנוסה) מספר שנים ללא דופי. עלות המכשיר מוחזרת, אפוא, תוך חודש חודשיים. בשיעורי חסכון של כשמונת אלפים ש"ע לחודש, אין קושי "לבלוע" גם את העלות הקטנה של החלפה מפעם לפעם של הסוללות הנטענות, ושל ההפרש בין העלות לקשר של חוטי הקשירה הרגילים לבין העלות לקשר של החוטים המיוחדים למכונה.

דרך אחרת לחישוב ולהצגה של החיסכון הכספי הישיר, היא לייחס אותו לכל טון של עבודת ברזלנות מוגמרת. כאמור לעיל, בעבור כל טון של מוטות זיון, נחסכות כ- 8 ש"ע של ברזלנים בקשירה, ולפי 50 ש"ע, החיסכון הישיר עולה לכדי 400 ש"ע לכל טון של זיון. כך, לדוגמה, אם קושרים באתר בעזרת המכשיר רק 10 טון של מוטות פלדה בחודש (המשמעות היא שמשתמשים במכשיר רק במשך 20 שעות במהלך חודש שלם!) הרי שהחיסכון הישיר בגינו מגיע באותו חודש ל- 4,000 ש"ע, ואם קושרים בעזרתו 40 טון ברזל (80 שעות שימוש) אזי חוסכים באמצעותו 16,000 ש"ע באותו חודש. בין כך ובין כך, השימוש בקושרת המוטות כדאי באופן מובהק!

מעבר לחיסכון הכספי הישיר, אפשר לייחס למכשיר גם חיסכון כספי עקיף בגין קיצור משך הפרויקט ע"י זירוז פעילות השלד, הנמצאת, כאמור, כמעט תמיד, על הנתיב הקריטי של לוח הזמנים. כל יום של קיצור בפרויקט לא גדול חוסך, לפחות 5,000 ש"ע בתקורות אתר.

ד - איכות

הקשירה באמצעות המכשיר מבטיחה אחידות בביצוע וכל קשירה זהה לקודמתה. לעומת זאת, בקשירה ידנית, האחידות באיכות ובצורת הקשירות אינה מובטחת ותלויה בהרבה גורמים אישיים וסביבתיים. בדגמים היותר משוכללים של המכשיר, אפשר לבחור את צורת הקשירה המתאימה ביותר לנסיבות – מתוך "תפריט" של מגוון סגנונות קשירה – ראה **איור מס' 4**



איור מס' 4

ה - בטיחות וגהות בעבודה

בקשירה ידנית, הברזלנים נפצעים לעתים מן הקצוות החדים של חוטי הקשירה. לעומת זאת, הקשירה הממוכנת, החשש לפציעה כזו שואף לאפס. מבחינת גהות תעסוקתית (בריאות בעבודה), בקשירה ידנית מתפתח נזק מצטבר לכפות הידיים של הברזלנים, בעוד שהקשירה הממוכנת אינה מאומצת כלל.

1 - השפעה על משך הפרויקט

עבודת הברזלנות נמצאת, כמעט תמיד, על הנתיב הקריטי של התקדמות הפרויקט. קיצור משך הקשירה של מוטות הזיון מקצר לפיכך, בד"כ, את לוח הזמנים של התקדמות הפרויקט. ניתן לתת לכך אומדן כמותי לפי החישוב הבא: קומה טיפוסית של בניין מגורים היא בגודל כ- 500 מ"ר; בכל מ"ר יש כ- 20 ק"ג מוטות פלדה, כמחציתם רשתות מרותכות וכמחציתם מוטות בודדים הנקשרים במקום; כלומר, בכל קומה קושרים כ- 5 טון מוטות בודדים. ראינו שבקשירת כל טון של מוטות חוסכים כ- 8 ש"ע; לכן, על קומה שלמה (5 טון) חוסכים 40 ש"ע; שהם שווי ערך ליום עבודה של צוות של 5 ברזלנים. לפיכך, אפשר להעריך שהשימוש במכשיר חוסך יום אחד של ברזלנות לכל קומה, שבהרבה מקרים ניתן לתרגם אותו ליום אחד של חסכון במשך הביצוע של הפרויקט.

2 - מגבלות וחסימים לשימוש

1. מתחייבת השקעה ראשונית גבוהה - 7,000 עד 20,000 ש"ח - בקנייתו של מכשיר שנראה די קטן.
2. חוט הקשירה המיוחד, לכל מטר, יקר משמעותית (פי שלושה בערך) מחוט הקשירה הרגיל. ברם, מחירו זניח לעומת תועלתו, ויתרה מזאת - השימוש בו חסכוני ביותר, כי אין בו בזבוז ופחת (כמחצית אורך חוט לכל קשירה), כך שעלות החוט לקשר איננה יקרה כל כך.
3. דרושה משמעת של טעינת הסוללות. בד"כ יש לכל מכשיר שתי סוללות - אחת מהן בתוך המכשיר, והשנייה בטעינה.
4. המכשיר מוגבל מבחינת קוטרי המוטות שהוא מסוגל להקיף באמצעות המלתעות שלו, 25 עד 40 מ"מ קוטר מרבי - כתלות בדגם המכשיר. ראוי להתאים את גודל המכשיר לקוטרים של המוטות ורצוי שלא לעבוד עם מכשיר המתאים לקוטרים גדולים מאלה שמצויים בזיון של אלמנטי הבטון שבאתר, מכיוון שמכשיר המתאים לקוטרים גדולים יותר הוא גם כבד יותר.
5. בתחילת השימוש במכשיר עלולות להתרחש תקלות הנגרמות בעיקר בגלל חוסר ניסיון - צפויה תקופת הסתגלות עד לרכישת המיומנות הנדרשת להפעלה ללא תקלות.

(2) זרוע פטנט (Magic Arm)

א - ייעוד המיתקן ותאור

מיתקן זה מיועד לשינוע נוח ובטיחותי של חומרי בנייה וציוד, באמצעות העגורן, אל תוך (ומתוך) קומות הביניים של הבניין, ובעיקר - שינוע של מארזי חומרים (מרצפות, בלוקים, לוחות גבס וכו') במהלך עבודות הגימור של בניינים רבי קומות חדשים.

"זרוע פטנט" היא מסגרת פלדה מלבנית, פתוחה בצידה האחד בצורת האות C, התלויה על אונקל העגורן, ומתחתיתה משתלשל אונקל נוסף, שאליו נקשר המטען (ראה **איור מס' 1**). המבנה הגיאומטרי של הזרוע ומערכת הכבלים שלה, מאפשרים לעגורנאי להחדיר את המטען אל תוך החלל של קומת הביניים במהירות, ביעילות ובבטחה - ללא אמצעי "תיווך" נוספים. הזרוע היא בעלת משקל עצמי נמוך (כמה מאות ק"ג) לעומת כושר ההרמה שלה (כשני טון) והיא מאפשרת שינוע ישיר של המטען מן המשאית היישר אל יעדו הסופי בתוך קומה ספציפית בבניין (ראה **איור מס' 2**). בניגוד לשיטות המקובלות והמותרות ע"פ דרישות תקנות הבטיחות בעבודה (טעינה ופריקה של מטענים מעל פיגומים זיזיים ושלוחים), הזרוע מאפשרת הכנסה והוצאה של מטען בכל היקף הקומה (כמעט) וע"י כך חוסכת גם מרחקי תובלה של החומרים בתוך הקומה. כאשר משתמשים בפיגומים שלוחים, מותקן בדרך כלל פיגום שלוח אחד בכל קומה. העגורן פורק את המטען, שמיועד לקומה מסוימת, אל מעל למשטח הרצפה של הפיגום השלוח ומשם יש להעבירו, בשיטות ידניות או באמצעים אחרים, אל המקום בקומה, שבו ייעשה בו שימוש. מרחקים אלה עלולים לעיתים להיות ארוכים למדי. התקנת פיגומים זיזיים שלוחים נוספים באותה קומה היא בדרך כלל יקרה מדי ובנוסף לכך, בכל מקום שבו מותקן פיגום זיזי שלוח מתעכבות ומפוערות עבודות הגמר - טיח, חיפויים וכיוצ"ב. שימוש בפיגומים זיזיים שלוחים, ראה ב**איורים 3 עד 5**.

איור מס' 3: פיגום זיזי שלוח רגיל - עם משטח פריקה סטטי.

איור מס' 4: פיגום זיזי שלוח, עם קרונית (עגלה) על משטח הפריקה שלו. הקרונית מאפשרת הסעת המטען הנפרק פנימה - אל תוך הקומה.

איור מס' 5: פיגומים שלוחים נשלפים, המותקנים זה מעל זה במספר קומות. את הפיגום, שאליו מבקשים לפרוק מטען, ניתן לשלוף לצורך זה החוצה – כמו מגירה.



איור מס' 2



איור מס' 1



איור מס' 5



איור מס' 4



איור מס' 3

ב - חיסכון בתשומות עבודה

הפתרונות המקובלים - והמתאימים גם לדרישות תקנות הבטיחות בעבודה- לשינוע של חומרי גימור אל קומות הביניים, מסתמכים בעיקר על התקנה ארעית של פיגום זיזי שלוח בכל קומה (ראה איור מס' 3 בדף המידע הקודם). משטח העבודה של הפיגום משמש כמשטח לפריקת המטען, וחובה להקפיד שהפיגומים בקומות השונות לא יימצאו זה מעל זה או לחילופין, שיהיה אפשר למשוך אותם אל תוך הקומה- בדומה למגירה (ראה איור מס' 4 בדף המידע הקודם). פיגומים שלוחים כאלה מותקנים במיקום אחד (או לכל היותר שניים) בלבד בכל קומה, כך שלאחר הנחת המיטען על המרפסת, באמצעות העגורן, עוד נותרת עבודה רבה של סבלות או שינוע אופקי בתוך הקומה. הבעיה דומה גם בהוצאה של פסולת וציוד מתוך הבניין החוצה- חייבים להביא את המטען אל הפיגום השלוח. השימוש ב"זרוע פטנט" מאפשר להגיע עם המטען היישר אל תוך חלל הקומה, במיקום סמוך מאד לאזור שבו הוא נדרש.

באומדן ראשוני ניתן להעריך, שבהנפה של כלל חומרי הגימור לקומה טיפוסית של בניין מגורים באמצעות "זרוע פטנט", נחסכות כ- 100 ש"ע של סבלות אופקית בכל קומה, ולהלן החישוב: משקל חומרי הגימור (בלוקים, מרצפות, לוחות גבס וכו') עולה בממוצע לכדי 200 ק"ג לכל מ"ר של הקומה. נשיאתם האופקית בתוך הקומה מנקודת פריקה אחת (מרפסת שרות או מעלית משא) למרחק ממוצע של 15 מטר, דורשת כ- 0.3 ש"ע. בזכות זרוע הפטנט מתקצר

מרחק ההובלה הממוצע לכדי כ- 5 מ' בלבד. החיסכון הוא, אפוא, כ- 0.2 ש"ע לכל מ"ר של הקומה, ובקומה טיפוסית ששטחה כ- 500 מ"ר מסתכם אפוא החיסכון בתשומות עבודה ישירות בכ- 100 ש"ע לקומה.

היבט אחר של חיסכון בתשומות עבודה הוא, מניעת הצורך בעצם התקנתם ופירוקם של פיגומים שלוחים, והעברתם מעת לעת ממקום א' למקום ב' באותה הקומה, או מקומה לקומה. תשומות העבודה הנדרשות לשם כך נאמדות בכ- 5 ש"ע לכל העברה (פירוק, שינוע והרכבה) ובהנחה של שתי העברות לקומה, מדובר ב- 10 ש"ע לקומה.

החיסכון הישיר בתשומות עבודה מתבטא, אפוא, ב- 110 ש"ע לקומה.

ג - חיסכון כספי

עלותה של זרוע פטנט בין 7,000 ל- 10,000 דולר, ותקופת השרות היעיל שלה נמשך לפחות 5 שנים. כמו לגבי כל אביזר הרמה, חובה לבדוק אותה לעתים מזומנות ע"י בודק מוסמך, ויש להחליף את הכבלים שלה מעת לעת- הוצאה שנתית של עוד כ- 1,000 דולר. בסה"כ מדובר בעלות שנתית שוות ערך של 2,000 עד 3,500 דולר כתלות בדגם.

חרף עלויות השימוש הנ"ל, השימוש בזרוע פטנט הוא חסכוני מאד מהרבה היבטים:

1. בראש ובראשונה, השימוש בזרוע פטנט חוסך את הצורך להשקיע ברכישה ובתחזוקה של פיגומים שלוחים או אמצעים אחרים, שעלותם הכוללת (בעבור עשר עשרים קומות) בוודאי גבוהה מעלותה של זרוע פטנט.
2. השימוש בזרוע פטנט לשינוע של כמיות גדולות של חומרי גימור, חוסך גם את הצורך להשתמש במעלית- לעתים עד כדי חיסכון בצורך במעלית נוספת בבניינים רבי קומות, ו/או מתן אפשרות להענקת שרות טוב ויעיל יותר לכל הצרכים האחרים באמצעות המעליות הקיימות. התועלת הזו, שווה בוודאי את העלות של כמה אלפי דולרים לשנה בעבור הזרוע.
3. תרגום לכסף של החיסכון של 110 ש"ע לקומה, לפי 50 ש"ע מביא לכדי חיסכון כספי של 5,500 ש"ע לקומה. בבניין אחד של 20 קומות מדובר כבר ביותר מ- 20,000 דולר- מעל ומעבר למחיר של הזרוע היקרה ביותר. המכשיר מחזיר, אפוא, את כל העלות שלו כבר בפריקט הראשון.
4. יתר על כן, מכשיר אחד יכול לשרת, באותה התקופה, יותר מאתר אחד. בזכות משקלו הנמוך (כאמור, כמה מאות ק"ג בלבד) ניתן להעמיסו בקלות, באמצעות העגרון, ע"ג רכב מסחרי עם ארגז פתוח, ולנייד אותו לפי הצרכים מאתר לאתר.

ד - איכות

התקנה של פיגומים זיזיים שלוחים ארעיים, לפריקת חומרים, מעכבת את גמר הטיח, החיפויים הפנימיים, החיפויים החיצוניים, הריצוף, המשקופים, הצבע וכו'- סביב האזור של הפיגום. אחרי פרוק הפיגומים, נאלצים לבצע טלאים טלאים של השלמות ותיקונים באותם אזורים, ואלה פוגעים, בהכרח, באיכות הגימור, וגוזלים זמן עבודה נוסף. היבט אחר של איכות נוגע לשינוע הישיר של המטען, באמצעות הזרוע, ממשאית האספקה היישר אל המקום המיועד בקומה, זאת לעומת הצורך בפריקת ביניים וטעינת ביניים וטלטולים נוספים של המטען בשיטות האלטרנטיביות.

ה - בטיחות וגהות בעבודה

השימוש בפיגומים זיזיים שלוחים לצורכי פריקה, כרוך בסכנות רבות- הן בעת הפירוק וההרכבה של הפיגומים עצמם והן בעת השימוש בהם- בגלל המקום המוגבל (סכנת מעיכה של העובדים על ידי המטען), כושר הנשיאה המוגבל (סכנה של הפלת הפיגום, עקב אימפקט רגעי בעת הנחה לא עדינה של המטען) ולעיתים העדר של גידורי בטיחות בחזית משטח הפיגום, כדי לאפשר "קבלה" נוחה יותר של המטען. סכנה אחרת נובעת מן האפשרות של כשל מקומי (התפוררות, סדיקה, שבר) בשפת המבנה עצמו, עקב העומס המרוכז שמפעיל הפיגום, עם המטען שעליו, במקומות שלא תוכננו לכך במפורש.

ראוי להזכיר כאן את הפעולה האסורה והמסוכנת, שלעיתים קרובות מדי נוהגים לבצע לצורכי פריקת מטען המורם ע"י העגרון: הבאה של המטען התלוי והמורם אל מול פתח בחזית הקומה ומשיכתו פנימה בידיים, תוך הטייתו הצידה. ביצוע של פעולה כזאת, לצורכי פריקה של מטען (בעיקר מטען כבד), היא עבירה מפורשת על תקנות הבטיחות בעבודה.

לעומת זאת, השימוש בזרוע פטנט מאפשר שינוע של חומרי הבנייה עמוק לתוך חלל הקומה, מבלי לאלץ את העובדים לעמוד בשפת הקומה ללא מעקה. כמו כן ניתן, בעזרת הזרוע, להביא מייד את החומר ישירות, אל המקומות בקומה שבהם הם נדרשים, ללא צורך בהעברתו בשיטות ידניות למרחקים ניכרים (הכרוכה לא רק במאמצים גופניים, אלא גם בסיכונים של פגיעות בעמוד השדרה). הבאת החומר ישירות אל המקום שבו ייעשה בו שימוש, מונעת גם

יצירת עומס יתר מרוכז במקום אחד, כפי שקורה בשטחים הסמוכים לפיגומים שלוחים- שטחים שבהם נערמים לעיתים קרובות החומרים הנפרקים מהעגורן, לפני פיזורם למקומות שבהם ייעשה בהם שימוש בתוך הקומה. מבחינת הגהות בעבודה, החיסכון בעבודות סבלות חוסך, כאמור, לפועלים בעיות בריאות מצטברות למערכות השלד והשרירים, ובמיוחד לגב התחתון.

ו - השפעה על משך הפרויקט

השימוש בזרוע פטנט חוסך זמן- הן של הפועלים והן של העגורן, ולעיתים גם זמן של המעלית. כל אלה אמורים לתרום, לפחות באופן חלקי, לקיצורו של משך הפרויקט. מאחר שזרוע הפטנט משמשת בעיקר בעבודות הגימור, כשהעגורן עסוק פחות, תרומתה לקיצור משך הפרויקט כולו קשה להערכה כמותית.

ז - מגבלות וחסימים לשימוש

1. צורת הבניין צריכה לאפשר די מרווח אנכי בכל קומה- לצורך השחלת הזרוע עם המטען. בד"כ דרוש מרווח אנכי של כ- 2 מ', הגם שניתן להתאים פתרונות ספציפיים כמעט לכל צורה של בניין.
2. המחיר ההתחלתי הגבוה מרתיע חלק מן הקבלנים, בעיקר כאלה שגם אינם משתמשים בפיגומים זיזיים שלוחים- לצורכי טעינה ופריקה מעגורנים אל תוך קומות ביניים. אלה מאלתרים, לעתים קרובות, כל מיני פתרונות הגובלים בסכנת נפשות.

(3) דוד פטנט (Magic Bucket)

א - ייעוד המיתקן ותאורו

מיתקן זה מיועד ליציקת בטון באמצעות עגורן, בצורה בטוחה, יעילה, מדויקת וללא סגרגציה של הבטון (הפרדה בין עיסת המלט לבין חלוקי החצץ שבתערובת הבטון) וזאת, גם במקומות שהגישה אליהם קשה. דוד יציקה רגיל הינו מיכל פלדה שחלקו התחתון הוא בצורת משפך. הוא משמש לשינוע של בטון טרי באמצעות עגורן - מן המערבל אל מקום היציקה (איורים מס' 1 ו- 2).

הייחוד של "דוד פטנט" בא לידי ביטוי בארבע תכונות עיקריות:

- א. הוא מצויד בשרוול רך וגמיש ופחוס המשתלשל מתחתית הדוד. אורך השרוול הוא בד"כ 2 עד 4 מ' וקוטרו המירבי כ- 20 ס"מ. בזכות תכונותיו אלו, ניתן להשחיל את השרוול הריק כמעט לכל חור, אפילו כאשר הזיון צפוף במיוחד, וניתן לכוונו למקום הרצוי במדויק מבלי צורך לדייק במיקומו של הדוד עצמו, ובלבד שימוקם, פחות או יותר, מעל אזור היציקה.
- ב. הדוד מצויד במנגנון פתיחה וסגירה ייחודי, המופעל על ידי משיכה פיסית קלה בחבל, והוא נסגר באופן אוטומטי מייד עם ההרפיה של החבל. מנגנון מתוחכם זה, יחד עם השרוול הרך והגמיש, מאפשרים גם יציקה של מנות קטנות ומדויקות של בטון- לפי הצורך.
- ג. הריחוק של הדוד מן הפועלים שעוסקים ביציקה (המצויים ליד קצהו התחתון והמרוחק של השרוול) והעובדה שהם באים במגע רק עם השרוול הרך ולא עם הדוד הכבד והמגושם, חוסכים מהפועלים (וגם מן העגורנאי) הרבה מאמץ וגם הרבה חשיפות לסיכונים ובעיות של בטיחות בעבודה.
- ד. השרוול הארוך והגמיש שמתחת למשפך מאפשר הכנסתו (של השרוול) גם למקומות שבהם ברזלי הזיון מונחים בצפיפות וגם לעומק של טפסות גבוהות של קירות, עמודים וכד' - או לעומקם של קידוחים לכלונסאות בטון. תכונה זו מאפשרת להביא את קצה השרוול עד למקום היציקה ואינה מצריכה שפיכה של הבטון הנוצק מגובה - שפיכה שגורמת לסגרגציה של הבטון. הסגרגציה פוגמת קשות באיכות היציקה ויוצרת פגמים באלמנט הבטון הנוצק - פגמים אסטטיים ובעיקר פגמים שיקצרו את "אורך חייו" של אלמנט הבטון ויצריכו את שיקומו לאחר זמן קצר יחסית- בעיקר בגלל חשיפת ברזלי הזיון במקומות אלה לקורוזיה (התפשטות של חלודה) מואצת.



איור מס' 2



איור מס' 1

באיורים מס' 1 ו-2: דודים "רגילים" ביציקת קיר, וביציקת תיקרה. דודים אלה מגושמים והפועלים נאלצים ממש להיאבק בהם – תוך אחיזה בדוד עצמו עד להבאתו למקום היציקה גם כאשר עמידתו של העובד במקום זה כרוכה בסיכונים (סכנת נפילה מגובה, חשש מפני פגיעה מקצוות של קוצי זיון ועוד). יציקה בדוד רגיל מחייבת הבאה מדויקת ככל האפשר של הדוד עצמו עד למקום היציקה בתיאום עם העגורנאי והאתת (כשנידרש) עם כל הקשיים הכרוכים בכך.



איור מס' 4



איור מס' 3

באיורים מס' 3 ו-4: שימוש בדוד פטנט. השרוול הגמיש של דוד הפטנט מאפשר יציקה נוחה בין קוצים וברזלי זיון צפופים. בטפסות צרות ועמוקות ניתן להשחילו ולהוריד את קצהו עד תחתית הטפסה ולצקת את הבטון מבלי לשפוך אותו מגובה – דבר שמונע סגרגציה בלתי רצויה של הבטון.

באיור מס' 3: מצד ימין נראה החבל, שמשיכתו כלפי מטה משחררת בטון אל תוך השרוול. החבל קשור למעלה מוט המחובר אל תחתית המשפך.



איור מס' 5

באיור מס' 5: עקב גמישותו של השרוול של דוד הפטנט, אין הוא נפגם כאשר הוא נאלץ להתקפל מתחת לדוד, בעת שהוא מוצב על הקרקע בזמן טעינת הבטון.



איור מס' 7



איור מס' 6

באיורים מס' 6 ו-7: יציקת תקרות עם דוד פטנט. השרוול הגמיש מאפשר פיזור של הבטון בנוחות ובקלות על פני שטח די נרחב, מבלי לשנות את מיקומו של הדוד שנמצא למעלה.

באיור מס' 6: העובד שמשמאל מושך בחבל המשחרר בטון אל השרוול. העובד שמימינו (השני משמאל) אוחז בקצה השרוול ומכוון אותו אל מקום היציקה. הוא יכול להעבירו בקלות ממקום למקום – על פני שטח די נרחב. מאחורי העובד הזה עומד עובד נוסף בחוסר מעש.

העובד שבמרכז (עם היד על המותן) הוא ראש הצוות שמבצע את היציקה. שלושת העובדים שמימין עוסקים בריטוט הבטון שכבר נוצק ובהעברת המרטט (הוויברטור) ממקום למקום.

באיור מס' 7: נראים שני פועלים המבצעים יציקה בעזרת דוד פטנט. הפועל הקרוב יותר מושך בחוט המשחרר מנת בטון מהדוד אל תוך השרוול. מה שלא בטיחותי בתמונה זו הוא שלא הותקן גידור, להגנה נגד נפילה מגובה, סביב התקרה שביציקה.

ב - חיסכון בתשומות עבודה

דוד בטון רגיל מחייב, בחלק ניכר מן המקרים, הצבה מדויקת מאד של פתח הדוד מעל האלמנט הנוצק (למשל: עמוד, קיר, קורה), וזו מצידה מחייבת תמרונים ממושכים על ידי העגורנאי (לעתים קרובות בסיוע לש אתת) וע"י צוות היציקה. הוצאת הבטון מפתחו הצר של הדוד היא איטית ומסורבלת, בגלל הימצאותם של מוטות זיון ו"קוצים" בנקודת היציקה, ולפיכך, תהליך היציקה איטי, ונעשה במנות קטנות. קיימים גם דוודים המסתיימים בשרוול גומי, אך גמישותו קטנה והוא אינו מאפשר אלא חלק קטן מן הניידות, הרב שימושיות, הדיוק, היעילות והבטיחות של "דוד פטנט".

בדגימות של חקרי עבודה נמצא שליציקת קירות באמצעות דוד רגיל נדרשים כ – 5 פועלים (1 למטה ו- 4 למעלה) עם זמן מחזור של 9 דקות לדוד של 2 מ"ק. תשומה זו שוות ערך ל – 0.35 ש"ע למ"ק בטון.

ביציקה דומה עם "דוד פטנט", הצוות מונה רק 3 פועלים (1 למטה ו- 2 למעלה), וזמן המחזור מתקצר

ל – 5 דקות, כך שתשומת העבודה שוות ערך ל – 0.12 ש"ע למ"ק בלבד- כשליש לעומת דוד רגיל! החיסכון בתשומות עבודה ישירות מסתכם, אפוא, ב – 0.23 ש"ע למ"ק.

חיסכון נוסף בתשומות עבודה ובתשומות ציוד מתקבל בזכות קיצור זמני המחזור של העגורן ושל העגורנאי (ולעיתים גם של האתת- כאשר הוא נדרש). הם מקדישים רק 5 דקות לדוד במקום 9 דקות לדוד; שווה ערך ל – 0.04 ש"ע (של עגורן + עגורנאי) למ"ק עם דוד פטנט, במקום 0.07 ש"ע למ"ק עם דוד רגיל.

ג - חיסכון כספי

עלותו של דוד פטנט עם השרוול היא בין 11,000 ל-15,000 ₪. תקופת השרות היעיל שלו נמשכת לפחות 5 שנים. אם מסתכלים (כפי שאכן צריך להסתכל) רק על ההפרש בין העלות של דוד פטנט לדוד רגיל, הרי שמדובר בכ- 5,000 ₪ לכל היותר, או בכ- 1,000 ₪ לשנה. הפרש זה מוצדק בכל מקרה, ולהלן כמה חישובים:

1. מבחינת החיסכון בתשומות עבודה ישירות מדובר ב- 0.23 ש"ע למ"ק בטון, שערכו הכספי, לפי 50 ₪ לש"ע, הוא כ – 12 ₪. ולקומה טיפוסית, שנוצקים בה 200 מ"ק, מגיע החיסכון לכדי 2,400 ₪. ביציקה של שתי קומות כאלו, הנעשית בד"כ תוך חודש אחד, מוחזרים, אפוא, כל 5,000 ₪ השקלים של ההפרש בין העלות של דוד פטנט לעלות של דוד רגיל.

2. מבחינת קיצור משך הביצוע של הפרויקט, דוד חוסך יום עבודה אחד לקומה, שערכו הכספי כ – 5,000 ₪. אם כן, מן ההיבט הזה, תוספת העלות של הדוד מכוסה כליל כבר בתום היציקה של קומה טיפוסית אחת!

3. בכל צורה שנסתכל על העניין, אפילו עלותו המלאה של ה"דוד פטנט" (ולא רק ההפרש בינה לבין העלות של דוד רגיל) מוחזרת במלואה אחרי יציקה של אלף המ"ק הראשונים (לפי חיסכון ישיר של 12 ₪ למ"ק), בעוד שבפועל ישמש הדוד ליציקתם של עשרות אלפי מ"ק.

ד - איכות

כפי שכבר צוין בדף המידע הקודם, מונע השימוש בדוד פטנט סגרגציה של הבטון בשעת היציקה ולפיכך, כתוצאה מן השימוש בו יתקבל בטון הומוגני יותר, ללא פגמים, חזק יותר, צפוף יותר, אטום יותר, ובעל שטח פנים חלק יותר. בנוסף ליתרון האסטטי, חשובות התכונות האלו במיוחד לצורך הגנה טובה על מוטות הזיון מפני קורוזיה, כך שהשימוש בדוד פטנט עתיד לחסוך הרבה בעיות של איכות הבטון ושל קורוזיה וסדיקה – מייד לאחר היציקה או אחרי זמן, כאשר המבנה יהיה כבר מאוכלס ובישמוש.

ה - בטיחות וגיהות בעבודה

בזכות השרוול הארוך הרך והגמיש, הדוד עצמו, הכבד והמגושם, נותר מרוחק מן הפועלים העוסקים ביציקה. כתוצאה מכך, הם פחות חשופים לסכנות של פגיעה או הימחצות ע"י הדוד, וכל המגע שלהם מתקיים רק עם השרוול הרך ועם החבל הרך. בנוסף לכך, אין הם נאלצים לעמוד בסמוך לשפת התקרה או הטפסה, או בקרבה רבה מדי לקוצי זיון. במקום זאת, הם יכולים לכוון בהושטת ידיים את השרוול הרך, ללא מאמץ מיוחד, כמעט לכל מקום רצוי. מבחינת גהות תעסוקתית, הפועלים מתאמצים פחות, ואינם נדרשים כמעט להפעלה של כוח פיסי חזק. גם העגורנאי אינו נאלץ לכוון ולהביא את הדוד לקרבת הפועלים המבצעים את היציקה, עד כדי מגע עימם- עם כל הסיכונים הכרוכים בכך.

ו - השפעה על משך הפרויקט

בנוסף לחיסכון בתשומות העבודה, מתקצר, כאמור, גם זמן המחזור של היציקה. ביציקה אופיינית של כ – 50 מ"ק (25 מחזורים של 2 מ"ק) נחסכות כ – 100 דקות עגורן, שהן כשעתיים עבודה. בקומה טיפוסית בבניין מגורים, ששטחה כ – 500 מ"ר, יש 4 יציקות כאלו, ובסה"כ נחסכות בהן 8 ש"ע, השקולות במצטבר לחיסכון של יום עבודה

שלם לכל קומה. דוד פטנט יחסוך, אפוא, ממשיך הביצוע של פרויקט אופייני, יום עבודה שלם בגין כל קומה. ערכו של יום עבודה כזה, מבחינת תקורות האתר בלבד הוא, כנזכר באחד מדפי המידע קודמים, לפחות 5,000 ₪.

ז - מגבלות וחסימים לשימוש

ל"דוד פטנט" אין שום מגרעות לעומת דוד רגיל, אלא מחירו ההתחלתי הגבוה ב – 5,000 ₪. תהיה זו טיפשות מוחלטת להירתע מרכישתו של הכלי המצוין הזה בגלל התקמצנות על ההפרש הקטן של כ – 5,000 ₪. הוא מתכסה, כאמור, עם יציקתם של 400 המ"ק הראשונים, ואח"כ ממשיך לחסוך למשתמש כ – 12 ₪ על כל מ"ק שנוצק בעזרתו, בנוסף לתועלותיו האחרות- בתחום האיכות, הבטיחות וקיצור משך הפרויקט.

(4) מערכת ראייה לעגורני צריח (ולעגורנים ניידים) – Crane Vision

א – ייעוד המיתקן ותאורו

מערכת הראייה לעגורני צריח (Crane Vision) מאפשרת שמירה על קשר עין רצוף ואיכותי בין העגורנאי, היושב בתאו במרומי הצריח, לבין המטען שהוא משנע. קשר עין טוב מתאפשר גם כאשר המטען מוסתר מעיניו של העגורנאי או כשהוא מרוחק ממנו, ואפילו בשעות החשיכה. ראוי לציין כאן, שמערכת ראייה כזאת ניתנת להתקין, לא רק בעגורני צריח- היא ניתנת להתאמה גם לעגורנים ניידים.

מערכת Crane Vision היא מוצר הי-טק ישראלי, שפותח במיוחד כדי לעמוד בתנאים הסביבתיים והפיסיים הקשים של אתר הבנייה: חשיפה מתמדת לפגעי מזג האוויר, רעידות, אבק וכיו"ב.

המערכת מורכבת משני חלקים עיקריים – חיצוני ופנימי. בעגורני צריח מותקן החלק החיצוני, הנייד, על גבי הקרונית (Trolley) הנוסעת לאורך הזרוע האופקית של העגורן.

החלק החיצוני מורכב, בין היתר, ממצלמת וידאו המכוונת בכיוון אנכי- כלפי מטה- וממסדר ווידאו. המצלמה והמסדר מעבירים, בזמן אמת (בדומה למזל"ט), את התמונה של זירת העבודה אל העגורנאי היושב בתאו. האונקל והמטען מצויים תמיד במרכז התמונה במבט מלמעלה.

החלק הפנימי, מותקן בתא העגורנאי. הוא כולל, בין היתר, מקלט ווידאו וצג צבעוני איכותי, שהעגורנאי צופה באמצעותו במטען המשונע ובזירת העבודה- אשר אפשר שיהיו מוסתרים מעיניו, או רחוקים ממנו. יחידה פנימית זו כוללת גם משדר רדיו, שבאמצעותו ניתן לשלוט על פונקציות שונות של היחידה החיצונית הניידת, ובעיקר על החלפת מצבי "זום" של המצלמה, לפי נוחיותו של העגורנאי.

המערכת הזו מספקת קשר עין רציף ואיכותי בין העגורנאי לבין המטען המשונע על ידו, ותורם רבות- הן לבטיחות העבודה והן לשיפור יעילותה.

בעגורנים ניידים, מותקן החלק החיצוני של מערכת הראייה בקצה זרוע ההרמה, על זיז, המובלט במקצת לצידה של הזרוע והמחובר אליה. גם כאן נדרש שהחלק החיצוני יהיה תמיד מכוון אנכית לפי מטה – לכיוון או ההרמה. מכיוון שבעגורן נייד משנה זרוע ההרמה את זווית הנטייה שלה, במהלך עבודתו של העגורן, נדרש סידור אשר יבטיח שמצלמת הווידאו, שבחלק החיצוני, תהיה מכוונת תמיד אנכית וכלפי מטה – בכל זווית של הזרוע. לצורך זה, מצויד החלק החיצוני במנגנון שמבטיח את האנכיות הזאת, תוך ניצול כוח הכובד (הגרביטציה). מנגנון זה מצויד בהתקנים מייצבים לריסון תנודות והתנודדויות.

במערכות Crane Vision המותקנות על עגורנים ניידים, קיימת גם אפשרות להתקין חיבור קווי (ולאו דווקא אלחוטי)- בין החלק החיצוני לבין החלק הפנימי (שבתא העגורנאי). במערכות המותקנות על עגורני צריח, ניתן, כאמור, להתקין רק קשר אלחוטי.

עוד ראוי לציין, שעבור מערכות הראייה לעגורנים, קיימת גם אפשרות להתקין יחידה נוספת, הדומה

ליחידה הפנימית המותקנת בתא העגורנאי – שיש בה, כאמור, צג, מקלט ווידאו ומשדר רדיו. היחידה הנוספת הזו עשויה לפעול במקביל ליחידה הפנימית שבתא העגורנאי. אפשר למקם אותה בכל מקום באזור העבודה – באתר הבנייה או במפעל, שבהם נעשה שימוש במערכת. כך למשל, אפשר שמיקום העמדה הנוספת הזו יהיה בעמדת משגיח או מפקח, או גם בעמדה של אתר, שממנה אפשר שיינתן סיוע לעבודת העגורנאי, בהתאם לדרישות שבתקנות הבטיחות בעבודה בעניין זה. את העמדה הנוספת הזו, אפשר להציב במקום, שיכולה להיות לו זווית ראייה נוספת אל המקום שבו מתבצע השינוע של המטען המורם ואל כל סביבתו- זווית ראייה שיכולים להיות לה יתרונות נוספים, בעיקר מנקודת ראות בטיחותית. היושב בעמדה זו יוכל, בזמנית, לצפות גם במה שרואה מצלמת הווידאו של המערכת.

האיורים שלהלן והדברים שבסעיפים הבאים, שעוסקים במערכת Crane Vision, מתייחסים לדוגמאות של מערכות המותקנות על עגורני צריח.



איור מס' 2



איור מס' 1

באיורים מס' 1 ו- 2: היחידה החיצונית (עם מצלמת הווידאו ומשדר הווידאו), במערכת ראייה CraneVision, מורכבת על הקרונית הנוסעת לאורך הזרוע האופקית של עגורן הצריח (הממוקמת מעל המטען התלוי).



איור מס' 3

באיור מס' 3: היחידה הפנימית, במערכת ראייה לעגורן צריח, מורכבת בתוך תא העגורנאי. באיור נראה הצג המציג את המטען המורם ואת סביבתו- החל משלב הקשירה (ע"י העניבון), במשך כל התהליך וזמן ההרמה וההעברה עד לעמדת הפריקה, ועד לשלב הפריקה.



איור מס' 4

באיור מס' 4: התועלת והיתרונות של מערכת ראייה לעגורן צריח, בולטים במיוחד בבנייני קומות – בעיקר בבניינים גבוהים אך גם בבניינים נמוכים.

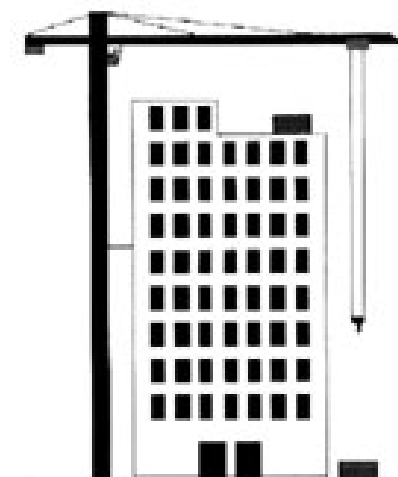


איור מס' 5

באיור מס' 5: פנל סולרי לאספקת אנרגיה נקיה וזמינה עבור מערכת Crane Vision.



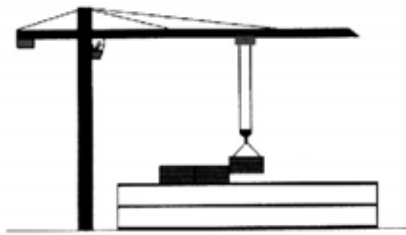
איור מס' 7



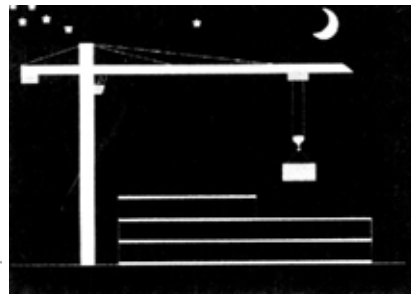
איור מס' 6

באיורים מס' 6 ו-7: ביצוע של עבודות עם עגורני צריח, באזורים שלעגורנאי אין אליהם שדה ראייה. בעזרת המצלמה שבמערכת הראייה לעגורן הצריח, הוא יכול לראות את המיטען ואף לקרב אותו אליו (בעזרת ה-ZOOM) ולראות אותו ואת סביבתו בפרטי פרטים.

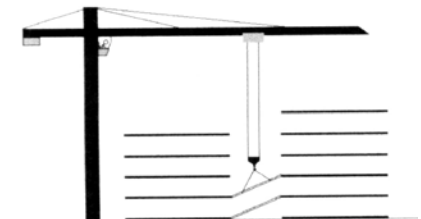
באיור מס' 7: ביצוע של יציקת בטון, מדוד המורם ע"י העגורן, באזור הנסתר מעיני העגורנאי. העגורנאי יכול לראות במדויק ובברור, בעזרת מצלמת הוידאו שבמערכת הראייה לעגורן, את מיקומו של הדוד ואת סימני הידיים של היוצקים.



איור מס' 10



איור מס' 9



איור מס' 8

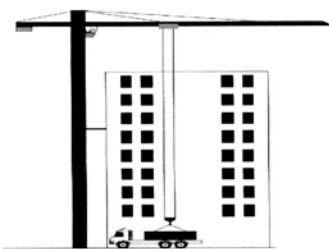
באיורים מס' 8 עד 11: יתרונות ושימושים שונים במערכת הראייה לעגורנים.

איור מס' 8: אפשרות לבצע פריקה מדויקת למקומות צרים וחבויים.

איור מס' 9: אפשרות לביצוע יעיל ומהיר יותר של עבודה בלילה או בחושך – לרבות בשעות בוקר מוקדמות או בשעות הערב, לאחר שקיעת השמש. מהירות הביצוע בחשכה, בעזרת המערכת, כפולה מזו שבשיטה הרגילה (ללא המערכת).

איור מס' 10: יכולת להורדה של מטענים למקומם המדויק – בדיוק של סנטימטרים.

איור מס' 11: יכולת ראייה למרחק גדול- של פרטים קטנים ושל פעולות שמצריכות תמרונים מדויקים עם המיטען התלוי.



איור מס' 11

ב - חיסכון בתשומות עבודה

מערכת ראייה לעגורנים חוסכת, הן בזמן עבודה ישיר של צוותי הפועלים העוסקים בשינוע המטען, והן בזמן עבודה עקיף של העגורנאי, של האתת ושל הצוות הניהולי המעורב בפעילות. בחקרי עבודה שיטתיים, נמצא שהמערכת מקצרת את זמני המחזור במשימות הנפה טיפוסיות בכ- 30%, וכי היא חוסכת באופן אפקטיבי לפחות שעת עבודה אחת בכל יום- לצוות אופייני של 6 עובדים (באזורי הפריקה והטעינה) שקצב העבודה שלהם מוכתב, במידה רבה, על ידי העגורן, ובנוסף לכך, לפחות עוד שלושה עובדים יקרים יותר – העגורנאי, האתת ומנהל העבודה. החיסכון הממוצע בתשומות עבודה מצטבר, לפחות, לכדי שווה ערך של 10 ש"ע מדי יום ביומו. באתרי בנייה "לחוצים", שבהם העגורן עסוק בצורה אינטנסיבית, החיסכון היומי הממוצע מצטבר אף לכדי 20 ש"ע ביום.

חשוב לציין כאן, שהשימוש במערכת בשעות החשיכה מכפילה את יעילות העבודה של העגורן – לעומת יעילותו בעבודה בשעות אלה ללא המערכת. לפיכך, החיסכון בתשומות עבודה באתרים שבהם מתבצעת עבודה גם בלילה יהיה אף גדול יותר מן האמור לעיל.

חיסכון נוסף בתשומות עבודה בא לידי ביטוי בהקטנת שעות העבודה המוקדשות לתחזוקת העגורן ולתיקונו, לרבות בזבז שעות העבודה של פועלי האתר בעת השבתת העגורן לצרכי תיקונים ותחזוקה. העבודה החלקה והעדינה יותר שמערכת הראיה מאפשרת, חוסכת בהתעייפות החומר של מבנה העגורן, של המנועים, של המצמדים ושל המעצורים שלו. קשר העין המתמיד של העגורנאי עם המטען, גורם לו לעשות פחות תנועות פתאומיות של עצירה והתחלה מחדש, ופחות תנועות מיותרות של ניסוי וטעייה. הוא מנווט את דרכו בצורה חלקה יותר, ולכן מפעיל פחות מאמצים על כל מערכות העגורן, הן המערכת המבנית (הקונסטרוקטיבית) שלו, והן המערכות האלקטרו-מכאניות שלו. מערכת הראיה חוסכת, אפוא, בצורה משמעותית בעלויות התחזוקה והתיקונים של העגורן- הן בחלקי חילוף, והן ובעיקר בעבודה ישירה ועקיפה.

בנוסף, ובאופן מיוחד, חוסכת מערכת הראיה את הצורך בהחלפה תכופה של כבל ההרמה של העגורן. כבל זה נוטה להתחכך תדיר בשפתו העליונה של הבניין, בזמן שהעגורנאי מנסה לקרב ככל האפשר את המטען המיועד לאחת מקומות הביניים. המבט מלמעלה על האונקל, באמצעות המצלמה, מאפשר לעגורנאי לאמוד בצורה מדויקת יותר את המרחק שבין הכבל לבין שפת הבניין, וע"י כך להימנע מגרימה לחיכוך ביניהם. לפי עדויותיהם של מנהלי ציוד בחברות בנייה מובילות, מערכת הראיה לעגורנים חוסכת לפחות החלפה אחת בשנה של כבלי ההרמה. עלותה של החלפה כזאת, לרבות ביטול זמן של עובדי האתר, מסתכמת ב- 10,000 דולר לפחות.

ג - חיסכון כספי

עלות מערכת ראייה לעגורני צריח ברכישה היא כ- 10,000 דולר, ובשכירות, כ- 500 דולר לחודש. אורך חייה הכלכליים הוא כחמש שנים. העלויות השוטפות לתחזוקה ולתיקונים הן של כ- 1,000 דולר לשנה. כאשר מחברים יחדיו את התועלות השונות, מגיעים לחיסכון כספי העולה כדי עשרות מונים על העלות, או על דמי השכירות החודשיים.

1. החיסכון בתשומות עבודה ישירות, של 10 ש"ע בממוצע ליום עבודה (י"ע)- לפי 50 ש"ע לש"ע- עולה לכדי 500 ש"ע ליום. בהתחשב בלפחות 20 י"ע בחודש, החיסכון החודשי בזכות המערכת עולה לכדי 10,000 ש"ע. משמע, בחיסכון הישיר של 5 חודשים אפשר ממש לרכוש את המערכת. באופציית השכירות החודשית, החיסכון החודשי הישיר בתשומות עבודה הוא לפחות פי 4 מדמי השכירות- מידי חודש בחודשו.
2. באחד הסעיפים הקודמים חושב גם החיסכון בדמי התחזוקה והתיקונים של העגורן עצמו, עקב ההפעלה העדינה, החלקה והיעילה שלו- בזכות מערכת הראייה. החיסכון השנתי, בסך של כ- 10,000 דולר, מכסה חמש פעמים את עלות הרכישה של המערכת, שאורך חייה הכלכליים כחמש שנים!
3. החסכון כתוצאה מקיצור משך הפרויקט, שחושב לעיל, מגיע מידי חודש בחודשו ל-10,000 ש"ע לפחות. לפיכך, גם הוא לבדו מכסה, את עלות הרכישה או את עלות השכירות, לפחות 4 פעמים.
4. עבודת לילה יעילה, המתאפשרת בזכות המערכת, מספיקה גם היא, בפני עצמה, כדי לכסות כמה וכמה פעמים את העלות החודשית שלה.
5. אחרון חביב וחשוב: מניעה של תאונה אחת רצינית במהלך כל שנות חייה של המערכת שווה הרבה יותר מכל העלות שלה.

ד - איכות

השימוש במערכת הראיה מאפשר לעגורנאי לדייק הרבה יותר בהצבה של טפסות ושל רכיבי בניין במקומם הרצוי. הוא רואה תמיד, במו עיניו, גם את המטען וגם את זירת העבודה, ומשתמש כרצונו בפונקציה הזום של המצלמה, כך שהוא יכול לסייע לאנשי הצוות לדייק ככל שנדרש בהצבת הרכיבים.

בנוסף לשיפור האיכות מן ההיבט של דיוק, המערכת מסייעת לעגורנאי להימנע מהתנגשויות ומהתחככויות בין המטען, לבין האובייקטים האחרים שהוא חולף על ידם, בעיקר באזורי הפריקה והטעינה. זמני ההמראה והנחיתה של המטען הם הרגישים והמועדים ביותר לפורענות- הן מן ההיבט של התנגשויות (בד"כ רק התחככויות קלות) הפוגמות באיכות, והן מבחינת החשיפה של העובדים לסכנות של תאונות עבודה.

היבט שלישי של איכות נוגע לעבודות המבוצעות בזמן חשיכה. המצלמה הרגישה של המערכת מאפשרת מעין "ראיית לילה" גם כאשר יש חושך מסביב, ורק אזור העבודה מוצף באור כללי של זרקורים. המערכת מאפשרת גם בלילה, עבודה איכותית, מדויקת וגם מהירה יותר.

ה - בטיחות וגהות בעבודה

במקביל לתרומתה לייעול העבודה, תרומתה החשובה יותר של המערכת היא בתחום הבטיחות. העגורן מעורב ומהווה גורם מרכזי, בהרבה מאד תאונות עבודה באתרי בנייה, כמו למשל עקב נפילת המטען התלוי או חלקים ממנו, פגיעת המטען בעובדים או גם פגיעתו בחלקי מיבנה – פגיעה העלולה לעתים לסכן את יציבות המבנה ואת בטיחות השוהים בתוכו או בסמוך לו. "פתיחת העיניים" של העגורנאי לאזורים הנסתרים, המרוחקים והחשוכים, באמצעות מערכת הראיה המלאכותית, חוסכת הרבה מאד מצבים העלולים להוביל לתאונה. בין היתר, הוא יכול להעיר לפועלים על אופן קשירת המטען או על צורת הפריקה שלו; ובמקרים שזה נדרש הוא אף יסרב להרים מטען שנקשר ברישול או באמצעות אביזרי הרמה לא תקינים. היו לא מעט עדויות מן השטח על מקרים כאלה. בעקיפין, העגורנאי מחנך את כל הנעזרים בשרותיו להיות זהירים יותר והוא עצמו חש אחריות אישית גדולה יותר, משום שאין הוא יכול עוד לומר "לא ראיתי איך הם קשרו"- באמצעות פונקציה הזום הוא רואה הכול וברור.

חלק ניכר מן התאונות, שהעגורן מעורב בהן, נובע מבעיות של תקשורת בין העגורנאי לבין האתת ו/או ראש הצוות, המצויים בזירת העבודה והמדריכים אותו באמצעות מכשיר אלחוט- מבלי שהוא רואה את אשר הוא עושה. לעיתים, המדריך מן הזירה טועה בהוראותיו (למשל, אומר "ימינה", ומתכוון לימין של עצמו כשפניו אל צריח העגורן, בעוד שבשביל העגורנאי זה צריך להיות "שמאלה"). קורה גם, שהמדריך מתבלבל במילים, בגלל שאינו דובר היטב את שפתו של העגורנאי (תופעה נפוצה מאד במקומותינו). ייתכנו גם בעיות של תגובת יתר מצד העגורנאי (למשל, בהנחתה של מטען כבד על מרפסת זיזית כאשר נצטווה באלחוט "תוריד עוד, עוד, עוד, עוד, עד שהוריד גם את המרפסת יחד עם המטען). תאונות קורות גם עקב השהיית התגובה, שהיא לפעמים קריטית – בין מתן הפקודה,

המילולית במכשיר האלחוט ע"י האתת, לבין ביצועה בפועל ע"י העגורנאי, ולעיתים קורה שהעגורנאי אינו שומע את הפקודה בברור (במיוחד כאשר סביבת העבודה רועשת), או מפרש אותה בצורה לא נכונה. לעומת כל אלה, כאשר העגורנאי רואה הכול במו עיניו, הוא פועל בצורה הרבה יותר בטיחותית והרבה יותר בוטחת וללא עיכובים, שהיות או היסוסים.

היבט אחר בתחום זה נוגע לגהות של העגורנאי עצמו אשר, בעזרת מערכת הראייה, מתאמץ פחות- הן בעיניו, הן בגופו והן בעצביו- כי אינו צריך עוד להתכופף מתאו החוצה או לאמץ את עיניו כדי לראות את המיטען או לנסות להבין את הוראותיו של האתת (שאינן ברורות תמיד) המועברות אליו מרחוק והמתייחסות למיטען המצוי מחוץ לשדה הראייה שלו. בהעדר קשר עין איכותי הוא, פשוט, מסיט את מבטו לעבר הצג הצבעוני של המערכת, ורואה דרכו. העבודה הרגועה יותר והמאומצת פחות מסייעת לו לעבוד בצורה שקולה יותר ובטוחה יותר, כך שנוצרת העצמה הדדית- בין הבטיחות של כלל העובדים סביב העגורן לבין הגהות של העגורנאי עצמו באופן אישי. כאשר הוא עובד רגוע יותר, כי הוא רואה הכול, הוא גם עובד בטוח יותר.

1 - השפעה על משך הפרויקט

לדברי משתמשים ותיקים במערכת הראייה לעגורן צריח, היא חוסכת להם לפחות שני ימי עבודה בחודש, במיוחד בתקופה של הקמת השלד. כזכור, ערכו של כל יום חיסכון במשך הביצוע של הפרויקט, מבחינת תקורות האתר בלבד, מסתכם ב- 5,000 ₪ לפחות. ערכם של שני ימים מסתכם, אפוא, ב- 10,000 ₪ לחודש, לפחות. קיצור משך הביצוע מועיל הן לקבלן והן ליזם בדרכים נוספות, ובהן: הקטנת עלויות המימון, הקדמת האכלוס או השימוש המועיל במבנה ומניעת קנסות פיגורים ו/או קבלת בונוסים בגין הקדמת המסירה.

2 - מגבלות וחסימים לשימוש

1. העלות הראשונית, של כ- 10,000 דולר, היא החסם הראשוני בפני רכישת המערכת. מאחר שאפשר להפעיל את העגורן גם בלעדיה, לא כולם ממהירים לקנותה. ההוצאה ברכישה או בשכירות היא מוחשית, בעוד שבתועלות צריך תחילה להשתכנע. ברם, המציאות מוכיחה שמי שהתנסה בשימוש במערכת, אינו מוכן לוותר עליה.
2. המבנה הארגוני האופייני של פרויקטי בנייה אינו מעודד את מנהל הפרויקט להשקיע מתקציבו בשדרוג של העגורן על ידי הוספה של מערכת ראייה עבורו. קבלני המשנה, לרבות קבלני משנה לעבודת שלד, מקבלים את שכרם כנגד העבודות שהם עושים. מנהל הפרויקט מחויב לספק להם אמצעי הרמה, ברם, אין לו תמריץ מידי לתת להם מעבר למינימום שהוא מחויב לו ע"פ ההסכם ביניהם. ממבט שטחי וקצר ראות, מנהל הפרויקט נרתע מלהוציא כסף על מערכת ראייה, שאפשר להסתדר גם בלעדיה- על חשבון התקציב של תקורת האתר. קבלני המשנה, מצדם, וודאי שאינם יכולים לגלות נכונות לממן מערכת ראייה לעגורן, שמשרת באופן כללי את האתר כולו ואינו שלהם. העניין נופל, אפוא, בהרבה מקרים "בין הכיסאות", וחבל. האמת היא שלכל אחד מהם בנפרד (לקבלן הראשי, לקבלן השלד, ליזם) כדאי לממן, אפילו לבדו, את כל עלות המערכת- כל אחד, מן האינטרסים שלו בלבד.

(5) כננת חשמלית להרמת משאות קלים

א – ייעוד המיתקן ותאורו

מיתקן זה מיועד להרמת משאות קלים יחסית- כמה מאות ק"ג. הוא משמש, בדרך כלל, בעיקר להרמת מטענים של חומרי גימור בבניינים. השימוש בו מאפשר חסכון בזמן יקר, או זמן לא זמין של עגורן או של מעלית.

המיתקן מורכב מצירוף של מנוע חשמלי, בד"כ חד פאזי, וכננת עם תוף. על תוף הכננת מלופף כבל בעל כושר הרמה מתאים. הכננת חייבת להיות מקובעת ומיוצבת למקומה בצורה בטיחותית. הקיבוע נעשה באמצעות ברגים או אמצעי חיבור אחרים ולעיתים גם תוך שימוש במשקולות מייצבות – ע"פ הוראות היצרן. הפעלת הכננת היא פשוטה, ויכולה להתבצע על ידי עובד מן השורה שעבר הכשרה קצרה והוסמך לכך – בהתאם לדרישות שב-תקנות הבטיחות בעבודה (עגורנאים, מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים. עבור כננת כזאת, יש לקיים את הדרישות שמתייחסות להסמכת מפעילי "מכונות הרמה אחרות" (כאלה שאינן מוגדרות כעגורנים). דרישות ההכשרה וההסמכה ביחס למכונות הרמה כאלה קלות בהרבה מאלה שנדרשות ביחס למפעילי עגורנים.

שימושיה של הכננת מגוונים, ויתרונותיה באים לידי ביטוי, בעיקר, בנוחיות ובעצמאות שהיא מעניקה לאנשי הצוות שמשתמש בה. משקלה העצמי של כננת כזאת הוא נמוך, ואפשר לפרק, להרחיב ולהעביר אותה ממקום למקום בקלות ובמהירות, לפי הצורך. היא מתאימה במיוחד לשרת צוותי עבודה ייעודיים, כגון: מרכיבי חיפוי אבן על פיגומים, רצפים, טיחים וכד'. הדגם הספציפי, כושר ההרמה ואביזרי הקצה מותאמים ככל האפשר לשימוש הייעודי. הכננת משחררת את הצוות מתלותו באמצעי ההרמה הכלליים באתר – על פי רוב עגורן ומעלית- ובאותה עת, היא מפנה זמן לאמצעי ההרמה המרכזיים האלה לטובת צוותי עבודה אחרים.

חשוב להקפיד לדרוש מהיצרן או מהמספק של הכננת, מפרט עם הוראות הרכבה, שימוש ותחזוקה – בהתאם לדרישות סעיף 173 שב-תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה) שכותרתו היא "מיפרט להתקן הרמה ממוכן" וכן סעיף 3 שב-תקנות הבטיחות בעבודה (מכירה והשכרה של מכונות מיתקנים וציוד) שכותרתה "צירוף הוראות הפעלה, אחזקה ובטיחות".

כן ראוי להזכיר כאן, שגם ביחס לכננות אלה חלה חובת בדיקות התקינות והבטיחות התקופתיות (פעם ב – 14 חודש) ע"י בודק מוסמך למכונות הרמה על פי הדרישות שב-פקודת הבטיחות בעבודה.

להלן **איורים**, שבהם ניתן לראות דוגמאות ושימושים ב- 2 סוגי כננות חשמליות להרמת משאות קלים – כננת עלית וכננת תחתית.



איור מס' 1: כננת עלית, המותקנת בגובה – בסמוך לעמדת קבלת המטען.

כננת מסוג זה מופעלת על ידי מקבלי המטען. את הכננת יש לחבר אל נקודת תלייה- במבנה או במבנה העזר (פיגום וכד')- שתימצא בסמוך לעמדת הקבלה של המטענים. חוזק נקודת התלייה הזו, צריך לאפשר עמידה בעומס, שיכלול את העומס המכסימלי שמותר להרים באמצעות הכננת (עומס העבודה), בתוספת משקלה העצמי של הכננת.

חשוב לציין, שעומס העבודה המכסימלי המותר חייב להיות מסומן בצורה ברורה על הכננת- בהתאם לדרישות סעיף 84 שב-פקודת הבטיחות בעבודה, שבו נאמר: "על מכונת הרמה יסומנו ברורות עומסי העבודה הבטוחים שלה".

כן חשוב להזכיר כאן את תקנה 173 שב-תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה) שכותרתה: "**מיפרט להתקן הרמה ממוכן**" שבה נאמר:

- (א) מבצע בניה אחראי לכך שבאתר בו נמצא או מופעל התקן הרמה ממוכן, יימצא מפרט מאת היצרן או לפי תכנון, אשר יכלול פרטים על עיגונו של ההתקן למבנה או הצבתו הבטוחה.
- (ב) המפרט, כאמור בתקנת משנה (א), יוצמד לפנקס הכללי."



איור מס' 2: כננת תחתית – המוצבת על הקרקע ומופעלת על ידי משלחי המיטען.

בצידו הימני של האיור ניתן לראות את הגלגלת, שאותה צריך לתלות למעלה- בסמוך לעמדת הקבלה של המיטען. נקודת התלייה של הגלגלת הזו מצויה בד"כ בקצהו של ז"ז, המובלט במעט אל מחוץ לקו הבניין (או הפיגום)- במקום שבו מצויה עמדת הקבלה. חוזקה של נקודת התלייה הזו צריך לאפשר עמידה בעומס המכסימלי שמותר להרים באמצעות הכננת.

תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה) מתייחסות לגלגלת כזו בסעיף 172, שכותרתו: "הרמת מטען באמצעות גלגלת" ובו נאמר:

- (א) התקן הרמה לרבות הגלגלת, השלוחה, התקני העגינה וחבל או כבל ההרמה יהיו מאיכות טובה, מחומר מתאים ובמצב טוב.

- (ב) השלוחה תעוגן כראוי אל המבנה או אל משקל נגדי מתאים, באופן שתמנע השתחררותו או התמוטטותו של התקן ההרמה.
- (ג) הגלגלת תחובר אל השלוחה באופן איתן למניעת השתחררותה, ולא ישתמשו לכך בחוטי מתכת שזורים.
- (ד) התקן ההרמה ייבדק בידי מנהל העבודה - עם התקנתו ולפני התחלת השימוש בו. תוצאות הבדיקה יירשמו בפנקס הכללי."

תקנות אלה מתייחסות אולי בעיקר לגלגלות המשמשות להרמה ידנית של מטענים באמצעות חבל (שהיום כמעט שלא נעשה בהן שימוש), אך הן מתאימות גם לגלגלת המשמשת מיתקן ממוכן – כמו זה שבאיור.

את הכננת שבמפולס הקרקע יש לקבע אל מקום הצבתה, ע"י עיגונה אל אלמנט יציב ואיתן של הבניין (באמצעות ברגים וכד'), או אל אלמנט שמעוגן בקרקע, או באמצעות משקולות נגדיות (ראה איור מס' 3). אלה אמורים להבטיח מניעת התרוממותה או הזזתה של הכננת ממקומה- במהלך הרמת המטענים.



איור מס' 3 : כננת תחתית המיוצבת אל מיפולס הקרקע באמצעות משקולות נגדיות.

המשקולות שבהן נעשה שימוש בכננת זו מאולתרות והן כוללות, במקרה זה, מרצפות בטון או לוחות אבן לחיפוי קירות חוץ – שנלקחו מחומרי הבנייה שהיו זמינים באתר. מומלץ להעדיף שימוש במשקולות נגדיות שיסופקו ע"י היצרן, עם ציון המשקל על כל משקולת ועם אמצעי חיבור ייעודיים אל גוף הכננת, שימנעו את השתחררותן או תזוזתן (של המשקולות) ממקומן- במהלך השימוש בכננת. בהוראות היצרן נדרש, בין השאר, שיצוין המשקל הכולל הנדרש של המשקולות הנגדיות, כדי להבטיח את בטיחות השימוש בכננת. צריך לזכור שמשקל המשקולות חייב להיות גדול ממשקל המיטען המכסימלי שמותר להרים – בהתאם למקדם הביטחון הנדרש ע"י היצרן (או הבודק המוסמך).

הערה: יש להיזהר במיוחד, ולהימנע משימוש במשקולות נגדיות הכוללות מיכלים עם נוזלים בתוכן- חביות מים ג'ריקנים וכד'.



איור מס' 4: דוגמה של אביזר קצה: מינשא עם משטח אופקי להרמת מטענים באמצעות וו ההרמה של הכננת המתחבר אל נקודת תליה- בחלקה העליון של המסגרת שלו.

סוג נפוץ אחר של אביזרי קצה, עבור הכננות האלה, כולל מספר ווים לתלייה של מספר דליים (3 עד 6) - להרמת טיט, חול וכד'. אפשר שהווים יהיו ערוכים בצורת כוכב (סביב נקודת התליה) או בשורה ישרה – על קורת תליה אופקית המורמת ע"י הכננת. סידור כזה, מאפשר לעובדים שבעמדת הקבלה של המיטען להוריד את הדליים, שמשקלו של כל אחד מהם נוח לנשיאה ידנית, אחד אחד ובזה אחר זה. בכך יימנע הצורך למשוך הצידה, אל תוך עמדת הקבלה, את כל המיטען בשלמותו- מיטען שמשקלו לצורכי עבודה ידנית עדיין גדול מדי, במיוחד לאור האיסור שחל, על פי דרישת תקנות הבטיחות בעבודה, על משיכת מיטענים גדולים ותלויים הצידה- לצורך פריקתם- תקנה מס' 171 ב-תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה).

ב - חיסכון בתשומות עבודה

החיסכון בתשומות עבודה בא לידי ביטוי בשלושה אופנים עיקריים:

1. ייעול העבודה של הצוות המשתמש בכננת, על ידי ביטול הזדקקותו לעגורן או למעלית, וביטול הצורך של הצוות לחכות בתור לקבלת שרותי הרמה. הצוות משרת את עצמו לפי צרכיו- בעיתוי הנוח לו.

2. התקנת הכננת במיקום נוח לצוות ושינוי המיקום מעת לעת על פי נוחיותו, וע"י כך קיצור מרחקים של סבלות אופקית – הן באזור הטעינה והן באזור הפריקה.
3. חיסכון בזמנם של צוותים אחרים באתר, ע"י הקטנת לחץ העבודה על העגורן ועל המעלית, המסוגלים עתה לתת שרות טוב, מהיר ויעיל יותר לצוותים האחרים.
- ניתן לאמוד, בהערכה זהירה, שסעיפים 1 ו-2 לעיל מתבטאים, בערך, בחיסכון של ש"ע (שעת עבודה) אחת ביום, לצוות אופייני של 5 פועלים- היינו 5 ש"ע ליום; בעוד שסעיף 3, בתוספת זמנם של העגורנאי והאתר, מתבטאים בעוד כ- 5 ש"ע ביום, ובסה"כ כ- 10 ש"ע ביום.

ג - חיסכון כספי

החיסכון הישיר והעקיף בתשומות עבודה הוערך ב- 10 ש"ע ליום, ואילו בחודש של 20 י"ע (ימי עבודה) מדובר בחיסכון של 200 ש"ע שערך הכספי, לפי 50 ש"ע לש"ע, הוא 10,000 ₪.

קיצור משך הפרויקט בערך ב"ע אחד לחודש, מביא אף הוא לחיסכון כספי, שנאמד כבר בדפי המידע הקודמים בכ- 5,000 ₪ לחודש, ובסה"כ מדובר בחיסכון של כ- 15,000 ₪ לחודש- בזכות העזרה של כננת אחת באתר לחוץ. עלותה של כננת שגרתית הוא כ- 30,000 ₪. לזה יש להוסיף עוד כמה אלפי שקלים לשנה בגין בדיקות, הדרכות, הסמכות, תחזוקה וכיו"ב. אורך חייה הכלכליים של כננת כזאת הוא לפחות 5 שנים. הכננת מחזירה את עלותה בתוך שניים שלושה חודשי שימוש באתר לחוץ, ובמשך תקופה כפולה באתר פחות לחוץ. כך או כך, אם היא מייעלת את העבודה של אחד הצוותים, ומשחררת קצת לחץ משרותי ההרמה הכלליים, כדאי לרכוש אותה.

ד - איכות

הגם שאין יתרונות איכות מובהקים לשימוש בכננת חשמלית להרמת משאות קלים, ניתן בכל זאת להניח שהיא מצמצמת, במעט, פגמים ושבירות של החומר המשונע. כאשר החומר מטופל באחריותו הישירה של צוות עבודה המשרת את עצמו, אזי הפועלים – חברי הצוות – נזהרים בו יותר מאשר סתם פועלים כלליים או סבלים, שכל תפקידם הוא להעביר את החומרים מנקודה א' לנקודה ב'- בעזרת העגורן או המעלית. בנוסף לכך, כאשר משתמשים בכננת, החומר עובר פחות "ידיים" ופחות טלטולי דרך, ולכן סביר שיגיע ליעדו עם פחות פגמים.

ה - בטיחות וגהות בעבודה

לנושא הבטיחות בהפעלת הכננת החשמלית, שעליה מדובר כאן, יש פנים לכאן ולכאן. מצד אחד, שינוע החומר במנות גדולות באמצעות העגורן או המעלית הוא מוסדר, ממוסד וממוסגר יותר (באמצעות מפעילים מקצועיים, חוקים ותקנות) מאשר השינוע ע"י הצוות עצמו, באמצעות כננת "פרטית" שלו. ברם, מצד שני, אם העובדים האלה עוברים הכשרה נאותה, הסמכה ובקרה שוטפת, אזי הם רוכשים, עם הזמן, מיומנות ספציפית בתפעולה של הכננת בצורה נכונה ובטיחותית, וע"י כך הם עשויים, בהחלט, להגיע לרמה בטיחותית טובה יותר מן האלטרנטיבה של הזדקקות לשרותי ההרמה הכלליים של האתר.

כפי שכבר צוין בחלק א, דרישות החוק להכשרתו של מפעיל לכננת חשמליות, דוגמת הכננת שאליהן מתייחסים דפי המידע כאן, קלות בהרבה מאלה שנדרשות ביחס למפעילי עגורנים.

תקנה 18 שב-**תקנות הבטיחות בעבודה (עגורנאים, מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתרים)** מתייחסת להסמכת מפעילי "מכונות הרמה אחרות" (שאינן מוגדרות כעגורנים). הכננת החשמליות להרמת משאות קלים מצויות בקטגוריה של "מכונות הרמה אחרות".

על פי האמור בתקנה 18, לא יתמנה אדם לתפקיד של מפעיל למכונת הרמה שאינה עגורן, אלא אם עמד בדרישות הבאות (בלשון התקנה):

(1) מלאו לו 18 שנים;

(2) הודרך בידי אדם בעל ניסיון של שנה אחת לפחות בהפעלה ותחזוקה בטוחים של מכונת ההרמה ובהגנה מפני הסיכונים האפשריים הכרוכים בהפעלתה ותחזוקתה.

המינוי של העובד, שהודרך והוסמך כאמור, צריך להיעשות על גבי טופס שתוכנו מפורט בתקנות (בתוספת החמישית שלהן) ושבנו ימצאו פרטיו של נותן המינוי (תופש המפעל, מבצע הבנייה או בעל מכונת ההרמה), תאור מכונת ההרמה שאליה מתייחס המינוי, פרטי המפעיל (כולל מס' ת.ז.) וכן הצהרות המפעיל והממנה (נותן המינוי) עם חתימותיהם.

טופס המינוי, עם הפרטים הנ"ל, צריך להימצא אצל המפעיל או בהישג יד – במקום שבו מופעלת מכונת ההרמה.

לעניין הבטיחות, ראוי שנזכיר כאן שוב, שבמקום שבו משתמשים בכננת חייב להימצא תסקיר, בר תוקף, של בדיקה תקופתית של בודק מוסמך לכננת, וכן מפרט של יצרן הכננת עם הוראות הרכבה, שימוש ותחזוקה עבור הכננת – ע"פ דרישת תקנה 173 שב-תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בניה) וגם ע"פ תקנות הבטיחות בעבודה (מכירה והשכרה של מכונות מיתקנים וציוד) – תקנה 3 שם, שכותרתה: "צירוף הוראות הפעלה, אחזקה ובטיחות". להלן הנוסח המלא של התקנה הזו:

- (א) יצרן, יבואן, סוכן, משווק או מוכר של מכונה או פריט, יצרף אליהם הוראות הפעלה, אחזקה ובטיחות (להלן – הוראות) בשפה העברית; למכונה או פריט מיובאים יצורפו גם הוראות בשפה האנגלית.
- (ב) למכונה או פריט שנועדו להרכבה יצורפו, נוסף על ההוראות האמורות בתקנה משנה (א), הוראות הרכבה והרצה והוראות בטיחות בהרכבה בשפה העברית; למכונה או פריט מיובאים יצורפו הוראות אל גם בשפה האנגלית.
- (ג) הוצמדה למכונה או פריט תווית הוראות בטיחות והפעלה בשפה זרה, תתורגם התווית לשפה העברית ותוצמד למכונה או לפריט.

באשר לדברים שנאמרו, ביחס לכך שמפעיל או מפעילי הכננת הם בדרך כלל חלק מצוות עבודה המבצע מטלה מסוימת ומשרת את עצמו, ראוי לציין, שמחקרים מראים שאנשים העובדים עם חבריהם הקרובים זמן ממושך, נוטים להרגיש יותר תחושת אחריות ולשמור זה על זה, מאשר אנשים מזדמנים העובדים יחד מפעם לפעם.

בסיכום הכולל, אפשר להניח שהשימוש בכננת "פרטית" ע"י צוות ייעודי מסוים, תוך כדי שחרור חלק מעומס העבודה ולחץ הזמן של העגורן והמעלית, לא יקלקל את רמת הבטיחות הכללית באתר, אלא ישפר אותה.

ו - השפעה על משך הפרויקט

באתר בנייה עסוק ולחוץ מבחינת לוח הזמנים (ורוב אתרי הבנייה בארץ הם כאלה), כל הקלה על העגורן ו/או על המעלית הכללית היא לברכה. לפיכך, אם צוותים מסוימים יכולים לשרת את עצמם עם כננת "פרטית" ולוותר על שרותי ההרמה הכלליים, הם תורמים לקיצור משך הפרויקט משני כיוונים:

- (א) הם עצמם עובדים מהר יותר מבלי לחכות בתור לאחרים;
- (ב) הם משחררים חלק מעומס העבודה על הציוד הכללי, וע"י כך מאפשרים גם לצוותים אחרים לעבוד מהר יותר.

קשה לכמת את התרומה האפקטיבית של כננת אחת לקיצור של משך הפרויקט כולו, אבל ניתן לאמוד אותה בזהירות. אם נניח שהכננת מרימה 100 ק"ג חומרי גמר כנגד כל מ"ר של שטח הקומה, אזי, לקומה טיפוסית של 500 מ"ר היא תרים 50 טון; הללו חוסכים כ- 50 מחזורי הנפה של העגורן (בהנחה שהעגורן מניף בממוצע טון אחד בכל מחזור); זמן העגורן הדרוש לשם כך הוא כ- 12.5 ש"ע (לפי רבע שעה בממוצע למחזור), שהם יום וחצי של זמן עגורן לקומה. מאחר שחלק ניכר מן ההנפות הנחסכות היה מתבצע, בהעדר הכננת, לפני או אחרי שעות העבודה הרגילות, ולא בהכרח על חשבון פעילויות קריטיות המעכבות את השלמת הפרויקט בזמן, אנו נניח שרק שלישי מזמן ההרמה הנחסך מן העגורן, אכן נמצא על הנתבי הקריטי של לו"ז הפרויקט. כלומר, בהנחה זו, מסייעת הכננת לקיצור משך הפרויקט רק בשיעור של חצי יום לכל קומה. בהנחה נוספת, שבאתר טיפוסי משלימים שתי קומות לחודש, הרי שהכננת תורמת לחיסכון של יום אחד במשכו הכללי של הפרויקט, בגין כל חודש של שימוש בה.

ז - מגבלות וחסימים לשימוש

1. עלות הרכישה, כ- 30,000 ש"ח, היא החסם העיקרי לשימוש נפוץ יותר בכננות ייעודיות לצוותים ייעודיים. אף על פי שהשימוש בכננות קטנות, לצד אמצעי ההרמה הגדולים, הוא גם יעיל וגם כדאי בחשבון לטווח ארוך.
2. החשש של הקבלן מפני האחריות הרובצת עליו, במקרה של תאונה עקב טעויות אפשריות של צוות המשתמשים (בד"כ קבלני משנה), הן בהתקנה והן בתפעול השוטף, והדרישה להסמכה פורמאלית ופיקוח מקצועי-בטיחותי. לכשיתרגלו הצוותים לעצמאות שהכננת ה"פרטית" נותנת להם, הם עצמם ידרשו אותה.
3. מחסום נוסף נובע מן הגישה הכללית, קצרת הראיה, הנפוצה בענף הבנייה: הקבלן הראשי אינו מוכן להשקיע מכספו כדי שלקבלן המשנה יהיה קל יותר, ואילו קבלן המשנה אינו רוצה להשקיע מכספו באמצעי הרמה פרטיים משלו, כאשר השרות של הרמת חומרים לקומה "מגיע לו" מטעם הקבלן הראשי- ע"פ ההסכם שביניהם. לפיכך, הוא מעדיף לבזבז כל יום קצת מן הזמן של פועליו בהמתנות מיותרות ובסבלות מיותרות, אך אינו מוכן להוציא מן הכיס בבת-אחת 30,000 ש"ח, כדי לקנות (או לשכור) לעצמו כננת. כך דרכו של עולם...