

תאונה בבנייה טרומית

מאת מהנדס דוד דודסון

הכותב היה ראש קבוצה במינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתית במשרד הכלכלה

תואם את קצב הדרישה בשטח לחלקים הטרומיים ולכן חלקם מאוחסן בחצר המפעל וחלקם באתר הפרויקט. הסיכון באחסון נובע ממידותיהם הגדולות ומשקלם הכבד של האלמנטים, אשר שוקלים מאות ואף אלפי ק"ג ועלולים להתהפך וליפול על עובד. רוב התאונות הללו מסתיימות במותו של העובד.

- **סיכונים בעת ההנפה וההעמסה של אלמנט הבטון.** פעולות אלה הן תורה בפני עצמה. לא אתייחס אליהם כאן מפני שאינם נוגעים לסיפור התאונה שלנו.
- **סיכונים בזמן ההובלה.** הכוונה להובלת האלמנטים מהמפעל לאתר הבנייה, או לפעמים, גם ממקום האחסון באתר למקום ההרכבה.
- **סיכונים בזמן ההרכבה.**

על פי מילון אבן שושן פירושה של המילה טרומי, הוא מוקדם שנעשה לפני כן, שהוכן קודם לכן. בנייה טרומית היא בנייה מחלקי מבנה - בדרך כלל קירות של מבנה, לפעמים גם חדרי אמבטיה הכוללים גם את השירותים - מְכִיבִים מוכנים מראש במפעל המובאים לאתר הבנייה. היתרונות העיקריים של השיטה הזאת, הם קיצור מועדי ביצוע הבנייה וביקורת איכות טובה יותר של רכיביה, היות שהיציקה מתבצעת במפעל ולא באתר הבנייה.

קיימות שיטות שונות של שילוב אלמנטים של בנייה טרומית. המשותף לכולן, הם שלבי הבנייה: האחסון, ההובלה, וההרכבה. בכל השלבים האלה, קיימים סיכונים אופייניים.

תאונת עבודה שאירעה בצרפת בזמן הרכבת בניין טרומי

צוות עובדים באתר בנייה בצרפת עבד בהרכבת קיר טרומי חיצוני שהובא למקום המיועד לו באמצעות עגורן צריח. אחרי שהקיר הטרומי התלוי באונקל העגורן, הונח על מקומו ברצפת הקומה, החלו בקיבועו באמצעות רגל מתכתית מחוברת למשקולת בטון בקצה התחתון שלה ולחלק הצדדי של הקיר בקצה העליון (תמונה 1).

העובדים חשבו שהצליחו להבטיח את יציבותו של הקיר במידה מספקת ואחרי ביצוע פעולה זאת, אחד מהם השעין סולם על הקיר ושיחרר אחת משתי זרועות המענב מהתקן התלייה של הקיר הטרומי. לאחר מכן, הוא לקח את הסולם, השעין אותו על הקצה השני של הקיר כדי לשחרר גם את הזרוע השנייה של המענב מהתקן התלייה השני של הקיר. ברגע בו שיחרר העובד את הזרוע השנייה

הסיכונים בשלבי הבנייה הטרומית

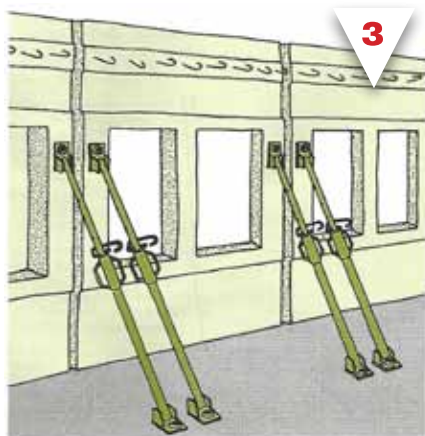
אלמנט הבטון שיוצא מתבנית הייצור מתקשה כעבור 12 שעות, ואז חוזקו כ-100 ק"ג/סמ"ר וניתן לשנע אותו לאתר הבנייה אבל עדיין לא ליישמו בפרויקט שכן החוזק הדרוש המינימלי בהרכבה הוא כ-250 ק"ג/סמ"ר. החוזק הסופי שמתקבל הוא תולדה של המשך התייבשות הבטון, תהליך שיכול לארוך חודש ימים. עד לקבלת החוזק הסופי נדרש לאחסן את אלמנט הבטון בחצר המפעל או באתר הבנייה.

- **סיכונים בזמן האחסון** - סיכוני נפילה או התהפכות של האלמנטים המוכנים. הכוונה לאחסון האלמנטים הן במפעל והן באתר הבנייה. את הסיכונים באחסון ניתן היה למנוע, אילו במקום לאחסן את הרכיבים בחצר המפעל מיד לאחר ייצורם ניתן היה לשלוח אותם להרכבה באתר הבנייה. בפועל קצב הייצור במפעל אינו

ובמצב תקין כשקצותיהן מעוגנות כראוי. - "במספר מספיק", כאמור לעיל מינימום שתי רגליים, ובתאונה זו הפרו מסיבה בלתי ברורה כלל בסיסי זה והסתפקו ברגל (תמיכה) אחת בלבד. סעיף ג לתקנה: "ג) לא ישוחרר רכיב מתלייתו של אונקל עגורן אלא לאחר שייתמך, כאמור בתקנות משנה (א) ו-(ב)" - התמיכה של הרכיב הטרומי במקרה זה לא היתה מספיקה והיא מהווה הסיבה העיקרית להתרחשות תאונה זאת.

דוגמה נאותה של עיגון הרכיב הטרומי בטרם שחרורו מאונקל העגורן אפשר לראות בתמונה 3: שתי תומכות בזווית של כ-45° מפני הרצפה והנמצאות במישור ניצב לרכיב, נקודות העיגון נמצאות גבוה על הרכיב.

כמו כן, במקום לטפס על סולם שנשען על הרכיב כדי לשחררו מהעגורן, היו צריכים להשתמש בפיגום עצמאי מתאים, שנבנה במיוחד למטרה זאת (תמונה 2).



תמונה 3: כך היו צריכים לעבוד - התקנה נאותה של רכיבים טרומיים

תאונות עבודה בבנייה טרומית בישראל

בישראל בונים מזה שנים רבות גם בשיטת בנייה טרומית. לצערנו, בישראל כמו בעולם אירעו לא מעט תאונות עבודה טרגדיות. להלן תיאור של תאונת עבודה שאירעה אף היא בשלב ההרכבה של אלמנט טרומי למבנה. תאונה זו הסתיימה אף היא במותו של עובד כוצאה מנפילה מגובה (מרצפת הקומה הרביעית).

עובד בניין המתין לקבלת רכיב טרומי (קיר) שהובא לקומה הרביעית בעזרת עגורן צריח. העובד החזיק בידיו לוח עץ ובאמצעותו הוא ניסה לכוון את הרכיב. מנהל העבודה אותת לעגורנאי, העגורנאי



תמונה 2: קיבוע נכון של רכיב טרומי באמצעות 2 רגליים

קיבוע נכון צריך לכלול שתי רגליים על כל רכיב (תמונה 2).

כל אחת משתי הרגליים צריכה להיות במישור ניצב לרכיב; הזווית המומלצת בין הרגל לבין הרצפה היא 45°.

נקודות החיבור של הרגליים צריכות להיות מוכנות כבר בזמן ייצור הרכיב. אם החיבור נעשה לרצפה - הרגליים צריכות להיות מוכנות לפני יציקת הבטון (כאשר הרצפה יצוקה במקום). יש להימנע מקביעת נקודות החיבור על הבטון המוכן.

הכוונון האנכי ייעשה בו זמנית (סימולטנית) ולאותו כיוון של הרגליים, כדי למנוע מאמצים אשר עלולים לתלוש את נקודות החיבור.

החקיקה בישראל

לאופן הרכבת הרכיב הטרומי, יש התייחסות בפרק ז': בנייה טרומית, בתקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), התשמ"ח-1988: תקנה 103: הרכבת רכיבים טרומיים.

"(א) הרכבת רכיבים טרומיים תיעשה כך שבכל שלב של ההרכבה תובטח יציבות הרכיב הבודד והמבנה כולו." - בהתחשב בתוצאה הקטלנית של הרכבת הרכיב, ברור שדרישות תקנה זאת, אמנם כללית (תקנה ישראלית), לא התקיימה בצרפת. "(ב) רכיב טרומי ניצב ייתמך על ידי תומכות במספר מספיק, בחוזק נאות



תמונה 1: שחרור תאונת העבודה - נפילת העובד

של המענב מהתקן התלייה של הקיר הטרומי, הקיר הסתובב, החליק על רצפת הקומה ונפל לחלל הריק. יחד עם הקיר - שהפיל גם את הגידור למניעת נפילה מגובה, שהותקן בשפת הקומה - נפל גם העובד, אשר נהרג במקום כתוצאה מהנפילה.

הסיבות העיקריות לתאונת העבודה הזאת:

- על הקיר ששוחרר מהעגורן פעל הרכיב האופקי של הכוח שנוצר מהשענות סולם שעליו נמצא העובד.
- קיבוע הקיר על ידי רגל אחת בלבד היה בניגוד לכללי הבטיחות ולא הספיק. הצורך בקיבוע זמני נובע מהעובדה שהרכבת רכיבים טרומיים כרוכה בכוונון מדויק, אופקי ואנכי כאחד, מיד אחרי הבאת הרכיבים למקומם.
- הכונון דורש זמן מסוים ואין זה הגיוני שבמשך כל הזמן הזה, הרכיב הטרומי יהיה תלוי באונקל העגורן וכתוצאה מכך, יושבת העגורן זמן רב יחסית. ולכן נדרש פתרון זמני.

שחרור מהיר של הרכיב מהעגורן

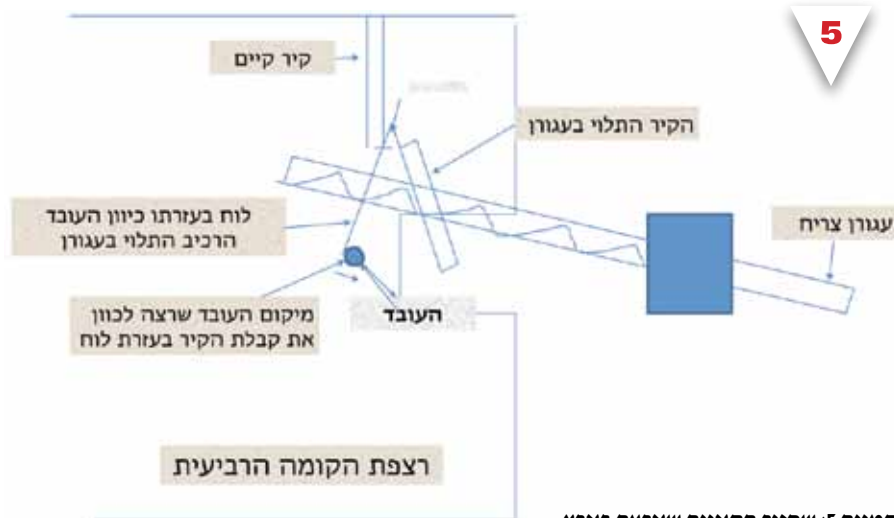
כדי לשחרר במהירות את הרכיב הטרומי מהעגורן, נחוצים אמצעי קיבוע זמניים. אחזקת הרכיב אנכית נעשית בעזרת רגליים פרקיות מתכתיות, כשקצה אחד מחובר לרצפה, קצה אחר על הקיר, גבוה ככל האפשר. יחד עם זאת יש להעדיף התקנת החיבור במקום כזה שהעובד לא יצטרך לטפס כדי לבצע את הפעולה.



תמונה 6: הבקבוקון והפקק באמצעותו ניתן לחבר רגל מסגרת לרצפת הבטון

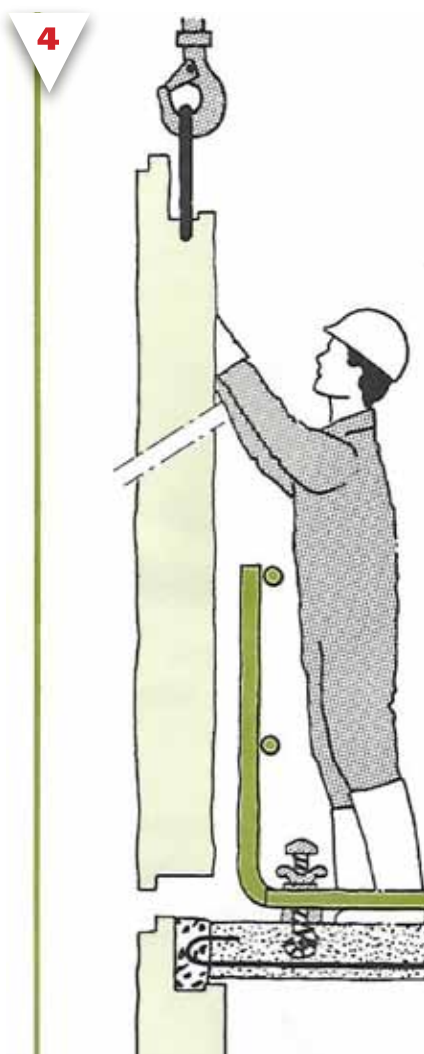
לשפת הקומה, במרחק של כ-30 ס"מ ממנה. אחרי שהבטון מתקשה, מסירים את הפקקים ומבריגים לתוך הבקבוקונים, רגלי מסגרות מתכת שיכולות להסתובב סביב צירן.

בין רגלי המסגרות מניחים את האזנים במידות ובגובה בהתאם לתקנות. עד קבלת הקיר הטרומי, האזנים יהיו בשפת הקומה. בעת קבלת הרכיב, רגלי המסגרת מסתובבות, האזנים יהיו במרחק 60 ס"מ משפת הקומה ומאחוריה, כך שהעובד יהיה מוגן נגד נפילה, ויוכל לקבל את הרכיב הטרומי המובא על ידי העגורן. פתרון זה הובא לראשונה לידיעתנו המפקחים, ע"י מהנדס ז'אק אדלשטיין ז"ל שהיה ראש קבוצת הבנייה בשנות ה-70 ותחילת ה-80 במינהל הבטיחות והבריאות התעסוקתית שבמשרד הכלכלה. ■



תמונה 5: שחזור התאונה שארעה בארץ

ברצפה כל 50-70 ס"מ סוג של בקבוקוני פלסטיק קשיח (תמונה 6) שגובהם 70 מ"מ, בעלי הברגה פנימית בקוטר 20 מ"מ ועליהם מכסה למניעת סתימתם בבטון הטרי. הבקבוקונים מוכנסים בקו מקביל



תמונה 4: פתרון לבניית מעקה

הזיז את הרכיב בהתאם לסימן שקיבל (תמונה 4). הרכיב פגע בלוח שהיה בידי העובד. הלוח פגע בקצה הקיר היחיד שהיה אותה עת על הקומה. כתוצאה מכך, הלוח פעל כמנוף, נקודת המגע בינו לבין הקיר הפכה לנקודת המשען של המנוף. חלק הלוח בין נקודת המגע הזאת לצד העובד זו קדימה ופגע קלות בעובד. פגיעה זאת גרמה לעובד לאבד את שיווי המשקל, לצעוד שני צעדים, כאשר הצעד השני שעשה העובד היה כבר מעבר לשפת הקומה הלא מגודרת, והעובד נפל 4 קומות אל מותו.

הסיבות לתאונה

- מתוך הניסיון בשטח, אסור לעשות שימוש בכלים שונים כמו אותו הלוח, על מנת לנווט את הרכיב הטרומי למיקומו. יש להשתמש בידיים בלבד.
- בחקירת התאונה התברר שהאיתות לעגורנאי ניתן אמנם ע"י מנהל העבודה של האתר אך לא היתה בידי תעודה של אתר מוסמך או עגורנאי מוסמך, כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (עגורנאים), מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתרים), התשנ"ג-1992.
- העדר מיגון נגד נפילה מגובה של העובדים על שפת הקומה. בניית מעקה הכולל און יד, און תיכון, ולוח רגל בשפת הקומה היא בעייתית במיוחד כאשר לאותו מקום אמור להגיע הרכיב הטרומי. יחד עם זאת ישנה אפשרות לבנות מעקה בצורה נכונה ובטוחה.

הדרך הנכונה לבניית מעקה

אחד הפתרונות לבניית מעקה הוא שמדי אחרי יציקת הבטון של הרצפה, "תוקעים"

דעו יותר - קבלו יותר

הצטרפו לחוג העמיתים של המוסד לבטיחות ולגיהות

03-7715210