

## על בידוד, מסה תרמית, ומה שביניהם \ \ יעל בר אילן – יועצת לבניה ירוקה

### על בניה ירוקה

שלא כמו בעבר, בנייה ירוקה מהווה כיום חלק מרכזי מהשיח הציבורי של עקרונות נכונים לתכנון מבנים. הצורך בבניינים חוסכי אנרגיה מובן ומנומק כלכלית, סביבתית, חברתית ואף פוליטית.

עקרונות שימור האנרגיה במבנה נסמכים על שני אלמנטים יסודיים בקירות מעטפת המבנה שהם בידוד ומסה תרמית. מעטפת מבנה "קלאסית" המיישמת עקרונות אלו מורכבת מקיר רב שכבתי המורכב משכבה פנימית של לבנים\בלוקים\ בטון שמהווה, יחד עם הרצפה, את המסה התרמית, ושכבה חיצונית מבודדת (חומרי בידוד אפשריים: לוחות פוליסטירן, יריעות צמר סלעים, פוליאוריטאן מוקצף, או טיח תרמי). שתי השכבות מאופיינות בתכונות תרמיות שונות המשלימות זו את זו לכדי קיר מורכב ש"עובד" בשביל הדייר.

### על בידוד

מטרת שכבת הבידוד לבודד את הבית מהשפעות האקלים החיצוני – חומר מבודד בהגדרתו הוא מוליך תרמי גרוע, כך שחום או קור קיצוניים לא אמורים להשפיע על פנים המבנה כאשר הוא עטוף בחומר בעל התנגדות תרמית גבוהה.

חומרי הבידוד בתחום הבניה הינם בדרך כלל חומרים קלים הנבדלים זה מזה במקדמי ההתנגדות התרמית שלהם ליחידת שטח, באופי החומרים, אופני היישום, עמידות לאש ולבליית הזמן ועוד.

ככל שמקדם ההתנגדות התרמית גבוה יותר ליחידת שטח, כך נדרש פחות ממנו לעיטוף יעיל של המבנה (מבחינת עובי שכבת הבידוד על גבי הקיר).

### על מסה תרמית

המסה התרמית של המבנה תלויה ביכולת של מעטפת הבית (קירות, גג ורצפה) לאגור חום ולשחרר אותו בהפרש של מספר שעות. תכונה זו מגדירה את יכולת "קיבול החום" של המבנה.

חומרים כבדים (מ 300 ק"ג למ"ק ומעלה) הם בדרך כלל בעלי מסה תרמית גבוהה ולהיפך. המסה התרמית של הקירות מתפקדת כווסת של הטמפרטורה בתוך הבית וכגורם מעכב להשפעת טמפרטורות קיצון במהלך עונות החורף והקיץ.

מסה תרמית מהווה "מקום אחסון" לחום המצטבר מפעילות בתוך הבית (בישול, הפעלת מכשירי חשמל) וכן מקרינת שמש. בחורף חודר אור רב דרך החלונות במשך היום והמסה התרמית של הקירות ורצפת הבית משמשת לאגירת האנרגיה שמצטברת – החום נאגר בקירות ונפלט בערב אל חלל הבית ומחמם אותו, כאשר הבידוד מונע הפסדי חום כלפי חוץ.

בקיץ המסה התרמית אמורה לשמש שוב כווסת טמפרטורה – אבל הפוך. כעת, התריסים וחלונות הבית יהיו מוגפים עד כמה שניתן במהלך היום כדי למנוע כניסת אור והצטברות חום בחלל הבית ובקירותיו, והבידוד החיצוני על הקירות ימנע מעבר חום בהולכה. בלילה, כאשר החלונות והדלתות נפתחים לרווחה ורוח קרירה נכנסת – חום נפלט מהמסה התרמית בקירות וברצפה והיא מתקררת ומסייעת בשמירה על קרירות הבית גם ביום שלמחרת.

### **מסה תרמית – כדאי או לא כדאי?**

לקירות "כבדים" בעלי מסה תרמית פעילה, יש יתרון ביכולתם לווסת את הטמפרטורה בפנים הבית. היתרון בקירות אלו בא לידי ביטוי בעיקר באזורי אקלים שבהם חם ביום וקר בלילה וכאשר ישנה קרינת שמש מרובה גם בימות החורף, כלומר, בעיקר באזורי ההר בנגב, בגליל, בשומרון ובאזור ירושלים.

לעומת זאת, קירות קלים או מבודדים המעניקים אפקט של בידוד החלל ללא מסה תרמית מהווים יתרון בעיקר באזורי אקלים שבהם הפרשי הטמפרטורה בין יום ולילה נמוכים ושהם חוסר הנוחות התרמית נובע בעיקר מאחוזי לחות גבוהים (למשל באזור שפלת החוף, בקעת הירדן והערבה ואזור אילת). בנוסף, במבני משרדים שבהם נעשה שימוש יומימי בשעות האור בלבד כמו גם בחדרי בית מלון שהמשתכנים בהם מעוניינים לקבל נוחות תרמית מיידית ועלויות החשמל לא חלות עליהם, הינם מסוג המבנים שבהם כדאי לבנות קירות בעלי מקדמי בידוד גבוהים ללא מסה תרמית פעילה.

### **שיטת הבניה בתבניות ICF (INSULATED CONCRETE FORMS)**

בשיטת הבניה הידועה כ ICF משמשות תבניות קלקר המחוברות ביניהן במחבר פלסטיק כתבנית ליציקת קירות בטון. מסה תרמית נכבדה "נשפכת" לתוך תבניות פוליסטירן ומייצרת קירות נושאים חזקים מאוד ומבודדים מאוד.

בישראל קיימים מספר ספקים של תבניות ICF המיוצרות בחו"ל וכן מספר חברות המייצרות תבניות ICF "כחול-לבן" שאף הוסיפו ושיפרו את התבניות על ידי חידושים ופיתוחים שונים.

בניה בתבניות ICF ליציקת קירות בטון מבודדים נותנת מענה איכותי לשאלת בידוד המבנה. זוהי שיטת בניה מהירה יחסית שבה מתבצעת בניית שלד הבית תוך שבועות ספורים. אתרי הבניה הם בדרך כלל שקטים ונקיים יותר מאתרי בניה של מבנים "קונבנציונאליים" וזאת משום שהתבניות מגיעות מוכנות לשטח ונדרשות התאמות מינימאליות כדי להתאימן לתוכנית המבנה. תמיכת המבנה בפיגומים מועטת יחסית והפיגומים נבנים רק לצורך היציקה ומפורקים לאחר מכן. מכיוון שמתקבל בית שבנוי כולו בבניה נושאת, עמידותו ברעידות אדמה ולהבדיל בפגיעות מהדף, גבוהה במיוחד. מכיוון שהמעטפת החיצונית בנויה ממערכת הומוגנית של שכבות ויציקת הבטון מתבצעת בכל היקף המבנה, בעיית חדירות אויר דרך הקירות מצטמצמת, עבודה נקייה ומדויקת יותר בהתאמת הפתחים (חלונות ודלתות), מקטינה גם היא את תחלופות האוויר הבלתי רצויות במבנה. גם בשל כך, אקלום המבנה קל יחסית ואפקטיבי מאוד. השיטה עומדת בדרישות הבידוד המחמירות ביותר בתקני הבניה הישנה בארץ ובעולם ובעלת מקדם התנגדות תרמית גבוה משמעותית לעומת שיטות בידוד אחרות.

בשיטת ה ICF הקלאסית, תבניות הקלקר מבודדות את קיר הבטון הכלוא ביניהן ומצמצמות בכך את השפעת המסה התרמית של הקיר. קירות בטון של 15-20 ס"מ הכלואים בין לוחות קלקר בעובי של כ-8"מ כל אחד משמשים אמנם ליצירת חיץ תרמי לקור ולחום המגיעים מבחוץ אבל לא יכולים לשמש כווסת טמפרטורה של המבנה על בסיס יומיומי של אגירה ופליטת חום.

לחברת קלקר עין כרמל תבניות ICF ייחודיות הקרויות ESB: (ENERGY SAVING BLOCKS). תבניות אלו משלבות חומרים שונים בשני צידי התבנית ומאפשרות בכך ניצול של המסה התרמית במבנה על ידי שימוש בתבנית פנימית שעשויה בלוק ולא פוליסטירן. תבנית מודולארית זו מאפשרת את יישום עקרונות הבסיס של בנייה אקלימית נכונה (להלן בידוד חיצוני ומסה תרמית פנימית).

יתרון נוסף לתבנית בעלת בלוק פנימי היא החיפוי הפנימי של הקיר שמאפשר גמרים שונים (כאשר מדובר בתבנית שמורכבת מלוחות פוליסטירן משני הצדדים, יש לחפות את הקירות הפנימיים בלוח גבס על מנת לעמוד בתקני עמידות אש).

בבית בעל קירות פנימיים מפוליסטירן תנודתיות הטמפרטורה גבוהה ומושפעת בקלות מפתחת דלתות, הפעלת סגירת מקורות מיזוג אקטיביים או לחילופין הצטופפות של מספר אנשים בחדר.

לעומת זאת, בבית מבודד שקירותיו הפנימיים עשויים בלוק או חומר אחר בעל מסה תרמית גבוהה, תנודות הטמפרטורה מווסתות על ידי מסת הקירות – חום או קור מצטברים בקירות וברצפה וטמפרטורת האוויר לא משתנה בקיצוניות עם כל פתיחת דלת או כיבוי המזגן. הבית שומר על קרירות נעימה בקיץ וחום סביר בחורף, דיירי הבית נהנים מנוחות תרמית גבוהה בעלויות אנרגיה נמוכות ובהפעלה מינימאלית של מקורות מיזוג אקטיביים.

קיימות, אם כן מספר אפשרויות לבניית קירות בשיטת ה ICF בישראל. יישום השיטה, בנוסף ליישום עקרונות נוספים בבנייה ירוקה, כגון בידוד הגג, העמדה והפנייה נכונה של המבנה בשטח, תכנון נכון של פתחים המאפשר גמישות בהצללתם ואוורורם, יקנה לבית יתרונות תרמיים מובהקים ויספק לדייריו סביבת מגורים נוחה ונעימה בעלויות תפעול נמוכות.