



הטכניון

מכון טכנולוגי לישראל



מוסד שמואל נאמן

למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 13
מוסד שמואל נאמן, הטכניון

תחנות כוח סולאריות

בישראל



13

9.2.2009

אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה הוא מכון למחקרי מדיניות בנושאים הקובעים את החוסן הלאומי של מדינת ישראל. המוסד הוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמתו ובסיוע תרומתו של מר שמואל נאמן.

הקמת מרכז המחקר נבעה מחזון ומטרה לסייע בבעיות לאומיות בתחום הפיתוח הכלכלי, המדעי-טכנולוגי והחברתי של מדינת ישראל. חזונו של מר נאמן קרם עור וגידים והיום "מוסד שמואל נאמן" הוא מוסד מוביל בהתוויית מדיניות כלכלית וחברתית שעניינה מדע וטכנולוגיה, השכלה גבוהה, תשתיות לאומיות וסביבה. מיטב המומחים והמדענים של ישראל פועלים במסגרת מוסד שמואל נאמן - עסוקים בחיפוש פתרונות לבעיות בנושאי החוסן הלאומי של המדינה שלנו. בחירת נושאי הפעילות מותנית בשאיפה לסייע במציאת פתרונות מושכלים לטווח בינוני וארוך, תוך ניצול מאגר כוח אדם המדעי והטכנולוגי הנמצא בטכניון ומחוצה לו וגיוס צוותים המורכבים מאנשי אקדמיה ותעשייה לתקופות מוגבלות אשר מרכזים מאמציהם בנושאים הנבחרים.

במוסד שמואל נאמן בוצעו סקירות ומחקרי מדיניות רבים המשמשים את מקבלי ההחלטות במשק על רבדיו השונים. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגים בדוחות השנתיים המופצים בציבור וכן באתר האינטרנט של המוסד. כמו כן מלווה מוסד נאמן פרויקטים לאומיים, דוגמת המאגדים של משרד התמ"ת - מגנט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה ותקשורת, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ועוד. בנוסף לכל אלה, מארגן המוסד ימי עיון מקיפים בתחומי העניין אותם הוא מוביל. מחקרי המדיניות וימי העיון נעשים במסגרת תקציב שמגיע בחלקו מהקרן שהותיר בצוואתו מר שמואל נאמן להמשך פעילות המוסד. יו"ר המוסד הוא פרופ' זאב תדמור וכמנכ"ל מכהן פרופ' משה משה.

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

טלפון: 04-8232329, פקס: 04-8231889

כתובת דוא"ל: info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט: www.neaman.org.il

תחנות כוח סולאריות בישראל

סיכום והמלצות דיון

פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן

הטכניון

מיום 9.2.2009

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

טל גולדרט

ד"ר אופירה אילון

יוני 2009

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:

| | | |
|-------------------------------------------------|---------------------|-------|
| מוסד שמואל נאמן | אילון אופירה | ד"ר |
| מכון ויצמן למדע | אפשטיין מיכאל | |
| אגף מחקר ופיתוח, משרד התשתיות הלאומיות | ארביב אברהם | ד"ר |
| אגף תקציבים, משרד האוצר | בוצר משה | |
| אגף שימור אנרגיה, משרד התשתיות הלאומיות | בית הזבדי אדי | |
| סולל בע"מ | ברנמילר אבי | |
| מוסד שמואל נאמן | גולדרט טל | |
| מוסד שמואל נאמן והפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון | גרוסמן גרשון – יו"ר | פרופ' |
| אדיג (Aora) בע"מ | דורון פנחס | ד"ר |
| מינהל התכנון במשרד הפנים | דרסלר רן | |
| אדן טכנולוגיה וייעוץ כלכלי בע"מ | הופמן דניאל | |
| Better place LTD | וינשטוק דן | ד"ר |
| משרד החשב הכללי, משרד האוצר | וייסמן ליעמי | |
| מדען ראשי, משרד התשתיות הלאומיות | ולד שלמה | ד"ר |
| הטכניון, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית | זסלבסקי דן | פרופ' |
| רשות המיסים, משרד האוצר | יעקב ערן | |
| קבוצת לבאון, ארה"ב | לב און מרים | ד"ר |
| קבוצת לבאון, ארה"ב | לב און פרי | ד"ר |
| AGS group | סמיד אמנון | |
| מכון בלאושטיין, שדה בוקר | פיימן דוד | פרופ' |
| אוניברסיטת בן גוריון | רואי אהרן | פרופ' |
| MST LTD | רוזנשטרייך רועי | |
| קמ"ג / סולל בע"מ | שגיא דן | |
| מנהל מקרקעי ישראל | ששפורטה פני | |

הבעת תודה

המחברים מודים למרצים על המידע שהציגו ולכלל משתתפי הפורום על תרומתם לדיון הפתוח. תודות לכל המשתתפים אשר העבירו חומר רקע לקראת הדיון.

עמוד

תוכן העניינים

| | |
|----|---------------------------------------|
| 5 | פרק 1 : הקדמה |
| 6 | פרק 2 : רקע |
| 8 | פרק 3 : מידע בנושא תחנות כוח סולאריות |
| 26 | פרק 4 : דיון |
| 34 | פרק 5 : סיכום והמלצות |
| 36 | פרק 6 : מקורות |

נספחים

| | |
|-------------------------------------------------------|----------|
| עיקרי ההחלטה של הקבינט החברתי-כלכלי, מחודש ינואר 2009 | : נספח 1 |
| תוכנית פורום אנרגיה : תחנות כוח סולאריות - 9.2.2009 | : נספח 2 |
| דפי מידע של ה- DOE לגבי טכנולוגיות סולאריות | : נספח 3 |

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 להציג בפני מקבלי החלטות.

המפגש הודן בנושא תחנות כוח סולאריות התקיים ב-9 בפברואר 2009 בטכניון, והשתתפו בו מומחים בתחום מהסקטור התעשייתי, האקדמיה והממשד הממשלתי והציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה עקב מומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת סטאטוס מקצועי ראשון במעלה בתחומי האנרגיה הסולארית והתשתיות.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מן המשתתפים מצגות בנושא תחנות כוח סולאריות על היבטיו השונים. מצגות המשתתפים 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 נושא הקמת תחנות הכוח הסולאריות במדינת ישראל, היכולות הטכנולוגיות, החסמים ופעולות שיש לנקוט על מנת לקדם נושא זה.

פרק 2: רקע

בשנים האחרונות, על רקע המשבר הכלכלי והתנודות החריפות במחירי הדלקים, הולך וגובר בעולם העניין בייצור חשמל מאנרגיית השמש. לאחר שנים רבות של חוסר עניין, אנו רואים יזמות בעיקר בארצות שטופות שמש, ביניהן ספרד ודרום מערב ארה"ב. בישראל, שהייתה חלוצה בתחום אנרגיית שמש מרוכזת עוד בשנות ה-80' (אך מבלי שהוקם בה אף מתקן פרי טכנולוגיה ישראלית), החלה תנופה מחודשת הזוכה הפעם לעידוד ממשלתי. החלטת ממשלה להקים באשלים בשלב ראשון שתי תחנות סולאריות תרמיות בהספק כולל של 250 מ"ו ושתי תחנות פוטוולטאיות (PV) בהספק של 30 מ"ו נמצאת בשלב מתקדם של מכרז BOT, כאשר השטח כבר הוקצה, ובחירת הזוכים צפויה לפני סוף 2009. החלטת ממשלה נוספת קובעת כי החל משנת 2010 יוקם כל שנה מתקן אנרגיה מתחדשת (שמש או רוח) בהיקף של 250-500 מ"ו, והוחל כבר בצעדים להקצאת הקרקע למתקן הסולארי הבא באזור תימנע. המטרה המוצהרת היא להגיע עד שנת 2020 למצב בו 10% מכלל החשמל ייוצר מאנרגיות מתחדשות.

שתי קבוצות של טכנולוגיות לייצור חשמל מאנרגיית השמש הגיעו לדרגת בשלות טכנולוגית המאפשרת יישומן בקנה מידה רחב:

1. טכנולוגיות סולאריות תרמיות (Solar Thermal) הכוללות ניצול אנרגיית שמש מרוכזת (CSP=Concentrated Solar Power) להמרה תרמית לחשמל. בקבוצה זו נמצאת טכנולוגית שוקת פרבולית (parabolic trough) שפותחה לראשונה ע"י חברת לוז ויושמה (בקליפורניה) עוד בשנות ה-80. כאן מחממים שמן תרמי בשדה הקולטים הפרבוליים, המומר לקיטור במתקן מרכזי אשר בו משמש הקיטור לייצור חשמל. נבדקה (אך לא יושמה) האפשרות לייצור קיטור ישירות בקולטים. טכנולוגיה אחרת היא של מגדל שמש מרכזי (central receiver) בו מרוכזת קרינת שמש לראש המגדל ע"י שדה הליוסטטים ומשמשת לייצור ישיר של קיטור, המייצר עבודה במחזור רנקין (Rankine). חלופה של שיטה זו היא חימום אוויר בראש המגדל, המייצר עבודה במחזור ברייטון (Brayton). טכנולוגיה שלישית בנויה על צלחת פרבולית (parabolic dish) העוקבת אחר השמש והטמפרטורות הגבוהות המושגות במוקד מנוצלות לייצור קיטור או אוויר חם, המייצרים חשמל כמו בשיטה הקודמת. אפשרות מבטיחה היא הצבה במוקד הצלחת של מנוע חום מטיפוס סטירלינג (Stirling) שנצילתו גבוהה במיוחד. (ראה איורים 1-3).
2. טכנולוגיות המרה פוטוולטאית: בקבוצת זו נמצאים הפנלים השטוחים, הפועלים ללא ריכוז, ולעומתם תאי PV עם מרכזי קרינה שונים המבוססים על עדשות או מראות אשר מרכזות את הקרינה לשטח פעיל קטן (CPV) שנצילתם גבוהה יותר (CPV=Concentrated Photo Voltaic).

כל מתקן סולארי לייצור חשמל, בין תרמי ובין פוטוולטאי, בדרך כלל משולב במערכת אגירה ו/או גיבוי לתקופות בהן אין קרינת שמש. במתקן תרמי הוצעו שיטות אגירת חום בטמפרטורות גבוהות המבוססות על מלחים מותכים. במערכות PV האגירה היא של חשמל בסוללות. הגיבוי למתקן סולארי תרמי היברידי הוא בד"כ בגז אשר יכול להזין ישירות את תחנת הכוח התרמית. במתקן פוטוולטאי אין אפשרות גיבוי ישיר (אך ניתן, למשל, להוסיף גנרטור דיזל).

קיימים יישומים של תחנות סולאריות תרמיות ופוטוולטאיות בעולם, באופן בולט במיוחד בקליפורניה ובספרד – וניתן ללמוד רבות מן הניסיון במדינות אלה. מחיר החשמל הסולארי – בין תרמי ובין פוטו-וולטאי - עדיין גבוה מכדי להתחרות בחשמל קונבנציונאלי, ודרושים תמריצים ממשלתיים כדי לאפשר חדירה של טכנולוגיות ידיוותיות לסביבה אלה למשק החשמל. דרושה גם תמיכה במו"פ מתוכנן ומיועד להורדת העלות של חשמל סולארי.

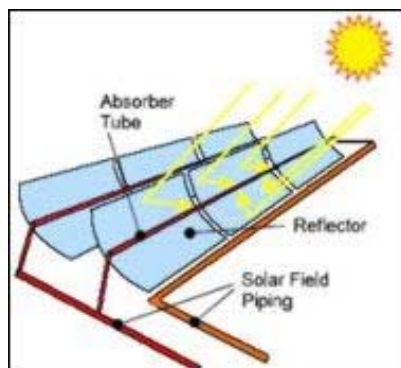
תחנות כוח סולאריות דורשות שטח ניכר, וחלק מן הבעיות הכרוכות ביישומן נובעות מכך, במיוחד במדינה כמו ישראל, בה הקרקע הוא משאב מוגבל. בשטח של 1 קמ"ר ניתן לבנות מתקן של כ-50 מגהוואט (שיא) אשר יפיק כ-100 מיליון קוואט"ש בשנה. לצורך השוואה - תחנת כוח פחמית באותה תפוקה שנתית דורשת שטח קטן פי 50-100 ותחנה המופעלת בגז – פי 200-300. נתון מעניין: מתקן CSP על 1% משטח מדבר סהרה יכול לספק את תצרוכת החשמל של העולם כולו!



איור 1 - צלחת פרבולית (Parabolic Dish)
Sandia National Laboratory, NM - ב



איור 2 - מגדל מרכזי (Central Receiver), מתוך הדמיה של חברת AORA, מהמתקן בקיבוץ סמר



איור 3 - שוקת פרבולית (Parabolic Trough)

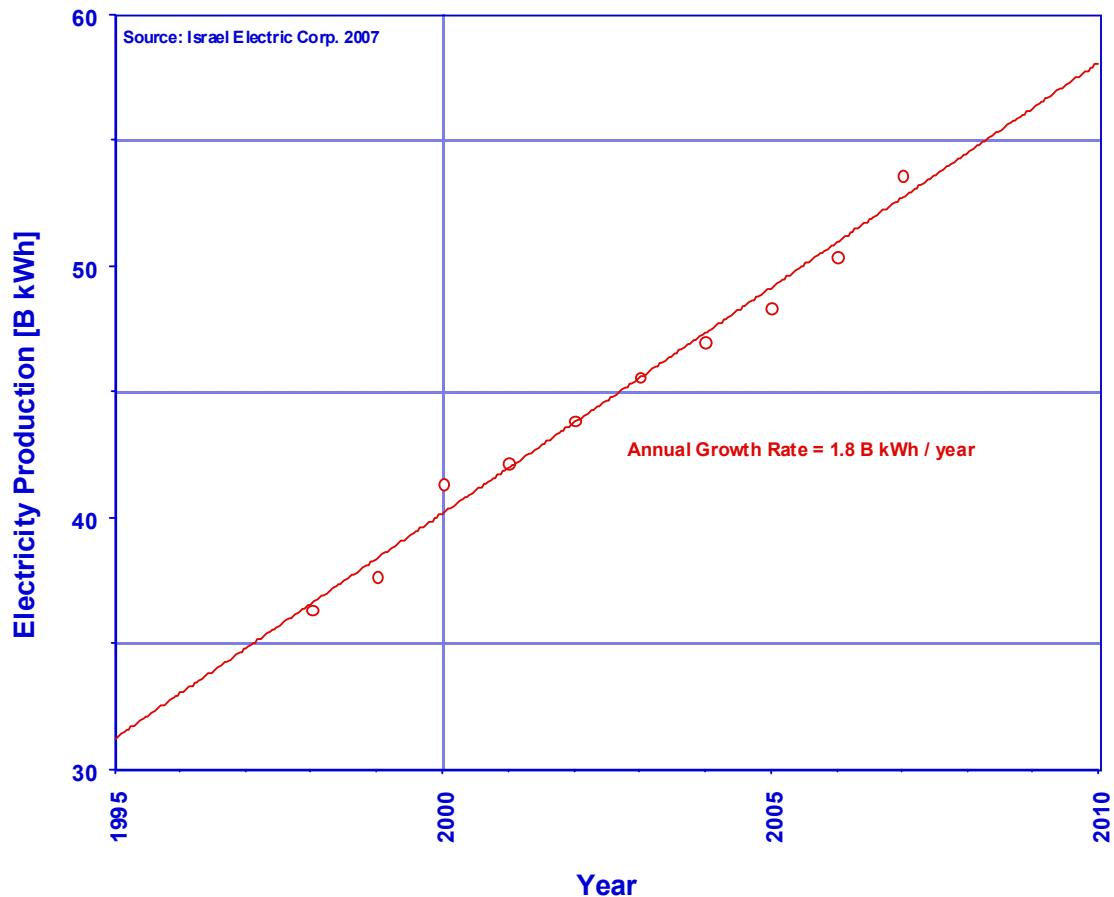
פרק 3: מידע בנושא תחנות כוח סולאריות

בחלק זה של הדו"ח ניתנת תמצית המידע שהוצג ע"י חלק מן המשתתפים, כל אחד לפי בחירתו ומומחיותו. המצגות שהוכנו ע"י הדוברים מוצגות, 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' דוד פיימן, מכון בלאושטיין, אוניברסיטת בן-גוריון, שדה בוקר :

Large scale solar power production: suiting the technology to the task

כפי שניתן לראות בתרשים מספר 1, בעשור השנים שחלפו אנו רואים עליה כמעט לינארית של צריכת החשמל בישראל עד לרמה של כ- 50 מיליארד קווט"ש לשנה, בקצב עליה שנתי של כ-4%.



תרשים מס' 1: ייצור החשמל השנתי בישראל (במיליארדי kWh/yr) ב-15 השנים האחרונות, לפי נתוני חברת החשמל לישראל

לפי נתונים אלה, אם נרצה להקפיד את צריכת הדלקים הפוסיליים לייצור חשמל במצבה הנוכחי, עלינו לבנות תחנה סולארית שתייצר כ-2 מיליארד קוואט"ש לשנה, ולהמשיך ולבנות עוד תחנה כזו כל שנה.

כדי לראות למה ניתן לצפות מבחינת כושר הייצור מתחנות סולאריות להפקת חשמל נבדקו תחנות קיימות באקלימים הדומים לשלנו. לדוגמה נבחן את המקרה של תחנת PV בספרינגרוויל, אריזונה¹. התחנה ממוקמת באזור מדברי, משתמשת בפנלים פוטוולטאיים שטוחים, ומייצרת הספק שיא של 3.5MW חשמל משטח של כ-101 דונם. זו אחת מהתחנות הגדולות מסוגה בעולם. יש לציין כי מערכת מרכזית מייצרת כ-1700 קוואט"ש לשנה לקילוואט שיא מותקן, בעוד שמערכת הממוקמת על שטח גג מייצרת רק 1400 קוואט"ש. השורה התחתונה – לו בנינו מערכות PV לאספקה נוספת של 2 מיליארד קוואט"ש לשנה, תוספת השטח הנדרש הוא כ-34 קמ"ר של נגב כל שנה. ברור כי במקרה של מערכות על גגות – כל הגגות בארץ יספיקו אולי לתצרוכת של 9 חודשים. עלות של 'הרפתקה' כזו היא כ-10 מיליארד דולר.

נבחן מקרה נוסף, של תחנה תרמו סולארית שנבנתה ע"י חברת לוז במדבר בדרום קליפורניה². התחנה בהספק מותקן של 150MW על שטח של 2.53 קמ"ר מייצרת 2350 קוואט"ש חשמל לשנה לקילוואט שיא מותקן. כאן השטח הנדרש הוא לא 34 קמ"ר אלא רק 14 קמ"ר (בפועל יידרשו בארץ 19 קמ"ר כי עוצמת הקרינה נמוכה יותר בנגב מאשר בקליפורניה). כלומר עבור אותו שטח קרקע נקבל "יבול" חשמל רב יותר מאשר במערכות PV.

מתוך מקרים אלו אנו לומדים כי יש למקם את התחנות בערבה ובנגב ולא על הגגות. מתקן סולארי-תרמי מסוג שקתות פרבוליות יעיל בערך פי שניים ממתקן PV מבחינת ניצול שטח קרקע.

יש צורך להתקין 850 MW שיא לתוספת לשנה.

מה בעתיד? שימוש במערכות CPV (PV עם ריכוז הקרינה לשטח פעיל קטן) מאפשר חיסכון בפקטור של 1000 בחומר PV ויאפשר הורדת המחיר אל מתחת ל- \$1/Wp. יש שתי שיטות עיקריות כיום – צלחות עוקבות (דורש קירור אקטיבי, אבל מספק כתוצאה מכך גם מים חמים וזה עשוי להיות יתרון) משטח שבו יש קירור פסיבי. זה התקן שמתאים לחברות חשמל, שאין להם צורך או שימוש במים החמים.

מה הצעדים שיש לנקוט כעת?

- לעודד חיסכון משמעותי באנרגיה
- לבנות מערכות סולאריות תרמיות
- לסבסד מערכות מהדור הבא ולהדגים מערכות חדשות
- מימון מסיבי של מו"פ, אשר צריך לבוא בחלקו מהיטל על צרכני החשמל וחלקו במימון ממשלתי.

¹ L.M. Moore and H.N. Post, *Prog. Photovolt: Res. Appl.* 2008; **16**:249-259

² Scott Frier, Parabolic Trough Workshop, Ontario, Canada, Aug 16, 1999

אבי ברנמילר , סולל בע"מ: פיתרון היברידי במערכות של חברת "סולל"

ראשית יש לציין כי המו"פ בתחום חייב להימשך ויש עוד הרבה מה לשפר, אבל אסור לשכוח שכדי לממן את המו"פ של מחר, אנו חייבים לעבוד היום.

סולל נמצאת בשלבי הקמה של תחנה בספרד המבוססת על שקתות פרבוליות. זו טכנולוגיה מוכחת אשר זוכה למימון מבנקים.

כיצד צריך להיות בנוי משק האנרגיה של ישראל בעתיד?

תחנת כוח חייבת לספק חשמל כל הזמן – לא רק כשהשמש זורחת, ולא רק בקיץ. לא יתכן שלצד התחנה הסולארית תמוקם תחנת כוח נוספת, לא יעילה, לגיבוי. בכל מקרה העלות האמיתית למשק צריכה להיות מחושבת על פי עלות התחנה הסולארית + הגיבוי. ברור כי גם תחנת הגיבוי צריכה להיות יעילה. תחנות של "סולל" עובדות בצורה היברידיית כבר שנים בקליפורניה, וברור שיש גם שיקול כלכלי - למדינה לא כדאי לשרוף גז בנצילות של 30% כאשר ניתן להפעיל תחנה במחזור משולב עם יעילות העולה על 50%.

החיסרון הגדול של תחנה סולארית היא שהיא עובדת מספר שעות מוגבל ביממה. מכיוון שתעריף החשמל משקף עלות לקווט"ש, הדרך היחידה להוזיל עלויות היא להאריך את שעות העבודה של התחנה. עלינו לייצר חשמל ככל שניתן ממקור שמפיק את המקסימום מהשמש, ובשאר הזמן, אין מנוס אלא להשתמש במשאב אחר – כמו גז טבעי. חשוב שתהיה לתחנה יכולת ייצור חשמל כאשר הרשת דורשת אותו. המשמעות היא שיש מעקב אחר הדרישה והתחנה יוצאת ונכנסת לפעולה על פי דרישה. אנו מציעים פיתרון של תחנה סולארית תרמית עם אפשרות אחסון ובעירה של גז. יש להפיק את המקסימום מהשמש – ולכן נדרשת אגירה. באופן כללי, מאפייניה של תחנה כזו הם בהפעלה סולארית – יעילות של 38%, ובהפעלה בגז באמצעות מחזור משולב (מחז"מ) – יעילות של כ- 50%. התחנה מאפשרת לנצל את האנרגיה של השמש, ואוגרת כמה שניתן. כאשר אין שמש משתמשים ראשית באנרגיה שנאגרה – ורק כמוצא אחרון מפעילים את טורבינת הגז. עיקר צריכת החשמל היא בין השעות 7 בבוקר ועד 11 בלילה. אלה הן דרישות מפעיל המערכת.

טכנולוגית האגירה, כבר מהתחנה הראשונה של "סולל", הייתה באמצעות שמן תרמי. היום בספרד משתמשים במלח מותך; זה פתרון יקר אבל טוב. טורבינת קיטור המוזנת מאנרגיה השמש עובדת כל עוד יש לה אנרגיה, ומחממת שמן או מלח. כאשר אין אנרגיה שמש, ומיצינו את כל פוטנציאל האגירה, מפעילים טורבינת גז. המודל הזה עובד מצוין בקיץ וגם בחורף. כשיש פחות שמש משתמשים ביותר גז אבל החלוקה המתקבלת היא לרוב 20% גז מול 80% שמש.

פרופ' אהרן רואי, אוניברסיטת בן גוריון בנגב: עלות קוויט"ש סולארי בתחנות כוח סולאריות תרמיות

חשיבות ותועלת מהתקנת מערכות סולאריות לייצור חשמל בישראל:

- הפחתת השימוש בדלק פוסילי והנזקים הסביבתיים והגלובליים הכרוכים בו.
- אנרגיה נקייה מייצור מקומי, יצירת מקומות עבודה ותמיכה בכלכלת המדינה.
- הענות לדרישות בין-לאומיות, ותועלות רבות נוספות.

מהי העלות? לשם השוואה, עלויות לדוגמא: עלויות ההקמה של תחנות כוח פוסיליות: תחנת "מחזור משולב" (מחז"מ): \$1000 לקוויט"ט מותקן, נצילות תרמית נטו של 57%. טורבינת גז: \$500 לקוויט"ט מותקן, נצילות תרמית 37%. תחנות קיטוריות: \$1500-1800 לקוויט"ט מותקן, נצילות 38-45%.

עלות חשמל סולארי בטכנולוגיה הקיימת (שוקת סולארית תרמית) (מספרים מייצגים):

- עלות השדה הסולארי – \$4000 לקוויט"ט מותקן.
- עלות בלוק הכוח (Power Block) - \$1000 - לקוויט"ט מותקן.
- סה"כ: \$5000 לקוויט"ט מותקן.

עלות קוויט"ש חשמל סולארי:

בהנחת תפוקה סולארית של 1800 קוויט"ש חשמל לשנה לכל קוויט"ט חשמל מותקן (שילוב של תנאי הנגב ויכולת תחנת הכוח) ובריבית של 5% (לשנה), מתקבלת ל-30 שנה עלות (החזר הון) של 18 סנט לקוויט"ש, ובתוספת עלויות אחזקה והפעלה יתקבל 21 סנט לקוויט"ש. לפי ריבית של 1%, עלותו של קוויט"ש תהיה 15 סנט. להזכיר, לאחרונה ירדה הריבית לרמה כזאת בארץ ובעולם.

כאשר התחנה הסולארית משתמשת גם בדלק פוסילי, אנו ניצבים מול שאלה חשובה: – התחנה מפיקה חשמל שנוצר משני מקורות; ויש לחשב **כמה** חשמל בא משריפת הדלק (ואיזה תעריף לציין לחשמל זה); ו**כמה** חשמל בא מהשמש (החשמל הנקי, הסולארי) ועלות קוויט"ש חשמל סולארי זה. ברור שרק החשמל הסולארי ראוי לסובסידיה; ורק הוא ההצדקה להשקעה הגדולה. האנרגיה (הסולארית) הנקייה תחושב כדלקמן: יש לקחת את כל תפוקת החשמל (בקוויט"ש) המתקבלת מהתחנה (ההיברידית), ולחפחית ממנה את תרומת החשמל הפוסילית (בקוויט"ש) של כמות הדלק הפוסילי שהשתמשו בה. תרומת החשמל הפוסילית תחושב ע"פ תפוקת החשמל הפוסילי שניתן היה להפיק בתחנת כוח פוסילית יעילה (הסטנדרטית) מכמות הדלק הנ"ל. על פי בסיס זה מתאפשרים יתר החישובים. עלות החשמל הסולארי תתקבל מן העלות הכוללת של כל תפוקת המפעל, פחות עלות כמות החשמל הפוסילי (לפי תעריף מוסכם, כגון עלות חשמל מתחנה סטנדרטית).

אם נשתמש בכמויות גדולות של דלק בבלוק הכוח לשם הגדלת מספר שעות התפוקה השנתיות, תיווצר ירידת כלכליות (בהשוואה לתחנות פוסיליות יעילות), כי לבלוק הכוח בתחנה הסולארית נצילות מתחת ל 40%; (לפי המשואה לעיל, ותלוי בסטנדרד, תיווצר הפחתה בתפוקה הסולארית הנקייה ועליה בעלות הקוויט"ט הסולארי).

בארץ ישנן כ-20 עד 40 יחידות כוח פוסיליות, וכלן משתתפות (בחלוקה לא קבועה) באספקת כל עומס נדרש, כל שעות היממה וכל ימות השנה, וכל אחת מגובה ע"י כולן. ביניהן גם מספר יחידות הפועלות רק כ- 20% משעות השנה וגם פחות, והן חלק ממערך הגנרציה הכללי העונה לכל דרישות העומס השנתי יום ולילה. שעות האספקה של חשמל מן השמש הן שעות עומס ביקוש ותעריף גבוה, וזה מוסיף כדאיות כלכלית לכל הצדדים.

עבור תחנת כוח סולארית במקום מבודד או בו קיים מחסור בספיקת רשת, הזקוקה לגיבוי, ניתן להוסיף טורבינת גז: היא זולה, מהירה להקמה, וכן להפעלה (20 דקות), וגם לא זקוקה למי קירור. סידור זה הוא חסכוני וגם עדיף מכמה היבטים תפעוליים ומעשיים. הנושאים דורשים עבודה רבה נוספת של מחקר סולארי מעשי. גם למחז"מ ההיברידי (פוסילי-סולארי) בעיות שיש לפתור. מטרה ראשית וחשובה ביותר היא הורדת העלות של חשמל סולארי. יש דרכים להשיגה בעזרת מו"פ מיועד במיוחד ומתוכנן על בסיס ניסיון תעשייתי קיים. דרוש, ויש לאפשר את מאמץ המו"פ הנחוץ.

ד"ר פנחס דורון, אדיג (Aora) בע"מ : חשמל מאנרגית השמש בטכנולוגיה וביצוע ישראליים

ברצוני להציג לפניכם מערכת לייצור חשמל, המבוססת על מחזור ברייטון כאשר החום מסופק ע"י מגדל סולארי מוקף בהליוסטטים. מערכת זו מוקמת בימים אלו בקיבוץ סמר בדרום הנגב, ומבוססת על יחידת בסיס בהספק של 100 קו"ט ופרושה על פני שטח של 2 דונם. המערכת מייצרת חשמל + חום. לצערי, אנו סובלים מבעיות ביורוקרטיות, והטיפול בהן תהיה אחת ההמלצות המרכזיות שלי.

המערכת מסוגלת לייצר חשמל, ואוגרת חום לניצול כאשר זה אפשרי. זו מערכת קטנה אשר יכולה להיות מותקנת פיזית קרוב לצרכנים. היא מודולרית ומתאימה לתאי שטח קטנים, או אפילו מפוזרים. המערכת מאפשרת לבחור בין סוגי דלקים שונים ומכיוון שאין כרגע תשתיות לגז טבעי, אנו מבססים אותה על דלק פוסילי – זה מחוסר ברירה, כמובן שעדיף גז טבעי או אף יותר מכך, ביו גז. כאשר תהיה תשתית מתאימה, נוכל להשתמש גם בדלק ירוק ולהתאים את המערכת למפעלי ייצור דלק ביולוגי העשויים לקום במקום. המערכת מייצרת חום שיורי של 220-240 מעלות. המודלוריות שלה מאפשרת לפזר צברים (clusters) – והקרקע לא חייבת להיות שטוחה או רציפה. התכונה הזו מהווה עבורנו יתרון גדול, משום שתמיד קיימת בעיית קרקע.

כדי לקדם פרויקטים מהסוג הזה אנו זקוקים לשותפות עם ראייה אסטרטגית של כל הגורמים הקיימים – ממשלה, רשויות, חח"י, יזמים, משקיעים ושוק. בימים אלו מתקיים שימוע ברשות החשמל להענקת תמריצים, אבל הוא מתקיים רק לטכנולוגית PV. למה? יש טכנולוגיות ישראליות אשר מוקמות כאן, בניית התחנה מעסיקה עובדים ישראלים ומקימים הכל כאן, למה תחנה מהסוג הזה אינן נידונות במדיניות התעריפים?

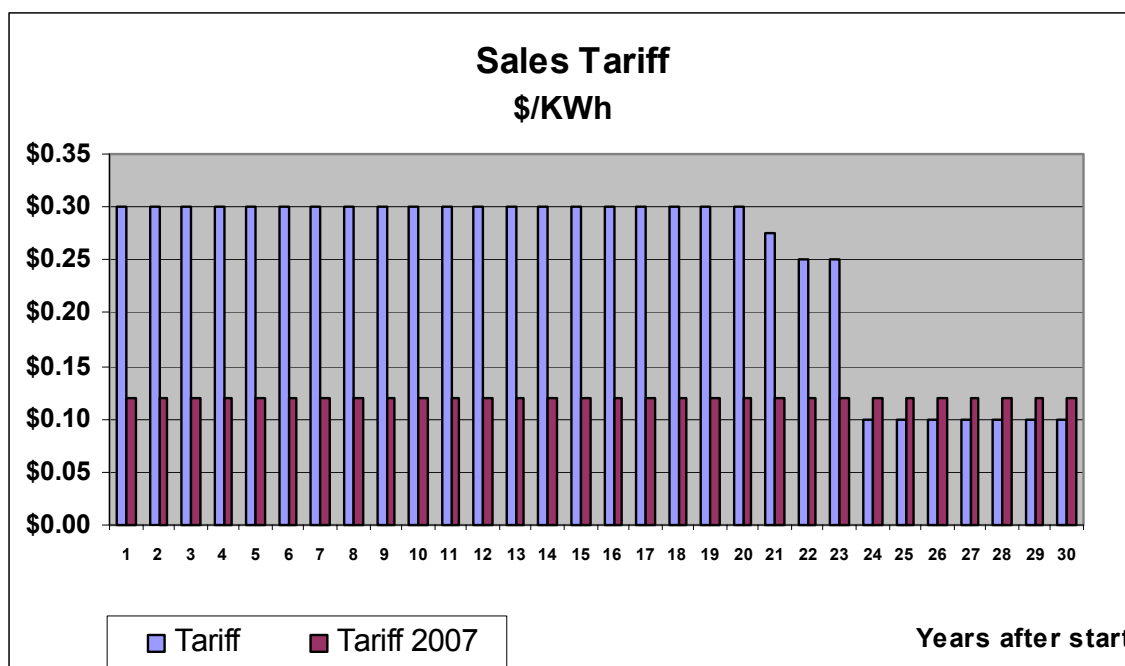
אנו צריכים ריכוז תמיכה בתעשייה המקומית. כדאי מאוד לקדם ייצוא בתחום הזה, על מנת שלב העניין יישאר בארץ. יש לשים דגש על תמיכה, עשייה מקומית ותועלת מקומית כולל ההתאמה לתנאי הארץ.

רועי רוזנשטרייך, סמנכ"ל פיתוח MST Ltd :

Plans and roadblocks to transforming Israel into a renewable energy country

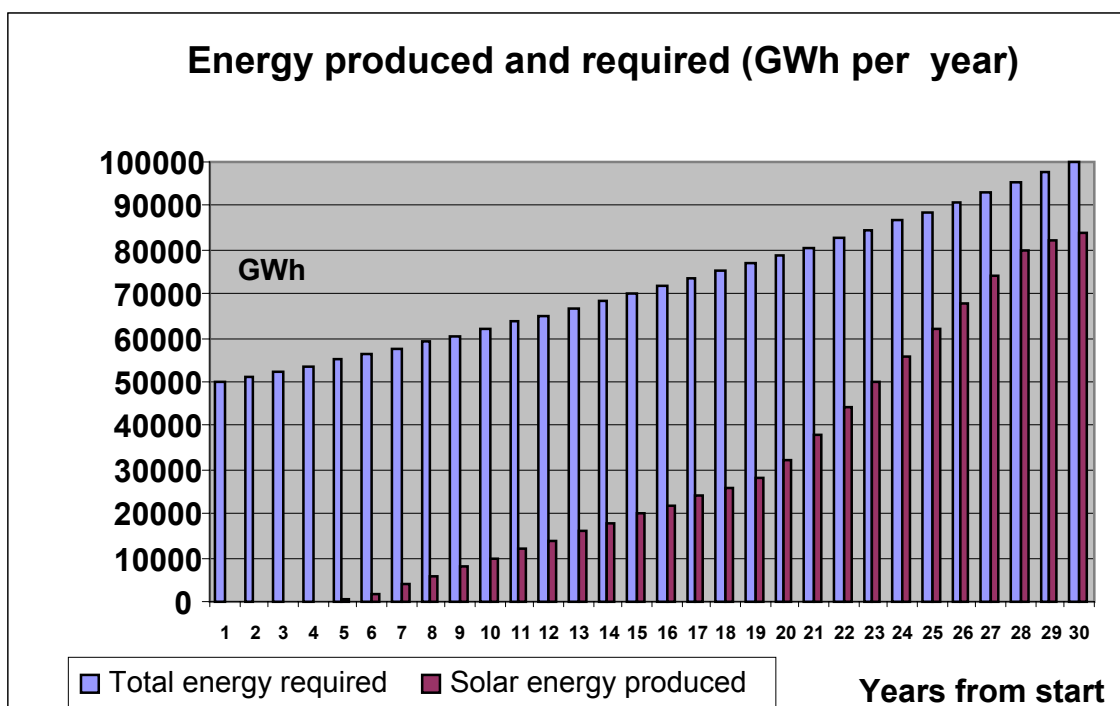
מטרת העבודה המוצגת היא להראות אלטרנטיבה לשינוי מהותי בצריכת החשמל וייצורו במדינת ישראל. הטכנולוגיות שנבחנו בעבודה הן CPV, וכן ניסיון לפיתוח סוללות זרימה (flowing batteries) לאגירה של חשמל. במקרים אחרים, ייצור חשמל בטכנולוגיית PV הוכח כלא רווחי מספיק.

על מנת לאפשר כניסה של הטכנולוגיה החדשה, יידרש תעריף חדש, אנחנו נראה עליה בתעריף עם הקמת התשתית, ואחר כך המחיר ירד שוב. כפי שניתן לראות בתרשים מס' 2, יידרש תעריף של 30 סנט לקווי"ש במשך 20 שנה ואז ירד התעריף בהדרגה לכדי 10 סנט לקווי"ש, בשונה מהתעריף הקבוע העומד על 12 סנט לקווי"ש.



תרשים מס' 2: שינוי בתעריף החשמל במשך השנים מתחילת החדרת הטכנולוגיה

המטרה היא להתקין 43 גיגה וואט (שיא) סולארי בתוך פרק זמן של 30 שנים, אשר יספקו כ- 80000 גיגה וואט שעה בשנה. אפשרות האגירה משמשת להעברת עודפים משעות היום לשעות הלילה, וכן מאפשרת אספקה רציפה בימים פחות טובים מבחינת השמש.



תרשים מס' 3: כמויות החשמל במשך השנים מתחילת החדרת הטכנולוגיה

מתוך הציור ניתן לראות כי החיסכון נפרש על פני 30 שנה, ומגיע לסכומים גבוהים מאוד. יתרון נוסף של הטכנולוגיה הזו הוא שהיא מייצרת גם הרבה מאוד מקומות עבודה. זהו פרויקט שחייב להיות מוגדר כפרויקט תשתיות לאומיות. צריך לתת עדיפות עליונה לנושא הזה הן ברמה המדינית והן ברמת הממשל המקומי, ויש להקצות אדמות אשר לדעתנו קיימות בשפע.

ד"ר דן וינשטוק, **better place Ltd** : מה צריך להיעשות כדי שתחנות כוח סולאריות תהיינה חלק משמעותי מייצור החשמל בישראל?

ברצוני לדבר על חמש נקודות שנתקלתי בהן בתפקידי הקודם, במינהל החשמל של משרד התשתיות הלאומיות. הנקודות אינן מוצגות על פי סדר חשיבות, ולדעתי יש צורך לטפל בכלן.

- **המהלך צריך להיות על דעתו של משרד האוצר (אגף תקציבים, אגף החשב הכללי).** למהלך של הקמת תחנות סולאריות יש השפעה גדולה על המשק ולכן חייבים שיתוף פעולה. לפעמים נשמעות בפורומים השונים אמירות לא מחמיאות על האוצר, ואני אינני מסכים. לרוב אני חש שאנו עובדים מול אנשים במשרד האוצר עם ראייה ויכולת הסתכלות לטווח ארוך. יש מקום לשכנוע, ואפשר למצוא אוזן קשבת. בכל מקרה, חייבים לגייס את אנשי האוצר למהלך כי בלעדיהם לא יקרה כלום.

- **חברת החשמל צריכה להיות ערוכה לקליטת האנרגיה מתחנות הכוח הסולאריות.** אנו עובדים היום בדנמרק עם חברת חשמל צעירה ומאוד פתוחה. במקומות אשר בהם יש ספק יחיד של חשמל יש בעיה של שמרנות ואפשר להבין את זה, אבל חייבים לשכנע את חברת החשמל

שייצור חשמל על ידי מערכות מבוזרות, ובעיקר סולאריות איננו בהכרח הפקרה של ייצור החשמל במדינה. הדרך הטובה ביותר לעשות זאת היא להכניס אותם למשחק. זה קצת בעייתי כי על פניו נדמה שזה רק מרחיב ומחזק את המונופול, אבל אני חושב שאין ברירה. לחברת החשמל יש ידע וכוח רב, וצריך לנסות לשתף אותם, כך החששות יופחתו.

- יש להגיע להסכמה על הערוץ המתאים: רישיונות או מכרזים. הויכוח הוא רחב, ולא רק לגבי תחנות כוח סולאריות. יש ויכוח על הנושא הזה וכל גורם מעדיף לראות משהו אחר. יש גם בעיה משפטית ללכת בשני הערוצים בו זמנית. המכרז באשלים הוגדר כהסכמה חד פעמית, ועצם קיומו איננו מכריע את הדיון. צריך לקחת החלטה וללכת איתה. לי אישית נראה שעדיפה שיטת המכרזים, לעומת שיטת הרישיונות, אבל זה לא משנה; הכי חשוב לבחור ערוץ אחד ולהתמיד בו.

- יש להסדיר את סוגית הקרקע. צריכת הקרקע של תחנה סולארית היא גדולה יותר מכל תחנה אחרת. ברור שיש לנו בעיה של קרקעות, והסוגיות לא פתורות עד הסוף. יש להכניס לתוך מערכת קבלת החלטות בעלי עניין שאינם דווקא ממשק האנרגיה – מינהל מקרקע ישראל, משרד הפנים ואולי אפילו משרד ראש הממשלה, על מנת ליצור מחויבות. כמו כן קיימת הסוגיה של הסקר הסביבתי – שעל מנת לבצע אותו חייב להיות כבר יזם וצריך להיות ברור מהי הטכנולוגיה, כלומר אנו בשלב הזה כבר עמוק בתהליך. זה לא נורא, כי בתחנה סולארית סקר סביבתי הוא פחות סבוך מאשר בנושאים אחרים.

- חברות ישראליות מול חברות בינלאומיות. גם כאן, קיימת דילמה. מצד אחד, הנטייה הכללית היא לא לאפשר שום אפליה ולא לתת עדיפות. בפועל, במדינות אחרות יש עדיפות למקומיים וזה די טיפשי לא לתת פה יתרון ביתי. אפשר לפתור את הבעיה המשפטית, וצריך קצת אומץ. מומלץ לתת לחברות מקומיות עדיפות סבירה שתתן איזו נקודת פתיחה מועדפת.

- מציאת צרכנים. אם ירידת המחיר לצרכן לא תהיה משמעותית מספיק – תהיה לנו בעיה. אני לא מזהה נכונות לשלם מחירים יותר גבוהים אצל הצרכן הפרטי. מעבר לזה, ברור כי ייווצר לחץ חזק מצד צרכנים גדולים כגון התאחדות התעשיינים אשר להם תהיה בעיה ממשית. את הפרש המחיר חייבים להטיל על צרכנים שמוכנים לקחת על עצמם את המחיר היקר יותר. חברת Better Place כבר הצהירה בעבר כי תהיה מוכנה לשלם יותר על אנרגיה מתחדשת. זה אולי בשביל מיתוג או יחסי ציבור אבל זה לא משנה. העיקר שימצא לקוח שישלם יותר.

אמנון סמיד, AGS Group: כיצד נהפוך את ישראל לעמק הסיליקון של האנרגיה הסולארית, ומה נדרש כדי לפתח תחנת כוח תרמו סולארית שתהיה כלכלית ללא סובסידיות?

על מנת להתקדם בארץ, עלינו ראשית לקבל החלטה להקים תחנות על בסיס הטכנולוגיות הזמינות. לגבי התעריפים והתמרוץ הממשלתי - המודל הספרדי עבד יפה, וניתן ללמוד ממנו, אם לא לאמץ אותו בעדכונים המתאימים. במקביל ובדחיפות, יש לקבל החלטה אסטרטגית-לאומית לפתח טכנולוגיות אשר יהיו ישימות מבחינה כלכלית, ללא סיבסוד וישחררו אותנו מהתלות בנפט, על כל המשתמע מכך. נושא זה הינו בעל חשיבות אסטרטגית – סביבתית – ביטחונית מהמעלה הראשונה במיוחד לישראל, אך גם לכל העולם החופשי. אין כל סיבה שישראל לא תנצל את כוח האדם והיצירתיות – מחד, והכורח הביטחוני – מאידך, כדי להוביל מהלך רב-לאומי, שבדומה לפרויקט מנהאטן לפיתוח הפצצה האטומית, או מלחמת הכוכבים, או פרויקט אפולו להנחתת אדם על הירח – יוביל לפיתוח משפחה של

טכנולוגיות שישחררו אותנו מהתלות בנפט. האתגר אינו בלתי אפשרי ונראה פחות יומרני מכל אחד משלושת הפרויקטים הנ"ל, אך מחייב קודם כל חזון ומנהיגות.

החסם העיקרי להקמת תחנות כוח סולאריות בישראל (מלבד הביורוקרטיה) נכון להיום הוא זמינות הקרקע. על המדינה ליזום מהלך של מיפוי כלל קרקעות המדינה והחלטה על ייעודן בהתאם לסדרי עדיפויות לאומיים. אחד היעודים, מן הסתם, יהיה שטחים לתחנות כוח סולאריות. השלב הבא הוא לבצע סקר סביבתי, על מנת להגיע להערכה כמה תחנות סולאריות נוכל למקם בשטח שהוקצה. כאשר תוגדר כמות המגוואטים המוקצים להקמת תחנות כוח סולאריות, אפשר יהיה להתחיל בחלוקת (מכירת) רישיונות ליזמים פרטיים (כמו גם לחברת החשמל שתוכל להתחרות בתנאים שווים מול השוק הפרטי), ולהתחיל בהקמה לפי לוח זמנים והיקפים שיאושרו ע"י הרשויות המוסמכות. ככל שיעבור הזמן ותשתפר הטכנולוגיה, אני מעריך שנתיעל גם בניצול הקרקע, ונוכל לשפר מתקנים קיימים.

לגבי נושא האגירה: אין ספק שהוא צוואר הבקבוק ליישום תחנות כוח סולאריות ושומה על המדינה להוציא קול קורא רחב היקף לפיתוח טכנולוגיות כלכליות. במרכזי אשלים ניתן לתת עדיפות למי שיכלול אגירה בהצעתו, אך לא לחייב אגירה, שכן אם בגלל בעיות ביישום טכנולוגיות אגירה - התחנות באשלים לא תחשבנה כהצלחה, הנושא ירתיע ויעכב את המשך ההקמה של תחנות כוח סולאריות.

לסיכום:

1. ניתן להפוך את ישראל לעמק הסיליקון של האנרגיה הסולארית – הן כמובילה בפיתוח טכנולוגיות והן בייצור רכיבים.
2. אין סיבה שלא נצליח לפתח טכנולוגיות סולאריות שתאפשרנה ייצור חשמל נקי ללא צורך בסובסידיות. נדרשת לשם כך מנהיגות אמיצה ובעלת חזון [בדומה לנשיא קנדי שהודיע בתחילת שנות הששים, כי תוך עשור ינחת אדם על הירח (פרויקט "אפולו") ושמונה שנים אחר-כך האתגר (שנראה בעיני רבים כיומרני ובלתי ישים) – הושג].
3. על הממשלה ליזום הקמת מעבדת מחקר לאומית (בדומה ל NREL האמריקאית) בשיתוף פעולה של מכוני מחקר מובילים בעולם – מחד, וחברות האחזקה הגדולות במשק - מאידך, כדי להוות מרכז ידע, מרכז פיתוח, מרכז ניסויים של טכנולוגיות חדשות וכן בסיס להקמת קווי ייצור לרכיבים לשימוש מקומי וליצוא. ניתן להתנות את הסיוע לתעשיינים ולאילי ההון (בעקבות אפקט המשבר הכלכלי העולמי) בהפניית חלק משמעותי מכספי הסיוע לקידום היעדים הנ"ל.

פרופ' דן זסלבסקי, הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית, הטכניון : קריטריונים לבחירת מקור אנרגיה

המדינה מקדמת טכנולוגיות מסוימות של הפקת אנרגיה, בעיקר PV וסולארי תרמי. אני חש כי הכתיבו מראש את הטכנולוגיות ואת המחיר, ובכך קבעו מראש מה יהיו הטכנולוגיות המובילות. אין מקום לאף טכנולוגיה חדשה או שונה. נדגים תחילה מהם הקריטריונים לבחירה בין טכנולוגיות אנרגיה שונות:

1. עלות ייצור לקילוואט שעה
 2. השקעה נדרשת לקילוואט-שעה ממוצע
 3. עלויות חיצוניות סביבתיות
 4. מספר שעות עבודה ביממה או מקדם עומס
 5. תוספת עלות לשיפור ההתאמה של עקום האספקה לעקום הביקוש או הגדלת מקדם העומס
 6. שטח קרקע הדרוש לייצור מיליון קוואט"ש לשנה
 7. מוצרי לוואי וערכם הכלכלי הסביבתי והאסטרטגי
 8. תועלות לוואי אחרות
- אני מעוניין לערוך השוואה כללית בין שבע טכנולוגיות:

1. תאים פוטו-וולטאיים
 2. סולארי תרמי
 3. שימוש יעיל באנרגיה
 4. רוח
 5. פסולת
 6. אוויר חם ויבש-ארובות שרב
 7. קרינת שמש להפקת חום
- מתוך טכנולוגיות אלו, רק שתיים מעודדות על ידי המדינה. תאי PV ואנרגיה סולארית תרמית. למה? יש מגוון של טכנולוגיות אחרות שכבר הוכיחו שהן עובדות ואף כלכליות – ראה טבלת השוואה:

| תועלות לא גשמיות | מוצרי לוואי | שטח נדרש לייצור של מיליון קוואט"ש (לשנה מ"ר) | השקעה דרושה להתאמת עקום האספקה לעקומת הביקוש | מספר שעות ביממה, ללא אגירה | עלות לקוואט"ש (סנט) | פוטנציאל להפחתת צריכת דלק או ייצור חשמל | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| כל הפתרונות המוצעים מפחיתים את התלות בנפט, מגבירים עצמאות אנרגטית, מסייעים להפחתת פליטות גזי חממה | קצת חום | 10000 | ענק | 6-8 | 50-60 | בהינתן פתרון לאגירה, ובהתגברות על בעית העלות והשטח הנדרש - ללא הגבלה | תאים פוטו-וולטאיים |
| | קטור נחות | 10000 | ענק | 6-8 | 20-25 | בהינתן פתרון לאגירה, ובהתגברות על בעית העלות והשטח הנדרש - ללא הגבלה | סולארי תרמי |
| | 0 | 0 | זניח | 24 | החזר בתוך פחות מחמש שנים | 20% הפחתת צריכת חשמל וצורות אנרגיה אחרות | שימוש יעיל באנרגיה |
| | 0 | 1000 | בינוני | 6-10 | 3-7 | 30% חיסכון בדלק | קרינת שמש להפקת חום |
| | 0 | קטן | גדול | 6-10 | 4-6 | 10-20% מייצור חשמל | רוח |
| | 5 ³ | חוסך שטח | זניח | 24 | 4-7 | 10% מייצור חשמל | ניצול פסולת |
| | 12 ⁴ | 240 | זניח | 24 | 2-6 | פי 15-20 מכל החשמל | אוויר חם ויבש – ארובות שרב |

מתברר שבימינו התמיכה העיקרית בחשמל ממקורות סולאריים באה מחברות הדלק הגדולות שרוכשות על ידי כך את המדענים, את הטכנולוגיות וחברות שיווק. חברות הדלק יודעות כמעט ללא חשש שתאים פוטוולטאים לא יפגעו כלל בשוק הדלקים במשך העשורים הקרובים. מוצרי הלוואי לניצול פסולת:

עבודה שעשיתי בעבר המתבססת על נתונים אלו, ונבדקה שוב ושוב, הראתה שכל הסעיפים, אפילו ללא ארובות שרב יכולים להביא לחסכון של 50-60% מכמויות הדלק הנצרכות בישראל. האימוץ של טכנולוגיות סולאריות לחשמל בכמויות גדולות הוא תמוה.

³ מוצרי הלוואי לניצול פסולת : (1) מניעת זיהום של מי תהום (2) חסכון של כ 10% מפליטת גזי החממה בישראל (3) חיסכון בשטח (4) חסכון בעומס תחבורתי (5) הקטנת סכנה לפגיעה בתעופה על ידי ציפורים
⁴ מוצרי לוואי בארובות שרב : (1-3) שלוש שיטות להתאמת עקום אספקה לביקוש בהשקעה זניחה או תוך רווח גדול (4) התפלת מי ים בחצי המחיר עד כדי הכפלת הכמות הזמינה (5) גידולי ים בהיקף כפול מהקיים (6) השקיית מדבריות (7) משוב חיובי – עליית טמפרטורה מביאה לעליה בתפוקה (8) הצלת מפעלי השקייה הגדולים בעולם מפני המלחה ומידבור (9) הקטנת התחממות כדור הארץ (10) מי קרור לתחנות כוח תרמיות (11) שיפור נצילות טורבינות גז (12) אספקת דלק צמחי לתחבורה

פני ששפורטה, מינהל מקרקעי ישראל : הקצאת קרקע לאנרגיה מתחדשת

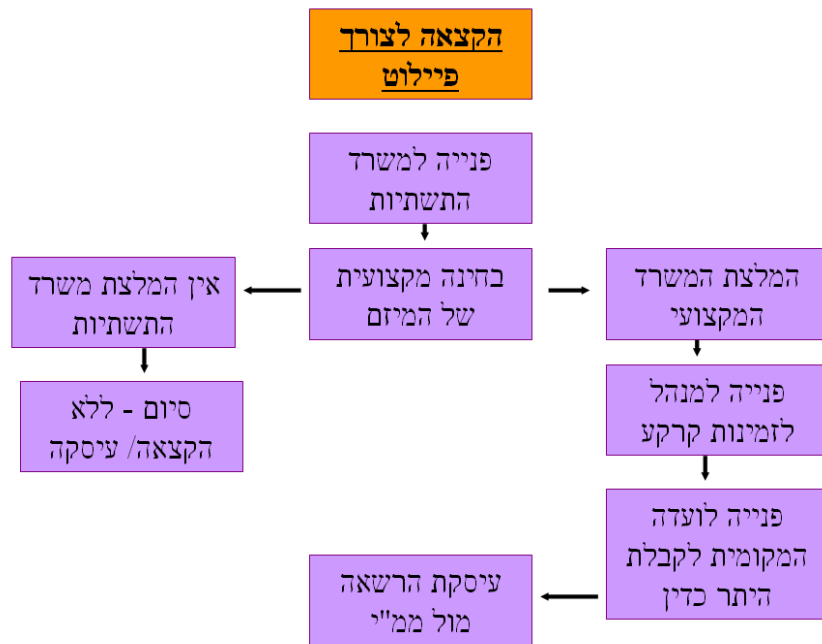
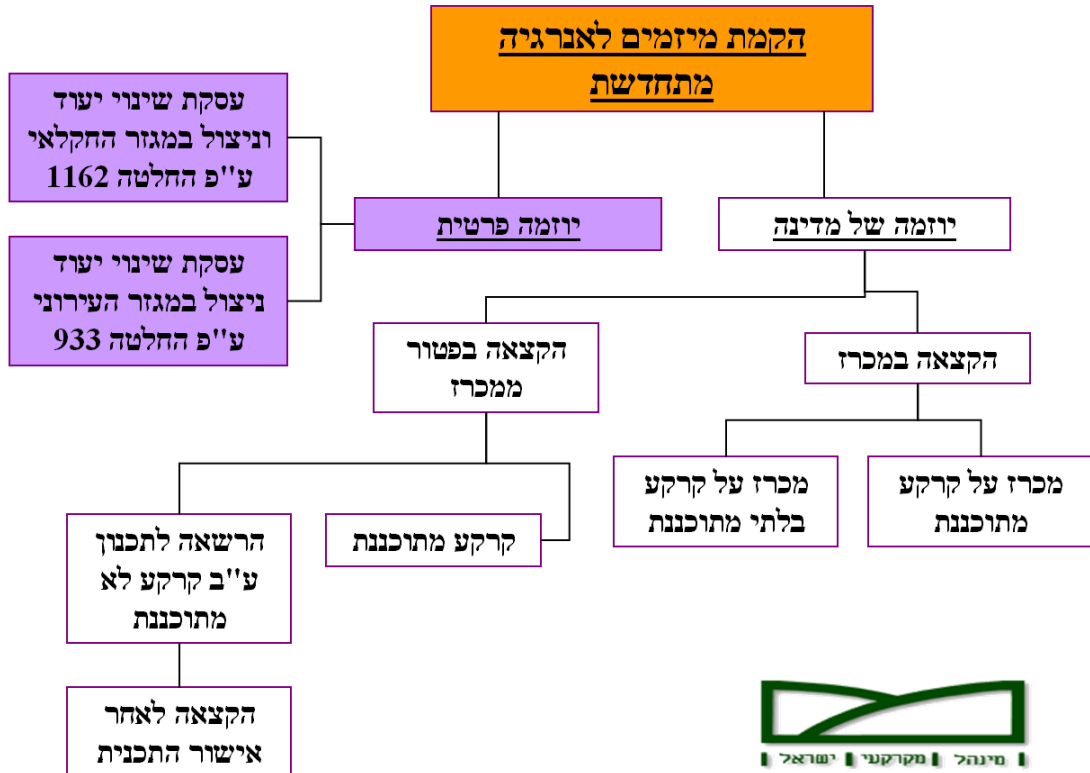
משאב הקרקע בישראל הוא בחסר – השטח הזמין לפיתוח בנגב הוא מועט מאוד, למרות הרושם שאולי נוצר. שטח עצום מוקצה לשטחי אש, לניסוי, וכמו כן שמורות טבע ושטחים רגישים מבחינה נופית. על השטח שנותר יש צורך לקבל החלטה על ידי הגדרת סדרי עדיפויות של המדינה. לא מדובר על תכנון או מיפוי השטח. השטחים הקיימים ברורים וממופים. יש צורך בהחלטה של המדינה. קידום מיזמים של אנרגיה חליפית בשטחים אלו יהיו בהכרח על חשבון מיזמים אחרים, המתחרים על שטח זה. יש אתר נוסף אשר נמצא בדיונים – אזור התעשייה של תמנע. השטח עזוב וריק ואפשר לנצל אותו. יש פוטנציאל – אבל צריך לקחת בחשבון צרכים נוספים של האזור. תכנית מתאר ברמה מפורטת מקודמת בימים אלו, ואחרי קבלתה נוכל להתחיל בשיווק הקרקע.

מכיוון שידוע שמדובר על מיזמים עתירי שטח, אושרה בישיבה האחרונה של המינהל החלטה מספר 1162 – ההחלטה תאפשר הקמת מיזמים לאגודות חקלאיות במקום שטח חקלאי. יש מגבלות מסוימות, אבל זה ניתן. אם מישהו רוצה להסב שטח חקלאי למימוש אחר, יוכל להגיע לשטח של 120 דונם (מתוך 1200 דונם חקלאי יוכלו להמיר 120 דונם). על השטח חלות עלויות של אזור פיתוח א'.

קיימות אופציות נוספות לקידום פרויקטים – זיקה קניינית – שינוי תכנוני ויעוד חדש ומימוש לצרכי אנרגיה.

בתרשים 4 להלן מתואר התהליך – מכרז עם ספי כניסה למכרז, מי שעומד בתנאי הסף יוכל להגיש הצעה ולהתחרות על בסיס מחיר קרקע.

הרשאות זמניות יינתנו לפרויקט הדגמה (לפיילוט) בלבד. הבקשות יופנו למינהל על בסיס המלצות של המשרד המקצועי, והקרקע תינתן בהרשאה. עם תום הניסוי תפונה הקרקע ותוחזר למינהל.



תרשים מס' 4: תהליך הקצאת קרקע למיזמי אנרגיה

ד"ר שלמה ולד, המדען הראשי, משרד התשתיות : מחשבות אודות מדיניות האנרגיה בישראל

ישראל הייתה המובילה בעולם בניצול אנרגיות מתחדשות עד 1980 (שיא עולמי בחימום מים ביתי, פיתוח תחנת כוח סולארית ראשונה ע"י לוז, פיתוח משאבי אנרגיה גיאותרמית ע"י אורמת). מדוע איבדנו מנהיגות זו? מה עלינו לעשות כדי לשנות מצב זה?

היעדים השנתיים המרכזיים לשנת 2009, לפי תחומי פעילות:

גיוון והיצע מקורות אנרגיה - אנרגיות מתחדשות

○ פיתוח מקורות אנרגיה חלופיים וטכנולוגיות לניצול יעיל יותר של מקורות האנרגיה המקובלים; קליטת טכנולוגיות חדישות, החדרתן ויישומן.

○ ניצול משאבי האנרגיה המתחדשים העיקריים בישראל (שמש, רוח וביומסה), והכנת תכנית אופרטיבית להשגת יעד הממשלה:

● 5% מצריכת החשמל הצפויה ע"י אנרגיות מתחדשות בשנת 2014,

● 10% אנרגיות מתחדשות עד שנת 2020.

○ יישום החלטת הממשלה מינואר 2009 על ייעוד הנגב והערבה כאזור עדיפות לאומית לאנרגיות מתחדשות (החלת חוק עידוד השקעות הון, קיצור תהליכים במכרזי קרקעות וכו' - עיקרי ההחלטה מובאים בנספח 1).

○ יישום החלטת הממשלה מאוגוסט 2008 על איגום משאבים וחבילת אמצעים לקידום האנרגיה המתחדשת, בעיקר באזור הנגב והערבה, בהיקף של 400 מיליוני ש"ח תוך 5 שנים.

○ פרסום מכרז BOT להקמת תחנות כוח סולאריות בנגב (אשלים) של 250 מגהוואט ובחירת זוכים לפני סוף שנת 2009.

○ קידום הקמת תחנת כוח סולארית באזור תימנע

○ קידום הפרויקט בתימנע – הקמת מפעלים המייצרים 60-90 מגוואט כל אחד באמצעות אנרגיות מתחדשות שונות.

○ PV מבוזר – בעקבות פרסום התעריפים ע"י הרשות לשירותים ציבוריים - חשמל ביולי 2008, המשרד נערך לקידום הצבת מערכות פוטוולטאיות על גגות מבנים בהיקף של 50 מגהוואט במשך 7 שנים.

○ ייזום וקידום בסיס מדעי וטכנולוגי לאנרגיה מתחדשת באמצעות מענקי מחקר ופיתוח, לרבות בשיתוף עם ארה"ב.

○ יישום החוק בארה"ב לשיתוף פעולה עם ישראל באנרגיות מתחדשות ויישום ההסכם לשת"פ עם משרד האנרגיה.

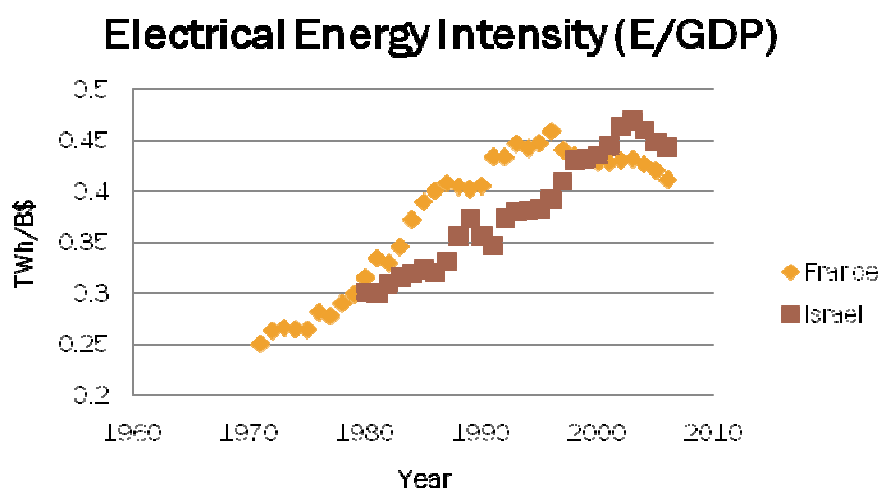
○ עידוד וייזום פרויקטי הזנק בתעשייה – חתימת הסכמים עם עשר חברות במגוון רחב של טכנולוגיות (בנוסף ל- 15 פרויקטים שנחתמו ב-2007 ו-2008).

○ עידוד וקידום פרויקטים זעירים לחיסכון והתייעלות אנרגטית.

ננסה לבחון את פוטנציאל האנרגיה שניתן לקבל ממקורות מתחדשים. ראשית, הערה חשובה בהתייחס למשאב הקרקע – אין זה נכון לומר שיש קרקע בשפע – הנושא נבדק לעומקו ונמצאו 600 קמ"ר בלבד. זהו שטח שיאפשר ייצור של כ- 60 טרה ווט-שעה לשנה. זה הייצור המכסימלי, ואם נצליח לשפר את היעילות, נגיע אולי ל- 80 טרה ווט שעה לשנה. באותו אופן ניתן להעריך ייצור אנרגיה

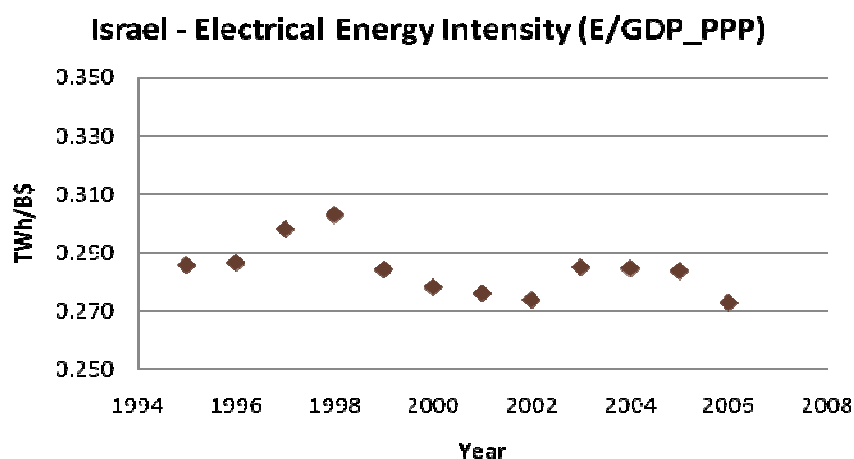
על ידי רוח, ולמרות מה שניטען כאן, אנחנו תומכים גם במפעל הפיכת פסולת לאנרגיה. אני טוען, לצערי, כי יש להסתכל על הקרקע כמשאב סופי ומצומצם. אפילו אם המינהל יהיה נדיב, סה"כ השטחים אינם נרחבים. הצריכה הנוכחית היא כ- 54 טרה וואט שעה לשנה – אבל מה צופן לנו העתיד?

בהשוואה שנערכה עבור ישראל מול צרפת⁵ – בתחום האנרגיה החשמלית בלבד – נמצאו נתונים שמתוכם חושב מדד של עצימות אנרגטית (Energy Intensity) - אנרגיה מנורמלת לתוצר המקומי הגולמי (GDP) – ראה תרשים 5 :



תרשים מס' 5: עצימות אנרגטית – ישראל מול צרפת

בנירמול נוסף לפי כוח הקניה של הדולר (PPP= Purchasing Power Parity) נמצא ערך דומה מאוד עבור ישראל וצרפת. כאשר בוחנים את הערך לאורך זמן מגיעים למסקנה שלאורך השנים – אין שינוי ממשי בערך הזה. המצב דומה גם עבור מדינות נוספות -מה שחשוב הוא השמירה על ערך קבוע פחות או יותר לאורך זמן.



תרשים מס' 6: עצימות אנרגטית בישראל (מבוטאת לפי PPP)

⁵ http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf

בחלק גדול מהמדינות מתקבלת יציבות של עד כדי 5%. זה נכון למדינות אירופה וגם לישראל. מאז 1971 העולם השתנה בצורה מדהימה ולמרות כל זאת העצימות האנרגטית היא קבועה. היכולת של חברה לגדול תלויה מאוד באספקת החשמל - שניהם תלויים זה בזה. העצימות האנרגטית משמשת כמדד טוב, ולמרות שיש מודלים מסובכים מאוד – יש מאחורי המדד הזה משמעות אמיתי. התחזית שלי אומרת שאם מניחים עליה ב-GDP של 3.2% כמו בשנים האחרונות, ואם נממש את כל החלטות הממשלה ונגיע למקסימום בשימוש באנרגיות מתחדשות לקראת 2030, עדיין נגיע רק ל 20% מכלל משק האנרגיה. לא נוכל להגיע לערכים גבוהים מזה.

אם רוצים ליישם בארץ אנרגיה מתחדשת ויוזמות של התייעלות אנרגטית, חייבים לפעול עכשיו, לפני שחלון ההזדמנויות ייסגר. בשלב הזה שילוב של אנרגיה ממקורות מתחדשים במשק האנרגיה הישראלי ייתן לנו אורך נשימה עד שנוכל לשלב בו תחנות לאנרגיה גרעינית. בשלב מאוחר יותר כבר לא תהיה בזה תועלת. משק האנרגיה בישראל יהיה תחת לחץ אדיר והוצאות גדולות, וגם ההשפעה תהיה מינורית, שכן משק האנרגיה יגדל באופן משמעותי.

ערן יעקב, רשות המיסים: הועדה למיסוי ירוק

מטרתה של הועדה היא לעודד קידום התייעלות ואנרגיה מתחדשת באמצעות מיסוי או הטבות מס. אנו מטפלים בשלושה נושאים עיקריים: תחבורה, אנרגיה מתחדשת והתייעלות אנרגטית. במסגרת עבודת הועדה אנו מכינים צווים, אשר נגזרים מהחלטות ממשלה. מטרת הצווים להפעיל כלים כלכליים ולהניע את המשק לכיוון הרצוי לנו.

כשם שהועדה פועלת לקידום התייעלות אנרגטית, כמודגם בדברי בהמשך, תפעל הועדה גם לקידום ולתמיכה באנרגיה מתחדשת, במגוון אמצעים כלכליים.

דוגמאות לאמצעי תמיכה שהפעילה הועדה עד כה: בחוק עידוד השקעות העוסק בנו טכנולוגיות וביו טכנולוגיות – נדרש כיום ייצוא של 25% לפחות על מנת להוכיח פיזור שווקים. בסעיף 18 המעודכן, מתאפשר לעקוף מגבלה זו ללא פיזור שווקים – והחברה אינה חייבת להוכיח ייצוא כלל.

בנושא התייעלות אנרגטית, הועדה מתכוונת לכפות מיסוי על מוצרים שאינם יעילים, (מקררים, מזגנים ועוד) ובכך לעודד שימוש במוצרים יעילים מבחינה אנרגטית ("לבנים"). שיעור המס יהיה מדורג – ככל שהמוצר יעיל יותר, יוטל עליו פחות מס. אנחנו מבססים את שיטת המיסוי על סקרים לפי מוצרים. במדגם שנבדק – עבור מקררים – ניתן לראות שהמיסוי המדורג מעודד צריכה של מוצרים יעילים ככל שניתן. ראה לדוגמה בטבלה הבאה:

| התועלת הכוללת למשק מיישום מלא של התכנית המוצעת בדרגת מיסוי B | התועלת הכוללת למשק מיישום מלא של התכנית המוצעת בדרגת מיסוי C | |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 89 מיליון קוט"ש | 53 מיליון קוט"ש | חיסכון בשנה הראשונה (2009) |
| 1,025 מיליון קוט"ש 525 מיליון ₪ | 571 מיליון קוט"ש 294 מיליון ₪ | חיסכון בשנה העשירית (2018) |
| קיזוז של 65 מגה-וואט מצריכת החשמל בשעת שיא בעונת החורף | קיזוז של 25 מגה-וואט מצריכת החשמל בשעת שיא בעונת החורף | הפחתת צריכה בשעת השיא בשנה הראשונה (2009) |
| קיזוז של 700 מגה-וואט מצריכת החשמל בשעת שיא בעונת החורף | קיזוז של 268 מגה-וואט מצריכת החשמל בשעת שיא בעונת החורף | הפחתת צריכה בשעת השיא בשנה העשירית (2018) |
| 5,552 מיליוני קוט"ש | 3,064 מיליוני קוט"ש | חיסכון אנרגטי מצטבר למשק (10 שנים) |
| 1,907 מלש"ח בהוצאה על צריכת אנרגיה | 1,057 מלש"ח בהוצאה על צריכת אנרגיה | חיסכון כספי מהוון מצטבר למשק (10 שנים) |

ספקי שירות – הוועדה מעוניינת להעניק הטבות לגבי מכונות או ציוד לחברות אסקו, העוסקות בפרויקטים של התייעלות אנרגטית, על מנת להקל על עבודתם. כנ"ל לגבי בניה מודעת אנרגיה – אנו מתכוונים לתת הטבות משמעותיות במיסוי מקרקעין – על פי תקן 5282, העוסק בבניה משמרת אנרגיה, ולא דווקא בבניה ירוקה באופן כללי. זו הדרך שלנו לעודד יזמים לבנות בניה משמרת אנרגיה ככל שניתן.

מרים לב און, קבוצת לבאון, ארה"ב: מה עושים בארה"ב כדי להפחית חסמים בתחום האנרגיה המתחדשת?

כמו בישראל, גם בקליפורניה ובכל רחבי העולם ידוע שפרויקטים גדולים הם מסובכים טכנולוגית, ונוסף על כך במרבית המקרים קיימים אמצעי מדיניות ושיטות רישוי שאינם מתאימים לפרויקטים חדשים בסדרי גודל כאלה. חסמים אלו מעכבים את הפרויקט, וגם אם ברור כי הפרויקט טוב לכולם, עדיין יש לבצע תסקיר סביבתי, ולעבור ועדות מרובות. נעשים ניסיונות רבים לפישוט תהליכים. נסקור את המהלכים ברמה הפדראלית וגם בקליפורניה עצמה, אשר מתרחשים בימים אלו:

על פי החלטת הממשל הפדרלי בארה"ב, בתוך 10 שנים יגיעו 10,000 מ"ו של חשמל ממקורות של אנרגיה חליפית. ברור כי זו החלטה בעייתית, שכן תהליך רישוי, אישור והקמה של תחנת כוח רגילה אורך כ-10 שנים. ברור אם כן לכל הגורמים כי חייבים לפשט את התהליך. כבר היום הוגשו לדיון כ-125 בקשות, אשר עשויות לכסות סה"כ מיליון אקרים (כ-4000 קמ"ר) של אדמות מדינות דרום מערב ארה"ב. כדי למנוע את הצורך להמתין בכל משרד לתגובתו של המשרד השני – החליטו לעשות

"תסקיר פרוגרמטי". התסקיר בודק באופן כללי אמינות טכנולוגית, תפקודן והשפעות סביבתיות של הקמת פרויקט ותפעולו העתידי. התסקיר הזה מאפשר בחינה כוללת של כל ההיבטים ויזרז את מתן ההיתרים והתחלות הבניה העתידיות. התסקיר הפרוגרמטי מבוצע בשילוב של מינהל מקרקעי ארה"ב, BLM (Bureau of Land Management) ומשרד האנרגיה האמריקאי. תוצאות התסקיר תעזורנה לאפיין שטחים המתאימים לתחנות כוח סולאריות ובטחונות ממשלתיים למימון בנית תחנות כוח בטכנולוגיות שנבדקו בתסקיר. כל פרויקט עדיין צריך יהיה לעבור בדיקה על פי נתוני התכנון והטכנולוגיה המסוימת שלו, אבל זה יבוצע בהתאם להנחיות של התסקיר הכולל ולהמלצות העקרוניות שהושגו, ובכך אינו מהווה גורם מעכב בתהליך.

לאחרונה היו דיונים בסינט ובקונגרס לגבי החקיקה החדשה, ולמרות הרצון הרב לעודד יצירה של משרות חדשות, לא מוכנים לוותר על הערכה סביבתית של כל פרויקט. הנשיא אובאמה מנסה לעודד ככל שניתן אמצעים להכנסה של משרות חדשות, אבל לא על חשבון הסביבה.

משרד האנרגיה הכין ניירות סיכום ספציפיים לכל טכנולוגיה – אשר מתארים את מצב הטכנולוגיה המתקדם ביותר בכל תחום נכון להיום.

מדינת קליפורניה הקימה תכנית פעולה מקיפה בנושא טיפול בגזי חממה. בתכנית זו, ישנה מטרה להעלות את היקף האנרגיה ממקורות מתחדשים מ-20% ל-33%. בכדי להגיע לאחוז כה גבוה של אנרגיות מתחדשות יש צורך בפישוט התהליך. מדינת קליפורניה מכירה בכך שהאנרגיה הסולארית היא החשובה ביותר, וכבר בימים אלו יש בקשות לדיון בהיקף של כ-300 אלף אקרים (כ-1,200 קמ"ר) להתקנה.

גם בקליפורניה כמו בנגב, משאב הקרקע הוא בעייתי. כל הקרקע מנוהלת על ידי מנהל המקרקעין הפדראלי – כאשר חלק גדול מהקרקע מוגדר כשמורות טבע, כשטח צבאי, כאזור לשימור מדבר וכד'. זה דומה מאוד למצב כאן. על מנת לפשט תהליכים – חייב כל פרויקט בהסכמתם של מספר גופים – המדינה מחייבת את הגורמים לעבוד בצורה רוחבית, וכדי שזה יקרה הקימו וועדות כדי לאשר כל פרויקט בצורה רוחבית. הוקמו צוותי אנרגיה מתחדשת REAT (Renewable Energy Action Team) – ובצוותים אלו מקדמים את הנושא, כך שיווצר מצב שבו נדרש אישור המרוכז ממקור אחד ולא אישור מכל אחת מהרשויות.

פרק 4: דיון

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

- מהן מטרות הקמת תחנות כוח סולאריות בישראל?
- מהי עלות ריאלית של חשמל מתחנות כוח סולאריות בארץ ומהו הצפי לעתיד?
- האם יש הצדקה להשקיע בתחנות סולאריות לאור המדדים הבאים לשם השוואה לשיטות אחרות: (1) מחיר לקווט"ש של החלק הסולארי ללא תוספת דלק; (2) מספר שעות העבודה ביממה והשפעה על מקדם העומס; (3) שטח קרקע דרוש להספק נתון; (4) פוטנציאל בישראל ובעולם; (5) תועלות לוואי בכלל ולישראל בפרט (כגון פיתוח תעשייה וייצוא)?
- מה יכולה וצריכה לעשות הממשלה כדי להסיר חסמים להקמת תחנות כוח סולאריות?
- מה ידוע על תכניות לעידוד תחנות כוח סולאריות בעולם, ומה ניתן ללמוד מהן לגבי ישראל?

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

פרופ' דוד פיימן: מבקש להתייחס לשאלה הראשונה – מטרות הקמת תחנות כוח סולאריות בישראל. המדיניות האנרגטית של מדינת ישראל צריכה להיות מבוססת על צרכיה של המדינה. לטעמי, ארה"ב או אירופה אינן מהוות מודל לחיקוי אצלנו, מהסיבות הבאות:

1. מדינת ישראל הינה אי של חשמל ואין לנו אפשרות לחלוקת נטל עם השכנים, כפי שנעשה באירופה או במדינות ארה"ב. אצלם קיימת גמישות רבה יותר לעריכת ניסויים, שאנו לא יכולים לאפשר לעצמנו. אנו זקוקים למערכת חשמל אמינה, ואיננו יכולים לאפשר אי יציבות במערכת, אפילו לא רגעית.
2. גם ארה"ב וגם אירופה, אשר מתנהגת פוליטית כגוף אחד, שתיהן מהוות למעשה את הגופים הגדולים בעולם מבחינת פליטות CO₂. הפליטות של מדינת ישראל זניחות תחת קנה המידה שלהם. אמנם לא כאשר בוחנים את הפליטה לנפש, אבל ברור שלמדינת ישראל יש השפעה זניחה על אקלים העולם. בארה"ב ובאירופה, קיימת מחויבות לנקיטת פעולה, וזה מהווה גורם חשוב מאוד בפעילות שלהן. במדינת ישראל, המניע האקלימי אינו קיים.
3. לכל אחת מהמדינות הנ"ל יש תעשייה פוטו-וולטאית חזקה הזקוקה לתמיכה. המדינות, באופן מופגן, תומכות בתעשיות שלהם. במדינת ישראל אין תעשיות כאלו, ולכן אין משמעות לסיבסוד ושימוש בכסף ציבורי כדי לתמוך בתעשיית PV של זרים. יש לנו כן תעשייה סולארית ישראלית שיש לתמוך בה.

ד"ר אופירה אילון: חשוב להדגיש כי למרות תרומתה הזעירה של ישראל למאזן הפליטות העולמי, כפי שציין פרופ' פיימן, אין ספק כי בוועידת קופנהגן בדצמבר 2009, תידרש ישראל להציג תוכנית פעולה ויעדי הפחתה של פליטות גזי החממה – ללא קשר לתרומה האבסולוטית לתופעה, אלא רק משום שיראל היא מדינה מפותחת, אשר תצטרף לארגון ה-OECD כבר בשנת 2010.

ד"ר אברהם ארביב: בפורום הזה התכנס ריכוז של מומחים. אני ממליץ לא לדון על מה צריכה להיות המדיניות במדינת ישראל. אנסה לתת הסבר קצר על מנת להסיר ספק בתבונה של המדיניות: דווקא עכשיו, כאשר יש התחלה של צעדי ממשלה בכוון אנרגיות ירוקות, אין לפקפק אלא לעודד צעדים אלה. יש בימים אלו הקמה של מספר תחנות תרמיות גדולות ומספר צעדים בכיוון PV שפיתוחו אינו מבוסס דווקא בארץ, אולם כולם מסכימים שיש לטכנולוגיה הזו סיכוי פריצה ויישום גדול. יש לנו הזדמנות לדון במספר נושאים חשובים, ביניהם נושא הקצאת הקרקעות. אני מבקש לשמוע מהו המודל הספרדי – בכמה מילים, ולאחר מכן נוכל לשמוע מנציגת מינהל מקרקעי ישראל מה הסיכוי שהמודל ייושם בארץ.

אבי ברנמילר: תחילה ברצוני להתייחס לשאלה - מדוע כדאי להקים תחנות סולאריות בישראל? **ביטחון אנרגיה** – דווקא במדינה כמו שלנו, זהו הכרח, ובנייה של תחנות היא אמצעי מסיבי לאפשר את הביטחון הזה.

משרות – בספרד הדיון על הקמת תחנות חדשות כולל את כל ההיבטים הסביבתיים והלאומיים. לא מוותרים על כלום. השר הודיע באופן חד משמעי כי אם לא יהיו מפעלי ייצור הצמודים לתחנת הכוח, לא יינתן רישיון.

יש חוק בספרד משנת 2007 המיושם בשיתוף תעשייה, בנקים, ממשלה וגופים נוספים. מי שמעוניין להקים תחנה מחויב לעמוד בסדרה של כללים, אשר אם הוא עומד בהם, הוא מקבל רישיון. ברגע שיש כללים ברורים נפתחת הדלת ליזמות הפרטית. מאז אפריל 2007 הוגשו ואושרו פרויקטים בסך כולל של 14000 מ"ו. כללי המשחק – המטרה היא להגיע ליעד, וכשיגיעו אליו מוסכם כי מי שכבר בתהליך יורשה לסיימו. ההערכה היא כי יוקמו 2000-3000 מ"ו בסופו של דבר. ברור לכולם שהרגולטור לא ישאיר אף פרויקט באמצע תהליך. על כל 50 מ"ו מאושרים יש אגרה של 3 מיליון יורו, המשולמת על הרישיונות לחיבור. אילו לא היה משבר כלכלי, היינו חווים בימים אלו תנופה אף גדולה יותר. למרות המשבר, ניתן לראות כי במשק הספרדי כבר היום השוק פורח. למרות המשבר נראה שהפרויקטים הראשונים שהבנקים הכי רוצים הם דווקא אלו הקטנים. השנה ימומנו כבר בוודאות 7-10 פרויקטים של כ-50 מ"ו כל אחד. הטכנולוגיה הסולארית תרמית נתפסת כמשהו שמעורר תנופה כלכלית. בתשתיות תחבורה למשל – יש מקומות תעסוקה רק בזמן ההקמה. בטכנולוגיה הזו יש המון תעסוקה, לאורך שנים. זה מנוע מאיץ לכלכלה.

מבחינת הזיקה לקרקע, המצב בספרד שונה מאשר בישראל. מרבית הקרקעות הן בבעלות פרטית או בבעלות קואופרטיבים חקלאיים. מכיוון שההכנסה על הקרקע בפרויקטים של אנרגיה גבוהה יותר מאשר בחקלאות, אין בעיה למצוא קרקע לפרויקט. אפשר ללמוד מהספרדים מה הם עשו בתחום אנרגית הרוח בשנות השבעים עם אותו מסלול, וניתן לראות שיש כיום סדר גודל של 14000 מ"ו

המופקים מרוח. המטרה הסופית היא להגיע ל- 20,000 מ"ו אנרגיה מרוח ו- 20,000 מ"ו אנרגיה סולארית. הם פחות מעוניינים ב-PV והורידו את הסיבסוד שהיה קיים בעבר למתקנים כאלה. יישום של מודל דומה במדינת ישראל היה יכול להיות טוב מאוד. אם אנו רוצים תוך 10 שנים לקדם את הנושא, צריך לקבוע שמי שיתחיל השנה יקבל סיבסוד מסוים, ואילו מי שיחכה ויתעכב, ויתחיל בעוד שנה, יקבל 3% פחות וכן הלאה, כך שתוך 10 שנים ייעלם הסיבסוד לגמרי. הטכנולוגיה תוכל לעמוד בפני עצמה. בכל מקרה, ברור כי אי אפשר לשחק עם המחירים כל הזמן. חייבים חזון, וחייבים מידה של וודאות כדי שהיזם יוכל לתכנן ולדעת מה יקרה בעתיד.

יש נושא נוסף, והוא רצון פוליטי. בפרויקט בספרד, השלטונות ישבו איתנו ישירות, ותוך 11 חודשים היה בידינו רישיון הקמה. זה דורש מעורבות מאוד אקטיבית של השלטונות, ואני רוצה להבהיר, לא וויתרו על שום דרישה – פשוט רצו שזה יקרה. כללי המשחק רשומים ובדוקים.

פני שפורטה: מנגנון כפי שאתה מתאר כרוך בשינוי חקיקה. במדינת ישראל קיים חוק חובת מכרזים – לא ניתן להקצות קרקע לכל מיזם מסחרי. אם יש יותר מחברה אחת שמסוגלת להקים מיזם, חייבים למכרז את התהליך. במנהל מקרקעי ישראל נושא הקצאת הקרקע הוא בהחכרה – ויש התלבטות אם ההחכרה היא ל- 25 שנים או 49 שנים. במינהל אין מידע על טכנולוגיה והתפתחות המחקרים. אנו ניצבים בפני הבעיה הגדולה, והיא כיצד מתמודדים עם 20 חברות שכולן רוצות קרקע, כשהוא המשאב הכי בעייתי. אזור הערבה ואילות הם אזורים שהוגדרו כאזורי עדיפות, והמדינה צריכה להחליט בנוגע למשאב הקרקע. כל קיומם של הישובים באזור מבוסס נכון להיום על חקלאות מתוחכמת. הישובים מצידם משקיעים בזה המון, ואפשר לומר שהחקלאות באזור היא על סף התעשייה. המדינה צריכה להחליט איך תקיים את הישובים האלו אם ינצלו את השטחים לאנרגיה במקום לחקלאות. צריך להגדיר מראש איזון. לדעתי, למכרזים בתחום זה היה צורך להכניס קריטריונים כדוגמת תחרות על כמות אנרגיה מכסימלית, במינימום שטח קרקע. רעיון נוסף שאפשר לחשוב עליו הוא קידום פטור ממכרז עבור מיזם המאפשר שימוש דואלי – שיאפשר פרנסה גם לחקלאים וגם לממש פוטנציאל אנרגיה.

עיקר הבעייתיות נובעת מהעובדה שהקרקע היא קרקע של המדינה, אשר צריכה לתת מענה לכל הצרכים. לנו אין התקשרות ישירה מול גורמים פרטיים, והחלוקה היא ציבורית בלבד.

פרופ' גרשון גרוסמן: ברצוני להפנות שאלת הבהרה לאבי ברנמילר. אני מבין כי בספרד חוקקו חוק והיום הכל ברור – איך הגיעו לזה? איך התגברו על היריבויות?

אבי ברנמילר: בספרד הניסיון נשען על מה שהיה מודל האנרגיה מהרוח – הפעלת המודל הובילה למעשה להוזלת עלויות לאורך זמן והוכיחה שזה אפשרי. על פי חוק אסור למדינה אירופית לתת העדפה לחברות מקומיות, אבל למרות זאת לא תמצא בכל אנדלוסיה תחנה אחת שלא מתוצרת חברה מקומית. בנוסף, החוק "חי". כל הזמן משדרגים את החוק – 30 שנה של עבודה ובדיקה מול בעלי העניין כל הזמן. יש רצון ויש נחישות לגרום לדברים לקרות.

אם נרצה ללמוד מן המודל הספרדי - הגורם המתאים ליצור פעולה כזו בישראל הוא להערכתני משרד התשתיות, בשותפות משרד האוצר והרשויות המקומיות.

לדוגמה - אילו היינו מפעילים מכונות כביסה ומדיחים על מים חמים ולא על חשמל היינו חוסכים המון אנרגיה – זה עניין של הסתכלות על הדברים – נחישות ואומץ.

ד"ר פרי לב און: אני חושב שהמלצה מרכזית של הפורום צריכה להיות בדיוק זו.

פרופ' דן זסלבסקי: בנושאים רבים בתחום האנרגיה, כמו גם בתחומים אחרים, קיים כשל ניהולי. כתבתי מסמך על נושא זה. יש לוודא כי נבדקות כל הטכנולוגיות, ולא דווקא תאים פוטוולטאיים לאספקה של מסות של חשמל. כפי שהצגתי בפתיחה, יש יתרונות רבים לטכנולוגיות אחרות, ולא דווקא לטכנולוגיות סולאריות, ולכן אינני חושב שיש מקום להקמה של פרויקטים כאלו בארץ. צריך לקיים דיון משולב על אספקת מים ואנרגיה, ויתברר כי ניתן לקבל מים בחצי המחיר, להשקות את המדבר, וזה פותח אפשרויות לגדל ביו-דלקים, לספק את תצרוכת הדלק לתחבורה. צריך לסייע לחברות מקומיות במימון של מו"פ והדגמות, ואיפה שניתן, מומלץ גם ליישם בחו"ל.

ד"ר שלמה ולד: בהתייחס לשאלה הראשונה: הקמת תחנות כוח סולאריות בישראל היא מטרה חשובה מאוד. מדינת ישראל, כאמור, מהווה אי אנרגטי מרובה בעיות ביטחון אנרגיה, שהן בעיות מהותיות. למרות הכוונות המוצהרות, איננו רואים עדיין יישום של פרויקטים כאלה בארץ. אחת הבעיות היא שקריטריון ההצלחה של פרויקטים מסוג זה הוא כמה כסף יכנס למדינה כתוצאה מהקמת הפרויקט, ולא כמה אנרגיה תיוצר או איזה חלק משוק האנרגיה ייוצר בטכנולוגיה הזו. מסכים עם פרופ' זסלבסקי שנושא האנרגיה והמים שלובים זה בזה ויש לדון על שניהם ביחד⁶. ברגע שמגדירים שהביטחון האנרגטי הוא הנושא, מיד סדרי העדיפות משתנים, ונוכל לראות השקעות סדרי העדיפויות באירופה, למשל, שונים משלנו. ההשקעה הלאומית בתרבות (תיאטרון) שווה להשקעה בתחום האנרגיה. זה מלמד משהו על סדרי העדיפויות הלאומיים שלהם. כפי שאני רואה זאת, המסחר בגרמניה סביב התעודות הירוקות נעשה בעיקר בשביל הנפש, וללא משמעות כלכלית. בישראל עדיין לא הפנימו את חשיבות העניין, כי כל זמן שהקריטריונים במכרזים הם כלכליים, ונמדדים על ידי אחוז ההשקעה הכספית הנדרשת ללא קשר לטכנולוגיה עצמה, תהיה לנו בעיה למנף את הטכנולוגיה. אנחנו מתווכחים המון על איך לתת משקלות לבחינה של פרויקט מבחינה טכנולוגית, אבל בסופו של דבר המשקל שניתן לכסף כל כך מהותי, שאין משמעות לשאר הדברים. לתת משקל מכריע לכסף זה כמו להחליט לאיזו הצגה ללכת לפי מחיר הכרטיס.

אני הייתי רוצה לראות את התחנות החליפיות כחלק מעומס הבסיס (baseload) של משק האנרגיה במדינה, ולא רק כשנושבת רוח או כשזורחת השמש. השימוש היעיל ביותר הוא כאשר קושרים בין היצרן ללקוח. במקרה כזה עושים שימוש יעיל מאוד – מייצרים קוגנרציה מובנית. קשירה של מתקן סולארי למתקן התפלה או משהו בדומה, נותן יתרון גדול.

קרקעות מהוות בעיה רצינית, ובמדינה שלנו, שבה זה נושא רגיש במיוחד, חייבים להתייחס לכך באופן קצת שונה. אני מבקש לתת דוגמא – קיים באזור שיבטה אתר, כ-120 קמ"ר המתוכנן לתחנה גרעינית וכשיר להפקת חשמל מאנרגית שמש. בינתיים, הקרקע נתפסת בהדרגה על ידי בדואים החיים באזור, והצבא איננו מאשר להשתמש בה בגלל שטחי אש. השטחים עומדים ומחכים עד שתאושר בנייתה של תחנה גרעינית. אני מציע להשתמש בקרקע בינתיים, כך ננצל משאב קיים וגם נמנע

⁶ דיון בנושא "אנרגיה במשק המים" התקיים במסגרת פורום האנרגיה ביום 19.11.2008. תוצרי המפגש נמצאים באתר האינטרנט של מוסד נאמן

השתלטות. ניתן במסגרת המכרז לחייב את הזים לספק כמות מסוימת של חשמל – כדי לשמר את זכותו על הקרקע. זהו מנגנון של חכירה מותנית, והוא יכול לתת פתרון יצירתי במגבלות הקיימות.

פני שפורטה: גם מסביב לקמ"ג יש שטחים שאינם מנוצלים לשום דבר, ומסיבות ביטחון לא מאפשרים להשתמש בהם למטרות סולאריות.

ד"ר שלמה ולד: אם הממשלה הייתה נותנת שירותי אסקו ומורידה את הריבית קרוב לאפס, היינו מגיעים לפרויקטים רווחיים בקלות רבה.

במשרד התשתיות של היום יש קושי אמיתי להעביר החלטות מרחיקות לכת. יש צורך לרכז מאמצים – ולפתור בעיות ממוקדות. כל ניסיון לתהליכים גורפים לרוב נתקל בקשיים ומסתבך בבירוקרטיה נוראית. אם נוכל לייצר פתרון שמאפשר מתן של את כל האישורים תוך זמן מוגבל – נוכל לשחרר את הזים לדרכו להמשיך, ולעשות את מה שהוא עושה הכי טוב – ליזום ולייצר חשמל.

מיכאל אפשטיין: אני מכיר היטב את החוק הספרדי מתחילתו, מזה 7 שנים. החוק התחיל מיוזמה מלמטה – לא על ידי משרד ממשלתי ולא על ידי שר. כשהתחלנו לעבוד שם, הייתה סובסידיה לטכנולוגיות PV ואיש לא ידע על טכנולוגיה סולארית תרמית. העבודה התחילה מלמטה, כאשר המשוגעים לדבר באו מהאקדמיה. התוצאה הראשונה הושגה לפני כארבע שנים במסגרת צו מלכותי (royal decree), אז ניתן מחיר מסובסד של 16-17 יורוסנט לקוויט"ש. במחיר הזה לא הייתה התקדמות כי המחיר לא היה אטרקטיבי מספיק. עכשיו יש תיקון נוסף שמבטיח יציבות לאורך זמן. זה חוק דינמי, שמתעדכן כל הזמן על פי מה שקורה בשטח. אני מעיד כי אין להתייאש, ומצד שני ממליץ לא להמתין למשרד ממשלתי או לשר. רק לחץ מלמטה ואנשים מסורים לרעיון יכולים לעזור. לגבי מחירים ועלויות – אין צורך לעשות הערכות. יש בסיסי מידע מסודרים שבהם אפשר וצריך להשתמש. בתחום ה-PV – יש מאגר מידע של מחירים, אשר מתעדכן כל חודש וממצע את כל הפרויקטים שהתפרסמו בעולם – לפי קטגוריות. האתר נותן מחירים של עלות המערכת ושל עלות האנרגיה. אני ממליץ להתבסס על המחירים האלו. <http://www.solarbuzz.com>. בטכנולוגיה סולארית תרמית אין עדיין מאגר מידע מפורט כי אין מספיק פרויקטים ברחבי העולם, אבל עובדים על זה וכדאי לעקוב.

פרופ' אהרון רואי: מבחינה היסטורית –ראינו שמי שרצה להקים תחנת כוח סולארית בחר להקים אותה מחוץ למדינת ישראל – האילוצים והקשיים השונים גורמים ליזמים להתייאש. אלה המלים של מייסד קבוצת לוז בארץ בשנות ה-80. האם התקדמנו מאז? הגיע הזמן לשפר את המצב. בין היתר, דרושות תקנות ברורות, סדרים והתנהלות ראויים המאפשרות ייזום וביצוע פרויקטים חדשים ומועילים במינימום מכשולים. זה עניין מערכתי. כמו שבארץ קיימות מערכות שונות, צריכים גם כאן מערכת מתאימה. אם רוצים שיקומו פה תחנות כוח, חייבים להקים ולהתאים את האדמיניסטרציה הרלבנטית, החוקים, דרכי ביצוע והתנהלות. בין היתר, מהן הדרישות, האישורים, ברורים וערעורים. מיזמי הפרויקטים בספרד צמחו מלמטה עם שתי"פ מלמעלה. ברור שדרושה שקיפות ותנאים המאפשרים תחרות הוגנת.

אמנון סמיד: לפני שנתיים היינו במצב עגום הרבה יותר. מאז חלה התקדמות, אמנם בצעדים מדודים מאוד אבל יש תקווה, וכדאי לשמור על פרופרציות. בואו נציע מסמך מדיניות אשר לא יפגע במה שנעשה עד היום. עיקר הבעיה היא שנושא האנרגיה נתפס בארץ כנושא של שיפור איכות חיים ולא כנושא ביטחוני כפי שראוי להסתכל עליו. לא קיימת בארץ סמכות ריכוזית אחת, אשר בוחנת את כל משק האנרגיה במדינה. ברור כי מישחו צריך להחליט אילו קרקעות להקצות, ולמי. זו אינה החלטה של מינהל מקרקעי ישראל אלא של הכנסת. זוהי משימה שחייבת להתבצע במשרד תשתיות מחוזק או אפילו במשרד ראש הממשלה. אין במדינה גוף ריכוזי לנושא הזה, כי אין במשרד התשתיות היום כלים, כוח ויכולת להוביל מהלך כזה. חייבים לפתח במדינה תעשיית אנרגיה, ועל זה, למעשה, מעולם לא התקבלה החלטה ממשלתית גורפת.

ד"ר דן וינשטוק: מה יכולה וצריכה הממשלה לעשות כדי להסיר חסמים? חשוב להבין מיהם בעלי הכוח בממשלה. אם נאמר שחלק גדול של הנגב הוא שטחי אש – הרי ברור כי אין אפשרות לומר שכל השטח הזה לא נדרש? מה הסיכוי לנקוט עמדה מול משרד הביטחון? המשרד החזק ביותר בנוסף למשרד הביטחון הוא משרד האוצר, אשר מצליח לאט להגביל את כוחו של משרד הביטחון. משרד האוצר הוא למעשה היחיד שיכול לעשות את השינוי. לכן חייבים לגייס את התמיכה שלו, והכוח שלו ינוצל לטובת הנעת הפרויקט. משרד התשתיות הוא משרד חלש יחסית, למרות שיש בו כוחות מקצועיים מעולים, ואין לו יכולת להניע תהליכים כל כך מהותיים. חייבים פה תמיכה של משרדים חזקים ורוח גבית.

אני רוצה להעיר גם שחשמל סולארי איננו יכול להוות חלק מאספקת הבסיס של החשמל במדינה. אספקת בסיס יכולה להישען רק על פחם, הידרו או גרעין - אלו שלושה חומרי גלם לאנרגיה אשר פועלים כל הזמן, ללא מגבלה.

דן שגיא: בהקשר של עידוד תוצרת מקומית: פנלים פוטוולטאיים (PV) רובם ככולם אינם תוצרת ישראל. לעומתם - מערכות פוטוולטאיות עם ריכוז (CPV) מכילות כ- 80% תוצרת ישראלית. לכן יש לעודד מערכות מסוג זה.

ליעמי וייסמן: אינני בטוח שהמודל הספרדי ישים בישראל. אנחנו מקדמים את המכרז באשלים באמצעות וועדה, הכוללת את כל הגורמים הנוגעים בדבר. אני לא בטוח שכל סוגיות הקרקע וכל הסוגיות הפיננסיות יכולות להיפתר בישראל במנגנון כזה. גם תחנות כוח קונבנציונליות לא קמות כאן בצורה קלה וחלקה, למרות שבכל העולם יש ניסיון בכך. החלטות ממשלה יש בשפע, וכלום לא קורה. צריך גם לזכור את נושא העלויות למשק, שאין להתעלם מהן. בהתחשב במצב הכלכלי העולמי, ברור כי אנו לקראת תקופה לא קלה.

ערן יעקב: למרות הפסימיות כאן, אני מרגיש דווקא שיש ועדת מנכ"לים פעילה, יש תהליכים וצעדים קטנים ובסופו של דבר התוצאות ייראו. פחת מואץ יכול להיות מנוף רציני. אנו נותנים הטבות לפרויקטים שדורשים ייצור – אשר נותנים פרנסה להרבה מאוד אנשים ובנוסף, מחזקים את מפעלי הייצור.

פני ששפורטה: למרות כל הביקורת – יש לזכור כי משאב הקרקע מצומצם ויש לעשות בו שימוש יעיל ככל שניתן. הבחירה של מיזמים חייבת לקחת את זה בחשבון. בתהליך הבחירה יש להתייחס לנתונים מקומיים, במקום להשוות למודלים בחו"ל אשר אינם רלוונטיים פה.

משה בוצר: בשנה האחרונה דווקא התעצבה מדיניות בארץ בתחום הזה – התקבלו שלוש החלטות ממשלה, כפי שציין שלמה ולד:

- ההחלטה בנושא התייעלות אנרגטית פותחת שוק חדש לתעשייה והרבה אפשרויות משקיות.
- ההחלטה בעניין קידום מו"פ (ינואר 2009) יש גיבוי בתקציבים גדולים מאוד והיא מאפשרת ליווי של פרויקטים במהלך המחקר ועד ההדגמות.
- ההחלטה אחרונה לגבי ייצור ויעדי ייצור מגדירה את הדרכים להגיע אל היעד, כולל יעדי ביניים ונקודות בחינה.

העמידה בהחלטות אלו נוגעת בעיקר בנושאי קרקע. יש להסדיר את הרגולציה המתאימה, ולנסות למצוא התאמות בין פרויקטים לקרקעות. לפי דעתי לאחר הסדרת נושא הקצאות הקרקע תהיה פה התקדמות מהירה מאוד בתחום. לפי מבחן התוצאה, עד כה לא עמדנו ביעדים, אולם יש בסיס נכון ומחויבות של כל הממשלה ושל משרדי האוצר והתשתיות. אנו מתווכחים לפעמים קצת יותר מדי על הדרך אבל הכיוון בסך הכל נכון.

דניאל הופמן: אני בא מתחום ההתפלה. ראיתי, גם בתחום שלי, שנים רבות של חוסר פעילות. אני רוצה להיות אופטימי – אני צופה שאחרי שיקום מפעל ראשון ויוכיח הצלחה, יפתח הפתח לשאר. ההצלחה של אשקלון בהתפלה פתחה את הדלת לכל השאר. התעשייה תוכיח את עצמה בפרויקט ראשון באשלים ואחריו תיפרץ הדרך.

משה בוצר (תוספת שנמסרה לאחר המפגש):

1. *סמכויות שר התשתיות* - במהלך הדיונים הוצג על ידי הדוברים כאילו משרד התשתיות חסר סמכות ואמצעים לקידום אנרגיות מתחדשות. בנקודה זו ברצוני לציין כי על פי החוק בידי שר התשתיות סמכות כמעט מוחלטת במשק החשמל, הן בכל הקשור לקידום אנרגיות מתחדשות (על פי חוק משק החשמל- כללים, אמות מידה ותעריפים) והן בכל הקשור להתייעלות אנרגטית (חוק מקורות אנרגיה). רתימת משרד האוצר לנושאים אלו היא חשובה אולם, אין אמת בהצגה כאילו ללא משרד האוצר לא ניתן לקדם את התחום.

2. *עלות אנרגיה סולארית* - במהלך הדיונים עלה כי יש צורך להפחית את עלות האנרגיה הסולארית, לצורך כך עלו שתי הצעות - מתן תקציב ישיר, והקטנת הוצאות מימון על ידי המדינה. להבנתי אין לקדם את התחום בדרכים אלו היות וסבסוד או הקטנת השקיפות בכל הנוגע לעלויות ייצור חשמל מאנרגיה סולארית יביא לתוצאה הפוכה של תלות במדינה במקום להביא להקטנת העלות האמיתית של ייצור חשמל מאנרגיה סולארית. כל עוד לא תתקדם הטכנולוגיה על בסיס כלכלי לא ניתן יהיה להטמיעה באופן נרחב והיא תהיה תלויה במחויבותם של פקידי ממשלה שונים. כאמור הפתרון לעלויות הגבוהות צריך לבוא מתוך הגדלת הכלכליות של הטכנולוגיות השונות אם באמצעות הקטנת עלויות ייצור ואם באמצעות הגדלת הניצולת של הטכנולוגיות האמורות. תפקידה של הממשלה להבנתי מתרכז ביצירת כללי משחק המייצרים כדאיות (תעריפים) וודאות (כללים ואמות מידה

שקופים ומלאים) להקמת תחנות, בקידום התעשייה (בעיקר דרך יצירת מסה קריטית של ביקושים ועידוד באמצעות הכלים של רשות המסים), ובפיתוח מו"פ בתחום.

3. *התמקדות בקיים* - במהלך הדיונים עלו מספר הצעות שונות לקידום התחום. במהלך השנה האחרונה התקבלו 2 החלטות שלהבנתי מסמנות את המטרות בתחום (מו"פ, מכירות וייצור) ואת האמצעים להגיע למטרות אלו. על כן, עלינו להתרכז ביישום ההחלטות האמורות על מנת להגיע ליעדים המצויינים ולא ליצור תוכניות חדשות, עוד לפני שהתחלנו ביישום ההחלטות שהתקבלו.

4. *מדדוג השקעות* - הדיון האחרון עסק אמנם באנרגיה המיוצרת מטכנולוגיה סולארית, עם זאת בכל קידום מדיניות עלינו לבחון את החלופות השונות. על כן, להבנתי, תחילה על המשק הישראלי לפעול לקידום התייעלות אנרגטית, שימוש בחום ואנרגיית רוח לפני שפונים לספק 85% מהחשמל במדינה באמצעות אנרגיה סולארית. אין בכך לומר שלא נקים תחנות סולאריות עד שלא נמצא את הפוטנציאל הטמון בשאר הטכנולוגיות ה"כלכליות" יותר, אלא שיש להבין שבעלות הנוכחית ובטכנולוגיה הקיימת יש להגביל את הכמות המיוצרת מאנרגיה סולארית.

5. לסיכום, בנימה אופטימית, במהלך השנה האחרונה התקבלו מספר החלטות ממשלה מגובות תקציבית הפועלות לקידום המחקר (על שלביו השונים), התעשייה וייצור החשמל בתחום. בנוסף, להבנתי כל גורמי הממשלה המעורבים - משרד התשתיות, רשות החשמל, מנהל מקרקעי ישראל, גופי התכנון ומשרד האוצר מחויבים להמשך התהליך ואף ניתן כבר לראות תוצאות. בשלב זה, תפקידו העיקרי של הפרורם הוא בלחץ על גורמי הממשלה ליישום ההחלטות האמורות על הצד המהיר והטוב ביותר.

פרק 5: סיכום והמלצות

הטכנולוגיות לייצור חשמל מאנרגית השמש – הן אלה המבוססות על המרה תרמית והן על המרה פוטו-וולטאית – הגיעו לדרגת בשלות טכנולוגית המאפשרת יישומן בקנה מידה רחב. למרות שחלקן פותחו לראשונה ע"י חברות ישראליות – אין עדיין יישום מסוג זה בישראל. קיימים יישומים בעולם, באופן בולט במיוחד בקליפורניה ובספרד – וניתן ללמוד רבות מן הניסיון במדינות אלה. מחיר החשמל הסולארי – בין תרמי ובין פוטו-וולטאי - עדיין גבוה מכדי להתחרות בחשמל קונבנציונאלי, ודרושים תמריצים ממשלתיים כדי לאפשר חדירה של טכנולוגיות ידידותיות לסביבה אלה למשק החשמל.

מרבית משתתפי הפורום תמימי דעים כי למרות המחיר, יש יתרונות רבים להקמת תחנות כוח סולאריות בישראל. היתרונות הברורים הם שיפור איכות האוויר במעבר לאנרגיה פחות מזהמת, הפחתת פליטות גזי חממה, ביטחון אספקה והקטנת התלות בדלק מיובא. מעבר לכך, יש כאן אפשרות להקמת תעשייה מקומית משמעותית וליצירת מקומות עבודה מגוונים, שישרתו את התחנה הסולארית לא רק בזמן הקמתה אלא בכל מהלך חייה.

לצד הטכנולוגיות הנ"ל יש לבחון טכנולוגיות אחרות שאולי טרם הגיעו לאותה דרגת בשלות אך טמון בהן פוטנציאל להקטנת עלויות ולמוצרי לוואי בעלי ערך. בהקשר לכך צוין כי יש להמשיך ולדון במשולב באספקת אנרגיה ומים.

שני מכשולים עיקריים העומדים בפני הקמת תחנות כוח סולאריות קשורים בהקצאת קרקע ובהעדר תקנות ברורות המחייבות את היזם. הקצאת אדמות מדינה – משאב מוגבל בישראל, אפילו בנגב - מופקד בידי מינהל מקרקעי ישראל אשר בצדק בוחן אלטרנטיבות לשימוש בקרקע (כגון חקלאות), ועומד על קיום מכרז בכל מקרה, כנדרש בחוק. הנושא השני, במצב כיום, מופקד בידי רשויות ממשלה שונות ויש למצוא דרכים למיסוד הנושא ולפישוט תהליכים.

מדיוני הפורום ניתן לגבש את ההמלצות הבאות:

- (1) במקביל לעידוד חיסכון משמעותי באנרגיה במישור הלאומי, יש לבנות תחנות כוח סולאריות, לתמרץ מערכות מתקדמות מהדור הבא ולהדגים מערכות חדשות. לשם כך דרוש מימון מסיבי של מו"פ, אשר צריך לבוא בחלקו מהיטל על צרכני החשמל וחלקו במימון ממשלתי.
- (2) דרושה תמיכה רצינית וחכמה במו"פ משמעותי: מטרה ראשית וחשובה היא הורדת העלות של חשמל סולארי. יש דרכים להשיגה בעזרת מו"פ מיועד ומתוכנן ועל בסיס ניסיון תעשייתי קיים.
- (3) יש יתרונות למערכת היברידיה המאפשרת ניצול מכסימלי של אנרגית השמש כאשר היא קיימת, כולל אגירה, והפעלת מערכת גיבוי בנצילות מירבית כאשר נדרש חשמל ואין קרינת שמש. מערכת סולארית תרמית, למשל, מאפשרת גיבוי בגז, מה שאין כן במערכת PV. במערכת ללא אפשרות גיבוי יש לשקול שימוש להתפלת מים, למשל, שניתן לבצע בשעות שמש והתוצר ניתן לאגירה.
- (4) יש לפעול לפישוט תהליכי הקצאת קרקע למיזמים סולאריים, תוך בחינת האלטרנטיבות. שימוש דואלי בקרקע היכן שניתן, למשל הפקת חשמל וחקלאות במקביל, ראוי לעדיפות.

כמובן שאין לוותר על תהליך מסודר של מכרז כנדרש בחוק, אך יש לפשט את התהליך ככל האפשר.

(5) יש לשאוף לפישוט תהליכי תכנון והכנת תסקירי השפעה על הסביבה גנריים.

(6) יש להתקין תקנות ברורות, בתיאום עם כל הרשויות הנוגעות בדבר, המתוות מפת דרכים מלאה לביצוע פרויקטים של תחנות כוח סולאריות. מפת דרכים כזו צריכה לפרט את המסגרת להצגת הנתונים על ההיבטים הטכנולוגיים, הסביבתיים והכלכליים בעבור כל פרויקט המובא לדיון. זאת כדי להסיר אי-וודאות המרתיעה יזמים.

(7) יש לעודד פרויקטים המבוססים על תעשייה מקומית ולהעדיף על כאלה המבוססים על תעשיות זרות. כך נייצר תמיכה בכלכלה המקומית ומקומות עבודה. כדאי מאוד לקדם ייצוא בתחום הזה, על מנת שלב העניין יישאר בארץ. יש לשים דגש על תמיכה, עשייה מקומית ותועלת מקומית כולל ההתאמה לתנאי הארץ.

http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/key_stats_2008.pdf

L.M. Moore and H.N. Post, Prog. Photovolt: Res. Appl. 2008; 16:249-259

Scott Frier, Parabolic Trough Workshop, Ontario, Canada, Aug 16, 1999

US Department of Energy, Energy efficiency and renewable energy, PV FAQs

נספח 1: עיקרי ההחלטה של הקבינט החברתי-כלכלי, מחודש ינואר 2009:

1) יעד ייצור החשמל מאנרגיה מתחדשת של ישראל עודכן ונקבע על 10% מכלל ייצור החשמל בשנת 2020, כאשר יעד הביניים הוא ייצור בשיעור של 5% בשנת 2014. לשם השגת יעדים אלה יוקמו, החל משנת 2010 ועד לשנת 2020, תחנות כוח, בעיקר באזור הנגב והערבה, בהיקף שנתי שלא יפחת מ-250 מגוואט. התחנות האמורות תוקמנה ברובן באמצעות הליך רישיונות, כאשר יבחן הצורך לעשות שימוש גם במכרזים או כל דרך אחרת, על מנת לעמוד ביעדים.

2) ההחלטה מורה על הכנה מיידית (ופרסום עד לחודש יוני 2009) של 3 מכרזי מקרקעין להקמת תחנות כוח סולאריות בשטח המועצה האיזורית חבל אילות, בהיקף של 50 - 75 מ"ו כל אחת, כך שייצור החשמל בתחנות אלה יחל עד לשנת 2012.

3) ההחלטה מורה על הקמת צוות לאיתור קרקעות מתאימות להקמת תחנות כוח באזור הנגב והערבה, בפרט בטכנולוגיות סולאריות ורוח, אשר על סמך עבודת הצוות תכין המועצה הארצית לתכנון ובנייה בתוך שנה וחצי תוכנית מתאר ארצית להקמתן של תחנות כוח בהיקף של לפחות 500 מגוואט.

4) ההחלטה מורה כי בתוך 45 ימים יקבעו תנאי הסף להשתתפות יזמים במכרזים להקצאת זכויות במקרקעי המדינה לטובת הקמת תחנות כוח מאנרגיה מתחדשת, כמו גם התנאים שבהם תתאפשר רכישת זכויות במקרקעין בפטור ממכרז.

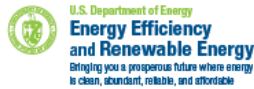
5) ההחלטה מורה כי בתוך 3 חודשים יבחנו השינויים הנדרשים בתעריפים ובאמות מידה לצורך עידוד הקמת תחנות כוח בהיקף ראשוני כולל שלא יפחת מ-500 מגוואט. לאחר הקמת תחנות כוח בהיקף של 350 מגוואט, או לקראת סוף שנת 2010, לפי המוקדם, תיערך בחינה בדבר הצורך בעידוד הקמתן של תחנות כוח בהיקף של 500 מגוואט נוספים.

6) ההחלטה מורה כי חברת החשמל תהיה מחוייבת לרכוש את מלוא החשמל אשר ייוצר על ידי תחנות הכוח שיוקמו מכוחה של ההחלטה.

7) ההחלטה מורה כי בתוך 30 יום תגובש הוראת שעה, אשר תרחיב את תחולתן של הוראות חוק עידוד השקעות הון, משנת 1959, בעניינין הטבות מיסוי, להשקעה במו"פ בתחום האנרגיה המתחדשת, להשקעות ישירות באימוץ טכנולוגיות של אנרגיה מתחדשת, ולייצור מתקני אנרגיה מתחדשת ומרכיביהם.

נספח 2: תכנית פורום אנרגיה: תחנות כוח סולאריות

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| | פתיחה | :13:10-13:00 |
| | פרופ' דוד פיימן, מכון בלאושוטיין, שדה בוקר: | :13:20-13:10 |
| Large-scale solar power production: Suiting the technology to the task | אבי ברנמילר, סולל בע"מ: | :13:30-13:20 |
| | פיתרון היברידי סולארי/גז | :13:40-13:30 |
| | פרופ' אהרן רואי, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב: | :13:50-13:40 |
| | עלות קווי"ש סולארי בתחנות כוח סולאריות תרמיות | :14:00-13:50 |
| | ד"ר פנחס דורון, אדיג בע"מ: | :14:10-14:00 |
| | עבודה עברית - חשמל משמש בטכנולוגיה וביצוע ישראליים | :14:20-14:10 |
| Plans and roadblocks to transforming Israel into a renewable energy country | דב רביב ורועי רוזנשטרייך, MST Ltd: | :14:30-14:20 |
| | ד"ר דן וינשטוק, Better Place Ltd: | :14:40-14:30 |
| | מה צריך להיעשות כדי שתחנות כוח סולאריות תהיינה חלק משמעותי מייצור החשמל בישראל? | :14:50-14:40 |
| | אמנון סמיד, AGS Group: | :15:00-14:50 |
| כיצד נהפוך את ישראל לעמק הסיליקון של האנרגיה הסולארית ומה נדרש כדי לפתח תחנת כוח תרמו-סולארית שתהיה כלכלית ללא סובסידיות | פרופ' דן זסלבסקי, הטכניון - הנדסה אזרחית וסביבתית: | :15:10-15:00 |
| | קריטריונים להשוואת שיטות שונות לייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות | :15:20-15:10 |
| | פני ששפורטה, מינהל מקרקעי ישראל: | :15:30-15:20 |
| | הקצאות קרקע למיזמים באנרגיה חלופית | :15:40-15:30 |
| | ד"ר שלמה ולד, מדען ראשי - משרד התשתיות הלאומיות: | :15:50-15:40 |
| | עדכון לגבי ההתפתחויות בתחום תחנות כוח סולאריות בישראל | :16:00-15:50 |
| | ערן יעקב, משרד האוצר - רשות המיסים: | :16:10-16:00 |
| | מיסוי ירוק להתייעלות אנרגטית | :16:20-16:10 |
| Renewable Energy Action Team: Streamlining Renewable Energy Power Plant Projects | ד"ר מרים לבאון, The Levon Group LLC: | :16:30-16:20 |
| | הפסקה | :16:40-16:30 |
| | דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות הבאות: | :16:50-16:40 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • מהן מטרות הקמת תחנות כוח סולאריות בישראל? • מהי עלות ריאלית של חשמל מתחנות כוח סולאריות בארץ ומהו הצפי לעתיד? • האם יש הצדקה להשקיע בתחנות סולאריות לאור המדדים הבאים לשם השוואה לשיטות אחרות: (1) מחיר לקווי"ש של החלק הסולארי ללא תוספת דלק (2) מספר שעות העבודה ביממה והשפעה על מקדם העומס (3) שטח קרקע דרוש להספק נתון (4) פוטנציאל בישראל ובעולם (5) תועלות לוואי בכלל ולישראל בפרט (כגון פיתוח תעשייה וייצוא)? • מה יכולה וצריכה לעשות הממשלה כדי להסיר חסמים להקמת תחנות כוח סולאריות? • מה ידוע על תכניות לעידוד תחנות כוח סולאריות בעולם ומה ניתן ללמוד מהן לגבי ישראל? | :17:00-16:50 |
| | סיום | :17:00 |



Concentrating Solar Power

Solar Energy Technologies Program

Concentrating Solar Power

Concentrating Solar Power (CSP) is electricity generated from mirrors to focus sunlight onto a receiver that captures the sun's energy and converts it into heat that can run a standard turbine generator or engine. CSP systems range from remote power systems as small as a few kilowatts up to grid-connected power plants of 100's of megawatts (MW). CSP systems work best in bright, sunny locations like the Southwest. Because of the economies of scale and cost of operation and maintenance, CSP technology works best in large power plants.

Why CSP?

- Clean, reliable power from domestic renewable energy
- Operate at high annual efficiencies – Firm power delivery when integrated with thermal storage
- Easily integrated into the power grid
- Boosts national economy by creating many new solar companies and jobs.

CSP Power Plants

More than 350 MW of CSP systems were installed in California in the 1980s. More recently, CSP has experienced a rebirth. Two plants were completed in 2006 and 2007: the 64-MW Nevada Solar One in the U.S. and the 11-MW PS10 power plant in Spain. Three 50-MW plants were under construction in Spain at the end of 2007 with 10 additional 50-MW plants planned. In the U.S., utilities have announced plans for at least eight new projects totaling more than 2,000 MW. Numerous integrated CSP/combined-cycle gas turbine power plants are under development in North Africa and California.

EERE Information Center
1-877-EERE-INFO (1-877-337-3463)
www.eere.energy.gov

Solar Energy Technologies Program
www.eere.energy.gov/solar



Types of CSP Systems

Parabolic Trough



A section of the parabolic troughs from the Nevada One project tracking the sun.

Power Tower



This 10-MW power tower facility known as Solar Two near Barstow, California, demonstrated molten salt storage.

Dish Engine



These new record-performing dish engine systems are being commercialized.

Key Environmental Topics

Energy Payback (Input vs. Output) – The energy payback time of CSP systems is about 5 months. CSP power plants also pay back in jobs, tax revenue, and increase gross state product.

Greenhouse Gas Mitigation – Compared to fossil-fueled power plants, CSP power plants generate significantly lower levels of greenhouse gases and other emissions.

Toxic Emissions – CSP is clean, non-polluting, and has no carbon emissions that contribute to climate change.

Land Use – CSP plants use approximately 5 acres of land per MW of installed capacity. Enough suitable land is available in the Southwest to generate six times the current U.S. demand for electricity.

Health & Safety – The health and safety risks associated with CSP power plants are the same for any power plant. Employee health and safety measures are in place to protect workers from injury.

Produced by
 National Renewable Energy Laboratory
Innovation for Our Energy Future

1617 Cole Boulevard, Golden, Colorado 80401-3399
303-275-3000 • www.nrel.gov

NREL is a national laboratory of the U.S. Department of Energy
Office of Energy Efficiency and Renewable Energy
Operated by Midwest Research Institute • Battelle



U.S. Department of Energy
**Energy Efficiency
 and Renewable Energy**
 Bringing you a prosperous future where energy
 is clean, abundant, reliable, and affordable

Concentrating Solar Power - Point Focus Reflector Technologies

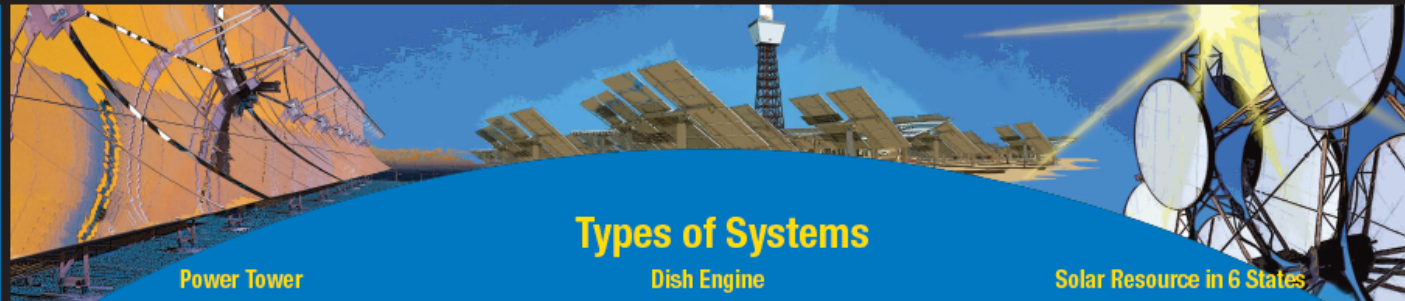
Solar Energy Technologies Program



In January 2008, Stirling Energy Systems (SES) set a new solar-to-grid system conversion efficiency record at 31.25% on SES's "Serial#3" solar dish Stirling system at Sandia National Laboratories Solar Thermal Test Facility. It produces up to 150 kW of grid-ready electricity. Each dish unit consists of 82 mirrors.

Future Power Plants

- Spain – Solar Tres (Solar Three), a 15-MW power plant using Solar Two technology will be three times as large as Solar Two.
- California – BrightSource Energy is building 500 MWs of distributed towers.
- Spain – Abengoa is constructing a larger version of PS10 called PS20 near Seville.
- Australia – Announced plans to build a 10-MW plant with heat storage near the town of Cloncurry.
- California – Announced plans to build an 800 MW of dish engine systems in the Mojave Desert and Imperial Valley.

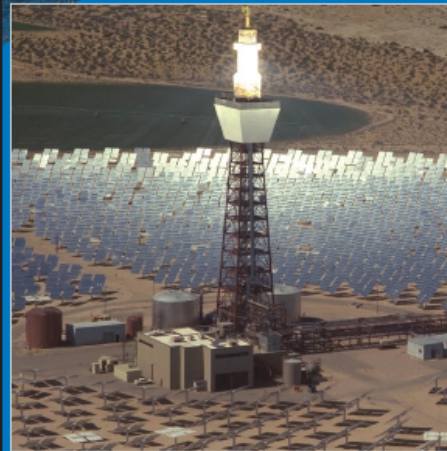


Types of Systems

Power Tower

Dish Engine

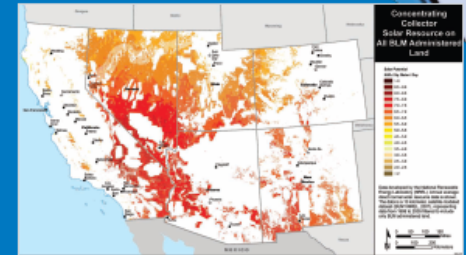
Solar Resource in 6 States



Solar Two, located in Daggett, California, generated 10-MW of solar electricity before it was decommissioned in 1999.



This solar dish-engine system collects the sun's energy and concentrates it on a small receiver. The thermal receiver absorbs the concentrated beam of solar energy, converts it to heat, and transfers the heat to the engine/generator.

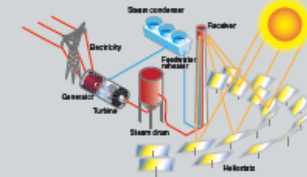


Operational Receiver Technology Power Plants

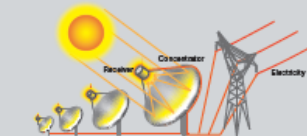
| Plant Name | Location | First Year of Operation | MW | Solar Field Area (m ²) |
|---------------------|------------------|-------------------------|----|------------------------------------|
| Solar One | Barstow, CA, USA | 1982 | 10 | 72,650 |
| Solar Two | Barstow, CA, USA | 1995 | 10 | 82,750 |
| Planta Solar (PS10) | Seville, Spain | 2007 | 11 | 624 120 |

How They Work

Receiver technology focuses concentrated sunlight onto a receiver to power an engine that produces electricity.



Power Towers—use large sun-tracking mirrors, called heliostats, to focus the sun's energy on a receiver located atop a tall tower. In the receiver, molten nitrate salts absorb the heat, which is then used to boil water to steam, which is sent to a conventional steam turbine-generator to produce electricity.



Solar Dish-Engine System—an electric generator that uses sunlight to produce electricity. The dish, a concentrator, collects the sun's energy and concentrates it onto a receiver. A thermal receiver absorbs the concentrated beam of solar energy, converts it to heat, and transfers the heat to the engine/generator.



U.S. Department of Energy
**Energy Efficiency
 and Renewable Energy**
 Bringing you a prosperous future where energy
 is clean, abundant, reliable, and affordable

Concentrating Solar Power - Parabolic Reflector Technologies

Solar Energy Technologies Program



Nevada Solar One is the 3rd largest parabolic solar power plant in the world.

Future Power Plants

Arizona

- Abengoa Solar is constructing a 280-MW parabolic trough project with 6-hour molten salt storage.

California

- Solel is constructing a 553-MW complex of parabolic trough power plants in the Mojave Desert.
- Beacon Solar Energy Project announced plans to build a 250-MW parabolic trough plant.
- Victorville 2 Hybrid Power Project announced plans to build a 563-MW natural gas plant with a 50-MW parabolic trough addition.
- Hybrid Gas-Solar Project - The city of Palmdale plans to build a 570-MW natural gas plant with a 50-MW parabolic trough addition.
- Harper Lake Solar LLC announced plans to build a 250-MW parabolic trough power plant in San Bernardino County.
- Ausra Inc. announced plans to build a 177-MW CSP power plant using compact linear Fresnel reflectors near San Luis Obispo.

Spain

- Solar Millennium, Flagsol, Cobra S.A., and Sener S.A., are building a 50-MW parabolic trough plant called Andasol 1 in Granada. An Andasol 2 and 3 are already being planned.
- Iberdrola is constructing a 50-MW parabolic trough plant at Puertollano in southern Castile.

Israel

- Solel is constructing a 150-MW parabolic power plant in the Nevada desert.

Egypt

- Egypt announced plans to build a 40-MW steam input for a gas-powered plant with parabolic trough design.

Algeria

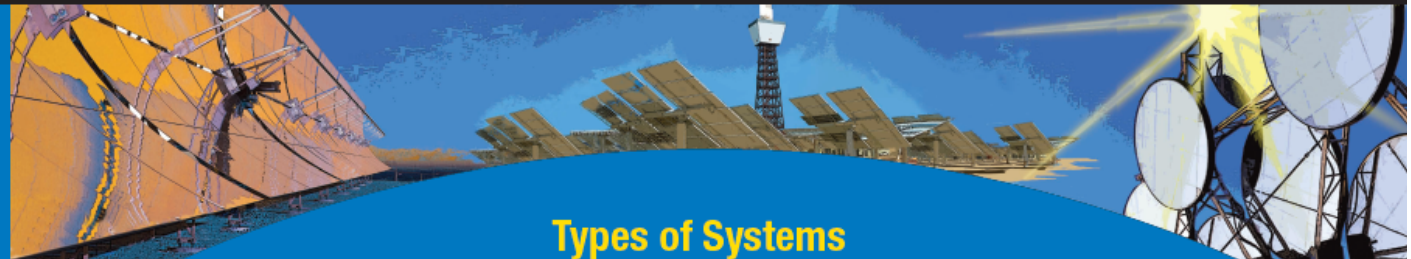
- Algeria announced plans to build an integrated solar combined cycle power station near the town of Hassi R'mel. The plant will combine a 25-MW parabolic trough array in conjunction with a 130-MW combined cycle gas turbine plant.

Abu Dhabi

- The Shams Project announced plans to build a 100-MW parabolic trough power plant near the town of Madinat Zayed.

Morocco

- The announced Beni Mathar Plant is an integrated power station with an installed capacity to generate 472-MW of electricity, including 20-MW from a parabolic trough solar power addition.



Parabolic Trough



Close-up of a parabolic trough showing collector tube containing oil at trough focal point.



Close-up of compact linear Fresnel reflectors focusing sunlight onto a receiver.

Types of Systems

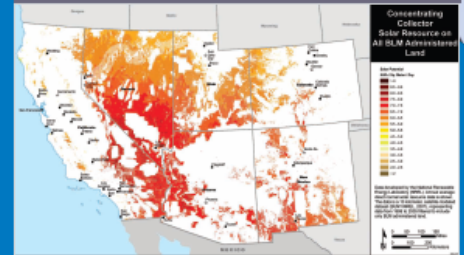
Linear Fresnel Reflectors

Operational U.S. Parabolic Power Plants

| Plant Name | Location | First Year of Operation | MW | Solar Field Area (m ²) |
|------------------|---------------------|-------------------------|------|------------------------------------|
| Nevada Solar One | Boulder City, NV | 2007 | 64 | 357,200 |
| APS Saguaro | Tucson, AZ | 2006 | 1 | 10,340 |
| SEGS IX | Harper Lake, CA | 1991 | 80 | 483,960 |
| SEGS VIII | Harper Lake, CA | 1990 | 80 | 464,340 |
| SEGS VI | Kramer Junction, CA | 1989 | 30 | 188,000 |
| SEGS VII | Kramer Junction, CA | 1989 | 30 | 194,280 |
| SEGS V | Kramer Junction, CA | 1988 | 30 | 250,500 |
| SEGS III | Kramer Junction, CA | 1987 | 30 | 230,300 |
| SEGS IV | Kramer Junction, CA | 1987 | 30 | 230,300 |
| SEGS II | Daggett, CA | 1986 | 30 | 190,338 |
| SEGS I | Daggett, CA | 1985 | 13.8 | 82,960 |

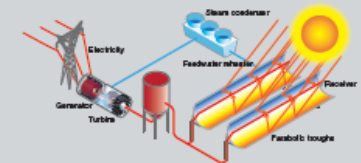


Solar Resource in 6 States

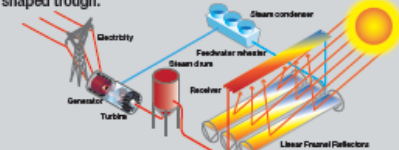


How They Work

Parabolic trough solar systems use long, parabolic-shaped mirrors or linear Fresnel reflectors to collect and focus sunlight onto a receiver tube that contains a fluid. The fluid inside the tube is heated to create superheated steam that powers a turbine generator to produce electricity.



Parabolic Trough Collector - The sun's energy is concentrated on an oil-filled, solar absorbing transparent glass tube running along the focal line of the parabolically shaped trough.



Linear Fresnel Reflectors - Differ from parabolic trough in that the absorber is fixed in space above the slightly curved or flat Fresnel reflectors. Sometimes a small parabolic mirror is added to the top of the receiver to further focus sunlight.



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