



תהליכי בנייה – הקמת מבנה מתכת (709) - Steel Construction

עדכון אחרון: פברואר 2019

תוכן עניינים

1.....	מבוא
1.....	הגדרות
2.....	תהליכים עיקריים בהקמת מבנים ממתכת
2.....	תכנון אמצעי בטיחות
2.....	הובלת הרכיבים המתכתיים ואחסונם באתרי בנייה
3.....	הרכבת רכיבים מתכתיים של מבנה
4.....	חיבור רכיבים מתכתיים
4.....	סיכונים בטיחותיים
4.....	פגיעה בעובד כתוצאה מנפילת אלמנט מתכת, כלי עבודה ידני או חפץ אחר מגובה
5.....	פגיעה בעובד כתוצאה מהתהפכות מתקן הרמה (בימת הרמה או סל הרמה) או פיגום עצמאי נייד
5.....	פגיעה בעובד כתוצאה מנפילתו מגובה
6.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
6.....	ביבליוגרפיה

מבוא

מבני מתכת מבוססי קונסטרוקציות פלדה וסגסוגות אלומיניום הפכו בשנים האחרונות לאחד מסוגי המבנים הנפוצים ביותר בתחום מבני התעשייה. מבנים אלו מתוכננים ומוקמים במסגרת הליכי בנייה מהירה עם הליכי תכנון והקמה מהירים, והם חלופה זולה למבנים המוקמים בשיטת הבנייה הקונבנציונלית (בטון) או שיטת הבנייה הטרומית.

בדומה לכל מבנה אחר הנבנה בשיטת בניה קלה, גם מבני פלדה המוקמים באמצעות קונסטרוקציות פלדה, ניתנים לפירוק במסגרתו ניתן לעשות שימוש חוזר בחומרי הגלם השונים.

מבני מתכת המתוכננים ומיוצרים באמצעות קונסטרוקציות פלדה משלבים בתוכם טכנולוגיות מתקדמות לאורך כל שלבי התכנון, הייצור וההתקנה. הטכנולוגיה הזאת מאפשרת לתכנן וליצור את המבנה בתנאי מפעל ולשנע את חלקי הקונסטרוקציה לשטח המיועד [1].

כיום משתמשים במתכת להקמת שלד בבניית בניין חדש במקום הקמת שלד מבטון מזוין, להקמת מבנים קלים מפנלים אלומיניום, לגגות וכיסויים לאצטדיונים, לבריכות שחייה, לאולמי ספורט ולבניית גשרים ועוד. כמו כן, משתמשים במתכת לשיפוץ והרחבה של מבנים קיימים.

הגדרות

מבנה מתכת הינו מבנה שמורכב כולו או חלקו מאלמנטים (פרופילים) מפלדה או מאלומיניום.

תהליכים עיקריים בהקמת מבנים ממתכת

הקמת מבני מתכת מתבצעת על ידי הרכבת רכיבים מתכתיים באתר הבנייה. התהליכים כוללים הרמה והשבת הרכיבים למיקומם, ולאחר מכן חיבורם יחד. בדרך כלל החבור עושים באמצעות נעילה על ידי ברגים, אך לפעמים משתמשים גם בריתוך או בסמרור.

בדומה לבנייה טרומית ייצור רכיבים מתבצע במפעל ולאחר מכן הרכיבים מובלים לאתר בנייה. במידה ולא ניתן לבצע הרכבת קונסטרוקציות של מבנה מתכת מהרצפה, מבצעים את ההרכבה מבימות או סלי הרמה, מפיוגמים עצמאים ניידים, מרצפה זמנית שהותקנה במפלס ביניים או מסולמות. כול אלה מגדירים את הסיכונים הרבים שקיימים באתר תוך הקמת המבנה. בארה"ב הקמת מבני מתכת שנה אחר שנה נמצאת בעשור המקצועות עם שיעור תאונות מוות הגבוה ביותר [2].

תכנון אמצעי בטיחות

קיימת חשיבות רבה בתכנון אמצעי הבטיחות לפני הקמת המבנים ממתכת. תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), תשמ"ח-1988 (להלן "תקנות הבטיחות בבנייה") דורשות כי הקמת המבנים בגובה מעל 6 מטרים תבוצע לפי תכנית הרכבה אשר תכלול:

- א. פירוט תכנית ביצוע הרצפה או התשתית המיועדים לשאת פיוגם או מכונת הרמה;
- ב. תכנון שלבי ביצוע ההקמה;
- ג. איתור הסיכונים בביצוע והאמצעים למניעתם;
- ד. תכנון משטחי העבודה והמעברים לעוסקים בביצוע [3].

כמו כן, בעת הכנת התוכנית:

- א. יש לוודא כי המבנה יהיה יציב ומובטח מפני נפילה בכל שלב בביצוע וכי כל שלב ייושם במלואו לפני ביצוע השלב הבא;
- ב. יש לתכנן את דרכי הגישה למבנה המוקם וכן את נקודות ההבטחה והעגינה לקווי גובה, במקרים של תכנון עבודה בגובה;
- ג. התכנון יכלול פירוט של כל דרכי השינוע של חלקי הקונסטרוקציה, לרבות דרכי גישה לעגורנים, וכל הכרוך בהרמת אלמנטים כבדים;
- ד. יש להכין רשימת החומרים הדרושים לביצוע העבודה. רשימה זו תכלול:
 - a. כל האלמנטים הדרושים לביצוע הבנייה, כולל פרופילי פלדה, לוחות פלדה, סבכות רצפה, מדרגות וסולמות, וכן כמות מספקת של ברגים ומסמרים הדרושים לחיבור האלמנטים;
 - b. רכיבי רצפה הדרושים למפלסי הביניים;
 - c. רכיבי צנרת ותשתית שיש להתקין תוך כדי התקדמות הבנייה, לרבות נקודות חשמל לחיבור כלי עבודה ותאורה;
 - ה. כאשר יש שימוש בבטון בנוסף למתכת, יש לוודא כי רכיבי הפלדה יכולים לשאת את משקל הבטון. הפלדה עשויה לקבל מאמצי מתיחה והבטון עלול להיפגע מכך. לכן, יש להביא בחשבון את התכונות הנ"ל של החומרים;
 - ו. התכנית חייבת להימצא תמיד באתר הבנייה [4].

הובלת הרכיבים המתכתיים ואחסונם באתרי בנייה

כאמור, ייצור רכיבים למבני מתכת (קונסטרוקציות ופחים) מבצעים במפעל ולאחר מכן מובילים את הרכיבים לאתר הבנייה. להלן דוגמאות להמחשת תהליכי הובלה ואחסון של רכיבי בנייה מתכתיים.



הובלה ואחסון רכיבים מתכתיים לבנייה. המקור: <https://s-steel.com/building-components> Components.

הסיכונים הבטיחותיים בעת העמסת הרכיבים על המוביל ופריקתם דומים לאלה שקיימים בהרכבה של מבנים.

באחסון הרכיבים חשוב לשמור על יציבותם ולארגן דרכי גישה בטוחות אליהם.

הרכבת רכיבים מתכתיים של מבנה

להלן מספר כללי בטיחות בהקמת קונסטרוקציות ממתכת:

1. בעבודה יועסקו עובדים מיומנים בסוג זה של עבודה;
2. חלקי המתכת מגיעים כאשר הם ממוספרים ללא אפשרות החלפה בין קומות או קירות. נוסף לחלקים אלה מגיעות גם הוראות חיבור והרכבה. אין להחליף בין חלקים בשום מקרה. חשוב לוודא לפני העבודה כי כל החלקים הנדרשים אכן נמצאים, לרבות ברגים, מסמרים ואביזרי חיבור אחרים;
3. על מנת למנוע קריסה של האלמנטים בזמן בנייה, יש לייצר תמיכה למבנה בשלבים בהם הבנייה החלקית פוגעת ביציבותו;
4. כאשר העבודה אינה מתבצעת על גבי קרקע, רצפה, או פיגום, יש לנקוט באמצעים למניעת נפילת אדם. אמצעים אלה כוללים גידור או רתמות ורצועות המשמשות לקשירת העובד;
5. יש להתקין דרכי גישה בטוחות ומוגנות למקום ביצוע העבודה. אם אין אפשרות ליצור גישה כזו, יש להתקין קווי אבטחה מפני נפילה, אליהם יוכלו העובדים להיקשר;
6. רכיבי רצפה יתאימו לעומסים המופעלים עליהם, יותקנו באופן שמונע את עיתוקם ממקומם;
7. מותר להשאיר פתחים ברצפה של מפלס ביניים לצורך העברת חומרים, או ביצוע עבודות אחרות כגון התקנת צנרת או התקנת ציוד. אם קיים פתח כזה, יש לגדרו באמצעות אזנים מתאימים למניעת נפילות דרכו ובאמצעות לוחות רגליים למניעת נפילת ציוד. אם מדובר בפתח קטן, יש להתאים לו מכסה בעל חוזק מתאים, שלא ניתן להזיזו. יש להקפיד כי מכסה זה לא יהווה מכשול בעצמו;
8. עם התקדמות המבנה כשהוא הגיע עד לגובה מעל 25 מטר יש להתקין מעלית להסעת עובדים, שתתרום עם התרוממות השלד. בנוסף, יש לדאוג לגישה בטוחה מפתח מעלית זאת לכל נקודות העבודה. המעלית אינה באה במקום המדרגות, אלא בנוסף להן, לכן יש להתקדם גם באמצעות מדרגות שיהוו גיבוי למעלית;
9. בעת הנפת חלקי המתכת, יש לוודא כי יש קשר בין העגורנאי לבין העובדים שעל המבנה;
10. המנוף צריך להחזיק את אלמנט המתכת עד שנדבק החיבור של הרכיב לקונסטרוקציה ולאחר שהובטח כנגד תזוזות [מיאה].

להלן תמונה להמחשת תהליך הרכבת מבנים ממתכת:



הקמת מבנים ממתכת. המקור: J-Safe Ltd. J-Safe Fall Protection.

[/http://www.j-safe.co.uk/steel-structures](http://www.j-safe.co.uk/steel-structures)

חיבור רכיבים מתכתיים

חיבור קונסטרוקציות מתכתיות במהלך הרכבתם הינה הפעולה הקריטית ביותר בבניית מבנים ממתכת. החיבור יכול להיות בין שני חלקים מתכתיים או בין החלק המתכתי ולבין חומרים אחרים, כמו בטון או עץ.

כאמור, החיבור מבצעים באמצעות ברגים, על ידי ריתוך או על ידי סמור.

להלן תמונה להמחשת תהליך חיבור קונסטרוקציות מתכתיות:



חיבור חלקים באמצעות ברגים. המקור: StandardWest Steel.

<http://www.standardwest.ca/#tab-homepage-gallery>

סיכונים בטיחותיים

פגיעה בעובד כתוצאה מנפילת אלמנט מתכת, כלי עבודה ידני או חפץ אחר מגובה

זיהוי:

הפגיעה עלולה להתרחש כאשר:

- א. הרכבת מבנה מתכת התבצעה ללא תכנית הרכבה;
- ב. תכנית הרכבה לא כוללת:
 - a. תכנון ביצוע שלבי ההקמה;
 - b. איתור הסיכונים בביצוע הרכבה והאמצעים למניעתם;
 - c. תכנון משטחי העבודה והמעברים לעוסקים בביצוע;
- ג. מפלס ביניים לא מכוסה על ידי רצפה זמנית או קבועה;
- ד. חומרים או חפצים הושלכו או נזרקו מגובה העולה על 2 מ' ללא שימוש במוביל או בשוקת מתאימים;
- ה. חפצים הורדו הורדה לא מבוקרת;
- ו. מקום נפילתם של חפצים לא גודר למניעת גישה של אדם;
- ז. לא הותקן משטח חוצץ מעל ראש אדם;
- ח. לא סופק לעובד ציוד מגן אישי מתאים.

בקרה:

יש להקפיד על דרישות של תקנות הבטיחות בבנייה ולמנוע מצבים בהם הפגיעה עלולה להתרחש.

פגיעה בעובד כתוצאה מהתהפכות מתקן הרמה (בימת הרמה או סל הרמה) או פיגום עצמאי נייד

זיהוי:

הפגיעה עלולה להתרחש כאשר:

- א. מתקן הרמה הופעל על ידי עובד לא מוסמך;
- ב. מתקן הרמה לא נבדק על ידי בודק מוסמך;
- ג. לא סומנו דרכי גישה למקום ביצוע העבודה ומכשולים באופן בולט לעין;
- ד. עובד לא בדק מתקן הרמה טרם הפעלתו;
- ה. המתקן נמצא בשיפוע מסוכן;
- ו. המתקן הוזז מעמדת העבודה לא בזהירות;
- ז. הועמס על המתקן ציוד או עובד שלא הובאו מראש בחישוב יכולת ההעמסה של המתקן;
- ח. השטח שעליו נמצא פיגום עצמאי נייד לא מאוזן, לא מצופה בטון, אספלט או ריצוף או לא מהודק כהלכה למניעת שקיעת גלגליו של הפיגום, בשטח קיימים שקעים או חללים העלולים לסכן את יציבותו של הפיגום;
- ט. הפיגום לא הובטח על ידי התקן נאות בפני תזוזה ממקומו, כל עוד נמצא עליו אדם;
- י. הועתק הפיגום ממקום למקום כל עוד נמצא עליו אדם.

בקרה:

יש להקפיד על דרישות של תקנות הבטיחות בבנייה ולמנוע מצבים בהם הפגיעה עלולה להתרחש.

פגיעה בעובד כתוצאה מנפילתו מגובה

זיהוי:

נפילה מגובה בזמן הרכבת מבנה מתכת עקב נסיבות הבאות:

- א. משטח עבודה ממנו אדם עלול ליפול לעומק העובדה על 2 מ' לא מגודר על ידי גידור תקני;
- ב. העובד לא מאובטח כל זמן העבודה במערכת למניעת או בלימת נפילתו מגובה;
- ג. בעבודה בגובה מועסק עובד שלא הודרך על ידי מדריך מוסמך.

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 [5].

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

ניהול היבטי הבטיחות בהקמת מבנה מתכת יש לבצע 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 [6].

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 תאונת 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.

ביבליוגרפיה

1. סידהארטא. תכנון מבנים באמצעות קונסטרוקציות פלדה.
<https://www.sidharta.co.il/%D7%AA%D7%9B%D7%A0%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%91%D7%A0%D7%99%D7%9D-%D7%A2%D7%9D-%D7%A7%D7%95%D7%A0%D7%A1%D7%98%D7%A8%D7%95%D7%A7%D7%A/6%D7%99%D7%95%D7%AA-%D7%A4%D7%9C%D7%93%D7%94>
2. U.S.Department of Labor. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Steel Erection. <https://www.osha.gov/doc/steelerrection/index.html>.
3. בתקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה), תשמ"ח-1988

4 מאיה. בטיחות לקורס מנהלי עבודה בענף הבנייה.
<https://employment.molsa.gov.il/Employment/ManpowerTraining/MeaCatalogue/BooksPDF/betichut/lesson08.htm>

5. תקנות הבטיחות בעבודה (עבודה בגובה), התשס"ז-2007.

6. תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), תשנ"ט-1999.