

10.03.2014

לכבוד

ד. ס. הרכבות בע"מ

**הנדון: קביעת רמת הבידוד התרמי של בית מגורים הבנוי לפי שיטה של חב' ד. ס. הרכבות והשוואתה עם שיטת הבניה המקובלת בארץ.**

הדו"ח הנ"ל מתייחס לבדיקת רמת הבידוד התרמי של בית המגורים הבנוי לפי שיטה של חב' ד. ס. הרכבות בע"מ.

הדירוג האנרגטי של הבית וצריכת האנרגיה לחימום ולקירור הבית נקבעו על סמך התוצאות של סימולציה ממוחשבת שבוצע באמצעות התכנה Design Builder.

הבדיקות נערכו עבור אזורי האקלים א', ב', ג', ד'.

החישובים של צריכת האנרגיה השנתית הצפויה לבניין המתוכנן ולבניין הייחוס, מחושבים עבור שנה אקלימית טיפוסית למקום שהבניין נמצא בו. נתוני השנה האקלימית של המקום כוללים את השינויים מדי שעה של טמפרטורת האוויר, הקרינה הסולארית הישירה והמפוזרת על משטח אופקי, לחות האוויר ומהירות הרוח. בחישוב צריכת האנרגיה השנתית הצפויה, נלקחים בחשבון האלמנטים של מעטפת יחידות הדיור כגון: תכונות הבידוד התרמי והמסה התרמית, גוון קירות חוץ וגג, תכונות החלונות, אמצעי ההצללה ורמת האטימות לאוויר של חלונות ודלתות.

צריכת האנרגיה השנתית הצפויה ליחידת דיור הנבדקת ולדירת הייחוס, מחושבת באמצעות סימולציות תרמיות (שעתי) בתוכנה המאושרת של Energy Plus, דרך הממשק Design Builder.

המעטפת החיצונית של הבית נבדקה להתאמה לדרישות התקן הישראלי ת"י 1045 חלק 1 "בידוד תרמי של בנייני מגורים" וגם להתאמת דרישות התקן הישראלי ת"י 5282 חלק 1 "דירוג בנייני מגורים לפי צריכת האנרגיה".

הנחות לסימולציה ממוחשבת של הבית על פי דרישות התקן הישראלי ת"י 5282 חלק 1:  
בחודשים המצוינים עבור תקופת הקיץ, תעבוד מערכת מיזוג אוויר (עם מקדם יעילות COP=3)  
לקירור בלבד.

בחודשים המצוינים עבור תקופת החורף, תעבוד המערכת מיזוג אוויר (עם מקדם יעילות COP=3)  
לחימום בלבד.

חודשי תקופת הקיץ להפעלת קירור: אפריל עד נובמבר

חודשי תקופת החורף להפעלת חימום: דצמבר עד מרץ

דו"ח כולל:

1. פרטים בסיסים לבדיקה.
2. התאמת המעטפת החיצונית של הבית לדרישות התקן הישראלי ת"י 1045 " בידוד תרמי של בנייני מגורים".
3. התאמת המעטפת החיצונית של הבית לדרישות התקן הישראלי ת"י 5282 חלק 1 "דירוג בנייני מגורים לפי צריכת האנרגיה".
4. הוצאות סימולציה ממוחשבת עבור חלופות שונות.
5. דירוג אנרגטי של הבית עבור חלופות שונות לפי התקן הישראלי ת"י 5282 חלק 1.
6. הוצאות חשמל לחימום ולקירור הבית עבור חלופות שונות.
7. חישובי החיסכון צריכת החשמל לחימום ולקירור הבית עבור חלופות שונות בהשוואתה לדירת הייחוס לפי ת"י 5282 חלק 1.
8. השוואת חיסכון בצריכת החשמל לחימום ולקירור הבית הבנוי לפי שיטה של ד. ס. הרכבות מול הבית הבנוי לפי שיטה קונוונציונלית.
9. מסקנות.

### 1. פרטים בסיסים לבדיקה:

- בית מגורים צמוד לקרקע
- שטח הבית – 142 מ"ר
- נפח הבית – 463 מ"ר
- שטח ברוטו של קיר חיצוני קל – 131.5 מ"ר
- שטח חלונות – 12 מ"ר
- שטח דלתות – 3.7 מ"ר
- שטח ברוטו של קיר ממ"ד – 28.5 מ"ר
- שטח חלון – 1 מ"ר
- שטח תקרה עליונה – גג – 145 מ"ר
- חלונות בעלי זכוכית רגילה
- דלת חיצוני – דלת עץ

## 2. התאמת המעטפת החיצונית של הבית לדרישות התקן הישראלי ת"י 1045.

בטבלה מס' 1 מפורטות תוצאות חישובי ההתנגדות התרמית האופיינית עבור אלמנטים במעטפת החיצונית בהתאם לדרישות התקן ת"י 1045 חלק 1 "בידוד תרמי של בנייני מגורים" טבלה מס' 1.

ההתנגדות התרמית האופיינית החישובית והמינימלית לפי ת"י 1045 ( מ"ר x °ק' / וט ) לפי אזורי אקלים					מסה ליחידת שטח	מרכיבי האלמנט	מס' חלופה וסוג האלמנט
ד	ג	ב	א	חישובית	ק"ג/מ"ר		
1.5	1.5	1.5	1.25	4.521	37	צמנט-בורד 1.2 ס"מ פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח – 2 מ"מ לוח גבס – 1.27 ס"מ	חלופה 1: <u>קיר חוץ:</u>
1.5	1.5	1.5	1.5	4.505	30	פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח – 2 מ"מ לוח גבס – 1.27 ס"מ	<u>גג:</u>
1.1	1.1	1.0	0.892	1.483	177	טיח חוץ – 2 ס"מ בלוק איטונג – 22 ס"מ טיח פנים – 1.5 ס"מ	חלופה 2: <u>קיר חוץ:</u>
1.5	1.5	1.5	1.5	1.795	578	איטום בט קל – 5 ס"מ קל קר 5 ס"מ בטן – 20 ס"מ טיח פנים – 1 ס"מ	גג

המשך טבלה מס' 1

ההתנגדות התרמית האופיינית החישובית והמינימלית לפי ת"י 1045 - "r" (מ"ר x ק" / וט) לפי אזורי אקלים					מסה ליחידת שטח	מרכיבי האלמנט	מס' חלופה וסוג האלמנט
ד	ג	ב	א	חישובית	ק"ג/מ"ר		
1.5	1.5	1.5	1.25	5.758	41.3	טיח – 0.5 ס"מ פוליסטירן מוקצף קשיח F20 – 5 ס"מ פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח – 2 מ"מ לוח גבס – 1.27 ס"מ	חלופה 3: <u>קיר חוץ:</u>
1.5	1.5	1.5	1.5	4.505	30	פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח – 2 מ"מ לוח גבס – 1.27 ס"מ	<u>גג:</u>

חלופה 4: לפי חלופה 1 עם תוספת צמחיה על הגג.

### 3. התאמת המעטפת החיצונית של הבית לדרישות התקן הישראלי ת"י 5282.

בטבלה מס' 2 מפורטות תוצאות חישובי העברות התרמית הכוללת עבור אלמנטים במעטפת החיצונית

בהתאם לדרישות התקן ת"י 5282 חלק 1 "דירוג בנייני מגורים לפי צריכת האנרגיה"

טבלה מס' 2.

העברות התרמית הכוללת החישובית והמקסימלית לפי ת"י 5282 - "U" (וט / מ"ר x °ק') לפי אזורי אקלים					מסה ליחידת שטח	מרכיבי האלמנט	מס' חלופה וסוג האלמנט
ד	ג	ב	א	חישובית	ק"ג/מ"ר		
0.4 דרגה A	0.4 דרגה A	0.45 דרגה A	0.5 דרגה A	0.213 דרגה A	37	צמנט-בורד 1.2 ס"מ פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח – 2 מ"מ לוח גבס – 1.27 ס"מ	חלופה 1: <u>קיר חוץ:</u>
0.3 דרגה A	0.3 דרגה A	0.4 דרגה A	0.4 דרגה A	0.215 דרגה A	30	פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח – 2 מ"מ לוח גבס – 1.27 ס"מ	<u>גג:</u>
0.7 דרגה B	0.7 דרגה B	0.9 דרגה B	0.9 דרגה B	0.605 דרגה B	177	טיח חוץ – 2 ס"מ בלוק איטונג – 22 ס"מ טיח פנים – 1.5 ס"מ	חלופה 2: <u>קיר חוץ:</u>
0.65 דרגה C	0.65 דרגה C	0.6 דרגה B	0.6 דרגה B	0.516	578	איטום בט קל – 5 ס"מ קל קר 5 ס"מ בטון – 20 ס"מ טיח פנים – 1 ס"מ	גג

המשך טבלה מס' 2

העברות התרמית הכוללת החישובית והמקסימלית לפי ת"י 5282 (וט / מ"ר x ק') לפי אזורי אקלים					מסה ליחידת שטח	מרכיבי האלמנט	מס' חלופה וסוג האלמנט
ד	ג	ב	א	חישובית	ק"ג/מ"ר		
0.4 דרגה A	0.4 דרגה A	0.45 דרגה A	0.5 דרגה A	0.168 דרגה A	41.3	טיח – 0.5 ס"מ פוליסטירן מוקצף קשיח F20 – 5 ס"מ פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח – 2 מ"מ	חלופה 3: <u>קיר חוץ:</u>
0.3 דרגה A	0.3 דרגה A	0.4 דרגה A	0.4 דרגה A	0.215 דרגה A	30	לוח גבס – 1.27 ס"מ  פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח – 2 מ"מ לוח גבס – 1.27 ס"מ	<u>גג:</u>



**4. תוצאות סימולציה ממוחשבת עבור חלופות שונות: צריכת החשמל לחימום ולקירור בדירה הבית.**

טבלה מס' 3.

צריכת החשמל לחימום ולקירור בדירה נבדקת Kwh/m <sup>2</sup> לשנה				צריכת החשמל בדירת הייחוס Kwh/m <sup>2</sup> לשנה	אזור אקלים וחלופות	
סה"כ	תאורה	קירור	חימום		חלופה	אזור אקלים
29.43	13.403	13.271	2.755	43.84	1	א
32.40	13.403	15.765	3.238	43.84	2	
29.41	13.403	13.388	2.621	43.84	3	
29.62	13.403	13.939	2.275	43.84	4	
34.70	13.403	16.849	4.453	53.60	1	ב
39.53	13.403	20.733	5.390	53.60	2	
34.58	13.403	16.919	4.262	53.60	3	
24.29	13.403	16.947	3.938	53.60	4	
30.25	13.403	8.109	8.735	43.69	1	ג
33.48	13.403	8.550	11.523	43.69	2	
29.96	13.403	8.175	8.378	43.69	3	
29.16	13.403	7.935	7.820	43.69	4	
43.82	13.403	29.299	1.119	62.14	1	ד
50.31	13.403	35.768	1.144	62.14	2	
43.61	13.403	29.159	1.043	62.14	3	
43.17	13.403	28.817	0.954	62.14	4	

**5. דירוג אנרגטי של הבית עבור חלופות שונות לפי ת"י 5282 חלק 1.**

טבלה מס' 4.

דרגה לפי ת"י 5282	שיפור % ביחס לדירת הייחוס	צריכת החשמל בדירה הנבדקת $Kwh/m^2$ לשנה	אזור אקלים וחלופות	
			חלופה	אזור אקלים
A	32.87	29.43	1	א
B	26.09	32.40	2	
A	32.92	29.41	3	
A	32.45	29.62	4	
A+	35.25	34.70	1	ב
B	26.26	39.53	2	
A+	35.48	34.58	3	
A+	36.03	24.29	4	
A	30.7	30.25	1	ג
C	23.3	33.48	2	
A	31.4	29.96	3	
A	33.2	29.16	4	
B	43.82	43.82	1	ד
D	19.0	50.31	2	
B	29.8	43.61	3	
A	30.5	43.17	4	

6. הוצאות צריכת החשמל לחימום ולקירור הבית עבור חלופות שונות

טבלה מס' 5.

עלות החשמל לחימום ולקירור הבית ש/ לשנה			צריכת החשמל לחימום ולקירור הבית Kwh לשנה			אזור אקלים וחלופות	
סה"כ	קירור	חימום	סה"כ	קירור	חימום	חלופה	אזור אקלים
1316	1089.8	226.2	2275.7	1884.5	391.2	1	א
1560	1294.6	265.3	2697.3	2238.6	458.7	2	
1315	1099.4	215.2	2273.3	1901.1	372.2	3	
1331	1144.6	186.8	2302.3	1979.3	323.0	4	
1749	1383.6	36506	8.3024	2392.5	632.3	1	ב
2145	1702.6	442.6	3709.5	2944.1	765.4	2	
1739	1389.4	350.0	3007.7	2402.5	605.2	3	
1715	1391.7	323.4	2965.7	2406.5	559.2	4	
1383	665.9	717.3	2391.9	1151.5	1240.4	1	ג
1648	702.1	946.2	2850.3	1214.1	1636.2	2	
1359	671.3	688.0	2350.5	1160.8	1189.7	3	
1294	651.6	642.1	2237.2	1126.8	1110.4	4	
2498	2406.0	91.9	4319.3	4160.4	158.9	1	ד
3031	2931.2	93.9	5241.4	5079.0	162.4	2	
2480	2394.5	85.6	4288.7	4140.6	148.1	3	
2445	2366.4	78.3	4227.5	4092.0	135.5	4	

עלות החשמל מחושב לפי 57.83 אגורות/ קוט"ש ( נכון ל-3.2014 ).

המחיר אינו כולל מ.ע.מ.

חלופה 2 – לפי שיטת הבניה קונוונציונלית ברמה גבוהה.

**7. חישובי החיסכון בצריכת החשמל לחימום ולקירור הבית עבור חלופות שונות**

**בהשוואה לדירת הייחוס לפי ת"י 5282 חלק 1.**

טבלה מס' 6.

חיסכון בצריכת החשמל לחימום ולקירור הבית (%) להשוואה לדירת הייחוס				דירוג אנרגטי של הבית לפי ת"י 5282	פירוט החלופה
ד	ג	ב	א	לפי אזורי אקלים	
43.8	30.2	35.2	32.9	אזור אקלים א', ג' – דרגה A	<p><b><u>חלופה 1:</u></b>  <u>קיר חיצוני:</u>            צמנט-בורד 1.2 ס"מ            פח 2 מ"מ            צמר זכוכית 20 ס"מ            פח – 2 מ"מ            לוח גבס – 1.27 ס"מ</p> <p><u>גג:</u>            פח 2 מ"מ            צמר זכוכית 20 ס"מ            פח – 2 מ"מ            לוח גבס – 1.27 ס"מ</p>
				אזור אקלים ב' – דרגה A+	
				אזור אקלים ד' – דרגה B	<p><b><u>חלופה 2:</u></b>  <u>קיר חיצוני:</u>            טיח חוץ – 2 ס"מ            בלוק איטונג – 22 ס"מ            טיח פנים – 1.5 ס"מ</p> <p><u>גג:</u>            איטום            בט קל – 5 ס"מ            קל קר 5 ס"מ            בטן – 20 ס"מ            טיח פנים – 1 ס"מ</p>
19.0	33.5	26.2	26.1	אזור אקלים א', ב' – דרגה B	
				אזור אקלים ג' – דרגה C	
				אזור אקלים ד' – דרגה D	

המשך טבלה 6

חיסכון בצריכת החשמל לחימום ולקירור הבית (%) להשוואה לדירת הייחוס				דירוג אנרגטי של הבית לפי ת"י 5282 לפי אזורי אקלים	פירוט החלופה
ד	ג	ב	א		
36.4	43.1	45.6	45.2	אזור אקלים א', ג' - דרגה A  אזור אקלים ב' - דרגה A+  אזור אקלים ד' - דרגה B	<b>חלופה 3:</b> <u>קיר חיצוני:</u> טיח - 0.5 ס"מ פוליסטירן מוקצף קשיח F20 - 5 ס"מ פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח - 2 מ"מ לוח גבס - 1.27 ס"מ <u>גג:</u> ח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח - 2 מ"מ לוח גבס - 1.27 ס"מ
37.3	45.8	46.5	44.5	אזור אקלים א', ג' ג', ד' - דרגה A  אזור אקלים ב' - דרגה A+	<b>חלופה 4</b> <u>קיר חיצוני:</u> צמנט-בורד 1.2 ס"מ פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח - 2 מ"מ לוח גבס - 1.27 ס"מ <u>גג:</u> צמחיה פח 2 מ"מ צמר זכוכית 20 ס"מ פח - 2 מ"מ לוח גבס - 1.27 ס"מ

**8. השוואת חיסכון בצריכת החשמל לחימום ולקירור הבית הבנוי לפי שיטה של ד. ס. הרכבות**

**מול הבית הבנוי לפי שיטה קונוונציונלית.**

טבלה מס' 7.

פרמטר	אזור אקלים	חלופה 1	חלופה 2 (שיטה קונוונציונלית)	חלופה 3	חלופה 4
צריכת החשמל לחימום ולקירור הבית	א (תל-אביב)	2275.7	2697.3	2273.3	2302.3
	ב (באר-שבע)	3024.8	3709.5	3007.7	2965.7
	ג (ירושלים)	2391.9	2850.3	2350.5	2237.2
	ד (אילת)	4319.3	5241.4	4288.7	4227.5
חיסכון בצריכת החשמל	א	-15.6%	100%	-15.7%	-14.6%
	ב	-18.5%	100%	-18.9%	-20.0%
	ג	-16%	100%	-17.5%	-21.5%
	ד	-17.6%	100%	-18.2%	-19.3%

## 9. מסקנות.

1. רמת הבידוד התרמי של המעטפת החיצונית לפי שיטה של חב' ד. ס. הרכבות מתאימה לדרגה A לפי ת"י 5282 בכל אזורי האקלים בארץ.
2. בית מגורים הבנוי לפי שיטה של חב' ד. ס. הרכבות מתאים לדרה A באזור אקלים א', ג', מתאים לדרגה A + באזור אקלים ב', ולדרגה B באזור אקלים ד'.
3. בית מגורים הבנוי לפי שיטה של חב' ד. ס. הרכבות מאפשר חיסכון בהוצאות החשמל לחימום ולקירור הבית בין 15-20% לעומת בית הבנוי לפי שיטה קונוונציונלית מבלוק בעל כינוי של 115 לפי התקן ת"י 5 חלק 1.

בכבוד רב

אינג' גולדין רוזה