

## בידוד תרמי של בניינים: כללי

Thermal insulation of buildings: General

לביקורת ציבורית

מסמך זה הוא הצעה בלבד

גיליון תיקון זה הוכן על ידי ועדת המומחים 11402 – נתוני בידוד תרמי של חומרים, בהרכב זה:  
רחל בקר (יו"ר), הדס וסרמן, שמואל חסיד, עמי מוזס, יגאל מנחמי, שלומי רוזנברג

וכן, על ידי ועדת המומחים 11403 – בידוד תרמי של בניינים, בהרכב זה:  
ארז גל, מילוא הופמן, שמואל חסיד, יגאל מנחמי, דוד רודיק, שלומי רוזנברג

סיגל רוזנפלד ריכזה את עבודת הכנת גיליון התיקון.

---

## הודעה על גיליון תיקון

גיליון תיקון זה מעדכן את

התקן הישראלי ת"י 1045 חלק 0 מספטמבר 2011

---

## עדכניות התקן

התקנים הישראליים עומדים לבדיקה מזמן לזמן, ולפחות אחת לחמש שנים, כדי להתאימם להתפתחות המדע והטכנולוגיה. המשתמשים בתקנים יודאו שבידיהם המהדורה המעודכנת של התקן על גיליונות התיקון שלו. מסמך המתפרסם ברשומות כגיליון תיקון, יכול להיות גיליון תיקון נפרד או תיקון המשולב בתקן.

---

## תוקף התקן

תקן ישראלי על עדכוניו נכנס לתוקף החל ממועד פרסומו ברשומות. יש לבדוק אם התקן רשמי או אם חלקים ממנו רשמיים. תקן רשמי או גיליון תיקון רשמי (במלואם או בחלקם) נכנסים לתוקף 60 יום מפרסום ההודעה ברשומות, אלא אם בהודעה נקבע מועד מאוחר יותר לכניסה לתוקף.

---

## סימון בתו תקן



כל המייצר מוצר, המתאים לדרישות התקנים הישראליים החלים עליו, רשאי, לפי היתר ממכון התקנים הישראלי, לסמנו בתו תקן:

---

## זכויות יוצרים

© אין לצלם, להעתיק או לפרסם, בכל אמצעי שהוא, תקן זה או קטעים ממנו, ללא רשות מראש ובכתב ממכון התקנים הישראלי.



## 2. אזכורים

### תקנים ישראליים

לרשימה יוסף:

ת"י 5280 חלק 1.1 - אנרגייה בבניינים: מעטפת הבניין – בנייני מגורים

## 3. הגדרות

### 3.15. העברות תרמית נפחית (G) [וט (למ"ק"ק)]

ההגדרה, על כותרתה, תושמט, ובמקומה יכתב:

### 3.15. הפסדים ליחידת שטח רצפה (H) [וט (למ"ר"ק)]

קצב מעבר החום הכולל דרך סך כל המעטפת של היחידה (מיחידת התכנון או אליה) ליחידת שטח רצפה, לכל 1 קלוריון של ההפרש בין הטמפרטורה של אוויר פנים יחידת התכנון לבין הטמפרטורה של אוויר החוץ.

## 4. סמלים וקיצורים

- הסמל G והקיצור שלו יושמטו, ובמקומם יכתב:

H - הפסדים ליחידת שטח רצפה של יחידת תכנון [וט (למ"ר"ק)];

- הסמל H והקיצור שלו יושמטו, ובמקומם יכתב:

$H_{\text{glass}}$  - גובה מערכת הזיגוג;

## 7. העברות תרמית נפחית של זירה

הסעיף יושמט, ובמקומו יכתב:

## 7. הפסדים ליחידת שטח רצפה (H) של יחידת תכנון [וט (למ"ר"ק)]

מחשבים את הפסדים ליחידת שטח רצפה (H) של כל יחידת תכנון בבניין בהתאם לשיטת החישוב המפורטת בתקן הישראלי ת"י 5280 חלק 1.1.

## נספח א - שיטות חישוב

(נורמטיבי)

### א-2. חישוב ההעברות התרמית הנפחית של דירה

הסעיף, על כותרתו, יושמט.

### א-3. חישוב ההעברות התרמית הכוללת השקילה<sup>(1)</sup>

לאחר סעיף א-3.3 יוספו סעיפים א-3.4 ו-א-3.5, כמפורט להלן:

### א-3.4. מחשבים את ערכי $(R_{mk})$ ו- $(R_{mt})$ כמפורט להלן:

לכל חלק אופייני באלמנט מחשבים את ההתנגדות התרמית הכוללת  $(R)$  כתלות בסוג האלמנט (ראו טבלה ב-2) לפי הנוסחה:

$$R = r + \left( \frac{1}{h_{si}} + \frac{1}{h_{se}} \right) \quad \text{או} \quad R = r + \left( \frac{1}{h_{si}} + \frac{1}{h_{si}} \right) \quad (3)$$

הערה:

מוליכות תרמית פניית פנימית  $(1/h_{si})$  קובעים כמפורט להלן:

- לאזור ד בזרימת חום אל תוך יחידת התכנון;

- לאזורים אחרים בזרימת חום מתוך יחידת התכנון החוצה.

מחשבים את ההתנגדות התרמית הכוללת השקילה  $(R_m)$  של אלמנט המורכב מחלקים אחדים

אופייניים לפי הנוסחה:

$$R_m = \frac{\sum_{j=1}^z A_j}{\sum_{j=1}^z \frac{A_j}{R_j}} \quad (4)$$

המידות של קירות, של גגות ושל תקרות לחישובי שטח נמדדות בין צירי האלמנטים הניצבים.

### א-3.5. קובעים את הערכים של ההתנגדות התרמית השקילה של מערכת הזיגוג $(R_{mw})$ לפי תוצאות בדיקה

בהתאם לדרישות התקן הישראלי ת"י 5068.

דוגמות לערכים של ההתנגדות התרמית של מערכת הזיגוג ראו בטבלה ג-1 שבנספח ג.

## להלן הסעיפים מתוך ת"י 1045 חלק 0 שבתוקף:

### 2. אזכורים

תקנים ומסמכים המוזכרים בתקן זה (תקנים ומסמכים לא מתוארכים - מחזורתם האחרונה היא הקובעת):

חוקים, תקנות ומסמכים ישראליים

חוק התקנים תשי"ג - 1953

#### תקנים ישראליים

|                   |                                                                 |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ת"י 5 חלק 1       | - בלוקי בטון: בלוקי קיר                                         |
| ת"י 751           | - צמר מינרלי לבידוד: מוצרים מעוצבים                             |
| ת"י 1045 על חלקיו | - בידוד תרמי של בניינים                                         |
| ת"י 1068 חלק 2    | - חלונות: חלונות אלומיניום                                      |
| ת"י 1229 חלק 1    | - פלסטיק מוקצף קשיח לבידוד תרמי: לוחות                          |
| ת"י 1229 חלק 3    | - פלסטיק מוקצף קשיח לבידוד תרמי: קצף פוליאורתן מותך             |
| ת"י 1375          | - שיטות מעבדתיות לקביעת התנגדות התרמית האופיינית של דכיבי בניין |
| ת"י 1414 חלק 1    | - מערכות בידוד תרמי בבניינים: מערכת טיח תרמי תיצוני             |
| ת"י 1414 חלק 2    | - מערכות בידוד תרמי בבניינים: מערכת טיח תרמי פנימי              |
| ת"י 5068          | - מערכות זינוג בבניינים - סימון בתווית אנרגייה                  |
| ת"י 5375          | - שיטות חישוביות לקביעת התנגדות תרמית אופיינית של קירות בני     |
| ת"י 5450          | - בידוד תרמי - שיטה לבדיקת מוליכות תרמית של חומרים              |

### 3. הגדרות

#### 3.15. העברות תרמית נפחית (i) (j) (נ"מ"ק"י)

קצב מעבר החום מהדירה או אל הדירה, לכל 1 מ"ק של נפח האוויר בדירה ולכל מעלת קלווין של ההפרש שבין הטמפרטורה של אוויר פנים הדירה לבין הטמפרטורה של האוויר מחוץ לדירה.

#### 4. סמלים וקיצורים

להלן פירוט הסמלים והקיצורים המשמשים בתקן:

|               |                                                            |
|---------------|------------------------------------------------------------|
| $\Lambda$     | - שטח אלמנט המעטפת (מ"ר);                                  |
| $a, b$        | - מקדמי כיוון לחישוב גורם השפעה של מצלילים;                |
| $c$           | - קיבול חום סגולי [קג"ל ל(ק"ג-ק"י)];                       |
| $d$           | - עובי שכבה אחת באלמנט (מ");                               |
| $e$           | - המרחק בין שמשות מערכת זיגוג למצליל;                      |
| $f_h$         | - גורם השפעת ההצללה של מצליל עילי;                         |
| $f_v$         | - גורם השפעת ההצללה של מצליל צידי;                         |
| $G$           | - העברות תרמית נפחית [וט ל(מ"ק-ק"י)];                      |
| $H$           | - גובה מערכת הזיגוג;                                       |
| $h$           | - העברות תרמית פניית [וט ל(מ"ר-ק"י)];                      |
| $h_{si}$      | - העברות תרמית פניית פנימית [וט ל(מ"ר-ק"י)];               |
| $h_{se}$      | - העברות תרמית פניית חיצונית [וט ל(מ"ר-ק"י)];              |
| $p$           | - כיוון אלמנטי מעטפת הבניין;                               |
| $k$           | - מציין של אלמנט קיר (לרבות גשרים תרמיים, שלד וכיוצא בהם); |
| $L$           | - רוחב המצליל;                                             |
| $\ell$        | - מספר הקבוצה של מערכות הזיגוג;                            |
| $m$           | - מספר השכבות ש- $\lambda$ ו- $d$ שלהן ידועים;             |
| $N$           | - מספר תחלופות אוויר (תחלופות בשעת);                       |
| $n$           | - מספר השכבות ש- $r$ שלהן ידוע;                            |
| $\alpha_{Ox}$ | - גורם כיוון (לתיקון הסטייה מהצפון);                       |
| $R$           | - התנגדות תרמית כוללת (מ"ר-ק"י לווט);                      |
| $r$           | - התנגדות תרמית אופיינית (מ"ר-ק"י לווט);                   |
| $R_m$         | - התנגדות תרמית כוללת שקילה (מ"ר-ק"י לווט);                |
| SHGC          | - מקדם רווח חום סולארי של מערכת הזיגוג;                    |
| $t$           | - מציין של אלמנט תקרה (לרבות שלד);                         |
| $U$           | - העברות תרמית כוללת [וט ל(מ"ר-ק"י)];                      |

(3) לפי קביעת האקדמיה ללשון העברית, המונח העברי הוא: מקדם מ"נ.



- $U_m$  - העברות תרמית כוללת שקילה [וט לנמ"ק]  $^{(c)}$ ;
- $V$  - נפח הדירה [נמ"ק];
- $W$  - רותב מערכת הזיגוג;
- $w$  - מציין של אלמנט מערכת הזיגוג;
- $Z$  - מקדם תיקון לתכולת הרטיבות האופיינית;
- $z_{ij}$  - מספר סידורי של שכבה, של חלק מאלמנט או של אלמנטי מעטפת הבניין (מ-1 עד 4);
- $\lambda$  - מוליכות תרמית [וט לנמ"ק];
- $\rho$  - מסה מרחבית יבשה בתנור (ק"ג למ"ק).

## 7. העברות תרמית נפחית של דירה

השיטה לחישוב ההעברות התרמית הנפחית (G) תהיה כמפורט בנספח א.

בחישוב ההעברות התרמית הנפחית (G) מביאים בחשבון את התרומה של אלמנטי המעטפת של הבניין ושל תחלופת האוויר בדירה, בעיקר דרך החריצים שמסביב לאלמנטים המותקנים בפתחים שלה.

ההעברות התרמית הנפחית (G) של הדירה תהיה כמפורט בתקן הישראלי ת"י 1045 חלק 1.

ההעברות התרמית הנפחית (G) מתושבת עבור כל דירה בנפרד. מחשבים את ההעברות התרמית הנפחית עבור כל חלל הדירה בשלמותו תוך חתייחסות לכל אלמנטי המעטפת שלה ולמעט קירות ותקרות הפרדה בין הדירות).

הערה:

את נפח האוויר בדירה בעלת כמה מפלסים מחשבים כסכום הנפחים של כל המפלסים.

## נספח א - שיטות חישוב

(נורמטיבי)

### א-2. חישוב ההעברות התרמית הנפחית של דירה

מחשבים את ההעברות התרמית הנפחית (G) של דירה בבניין לפי הנוסחה:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_{fi}}{R_{mfi}} + \sum_{i=1}^n \frac{A_{wi}}{R_{mwi}} + \sum_{j=1}^n \frac{A_{mj}}{R_{mj}}}{V} + 0.3N \quad (2)$$

כאשר:

0.3 - קיבול תחום הנפחי של האוויר (נט - שעה ל (מ"ק · ק"ל))

V - נפח האוויר בדירה המחושב על פי מידות

לצורך חישוב ההעברות התרמית הנפחית (G) מניחים שאין מעבר חום בין דירות סמוכות.

לצורך חישוב ההעברות התרמית הנפחית (G) בדירת הסמוכה לתא סגור שאינו מחומם או מקורר, כגון מחסן או חדר מדרגות סגור, יש להתחשב במעבר החום דרך אלמנט הפרדה (הקיר המשותף או הרצפה המשותפת), אך מותר לחבוט בחשבון את מחצית השטח (אין הסלה זו חלה על תקרה מתחת לחלל גג). כשמחשבים את המוליכות התרמית הנפחית של קיר עם כיס גרידה, מביאים בחשבון את כל שטח הקיר.

### א-3. חישוב ההעברות התרמית הכוללת השקילה<sup>(1)</sup>

מחשבים את ערך ההעברות התרמית הכוללת השקילה (U<sub>m</sub>) לפי הנוסחה:

$$U_m = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_{ki}}{R_{mki}} + \sum_{i=1}^n \frac{A_{wi}}{R_{mwi}}}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (5)$$

א-3.3. בחישוב ההעברות התרמית הכוללת השקילה (U<sub>m</sub>) של קירות הפרדה, מותר לחשב את מחצית שטח

הקירות (A<sub>ki</sub>) במזנה נוסחה 5.

