



אנרגיית שמש לבנייני מגורים בישראל



סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 24



אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן שהוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סס) 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, התעשייתיות 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 מוצגת באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגנ"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 הקרן שהותיר שמואל נאמן להטמעת חזונו 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

אנרגית שמש לבנייני מגורים בישראל

סיכום והמלצות דיון

פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן

הטכניון

מיום 20.3.2012

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

טל גולדרט

יולי 2012

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:

| | | |
|---|---------------------|-------|
| כרומגן בע"מ | אזנקוט אדר | |
| מוסד שמואל נאמן | אילון אופירה | פרופ' |
| מנכ"ל המועצה הישראלית לבניה ירוקה | בייניש הילה | |
| ראש האגף לשימור אנרגיה, משרד האנרגיה והמים | בית הזבדי אדי | |
| Zenith Solar LTD | בכר אברהם | |
| מוסד שמואל נאמן | גולדרט טל | |
| מוסד שמואל נאמן והפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון | גרוסמן גרשון – יו"ר | פרופ' |
| מוסד שמואל נאמן | גרינברג יערה | |
| הפורום הישראלי לאנרגיה | דולב שחר | ד"ר |
| משרד האנרגיה והמים | דרורי עמיחי | |
| Green Tech Energy LTD | זפט גרשון | |
| אמקורטק - אנרגיה מתחדשת בע"מ | נוגה ראובן | |
| מנהל האגף להנחיות ולתקנות תכנון ובניה, משרד הפנים | פילזר דוד | |
| Green Tech Energy LTD | קימל נעם | |
| כרומגן בע"מ | קירשנר ארז | |
| כרומגן בע"מ | קרמליוב טימור | |
| מרכז המידע והמחקר של הכנסת | רונן יניב | ד"ר |
| אידיאל - מערכות שמש וחשמל בע"מ | ריינר מיכאל | |

הבעת תודה

המחברים מודים למרצים על המידע שהציגו ולכלל משתתפי הפורום על תרומתם לדיון הפתוח.

| <u>עמוד</u> | <u>תוכן העניינים</u> |
|-------------|---|
| 5 | תקציר מנהלים |
| 7 | פרק 1 : הקדמה |
| 8 | פרק 2 : רקע |
| 9 | פרק 3 : מידע בנושא אנרגית שמש לבנייני מגורים בישראל |
| 21 | פרק 4 : דיון |
| 29 | פרק 5 : סיכום והמלצות |

נספחים

| | |
|----|---|
| | נספח 1 : אנרגיה סולארית לחימום מים במגזר הביתי. מאת אדי בית הזבדי ועמיחי דרורי, משרד האנרגיה והמים, 8.2.12 |
| 30 | |
| 41 | נספח 2 : תכנית פורום אנרגיה : אנרגית שמש לבנייני מגורים בישראל, 20.3.2012 |

תקציר מנהלים

ישראל מובילה בעולם (לצדן של קפריסין ויוון) בשימוש באנרגיית השמש לחימום מים ועד לאחרונה הייתה הראשונה בעולם בניצול אנרגיית השמש לנפש. כ-3% מתצרוכת האנרגיה הלאומית הראשונית מסופקים ע"י אנרגיית שמש לחימום מים ביתי והחיסכון למשק מסתכם (לפי נתוני משרד האנרגיה והמים והלשכה המרכזית לסטטיסטיקה) בכ-750,000 שווה-ערך טון נפט (שעט"ן) לשנה.

על פי תקנות התכנון והבנייה, חלה חובת התקנת מערכת סולרית לאספקת מים חמים בבתי מגורים. חובה זו אינה חלה על בניין שגובהו תשע קומות ומעלה. כיום הגבלה זו מונעת מבתי מגורים רבי קומות ליהנות מיתרונות אספקת אנרגיה סולרית. משמעות אי קיומן של מערכות אלה היא העלאה משמעותית של צריכת החשמל והגברת הצורך בהקמת תשתיות חשמל לשם אספקת היקפי צריכה אלו, פגיעה עקיפה בסביבה, והיעדר היווצרות חיסכון כלכלי רחב-היקף ברמה המשקית.

ב-30 השנים שעברו מאז נכנסו לתוקפן תקנות התכנון והבניה הנ"ל חלו שינויים רבים באופי הבניה בארץ. עקב הגידול במספר האוכלוסין והמחסור בשטח חלקם של בניינים רבי קומות בבניה למגורים הולך ועולה. התקנות העוסקות במערכות סולאריות לאספקת מים חמים בבתי מגורים חייבות לעבור שינוי ולתת מענה למצב שהשתנה. הטכנולוגיה המאפשרת חימום מים סולארי בבניינים רבי קומות קיימת וזמינה. האפשרות להרחיב את התקנות הקיימות ולהחילן על בניינים רבי קומות תתרום רבות להעצמת השימוש באנרגיית השמש, לחיסכון באנרגיה, בכסף ובזיהום אוויר במישור הלאומי. החיסכון הזה עשוי לאפשר דחית הקמת תחנת הכוח הבאה של מדינת ישראל במספר שנים.

משרד האנרגיה והמים מוביל בימים אלה מהלך שמטרתו להרחיב את חובת התקנת מערכות חימום מים סולאריות לבניינים רבי קומות. הערכות טכנו-כלכליות שבוצעו ע"י המשרד מצביעות על האפשרות להתקין מערכות סולאריות ללא קושי בבניינים בני 15 קומות ואף יותר, וכן התקנת משאבות חום בקומות הנמוכות בבניינים שגובהן מעל 15 קומות.

בדיון פורום האנרגיה שהתקיים בנושא זה התגבשו מספר המלצות כדלקמן:

1. חלק נכבד מההתנגדויות לחיוב התקנת מערכות סולאריות בבניינים רבי-קומות נובע מלחצי קבלנים, וגם מחוסר ידע באשר לאפשרויות. מנגד ניתן למצוא כבר היום קבלנים אשר מתקינים מערכות סולאריות לבניינים בעלי יותר קומות ממה שמחייב החוק, מתוך ראייה שזהו כלי שיווקי. מומלץ לאסוף מן השטח דוגמאות לפרויקטים קיימים בבניינים גבוהים – כולל צילום של הבניין ונתונים של המערכות, השטח והאנרגיה המופקת למספר דירות. מאגר נתונים זה שיועמד לרשות הציבור יסייע גם להקטנת ההתנגדויות ואולי גם לשיפור איכות ומראה המתקנים.

2. חשוב מאד להקפיד שתהיה אכיפה גורפת ומסודרת. כיום, כפי הנראה, אין אכיפה מספקת ובניינים רבים אינם עומדים בתקנות. האכיפה כיום מבוצעת על ידי הענקת היתרי בניה וזוהי

מטלה של הוועדות המקומיות. ראוי לשקול העברת סמכות האכיפה לגוף ממשלתי/רגולטורי אחר עם יותר "שיניים".

3. הרגולציה בנושא המערכות הסולאריות על גגות בנייני מגורים צריכה להביא בחשבון את מכלול השיקולים והאילוצים הרלבנטיים. יש למנוע מצב בו התקנה של מערכת סולארית כזו או אחרת אולי תחסוך אנרגיה אבל תבזבז מים או שטח, או אולי תפגע במבנים שכנים.

4. יש להביט קדימה, מעבר לבנייני המגורים, אל הסקטור העסקי - בו טמון הפוטנציאל הגדול לחיסכון ע"י ניצול אנרגיית השמש. בתי מלון, בתי חולים ובניינים ציבוריים שונים הם צרכנים גדולים של מים חמים. בריכות שחיה ומתקני ספורט צורכים מים בטמפרטורות שמתחת ל-30 מעלות; "פשע" הוא לחמם אותן בדלק כלשהו מלבד אנרגיית שמש. תעשיות שונות כגון טכסטיל, מזון ופרמצבטיקה צורכות מים חמים או חום תהליך בתחום טמפרטורות שקל להשיג מן השמש. באזורי תעשייה אין בניה לגובה, אין בעיות ארכיטקטוניות, יש שטח גג בשפע, עבודה בעיקר בשעות היום המקטינה את הצורך באגירה, יכולת ביצוע פעולות אחזקה וכלכלת הגודל המוזילה את העלות.

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 הדרן בנושא אנרגיה שמש לבנייני מגורים בישראל התקיים ב- 20 במרץ 2012 בטכניון, והשתתפו בו מומחים בתחום מהיבטיו השונים, וכן נציגים של הממסד הממשלתי והציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה עקב מומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת ידע מקצועי ראשון במעלה בתחום האנרגיה הסולרית, ואנרגיה לחימום מים בפרט.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מן המשתתפים מצגות בנושא אנרגיה שמש 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 החלטות במטרה להביא אל סדר היום את החסמים והפעולות הנדרשות על מנת לקדם התקנה של מערכות חימום מים סולריות בבנייני מגורים רבי קומות – מעבר לתקנות המחייבות כיום (עד 9 קומות בלבד).

פרק 2: רקע

ישראל מובילה בעולם (לצידן של קפריסין ויוון) בשימוש באנרגיית השמש לחימום מים ועד לאחרונה הייתה הראשונה בעולם בניצול אנרגיית השמש לנפש. כ-3% מתצרוכת האנרגיה הלאומית הראשונית מסופקים ע"י אנרגיית שמש לחימום מים ביתי והחיסכון למשק מסתכם (לפי נתוני משרד האנרגיה והמים והלשכה המרכזית לסטטיסטיקה) בכ-750,000 שווה-ערך טון נפט (שעט"ן) לשנה.

על פי תקנות התכנון והבנייה, חלה חובת התקנת מערכת סולרית לאספקת מים חמים בבתי מגורים. חובה זו אינה חלה על בניין שגובהו תשע קומות ומעלה. כיום הגבלה זו מונעת מבתי מגורים רבי קומות ליהנות מיתרונות אספקת אנרגיה סולרית. משמעות אי קיומן של מערכות אלו היא העלאה משמעותית של צריכת החשמל והגברת הצורך בהקמת תשתיות חשמל לשם אספקת היקפי צריכה אלו, פגיעה עקיפה בסביבה, והיעדר היווצרות חיסכון כלכלי רחב-היקף ברמה המשקית. חברות המתקינות מערכות סולריות מדווחות בשנים האחרונות על שיפור המערכות ויעילותן, כך שיצליחו לחמם מים לכלל הדיירים בכלל הקומות, ללא פגיעה באיכות המים החמים של הקומות התחתונות, כפי שהיה בעבר. משרד האנרגיה והמים מוביל בימים אלה מהלך שמטרתו להרחיב את חובת התקנת מערכות חימום מים סולאריות לבניינים רבי קומות. זאת עקב הנטייה הברורה בשנים האחרונות לבנייה לגובה. הערכות טכנו-כלכליות שבוצעו ע"י המשרד וידונו בהמשך דו"ח זה (ראה במיוחד נספח 1) מצביעות על האפשרות להתקין מערכות סולאריות ללא קושי בבניינים בני 15 קומות ואף יותר, וכן התקנת משאבות חום בקומות הנמוכות בבניינים שגובהן מעל 15 קומות.

במקביל, אישרה הכנסת ב- 6.3.2012 בקריאה טרומית הצעת חוק פרטית של ח"כ זאב בילסקי ושל ח"כ דב חנין, יו"ר הועדה המשותפת לסביבה ובריאות, בעניין התקנת דודי שמש בבתי מגורים גבוהים. מדברי ההצדקה לחוק: "מטרת חוק זה היא להחיל חובת התקנת מערכת אנרגיה סולארית בכל בניין, ללא הגבלה של מספר הקומות בו. זאת, נוכח העובדה שבמציאות הנוכחית ישנן מערכות שמאפשרות לעשות כן. הצעת החוק תוביל לצמצום צריכת החשמל בישראל של דיירים אשר גרים בבניינים רבי קומות, תגביר את ההגנה על הסביבה ותחסוך כספים רבים".

פרק 3: מידע בנושא אנרגיית שמש לבנייני מגורים בישראל

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 2). מידע זה חשוב ומהווה בחלקו בסיס לדיון הפתוח שהתקיים לאחר מכן, כפי שמובא בפרק 4.

אדי בית הזבדי, משרד האנרגיה והמים

הרחבת השימוש באנרגיית השמש לחימום מים במגזר הביתי

על פי תקנות הבניה כל מבנה אשר גובהו מגיע עד לגובה של 27 מטר (התקנה הורחבה מאוחר יותר לגובה של 29 מטר) חייב בהתקנת מערכת חימום מים סולארית, למעט מבני תעשייה ובתי חולים. בפועל, לצערי אין התקנות מיושמות על כל המבנים הכלולים בהן ואין אכיפה – האחראי על האכיפה לתקנה זו הוא משרד הפנים – אשר בפועל אוכף את היישום רק במבני מגורים, וגם זה לא באופן מלא.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה מבצעת הערכות לשיעור דירות המגורים אשר בהן מותקנת מערכת סולרית. עד לשנת 2000 הוערך שיעור הכיסוי בכ- 86%. שיעור כיסוי זה ירד עם השנים בכחמישה אחוזים. כאשר ניסינו להבין מה הסיבה לשינוי, התברר כי בשנים האחרונות הבניה לגובה רב הולכת והופכת לנפוצה יותר ויותר. מבנים אלו, אשר אינם מחוייבים בתקנות, קיבלו פטור מהתקנת מערכות סולריות. לפני תשעה חודשים התבקשנו להיכנס למהלך של בדיקה והסקת מסקנות בנושא זה על ידי מנכ"ל המשרד. בפועל, איננו זוכים לשיתוף פעולה ממשרד הפנים כאשר הסיבות הניתנות לאי קידום התקנה למבנים גבוהים יותר מהקיים כיום הן מגבלות טכנולוגיות, בעיית מיקום קולטים על המבנה וכו'. ברור אם כך כי נדרשו בנושא זה עבודות מחקר.

משרד האנרגיה והמים ביצע עבודת הכנה, אשר שיקללה בחינת היתכנות מיקום מערכות סולאריות על הגגות, ואשר בסיומה הוצגו פתרונות ואפשרויות טכנולוגיות; בוצעה הערכה כלכלית על ידי עמיחי דרורי, ונבדקו מערכות המבוססות על קולטים בעלי שפופרות ואקום וכן קולטים שטוחים, מתוך מטרה להעריך את הדרישות והעלויות ולבחון חלופות אפשריות. במרבית המבנים שצורתם H (צורת מבנה אופיינית בעלת ארבע דירות בקומה) שטח המבנה הוא כ- 600 מ"ר (לאחר הפחתה של שטחים ציבוריים), ולאחר חישוב של הצרכים והאפשרויות, הגענו למסקנה שניתן להקים מערכות סולאריות על גגות של בניה רוויה במבנים שהם בגובה של 15 קומות לפחות. הנתונים הועברו למשרד הפנים, אולם הדעות חלוקות משום שיש גורמים המתנגדים להרחבת התקנות. מרכז המחקר של הכנסת בדק את הנושא גם כן, והגיע למסקנה דומה לעבודתנו.

מאבקי כוחות בין משרדי ממשלה שונים, וביניהם משרד השיכון (המתנגד לתכנית) ומשרד הפנים, נסובים סביב השאלה המהותית והיא מה ייעודו של הגג. בסופו של דבר הגענו לפשרה לתקופת ביניים – עד לגיבוש קוד הבנייה בעוד חודשים מספר. הועדה הבין-משרדית שדנה בנושא זה הצליחה להגיע לפשרה, עליה ארחיב יותר מאוחר. במסגרת קוד הבנייה המשרד יידרש להחיל את מסקנות עבודתנו זו, להחלת חובת התקנת המערכות הסולאריות/משאבות חום על כל קומות הבניין.

עמיחי דרורי: אתאר בקצרה את הבדיקה שביצענו ואת המסקנות שנגזרו ממנה. בדקנו את היתכנות התקנת מערכות סולריות על גגות של בניינים רבי קומות, לאור הנתון של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, הגורס ששיעור הדירות אשר נבנו מעל לקומה התשיעית עד שנת 1999 עומד על כ- 13%. משנה זו ואילך, נראית עליה משמעותית בגובה המבנים. בשנת 2011 שיעור הדירות אשר נבנו מקומה תשיעית ואילך גדל ל-37% - גידול של כ-200% בהיקפי בניית בניינים רבי-קומות בתור כעשור. אנו מעריכים כי מגמה זו רק תלך ותגבר ונגיע לשיעורים של 40%-50, לאור דחיפה של מוסדות התכנון להקים מתחמי מגורים בגובה 30 קומות ומעלה.

לאחר הבחינה הטכנולוגית, בוצעה בדיקת היתכנות על שטחי גג. ראינו שעל גבי גג אופייני ניתן למקם קולטים המאפשרים חימום מים לכ-15 קומות. חשוב להבין כי מבחינת צרכני הקצה – קיימת דיכוטומיה בין הצד המתכנן ובין המשתמש בפועל – המתכנן מעוניין להפחית עלויות ובוחר שימושים שונים לגג בהתאם לשיקוליו הכלכליים (מרפסות לדירות גג וכד'), בעוד הדיירים בכל קומות הבניין ירצו לחסוך כסף לאורך השנים. בשורה התחתונה במקרים רבים היזמים אינם מסתכלים על השיקול הכלכלי הרלוונטי לדיירים, למרות שההבדל הוא משמעותי:

מערכת חימום חשמלית, המותקנת בבניינים מעל 9 קומות - עלותה כ- 30,000 ש"ח לאורך כ- 20 שנים (העלות כוללת השקעה ראשונית, תחזוקה וצריכת חשמל לאורך השנים).

מערכת סולרית, אשר באמצעותה ניתן לחסוך 80% מעלויות החשמל, דורשת השקעה ראשונית מעט גבוהה יותר אבל אין כמעט צריכת חשמל ואין צורך בתחזוקה והחלפת חלקים במערכת כל חמש שנים. סך העלות לאורך התקופה לעיל מגיעה ל 9,000 ש"ח בלבד.

אין ספק כי מדובר בפער משמעותי ביותר, כאשר הצרכן יכול לחסוך כ-1,000 ש"ח בשנה וכ-2,000 קוט"ש בשנה רק בגין חימום המים.

המשכנו לבדוק מהן האפשרויות לפתרונות לקומות הנמוכות במבנה רב קומות, ובדקנו נושא של משאבות חום: מחירה של מערכת משאבת חום דירתית הוא 17,000-18,000 ₪, ועל פני זמן חיים של כ- 20 שנה, אנו יכולים להגיע אף כאן לחיסכון של כ-600 שקלים בשנה.

הגענו למספרים מדהימים: בחישוב של 20 שנה, הן עקב שינוי הרגולציה והן עקב שיפור והתקנה של מערכות בדירות הקיימות כיום ובהן לא מותקנות מערכות סולאריות, ניתן להגיע לחיסכון של למעלה משלושה וחצי מיליארד ש"ח (מהווין) עד לשנת 2030- רק מבחינת עלויות ישירות של הפחתת צריכת חשמל לצרכני הקצה. המקבילה האנרגטית הינה צמצום ביקושים בהיקף של כ-

1.1 מיליארד קוט"ש בשנת 2030. הצריכה שתיחסך עד לשנת 2030 עומדת על כ- 12 מיליארד קוט"ש.

חיסכון כזה בצריכה יכול להוביל להפחתת צורך בהקמת תחנת כוח של 250 מגהוואט, שעלותה נאמדת בכ- 300 מיליון דולר, וזאת מעבר לחיסכון הישיר. מעבר לזה לנושא ישנה גם משמעות סביבתית: בזכות פעולה מעין זו יכולה להימנע פליטה של למעלה משמונה מיליון טון פד"ח (שערכם הכלכלי מוערך בכ-120 מיליון יורו למשך התקופה).

אדי בית הזבדי: אם לא יבוצע שינוי הרגולציה המבוקש, לא נוכל לעמוד ביעדי הפחתת גזי החממה של מדינת ישראל. משרד האנרגיה והמים מקדם בימים אלו פרויקטי החלפה של דודי חשמל בדודי שמש. זה יקרה בקרוב, על פי אותו הרציונל והשיטה של פרויקט החלפת המקררים. בדומה, אנו רוצים לקדם ולתמוך במערכות כגון משאבות חום המצמצמות צריכת החשמל.

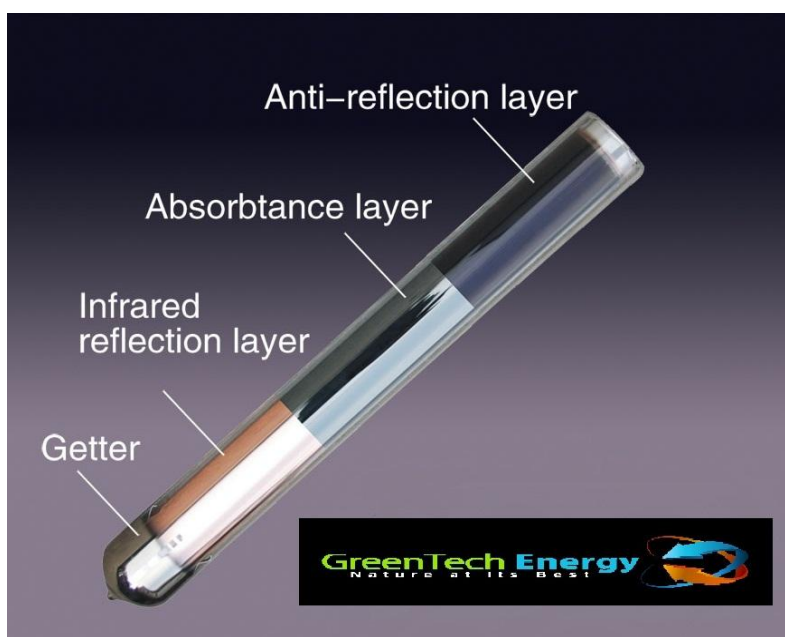
הערת המחברים: פרטים נוספים על החישובים וההערכות הנידונים כאן ניתנים בנספח מספר 1.

נועם קימל, GreenTech energy LTD

שפופרות ואקום – הלכה למעשה

שפופרת ואקום בנויה משלוש שכבות ותפקידה לתרגם את קרינת השמש לחום. השפופרת מורכבת משתי שפופרות קונצנטריות וביניהן ואקום מבודד. הקרינה שנכנסת פוגעת בציפוי אשר ממיר אותה לחום שאינו יכול לצאת בשל הבידוד (איור מספר 1):

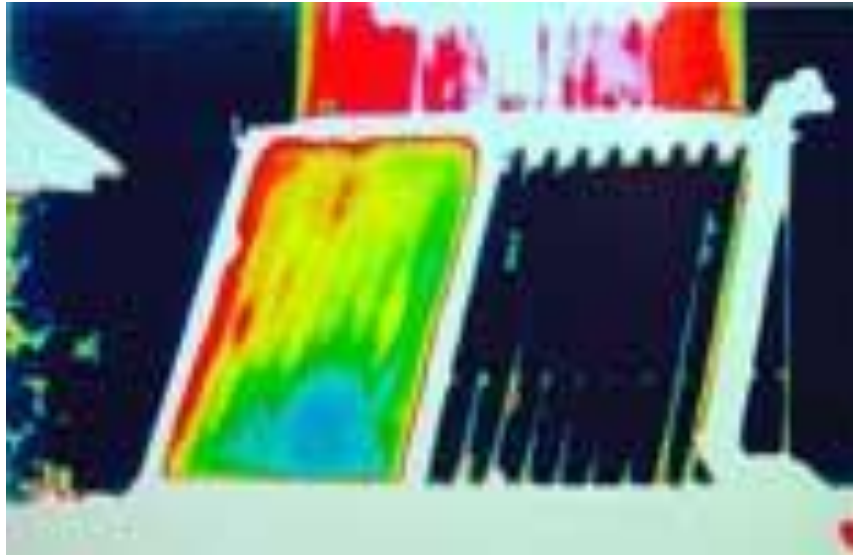
איור 1 - מבנה שפופרת ואקום



טכנולוגית הייצור של שפופרות הואקום הפכה לפשוטה וזולה יותר במהלך השנים.

בקולט המורכב משפופרות ואקום אין כמעט בריחה של חום מהקולט. צילום תרמי המשווה בין קולט שטוח רגיל לבין קולט שפופרות ואקום ניתן באיור מספר 2 :

איור 2 - צילום תרמי של קולט שטוח רגיל (משמאל) וקולט מבוסס שפופרות ואקום (מימין)



יש מספר סוגים של קולטי שפופרות ואקום, כלהלן :

שפופרות direct flow מדגם Project - המים זורמים אל תוך השפופרת ומתחממים מהחום הנקלט בה. תנועת המים במערכת מבוססת על מנגנון תרמו סיפוני – מים קרים נעים כלפי מטה ואילו המים החמים עולים ויוצאים מהשפופרת. המים עשויים להגיע לטמפרטורות גבוהות מאוד (לעיתים צריך באופן אקטיבי למנוע רתיחה).

זהו מתקן יעיל, מודולארי, זול המיועד לשדות גדולים. החיסרון הוא שבמקרה של שבירה של הקולט הוא מפסיק לפעול – שבר מונע זרימה של המים. חסרון נוסף הוא משקל גבוה בשל זרימת המים בתוך השפופרות, דבר המקשה ומגביל את ההתקנה.

המערכת הזו עובדת מול מיכל אגירה בו המים החמים נאגרים לשימוש מאוחר יותר. זו מערכת היא מערכת סגורה, המבצעת החלפת חום בין המים הנעים בקולטים לבין המים שמגיעים בסופו של דבר אל הברז.

איור 3 - שדה שפופרות הואקום הגדול במזרח התיכון, על גג מלון נפטון רימונים אילת



שפופרות מדגם Heat pipe - מבנה השפופרת זהה אולם ללא כניסת מים לתוכה. הקולט כולו ניצב למול השמש, בתוכו מותקן מוביל חום תחת ואקום, המכיל נוזל שתפקידו לקלוט את החום בשפופרת. הנוזל מתחמם, ובשל תנאי תת הלחץ רותח כבר בטמפרטורה של 30 מעלות. הנוזל הרוחת נע כלפי מעלה, ומצטבר במעבה הנמצא בראש המערכת. רק המעבה נמצא במגע עם המים הזורמים בצנרת בכיוון מעלה. המים עצמם אינם נכנסים לתוך השפופרת. היתרון - בקולט אין מים ולכן אין סכנת שבירה או בעיה של קיפאון בחורף. החיסרון היחיד של הקולט הוא עלות גבוהה יותר יחסית לטכנולוגיה הקודמת.

איור 4 - מערך קולטים מסוג heat pipe

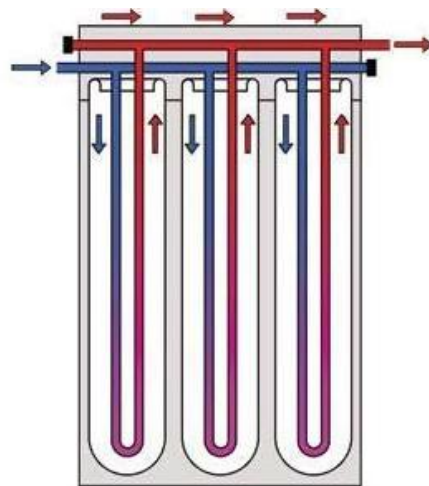


מערכת שפופרות מדגם U-Pipe - מערכת המבוססת על מים הזורמים בנחשון – סופחים חום ויוצאים החוצה דרך צינור אחר. המים במערכת יכולים להגיע לטמפרטורה של 90 מעלות.

מערכת כזו מותקנת פעמים רבות על גגות של רפתות, שם יש צורך בשטיפה של כל מערכות החלב בטמפרטורה הגבוהה מ-80 מעלות, על מנת למנוע חמיצות של הקווים. שטיפות אלו מחויבות לצורך תפעול תקין של הרפת ולכן ההתקנה מקובלת על גג הרפת עצמה.

היתרון המרכזי של המערכת הוא שניתן להציבה בכל זווית כי הזרימה בה מאולצת. זה משמעותי ביותר כאשר יש מגבלת גובה, במיוחד ברשויות מקומיות. מערכת כזו צריכה תוספת גובה מעל קו הגג של 15 ס"מ בלבד. המערכת נהנית מקליטה זהה לשמש בכל עונות השנה ובכל זווית. מתחת לקולטים מציבים רפלקטור המחזיר את קרינת השמש העוברת בין השפופרות.

איור 5 - תיאור סכימטי של הזרימה במערכת U-Pipe



מערכת שפופרות מדגם Super Heat - בתוך שפופרת הוואקום מוצב סנפיר, המופנה לשמש וקולט את הקרינה. ייחודו של הסנפיר בחימום מהיר מאוד.

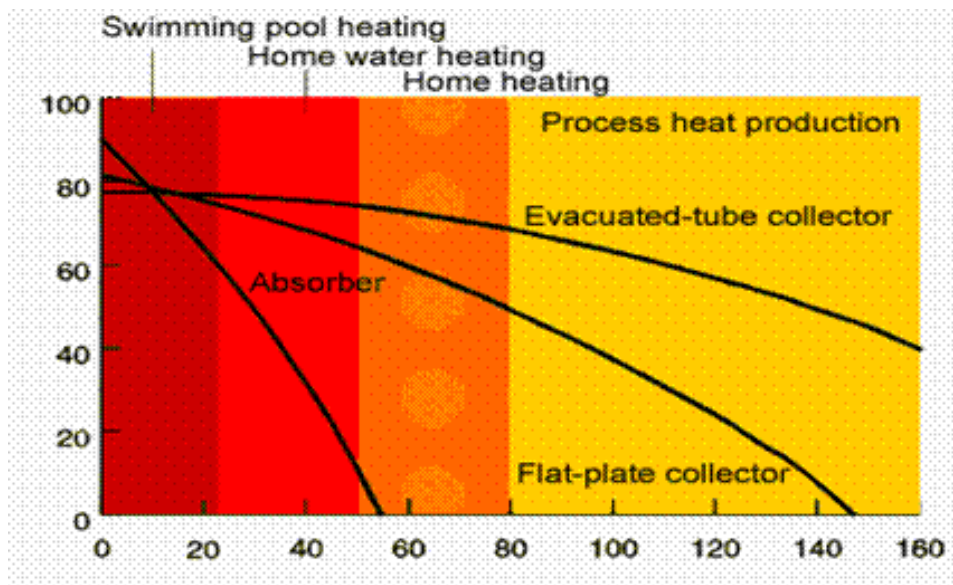
טכנולוגיה זו מצוינת ליישום במערכות תרמו סולריות לטובת מיזוג אוויר, כאשר הסנפיר מכיל את הציפוי השחור במקום השפופרת. על פי הפרסומים אורך החיים של שפופרת כזו מגיע ל-20-25 שנה.

איור 6 - שפופרת super heat



הגרף באיור 7 מציג את הנתונים עבור קולטים שונים בקרינה נתונה. ציר X מתאר את הפרש הטמפרטורה בין הקולט לסביבה, ואילו ציר Y מתאר את אחוז הנצילות. ניתן לראות מתוך הגרף את היתרון של שפופרת הוואקום לעומת קולט שטוח רגיל, בכך שאין בריחה של חום מהשפופרות, גם כאשר קר בחוץ.

איור 7 - יעילות קולטים שונים בהפרישי טמפרטורות שונים



מאז חודש דצמבר 2011 קיימת טיוטה לתקינה של שפופרות, שפורסמה להערות הציבור למשך 90 יום, המבוססת למעשה על אימוץ של תקן מחו"ל. לעומת זאת אין תקינה של מערכות (התקן שלם של שפופרות ודוד) ולזה צריך להיכנס במהרה. חשוב להבין שבקולטים שטוחים רגילים אין "מערכת" מבנית, אלא כל אחד מהחלקים נבחן בנפרד.

אני רוצה לציין נושא שלדעתי יש לטפל בו: המערכות הללו כרגע חייבות במכס. זה דורש פתרון וקריאה אל כל הנוגעים בדבר על מנת לשכנע את מי שצריך לפטור את המערכות הללו ממכס. אני בטוח שיהיה קל יותר לשכנע כאשר התקן יהיה בתוקף.

באשר לתכנית עידוד אנרגיה תרמו סולארית: לדעתי יש להכליל טכנולוגיות של שפופרות ואקום. צריך להכליל את זה גם בתכניות הללו המקודמות במסגרת פעילות של התייעלות אנרגטית.

לגבי המחירים – קולט פשוט (מסוג project) עולה כמו קולט שמש שטוח רגיל ואף פחות.

על מנת להשוות מחירים בצורה הוגנת – יש להשוות מחירים לקילו קלוריה עבור כל סוג של מערכת. הגורמים הנמצאים בפורום זה יכולים לבצע עבודה משותפת לאיסוף ועיבוד הנתונים על מנת לאפשר השוואה על בסיס משותף.

אדר אזנקוט, כרומגן בע"מ

מים חמיים בבנייני מגורים גבוהים

הרגולציה הקיימת בתחום מערכות חימום המים הסולריות הינה בתוקף מאז שנת 1979, אך כאשר אנו מרימים את הראש ומסתכלים על המערכות המותקנות כיום, נדמה כאילו הטכנולוגיה נעמדה. הדודים על הגגות כמעט ולא השתנו והקולטים נראים כלפי חוץ אותו הדבר. הקולטים השטוחים, אשר בעבר סיפקו סדר גודל של 2,500 קק"ל למ"ר ליום, מספקים כיום 4,500 קק"ל למ"ר ליום - הנצילות עלתה בצורה דרמטית. מבחינת גובה הבניינים בטכנולוגיה הקיימת כיום אנו יכולים לספק מים חמים באמצעות קולטים שטוחים כמעט ללא מגבלת גובה, כאשר יש לנו ניסיון כזה בפרויקטים ברחבי העולם, ולצד פחות בארץ. מה השתנה מבחינה טכנולוגית?



איור 8 - בניין בגובה 19 קומות בבירת צ'ילה, סנטיאגו (קולטים של כרומגן)

כרומגן מתכננת ומייצרת מוצרים כחול לבן. ההנדסה בכרומגן מבצעת אופטימיזציות של המערכות ומשתמשת בכלי תכנון מתקדמים שלא היו קיימים בשנות ה-80 (סימולציות ותוכנות), כולל כלי ממוחשב המאפשר לעקוב אחרי תהליכי זרימה והתחממות בקולט במהלך פעולתו. זה מאפשר לנו להגיע לנצילות מטרה שאנו מגדירים. נכון לצרכים המוכרים בחימום מים לצריכה ביתית, אני לא רואה בעיה בנצילות, כי אנו מדברים על חום שהוא תוצר לוואי של תהליכים רבים.



איור 9 - בניין בגובה 34 קומות, דרום אמריקה (קולטים של כרומגן)

יש סוגים רבים של קולטים שטוחים, בעלי משטחי קליטה שונים המתאימים לסוגים שונים של מזג אוויר. טכנולוגיה של ריתוך בלייזר מאפשרות לנו ליצור קולטים יעילים וטובים יותר שלהם משטח קליטה אחיד המאפשר הולכה והסעה של חום ללא קטיעה.



איור 10 - פרויקט של כרומגן בכרמיאל

לבידוד של שפופרות הוואקום אין יתרון כשמדובר בחימום מים לצריכה ביתית (צריכת מים בטמפרטורה של 42 מעלות) בתנאי מזג האוויר של ישראל. שילוב של דוד וקולט (שטוח) טובים עם מערכת שליטה ובקרה מתקדמת יאפשר מיצוי מיטבי של אנרגיית השמש.

אין בעיה עקרונית לחמם מים בצורה משותפת בין כל דיירי הבניין, עם הניסיון הקיים כבר כיום במערכות חשמל ותקשורת משותפות. נדרשת רק מנייה של מים חמים לכל דירה.

כפי שציננתי, יש תקדימים של חימום מים באמצעות קולטים במבנים של 15-16 קומות בארץ, ובחול"ל יש גם יותר.

כאשר שטח הגג הוא החסם – כי רוצים להשאיר מקום לפנטהאוזים ולא דווקא לקולטים – אנו חושבים כעת על יישום של ציפוי קיר במפנה דרומי

בקולטים – פתרון שיכול לתת יתרון כפול כי גם מנצלים את השמש, וגם מגנים על הקיר מפני שמש ישירה – מה שמצנן משמעותית את הטמפרטורה בחלל הפנימי.

דבר נוסף שראוי להזכיר הוא היתרון הכפול שבניצול הטכנולוגיה המקומית במדינת ישראל, שמעבר לכל היתרונות האחרים היא גם מייצרת מקומות עבודה ירוקים לעובדים ישראלים.



איור 11 - מערכת סולארית של כרומגן בבית חולים "הלל יפה" בחדרה לאספקת 35m^3 מים בטמפ' 60°C

כאשר מדברים באופן כללי על מערכות סולריות, יש פער מאוד גדול בהבנה של המושגים. חשוב לזכור שיש הרבה מאוד צרכים שונים כאשר מדברים על מים חמים. מקלחת ביתית נזקקת לטמפרטורה ממוצעת של 40 מעלות ואז ברור כי קולטים שטוחים מתוצרת מקומית עונים לצורך (זו גם הטכנולוגיה המובילה בעולם – למעט בסין). בפרויקטים תעשייתיים, בהם יש צורך בטמפרטורות גבוהות מאד, יש יתרון לשימוש בטכנולוגית ואקום.

קולטי ואקום, בעלי הבידוד הטוב ביותר בין כל הטכנולוגיות האחרות, מאפשרים הספקת כ-13,000 ק"ק ליממה מצד אחד, אך מצד שני שטחו של הקולט הינו כ-4.5 מ"ר. למרות שבידוד באמצעות ואקום נחשב ליעיל ביותר וכל סנטימטר מרובע של משטח הקליטה מפיק יותר אנרגיה מאשר בקולט השטוח, צריך לזכור שהקונסטרוקציה עצמה של הקולט דורשת מרווחים מסוימים בין השפופרות, כדי למנוע הצללות וגם השפופרות עצמן תופסות שטח (זכוכית ומרווח של הואקום), כך שבסופו של דבר, תפוקת קולט ואקום לשטח ברוטו של הגג נמוכה יותר מתפוקת של קולט השטוח.

קולט שטוח שמספק 6,900 ק"ק ליממה הינו בעל שטח של 2.5 מ"ר בלבד, כלומר 2,760 ק"ק ליממה למ"ר, והוא מתאים לחימום הדוד בנפח 150 ליטר. צריך לזכור, שגודל הקולט נקבע לפי נפח הדוד. שימוש בקולט בעל תפוקה גדולה יותר ממה שנקבע בתקן יכולה לגרום לתופעת חימום יתר במערכת ולנזק בלתי הפיך של אביזריה: סתימת קולטים באבנית, פגיעה בבידוד התרמי של הקולט ויצירת קיטור שיגרום לפגיעה באטמים ובאביזרי צנרת.

במקרים בהם נדרשת טמפרטורה גבוהה מ-60°C של המים בדוד (מערכת מתוכננת בהתאם) או במקרים של נפח גדול מ-150 ליטר, ניתן להשתמש בקולט כרומוגן בעל תפוקה אנרגטית הגבוהה ביותר במדינת ישראל (נכון להיום) של 9,970 ק"ק ליממה, כאשר שטח הקולט הינו 2.9 מ"ר בלבד, כלומר 3,438 ק"ק ליממה למ"ר. התפוקה הסגולית של הקולט הזה גבוהה יותר מתפוקת הקולט שמוצר בטכנולוגית ואקום.

באשר למשאבות חום חשוב לזכור שהפתרון אינו מושלם שכן יעילותן יורדת כאשר הטמפרטורה החיצונית יורדת ובשעה שהטמפרטורה גבוהה והיעילות גבוהה המערכת עדיין צורכת חשמל.

אברהם בכר, Zenith Solar

Solar Combined Heat and Power (CHP) Technology

חברת זניט סולאר מתקינה מערכות מרכזות באנרגיה סולארית. אנו מייצגים תחום הנקרא מערכות משולבות של חום וחשמל (Concentrated Photo-Voltaics = CPV).

המערכת מורכבת בצלחת בקוטר של 11 מ"ר הבנויה ממראות קטנות המרכזות את הקרינה למוקד, אשר בו, בזכות ריכוז האנרגיה, מקבלים יעילות טובה מאוד בהפקת האנרגיה החשמלית.

בגלל הריכוז אנו צוברים במוקד חום רב, ובו אנו משתמשים. המערכת מצוידת במתקן עקיבה אחר השמש ובסך הכל מפיקה 4.5 קילו-וואט חשמל וכ- 11 קילו-וואט חום. הרעיון המקורי היה של פרופי פימן, ויתרונו הגדול הוא בעובדה שהוא דורש מעט חומר פעיל (תאי PV) ומרבית המערכת בנויה מפלסטיק, פלדה וזכוכית. באופן כזה ירד המחיר ועלתה הנצילות למעל 70%, כאשר 20% נצילות תרמית ו- 50% נצילות חשמלית. פינוי החום מהמערכת אינו משפר את ייצור החשמל אבל כמובן אינו פוגע בו.

מערכת העקיבה עצמה צורכת חשמל – כ- 100 וואט, כאשר המערכת כולה מייצרת 4.5 קילו-וואט. מערכת שאיבה קיימת וגם היא וצורכת חשמל, אבל זה קיים בכל הטכנולוגיות ומבחינה זו אין הבדל בין המערכת שלנו למערכות אחרות.

גודל הקולט הנמצא במוקד הוא רק 14 סמ"ר. מערכת ה-PV היא מסוג triple junction, המאפשרת קליטה של קרינת שמש בתחום רחב מאוד של אורכי גל, והרבה יותר יעילה מקולטי סיליקון קונבנציונליים.

אחד היתרונות הוא שניתן לעלות לטמפרטורות גבוהות עם מעט הפסדים באופן יחסי – כמעט עד 400 מעלות. הפסדי החום מן הקולט הם קטנים כי השטח קטן – והשטח בעצם משפיע על הפסדי חום בהולכה, הסעה וקרינה. המגבלה לטמפרטורה היא בעצם חומרי ההלחמה, ולא היכולת הטכנולוגית.

פרויקט לדוגמה של התקנת מערכת חשמל פוטוולטאי ניתן לראות בכפרים הבדואים בנגב – שם נבנה מרכז קהילתי המבוסס על קיימות, ובו הותקנה מערכת PV כחלק מהייחודיות של מרכז המבקרים.

יישומים עיקריים בטכנולוגיה שלנו יכולים להיות ייצור חשמל, הספקה של מים חמים (קירור והתפלה), ייצור חשמל מרכזי לרשויות מקומיות ועוד.

פרק 4: דיון

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

- מה יכולה וצריכה ממשלת ישראל לעשות כדי לקדם את ניצול אנרגית השמש בישראל?
- מהו הפוטנציאל לניצול אנרגית השמש בבניינים בישראל?
- כיצד יש לשנות את חוק התכנון והבניה כדי להגביר שימוש באנרגית השמש בבניינים גבוהים?

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

דוד פילזר: ראשית אני רוצה לפתוח ולומר שהדברים אינם תמיד ברורים מאליהם וחד משמעיים. לשם דוגמה לאי הוודאות של השווקים אני רוצה להזכיר את החברות העוסקות בתחום הסולארי-פוטוולטאי (PV) אשר נראו כהשקעה מבטיחה לא מזמן, ונמצאות כיום בהפסד. הסיבה לכך היא שצמצום או ביטול התמריצים והסיבסודים שהיו נהוגים באירופה ובמיוחד בגרמניה, הביא לקריסת השוק וערכן של החברות ירד.

בדרך כלל איננו מצליחים לצפות מראש את כל ההשלכות והתוצאות של מה שאנחנו עושים – לא תמיד מצליחים לחשוב על כל דבר מראש.

עוד דוגמה היא אתונה בירת יוון, אשר בה שלטונות העיר החליטו להילחם בעומסי התנועה בעיר ובזיהום הנלווה אליהם. נקבע כי תוגבל כניסת מכוניות לתוך העיר על ידי חלוקת כלי הרכב למספר זוגי או אי זוגי, כלומר כתלות במספר הרישוי של הרכב שבבעלותך. בפועל אנשים לא ויתרו על המכונית אלא במקרים רבים דווקא הוחמר המצב – אנשים קנו מכונית שניה שתהיה להם עם מספר זוגי או אי זוגי, להשלמה.

לעניין האנרגיה הסולארית – לפני כשנה הגיעה להתייחסותנו הצעת חוק שכוונתה לחייב התקנת מערכת חימום מים סולארית גם במבנים גבוהים, אשר גובהם מעל 29 מטר (בהגדרת החוק זהו בניין רב קומות). חלק מהחשיבה שהובילה את כתיבת התקנות הייתה יעילות המערכות והטכנולוגיה. בניגוד לעבר, כיום חלקם של רבי קומות בבניית המגורים הולך ועולה, ומדינת ישראל היא אחת המדינות הצפופות בעולם, למעט מספר מדינות שהן למעשה עיר (סינגפור, הונג קונג וכדומה). למדינת ישראל יש מחסור במשאבים – אנרגיה, מים, וכמובן קרקע.

בבואנו לדון בתקנות אלו, חייבים לבחון את כל האילוצים ביחד – התקנה של מערכת סולארית כזו אולי תחסוך אנרגיה אבל תבזבז מים או שטח, או אולי תפגע במבנים שכנים.

כחלק מההתייעצויות שלפני הדיון בהצעת החוק התייעצנו עם וועדות התכנון המחוזיות, וחוות הדעת שקיבלנו הייתה שיש קושי למצוא מקום למערכת סולארית כזו גם בבניינים גבוהים (מתחת

ל-29 מטר), ולא כל שכן ברבי-קומות, וזאת משום שיש מערכות ואלמנטים רבים אשר צריכים להיות ממוקמים על הגג, וגם שימוש בגג לפנטהאוזים, לגינון ועוד.

כאשר ממקמים קולטים על גג המבנה, בשיפוע כאשר אחד ממוקם מעל השני – מגיעים לגבהים כוללים משמעותיים, אשר לעיתים עוברים את הגובה המותר לבניה באזור, ואז צריך לוותר על קומה בבניין. ברור שמבחינות רבות (כלכלית, חברתית, תכנונית) זה אינו אפשרי.

מגבלת הגובה של בניין תלויה בגורמים רבים, כגון קירבה לשדה תעופה, ובדברים נוספים – שאינם ניתנים לשליטה או לשינוי. לכן שינוי תכנית מאושרת של גובה מקסימלית לרוב אינה אפשרית.

כגוף המגדיר את התקנות המחייבות, יש להבין כי זו בעיה לחייב התקנה של מערכות ללא שום מגבלה, משום שיש בכל זאת מגבלה – 100 או 150 דירות – ברור שבשלב מסוים נגיע לגבול יכולת הישימות של הפרויקטים.

עמיחי דרורי: משרד האנרגיה והמים המליץ בוועדת שרים על האופציה המביאה עמה תועלת אנרגטית רבה ביותר, כמו גם חיסכון של כסף לדיירים. תקנה זו משתלבת אף עם החלטות הממשלה בעקבות וועדת טרכטנברג – וזאת לאור ההיתכנות שנבחנה ע"י המשרד, ולאור הפער בין נקודת הראות של הקבלן המעדיף למקם על הגג מרפסות לדירות גג ואינו רואה את האינטרס של המשתכנים בשאר קומות הבניין.

נעם קימל: אני בטוח כי כולם יסכימו איתי כי ניתן להתקין קולט אחד על גג. לאחר התקנת קולט יחיד, נתקין גם את הקולט השני, וכך יש להמשיך, עד שנגיע למגבלת ההתקנה על הגג. יכול להיות שכמות הקולטים שנצליח להתקין אינה האופטימלית, ולא תיתן פתרון מלא, ואולי זה לא יהיה כלכלי, אבל אין ספק שזה יתרום משהו. קיימת נקודת שוויון – וחשוב שנמצא אותה. אולי אם נשקיע בזה מאמץ ומעט מחקר – זה אפשרי.

דוד פילזר: בדיון שהתקיים בשיתוף המועצה הארצית לתכנון ובניה, ניסינו להגיע למסקנה יישומית – מהו מספר הקומות האפשרי להתקנה מעבר למה שיש היום. בדיון עלו הרבה מאוד שיקולים בעד ונגד סוגים שונים של מערכות ומה יהיה הנכון להחליט – ונושא הקולטים ומערכות סולאריות על הגג הוא לא פתרון בלעדי. אנו חושבים כי הדרך הנכונה היא לאפשר הפחתה בצריכת האנרגיה במגוון של פתרונות. לשם כך אנו חושבים שיש לחייב גישה תפקודית, כלומר להציב יעד סופי של חיסכון, ולא מפרטית – כלומר לא לחייב סוג מסוים של פתרון.

בינתיים, בהיעדר תקנה מחייבת, אנו מפסידים את המבנים רבי הקומות המוקמים כיום, ובשלב זה פטורים מכל טכנולוגיה, סולארית או אחרת, ולכן הוחלט לפחות לטווח הקצר, לחייב במבנים רבי קומות את שבע הקומות העליונות בהתקנה של מערכת סולארית. ברור לי שמהחלטה זו לא כולם מרוצים, אבל לפחות ניתן פתרון כלשהו, גם אם זמני. הפתרון שהתקבל כרגע נראה ישים לדעת האדריכלים, ולגבי ההערה שבפועל יותקנו מערכות לפחות דירות ממה שמחויב בבניין בעל תשע קומות, אנו מסבירים כי בבניין רב קומות יש יותר מערכות על הגג מאשר בבניין בן תשע קומות בלבד, ולכן המקום על הגג מוגבל.

היו שטענו שבשטח ניתן למצוא כבר היום קבלנים אשר מתקינים מערכות סולאריות לבניינים בעלי יותר קומות ממה שמחייב החוק, מתוך ראייה שזהו כלי שיווקי. זה כמובן מצוין, אבל יש הבדל בין התקנה וולונטרית במקרים בהם זה מתאפשר, לבין חיוב החל על כולם.

בפועל, יש הרבה פרויקטים המבקשים פטור מהתקנה סולארית – גם כאלו שמחויבים על פי התקנות. כדי לא לאלץ התכנסות של ועדה נוספת ולהגדיל את הבירוקרטיה, בחרנו לחייב מכנה משותף אפשרי של שבע קומות מלמעלה, כאשר אין אפשרות לבקשת פטור.

אדי בית הזבדי: חשוב מאוד להקפיד שתהיה אכיפה גורפת ומסודרת, שכן כיום אין אכיפה, איש לא בודק, והרבה בניינים פשוט לא עומדים בתקנות.

דוד פילזר: האכיפה בשטח מבוצעת על ידי הענקת היתרי בניה. זוהי מטלה של הוועדות המקומיות, וכפי שניתן לצפות, יש שאוכפים יותר טוב ויש שפחות.

נעם קימל: חשוב לזכור שחוק התכנון והבניה, אשר קבע את גובה הבניין המחייב ל- 29 מטר חוקק בזמנו של שר האנרגיה יצחק מודעי, בשנת 1978. ההחלטה אז הייתה מאוד מיליטנטית, ושנויה במחלוקת, שכן מבחינה טכנולוגית היינו במקום אחר. הקולטים של אז הפיקו רבע ממה שניתן להפיק מהקולטים היום, ובנוסף אורך החיים שלהם היה קצר יחסית להיום. למרות כל האילוצים הללו, קיבלו את ההחלטה המחייבת מתוך הבנה שהחיסכון חשוב וקריטי. היום הקולטים נותנים תפוקה גבוהה הרבה יותר, ואורך חייהם גבוה, ומכאן ברור כי הכדאיות הכלכלית הרבה יותר גבוהה. מפתיע לראות שלמרות זאת נשארנו עם סטנדרט של 29 מטר. זה לא הגיוני, ואנו מוסיפים חטא על פשע, וקובעים את התקנה המחייבת ברבי קומות רק 7 קומות עליונות. המהלך הזה מטרתו להביא לשקט של מספר שנים.

אדי בית הזבדי: מדובר על תקנה זמנית אשר תוקפה יהיה שנה עד שנה וחצי, וכל זאת עד שיכנס לתוקפו קוד האנרגיה המחייב לבנייני מגורים.

נעם קימל: אינני מבין מדוע לא ננקטה גישה יותר מתוחכמת, כגון הגדרה של כמות אנרגיה לדירה.

אדי בית הזבדי: בתקנות קיימת הגדרה של מספר ק"ל לכל ליטר מים בדירה בת 3 חדרים ומעלה עם צריכה של 150 ליטר. על מנת לעמוד בתקנות נדרש בעבר קולט של 2.4 מ"ר, היום כמובן שניתן להסתפק בפחות. ההצעה שלנו הייתה, ועדיין עומדת על כך שיהיה חיוב למבנים בעלי 15 קומות. בינתיים נאלצנו לקבל החלטה, והסכמנו להתפשר על 7 קומות עליונות, כי זה היה מכנה משותף של כולם כאשר האלטרנטיבה הייתה שלא תתקבל שום החלטה, ונישאר ללא חיוב כלל. אנו נביא הנושא לדיון בקוד הבניה, בדומה לאופן שבו דרשנו בתקן 5281, אשר בו ניתן ניקוד על התקנת מערכות בבניינים של 15 קומות ועל התקנה של מערכת משאבות חום.

שחר דולב: ברצוני לשאול שאלה בנושא מגבלת הגובה של בניינים: האם המגבלה היא אמיתית, כלומר נובעת למשל ממסלולי גישה לשדות תעופה, או שמדובר במגבלה בירוקרטית, ואז אולי ניתן לתת החרגה ייעודית רק לשם התקנת קולטים?

דוד פילזר: הכל אפשרי, אבל חשוב להבין שמדובר בתהליכים. אנחנו מדברים על החלטות של וועדות מקומיות בנוגע לתכניות מתאר אזוריות מפורטות. התכנית היא למעשה סוג של חקיקה, וזה לוקח זמן, ודרוש תהליך מסודר על מנת לבצע בה שינויים. הכל אפשרי, אבל המגבלות הללו הן תוצאה של גורמים רבים, כאשר מגבלות טיסה הן רק חלק מהם. למערכת הביטחון יש שיקולים נוספים, פחות מוכרים, כגון מעבר רציף של קרני לייזר למטרות תקשורת, וגם זה שיקול שיש להביא בחשבון. בנוסף קיים שיקול של המערכת העירונית העיצובית, וכל אלו מכתיבים את מלאכת התכנון, שהיא איזון אינטרסים ומערכות וניסיון לשלב בין האינטרסים של כל הגורמים, כולם נכונים וראויים. לפעמים ניתן משקל רב יותר לנושא מסוים, וברור שבפורום הזה אתם מסורים לנושא החיסכון באנרגיה, אבל חשוב לזכור כי החיסכון באנרגיה מתמודד עם מטרות אחרות וראויות לא פחות, כגון חיסכון בקרקע, עיצוב עירוני ועוד.

אדי בית הזבדי: יעזור לנו מאוד לקבל ולקדם החלטה נכונה אם החברות העוסקות בנושא יציגו דגם של ניצול שטח לשם אספקה של אנרגיה ליחידת דיור, למשל 7,000 קק"ל לדירה.

ראובן נוה: יש בנין בהוד השרון שגובהו 17 קומות ושטח הגג שלו משתרע על פני 220 מ"ר ועליו מותקנים קולטים בשטח של 110 מ"ר כאשר ההתקנה הגבוהה ביותר מגיעה לקו הגובה של חדר המעלית. מדובר על בנין בן 58 דירות, ועליו הותקנו 43 קולטים של 2.6 מ"ר.

מיכאל ריינר: הניסיון מראה כי כוחות השוק חזקים הרבה יותר מהמחוקק. יש הרבה מאוד קבלנים שרואים את הערך השיווקי שבהתקנה הסולארית – והם אכן מבצעים התקנות, כנראה בלי שום בעיה טכנולוגית. אינני רואה מה המניעה לחייב – אם הוכחנו טכנולוגית שזה אפשרי.

אדר אזנקוט: חשוב להבין את הבסיס לעניין: למה בכלל צריך לכפות את ההתקנה? לקבלנים אין שום תמריץ להתקין את המערכות. הקבלן רוצה למכור כמה שיותר בזול ושיקולים חיצוניים אינם מעניינים אותו. כמו כן לא מעניין אותו כמה אנרגיה יבזבזו הדיירים בבניין בשנים שבהן יגורו בדירה. במהלך תכנון נכון של בניין אפשר לחסוך הרבה אנרגיה לאורך שנים – ולפעמים זה עולה קצת יותר בשלב התכנון והבניה. אם הדיירים בשלב מאוחר יותר מחליטים שאינם מוכנים לשאת בעלויות ומתחילים לחפש פתרונות המותקנים על הבניין כטלאי על טלאי, נוצר סיכון בטיחותי ומפגע אסתטי. האזרח לכוד בנקודה שבה רכש מהקבלן בית מסוים ואינו יכול לפעול כמו שטוב לו, כי המדינה לא דאגה להכין את הבניין לצרכיו. מה שמפתיע אותי זה ששמעתי על בעיות של דירות גג וגן, תעופה וכו' אבל אין ראייה כלכלית – ההימנעות מהתקנה מחייבת עולה למשק המון כסף, וזה, לדעתי, משמעותי הרבה יותר מאשר התועלת שמפיקים הקבלנים. הערה אחרונה – לטעמי, לתת לדיירי 7 הקומות העליונות מתוך 25 הקומות בבניין אנרגיה זולה זה לא הוגן. דווקא אנשי הקומות העליונות הם לרוב העשירים יותר, ושוב העמקנו את הפער על ידי כך שהענקנו להם אנרגיה זולה יותר והעדפה לא הוגנת.

מפריע לי שאין דיון ענייני עם חישוב ממשי של השטח והצרכים. הבה נפרוש סכימה של גג ונבחן מהן האפליקציות שיש למקם עליו ומהם האילוצים. ללא התכנון הבסיסי הזה, בסופו של דבר מקבלים החלטה בינונית ומוותרים על חיסכון אפשרי.

עמיחי דרורי: לגבי הדיון המעמיק ובחינת הפרישה על פני הגג - הדבר נעשה בפגישה שהתקיימה במשרד האנרגיה והמים, אשר בה אי אפשר היה שלא לשים לב לאינטרסים משני צדי המתנס. חלק ממשרדי הממשלה רואים בדירת גג ומרפסת פריט שהוא חובה, וסוגיית עיצוב הבניין יוחלטו ע"י המתכנן והקבלן בלבד (למשל עיצוב גג בצורת חרוט אשר הוא אולי דקורטיבי, אבל לא מאפשר שום שימוש בעליל). אנו מצביעים על המשמעויות הכבדות שיש לדבר על צריכת האנרגיה ועל כיסו של האזרח, שלא תמיד כאמור תואמת את אינטרס הקבלן. התקנת מערכות סולאריות על בניינים הגבוהים מ-9 קומות נעשתה בעבר וצריכה להיעשות בעתיד; מתכנן יצירתי בוודאי יוכל למצוא פתרונות לדבר. אנו מקיימים את הדיון הזה כל הזמן, משום שיש פערי גישה משמעותיים מאוד.

אדי בית הזבדי: עדיין לא ויתרתי על דרישתנו ל-15 קומות ואנו נמשיך לפעול כדי להגיע להחלטה גורפת כזו.

אברהם בכר: אינני רואה כל סיבה להישאר עם תקינה המחייבת 7 קומות בלבד, על פי סטנדרטים שנקבעו לפני 30 שנה. אינני מבין מדוע אם הטכנולוגיה השתפרה, לא נגיע היום לחיוב של 14 קומות, וכל ארכיטקט יוכל למצוא את הפתרון בבניין אותו הוא מתכנן. בתור אזרח, אינני יכול להבין את ההחלטה שהתקבלה, אלא אם כן יש אינטרסים הנעלמים מעיני.

מעבר לכך, לאותן קומות שלא תהיה להן אנרגיה סולארית – כיום יש הרבה פחות בניינים של ארבע קומות, ולכן סביר להניח שיהיו המון דירות שלכאורה פטורות. מתוך הסכמה שהמלחמה האמתית שלכם היא הורדת השיא של צריכת החשמל – והפתרון האנרגטי הזה אינו פותר את הבעיה הזו, ברצוני להציע בנושא הזה לקדם התקנה של משאבות חום. מי שלא יהיה מחובר למערכת סולארית – אני ממליץ לתת פתרון של משאבת חום.

גרשון גרוסמן: חשוב לזכור שקיימת גם אפשרות של חימום מים שלא בשעות השיא; מים חמים ניתן לאגור, שלא כמו מיזוג אוויר.

אדר אזנקוט: משאבות חום יכולות להיות פתרון מצויין כגיבוי במערכות גדולות.

אברהם בכר: עוד נקודה שחשוב לזכור - אתם כוועדה חייבים לתת יתרון לתעשייה הישראלית ולא יתכן שאנו נקדם את התעשייה הסינית.

אדי בית הזבדי: אני כבר מספר שנים מנסה לקדם פרויקט של מיזוג אוויר סולארי ולא מצליח לקבל הצעת מחיר סבירה מחברה ישראלית ליישום בפרויקט. אני מנסה לקדם טכנולוגיה ישראלית – אבל לא זוכה לשיתוף פעולה.

מיכאל ריינר: אחדד את מה שאמרתי קודם: אין שום מניעה להתקין מערכות סולאריות בבתיים גבוהים וזהו המסר שניסיתי להעביר בישיבת הוועדה שהתקיימה במשרד הפנים – דווקא בבניינים כאלו יש חברות אחזקה, מה שנותן פתרון טוב לתחזוקה של מערכות משותפות. לדעתי אין מניעה לחקיקה וחיוב בהתקנה סולארית של בניינים בעלי 15 קומות לפחות, ויש פה מערכת של אינטרסים כלכליים של יזמים וקבלנים. אני חוזר ואומר: המחוקק צריך לדחוף להחלת החוק

לפחות על בנייני 15 קומות במדינה שטופת-שמש כמו שלנו – אין סיבה שנוותר על זה. יש פה היבט מאקרו כלכלי לאומי שאין לזלזל בו.

הילה בייניש: הפתרון שמשרד הפנים מציע פונה למכנה משותף מאד נמוך, בשעה שהטכנולוגיה היום מאפשרת הרבה יותר. ההחלטה שאני מקווה לה היא של מטריצה למספר בניינים אופייניים, המבוססת על כמה מקרי מבחן שקיימים כבר, ורואים בהם שזה עובד. ממקרים כאלו ניתן להבין את מערכת השיקולים – גם התכנונית וגם הטכנולוגית, ללמוד את המקרים הקיימים ועל פיהם לבסס המלצה על חיוב ל- 15 או 20 קומות. אם הניתוח הזה כבר נעשה והתוצאה היא 7 קומות – התוצאה אינה משביעת רצון. אנו שומעים כאן מאנשי השטח אמירה חזקה שזה כן אפשרי – ואני מבינה מכך שצריך לבחון שוב את ההחלטה ואת המניעים שלה – בעין חיובית ולא על דרך השלילה.

התקנות והחוק צריכים להיות דינמיים ולהביא בחשבון את ההתקדמות שהייתה בתחום מאז. הייתי רוצה שהדוח ימליץ על הכנת עבודה מקצועית, שתיתן המלצה מבוססת מה צריכה להיות הצעת החוק. אם בעלי הניסיון מהשטח יתנו נתונים של מערכות קיימות מול המגבלות – נוכל לתת מספרים ממש.

עמיחי דרורי: המהלך הזה כבר בוצע. הצגנו חסמים והצגנו את האפשרויות – והתוצאה היא אילוץ המהווה פשרה בין הרבה אינטרסים. הפשרה הינה לתקופת הביניים בלבד, עד לגיבוש קוד הבנייה שאמור להיות מושלם עד לסוף השנה, בו נעמוד על עמדתנו המבוססת במסמך להחלת החובה להתקנת מערכות סולאריות ומשאבות חום עבור כל קומות הבניין. (ראה נספח 1).

יניב רונן: מבחינת המחוקק, הצעת החוק של חה"כ בילסקי וחנין עברה קריאה טרומית, מה שנותן מנוע לדחיפת ההחלטה. מגזר התעשייה נבדק בהקשר זה רק בשוליים ולהם ניתן פחת מואץ של 25% (נכנס לתוקף בחודש מאי, 2010 ע"י רוני בראון שהיה אז שר האוצר). המשמעות עבור התעשייה היא שהחזרי המס נפרשים על ארבע שנים במקום על עשר שנים. אני ערכתי בדיקה קצרה אם הייתה למהלך הזה השפעה על השוק. התשובה היתה שלא. המסקנה שניתן לגזור מזה היא שלפעמים תמריצים וגזרים אינם מספיקים כדי לקדם נושא מסוים, ואין מנוס אלא להפעיל את המקל – רגולציה ותקינה מחייבת במקרה הזה. לגבי גובה הבניינים לנושא תכנון, וציפוף וריכוז אוכלוסייה בערים – לדעתי לא חשוב מה הגובה המקסימלי – צריך לשקול לחייב מערכת סולארית עבור כל הדירות בבניין ואז נגיע למצב שבבניין של 25 קומות – אם לא ניתן טכנולוגית להתקין מערכת סולארית עבור כל הדיירים – יוקצו הקומות הראשונות למסחר ושירותים, ולא למגורים.

אופירה אילון: במסגרת התכנית להפחתת פליטות גזי החממה, שהייתה פועל יוצא מוועדת שני, מקודמים פרויקטים להפחתת פליטות, ויש מימון לטכנולוגיות ישראליות דרך מרכז ההשקעות. אמנם לא מדובר על בתי מגורים אבל יש כסף המיועד למטרה זו במשרדים להגנ"ס והתמ"ת דרך מרכז ההשקעות, ודרך פלטפורמה זו ניתן לקדם פרויקטים בתעשייה ובמסחר. למיטב ידיעתי עד כה חולקו 41 מיליון ₪, ואף לא פרויקט אחד בתחום החימום סולארי בתעשייה.

אברהם בכר: לתעשייה אין יכולת לקבל החזר אחרי זמן ארוך. זו בעיה מוכרת של ניהול כספים של חברות מסחריות – הם לא מוכנים לראות החזר של מעל שנתיים.

אדי בית הזבדי: על מנת לסייע בקושי של התעשייה אנו מנסים לקדם מהלך שנקרא תעריף על פי שווה ערך חשמל. נקווה שיצליח.

גרשון גרוסמן: אנו מדברים על ניצול אנרגית השמש בבנייני מגורים אבל הפוטנציאל הגדול הוא בסקטור העסקי, שבו יש שטח גג גדול, פעילות בעיקר ביום החוסכת צורך באגירה, כלכלת הגודל (economy of scale) המוזילה את העלות, ועוד יתרונות חשובים. אלו תנאים קלאסיים ליישום של חימום סולארי.

מניסיוני, מפעל טקסטיל שנוקק למים פושרים ב-55 מעלות – מחמם מים קרים באמצעות קיטור חי שנוצר על ידי שריפה של מזוט. כאשר תכננו והצענו למפעל פרויקט של חימום מים סולארי, ההצעה נפלה על זה שמבחינה חשבונאית - מזוט מקוזז בספרי החשבונות מיידית, כהוצאה מוכרת, בעוד שמערכת סולארית - אפשר לראות את החזר עליה רק אחרי שנים. הראיה החשבונאית הזו היא אחד הגורמים המונעים מפרויקטים כאלו להתממש בתעשייה בפרט ובסקטור העסקי בכלל.

דוד פילזר: חשוב לי לציין כי צעדנו צעד גדול קדימה. אתם אמנם לא מרוצים אבל נעשה פה צעד משמעותי כאשר החולט על הרחבת החיוב להתקנות סולאריות. זהו איזון של אינטרסים שונים שאולי חלקכם אינו מעריך, אבל חייבים לזכור שכמו גורמים מסחריים אחרים, גם בעלי חברות סולאריות הם בעלי אינטרסים – לכולם יש אינטרס והכל מקובל.

בדיוני וועדת המשנה לבניה ולתקנות של המועצה הארצית לתכנון ולבניה היו דיונים מעמיקים ונאמרו דברים משמעותיים – ביניהם ניסיון לדון בהגדרה של רמת האנרגיה המסופקת לדירה, ולא דווקא על חיוב לפי קומות או טכנולוגיות שונות. היה מגוון של הצעות על השולחן, והוועדה החליטה שאין לקבל החלטה חפוזה ויש צורך במחקר יישומי לפני קבלת החלטה.

כיום קוד בניה נערך על ידי משרד הבינוי והשיכון – והמדינה זקוקה למערכת שלמה ויעילה של חוקי בניה, הכוללים בתוכם את נושא מערכות האנרגיה. הדברים הללו צריכים להיות משולבים. כאשר התקבלו החלטות וועדת שרים לחקיקה של חה"כ ביאלסקי וחנין – אחריותנו המקצועית מחייבת אותנו לא לשלוף נתון אחד, חשוב ככל שיהיה, אלא יש צורך לטפל בכל ההיבטים בצורה משולבת וזה מה שעושה בימים אלו משרד השיכון. אני מקווה שיתבסס בהחלטתו הסופית על מחקרים ובדיקות משמעותיות – ואני מציע שתהיו מעורבים ככל שניתן ותשפיעו על התהליך. בינתיים צעדנו צעד משמעותי קדימה.

גרשון גרוסמן: מה הייתם רוצים לראות בהמלצות הדו"ח?

דוד פילזר: הייתי מציע להיות צנועים ולהכיר בזווית שאתם באים ממנה כזווית אחת מתוך מכלול שלם של שיקולים. אני מציע להציג את הדברים כך שמבקשים לוודא שברגולציה יובאו בחשבון יחד כלל השיקולים במערכות השונות. אין מקום לכוחניות.

אדר אזנקוט: הבעיה מורכבת מכמה רמות. בהיבט הטכני יש לומר בצורה פשוטה, ברורה ובהירה שהשינויים הטכנולוגיים בשנים האחרונות מאפשרים אספקה של מים חמים ללא שום בעיה לבניין בן 15 ו-20 קומות. זה כבר נעשה בארץ ובעולם וימשיך כפי הנראה להיעשות על בסיס וולונטרי. הדבר השני, ופה המספרים שעמיחי דרורי הציג הם משמעותיים: פוטנציאל החיסכון דרמטי – שווה ערך לתחנת כוח נוספת. הסכומים במיליארדי שקלים שתוארו בתחילת המפגש הם דרמטיים. הדבר השלישי - במשרד הפנים נשמעים קולות שאומרים שאל מול אלו יש לשקול את עמדות ציבור הקבלנים, המדברים על מגוון צרכים בשטח הגג ואין להתעלם מהם. אני מציע לבדוק עקרונית כמה זה מפריע ומהם למעשה האילוצים. בעזרת חישוב של המערכות המקובלות נוכל להגיע להערכה של מספר קומות הגיוני, כאשר מה שמגביל אותנו איננו מספר הקומות אלא מכלול שיקולי השימוש בגג, ולזה יש לצרף צדק חברתי ועלויות המושתות על הדיירים לאורך שנים כאשר לוקחים שיקול אחר בעדיפות על פני האנרגיה, ובחרים שלא להתקין מערכות סולאריות.

הילה בייניש: אני מציעה שאת כל העבודה הזו נחבר להחלטות ממשלה קיימות, כגון ההחלטה לגבי התייעלות אנרגטית, והפחתת הפליטות, ונראה שאי אפשר שלא לקיים את כולן, במאמץ משולב.

גרשון גרוסמן: אני מבקש מהאנשים מהשטח, שיש בידיהם דוגמאות של בניינים גבוהים שבהם מותקנות מערכות חימום סולאריות - נשמח אם יעבירו מספרים מבוססים כדי לקבל תחושה לגבי האפשרויות העומדות בפני פרויקטים מהסוג הזה. אני מציע שנצטרף נספח לדו"ח, אשר יכיל דוגמאות לפרויקטים קיימים – כולל צילום של הבניין ונתונים של המערכות, השטח והאנרגיה המופקת למספר דירות.

יניב רונן: לפי דעתי נמען רלוונטי לדו"ח כזה תהיה וועדת קוד הבניה במשרד השיכון (נשות הקשר לפניה: טלי ארד וליאורה זיידרמן). מתוך המטרה של העלאת מספר הקומות המחויבות, כדאי שהוועדה תזמן צוות שיכלול את כל הגורמים המקצועיים ותעשה את העבודה שדובר עליה ושתקבע את מספר הקומות בתוך זמן קצר.

פרק 5: סיכום והמלצות

ב-30 השנים שעברו מאז נכנסו לתוקפן תקנות התכנון והבניה המחייבות התקנות סולאריות בבנייני מגורים עד תשע קומות, חלו שינויים רבים באופי הבניה בארץ. עקב הגידול במספר האוכלוסין והמחסור בשטח חלקם של בניינים רבי קומות בבניה למגורים הולך ועולה. התקנות העוסקות במערכות סולאריות לאספקת מים חמים בבתי מגורים חייבות לעבור שינוי ולתת מענה למצב שהשתנה. הטכנולוגיה המאפשרת חימום מים סולארי בבניינים רבי קומות קיימת וזמינה. האפשרות להרחיב את התקנות הקיימות ולהחילן על בניינים רבי קומות תתרום רבות להעצמת השימוש באנרגיית השמש, לחיסכון באנרגיה, בכסף ובזיהום אוויר במישור הלאומי. החיסכון הזה עשוי לאפשר דחית הקמת תחנת הכוח הבאה של מדינת ישראל במספר שנים.

המלצות:

1. חלק נכבד מההתנגדויות לחיוב התקנת מערכות סולאריות בבניינים רבי-קומות נובע מלחצי קבלנים, וגם מחוסר ידע באשר לאפשרויות. מנגד ניתן למצוא כבר היום קבלנים אשר מתקינים מערכות סולאריות לבניינים בעלי יותר קומות ממה שמחייב החוק, מתוך ראייה שזהו כלי שיווקי. מומלץ לאסוף מן השטח דוגמאות לפרויקטים קיימים בבניינים גבוהים – כולל צילום של הבניין ונתונים של המערכות, השטח והאנרגיה המופקת למספר דירות. מאגר נתונים זה שיועמד לרשות הציבור יסייע גם להקטנת ההתנגדויות ואולי גם לשיפור איכות ומראה המתקנים.

2. חשוב מאד להקפיד שתהיה אכיפה גורפת ומסודרת. כיום, כפי הנראה, אין אכיפה מספקת ובניינים רבים אינם עומדים בתקנות. האכיפה כיום מבוצעת על ידי הענקת היתרי בניה וזוהי מטלה של הוועדות המקומיות. ראוי לשקול העברת סמכות האכיפה לגוף ממשלתי/רגולטורי אחר עם יותר "שיניים".

3. הרגולציה בנושא המערכות הסולאריות על גגות בנייני מגורים צריכה להביא בחשבון את מכלול השיקולים והאילוצים הרלבנטיים. יש למנוע מצב בו התקנה של מערכת סולארית כזו או אחרת אולי תחסוך אנרגיה אבל תבזבז מים או שטח, או אולי תפגע במבנים שכנים.

4. יש להביט קדימה, מעבר לבנייני המגורים, אל הסקטור העסקי - בו טמון הפוטנציאל הגדול לחיסכון ע"י ניצול אנרגיית השמש. בתי מלון, בתי חולים ובניינים ציבוריים שונים הם צרכנים גדולים של מים חמים. בריכות שחיה ומתקני ספורט צורכים מים בטמפרטורות שמתחת ל-30 מעלות; "פשע" הוא לחמם אותן בדלק כלשהו מלבד אנרגיית שמש. תעשיות שונות כגון טכסטיל, מזון ופרמצבטיקה צורכות מים חמים או חום תהליך בתחום טמפרטורות שקל להשיג מן השמש. באזורי תעשייה אין בניה לגובה, אין בעיות ארכיטקטוניות, יש שטח גג בשפע, עבודה בעיקר בשעות היום המקטינה את הצורך באגירה, יכולת ביצוע פעולות אחזקה וכלכלת הגודל המוזילה את העלות.

נספח 1: אנרגיה סולארית לחימום מים במגזר הביתי

מאת: אדי בית הזבדי ועמיחי דרורי, משרד האנרגיה והמים, ט"ו בשבט התשע"ב, 8.2.12

1. רקע:

מאז תחילת שנות השמונים הוחלה תקנה במסגרת חוק התכנון והבנייה, המחייבת התקנת מערכות חימום סולאריות בבניינים חדשים למגורים.

תקנה זו הביאה את ישראל למקום מכובד ביחס למדינות רבות בעולם בניצול אנרגיה סולארית לייצור מים חמים (כרבע מההיקף האירופאי, נכון לסוף העשור הקודם).

עם זאת, תקנות התכנון והבנייה במתכונתן הנוכחית, שנחקקו בשנות ה-80, מחייבות התקנת מערכות סולאריות בגגות מבנים אשר גובהם עד 27 מטרים החופפים ל-8 קומות. בבנייני מגורים הגבוהים מ-8 קומות התקנות אינן מוחלטות.

ההפסד המשקי הנגזר מצריכת החשמל עבור מערכות חימום מים אלו גדל והולך מדי שנה כל עוד התקנות הנוכחיות נשארות בתוקפן, בפרט כאשר מגמת הבנייה לגובה נעשית רווחת בשוק הבנייה הישראלי בעשורים האחרונים – לאור הצטמצמות עתודות הקרקע הפנויות לבנייה, בפרט באזורי הביקוש.

לאור האמור לעיל, מתחדד הצורך לבחינת החלת תקנות התכנון והבנייה בדבר חובת התקנת מערכות סולאריות אף על מבנים גבוהים מ-8 קומות, וכן לבחון המשמעויות האנרגטיות והכלכליות הנגזרות מבנייני מגורים שבהם מותקנות מערכות חימום חשמליות.

2. סוגי מערכות חימום מים המותקנות על גגות מבנים:

כיום קיימות ארבע טכנולוגיות עיקריות, הניתנות להתקנה בגגות מבנים לשם אספקת מים חמים:

א. מערכות סולאריות תרמוסיפוניות פתוחות דירתיות.

ב. מערכות סולאריות סגורות המתבססות על קולטים שטוחים – דירתיות ומרכזיות.

ג. קולטי ואקום המותקנים במערכות סולאריות סגורות מרכזיות.

ד. מערכות חימום חשמלי.

מערכות תרמוסיפוניות פתוחות דירתיות הינן המערכות הסטנדרטיות המותקנות כיום. מערכות אלו כוללות קולטים בגגות המבנים, צנרת, ומיכל אגירה (דוד) בנפח של 150 ליטר המותאם לצרכי משק בית ממוצע. המערכת מקושרת לדירה באמצעות צנרת למים קרים ולמים חמים. כן כוללות המערכות גוף חימום לשם גיבוי חשמלי בתקופות מעוננות. במערכות אלו המים המיועדים לצריכה הם אלו המחוממים באמצעות הקולטים.

מערכות סגורות דירתיות הינן מערכות הכוללות קולטים, צנרת, דוד דירתי שבתחתיתו מחליף חום וגוף חימום לגיבוי חשמלי, מיכל התפשטות ומשאבת סחרור. המערכות מותקנות בדרך כלל על גגות הבניינים. במערכות אלו המים המחוממים באמצעות הקולטים מועברים אל הדוד, מחממים באמצעות מחליף החום את המים הנמצאים בדוד, ומוחזרים כמים קרים אל הקולטים לקראת חימום נוסף.

מערכות סגורות מרכזיות הינן מערכות המספקות מים **למספר דירות** הכוללות קולטים, צנרת, מיכל אגירה קומתי שבתחיתו מחליף חום וגוף חימום לגיבוי חשמלי, משאבת סחרור ודוד בכל דירה הניזונה מהמערכת. מערכות אלו מותקנות על גגות הבניינים. במערכות אלה המים המחוממים מועברים מהקולטים אל מיכל האגירה, ומשם בצנרת מבודדת לדוד הדירתי. המים בדוד מחוממים ע"י מחליף חום, לאחר שמסרו את החום בדוד חוזרים המים למיכל האגירה הקומתי (ולא אל הקולטים) להמשך חימום.

בשונה מהמערכות הפתוחות, המים המיועדים לצריכה במערכות סגורות **אינם** המים המחוממים באמצעות הקולטים.

קולטי ואקום הינם פיתוח של מערכות סגורות מרכזיות, בהן הקולטים אינם שטוחים כבמערכות המצוינות לעיל, כי אם קולטים הבנויים על בסיס שפופרות ואקום. קולטים אלו מרכזים את קרינת השמש בצורה אקטיבית יותר, ועקב כך דורשים שטח גג מצומצם יותר, כפי שיפורט להלן.

מערכות חימום חשמלי כוללות דוד חשמלי ובו גוף חימום. המים מוזרמים מרשת המים אל הדוד, מתחממים בו באמצעות גוף החימום, וממנו מוזרמים באמצעות הצנרת לשימוש. הדוד החשמלי מותקן בדרך כלל בדירה אותה הוא משמש.

3. מערכות חימום מים המותקנות על גגות מבנים – בחינה השוואתית:

3.1 אורך חיי המערכות השונות

כאמור, במערכות סולאריות פתוחות המים המיועדים לצריכה מחוממים באמצעות הקולטים. היות ובכל פעם מוזרמים מים חדשים המכילים סידן ומינרלים אחרים, המערכת חשופה להשפעה גדלה והולכת של אבנית – המים המועברים משקעים בכל פעם את הסידן המצוי בהם. הדבר מצוי אף במערכות חימום חשמלי בהן חשופה הצנרת לשיקוע אבנית. יצוין כי לאור הגברת הסתמכות משק המים בשנים הקרובות על מים מותפלים שבסיסם אינם מכילים סידן, לכאורה ניתן היה לצפות להקטנת הימצאות האבנית בצנרות מערכות חימום מים; אולם לאור הסבירות הגבוהה להוספת סידן לשם שימור טעם המים, הצפי הוא שתופעת קיום האבנית תמשיך ותתקיים.

במערכות סולאריות סגורות דירתיות או מרכזיות (כולל קולטי ואקום), היות והמים מוזרמים במערכת סגורה, שיקוע האבנית מתקיים פעם אחת בלבד. לאחריו, המים נטולי הסידן לא יוסיפו וישקעו אבנית.

עקב כך אורך חיי המערכות הסגורות גבוה בשיעור ניכר מאורך חיי המערכות הפתוחות: בעוד אורך חיי המערכות הפתוחות הינו כ-6-7 שנים בממוצע, אורך חיי המערכות הסגורות עומד על כ-20 שנים ויותר.

יודגש כי כל המערכות השונות הינן "מוצרי מדף", ולא קיימת כל בעיה של הרחבת השימוש בהן.

3.2 נצילות המערכות

בעוד במערכות פתוחות המים המיועדים לצריכה מועברים ישירות מן הקולטים אל הדוד הדירתי, המערכות הסגורות כוללות בתהליך החימום שימוש במחליף חום. כתוצאה מכך, חלק מן החום אובד במסגרת התהליך, דבר הגורם לנצילות נמוכה יותר של המערכות הסגורות ביחס לאלו הפתוחות.

נצילות המערכות הפתוחות גבוהה בממוצע בכ-12% מנצילותן של המערכות הסגורות. תקנות התכנון והבנייה מחייבות את המערכות הפתוחות באספקת 41 קילו קלוריות (להלן: "ק"ק") לכל ליטר, בעוד במערכות הסגורות נדרשת אספקת 46 ק"ק לכל ליטר.

היות וצריכת המים החמים הממוצעת לבית אב עומדת על כ-150 ליטר ליממה, משמעות הדבר הינה שתפוקת החום היומית הנדרשת לדירה ממוצעת הינה של 6,150 ק"ק למערכות פתוחות ו-6,900 ק"ק למערכות סגורות.

קולטי ואקום, המרכזים את קרינת השמש בצורה טובה יותר, מאפשרים הספקת כ-13,000 ק"ק ליממה לשטח קליטה דומה.

מערכות חימום חשמלי אינן כוללות קולטים, עקב כך אין משמעות לנצילות המערכות.

3.3 תפוסת שטח גגות הבניינים:

עקב הנצילות הנמוכה יותר בשיעור של 12% של המערכות הסגורות, הן דורשות שטח קולטים גדול בשיעור של 12% משל המערכות הפתוחות.

שטח הקולטים במערכות הפתוחות הינו כ-2 מ"ר שטח גג לקולט דירתי. לאור העובדה שיש צורך בהצבת הקולטים במרחק-מה האחד מהשני למניעת הצללות וכן להצבת יתר רכיבי המערכת, נדרש שטח גג כולל של כ-4.5 מ"ר עבור מערכת חימום מים ליחידת דיור.

במערכות סגורות, כאמור, שטח המערכת נדרש לעמוד על כ-12% נוספים ביחס למערכות הפתוחות, ומסתכם בכ-5 מ"ר ליחידת דיור. קולטי ואקום שנצילותם גבוהה יותר ומגיעים לטמפרטורה גבוהה יותר, זקוקים לשטח גג הקטן ב-40% מקולטים שטוחים לאספקת כמות זהה של ק"ק יומיות – שטח מערכת סגורה מרכזית הכוללת קולטי ואקום תידרש לכ-3 מ"ר ליחידת דיור.

בחינת היתכנות מיקום קולטים על גגות בנייני מגורים: שטח גג בניין מגורים ממוצע עומד על כ-600 מ"ר: בבניין מגורים ממוצע ממוקמות 4 דירות בקומה, שטח דירה ממוצעת עומד על כ-100 מ"ר; בנוסף, קיימים כ-200 מ"ר נוספים של חללים משותפים עבור חדר המדרגות, המעלית ועוד.

על שטח גג הבניין נדרשים כ-200 מ"ר עבור מערכות משותפות לכלל דיירי הבניין, כגון אנטנות, מעלית, מיכלי מים, מתזים לשעת חירום ועוד. עקב כך, ניתן למקם קולטים בבניין מגורים ממוצע על שטח גג של כ-400 מ"ר. היות ושטח המערכות (כולל מרווחים למניעת הצללות) עומד על כ-3-5 מ"ר לקולט דירתי כמפורט לעיל (בכל קומה 4 דירות כאמור), קיימת היתכנות - מבחינת תפוסת גג בניין המגורים - למיקום קולטים עבור 20 קומות (ואף יותר מכך בהתקנת קולטי ואקום). לאחר לקיחת מרווח ביטחון מסוים (במקרים של שטח משותף מצומצם יותר/ הבניין הבנוי כ"טרפז" שבו שטח גג הבניין מצומצם ביחס לבסיסו), ניתן להסיק כי אין בעייתיות במיקום קולטים על גגות בנייני מגורים עבור 20-15 קומות. התקנת קולטי ואקום תאפשר התקנת מערכות חימום מים עבור כ-25-30 קומות.

3.4 עלויות המערכות השונות:

עלויות המערכות השונות נובעות מעלות ההשקעה הראשונית ומעלויות השימוש השוטף לאורך חיי המערכות השונות. אין פער מהותי בין עלויות האחזקה של המערכות השונות.

ההשקעה הראשונית (כולל עלויות התקנה) הכרוכה במערכת הסולארית הסגורה הינה היקרה מבין האופציות השונות, עקב היותה מערכת מורכבת יותר ביחס למערכת הסולארית הפתוחה וכן ביחס למערכת החימום החשמלי. מאידך, לאור אורך חיי המערכת הסגורה, הגבוה מהותית מאורך חיי המערכות החלופיות, השקעה זו נדרשת פעם יחידה במשך כ-20 שנים, בעוד מערכות אחרות יידרשו להיות מוחלפות כ-3 פעמים במהלך תקופה זו.

מערך הגיבוי החשמלי במערכות סולאריות מופעל באופן מינורי יחסית, ולכן צפוי להישמר לאורך תקופה ארוכה ברמה סבירה ללא צורך בהשקעות מהותיות לשם החלפתו.

עלויות השימוש השוטף – רמת צריכת החשמל הנדרשת עבור חימום מים הינה כ-2,400 קוט"ש בשנה לבית אב. בעוד במערכות חימום חשמלי כלל צריכה זו תסופק ממקורות חשמליים, הרי שהמערכות הסולאריות-תרמיות תספקנה תפוקת חום האקוויוולנטית לכ-2,000 קוט"ש בשנה, כאשר יתרת הצריכה תידרש להיות מסופקת ממקורות חשמליים (תקופות מעוננות וכד').

בנוסף, במערכות סולאריות דירתיות (פתוחות וסגורות) צפוי להיות אובדן מים במשך דקות בודדות, עד להגעת המים החמים מן הקולטים שבגג הבניין. כמו כן, צפוי אובדן אנרגיה מסוים לאור היוותרות מים חמים בצנרות.

לאור זאת מצוין בטבלה דלהלן ריכוז העלויות הנגזרות משימוש במערכות החימום השונות (ש"ח לדירה):

| מערכת סולארית פתוחה דירתית | מערכת סולארית סגורה מרכזית ¹ | מערכת חימום חשמלי | |
|----------------------------|---|--------------------|---|
| 3,000 ² | 4,000 | 1,000 ³ | השקעה ראשונית |
| 400 | 400 | 2,400 | צריכת חשמל שנתית (קוט"ש) |
| 191 | 191 | 1,148 | עלויות שנתיות ⁴ - שימוש בחשמל 2012 |
| 235 | 235 | 1,410 | עלויות שנתיות - שימוש בחשמל 2015 ואילך |
| 13,587 | 8,587 | 30,523 | עלויות כוללות במשך 20 שנים |

מטבלה זו ניתן להיווכח כי **מערכת סולארית עדיפה ביחס למערכת החימום החשמלי: ההשקעה הראשונית הגבוהה יותר במערכות הסולאריות מוחזרת בתוך כ-2-3 שנים.**

¹ עלות קולטי ואקום המותקנים על מערכות סולאריות סגורות מרכזיות עשויה לייקר את המערכות בכ-10%-5%.
² ביצוע השקעה זו יידרש 3 פעמים לאורך 20 שנים.
³ ביצוע השקעה זו יידרש 3 פעמים לאורך 20 שנים.
⁴ בהסתמך על עלויות תעריפי החשמל הידועים נכון לסוף ינואר 2012, המפנימים ההתייקרות המדורגת בשיעור של 30% עד לסוף 2014.

בנוסף, המערכות הסולאריות הסגורות כדאיות לצרכן הקצה יותר מהמערכות הסולאריות הפתוחות: עקב אורך החיים הגבוה יותר של המערכות הסגורות, מוחזרת השקעה הראשונית הגבוהה יותר בהן לאחר כ-5 שנים בממוצע, עם החלפת המערכות הפתוחות.

מערכות סגורות מרכזיות עדיפות על מערכות סגורות דירתיות, בפרט בבניינים רבי קומות, לאור העובדה שלא קיים בהן אובדן אנרגיה ומים כאמור לעיל.

מערכות חימום חשמלי חשופות בשיעור ניכר הרבה יותר לתמורות בתעריפי החשמל. התחשיב המוצג לעיל כולל את ההתייקריות הצפויות בתעריפי למגור הביתי בין השנים 2012-2014, ומניח התקבעות של תעריפי החשמל החל מסוף 2014. גם במידה ותעריפי החשמל ירדו בשיעור ניכר, עדיין קיימת אי-כדאיות רבה בהתקנת מערכות חימום חשמלי ביחס למערכות הסולאריות. במקרה ותעריפי החשמל יוסיפו ויעלו, הדבר יוסיף ויחדד את פערי העלויות המוצגים לעיל.

3.5 בחינת השוואה למערכות פוטוולטאיות:

מערכות פוטוולטאיות הן מערכות הכוללות תאים פוטוולטאיים המותקנים בגגות המבנים, אשר מייצרים חשמל הנמכר לרשת החשמל. מערכות אלו אינן מסדירות את חימום המים דווקא, אולם מהוות פתרון חלופי בדמות ייצור חשמל לכלל שימושי הדירה ממקורות עצמיים, ולכן יש לבחון כחלק מהסקירה ההשוואתית.

שטח תאים פוטוולטאיים עומד על כ-12 מ' לכל 1 קילוואט. לאור הצורך במניעת הצללות, דורשים התאים הפוטוולטאיים שטח של כ-24 מ' ברוטו לכל 1 קילוואט. מאידך, תאים אלו צפויים לספק תפוקת חום האקוויולנטית לכ-1,600 קוט"ש לשנה. על מנת לספק את הצריכה החליפית הנדרשת לחימום מים – 2,000 קוט"ש בשנה, נדרש שטח של כ-30 מ' עבור התאים הפוטוולטאיים.

כמו-כן, עלות התקנת התאים הפוטוולטאיים הנדרשים מוערכת ב-8,000 דולרים.

אם כן, תפוסת השטח התאים הפוטוולטאיים הנדרש לייצור מים חמים גדולה פי 6 משטח המערכות הסולאריות החלופיות, ועלות ההתקנה הראשונית גבוהה פי 7-8 אף היא.

עקב כך, אימוץ חלופה זו עלול ליצור בעייתיות בתפוסת שטח גג הבניין ואינו כדאי כלכלית.

4. התקנת מערכות חימום בקומות תחתונות בבנייני מגורים:

הפרקים האמורים לעיל מבצעים בחינה השוואתית בין מערכות חימום מים הממוקמות על גגות בנייני מגורים. מאחר ושטח גג בניין מגורים ממוצע מספיק להצבת קולטים (מכל סוג שהוא⁵) עבור 15 קומות, בבנייני מגורים הגבוהים מ-15 קומות נדרש לתת מענה אף לחימום מים עבור הקומות התחתונות⁶. עקב כך תיבחן התקנת משאבות חום לחימום דירתי אל מול האופציה הקונבנציונאלית של מערכות חימום חשמלי.

⁵ כאשר העדיפות היא למערכות סגורות בהן לא קיים אובדן מים, ובפרט לקולטי ואקום.

⁶ קיימת כדאיות בהתקנת מערכות סולאריות עבור הקומות העליונות יותר מאשר עבור הקומות התחתונות, היות והצנרת הנדרשת עבור הקומות העליונות קצרה יותר, וסחרור המים המתבצע במסגרת המערכות הסולאריות, מצומצם יותר.

בעוד אורך חיי משאבות החום עומד על כ-10 שנים, אורך חיי מערכות החימום החשמלי מסתכם בכ-8-6 שנים. כמו-כן, נצילות משאבת החום גבוהה פי 3.5 מנצילות מערכת החימום החשמלי, עקב כך רמת צריכת החשמל הנדרשת עבור משאבת החום נמוכה פי 3.5 מרמת הצריכה במערכת החימום החשמלי. בדומה למערכות חימום חשמלי, אף משאבת החום אינה תופסת שטח.

בטבלה דלהלן מצוין ריכוז העלויות הנגזרות משימוש במערכות החימום השונות בקומות התחתונות (ש"ח לדירה):

| מערכת חימום חשמלי | משאבת חום דירית | |
|-------------------|-----------------|--------------------------------------|
| 1,000 | 5,000 | השקעה ראשונית |
| 2,400 | 685 | צריכת חשמל שנתית (קוט"ש) |
| 1,148 | 328 | עלויות שנתיות שימוש בחשמל 2012 |
| 1,410 | 403 | עלויות שנתיות שימוש בחשמל 2015 ואילך |
| 30,023 | 17,856 | עלויות כוללות במשך 20 שנים |

החזרת ההשקעה הראשונית הגבוהה יותר הכרוכה בהתקנת משאבות חום דיריות, מחזירה עצמה בתוך כ-4 שנים לאור פערי צריכת החשמל המהותיים ביחס למערכות חימום חשמלי. במקרים של התקנת משאבות חום מרכזיות עבור כלל בניין המגורים, צפויה ההשקעה הראשונית להיות נמוכות יותר ותקופת ההחזר קצרה יותר.

נמצא כי ב-15 הקומות העליונות של מבני המגורים, קיימת כדאיות אנרגטית וכלכלית עבור צרכן הקצה בהתקנת מערכות סולאריות, ובפרט מערכות סגורות, ביחס למערכות חימום חשמלי. כן קיימת כדאיות אנרגטית וכלכלית בהתקנת משאבות חום כתחליף למערכות החשמליות, בקומות התחתונות של מבני המגורים.

5. בחינת השפעת החיסכון ברמה המשקית:

על פי נתוני למי"ס⁷, בכ-81.5% מסך הדירות למגורים בישראל מותקנות מערכות סולאריות. יתרת הדירות כוללות שיעור של כ-5% מכלל הדירות בהן מותקנות מערכות חימום מים על בסיס דלקים (סולר, גפ"מ ועוד), וכ-13.5% נוספים (כ-280,000 בתי אב) בהן קיימות בדירות מערכות חימום חשמלי בלבד.

מערכות החימום החשמלי מצויות בכ-60,000 בתי-אב⁸ המצויים תחת אחריות חברות הדיור הציבורי (עמידר, עמיגור ועוד), אשר נבנו טרם החלת תקנות התכנון והבנייה המחייבות התקנת מערכות סולאריות; וכן בכ-220,000 בתי-אב שנבנו טרם החלת תקנות התכנון והבנייה אך אינם מצויים תחת אחריות חברות

⁷ נתוני 2010.

⁸ נתוני 2011.

הדירור הציבורי, ובבנייני מגורים בני 9 קומות ומעלה שנבנו בשנים האחרונות מבלי שתקנות התכנון והבנייה תחולנה עליהן.

החיסכון האנרגטי השנתי, הקיים הן בבנייני מגורים בני 8 קומות ומטה והן ב-15 הקומות העליונות של בנייני מגורים בני 16 קומות ומעלה, מסתכם בכ-2,000 קוט"ש בשנה לדירת מגורים. החיסכון האנרגטי השנתי הקיים בקומות התחתונות של בנייני מגורים בני 16 קומות ומעלה, מסתכם בכ-1,700 קוט"ש בשנה לדירת מגורים.

מהאמור לעיל נגזר כי המשמעות האנרגטית של שינוי תקנות חוק התכנון והבנייה כך שיחייבו התקנת מערכות סולאריות ב-15 הקומות העליונות בבניין המגורים, והתקנת משאבות חום בקומות התחתונות של הבניין – צפויה להתבטא בחיסכון אנרגטי של כ-1,970 קוט"ש כממוצע דירתי עבור התחלות בנייה למגורים הגבוהות מ-8 קומות.

המערכות הסולאריות הנסקרות בפרק זה הינן מערכות סגורות שכדאיותן היא הרבה ביותר, אשר התקנתן אינה כרוכה באובדן מים (הקיים במערכות פתוחות) עקב פרק הזמן הנדרש להגעת המים החמים מהקולטים.

היקפי הדירות בהן ניתן להתקין מערכות סולאריות לחימום מים :

קיימות שלוש קטגוריות של דירות בהן ניתן להתקין מערכות סולאריות :

- א. התחלות בנייה חדשות בבנייני מגורים הגבוהים מ-8 קומות.
- ב. דירות הנמצאות תחת אחריות חברות הדירור הציבורי.
- ג. דירות שהוקמו לפני החלת התקנות ואינן תחת אחריות חברות הדירור הציבורי, וכן דירות שהוקמו מאז החלת התקנות בבנייני מגורים הגבוהים מ-8 קומות ומעלה.

הפרמטרים עליהם יש להתבסס בגיבוש ההשפעה המשקית של התקנת מערכות סולאריות הינם :

❖ מס' התחלות הבנייה פר שנה ספציפית.

בשנת 2010 החלה בנייתן של כ-36 אלף יחידות דיור חדשות. כך אף בשנת 2011, עד חודש ספטמבר החלה בנייתן של כ-30 אלף יחידות דיור – כ-37 אלף בתחשיב שנתי.

על פי הערכות מנהל התכנון במשרד הפנים, בעשור הקרוב צפויה האצה משמעותית של הליכי אישור התחלות בנייה למגורים על מנת לכסות פערי ביקוש-היצע⁹. הונח כי בשנת 2012 תאושר בנייתן של 50 אלף יחידות דיור חדשות; החל משנת 2013 ועד לסוף העשור תאושרנה 60 אלף יחידות דיור חדשות בשנה.

❖ שיעור הגידול השנתי במספר התחלות הבנייה.

בין השנים 2000-2010 לא חל שינוי משמעותי בהיקף התחלות הבנייה המאושרות בכל שנה, וזאת למרות הגידול בהיקף האוכלוסייה. שיעור הגידול השנתי הממוצע במספר התחלות הבנייה המאושרות החל משנת 2021 ואילך¹⁰ הונח כ-3%¹¹.

⁹ כך, בין השנים 2009-2002 גדלה האוכלוסייה בכ-2% בממוצע לשנה, ומספר משקי הבית החדשים גדל בכ-6% בממוצע בשנה. מאידך, לא נרשם גידול מקביל במספר התחלות הבנייה למגורים לאורך שנים אלו.

¹⁰ לאחר כיסוי פערי ביקוש-היצע בעשור זה כמפורט דלעיל.

¹¹ הנחה שמרנית לאור העובדה ששיעור הגידול השנתי במספר בתי-האב החדשים עומד על כ-6%.

❖ **שיעור הדירות המשווקות מהקומה התשיעית ומעלה מסך הדירות המשווקות:**

כאמור לעיל, בעשורים האחרונים חל גידול ניכר במספר התחלות הבנייה בבנייני מגורים בני 9 קומות ומעלה. להלן התפתחות שיעור הדירות המשווקות מהקומה התשיעית ומעלה מסך הדירות המשווקות ב-15 השנים האחרונות:

| 2011 ¹² | 2010 | 2005-2009 | 2000-2004 | 1995-1999 |
|--------------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| 37.3% | 32.2% | 21.8% | 16.0% | 13.5% |

על בסיס האמור לעיל הונח כי בין השנים 2010-2014, שיעור הדירות המשווקות מהקומה התשיעית ומעלה יעמוד על 35% - שיעור הגידול הממוצע ב-2010-2011. שיעור זה יגדל בכל חומש ב-3%, לאור שינוי המדיניות המובלת ע"י הממשלה להגברת ציפוף אזורי הביקוש ככלל ומרכז הארץ בפרט – על מנת לצמצם ככל הניתן הסבת שטחים פתוחים לשטחים המיועדים לבנייה. יצוין כי השפעת שינוי תקנות התכנון והבנייה תובאנה לידי ביטוי החל משנת 2014, לאור פרק הזמן הנדרש לשינוי התקנות ולכניסת הדיירים לבנייני המגורים שאישורי התחלות הבנייה עבורם ניתנים ב-2012.

❖ **דירות הנמצאות תחת אחריות חברות הדיור הציבורי** – לאור הכדאיות האנרגטית והכלכלית המהותית, 60 אלף יחידות דיור אלו הכוללות ברובן הגדול מערכות חימום חשמליות, יוסבו לשימוש במערכות סולאריות.

מהלך זה ידרוש מתן תוספות תקציביות לחברות הדיור הציבורי. מונח כי מהלך זה, אשר הליכוי המכרזיים יגובשו בשנת 2012 בהינתן ההסדרה התקציבית כאמור, יוצא לפועל במהלך כ-4 שנים עד לסוף שנת 2016.

❖ **דירות נוספות אשר לא מותקנות בהן מערכות סולאריות** – על מנת לאפשר התייעלות אנרגטית בדירות אלו, מומלץ לקדם במקביל קמפיינים הסברתיים המבהירים את החיסכון הכספי המהותי הגלום בהתקנת מערכות סולאריות, וכן מתן תמריצים למשך שנים ספורות לעידוד הדיירים להחלפת מערכות חימום המים ברשותם. מונח כי מהלכים אלו יביאו להחלפת 20 אלף מערכות חימום בכל אחת מן השנים 2013-2017.

להלן הערכת הצמצום הצפוי בביקושים לחשמל עקב ביצוע הפעילויות בכל אחת מן הקטגוריות המצוינות לעיל:

| 2030 | 2025 | 2020 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---|
| התחלות בנייה חדשות | | | | | | | | | |
| 81 | 70 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 50 | מספר דירות משווקות בשנה ספציפית (באלפים) |
| 35 | 31 | 25 | 23 | 23 | 23 | 21 | 21 | 18 | מספר דירות בבניינים בני 9 קומות ומעלה המשווקות בשנה ספציפית |

¹² ינואר-ספטמבר.

(באלפים)

| | | | | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|----|--|---|
| | | | | | | | | | | מספר דירות בבניינים בני 9 קומות ומעלה - היקף מצטבר משינוי התקנות (באלפים) |
| 502 | 335 | 198 | 128 | 105 | 82 | 60 | 39 | 18 | | |
| 851 | 545 | 297 | 162 | 117 | 76 | 34 | | | | צמצום ביקושים התחלות בנייה חדשות (מיליוני קוט"ש) |
| | | | | | | | | | | |
| דירות בבעלות חברות דיור ציבורי | | | | | | | | | | |
| | | | | 15 | 15 | 15 | 15 | | | מספר דירות המוסבות לשימוש במערכות סולאריות בשנה ספציפית (באלפים) |
| 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 45 | 30 | 15 | | | מספר דירות המוסבות לשימוש במערכות סולאריות – היקף מצטבר (באלפים) |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 90 | 60 | 30 | | | צמצום ביקושים בחברות דיור ציבורי (מיליוני קוט"ש) |
| | | | | | | | | | | |
| דירות נוספות בהן לא מותקנות מערכות סולאריות | | | | | | | | | | |
| | | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | | מספר דירות המוסבות לשימוש במערכות סולאריות בשנה ספציפית (באלפים) |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | | | מספר דירות המוסבות לשימוש במערכות סולאריות – היקף מצטבר (באלפים) |
| 197 | 197 | 197 | 197 | 158 | 118 | 79 | 39 | | | צמצום ביקושים דירות נוספות (מיליוני קוט"ש) |
| | | | | | | | | | | |
| 1,168 | 862 | 614 | 479 | 395 | 284 | 173 | 69 | | | צמצום ביקושים כולל (מיליוני קוט"ש) |

הערך הנוכחי של הפחתת עלות רכישת החשמל (מהוונת) עבור חימום מים במגזר הביתי עד לשנת 2030 הינו כ-3.7 מיליארד ש"ח¹³.

לאור ההנחה כי כל 1 קוט"ש פולט 0.68 ק"ג CO₂, צפוי המשק לחסוך בשנת 2030 בלבד 795 אלף טון CO₂, ועד שנת 2030 היקף מצטבר של כ-8.25 מיליון טון CO₂. לאור הנחת עלות של כ-15 יורו לטון, צפוי המשק לחסוך עד לשנת 2030 כ-125 מיליון יורו בגין צמצום הביקושים עקב המעבר למערכות חימום מים סולאריות במגזר הביתי.

הביקושים העתידיים להיות מופחתים בשנת 2030 מיוצרים על ידי תחנה בהיקף של 240 מגהוואט. עלות 1 קילוואט מותקן מוערכת בכ-1,250 דולר. לאור זאת, עלות התחנה הנחסכת עקב החיסכון הצפוי עקב מעבר המגזר הביתי למערכות חימום מים סולאריות נאמד בכ-300 מיליון דולר.

6. מסקנות והמלצות:

קיימת כדאיות אנרגטית וכלכלית, הן עבור צרכני הקצה והן ברמה המשקית, במעבר המגזר הביתי למערכות חימום מים סולאריות.

הכדאיות הרבה ביותר הינה במעבר למערכות סולאריות סגורות מרכזיות, ובפרט למערכות בהן מותקנים קולטי ואקום.

לאור זאת, מומלץ לאמץ את ההמלצות הבאות:

א. שינוי תקנות חוק התכנון והבנייה:

1. חיוב קבלנים בהתקנת מערכות סולאריות מרכזיות לחימום מים עבור 15 הקומות העליונות בבנייני מגורים חדשים.

2. חיוב קבלנים בהתקנת משאבות חום דירתיות/מרכזיות עבור הקומות התחתונות, בבנייני מגורים חדשים בני 16 קומות ומעלה.

ב. הקצאת תקציבים לחברות הדיור הציבורי המצויות באחריות משרד הבינוי והשיכון לשם החלפת מערכות החימום החשמלי במערכות סולאריות בדירות תחת ניהולן.

ג. מתן תמריצים לעיריות, מועצות מקומיות/אזוריות, האגודה לתרבות הדיור וכד', לשם סבסוד חלקי של החלפת מערכות החימום החשמלי במערכות סולאריות, זאת בנוסף לקמפיינים הסברתיים לשם הגברת מודעות האזרחים בדבר המשמעות הכלכלית.

ד. מתן הטבות מיסוי (פטור ממכס ועוד) עבור קולטי ואקום, שרמת יעילותם גבוהה יותר ותפיסת השטח שלהם נמוכה יותר.

בתקופה הקרובה תורחב בחינה זו של שימוש באנרגיה סולארית להפקת חום אף למגזרים אחרים (תעשייתי, מסחרי-ציבורי ועוד).

¹³ בהסתמך על עלויות תעריפי החשמל הידועים נכון לסוף ינואר 2012, המפנימים ההתייקרות המדורגת בשיעור של 30% עד לסוף 2014. הנחת שיעור היוון של 6%.

בברכה,

אדי בית הזבדי, מנהל אגף שימור אנרגיה

עמיחי דרורי, יחידת המדען הראשי

נספח 2: תכנית פורום אנרגיה: אנרגית שמש לבנייני מגורים בישראל

| | |
|---|--------------------|
| פתיחה | 13:10-13:00 |
| | |
| מר אדי בית הזבדי, משרד האנרגיה והמים | 13:20-13:10 |
| הרחבת השימוש באנרגית השמש לחימום מים במגזר הביתי | |
| מר נועם קימל, Green tech energy LTD | 13:30-13:20 |
| שפופרות ואקום – הלכה למעשה | |
| מר אדר איזנקוט, כרומגן בע"מ | 13:40-13:30 |
| מערכות תרמו סולאריות הלכה למעשה | |
| מר אברהם בכר, Zenith Solar LTD | 13:50-13:40 |
| Solar combined heat and power (CHP) technology | |
| | |
| הפסקה | 14:10-13:50 |
| | |
| דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות הבאות: | 17:00-14:10 |
| <ul style="list-style-type: none"> • מה יכולה וצריכה ממשלת ישראל לעשות כדי לקדם את ניצול אנרגית השמש בישראל? • מהו הפוטנציאל לניצול אנרגית השמש בבניינים בישראל? • כיצד יש לשנות את חוק התכנון והבניה כדי להגביר שימוש באנרגית השמש בבניינים גבוהים? | |
| | |
| סיום | 17:00 |



מוסד שמואל נאמן

למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889

קרית הטכניון, חיפה 32000

www.neaman.org.il