

מחשיבה מוצרית לחשיבה מערכתית

אבנר לבציון*



כפר המשתלמים בטכניון. מערכת הכוללת טיח תרמי עם גמר מינרלי בטקסורה רחוצה. תרמוקיר. אדריכלים: שוורץ-בסנטוסוף אדריכלים ובר-אוריין אדריכלים. צילום: עמית גרון

האתגר המשמעותי ביותר הניצב בפני ענף הבנייה הוא להביא לכך שבניינים יבנו במהירות ובסטנדרטים המקובלים בארץ ובעולם, וזאת מבלי להתפשר על הכדאיות הכלכלית והטמעת ההיבטים הסביבתיים והחברתיים. אימוץ הגישה המערכתית המפתחת ומטמיעה מערכות המשלבות מודלים, ידע ותמיכה משלב התכנון ועד ליישום בפועל, הינה אחת הדרכים לעמידה מוצלחת באתגר זה

המשימה המוטלת על כולנו העוסקים בענף הבנייה הינה להביא לכך שרוכשי דירות יזכו לקבל דירות העומדות בסטנדרטים המקובלים בארץ ובעולם ובאלו שהובטחו להם בעת רכישת הדירה.

אל מול ההבטחה לרוכשי הדירות, ניצב האתגר לעשות זאת מתוך שמירה על הכדאיות הכלכלית של הפרויקט והטמעת ההיבטים הסביבתיים והחברתיים, אשר במהלך השנים האחרונות מקבלים משקל הולך וגובר עם התגברות מגמת הבנייה הירוקה בישראל ובעולם.

כיום כך נראה, איננו מצליחים לממש הבטחה זו לרוכשי הדירות. קריסת המרפסת בחדרה בתחילת השנה הינה ביטוי קיצוני לכך. מעידים על כך גם היקפם ההולך וגדל של תביעות בגין ליקויים וגם ממצאי מחקר שערך הטכניון לפני מספר שנים עבור משרד השיכון: מהמחקר, שנערך על ידי החוקרים פרופ' רוזנפלד וד"ר בן עוז, עולים ממצאים ברורים על כך שרובן המכריע של הדירות בישראל נמסרות עם ליקויי בנייה שונים ובדרגות חומרה משתנות. כאשר נבחנו הגורמים לליקויים, נמצאה ההתפלגות הבאה:

(1) 45% בשל שיטות עבודה לא נכונות; (2) 34% בשל כוח אדם לא מיומן; (3) 19% בשל ניהול לא נכון; (4) 2% בשל ליקויים במוצרים ובמכשירים. עוד העלה המחקר כי העלות הישירה של אותן תקלות הינה כ-15% מעלות הפרויקט, עלות שבחלקה מגולמת במחיר הדירה. הסיבות להיווצרות הגורמים לליקויי הבנייה מגוונות ובכללן:

(1) מחסור בכוח אדם מיומן לעבודות הבניין ובכלל זה מהנדסים והנדסאים המיועדים לתפקידי ניהול ופיקוח; (2) המורכבות הגוברת של הבנייה בשל עליה בהיקף בנייתם של בניינים רבי-קומות; (3) תקנים ותקנות אשר חלקם אינם תואמים את ההתפתחויות הטכנולוגיות, ואחרים שאינם נאכפים.

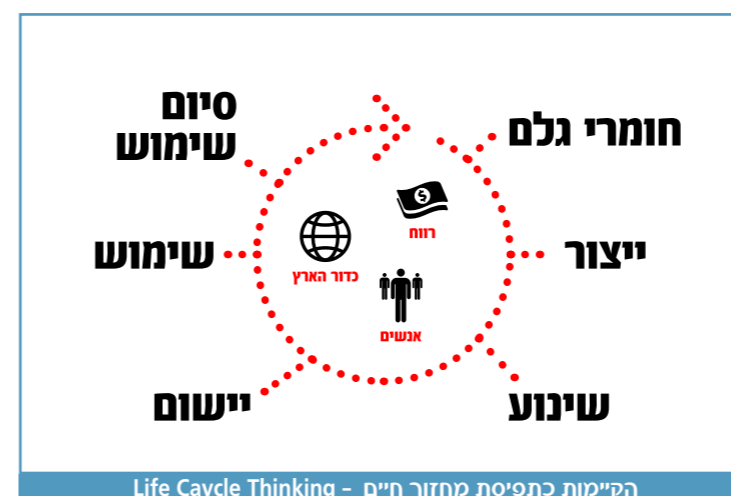
אין ספק שהדרך לשיפור משמעותי באיכות הבנייה בישראל הינה משימה מורכבת המחייבת הירתמות וחשיבה מערכתית ארוכת-טווח מצד כל בעלי העניין המהווים את "המערכת האקולוגית" של ענף הבנייה ובכלל זה: ממשלה, רשויות מקומיות, מכון התקנים, אקדמיה, ארגונים סביבתיים-חברתיים, מתכננים, יזמים, קבלנים וספקי המוצרים.

ניתן לראות זאת כשרשרת אחת, כאשר ידוע שחזקה של השרשרת כולה תלוי בחוזק של הנקודה החלשה ביותר שלה. מסיבה זו אנן, כיצרני מוצרים, לא יכולים להסתפק בכך ש"התרומה" שלנו לליקויי בנייה הינה כ-2% בלבד, אלא לראות כיצד ניתן לתרום לשיפור של ה-98% הנותרים. כאמור, הדרך לעשות זאת היא על ידי אימוץ והטמעת תפיסת המערכות.

במאמר זה נסביר מהי תפיסת המערכות וכיצד היא תתרום ליצירת בנייה מתקדמת ואיכותית, וכן נדגים כיצד ניתן להטמיע את התפיסה המערכתית, כפי שנעשה על ידי חברת תרמוקיר.

תפיסת המערכת כחלק מתפיסת מעגל מחזור חיים כלכלי-חברתי-סביבתי

תפיסה מוצרית מתייחסת למוצרים עצמם: בלוק/בטון, טיח, דבק וחומר גמר (אריח או ציפוי גמר אחר). לעומתה, התפיסה המערכתית מתייחסת לשילוב המוצרים כמקשה אחת אשר מיועדת לעוד מסוים לגג, הקירות, הרצפות ואזורים עם שימושים מיוחדים כמו חדרים רטובים ומרחבים מוגנים כמערכות המרכיבות יחד את המבנה, זאת לצד מערכות מיזוג אויר, אינסטלציה, כיבוי אש וכו'.



התפיסה המערכתית מבוססת על ההבנה, שעל מנת שמבנה ישרת את ייעודו כראוי יש צורך שכל המערכות בו, יעבדו יחד, ובכלל זה גם המרכיבים בכל מערכת ומערכת. כל זאת לאורך כל מחזור החיים של המבנה, החל בשלב התכנון וכלה בשלב סיום השימוש בו. זהו אחד העקרונות הבסיסיים של הבנייה הירוקה, המבקשת לאזן בין שיקולים כלכליים, סביבתיים וחברתיים, בעת תכנון ובניית המבנה. בהתאם לכך, בעת תכנון מערכת נלקחים בחשבון התקנים הרלוונטיים בארץ ובעולם, שיטות הבנייה הנהוגות בארץ, הכוללות את כל החלופות המתאימות בשוק, תובנות מניחות כשלים וליקויים. כול זאת לצד בחינת העלות הכללית, כמו גם ההשפעות הסביבתיות והחברתיות לאורך כל שלבי מחזור החיים של המערכת במסגרת תהליך מובנה של ניתוח מחזור חיים (Life Cycle Assessment). בכך, הגישה המערכתית מוטמעת לא רק לרוחב קרי, בהתייחסות לכל מערכות הבית בו זמנית, אלא גם לאורך - באמצעות ניתוח כל מערכת משלב תכנונה והיווצרותה ועד לשלב שבו יש להחליפה באחרת. לפי גישה זו, המוצרים המרכיבים כל מערכת נמדדים עוד משלב פיתוח המוצר, דרך כריית חומרי הגלם, הייצור, האריזה, השינוע, היישום, השימוש וסיום השימוש.

התפיסה המערכתית מבטיחה שבחירה ב"פתרון" של בעיה בשלב מוקדם אינו יוצר בעיה אחרת בהמשך. כך לדוגמה, שימוש בדבק מסוים להדבקת אריחים מבלי לבחון את התאמתו לסוג האריח המסוים וההשפעות הבריאותיות שלו, עשויו בהמשך להביא לסדיקה באריחים ולפגיעה בבריאות המיישמים והמשתמשים במבנה. יתרון נוסף הוא כמובן בעובדה שהחומרים המרכיבים את המערכת פותחו מראש באופן שיבטיח את החיבור המיטבי עם יתר החומרים המרכיבים את המערכת בהתאם לתנאי האקלים בארץ.

נדגים את הטמעת התפיסה המערכתית במערכות שתרומוקיר מפתחת ומשווקת בתחומי חיפוי פנים, ריצוף ואקוסטיקה ובידוד קירות.

מערכת לחיפוי פנים לאור התקן החדש להדבקת חיפוי פנים

במהלך השנים האחרונות, אנו עדים להתגברות תופעות של ליקויים בביצוע עבודות הדבקה בחיפוי פנים, הגורמות לנזקים כספיים, לחוסר שביעות רצון מצד המשתמשים ואף לנזקים לגוף. לצד חוסר מיומנות של מקצת מבעלי המקצוע, הסיבות העיקריות לעלייה בתדירות הליקויים הינן השפעתן של שתי מגמות עיקריות:

- הגדלה של ממש במבחר אריחי הקרמיקה, הפורצלן ולוחות הפסיפס כמענה לדרישות השוק לעיצובים מגוונים. חלק מהאריחים מיוצרים בשיטות ייצור שספיגות המים בהם גדולה מ-10% (על פי הסיווג בת"י 314 - אריחי קרמיקה); אריחים אלו מכונים

"אריחים סופגים" והם מחייבים התאמה לדבק מתאים שכן אחרת יוצרו קימורים באריח שיביאו לסדיקתו. בעת שימוש באריחים מסוג זה, מומלץ לפנות ליצרן הדבקים על מנת להבטיח את ההתאמה המלאה.

- הגדלה של מגוון הרקעים עליהם מיושמת מערכת החיפוי כאשר כיום נוסף לבטון, בלוק בטון ובלוק בטון תאי, משמשים גם לוחות גבס ובלוקי גבס לצורך בניית מחיצות ובכלל זה ב"חדרים רטובים". לעתים נמצא באותו חדר רקעים שונים, כאשר כל אחד מהם מחייב התייחסות אחרת. במקרים רבים מקורן של הליקויים בעבודות הדבקה וחיפוי נובעות מביצוע לקוי של השלד.

על מנת לשפר את איכות עבודות החיפוי בהדבקה, הותקן חלק 2 לת"י 1555: מערכת פסיפס ואריחי קרמיקה לריצוף: חיפוי פנים בהדבקה אשר נכנס לתוקף ביוני 2014. תקן זה הינו תקן מלאכה המגדיר את מרכיבי המערכת, כיצד היא צריכה להיות מתוכננת ומהן הבדיקות שיש לבצע על מנת להבטיח שמערכת החיפוי עומדת בדרישות התקן.

עם השקתו של התקן, השיקה תרמוקיר מערכת לחיפוי פנים בהדבקה המותאמת לתקן ומבוססת על שילוב בין מאפייני המקום שבו הוא מיושם ("חדר רטוב" או חלל יבש), סוג התשתית עליה מיושמת המערכת (בטון, בלוק בטון, בלוק בטון תאי מאושפר באוטוקלב, בלוק חול-סיד (סיליקט) בלוק גבס ולוח גבס), גודל האריח, מידת הספיגות שלו וגובה החיפוי. כחלק מהחשיבה המערכתית פיתחה תרמוקיר דבק ייחודי, תרמוקיר - AD-601 שהינו מסוג C151, אשר ייחודו הוא בהתאמה לאריחים עם ספיגות גבוהה של מעל 10% ואשר קיים חשש לסדיקתם לנוכח העלייה בהיקף השימוש באריחים מסוג זה. תכנותיו של התרמוקיר AD-

* הכותב: מנהל שיווק ופיתוח עסקי בחב' תרמוקיר וז"ר ועדת חומרים במועצה לבנייה ירוקה

מחשיבה מוצרית לחשיבה מערכתית

המשך

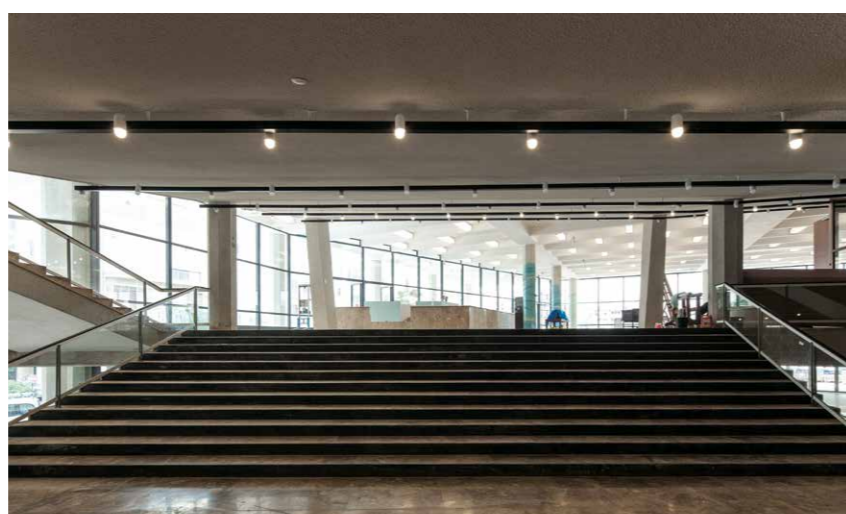
זאת לצד ת" 5282, הקובע את הדירוג האנרגטי של בניינים לצורך הסמכה לבניין ירוק על פי ת" 5281. הצורך בשיפור הביצועים האנרגטיים של מבנים מחייב שילוב בין אמצעים פסיביים דוגמת בידוד תרמי ואיורור טבעי ובין אמצעים אקטיביים באמצעות מערכות אקלים, וזאת מתוך מטרה למקסם את היעילות האנרגטית עד כדי הגעה למצב שבו בניינים יהיו "מאופסי אנרגיה".

במהלך השנים התפתחו פתרונות בידוד מגוונים הכוללים: טיח תרמי, בלוקים מבודדים (פומיס, בלוק בטון תאי, בלוק סיליקט), שכבות בידוד מחומרים מינרליים (צמר סלעים/זכוכית) או חומרים פולימריים דוגמת הפוליסטרן והפוליאוריטן.

תפיסת המערכת מאפשרת שילוב של כמה פתרונות בידוד וזאת במטרה להגיע לבידוד היעיל ביותר לצד הצורך במניעת סדיוקת, ליקוי איטום וכדומה. עם זאת, נדרשת עוד עבודה רבה על מנת לאפשר או למצות את הפוטנציאל הקיים בשדרוג אנרגטי של המבנים בישראל ובכלל זה עדכוני תקינה (לדוגמה תקני עמידות באש) וכן הטמעת הידע הנדרש בתכנון ויישום נכון של מערכות לבידוד תרמי. תרמוקיר מציגה מגוון מערכות לקירות המשלבות בידוד תרמי, איטום וחיפוי. מערכות אלה מותאמות לסוג המבנה, אזור גיאוגרפי ולרמת הבידוד הנדרשת. כך לדוגמה מערכת לבידוד תרמי של קירות הכוללים שילוב של בלוקים מבודדים ואלמנטים מבטון. מערכת זו, המיושמת על גבי בלוקים מבודדים וגשרי קור, מבוססת על טיח תרמי "תרמוקיר TH-200" ולוח הבידוד STYROFOAM שהינו לוח הבידוד המוביל בעולם מבית DOW BUILDING SOLUTIONS. מערכת הבידוד התרמי נותנת מענה אופטימלי לצורכי בידוד של מבנים חדשים וקיימים ומסייעת בעמידה בדרישות גבוהות של בידוד תרמי על פי ת" 1045 (לבידוד תרמי) ות" 5282 דירוג בניינים (לפי צריכת אנרגיה: בנייני מגורים).



יישום שכבת הדבק במערכת להדבקות פנים בסירוק באמצעות דבק צמנטי בשיטת "רטוב על רטוב". צילום: דניאל לילה



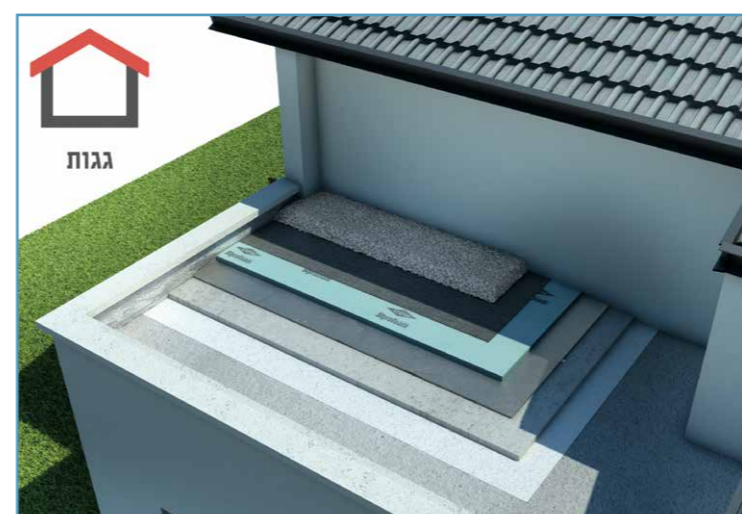
היכל התרבות המשופץ בת"א. יישום מערכת תרמוקיר לבליעה אקוסטית על בסיס טיח אקוסטי. צילום: אביעד בר-נס



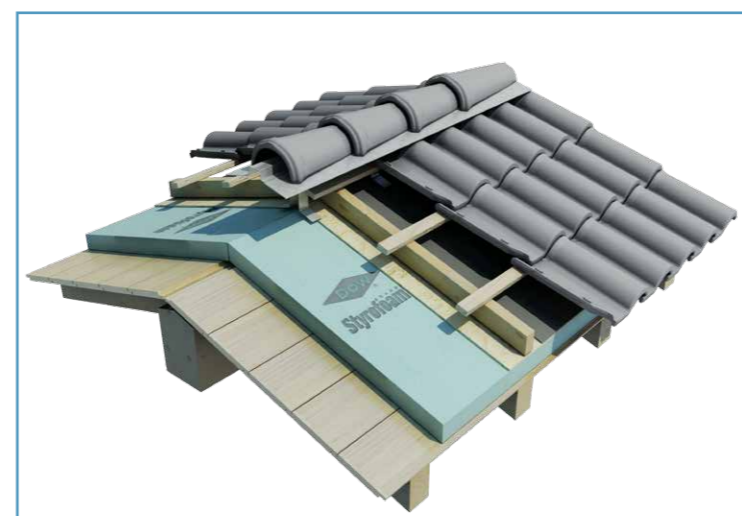
מרכז יצחק רבין. יישום מערכת לבליעה אקוסטית על בסיס טיח אקוסטי. אדריכל: משה פפדיה



בידוד תרמי של קירות - מערכת המשלבת לוח SYROFOAM וטיח תרמי



מערכת לבידוד תרמי של גג שטוח בשיטת הגג הפוך



מערכת לבידוד תרמי של גג משופע בשיטת הגג המאורר

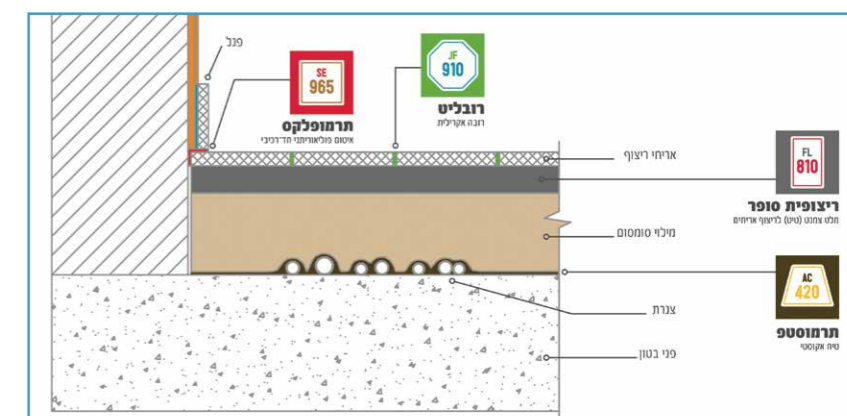
601 מאפשרות שימוש נרחב בו למרבית עבודות ההדבקה בפנים המבנה ובכך מצטמצם מגוון הדבקים הנמצאים באתר ובהתאם לכך הסיכוי לתקלות הנובעות משימוש בדבק לא מתאים.

על מנת להבטיח הטמעה מהירה ונכונה של התקן, אנו משתפים פעולה עם יצרני אריחים מובילים מתוך הבנה ששילוב כוחות יסייע בצמצום הליקויים.

מערכת ריצוף המשלבת בידוד אקוסטי

אופן ביצוע ויישום של מערכות רצפה, בדגש על בנייני מגורים, עובר שינויים משמעותיים במהלך השנים האחרונות וזאת בשל הצורך לתת מענה לשינוי בזמינות החומרים המרכיבים את אותן מערכות, העלייה בהיקף הבנייה לגובה, מחסור בכוח אדם מיומן, שיקולים סביבתיים כחלק מאימוץ עקרונות הבנייה הירוקה והעלייה במודעות של רוכשי הדירות.

בהתאם לכך נקבעו דרישות למלט-טיט לריצוף ת" 6069 וכן דרישות לעבודות ריצוף בת" 5566 וכן דרישות אקוסטיות במסגרת ת" 1004 אקוסטיקה בבנייני מגורים: בידוד אקוסטי של קירות ותקרות (רצפות) - תקן מבקש להתמודד עם האתגר של מניעת קול הולם ("רעש צעדים" בין קומות) אשר התגבר עם המעבר למילוי של חצץ (סומסום) במקום חול.



פרט עקרני. מערכת לריצוף בשילוב בידוד אקוסטי

המרכיבים העיקריים במערכת הריצוף של תרמוקיר כוללים את התרמוסטט (AC-420) - תערובת המבוססת על 60% גומי מאבקת צמיגים ממוחזרים - אשר יתרונה העיקרי שהוא מיושם בהתזה באמצעות מכונת טיח, נצמד לבטון ומעניק שכבה אקוסטית מלאה ואחידה ובכך נותן מענה כאשר מונחים על גבי הרצפה תשתיות צנרת וחשמל, וזאת בהשוואה ליישום יריעות פוליאיתילן אשר העמידות שלהם נמוכה מאוד בעת יישום הסומסום מעליהן, מה שעשוי להוביל לכשל בבידוד האקוסטי ולשקיעת ריצוף. על גבי התרמוסטט מיושמת שכבת מילוי של סומסום ועליה מיושמת שכבת מלט-טיט, ריצופית (תרמוקיר FL-810 ו-FL-820 לתנועה בינונית). היתרון העיקרי ביישום הריצופית הינו שלא נדרשת מריחת גב האריח בדבק אלא רק בחומר עצמו, בכך נסתם פתח נוסף לתקלות. בחיבור של הריצוף לקיר SE-965, שהינו מסטיק פוליאריטני חד-רכיבי, את המישקים שבין האריחים יש למלא ברובה אקרילית, תרמוקיר JF-910.

מערכת לבידוד תרמי של קירות חיצוניים

במהלך השנים האחרונות הועלו הדרישות לבידוד תרמי של מבנים וזאת כחלק מהמגמה העולמית של היעילות אנרגטית וצמצום ההשפעות הסביבתיות של מבנים. בהתאם לכך עודכנו הדרישות של ת" 1045 בידוד תרמי של בניינים. בקרוב יכנס לתוקף ת" 5280, הקובע את התפקוד האנרגטי הנדרש מבניינים,