

אורמת טכנולוגיות בע"מ ניתוח חיצוני – שוק ייצור החשמל בקליפורניה

מבוא

רקע על החברה

חברת אורמת טכנולוגיות היא יצרנית מובילה של חשמל המיוצר ממקורות גיאותרמיים ומחום שיורי, שהינם מקורות אנרגיה ידידותית לסביבה, "אנרגיה ירוקה", והינה הבעלים והמתפעלת של תחנות כוח גיאותרמיות בארה"ב וברחבי העולם ותחנות כוח מחום שיורי בארה"ב. החברה בעלת יכולות לזהות, לזוּם, לתכנן, לייצר להקים, להשיג מימון ולהפעיל תחנות כוח גיאותרמיות ותחנות כוח מחום שיורי.¹ הקבוצה פועלת בעיקר במגזרים העסקיים הבאים:

ייצור חשמל - מגזר זה עוסק באחזקה ובהפעלה של תחנות כוח המבוססות על מקורות גיאותרמיים וחום שיורי בשוק הבינלאומי, בבעלות מלאה או חלקית, לייצור ואספקה של חשמל מתוצרתן. תחנות הכוח מגיבות הכנסות מחוזים ארוכי טווח של מכירת חשמל לחברות חשמל ממשלתיות ופרטיות במדינות שונות ברחבי העולם בחוזים ארוכי טווח (20-30 שנה).²

מוצרים - מגזר זה עוסק בייצור, כולל תכנון ופיתוח, של טורבינות ויחידות כוח המשמשות לאספקת אנרגיה חשמלית ובהקמת תחנות כוח להפקת חשמל ממקורות גיאותרמיים וחום שיורי.

ההכנסות ממגזרי החשמל והמוצרים היוו 76.9% ו- 23.1% בהתאמה, מסך המכירות בתקופה . 69.8%-ו- 30.2% בהתאמה, מסך ההכנסות ברבעון 3, 2008.²

החברה נסחרת בבורסה בניו-יורק (NYSE) תחת הסימון ORA

אנרגיה גיאותרמית

אנרגיה גיאותרמית הינה חום (תרמי) המופק מהאדמה (גיאו). האנרגיה הגיאותרמית אצורה בסלעים ובנוזל המצוי בקליפת כדור הארץ. תחנות הכוח הגיאותרמיות מבוססות על ניצול מים חמים וקיטור הנשאבים מקידוחים גיאותרמיים והמניעים טורבינה לייצור חשמל. בכך נחסך שימוש בדלק ונמנעות פליטות של גזים מזהמים שהינן מתופעות הלוואי האופייניות לתחנות כוח המונעות בדלק. בנוסף, גיוון מקורות האנרגיה מונע תלות במקור אנרגיה יחיד.

אנרגיה שיורית

חום שיורי (Recovered Energy) נוצר כתוצר לוואי במגוון תהליכים תעשייתיים, והוא ניתן לניצול בתחנות כוח כדי לייצר חשמל ללא שימוש בדלק וללא פליטות מזהמות. דוגמא לכך הינו חום שיורי שנפלט מתחנות דחיסת גז לאורך צינור גז.

הגדרת השוק

השוק העיקרי של אורמת הוא ייצור חשמל בארה"ב. ניתן לראות בטבלה משמאל שכ- 77% מהכנסות החברה הן ממכירת חשמל. נתון זה מייצג את התפלגות ההכנסות גם בתקופות אחרות.

הכנסות אורמת לפי תחומי פעילות בשלושת הרבעונים הראשונים של 2008		
הכנסות (באלפי דולרים)		
מכירת חשמל	197,414	76.9%
מכירת מוצרים	59,204	23.1%
סה"כ	256,618	100%

רוב תחנות הכוח של אורמת הן בארה"ב וכ 37% מקיבולת הייצור של אורמת היא בקליפורניה.

פורטפוליו תחנות הכוח של אורמת		
מיקום ומקור אנרגיה	קיבולת ב MW	אחוז הקיבולת שבאזור
גיאותרמי בהוואי	30	6.8%
גיאותרמי נבאדה	107	24.5%
גיאותרמי בקליפורניה	164	37.50%
בארה"ב, שיורי	22	5.03%
מחוץ לארה"ב, גיאותרמי. (ללא ריכוז גיאוגרפי באזור מסוים)	114.3	26.14%
סה"כ	437.3	100.00%

בחרנו להתמקד בעבודה בשוק העיקרי של עסקי החברה, הוא שוק מכירת חשמל. הניתוח יתמקד בסביבה של יצרן חשמל המופק מאנרגיה גיאותרמית בקליפורניה. נתמקד בשווקי החשמל של קליפורניה משום שבה נמצאים כ 65% ממאגרי האנרגיה הגיאותרמית הידועים בארה"ב וכ 41% מהמאגרים שעדיין לא התגלו (לפי US geological Survey, ראה נספח ב).

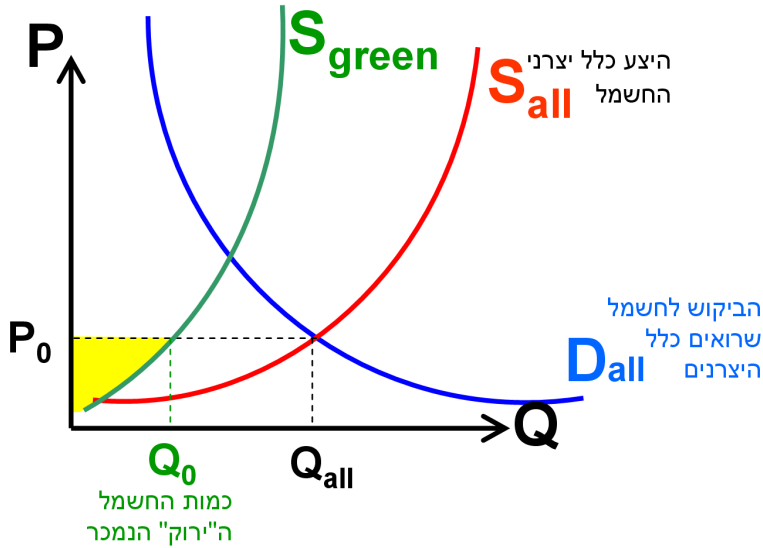
סקירה כללית

מידת רווחיות השוק למכירת חשמל המיוצר מאנרגיה גיאותרמית גדלה באופן משמעותי בעקבות מדיניות הממשל בארה"ב לעידוד ייצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשים. מדיניות זו מורכבת משני נדבכים עיקריים: הנדבך הראשון הוא חוק המחייב את חברות הפצת החשמל בקליפורניה להגדיל את מרכיב האנרגיות הירוקות מתוך סה"כ החשמל שהן מוכרות לצרכנים ל- 20% עד שנת 2010. הנדבך השני הוא הטבות מס ליצרני חשמל מאנרגיות חלופיות. לפני הנהגת מדיניות זו היה מחיר אחיד לחשמל ללא קשר למקור האנרגיה שממנו יוצר. לכן, רוב החשמל ממקורות מתחדשים היה מיוצר בטכנולוגיות זולות שיכלו להתחרות בעלויות הייצור הנמוכות של חשמל מדלקי מאובנים (גז טבעי, נפט ופחם). מקורות אנרגיה אלו הן אנרגיה הידרואלקטרית, אנרגיה גיאותרמית וביומאסה. אולם, מאפיין של טכנולוגיות זולות אלו הוא שלא ניתן להרחיב את קיבולת החשמל המופקת מהן מספיק מהר כדי לענות על הדרישה לספק 20% מצריכת החשמל של קליפורניה עד שנת 2010. לכן, כדי לעמוד בדרישת החוק, חברות הפצת החשמל נדרשו להעלות את המחיר שהן מוכנות לשלם עבור חשמל ירוק כדי שגם יצרני חשמל מטכנולוגיות יותר יקרו ייכנסו לשוק ויבנו תחנות כוח חדשות. מקורות האנרגיה נוספים אלו הם אנרגיית שמש ואנרגיית רוח. עלות הפקת החשמל מאנרגיית שמש או מאנרגיית רוח יקרה יותר בהשוואה לטכנולוגיות שכבר בשימוש אך המגבלה על קנה המידה של תחנות הכוח ממקורות אלה קטנה יותר.

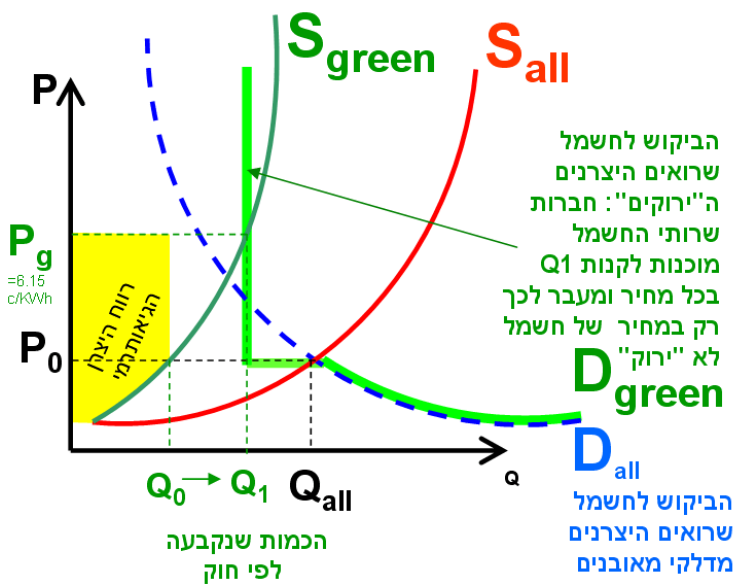
כיום, כתוצאה מתהליך זה, ליצרני חשמל ממקורות אנרגיה "ירוקים" קיים ביקוש מובטח בכמות שדורש החוק. מחיר החשמל הוא העלות השולית של הייצור בטכנולוגיה היקרה ביותר שמספק את מנת החשמל האחרונה. מחיר זה מבטיח רווח יצרן גבוה עבור יצרני חשמל עם עלויות נמוכות כדוגמת יצרני חשמל מאנרגיה גיאותרמית. בנוסף, רוב תחנות הכוח ה"ירוקות" שבבנייה כיום מבוססות על אנרגיית שמש ורוח. מקורות אנרגיה אלו עתידים להפוך למקור העיקרי לאנרגיה "ירוקה" בעתיד. לבסוף, הפיכת היצרנים מאנרגיית שמש ורוח לספקי החשמל ה"ירוק" העיקריים מאיימת על הרווחיות העתידית של היצרנים הגיאותרמיים. רווחיות הטכנולוגיה הגיאותרמית צפויה להיפגע ככל שהטכנולוגיות המתחרות יהפכו לזולות יותר.

מובאים להלן תרשימים הממחישים את השפעת הרגולציה על הביקוש לחשמל "ירוק", על מחיר החשמל ועל רווחי היצרנים ממקורות אנרגיה גיאותרמית

ביקוש והיצע בשוק החשמל לפני השפעת הרגולציה



ביקוש והיצע בשוק החשמל אחרי השפעת הרגולציה



לפני השפעת הרגולציה

עקומת ההיצע של היצרנים הירוקים תלויה יותר משל היצרנים המשתמשים בדלקי מאובנים. זאת משום שהאנרגיות ה"ירוקות" יקרות יותר למיצוי. לכן, מחירי החשמל בשוק רווחיים רק עבור היצרנים הירוקים המשתמשים בטכנולוגיות הזולות ביותר ורק הם מוכרים. טכנולוגיות אלה הן בעיקר אלו המנצלות אנרגיה גיאותרמית וביומאסה.

אחרי השפעת הרגולציה

החוק קבע שחברות שירותי החשמל מחויבות לרכוש כמות מסוימת של חשמל "ירוק" (Q_1). כך, נוצרה עקומת ביקוש נפרדת (D_{green}) ומחיר נפרד (P_g) לחשמל "ירוק" ולחשמל מדלקי מאובנים (P_0, D_{all}). מאחר והכמות נקבעה ע"י המחוקק, וההיצע נתון בשל הטכנולוגיה וריבוי של יצרנים נקבע מחיר חשמל "ירוק" כמחיר שיווי משקל שבו המחיר שווה לעלות הייצור השולית (P_g). במחיר זה יכולים למכור גם יצרנים בעלי עלויות ייצור גבוהות כגון יצרנים מאנרגיית שמש ורוח. בשל המחיר הגבוה, רווח היצרן (השטח הצהוב) של היצרנים מאנרגיה גיאותרמית וביומאסה גדל.

בהמשך העבודה נסקור את הגורמים השונים המשפיעים על רווחיות השוק ונאמוד את השפעתם.

הסביבה הרגולטורית בארה"ב

בסקירת הסביבה הרגולטורית בארה"ב נתמקד בעיקר בחקיקה רלוונטית בשנים האחרונות, ובפרט, במדינת קליפורניה. החקיקה הירוקה, שהחלה בעקבות משבר הדלק בשנות השבעים, התגברה במיוחד בתקופה האחרונה, בשנות ה-90, ושנות ה-2000. הסיבות העיקריות לחקיקה המואצת של השנים האחרונות נבעה בעיקר מהתגברות המודעות הציבורית לנזקים הסביבתיים של תחנות החשמל הפועלות על בסיס דלקי מאובנים, הזינוק במחירי הדלקים, והרצון לגוון את מקורות האנרגיה (מעבר למשק אנרגיה אוטונומי - הקטנת התלות במדינות המייצאות נפט).

PURPA

כחלק מרפורמת האנרגיה הלאומית שהועברה בקונגרס ב-1978, הושתתה מדיניות ה-PURPA (Public Utility Regulatory Policy). המדיניות, כמו הרפורמה כולה, שנוצרה בתגובה למשבר האנרגיה של שנות ה-70, נועדה לעודד שימוש באנרגיות מתחדשות. בשנת 2005 עודכנה המדיניות³. כיום, ע"פ מדיניות זו ניתנים פטורים שונים ליצרני חשמל מאנרגיות מתחדשות, מבחינות מיסוי ודיווח ומחיר מובטח מחברות הפצת החשמל. (לאורמת פרויקט רלוונטי אחד למדיניות זו בקליפורניה, בשם ה-HEBER complex⁴. הפרויקט הוקם בשנת 1985 ולכן מוכר לפי החוק וזכאי להטבות השונות).

Renewable portfolio standard

בשנת 2002 העביר הסנאט בארה"ב את חוק SB 1078, אשר קבע את מדיניות ה-RPS (Renewable Portfolio Standard). המדיניות קובעת יעד, לכל המדינות בארה"ב, להשגה עד שנת 2017. היעד הוא הרחבת שיעור השימוש במקורות אנרגיה מתחדשים לייצור חשמל ל 20% מסך מקורות האנרגיה. החוק הואץ ב-2006, כך שמועד הסיום הוקדם ל-2010. קליפורניה, אשר מהווה את חוד החנית של המעבר לאנרגיות מתחדשות בארה"ב, העבירה ב-2008 חוק שהוסיף ליעד הפדראלי וקבע יעד של 33% אנרגיה מתחדשות עד שנת 2020⁵. יישום החוק מתבצע ע"י חיוב חברות הפצת החשמל להגדיל את צריכת החשמל ה"ירוק" בשיעור של כ 1% בכל שנה.

Production Tax Credit והטבות אחרות

בנוסף, כחלק מהמדיניות הפדראלית והמקומית, נהנית אורמת ממספר סובסידיות. לחברה ישנה האפשרות להכיר ב-10% מעלות ההקמה של מפעל חדש, כנגד המס הפדראלי שיש לה לשלם. לחילופין, היא יכולה לבחור במסלול של הטבות מס לפי תפוקת החשמל (Production Tax Credit) של המפעלים החדשים (ישנם הנחיות שונות בחוק, אך על פי רוב, ניתן ליהנות מהטבה זאת, במפעלים חדשים, למשך 10 השנים הראשונות). הטבה זו היא הנחה בסך של 2.0 סנט לקילו-וואט לשעה, צמוד לאינפלציה. כמו כן, ניתנת הקלה חשבונאית באופן שניתן להפחית את המפעלים על בסיס מואץ במשך 5 שנים. כמו שניתן לראות בטבלה, כל ההטבות, מוזילות את ייצור החשמל בכ-32% בשנת 2007 (בדומה להערכות החברה של הוזלה של 30%-40% של הקמת פרויקט)⁶. (ראה נספח ג' - השפעת הסובסידיות על עלויות יצרני האנרגיות ה"ירוקות")

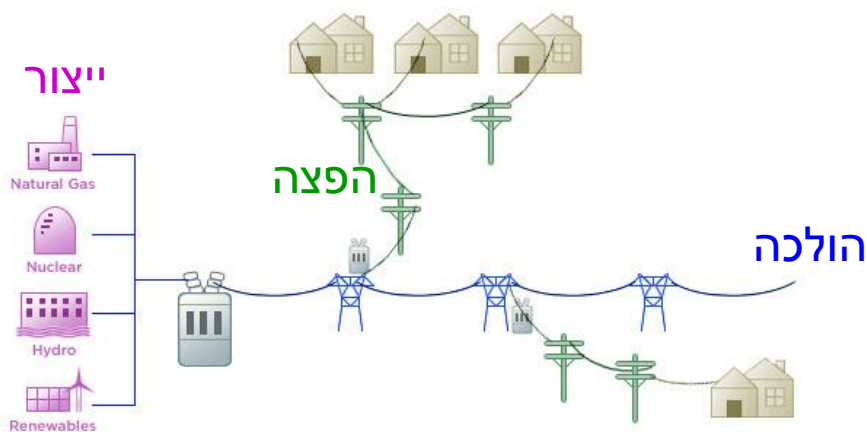
לסיכום, הסובסידיות שיפרו את כדאיות היצור של חשמל "ירוק" וחיוב חברות ההפצה לרכוש חשמל זה יצרו שוק שמובטחת בו כמות מינימאלית למכירה (עד הגעה ליעד).

כיום נראה כי המהלכים בכיוון סביבה רגולטורית "ירוקה" יותר נמשכים. אם זה בתוכנית החירום הכלכלית של ממשלת ארה"ב, בה המשיכו בחיזוק הרפורמות ה"ירוקות" שנעשו, או בהצעות הנשיא הנבחר, ברק אובמה⁷, ושר האנרגיה המיועד.

מבנה שוק החשמל⁸

שוק החשמל הסיטונאי הוא שוק שבו חשמל נמכר לגורם שאינו צורך אותו ומוכר אותו הלאה.

- מוכרי החשמל הם יצרני חשמל וסוחרים.
 - ישנו מגוון של זירות מסחר: ביצוע חוזים קצרי טווח וארוכי טווח בין שני צדדים, מסחר רב צדדי באמצעות מכרזים (במסגרת CASIO, ראה בהמשך), ומסחר בשוק פיננסי של חוזים עתידיים (ICE) היא הזירה הפיננסית (למסחר בחשמל).
 - רוכשי החשמל הם סוחרים או חברות הפצת חשמל (Electric Utilities) שמפיצות את החשמל עד לצרכנים הסופיים. חברות הפצת החשמל מייצרות כחצי מהחשמל בעצמן וכחצי רוכשות מיצרנים פרטיים⁹.
- תשתית ההפצה היא התשתית שברחובות הערים. היא מחוברת לתחנות הכוח באמצעות תשתית ההולכה. תשתית ההולכה היא בבעלות חברות הפצת החשמל אך מנוהלת ע"י גוף עצמאי – CAISO (California Independent System Operator) שמאפשר גישה לתשתית לכל יצרן חשמל. מבנה ניהולי זה מונע העדפה לרכישת חשמל מיצרנים בבעלות חברות הפצת החשמל.



לקוחות - חברות הולכת החשמל – Electric Utilities

הצורך בחוזי מכירה ארוכי טווח להשגת מימון

כפי שהסברנו בפרק על הרגולציה, בכל שנה, חברות הפצת החשמל נדרשות להגדלה של שיעור החשמל שהן רוכשות ממקורות חלופיים. מאחר ולא קיימת קיבולת מותקנת מספיקה כדי לענות על ביקוש זה יש צורך בבניית תחנות כוח "ירוקות" חדשות. אולם, הקמתן של תחנות כוח אלה כרוכה בהשקעה הונית גדולה מאוד. לכן, כדי להבטיח את הגידול בהיצע, חברות הפצת החשמל רוכשות את החשמל, מתחנות כוח חדשות, בחוזי רכישה ארוכי טווח (20-30 שנה). חוזים אלה מבטיחים ליצרן שחברת הפצת החשמל תרכוש ממנו את כל קיבולת החשמל המצוינת בחוזה במחיר קבוע. שיטה זו מאפשרת וודאות למשקיעים בהקמת תחנות הכוח ומאפשרים להם לגייס את ההון הנדרש לשם כך.

המניע של חברות ההפצה להבטיח כדאיות כלכלית ליזמים משפיע גם על חידוש של חוזי מכירה ישנים שתוקפם פג. זאת משום שחלק ניכר מההשקעות בבניית תחנות כוח "ירוקות" חדשות נעשה ע"י חברות שהן בעלים של תחנות כוח קיימות. לכן, הרעה משמעותית של תנאי החוזים בתחנות הכוח הקיימות יפחית את הציפייה לרווחיות תחנות הכוח לאורך זמן ויפגע בכדאיות של הקמת תחנות כוח חדשות.

עלויות מעבר

חוזי המכירה ארוכי הטווח יוצרים מערכת יחסים יציבה בין יצרני החשמל לחברת ההפצה אך ישנם שני גורמים נוספים המבטיחים יציבות במכירת חשמל עבור יצרני חשמל קיימים. הגורם הראשון הוא עלות ההקמה הגדולה של תחנת כוח חדשה. עלות זו היא עלות שקועה עבור יצרנים קיימים ובכך נותנת יתרון לעלות ייצור חשמל מתחנת כוח קיימת לעומת העלות של ייצור חשמל מתחנת כוח חדשה. הגורם השני הוא אמינותם של יצרני חשמל הקיימים בשוק שנים רבות. לעומתם, רכישת חשמל מיצרן חדש כורכה בסיכון רב יותר עבור חברת ההפצה.

לכן, מכל הסיבות שפורטו לעיל, בחינת כוחם היחסי של הלקוחות תהיה לפי ביטו בעת חתימה על חוזי מכירת חשמל חדשים וחידוש חוזים ישנים.

כל הפרמטרים שסקרנו לבחינת כוחם היחסי של הלקוחות מצביעים על כך שכוחם של הלקוחות גדול יותר. אולם, כוחם מוגבל ע"י הרגולציה המחייבת אותם לרכוש כמות חשמל מסוימת. לכן, נוצר מחיר של שיווי משקל בין היצרנים והלקוחות. אולם, נראה שבפרמטרים אחרים, מלבד המחיר הלקוחות יכולים לנצל את כוחם כפי שנראה להלן.

תהליך החתימה על חוזים ארוכי טווח לרכישת חשמל (PPA – Power Purchase Agreements)^{10,5} ע"פ התקנות של הוועדה הציבורית לפיקוח על חברות הפצת החשמל (CPUC) בכל שנה חברות ההפצה צריכות לפרסם בקשה להגשת הצעות למכירת חשמל מאנרגיה "ירוקה". לאחר הליך סינון ראשוני מתנהל מ"מ עם מספר מצומצם של מועמדים עד הסכמה על טיוטת חוזה. טיוטת החוזה צריכה לקבל אישור של הוועדה הציבורית המפקחת כדי שהחוזה יהיה בר תוקף. סינון ההצעות הוא לפי מתודולוגית "הכי-זול-והכי-מתאים". כלומר, השיקול הראשון הוא עלות החשמל ולאחר מכן מובאים בחשבון השיקולים הבאים: גיוון מקורות האנרגיה, התועלת לקהילות מעוטות יכולת, מידת הנזק הסביבתי, אמינות, זמינות, רציפות ויכולת לשנות את התפוקה לפי הביקושים.

זהות הלקוחות

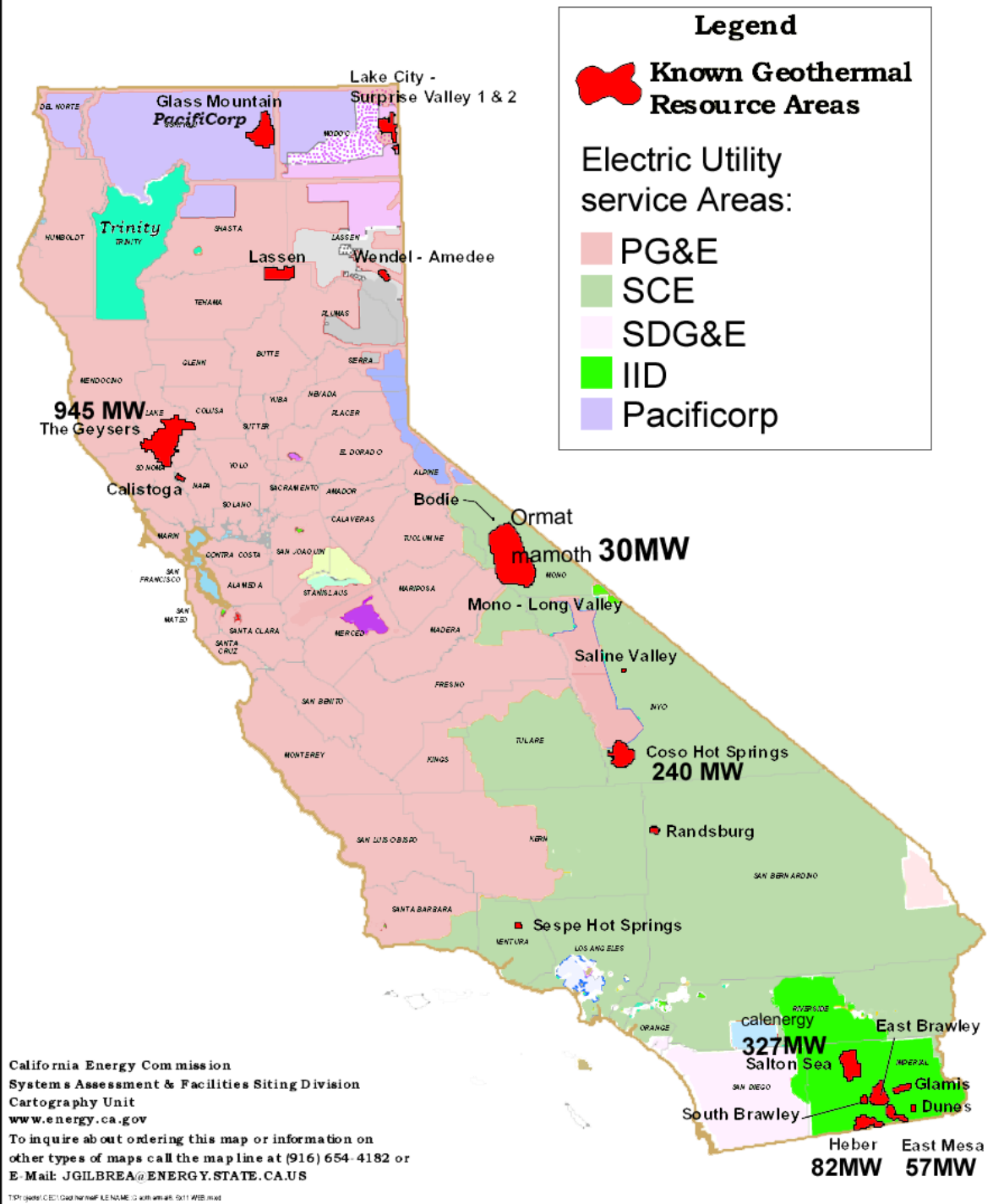
לפי נתוני הוועדה הציבורית האחראית על אישור חוזי מכירת החשמל של היצרנים הירוקים (CPUC) בשוק ישנן רק 3 חברות הפצה הרוכשות את החשמל ה"ירוק"¹¹. יתר על כן, לתחום החשמל הגיאותרמי רק שני לקוחות – South Pacific Gas & Electric (PG&E) – California Edison 1 (SCE). לשתי חברות אלה נתח שוק של כ-32%, לשאר חברות ההפצה חלקי שוק קטנים מאוד יחסית. ריכוזיות שוק הפצת החשמל יוצרת תלות של יצרני החשמל במספר מצומצם של לקוחות.

מיקום גיאוגרפי

PG&E ו-SCE, חברות ההפצה הגדולות, הן בעלות התשתית ברוב שטחה של קליפורניה. בשל קיומן של עמלות הולכת חשמל, בד"כ יצרני חשמל מוכרים את החשמל שלהם לחברת ההפצה הקרובה, זו שבשטח השירות שלה הם נמצאים. כך למעשה, ליצרן חשמל אין כמעט אפשרויות בבחירת הלקוח. בתחום הגיאותרמי, הבחירה מצומצמת אף יותר משום שמיקום הקמת תחנת הכוח מוגבל לאזורים שבהם החום שבמעבה האדמה נמצא קרוב יחסית לפני הקרקע. המגבלה הגיאוגרפית מחזקת את תלות היצרן הגיאותרמי בחברת ההפצה שבשטחה תחנת הכוח נמצאת.

מצורפת, בעמוד הבא, מפה של אזורי השירות של חברות החשמל ומיקומי תחנות הכוח הגיאותרמיות. ניתן לראות שכל התחנות הגיאותרמיות נמצאות בשטחי השירות של חברות החשמל הבאות: Pacific Gas & Electric Co, Imperial Irrigation District, Southern California Edison Co.

California Known Geothermal Resources Areas and Electric Utility Services Areas



תעריף החשמל הירוק גבוה יחסית לתעריף הממוצע

ניתן לראות בטבלה שלהלן שמחירי החשמל ה"ירוק" (עמודה 1) שווים בערך לתעריף רכישת החשמל בשעות שיא העומס (עמודה 2) שבהן המחירים גבוהים מהממוצע. נתונים אלה מחזקים את טענתנו שחברות ההפצה נאלצות לשלם עבור חשמל "ירוק" מחירים גבוהים יותר ממחירי חשמל מדלקי מאובנים כדי לעמוד במכסה שקבעה הרגולציה (במסגרת RPS).

	5	4	3		2	1
*All prices in (c/kWh)		Average Retail Price All Sectors, 2006 ¹²	Annual Average Price Whole sale (ISO Real-time) ¹³		בשעות העומס: Bilateral Day Ahead On Peak Prices (FERC)	חוזי מכירה "ירוקים" מחודשים ל-5 שנים PPA ¹⁴ (Power Purchase Agreements)
Electric Utility	נתח שוק		2007	2006	2006	2006
Southern California Edison Co	32.95%	14.68	5.45	4.68	6.195	6.15
Pacific Gas & Electric Co	32.10%	13.67	5.44	4.34	6.108	6.45
San Diego Gas & Electric Co	7.04%	15.07				
ממוצע משוקלל של המחירים בקליפורניה		12.98				

עמידה ביעד של 20% חשמל "ירוק" עד 2010

ע"פ הצהרותיה של South California Edison¹⁵, נכון לאוגוסט 2008, יש באמתחתה חוזים לרכישת חשמל "ירוק" בהיקפים שעוברים את הדרישה ל-20% חשמל ממקורות מתחדשים עד 2010 (עליה להמשיך לחתום על חוזים כדי לעמוד ביעד של 33% עד 2020). מנתונים אלה ניתן ללמוד שההיצע מספיק כדי לענות על הביקוש ושחברת ההפצה מצליחה לעמוד ביעדים שקבעה הרגולציה. בנוסף, ניתן להסיק שכנראה חברות ההפצה קובעות מחיר מספיק אטרקטיבי כדי לגרום ליוזמים להקים מספיק תחנות כוח "ירוקות חדשות".

הנתונים הנ"ל תומכים בתיאור השוק שהצגנו בסקירה הכללית בתחילת העבודה: למרות ששתי חברות ההפצה הגדולות מהוות את רוב השוק עבור היצרנים הן לא יכולות להוריד את מחיר החשמל "הירוק" מעבר לרף מזערי שיאפשר להן לעמוד במכסת החשמל הירוק שדורש החוק.

Market Rate Referent

הוועדה שמאשרת את חוזי רכישת החשמל (CPUC) במסגרת דרישת החוק למכסה מאנרגיות מתחדשות (RPS) נדרשת לבחון את סבירות המחיר המוצע בחוזה. שיטת אמידת הסבירות היא בהשוואה למדד Market Rate Referent. ע"פ הוראת החוק אם המחיר בחוזה שווה או נמוך מהמדד אז הוועדה תיטה לאשר את החוזה. מדד זה בשנת 2006 עמד על כ-8 סנט לקוט"ש. ז"א, המחיר שנקבע בפועל היה נמוך באופן משמעותי מאוד מהמחיר שהחוק הגדיר כמחיר סביר^{16,17}. ניתן ללמוד מכך שליצרני החשמל ה"ירוק" אין מספיק כוח כדי לגבות מחברות ההפצה את המחיר המרבי שהתירה הרגולציה.

גמישות הביקוש ביחס למחיר

חברות הפצת החשמל מחויבות לרכוש חשמל "ירוק" בכמות מסוימת לפי החוק. לכן, הן יהיו מוכנות לשלם עבור כמות החשמל עד מילוי המכסה כל מחיר שידרשו עד מחיר המקסימום שמאפשרת הרגולציה (Market Price Referent). כלומר, עד מילוי המכסה עקומת הביקוש קשיחה לחלוטין. מנגד, היצע החשמל הירוק נוצר משוק של מתחרים רבים שאינם מאוגדים המשתמשים בטכנולוגיות רבות. לכן, נקבע מחיר תחרותי שיאפשר את רכישת הכמות שדורש החוק.

גמישות הביקוש ביחס לפרמטרים אחרים

מאחר והחשמל "ירוק" מיוצר ממגוון גדול של מקורות אנרגיה ובפיזור גיאוגרפי גדול לחברות ההפצה ישנו חופש בחירה גדול בין ההצעות לחוזי מכירת חשמל המוגשות אליהן. זאת, תחת השיקולים השונים המשניים בחשיבותם אחרי שיקול

המחיר. שיקולים אלה כוללים קרבה לתשתית הולכת חשמל במתח גבוה, רציפות אספקת החשמל ופרמטרים נוספים. מאפיינים שונים אלו בין יצרני החשמל השונים יפורטו בפרק על התחרות בענף.

סיכום - לקוחות

לסיכום, ליצרני חשמל מקורות אנרגיה חלופיים מובטח שיהיה שוק להמשך הצמיחה בכושר היצור שלהם. הבטחה זו נוצרה ע"י הרגולציה. בנוסף, הרגולציה יצרה מצב המנטרל את הכוח הטבעי שהיה לחברות ההפצה בשל ריכוזיות השוק. בעקבות כך, החשמל ה"ירוק" נמכר במחיר תחרותי המתאים לכמות הנדרשת ע"פ החוק.

ספקים

ענף היצור החשמל מאנרגיה גיאותרמית בקליפורניה מאופיין בכך שלחברות הפעילות בו יש רמות שונות של אינטגרציה אנכית. חלקן הינם בעלים של תחנות כוח בלבד ושוכרות את שירותם של קבלני משנה לצורך תפעול ותחזוקה. חלקן בעלים ומתפעלים, וחלקן בעלים מתפעלים ואף יצרנים של חלק מהרכיבים בתחנות. לכן, נסקור את כוחן היחסי של הספקים השונים לאורך החוליות השונות בשרשרת הערך (איתור וקידוח הבארות הגיאותרמיות, ייצור רכיבים, בניית תחנות הכוח ותפעול התחנות)

איתור וקידוח

בשלב הראשון של יזום תחנת כוח חדשה, יש צורך לאתר את המאגר הגיאותרמי. לשם כך, יש צורך בגיאולוגים מומחים (חברת Geothermex מייצעת לרוב היזמים בתחום בקליפורניה) ובציוד קידוח המהווה את ההוצאה העיקרית בשלב זה (עלות שלב זה היא מיליוני דולרים בודדים). כדי לבצע את הקידוחים היזמים הגיאותרמיים יכולים לבחור באחת מ-3 חלופות: רכישת ציוד קידוח, שותפות עם חברה קיימת או באמצעות קבלני משנה. בזמנים של ביקושים גבוהים לקידוחי נפט קיים מחסור בזמינות של קבלני המשנה גורמת לעיכובים בלוחות הזמנים של יזום הפרויקט. בשלב יזום זה, הראשון, עלות ההון היא הגבוהה ביותר בשל אי הוודאות הגבוהה באשר להימצאותה של באר גיאותרמית באיכות מסחרית. לכן, יש מניע ליזמים גיאותרמיים לרכוש ציוד קידוח על מנת להפחית את תלותם בקבלני המשנה בשלב זה.

ספקי ציוד לתחנות כוח גיאותרמיות

הרכיבים העיקריים הנדרשים לרכישה לשם הרכבת תחנת כוח גיאותרמית הם: טורבינות, גנראטורים, קונדנסרים, ממירי מתח, ממירי אנרגיה ומגדלי קירור. חלק מהחברות בענף מייצרות את רכיבים בעצמן (כגון אורמט ו-Raser) וחלקן רוכשות אותם. מבין הרכיבים חלקם רכיבים המתאימים לכל תחנת כוח וחלקם מותאם באופן ספציפי לתעשייה הגיאותרמית בשל חומרים קורוזיים הנמצאים בקיטור הגיאותרמי. באופן כללי, מצאנו שקיימים יצרנים רבים ברחבי העולם שניתן לרכוש מהם את מגוון הרכיבים. חלקם, חברות ענק כגון ג'נרל אלקטריק ופוג'י אלקטריק המייצרות טורבינות. **Lock-in** – מאחר והרכיבים אינם סטנדרטיים ושונים מיצרן ליצרן משעה שרכש יזם רכיב של יצרן מסוים הוא יידרש לאותו ספק לשם ביצוע תחזוקה ותיקונים. תלות זו בספק הינה משמעותית בשל החשיבות הרבה בפעילות הרציפה של תחנת הכוח.

עלות החלפה - בשל העלות הגבוהה של הרכיבים העיקריים בעלים של תחנות כוח גיאותרמיות לא יחליפו רכיבים אלה עד שהם ייגרטו.

תדירות ודחיפות – בשל תהליך התכנון הארוך של תחנות הכוח מתאפשר תהליך חיפוש ממושך של ספק הרכיבים המתאים. לכן, בשלב התכנון אין תלות גדולה ביצרני הרכיבים. עיקר התלות בספקי הרכיבים נוצרת כאשר יש צורך בתיקונים דחופים.

בנייה ותפעול התחנות

בענף החשמל הגיאותרמי בקליפורניה רוב החברות המרכיבות את תחנות הכוח הן גם המתפעלות. חלקן בעלים של התחנות וחלקן נותנות את שירותי הבניה והתפעול לבעלי התחנה. כאשר בעלי התחנה אינו בונה ומתפעל את תחנת הכוח אזי נוצרת **שותפות ארוכת טווח** בין הבעלים לחברת האחזקה והתפעול. מאחר ובענף הגיאותרמי בקליפורניה מעט חברות פעילות (ראה פרק מתחרים) אזי לחברות אחזקה יש תלות מאד גדולה בקבלני המשנה המבצעים את התפעול והבניה.

חמרי גלם

לחברות המייצרות רכיבי תחנות כוח בעצמן, ישנו צורך מובן חומרי גלם (פלדה ואלומיניום בעיקר). אופי הפעולה בענף, הוא פעולה לפי הביקוש למוצרי החברה, כך שאף חברה אינה נקשרת בחוזים ארוכי טווח עם ספק כזה או אחר. דבר היוצר שקילות בין יחסי הכוחות בין החברה לספקים. לכן, כל החברות בענף מקבלות את המחיר הנתון בשוק הסחורות העולמי. עובדה זו יוצרת חשיפה של עלויות ייצור הרכיבים לתנודות במחירי הסחורות העולמיים.

היבט נוסף הוא התזמון של השימוש באותם חומרי גלם. מכיוון שצריכת חמרי הגלם היא עבור כל פרויקט בנפרד, כאשר ניגשים לביצוע פרויקט, תהליך שאורך זמן רב וכולל, איתור, תכנון, קידוח, בירוקרטיה של אישורים ורגולציות, החברה יכולה לבצע סקר שוק בבחירת הספק של חומרי הגלם ויכולה להרשות לעצמה לא להיחפז להתקשרות שמעמידה אותה בעמדה נחותה אל מול הספק.

ספקי הון

רוב העלות לייצור חשמל גיאותרמי הינה עלות הקמת התחנה (כ-2/3). זאת, לעומת תחנות כוח לייצור חשמל מדלקי מאובנים שבה רוב העלות היא העלות המשתנה של רכישת הדלק (ראה נספח ג'). בנוסף, תהליך ייזום תחנות כוח גיאותרמיות כרוך באי-וודאות גבוהה מאוד בשלב איתור המאגר הגיאותרמי. ההון הרב הדרוש וחוסר הוודאות יוצרים תלות גדולה של יזמים גיאותרמיים בספקי הון.

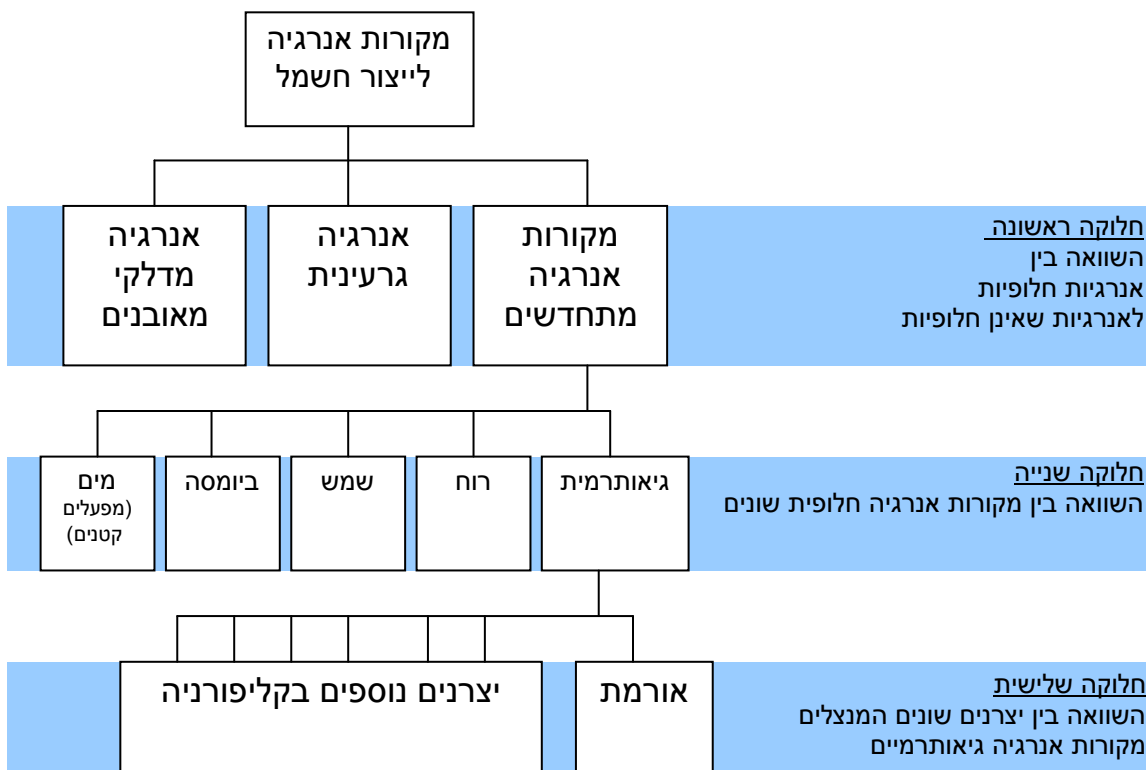
ישנם שני גורמים עיקריים המשפיעים על יכולתם לגייס הון להקמת תחנת כוח חדשה: הגורם הראשון הוא מידת הנזילות של השווקים הפיננסיים המשפיעה על נכונותם של משקיעים להלוות כסף באמצעות אג"ח, רכישת מניות ואשראי בנקאי. כמובן שמצב השווקים בהווה מקשה על גיוסי הון ומקשה על היזמים הפעילים בענף. הגורם השני הוא מידת הוודאות של הכנסות הנובעות מהפרויקט. היזמים מגייסים הון רק לאחר שקיימת וודאות באשר להכנסות הפרויקט. ודאות זו נוצרת עקב העובדה שבניית תחנת הכוח מתחילה רק לאחר זכייה במכרז וחתימה על חוזה מכירת חשמל ארוך טווח. מבחינה זו יזמים גיאותרמיים בעלי חוזה מכירת חשמל ארוך טווח נחשבים ללוויים בסיכון נמוך.

סיכום- ספקים

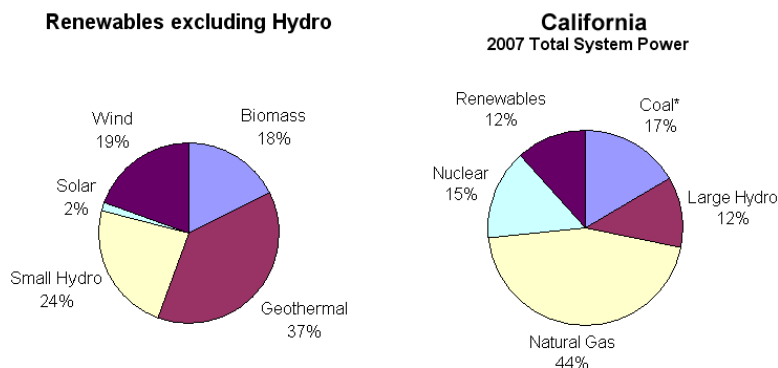
כוחם של הספקים על בעליהם של תחנת כוח גיאותרמית תלוי במידת השילוב האנכי של יצרן החשמל הגיאותרמי. מאחר וענף ייצור החשמל מאנרגיה גיאותרמית הוא ענף מאד ספציפי הדורש מומחיות רבה, ככל שיצרן החשמל פחות משולב אנכית כך הוא תלוי יותר במספר מצומצם של ספקים מומחים. כך, במקרה הקיצוני, חברת אחזקה שנדרשת לשירותי תפעול של אחד מהחברות הבודדות בקליפורניה המתפעלות תחנות גיאותרמיות היא בעלת כוח מועט מול הספק. לעומת זאת, יזמים גיאותרמיים התלויים רק בספקי חומרי הגלם משאירים את רוב רווח היצרן בידיהם.

עוצמת התחרות בענף החשמל בקליפורניה

הגדרנו את תחום הפעילות נשוא הניתוח כייצור חשמל מאנרגיה גיאותרמית. המתחרים הרלוונטיים להשוואה הם יצרני חשמל המייצרים חשמל עבור הצרכנים בקליפורניה. ננסה לנתח את עוצמת התחרות הניצבת בפני אורמת. לשם ביצוע הניתוח חילקנו את יצרני החשמל לפי סוגים שונים בשלושה שלבי חלוקה (ראה תרשים). בכל שלב נערוך השוואה בין סוגי היצרנים לפי פרמטרים רלוונטיים להשוואה בין יצרנים באותה חלוקה.



מקורות אנרגיה לייצור חשמל בקליפורניה בשנת 2007³⁸



שלב 1 - השוואה בין יצרני חשמל ממקורות אנרגיה חלופית ליצרנים ממקורות אנרגיה אחרים

Renewable Portfolio Standard א.

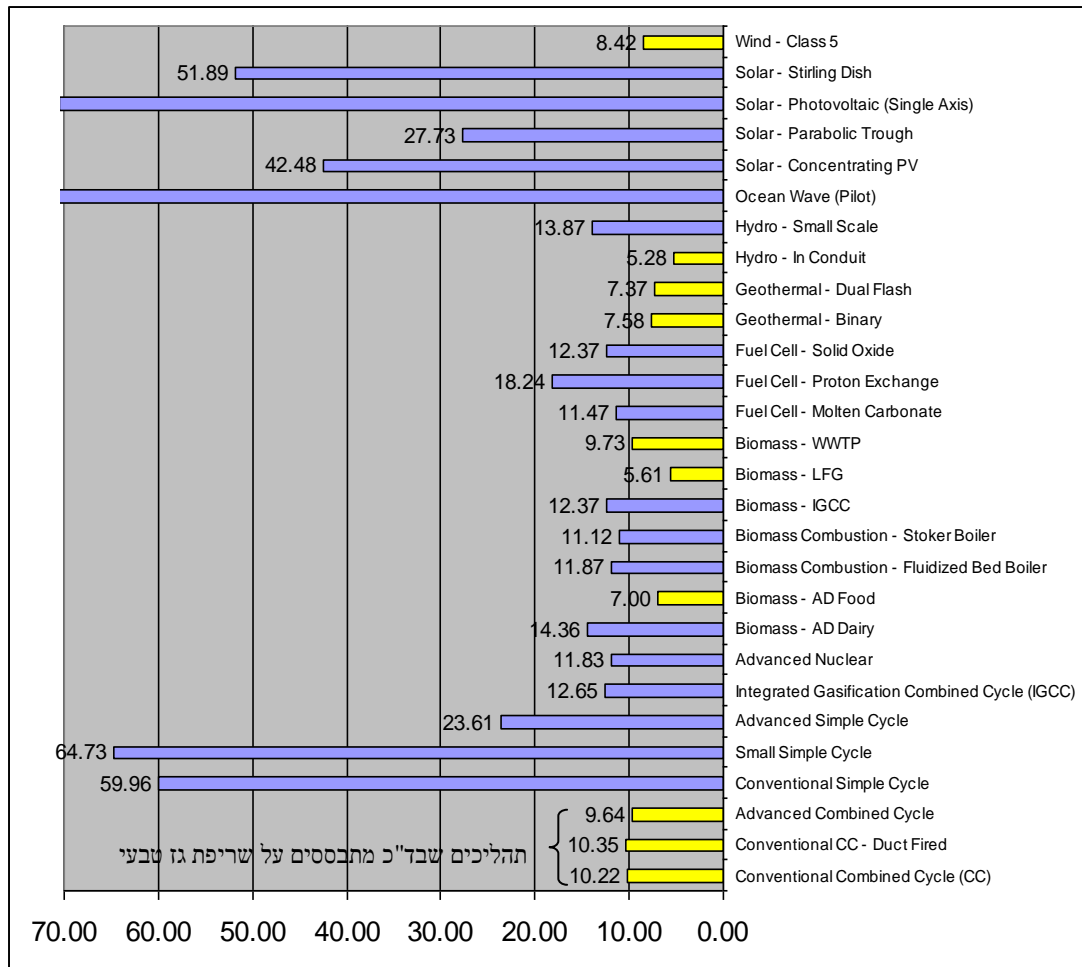
כפי שכבר הסברנו בפרק על הרגולציה, חברות החשמל מחויבות להרחיב את תיק מקורות האנרגיה שלהן ולרכוש חשמל מיצרנים המשתמשים במקורות אנרגיה מתחדשים. כלומר, ללא חשיבות לעלות החשמל, יש ליצרנים ממקורות מתחדשים יתרון מובנה בחוק המאפשר את קיום עסקיהם.

ב. עלות ייצור החשמל

בטבלה למטה מובאים עלויות ייצור חשמל ממקורות אנרגיה שונים. המחירים כוללים הטבות מס לאנרגיות מתחדשות. סימנו בגרף בצהוב את כל מקורות האנרגיה שעלות הייצור שלהן זולה מעלות הייצור של חשמל בטכנולוגית

נפוצות של שריפת גז טבעי. ההשוואה לגז טבעי נובעת מהעובדה שגז טבעי הוא מקור האנרגיה לייצור חשמל הנפוץ ביותר בשימוש בקליפורניה (44% מהחשמל מיוצר מגז טבעי³⁸) והחשמל המופק ממנו הוא זול ביותר מבין דלקי המאובנים. עלות הפקת החשמל הנמוכה של חלק ממקורות האנרגיה החלופיים נובעת מהטבות המס שהם מקבלים. לולא הרגולציה המעודדת את הפקת החשמל ממקורות אלו עלותם הייתה יקרה יותר מעלות הפקת חשמל מגז טבעי (ראה נספח ג', למעט Biomass (LFG).

**עלות חשמל כוללת עבור יצרן חשמל מסחרי לפי מקור אנרגיה בסנט לקוט-וואט שעה
(לפי תחשיב הכנסות עד הגעה לאיזון)¹⁸**



*הנתונים לצורך השוואה בלבד של העלות היחסית של ייצור חשמל ממקורות אנרגיה שונים ולא לצורך הערכת רווחיות מחירי המכירה (ראה נספח ז').

לסיכום, מקורות האנרגיה התחרותיים, אחרי חישוב הטבות המס הם כדלהלן, בסדר העלות מהזול ליקר:

מקור אנרגיה	מחיר בסנט לקוט"ש
1. אנרגיה הידרואלקטרית מתחנות כוח גדולות	5.28
2. ביומסה	5.61-9.73
3. אנרגיה גיאותרמית	7.37-7.58
4. אנרגיית רוח (באזורים שופעי רוח – רמה 5)	8.42
5. גז טבעי בטכנולוגיית combined cycle	9.64-10.22

ג. מחירי דלקי המאובנים

עלות הדלק מהווה כ-2/3 מעלות ייצור החשמל של תחנות בטכנולוגיית Combined Cycle, המתבססת בד"כ על גז טבעי. הנתונים מטבלה שלעיל חושבו בשנת 2007 לפי אומדנים למחירי הגז באותה התקופה. ירידת מחירי דלקי המאובנים לתקופה ממושכת תוזיל באופן משמעותי את עלות ייצור החשמל ממקורות אנרגיה אלה. יחד עם זאת, לפי הערכות של משרד האנרגיה האמריקאי³⁷ בטווח הרחוק מחירי הדלקים צפויים לעלות למחירי 2007. (מחיר נפט גולמי צפוי לחזור ל-\$130 לחבית עד 2030 והביקוש לגז טבעי צפוי להיענות ע"י הפקה מבראות שההפקה מהם איננה כלכלית במחירים ובטכנולוגיה נכחית. יתר על כן, מאחר וחוזי אספקת החשמל של החברות המפיקות חשמל ממקורות מתחדשים הם חוזים ארוכי טווח, השיקול של מחירי הדלקים בטווח הארוך הוא רלוונטי.

השפעה נוספת של מחירי הגז היא דרך מנגנון האיטור של החוזים ארוכי הטווח בין חברת הולכת החשמל לבין יצרני החשמל מאנרגיות חלופיות. חוזים אלה מאושרים ע"י וועדה שבוחרת בין השאר את מחירי המכירה של החשמל. מחירים אלה מושווים למדד כללי המשקף את עלות הייצור של חשמל מגז טבעי. מדד זה נקרא Market Price Referent^{16,17} והוא מחושב לפי מחירים של חוזים עתידיים על גז טבעי לטווח הארוך. במידה והחוזים העתידיים נהיים זולים יותר בשל תנודה במחיר הגז בהווה, הדבר ישפיע על מחיר המינימום שהוועדה תאשר לחברת החשמל לרכוש חשמל מהיצרן המשתמש במקורות מתחדשים. מדד זה בשנת 2007 עמד על 9-11 סנט לקוט"ש ומשקף את עלות הייצור של חשמל מגז טבעי בטבלה של עלויות ייצור החשמל שלעיל.

ד. שיעור עלות הקמת תחנת הכוח מתוך סה"כ עלות החשמל

קיים הבדל גדול בין גודל מרכיב ההון בהקמת תחנות כוח מבוססות דלקי מאובנים לבין תחנות כוח מבוססות אנרגיות חלופיות. כך לדוגמא, מרכיב ההון בהקמת תחנת כוח בטכנולוגיית Combined Cycle (גז טבעי) מהווה רק כ-20% מעלות החשמל. לעומת זאת, מרכיב ההון בתחנות כוח גיאותרמיות, ביומאסה ורוח הוא בד"כ בסביבות 85%. משמעות הדבר היא שבתקופות של קשיים בגיוס הון ומחירי דלקים נמוכים תיתכן העדפה כלכלית להקמת תחנות כוח בטכנולוגיות המבוססות על דלקי מאובנים.¹⁹

ה. הולכת חשמל מתחנות כוח ממקורות אנרגיה חלופיים²⁰

פעמים רבות מקורות אנרגיה חלופיים הם תלויי מקום. לדוגמא, תחנות כוח מאנרגיה גיאותרמית ממוקמות באזורים של פעילות וולקנית. תחנות כוח מאנרגיית רוח נמצאות באזורים שעוצמת הרוח בהם חזקה במיוחד וכדומה. בנוסף, לרוב במקומות אלה אין בנמצא תשתית להולכת חשמל במתח מספיק גבוה ע"מ להזין את הרשת בכמות החשמל המסחרית. עובדה זו מהווה חסם בפני פיתוח של מקורות אנרגיה מתחדשים. יחד, עם זאת, מתבצעים כיום פרויקטים רבים של השקעה בתשתית הולכה כדי לתת מענה לבעיה זו.

סיכום השוואת ייצור חשמל ממקורות אנרגיות מתחדשות ומדלקי מאובנים

לסיכום ניתן לומר שיכולת ההתחרות של יצרני חשמל ממקורות חלופיים מובטחת באמצעות החוק בקליפורניה המחייב רכישת חשמל מתוצרתם. זאת, למרות שלולא הרגולציה לא היו יכולים להתחרות בתנאי השוק הנכחיים (דלק זול והון יקר) ובטכנולוגיה הקיימת כיום (עלות החשמל ממקורות מתחדשים ללא הטבות מס גבוהות יותר מעלות החשמל מדלקי מאובנים).

שלב 2 – השוואה בין יצרני חשמל ממקורות אנרגיה חלופיים שונים

כפי שהסברנו בפרק על הלקוחות, כל יצרני החשמל למכירה צריכים למכור את החשמל שהם מייצרים לחברות הולכת החשמל הגדולות. מאחר ומכירת החשמל היא באמצעות חוזי מכירה ארוכי טווח אז אין תחרות בין היצרנים במהלך תקופת החווה. עיקר התחרות היא על תפיסת נתח שוק גדול ככל האפשר בשוק הצומח כתוצאה מזרישת הרגולציה (20% עד 2010, 33% עד 2020). כלומר, רוב התחרות בין יצרני האנרגיות החלופיות בקליפורניה היא תחרות על מילוי המכסות של חברות תשתית החשמל הגדולות של קליפורניה. לכן, בחינת המתחרים תהיה לפי טיב המוצר שלהם בעיני הלקוח, חברות הפצת החשמל.

מאחר ושיקולי הוועדה לבחינת ההצעות במכרזים האנרגיה החלופיות הן מחיר ואיכות נבחן את המתחרים לפי עלויות ייצור החשמל שלהן ולפי איכות החשמל שהם מייצרים. נתייחס בהמשך למדדי איכות שונים.

א. עלות ייצור החשמל

להלן עלויות הייצור של מקורות האנרגיה החלופיות הזולות ביותר. ניתן לראות שרק ייצור חשמל מביומסה זול יותר מאנרגיה גיאותרמית:

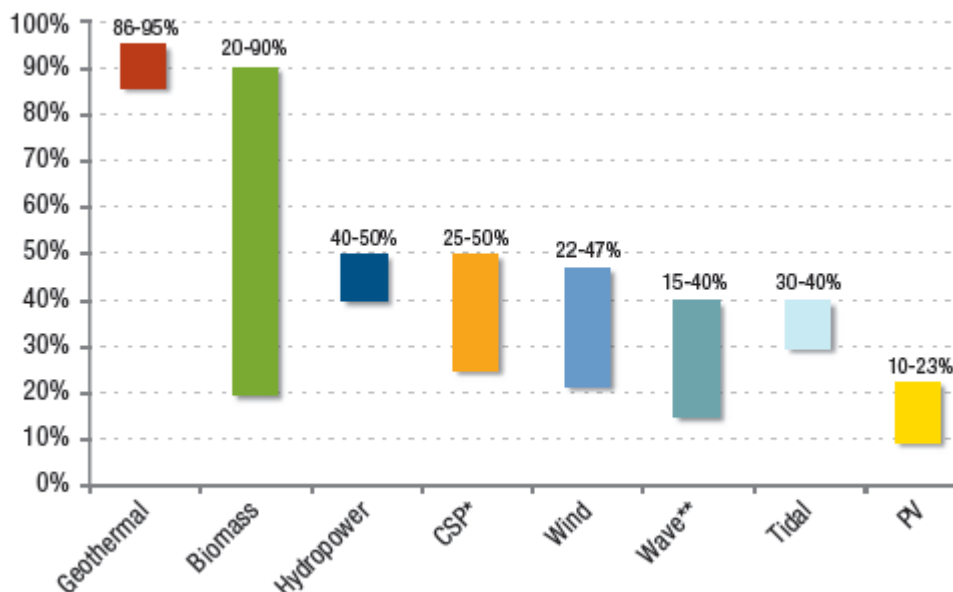
מקור אנרגיה	מחיר בסנט לקוט"ש
Biomass land file gas – ייצור חשמל מגז מתאן הנפלט מזבל אורגני	5.6
Biomass Food	7
אנרגיה גיאותרמית	7.37-7.58
אנרגיית רווח (באזורים שופעי רווח – רמה 5)	8.42

ב. זמינות^{21, 22}

לאנרגיה גיאותרמית יתרון על אנרגיית רווח ושמשי בשל העובדה שהיא זמינה כל העת. לעומתה, אנרגיית שמש זמינה רק במשך היום, בעיקר כשאין עננים, ואנרגיית רווח זמינה רק כשיש רווח חזקה. יתר על כן, זמינות החשמל מרווח ומשמשי איננה ניתן לחיזוי באופן מוחלט. לכן, חברות חשמל לא יכולות להסתמך על חשמל מרווח ומשמשי והן חייבות לשמור רזרבה של כוח ייצור למקרה שהביקושים יעלו ולא תהיה רווח או שמשי. הגדלת תפוקה, או הפעלת תחנת כוח בזמן של ביקושים גבוהים לחשמל יקרה יותר מהפעלה של תחנת כוח באופן רציף. הסיבה העיקרית לכך היא שאת הביקושים הבסיסיים מספקות תחנות הכוח היעילות ביותר וכאשר הביקושים עולים מופעלות תחנות הכוח שמייצרות חשמל בעלות גבוהה יותר. בנוסף, תנודתיות חדה בתפוקת החשמל ממקור מסוים עשויה לערער את יציבות רשת החשמל. הפתרונות לבעיות אלה דורשים של הון רב. לכן, קיימת העדפה לתחנות כוח המייצרות חשמל באופן רציף ויכולות לספק את ביקושי הבסיס של החשמל (baseload).

ניתן לראות בגרף הבא את שיעור הזמן שבו תחנות כוח ממקורות אנרגיה חלופיים שונים פועלות במקסימום תפוקה מתוך סך השעות במשך השנה.

Capacity Factor for Renewable Resources (2007)



US Department of energy, Renewable Energy Data Book, SEPTEMBER 2008

ג. איכות החשמל²³

מאחר ועוצמת השמש והרוח היא פרמטר משתנה, עוצמת החשמל שתחנות כוח ממקורות אלה מזרימות לרשת החשמל גם היא משתנה. עובדה זו מציבה בעיה ייחודית נוספת שנובעת מאופי מקורות אנרגיה אלו – איכות החשמל. איכות החשמל נמדדת לפי רציפות תדר החשמל ולפי כמות ההפרעות (תנודות קיצוניות בעוצמה). כאשר מקור החשמל איננו רציף ובעוצמה קבועה נדרשים אמצעים טכנולוגיים שונים כדי להפוך את פלט החשמל מהתחנה לפלט באיכות גבוהה. איכות החשמל היא הפרמטר השני בחשיבותו בעת בחינת הצעות לחווי מכירת חשמל במסגרת התכנית ל Renewable Portfolio Standard.

ד. פוטנציאל

כלל פוטנציאל החשמל ממאגרים גיאותרמיים ידועים בקליפורניה הוא MW3256 (נספח ב'). בנוסף, נכון לינואר 2008, רק כ 375MW¹¹ של פרויקטים גיאותרמיים נמצאים בהליכי אישור. לעמת זאת, הפוטנציאל ויכולת הצמיחה, בטכנולוגיות קיימות, של תחנות לייצור חשמל מאנרגיית שמש ורוח גבוהים הרבה יותר. כך לדוגמא, לאחרונה חתמה South California Edison חוזים להקמת חוות רוח בהיקף 1500MW²⁴, חווה סולארית (בטכנולוגיית stirling solar dish) בהיקף 500MW²⁶, ופרויקט להתקנת לוחות פוטו-וולטאיים על גגות בהיקף 250MW²⁵. ז"א, במרוץ להשגת היעד של 20% ב 2010 ו 33% ב 2020, יהיה צורך בפנייה למקורות אנרגיה שמאפשרים תפוקות בהיקפים גדולים יותר מאשר קיים בפרויקטים גיאותרמיים קיימים ומתוכננים. (ראה על פרויקטים קיימים ומתוכננים בניתוח על המתחרים בענף הגיאותרמי בלבד)

	Projects Online	Approved & Pending Approval Contracts
geothermal	956	375
wind	407	2518.5
solar thermal	-	1629
biomass	151	120.5
biogas	58.2	4
small hydro	46	1
solar PV		15.5
wave		2
	1618.2	4665.5

כטבלה משמאל מוצגים נתוני התפוקות ב MW של פרויקטים קיימים ושל פרויקטים שבהקמה או בתהליכי אישור, לייצור חשמל ממקורות אנרגיה חלופיים בקליפורניה¹¹ שמאשרים ע"י הוועדה (CPUC) במסגרת התקן ל 20% עד 2010. ניתן לראות שאע"פ שרוב הקיבולת כיום מקורה באנרגיה גיאותרמית רוב תוספת התפוקה היא מאנרגיית שמש ורוח. כלומר, ייצור חשמל ממקורות אנרגיה גיאותרמיים מאבד את הבכורה לטובת ייצור חשמל משמש ורוח מהם קל יותר לבנות תחנות כוח בהיקפים גדולים.

סיכום השוואה בין מקורות אנרגיה חלופיים

אנרגיה גיאותרמית היא זולה יותר ואיכותית יותר מרוב מקורות האנרגיה החלופית האחרים. יחד עם זאת, בטכנולוגיה הקיימת יכולת הצמיחה של הקיבולת ממקור זה קטן יותר מיכולת הצמיחה של קיבולת ייצור החשמל המופק מאנרגיית שמש ורוח. לכן, בעת התמודדות במכרזים על אספקת חשמל צפויה הצלחה לפרויקטים גיאותרמיים בהשגת חווי מכירה. אולם, מחירי החוזים עלולים להיות משופעים מהיצע החשמל משמש ורוח וקישון החלק של אנרגיה גיאותרמית בפורטפוליו מקורות האנרגיה של חברות התשתית. מצב זה אף מוגדר כאחד הסיכונים ע"י הנהלת אורמת טכנולוגיות²⁷.

שלב 3 – השוואה בין יצרני חשמל ממקורות אנרגיה גיאותרמיים

כפי שהראנו, רוב הגידול בתפוקה של חשמל "ירוק" בקליפורניה נוצר ע"י תחנות כוח משמש ומרוח. ומאחר שכל היצרנים מתחרים על זכייה באותם מכרזים אזי לתחרות בין היצרנים הגיאותרמיים חשיבות משנית. למרות זאת, ננסה לאמוד את הגורמים המשפיעים על יכולתו של יצרן חשמל מאנרגיה גיאותרמית להתחרות בשוק זה.

המתחרים בעלי תחנות כוח קיימות

total company's capacity MW	Owners	MW capacity in CA	נתח שוק	Operator
	Terra-gen Power	240	14.3%	Coso Geothermal Power Holdings LLC
347	Caithness Dixie Valley			
220	Northern California Power Agency	220	13.1%	Northern California Power Agency
327	MidAmerican Energy Holdings	327	19.5%	calenergy
725	calpine corp	725	43.3%	calpine corp
437	Ormat	164	9.8%	Ormat
	סה"כ ייצור חשמל ממקורות גיאותרמיים בקליפורניה	1676	100.0%	

*ראו נספח ה' לרשימת המתחרות שבתהליכי ייזום של תחנות כוח

ב. ריכוזיות הענף – HHI index (חושבו לפי הנתונים בטבלה הנ"ל ובנספח ה')

מניתוח נתוני המתחרים עולה כי כיום ישנם חמישה גופים (חברות או שותפויות) שהם בעלי תחנות כוח גיאותרמיות בקליפורניה. מדד HHI עבור גופים אלה הוא 2725 (שוק ריכוזי). למרות זאת, חשוב להתייחס לנתון זה בהקשר של כלל שוק האנרגיה שיש בו מגוון של מקורות וחברות. חישוב מדד HHI עבור כלל מקורות האנרגיה החלופיים, עבור החברות שיש להן חוזי מכירת חשמל¹¹ במסגרת RPS (Renewable Portfolio Standard) נותן $HHI=795$. יתר על כן, קיימות חברות רבות שכיום אין להן תחנות כוח גיאותרמיות אבל הן פועלות להקמת תחנות כוח כאלה בשנים הקרובות²⁸. חישוב מדד HHI עבור השוק הגיאותרמי בלבד לאחר שהקמת תחנות הכוח החדשות ישולם נותן $HHI=1554$. ירידת מדד HHI משקפת את כניסתן של 6 חברות לשוק ותכניות להגדלת כלל קיבולת הייצור ב-37% (נספח ה'). כלומר, החקיקה הירוקה בארה"ב אמנם הורידה את עלויות הייצור (נספח ג', ע"י סובסידיות), אבל התלוותה אליה עלייה בהשקעות בתחום האנרגיות הירוקות לא רק בכלל מקורות האנרגיה אלא גם בתחום הגיאותרמי בפרט.

נפרט להלן את הגורמים הקובעים את חוזקם של המתחרים.

ג. יכולת תפעול

יתרון לשילוב אנכי: כפי שהסברנו בפרק על הספקים בתחום האנרגיה הגיאותרמית יש יתרון לחברות משולבות אנכית בשל הצורך בתיאום רציף ומומחיות בדיסציפלינות רבות לשם הקטנת הסיכון והעלויות שבייזום תחנות הכוח. **יתרון לגודל:** כדי שחברה תוכל להעסיק את כל מגוון המומחים ולעסוק במגוון הפעילויות המעורבות בתחום עליה להיות בעלת גודל מזערי מסוים. לחברות הגדולות בתחום יש מגוון זה של מומחיות²⁹. זאת, בייחוד לעניין ייצור רכיבים כגון טורבינות. ייצור טורבינות וממירי כוח הן פעילויות שלא ניתן לקיים לשם אספקה למספר קטן בלבד של תחנות כוח. לכן, אורמת וחלק מהמתחרות האחרות מחזיקות תחום פעילות משני של מכירת רכיבים (חברת Raser Technologies Inc³⁰, מייצרת ממירי כוח והחלה להקים תחנות כוח גיאותרמיות במדינות אחרות בארה"ב). לפי ביקור באתרי המתחרות, להערכתנו רק אורמת Raser Technologies עוסקת בייצור טורבינות ושאר החברות רוכשות אותן.

ד. מחקר ופיתוח והנדסה^{20,31}

אורמת נבחרה ע"י משרד האנרגיה האמריקני להוביל ניסוי להפקת חשמל מאנרגיה גיאותרמית בטכנולוגיה חדשה, טכנולוגיית EGS. ע"פ מחקר של MIT²⁹ טכנולוגיה זו עשויה להגדיל את פוטנציאל קיבולת החשמל ממקורות גיאותרמיים בארה"ב ל-100,000MW. אורמת מעריכה שהיא תהיה הראשונה בארה"ב להפעיל תחנת כוח בטכנולוגיה זו. אם הפרויקט יצליח הדבר יצור לאורמת יתרון של מומחיות טכנולוגית על מתחרותיה בתחום הגיאותרמי. בנוסף, קיומה של הטכנולוגיה עשוי לשפר את התחרותיות של הענף הגיאותרמי מול ענפי ייצור החשמל מאנרגיית שמש ורוח.

ה. יכולת שיווק

כפי שהסברנו עיקר התחרות בשוק האנרגיה הגיאותרמית הוא בזכיה במכרזים לאספקת חשמל לחברות הפצת החשמל הגדולות. לפיכך, יכולת הפצה לצורך העניין הגיאותרמי, משמעותה מומחיות ובקיאיות בהליכים הבירוקרטיים המסורבלים של קבלת אישורים וזכייה במכרזים. השגת האישורים להקמת תחנה תחנות כוח ממקורות חלופיים מוכר ע"י ה California Public Utility Commission כמכשול השלישי בחשיבותו מבחינת כמות הפרויקטים המתעכבים בגללו³². הסיבה לכך היא מורכבות ואורך המו"מ שלוקח חודשים רבים ומסכן את השגת המימון לפרויקטים³³. כך לדוגמא אורמת ו Caithness היו מעורבות בתהליכי קבלת החלטות של ה CPUC³⁴, בנוסף, מנכ"ל חברת Vulcan, נחשב מומחה בתחום הרגולציה משום שהשתתף בתהליכי חקיקה פדראליים בתחום³⁵. עבור חברות אלו תהליך הייזום של תחנת כוח חדשה יהיה קל יותר מאשר חברות אחרות שאינן מנוסות בקבלת אישורים ובנככי הבירוקרטיה.

סיכום – התחרות בין יצרניות החשמל ממקורות אנרגיה גיאותרמיים

כמו כלל תחום האנרגיות החלופיות הענף של ייצור חשמל ממקורות גיאותרמיים נמצא בתהליך של גידול בעוצמת התחרות בשל כניסה של פעילים חדשים. למרות זאת, עוצמת התחרות בתוך הענף אינה גדולה משום שכל יצרן מתבסס על השדות הגיאותרמיים שברשותו ומשום שעיקר התחרות היא עם היצרנים של חשמל משמש ורוח המהווים את רוב צמיחת ענף החשמל ה"ירוק". מבין המתחרות הקיימות אנו מסיקים שלחברת אורמת יש את היתרונות התחרותיים הרבים ביותר על פני המתחרים: שילוב אנכי המאפשר הקטנת הסיכון והתמודדות עם הידע הרב-תחומי הדרוש של להקמת תחנות כוח גיאותרמיות, ויכולת טכנולוגית ושיווקית עדיפה.

סיכום – התחרות בענף החשמל בקליפורניה

הרגולציה בארה"ב יצרה מבנה שוק שבו יש נישא מובטחת ליצרני חשמל ממקורות אנרגיה חלופיות. אך, למרות שהביקוש מובטח ישנה תחרות עזה על אספקתו. עיקר התחרות מגיעה מפרויקטים גדולי היקף של תחנות כוח מאנרגיית שמש ורוח ומכניסתם של מתחרים רבים לתחום הגיאותרמי. יחד עם זאת, לענף הגיאותרמי יתרונות מהותיים על ייצור חשמל ממקורות מתחדשים אחרים. יתרונות אלה הם עלות ייצור נמוכה יחסית ויכולת לשמש מרכיב באספקת עומס הבסיס של חברת הפצת החשמל. לכן, להערכתנו, ליצרני חשמל גיאותרמי כמו אורמת, בעלי מומחיות טכנולוגית, שילוב אנכי, הכרות עם תהליכי הרישוי וחוזי חכירה על שדות גיאותרמיים, יתאפשר להמשיך לזכות בחוזי מכירת חשמל לחברות ההפצה. יחד עם זאת, במידה ועלויות ייצור החשמל משמש ומרוח יקטנו בעקבות שיפורים טכנולוגיים עלול פוטנציאל הרווח של יצרנים גיאותרמיים להיפגע.

מתחרים פוטנציאליים

חסמי כניסה

א. טכנולוגיה

בסקירת התחרות בענף הגיאותרמי הראנו שישנן מספר גדול של חברות שפועלות כעת להקמת הכוח הראשונה שלהן בקליפורניה. בנוסף, תך כדי איסוף המידע מצאנו שיש חברות נוספות העוסקות בייצור חשמל ממקורות אנרגיה גיאותרמיים שאין להן כל פעילות בקליפורניה. חברות אלה עלולות להתחיל לפעול בקליפורניה. (ראה דוגמאות בנספח ו'). לחלק מהחברות האלה ניסיון רב בתחום והטכנולוגיה לא תהווה חסם כניסה עבורם. (לדוגמא Raser technologies העוסקת גם בתכנון וייצור גנראטורים).

ב. תפיסת חוזי חכירה של שדות גיאותרמיים – חסם אקסוגני

יצרני החשמל ממקורות גיאותרמיים מחזיקים בתיקי הנכסים שלהם חוזי חכירה של שדות גיאותרמיים. חוזים אלה מהווים עתודה עבורם לצמיחה עתידית. מאחר והאתרים הגיאותרמיים מוגבלים לאזורים גיאוגרפיים מסוימים ומשום שרוב היצרנים הקיימים בשוק כבר הצטיידו בעתודות קרקע גדולות מאוד באזורים הפעילים ייתכן שמתחרים חדשים לא ימצאו אתרים גיאותרמיים איכותיים (שעלות הפקת האנרגיה מהם זולה מספיק). הערכה זו נתמכת ע"י הצהרת אורמת בדו"חות 2007 שהיא נאלצת לשלם דמי חכירה גבוהים יותר לבעל הקרקע שעליה אחת מתחנות הכוח שלה בשל התגברות התחרות.

ג. התחברות לתשתית

בפרק על התחרות עם ייצור חשמל מדלקי מאובנים הסברנו שהצורך בתשתית חשמל בקיבולת גבוהה מספיק לעיתים מהווה מגבלה על פיתוח תחנות כוח של אנרגיות מתחדשות באתרים מרוחקים. נושא זה עלול גם להוות חסם כניסה ליצרנים גיאותרמיים חדשים. הסיבה לכך היא שליצרנים הקיימים כבר יש חיבור לרשת החשמל וכך רוב הצמיחה שלהם מתרחשת ע"י הגדלת הניצול והשבחת המאגרים שכבר בידיהם. לעומת זאת, עבור מתחרים חדשים, פיתוח של שדה גיאותרמי חדש גם יצריך פיתוח של תשתית חיבור חדשה לתשתית הולכת החשמל.

סיכום – מתחרים פוטנציאליים

הכמות הסופית של השדות הגיאותרמיים בקליפורניה ותפיסתם ע"י המתחרים הקיימים מהווה חסם כניסה משמעותי אקסוגני שקשה להתגבר עליו. יחד עם זאת, עובדה זו איננה מפחיתה את תחרותיות הענף בשל התחרות הקיימת, ותחרות מיצרני חשמל ממקורות אנרגיה אחרים.

מוצרים תחליפיים

מקורות אנרגיה שונים לייצור חשמל

בפרק על התחרות התייחסנו אל יצרני חשמל ממקורות אנרגיה שונים כמתחרים של אורמת משום שעבור הלקוח, החשמל בבסיסו הוא מוצר גנרי (למעט ההבדלים שהסברנו: מידת הזיהום, איכות וכו'...). יחד עם זאת, ניתן להתייחס את החשמל ממקורות שונים כמוצרים שונים בשל ההבדלים ביניהם ואז סוגי החשמל השונים הם מוצרים תחליפיים. בכל מקרה, עמדנו על ההבדלים בין החשמל מהמקורות השונים והערכנו את תפקידי מקורות האנרגיה השונים בקביעת מידת הרווחיות של הענף.

ביקוש לחשמל

חשמל הוא אחת הצורות הפיזיקאליות של אנרגיה. יתר על כן, הוא מקור אנרגיה איכותי משום שאנרגיה בצורת חשמל היא בעלת אנטרופיה נמוכה ולכן ניתנת להמרה לצורות אנרגיה אחרות בניצולת גבוהה יחסית³⁶. בנוסף, מאחר ומגוון פעילויות החיים צורכות אנרגיה ניתן להניח בצורה סבירה שתמיד יהיה ביקוש לחשמל.

מוצרי חסכון ושיפור היעילות

ע"פ נתוני משרד האנרגיה האמריקאי (energy outlook 2009), צפויה האטה בצמיחה בביקוש לחשמל ושיפור היעילות של השימוש בחשמל (תוצר ליחידת צריכת חשמל). יחד עם זאת, במהלך העשור הקרוב צפויות תחנות כוח ישנות רבות המתבססות על דלקי מאובנים לצאת מכלל שימוש. בנוסף, מדיניות הממשל היא להעדיף יצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשים ע"פ דלקי מאובנים. לכן, לא צפוי לקטון הביקוש לחשמל ממקורות אנרגיה חלופיים למרות שיפור היעילות והחיסכון בחשמל.

סיכום

לאחר חקר הנושא, אנו מעריכים כי פוטנציאל הרווח בענף הוא גבוה. זאת בשל המחיר שנאלצות חברות ההפצה לשלם כדי לעמוד במכסות ובשל העלות הנמוכה יחסית של הטכנולוגיה לייצור חשמל מאנרגיה גיאותרמית. אולם, קביעה זו מתייחסת רק ליצרנים משולבים אנכית שהם מעורבים במספיק שלבים בשרשרת הערך. לבסוף, מידת רווחיות הענף עלולה להיפגע באופן משמעותי בעקבות שיפורים טכנולוגיים שיוזילו את עלות ייצור החשמל מאנרגיית שמש ורוח.

נספחים

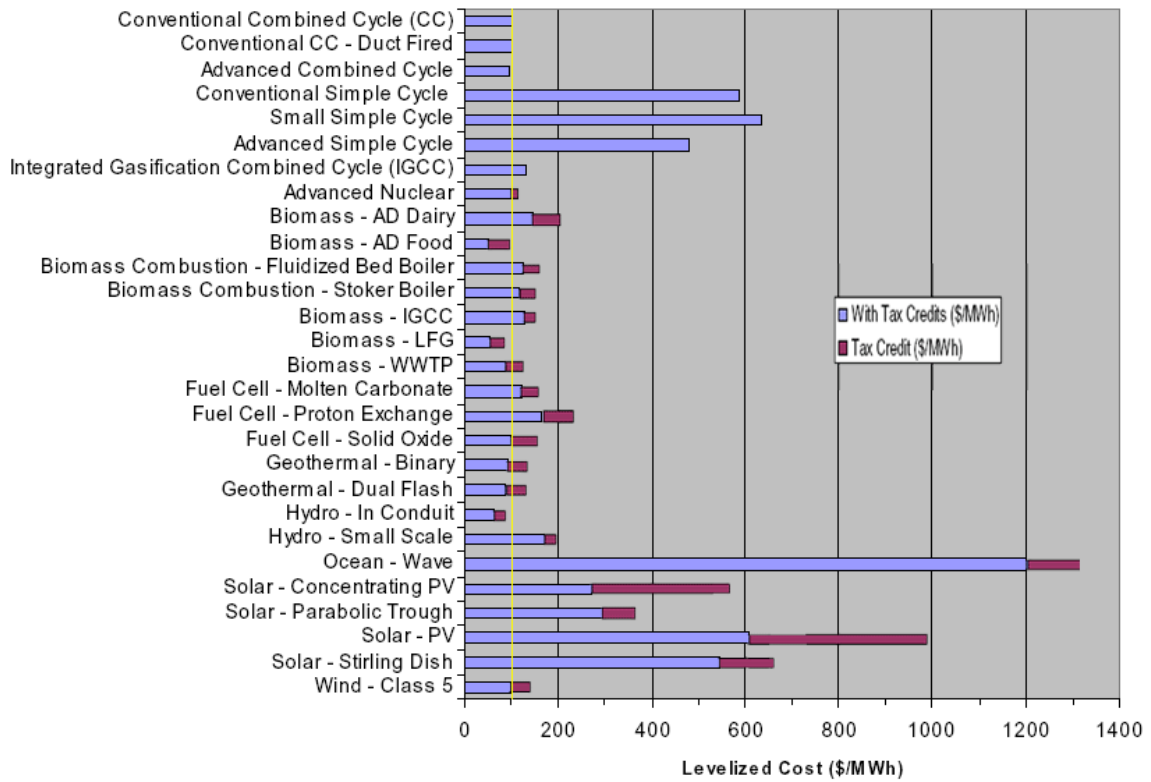
1. נתוני קיץ 2006, הנתונים האחרונים שפורסמו לגבי כלל מגזר ייצור החשמל

התפלגות מקורות האנרגיה לייצור חשמל בארה"ב, קיץ 2006		
Energy Source	Net Capacity (MW)	
Coal	312,956	31.73%
Petroleum	58,097	5.89%
Natural Gas	388,294	39.37%
Other Gases	2,256	0.23%
Nuclear	100,334	10.17%
Hydroelectric Conventional[5]	77,821	7.89%
Biomass	10,099	1.02%
Geothermal	2,274	0.23%
Solar/PV	411	0.04%
Wind	11,329	1.15%
Pumped Storage	21,461	2.18%
Other	882	0.09%
Total	986,215	100.00%
EIA - Energy Information Administration		

נספח ב

Assessment of Moderate- and High-Temperature Geothermal Resources of the United States			
		Identified Resources (MWe)	Undiscovered Resources (MWe)
State	N	ברמת ביטחון של 95%	
Alaska	53	236	537
Arizona	2	4	238
California	45	2422	3256
Colorado	4	8	252
Hawaii	1	84	822
Idaho	36	81	427
Montana	7	15	176
Nevada	56	515	996
New Mexico	7	53	339
Oregon	29	163	432
Utah	6	82	334
Washington	1	7	68
Wyoming	1	5	40
Total	248	3675	7917
(CA)/all		65%	41%
US geothermal survey			

Total Levelized Costs – Merchant Plants Only



נספח ה' – המתחרים בענף ייצור החשמל מאנרגיה גיאותרמית

Geothermal Competitors in California										
Mkt cap (mill)	Location	sym bol	total company's Geothermal capacity MW	Owner	Capacity in CA (MW)	CA Mkt share	Capacity in development	phase of new developments	customer	Operator
1300	Heber, Mesa, Brawley, mammoth	ORA	437	Ormat	164	9.8%	163		SCE, SCPPA	Ormat
-	geysers	-	220	Northern California Power Agency	220	13.1%			SCE	Northern California Power Agency
-	salton sea	-	327	MidAmerican Energy Holdings	327	19.5%			SCE	calenergy
-	-	-	0	Vulcan Power Co.	0	0.0%	120		-	-
43	geysers	CVE: WVG P	0	Western Geopower Corp	0	0.0%	25.5		-	-
-	-	-	?	Isleland America (IAE)	0	0.0%	149		PG&E	-
-	-	-	-	Esmeralda Truckhaven Geothermal	-	-	25		SDG&E	-
28760	-	-	810	Enel (AMPResources)	-	-	27		-	-
-	-	-	-	Thermasource - drilling	-	-	17		-	-
-	-	-	-	US renewables group	-	-	-		-	-
-	-	-	-	סר"ג ייצור חשמל ממקורות גיאותרמיים בקליפורניה	1676	-	626.3		-	-

נספח ו' – חברות המייצרות חשמל מאנרגיה גיאותרמית מחוץ לקליפורניה – רשימה חלקית

Mkt cap (mil)	symbol	total company's Geothermal capacity MW	Owner	Capacity in CA (MW)
Not in California				
25	OTC:NGLPF		<u>Nevada Geothermal Power Inc</u>	0
6	SRA		<u>Sierra Geothermal Power Corp</u>	0
242	NYSE:RZ		<u>Raser Technologies Inc</u>	0
49	HTM		<u>US geothermal</u>	13.6
			<u>Caithness Dixie Valley</u>	77
Outside the US				
			Polaris Geothermal Inc.(TSX: GEO.TO)	8.5
16	ASX:GHT		Geothermal Resources Limited	
8	ASX:PAX		Panax Geothermal Ltd	

נספח ז'

נתוני העלויות: השימוש בנתוני העלויות הוא רק לצורך הסקה על העלות היחסית של הפקת חשמל ממקורות האנרגיה השונים. זאת משום שלא הצלחנו להגיע להערכה טובה מספיק על העלות האמיתית של מקורות האנרגיה השונים. מקורות שונים מציגים נתוני עלויות שונים באופן מהותי. בחרנו להשתמש בנתונים שמובאים להלן משום שהם היו המקיפים ביותר ומשום שפורט במקור את דרך החישוב שלהם ואת הנחות היסוד של החישובים.

רשימת מקורות

1. <http://www.ormat.com/about.php>. about us 2008 29.12.2008
2. <http://www.ormat.com/relation.php?did=86>. investor relations 2008 29/12/2008.
3. Energy Policy Act of 2005, section 1251 through 1254
4. , פסקה שנייה 25, עמוד 2007 שנת 3דו"חות אורמת טכנולוגיות לרבעון ה
5. RPS אתר מדינת קליפורניה/אנרגיה /
<http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/electric/RenewableEnergy/hot/33implementation.htm>
6. , פסקה שנייה 16, עמוד 2007 לשנת 3דו"חות אורמת טכנולוגיות הרבעון ה
7. - <http://my.barackobama.com/page/content/newenergy> האתר של ברק אובמה/אנרגיה חדשה
8. Tim Brennan, **Wholesale Electricity Markets and Policy: An Overview**, April 6, 2005
- 9.. Total Electricity Generation, The California Energy Commission
10. Procurement Process, California Public Utility Commission
<http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/electric/RenewableEnergy/procurement.htm>
Least-Cost and Best-Fit Evaluation Criteria

11. California Public Utility Commission, RPS Contracts - CPUC Approved January 2008,
12. Energy Information Administration, Electric Sales, Revenue, and Average Price 2006
13. FERC – Federal Energy Regulatory Commission, Market Oversight, Electric Power Markets: California (CAISO)
14. California Energy Regulatory Update, October 2006, <http://www.waterandenergyconsulting.com/update102006.pdf>
15. Southern California Edison Signs Contract for More Than 900 Megawatts of Wind Energy , August 18, 2008, <http://www.edison.com/pressroom/pr.asp?id=7096>
16. PUBLIC UTILITIES COMMISSION OF THE STATE OF CALIFORNIA, RESOLUTION E – 4118, October 4, 2007, http://docs.cpuc.ca.gov/word_pdf/FINAL_RESOLUTION/73594.PDF
17. California public utility commission, Market Price Referent and Above Market Costs, <http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/electric/RenewableEnergy/faqs/04MarketPriceReferent.htm>
18. CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, COMPARATIVE COSTS OF CALIFORNIA CENTRAL STATION ELECTRICITY GENERATION TECHNOLOGIES, June 2007
- 19. Data from: CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, COMPARATIVE COSTS OF CALIFORNIA CENTRAL STATION ELECTRICITY GENERATION TECHNOLOGIES, June 2007, page 10**
20. **DOE Invests in Ormat Enhanced Geothermal System Research, Market Watch, Oct. 7, 2008**
21. Wikipedia: Intermittent power source
22. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, VARIABILITY OF WIND POWER AND OTHER RENEWABLES Management options and strategies
23. **Los Angeles Department of Water and Power, Power quality**
24. Southern California Edison Signs Largest Wind Energy Contract in U.S. Renewable Industry History, December 21, 2006 <http://www.edison.com/pressroom/pr.asp?id=6487>
25. http://www.sce.com/NR/rdonlyres/7F557643-8DE0-4DD1-B44F-F45F6D104567/0/080805_EIXBackgrounderRAP.pdf
26. World's largest solar installation to use Stirling engine technology, Pure Energy Systems News, 2005
27. Ormat technologies 2007 annual report, page 40-41, 52
28. Geothermal Energy Association, Update on US Geothermal Power Production and Development Updated on November 10, 2006
29. US department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, Geothermal tomorrow 2008
30. Raser Technologies, www.rasertech.com , Geothermal Project in development. <http://www.cpuc.ca.gov/PUC/energy/electric/RenewableEnergy/rpsprojects.htm>

31. <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=181999&p=irol-newsArticle&ID=1108498&highlight=>
32. [Barriers to RPS Project Development, California Public Utility Commission](#)
33. [Statement of Nancy Rader, Executive Director, California Wind Energy Association at the Joint Agency Energy Action Plan Meeting June 15, 2005](#)
34. [Comments on Draft Decision, California Public Utility Commission](#)
35. **DENHAM CAPITAL TO INVEST \$145 MILLION IN VULCAN POWER COMPANY, www.vulcan.com, July 28, 2008**
36. National Program on technology enhanced learning, **[Electrical Engineering : Energy Resources & Technology, lecture 2](#)**
37. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2009, Early Release presentation, December 17, 2008, www.eia.doe.gov
38. Energy Information Administration, Total electricity system power, [Retrieved from](#) the California Energy Commission.
- * [United states electricity generation, International Geothermal Association](#)
- * [Retail Prices of Electricity to Ultimate Customers](#)
- * Source: Energy Information Administration, Form EIA-861, Annual Electric Power Industry Report
- * [PUBLIC UTILITIES COMMISSION OF THE STATE OF CALIFORNIA, ENERGY DIVISION RESOLUTION E – 4118, MPR calculation](#)
- * *annual report. investor relations* 2008 29/12/2008; Available from: <http://www.ormat.com/relation.php?did=86>.
- * .06/11/2008, גלובס, שטיינבלט, ר., למשבר לא צפויה השפעה על פעילותנו. [renewable energy. u.s department of energy 03/01/09](#)]; Available from: http://www1.eere.energy.gov/geothermal/pdfs/geothermal_tomorrow_2008.pdf.
- * [California Public Utilities Commission, Transmission for renewables](#)