



## שיטת הבנייה של חברת אלפקס

חישובים לפי תקן ישראל ת"י 1045  
דירוג אנרגטי לפי תקן ישראל ת"י 5282-1  
השוואת יעילות אנרגטית של שיטות הבנייה

תאריך 20-11-2014

## 1. תיאור שיטת אלפקס

שיטת אלפקס היא שיטה לחיפוי בבניה מתועשת באתר, על פיה, מיוצרים קירות הבניין בתבניות מתכת, עליהן מסודרים אריחי חיפוי מקרמיקה, (אריחים המותאמים לחיפוי חזיתות חוץ). האריחים המחוזקים מכאנית לוו-פל"ם, אשר מקבעים את האריחים לבטון הנוצק בגבם, בתוך תבנית המתכת. השיטה זאת מבוססת על שיטת הבניה המתועשת באתר, המכונה גם "שיטת ברנוביץ", ואשר בה מוחלפים אריחי האבן הטבעית, באריחי קרמיקה. אריחי הקרמיקה מבודדים בגבם בלוחות פוליסטרן מוקצף קשיח בשיחול המכסים 96 אחוזים משטח הקיר היצוק, תוך השארת "חלונות חיזוק" זעירים, בלתי מבודדים בשטח כולל של עד 4% בלבד משטח החזית. שיטת זאת מונעת את תופעת "גשרי-הקור" הגדולים הנוצרים בין הקומות בבניין, כאשר השיטה מיושמת באריחי אבן טבעית.

## 2. חלופות של שיטות בניה של קירות חוץ

בטבלה מס' 1 מפורטות שיטות הבניה השונות : חלופות 1-4 לפי שיטת אלפקס  
חלופות 5-7 ו-9-11 לפי שיטת ברנוביץ / חלופה 8 עם בידוד תרמי חיצוני.

טבלה 1

מס' חלופה	מרכיבי הקיר	עובי מ'
1	<b>קיר חיצוני - חלופה 1 ( שיטת אלפקס )</b>	
	אריח	0.016
	פוליסטירן מוקצף קשיח מיוצר בשיחול	0.02
	בטון	0.20
2	טיח פנים	0.015
	<b>קיר חיצוני - חלופה 2 ( שיטת אלפקס )</b>	
	אריח	0.016
	פוליסטירן מוקצף קשיח מיוצר בשיחול	0.03
3	בטון	0.20
	טיח פנים	0.015
	<b>קיר חיצוני - חלופה 3 ( שיטת אלפקס )</b>	
	אריח	0.016
4	פוליסטירן מוקצף קשיח מיוצר בשיחול	0.04
	בטון	0.20
	טיח פנים	0.015
	<b>קיר חיצוני - חלופה 4 ( שיטת אלפקס )</b>	
	אריח	0.016
	פוליסטירן מוקצף קשיח מיוצר בשיחול	0.05
	בטון	0.20
	טיח פנים	0.015

	<b>קיר חיצוני – חלופה 5 (שיטת ברנוביץ)</b>	
0.022	אבן	5
0.20	בטון	
0.037	צמר זכוכית	
0.0127	לוח גבס	
	<b>קיר חיצוני – חלופה 6 (שיטת ברנוביץ)</b>	
0.022	אבן	6
0.20	בטון	
0.05	פולי אש	
0.01	טיח גבס	
	<b>קיר חיצוני – חלופה 7 (שיטת ברנוביץ)</b>	
0.022	אבן	7
0.20	בטון	
0.05	בלוק איטונג	
0.01	טיח גבס	

### המשך טבלה מס' 1

עובי מ'	מרכיבי הקיר	מס' חלופה
	<b>קיר חיצוני – חלופה 8 (חיפוי יבש)</b>	8
0.022	אבן בתליה יבשה	
0.03	חלל מאוורר	
0.05	זכוכית מוקצפת	
0.20	בטון	
0.015	טיח פנים	
	<b>קיר חיצוני – חלופה 9 (שיטת ברנוביץ)</b>	9
0.022	אבן	
0.20	בטון	
0.05	צמר זכוכית	
0.0127	לוח גבס	
	<b>קיר חיצוני – חלופה 10 (שיטת ברנוביץ)</b>	10
0.022	אבן	
0.20	בטון	
0.08	פולי אש	
0.01	טיח גבס	
	<b>קיר חיצוני – חלופה 11 (שיטת ברנוביץ)</b>	11
0.022	אבן	
0.20	בטון	
0.09	בלוק איטונג	
0.015	טיח פנים	

התבקשנו לבדוק אם שיטת הבנייה של חברת אלפקס עומדת בדרישות של תקן ישראל ת"י 1045 ותקן ישראל ת"י 5282-1 ובנוסף להשוות את החיסכון בחשמל של כל החלופות על מנת לקבוע את היעילות האנרגטית של שיטת אלפקס על פני שיטות הבנייה הנפוצות בבנייני מגורים, באזורי אקלים א', ב' ו-ג'.

### 3. התנגדות התרמית האופיינית והתאמת הקיר החיצוני לפי חלופות שונות לדרישות התקן הישראלי

#### 1045 חלק 1 "בידוד תרמי של בנייני מגורים"

בטבלה מס' 2 מפורטות תוצאות חישובי ההתנגדות התרמית האופיינית עבור קיר חיצוני בהתאם לדרישות התקן ת"י 1045 חלק 1 "בידוד תרמי של בנייני מגורים".

#### טבלה 2

ההתנגדות התרמית האופיינית החישובית והמינימלית לפי ת"י 1045 (מ"ר x ק' / ווט) לפי אזורי אקלים				מסה ליחידת שטח	מס' חלופה
ג'	ב'	א'	חישובית	ק"ג/מ"ר	
0.8 לא מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	0.75	539	1
0.8 מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	1.063	539	2
0.8 מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	1.375	540	3
0.8 מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	1.687	541	4
0.896 מתאים	0.738 מתאים	0.638 מתאים	0.987	280	5
0.8 מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	0.891	305	6
0.8 מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	0.836	306	7
0.8 מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	1.112	512	8
0.896 מתאים	0.738 מתאים	0.638 מתאים	1.276	281	9
0.8 מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	1.353	312	10
0.8 מתאים	0.7 מתאים	0.6 מתאים	1.407	314	11

#### 4. דירוג אנרגטי והתאמת הקיר החיצוני לדרישות תקן הישראלי ת"י 5282 חלק 1

בטבלה מס' 3 מפורטות תוצאות חישובי העברות התרמית הכוללת עבור קיר חיצוני לפי חלופות שונות בהתאם לדרישות התקן ת"י 5282 חלק 1 "דירוג בנייני מגורים לפי צריכת האנרגיה".

#### טבלה 3

העברות התרמית הכוללת החישובית "U" (ווט / מ"ר x ק') והתאמתה לדרגה לפי אזורי אקלים א', ב', ג'					מס' חלופה
	ג'	ב'	א'	חישובית	
	-	C	C	*1.174	1
	C	B	B	*0.903	2
	B	B	B	*0.748	3
	B	B	B	*0.642	4
	C	B	B	0.864	5
	C	B	B	0.987	6
	C	B	B	0.994	7
	C	B	B	0.78	8
	B	B	B	0.691	9
	B	B	B	0.656	10
	B	B	B	0.634	11

\* U הממוצעת המשוקללת עם 4% של "חלונות" ללא בידוד תרמי.

#### 5. השוואת צריכת החשמל לחימום ולקירור לפי תקן הישראלי ת"י 5282 חלק 1

היעילות האנרגטית של שיטת הבנייה של חברת אלפקס נבחנה ביחס לשיטות הבנייה הנפוצות בבניין מגורים באזורי אקלים א', ב' ו-ג'. שיטות הבנייה נבדקו לפי הבדיקה התפקודית של ת"י 5282-1 ע"י סימולציה ממוחשבת שנתית בתוכנת ENERGYPLUS בגרסה 7.2. הדירוג האנרגטי של שיטות הבנייה נקבע לפי אחוז השיפור (%) בצריכת האנרגיה למ"ר רצפה, בין הדירת ייחוס המוגדרת לפי השיטה התפקודית של ת"י 5282-1 לבין הדירות הנבדקות המוגדרות כמו הדירת ייחוס עם שינוי הגדרה של קירות החוץ לפי 11 החלופות הנבדקות.

באופן זה ניתן לבדוד את השפעת שיטת הבנייה של קירות החוץ על צריכת החשמל ולחשב את אחוז השיפור (%) בצריכת החשמל לחימום ולקירור. טבלה מס' 4 המדגימה את התוצאות הנ"ל.

## היעילות האנרגטית של שיטת אלפקס ושיטות אחרות ביחס לדירת ייחוס של ת"י 5282-1

איזורי אקלים	מס' חלופה	חימום (קוט"ש/מ"ר/שנה)	קירור (קוט"ש/מ"ר/שנה)	סה"כ (קוט"ש/מ"ר/שנה)	חשבון חשמל (שקלים/שנה)	אחוזי שיפור	
א'	דירת ייחוס						
	אלפקס	1	1.848	26.977	28.825	1729.5	3.1%
		2	1.546	26.543	28.089	1685.34	5.5%
		3	1.373	26.315	27.688	1661.28	6.9%
		4	1.260	26.180	27.44	1646.4	7.7%
	שיטות אחרות	5	1.416	27.492	28.908	1734.48	2.8%
		6	1.548	27.829	29.377	1762.62	1.2%
		7	1.562	27.944	29.506	1770.36	0.8%
		8	1.641	26.660	28.301	1698.06	4.8%
	ב'	דירת ייחוס					
		אלפקס	1	4.480	32.000	36.48	2188.8
2			3.850	31.180	35.03	2101.8	6.9%
3			3.460	30.710	34.17	2050.2	9.2%
4			3.200	30.390	33.59	2015.4	10.7%
שיטות אחרות		5	3.600	32.030	35.63	2137.8	5.3%
		6	3.910	32.730	36.64	2198.4	2.6%
		7	3.960	32.730	36.69	2201.4	2.5%
		8	4.040	31.450	35.49	2129.4	5.7%
ג'		דירת ייחוס					
		אלפקס	1	11.640	16.480	28.12	1687.2
	2		10.160	16.490	26.65	1599	0.4%
	3		9.240	16.520	25.76	1545.6	3.7%
	4		8.620	16.560	25.18	1510.8	5.9%
	שיטות אחרות	5	9.520	16.930	26.45	1587	1.2%
		6	10.270	16.960	27.23	1633.8	-1.8%
		7	10.420	16.990	27.41	1644.6	-2.4%
		8	10.560	16.550	27.11	1626.6	-1.3%
		9	8.610	16.890	25.5	1530	4.7%
		10	8.710	16.890	25.6	1536	4.3%
11		8.470	16.900	25.37	1522.2	5.2%	

טבלאות מס' 5, 6 ו-7 מציגות בצבע ירוק את היתרון של שיטת אלפקס על פני השיטות האחרות עבור החיסכון בצריכת החשמל לחימום ולקירור לפי השיטה התפקודית של ת"י 5282-1. ניתן לראות ששיטת אלפקס (עם בידוד תרמי בין 2-5 ס"מ) יותר חסכונית מכל השיטות האחרות.

## טבלה 5

השוואת החיסכון בחשמל של שיטת אלפקס ביחס לשיטות האחרות באזור אקלים א'							
שיטות אחרות				אזור אקלים א' בית דגן			
8	7	6	5				
5 ס"מ זכוכית מוקצפת (שיטה יבשה)	5 ס"מ איטונג	5 ס"מ פוליאש	3.7 ס"מ צמר זכוכית				
-1.85%	2.31%	1.88%	0.29%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 2 ס"מ	1	שיטת אלפקס	
0.75%	4.81%	4.39%	2.83%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 3 ס"מ	2		
2.16%	6.16%	5.75%	4.22%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 4 ס"מ	3		
3.04%	7.00%	6.60%	5.08%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 5 ס"מ	4		

## טבלה 6

השוואת החיסכון בחשמל של שיטת אלפקס ביחס לשיטות האחרות באזור אקלים ב'							
שיטות אחרות				אזור אקלים ב' באר שבע			
8	7	6	5				
5 ס"מ זכוכית מוקצפת (שיטה יבשה)	5 ס"מ איטונג	5 ס"מ פוליאש	3.7 ס"מ צמר זכוכית				
-2.77%	0.59%	0.03%	-2.36%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 2 ס"מ	1	שיטת אלפקס	
1.31%	4.54%	4.00%	1.70%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 3 ס"מ	2		
3.74%	6.89%	6.37%	4.12%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 4 ס"מ	3		
5.36%	8.46%	7.95%	5.74%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 5 ס"מ	4		

השוואת החיסכון בחשמל של שיטת אלפקס ביחס לשיטות האחרות באזור אקלים ג'							
שיטות אחרות							אזור אקלים ג' ירושלים
11	10	9	8	7	6	5	
איטונג 9 ס"מ	פוליאש 8 ס"מ	צמר 5 ס"מ זכוכית	5 ס"מ זכוכית מוקצפת (שיטה יבשה)	איטונג 5 ס"מ	פוליאש 5 ס"מ	צמר 3.7 ס"מ זכוכית	
-10.81%	-9.82%	-10.26%	-3.72%	-2.59%	-3.27%	-6.32%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 2 ס"מ
-5.00%	-4.06%	-4.48%	1.72%	2.78%	2.14%	-0.75%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 3 ס"מ
-1.53%	-0.62%	-1.02%	4.97%	6.00%	5.38%	2.59%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 4 ס"מ
0.79%	1.68%	1.29%	7.14%	8.15%	7.54%	4.81%	פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול 5 ס"מ

**6. מסקנות הבדיקות**

1. רמת הבידוד התרמי של הקיר החיצוני הבנוי לפי השיטה של חברת אלפקס מתאימה לדרישות התקן הישראלי ת"י 1045 חלק 1 עבור אזור אקלים א' עם שכבת הבידוד של 2.0 ס"מ, עבור אזור אקלים ב' עם שכבת הבידוד בעובי של 3.0 ס"מ ועבור אזור אקלים ג' עם שכבת הבידוד בעובי של 4.0 ס"מ.

2. רמת הבידוד התרמי של הקיר החיצוני הבנוי לפי השיטה של חברת אלפקס מתאימה לדרישות התקן הישראלי ת"י 5282 חלק 1 עבור אזור אקלים א' עם שכבת הבידוד של 2.0 ס"מ לדרגה C, עבור אזור אקלים ב' עם שכבת הבידוד בעובי של 3.0 ס"מ ועבור אזור אקלים ג' עם שכבת הבידוד בעובי של 4.0 ס"מ לדרה B.

3. לאחר השוואת התוצאות של צריכת החשמל, מצאנו כי שיטת אלפקס יעילה וחסכונית יותר בחשמל על פני השיטות האחרות הנפוצות שמיישמים כיום בבנייני מגורים.

  
**מיכאל לוי**  
 אדריכל ומומחה לבנייה ירוקה  
 ע.מ. 318133410 מ.ר. 116807