

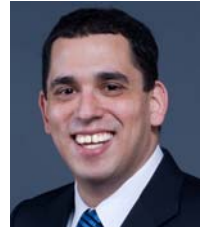
מכון ציגלמן

רחוב שבדיה 27, חיפה 34980, טלפון: 04) 825 7966, פקס: 04) 825 5434
דואר אלקטרוני: info@ziegelman.co.il, אתר אינטרנט: www.ziegelman.co.il

27 בפברואר 2008

מהי ההזדמנות הטמונה בשוק יצור החשמל הפוטו ואלטאי?

רו"ח אהוד ציגלמן



מבוא

במאמר זה נסקור את שוק יצור החשמל המופק מקרינת השמש באמצעות לוחות סיליקון. בחלקו הראשון של המאמר נתאר את הטכנולוגיה באמצעותה מופק החשמל, ובחלקו השני נמשיך בסקירת השוק למערכות פוטו ואלטאיות ונסיים בהערכתנו למגמות, אשר ינחו השוק בעתיד.

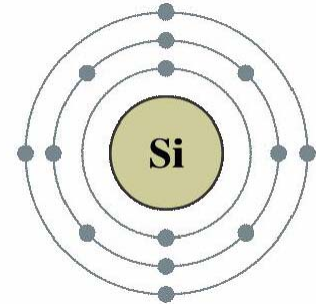
הטכנולוגיה

משטחים פוטו-ואלטאיים הנם מתקנים קשיחים שכנרמז משמם (פוטו: אור, ואלטאי: חשמל), סופגים אור וממירים את האנרגיה ישירות לחשמל. המשטחים מורכבים ממוליכים למחצה, שבד"כ עשויים מסיליקון.

אור, ובכלל זה קרינה מהשמש, הנו צורה של קרינה אלקטרו-מגנטית, בדומה לגלי רדיו או גלי מיקרו. אור שמש כולל בתוכו טווח רחב של אורכי גל, חלקם ניתנים לראיה באמצעות העין האנושית, וחלקם שלא ניתן לראותם כאינפרה-אדום ואולטרה סגול. אור מורכב מחלקיקים חסרי משקל בשם פוטונים, הנעים בוואקום.

סיליקון הוא יסוד המצוי בטבע. לאטום סיליקון יש 14 פרוטונים טעונים חיובית ו-14 אלקטרונים טעונים שלילית. האלקטרונים מסודרים בשלוש שכבות של מסלולים מסביב לגרעין האטום. במסלול החיצוני יש ארבעה אלקטרונים, אך יש מקום לאכלס בו בצורה יציבה גם שמונה אלקטרונים. אטום הסיליקון יטה למלא מסלול חיצוני זה בשמונה אלקטרונים, במידה ויוכל לעשות כן, אך לא יוכל לשמור על ארבעת האלקטרונים הנוספים, כל עוד בגרעין יש רק 14 פרוטונים. כתוצאה מכך, האטום יחלוק את האלקטרונים המצויים המסלול החיצוני עם ארבע אטומים סמוכים של סיליקון, וכך יצור מבנה קריסטלי.

תרשים – מבנה אטום הסיליקון



כאשר פוטוני אור, ברמות אנרגיה ותדר מתאימות, פוגעים בסיליקון מסוג חיובי שהיה מאוזן חשמלית, האלקטרון שהגיע מהסיליקון מהסוג השלילי חוזר למקומו, ומופר האיזון החשמלי. כאשר מחובר מוליך לסיליקון, האלקטרון שהוחזר בכוח לסיליקון מהסוג השלילי, ימשיך ויזרום החוצה ויצור זרם חשמלי. כן יוצר וולטג' מהשדה החשמלי של לוחות הסיליקון. השילוב של זרם ושל וולטג' מהווה כוח חשמלי.

סיליקון בעל תכונות מתכתיות (Metallurgical)

החול מעובד להיות סיליקון בעל תכונות מתכתיות, בתוך כבשן בצורת קשת, שם פחמן מגיב עם החמצן המצוי בסיליקון דיואוקסייד ליצור פחמן דיואוקסייד וסיליקון נוזלי. סיליקון זה אינו יקר, אך מכיל כ 1% של חומר לא טהור. שיעור זה הנו גבוה מדי לשימוש בתאים פוטו-ואלטאיים.

סיליקון בעל תכונות של מוליך למחצה

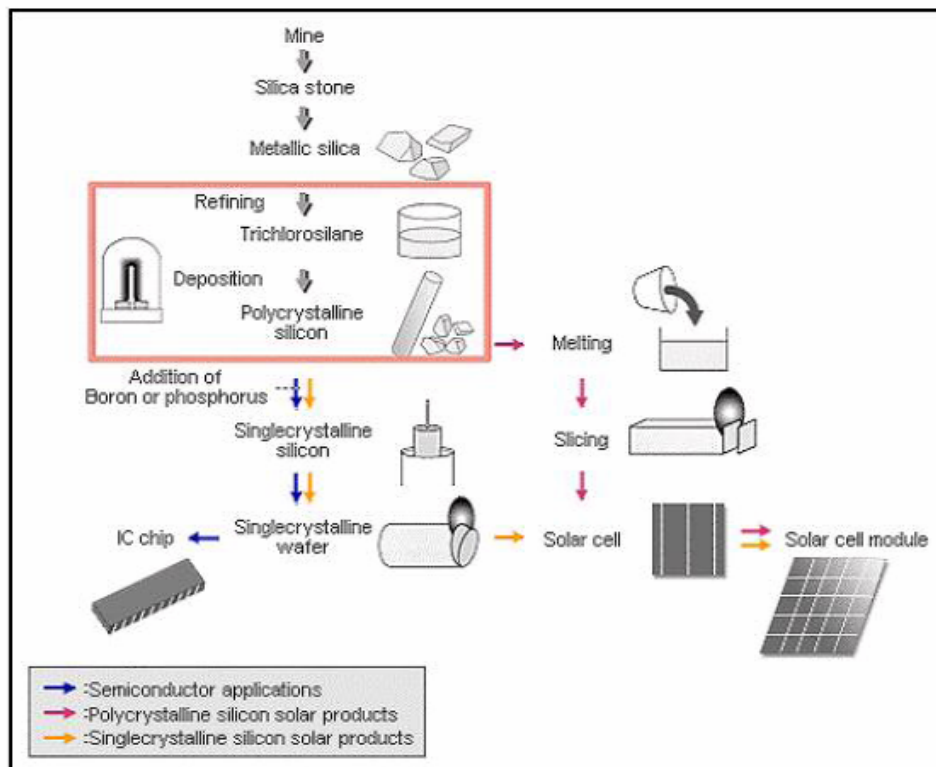
סיליקון בעל יכולת להוליך חשמל, מצריך הגעה לחומר טהור ברמה של 99.999999999%, כאשר סיליקון להפקת חשמל מקרני שמש מצריך רמת טהור נמוכה במעט. הדרך הנפוצה ביותר להפקת סיליקון ברמת טהור כזו, המכונה תהליך סימנס (Siemens), הנה באמצעות פירוק תרמי לגז הסילאין (SiH_4) או לצורות גזיות אחרות של סיליקון. מוט מאוד קטן של סיליקון אולטרה טהור מחומם בכבשן סגור, המכונה כור סימנס, ומתקבלת תרכובת סיליקון. מולקולות התרכובת נשברות לאטומי סיליקון כאשר הן באות במגע עם המוט ואז מתחילות להיבנות סביבו. המוט מוצא, כאשר הוא מגיע לעובי הרצוי, בו ניתן לייצר ממנו גביש (קריסטל) בודד. בתהליך קזוצ'רלסקי (Czochralski), התהליך הנפוץ ביותר לגידול חד-גביש, קריסטל מאוד קטן נתבל בסיליקון מותך ונמשה לאיטו. הסיליקון מתגבש סביב תחתית הגביש, ביוצרו צילינדר חד-גבישי גדול. המהירות בה נמשה הקריסטל וטמפרטורת הנוזל קובעות את גודלו של הגביש שמתקבל, המכונה אינגוט (Ingot).

יצור פרוסת (Wafer) סיליקון

האינגוט נחתך באמצעות להב מתכת המכוסה ביהלומים לאלפי פרוסת דקות בעובי המגיע גם לדקות של 200 נאנו-מטר (כחמישית מילי-מטר). זהו תהליך יצור ארוך בזמן, ועתיר באובדן חומר, כאשר עד 50% מהאינגוט עלול להיאבד כנסורת. אובדן זה מכונה – אובדן קרפ (Kerf).

באופן מסורתי מפעלי יצור קריסטלים וציפוי אינגוטים ממוקמים באזורים בהם יש מקורת חשמל זולים ומהימנים, מקורות חשמל שמפעילים את הכבשנים המעורבים בתהליך הייצור. קירבה ליצרני תאים אינה נדרשת, מכיוון והפרוסות יחסית קלות משך וניתן להעבירן בקלות. למרות זאת שבר של פרוסות ממשיכה להיות בעיה.

תרשים – תהליך יצור סיליקון



יצור תאים

יצרני תאים רוכשים פרוסות מיצרני אינגוט. כ 45-50% מעלויות תאי סיליקון סולריים נובעות מרכש הפרוסות. ליצרני תאים רבים הסכמי רכש ארוכי טווח עם ספקי פולי-סיליקון להבטחת אספקה יציבה ובמחיר מוגדר. כאשר הפרוסות מתקבלות, הן מנוקות באמצעות תמיסה אלקלינית, תמיסה שגם מתקנת נזקים שעלולים היו להיווצר בשלב הקודם של החיתוך. לאחר מכן הפרוסות עוברות ליטוש וחריטה בצורה שתמקסם את קליטת קרני השמש שלהן.

בהמשך, חומר שאינו סיליקון טהור המשנה את המטען החשמלי משולב בסיליקון באמצעות תהליך ינון. החומרים המייננים המקובלים הם פוספורוס ובורון. פוספורוס הופך את הסיליקון לסוג N – שלילי, ואילו בורון הופך אותו לסוג P – חיובי.

בשלב הבא, הפרוסות מצופות בציפוי נגד השתקפות. הדבר מגדיל את יעילות קליטת האור ומקטין את ההשתקפות. בסוף שלב יצור זה, מבוצעת הרכבה של חיבורים חשמליים בגב התא המוגמר.

יצור מודולים (Modules)

מודול היא למעשה רצף של תאים המחוברים בניהם. רצף התאים מוכנס למכונת למינציה, שעוטפת אותם בזכוכית קשיחה. בד"כ יש 36, 48, או 72 תאים בכל מודול; אולם יצרנים שונים מייצרים מודולים מגדלים שונים. התאים שעברו למינציה נעטפים במסגרות ומחוברות להן מערכות חשמל. יצרני מודלים יכולים לעבוד בשיטה אוטומטית לחלוטין, או לחליפין לצרוך עבודת אדם רבה, כפי שנעשה בסין. חברות חדשות רבות בשוק הסולרי, בעיקר בסין, נכנסות בשלב זה של שרשרת הערך, לאור חסמי הכניסה הנמוכים, וזאת מתוך תיקווה להשתלב בהמשך בייצור התאים. קו יצור ללמינציה עולה סביב 1-2 מיליון דולר.

יצור מערכת

מערכת פוטו-ואלטאית יכולה להתבסס על מודול יחיד או על מודולים מרובים, אך המערכת תיצור חשמל רק לאחר שיחוברו אליה כבלים, ממירים, מחברים, בטריות (אופציונאלי), תיבות סעף, ציוד חיבור לקרקע, הגנה מזרם עודף, וחיבורי AC ו-DC. חלקים נוספים אלה מכונים האיזון של המערכת (Balance of the System).

שיפור ביעילות ושינויים בטכנולוגיה

הביקוש הגדול למערכות פוטו-ואלטאיות לייצור חשמל, הביא את טכנולוגיית הייצור להתקדם. התקדמות חלות כעת בטכנולוגיית הפילים-דק בה נעשה שימוש בכמות פחותה של חומר הסיליקון פר חשמל מיוצר, ובמעבר לחשמל פוטו-ואלטאי המופק באמצעות חומרים אחרים מסיליקון, דוגמת קדמיום. בין החברות הפועלות לשפר את יעילות התהליך הפוטו-ואלטאי ניתן למצוא את Miasolé, Nanosolar ואת Energy Conversion Devices.

שיפור אחר יכול להיות מכיוון של ריכוז קרני שמש למוקד אחד, בו מרוכזת פי 500 מהקרנה הרגילה של השמש. בין החברות הפועלות לשפר את יעילות תהליך ריכוז קרני השמש ניתן למצוא את SRS (Israel), Opel International Inc. (USA).

תמונה – מערכת הפקת חשמל פוטו ואלטאית



השוק – תחילת הדרך

סך האנרגיה הפוטו-ואלטאית המופק אחראי לפחות מ 0.04% מהביקוש העולמי לחשמל. זאת כאשר, היצע החשמל הפוטו-ואלטאי גדל בממוצע ב 25% מדי שנה ב 15 השנים האחרונות, בעוד מחירו ירד ב 4% מדי שנה באותה התקופה. שוק זה גדל במונחים כספיים בכ- 40% בשנה, בשנים האחרונות, והגיע בשנת 2005 לגודל של 11 מיליארד דולר במונחי מכירת מערכות.

שוק האנרגיה המסורתית

בכדי להבין לעומק את הכוחות המניעים של שוק האנרגיה החליפית, יש להבין גם את שוק האנרגיה המסורתית – השוק בו האנרגיה החליפית נוגסת. שוק האנרגיה המסורתית, מצביעות על הצורך באנרגיה פוטו-ואלטאית. המגמות של עליה במחירי דלקים פוסאליים (Fossil Fuels הכוללים נפט, פחם וגז טבעי), רצון לעצמאות אנרגטית ממוקדי הפקת אנרגיה לא יציבים פוליטית והרצון לזהם את הסביבה פחות בגזים פחמניים, כולם תומכים במעבר לשימוש באנרגיה חליפית נקייה, ובהן אנרגיה המופקת מקרינת השמש.

עלות הפקת אנרגיה

להפקת אנרגיה ממקורות שונים, ישנן עלויות שונות בתכלית. בעוד שבאופן כללי פחם, וגרעין (Nuclear) הנם מקורות יחסית זולים, אזי גז טבעי, נפט (סולר) ופוטו-ואלטאי הנם מקורות יחסית יקרים. בקרבה לקיבולת ייצור אנרגיה מלאה, חברות חשמל משתמשות במקורות אנרגיה יקרים יותר ופחות יעילים, דוגמת סולר, בכדי למנוע הפסקות חשמל, בימי שיא החום או בקור.

צריכת החשמל העולמית

סוכנות המידע הבינלאומי בתחום האנרגיה של הממשל האמריקאי (EIA), צופה בסקירתה לשנת 2006, כי הצריכה הכלל עולמית של חשמל תצמח בקצב של 2.7% מדי שנה מ 14.8 מיליארד קילו-ווט שעה (מדד לצריכה של אנרגיה) בשנת 2003 ל- 30.1 מיליארד קילו-ווט שעה בשנת 2030. 71% מצמיחה זו תבוא ממדינות שאינן חברות ב OECD. הגידול בביקוש צפוי לבוא בעיקר משיפור באיכות החיים, שיביא לביקוש בייתי לחשמל, וכן ממחשוב במגזר העסקי.

בכדי לענות על הגידול בביקוש, צפוי ההיצע הכולל הזמין להפקת חשמל לגדול מדי שנה ב 2.2%, מ- 3,710 גיגה-ווט ל- 6,350 גיגה-ווט בשנת 2030.

אמנת קיוטו

גורם נוסף הצפוי לקדם את השימוש באנרגיות חליפיות הנה אמנת קיוטו שנחתמה מכוח פעילות של האו"ם. אמנת קיוטו נכנסה לתוקפה בשנת 2005 ושמה למדינות שאישרו אותה, שהן מרבית מדינות העולם להוציא ארה"ב, הציב יעד להפחית את פליטת הגזים הפחמניים לרמות נמוכות מאלה שהיו נהוגות בשנת 1990. הפחתה כזו עשויה להתאפשר גם באמצעות אנרגיה חליפית, ובהן אנרגיה פוטו-ואלטאית ואנרגיות תרמו-סולאריות.

הפקת חשמל באמצעות מערכות סולאריות אינה פולטת גזים פחמניים, דבר המסייע להשיג את יעדי אמנת קיוטו, אך הפקת סיליקון טהור כן מצריכה השקעה רבה של אנרגיה, העשויה להיות אנרגיה מזהמת. למרות זאת, מערכת סולארית טיפוסית אחת עשויה לחסוך 7,000 קילו גז פחמני, מסוג קרבון-דיאוקסייד, משך 30 שנות הפעלתה. חסכון זה נמוך משמעותית פר דולר עלות מערכת מזה המושג על-ידי מערכת תרמו-סולארית.

ההזדמנות

לאנרגיה הסולרית יש, אם כן, הזדמנות ייחודית לצמוח על רקע המגמות לעיל, ולתפוס נתח שוק גבוה, בשוק האנרגיה העולמי.

מגמות מאקרו בשוק האנרגיה הפוטו-ואלטאית

בעוד התעשייה הפוטו-ואלטאית מצויה בשלבי ינקות בהשוואה לתעשיות הדלקים הפוסליים, אנו מעריכים כי יש לה את הפוטנציאל להפוך למקור אנרגיה מוביל, מכיוון והיא אינה נגועה במרבית התחלואים המשויכים לדלקים הפוסליים. עלות הפקת חשמל פוטו-ואלטאי עדיין גבוהה – ברמה של פי 3 מהדלקים הפוסליים, אך היא צפויה לרדת בשנים הקרובות עם השיפורים הטכנולוגיים ושיפור תהליכי היצור. בנוסף, יוזמות ממשלתיות להפחתה בזיהום אויר וליצור אי-תלות במקורות אנרגיה ממדינות זרות, הגדיל את התמריצים לשימוש באנרגיה פוטו-ואלטאית, ובכך הפכה אותה לתחרותית.

משאב בלתי מוגבל

אנרגיה מהשמש הנה משאב בלתי מוגבל, אשר לא ניתן למצותו בשימוש ייתר, וזאת בשונה מדלקים פוסליים. מדענים מעריכים כי לשמש צפויות עוד 5-6 מיליארד שנות פעילות, וזאת כנגד 183 השנים החזויות לרזרבות הפחם. בנוסף, אנרגיית השמש משמעותית יותר משאר מקורות האנרגיה, כשלהערכת חוקרים, שדה פוטו-ואלטאי בן 1,000 מייל מרובעים במדינת נבאדה יכול לספק את כל צרכי החשמל של ארה"ב.

רצועת השמש

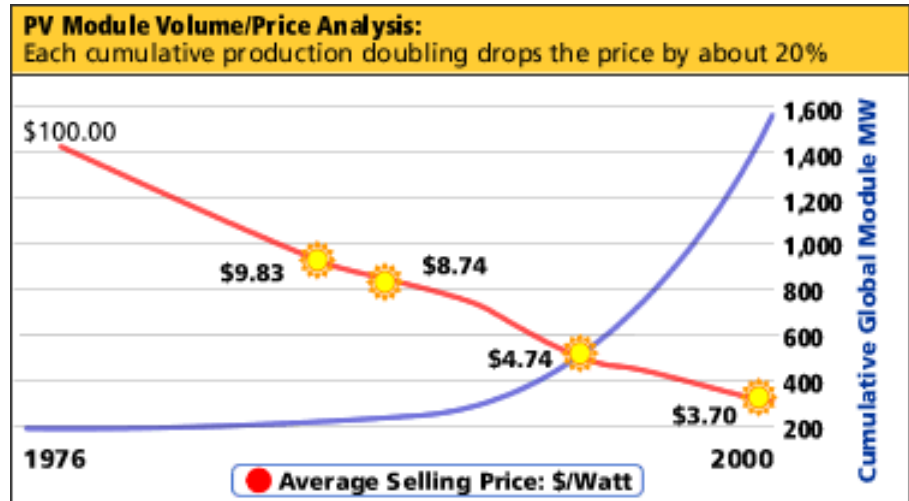
קרני שמש מגיעות כמעט לכל מקום על-פני כדור הארץ, ולכן ישנה אי-תלות בספקי אנרגיה זרים. קרינת השמש נמצאת בקשר ישיר למיקום על-פני כדור הארץ, כאשר ככל שקרובים יותר לקו המשווה יש יותר חשיפה לקרני שמש. מערכות פוטו-ואלטאיות מתאימות במיוחד לרצועת השמש הנמצאת בין קווי רוחב 30° צפון ל 30° דרום. אך, גם מחוץ לתחום זה ישנה קרינה המספיקה לייצור חשמל. כך לדוגמה באזור ניו-איגלנד, בארה"ב, המצוי בקו רוחב 45° צפון, ניתן להפיק 3-4 קילו-ווט שעה למטר רבוע מערכת פוטו-ואלטאית מדי יום, בעוד בפלורידה המצויה בדרום ארה"ב, ניתן להפיק 4-5.

נציין, כי לקרינה השפעה חיובית על תפוקת החשמל, אך לחום עלולה להיות השפעה שלילית על רכיבי המערכת החשמלית.

חוק מור של יצור תאים פוטו-ואלטאיים

בעוד בדלקים, ככל שמשותמשים במשאב הוא מצטמצם בכמותו ומתייקר, אזי באנרגיה פוטו-ואלטאית המגמה הפוכה – ככל שצורכים ממנה יותר, היא נעשית זולה יותר. נתונים אמפיריים מלמדים, שכל הכפלה של קיבולת הפקת החשמל הפוטו-ואלטאית המותקנת, מלווה בירידה של 20% בעלויות. אם מגמה זו תמשך, אזי מחירי חשמל פוטו-ואלטאי יהפכו להיות תחרותיים, גם ללא סובסידיות, בעוד 15-20 שנה. במידה, ומחירי הדלקים הפוסליים ימשיכו לעלות, נקודת האיזון תתרחש עוד קודם לכן.

תרשים – ירידת מחירי ייצור החשמל הפוטו ואלטאי עם גידול הקיבולת



מקור: איגוד יצרני האנרגיה הסולארית <http://www.seia.org>

יתרון במקומות מרוחקים

ככלל אצבע, יותר יעיל להפעיל חשמלית יישום, הדורש הספק נמוך עד בינוני של חשמל והמצוי במרחק של מעל חצי מייל מרשת החשמל, באמצעות מערכת פוטו-ואלטאיות, שלא מצריכה פריסת קווי מתח. כתוצאה מכך, אנו עדים להפקת חשמל באמצעות מערכות פוטו-ואלטאיות לאורך כבישים מהירים, מערכות השקיה, וציוד תקשורת וחשמל מרוחק. בנוסף, יש כיום כשני מיליארד אנשים, המתגוררים באזורים בהם אין גישה לרשת חשמל. יחד עם זאת, נציין כי מרבית השוק הוא בהתקנות של מערכות המחבורות לרשת החשמל, כאשר החשמל נמכר לרשת.

פחות הפסקות חשמל ויותר ביטחון לאומי

ביזור מקורות אספקת החשמל מקטין את תדירות הפסקות החשמל, ומגדיל את אמינות רשת החשמל. מערכות פוטו-ואלטאיות הופכת בית לתחנת כוח קטנה, המסוגל להפיק חלק מתצרוכת החשמל שלו. לכן, הדבר מגביר את הביטחון הלאומי של מדינה, כאשר פגיעת מדינות אויב או טרוריסטיים בתחנות הכוח שלה, הופכת להיות בעלת משמעויות פחותות.

ההיצע והביקוש לפולי-סיליקון

היצע הסיליקון העולמי מגיע מכעשרה יצרנים המפיקים כ-90% מהכמות הנצרכת בשוק. הקמת מפעל, אשר ייצר 1,000 טון בשנה, עולה כ-100 מיליון דולר. הקמת מפעל כזה אורכת קרוב לשלוש שנים, והוא מצריך מקורות אנרגיה זולים לשימוש בייצור הסיליקון.

כן נציין, כי קיים קושי בלימוד תהליך הייצור בעבור שחקנים חדשים, כמו גם את הכוונה שקיבלו השחקנים הקיימים מהרחבת ביקושים לקראת שנת 2000, והפסדים שנוצרו מעלויות קבועות גבוהות וביקושים נמוכים לאחר הנפילות בשוקי ההון, ובדגש בחברות הטכנולוגיה.

גודל שוק הסיליקון

מכפלה של מחיר לק"ג בחוזה ארוך טווח, שהוא סביב ה-120 דולר לק"ג בכמות נמכרת המוערכת בכ-40 אלף טון, מביאה אותנו למצוא את גודל שוק הסיליקון להיות סביב 5 מיליארד דולר בשנה.

הביקוש מושפע משינויים מלאכותיים של תמיכה ממשלתית בסובסידיות והטבות מס, ולכן קשה לכמתו. אנו מניחים שהביקוש יגבר על ההיצע בשנים הקרובות, ומרגישים בנוח עם הנחה זו.

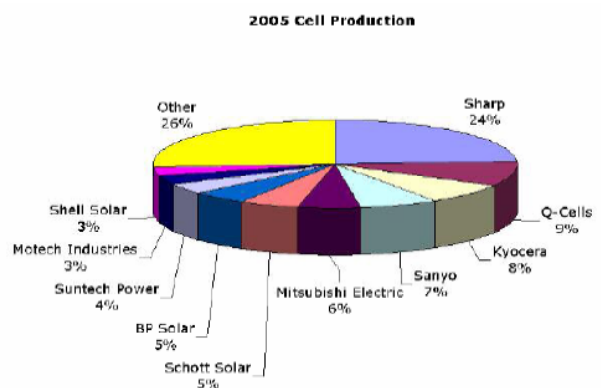
קיבולת הייצור של יצרני התאים

החל בתחילת העשור קיבולת הייצור, כמו גם כמויות הייצור בפועל, של יצרני תאים סולאריים גדלה משמעותית, כאשר קיבולת הייצור גדלה משנת 2001 לשנת 2005 בקצב של 48% בשנה.

בשנת 2005 יוצרו ביפן 38% מהתאים הסולאריים. זאת בעוד בסין ובטייוואן יצרו כל אחת כ-24% מהתפוקה העולמית. שאר התאים יוצרו באירופה ובארה"ב.

החסמים לכניסה למשבצת זו בשרשרת הערך ירדו, כאשר עלות הקמת קו ייצור נעה סביב 1-2 מיליון דולר, אשר ישמשו בעיקרם למכונות למינציה. ואכן אנו רואים גידול רב במספר השחקנים הקטנים – שחקנים העשויים לגדול משמעותית עם השנים.

תרשים – היצע תאי הסיליקון



סיליקון גבישי מול פילים-דק

כיום 94% מקיבולת הייצור היא של תאי סיליקון גבישיים, כאשר יתרת 6% הם של סיליקון מסוג פילים-דק, אשר הנה טכנולוגיית יצור מקבילה. פילים-דק משמעו גלילים של סיליקון דק שניתן לשטוח על גגות, או לשלב בתוך חלקים מוכנים מראש של בניינים. המעבר מייצור בשיטה הגבישית לשיטת הסיליקון מפילים דק הנו יחסית קל בעבור היצרנים.

משווקי ומתקיני מערכות

ברחבי העולם פרוסים עסקים המשווקים או מתקינים מערכות פוטו-ואלטאיות אצל משתמשי הקצה. עסקים אלה מחזיקים מלאי של מערכות מוגמרות ולעיתים מסדירים את המימון בעבור משתמשי הקצה. עלות רכיבי המערכת לקיבולת ייצור של וואט חשמל היא \$3, ובתוספת רכיבי חשמל ועבודת התקנה, מחירה ללקוח מגיע להיות \$8-10 לווט. עלות טיפוסית של מערכת ביתית נעה כיום סביב ה-\$10,000-20,000. למערכת כזאת יש אורך חיים צפוי של 25 שנים, כאשר אחריות היצרן הראשונית היא לשנה וניתן להרחיבה על-ידי רכישת חוזה שירות. רכיב העלות של ההתקנה והחלקים המחוברים המערכת לחשמל מתוך סך מחיר המערכת הנו גבוה ביותר, כך שגם אם המערכת הפוטו-ואלטאית עצמה תוזל משמעותית, אזי עדיין יהיה מחירה יקר יחסית, ובשנים הקרובות רכישתה תנבע מסובסידיות ממשלתיות.

גודל שוק המערכות המוגמרות

שוק הסיליקון, מהוה פחות מחצי מעלות המערכת המוגמרת, ולכן אנו מעריכים ששוק המערכות המוגמרות במחירים למשתמש הסופי, עומד כיום סביב 12 מיליארד דולר.

השפעת שיעור הריבית

לשיעור הריבית המשמשת להיוון תזרימי המזומנים החזויים לנבוע מהתקנת מערכת פוטו-ואלטאית, השפעה חזקה על כדאיות ההשקעה. ככל ששיעור הריבית נמוך יותר, כך גדלה הכדאיות בהשקעה המערכת הפקת חשמל פוטו-ואלטאי.

מגמה אפשרית אחרת

אנו כן מזהים שני גורמים העלולים להביא לתוצאה שונה מזאת אותה אנו חוזים. הראשון הוא מיתון עולמי אפשרי, אשר יפגע בסובסידיות ויקטין את הביקושים הן לאורך כל שרשרת הערך של מערכות פוטו-ואלטאיות והן לחלקי מחשב מבוססי סיליקון. השני הוא עליה בריבית שתנבע או מצורך אירופאי להילחם באינפלציה או מקושי של ממשלת ארה"ב לגייס הון, דבר שיפגע בכדאיות התקנת מערכות פוטו-ואלטאיות, המחושבת כיציאת כספים כיום וכניסות עתידיות מהוונות ליום ההשקעה.

חשמל בשעות השיא

נציין, כי עלות ההפקה של חשמל בשעות השיא בעבור חברות חשמל הנה יקרה ביותר, מכיוון והיא מצריכה שריפת סולר יקר ומכירת החשמל בתעריף קבוע. לכן הדבר עשוי להסב לחברות החשמל הפסד כספי. במידה ויהיה מעבר בעולם לתשלום בעבור חשמל לפי תעריף משתנה ושימוש במוני חשמל חכמים, אזי תגדל הנראות של כדאיות הפקת החשמל הפוטו-ואלטאי בשעות השיא של הצריכה. תהליך זה מתרחש כיום

באיטליה וקליפורניה, שם ניתן יהיה להשוות את מחיר החשמל המופק מהמערכות הפוטו-ואלטאיות בשעות הצהריים של חודשי הקיץ למחיר חשמל גבוהה משמעותית הנובע משריפת סולר, כך שהכדאיות היחסית שלו תגדל משמעותית.

הביקוש בשווקים הגיאוגרפיים השונים

הביקוש למערכות פוטו-ואלטאיות מאפיין כיום בעיקר מדינות המציעות סבסוד לחשמל המופק ממערכות כאלו. עלות הפקת החשמל מהמערכות הפוטו-ואלטאיות הינה יקרה כיום פי 3 מהעלות הממוצעת של חשמל לצרכן הסופי.

גרמניה

השוק הגרמני הינו השוק הכי אטרקטיבי לפעולה בתחום הפוטו-ואלטאי, כאשר בין 50-75% מהכנסות החברות הציבוריות המייצרות מערכות סולאריות נובעות מפעילות בגרמניה. בגרמניה חברות החשמל רוכשות את החשמל המופק בבתיים או בתעשייה בתעריפים היוצרים רווחים לבעלי המערכות. התעריף שנקבע הוא 50 יורו סנט ל kWh, כאשר התעריף צפוי לרדת ב 5% מדי שנה.

יפן

בעבר היה נהוג ביפן סבסוד של 50% מעלות התקנת מערכת פוטו-ואלטאית, דבר שהביא להתקנה כוללת בקיבולת של 1,200 מגה-ווט. החל בסוף שנת 2005, המדיניות השתנתה ונקבע תעריף מכירה גבוה לרשת של 23-24 ¥/kWh, המשווה לתעריף החשמל למשתמש הסופי, שגם הוא גבוה. עובדה זו יוצרת כדאיות לשימוש בחשמל ממערכות פוטו-ואלטאיות.

ארה"ב

בארה"ב נהוג מתן של זיכוי של 30% מהמס הפדראלי להתקנה ביתית עד לסכום של 2,000 דולר, בעוד בהתקנות במגזר העסקי, אין תיקרה לזיכוי המס. הזיכוי מוגבל כיום להתקנות שיבוצעו עד סוף שנת 2008, אך אפשרי ויוארך. בחודש יוני 2007, נכשלו הדמוקרטים בהעברת חוק שמטרתו מיסוי דלקים ב 32 מיליארד דולר, ושימוש בכספים אלה לסבסוד מקורות אנרגיה חליפית. יתכן ששינוי שלטון בארה"ב, יאפשר ליוזמות דומות להפוך לחוקים.

במדינות שונות בארה"ב, דוגמת קליפורניה, ניו-ג'רסי ופלורידה ישנן תמיכות נוספת של הממשל המקומי.

ספרד

החל בשנת 1999, אז נערכה תוכנית ממשלתית לקידום השימוש באנרגיה חליפית, הממשלה החלה מקדמת את השימוש בחשמל הפוטו-ואלטאי. בשנת 2004 הותקנו תקנות, בהן נקבע תעריף הזנה לחשמל ממקורות אנרגיה חליפית לרשת. עד לשיא של 100 kW התעריף נקבע להיות 42 יורו סנט, שהיוו 575% מהתעריף הרגיל למשתמש הסופי, וליצור מעבר לכך נקבע תעריף של 22 יורו סנט, שהוא 300% מהתעריף הרגיל. תעריפים אלה קופְּעו למשך 25 שנה, כאשר לאחר מכן הם ירדו חד-פעמית בשיעור של 20%. חקיקה זו הביאה את ספרד להיות מהארצות הכדאיות באירופה להשקעות באנרגיה אלטרנטיבית. יתרון נוסף בספרד,

הוא קרינת השמש הרבה המגיעה אליה, כאשר במוצע שנתי ישנה לקרקע חשיפה של 1,500 שעות לשמש, וזאת לעומת 1,000 שעות בגרמניה. אנו מעריכים, כי ספרד תחווה בשנים הקרובות צמיחה גדולה ביותר בשוק הפקת האנרגיה החליפית.

ישראל

גם בישראל, ישנה לאחרונה מגמה לחייב את חברת החשמל לרכוש חשמל פוטו-ואלטאי במחיר של 2.04 ש"ח לקילו-ווט שעה, מחיר יחסית גבוהה השווה לכ 55 דולר סנט. תעריף זה מתאפשר, באמצעות סבסוד של כלל צרכני החשמל, באמצעות תעריף שיספוג עלות זו, את תהליך יצור באנרגיה החליפית בישראל.

סיכום

שוק מערכות הפקת החשמל הפוטו-ואלטאיות מצוי בצמיחה מואצת, הנובעת בעיקרה ממדיניות תמיכות ממשלתית. נדגיש, כי השוק אינו עומד על רגליו בזכות עצמו, ומיתון עולמי עלול להביא לקיטון משמעותי בתמיכות הממשלתיות. גודל ההזדמנות עדיין עצום, כאשר באמצעות הטכנולוגיה מפיקים כיום עדיין רק שיעור זניח ביותר מכלל החשמל המופק בעולם.

להערכתנו, השוק ימשיך ויצמח, עד כי התקדמות היצרנים והמפתחים על-פני עקום הלמידה, וכן השוואה נכונה יותר של עלות החשמל הפוטו-ואלטאי לחשמל יקר המופק בשעות השיא, תביא את שוק הפקת החשמל הפוטו-ואלטאי להיות שוק בר קיימה.

רו"ח אהוד ציגלמן, הוא מנהל מחלקת יעוץ אסטרטגי במכון ציגלמן. הוא עוסק בסיוע לחברות לאתר ולנתח אסטרטגית שווקים או מוצרים חדשים. אהוד עבד בעברו בביצוע מחקרי שיווק בישראל, ולאחר מכן בפירמת ייעוץ מובילה בארה"ב. לאהוד תואר שני בכלכלה מאוניברסיטת תל-אביב, בה הוא מלמד זה שמונה שנים בפקולטה לניהול ע"ש רקנאטי.

ehud@ziegelman.co.il

המאמר פורסם בביטאון האנרגיה Cool Air בחודש מרץ 2008