



הטכניון

מכון טכנולוגי לישראל



מוסד שמואל נאמן

למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 23  
מוסד שמואל נאמן, הטכניון

# ניצול אנרגיית הרוח בישראל



23

19.12.2011

## אודות מוסד שמואל נאמן

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

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

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

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

טלפון: 04-8232329, פקס: 04-8231889

כתובת דוא"ל: [info@neaman.org.il](mailto:info@neaman.org.il), כתובת אתר האינטרנט: [www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il)

# ניצול אנרגית הרוח בישראל

סיכום והמלצות דיון

פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן

הטכניון

מיום 19.12.2011

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

טל גולדרט

מאי 2012

---

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

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



### רשימת משתתפי הפורום:

פרופ'	אילון אופירה	מוסד שמואל נאמן
פרופ'	אלפרט פנחס	אוניברסיטת תל אביב
ד"ר	אראל יוסף	יועץ
ד"ר	ארביב אברהם	אגף מחקר ופיתוח, משרד התשתיות הלאומיות
ד"ר	בן דב אלי	אפקון א.ב. אנרגית רוח בע"מ
	גולדרט טל	מוסד שמואל נאמן
פרופ'	גרוסמן גרשון – יו"ר	מוסד שמואל נאמן והפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון
	דרסלר רן	מינהל התכנון, משרד הפנים
	הראלי גדי	האגודה הישראלית לאנרגית רוח (ע.ר.)
ד"ר	הרשאה עמיאל	חברת החשמל לישראל
ד"ר	ואן צווארן יוסף	לוויתן אנרגיה בע"מ
	זעירא אבי	רוחות הגולן בע"מ
	לבינגר זאב	אקולוג, החברה להגנת הטבע
	סוחוי דוד	איגוד חברות אנרגיה מתחדשת בישראל; רימון אנרגיה בע"מ
	ספקטור יפתח	כוכב הרוחות בע"מ
	פורשפן אבנר	תחום אקלים, השירות המטאורולוגי
	קליאצ'קין אליעזר	וינפלקס בע"מ
	ראקוב מקסים	ישראווינד בע"מ
פרופ'	רוזן אביב	הטכניון, הפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה וחלל
אדר'	רייש רפי	מנהל אגף בכיר לבניה, מינהל התכנון, משרד הפנים

### הבעת תודה

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

<u>עמוד</u>	<u>תוכן העניינים</u>
5	פרק 1 : הקדמה
6	פרק 2 : רקע
7	פרק 3 : מידע בנושא אנרגית רוח בישראל
32	פרק 4 : דיון
43	פרק 5 : סיכום והמלצות

#### **נספחים**

45	נספח 1 : תכנית פורום אנרגיה : ניצול אנרגית הרוח בישראל, 19.12.2011
----	--

## פרק 1: הקדמה

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

המפגש הודן בנושא ניצול אנרגית הרוח בישראל התקיים ב- 19 בדצמבר 2011 בטכניון, והשתתפו בו מומחים בתחום מהיבטיו השונים, וכן נציגים של הממסד הממשלתי והציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה עקב מומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת ידע מקצועי ראשון במעלה בתחום האנרגיה, ואנרגית הרוח בפרט.

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

תמצית הדיונים מסוכמת בדו"ח להלן, וכמו בדיונים הקודמים, הוא יוגש למקבלי ההחלטות במטרה להביא אל סדר היום את החסמים והפעולות הנדרשות על מנת לקדם הקמה של תחנות כוח מונעות רוח במדינת ישראל, תוך הבנה של היתרונות והמגרעות של תחנות אלו, והאילוצים בהקמתן.

## פרק 2: רקע

ייצור חשמל על ידי טורבינות רוח הולך ותופס תאוצה ברחבי העולם, ומהווה בימים אלה אחוז ניכר מניצול האנרגיות המתחדשות, במדינות המפותחות וגם במדינות המתפתחות. ההספק העולמי המותקן של חשמל מאנרגית רוח גדל פי 10 בעשר השנים האחרונות והגיע לכדי 240 GWe בשנת 2011. זהו מקור האנרגיה בעל קצב הגידול הגבוה בעולם. המדינות המובילות כיום בייצור חשמל כולל הן סין וארה"ב ובעקבותיהם גרמניה, ספרד והודו. נתונים אלה ואחרים הוצגו בפורום וניתנים בהמשכו של דו"ח זה.

גם מדינות קטנות בסדר גודל של מדינת ישראל מראות הישגים נכבדים בתחום ניצול אנרגית הרוח. מרשימים במיוחד הישגיה של דנמרק - מדינה קטנה בת 5.5 מיליון תושבים הדומה במובנים רבים לישראל. דנמרק נמצאת במקום הראשון בעולם בניצול אנרגית הרוח לנפש, ומספקת 24% מכלל תצרוכת החשמל שלה מרוח. זאת הודות לתכנית לאומית שאפתנית לצמצום זיהום אוויר ופליטות גזי חממה שהחלה בשנות ה-80' ויושמה בקפדנות. מעבר לתועלת הסביבתית, הביאו צעדים אלה לפיתוח טכנולוגיה של טורבינות רוח המובילה היום בעולם, ולהקמת תעשייה מתקדמת עם חלק נכבד לייצוא.

אנרגית הרוח יכולה להעניק תוספת משמעותית למשק האנרגיה של ישראל, ומביאה עמה יתרונות רבים של הפחתת זיהום, שימושי קרקע כפולים ודרישה לשטח מועט יחסית לאנרגיות מתחדשות אחרות. ואולם, במדינת ישראל, קשיים רגולטוריים ומחסור במידע מטאורולוגי מתאים זמין מקשים על היזמים להתניע את התהליך. העדפה של אנרגית שמש על פני אנרגית רוח מפחיתה את הכדאיות הכלכלית של פרויקטים באזורים בהם הרוח אינה מיטבית.

בנוסף לתועלת שיביא ניצול אנרגית הרוח למשק האנרגיה בישראל – בתחום החיסכון בזיהום וצמצום התלות בדלק מיובא – קיים נושא נוסף וחשוב בו נוכל ללמוד מן הניסיון של אחרים – במיוחד דנמרק. היזמות והיכולת ההנדסית בישראל עשויים ליצור כאן תעשייה מתקדמת כחול-לבן בתחום זה, לייצר מקומות עבודה ולהגביר את הייצוא.



### פרק 3: מידע בנושא ניצול אנרגיית הרוח בישראל

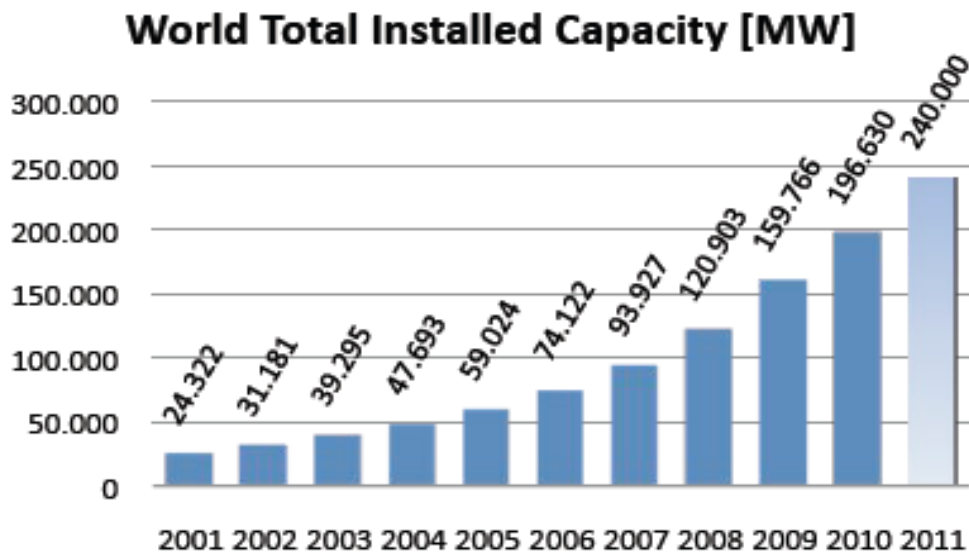
בחלק זה של הדו"ח ניתנת תמצית המידע שהוצג ע"י חלק מן המשתתפים, כל אחד לפי בחירתו ומומחיותו. קבצי המצגות שהוכנו ע"י הדוברים מוצגים, כאמור, באתר של מוסד נאמן (<http://www.neaman.org.il/>). מטבע הדברים, קיימת חפיפה מסוימת בין הדוברים השונים, אולם עורכי הדו"ח החליטו להביאם כאן כפי שהוצגו ובאותו סדר (ראה תכנית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

פרופ' אביב רוזן, הפקולטה לאווירונאוטיקה וחלל, הטכניון

#### אנרגיית הרוח בעולם – המצב בסוף 2010

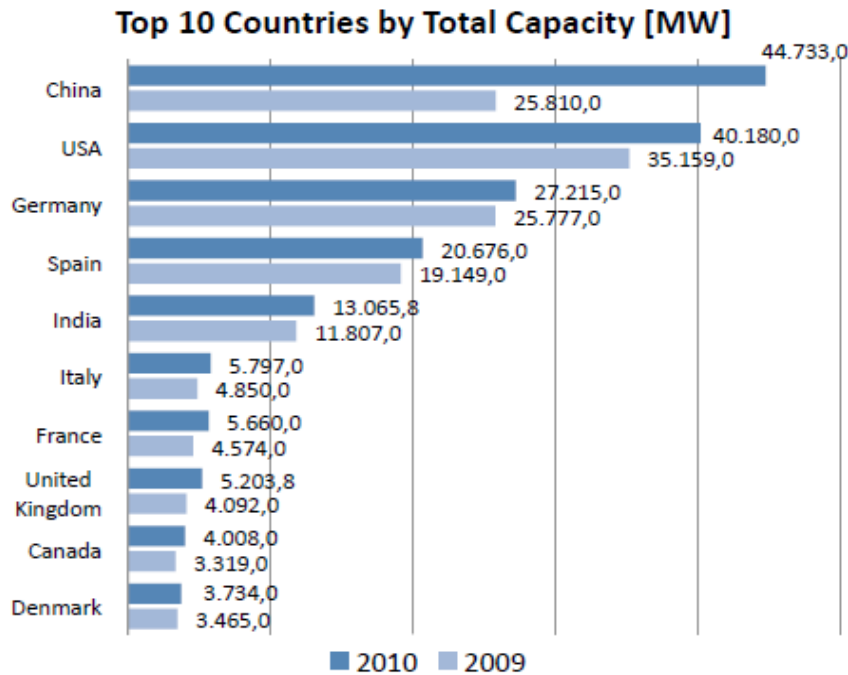
בעשור האחרון אנו עדים להתפתחות אקספוננציאלית בתחנות הכוח מונעות הרוח המותקנות ברחבי העולם, כפי שניתן לראות באיור מספר 1 – המתאר את ההספק המותקן בכל העולם.

איור 1 - הספק אנרגיית רוח מותקנת בעולם



שנת 2010 הייתה אמנם שנה חלשה מבחינת התקנות אנרגיית רוח, אבל בשנת 2011 הייתה מגמת עליה בהתקנות ברחבי העולם. ההסבר לכך הוא כי המשבר הכלכלי אשר פרץ בשנת 2008 ניכר בפועל בביצועים בשנת 2010. לאור נתונים אלו, מומחים צופים כי תהיה חזרה למגמה של גידול. ניתן לאפיין את המדינות בהן אנו רואים את עיקר הגידול, על פי איור מספר 2:

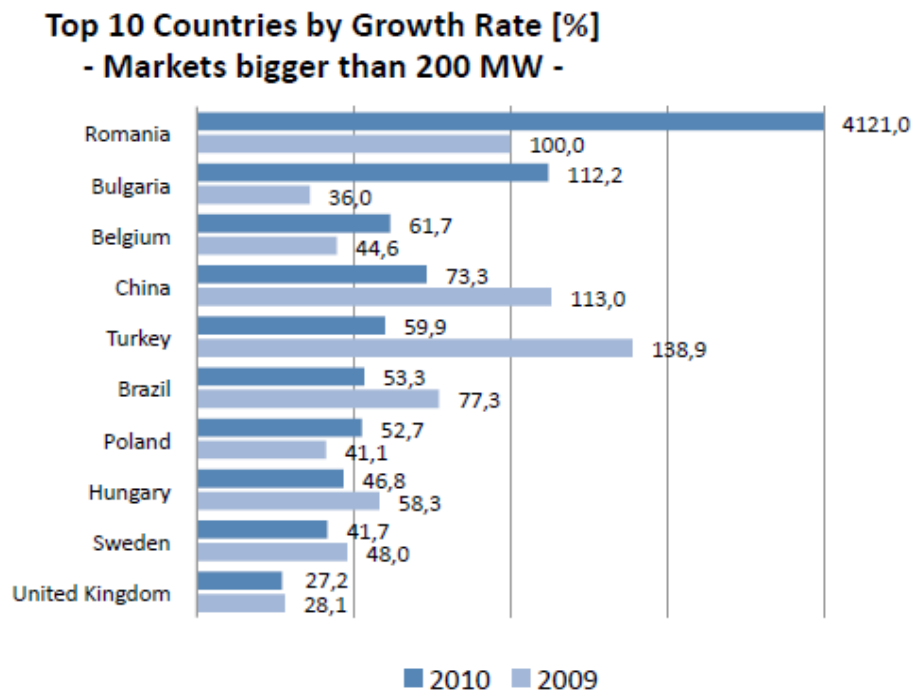
**איור 2 - עשר המדינות המובילות בהתקנות אנרגית רוח – הספק כולל**



ניתן לראות כי סין עברה למקום הראשון ב 2010, ובכך לקחה את הבכורה מארצות הברית. חשוב לשים לב כי הודו, הנמצאת במקום החמישי, גם היא משמעותית מאוד; לרוב שוכחים להסתכל עליה כאשר מדברים על המזרח, ומתמקדים בסין.

הגידול בהתקנות באחוזים מוצג באיור מספר 3 – עבור מדינות שלהן התקנה של 200 מ"ו ומעלה.

**איור 3 - עשר המדינות המובילות בהתקנות אנרגית רוח – קצב גידול**



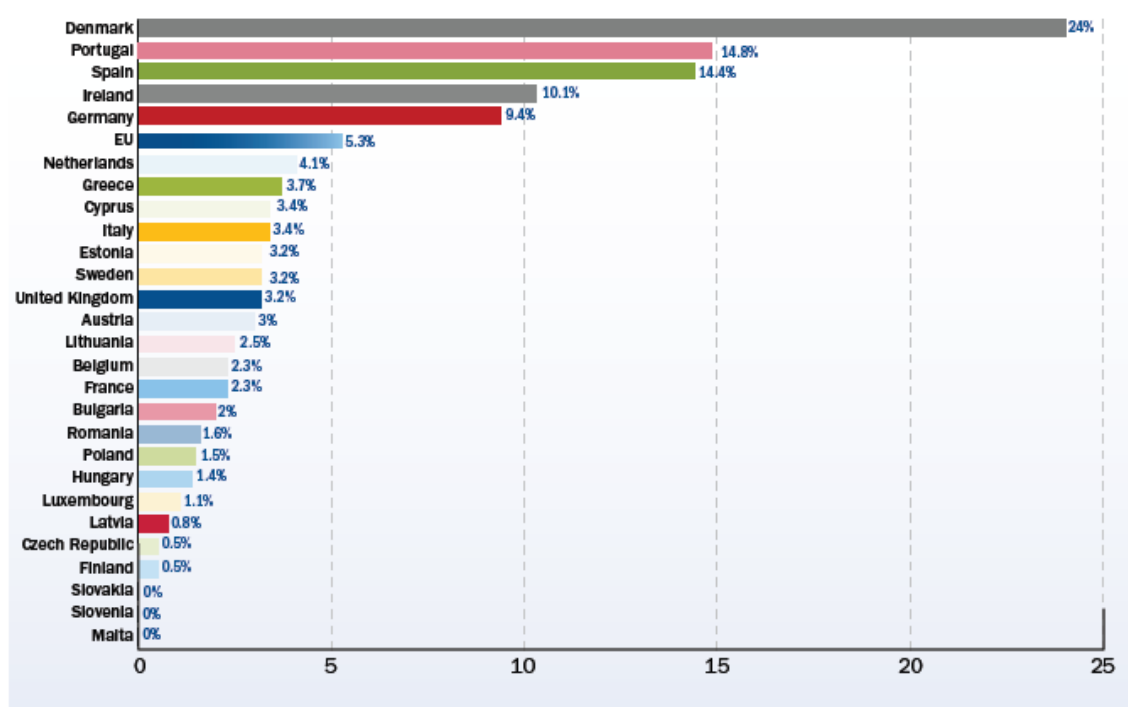
ניתן לראות בין השאר את רומניה עם גידול משמעותי מאד של מעל 400%. ברומניה ניתן למצוא יזמים ישראלים.

בשנת 2000 אנרגית הרוח היוותה 2% משוק האנרגיה באירופה. בשנת 2010 הגיע שיעורה ל 10%. זה גידול משמעותי מאוד אבל אסור לשכוח כי הספק מותקן הוא רק מחצית מהתמונה, ואילו בפועל, בצריכת האנרגיה ממש, דנמרק, שעד כה לא הזכרנו כלל, מייצרת 24% מהחשמל שלה מרוח, ומדינות נוספות מייצרות למעלה מ-10%. ניתן לראות את המספרים באיור מספר 4 :

**איור 4 - שיעור אנרגית הרוח מכלל האנרגיה במשק החשמל במדינות שונות (2010)**

WIND SHARE OF TOTAL ELECTRICITY CONSUMPTION<sup>7</sup>

FIGURE 3.7

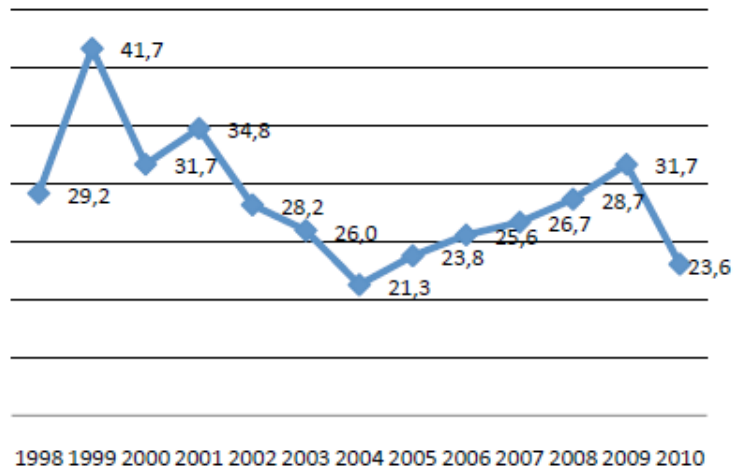


הממוצע האירופאי (מסומן באיור כ EU) הוא 5.3%. אלו מספרים משמעותיים, ואילו סה"כ במבט עולמי הרוח תרמה 2.5% מכלל צריכת החשמל. זה אמנם אחוז לא גבוה אבל בהחלט משמעותי.

שיעור צמיחת השוק מתואר באיור מספר 5, עם ממוצע גידול כולל של 28% :

איור 5 - שיעור צמיחת שוק אנרגית הרוח

World Market Growth Rates [%]



ואליו מתלווה כמובן צמיחה במספר מקומות העבודה בתחום זה :

איור 6 - משרות עולמיות בתחום אנרגית הרוח



הנתונים באיור זה חושבו לפני שנת 2010, כאשר הצפי לשנת 2010 אכן התקיים, וגם עתה אנו צופים ששאר הציפיות לטווח הארוך יותר יתגשמו.

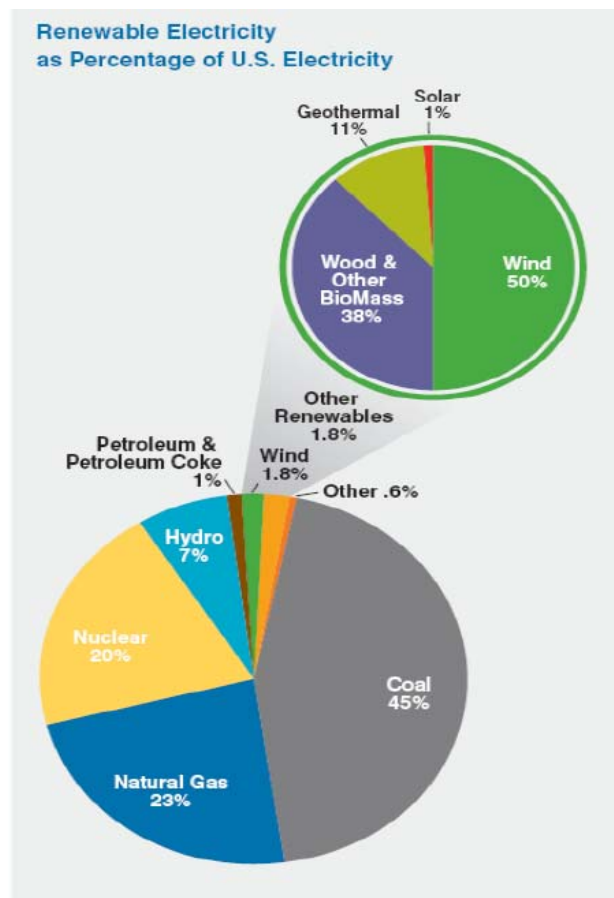
לגבי ייצור אנרגית רוח בים, מדובר על טכנולוגיה יקרה ומורכבת יותר, אבל צפוי כי טכנולוגיה זו תתרחב עוד בשנים הבאות. הנתונים מובאים להלן בטבלה מספר 1 :

### טבלה 1 - ייצור אנרגיית רוח בים

Position 2010	Country	Total Offshore Capacity 2010 [MW]	Added Offshore Capacity 2010 [MW]	Rate of Growth 2010 [%]	Total Offshore Capacity 2009 [MW]	Total Offshore Capacity 2008 [MW]
1	United Kingdom	1341	653	94,9	688	574
2	Denmark	854	190,4	28,7	663,6	426,6
3	Netherlands	249	2	0,8	247	247
4	Belgium	195	165	550,0	30	30
5	Sweden	164	0	0,0	164	134
6	China	123	100	434,8	23	2
7	Germany	108,3	36,3	50,4	72	12
8	Finland	30	0	0,0	30	30
9	Ireland	25	0	0,0	25	25
10	Japan	16	15	1500,0	1	1
11	Spain	10	0	0,0	10	10
12	Norway	2,3	0	0,0	2,3	0
<b>TOTAL</b>		<b>3117,6</b>	<b>1161,7</b>	<b>59,4</b>	<b>1955,9</b>	<b>1491,6</b>

באיור מספר 7 מובא גרף ניצול אנרגיית הרוח בארצות הברית. ניתן לראות את כלל סל הדלקים, ומתוכו את האנרגיות המתחדשות אשר הרוח מהווה מחצית מהן.

איור 7 - סל הדלקים בארצות הברית (2009)



באיור מספר 8 מתואר שיעור הגידול בסין, כאשר מתואר גם מקור ההתקנה, כלומר מאיזו תוצרת היו הטורבינות. ניתן לראות כי עם השנים, שיעור המיזמים הסינים הלך וגדל.

### איור 8 - ניצול אנרגית הרוח בסין

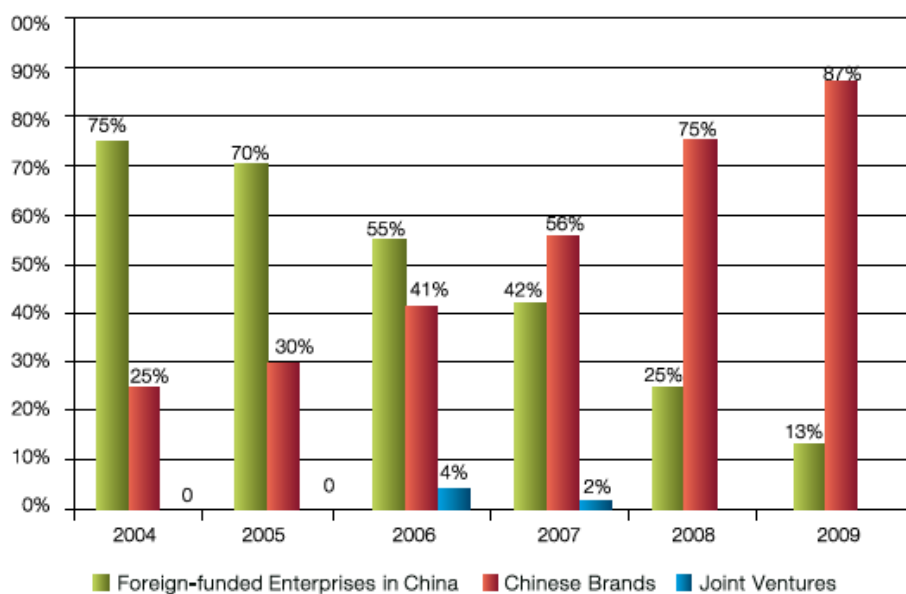


Figure 16 Comparison of Newly Installed Capacity Market Share between Domestic and Foreign Companies in the Chinese Wind Power Market

אם ננסה להסתכל מה קורה במדינות הקרובות יותר אלינו, גיאורפית וגם אקלימית, במצרים בשנת 2000 היו 5 מ"ו (פחות מאשר בישראל באותו הזמן) ובסוף 2010 550 מ"ו.

### טבלה 2 - שיעור התקנת מתקני אנרגית רוח במצרים

שנה	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
MW	5	5	68	98	145	145	230	310	365	430	550

הסוד להתפתחות המרשימה טמון במחויבות ממשלתית ושיתוף פעולה בינלאומי. למצרים יש מיפוי רוח של כל המדינה, ויש להם יעד של 20% אנרגיות מתחדשות בשנת 2020.

לסיכום, נדגיש מספר נקודות:

- ישנו בעולם פיתוח מואץ של ניצול אנרגיית הרוח, למרות המשברים הכלכליים.
- האסטרטגיה המועדפת ל"חדשים" בתחום היא להסתייע בידע של ה"ותיקים" כדי לפתח במהירות יכולות עדכניות.
- כדי לפתח את הנושא יש צורך בתמיכה ממשלתית חזקה ויצירת מנגנונים יעילים לעידוד.

**אלי בן דב, אפקון א.ב. אנרגית רוח בע"מ**

#### **פוטנציאל הרוח בישראל וקשיים הכרוכים במימוש הפוטנציאל**

אנרגית הרוח מתפתחת בקצב מהיר (כ- 25% לשנה). הטכנולוגיה העכשווית היא בעלת רוטור בקוטר של כ- 100 מ' עם מגדל בגובה שבין 80 ל- 100 מ', והספקים בין 2 ל- 3 מגוואט.

הטכנולוגיה העתידית צפויה להיות יותר מתקדמת, כזו המתוכננת למקומות שבהם הרוח אינה חזקה. לכן יש להעדיף טורבינות עם רוטור גדול וגרטור בהספק נמוך יחסית.

השוואת טכנולוגיות מובאת בטבלה מספר 3:

**טבלה 3 - השוואת טכנולוגיות טורבינות**

טכנולוגיה עתידית	טכנולוגיה עכשווית	
138-128	112-90	קוטר להבים (מטר)
120-110	105-80	גובה מגדל (מטר)
5-3	3-2	הספק נקוב (מגהוואט)

על מנת לתכנן חוות רוח בצורה נכונה, מדידות רוח מקצועיות הן חשובות ביותר. לא כל מכשיר מדידה מודד נכון את עצמת הרוח ובעיקר את הטורבולנטיות. מדידה נכונה של פרמטרים אלו היא המפתח לחזוי מדויק של האנרגיה הצפויה מן החווה ולאורך החיים של הטורבינה.

הרגולציה בישראל מפלה לרעה את הרוח לעומת השמש, למרות היתרונות הבולטים של הרוח על פני השמש – כמתואר בטבלה מספר 4:

## טבלה 4 - הבדלים בין טכנולוגית רוח ושמס

פוטנציאל [בערבה דרומית]	רוח 6 מ'/ש [שכיחה בארץ]	
255 kWh/m2	900 kWh/m2 (+350%)	צפיפות אנרגיה למ"ר של מתקן
0.23	0.32 (+40%)	מקדם תפוקה
500 דונם	36 דונם (7%)	שטח קרקע נטו לחווה בת 50 מנזים (כולל דרכים ותח"ש)
97 GWh	124 GWh (+30%)	אנרגיה שנתית נטו מוסקת מחווה בת 50 מנזים
195 MWh/d	3,500 MWh/d (+1800%)	צפיפות אנרגיה לדונם (כול שטח תח"ש מלבד החווה)
4,900	2,400 (49%)	עלות קילוואט מותקן לחווה [S]
149 [קבי"ע]	38 [ממוצע תע"ז] (25%)	תעריף קיים היום [אנדרות לקילוואט-שעה]

כאשר עורכים סימולציה של התייקרות מחיר החשמל עם שיעורי אנרגית שמש ואנרגית רוח שונים כחלק מסל הדלקים – מגלים כי רוח מייקרת הרבה פחות, כמפורט להלן:

### התייקרות מחיר החשמל בארץ כתוצאה מהכנסת אנרגיה מתחדשת לסל הדלקים

**הנחות יסוד:**

- מחיר קוט"ש מיוצר ע"י חח"י : 29 אגורות (על פי נתוני הרשות מאי 2011)
- מחיר קוט"ש נמכר לצרכן : 41 אגורות (על פי נתוני הרשות מאי 2011)
- תעריף לקוט"ש סולרי : 149 אגורות
- תעריף לקוט"ש רוח : 49 אגורות (נמצא כעת בהסדרה)

**התייקרות מחיר החשמל כפונקציה של תמהיל המתחדשות**

תמהיל שמש / רוח :	0% / 10%	2.5% / 7.5%	5% / 5%	7.5% / 2.5%	0% / 0%
התייקרות החשמל :	+29%	+23%	+17%	+11%	+5%

יתרון נוסף לאנרגית הרוח הוא השימוש בקרקע למיקום טורבינות רוח הוא הפיך - ניתן לפרק את הטורבינה בקלות יחסית ולהעבירה למקום אחר. הקמה של טורבינות כאלו בשטח חקלאי מקובלת מאוד ברחבי העולם ואף מבוקשת, למשל בשטחי מרעה, בגידולי שדה, מטעים וכרמים, כי בפועל אין הפרעה לגידול, והרווחיות מהשטח עולה משמעותית.



הפוטנציאל של אנרגיית הרוח בארץ בטכנולוגיה עתידית, מבלי להיכנס לשטחי אש ו/או לשמורות טבע, מפורט בטבלה מספר 5 :

**טבלה 5 - הערכות מקורבות של הפוטנציאל הכלכלי של אנרגיית רוח בישראל  
(התקנות ביחידות של מגהוואט)**

תעריף 45 אגורות לקוט"ש	תעריף 65 אגורות לקוט"ש	
300	1,500	צפון
100	1,000	מרכז
0	4,500	דרום
400	7,000	סה"כ

המכשולים העומדים בדרכו של יזם :

**1. קרקע בבעלות ממ"י**

א. אפשרות לקבלת הרשאה לתכנון באמצעות מכרז לאחר השקעה ניכרת בפיתוח האתר

ב. יש צורך באישור תב"ע טרם ההקצאה, פעולה הכרוכה בהשקעה ניכרת ובחשיפת סודות מסחריים, מבלי שמובטחות הזכויות במקרקעין

**2. קרקע מוחכרת לאחרים (קיבוצים, מושבים)**

א. העברת הזכויות במקרקעין ליזם דורשת אישור ממ"י, נושא מורכב ובירוקרטי מאין כמוהו.

ב. הסדרת זכויות השימוש מול החוכרים בתמורה לפיצויים גבוהים, מכבידים מאוד על הכדאיות הכלכלית של הפרויקט.

**3. הכנת תב"ע**

תהליך ארוך (כ-5 שנים), מסורבל ויקר עקב אטימותם של הפקידים במוסדות התכנון והתנגדותם של ה"ירוקים".

1. כדי לשקול ברצינות הקמתה של תחנת רוח, יש להשקיע משאבים רבים טרם הפניה לממ"י להקצאת המקרקעין :

- איתור השטח (טופוגרפיה, זמינות, נגישות, תכסית, חשמל, תעופה)
- הערכה ראשונית של גודל החווה
- בדיקה מול חח"י לאפשרות הוצאת אנרגיה מן האתר
- הרצת מודלים מתמטיים (לבדיקת השפעות הטופוגרפיה על זרימת הרוח)
- להגיע להבנות עם משתמשי השטח
- להגיע להבנות עם הוועדה המקומית
- להגיע להבנות עם הגופים הירוקים
- לבצע מדידות רוח (שנתיים לפחות)
- להכין תכנית עסקית

2. לאחר ההשקעה שלעיל, לפנות לממ"י להקצאת הקרקע במכרז שאין בו הגיון עסקי. אם לומדים מהעבר, ומסתכלים על תכנית הפעולה שהותוותה בדנמרק בשנת 1996, ניתן לראות כי הם תכננו להגיע תוך עשור להפקת אנרגיה מן הרוח בשיעור שבין 12% - 14% מהצריכה השנתית בדנמרק. בפועל הגיעו ל- 18%!

כיצד עשו זאת? הקימו תחנות כוח בכל מקום ללא בירוקרטיה מיותרת.

כאשר יש חסמים בירוקרטיים, אנו מגיעים למצב שלמרות שהטכנולוגיה ישימה ובשלה, לא מצליחים להוציא היתרי בניה, למרות שעוסקים בזה כבר שנים רבות.

אם מתסכלים על דנמרק כמקרה לדוגמא, התכנית שלהם כללה 12-14% של אנרגיה מתחדשת מכלל אספקת האנרגיה עד שנת 2005.

בפועל, בשנת 2005 הגיעה האנרגיה המסופקת מרוח בלבד לשיעור של 18% מכלל האנרגיה בשנת 2005. וזאת על ידי הקמה של אלפי טורבינות רוח בכל רחבי דנמרק, ללא בירוקרטיה, ללא ממ"י וללא "בצלם".

המצב בישראל הוא שבשנת 1980 החלה חח"י בתכנית לפיתוח חוות רוח בתמיכה מלאה ונלהבת של הדירקטוריון ומשרד התש"ל שאף מימן מדידות רוח ברחבי הארץ.

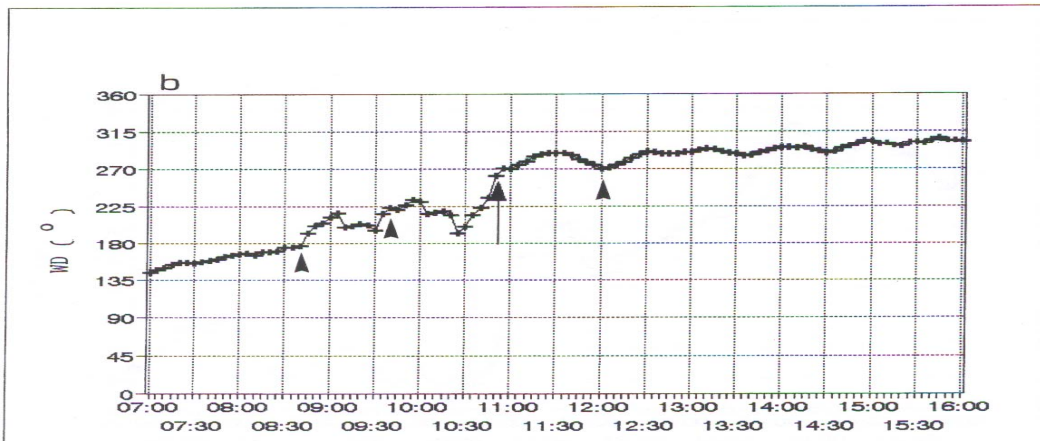
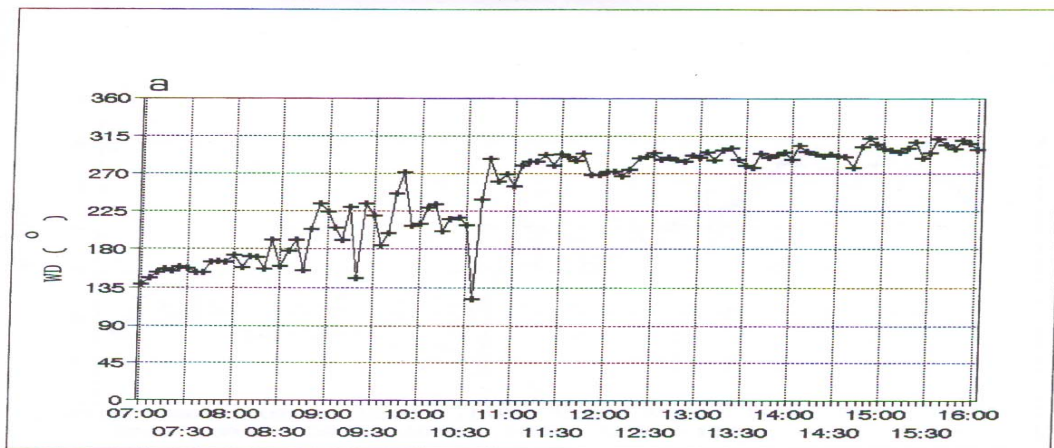
מאז ועד היום למרות המאמצים האדירים על ידי וע"י יזמים אחרים לפתח חוות רוח בארץ, רק חוות רוח אחת בת 6 מגהוואט הוקמה בשנת 1992, בגולן.

חוק התכנון והבניה, הבירוקרטיה של מוסדות התכנון ומשרדי הממשלה, הארגונים הירוקים והפקידים למיניהם "מוציאים את הנשמה" ליזמים ואינם מאפשרים את מימוש הפוטנציאל הקיים בארץ.

### Meteorological modeling of wind energy in Israel

ברצוני להציג ניסיון לחיזוי של תנאי רוח בגלים משניים פרונטאליים, אשר מהווה חלק מאנליזה שבוצעה בעבודת מגיסטר. נסתכל על דוגמא לנתונים שהתקבלו מתחנה שנקראת ניר ישראל, (ופורסמו במאמר משנת 2003<sup>1</sup>). הנתונים מובאים באיור מספר 9, כאשר המהירות נדגמה כל חמש דקות. האיור העליון (a) מתאר את הנתונים הגולמיים והאיור התחתון (b) מתאר את הנתונים לאחר החלקה (ממוצע של חמש נקודות יחד)

איור 9- נתוני כיוון רוח מניר ישראל, 1993

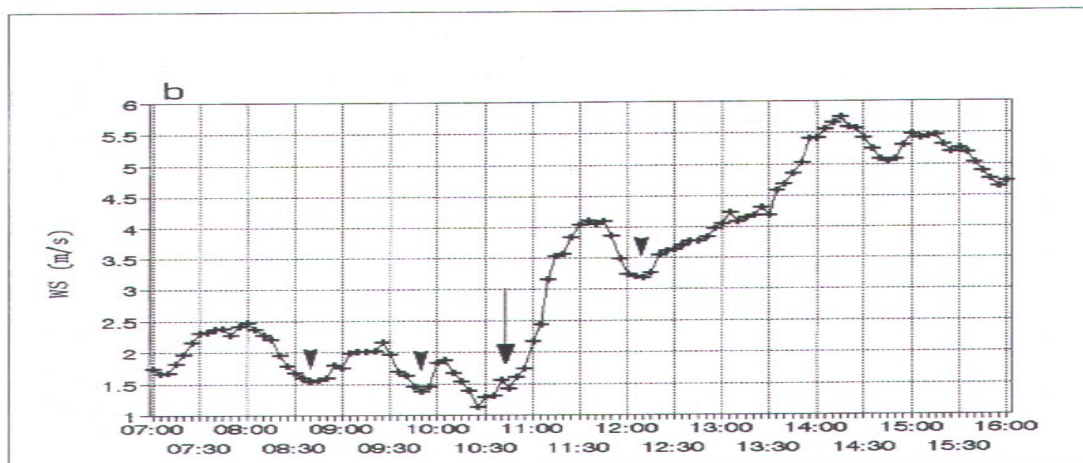
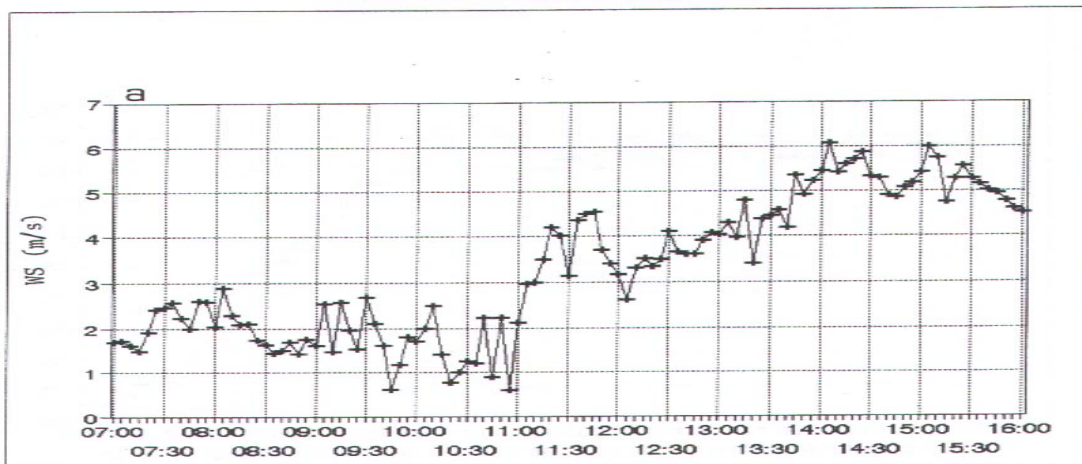


אנו רואים את שינוי כוון הרוח עם הבריזה בשעה 10:30. כמו כן ניתן לראות כי יש גלים מקדימים לשינוי הזה, וגם גל שבא אחריו. אלו לא משבים אקראיים, אלא יש להם הסבר פיזיקלי. ההסבר

<sup>1</sup> P. Alpert and M. Rabinovich-Hadar, "Pre- and post-Sea-Breeze frontal lines- A meso gamma scale analysis over south Israel", *J. Atmos. Sci.*, Vol. 60, 2994-3008, 2003.

הזה נבדק במאמר הנ"ל. ניתן לראות באיור מספר 10 את מהירות הרוח, וגם כאן רואים את הבריזה העיקרית ושני הגלים שבאים לפניה.

### איור 10 - נתוני מהירות הרוח, ניר ישראל 1993



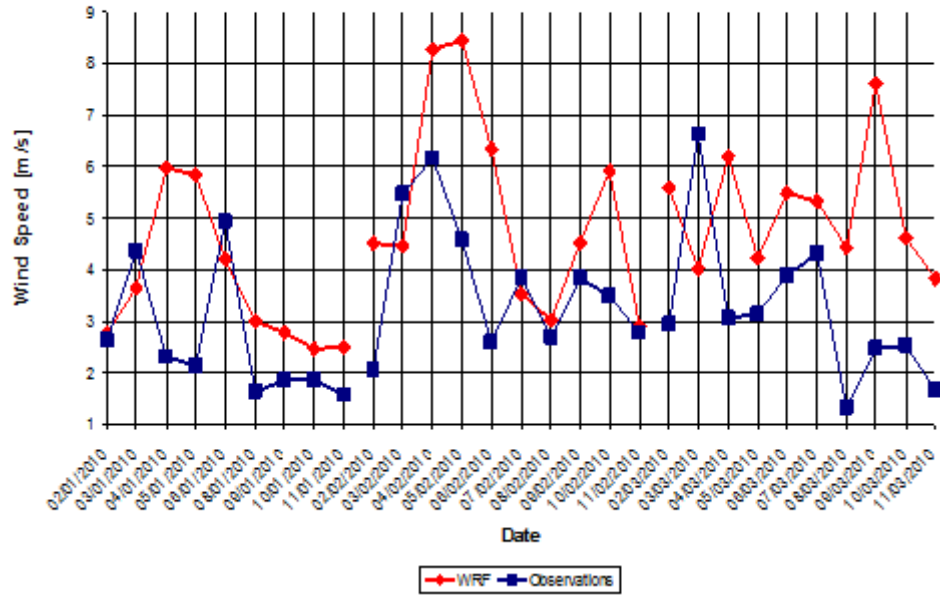
על פי נתונים אלו נבנו קריטריונים אובייקטיביים ומפות ממוחשבות, וניתן לראות כי המגמות נמשכות וקבועות לאורך זמן ועם השנים.

למרות זאת, המודלים הסטנדרטיים אינם חוזים את תופעת הגלים המקדימים – וזו תופעה בעייתית. המודלים לא צופים נכונה את מה שקורה בשטח.

בנתוני תחנת המדידה בתחנה בסדום יש השוואה בין מודל חזוי לבין מדידות אמת בשטח.

איור 11 - נתוני אמת ומודל בתחנת המדידה בסדום

Daily Jan-March WRF verification in Sdom  
2010 +48 h prediction (Forecasts for 48 hours- Average Wind Speed)



כפי שניתן לראות למודל יש בפעמים רבות חיזוי יתר, וככל שמגדילים את מרחק זמן החיזוי זה הולך ונעשה יותר גרוע. כאשר אנו משווים בין יכולת החיזוי של מהירות הרוח לבין חיזוי של טמפרטורה או לחות, מתקבלות התוצאות הבאות:

טבלה 6 - חיזוי נתוני מזג אויר מול נתוני אמת

Forecast- Hour	Temperature (Celsius)		Relative Humidity (%)		Wind Speed (m/s)	
	R <sup>2</sup>	R	R <sup>2</sup>	R	R <sup>2</sup>	R
24	0.74	0.86	0.01	0.1	0.39	0.62
48	0.70	0.83	0.16	0.4	0.12	0.34
72	0.69	0.83	0.02	0.15	0.04	0.21

ניתן לראות מהתוצאות כי חיזוי טמפרטורה קל יותר. הקורלציה במקרה זה היא 0.86, ואילו ברוח 0.62.

מאמר שפורסם יחד עם מוטי סגל<sup>2</sup> מתייחס לזמינות של אנרגית רוח מול צריכת האנרגיה הקשורה באיקלום (weather related electric consumption). הכוונה היא למצבים בהם נושבת רוח חזקה וגם יש צריכה מוגברת של אנרגיה. נותחו המצבים הסינופטיים בישראל. למשל קיץ עם רמה סובטרופית – כאשר אנרגית הרוח יורדת והטמפרטורה והלחות עולות, מה שגורם לאנרגיה הקשורה במזג אוויר לעלות (צריכה מוגברת של אנרגיה למיזוג, למשל). זה מצב בעייתי, שבו אנו צורכים אנרגיה אולם הרוח אינה מספקת אותה. לעומת זאת כאשר יש שקע קפריסאי בחורף, יש רוחות חזקות והטמפרטורה יורדת מאוד, יש עננות גבוהה ודרישה לתאורה מוגברת, ואז יש התאמה בין אנרגית הרוח לדרישה האנרגטית. זה מצב מצויין מבחינת אנרגית הרוח. המידע בשתי הטבלאות הבאות מפרט זאת:

#### WE- Wind Energy

#### WRE- Weather Related Electric Energy consumption

**Table 7: Schematic Economical Classification of WE Availability WRE Consumption Relations**

<i>Grade</i>	<i>WE availability</i>	<i>WRE consumption</i>
<b><u>A</u></b>	high	high
<b><u>B</u></b>	high	low
<b><u>C</u></b>	medium/low	medium/low
<b><u>D</u></b>	medium/low	high

**Table 8: Examples from Israel Weather**

<u><i>Grade</i></u>	<u><i>WE availability</i></u>	<u><i>WRE consumption</i></u>	<u><i>Synoptic System</i></u>
A	high	high	<b>Cyprus Low/winter</b>
B	high	low	<b>Persian Trough-Deep/ summer</b>
C	medium/low	medium/low	<b>High/Winter</b>
D	medium/low	high	<b>Subtropical High/Summer</b>

<sup>2</sup> M. Segal and P. Alpert, "Scheme for evaluating usage of wind energy by electric utilities". *Appl. Energy*, 39, 235-240, 1991.

## יפתח ספקטור, כוכב הרוחות

### התפלגויות של אנרגיית רוח בשכבת הגבול, ומשמעויות מבצעיות

המניע לעבודתי הינו החיפוש אחר פתרונות כלכליים להפקת אנרגיה מרוח. הנחת הבסיס היא שאנרגיית הרוח אינה כלכלית בשום מקום בעולם, מתוך הבנה שנכון להיות היא יקרה יותר מפחם או מגרעין פי 1.5. המחירים הקיימים כיום לאנרגיית רוח, העומדים על כ- 50 אגורות (שהם כ- 10-12 סנט) לקוואט"ש, הם מחירים המקובלים כיום גם בשאר העולם. בטכנולוגיה הנוכחית, חשמל מרוח אינו יורד בעלות הייצור מתחת ל- 15 סנט לקוואט"ש. המשמעות היא שבפועל כולם חיים על סובסידיות. הבעיה אינה בטכנולוגיית הפקת הרוח, אשר בה אנו עדים לשיפורים רבים - בכנפיים ועוד. אם נסתכל על יכולת ההפקה המירבית, שעומדת על 40% מאנרגיית הרוח - מה שיש היום זה מה שנוכל להשיג ואין צפי לשיפור היעילות. המשמעות היא שהשיפורים בטורבינה לא יהיו גורם המפתח, ולכן אנו נותרים עם סוגיית המיקום - איפה מציבים את הטורבינות. כאשר נהר מים זורם ומציבים בתוכו פרופלור בסמיכות לגדה - זה אנלוגי בדיוק למצב של הצבה של טורבינה במקום הלא נכון מבחינת זרימת הרוח.

המהירות דומיננטית מאוד אבל הסירוגיות והשימושיות של הרוח - חשובות לא פחות. מהי המהירות המצטברת בתוך חלון הטורבינה? רוב הטורבינות התעשייתיות פועלות במהירות של 4-5 מטר לשנייה. יש לנו מדידות המראות את נתוני הרוח במיקום מסוים, בגבהים שונים. על פי נתונים אלו ניתן לחשב כמה סה"כ ממהוואט-שעה לשנה ניתן להפיק. במקום אחר, אנו רואים כי כבר בגובה 50 מטר יש פי שלוש רוח מאשר בגובה נמוך. אנרגיית הרוח עולה עם עלית הגובה, והיעילות שלה נקודתית למיקום מסוים.

אנרגיית הרוח מחושבת באופן תיאורטי על פי הנוסחה של סטיבנסון -

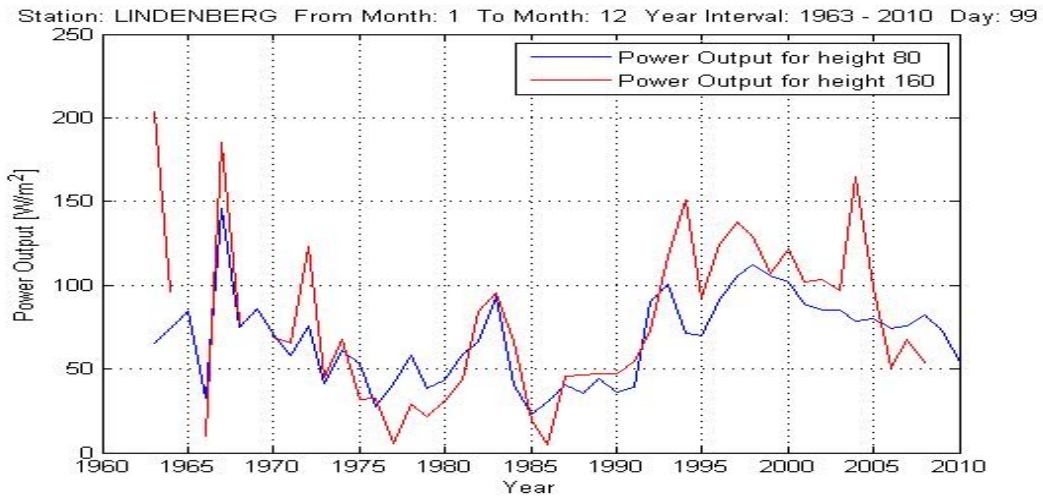
$$V_2 = V_1 (Z_2/Z_1)^{1/7}$$

אשר בה הגודל המשמעותי הוא המעריך או החזקה של השורש (1/7). היחס המתואר הוגדר על ידי התנאים השוררים לאורך חופי בריטניה, והוא מניח הנחות מקלות כגון אטמוספירה מונוטונית וקבועה, אשר ברור כי בפועל היא איננה קבועה. הנוסחה הזו מתארת עליה אקספוננציאלית חלקה, אשר איננה מתקיימת במציאות.

מתוצאות של מדידות אמיתיות ניתן לראות כי בכל פעם שמבצעים מדידה מתקבלת תוצאה אחרת. הערכת הכלכליות של תחנת כוח או חוות טורבינות תלויה בדיוק במדידות הללו.

באזור הבא אנו רואים השוואה בין מדידות שבוצעו בעמוד מדידה בגובה של 160 מטר, לעומת הרוח שמקבלת הטורבינה בפועל, בגובה של 80 מטרים.

## איור 12 - השוואה בין מדידות בגובה 160 מטר ו-80 מטר



מן התוצאות ניתן לראות כי אין הבדל באנרגיה בין שניהם – כאשר מדידה חד פעמית אשר הדגימה שיפור משמעותי באנרגיה בגובה רב הובילה להחלטה על בניה של מגדל גבוה ויקר משמעותית, החלטה אשר בפועל לא הצדיקה את עצמה.

אבי זעירא, רוחות הגולן

**תפוקה רב שנתית של טורבינת הרוח בהר בני צפת/ מדידות רוח על גבי תורן 60 מ' בהר בני צפת**

טורבינת הרוח בהר בני צפת:

הספק: 250 קו"ט

קוטר רוטור: 27 מ'

שנת ייצור: 1988 (הוקמה במקור באלון מורה)

הקמה בהר בני צפת: 1996

תפוקה כוללת ב-10 שנים: 4200Gwh

תפוקה שנתית ממוצעת: 420 Gwh

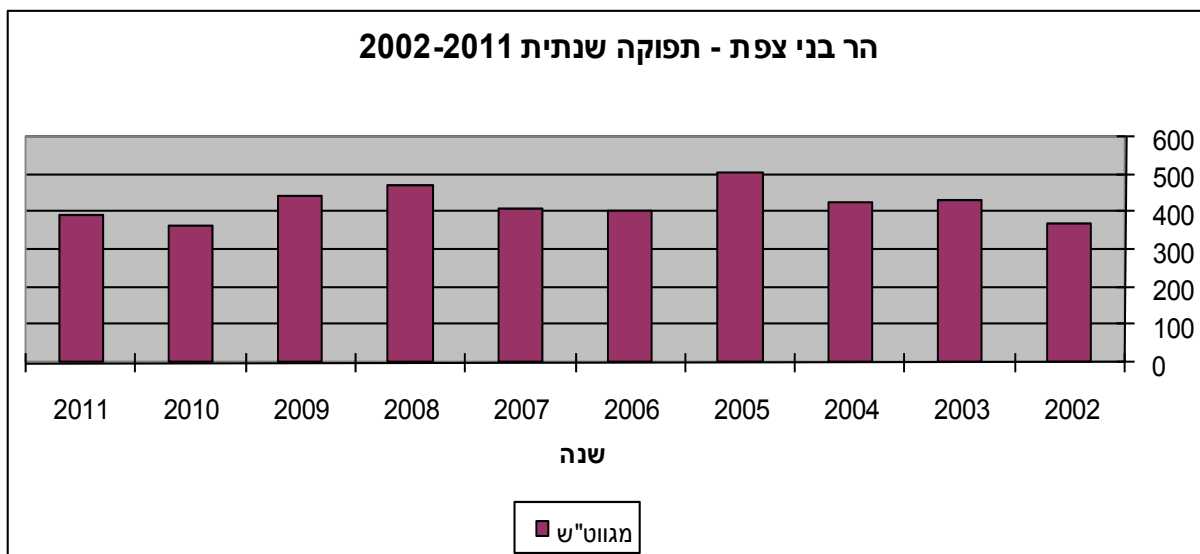
זמינות: 93%

תפוקה מקסימלית: 502 Gwh +20%

תפוקה מינימלית: 361 Gwh -14%

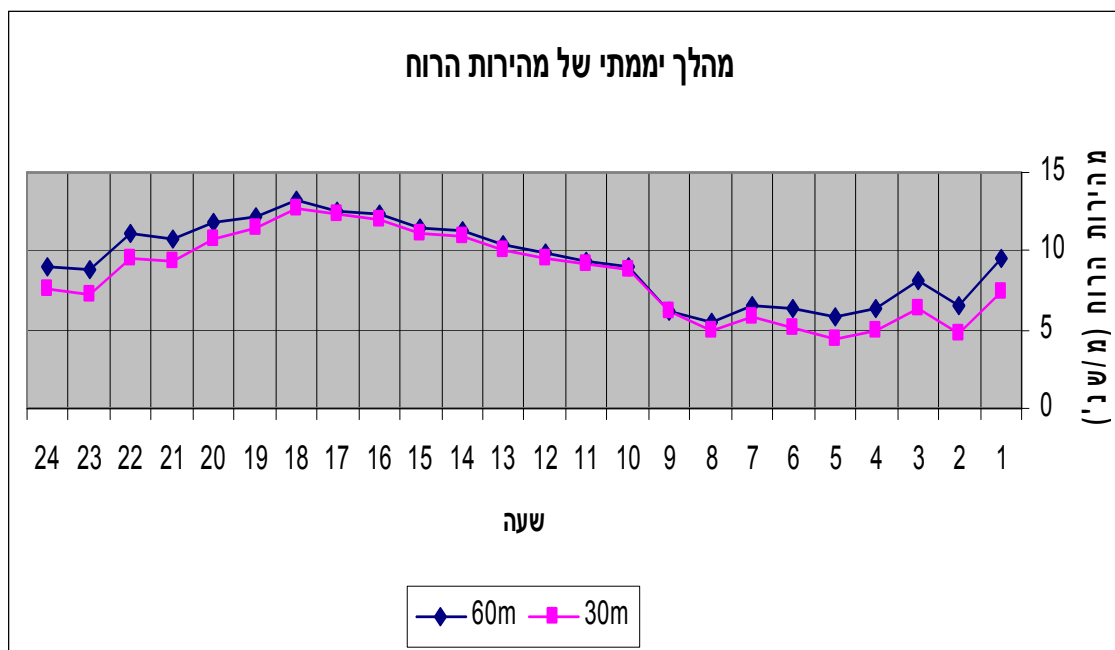


איור 13: תפוקה שנתית בהר בני צפת



באיור מספר 14 מוצגות מהירויות הרוח בעונת הקיץ כפי שנמדדו במהלך השנתיים האחרונות בגובה 60 מטר ובגובה 30 מטר, וניתן לראות את התפלגות הרוח במהלך יממתי. באופן כללי יש עליה במהירות בגובה 60 מטר לעומת 30 מטר, אם כי לא בחזקה שביעית אלא יותר בחזקת 0.1. בשעות היום אין רואים הבדל בין הגבהים.

איור 14 – התפלגות הרוח בקיץ לאורך שעות היממה



מכיוון שתחום הפקת האנרגיה מהרוח במדינת ישראל אינו מתקדם כמצופה, יש נטייה כללית להאשים את הביורוקרטיה. הביורוקרטיה היא נתון בשטח, שאינו ניתן לשינוי או השפעה; לפחות ככל שאני מכיר את התחום במהלך 27 השנים האחרונות. הביורוקרטיה קשה, אבל זו המציאות, ועם זה צריך לעבוד ולנצח. לגבי השאלה העקרונית האם יש לנו אנרגית רוח – אני מעט סקפטי לגבי הימצאות אתרים מתאימים שטרם נודעו. לדעתי האתר שלנו, הנמצא בהר בני צפת הוא מהטובים בארץ, והנתונים מראים כי בגובה 60 מטר אנו מקבלים רוח במהירות של 7 מטר לשניה או קצת יותר. לכן - אפשר לצנן מעט את ההתלהבות.

### **אבנר פורשפן, מנהל תחום אקלים בשירות המטאורולוגי**

#### **הנגשת נתוני הרוח לכלל הציבור ופרויקט מיפוי פוטנציאל אנרגית הרוח בישראל בשיתוף משרד התשתיות הלאומיות**

על פי החלטת הרשויות, השרות המטאורולוגי מפסיק למכור מידע, והמידע הנמצא בידיו נגיש לחלוטין לכל המעוניינים. עיקרון זה מנחה אותנו מעתה והלאה, ואני רוצה לומר שני דברים משמעותיים.

אחד הדברים שהפריע לחוקרים עד היום היה בעיית נגישות הנתונים של השירות. אני שמח לבשר שמעתה – בעיה זו נפתרה. המידע מעתה הוא נגיש לכל המעוניין. בנוסף, אותו כוח אדם שטיפל עד כה במתן מענה לשאלות, לא יצטרך לעסוק בכך יותר, ומתפנה ועוסק במחקר ואיסוף נתונים ברמה הלאומית. בין הנושאים הנמצאים על הפרק נמצא גם נושא אנרגית הרוח. כלל המידע הנמצא ברשות השירות המטאורולוגי ייחשף, למעט נתונים לא מבוקרים שאיכותם לא ברורה. אנו מתכוונים לפרסם רק נתונים שנבדקו וברור שהם נכונים.

המשמעותיות לגבי החוקרים העוסקים בתחום אנרגית הרוח – חשיפת כל הנתונים – 75 תחנות בפריסה ארצית. חלק מהתחנות פעילות לזמן מוגבל וחלקן כבר אינן פעילות. חשוב לזכור כי יש הטרוגניות גדולה בהצבת התחנות. דוגמא לדרך הצגת המשתנים מתוארת בטבלה 9:

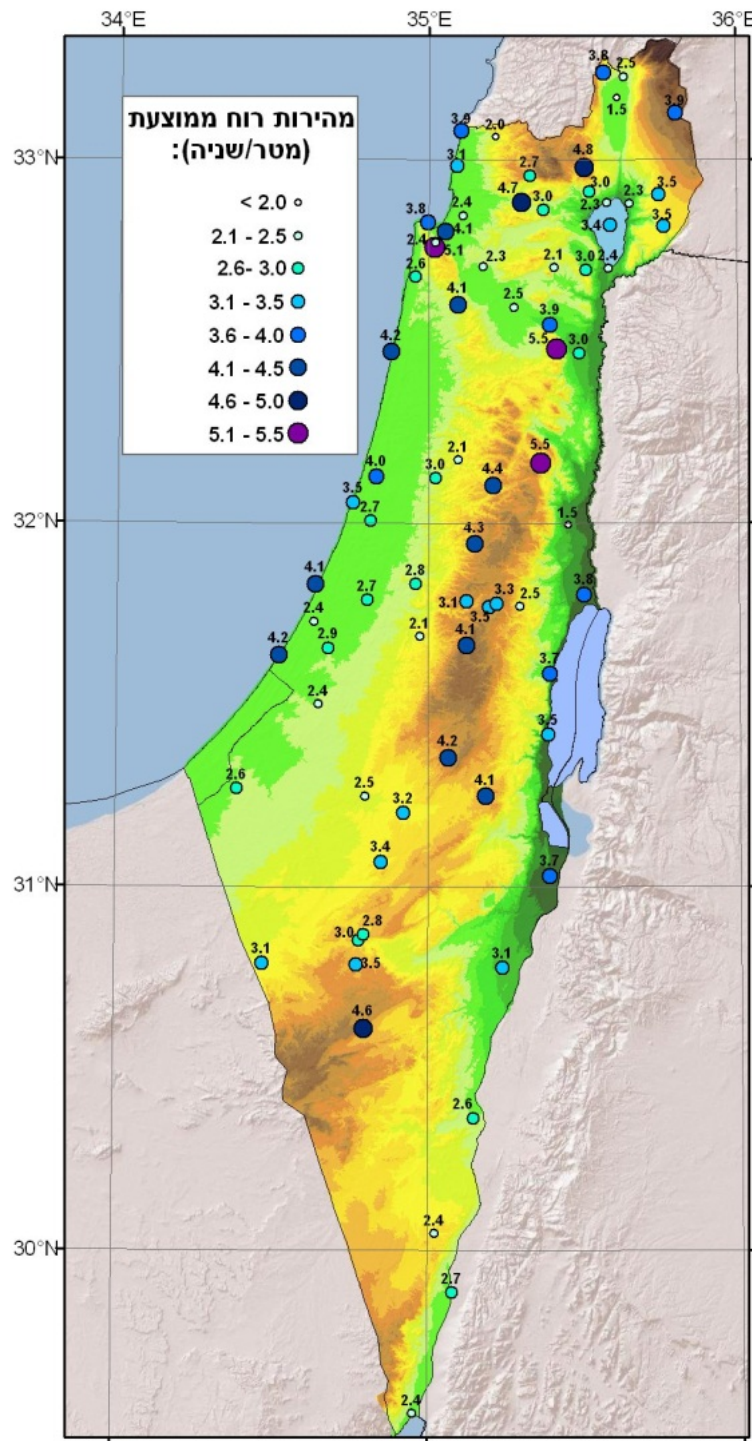
טבלה 9 - הצגת נתוני הרוח על ידי השירות המטאורולוגי

Station: HAIFA TECHNION Daily: 18/12/2011 Type: AVG 10 Mins. [10 Mins.]

Date	Time	WSmax m/sec	WDmax deg	WS m/sec	WD deg	STDwd deg	TD degC	RH %	WS1mm m/sec	WS10mm m/sec	Time hhmm
18/12/2011	11:10	6	96	3.2	90	20.6	16.6	51	4.9	3.2	1107
18/12/2011	11:20	5.2	95	2.4	95	26	16.8	49	3.8	3.3	1112
18/12/2011	11:30	4.6	113	2.3	95	21.9	17.1	49	2.8	2.4	1125
18/12/2011	11:40	4.9	95	2.5	97	19.6	17.2	49	3.3	2.6	1139
18/12/2011	11:50	5.4	103	2.9	96	20.7	17.3	47	4	2.9	1150
18/12/2011	12:00	5.7	109	2.3	92	37.2	17.6	44	3.4	3.1	1153
18/12/2011	12:10	5.7	131	2.8	103	24.4	17.8	42	3.8	2.9	1207
18/12/2011	12:20	5.6	78	2.7	94	24.6	18	41	3.9	3	1212
18/12/2011	12:30	5.4	95	2.7	91	25	18.3	39	3.5	2.7	1230
18/12/2011	12:40	5.7	89	2.4	88	31.2	18.4	38	3.7	2.8	1233
18/12/2011	12:50	5.4	67	2.3	78	39.5	18.6	37	3.4	2.4	1248
18/12/2011	13:00	6	64	1.8	44	39.6	18.7	36	3.5	2.3	1251
18/12/2011	13:10	4.6	71	1.5	46	48	18.9	35	2.7	1.8	1301
18/12/2011	13:20	4.7	110	2.2	89	31.9	19.1	34	3.2	2.4	1318
18/12/2011	13:30	5.8	99	1.8	56	44.6	19.3	34	3.7	2.2	1321
18/12/2011	13:40	5.2	87	2	75	39.3	19.4	33	3	2	1340
18/12/2011	13:50	4.9	94	2.2	78	33.4	19.4	33	3.3	2.2	1346
18/12/2011	14:00	4.8	114	1.2	79	70.9	19.6	32	2.7	2.1	1351
18/12/2011	14:10	4.8	99	1.7	92	49.7	19.8	32	3.2	1.7	1410
18/12/2011	14:20	7.2	88	2.2	108	39.2	19.7	31	3.6	2.2	1420
18/12/2011	14:30	6.1	94	2.2	102	42.7	19.6	31	3.4	2.5	1425
18/12/2011	14:40	4.7	102	1.9	100	52	19.7	31	2.7	2.1	1432
18/12/2011	14:50	5.5	84	1.8	105	50.4	19.8	30	3.1	1.9	1442
18/12/2011	15:00	4.8	94	0.9	348	50	19.9	30	2.3	1.7	1451
18/12/2011	15:10	3.4	105	0.9	13	77.6	19.8	30	1.7	1	1507
18/12/2011	15:20	4	89	1.4	126	59.4	19.6	30	2.3	1.4	1518
18/12/2011	15:30	3.8	97	1.6	116	38.6	19	31	2.6	1.6	1530
18/12/2011	15:40	4.2	105	1.3	99	66.7	18.6	31	2.8	1.7	1533
18/12/2011	15:50	2.5	110	1	125	86.7	18.4	32	1.8	1.3	1541
18/12/2011	16:00	3	136	1.3	165	34.3	18.1	33	1.8	1.3	1600
18/12/2011	16:10	3.1	140	1.5	163	37.2	17.9	34	2	1.5	1607
18/12/2011	16:20	3.1	139	1.4	164	41.4	17.7	33	1.9	1.6	1611
18/12/2011	16:30	3	126	1.4	157	35	17.5	34	2	1.5	1625
18/12/2011	16:40	3.7	130	1.6	154	33.8	17.5	33	2.4	1.7	1638
18/12/2011	16:50	3.4	126	1.6	161	29.6	17.4	33	2.3	1.7	1642
18/12/2011	17:00	2.8	172	1.5	164	25.8	17.1	34	2.1	1.6	1651

ממוצעי מהירות הרוח הידועים לשירות מוצגים במפה, באיור מספר 15 :

איור 15 - מפת ממוצעי מהירות הרוח



תחנות המדידה לא הוקמו במקור לצורך מחקרי אנרגיית רוח, ולכן מיקומן לעיתים אינו אופטימלי. חלקן מוסתרות, חלקן לא במיקום נכון. יש לזכור זאת כאשר מסתכלים על הנתונים.

השירות המטאורולוגי התחייב להפיק אטלס אקלימי עבור משרד האנרגיה והמים, אותו נפיק עבור כל תחנה, ויפורטו בו המיקום והמשמעויות של המידע, על מנת שניתן יהיה לדעת מה ערכו המדעי של המידע. במקומות שבהם יש לנו תחנות "טובות", נפיק קבצי "אטלס" (באמצעות תוכנת WAsP), כאשר מדובר על 10 תחנות במחצית הראשונה של 2012 והשאר יופקו בהדרגה עד סוף השנה. השירות המטאורולוגי יעבוד על פי מודל מקובל ברמה עולמית, אשר יאומת, ועל פיו תופק מפת מהירות רוח ברמה ארצית. מתוך המידע שיש לנו ננסה להפיק כמה שיותר נתונים מבוססים. אנו מתכננים להפיק קבצי אטלס גם על בסיס מודלים נומריים ובצורה זו להצליח לתת מידע רלוונטי לכלל הציבור. כל דבר שנעשה אחרי אימות יפורסם לכלל הציבור.

### **גדי הראלי, האגודה הישראלית לאנרגיית רוח (ע.ר.).**

#### **קידום ענף אנרגיית הרוח בישראל ופעילות האגודה**

תעשיית אנרגיית הרוח היא תעשייה מורכבת ונדרשים כוחות משמעותיים ושיתוף פעולה הדוק על מנת להניע אותה קדימה.

שלא כמו בתחום הפוטו-וולטאי, מדובר במבני ענק מסתובבים שיכולים להגיע לגבהים של 100 מטר ומעלה – דמיינו את מגדל עזריאלי המסתובב בקצהו של מגדל נוסף בגובה דומה- מדובר על מבנים בעלי נצפות גבוהה, חשש לרעש, נושאי בטיחות, בעיות מסלולי תעופה אזורית וצבאית, פגיעה בזני ציפורים ואזורי קינון, וכמובן כל הנקודות הבאות לידי ביטוי גם בתחום הפוטו-וולטאי- דהיינו נושאי ניהול וביזור רשת החשמל, אישורי בניה, תקינה וכיוב'.  
בשל מורכבות הנושא, ישנם באופן טבעי גורמים רבים בעלי עניין ואז כמעט בכל דיון משמעותי חסר גורם זה או אחר – וההתקדמות אינה מתאפשרת. כך לדוגמה היום, לא נוכחים נציגי צה"ל, מנהל התעופה, מכון התקנים רשות החשמל וכדומה.

מול מורכבות הנושא וסבך הגופים בעלי העניין, שמה לה ממשלת ישראל יעד אגרסיבי של הקמת 800 מגה-וואט של אנרגיה מתחדשת מאנרגיית הרוח עד 2020, ואף למעלה מכך, כפי שמסתבר משיחות עם גורמי ממשל ואנו כאגודה מאמינים שהיעד צריך להיות כפול ואף יותר מכך- 2,000 מגה-וואט.

כפי שראינו במצגות קודמות, כלכליות אנרגיית הרוח אינה מוטלת בספק, בוודאי לא בהשוואה מול אנרגיה פוטו-וולטאית והתחום בשל ומבוסס ברחבי העולם.

נוכח קצב צמיחה של 0% בשנה ב- 20 שנים האחרונות בתחום בישראל, מול קצב צמיחה עולמי ממוצע של כ- 30%, קיים חשש אמיתי לגבי היכולת לעמוד ביעדים שהוצבו.

אנו עדים לנסיונות שונים לקדם העניין, אך בשל המורכבות והעובדה שהעבודה אינה מבוצעת ע"י גוף שהמטרה החרוטה על דגלו הינה קידום אנרגיית הרוח בארץ, נשכחים היבטים שונים שאינם נלקחים בחשבון וההתקדמות המושגת לא תאפשר עמידה ביעדים.

מהסתכלות על המתרחש במדינות אחרות בתחום- קטנות כגדולות, נראה שמוקמים איגודים או מנהלות אשר תחום התמחותן ומיקודן הוא פיתוח וקידום אנרגיית הרוח, וכדאי שאנו נלמד מהנעשה בעולם, נייבא ונשתמש בידע של מומחים מחו"ל, על מנת ללמוד מהם. חשוב לזכור כי הנושא רגולטורי הוא קריטי – משום שמדובר במכונות נעות ענקיות. לכל העוסקים בתחום ברור כי אם ניכשל, ולו בטורבינה אחת שבחילת הדרך תגרום חס-וחלילה לאסון בשל חוסר מקצועיות ורגולציה נכונה על מכלול שלביה, נפיל בצעד שכזה את כל הענף.

חשוב מאוד אף לחנך את הציבור, ללמד על הענף ועל זכות קיומו בישראל. לשם דוגמה לחוסר המודעות לנושא אנרגיית הרוח, רשות החשמל הוציאה לאחרונה נייר לגבי הסדרה תעריפית פוטו-וולטאית שרק מקריאה בפירוט ההסדרה מסתבר שהיא נוגעת גם באנרגית רוח ולא רק בפוטו-וולטאית, כפי שמופיע בכותרת המסמך ואף בדברי המבוא וההסבר למסמך.

על מנת לרכז מאמצים ולקדם את הנושא הוקמה האגודה הישראלית לאנרגיית רוח, אשר שמה לה כמטרה לייצר פלטפורמה שתוכל להסתכל בצורה רוחבית כוללת ומקצועית, אשר מבינה ומביאה בחשבון את מכלול השיקולים ומטרתה קידום תעשיית אנרגיית הרוח בישראל.

ככל שחולף הזמן ותשתיות אנרגיית הרוח אינן ממומשות בישראל, כך פוחת הסיכוי לקיום תעשיית פיתוח טכנולוגי בתחום, למרות שהתחום רווי פיתוחים פוטנציאליים נדרשים, בניגוד לתחומי אנרגיה חליפית אחרת, היות ומדובר בתעשייה בשלה, הכוללת מכלולים מכניים, חשמליים, מנגנוני בקרה, תוכנה וניהול סבוכים אשר תשתית הפיתוח בישראל יכולה הייתה לבסס עליה תעשייה שלמה, אולם חוסר התשתית של התקנות בפועל כדי לבסס תעשייה זו, מונע ממנה לקום, וחבל שכך.

האתגרים העומדים בפני התעשייה כדי שתקום בארץ רבים, וביניהם נדרשים:

- רגולציה רוחבית כך שיקוצרו זמני פיתוח חוות רוח כמקובל בעולם
- פיתוח תקנים לציוד
- פיתוח מנגנוני ומכוני רישוי לציוד
- הדרכות להתקנות והפעלה שוטפת
- רישוי והסמכה למתקינים ומתחזקי הציוד
- מודעות ציבורית תוך מתן עדיפות עליונה לנושאי בריאות ובטיחות
- פעילות מכ"מ לתיאום מקסימלי עם מנהל תעופה וצה"ל
- חקירה ואיפיון של קינון ונדידת ציפורים
- מיפוי אנרגיית הרוח, עדכוני תעריפים ועוד
- 

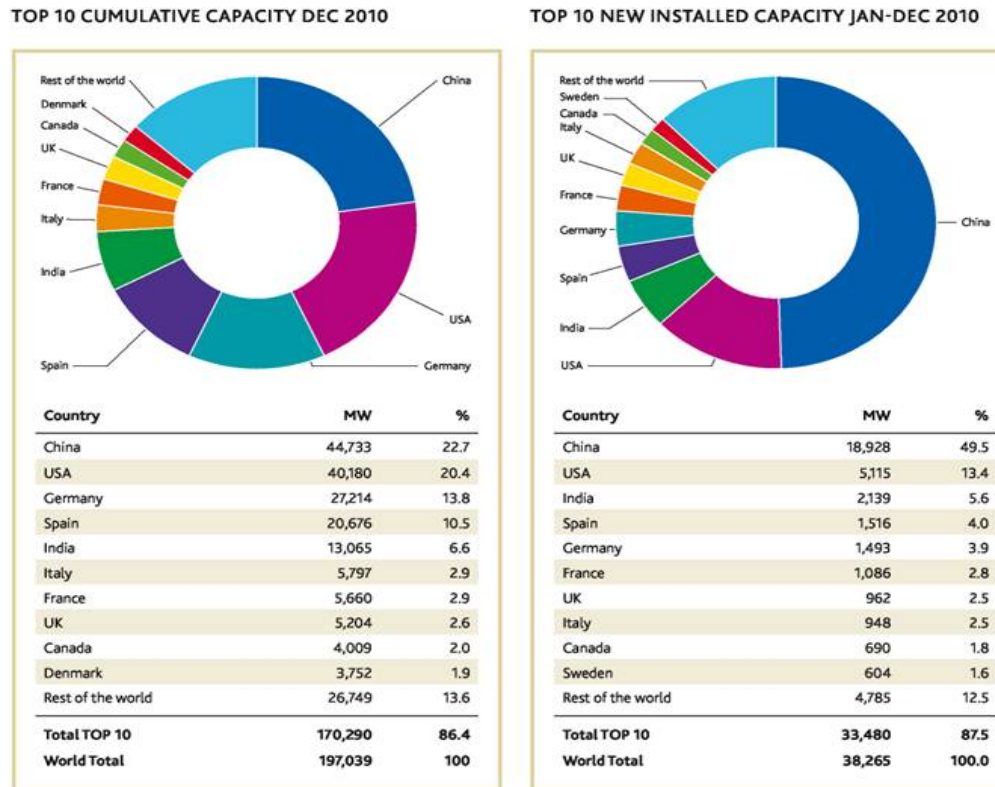
אנו קוראים לכן לכל הגופים שרואים את חשיבות קידום ענף הרוח בישראל, להצטרף לאגודה שזו מטרתה ומאמינים שרק ע"י שיתוף פעולה וקיומו של גוף מרכזי שזו מטרתו, ניתן יהיה להצליח בעמידה ביעדים ששמה לעצמה הממשלה.

ד"ר מרים לב-און וד"ר פרי לב-און, קבוצת לב-און, קליפורניה (הוצג ע"י פרופ' אופירה אילון)

### השלכות סביבתיות של ייצור אנרגיית רוח

באיור מספר 16 ניתן לראות את התקנות מתקני הפקת אנרגיה מרוח ברחבי העולם, וניתן לראות כי לא רק המדינות המפותחות מתקינות אנרגיית רוח, אלא גם מדינות מתפתחות, ומבחינת עלויות – הזולה ביותר היא אנרגיית רוח.

### איור 16 - התקנות אנרגיית רוח ברחבי העולם



יתרונותיה של אנרגיית הרוח ברורים הן מבחינת מחיר, הן בהיבט של שימושי קרקע כפולים, וכמובן בהיבט של הפחתת פליטות גזי חממה. אין ספק שעל מנת לקדם את ייצור אנרגיית הרוח במדינת ישראל, נדרשת מדיניות לאומית וחברת החשמל צריכה להתחייב לקנות את החשמל מהיצרנים.

חסרונותיה של אנרגיית הרוח הם בעיקר בהפרשים של 10% בין האנרגיה המופקת החזויה לאנרגיה המופקת בפועל. היות והרוח אינה אחידה כל הזמן, יכול להיווצר מצב של ייצור פחות של חשמל אשר ידרוש התאמות וגיבוי בכדי להשתלב במתח הנדרש ברשת. בנוסף, בנושאי סביבה אנו מכירים חסרונות כגון רעש, חזות, הפרעה לתנועת ציפורים ועטלפים וכמובן סיכוני בריאות ובטיחות של המתגוררים בסביבה והעובדים בשטח עצמו.

בארצות הברית הוגדרה סידרה של פעולות, הכוללות תסקיר השפעה על הסביבה, אשר בו נבדקים נושאים בעייתיים מרכזיים – רעש, הפרעה לחזות, הפרעה לציפורים ובעלי כנף נוספים, הפרעות לרדאר, תקשורת וכד'. וכמובן נבדק גם נושא הקרינה האלקטרומגנטית.

חשוב לזכור שאם חקלאי משכיר את הקרקע לטובת הקמה של חוות טורבינות, הוא נהנה אבל שכניו סובלים מבעיות רעש, ואחד הדיונים המרכזיים כיום הוא איך מפצים את מי שלא נהנה באופן ישיר מהתועלת. כמובן שדיון כזה הינו ספציפי לכל מקום, ויש לשקלו בנפרד עבור כל מקום ובעלי עניין.

מאמץ רב מושקע באפיון חיי הטבע באזורים הנבחנים, ובפרט אזורי גידול או מחיה של ציפורים. גם בשלב התכנון וגם במהלך ההפעלה המיקום לא ייבחר דווקא במקום המוכר כבעל חשיבות לציפורים, אשר מקננות בו או חולפות על פניו באופן מובהק, ובכל מקרה כל הזמן פועל מכ"ם, אשר בוחן את תנועת בעלי החיים ובמקרה הצורך מסוגל לעצור את תנועת הטורבינה מיידית.

ההמלצות הן אם כך –

- לבצע תסקיר,
- לבצע הערכה של השפעות הפרויקט,
- להעריך את פערי הידע,
- ולפתח את הכלים בהם יפעל הפרויקט עם מינימום מטרדים.

מעבר לכך, לנושא החזות והנראות של הפרויקטים, מאמצים רבים מושקעים כיום בפיתוח עיצובים חדשים של העמודים, על מנת שיראו נאים יותר.

### **דוד סוחוי, איגוד חברות אנרגיה מתחדשת בישראל ורימון אנרגיה בע"מ**

#### **כיווני התפתחות של משק האנרגיה בנושא – טורבינות וחוות רוח במדינת ישראל**

תעשיית האנרגיה במדינת ישראל היא תעשייה מקומית, ללא שיתוף פעולה וכיווני התפתחות אל המדינות השכנות. זאת בניגוד לתעשייה שאנחנו מכירים באירופה. במצב הפוליטי הנוכחי וודאי שאין סיכוי להתפתחות בשיתוף פעולה עם השכנים.

בשוק עצמו, המגמה היום היא להשתמש בטורבינות גדולות, כאשר 80% מהטורבינות המותקנות כיום הן מסוג זה. הטורבינה הגדולה ביותר המותקנת כיום בעולם מייצרת 7.5 MWe, ונמצאת בגבול בלגיה גרמניה. נראה כי יש פריצת דרך בתכנון, והתחזיות מראות צעדים לקראת טורבינות של 20 MWe לקראת שנת 2025.

ברור לכל מי שעוסק בתחום כי ברמת היזם והחברות שמובילות את הנושא – המחיר ליחידה חייב להיות כלכלי.



להלן מאפייני המשק בארץ:

- ההסדרה : 800 מגה וואט.
- משך ביצוע/ההסדרה : כ- 10-12 שנים.
- גודל טורבינה רוח ממוצעת במשך ההסדרה : 3 מגה וואט.(הנחה לפי כיווני ההתפתחות העתידית)
- הערכה שלי לגבי ההתפתחות בעתיד בשוק אנרגית הרוח בישראל : חלק ההסדרה תהיה לטובת טורבינות קטנות ובודדות ולמיטב הערכתי הוא ינוע בסדר גודל של כ- 12%. היות וסה"כ ההסדרה שהממשלה קבעה הוא 800 מגהוואט, סה"כ הסדרה בטורבינות גדולות וחוות רוח תהיה כ- 700 מגהוואט.
- סה"כ מגדלי טורבינות אשר יוצבו בארץ : 200-220 יחידות של כ- 3 מגהוואט הספק למגדל במוצע, ונקבל סה"כ הספק כ- 700 מגהוואט
- 

בשוק כזה ובמצב הגיאו פוליטי והמדיני של מדינת ישראל כיום, פיתוח של תעשיית ייצור טורבינות מקומית על כל מרכיביה לדעתי אינה כלכלית ואינה רלוונטית. על כן כיווני ההתפתחות חייבים להיות לפיתוח של תת-מערכות מתוחכמות במגדלי הטורבינות אשר ניתן לייצא.

החסם העיקרי הוא שעלות החשמל במדינת ישראל כיום אינה ריאלית. העלות לצרכן אינה כוללת מרכיבים חיצוניים – והצרכן משלם מחיר חשמל הנמוך משמעותית מהמחיר שעולה לייצר אותו בפועל - הכל מסובסד. על מנת להתגבר על מכשול זה יש לחשב את עלות החשמל האמיתית, אשר מביאה בחשבון את כלל העלויות, ואז נקבל מחיר חשמל אשר עשוי להגיע ל- 60-80 אגורות לקוטי"ש. במצב זה הייצור באמצעות טורבינות רוח הוא כלכלי מאד.

## פרק 4: דיון

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

- מה יכולה וצריכה ממשלת ישראל לעשות כדי לקדם את ניצול אנרגיית הרוח בישראל?
  - מהו הפוטנציאל לניצול אנרגיית הרוח בישראל?
  - מה ניתן ללמוד וליישם מניסיוןן של מדינות בסדר גודל של ישראל (למשל דנמרק) על ניצול אנרגיית הרוח?
  - כיצד ניתן להתמודד עם האופי המשתנה של אנרגיית הרוח לצורך חיבור לרשת החשמל ואספקה אמינה?
- דברי המשתתפים מובאים כאן בסדר בו נשמעו וללא עריכה. בפרק הבא ניתן סיכום ומוצגות מסקנות מדברים אלה.

**אלי קליאצ'קין:** הבעיה שלנו היא חוסר מנהיגות - היזמים בתחום הרוח לא היו מאורגנים עד כה. יש לנו בטן מלאה על בעיות ביורוקרטיות אבל חלקן הגדול הוא פתיר. לדעתי יש צורך למקד את המאמץ בהסרת בורות של מקבלי החלטות והציבור לגבי מהות הטכנולוגיה וההשלכות של פרויקטים מסחריים וקהילתיים (דוגמת הטורבינות הביתיות המהוות פחות משבריר של אחוז אך משום מה מינהל התכנון התמקד במשך יותר משנה בעיקר בהן). המידע נמצא אצלנו וחשוב שנדע להשתמש בו גם בצורה רוחבית.

מרבית הבעיות סובבות סביב הבנה בסיסית של יתרונות הטכנולוגיה וחסרונותיה והתמודדות עם אגדות כדוגמת: רעש, ציפורים, קרינה ועוד....

בראייתי ישנו צורך בקמה של גוף בלתי תלוי (כדוגמת NRL) אשר בין היתר ינהל מאגר מידע לאומי של נתוני רוח. זה מהלך מתבקש, משום שיש המון מידע שקיים ולא מופץ הן למקבלי החלטות והן ליזמים ובמיוחד אינו נגיש ליזמים. היסטורית הענף מראה שהפרויקטים היחידים אשר קמו בארץ נבנו בזמן פעילות רפרנט בנושא אשר פעל במשרד התשתיות. יש בארץ אנשים אשר להם ניסיון מעשי בישום טורבינות בינוניות וגדולות; כמו כן, חברת החשמל ליוותה את כל הפרויקטים שקמו עד היום ובשלבם מסוימים אף ניסתה להיות יוזמת. המהלכים האחרונים ברשות החשמל ומנהל התכנון כנראה מבשרים את הרגע לפני פריצת הסכר. זהו רגע המבחן - האם נדע לשתף פעולה עם המדינה ולמנף את הניסיון שלנו והניסיון אשר נצבר בהסדרה הסולרית למשהו אופרטיבי או שנמשיך להיגרר אחר גחמה של מקבל החלטות כזה או אחר. עד עכשיו צוואר הבקבוק היה במינהל התכנון - ישנם סימנים כי ההסדרה של טורבינות קטנות קרוב לסיום. מהניסיון שלי אני יכול לומר שברגע שמביאים את מכלול הטיעונים, ואת כל הנתונים - אפשר לקבל אישורים. מטבע הדברים בטכנולוגיה חדשנית החסמים אף גדולים יותר ובארץ אין נוהל לחיבור ובדיקה של מתקנים ניסיוניים. כרגע חברת חשמל מהווה את אבן הנגף כי על אף שישנם אנשים אשר תפקידם לעסוק בנושא טרם גובשו נהלים מתאימים לחיבור של טורבינה קטנה/ בינונית לרשת על אף הפשטות של חיבור מערכות AC ו על אף שנצבר ניסיון רב

בנושא במיוחד בחח"י . ובמקרה של חברות מו"פ – יש סיטואציה אבסורדית בה חברה נדרשת לספק עמידה בתקינה לטורבינות שעוד לא ייוצרו - משמעות מצב זה הינו אי יכולת ביצוע מו"פ בארץ.

**עמיאל הרשאה:** אני יכול לומר בשם חברת החשמל כי הנושא בטיפול בימים אלו, כלומר - לא היה בטיפול בעצמה הניתנת לו היום לפני שנתיים-שלוש.

**אלי קליאצ'קין:** דעתי לסיכום :

א. צריך לקום גוף לאומי לריכוז נושא אנרגית הרוח אשר לדעתי מיקומו הטבעי הינו במשרד התשתיות, ולהיות מאויש על ידי בעלי מקצוע עם רקורד טכני ואדמיניסטרטיבי, אשר ללא ספק חייב להיות נטול כל תלות בבעלי אינטרס כאלו או אחרים .

ב. מטרות הגוף צריכות להיות :

1. הסרת חסמים לא מוצדקים.

2. ריכוז ומתן כלים ומידע על מדידות רוח. כפי שכולנו יודעים, יש נתונים שהופקו בכספי משלם המיסים ואינם זמינים באמתלות שונות ומשונות הם מוגדרים כסודיים. בנוסף, קידום פעילות מיפוי רוח לאומית (אטלס רוח) כפי שנעשה בכל העולם (אפילו על ידי כל שכנותינו) בשיתוף עם גופים מקצועיים בינ"ל (הפעילות האחרונה שנעשתה בכיוון הייתה על ידי דר' אלכסנדר מנס ז"ל ב-1979).

3. מתן מענה לוועדות ומינהל התכנון – כאשר לוועדה אין כלים לתת היתרים לפרויקטים בינוניים או קטנים, ומיותר לציין שהמצב חמור בפרויקטים גדולים. צריך שיהיה גוף אובייקטיבי שייתן חוות דעת מקצועית – ויוכל ליעץ לגבי משמעויות אופרטיביות: מהי טורבינה, ומה עשויה להיות השפעתה הסביבתית. בנוסף אני לא חושב שיש אדם בחדר זה החושב כי המכסה אשר פורסמה לטורבינות הגדולות משקפת ולו מחצית מהפוטנציאל האמיתי.

4. קידום פרויקטים: לפני מספר שנים פעל במשרד התשתיות ד"ר משה הירש שזה היה תפקידו – ואז באמת הקימו 20 טורבינות בחמש שנים; ומאז הפסקת פעילותו ועד היום הותקנו לכל היותר 3 טורבינות קטנות / בינוניות. אין צורך להרחיב מה המשמעות של העדר "גוף מקדם". כיום פרויקטים לא קמים בכלל או גוועים מהחסמים הביורוקרטיים ובכך לא תורמים לא למשק העבודה ולא למשק האנרגיה.

בסופו של דבר מדובר על צוות מצומצם - מספר בודד של בעלי מקצוע אשר עבודתו יכולה ליצור מאות מקומות עבודה חדשים ולשפר באופן משמעותי ובזמן קצר יחסית את יכולת הפקת החשמל במדינתנו, וזאת בלי להזכיר את התרומה הסביבתית.

**אברהם ארביב:** לנושא הפוטנציאל – אלי בן-דב העלה במצגת שלו שאלה רצינית – האם יש אפליה לרעה של אנרגיית הרוח לעומת אנרגיית השמש בתעריפי ההזנה? קודם כל, לא רצוי שנייצר מאבק בין שני התחומים. שנית, מי שקובע כמה משלמים על אנרגיה חשמלית היא רשות החשמל; היא קובעת מהו מחיר החשמל לחברת החשמל, וגם מהם תעריפי ההזנה לטכנולוגיות האנרגיה השונות. התעריפים הללו אינם נקבעים באופן שרירותי, אלא אמורים להיות תעריפים נורמטיביים, הכוללים בתוכם את עלות הייצור האמיתית ועוד רווח סביר ליצרן. היות שמדינת ישראל רוצה לעודד כניסה של אנרגיה מתחדשת, היא חייבת לתת תעריפים מועדפים לטכנולוגיות סולאריות. התעריף שנקבע לאנרגיית רוח הוא לכל הדעות טוב, ומספיק כדי לקיים פרויקט רוח רווחי באתרים טובים.

בעבר נסינו לאמוד את הפוטנציאל אנרגיית רוח בארץ וערכנו סקר; התקבל פוטנציאל של 600 מגה-ואט מותקנים, באתרים שבהם מהירות הרוח הממוצעת 7 מטרים לשנייה לפחות. מה שאלי בן-דב טוען, די בצדק, הוא שאילו תעריף ההזנה לאנרגיית הרוח היה דומה לתעריפים לאנרגיית השמש, אפשר היה לנצל אתרים שבהם מהירות הרוח הממוצעת 6 מטרים לשנייה ואף פחות, מה שהיה מגדיל את הפוטנציאל בצורה ניכרת. המשמעות היא תעריף המותנה במהירות הרוח. תעריף מדורג כזה הוא בר ביצוע, אם כי לא ידוע לי שזה קיים בעולם. אולי כדאי לחשוב על זה, על אף שאני מניח שתהיה בעייתיות מסוימת עם זיוף מדידות וכו'. אבל הבעיה העיקרית כיום אינה בתעריף, אלא הרבה קודם. יש מקום רב לשיפור תהליכים ביורוקרטים הקשורים לקרקע. אנו רואים את האנרגיה הסולארית תקועה בדיוק באותה ביורוקרטיה.

**רפי רייש:** יש בעיה כאשר מציגים את העולם כמקום פנטסטי שבו הכל אפשרי, אבל חשוב לזכור: כאשר אנו יושבים להסביר ליצרנים ולצרכנים שיש רגולציה – חשוב להסביר מה משמעותה ולמה צריך אותה. כל אחד רוצה שביתו יתוכנן כמו שצריך ולא יסבול מרעש או פגיעה נופית אבל אין לו בעיה שיפגעו אחרים. תפקיד הרגולציה הוא לשמור על האינטרס הכולל. בכל הנוגע לאנרגיה מתחדשת, עשינו עבודת הכנה משמעותית, וישבנו עם מקבילינו בעולם כדי להבין איך הגיעו להסדרה. באנגליה, למשל, סומכים על וועדות מקומיות שיטפלו בכל טורבינה (כולל חוות טורבינות) עד 45 מגהוואט. מה שקורה בפועל, בניגוד למה שניתן לחשוב, הוא שממוצע הזמן באנגליה לקבלת היתרי בניה למבנים הוא לא יותר מ-10 שבועות, ואילו קבלת היתר בניה לטורבינה לוקח שלוש שנים. זוהי הפרופורציה: למרות ההקלות ברגולציה - מעל 50% מההיתרים מסורבים.

מה זה אומר? שיש מורכבות גבוהה, שיש רגישויות אשר חלקן נובעות מההיבטים המרחביים וחלקן מההיבטים ההנדסיים אשר משקפים את השונות הגדולה בין הטורבינות ובין המרחבים השונים להתקנה ביחס לאותן הטורבינות. יכול להיות שהמפתח המרכזי לפתרון העיכובים הוא בשתי"פ בין הגופים המקצועיים האמונים על הנושא, ולהגיע לדיאלוג על מנת להגיע ליישור קו שבו כולם ידברו אותה השפה. בישראל, כמו במדינות המפותחות האחרות בעולם, היה תהליך של שימוע מקדמי לקידום הרגולציה. זו כפי הנראה הדרך הנכונה על מנת להגיע להבנות, כאשר שני הצדדים פתוחים לביקורת ושינוי. עדיין, צריך לזכור, באירופה - חלק ניכר מהבקשות להיתר מסורבות. בשנתיים האחרונות הייתה קפיצה גדולה בהקמה של טורבינות ברחבי העולם ואתה גם

התייחסותה של הרגולציה לנושא. בדנמרק, למשל, אין טורבינה שקמה ללא תכנית. הייתה תקופה שבה חשבו בדנמרק לאשר כל תכנית ובקשה, אבל עכשיו הם האטו ונוהרים מזה מאוד. אנחנו מנסים להגיע להסדרה הכי טובה שאפשר הלוקחת בחשבון את לקחי העבר מהעולם. ההליך ביחס לטורבינות הגדולות (וחוות גדולות) כבר קיים, ולא ישתנה ככל הנראה, והן יתחייבו להגיע למועצה הארצית. ככלל, אישור תכניות או היתרים לטורבינות רוח, יצטרכו להתבסס על איזון בין נושאים רבים - ציפורים, רעש, קונסטרוקציה, מרחב, ולשם כך חייבים רגולציה. עוד שיקול שאינו שייך רק להצבה של הטורבינות הינו השינוע לאתר: טורבינה בעלת להב באורך של 50 מטר שצריך להגיע מהנמל לאתר – זהו פרויקט תחבורתי לא פשוט בכלל, ולא תמיד אפשרי. יש פה הרבה מאוד נושאים ורבים ומדובר על הסדרה מאוד מורכבת, שיש בה מספר מרכיבים שמומלץ לטפל בהם:

1. וודאות: האם יש מקומות טובים יותר מאחרים? האם יש מקומות שבהם אפשר לאשר בפועל טורבינות קטנות? האם מומלץ חווה של הרבה טורבינות בינוניות לעומת כמה גדולות? האם יש העדפה ופוטנציאל מבחינת ייצור דווקא לטכנולוגיה אחרת?

2. מה המסלול הרצוי/אפשרי לאישור: האם נדרשת תכנית? האם ברמה המחוזית, הארצית או בסמכות מקומית? אנו רוצים לאפשר אישור של חלק מהטורבינות ברמה המקומית – ככל הנראה קטנות ובינוניות (באזורי תעסוקה). אולם חשוב לתאם ציפיות- בכל מקרה ובכל מקום בעולם נדרש הליך לכל טורבינה.

מה נדרש ומה קיימנו עד כה ?

קיימנו שימוע ציבורי, קיבלנו הערות מכל הגורמים: ממשלה, ארגונים, יצרנים, והערות אלו הוטמעו בתוך המסמך, ויש לנו הערות מול קונפליקטים שצריך להסדיר (בשאיפה לעשות זאת בהסכמה). אנו מנסים להגיע לאיזון, ומקווים להגיע למועצה הארצית בעת הקרובה עם הסדרה העונה לכל הסוגיות.

חוק התכנון והבניה החדש המקודם בימים אלו בכנסת, מסדיר את כל מסלולי הרישוי והבניה. החוק אינו מוריד את רמת הרגולציה, אבל הוא יביא אותנו מהמקום ה-134 העולמי ברמת הבירוקרטיה (לפי מדד "עושים עסקים" של הבנק העולמי) אל אזור ה-40, בהליך הבוחן את התהליך הכולל - מהרגע שבו אתה רוצה לרכוש קרקע ועד שאתה יכול לאכלס מבנה – כולל טאבו, מנהל, רשות מקומית, רישוי עסקים וכו'.

תחת חוק התכנון והבניה החדש, כאמור, היתרי בניה לא ייקחו יותר מ-90 יום. על מנת לקדם וליישם את החוק אנחנו משתפים פעולה עם כולם, הן מבחינת מידע להיתר והן מבחינת האישורים הנדרשים שייעשו באופן אחוד לעניין טורבינות; צה"ל למשל, ימסור מידע on-line. מרגע שיעבור החוק, הליך הרישוי יהיה המהיר ביותר האפשרי. ואנו צופים כי אישור של פרויקט טורבינת רוח לא ייקח יותר מ-90 יום (שלב ההיתר) ובכך אנחנו לא רואים כל הבדל בין הקמה של טורבינה לבין הקמה של מגדל בן 100 קומות.

מבחינת החסמים אל מול גורמים בעלי אינטרס ציבורי רחב, כמו רטי"ג, חל"ט, צה"ל, רת"א ואחרים, יכול לסייע מאוד ולקדם את האינטרס המשותף אם תצליחו לארגן גוף שנוכל לעבוד מולו, ולא נקבל חוות דעת שונות. זה מקובל בהרבה תחומים, בבניה ירוקה למשל – ישנה המועצה הלאומית לבניה ירוקה, אשר בה יושבים כל בעלי העניין ביחד. זה מודל מתאים בעיני.

ברפורמה נכון להיום עדיין לא ניתן לאפשר היתרי בניה בסמכות מקומית, ואנו בוחנים אפשרויות. מאחר ויש נושאים בעייתיים סביבתיים ובטיחותיים – אני מניח שההסדרה התכנונית בסופו של דבר תהיה גמישה ותאפשר שיקול דעת נרחב. מן הסתם יהיו מקומות שבהם יאמרו אוטומטית – אסור. עבור שאר המקומות יידרשו תסקירים והמטרה היא שהיזם, בבואו לבקש מימון בנקאי, ידע מראש מהו התסקיר שיידרש והיקפו. אנו רוצים להגדיל את הוודאות כמה שיותר וכמה שיותר מוקדם. ככל שהדרישות יגיעו בשלב מוקדם יותר של התכנון- יוכל היזם לדעת מראש שאם הוא מעוניין להקים טורבינה דווקא באזור של נדידת ציפורים, יהיה עליו להחליט לבדו אם לקחת סיכון לאור הצורך בתסקיר שעשוי להטיל עליו מגבלות וחובות רבות מאוד.

אילוץ נוסף אשר כבר צוין קודם הוא של צה"ל, שאומר לנו בהרבה מקרים שיש בעיה עם טורבינות במקומות מסוימים. אם לא תעשה עבודה מקדימה אשר תכלול גם מיפוי החסמים והמגבלות, אתם יכולים להגיע למצב שאחרי עבודה והשקעה של שנים יגידו לכם – לא!

**אלי בן דב:** בפרויקט בהר הגלבוע היינו צריכים לחבר כביש עפר לכביש ששייך למועצה על מנת להעביר את הטורבינה למיקום המיועד. הוועדה המקומית דרשה שנגיע למועצה הארצית כדי לאשר את חיבור הכביש למיקום הטורבינה וזה לקח חצי שנה. אני חושש שגם עם החוק החדש לא יהיה שינוי. חבל שלא התייעצו עם המומחים בארץ במקום עם מומחים מחו"ל.

**גד הראלי:** אחת הסיבות המרכזיות להקמה של האגודה הישראלית הייתה לייצר ישות שאינה בעלת אינטרס כזה או אחר, למעט קידום נושא אנרגית הרוח בארץ. אין לנו אינטרס שיש לרשות כלשהי או ליזם. כל הרעיון הוא לקדם את הנושא.

למרות שנאמר קודם שהתעריף אינו מהווה חסם – אני בטוח שאילו היה תעריף גבוה יותר, היינו רואים תנועה גדולה יותר של יזמים לתחום. אולי כדי לגרום לדברים לקרות צריך לתת תנופה חזקה יותר להתחלה.

יש אספקטים רבים לנושא וצריך לתת על כולם את הדעת. עלינו להשתמש בידע שקיים בעולם, ולא להמציא הכל מחדש. אני ייצרתי קשר עם גורמים בינלאומיים כדי לקבל עזרה – מנהל טוב נמדד ביכולתו לקחת מומחים טובים.

**גרשון גרוסמן:** חשוב שיהיו באגודה כזו גם חברים שאינם יצרנים או יזמים (כלומר: בעלי עניין). בוועדות תקינה של מכון התקנים, למשל, מקובל לשלב נציגי ציבור (כגון אנשי מקצוע מן האקדמיה) כדי להביא לידי ביטוי את האינטרס הציבורי.

**מקסים ראקוב:** קל מאוד להאשים את הביורוקרטיה – זה פתרון לכל דבר אבל הייתי רוצה להעלות מספר נקודות:

כל תעשיית הרוח והאנרגיה המתחדשת בכלל מבוססות על סובסידיה – בלי פקידים ובירוקרטיה זה לא היה קיים כלל. צריך לדעת לקדם דברים גם מול הבירוקרטיה, ואנחנו רואים שלמרות כל הבעיות יש יזמים שהצליחו להקים טורבינה ניסיונית ואפילו לחבר אותה לחברת חשמל, אז כנראה שזה בכל זאת אפשרי. כשאני ביקשתי מחברת החשמל רשימת נושאים נדרשים לטיפול, הצלחתי להיפגש עם האדם המתאים בחברת החשמל ולקבל, אחרי ישיבה של שעה וחצי, את האישורים הנדרשים. אנחנו מצליחים להעביר מסרים אחד לשני אבל מה שמפריע – מצב שבו רשויות המדינה לא תמיד מדברות אחת עם השנייה. אם רשות החשמל הייתה מכניסה את משרד הפנים לתוך הדיונים והשיקולים מההתחלה אולי הכל היה נראה אחרת. אני בטוח שאם היו משלבים את משרד הפנים בדיונים על התקן מההתחלה ולא במפגש האחרון לא היינו נתקלים בחומה בסוף התהליך.

אני מקווה שייווצר דיאלוג עם גורמים רלוונטיים בממשלה, ובינם לבין עצמם.

בכל מקרה, צריך למפות את הבעיות האמיתיות ולהביא לכך שהתהליכים יקרו בזמן סביר.

מאגר לאומי של מומחים נראה לי כמו מטרה לא ישימה. לא נחזיק עוד פקידים על מנת שיהיו בלתי תלויים ויתנו ייעוץ. כל פעילות בתחום כלשהו זקוקה ליועצים בלתי תלויים, ונקבעו מנגנונים לקבלת ייעוץ אובייקטיבי. לשם כך יש אקדמיה, וניתן לפנות אליה. כמו בשאר הנושאים, גם בתחום הזה יש מידע באינטרנט – וצריך לדעת לסנן. יש ניירות לבנים מרחבי העולם שאם ידוע מי כתב אותם זה אמין מספיק. יש גם וועדות בחו"ל וגם משם ניתן להוציא מידע. הבעיה בעיני זה לא ריבוי אינטרסים אלא ריבוי "יועצים" ו"מומחים" לא מקצועיים שגורמים נזק. בעיה זו קיימת בכלל בתחום האנרגיה המתחדשת שהיא תחום חדש, אך בולטת בתחום הרוח בשל מיעוט גורמים מקצועיים בארץ.

במכון התקנים וועדות התקינה מורכבות גם מבעלי עניין כלכלי וזה ברור לכולם כי צריך להיות רצון לקדם דברים. כדי לפתור בעיית ניגוד עניינים, לוקחים מספר גורמים בעלי אינטרסים שונים כדי שיהיה איזון, וב-95% התוצאה אמינה וניתן להסתמך עליה. בתחום הרוח יש גם השפעה מכרעת לתקינה בינלאומית.

אני, כיצרן בתעשייה הישראלית, קורא לעודד תעשייה ישראלית. בתחום הרוח, בניגוד לאנרגיה השמש אשר בה הפאנלים מיובאים מחו"ל, יש קידום של תעשייה מסורתית בארץ – להבים וברזלים - לפחות בטורבינות הקטנות – אנו מעסיקים קבלני משנה ישראלים ואנו מפרנסים אותם. גם בטורבינות הגדולות עדיין נדרשות קונסטרוקציות והרבה כוח אדם נדרש מסביב לזה. יש פה יתרון לתעשייה מקומית וגם זה בעיני חשוב מאוד. הכוונה הן לשוק המקומי והן לייצוא, אך גם לייצוא נדרש שוק מקומי מוצלח כקנה מידה לבחינת היצרן הישראלי. חלק מעידוד יכול להיות במנגנוני מיסוי ישיר על מנת שלא לחרוג מכללי WTO.

הצלחת אנרגיית רוח בישראל דורשת כללי משחק ברורים המאפשרים תכנון לטווח בינוני וארוך על ידי היזם, שכן פרויקט רוח דורש זמן. חשיבות מיפוי משאבי רוח רבה מאד, ופרסום נתונים נדרש בדחיפות, שכן מדובר בחסם המונע התקדמות הפרוייקט בגלל מיקומו בתחילת טור המהלכים לקידום כל פרויקט. בעיה נוספת היא גיבוש מתכונת להעמדת שטחי המינהל לטובת

מיזמי רוח בשלבים ראשונים של אי וודאות, שכן מתכונת קיימת היא בעלת תמריצים שליליים לזים.

**אבי זעירא:** המציאות היא קשה ואנו סובלים מרמת מודעות נמוכה. בהשוואה בין דנמרק לישראל – אמנם האוכלוסייה דומה אבל את השטח אין להשוות וגם הרוח שלנו פחות יעילה. התעריפים הקיימים הם טובים באזורים בעלי רוח טובה. אם רוצים להרחיב לאזורים בעלי רוח בינונית, התעריף איננו מספיק. גורמי התכנון בארץ חזקים, ומצאי הקרקעות מועט. לכולם יש אינטרסים חזקים ומוצדקים ואי אפשר להתעלם מהם. בידיעה של כל הקשיים ומתוך הבנה שלא נפתור את כולם מחר בבוקר – אני אשמח אם לפחות תהיה התקדמות. אם תהיה תכנית מתאר אשר תכלול בתוכה את נתוני הרוח, את זמינות הקרקע, את ייעודי הקרקע וכו'. אם ימצא גורם שיעלה את מכלול התקנות על מפה, כולל נתוני רוח בחתכים הנדרשים, כולל רעש וכד', תגדל הוודאות וזים יוכל לרוץ קדימה עם תכנית, כך שלא כל אחד יצטרך לרוץ ולעשות הכל בעצמו. למשל, אני חושב שצריך להיות סקר ציפורים ארצי. אין צורך שכל אחד בנפרד ילקט את המידע.

**יוסף ואן צווארן:** כאשר הפקידות עובדת יחד זה דבר נפלא, אבל לצערי זה לא תמיד קורה. אנחנו הורגים את עתיד ההתפתחות הכלכלית של ישראל בתחום הרוח, אשר בתחזיות העולמיות צופים שתהיה מקור אנרגיה מרכזי ב-30 השנים הבאות ותגדל במהירות הגדולה ביותר, ואנחנו משאירים את ישראל מחוץ למשחק. לא יתכן שנמצא במצב שלא התחלנו אפילו לאחד כוחות כדי לקדם את נושא האנרגיה. כל אחד דואג לעצמו. חייבים להקים וועדה חוצת משרדי ממשלה, ולהטיל עליהם מטרה כך שבשנת 2020 יהיו לנו 800 מגה וואט, עם יעדים שנתיים אשר ייבחנו מדי שנה, ואם לא נעמוד בהם – יידרשו לתת הסבר. חייבים לזכור כי הפקידות משרתת את העם ולא להיפך, ואני כועס כאשר דברים מתרחשים הפוך. למעשה כל גורם פקידות רוצה שהזים ישרת אותו, ולא שהפקידות נותנת שירות לזים. יש להקים תשתית כדי שנוכל להתקדם ולעבוד – מיפוי אתרים ומיפוי רוח, אשר חייב להיעשות בארץ ולא בחו"ל. חייבים לתת לנו מידע לגבי מיקום וכו', ולא לטרטר את הזמים. בנוסף, חשוב לדון בנושא אנרגית רוח בתוך הים. אם פורשים עכשיו תשתית לגז מלב הים אל חופי המדינה – למה לא פורשים תשתית לחשמל במקביל?

קיים סקר ציפורים שנעשה עבור חיל האוויר – מדוע לא לוקחים את הסקר הזה כדי להשתמש בו לנושא רוח? הממשלה צריכה להכין את הקרקע ליוזמות ולא להיפך. תעשייה מקומית היא הזדמנות אדירה לישראל. זה יכול להיות תחום לגידול אבל אם הורגים את השוק המקומי אתה הורג את כל היוזמות. אני מברך את יוזמת האגודה, וחושב שצריך לקדם אינטרס ברמה הלאומית אבל אותו הדבר לגבי הפקידות. חברת חשמל היא שחקן מרכזי – אבל היא גורם שאינו משתתף בקידום אנרגיה מתחדשת וחשוב שהם יהיו במעגל.

**זאב לבינגר:** אני כנציג החברה להגנת הטבע מרגיש כאיש הרע, וזה חבל. באופן רשמי החברה להגנת הטבע היא בעד אנרגיה מתחדשת ובעד אנרגית רוח, אבל במדינה חכמה צריך לבדוק את כל השיקולים ולהקים את המתקנים במקום הנכון. ישראל היא אחת משני מקומות בעולם שבהם הצפיפות הגדולה ביותר של נדידת ציפורים בעולם. הנושא השני הוא שיתוף פעולה. יש חשיבות רבה לשיתוף פעולה בין הזמים ואני שמח לשמוע על האגודה שקמה ואשמח להיות חבר בה. לגבי הארגונים הירוקים – יש פרויקטים רבים בהם יזמים בוחרים שוב ושוב את אותם מקומות ואנו



צריכים לעשות שוב ושוב תסקירים על אותו האתר, וזה אבסורד. אנו עובדים עם המשרד להגנת הסביבה על בניית המלצות ומפה לגבי הצד האקולוגי. חשוב לי גם להגיד שקיים פתרון לנושא של התנגשויות עם ציפורים: שימוש במכ"ם ציפורים העובד בשטח ובודק תנועת ציפורים ביום וגם בלילה ביחד עם מנגנון המאפשר להפסיק את פעילות הטורבינה בזמן תנועת נדידה; הוא אמנם יקר (יחסית) אבל נותן מענה שמרצה אותנו. אם כמה יזמים היו עובדים יחד אני בטוח שניתן היה להוריד את העלויות עוד יותר. הציפורים אינן האויב הכי גדול של הפרויקטים הללו. באתי לכאן גם ללמוד וחשוב לי ללמוד דווקא על יעילות והספקים של טורבינות שונות, כי למרות שלמשרד הפנים לא אכפת העניין הזה – אני דווקא חושב שזה כן חשוב. אם יאמרו לי שבמקום מסוים יש יתרון גדול מבחינת ההספק –אולי אהיה מוכן לעשות ויתורים סביבתיים.

**עמיאל הרשאה:** אני חושב שיש חשיבות רבה להפוך את תהליך מתן אישורי התקנות למעשי כבר בשלב הראשון. מעבר לנתונים כלליים המתווים מדיניות מסוימת שיהיה צורך לתקן אחר כך, אני חושב שחשוב בשלב הראשון, על מנת להאיץ את התהליכים, ללמוד מאירופה. באירופה קיימים תקנים מפורטים מספיק כדי לבסס את בניית התהליכים של מתן אישור או אי מתן אישור. הגורם המאשר לא תמיד בטוח ששומע את כל הנתונים או שאולי עומד מולו רק צד אחד אינטרסנטי, ולכן כדאי לאמץ תקנים שכבר קיימים וידוע שהם מתאימים למטרות אלה.

שנית, לגבי חוות גדולות, אני לא רואה את חברת החשמל מקבלת חוות גדולות ללא תהליך של התעדה (certification). במדינות שונות בעולם ישנם גופים אשר נותנים הסמכה לחברות אשר נותנות את ההתעדה – זה משפיע על שיקולים החל מסוג הטורבינה ועד גודל הפרויקט ומיקומו, וכן מסדיר את נושא החיבור לרשת – וכל הדברים האלו הם פונקציה של הנתונים הללו. משרד הפנים יבין שצריך להיות גוף שלישי שייתן את האישור והתעדה – והאישור של הבנק המממן את הפרויקט אינו מספיק לצורך זה; ישנם היבטים רבים המכוסים בתקנים הבינלאומיים הקיימים שחשובים לא פחות. זה שיש צידוק כלכלי אינו מבטיח צידוק ברמות אחרות.

אני פונה למשרד הפנים: כאשר אתם מתכננים תהליך שעובר לוועדה מקומית – אני לא רואה למה זה מצדיק פגיעה באזרח הקטן. לוועדה המקומית אין אפשרות לבדוק הכל, ואם לא יהיו תקנים ברורים התהליך יהיה בעייתי.

בעניין הטורבינות הקטנות, קראתי נייר לבן של האגודה הבריטית. מתייחסים שם לטורבינות קטנות שניתן להציב על גגות. הם מציינים שיש הרבה טורבולנציה בגובה ובתנאים הללו - זה גרם לשברים ולנפילה של חלקי טורבינה על ראשיהם של האנשים. בעקבות זה נכתב הנייר הלבן. כאשר המדינה איננה מתערבת, המתקנים עובדים ישירות מול הצרכנים. חייבים להתנות את הסובסידיה כך שאם היצרן רוצה לייצר חשמל, המדינה תתמוך בו אבל בתנאי שיוכיח יכולת מענה גם לאספקט הבטיחותי. צריך ליצור מצב שבו קיימת מצד אחת הכוונה של הרשויות ומצד שני לא נגיע למצב שגורם אחד מעכב ביצוע ללא סיבה. חייב להיות תהליך הוגן.

לגבי היערכות חברת החשמל – זה נושא בטיפול בשנים האחרונות. הנושא לא היה שכיח בעבר אבל היום אנו רואים חשיבה על ניהול הרשת מול אנרגיות מתחדשות – זה נמצא בטיפול וזה יוסדר בקרוב. אנחנו מסתכלים על רמה של הטמעה של תקנים והנחיות מפורטות שכבר ניתנו

ואותם אנחנו בוחנים ומשווים. אנחנו מסתכלים על מה שכבר נעשה בחו"ל, על מנת ללמוד מהלקחים שלהם.

**אביב רוזן:** יש נושאים אשר לדעתי ניתן לקדם באופן מיידי. רפי רייש תיאר את התהליך, בו כתושבי המדינה אנחנו רוצים רגולציה. אני חושב שאולי צריך לקדם בהליך מזורז שני פרויקטים של חוות רוח שעובדות. מפרויקטים כאלו היינו לומדים המון. צריך לקדם אותם בלי לחכות לאידיאל – אני מדבר על פרויקטים של 20 מגהוואט אשר אותם נקדם בהליך מזורז. אחר כך נהיה יותר חכמים. זה דורש כמובן שיתוף פעולה בין חברת החשמל ומשרד הפנים – כולל תעריפים נוחים.

שנית – יש לקדם מכרז בנושא סקר רוחות, אשר יגדיל את המודעות. אנשים יוכלו להיכנס ולראות את התוצאות. המכרז נעצר כי השרות המטאורולוגי אמר שהוא יכול לעשות את זה. זה עבורו פרויקט ראשון מסוגו. אני חושב שסקר כזה צריך להיות מבוצע על ידי גוף בעל ניסיון – זה אחרת מאשר גוף לומד. השרות המטאורולוגי יוכל להמשיך משם – אבל אני ממליץ שתתנו קודם למומחה להגדיר את הבסיס. זה ייקח שנים לבצע את זה בכוחות עצמנו.

**אבנר פורשפן:** ראיתי עבודות שבוצעו עבור מצרים ולבנון, וקראתי את הדוחות. נושא הרוח הוא נושא מטאורולוגי לחלוטין והשרות המטאורולוגי עובר עכשיו מהפכה, כולל ייעוד של כוח אדם למחקר יישומי בתחום הזה. הסקר הזה צריך להיעשות על ידי הגוף הלאומי ולא על ידי חברה חיצונית. זה הייעוד שלנו, אנחנו מוכנים גם ללמוד, מוכנים לקבל ייעוץ מחברות בינלאומיות, ואנו שמחים ללמוד מכל אחד, אבל איני חושב שעבודה שתבוצע על ידי חברה פרטית – בהכרח תהיה יותר איכותית. אין לי ספק שהם יעמדו בתנאי המכרז – אבל מה תהיה איכות המידע?

המכרז שהוכן ע"י משרד האנרגיה והמים למעשה מועתק ממכרז של הבנק העולמי – ובו נכתב כי במרבית הארצות המתפתחות חסר ידע ומידע. המידע לא מעובד ולא קיים. זה לא המצב בישראל.

**אביב רוזן:** יש פה עקשנות ישראלית – מרגישים שיודעים הכול יותר טוב מכולם, וחבל. אתם יכולים ללמוד מהגדולים ביותר.

**אבנר פורשפן:** אתם מניחים שהתהליך ייקח לנו חמש שנים ולא שנה או שנה וחצי. בניגוד למה שיכולתי לומר לפני חצי שנה או שנה – כרגע יש שינוי מהותי בשרות המטאורולוגי. זה מאפשר לייעד כוח האדם לנושא זה.

**אביב רוזן:** יש חברות בעלות שם עולמי שמומחיות באנרגית רוח. זו אינה המומחיות שלכם. במקום להיכנס לתהליך לימוד, בואו ניתן לאנשים הללו להגיע תוך שנה לנקודה שממנה תוכלו לשפר. אתם רוצים ללמוד הכול מהתחלה.

**פנחס אלפרט:** כבר לפני 25 שנה הגדרנו מודל מתמטי לחיזוי רוחות אשר לווה בסקר רוח ארצי. זה היה יותר טוב מכל הנתונים שניתן היה לקבל אז, למרות שהמודל היה דו מימדי. בעניין סקר הרוח אני חושב כי יש לשלב שלושה גורמים לפחות – ולעשות שימוש בשלוש שיטות שונות. אני

לא מכיר את הדיון לגבי הסקר אשר מתקיים מול השירות המטאורולוגי, אבל לדעתי המקצועית הנכון הוא לשלב שלוש שיטות שונות, ולצדדי מעולם לא פנו אלי בנושא זה.

### **דוד סוחוי (הערות שנמסרו לאחר המפגש):**

להלן מספר נקודות נוספות אותן אני רוצה להביא בפני הפרורם:

1. בכל הנושא הרגולטיבי - לא צריך להמציא את הגלגל מחדש במדינת ישראל. באירופה מתגלגלות אלפי טורבינות. יש לאמץ תקנים והנחיות קיימות ולא להגיע למצב בו ביטלו מכרז לביצוע מפת רוח שאמורה הייתה להיות אצל גורמי השלטון והיזמים תוך שנה, מוצר אשר היה אמור להיות מבוצע על ידי חברה מחו"ל עם ניסיון של עשרות שנים, ובמקום זאת נתנו לשירות המטאורולוגי להתמודד בנושא. אין לשירות את הידע, אין לו ניסיון, משך הביצוע יהיה ארוך משמעותית והכול על חשבון קידום ביצוע חוות רוח נוספות בארץ. מיותר וטיפשי.

2. לכל פרויקט החל מגודל מסוים כפי שיוחלט (אני חושב מעל 20 או 30 מגהוואט) צריך להעמיד פרויקטור אישי מטעם רשות החשמל/משרד המים והאנרגיה שמלווה את הפרויקט. הפרויקטור ילווה את היזמים, יפתח דלתות ויהיה "מנדנד לפרויקט". הדבר יקדם את ההליכה בתוך המבוך האין סופי של הרגולציה.

3. לדרוש ממשרד הביטחון וחיל האוויר, על פי 6-7 אזורי רוח שקיימים בארץ להקמת חוות רוח - לעשות עבודת מטה דחופה ולתת הנחיות מקדימות לגבי גבהים של הטורבינות. האזורים לדעתי הם: רמת הגולן, רמת סירין, גליל עליון, גלבע, קו הרכס בין שכס לחברון, ערד, מצפה רמון ואולי עוד אזור אחד או שניים.

4. רשות החשמל: כיום יש הסדרה לשני תעריפים. חברות שיגיעו לשלב הפעלת טורבינות רוח עד שנת 2014 יקבלו 0.53 ₪ לקילוואט וההתקנות לאחר התאריך שנקבע (שנת 2014) ירד ל-0.49 ₪ לקילוואט. יש לשקול לבצע את שני התעריפים לפי מכסות: הראשונים שיגיעו ל-350 מגהוואט מתוך 800 מגהוואט על פי ההסדרה יקבלו את התעריף הגבוה והשאר יקבלו את התעריף הנמוך. יש הגיון בזה כי אני מניח שעלות ההתקנה לחוות אשר יבוצעו בעוד מספר שנים תהיה (על פי ניסיון העבר) נמוכה מזו של טורבינות אשר יותקנו בשנים הקרובות. לפי המצב כיום התעריף הגבוה יהיה תקף עד 2014. על פי המצב של התקדמות ההתקנות כיום בארץ אין סיכוי לדעתי שנגיע למיצוי התעריף הגבוה.

5. חברת החשמל (חח"י): מבחינת תכנון רשתות החשמל לטורבינות, המצב כיום הוא שהיזם מתחיל הליך תכנוני בוועדות התכנון השונות, מעדכן בתוכניות שלו את תוואי חברת החשמל, וכך המערכת עובדת בטור. היות ואזורי הרוח ידועים, חח"י צריכה לדעתי תוך שנה לנסות להגיש תכניות אב לתוואי מטעמה לנקודה מרכזית באזורי הרוח שאליהם היזם יתחבר. כאשר יגיע היזם הוא יתאים את תכניות האב לתוכניות שלו ויגיש שינוי לתוואי, אם נחוץ.

6. מינהל מקרקעי ישראל: המינהל צריך לדבר בקול אחד. אין הרבה מה להוסיף - המצב לא הגיוני.

7. צריך לאחד ולהקים איגוד וועד בנושא הרוח כפי שמקובל באירופה כדי שייצג את כל העוסקים בנושא הרוח מול הרגולטור / הממשלה/חח"י/גורמי התכנון - בקול אחד. התקצוב צריך לבוא מתקציב רשות החשמל כי צריך לתת לגוף זה להיות עצמאי. בעולם התקצוב לאיגודי רוח חלקו ממשלתי, חלקו של החברות, והוא פועל בכל המישורים גם כנציג החברות, גם כיוזם אשר מבצע מחקרים ולימודים בנושא, וגם כיוזם מחקרים. התקצוב יהיה ממשלתי והוא יהיה כדוגמת התקציב אשר ניתן לרשות שהיא לא משרד ממשלתי – לדוגמא: רשות שמורות הטבע. צריך לתת לגוף הנ"ל להשתתף בגופי התכנון בדעה מייעצת ובעלת זכות הצבעה. תמיד צריך לזכור שמדובר בפרויקט בהיקף כספי גדול: אם תמומש כל המכסה של 800 מגהוואט, לפי אומדן ביצוע של 1,200,000 אירו למגהוואט - סה"כ מדובר על הוצאה כספית מעל מיליארד אירו של פרויקטים במשך כ- 10 שנים. הגוף הזה יעזור לדוגמא לטפל מול צה"ל ומשרד הביטחון בנושא הגבהים, יעזור בהתוויות של מדיניות כוללת מול רשות הטבע בנושא ציפורים וכו'.

לסיכום: כל ההחלטות האלה וביצועם לא יהיו שווים את הנייר שנוציא באם לא תהיה נכונות לקדם את הנושא, לתת תשובות ע"י כל הגופים תוך פרקי זמן נתונים ומוקצבים, ולעבוד שונה מכפי שמתנהלת העבודה כיום. בהרגשה סובייקטיבית שלי לא נראה כי יש נכונות של כל הגורמים המחליטים לבצע את המשימה, כל אחד מתחפר בתוך הארגון או מוסד השלטון שלו וחווה רוח לא מוקמות במדינת ישראל.

## פרק 5: סיכום והמלצות

לאנרגית הרוח פוטנציאל משמעותי מבחינת משק האנרגיה של ישראל, ויתרונות רבים הקשורים בהפחתת זיהום, שימושי קרקע כפולים ודרישה לשטח מועט יחסית לאנרגיות מתחדשות אחרות. משתתפי הפורום תמימי דעים באשר לצורך ברגולציה ומשמעותה במסגרת מימוש פוטנציאל הרוח בישראל. הגופים המופקדים על כך מטעם הממשלה, ובראשם מנהל התכנון במשרד הפנים, רואים את תפקידם בשמירה על אינטרס הכלל תוך השגת איזון עם צרכי היזמים. ואולם, היזמים מצדם מתלוננים על ביורוקרטיה קשה ברשויות השונות המפריעה לקידום הנושא.

המפתח לפתרון העיכובים, לדעת רבים, הוא הקמה של גופים בהם משתתפים יחד כל בעלי העניין, שיעבדו מול הרשויות ויגיעו עמן לדיאלוג. בכל מדינות אירופה קיים תהליך דומה של שימוע, וכך בתחומים שונים גם בישראל – למשל בוועדות התקינה של בניה ירוקה. זו כפי הנראה הדרך הנכונה על מנת להגיע להבנות, כאשר שני הצדדים פתוחים לביקורת ושינוי. לא פחות חשוב הוא דיאלוג בין רשויות הממשלה המעורבות בנושא - בינן לבין עצמן.

בעיה אחרת הקיימת ושעליה מתריעים היזמים היא המחסור בנתוני רוח. היה מרכז מטעם המדינה לביצוע סקר רוחות והוא נעצר, כי השירות המטאורולוגי קבל על עצמו לעשות זאת, למרות שזה עבורו פרויקט ראשון מסוגו. יש הטוענים כי סקר כזה צריך להיות מבוצע על ידי גוף בעל ניסיון, לפחות בהתחלה - לשם הגדרת הבסיס, והשירות המטאורולוגי יוכל ללמוד ולהמשיך משם. מנגד טוען השירות המטאורולוגי כי הסקר צריך להיעשות על ידי הגוף הלאומי ולא על ידי חברה חיצונית, וכי שינויים שהוכנסו לאחרונה באופן עבודת השירות מכשירים אותו לכך. טענה נוספת של חלק מן היזמים היא שנתוני רוח קיימים אצל גורמים מסוימים בישראל, למשל בחברת החשמל, אשר מסיבות שונות אינם מעמידים אותם לרשות הכלל.

### המלצות:

1. בנושא הרגולציה - ראוי לאמץ תקנים הקיימים והנחיות הקיימות בעולם, שאין צורך להמציאם מחדש בישראל. באירופה לבדה קיים ניסיון של שנים רבות המבוסס על אלפי טורבינות. (לדברי משרד הפנים - התקנים הישראלים מאמצים בדיוק את הרגולציה האירופאית בנושא כבר היום).
2. רשויות התכנון השונות המעורבות בתהליך ההסדרה צריכות, במאמץ משותף, להכין עבור היזמים מפת דרכים המפרטת את התהליך כולו. זאת כדי לצמצם את אי הוודאות וכדי שידע היזם עם מה הוא צריך להתמודד עוד לפני שהחל הפרויקט. כך גם יוכל לפעול ביתר קלות בבואו לבקש הסדר מימון בנקאי.
3. קיימת הצעה להקים מרכז מידע והסברה בלתי תלוי עם צוות מומחים נטולי אינטרסים, יש מקום כמובן להיעזר במומחים בעלי ניסיון מחו"ל. מרכז זה ירכז מידע כגון אטלס רוחות, סימון קרקעות, תקנים לציוד, רישוי לציוד, הדרכות ומקצוענות בהתקנות והפעלה שוטפת, רישוי והסמכה למתקינים, מודעות ציבורית, בריאות ובטיחות, רעש, פעילות מכ"מ לתיאום מקסימלי עם תחבורה אווירית, חקירה ואפיון של קניון ונדידות

ציפורים, מיפוי, תעריפים ועוד. מנגד יש המתנגדים להצעה זו וטוענים כי זהו תפקידם של משרדי הממשלה, וכי מומחים הן בארץ והן בחו"ל ישתלבו בתהליכים באופן טבעי בלא הקמת גוף מלאכותי.

4. מומלץ להקים איגוד חברות בנושא הרוח כפי שמקובל באירופה, כדי שידבר מול הרגולטור בקול אחד. גוף זה צריך להיות עצמאי, ויפעל לאיגום מאמצים. הוא ייצג את החברות ויעזור בהתוויות של מדיניות כוללת מול צה"ל, רשויות הטבע וכו'. יש מקום שישתתף בגופי התכנון בדעה מייעצת. חשוב שיהיו באגודה כזו גם נציגי ציבור שאינם יצרנים או יזמים (כגון אנשי מקצוע מן האקדמיה) כדי להביא לידי ביטוי את האינטרס הציבורי.

5. מומלץ כי לכל פרויקט החל מגודל מסוים (עשרות מגהוואטים, כפי שיוחלט) יועמד מלווה אישי מטעם הרשויות (אולי מטעם משרד האנרגיה) אשר ילווה את היזמים, יפתח דלתות ויקדם את ההליכה בתוך מבוך הרגולציה.

6. יש להגדיר "אזורי רוח" המתאימים בארץ להקמת חוות רוח. ההגדרה יכולה להיעשות ע"י משרד האנרגיה, או ע"י גוף מקצועי אחר והיא צריכה לשקלל נתוני רוח, זמינות קרקע, מחירי חשמל, רגישות סביבתית וכד'. לאחר שהוגדרו אזורי הרוח, יש לבצע לגביהם עבודת מטה במוסדות הרלבנטיים: במשרד הביטחון וחיל האוויר - למתן הנחיות מקדימות לגבי גבהים של טורבינות; וכן ברשות הטבע והגנים (ציפורים), בחברת החשמל (זמינות רשת), ברשות התכנון (נוף, מגורים, רעש...) וגורמים נוספים.

7. חברת החשמל צריכה, מבחינת תכנון רשתות החשמל לטורבינות, להגיש תכניות אב לתוואי מטעמה לנקודה מרכזית באזורי הרוח (הידועים) שאליהם היזם יתחבר. כאשר יגיע היזם הוא יתאים את תכניות האב לתכניות שלו ויגיש שינוי לתוואי, אם נחוץ.

8. סקר רוחות צריך להתבצע בדחיפות מחד ובאיכות גבוהה מאידך. רצוי שהשירות המטאורולוגי יעזר בשירותי חברה חיצונית המתמחה בנושא אנרגיית הרוח כדי לקדם את הסקר במהירות ובאיכות המרביים.

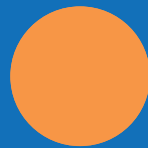
9. מינהל מקרקעי ישראל צריך לגבש מתכונת חדשה להעמדת שטחים לטובת פרויקטים של אנרגיית רוח, המתאימה למהות הפרוייקטים ובמיוחד לחוסר וודאות מטאורולוגית בשלבים הראשונים של כל פרויקט.

## נספח 1 – תכנית פורום אנרגיה : ניצול אנרגית הרוח בישראל

<b>פתיחה</b>	<b>:13:10-13:00</b>
פרופ' אביב רוזן, הטכניון – הפקולטה לאווירונאוטיקה	<b>:13:20-13:10</b>
אנרגיית הרוח בעולם - המצב בסוף 2010	
ד"ר אלי בן-דב, מנהל, אפקון א.ב. אנרגית רוח בע"מ	<b>:13:30-13:20</b>
פוטנציאל הרוח בישראל וקשיים הכרוכים במימוש הפוטנציאל	
פרופ' פנחס אלפרט, אוניברסיטת ת"א	<b>:13:40-13:30</b>
Meteorological modeling of wind energy in Israel	
מר אבי זעירא, רוחות הגולן	<b>:13:50-13:40</b>
תפוקה רב שנתית של טורבינת הרוח בהר בני צפת/ מדידות רוח על גבי תורן 60 מ' בהר בני צפת	
מר יפתח ספקטור, מנכ"ל – כוכב הרוחות	<b>: 14:00-13:50</b>
התפלגויות של אנרגיית רוח בשכבת הגבול, ומשמעויות מבצעיות	
מר אבנר פורשפן, השירות המטאורולוגי	<b>:14:10-14:00</b>
הנגשת נתוני הרוח לכלל הציבור ופרויקט מיפוי פוטנציאל אנרגית הרוח בישראל בשיתוף משרד התשתיות הלאומיות	
מר גד הראלי, האגודה הישראלית לאנרגית הרוח (ע.ר.)	<b>:14:20-14:10</b>
קידום ענף אנרגית הרוח בישראל ופעילות האגודה	
ד"ר מרים ופרי לבאון, The Levon Group LLC ( מוצג ע"י אופירה אילון)	<b>:14:30-14:20</b>
Environmental Impacts of wind energy production	
מר דוד סוחוי, איגוד חברות אנרגיה מתחדשת בישראל	<b>:14:40-14:30</b>
כיווני התפתחות של משק האנרגיה בנושא טורבינות וחוות רוח	
<b>הפסקה</b>	<b>:15:00-14:40</b>
דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות הבאות :	<b>:17:00-15:50</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• מה יכולה וצריכה ממשלת ישראל לעשות כדי לקדם את ניצול אנרגית הרוח בישראל?</li> <li>• מהו הפוטנציאל לניצול אנרגית הרוח בישראל?</li> <li>• מה ניתן ללמוד וליישם מניסיוןן של מדינות בסדר גודל של ישראל (למשל דנמרק) על ניצול אנרגית הרוח?</li> <li>• כיצד ניתן להתמודד עם האופי המשתנה של אנרגית הרוח לצורך חיבור לרשת החשמל ואספקה אמינה?</li> </ul>	
<b>סיום</b>	<b>17:00</b>

**12/007**





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](http://www.neaman.org.il)