



בדיקת שיטות בנייה חדשות שנועדו לבנייני מגורים בבנייה רוויה המבוצעים בבנייה מודולרית עם יחידות תלת ממדיות מוגמרות במפעל

1. מהות הבדיקה של שיטת בנייה חדשה

המאפיין העיקרי של שיטת בנייה חדשה (מכל סוג) הוא שמערכת התקנות והתקינה הקיימת, המבוססת על החומרים ושיטות הבנייה המקובלים והמוכרים, אינה מכסה היטב את כל ההיבטים ההנדסיים המחייבים בתכנון ובביצוע של בניינים הנבנים בשיטה. בגלל החדשנות המובנית בשיטות חדשות, ייתכנו גם מקרים בהם קיימות אי התאמות בפרטי השיטה להוראות תקן קיים, למרות שהשיטה תקינה ובטוחה. תהליך הבחינה והאישור של שיטת בנייה חדשה נועד למנוע פסילת השימוש בה כל עוד התקינה לא הושלמה או תוקנה, ולאפשר את החדרת השיטה למשק הבנייה בצורה בטוחה ונכונה מבחינה הנדסית.

היחידה לבחינה ולאישור שיטות בנייה חדשות במכון הלאומי לחקר הבנייה בטכניון בודקת את יכולתם של פרטי השיטה החדשים לספק רמת תפקוד נאותה בבניינים שייבנו בה בהיבטים הבאים: יציבות וחוזק של המבנה תחת עומסים גרביטציוניים, עומסי רוח ורעידת אדמה, וכד'; הגנה בפני סדיקה, דפורמציות ותנודות יתירות; הגנה בפני התפשטות אש; עמידות אש של המבנה; הגנה בפני חדירת מים ומעבר רטיבות; בידוד תרמי ומניעת גשרים תרמיים יתירים; הגנה בפני הסתננות אוויר דרך המעטפת; הפרדה אקוסטית בפני קול נישא באוויר וקול הולם; הגנה בפני סיכונים בריאותיים (רלוונטי במקרה של חומרים חדשים שאין להם תקן); קיים (אורך חיים) סביר לרבות עמידות בפני בלייה מואצת. כמו כן כוללת הבדיקה בחינת הביצועיות (Constructability) של טכנולוגיית הביצוע על מנת לוודא שהפרטים החדשים ניתנים לביצוע ולבקרת איכות בהתאם לתכנון.

2. החדשנות המובנית בשיטות בנייה שנועדו לבנייה מודולרית עם יחידות תלת ממדיות מוגמרות במפעל

בבנייה מודולרית עם יחידות תלת ממדיות מוגמרות במפעל (להלן: בנייה מודולרית) היחידות עצמן מיוצרות במפעל, ובאתר הבנייה מבוצעות פעולות של חיבורים מסוגים שונים, תיאום וחיבור מערכות, חסימות אש, סגירות של חשיפות למיניהן, השלמות ריצוף, סגירה בהיקף פתחים בין יחידות, איטום תפרים, איטום גג, ולעיתים גם גימור חזיתות.

בבנייה של בתי קבע נמוכים בטכנולוגיה זו הצטבר בישראל ניסיון מאז שנות ה-80 של המאה הקודמת, והיא מטופלת בתקן הישראלי ת"י 2262, ובדרך כלל אינה נחשבת חדשנית.

ההבדלים בין השיטות השונות בטכנולוגיה זו, אשר נועדה לבניית בתי קבע שאינם נמוכים (בנייה רוויה לרבות בניינים גבוהים ורבי קומות), יכולים להיות הן בפרטי הבניין של היחידות המודולריות (בחומרי השלד

של היחידה המודולרית; בסכימה המבנית שלה; ובחומרים של קירות היחידה, רצפתה ותקרתה על כל שכבותיהם), והן בפרטי הבניין של העבודות המבוצעות באתר (בסכימה המבנית הכוללת של הבניינים הנבנים בשיטה וכפועל יוצא בפרטי החיבור השונים בין היחידות ובין לבין חלקים בנויים באתר כגון קומת מסד, גרעין מרכזי, ממ"ד; בחומרים ובשיטות של פרטי האיטום לסוגיהם; בחומרים ובשיטות לפרטי חסימת אש לסוגיהם; בהשלמות בידוד תרמי ואקוסטי; ובאופן הביצוע והגימור של החזיתות).

האופי והפרטים של הממשקים בין היחידות ושל העבודות הנעשות באתר שונים מפרטי הבניין ומהעבודות הנעשות באתר בבנייה הרגילה (שבה העבודות המיוחדות לטכנולוגיה זו כלל אינן קיימות), והתקינה הקיימת (בישראל ובח"ל) אינה מטפלת בהן. מסיבה זו מרבית הפעולות הנעשות באתר כוללות פרטי בניין חדשניים (ולעיתים גם חומרים חדשים) שאופייניים לשיטה הספציפית.

לעומת זאת, במרבית המקרים הפרטים של היחידות עצמן אינם חדשניים. כאשר שלד היחידה הוא מבטון מזוין או מפלדה על פי כל הכללים המפורטים בתקנים הישראליים ת"י 466 למבני בטון ות"י 1225 למבני פלדה, שלד היחידה אינו נחשב חדש. באופן דומה, כל החומרים והרכיבים, אשר נועדו לאלמנטים שונים של היחידה ויש עבורם תקנים המטפלים בייעודים הנדונים, אינם נחשבים חדשים (למשל: לוחות גבס, לוחות מוצרי עץ, בידוד תרמי ואקוסטי מצמר מינרלי, אריחי קרמיקה, אבן לחיפוי, וכד'). רק כאשר היחידה עצמה כוללת חומרים, או רכיבים שאין עבורם תקן, או שפרטי הביצוע שלה אינם ניתנים לבחינה לפי התקינה הקיימת שיטת הבנייה של היחידה עצמה נחשבת חדשה.

פירוט של ההיבטים ההנדסיים ובכלל זה נקודות התורפה של שיטות בנייה שנועדו לבנייה מודולרית אפשר למצוא בסעיפים 8.2, 8.3, ו-8.4 בדו"ח המחקר משנת 2019 "[תיעוש הבנייה למגורים באמצעות יחידות מודולריות תלת ממדיות – היבטים אדריכליים, הנדסיים, וביצועיים](#)" אשר בוצע במכון הלאומי לחקר הבנייה בהזמנת משרד הבינוי והשיכון.

3. התכולה של בחינה ואישור של שיטת בנייה חדשה בבנייה מודולרית

הבחינה של שיטת בנייה בבנייה מודולרית, שנועדה לבניינים בבנייה רוויה, מבוצעת בהתאם לסעיפים 1 ו-2 לעיל, באופן הבא:

- כצעד ראשון של הבדיקה המקדמית נבדק האם בשיטת הבנייה של היחידות קיימת חדשנות כלשהי.
- אם קיימת חדשנות כלשהי, ייבדק אם הועבר כל המידע המתבקש כדי שאפשר יהיה לבדוק את הפריט החדשני, וייקבע אם אינו פסול על הסף. כשהקביעה חיובית, אפשר יהיה לעבור לבדיקה יסודית של החדשנות שבשיטת הבנייה של היחידות. פרט פסול על הסף אינו מאפשר המשך בדיקה וחייבים לתקנו לפני שממשיכים בבחינת השיטה.
- כשבשיטת הבנייה של היחידות עצמן אין חדשנות, לא יהיה צורך בבחינתה היסודית ובאישורה.

המשך הבדיקה המקדמית יתייחס לפרטי הבניין הנוגעים לממשקים בין היחידות, לפרטים בפתי מעבר בין יחידות ובין לבין הגרעין המרכזי, ולעבודות הנעשות באתר וההכנות עבורן, לרבות הכנות שנדרשות ביחידות עצמן, כגון: סכימה מבנית כוללת; חיבורים בין היחידות ובין לבין חלקים בנויים באתר (כגון קומת מסד, גרעין מרכזי, ממ"ד); תיאום וחיבור מערכות; חסימות אש סביב פתחים במעבר בין יחידות ובמפלסי התקרות; פרטים בפתי מעבר שנועדו להבטחת עמידות האש של חלקי המבנה (קונסטרוקציה)

והמחברים; תיאום ריצוף; הגנה בפני רטיבות במהלך השינוע וההרכבה; איטום תפרים וגג; פרטים להבטחת איטום לאוויר במעטפת היחידות וסביב פתחי מעבר; השלמות בידוד תרמי לפי הצורך; גימור חזיתות, וכד'. אם כל המידע הועבר כהלכה, ואף פרט מכל אלה לא נמצא כפסול על הסף, אפשר יהיה לעבור לבדיקתם היסודית.

הבדיקה היסודית תתייחס רק לפרטים החדשניים, כמפורט לעיל, ותוודא שהם מאפשרים תפקוד נאות בכל הנוגע להיבטים ההנדסיים כאמור בסעיף 1 ולביצועיות.

שלב המעקב המדגמי יתבצע בבניינים הראשונים שייבנו בשיטה, ויבחן האם מתעוררים קשיים כלשהם בביצוע או בבקרת הביצוע של הפרטים החדשניים על פי התכנון, והאם מתעוררות בעיות תפקודיות כלשהן במהלך או בתום הבנייה.

אפריל 2022