



Prefabrication - בנייה טרומית (708)

עדכון אחרון: ינואר 2019

תוכן עיניים

- 1. הגדרות
- 1. תהליכים עיקריים בבנייה טרומית
- 1. ייצור רכיבים טרומיים במפעל
- 2. אחסון, טעינה, הובלה ופריקה של רכיבים טרומיים
- 4. הרכבת רכיבים טרומיים
- 5. סיכונים בטיחותיים
- 5. פגיעה בעובד כתוצאה מהתפרקות של רכיב טרומי
- 5. פגיעה בעובד כתוצאה מנפילה או התהפכות של רכיב טרומי
- 5. פגיעה בעובד כתוצאה מהרמת רכיב טרומי על ידי עגורן שעה שנושבת רוח חזקה
- 6. פגיעה בעובד כתוצאה מנפילה מגובה
- 6. מניעת מפגעים (נוהג טוב)
- 7. ביבליוגרפיה

הגדרות

בנייה טרומית היא שיטת הבנייה המבוססת על הרכבה מהירה של רכיבי בניין מוכנים המיוצרים בכמויות גדולות במפעל ומובאים לאתר הבנייה.
 רכיב טרומי הינו רכיב מוכן מראש עשוי בטון מזוין.
 כאשר מדובר בפלטות של בטון דרוך, המשמשים בעיקר לבניית תקרות או רצפות, משתמשים במושג "לוחות חלולים דרוכים (לוח"דים)" [1].

תהליכים עיקריים בבנייה טרומית

התהליכים העיקריים בבנייה טרומית הם:

- א. ייצור רכיבים טרומיים במפעל;
- ב. אחסון רכיבים, טעינתם, הובלתם ופריקתם;
- ג. הרכבת המבנה מהרכיבים הטרומיים.

ייצור רכיבים טרומיים במפעל

אומנם ייצור רכיבים טרומיים מבטון מזוין בתנאי מפעל מפחית את הסיכונים הבטיחותיים באופן משמעותי בהשוואה ליציקת בטון באתר בנייה, הסיכונים קיימים גם בעבודות אלה. מכיוון שאופייהם של הסיכונים האלה מתאים יותר למפעלי תעשייה, הם לא הנושא של מאמר זה.
 עם זאת, בייצור רכיבים טרומיים ישנם היבטים המשפיעים על בטיחות העובדים באתר בנייה וביניהם חוזק הרכיב והתקנים להובלתו ותלייתו של הרכיב.

רכיבים טרומיים, עד לרגע שהם הופכים לחלק מהמבנה הבנוי, עוברים תחנות שונות כמו אחסנה במפעל, הובלה לאתר ואחסנה בו, ולאחר מכן העברה למקום ההרכבה. בכל התחנות הללו את הרכיבים מרימים, מורידים, מטלטלים והם, בנוסף לעמידתם כחלק מהמבנה, אמורים להיות מתאימים לכל התהליכים האלה.

בתקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), תשמ"ח-1988 (להלן "תקנות הבטיחות בבנייה") בהקשר לייצור הרכיבים קיימות שתי דרישות – דרישה לחוזק הרכיב ודרישה להתקני תלייה של הרכיב. התקנות דורשות כי הרכיב שמוצר במפעל אמור להיות "בחוזק ובקשיחות נאותים ובאופן שתובטח שלמותו בעת פריקתו באתר, הרמתו, טלטולו או הרכבתו באתר". התקנות גם דורשות כי "התקני התלייה המשמשים להרמתו, טלטולו או הרכבתו של רכיב טרומי יהיו כך שמיקומם, חוזקם וצורתם ימנעו נפילת המשא או כשל שלהם" [2].

בעת הרכבת מבנה באתר הרכיבים משמשים גם חלק מהמבנה וגם משטחי עבודה בהם נמצאים העובדים בזמן ההרכבה, לכן הרכיבים אמורים להיות מצוידים באמצעים המאפשרים לבצע עבודות בנייה באופן בטוח:

- א. אמצעי חיבור לפיגומים וגידורים שונים, משום שהרכיב תומך בהם;
- ב. אביזרי בטיחות למניעת נפילות עובדים מגובה;
- ג. נקודות לחיבור תומכות זמניות בעת ההרכבה ואביזרי עזר, לצורך הקניית יציבות תוך כדי עבודת ההרכבה;
- ד. אמצעי כונון בעת טלטול;
- ה. אמצעי עגינה הדרושים לבטיחות בעבודות גמר [3].

להלן דוגמאות להמחשת ייצור רכיבים טרומיים:



ייצור רכיבות טרומיים. המקור: VCES. Precast Concrete Components. <http://www.vces-prefa.cz/EN/prefabrikovane-dilce>



קו לייצור רכיבים טרומיים. המקור: Concrete Construction. Precast & Block Production. Smith-Midland. Lean Manufacturing in Precast Concrete.

https://www.concreteconstruction.net/precast-block-production/lean-manufacturing-in-precast-concrete_o

אחסון, טעינה, הובלה ופריקה של רכיבים טרומיים

כאמור, רכיבים טרומיים, אחרי שמוצרים במפעל, מובלים לאתר הבניה שבו הם מאוחסנים עד להרכבתם במבנה. הרכיבים יכולים להיות מאוחסנים זמן מה גם בשטחי המפעל, לפני שמעבירים אתם לאתר הבניה.

אחסון

קיימת חשיבות רבה באחסון הרכיבים בתנאים נאותים. תקנות הבטיחות בבנייה דורשות כי האחסון יתבצע בתנאים שמונעים את נפילתם או התהפכותם של הרכיבים. שטחי האחסון אמורים להיות מנוקזים, בעלי כושר נשיאה מספק, עם דרכי מעבר פנויים. יש לבצע הפרדה בין הרכיבים המאוחסנים. בעת אחסון הרכיבים בצורה אנכית יש להקפיד שהחוצצים יהיו בעלי צורה וכושר נשיאה מתאימים. ניתן להשתמש בהתקני תמיכה כגון "חמורים" או פירמידות. באחסנה אופקית יש לוודא שהחציצה מתאימה ונמצאת במיקום נכון. באחסנה אלכסונית, יש להקפיד שההשענה תהיה במשקל שווה משני הצדדים. באתר הבנייה הרכיבים אמורים להיות מאוחסנים לפי סדר הרכבתם. להלן דוגמאות לאחסון רכיבים טרומיים:



אחסון רכיבים טרומיים. המקור: Perry. Precast concrete industry

<https://www.perisuomi.fi/tietotaito/peri-the-expert-in-plywood.html>



אחסון רכיבים טרומיים. המקור: BSHome. BestSellingHomes Realty Corporation.

<http://www.bestsellinghomes.com/blog/precas-t-concrete-panels>

גם תהליכי העמסה על משאית, הובלה ופריקה של הרכיבים מהווים סכנות כאשר אינם מבוצעים בהתאם לכללי הבטיחות.

הובלה

בהובלת הרכיבים אמצעי ההובלה וכן מתקני עזר אמורים להיות מתוכננים מראש. בזמן העבודה חובה להתחשב בהוראות ייצרן לגבי העומסים והפעולות המותרות עם הרכיבים. יש להוביל רכיבים טרומיים באותה הצורה בה הם יורכבו, לדוגמה, קירות יש להוביל במאונך ותקרות במאוזן.

להלן דוגמאות להובלת רכיבים טרומיים:



הובלת רכיבים טרומיים. המקור: Mackleys Solving

Transport Logistic. Precast Concrete Panel Transport. <https://mackleys.co.nz/transport-services/precast-concrete-panel-transport>



הובלת רכיבים טרומיים. המקור: National Precast

Concrete Association. Precast Solutions Magazine, 2011 – Spring. Precast Concrete . Paving Slabs

טעינה ופריקה

הרמת הרכיבים הטרומיים יש לבצע כך שאחיזת המשא תבוצע בזווית המיועדת להרכבתם. באת העמסת הרכיב על המוביל, בהתאם לדרישת התקנות, "לא תשחרר קשירת הרכיבים הטרומיים לרכב המוביל אלא לאחר שנבדקה שלמותם והובטחה יציבותם לאחר שחרור הקשירה" להלן כללי הבטיחות בעת פריקת הרכיבים הטרומיים באתר:

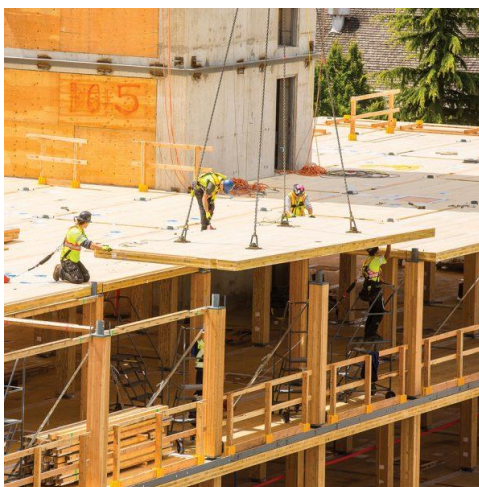
- א. עם הגעת הרכב לאתר, יש לקבוע ולבחור מקום להעמדת הרכב המוביל, כך שהמשטח עליו מונחים הרכיבים יהיה מאוזן;
- ב. אין לנתק את הרכב הגורר מהפלטפורמה, אלא לאחר שזו נתמכה כראוי על-ידי התומכים ההידרוליים שלה, במצב מאוזן לחלוטין;
- ג. לפני שחרור הקשירה ההיקפית של הרכיבים על הפלטפורמה, יש לבדוק האם הרכיבים לא נפגעו בשעת ההובלה, אם הם עומדים באופן יציב ואם לא גלשו מתומכיהם בשעת ההובלה.
- ד. יש לפרק את הרכיבים משני צדי התומך, לסירוגין;
- ה. אין להתחיל את הרמת הרכיב, אלא לאחר "מתיחת" הקשירה על-ידי העגורן ולאחר וידוא כי הרכיב חופשי ואינו בטווח פגיעה ברכיב סמוך או במשטח;
- ו. אין לעמוד בקרבת הרכיב בשעת הנפתו;
- ז. ניתן לכוון את הרכיב על-ידי חבלי כיוון, אך לא בעזרת הידיים [מאיה].

הרכבת רכיבים טרומיים

קיימת חשיבות רבה בשמירה על יציבות הרכיב בעת הרכבתו וגם ביציבות המבנה כולו. בהקשר לתמיכת הרכיב בעת הרכבתו תקנות הבטיחות בבנייה דורשות כי הרכיב הניצב "ייתמך על ידי תומכות במספר מספיק, בחוזק נאות ובמצב תקין כשקצותיהן מעוגנות כראוי". כמו כן, דורשות התקנות כי הרכיב לא ישוחרר מתלייתו בעגורן לפני שהוא נתמך כראוי והתומכות לא יוסרו לפני שהושלם חיבור הרכיב למבנה והובטחה יציבותו העצמאית.

אסור להרים רכיבים טרומיים במזג אוויר סוער, בשעה שנושבת רוח העלולה לסכן את העובדים בקרבתו של הרכיב.

להלן הדוגמאות להמחשה של הרכבת מיבנה מרכיבים טרומיים:



הרכבת מבנה מרכיבים טרומיים. המקור:

New Zealand Herald.

Bruce Kohn: Prefab construction unlikely to be

הרכבת מבנה מרכיבים טרומיים. המקור: Canadian Architect. The National Review of Design and Practice. Reaching New Heights. <https://www.canadianarchitect.com/features/reaching-new-heights-2/>

cheaper than building on-site
https://www.nzherald.co.nz/nz/news/article.cfm?c_id=1&objectid=12089807

סיכונים בטיחותיים

פגיעה בעובד כתוצאה מהתפרקות של רכיב טרומי

זיהוי:

הפגיעה עלולה להתרחש כאשר רכיב טרומי לא היה בחוזק ובקשיחות נאותים, לא הובטחה שלמותו בעת פריקתו באתר, הרמתו, טלטולו או הרכבתו באתר.

בקרה:

יש להקפיד על דרישות של תקנות הבטיחות בבנייה בהקשר לייצור רכיבים טרומיים.

פגיעה בעובד כתוצאה מנפילה או התהפכות של רכיב טרומי

זיהוי:

הפגיעה עלולה להתרחש כאשר:

- א. התקני התליה המשמשים להרמתו, טלטולו או הרכבתו של רכיב טרומי היו כך שמיקומם, חוזקם וצורתם לא מנעו נפילת המשא או כשל שלהם;
- ב. רכיב טרומי הורם כך, שלא נבדקו התקני התליה שלו לצורך גילוי בהם פגם;
- ג. פריקת הרכיבים הטרומיים באתר ואחסונם לא נעשו במקום ובאופן שהבטיח אותם מפני נפילה או התהפכות;
- ד. שוחררה קשירת הרכיבים הטרומיים לרכב המוביל ללא בדיקת שלמותם והבטחת יציבותם לאחר השחרור;
- ה. הרכבת רכיבים טרומיים נעשתה כך שבכל שלב של ההרכבה לא הובטחה יציבות הרכיב הבודד והמבנה כולו;
- ו. רכיב טרומי ניצב לא נתמך על ידי תומכות במספר מספיק, בחוזק נאות ובמצב תקין כשקצותיהן מעוגנות כראוי;
- ז. שוחרר רכיב מתלייתו של אונקל עגורן כשהרכיב לא נתמך כאמור;
- ח. התומכות הוסרו לפני שהושלמו כל החיבורים הקבועים של הרכיב הטרומי למבנה הקבע והובטחה יציבותו העצמאית.

בקרה:

יש להקפיד על דרישות של תקנות הבטיחות בבנייה בהקשר לייצור, אחסון, הובלה והרכבה של רכיבים טרומיים.

פגיעה בעובד כתוצאה מהרמת רכיב טרומי על ידי עגורן שעה שנושבת רוח חזקה

זיהוי:

הורם רכיב טרומי שעה שנושבת רוח העלולה לסכן את המטפלים בו או הנמצאים בסביבתו.

בקרה:

אסור להרים רכיבים טרומיים במזג אוויר סוער ובתנאי רוח חזקה.

פגיע בעובד כתוצאה מנפילה מגובה

זיהוי:

נפילה מגובה בזמן הרכבת מבנה מרכיבים טרומיים עקב נסיבות הבאות:

- א. ברכיב טרומי ששימש משטח עבודה בעת הקמת המבנה, לא נמצאו עוגנים או התקנים מתאימים אחרים שיאפשרו התקנת אמצעים למניעת נפילת אדם;
- ב. משטח עבודה לא גודר על ידי גידור תקני;
- ג. העובד לא מאובטח במשך כל זמן העבודה במערכת למניעת או בלימת הנפילה מגובה.

בקרה:

יש לבצע עבודות בגובה רק בהתקיים אחד מאלה:

- א. העובד מאובטח במשך כל זמן העבודה בגובה באחת המערכות הבאות או על ידי שילוב שלהן, כשהן תקינות ושלמות ונבדקו ונמצאו מתאימות לסוג העבודה המבוצעת, ובלבד שהעובד יהיה מחובר אליהן באמצעות רתמת בטיחות:

- מערכת בלימת נפילה;
- מערכת מיקום ותמיכה המשולבת במערכת לבלימת נפילה;
- מערכת למניעת נפילה.

- ב. הותקנה באופן יציב ונאות רשת מגן המתאימה לאופי העבודה הנדרשת, על פי תכנון, הנחיה והשגחה של מהנדס אזרחי רשום ורישוי לפי חוק המהנדסים והאדריכלים, התשי"ח-1958 [4].

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות בעבודות בנייה טרומית תוך הקפדה על התנאים הבאים:

1. כללי

קיום הדרכה לפחות אחת לשנה בדבר מניעת סיכונים והגנה מפניהם באמצעות בעל מקצוע מתאים אשר יוודא שכל עובד הבין את הסיכונים והוא בקיא דיו בנושאי ההדרכה, בהתאם לתפקידו ולסיכונים שלהם הוא חשוף.

ניהול פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד. עם כניסתו של עובד חדש או שינוי עמדת העבודה של עובד יש לדאוג לביצוע הדרכה ביחס לסיכונים בעבודות עיגון, אמצעי הפחתת סיכונים לרבות אמצעי מיגון אישי, התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה [5].

שילוט הסיכונים בטיחותיים באזור העבודה. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי. הגדרת שיטה (נוהל בכתב) להעברת מידע לגבי מפגעי בטיחות בתהליך העבודה, באמצעות מחזיק במקום העבודה. העברת מידע מהעובדים להנהלת האתר, באמצעות דיווח על מפגעי בטיחות, כמעט תאונות או תאונות עבודה.

2. נפילה מגובה

לבצע עבודות בגובה (מעל 2 מטר ממשטח העבודה) רק כאשר קיים גידור או מעקה תקני או כאשר העובד מאובטח במשך כל זמן העבודה באמצעות מערכת למניעת או בלימת נפילה מגובה.

1. שיכון ובינוי. לוחות חלולים דרוכים (לוח"דים)
<https://sobindustry.shikunbinui.com/%D7%9C%D7%95%D7%97%D7%93%D7%99%D7%9D>
2. בתקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), תשמ"ח-1988
3. מאיה. בטיחות לקורס מנהלי עבודה בענף הבנייה.
<https://employment.molsa.gov.il/Employment/ManpowerTraining/MeaCatalogue/BooksPDF/betichut/lesson09.htm>
4. תקנות הבטיחות בעבודה (עבודה בגובה), התשס"ז-2007.
5. תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), תשנ"ט-1999.