

# הערכת עלות תועלת משימוש באנרגיה מתחדשת בישראל עד 2030



## הכדאיות הכלכלית של חוק האנרגיה המתחדשת

נכתב על ידי:

ד"ר עמית מור

מר שמעון סרוסי

חברת אקו אנרג'י

אקו אנרג'י מ.ס. (2001) בע"מ  
יעוץ כלכלי אסטרטגי

בית אקרשטיין, רח' מדינת היהודים 103, ת"ד 4079, הרצליה פיתוח 46140

טל' 09-9579331, פקס' 09-9564255, [www.ecoenergy.co.il](http://www.ecoenergy.co.il), [e-energy@ecoenergy.co.il](mailto:e-energy@ecoenergy.co.il)

ארגון גרינפיס סניפים-תיכון ישראל  
ארגון בינלאומי לאיכות הסביבה

ת.ד. 14423 ת"א 61143 טל': 03-5614014 פקס: 03-5614015 [www.greenpeace.org.il](http://www.greenpeace.org.il) [nilig@greenpeace.org](mailto:nilig@greenpeace.org)

## הערכת עלות תועלת משימוש באנרגיה

### מתחדשת בישראל, 2008-2030\*

דו"ח זה הוכן לקראת הנחתו של חוק אנרגיה מתחדשת על שולחן הכנסת ה-17. עם פיזור של הכנסת הקודמת והיבחרה של הכנסת ה-18 הוגש החוק מחדש. דו"ח זה זוכה עתה לחשיפה ראשונה לקראת ההצבעה הקרובה בוועדת השרים לחקיקה ובכנסת

#### תוכן העניינים

- א. תמצית מנהלים.....3
- ב. יעדים ליצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בישראל.....5
- ג. תחזית יצור חשמל בישראל עד 2030.....8
- ד. אומדן עודף התועלת משימוש באנרגיות מתחדשות בישראל.....9

#### נספח 1:

- הנחות בסיס לתחשיב עלות תועלת.....13

## הערכת עלות תועלת משימוש באנרגיה מתחדשת בישראל, 2008-2030

### א. תמצית מנהלים

הצעת חוק אנרגיה מתחדשת, אשר יזם וניסח ארגון גרינפיס, לפיה ייקבע יעד לאומי רב שנתי למכסה מזערית ליצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשת הונחה על שולחן הכנסת. ארגון גרינפיס ביקש מאקו אנרגיי לבצע הערכת עלות - תועלת למשק הישראלי מיישום יעדים מסוג זה לשנים 2008-2030.

אנו מציעים לקראת הדיון בהצעת החוק לבחון 3 תרחישים ליעדים למכסת יצור החשמל מאנרגיה מתחדשת:

**תרחיש סביר** לפיו ייקבעו יעד לאומי רב שנתי בר מימוש ליצור חשמל מאנרגיה מתחדשת עד ל-20% בשנת 2030. יעד זה מבוסס על מערך התמריצים והרגולציה החדשה שפורסמה לאחרונה. השגת יעד זה מחייבת התגייסות לאומית ומתן עדיפות ותמריצים גבוהים והקצאת קרקעות ליצור חשמל מאנרגיה מתחדשת.

**תרחיש אופטימי** לפיו ייקבעו יעד לאומי רב שנתי גבוה יותר עד ל-25% בשנת 2030. השגת יעד זה מחייבת התגייסות לאומית ומתן עדיפות ותמריצים גבוהים עוד יותר מאשר בתרחיש הסביר ליצור חשמל מאנרגיה מתחדשת.

**תרחיש פסימי** לפיו ייקבעו יעד לאומי רב שנתי נמוך יותר עד ל-15% בשנת 2030. גם השגת יעד זה תדרוש מעורבות ממשלתית ומתן תמריצים, אך תרחיש זה הינו בעל סבירות גבוהה להגיע למימוש גם בהעדר תמיכה ועידוד ממשלתי נמרצים.

אנו ממליצים לבסס את הצעת החוק על התרחיש הסביר. אנו סבורים כי הצבת יעדים ריאליים וברי השגה המבוססים על התעריפים והרגולציה שנקבעה לאחרונה על ידי משרד התשתיות הלאומיות ורשות החשמל, וכן הקצאה רב שנתית של קרקעות להקמת תחנות כוח סולאריות וחוות רוח תביא למימוש היעד שנקבע.

**עודף התועלת למשק הישראלי משימוש באנרגיה מתחדשת, אם ימומשו היעדים של התרחיש הסביר עד שנת 2030 נאמד על ידנו בכ- 2.5 עד 2.9 מיליארד דולר בערך נוכחי<sup>1</sup>.**

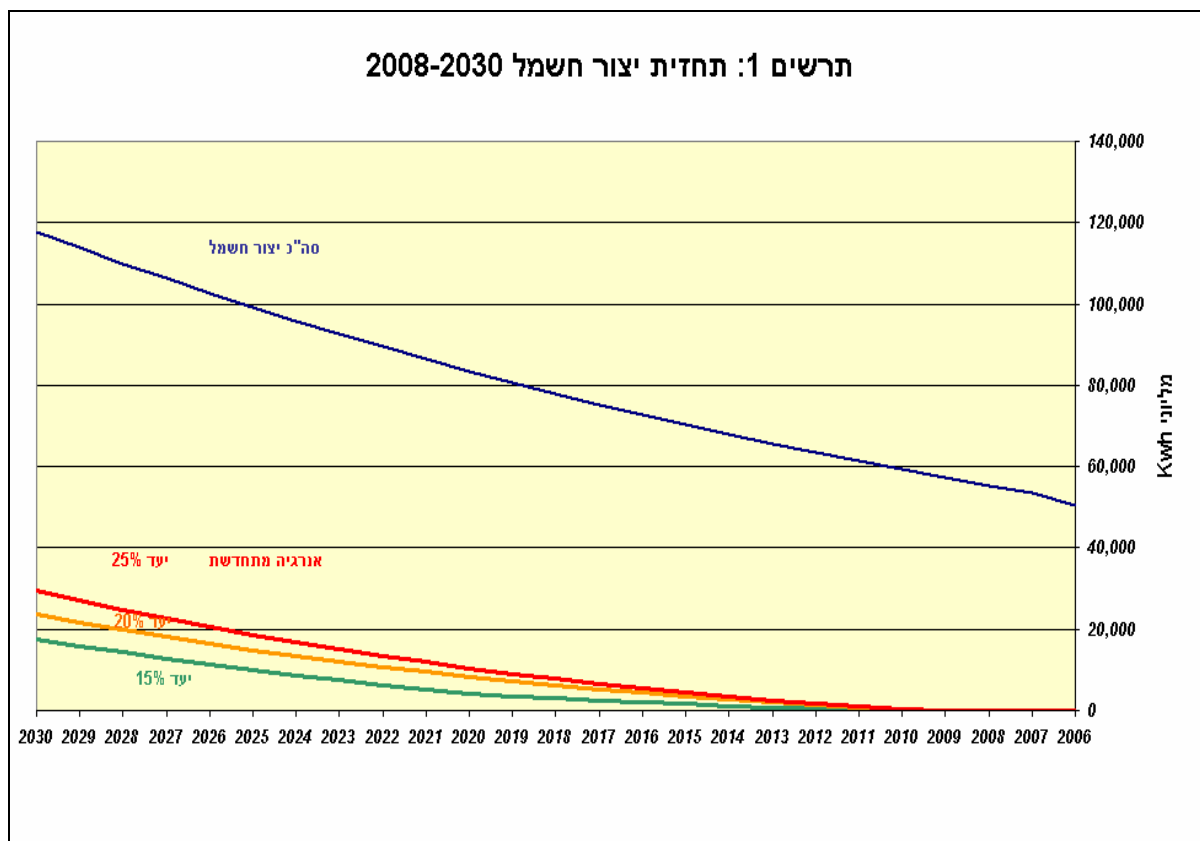
**מימוש היעדים של התרחיש האופטימי תוסף לעודף התועלת 0.6-0.7 מיליארד דולר בערך נוכחי. השגת יעדי התרחיש הפסימי תגרע מעודף התועלת 0.5-0.6 מיליארד דולר.**

פרוט התועלות, העלויות ועודף התועלת מוצגים בלוח 1 להלן:

<sup>1</sup> התחשיב במחירים קבועים מבוסס על שער חליפין של 4 ₪ לדולר. לפיכך ניתן להמיר ערכים דולריים לערכים בשי"ח על ידי הכפלתם ב-4.

לוח 1:			
עודף תועלת מניצול אנרגיה מתחדשת בישראל, 2007 - 2030			
מליוני דולרים, ערכים מהווים ב- 7% לשנה			
תרחיש פסימי יעד 15%	תרחיש סביר יעד 20%	תרחיש אופטימי יעד 25%	
			<b>סך יצור החשמל בישראל במליארדי קוט"ש</b>
			2007
			2030 (תחזית)
			שיעור צמיחה שנתי ממוצע
			<b>יעד אנרגיה מתחדשת</b>
			2010 (תחזית)
			2020 (תחזית)
			2030 (תחזית)
			<b>יצור חשמל מאנרגיה מתחדשת במליארדי קוט"ש</b>
			2007
			2030 (תחזית)
<b>תועלות ישירות</b>			
			עלויות סביבתיות שנמנעו
			20\$ לטון CO2
			30\$ לטון CO2
			יצבות מחירי אנרגיה
			עלויות הולכה וחלוקה שנמנעו
			עלויות דלק שנמנעו
			<b>סה"כ תועלות ישירות</b>
			20\$ לטון CO2
			30\$ לטון CO2
<b>תועלות עקיפות</b>			
			מכפיל הכנסה
			דמי אבטלה שנמנעו
			<b>סה"כ תועלות עקיפות</b>
			<b>סה"כ תועלות</b>
			20\$ לטון CO2
			30\$ לטון CO2
			<b>עלויות</b>
			<b>עלויות יצור נוספות</b>
			<b>עודף תועלת</b>
			20\$ לטון CO2
			30\$ לטון CO2
<b>מליוני דולרים, ערכים מהווים ב- 5% לשנה</b>			
			<b>עודף תועלת</b>
			20\$ לטון CO2
			30\$ לטון CO2

תרשים 1 להלן מציג את תחזית ייצור החשמל בישראל בשנים 2008-2030 ותרחישי תרומת האנרגיות המתחדשות לסך ייצור החשמל בישראל בהתאם לתרחישי היעדים השונים.



**ב. יעדים ליצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בישראל**

החלטת ממשלה בישראל מחייבת ייצור של 2% חשמל ממקורות מתחדשים בשנת 2007 ו-5% בשנת 2016, בפועל ייצור החשמל ב-2007 עמד על 0.1%. לאחרונה קבעה הממשלה יעד של 10% חשמל נקי עד שנת 2020.

האיחוד האירופי הנחה את מדינות האיחוד להפיק 20% מהחשמל ממקורות מתחדשים עד 2020 ובית הנבחרים בארה"ב מקדם חוק לפיו 15% מן החשמל בארה"ב ייוצר ממקורות מתחדשים עד 2020.

ארגון גרינפיס יוזם הצעת חוק אנרגיה מתחדשת, התשס"ט – 2009, לפיה ייקבע יעד לאומי רב שנתי למכסה מזערית ליצור חשמל ממקורות אנרגיה מתחדשת כמפורט להלן: 1% עד שנת 2010, 2% עד שנת 2013 ותוספת של 1% בכל שנה מ-2013 ואילך במצטבר עד 10% בשנת 2020 ו-20% עד 2030. הארגון ביקש מאקו אנרג'י לבצע הערכת עלות - תועלת למשק הישראלי מיישום היעדים שנקבעו בהצעת החוק.

בפתח הדברים נציין כי אנו סבורים כי יהיה קשה מאד לעמוד ביעדים שנקבעו בהצעה הנ"ל באשר לשנים הקרובות עד 2013 ללא ביצוע מזורז מיידי ויעיל במיוחד.

המשרד לתשתיות לאומיות פרסם לאחרונה מכרזים בינלאומיים בשיטת ה-BOT באתר אשלים בנגב, לייצור חשמל סולרי תרמי בהיקף 250 מגו"ט עד 2012 ועוד כ-15 עד 30 מגו"ט חשמל סולרי פוטו וולטאי מרוכז באותו אתר. כמו כן נקבעה מכסה ליצור חשמל פוטו וולטאי מבוזר על גגות בתים בהיקף של 50 מגו"ט נוספים. התפתחות זו רחוקה עדיין מן היעדים שנקבעו בהחלטת הממשלה או בהצעת חוק אנרגיה מתחדשת.

אנו מציעים לקראת הדיון בהצעת החוק לבחון 3 תרחישים ליעדים למכסת יצור החשמל מאנרגיה מתחדשת:

**תרחיש סביר** לפיו ייקבעו יעדים ריאליים ברי מימוש ליצור חשמל מאנרגיה מתחדשת החל מ-0.1% היום (2009) עד 5% בשנת 2015 ומשנה זו ואילך תוספת של 1% לשנה עד ל-10% בשנת 2020 ועד ל-20% בשנת 2030. יעדים אלה מבוססים על מערך התעריפים והרגולציה הקיימת לרבות זו שפורסמה לאחרונה על ידי הרשות לשירותים ציבוריים – חשמל ומשרד התשתיות הלאומיות, הקשורה ליצור חשמל סולרי תרמי ופוטו וולטאי.

**תרחיש אופטימי** לפיו ייקבעו יעדים גבוהים יותר, החל מ-0.1% היום (2009) עד 5% בשנת 2014 ומשנה זו ואילך תוספת של 1.25% לשנה עד ל-12.5% בשנת 2020 ועד ל-25% בשנת 2030. נציין כי השגת יעדים אלה מחייבת התגייסות לאומית ומתן עדיפות ותמריצים גבוהים עוד יותר מאשר בתרחיש הסביר ליצור חשמל מאנרגיה מתחדשת.

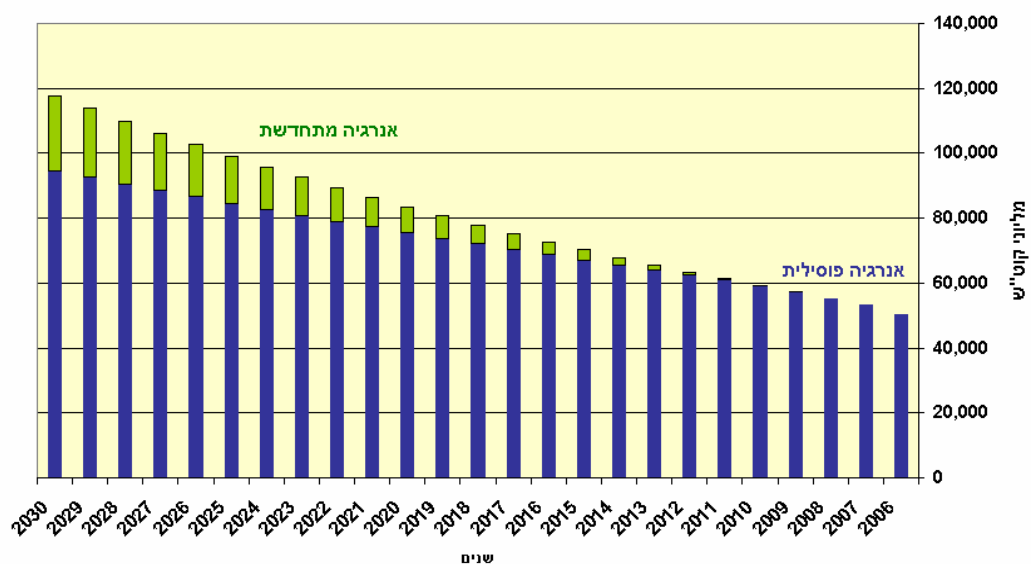
**תרחיש פסימי** לפיו ייקבעו יעדים נמוכים יותר, החל מ-0.1% היום (2009) עד 2.5% בשנת 2015 ומשנה זו ואילך תוספת של 0.75% לשנה עד ל-6.25% בשנת 2020 ועד ל-15% בשנת 2030. גם השגת יעד זה תדרוש מעורבות ממשלתית ומתן תמריצים אך ידרוש הקצאת קרקעות נמוכה יותר מאשר בתרחיש הסביר.

אנו ממליצים לבסס את הצעת החוק על התרחיש הסביר. אנו סבורים כי הצבת יעדים ריאליים וברי השגה ומתן כלים תקציביים ורגולטוריים למשרדי הממשלה ולמערכות המופקדות על ישום החוק חיוניים למימוש היעדים.

תרשימים 2 ו-3 להלן מציגים את תחזיות אקו אנרג'י למקורות אנרגיה פוסילית ומתחדשת לייצור חשמל בישראל בשנים 2008-2030 בתרחיש הסביר.

**תרשים 2: תחזית סל תשומות אנרגיה ליצור חשמל בישראל, 2007 - 2030**

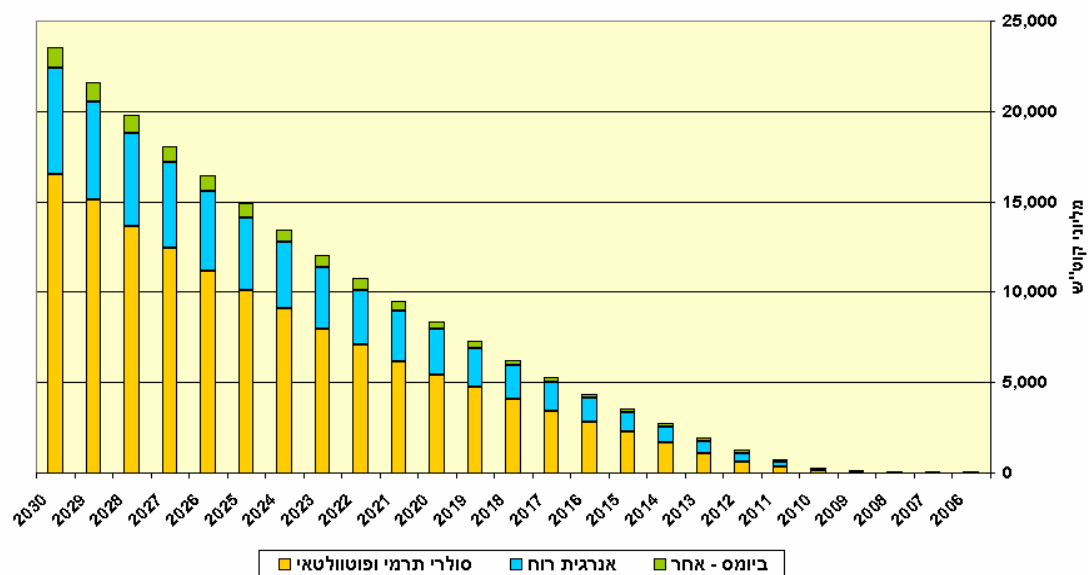
יעד אנרגיה מתחדשת - 20% עד 2030



המקור: תחזית אקו אנרג'י, יולי 2008

**תרשים 3: תחזית אנרגיה מתחדשת ליצור חשמל 2007 - 2030**

יעד אנרגיה מתחדשת - 20% עד 2030



המקור: תחזית אקו אנרג'י, יולי 2008

## ג. תחזית ייצור חשמל בישראל עד 2030

לצורך הערכת עלות תועלת משימוש באנרגיה מתחדשת ליצור חשמל בישראל הנחנו קצב גידול / צמיחה רב שנתי ממוצע של 3.5% לשנה בביקוש לחשמל בישראל. יודגש כי תרחיש צמיחה זה מניח יישום מדיניות אגרסיבית של שימור אנרגיה בקצב של אחוז לשנה (כ- 25% תוך 20 שנה). יצויין כי בהחלט יתכן כי שיעור הגידול הממוצע בביקוש לחשמל יהיה גבוה יותר וזאת, בין היתר, מהסיבות הבאות<sup>2</sup>:

(1) ביקוש גבוה לחשמל לצורך התפלת מים, כנגזר מהתוכנית הלאומית להקמת מתקני התפלה בהיקף של 700 מיליון מ"ק עד שנת 2020 (נדרשים כ- 4 קוט"ש חשמל להתפלת מ"ק מים). תוכנית ההתפלה תביא להכפלת משקל צריכת האנרגיה של סקטור המים בישראל מכלל צריכת האנרגיה (כ- 6% בשנת 2007);

(2) מימוש תוכנית החדרה אינטנסיבית של רכב חשמלי לישראל, אשר ע"פ אומדן זהיר ידרוש הקמתן של תחנות כוח בהספק מותקן של כ- 1,500 מגהוואט (בעומס ממוצע של כ- 70% מהזמן) שידרשו להסבת כמחצית מכלי הרכב הקל בישראל לחשמל;

(3) שינויים אקלימיים בשל התחממות כדור הארץ שיגרמו לעליה בטמפרטורה הממוצעת ולשימוש מוגבר במזגנים.

על פי הערכה זו ייצור החשמל בישראל יגדל מ- 53 מיליארד קוט"ש בשנת 2007 עד 59 מיליארד קוט"ש בשנת 2010, 83 מיליארד קוט"ש בשנת 2020 וכ- 118 מיליארד קוט"ש בשנת 2030.

מתחזית זו, גזרנו בהתאם ליעדים שנקבעו ולפי הערכות העדכניות של אקו אנרג'י את כמות יצור החשמל שיידרש מאנרגיה מתחדשת וכן את התפלגות היצור מאנרגיה סולרית תרמית ופוטו ולטאית, מאנרגית רוח ומביומאסה ומקורות אחרים, במיליוני קוט"ש ובמגוון מותקן.

התחזית בתרחיש הסביר לוקחת בחשבון שיפורים טכנולוגיים וירידת עלויות של תחנות הכוח ליצור חשמל מאנרגיה מתחדשת, שיביאו לעליית הניצולת השנתית בהיקף של אחוז אחד לשנה עד שנת 2020 ושל שני אחוזים לשנה בשנים 2020-2030. עליית ניצולת זו מבוססת על הנחה של הבשלת הטכנולוגיות לאגירת חום בתחנות הכוח הסולאריות תרמיות (דוגמת טכנולוגית molted salt) וכן הבשלתן של טכנולוגיות פוטו וולטאיות מרוכזות. לגבי טורבינות הרוח התחזית מניחה התייעלות של אחוז אחד לשנה לאורך כל התקופה.

<sup>2</sup> בהסתייגות קלה ניתן לציין ירידה בביקוש לחשמל במהלך חודשי החורף האחרונים ב-2009 אשר עולה בקנה אחד עם מגמה עולמית של ירידה בביקוש לחשמל עקב המשבר הכלכלי. (נילי גרוסמן)



תמצית כמות יצור החשמל והתפלגות המקורות המתחדשים, מוצגים בלוח 2 להלן:

לוח 2: תחזית יצור חשמל 2007 - 2030										
יעד אנרגיה מתחדשת - 20% עד 2030										
תרחיש סביר										
אחר		אנרגית רוח		סולרי תרמי ופוטוולטאי		אנרגיה מתחדשת			יצור חשמל	
מיליוני Kwh	מוטקן MGW	מיליוני Kwh	מוטקן MGW	מיליוני Kwh	מוטקן MGW	מיליוני Kwh	מוטקן MGW	אחוזים	מיליוני Kwh	
<b>בפועל</b>										
4	34	5	16	0	0	10	50	0.1%	50,372	2008
4	35	6	18	0	0	11	53	0.1%	53,394	2007
<b>תחזית</b>										
7	58	9	25	0	0	16	83	0.2%	55,263	2008
8	60	16	47	20	36	44	143	0.3%	57,197	2009
10	80	33	98	66	118	109	296	0.5%	59,199	2010
18	141	374	1,090	1,135	2,285	1,527	3,516	5.0%	70,310	2015
53	418	859	2,505	2,623	5,428	3,535	8,351	10.0%	83,506	2020
94	744	1,377	4,017	4,842	10,116	6,314	14,877	15.0%	99,179	2025
149	1,178	2,019	5,890	7,894	16,491	10,062	23,559	20.0%	117,794	2030
<b>יעד אנרגיה מתחדשת - 25% עד 2030</b>										
תרחיש אופטימי										
66	522	1,074	3,131	3,278	6,785	4,418	10,438	12.5%	83,506	2020
187	1,472	2,524	7,362	9,868	20,614	12,578	29,448	25.0%	117,794	2030
<b>יעד אנרגיה מתחדשת - 15% עד 2030</b>										
תרחיש פסימי										
26	209	429	1,253	1,311	2,714	1,767	4,175	5.0%	83,506	2020
112	883	1,514	4,417	5,921	12,368	7,547	17,669	15.0%	117,794	2030

המקור: אומדני אקו אנרג'י, יולי 2008.

יודגש כי בהתאם לתחזית זו מימוש היעדים בתרחיש הסביר יחייב הקמה של תחנות כוח בטכנולוגיות של אנרגיה מתחדשת בהיקף עצום של יותר מ- 10,000 מגו"ט עד שנת 2030, מרביתם תחנות כוח סולריות, כ- 7,900 מגו"ט, וזאת יחסית לנושר יצור מותקן כולל של חברת החשמל בשנת 2008 העומד על 11,000 מגו"ט.

יצויין כי אם יתאפשר בעתיד לייבא חשמל ממדינות האזור לישראל, הרי כדי לעמוד ביעדי ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות מתוך סך ייצור החשמל המקומי, כמות החשמל ממקורות מתחדשים שתיוצר בישראל וכנושר ייצור תחנות הכוח הנדרשות יוכלו להצטמצם בהתאם לשיעור יבוא החשמל מסך צריכת החשמל בישראל<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> תוכנית האב למשק האנרגיה (2004) ממליצה על יבוא חשמל בהיקף שלא יעלה על 15% מסך הצריכה.

#### ד. אומדן עודף התועלת משימוש באנרגיות מתחדשות בישראל

עודף התועלת למשק הישראלי משימוש באנרגיה מתחדשת, אם ימומשו היעדים המוצעים עד שנת 2030 נאמד על ידנו בתרחיש הסביר בכ- 2.5 עד 2.9 מיליארד דולר בערך נוכחי מהוון בשיעור 7% בשנה (162 עד 191 מליון דולר בממוצע לשנה)<sup>4</sup>.

עודף התועלת למשק מגיע ל- 3.4 עד 3.9 מיליארד דולר בערך נוכחי מהוון בשיעור 5% בשנה (238 עד 271 מליון דולר בממוצע לשנה).

ככל שמימוש היעד הרב שנתי לשימוש באנרגיה מתחדשת יהיה גבוה יותר, עודף התועלת למשק יגדל בשיעור עולה. מימוש היעדים של התרחיש האופטימי תוסין לעודף התועלת 0.8-1.0 מיליארד דולר בערך נוכחי. השגת יעדי התרחיש הפסימי תגרע מעודף התועלת 0.6-0.8 מיליארד דולר.

פרוט התועלות, העלויות ועודף התועלת בתרחיש הסביר מוצגים בלוח 3 להלן:

---

<sup>4</sup> התחשיב במחירים קבועים מבוסס על שער חליפין של 4 ₪ לדולר. לפיכך ניתן להמיר ערכים דולריים לערכים בשי"ח על ידי הכפלתם ב-4.

פרוט התועלות, העלויות ועודף התועלת בתרחיש הסביר מוצגים בלוח 3 להלן:

<b>לוח 3:</b>			
<b>עודף תועלת מניצול אנרגיה מתחדשת בישראל, 2007 - 2030</b>			
<b>יעד אנרגיה מתחדשת - 20% עד 2030</b>			
מליוני דולרים, ערכים מהוונים ב- 7% לשנה			
<b>ערך ממוצע לשנה</b>	<b>ערך מצטבר NPV</b>		
<b>תועלות ישירות</b>			
58	658	20\$ לטון CO2	עלויות סביבתיות שנמנעו
88	987	30\$ לטון CO2	
9	126		יציבות מחירי אנרגיה
12	156		עלויות הולכה וחלוקה שנמנעו
244	3,292		עלויות דלק שנמנעו
<b>323</b>	<b>4,233</b>	20\$ לטון CO2	<b>סה"כ תועלות ישירות</b>
<b>353</b>	<b>4,562</b>	30\$ לטון CO2	
<b>תועלות עקיפות</b>			
309	3,478		מכפיל הכנסה
82	927		דמי אבטלה שנמנעו
<b>391</b>	<b>4,405</b>		<b>סה"כ תועלות עקיפות</b>
<b>714</b>	<b>8,638</b>	20\$ לטון CO2	<b>סה"כ תועלות</b>
<b>743</b>	<b>8,967</b>	30\$ לטון CO2	
<b>עלויות</b>			
<b>552</b>	<b>6,109</b>		<b>עלויות יצור נוספות</b>
<b>162</b>	<b>2,529</b>	20\$ לטון CO2	<b>עודף תועלת</b>
<b>191</b>	<b>2,859</b>	30\$ לטון CO2	
מליוני דולרים, ערכים מהוונים ב- 5% לשנה			
<b>238</b>	<b>3,412</b>	20\$ לטון CO2	<b>עודף תועלת</b>
<b>271</b>	<b>3,857</b>	30\$ לטון CO3	

פרוט התועלות, העלויות ועודף התועלת בתרחיש האופטימי מוצגים בלוח 4 להלן:

		<b>לוח 4:</b>	
		<b>עודף תועלת מניצול אנרגיה מתחדשת בישראל, 2007 - 2030</b>	
		<b>יעד אנרגיה מתחדשת - 25% עד 2030</b>	
		מליוני דולרים, ערכים מהוונים ב- 7% לשנה	
<b>ערך ממוצע לשנה</b>	<b>ערך מצטבר NPV</b>		
<b>תועלות ישירות</b>			
		עלויות סביבתיות שנמנעו	20\$ לטון CO2
73	822		
109	1,232		30\$ לטון CO2
12	158	יציבות מחירי אנרגיה	
14	195	עלויות הולכה וחלוקה שנמנעו	
305	4,108	עלויות דלק שנמנעו	
<b>404</b>	<b>5,282</b>	<b>סה"כ תועלות ישירות</b>	20\$ לטון CO2
<b>440</b>	<b>5,693</b>		30\$ לטון CO2
<b>תועלות עקיפות</b>			
		מכפיל הכנסה	
386	4,347	דמי אבטלה שנמנעו	
103	1,159		
<b>488</b>	<b>5,506</b>	<b>סה"כ תועלות עקיפות</b>	
<b>892</b>	<b>10,788</b>	<b>סה"כ תועלות</b>	20\$ לטון CO2
<b>928</b>	<b>11,199</b>		30\$ לטון CO2
<b>עלויות</b>			
		<b>עלויות יצור נוספות</b>	
<b>688</b>	<b>7,615</b>		
<b>עודף תועלת</b>			
			20\$ לטון CO2
<b>204</b>	<b>3,173</b>		
<b>240</b>	<b>3,584</b>		30\$ לטון CO2
מליוני דולרים, ערכים מהוונים ב- 5% לשנה			
		<b>עודף תועלת</b>	20\$ לטון CO2
<b>299</b>	<b>4,277</b>		
<b>340</b>	<b>4,833</b>		30\$ לטון CO3

פרוט התועלות, העלויות ועודף התועלת בתרחיש הפסימי מוצגים בלוח 5 להלן:

<b>לוח 5:</b>			
<b>עודף תועלת מניצול אנרגיה מתחדשת בישראל, 2007 - 2030</b>			
<b>יעד אנרגיה מתחדשת - 15% עד 2030</b>			
מליוני דולרים, ערכים מהוונים ב- 7% לשנה			
<b>ערך ממוצע לשנה</b>	<b>סה"כ NPV 7%</b>		
<b>תועלות ישירות</b>			
36	401	20\$ לטון CO2	עלויות סביבתיות שנמנעו
53	601	30\$ לטון CO2	
6	77		יציבות מחירי אנרגיה
7	95		עלויות הולכה וחלוקה שנמנעו
149	2,004		עלויות דלק שנמנעו
<b>197</b>	<b>2,577</b>	20\$ לטון CO2	<b>סה"כ תועלות ישירות</b>
<b>215</b>	<b>2,777</b>	30\$ לטון CO2	
<b>תועלות עקיפות</b>			
212	2,393		מכפיל הכנסה
57	638		דמי אבטלה שנמנעו
<b>269</b>	<b>3,032</b>		<b>סה"כ תועלות עקיפות</b>
<b>סה"כ תועלות</b>			
<b>466</b>	<b>5,609</b>	20\$ לטון CO2	
<b>484</b>	<b>5,809</b>	30\$ לטון CO2	
<b>עלויות</b>			
<b>324</b>	<b>3,585</b>		<b>עלויות יצור נוספות</b>
<b>עודף תועלת</b>			
<b>142</b>	<b>2,024</b>	20\$ לטון CO2	
<b>160</b>	<b>2,224</b>	30\$ לטון CO2	
מליוני דולרים, ערכים מהוונים ב- 5% לשנה			
<b>עודף תועלת</b>			
<b>196</b>	<b>2,760</b>	20\$ לטון CO2	
<b>216</b>	<b>3,035</b>	30\$ לטון CO3	

## נספח 1: הנחות בסיס לתחשיב עלות תועלת

להלן יובאו הנחות הבסיס לתחשיב התועלות והעלויות העיקריות:

### א. תועלות ישירות

#### א-1. עלויות סביבתיות שנמנעו

במודל זה, מונח, ששתי תחנות הכוח הפחמיות בחדרה ובאשקלון, עם הספק כולל של 4,840 MW יופעלו תמיד במלוא יכולתן. במהלך השנה האנרגיה המתחדשת תחליף למעשה יצור ביחידות גז טבעי. כפועל יוצא, האנרגיה המתחדשת תחסוך פליטת CO<sub>2</sub> הנובע מהגז הטבעי. תחשיב העלויות הנמנעות נעשה לפי תחשיב של 20 דולר ושל 30 דולר לטון CO<sub>2</sub>.

ההנחה כי אנרגיה ממקורות מתחדשים אינה מחליפה את הפחם שזיהומו גבוה יותר אך מחליפה גז טבעי שזיהומו נמוך יותר, הייתה משתנה אילו העלויות השוליות של יצור חשמל מגז טבעי היו נמוכות מאשר אלו של יצור חשמל מפחם. מצב זה יכול להתקיים אם יצור חשמל מפחם יתייקר בשל הפנמת מלוא העלויות הסביבתיות או באם הייתה תקנה מחייבת להגביל את שעות תפעול הפחם, ו/או אילו יחידות גז-בעירה שאינן של חברת החשמל, היו מקבלות "טיפול מועדף" בהרצת מערכת החשמל<sup>5</sup>.

#### א-2. יציבות מחירי אנרגיה ותועלת גיאו-אסטרטגית

האומדנים שלנו, המבוססים על נתונים של מינהל מידע האנרגיה של משרד האנרגיה האמריקאי (לגבי עלויות אחסון) ועל נתוני Dominion Energy (לגבי גידור העלויות), הם 0.11 דולר ל-MWh עלויות גידור למחירי גז טבעי ו- 1.81 דולר עלויות אחסון. אמדן זה מייצג גם את התועלת הגיאו-אסטרטגית לישראל הנובעת מהפחתת התלות ביבוא דלקים ממדינות אשר עלולות לשבש משיקולים גיאופוליטיים את הספקת הדלקים לישראל.

#### א-3. חסכון בעלויות הולכה וחלוקה (T&D)

לשם חישוב עלויות T&D שנמנעו, השתמשנו בדוחות הרבעוניים של חברת החשמל לישראל, 2007, הממיינת את מידע הדוחות הפיננסיים שלה לפי ייצור, הולכה או חלוקה. עבור תשעת החודשים שהסתיימו ב-30 בספטמבר 2007, 8.6% מכלל ההכנסות סווגו כהולכה ו-13.6% כחלוקה. אחוזים אלה הוכפלו במחיר הקמעוני ל-KWh, מחולק בשער החליפין של 4 ₪ ל-\$1 ארה"ב ומוכפל ב-1,000, כדי שנקבל את סך כל ההכנסות בדולר ל-MWh. הכנסות אלו בדולר ל-

<sup>5</sup> ראה אתר משרד התשתיות הלאומיות:

[http://www.mni.gov.il/heb/units/electricity\\_takanot\\_meshek.shtml](http://www.mni.gov.il/heb/units/electricity_takanot_meshek.shtml)

MWh עבור T&D הוכפלו בסך כל ה-MWh הסולריים הפוטו-ולטאיים כדי שנקבל את סך כל עלויות ה-T&D שנחסכו. למען הזהירות, חילקנו סכום זה ב-2.

#### **א-4. חסכון בעלויות דלק**

עלויות הדלק שנמנעו חושבו על בסיס ההנחה כי יצור חשמל מאנרגיות מתחדשות יחליף יצור חשמל באמצעות טורבינות גז מסוג מחזור משולב. עלות הגז הטבעי הנמנעת מבוססת על מחיר גז טבעי ממוצע לטווח הארוך של 7 דולר למיליון BTU (50 דולר ל-MWh).

#### **ב. תועלות עקיפות**

##### **ב-1. תרומת מכפיל הכנסה**

המודל משקף את ההתאמה לרמת השכר בדרום ישראל (הנגב) עבור תוספת כוח אדם שיידרש להקמת מערך אנרגיה מתחדשת בהתאם ליעדים שנקבעו בתוך מסגרת זמן נתונה<sup>6</sup>. הנחנו מכפיל מאד מתון של 1.5 וצמיחה של השכר הריאלי ב-2% בשנה.

##### **ב-2. דמי אבטלה שנמנעו**

הנחנו שפיצויי אבטלה שנמנעו הם 40% מהשכר השנתי הממוצע לאזור באר-שבע, לפי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

#### **ג. עלויות**

##### **ג-1. עלויות ייצור נוספות**

לשם חישוב עלויות ייצור נוספות, הנחנו כי הפרמיה לחשמל נקי מאנרגית רוח, ביומאסה ואחר, וכן תעריף החשמל שקבעה רשות החשמל לחשמל ממקור סולרי בניכוי תעריף הייצור הממוצע בשעות גבע ושיא המאושר לחברת החשמל, מהווה אומדן לעלויות הייצור הנוספות של חשמל ממקורות מתחדשים. עלויות אלה נפרסו על בסיס שנתי משנת 2008 עד 2030 בניכוי 1%-2% לשנה בגין התייעלות בייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים ועליית עלות ייצור החשמל הפוסילי בישראל.

להלן התעריפים<sup>7</sup> ששמשו בסיס לתחשיב:

תעריף לחשמל ממקור סולרי תרמי מרוכז – 0.876 ₪ לקוט"ש.

<sup>6</sup> תעסוקה ישירה חושבה לפי ממוצע של 5 משרות לבניה והתקנה ו-0.5 משרה לתחזוקה ותפעול של 1 MW מותקן לאנרגיה תרמו סולארית; לפי ממוצע של 7 משרות לבניה והתקנה ו-1 משרות לתחזוקה ותפעול של 1 MW מותקן לאנרגיה פוטו ולטאית; ולפי ממוצע של 5 משרות לבניה והתקנה ו-0.5 משרות לתחזוקה ותפעול של 1 MW מותקן לאנרגית רוח, ביומאסה ואחר.

<sup>7</sup> עדכון תעריפי חשמל בתוקף מ-9 ביולי 2008, הרשות לשירותים ציבוריים חשמל. ראה [www.pua.gov.il](http://www.pua.gov.il).

תעריף לחשמל ממקור פוטו ולטאי מבוזר – 2.01 ₪ לקוט"ש.  
מתעריפים אלו נוכח כאמור תעריף רכיב יצור ממוצע בשעות גבע ושיא – 0.4487 ₪ לקוט"ש.  
פרמיה לחשמל נקי ממקורות מתחדשים אחרים (רוח, ביומאסה ואחר) – 0.083 ₪ לקוט"ש.  
יצוין כי הנחות הבסיס הן שתעריף "רכיב ייצור" של חח"י קובע למעשה ליצור חשמל ממקורות מתחדשים את מחיר הייצור הקמעונאי עד 2030, באופן שמשקף את הסיכון היחסי של השקעה בחברת החשמל.

## ג-2. עלויות סביבתיות

הנחנו עלות סביבתית של \$0.70 לכל MWh עבור כל הייצור ממקורות מתחדשים (תרמו סולרי ופוטו-ולטאי, רוח, ביומאסה ואחר). עלות זו מהווה אומדן גס לפגיעה בערכי נוף וסביבה.

