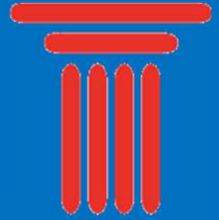




הטכניון

מכון טכנולוגי לישראל

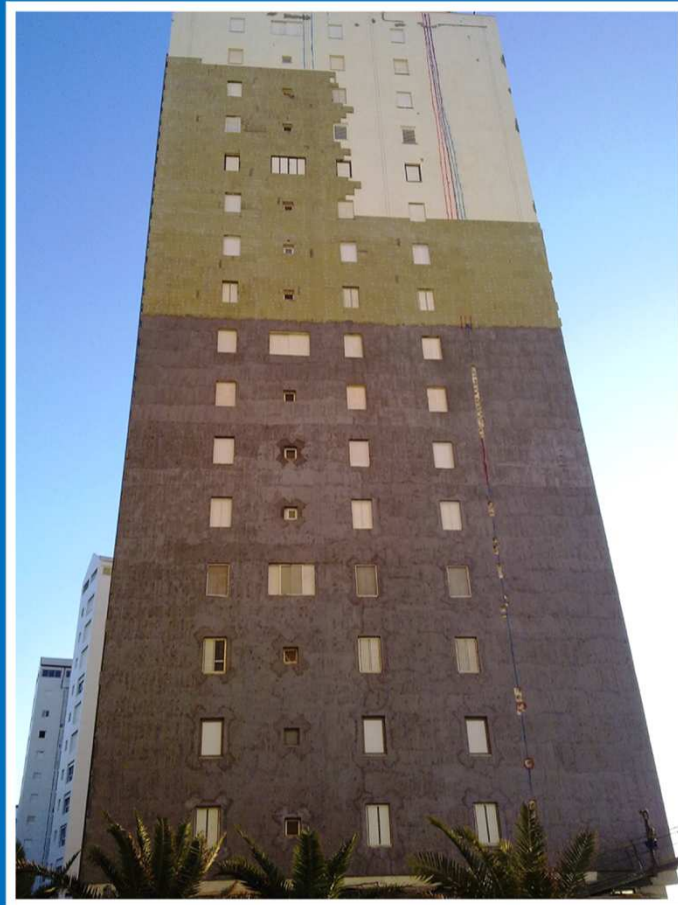


מוסד שמואל נאמן

למחקר מדיניות לאומית

סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 21
מוסד שמואל נאמן, הטכניון

שיפוץ אנרגטי של בניינים



21

16.5.2011

אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן שהוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סם) נאמן הוא מכון למחקרי מדיניות לאומית במגוון רחב של נושאים בתחום הפיתוח הכלכלי, חברתי ומדעי-טכנולוגי של מדינת ישראל. פעילות המחקר בתחום המדיניות הלאומית מתרכזת בתשתיות הפיזיות, המדעיות-טכנולוגיות, תעשייתיות ותשתיות ההון האנושי הקובעות את חוסנה הלאומי של מדינת ישראל. במוסד מבוצעים מחקרי מדיניות וסקירות, שמסקנותיהם והמלצותיהם משמשים את מקבלי החלטות במשק על רבדיו השונים. מחקרי המדיניות נעשים בידי צוותים נבחרים מהאקדמיה, מהטכניון ומוסדות אחרים ומהתעשייה. לצוותים נבחרים האנשים המתאימים, בעלי כישורים והישגים מוכרים במקצועם. במקרים רבים העבודה נעשית תוך שיתוף פעולה עם משרדים ממשלתיים ובמקרים אחרים היוזמה באה ממוסד שמואל נאמן וללא שיתוף ישיר של משרד ממשלתי. בנושאי התוויית מדיניות לאומית שעניינה מדע, טכנולוגיה והשכלה גבוהה נחשב מוסד שמואל נאמן כמוסד למחקרי מדיניות המוביל בישראל.

עד כה ביצע מוסד שמואל נאמן מאות מחקרי מדיניות וסקירות המשמשים מקבלי החלטות ואנשי מקצוע במשק ובממשל. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגים באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגני"ט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה ותקשורת, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ופרויקטים אחרים בעלי חשיבות חברתית לאומית. מוסד שמואל נאמן מארגן גם ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל.

יו"ר מוסד שמואל נאמן הוא פרופ' זאב תדמור וכמנכ"ל מכהן פרופ' משה משה. המוסד פועל במסגרת תקציב של הקרן שהותיר שמואל נאמן להטמעת החזון לקידומה המדעי-טכנולוגי, כלכלי וחברתי של מדינת ישראל.

כתובת המוסד: מוסד שמואל נאמן, קרית הטכניון, חיפה 32000

טלפון: 04-8292329, פקס: 04-8120273

כתובת דוא"ל: info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט: www.neaman.org.il

שיפוץ אנרגטי של בניינים

סיכום והמלצות דיון

פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן

הטכניון

מיום 16.5.2011

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

טל גולדרט

יולי 2011

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחברים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

רשימת משתתפי הפורום:

אדר' און-בר נתן	יועץ משרד התשתיות, אמירים
ד"ר אילון אופירה	מוסד שמואל נאמן
אדר' אלעזר יהונתן	אגף תכנון, המשרד להגנת סביבה
פרופ' אראל אביתר	אוניברסיטת בן גוריון, המכונים לחקר המדבר
ד"ר ארביב אברהם	אגף מחקר ופיתוח, משרד התשתיות הלאומיות
בית הזבדי אדי	אגף שימור אנרגיה, משרד התשתיות הלאומיות
פרופ' בקר ניר	אוניברסיטת חיפה ומכללת תל חי
פרופ' בקר רחל	הטכניון – הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית
גולדרט טל	מוסד שמואל נאמן
פרופ' גרוסמן גרשון – יו"ר	מוסד שמואל נאמן והפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון
אדר' דולב אביגיל	מכון התקנים הישראלי
ד"ר דולב שחר	הפורום הישראלי לאנרגיה
ד"ר ולד שלמה	מדען ראשי – משרד התשתיות הלאומיות
כרמל מילכה	יועצת סביבתית, מרכז השלטון המקומי
ד"ר לב און מרים	קבוצת לב און
ד"ר לב און פרי	קבוצת לב און
לוי שלומי	המחלקה לייעול הצריכה, חברת החשמל לישראל
ליאור אילן	לבנים – פתרונות לחסכון אנרגיה במבנים
פרופ"ח קפלוטו גדי	הטכניון – הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים
אדר' רייש רפי	מנהל אגף בכיר לבניה, משרד הפנים
שראל נגה	תרמוקיר

הבעת תודה

המחברים מודים למרצים על המידע שהציגו ולכלל משתתפי הפורום על תרומתם לדיון הפתוח. צילום הכריכה באדיבות מר אילן ליאור, לבנים בע"מ, כל הזכויות שמורות.

<u>עמוד</u>	<u>תוכן העניינים</u>
5	פרק 1 : הקדמה
6	פרק 2 : רקע
7	פרק 3 : מידע בנושא שיפוץ אנרגטי של בניינים
25	פרק 4 : דיון
37	פרק 5 : סיכום והמלצות

נספחים

39	נספח 1 : תוכנית פורום אנרגיה : שיפוץ אנרגטי של בניינים, 16.5.2011
----	---

פרק 1: הקדמה

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה, במסגרת פעילותו בתחום האנרגיה, מקיים מפגשי "פורום אנרגיה" המוקדשים לדיון בנושאים בעלי חשיבות לאומית בתחום. בפורום האנרגיה מתקיים דיון ממוקד בנושאים מוגדרים, בהשתתפות צוות מומחים המוזמנים לפי הנושא. המטרה היא להתרכז בשאלות רלבנטיות ומוגדרות, לתאם בין הגורמים ולהגיע להמלצות על דרכי פעולה לקידום הנושא, שניתן להציגן בפני מקבלי החלטות.

המפגש הודן בנושא שיפוץ אנרגטי של בניינים התקיים ב- 16 במאי 2011 בטכניון, והשתתפו בו מומחים בתחום מהסקטור התעשייתי, היזמי, האקדמיה והממסד הממשלתי והציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה עקב מומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת ידע מקצועי ראשון במעלה בתחום התכנון והבניה, והחיסכון באנרגיה והבניה הירוקה בפרט.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מן המשתתפים מצגות בנושא שיפוץ אנרגטי של בניינים על היבטיו השונים. מצגות המשתתפים אשר אושרו על ידם לפרסום נמצאות באתר מוסד ש. נאמן: <http://www.neaman.org.il> (אירועים). בחלק השני התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו.

תמצית הדיונים מסוכמת בדו"ח להלן, וכמו בדיונים הקודמים, הוא יוגש למקבלי ההחלטות במטרה להביא אל סדר היום את החסמים והפעולות הנדרשות על מנת לקדם יישום ולהעלות את המודעות לנושא השיפוץ האנרגטי של בניינים בסקטורים השונים במדינת ישראל.

פרק 2: רקע

בניינים רבים בישראל, הן פרטיים והן ציבוריים, נבנו בשנים שעברו בטרם הייתה ערנות לנושא החיסכון האנרגטי. מטבע הדברים, בניינים כאלה הנם בזבזניים מבחינה אנרגטית: צורכים אנרגיה רבה לאקלום – הן בחורף והן בקיץ, לתאורה וכדומה. הגורמים לכך נעוצים בתכנון - אי-שימוש נכון בהצללות, אוורור טבעי, הפניית הבניין וכדומה; ובביצוע - שימוש בחמרי בנייה שאינם מבודדים כראוי, איטום למניעת הסתננות אוויר, מבנה ומיקום החלונות, וכדומה.

נושא השיפוץ האנרגטי של בניינים קיימים תופס מודעות ותאוצה. בעוד שבמקרים רבים ההוצאה אינה משתלמת, באחרים אולי כן. מעבר לחישוב הכלכלי הטהור של בעל הדירה או הבית, יש מקום להתחשב גם בתועלת למשק ולסביבה, ולהעניק תמריצים בהתאם. זוהי מטרת הדיון בפורום הנוכחי.

פרק 3: מידע בנושא שיפוץ אנרגטי של בניינים

בחלק זה של הדו"ח ניתנת תמצית המידע שהוצג ע"י חלק מן המשתתפים, כל אחד לפי בחירתו ומומחיותו. קבצי המצגות שהוכנו ע"י הדוברים מוצגים, כאמור, באתר של מוסד נאמן (<http://www.neaman.org.il>). מטבע הדברים, קיימת חפיפה מסוימת בין הדוברים השונים, אולם עורכי הדו"ח החליטו להביאם כאן כפי שהוצגו ובאותו סדר (ראה תכנית הפורום בנספח 1). מידע זה חשוב ומהווה בחלקו בסיס לדיון הפתוח שהתקיים לאחר מכן, כפי שמובא בפרק 4.

פרופ' אביתר אראל, אוניברסיטת בן גוריון, המכונים לחקר המדבר ע"ש בלאושיין

שיפוץ בנייני מגורים קיימים בישראל לשם חיסכון באנרגיה

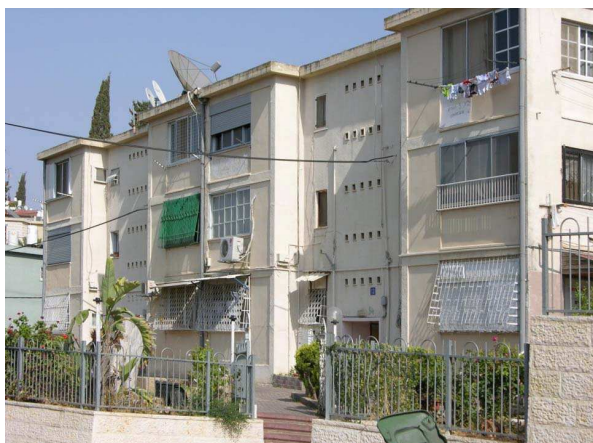
ברצוני להציג ממצאים חלקיים ממחקר ממומן ע"י משרד התשתיות הלאומיות, בהשתתפות פרופ' ניר בקר ממכללת תל חי ומר חנוך פרידמן, תלמיד לתואר דוקטור. מצאי דירות המגורים בישראל גדל ב-1.6% - 1.8% בשנה. מתוך שאיפה להגיע לחיסכון משמעותי באנרגיה, ברור כי אם נתמקד בתקינה הנוגעת למבנים חדשים בלבד, ייקח לנו זמן רב להגיע לתוצאות. ברור שאין ברירה אלא לטפל גם בבניינים קיימים. בהנחה שיש בשיפוץ תועלת כלכלית, ולמרות זאת אנו לא רואים יישום בשטח, עלינו לברר למה לא מיישמים? כלומר, יש לזהות חסמים המונעים שיפוץ בניינים לשם חיסכון באנרגיה. רק אחרי זיהוי החסמים ניתן יהיה להציע מנגנונים להתמודדות.

המחקר כולל שלושה רבדים, אשר בנויים זה בהמשכו של זה:

1. הרובד הפרטי - בדיקה כלכלית של שיפוץ בנייני מגורים אשר רובם בבעלות פרטית ולא מוסדית, ועבורם קבלת ההחלטות מתבצעת על ידי האדם הפרטי.
2. הרובד החברתי/סביבתי - עד כמה נוכל לתת ביטוי לגורמים סביבתיים ועד כמה הם משפיעים על מידת הנכונות לבצע שיפוץ.
3. אילו אמצעי מדיניות יכולים לעודד שיפוץ אנרגטי של בניין מגורים.

בבדיקת הרובד הפרטי נבחרה קבוצת ייחוס של מבנים הידועים בכינוי "רכבות" – מבני מגורים ישנים בעלי 3 קומות, 12 דירות של 88 מ"ר. באיור 1 ניתן לראות בניין מייצג של שש דירות, ביניהן דירות קרקע, אמצע וגג. נבחנו דירות כאלה בהפניות שונות. כן נבחנו 4 אזורי אקלים (לפי ת"י 1045).

נבדקו מספר חלופות לשיפוץ, כמתואר בטבלה מספר 1, כאשר העלויות הן למבנה כולו, וכוללות חומרים + עבודה כולל מע"מ. לשם השוואה נבדקו גם מבנים צמודי קרקע.



איור 1: בניין דירות מייצג לבחינת "הרובד הפרטי"

טבלה מספר 1 – עלות החלופות המשולבות לשיפוץ

תאור החלופות	בית דו משפחתי 310 מ"ר	בית משותף 3 קומות 12 דירות 1065 מ"ר
1 גג : צביעת בסופר קריל לבן כל 5 שנים קירות : חלונות :	30,070	34,500
2 גג : גג הפוך 5 ס"מ פוליסטירן + חצץ 5 ס"מ קירות : חלונות :	46,500	53,250
3 גג : צביעת גג בסופר קריל לבן כל 5 שנים קירות : בידוד פנימי 4 ס"מ פוליסטירן + לוח גבס חלונות :	80,470	234,300
4 גג : צביעת גג בסופר קריל לבן כל 5 שנים + קירות : בידוד חיצוני 6 ס"מ פוליסטירן + טיח וצבע חלונות :	80,650	261,500
5 גג : גג הפוך 5 ס"מ פוליסטירן + חצץ 5 ס"מ קירות : בידוד פנימי 4 ס"מ פוליסטירן וקיר גבס חלונות :	96,900	253,050
6 גג : גג הפוך 5 ס"מ פוליסטירן + חצץ 5 ס"מ קירות : בידוד חיצוני 6 ס"מ פוליסטירן + טיח וצבע חלונות :	103,900	280,250
7 גג : גג הפוך 5 ס"מ פוליסטירן + חצץ 5 ס"מ קירות : בידוד חיצוני 6 ס"מ פוליסטירן + טיח וצבע חלונות : מסתור לחלונות בצורת ח מפנל 7 ס"מ	113,500	303,650

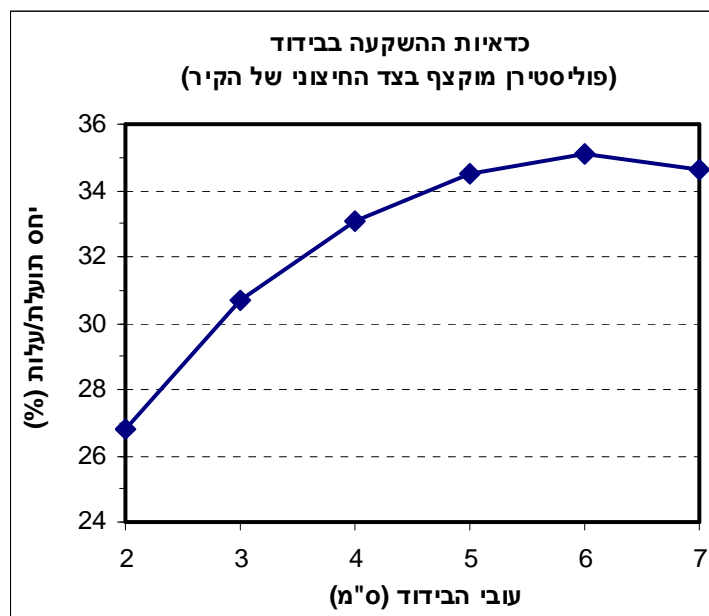
צריכת החשמל של הדירות לפני ואחרי השיפוץ מוצגת בטבלה מספר 2.

טבלה מספר 2 – צריכת חשמל לאקלום אחרי השיפוץ בבית דירות בבאר שבע

צריכת חשמל לאקלום הדירה (קוט"ש/מ"ר/שנה), לפי החלופה לשיפוץ									
קומה	מיקום	בסיס	1	2	3	4	5	6	7
0	חיצונית	37.1	37.1	37.1	28.9	27.6	28.9	27.6	27.6
	פנימית	29.5	29.5	29.5	26.2	25.7	26.2	25.7	25.7
1	חיצונית	43.4	43.4	43.4	33.2	30.8	33.2	30.8	30.8
	פנימית	33.9	33.9	33.9	29.4	28.5	29.4	28.5	28.5
2	חיצונית	66.6	58.9	46.4	50.0	48.5	36.0	33.9	33.9
	פנימית	59.0	51.7	37.7	47.5	46.8	32.7	31.8	31.8

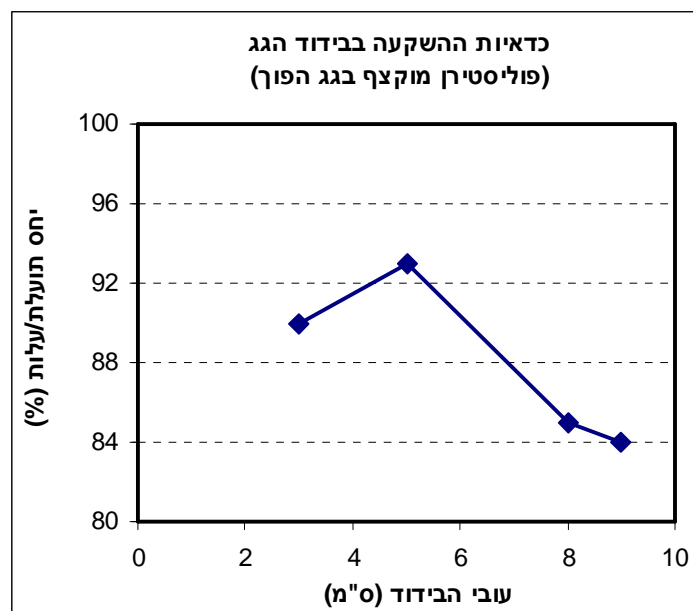
באקלים הנבדק, ניתן לראות שיש הבדלים בין דירות שונות על פי המיקום. פוטנציאל החיסכון משתנה בהתאם. בדירות שבהן הייתה צריכה גבוהה מראש – ניתן לחסוך מחצית מהצריכה.

נסתכל על ניתוח מפורט של עובי בידוד חיצוני בקירות – כיצד משפיע העובי על יחס התועלת / עלות של הפרויקט (איור 2). ההשקעה נבחנת באזור אקלים ירושלים, על פני 30 שנה, בשיעור ריבית של 4%.



איור 2: כדאיות ההשקעה בבידוד הקירות

את אותו המבחן ניתן ליישם גם על עובי הבידוד בגג הפוך, באותם תנאים, והתקבלו התוצאות הבאות (איור 3):



איור 3: כדאיות ההשקעה בבידוד הגג

מסקנת הביניים המתקבלת מניתוח זה היא כי במחירי האנרגיה של היום ועלויות הבניה של היום אין הצדקה כלכלית לשיפוץ.

נעבור לבחון את הרובד החברתי. יתכן כי לאדם הפרטי לא משתלם לשפץ, אבל מה תהיה התמונה שמקבלים כאשר בוחנים את השאלה ברמה הלאומית?

התועלת הסביבתית והחברתית מכילה שלושה מרכיבים – ערך מניעה של פליטות, פוטנציאל חיסכון מביקוש שעות שיא, וערך דחיית הקמת תחנת כוח. על פי נתונים של רשות החשמל, בוצעה הערכה של עלויות חיצוניות אלו, והיא עומדת על פחות מ- 11 אגורות לקווי"ש.

כאשר בודקים עלות מול תועלת עבור חלופות השיפוץ השונות, מתקבלות התוצאות הבאות:

טבלה מספר 3 – עלות מול תועלת – פרטית ומצרפית בבאר שבע, אזור אקלים ב'

תועלת לקווי"ש נחסך (₪)		עלות ביצוע לקווי"ש נחסך (₪)		חלופות לשיפוץ	
מצרפית	פרטית	בית דירות	בית פרטי	תאור החלופה	מס'
10.46	8.6	12.5	22.0	צביעת גג כל 5 שנים	1
10.46	8.6	7.3	9.9	גג הפוך 5 ס"מ + חצץ 5 ס"מ	2
10.46	8.6	16.7	14.8	גג הפוך 5 ס"מ + חצץ 5 ס"מ + בידוד פנים 4 ס"מ	5
10.46	8.6	16.6	15.1	גג הפוך 5 ס"מ + חצץ 5 ס"מ + בידוד חוץ 6 ס"מ	6
10.46	8.6	18.0	16.3	גג הפוך 5 ס"מ + חצץ 5 ס"מ + בידוד חוץ 6 ס"מ + הצללה	7

ניתן לראות כי עלות ביצוע לקווי"ש בבית פרטי יותר יקרה, ויש רק שורה אחת שבה התועלת המצרפית עולה על העלות – חלופה מס' 2.

סביר שבאזורים שונים בארץ יהיו אולי תוצאות אחרות, אולם על פי הנתונים שבידינו – אלו התוצאות. המסקנה היא כי גם כאשר מפנימים את התועלת הסביבתית, רק שיפוץ הגג כדאי.¹

פרופ"ח גדי קפלוטו, הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון

התקן לבניה ירוקה כמסגרת לשיפוץ אנרגטי של בניינים

בישראל, אשר בהתאם לעבודה "2020 - תכנית אב לישראל בשנות האלפיים", אנו צופים בה עד שנת 2020 גידול של פי 2.5 בכמות הבניה ביחס לכמות הבניה הקיימת ב-1990, ובהתאמה צפי לגידול בצריכת האנרגיה, אין ספק כי שיפוץ אנרגטי של בניינים הוא רלוונטי וחשוב.

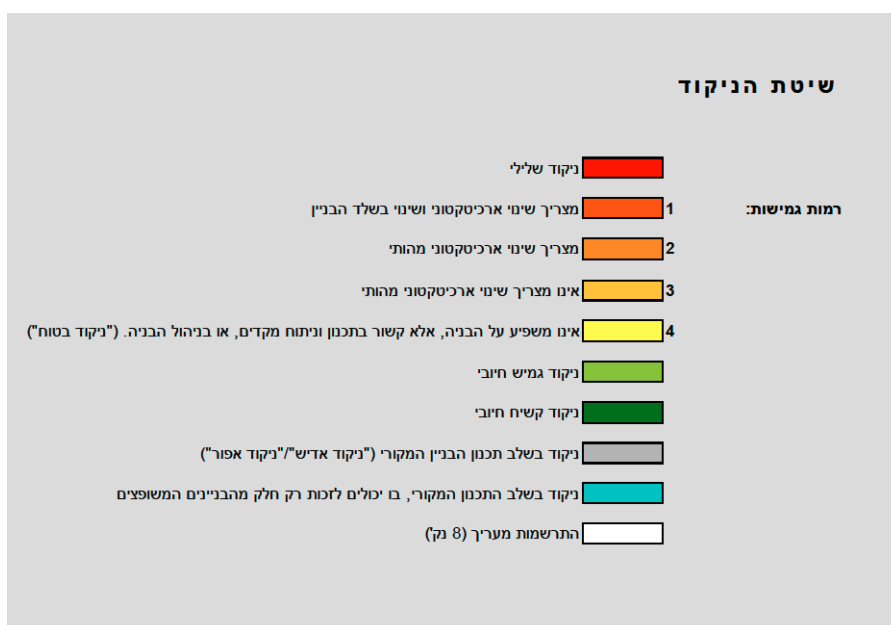
¹ הערות אילן ליאור לגבי מצגת זו, שנמסרו לאחר המפגש: א. כאשר מציגים בידוד מעטפת של מבנה ע"י שכבת פוליסטירן ועליה טיח יש לקחת בחשבון שבמקרים רבים נדרש באותו מבנה חידוש של מערכת הטיח החיצונית (ללא קשר לבידוד המבנה). במקרה כזה העלות הנוספת של ביצוע הדבקה של מערכת תרמית תהייה לוחות הפוליסטירן / צמר סלעים דחוס, חומרי ההדבקה, והתוספת הכספית הנדרשת עבור שימוש בחומרי טיח שמתאימים לחומרי תשתית לטיח שאינו צמנטי. מצד שני, מערכות מהסוג הזה חוסכות הסרה של שכבות הטיח הישן ב. גג הפוך מאריך את אורך חיי מערכת האיטום באופן משמעותי ע"י הגנה מקרינת השמש.

בניגוד לבניה חדשה, בבניה קיימת לא תמיד קיימת אפשרות להתייחס לפרמטרים אשר ניתן לשנות במהלך השיפוץ; למשל, קשה מאוד לשנות נתונים כמו הפניית הבניין, פרטי החזיתות וכו'. כמו כן חשוב לזכור כי בניה ירוקה מתייחסת למכלול נושאים בהם נושא האנרגיה הוא אחד מהם, אבל משקלו הינו משמעותי.

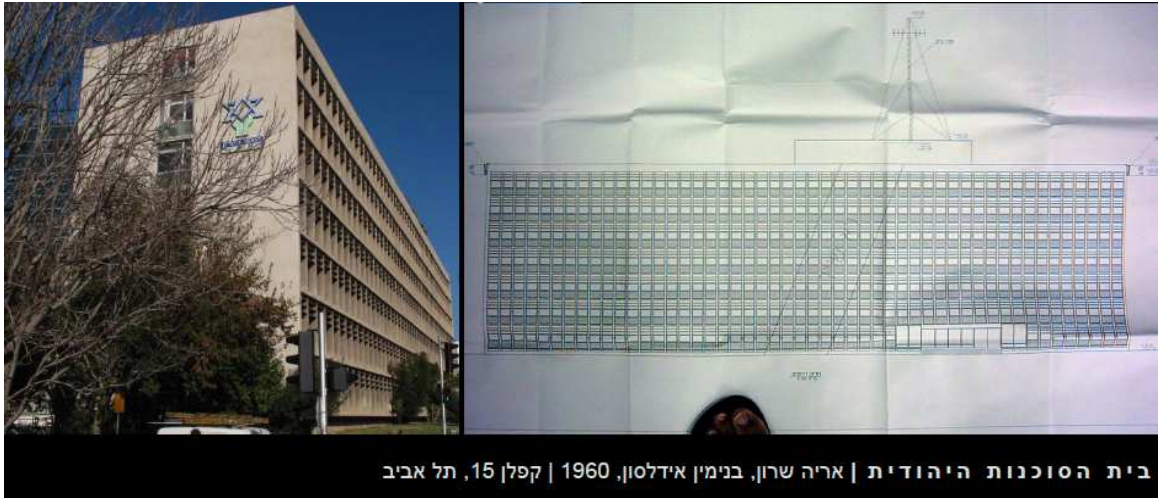
במחקר זה שנעשה במסגרת עבודת מגיסטר בפקולטה לארכיטקטורה ובנינו ערים ע"י אדרי' אורן בן אברהם בהנחייתי (Ben Avraham & Capeluto, 2011), נלקח כבסיס תקן 5281 אשר נמצא בתוקף בעת כתיבת מצגת זו (מאי 2011) ללא הרביזיה שמתבצעת בימים אלו. המחקר בחן מבנים שונים, ובדק בהינתן בניה קיימת – למי מהמבנים יש פוטנציאל טוב יותר להפוך לירוק בהתאם לאמות המידה של ת"י 5281 בצורה יותר קלה או בעלות סבירה.

במבנה קיים ישנם מספר מאפיינים קשיחים – אוריינטציה, מיקום וכדומה. כמו כן יש דברים גמישים שניתן לשנות, ויש דברים שאינם רלוונטיים לנושא אנרגיה – ולכן יישארו מחוץ לדיון בהצגה זו. השיטה שפותחה במחקר מאפשרת לאפיין בניין קיים ע"י זיהוי וסיווג הפרמטרים לפי שיטת הניקוד המוצגת באיור 4, בהתאם למצב הבניין לפני ההתערבות (תנאי התחלה) וכן מצבו האפשרי ע"י יישום שינויים מסוגים שונים המחייבים רמות התערבות שונות.

במסגרת המחקר נבחנו מספר בניינים מסוגים שונים, ביניהם מבנים ישנים (לדוגמה בניין הסוכנות היהודית, איור 5), ומבנים חדשים (לדוגמה מגדל הקריה בתל אביב, איור 6); שניהם תוכננו כבנייני משרדים. מתוך בדיקה של תכונות המבנה הקיימות בשטח לפני ההתערבות, ומה נדרש על מנת להגיע לדירוג ירוק, ניתן עבור כל בניין לתאר את הדרישות לשיפור, ולהעריך האם יש לו סיכוי להגיע לרמות תקן המחמירות יותר.

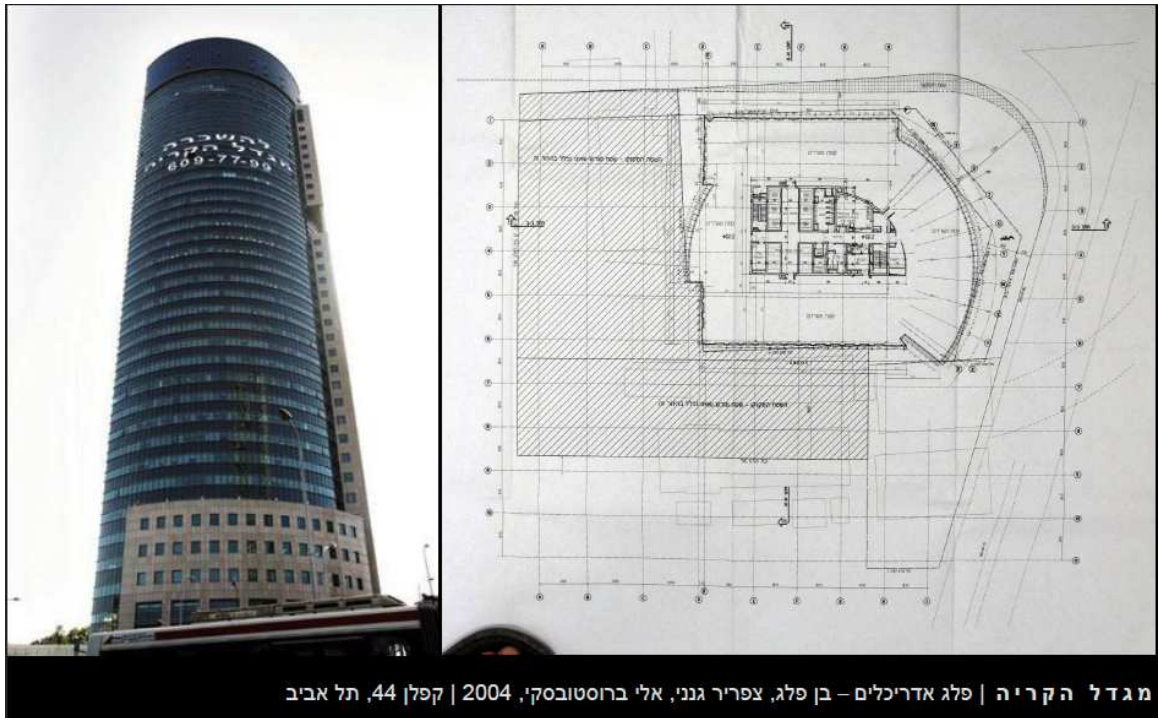


איור 4 : שיטת הניקוד לרמת הגמישות בשינוי



בית הסוכנות היהודית | אריה שרון, בנימין אידלסון, 1960 | קפלן 15, תל אביב

איור 5 : בית הסוכנות היהודית, אריה שרון, בנימין אידלסון, 1960. קפלן 15, תל אביב.

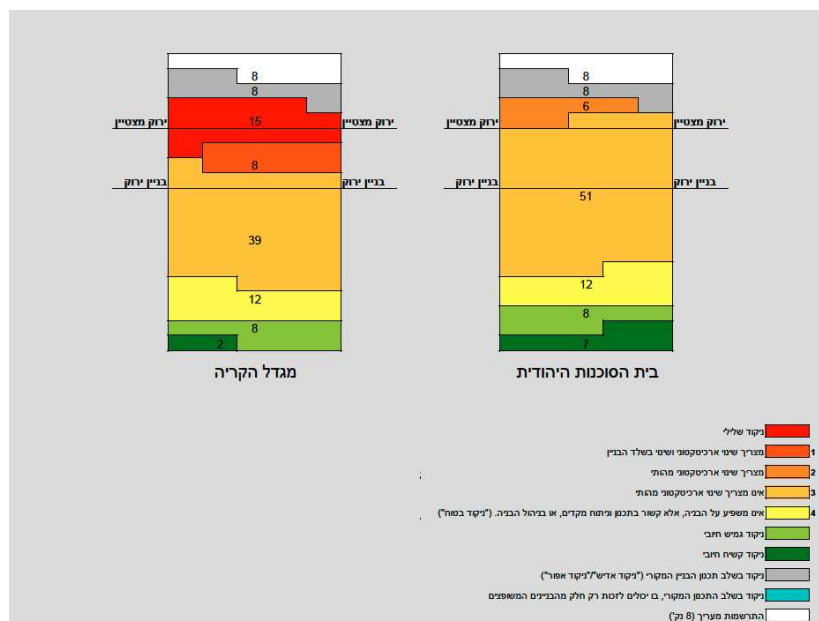


מגדל הקריה | פלג אדריכלים – בן פלג, צפריר גנני, אלי ברוסטובסקי, 2004 | קפלן 44, תל אביב

איור 6 : מגדל הקריה, פלג אדריכלים 2004. קפלן 44, תל אביב.

עבור שני מבני הבוחר המוצגים כאן, מתקבל התרשים המוצג באיור 7. הצבעים מייצגים מה נדרש כדי להגיע להכרה כבניין ירוק ולא יזו רמה של עמידה בתקן ניתן פוטנציאלית להגיע (בניין ירוק או בניין ירוק מצטיין). כפי שניתן לראות, בדוגמה המוצגת פה בניין הסוכנות היהודית, בעל תכנית עם הפניות ברורות לדרום וצפון, הצללת חזיתות ועומק מוגבל לניצול מיטבי של תאורה טבעית, הוא בעל פוטנציאל גדול להפוך לבניין ירוק מצטיין, ע"י יישום שינויים פשוטים יחסית שלא מצריכים שינויים ארכיטקטוניים מהותיים. לעומת זאת מגדל הקריה, בעל חזיתות זכוכית

בהפניות שונות וללא הצללות, יתקשה להפוך לרמת בניין ירוק, ואיננו יכול להגיע לרמה של בניין ירוק מצטיין כיוון שקיימים כבר היום מאפיינים קשיחים שלא ניתנים לשינוי.



איור 7 : אפשרויות השינוי לקראת בניין ירוק מצטיין בשני מבני הבוחן

המחקר מציע כלי בחינה לפוטנציאל הירוק של סטרוקטורות בנויות. נראה כי שימוש בכלי יוכל לסייע בידי מתכננים ורשויות תכנוניות בקביעת מדיניות שיפוץ אנרגטי של בניינים קיימים ופיתוח עתידי.

מקורות:

BEN AVRAHAM Oren, CAPELUTO Isaac Guedi, 2011. A Tool for Determining the Green Potential of Existing Buildings, To be presented at PLEA 2011, 27th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Louvain-la-Neuve, Belgium.

אדר' יהונתן אלעזר, אגף תכנון, המשרד להגנת הסביבה

אמצעי מדיניות ממשלתיים ברטרופיט במסגרת תכנית הממשלה להפחתת פליטות

החלטת ממשלה 2508 בנושא הפחתת פליטות גזי חממה דנה באמצעים להפחתה של 20% עד שנת 2020 (כדברי ההתחייבות של הנשיא שמעון פרס בועידת קופנהאגן). שסיכמה את עבודתה של וועדת שני, כאשר ההחלטה הייתה לא לתת תקציבים ללא נתונים קשים הלקוחים ממקרי בוחן בישראל. דו"ח שני קובע כי יש להכין תשתית ולאסוף מידע על תועלות הבניה הירוקה בארץ, טרם בחינה ויישום של תמריצים כלכליים. בנוסף יש לפעול במקביל בנושאים הבאים:

תכניות מתאר: גיבוש הנחיות להטמעת בנייה בת קיימא בתכניות סטטוטוריות (באמצעות יועץ חיצוני של המשרד)

היתרי בניה: שילוב הוראות בנייה בת קיימא בהנחיות להיתרים

קוד הבניה: חבר בוועדה לכתובת הקוד

תיכנון: חיוב עתידי של תקן בנייה בת-קיימא דרך תקנות התכנון ובניה – בתיאום עם משי' הפנים

סקר מבנים – מטרת הסקר היא, בהינתן נתוני עלות/תועלת – לקבוע על אילו בניינים אפשר וכדאי ליישם פרויקטים של השבחה אנרגטית? הסקר אינו כולל בנייה צמודת קרקע ולא מבנים דו משפחתיים, אלא מבנים רב משפחתיים בלבד. אנו בוחנים נושאים שיעידו על אפשרות פיזית וכלכלית של הארכת משך השימוש במבנה. הכוונה היא לזהות ולהעריך עד כמה ניתן להאריך את משך חייהם של מבנים שונים. כאשר אורך החיים של המבנה צפוי להיות ארוך – יש טעם כלכלי בשיפוצו. אם ניתן להעריך כי הבניין ייהרס וייבנה מחדש בעתיד הנראה לעין – ברור כי לא תהיה תועלת כלכלית בשיפוצו בנקודת הזמן הנוכחית. מכיוון ששיעור החיסכון תלוי בזמן – אורך החיים של המבנה הוא פקטור משמעותי. הסקר יבוצע לפי אזור וסוגי מבנה (טיפולוגיות) – כאשר הכוונה היא למפות את המבנים הקיימים בארץ. הסקר מתוקצב בסכום של 16 מלש"ח, וכולל רק מבנים שאינם כלולים בתכנית אחרת כגון פינוי/בינוי.

מה משפיע על פוטנציאל השידרוג?

- טיפולוגיית המבנה (=עלות, קושי, פוטנציאל)
- ישימות פיזית – מצב פיסי של המבנה
- מוכנות ורצון התושבים
- נראות – איפה ניתן לבצע שינוי לא רק במבנה אלא גם בתודעה
- היבט אקלימי
- פוטנציאל לפיתרון אחר, כולל תמ"א 38

מה נסקר?

- התאמה אקלימית (לרבות בידוד, אוורור, תאורה, איכות פנים המבנה)
- בטיחות סטרוקטורלית
- ביטחון
- אזורים עירוניים
- אזור אקלים
- טכניקות בנייה
- חומרים
- מערכות
- התאמה חברתית

הסקר עצמו מבוצע ע"י הלמ"ס, אשר להם ניסיון רב בסקרים, אף כי לא מהסוג הזה. לפני תחילת הסקר הוגדרו התפוקות המבוקשות –

- טיפולוגיית המבנה (H, טורי וכד')
- בדיקה ויזואלית מקיפה של מעטפת פנימית וחיזונית – חיפויים חיזוניים ופנימיים, חתך קיר חיזוני אפייני
- קיום או מחסור של אמצעי מיגון (ממ"ד / חדר מחוזק / מקלט)
- בעלויות
- מעלית
- קומת עמודים
- חניה לכל דייר
- חדרי מדרגות
- מיגון
- חצר
- מערכות ניקוז מים
- חללי פנים (בסיסי)
- פתחים – סוגי חלונות, הצללות, תריסים, דלתות
- בדיקת התאמת המרחבים הציבוריים לתקנים עדכניים
- בדיקות באמצעים תרמיים שיבחנו כשלים מבחינת בידוד, איטום ומערכות מים
- ביצוע סקרי שביעות רצון של הדיירים
- במקרים קיצוניים ייעשו גם סקרים קונסטרוקטיביים לצורך בחינת בעיות חוזק שלא גלויות לעין.
- תכניות רלבנטיות מהארכיב העירוני

כל הנתונים שייאספו יוכנסו למאגר נתונים ארצי שיהיה זמין לכל והניתוח בהתאם לכמות המבנים יאפשר הערכה ראשונית של דירוג עדיפות לעבודות כאשר נקבל אמצעים לשדרוג המבנים.

אחת השאלות שעלו במהלך התכנון הייתה: על אילו אזורים כדאי לעבוד. לצערנו אין תקציב מספיק לביצוע בכל הארץ – ואנו מבקשים להתחיל בעיקר בפריפריה הגיאוגרפית והחברתית כי שם הסבירות שהתושבים ירצו לקדם תכנית שיפור על דעת עצמם היא מאוד נמוכה. אנו מעריכים כי דווקא באזורים אלו לממשלה יש יתרון משקי להתערבות.

רוויזיה לתקן ישראלי 5281 – מדבר על מבנים חדשים וגם על שיפוץ, כאשר בנושא השיפוץ יש דרישות שונות מאשר למבנים חדשים. מדובר על פקטור שיאפשר למבנים בשיפוץ להיכנס לתקן ולקבל ניקוד למרות הקושי הרב יותר, כי יש כאמור נושאים קשיחים במבנה קיים אשר אינם ניתנים לשינוי.

רכש ירוק – אנו מתרכזים בנושא הטמעת הצורך לבנות מראש או לאפשר שימוש במבנים קיימים במסגרת מנהל הדיור הממשלתי רק במבנים ירוקים. זהו כוח קניה משמעותי עם כיס עמוק מספיק על מנת שנוכל לדרוש התייעלות משמעותית מהמשכירים לפני הארכת כל חוזה.

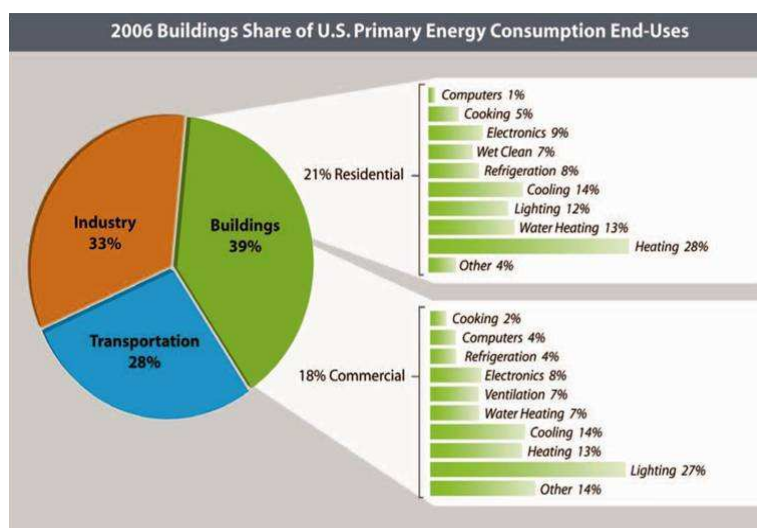
פיילוט שיקום שכונות – בשיתוף עם משרד הבינוי והשיכון – מדובר על 6-8 מבנים שנמצאים בתכנית העבודה שלהם כאשר המפרט יורחב לשיפור ושינוי במספר מישורים – בידוד, הצללה, איטום, אוורור וגם טיפול בפתחים, גם כאשר נראה שישתלם להחליף חלונות. המטרה היא לבחון עלות/תועלת של פרויקטים מסוג זה ולכן יש פה השקעה מעבר לסביר שתושקע בפרויקט נקודתי זה על מנת שנוכל לראות נתונים קשים כדי לתקצב הלאה פרויקטים נוספים ולהעריך את כדאיותם.

ההשפעות הסביבתיות של שיפוץ מבנים אינן רק בתחום האנרגיה, אלא רחבות הרבה יותר.

הכשרת כוח אדם – בתחום זה יש מחסור משמעותי בכוח אדם מקצועי, ובמסגרת התכנית קיבל המשרד גם תקצוב לקידום לימודי בנייה ירוקה במוסדות אקדמיים, ופעולות תומכות נוספות לגיבוש זהות מקצועית בתחום.

מאפיינים מרכזיים של תכניות שיפוץ אנרגטי בעולם

המטרה של פרויקטים מסוג זה היא שיפור ביצועי המבנים ושימוש אפקטיבי באנרגיה. הנתונים מראים כי קרוב ל-40% מסך צריכת האנרגיה של ארה"ב, בדומה לשיעור צריכת האנרגיה באיחוד האירופאי, קשור למבנים. איור 8 מראה את פילוג שימושי האנרגיה בארצות הברית (2006) – והחלוקה הפנימית בתוך הסקטור הביתי והמסחרי.



איור 8 : פילוג צריכת האנרגיה בארצות הברית (2006) וחלוקתה הפנימית בתוך הסקטור הביתי והמסחרי

לשיפוץ אנרגטי יש יתרונות רבים - חיסכון בכסף, תוספת של משרות, הפחתת פליטות גזי חממה ושיפור איכות האוויר בתוך המבנים. שיפור זה טומן בחובו יתרונות נוספים, במיוחד לחברות ומבנים ציבוריים אשר בהם הוכח כי יש שיפור בתפוקת העובדים, ביכולת שמירה על עובדים וכן בשמירה על תדמית ציבורית.

אפקט ה-Rebound – מתאר את גבולות החיסכון (או שיעור הפחת מרמת החיסכון התיאורטית המקסימלית) באנרגיה האפשריים בעקבות פעילות להתייעלות אנרגטית. מחקרים הראו כי חלק מכמות האנרגיה הנחסכת בעקבות התייעלות אנרגיה מתמחזרת לעליה בצריכה, או לצריכה עודפת, בשל תקציבים שהתפנו בעקבות התייעלות. מניסיון ביישום אמצעי התייעלות שונים ניתן לציין ירידה בשיעור החיסכון המקסימלי במרווחים הבאים²:

- חימום מבנים – 10-30%
- קירור מבנים – 0-50%
- תאורה – 5-20%
- חימום מים – 10-40%.

² World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), Energy Efficiency in Buildings Program, 2007 survey

דוגמאות לתוכניות המעודדות רטרופיט במבנים: אורגון, ארה"ב – המבנים מדורגים על פי עצימות אנרגטית, כאשר ציון נמוך = יעיל ואילו ציון גבוה = לא יעיל. נוצרה גם שיטת תמריצים הבנויה על כך שאם תשפץ את המבנה ע"י קבלן מאושר תוכל לקבל החזרים בסכומים משמעותיים. <http://energytrust.org/residential/incentives>

במשרד האנרגיה האמריקאי עובדים על שיטת ניקוד חדשה, שאמורה להיות מוכנה לקראת סוף השנה, באמצעותה תוכל לדעת מהו ציון המבנה: 1 = לא טוב, 10 = מעולה. ניתן יהיה להעריך לאיזו רמה של חיסכון נוכל להגיע אם המבנה ישופץ באמצעות סקר קצר – 50 שאלות עם אינפורמציה כללית על הבית ותוכל לדעת מה מצב הבית וכמה ואיפה כדאי להשקיע.

הדרכה והסמכה של אנשי מקצוע הפועלים בשטח היא חשובה מאוד – יש צורך בהסמכה לבעלי מקצוע – יש שתי שיטות הדרכה הנמצאות בשימוש בארצות הברית –

BPI - <http://www.bpi.org>



Resnet - <http://www.resnet.us>



איור 9: שיטות הדרכה הנמצאות בשימוש בארצות הברית

בשנת 2010 נפתח גם סניף של Building Performance Institute, Europe

באירופה הדירקטיבה להתייעלות אנרגטית במבנים עברה שינויים רבים, והדירקטיבה החדשה נכנסה לתוקף רק לפני שנה. במדינות אירופה היו שיטות חישוב של ביצועי אנרגיה המשתנות ממדינה למדינה, וכל מדינה אף הייתה חופשייה להגדיר לעצמה מהן המחויבויות. הדירקטיבה החדשה מפתחת שיטת חישוב מתואמת עבור כל המדינות באירופה ומחייבת פעילות יישום אחידה.

בכל העולם מושם דגש רב על נושא של הדרכה והסמכה של טכנאים ופקחים.

בטבלה מספר 4 מוצג סיכום מתוך דו"ח UNEP³. הטבלה סוקרת את הפוטנציאל העולמי מבחינת שדרוג אנרגטי של מבנים. במספרים הללו כלולות השערות רחבות מאוד – כמה השקעה יצטרכו בביליונים של דולרים לשנה. בכולם יש השקעות שליליות, אבל עם הפחתת פד"ח העלות לטון מופחת הוא יחסית נמוך לאמצעים אחרים.

³ UNEP – Towards a Green Economy, May 2011

טבלה מספר 4 - הפוטנציאל העולמי מבחינת שדרוג אנרגטי של מבנים

Country/region	Additional investment, 2005- 2050 (US\$ billion /year)	Net Present Value 2005- 2050	CO₂ reduction* (million tonnes 2050)	Average abatement cost, 2005- 2050 (US\$/ tonne)
OECD N. America	244	-46	1699	30
USA	209	-40	1555	28
OECD Europe	170	-26	915	30
OECD Pacific	67	-17	353	48
Japan	37	-9	168	52
Transition Economies	78	-12	548	24
Developing Asia	188	-26	2,343	14
China	114	-15	1427	14
India	19	-2	221	12
Latin America	31	-5	148	39
Middle East	80	-17	663	32
Africa	29	-3	298	10
WORLD	1,042	-180	8,200	25
*Relative to business as usual				

אילן ליאור, לבנים – פתרונות לחסכון אנרגיה במבנים

שיטות להתייעלות אנרגטית במבנים – הלכה למעשה

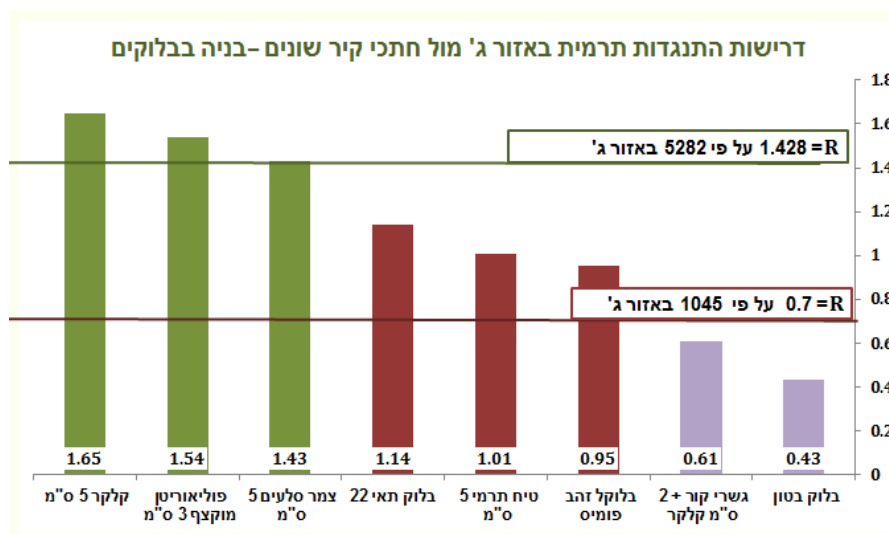
אחת הבעיות הגדולות ביותר היא שאין חיבור מספיק בין האקדמיה לבין היישום בשטח, ובין גורמי התקינה לבין השטח. זה גורם לחוסר תיאום בין תקנים שונים, ולבעיות בתחומים של יישום. אנחנו מחפשים כל הזמן שיטות וטכנולוגיות אשר יאפשרו ליישם בניה ירוקה במחירים דומים או שווים לבניה רגילה, וברור לכל העוסקים בתחום שאם לא נעשה זאת אנו בבעיה. ברטרופיט של מבנים אנו מתמקדים בבתים צמודי קרקע כיוון שבבניינים גבוהים אנו מתמודדים עם בעיות תקינה, בעיקר עם דרישות כיבוי האש.

לא בכל המקרים שיפור ביצועי המבנה הם מותרות. בבית באזור הערבה כאשר הקיר החיצוני מגיע לטמפרטורה של 45 מעלות ויותר בסוף היום, אי אפשר לחיות, ולא משנה מה תהיה העלות. תושבי האזור חיים תחת אוורור מאולץ כל הזמן, במרבית ימות השנה, ולא ניתן לחיות באזור זה בלעדיו.

בבניה חדשה אנו מפתחים פתרונות שונים לבניית קירות מבודדים בעלויות תחרותיות.

כאשר מדובר על חיפוי מבנים - אנו נתקלים בבעיות קשות עם תקינת אש. בנוגע לגגות, כמי שמתמודד עם הבעיות בשטח לא ברור כמה סקרים צריך לעשות כדי להבין שגג שהטמפרטורה מתחתיו היא 70 מעלות בערך, אינו מאפשר חיים נוחים בבית. מתסכל ביותר לראות שסקרים דומים נערכו כבר בעבר, והנה אנו שוב מדברים על מימון של סקרים נוספים, כדי למצוא שוב ושוב את אותן תוצאות.

כאשר בוחנים ביצועים של בלוקים מסוגים שונים ומשווים בין התקן הקיים היום באזור ג' (הר הנגב למשל), מול התקן החדש והפער ביניהם, ניתן לראות שיש משמעות גדולה להרכב וחלוקת החומרים במעטפת.



איור 10 : דרישות התנגדות תרמית (ערכי R בציר האנכי) באזור אקלים ג'

רטרופיט - אסור לשכוח שרטרופיט מיועד לעיתים לבניין בן עשרות שנים, והוא חלק מחידוש ושיפוץ הבניין. לא יהי זה הוגן "להעמיס" את עלויות כלל שיפוץ המבנה על הבידוד בלבד.

אני חושב שראוי לצאת בקריאה במסגרת הפורום, לנסות לייצר את החיבור הנדרש בין השטח והתקינה והדרישות החדשות מהתקן – כי ללא החיבור הזה אנו עושים את עבודתנו ללעג.

כמו כן, כגורמים מייצרים ומיישמים בשטח היינו רוצים לראות חיבור טוב יותר בין האקדמיה לבין ייצור המוצרים והשטח.

נגה שראל, תרמוקיר

תהליך הטמעת מערכת ה-ETICS כדוגמא של קידום טכנולוגיית בידוד חדשה

ה-ETICS (External Thermal Insulation Composite System) היא מערכת בידוד ליישום חיצוני על המבנה המורכבת ממספר שכבות – שכבת בידוד העשויה לוחות פוליסטירן או לוחות צמר סלעים מבודדים, שכבת הגנה המגינה על שכבת הבסיס, ושכבה חיצונית דקורטיבית.

על פי נתונים מאירופה, אנו יודעים לאפיין את צריכת החשמל בבניין כדלקמן:

55% איקלום

15% חימום מים

10% מוצרי חשמל

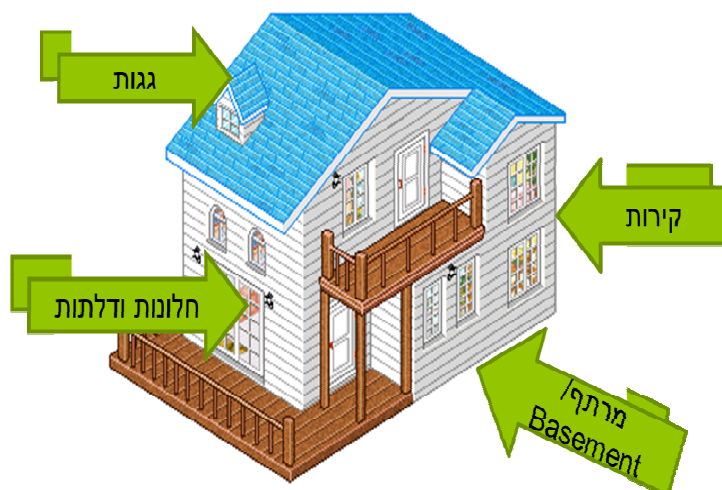
8% בישול

5% תאורה

7% אחרים

ניתן לראות כי הנושא המשמעותי ביותר הוא איקלום. איפה יש אובדן אנרגיה?

אנו מאבדים 50% מהקירות, 25% מחלונות ודלתות, 15% מהגגות ו-10% מהמרתף.



איור 11 : אזורי איבוד אנרגיה בבניין

מערכת הבידוד עשויה בסיס עם חומר מקשר ורשת לחיזוק, ועליה שכבת גמר שיכול להיות כל שליכט אקרילי או כל חיפוי אחר. השכבה מבודדת ומוצמדת לקיר עם דבק, שוב שכבת קישור ולבסוף שכבת גמר. זה מיושם על הקירות מבחוץ.

מהו צמר סלעים? זהו מוצר המורכב מבזלת וסלעים מינרליים.

- מיועד לבידוד תרמי ובידוד אקוסטי.
- אינו דליק.
- אינו פולט גזים רעילים.
- עמיד בפני ריקבון והתיישנות.
- אינו גורם לקורוזיה וחלודה.
- עמיד בפני שרצים, עובש ופטרת.
- אינו מושפע מקרינת השמש ואינו מצטמק עם הזמן.
- קל לחיתוך, כל השאריות שמישות.

חשוב לזכור שצריך להגן גם על חומר הבידוד – יש הפרשי טמפרטורות משמעותיים וזה חשוב מאוד.

בנושא כיבוי אש – הדרישה היא שבזמן אש המערכת צריכה להיות עמידה במשך 30 דקות. לא מדובר על כלל הקיר אלא רק השכבה החיצונית. הדרישות מדברות על עמידות חומר הבידוד, יציבותו וכו'. מעטפת הבידוד אינה עומדת לאורך זמן באש, ולכן לא עומדת בתקן כיבוי אש. השינוי הגדול שחל לאחרונה הוא שבתקן 921 הצליחו להפריד בין מבנים בגבהים שונים. במבנה

עד שתי קומות תידרש עמידות רק ל 15 דקות. זה פתח לנו פתח לחדש מבנים כאלו. עדיין נשארנו עם הבעיה במבנים גבוהים.

פרק 4: דיון

בחלק השני של הפורום התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. על מנת למקד את הדיון, הוצגו מראש מספר שאלות כדלקמן:

- כיצד לבדוק (ולכמת) את יעילות השיפוץ ואת החיסכון?
- כיצד בוחנים את היעילות הכלכלית?
- כיצד יוצרים שיח ציבורי בנידון?
- האם יש תכניות תמרוץ ממשלתיות בתחום זה בעולם הרחב ומה ניתן ללמוד מהן?
- מהם החסמים (בנוסף לחסמים הכלכליים) המעכבים יישום רטרופיט של בניינים?
- כיצד ניתן להתגבר על החסמים האלה, בנוסף לתכניות תמרוץ ממשלתיות?
- מהו מקומם של כוחות השוק?

דברי המשתתפים מובאים כאן בסדר בו נשמעו וללא עריכה. בפרק הבא ניתן סיכום ומוצגות מסקנות מדברים אלה.

אדי בית הזבדי: משרד התשתיות הלאומיות מלווה את נושא האנרגיה במבנים שנים רבות. אני חושב שאיננו ממציאים כיום דברים שלא ידענו גם בעבר. מה שמשנתנה לאורך השנים הם מחירי האנרגיה מחירי וסוגי חמרי הבניה וכן המודעות, או הרצון, להיות "ירוק". בהיותי איש מקצוע בתחום האנרגיה, אני משתדל לראות את הדברים לפי ההיגיון והדבר הנכון. אם בידוד דירה עולה 30,000 שקל, עבור משק בית ממוצע יידרשו עשרות שנים להחזיר את ההשקעה. במקרה של בידוד גג בפרט, לקומה העליונה יש אולי את מירב התועלת אבל גם מירב העלות, במרבית המקרים הדיירים בקומה זו יאלצו לשאת לבדם במירב העלות.

השאלה הנשאלת היא כמה יעלה לבודד בתים שנבנו עד לפני 15 שנים? משרד התשתיות ערך חשבון כללי, ומדובר על סכום של 60 מיליארד שקל, עבור שיפוץ אנרגטי של פחות ממיליון וחצי יחידות דיור. ברור שלפרויקט כזה אין זכות קיום אם אין בו הגיון כלכלי, וברור שבתנאים אלו – זה לא הגיוני. מרבית הבניינים עליהם אנו מדברים כבעלי פוטנציאל שיפוץ הם בניינים שנבנו עד שנות ה-70 ורובם אינם עומדים בשום תקן בנייה נוכחי. לבניינים אלו עדיף שתהיה תכניות פינוי/בינוי, ואין ספק שבתים אלו, כאשר ייבנו מחדש, יהיו יעילים יותר מכל הבחינות, וגם מבחינה אנרגטית. מדובר על בניינים אשר כמעט סיימו את אורך החיים שלהם. בתים אשר נבנו מאז השנים 90-95 עומדים באופן בסיסי בתקן 1045. אמנם באזור ירושלים קשה יותר לבודד, ובשנים המדוברות מרבית תנופת הבניה הייתה באזור זה, ולכן זה מותיר לנו מספר מצומצם של בתים שכדאי לטפל בהם. לדייר הפרטי, כפי שראינו בעבודתו של פרופ' אראל, כנראה שזה לא משתלם, ולמדינה, גם אם תשלם 15-20 דולר לטון פד"ח – יותר משתלם כלכלית לקנות אישורי פליטה, ולא לשפץ את הבתים הללו. חבל להשקיע כסף בבניין שממילא עומד למות. גם אם מביאים בחשבון מספר של 30% מהבניינים הקיימים כיום, שזה מספר גבוה משמעותית מהמציאות בעיני, עדיין, לדעתי, המדינה אינה צריכה לטפל בזה.

ד"ר אברהם ארביב : אשמח אם יצאו מתוך הפורום הזה המלצות מעשיות. עד כה שיקפנו רק את ההתלבטות בנושא זה. הנתונים בארץ וגם בחו"ל מראים כי רק במקרים בודדים ברור שלצרכן או לדייר הפרטי כדאי לשפץ את הבית שלו. אנו רוצים לסמן את המקרים שבהם ניתן לעשות זאת ללא עלות עודפת. אני מבקש לסייג את שאמרתי – אנו מבינים כי מבחינה כספית גרידא זה כנראה לא כדאי, אבל חשוב לזכור כי לא רצוי לקבל החלטה כלכלית המבוססת על מחירי האנרגיה של היום. בתחזית המשקפת עלויות אנרגיה הצפויות להיות בטווח של שלושים שנה, המסקנות עשויות להיות שונות, אם כי ברור שאין לנו יכולת לחזות במדויק את מה שיקרה בעתיד. בנוסף, אני רוצה להדגיש שכדאיות כלכלית איננה חזות הכול. ברור כי במקום לבדד את הגג אפשר להגביר את המיזוג, אבל זה עדיין לא נותן אותה הנוחות התרמית. גם עם השקעת אנרגיה נוספת באקלום, הדיירים עדיין ירגישו את החום (או הקור) המגיע אליהם בקרינה מהקירות ומהגג. בתחום השיפוץ האנרגטי יש תוכניות בינלאומיות שהצליחו ויש כאלה שנכשלו. אלה שהצליחו היו בדרך כלל בתנאי אקלים קיצוני. ההתלבטות היא מהי מידת המעורבות הממשלתית הרצויה, בראיית הכדאיות הסביבתית ובראיית רווחתם של הדיירים. האם יש לנו עצה לתת לדרג מקבלי ההחלטות ברמה הלאומית? חייבים לבחון את כל האפשרויות, כאשר יש לנו מגבלות רציניות בתחום זה והמגבלה הכספית היא רק אחת מהן.

יש תוכניות נוספות כגון תמ"א 38, ותוכניות של רשויות מקומיות לשיפוץ מבנים וכד'. אולי אם בונים חבילה שלמה שבמסגרתה גם שיפוץ אנרגטי, זה יעשה את החבילה כולה כדאית יותר וקלה יותר ליישום.

אילן ליאור : אני מתפלא על המסקנה של אדי בית הזבדי. אני חושב שהמפתח נמצא במודעות של האנשים. אם אדם יוכל לקחת הלוואה ישירה מהבנק המיועדת לשיפוץ כללי, אשר כולל גם שיפוץ אנרגטי - אני חושב שהוא יבחר לעשות זאת. בבית צמוד-קרקע, למשל, לבדד גג ממוצע ולהתקין וונטה עולה כ-10,000 ₪, וגם אם ההשקעה לא תוחזר לעולם - ברור שפעולה כזו תעשה את הקומה העליונה לנעימה ונוחה יותר. בידוד הגג מוריד מטמפרטורת הגג עד כ-10°C !

האמירה הקובעת שכל החלטה מונעת משיקולים כלכליים שגויה לדעתי. בעיקר קיימים חוסר ידע ומודעות. באותו אופן שבו הצליחו להחדיר לתודעה את נושא הנורות החסכוניות – כך ניתן להעלות מודעות גם לרטרופיט של מבנים. מי שאינו רואה כיצד אסון דוגמת האסון הגרעיני בפוקושימה משליך על משק האנרגיה של מדינת ישראל - מחמיץ נקודה חשובה מאוד. מספיק טיל אחד שישתק תחנת כוח אחת בישראל - ואז לא תהיה לנו כל האנרגיה, שאנחנו באופן כה טבעי וברור מאליו מניחים שהיא קיימת וזמינה.

בידוד מ"ר של גג יכול להגיע לעלויות של כ-70-100 ₪, כולל עבודה. אני חושב שלמרבית משקי הבית זה אפשרי.

אדי בית הזבדי : זה נכון. צריך להתייחס בצורה מפורטת ולתת התייחסות לסוג המבנה וגילו, בכל עיר.

אילן ליאור: אני פונה לאנשי המשרדים הממשלתיים לעשות יותר ולדבר פחות. קיימות חוברות מידע ועבודות אקדמאיות משנת 1965 - ועדיין מדברים עליהם והנתונים והמסקנות רלוונטיים גם היום. הייתי לוקח חלק מן המימון המיועד לסקרים, ומשקיע אותו לטובת העלאת מודעות. ברגע שינתן מידע רחב יותר – הציבור יישם את הפרויקטים בעצמו. למשל - בגג רעפים ששטחו 150 מ"ר – מודדים במקרים מסוימים טמפרטורה של 70 מעלות בחלל הגג. כאשר מתקינים וונטה אקטיבית, ברור שתנאי המחיה תחת אותו גג יהיו יותר נוחים באופן משמעותי. בעבר מחיר הסולר היה נמוך מאוד. זה לא המצב היום ובעוד כמה שנים המצב עלול להחמיר - ויתכן שנעמוד בפני הפסקות חשמל יזומות.

הייתי נזהר בכל מה שקשור לגופי ואמצעי בקרה של בנייה ירוקה – צריך להיזהר ממערכות בקרה ואכיפה שמפרנסות את עצמן.

אביגיל זולב: האחידות והעבודה על פי הנחיות ותקנים היא חשובה מאוד לדעתי, כי הנחיות עירוניות ויוזמות מקומיות ללא פיקוח הן במקרים רבים green wash, ולא יותר מזה.

אדי בית הזבדי: המספרים מצביעים על כך שמתוך 5% ייקור בעלויות בניה במקרה של בניה ירוקה, כ- 25% הולך לבקרה.

ד"ר אופירה אילון: ברצוני להאיר את נושא ההפרדה הלא נכונה שנעשתה במסגרת עבודת המנכלים לגיבוש תוכנית להפחתת פליטות גזי חממה, בין שיפוץ מבנה לבין המכשירים החשמליים הפועלים בסינרגיה בתוך המבנה. זה נושא מהותי גם לעניין מחירי האנרגיה הנקבעים על פי מחירי הדלקים או חדירה של אנרגיה סולרית יקרה כחלק ממשק החשמל. עבור הפעלה של מכשיר חשמלי יעיל בתוך בית שאינו מותאם ואינו חסכוני – נשלם מחיר גבוה. חייבים לזכור שלתוך הבית המבודד נכנסים גם מכשירי חשמל יעילים.

כל תוספת של טכנולוגיות חדשות ורעיונות חדשים מוסיפה עוד ועוד מידע. לשם דוגמה - בטכניון יישמו לאחרונה ציפוי חלונות מחזיר קרינה, והוכח כבר, באמצעות מדידות וסקרי אנרגיה בחדרים, שיישום הציפוי משפר את צריכת החשמל של המבנה משמעותית.

בנוסף, יש לזכור את סוגיית ההתאמה לשינויי אקלים – שינויי האקלים צפויים להביא לעליה של כחצי מעלה עד לשיעור דרמטי של 4 מעלות ולכן, התאמת המבנה לשינויי האקלים חיונית. בהקשר הזה, גם גילו של הבית ואורך חייו הצפוי וכמובן מתי יבוצע השיפוץ הם נתונים משמעותיים מאוד, וככל שנקדים ליישם עקרונות בניה משמרת אנרגיה במבנים החדשים, נצמצם את הצורך בשיפוץ יקר הרבה יותר בהמשך.

פרופ' רחל בקר: ברצוני להעיר בקצרה לגבי האמירה שנשמעה כאן על כך שהתקינה הקיימת אינה מקדמת, ואף מטרפדת פרויקטים של רטרופיט. זה הוצג בצורה לא נכונה, וברצוני להבהיר – בנין צריך לתפקד ב-10 או 15 תחומים כהלכה, לבטיחותם ורווחתם של המשתמשים. בטיחות האש אינה עניין פרטי של מכבי האש או של מכון התקנים. זהו תקן בטיחות אשר חייב להישמר לטובת דיירי הבניין. כמו שיש תקינה באנרגיה, לשמחתנו יש תקינה גם בנושאים אלו. אחד הנושאים הם התפשטות האש בבניין ואכן במקרים מסויימים דרישות כיבוי האש פוסלות שימוש

בחומרי בידוד מסוימים שיוצרים סיכון. במצב כזה יש למצוא פתרון חלופי. שני הפתרונות שהוצגו לוקים בחסר כאשר הם מיושמים לא על פי התקינה. כל בר דעת מבין, שתקינת בטיחות קיימת לטובת הדיירים.

לעניין השיפוץ האנרגטי – אני מכירה מחקר שנעשה בארה"ב⁴ (שמראה על אלפי יחידות דיור ששודרגו, ונמצא בצורה ברורה שאחד הדברים שבהם עזר השדרוג היה שיפור איכות חיים בבניין ונוחות תרמית גם בקבוצות אוכלוסייה דלות אמצעים יחסית. אנשים בעלי הכנסה נמוכה שאינם יכולים להרשות לעצמם צריכת אנרגיה מוגברת, משלמים בחוסר נוחות תרמית. נתוני פילוג של צריכה קיימים בחח"י לפי עשירונים⁵. ניתן לראות שהעשירון התחתון צורך 1/15 אנרגיה מהעשירון העליון. יש אוכלוסייה גדולה אשר חיה בתת רמה מבחינת נוחות תרמית. הפיתרון עבורם הוא שיפוץ אנרגטי. עבור אוכלוסייה זו ניתן להגיע לנוחות תרמית סבירה ועליה משמעותית ברמת החיים ללא שינוי צריכת האנרגיה, ויהיה להם יותר נעים במבנה. זו עליה ברמת ואיכות החיים שתורמת לדימוי עצמי משופר, תפוקה מוגברת, יציאה לעבודה עם חשק רב יותר, פחות תחלואה ועוד. הנושא הזה לא נבדק בצורה מסודרת ושיטתית במדינת ישראל, ואולי יש מקום לחזור למקומות שכבר בוצע בהם שיפוץ על מנת לבדוק מה הייתה ההשפעה הכוללת.

אני לא מאמינה שהמדינה יכולה או צריכה להעניק סובסידיה לנושא זה כשהוא בא בפני עצמו. מאידך, אין לי ספק כי שיפוץ אנרגטי חייב להיות כרוך בשיפוץ כללי. אפילו בניה ירוקה מראש, שהיא יותר כדאית, לא תמיד כדאית כלכלית, וודאי ששיפוץ, שהוא מסובך ויקר יותר הוא בעייתי במבחן הכדאיות הכלכלית. כל זמן שאין כוונה להשית עלויות חיזוניות על מחיר החשמל, לא תהיה כדאיות לאדם הבודד. שילוב כל התחומים שבהם הבניין צריך שיפוץ, תוך מתן תמריצים לתוספת שיפוץ אנרגטי כחלק מפעילות שיפוץ מקיפה יכול לתמרץ את הדיירים לעשות את זה. תמ"א 38 חיה וקיימת על הנייר ובשטח היא מוגדרת ככישלון. יש ללמוד את הנושא ולהפיק לקחים – התכנית הזו אמורה לטפל בבטיחות הבניין – עניין של חיים ומוות, ואנשים עדיין לא עושים את זה. אולי אפשר ללמוד למה – ולפי זה לדעת לטפל בשיפוץ האנרגטי נכון יותר.

אדי בית הזבדי: חשוב לשים לב כי בחברת חשמל העשירונים הם על פי עשירוני צריכה ולא על פי עשירונים כלכליים.

ד"ר שלמה וולד: אני רוצה לדבר על הנושא החינוכי/ מוסרי. אנשים מוציאים כסף רב על דברים גם ללא הצדקה כלכלית. אנשים עדיין הולכים לקולנוע, למשל. הכישלון של תמ"א 38 הוא שהיא מבוססת על יוזמה ויישום על ידי האזרחים. הממשלה נתנה מגרש משחקים, אבל אם אין הירתמות של האזרחים זה לא מבוצע בשטח. במציאות, אם זה לא עושה לאדם טוב, אז זה לא

⁴ S.D. Cohen, C.A. Goldman, J.P. Haris, 1991, "Measured energy savings and economics of retrofitting existing single-family homes: An update of the BECA-B database". Lawrence Berkeley Lab. CA. USA.

⁵ דו"ח סטטיסטי חח"י לשנת 2009, טבלה 44 עמוד 30 http://www.israel-electric.co.il/Static/WorkFolder/Investors/2009_Heb_Stat_Report_WEB.pdf

נעשה. האקט החינוכי אומר שיש בתים מסוימים ותחומים מסוימים (קירור, למשל, קל יותר לשפר מאשר חימום) אשר ניתן לטפל בהם בהשקעה שולית יחסית. במקומות בעלי אקלים קר, שבהם כל הזמן צריך לחמם מים בצנרת, קל מאוד לבודד ולחסוך. אלו נישות ואותן יש לעודד על ידי מידע וחינוך. זה אולי לא תורם מבחינה לאומית אבל נותן המון מבחינת מודעות ותועלת חינוכית. שיפור הבטיחות ושיפור ההנאה בבית – זה משמעותי מאוד. מבחינה לאומית אנו צריכים לתת דגש על שיפוצים גלובליים שמטפלים גם בבטיחות וביטחון ולכרוך הכל יחד. זה מאמץ בין-משרדי שהוא לא פשוט, וכנראה שצריך יותר מעורבות ויוזמה ממשלתית כדי שמשוה יקרה.

פרופ' אביתר אראל: אנו לא ממש יודעים מהם החסמים האמיתיים. אנו מניחים שזו בעיה כלכלית, או הפרעה ואי נוחות בזמן הבניה. אין לנו מידע וודאי מה הכי משפיע ומה הכי חשוב. אולי בתום המחקר נדע יותר. מצד שני ללא ידיעת החסמים לא בטוח שנצליח לפתור את הבעיה. אם הבעיה היא לא כלכלית – ברור שסובסידיה לא תפתור אותה. חשוב לזהות החסמים ורק אחר כך לבנות מדיניות. חלק ניכר מהאנרגיה בבניינים מושקעת בהקמתם (בבניינים יעילים מן הבחינה האנרגטית, רק כחצי מהאנרגיה דרוש לתפעול במהלך חייהם, והיתרה מושקעת בבנייה). יש עדיפות משמעותית לשיפוץ על פני בניה חדשה, למעט מקרים שבהם הבניין סיים את חייו – משום שהריסת בניין קיים ובניית בניין אחר תחתיו צורכת הרבה יותר אנרגיה מאשר ניתן לחסוך, יהיה הבניין החדש יעיל ככל שיהיה. העדפה צריכה להיות לרטרופיט של מכלול מרכיבי הבניין ולא רק אנרגיה. פיננסי/בינוי הוא פתרון קל על פניו, אשר קורה כי אחר כך מצטערים עליו לאורך שנים: הרס בניינים בתוכניות מעין אלה כרוך לא רק בחידוש התשתית הפיסית, אלא גורם גם לשינויים מרחיקי לכת במרקם האנושי והחברתי, שינויים אשר אינם בהכרח חיוביים. לכן אין להיחפז.

גם אם מחירי האנרגיה צפויים לעלות פי שלוש עד חמש (למשל) – עלותה תיקבע בסופו של דבר על פי העלות השולית של מקור חליפי כזה או אחר. לכן ניתן לתחום תסריטי עלות חימום או צינון של בניינים בעתיד בהתאם לעלות אנרגיה חליפית. גם הקמתן של תשתית אנרגטית ותחנות כוח היא לא פרויקט שמבוצע מהיום למחר, אבל יש לנו הערכות למחירים הללו. בכל מקרה, הערך השולי ייקבע על פי מחירי ייצור אנרגיה חליפית, יקרים ככל שיהיו.

בנושא המימון – ממשלת ישראל לא תממן (למעט בשוליים) פרויקטי רטרופיט של בניינים. כל תכנית שתשאף להשפיע בהיקף גדול תצטרך להיות ממומנת מהשוק הפרטי. איך עושים זאת? יש דוגמאות בשטח, למשל ייצור אנרגיה במערכות PV אינה כלכלית, כידוע – הקידום הכלכלי והסובסידיה קידמו אותה משמעותית. דגם כזה ניתן להפעיל גם ברטרופיט – אם אתה חוסך אנרגיה, תקבל חזרה צ'ק – וזה יבדל את משקי הבית בעלי חיסכון משמעותי – דירת אמצע לעומת דירת גג. כגודל החיסכון ניתן תיגמול על הרטרופיט. אנו צריכים לכוון את ההשקעה כך שנקבל מקסימום תמורה.

אדי בית הזבדי: יש בעיה במנגנון מדידה של אי-צריכה.

פרופ' אביתר אראל: ניתן לחשב אי-צריכה על פי ממוצע חשבונות חשמל קודמים – זה ידע קיים וניתן לחשב את החיסכון בצריכה. נכון שזה לא מושלם, וחייבים אולי להוסיף לכך מנגנון אימות

והוכחה ליישום ממשי של התייעלות או שיפוץ בשטח, אבל אולי למרות שזה לא מושלם זה עשוי לתרום הרבה.

לנושא יתירות תחנות אנרגיה – הוזכר קודם תסריט של פגיעה בתחנת כוח. אם נצא מנקודת הנחה שחיסכון באנרגיה במבנים זה מה שייתן לנו יתירות בייצור החשמל – יש לנו טעות. צריכת האנרגיה במבנים היא 30% מכלל הצריכה, ומתוך זה 30% בלבד מופנה לאקלום. גם במצב של שיפוץ אופטימלי, סביר להניח שנוכל לחסוך עד 50% מהצריכה, כלומר אנו מדברים על 4-5% מצריכת החשמל של המדינה. זה לא מה שייתן לנו יתירות בתחנות הכוח; בסדרי הגודל המדוברים זה לא משמעותי. האקלים ברוב האזורים בארץ אינו קיצוני. במקומות אחרים ברחבי העולם לא ניתן לחיות ללא חימום, וכאן אמנם התרגלנו לנוחות תרמית מסויימת, אבל צריך לזכור שמעבר לאי נוחות – אפשר לחיות כאן גם בלי מיזוג ברוב המקומות רוב השנה.

לגבי שינוי האקלים – יהיו שינויים שיפגעו בעיקר באוכלוסיות החלשות. בשיטות הבניה המקובלות במדינת ישראל, בניגוד לבניה הקלה בארה"ב, רוב הבניינים יחיו שנים רבות - אולי אפילו 100 שנה. חשוב לראות אופק משמעותי גם בבניין שקיים כבר 20 שנה, כי חלק גדול מהבניינים יחיו אחרי זה. חלק מהבניה בוודאי לא תחזיק מעמד אבל מרבית המבנים ישרתו אותנו יותר מ-20 או 30 שנה.

אדי בית הזבדי: מבקש להוסיף גם כי התנהגות מודעת אנרגיה בבית עשויה לחסוך כ-15% מתצרוכת האנרגיה של הבית.

פרופ' גרשון גרוסמן: לנושא שינויי אקלים – אפשר להסתכל כמשל על תעשיית מיזוג האוויר: באירופה של לפני 20 שנה לא היה כמעט שוק למזגנים. היום אירופה היא השוק הגדול ביותר למערכות מיזוג אוויר חדשות כי בארה"ב כבר יש. חברות ישראליות מוכרות שם המון. מגמת שינוי האקלים הגלובלי אינה נתונה לוויכוח – זה אמיתי, זה קורה ואין לדעת מה קצב העלייה הצפוי. אמנם גם האנשים מפונקים יותר אבל זה רחוק מלהסביר הכול.

פרופ"ח גדי קפלוטו: לאור הדברים שנאמרו עד כה ניתן לחשוב ששיפוץ אנרגטי מתרכז אך ורק בבידוד. דובר כאן לא מעט על התנהגות אבל חשוב להבין שאפשר לעשות במבנים הרבה יותר בנושא חלונות, זיגוג, הצללה וכו'. הדיון נסוב אמנם סביב מבני מגורים אבל במבני ציבור יש גם נושא משמעותי מאוד שהוא נושא התאורה. לכן, יש לקחת בחשבון שניתן לעשות הרבה יותר משיפור הבידוד. תכנון תאורה בצורה נאותה וניצול תאורה טבעית חוסך אנרגיה ומשפיע על נוחות של האנשים העובדים בבניין ועל פריון העבודה. כל זה צריך להילקח בחשבון ולא הכול נמדד במשקפיים של כלכלנים. כמו כן, כאדריכל הייתי נזהר מהצהרה בנושא הריסת בניינים במקום שיפוץ. הריסה מהווה שינוי משמעותי של המציאות הקיימת. לעיר יש מרקם קיים בעל ערכים אדריכליים, ויש להיזהר שלא לפגוע בו. בנוסף, כאשר בונים בניה חדשה יש לתת יותר משקל בנושא אנרגיה וחיבים להיזהר בבניה חדשה המנותקת מהרקמה הקיימת. אני רוצה גם לדבר על ההצהרה אשר לרוב מתייחסים אליה כנתון בדוק, הגורסת שבניה ירוקה יקרה יותר מבניה רגילה. ראיתי מספרים שונים בספרות ובשטח, בחלק מהמקרים אכן מדובר על ייקור הבניה, ומצד שני יש מספרים שמראים אחרת. זה לא תמיד יותר יקר ותלוי איך מחשבים ובמה משקיעים את

הכסף. מדובר על מספרים שונים בתחום גדול ועל סדר עדיפויות. בארה"ב ב- LEED חלק גדול מהעלות הולך, אגב, להסמכה עצמה. לבסוף – אם מסתכלים על מה שקורה בעולם בתחום הזה – יש מחקר רב והשקעה רבה של כסף בגישה הרחבה בנושא שיפוץ אנרגטי של בניינים, ולא רק בנושא בידוד.

פרופ' ניר בקר: בתור מי שזה לא תחום המחקר העיקרי שלו, אני חש שאין הבדלים משמעותיים בין הגישות השונות המיוצגות כאן. יש הרבה רגשנות, אבל ברור כי כולם מסכימים שיש לבדוק מדוע דברים לא קורים, והאם זה כדאי או לא לדייר הפרטי. אם אין כדאיות לדייר הפרטי, מה בדבר הכדאיות הכללית למדינה? שיקול חברתי הוא שונה מהפרטי. יש למצוא את הדרך לאו דווקא לסבסד בניה ירוקה אלא אולי להיפך – למסות בניה קונבנציונלית. זהו כלי שעשוי להיות יעיל, וניתן להפעילו אפילו על מבנים קיימים. מי שכבר בנה – ישלם. לא רוצה לשלם? שפץ. לתמרץ נושא כזה זה לא נכון. לפי השקפתי כדאי ללכת לפי עיקרון "המזהם משלם". בנושא חינוך – אני האחרון שיגיד משהו נגד חינוך אבל חייבים לזכור שהטמעה של חינוך לוקחת דור ואין לנו זמן, בעוד שאם תעלה את המחיר – תראה תוצאות מיד. אני חושב ששילוב הכלים הנכון הוא כלכלה בטווח הקצר וחינוך בטווח הארוך. בנושא בניינים משותפים וגג – ניתן לנתח את העלות והתועלת בבניין משותף באופן פשוט יחסית, וכל דייר ישלם את חלקו על פי מידת ההנאה שלו מהשיפוץ. לנושא ה-Rebound והנוחות התרמית – אולי יש מקום ליזום מחקר הבודק לא את הטמפרטורה המסויימת הנדרשת לשם נוחות אלא איך מגיעים לטמפרטורה הזו – ניתן לבדוק מאפיין של נוחות תרמית ולכמת אותו במונחים כספיים.

מילכה כרמל: יש לחשוב כיצד להוביל את הדיון לכיוון פרקטי. היו כמה רעיונות טובים – יש תקציב משמעותי המוקדש לעניין, הצטבר ידע אקדמי רב, סקרים שנערכו בפרויקטים לפינוי בינוי, שיקום שכונות וכו' וכסף ציבורי כבר הושקע בנושא. הידע קיים וחבל לעשות סקר מחודש (בגובה של 16 מליון ₪). חשוב יותר להתמקד בהגדרת ויישום כלי פרקטי. להערכתי כלי כזה צריך לייצר מדדי בסיס על פי אזורי אקלים, טיפוסים מבנים – אם מדובר על בתי ספר ראוי להגדיר מהי צריכת האנרגיה הנורמטיבית/ממוצעת לתלמיד, במבני משרדים יש לדעת את צריכת האנרגיה הנורמטיבית למ"ר של משרד, כמו כן למ"ר למשק בית או לאדם למגורים – ואז כאשר נבקר את תוצאות הפיילוט נדע אם אנו בדרך הנכונה.

שאלת הבהרה למרים לב און – למי פונות התכניות שהצגת?

ד"ר מרים לב און: הפיילוט החדש של הממשל הפדרלי בארה"ב מנסה לבחון כיצד ניתן לשווק באופן יעיל הלוואות המיועדות לבעלי הנכסים שיבצעו את הרטרופיט. יש דוגמאות שונות ליוזמות ממשלתיות כגון ע"י משרד האנרגיה האמריקאי המבצע פיילוט בעשר מדינות ברחבי ארה"ב לבחון שיטות לדירוג אנרגטי – באמצעות תוויות. ישנה פעילות בכל הרמות והממשל הפדרלי פיתח מאגר נתונים זמין לציבור הרחב שבו מידע נרחב על אמצעי מדיניות שונים⁶. חשוב לזכור שבארצות הברית מטרת העל של הממשלה היא לייצר מקומות עבודה. הממשלה נותנת

⁶ National Residential Efficiency Measures Database, v.2.0.0, National Renewable Energy Laboratory (NREL); <http://www.nrel.gov/ap/retrofits/index.cfm>

ערביות, מתוך הבנה שערך הבית יעלה בעקבות השיפוץ והפעילות במשק תספק מקומות עבודה כולל הדרכה והסמכה בהתייעלות אנרגטית של מבנים.

מילכה כרמל: באירופה קיימות תכניות רבות לשיפוץ אנרגטי בניהול הרשויות המקומיות, ואני רוצה להציע שתומלץ האצלת סמכויות לעיריות וגם לחברות קבלניות. השלטון המקומי הוא המבצע בפועל של תכניות הממשלה, פעילות באמצעות הרשויות המקומיות תביא גם לפישוט הליכים בכל מה שנוגע לסבסוד באמצעות קרן ציבורית אשר ראוי שתוקם לקידום ההתייעלות האנרגטית. כדאי לחשוב גם על מתן הרשאה לחברות ניהול ליישם פרויקטים בסדר גודל של שיקום שכונות על פי הנחיות לשיפוץ "ירוק", כדי לוודא שזה אכן יצא מהכוח אל הפועל. ריכוז של נושא ההתייעלות האנרגטית במשרד/רשות אחת (רעיון ה-one stop shop), יעזור אף הוא לקדם ולייעל את התהליכים.

ד"ר שחר דולב: לעניין תמ"א 38 – למה זה לא עובד? העובדות בשטח מראות שמחוץ לאזור המרכז, כלומר תל אביב, אין היתכנות כלכלית לפרויקט, וקיימת בעיה בהשגת הסכמה של כל הדיירים. חייבים לבדוק מה החסמים מעבר למימון וכולל אותו. הערה לגבי עמידה בתקנים – המצב הוא שבשנים שעברו לא הייתה ואין גם כיום אכיפה כלשהי של עמידה בתקן 1045, לא בשלב התכנון ולא בשלב הביצוע, ולכן לא נכון להניח שכל המבנים עומדים בתקן הזה, מעבר לכך שהתקן מהווה בסיס מינימאלי ואינו תקן ייעודי לשימור אנרגיה. המינימום הוא להכניס אכיפה ובדיקה מוסדרים לתקן הזה על מנת לוודא שהמבנים יעמדו בדרישות המינימום, אך בהמשך יש להעלות את הרף. במדינת ניו יורק, למשל, מי שמבצע שיפוץ חייב לעמוד בתנאים אנרגטיים, זו דוגמה לאחד הדברים שניתן לעשות בישראל. המועצה הישראלית לבניה ירוקה פרסמה לאחרונה מסמך העוסק בבניה חדשה וגם בשיפוץ⁷ והעלו את נושא הקרן לשיפוץ, כאשר המדינה תסבסד את הריבית וההחזרים יהיו מתוך החיסכון.

לשאלתו של אדי בית הזבדי – עד כמה המדינה צריכה להיות אקטיבית – אני אתאר את הקרן ההתייעלות אנרגטית הפועלת במדינת אורגון, אשר נחשבת לאחת הטובות בתחום. שם קיים מודל על פיו סוקרים עוברים מבית לבית (לאחר תיאום טלפוני מוקדם) ואדם מקצועי מבצע סקר מהיר לבדיקת מצבו האנרגטי של הבית, ונותן מידית לדיירי הבית רשימה של שיפורים אפשריים. הסוקר ממליץ על פעולות לביצוע, כאשר חלק מההצעות ניתנות לביצוע באופן מידי. הסוקר, אשר בקיא בהטבות הקיימות, מתאר בפני הדיירים את התמריצים שבאפשרותם לנצל ומגיש רשימה של ספקים מומלצים לביצוע הפעולות שהוצעו. בתהליך אינטנסיבי של מעקב אחר שביעות רצון הנסקרים ובדיקה חוזרת לאחר שנה ושלוש שנים, הגיעו באורגון למסקנה שאחת הבעיות המרכזיות ביישום היא מימון, כאשר אנשים דוחים את השיפוץ כי אין להם מימון מיידי. אחד הפתרונות המוצעים הוא כי הסוקרים יציעו אפשרויות מימון בתנאים נוחים ליישום הפעולות המומלצות. בישראל, יוזמה של הפורום הישראלי לאנרגיה מתוכננת להתבצע באילת על פי הדוגמה האמריקאית, באמצעות סוקרים שיעברו מבית לבית ויתנו המלצות לשיפור. זהו פיילוט המתוכנן לביצוע בסוף חודש יולי 2011 שממסקנותיו נוכל להשליך על יישום בשאר חלקי הארץ..

⁷ תמריצים וכלי מדיניות להטמעת בניה ירוקה בישראל, המועצה הישראלית לבניה ירוקה (2010);

<http://www.ilgbc.org/template/default.aspx?PageId=65>

אביגיל דולב: כמייצגת את מכון התקנים ובמידה מסוימת את התקן הישראלי 5281, ברצוני להדגיש כי חשוב מאוד לערוך פרויקט חלוץ, באמצעותו ניתן יהיה לבצע מחקר כלכלי לפרויקטי רטרופיט במסגרת התקן ולהבין מהן בדיוק העלויות – של יישום התקן בכלל והאנרגיה בפרט. מתוך פרויקט כזה ניתן יהיה להעריך את מידת הכלכליות ומהן העלויות והתועלות. תמריצים חשובים מאוד לנושא הרטרופיט – מבנים היום עוברים שיפוץ חיצוני וניתן בקלות להוסיף למאמץ כזה גם תוספת בידוד. מעבר לכך, יש דברים רבים נוספים שניתן לראות במסגרת התקן כגון מאווררי תקרה בכל חדר, מזגן נפרד בכל חדר, מפוחי רוח בעליית הגג; במקרים אלו לא מדובר בעלויות משמעותיות אבל יש שיפור אמיתי בתוך המבנה. באותו אופן שבו העלו את המודעות לחיסכון עם קמפיין המים, חשוב לזכור כי כל נושא ההסברה חשוב מאוד ואכן המודעות מחלחלת, ולא דווקא כפי שנעשה במים, באמצעות העלאת המחיר. הסברה היא חשובה, ורואים שזה תופס. במסגרת הסקר שמבוצע במשרד להגנת הסביבה, יש להוסיף גם עלויות – כמה באמת יעלה שדרוג אנרגטי, על פי סוג מבנה.

ד"ר פרי לב און: בשיחה עד כה, נאמרו דברים, בעיקר שליליים, לגבי כדאיות כלכלית של פרויקטים לשיפוץ אנרגטי. אני רוצה לחזק את דבריו של ד"ר אברהם ארביב. לא כל ההוצאות נעשות מסיבות של כדאיות כלכלית. זה ברור ברמה האישית, אבל גם כשמדובר בדרג הלאומי – אני רוצה להאמין שגם שם זה כך. לדעתי, ואולי זה נאיבי, אסור לוותר. חייבים להשקיע מאמצים גדולים בחינוך; כל שיפור במצב הקיים יביא לשיפור איכות החיים והדימוי העצמי. הערך החינוכי של הפרויקטים הללו חשוב ביותר ולא יסולא בפז. אבל חייבים לזכור שחינוך לוקח זמן ולכן חייבים להתחיל, ואם לא עכשיו אז מחר - גם במצב שבו אין וודאיות ליעילות, וגם אם התוצאה אינה מיידידת. העלאת מחיר החשמל כאמצעי המשמש לצמצום השימוש היא אקט לא חינוכי בעיני. פעולה כזו מבוססת על המנגנון שעונש הוא המניע את הפרט להגיב. אני חושב שזה לא מה שאנו רוצים ללמד את ילדינו. הצעה פרקטית אחת שעלתה היא שמשלד לצמצום השימוש היא אקט לא חוברת עם המלצות לקידום התייעלות אנרגטית בבתיים, במשולב עם מערכת הסברה. אם ינהלו נכון את מערכת ההסברה אני משוכנע שאנשים יבצעו התייעלות אנרגטית, גם ללא קשר לשיקולים כלכליים.

רפי רייש: ההבדל בין המצב במדינת ישראל לבין אירופה הוא ששם כוללים במהלכים של שינוי רגולטיבי והנדסי, התנסות באמצעות פרויקטי מבחן הבוחנת את המצב הקיים, את התהליך וגם את השינוי לאורך שנים - לרבות שביעות הרצון של המשתמשים. הליכים מוצלחים מוטמעים הן ברמת החקיקה במידת הצורך והן ברמת הסיוע בהסרת חסמים ו/או מורכבויות שהתגלו במהלך ההתנסות. בתחילת הדרך, אף מסייעים ליזמים מתכננים ובנאים. באירופה מקיימים סקרים, סימולציות ופיילוטס ועדיין, זה לא כל כך פשוט ולא תמיד מצליחים להגיע למסקנות והמלצות אחידות. אצלנו המצב הנוכחי בעייתי מאוד, מאחר ויש לא מעט אנשים ללא ידע מקצועי נאות המפריחים סיסמאות ורעיונות לאוויר, המבוססים על ניסיונם המוגבל מאוד וולא בחינת המשמעות. במסגרת סקר מבנים קיימים שהמדינה מתעתדת לקיים, נצטרך להבין מהם סוגי המבנים הקיימים, וננסה לזהות פוטנציאל ורלבנטיות של האסטרטגיות השונות. חשוב להבין כי מדובר על שונות גדולה מאוד בין טיפוסים, ויותר מזה, אם אנשים עובדים מהבית, כל המודלים הכלכליים ישתנו כי שימוש האנרגיה ישתנה לאורך היממה וגם התועלות, בהתאם. עוד חשוב

לזכור, כי במדינת ישראל אנו בונים את עצמנו מחדש כמעט כל 25 שנה, כלומר יש בניה חדשה משמעותית מאוד ואסור להסיר ממנה את הפוקוס. פתרונות שאנחנו שומעים בהקשר לתמ"א 38 הכוללות תוספת של קומות למגורים, זה לא כלכלי במרבית המקומות לחדש אותם בהקשר של יעילות אנרגטית, כי כבר הגענו למצב שהעלות המצטברת גבוהה יותר מבניה חדשה של היחידות הללו. לאור זאת, אנו צריכים לבחון את המבנים שצריכים שיפוץ, להגדיר מה צריך לייעד אסטרטגית להריסה ובניה מחדש לאור חוסר כדאיות כלכלית ומבנית, ולעומת זאת מי מהמבנים יכול לחיות עוד שנים רבות או לחילופין חשוב לשמר – ואת המבנים הללו ראוי וכדאי לשפץ ובוודאי גם לשפץ לשיפור יעילות אנרגטית. בעניין סוגי מבנים שיש לבדוק – אין טעם לדבר על מבנים צמודי קרקע ולכן מחקרים שנעשו בנושא אל מול צמודי קרקע אינם רלבנטיים. כמדינה, אנו נשקיע מאמץ טקטי רק במבנים משותפים ואין עניין לאומי במבנים צמודי קרקע לאור הצורך בציפוף. גם במבנים משותפים, המצב היום הוא שאין לנו נתונים אמיתיים, ואנו זקוקים למחקרים יישומיים פה בארץ. אם אני רוצה לשכנע את האוצר שהפרויקטים הללו שווים את ההשקעה, אני חייב להציג נתונים מבוססים. לצורך זה אנו זקוקים לכך שהאקדמיה תהיה מסוגלת להציג נתונים המבוססים על מחקרים באופן בהיר וברור כדי שנדע מהו המכנה המשותף ומה נדרש לטובת ייעול ושיפור מצבת הדירור הקיימת. מימד אחרון – הטיפול בנושא הבניה והשיפוץ של כל מבנה לגופו, אינו רלבנטי בהשוואה להסתכלות על המבנים כחלק ממרקם אל מול השלכות של מבנים זה על זה ומול מיקרו האקלים עירוני. זוהי נקודת מבט משמעותית הרבה יותר. גם בתחום הזה אנו במחסור בנתונים לעומת העולם. כאשר מדברים על נתונים בהקשר לאקלים העירוני של גוש דן אנחנו עדיין משתמשים בנתונים מתל אביב, ונקודתית באזור שדה דוב כנקודה המאפיינת את תל אביב וסביבותיה. אלו הנתונים היחידים שיש כיום, אבל ברור כי אינם מייצגים לא שכונה, ואפילו לא את העיר תל אביב עצמה. לצערי אין לנו נתוני בסיס לתכנון. למאגר מידע כזה נדרשים משאבים ומיחשוב, וכמובן בסיס מידע אמיתי שבעזרתו יוכלו מתכננים לתכנן שכונה אשר צורכת 40% פחות אנרגיה מהשכונה שלידה. לזה נדרש מודל מתמטי, וכמובן עבודה של מומחי התכנון ואז אפשר יהיה לחבר הכול יחד. חלק מהמידע הנדרש קיים, חלק נעשה במחלקות העוסקות דווקא בתחומי הגיאוגרפיה, אולם בשטח, לא קיימת פרקטיקה המאפשרת לייצור מודל נכון לתכנון שכונה חדשה – הכוללת בחינה של מגורים, תחבורה, תעסוקה אולם גם אקלים: מהם בסיסי התכנון הנכונים ומהי הדרך האופטימאלית לבניה ולתכנון. האקדמיה היא המקום שבו נמצאים המודלים הללו, ולא בשוק הפרטי, ואנו נצטרך את עזרתה.

לגבי הבניה ויכולת האכיפה אל מול תנאים ודרישות בנושא, קיימת הסכמה בין משרד התשתיות הלאומיות לבין משרד הפנים בהקשר לצרכי התיאום ביניהם – לפי ההחלטה המשותפת: כל המאמצים הרגולטיביים בתחום שמשרד התשתיות יקדם, ייושמו באמצעות תקנות התכנון והבניה שבאחריות משרד הפנים, כך שתהיה סינרגיה בין התקנות והיכולת ליישם אותן. הרפורמה הצפויה בתכנון ובניה, כוללת הקמת מכוני הבקרה שיוכלו לבקר את איכות התכנון והעמידה של המבנים בכלל התקנות – בטיחות, יציבות וגם בתחומי התכנון המקיים של המבנים. הצפי הוא שנתן יהיה ליישם את ההליכים הנדרשים עד שנת 2014.

נגה שראל: ברור כי מכלל המבנים במדינת ישראל, יש מבנים שראויים לשיקום ויש כאלו שלא. ברצוני להציף שתי שאלות: א. כיצד נחליט מי ראוי ומי אינו ראוי? ב. כאשר יחליטו שסוג מסוים

של מבנים ראוי לשיקום – כיצד יבצעו את השיפוץ עצמו? תכנית תמ"א 38 היא טובה, ואם כך, מדוע זה לא הולך? אני מאמינה שניתן ורצוי מאוד לבדוק את זה. יש לנו מספיק שנים של וותק בפרויקט הזה. אם יוחלט על סוג מסוים של מבנים, ומחליטים לשפץ אותם – ראשית עלינו להפיק לקחים ולהבין מה לא הלך בפרויקט הזה, כדי להימנע מטעויות חוזרות ולוודא שהפעם כן נצליח.

שלומי לוי: חשוב לי להבהיר נקודה נוספת - שיפוץ אנרגטי של מבנה כולל גם את המערכות שבתוכו. יתרה מזאת, אני מרגיש כי הזנחנו בשיחה חלק ניכר מהמבנים, הכלולים בפלח של המבנים המסחריים. מה לגבי שיפוץ בתי ספר ומוסדות לימוד מוזנחים וישנים אשר קיימים בשטח? בחיפה אנו עדים לתופעה רווחת בשנים האחרונות, של מהלך גורף של מיזוג כיתות. לא נראה לי שמישהו השקיע במחשבה לבחינת הכדאיות להכנת המבנה לקראת המיזוג, למשל על שיפור הצללה ובידוד. מעבר לכך, בנושא מגורים – אם ניקח בנין מגורים בירושלים אשר לו מערכת חימום מרכזית העובדת על תנור סולר ישן, הוא עלול לגרום לזיהום רב, גם בשריפה עצמה וגם בדליפה שעלולה להתרחש ממכל הסולר. האם שיפוץ אנרגטי של מבנה כזה לא כולל המלצות בדבר החלפת המערכת למערכת יעילה ונקייה יותר? (משאבות חום לדוגמה). אם נסרוק את מרבית המוסדות הציבוריים, המסחריים והממשלתיים, (לדוגמה הדיור הציבורי, בתי אבות וכדומה) – האם יש בכלם דודי שמש על הגג? אני יכול להעיד כי ברבים מהם אין. בדיון עצמו חשוב מאוד להפריד בין המגזרים - הפרטי מול המסחרי והציבורי - כי ברור שהחסמים ליישם שיפורים אנרגטיים שונים. נושא הבקרה וניהול האנרגיה הוא בעייתי מאוד ולוקה בחסר במבנים רבים ואנו, במחלקה ליעול הצריכה של חברת החשמל נתקלים בזה יום-יום. במקרים רבים, כאשר רוצים להעריך יעילות של יישום אמצעים לחסכון באנרגיה ואף להוכיח חסכון, לא תמיד יש נקודות ייחוס להשוואה בשל מחסור במדידה פרטנית של צריכת אנרגיה במערכות השונות. אם שופץ מבנה, ולא הותקנו בו אלמנטים של בקרה, ניטור וניהול אנרגיה, שעלולים אולי לייקר את עלות השיפוץ, לא יהיה מעקב על צריכת האנרגיה וקשה מאוד ליישם התייעלות אנרגטית.

ד"ר מרים לב-און: המחקר שאליו התייחסה פרופ' רחל בקר מראה כי באוכלוסיית העשירון התחתון אין כמעט תופעה של Rebound, מכיוון שלעשירון התחתון אין כספים פנויים לבזבז על צריכת אנרגיה עודפת. בעשירונים העליונים, אנו עדים לתופעה שבה ההתייעלות תביא לכך שבמקום שני מכשירים, אחרי ההתייעלות נראה שלושה מכשירי טלוויזיה על חשבון החיסכון בחשבון החשמל, אשר פינה מקום בתקציב הביתי להוצאות נוספות. באירופה יש המון מבנים ישנים ואין להם ברירה אלא להתייחס אליהם ולשפצם. בארה"ב עד כה הסתכלו כמעט רק על מבני מסחר. בישראל אנו חייבים להסתכל על כל סוגי המבנים, וכמובן על כל ההיבטים, לא רק על בידוד תרמי. יש גם מערכות תמך בתוך הבניין, הכוללות תאורה ואקלים, על כל אחת מהם כבר דנו בנפרד בפורומים קודמים. כל שטחי המסחר והשירותים הם משמעותיים מאוד וניתן ליישם שם חיסכון משמעותי בתוך 30 שנה שהן אורך החיים של הבניין. חשוב להבין שחלוקת העלויות היא כזו ש- 2% מהעלות מהווים התכנון והבניה, ואילו כל שאר 98% הם הוצאות התפעול של המבנה לאורך חייו (כאשר לוקחים בחשבון גם את המשכורות של העובדים במבנים). יש למצוא דרך שתאפשר לקבלן הבונה את המבנה היום ליהנות מכך שיש אחר כך, לאורך השנים, עלויות נמוכות יותר בהפעלת המבנים כולל בנייני ציבור.

נתן און בר: אני גר ביישוב הנמצא בגובה 650 מטר מעל פני הים, באזור הצפון. יש לי שכן שגר בבית אשר נבנה בשנות ה-70. מספר פעמים נשאלתי על ידי שכני מה כדאי לעשות, ואיך לשפר את המצב בבית, אשר איננו אטום וסובל מעלויות אקלום משמעותיות מאוד. המלצתי לו על כמה דברים, כגון בידוד, החלפת חלונות וכדומה, והוא תמיד ענה לי ב"אין לי כסף". מצד שני אני חייב לציין שלאורך השנים הוזמנתי לחתונות ילדיו, אשר כל אחת מהן עלתה מן הסתם הון רב. התופעה הזו וודאי מוכרת לכם, והיא נובעת מחוסר מודעות וסדרי עדיפויות. לטעמי, כבר היו תקדימים שבהם ראינו את המדינה עושה פעילויות משמעותיות ומשקיעה מיליארדים – גם את הנושא הזה ניתן להפוך לפרויקט לאומי ולטפל במצב הקיים. יש לבצע סקר, להמליץ על פעולות חשובות להבין שבסקירה כוללת של מבנה מוצאים לפעמים דברים אבסורדיים – שקל מאוד לתקן. סקירה יזומה, אשר מלווה בהרבה מאוד הסברה, אשר בעקבותיה יבוא שיפוץ זה בעיני חלק מחינוך. ילד אשר גר בבית שמוחלפים בו חלונות, ידע ויבין למה זה מבוצע. זה צריך להיות פרויקט לאומי עם התמקדות והגדרה של טכניקות. אני מסכים שתמרוץ כלכלי בנושא זה לא עוזר. בקליפורניה יש עיירה שבה החליטו שאם אתה רוצה למכור את הנכס אתה חייב להוכיח שנקטת באמצעים הנדרשים לשיפור המבנה מבחינה אנרגטית לפני המכירה. אפשר להגיע למצב שבו יש לאנשים מוטיבציה. יש להשקיע בתכניות פרסום אדירות כמו בחיסכון במים, ואני בטוח שנוכל לראות תוצאות אשר יקדמו אותנו לעבר המטרה. חשוב מאוד לייעל את התהליכים, ולא למצוא את עצמינו במצב שדברים אינם מתקדמים עקב קשיים ביורוקרטיים או קושי בקבלת אישורים וכדומה.

פרופ' רחל בקר: האגודה לתרבות הדיור מסבסדת שיפוצים של מבנים משותפים כאשר מגיעים להסכמת כל השכנים, כאשר הסבסוד מותנה בעמידה בהנחיות כגון התקנת מסתורי כביסה וכו'. אני חושבת שהכנסה של אלמנטים אנרגטיים יכולה להשתלב במנגנון הזה. כדאי מאוד למצוא דרך למנוע פעולות הנוגדות עיקרון של שיפוץ אנרגטי, למשל התקנת חלון צרפתי במהלך השיפוץ – זו תופעה מודרנית מאוד בימים אלה, כאשר מסלקים את תריס הגלילה והחלון הפנימי ומתקינים את החלון חיצוני, כך שיוצרים מעין ספסל פנימי ללא תריס כלל. מבחינה אנרגטית התריס הוא משמעותי מאוד. זהו אמצעי יעיל גם בקיץ וגם בחורף. אנו רואים מקרים שבהם לא רק שלא מתייעלים אלא תוך כדי שיפוץ מקלקלים גם את מה שכבר היה. אני מניחה שבמרבית המקרים זה נעשה מתוך חוסר ידע וחוסר מודעות להשלכות שיש לשינוי כזה על אקלום הדירה. יש ליצור מנגנון של גישה לתהליך הזה באמצעות האגודה לתרבות הדיור או אולי מרכז הבניה הישראלי כיועץ. גופים כאלה, אשר נתפסים כגופים לא ממשלתיים, יוכלו אולי להתערב ולהעלות את המודעות, ואני חושבת שבאופן זה ניתן לייצר מצב בו הציבור ירגיש שההנחיות אינן באות ממקום של הנחתה מהממשלה אלא מגוף שדואג לטובתו.

פרק 5: סיכום והמלצות

מן המידע שהוצג בפורום (בחלקו מבוסס על המחקר באוניברסיטת בן גוריון) מסקנת הביניים המתקבלת היא כי במחירי האנרגיה של היום ועלויות הבניה של היום, אין הצדקה כלכלית לשיפוץ אנרגטי כולל של בניינים ברמת הפרט, חוץ מפתרונות גומחה שרצוי שכל דייר ישקול בעצמו. כאשר בוחנים את השאלה ברמה הלאומית התמונה שונה. התועלת הסביבתית והחברתית מכילה שלושה מרכיבים – ערך מניעה של פליטות, פוטנציאל חיסכון מביקוש שעות שיא, וערך דחיית הקמת תחנת כוח חדשה. במסגרת שיקולים אלה יש מקום לבחון תמריצים מתאימים, אשר עשויים לשנות את השיקול הפרטי.

מרבית הבניינים שעליהם מדובר כבעלי פוטנציאל שיפוץ אנרגטי הם בניינים שנבנו עד שנות ה-70 המאוחרות, ורובם אינם עומדים בתקני אנרגיה. לחלק מבניינים אלה יש תוכניות פינוי/בינוי, וכאשר ייבנו מחדש יהיו יעילים יותר מכל הבחינות, וגם מבחינה אנרגטית. המסקנה - חבל להשקיע כסף בבניין שממילא עומד להיהרס. לעומתם ישנם בניינים שאינם מועמדים להריסה, בעלי פוטנציאל, ושילוב של שיפוץ אנרגטי עם שיפוץ לתוספת בטיחות, עמידה ברעידות אדמה (תמ"א 38) וכדומה יכול להיות אטרקטיבי.

המלצות:

1. להקים מנגנון אשר יוכל לבצע סקרי אנרגיה בבניינים ולהמליץ לדיירים (אנשים פרטיים או חברות) על סוג השיפוץ המתאים, כדוגמת התוכנית המיושמת באורגון, ארה"ב.
2. להכשיר ולהסמך כוח עבודה מקצועי ואמין אשר יהיה מודע לכל השיקולים האנרגטיים ויכול לבצע את הסקרים כמוצע בסעיף 1 ולתכנן שיפוץ תוך יישום טכנולוגיות חדשות ואמצעי בקרה.
3. להקים מנגנון אשר יסייע במימון השיפוץ, בהתאם לתועלת הצפויה מכל פרויקט או בהתאם לשיקולים לאומיים אחרים, כגון המצב החברתי-כלכלי של הדיירים. רצוי שהמנגנון ישלב משאבים מן השוק הפרטי ולא יתבסס רק על תקציבים ממשלתיים.
4. להכין תשתית ולאסוף מידע על תועלות הבניה הירוקה בארץ, טרם בחינה ויישום של תמריצים כלכליים. יש גורסים כי כמדינה, צריך להשקיע משאבים רק במבנים משותפים ואין עניין לאומי במבנים צמודי קרקע. אם רוצים לשכנע את האוצר ששיפוץ כזה או אחר שווה את ההשקעה, יש להציג נתונים מבוססים.
5. לרתום את האקדמיה - להציג נתונים המבוססים על מחקרים באופן בהיר כדי שיהיה ברור המכנה המשותף לשיפוץ אנרגטי בבניינים. מעבר להסתכלות על כל מבנה בנפרד יש לראות את המרקם העירוני השכונתי, הכולל מיקרו אקלים עירוני.
6. להקדיש מאמץ לחינוך ולהעלאת המודעות בציבור לחשיבות החיסכון האנרגטי בבניינים ולפתרונות הפרטניים הזמינים, בדומה לקמפיין לחיסכון במים או לשמירת הטבע.

7. להסביר כי השיקול הכלכלי הוא רק חלק מן התמונה. בניין ירוק, יעיל אנרגטית, מספק נוחות תרמית משופרת, איכות חיים, תפוקה מוגברת, פחות תחלואה ועוד.
8. מומלץ לבצע פיילוט של מבנה מגורים לשיפוץ (מבנה בן 5-9 קומות). מפיילוט זה ניתן ללמוד על הביצועים האופרטיביים שניתן לקבל במבנה, וכן ללמוד על האספקט הכלכלי.

נספח 1 – תכנית פורום אנרגיה : שיפוץ אנרגטי של בניינים

פתיחה	: 13: 10-13: 00
פרופ' אביתר אראל, אוניברסיטת בן-גוריון, המכונים לחקר המדבר שיפוץ בנייני מגורים בישראל לשם חיסכון באנרגיה	: 13: 20-13: 10
פרופ' ח' גדי קפלוטו, הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון התקן לבנייה ירוקה כמסגרת לשיפוץ אנרגטי של בניינים	: 13: 30-13: 20
אדרי' יהונתן אלעזר, אגף תכנון – המשרד להגנת הסביבה אמצעי מדיניות ממשלתיים ברטרופיט במסגרת תכנית הממשלה להפחתת פליטות	: 13: 40-13: 30
ד"ר מרים לבאון, The Levon Group LLC Highlights of Energy Efficient Buildings and Retrofit programs	: 13: 50-13: 40
אילן ליאור, לבנים – פתרונות לחיסכון באנרגיה במבנים שיטות להתייעלות אנרגטית במבנים - הלכה למעשה	: 14: 00-13: 50
נגה שראל - תרמוקיר תהליך הטמעת מערכת ה-ETICS כדוגמא של קידום טכנולוגיית בידוד חדשה	: 14: 10-14: 00
הפסקה	: 14: 40-14: 10
דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות הבאות :	: 17: 00-14: 40
<ul style="list-style-type: none"> • כיצד לבדוק (ולכמת) את יעילות השיפוץ ואת החיסכון? • כיצד בוחנים את היעילות הכלכלית? • כיצד יוצרים שיח ציבורי בניהון? • האם יש תכניות תמרוץ ממשלתיות בתחום זה בעולם הרחב ומה ניתן ללמוד מהן? • מהם החסמים (בנוסף לחסמים הכלכליים) המעכבים יישום רטרופיט של בניינים ? • כיצד ניתן להתגבר על החסמים האלה, בנוסף לתכניות תמרוץ ממשלתיות? • מהו מקומם של כוחות השוק? • השוואת טכנולוגיות שונות בהיבט של ניתוח מחזור החיים שלהם - בנוסף לביצועים הטכניים. 	
סיום	: 17: 00



מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית
הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל
טל. 04-8292329, פקס 04-8231889
קרית הטכניון, חיפה 32000
www.neaman.org.il