

משק האנרגיה בישראל חזון 2028



סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 25



אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן שהוקם בטכניון בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל (סם) נאמן והוא פועל להטמעת חזונו לקידומה המדעי-טכנולוגי, כלכלי וחברתי של מדינת ישראל.

מוסד שמואל נאמן הוא מכון מחקר המתמקד בהתווית מדיניות לאומית בנושאי מדע וטכנולוגיה, תעשייה, חינוך והשכלה גבוהה, תשתיות פיסיקות, סביבה ואנרגיה ובנושאים נוספים בעלי חשיבות לחוסנה הלאומי של ישראל בהם המוסד תורם תרומה ייחודית. 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 מוצגת באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מוסד שמואל נאמן מסייע בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגני"ט בתחומים: ננוטכנולוגיות, תקשורת, אופטיקה, רפואה, כימיה, אנרגיה, איכות סביבה ופרויקטים אחרים 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' עמרי רנד.

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

טלפון: 04-8292329, פקס: 04-8120273

כתובת דוא"ל: info@neaman.org.il

כתובת אתר האינטרנט: www.neaman.org.il

משק האנרגיה בישראל

חזון 2028

סיכום והמלצות דיון

פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן

הטכניון

מיום 6.6.2012

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

טל גולדרט

אוגוסט 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:

הרשות לשירותים ציבוריים – חשמל	אגמון עודד	
מוסד שמואל נאמן	גולדרט טל	
מוסד שמואל נאמן והפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון	גרוסמן גרשון – יו"ר	פרופ'
מוסד שמואל נאמן	גרינברג יערה	
הפורום הישראלי לאנרגיה	דולב שחר	ד"ר
משרד האנרגיה והמים	דרורי עמיחי	
התאחדות התעשיינים	הרמבם אורן	
המדען הראשי – משרד האנרגיה והמים	ולד שלמה	ד"ר
קבוצת לב-און, קליפורניה	לב-און מרים	ד"ר
קבוצת לב-און, קליפורניה	לב-און פרי	ד"ר
יועץ כלכלי לרשות החשמל	מעוז אילן	ד"ר
המשרד להגנת הסביבה	מצנר ארנה	ד"ר
משרד האנרגיה והמים	מקונן שלום	
חושבה לתכנון	סברדלוב ארז	ד"ר
מינהל החשמל – משרד האנרגיה והמים	סטפנסקי איגור	אינג'
אקו אנרג'י בע"מ	סרוסי שמעון	
מוסד שמואל נאמן	פורטונה גלעד	ד"ר
חברת החשמל לישראל – אגף תפ"ט	פרנט שמעון	
הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים, הטכניון	צימנסקי דניאל	פרופ'
מוסד שמואל נאמן	קורן פרוינד שירי	
האגף לשימור אנרגיה - משרד האנרגיה והמים	רודיך דוד	
מרכז המחקר והמידע של הכנסת	רוני יניב	ד"ר

הבעת תודה

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

<u>עמוד</u>	<u>תוכן העניינים</u>
5	תקציר מנהלים
7	פרק 1 : הקדמה
8	פרק 2 : רקע
9	פרק 3 : מידע בנושא : משק האנרגיה בישראל - חזון 2028
30	פרק 4 : דיון
43	פרק 5 : סיכום והמלצות

נספחים

45	נספח 1 : תכנית פורום אנרגיה : משק האנרגיה בישראל - חזון 2028, 6.6.2012
----	--

תקציר מנהלים

תכנית "ישראל 2028" מציגה חזון לאומי ומטרה אסטרטגית למדינת ישראל להיות בין 10-15 המדינות המובילות בעולם במונחי תמ"ג לנפש תוך שיתוף כל מגזרי האוכלוסייה בעשייה ורווחה. את התכנית יזמה וממנה נציבות ארה"ב-ישראל למדע וטכנולוגיה; היא נוהלה ע"י וועדה ציבורית וחלק נכבד ממנה נעשה במוסד נאמן. התכנית האסטרטגית אומצה ע"י ראש הממשלה והובאה ב-2008 בפני הממשלה כולה אשר סמכה ידיה על התכנית.

היבט חשוב של תכנית כזו הוא חזון משק האנרגיה העתידי של המדינה. בשנים האחרונות חלו אירועים חשובים בתחום זה שהבולט ביניהם הוא מציאת כמויות גדולות של גז טבעי מול חופי ישראל. מציאות גז טבעי משחררת את ישראל, לפחות חלקית, מתלות בייבוא מקורות אנרגיה. היא משפיעה לא רק על מגזר ייצור החשמל, אשר יהיה הראשון שיהנה ממנה, אלא גם על המגזר התעשייתי ובעתיד גם על מגזר התחבורה. בנוסף – קיים פוטנציאל חשוב להקמת תעשייה כימית המבוססת על גז טבעי.

עם פיתוח תשתית הגז, חיבור השדות הקיימים אל המשק והמשך חיפושי מקורות חדשים, מתעורר דיון על תמהיל מקורות האנרגיה הצפוי והרצוי למדינת ישראל בשנים הבאות. ועדת צמח למבנה משק הגז העתידי דנה בנושאים הקשורים ביצוא של גז לעומת שמירתו למען ביטחון באספקה והסבת ייצור החשמל לגז באחוז גבוה.

מקור אנרגיה אחר הזוכה לתשומת לב הולכת וגוברת הוא האנרגיות המתחדשות, אשר צפויות לקחת חלק נכבד בתמהיל העתידי. לישראל פוטנציאל ניכר לייצור חשמל וחום בעזרת אנרגית השמש. החלטות ממשלה ותמריצים הניתנים בתחום זה גורמים כבר היום לגידול בשימוש באנרגית השמש, אם כי בינתיים בפיגור לעומת יעדי הממשלה.

היבט חשוב נוסף של חזון 2028 הוא איכות הסביבה. קיימת תמימות דעים ואף לחץ ציבורי באשר לצורך להפחית פליטות מזהמים המתלוות לייצור אנרגיה, בראש וראשונה למען בריאות הציבור בישראל ומעבר לכך לצורך עמידה בהתחייבויות הבינלאומיות של המדינה.

הציר העיקרי שעליו נסב הדיון בחזון משק האנרגיה לשנת 2028 היה תמהיל מקורות האנרגיה לשנים הבאות. התמהיל המומלץ לייצור חשמל, כפי שמוסכם על רוב המשתתפים, הוא 50% גז טבעי, 30% אנרגיות מתחדשות ו-20% הנוספים – מפחם, פצלי שמן ואולי אנרגיה גרעינית. אולם, הדרך הנכונה להסקת מסקנות ביחס לתמהיל האופטימאלי דורשת בניית מודל אנליטי והרצתו על פי תסריטים שונים של הנחות ופרמטרים, ובאלה צריך להתמקד הדיון בין המומחים.

הגז הטבעי, שהוא המקור הראשון במעלה, הוא בעל יתרונות רבים אך השימוש בו כרוך בבעיות וסיכונים שיש להיערך אליהם. חלק ניכר מן הדיון עסק בהסבת ייצור החשמל לגז באחוז גבוה, וביצוא של גז לעומת שמירתו למען ביטחון באספקה. האם השיקול הכלכלי גובר על השיקול הביטחוני, ומהו מחירו של הביטחון? נושא אחר הוא התעשייה בישראל - הגברת אספקת הגז לתעשייה הקיימת ואף הקמת תעשייה כימית המבוססת על גז.

לאנרגיות מתחדשות יש יתרון מבחינה סביבתית ומבחינת ביטחון אספקה, אך יש להן חסרונות לא מבוטלים בכל הקשור לעלות הפקה, עתירות קרקע, זמינות הפקה ובעיות חיבור לרשת. מקור בעל פוטנציאל ניכר הוא ההתייעלות האנרגטית, שיש להקדיש לה תשומת לב ומאמץ נאות.

המלצות:

1. עם בניית תשתית האספקה של הגז הטבעי יש להשקיע בביטחון: לבנות מערכת הולכה בעלת יתירות בכניסות הגז ובצנרת, ולאפשר דואליות דלקית של כל תחנות הכוח מונעות הגז, כך שניתן יהיה, במידת הצורך, לעבור מיידית לדלק חלופי. מעבר לכך, יש להיאבק בנטייה הטבעית ולא להעלות את שיעור הגז הטבעי אל מעל 50%.
2. יש להשקיע באנרגיה המתחדשת בלוח זמנים מהיר ככל שניתן, כדי שתוכל לשחק תפקיד משמעותי במשק החשמל של מדינת ישראל, יש לשלב את האנרגיה המתחדשת בקצב מהיר יותר מקצב הצמיחה והעלייה בצריכה, וזאת בהתחשב בפוטנציאל המוגבל והסופי של שטח מתאים לניצול.
3. הגז הטבעי יכול להוות בסיס לתעשייה כימית מתקדמת, ומשרד האנרגיה עוסק ביחד עם משרד התמי"ת בקידום הנושא. לשם כך יש להבטיח וודאות של אספקת גז לטווח ארוך, אחרת אין סיכוי להשקעות בתעשייה זו. יש לקחת זאת בחשבון כאשר שוקלים ייצוא של הגז.
4. מעבר לסכנה הביטחונית, יש ללמוד ולהשתלם בנושא של השפעת קידוחי הגז על המערכת האקולוגית הימית ולנקוט בכל האמצעים הנדרשים על מנת למזער את הפגיעה. בנוסף, יש לצבור ידע ומיומנות באשר לטיפול בתקלות על מנת למנוע אסון אקולוגי שלו יכולות להיות השלכות רחבות - מדיניות וכלכליות כאחת.
5. יש לגבש תכנית לאומית בנושא תמהיל מקורות האנרגיה, עם יעדים אופרטיביים מוגדרים לפי ענפי המשק, תקציבים ולוחות זמנים. במסגרת התכנית יש לשלב פעילות של מחקר ופיתוח לפיתוח טכנולוגיות ויישומן בתעשייה ובתחבורה.

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 הדרן בנושא: משק האנרגיה בישראל - חזון 2028 התקיים ב- 6 ביוני 2012 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 משק האנרגיה והחשמל, תחזיות והשלכות לעתיד.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מן המשתתפים מצגות בנושא הדיון 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 החלטות במטרה להביא אל סדר היום את מכלול השיקולים והפעולות הנדרשות על מנת להגדיר את חזון משק האנרגיה לטווח הבינוני והארוך, ולאפשר הסתכלות אינטגרטיבית על הנושאים השונים.

פרק 2: רקע

תכנית "ישראל 2028" מציגה חזון לאומי ומטרה אסטרטגית למדינת ישראל להיות בין 10-15 המדינות המובילות בעולם במונחי תמ"ג לנפש תוך שיתוף כל מגזרי האוכלוסייה בעשייה ורווחה. את התכנית יזמה וממנה נציבות ארה"ב-ישראל למדע וטכנולוגיה; היא נוהלה ע"י וועדה ציבורית וחלק נכבד ממנה נעשה במוסד נאמן. התכנית האסטרטגית אומצה ע"י ראש הממשלה והובאה ב-2008 בפני הממשלה כולה אשר סמכה ידיה על התכנית.

היבט חשוב של תכנית כזו הוא חזון משק האנרגיה העתידי של המדינה. בשנים האחרונות חלו אירועים חשובים בתחום זה שהבולט ביניהם הוא מציאת כמויות גדולות של גז טבעי מול חופי ישראל. מציאות גז טבעי משחררת את ישראל, לפחות חלקית, מתלות בייבוא מקורות אנרגיה. היא משפיעה לא רק על מגזר ייצור החשמל, אשר יהיה הראשון שייהנה ממנה, אלא גם על המגזר התעשייתי ובעתיד גם על מגזר התחבורה. בנוסף – קיים פוטנציאל חשוב להקמת תעשייה כימית המבוססת על גז טבעי.

עם פיתוח תשתית הגז, חיבור השדות הקיימים אל המשק והמשך חיפושי מקורות חדשים, מתעורר דיון על תמהיל מקורות האנרגיה הצפוי והרצוי למדינת ישראל בשנים הבאות. ועדת צמח למבנה משק הגז העתידי דנה בנושאים הקשורים ביצוא של גז לעומת שמירתו למען ביטחון באספקה והסבת ייצור החשמל לגז באחוז גבוה.

מקור אנרגיה אחר הזוכה לתשומת לב הולכת וגוברת הוא האנרגיות המתחדשות, אשר צפויות לקחת חלק נכבד בתמהיל העתידי. לישראל פוטנציאל ניכר לייצור חשמל וחום בעזרת אנרגית השמש. החלטות ממשלה ותמריצים הניתנים בתחום זה גורמים כבר היום לגידול בשימוש באנרגית השמש, אם כי בינתיים בפיגור לעומת יעדי הממשלה.

היבט חשוב נוסף של חזון 2028 הוא איכות הסביבה. קיימת תמימות דעים ואף לחץ ציבורי באשר לצורך להפחית פליטות מזהמים המתלוות לייצור אנרגיה, בראש וראשונה למען בריאות הציבור בישראל ומעבר לכך לצורך עמידה בהתחייבויות הבינלאומיות של המדינה.

פרק 3: מידע בנושא: משק האנרגיה בישראל – חזון 2028

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.

ד"ר גלעד פורטונה, מוסד שמואל נאמן

תכנית ישראל 2028; השלכת מציאת הגז בישראל ובעולם על תמהיל הדלקים – תחזית טכנולוגית, תעשייתית ועסקית

התכנית, אשר מומנה ע"י נציבות ארה"ב- ישראל למדע וטכנולוגיה, נוהלה ע"י וועדה ציבורית בראשותו של אלי הורביץ כאשר עשרה צוותי מחקר עסקו בהיבטים השונים וסוכמה ע"י דוד ברודט. חלק גדול מעבודת צוותי המחקר נעשתה ונכתבה ע"י צוות מומחים במוסד שמואל נאמן. התוכנית פורסת את החזון למדינת ישראל בשנת 2028 בתחומים רבים ומגוונים.¹

הנחות היסוד של החזון הינן:

- ישראל אמורה להיות אחת מעשר המדינות המובילות בעולם במונחי הכנסה לנפש
- חברה פתוחה ונאורה
- שיתוף פעולה בין-מגזרי

החזון מוגדר בתכנית במונחים כמותיים:

- תוצר לנפש מעל ל- \$50,000 (במחירי 2007)
- גידול בתוצר בשיעור של 6% לשנה בממוצע בתהליך של צמיחה מאוזנת
- צמיחה של התוצר לנפש ב-4.7% לשנה
- מדד גייני המודד אי שוויון בהכנסות ירד מ-0.379 עתה ל-0.32 במהלך עשר עד חמש עשרה השנים הבאות
- אחוז ההשתתפות בכוח העבודה יעלה ל-60%
- תעסוקה מלאה

¹ <http://www.neaman.org.il/Neaman2011/Templates/ShowPage.asp?DBID=1&TMID=581&LNGID=2&FID=646&IID=8013>

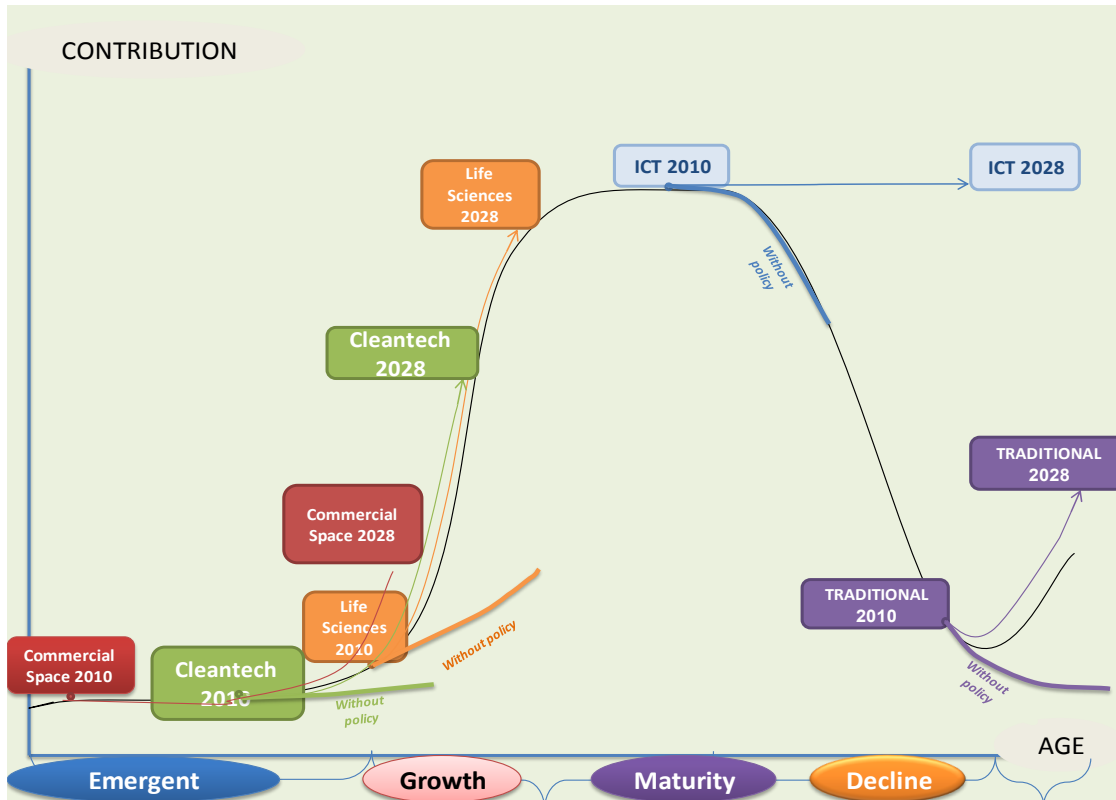
האתגרים והחסמים העיקריים מתוארים באיור מספר 1 :

איור 1 - אתגרים וחסמים מרכזיים



מוסד נאמן פועל בשנים האחרונות לקידום היישום של תכנית ישראל 2028 בכמה מגזרים וביניהם נושא התעסוקה, התעשייה והמדע והחינוך ונושאי האנרגיה והסביבה. במסגרת נושאי קידום חזון התעשייה, המדע והטכנולוגיה, נעשתה בשנתיים האחרונות עבודה רחבה על מינוף החדשנות והיכולות המדעיות של ישראל לבניית תעשייה תחרותית גלובלית חזקה. אחד הנושאים הנידונים בצורה נרחבת הוא נושא מחזור החיים של התעשייה, תוך זיהוי שלושה מגזרים ראשיים – התעשייה המסורתית הקלאסית, תעשיית התוכנה והתקשורת והתעשיות המבוססות על טכנולוגיות חדשות (emerging technologies). כאשר אנו דנים בתעשייה הקלאסית ניתן לראות כי היא נמצאת בשלב של דעיכה, ונדרשת לשדרוג וחיזוק, ואכן היא מקבלת כיום תמיכה משמעותית. תמיכה זו מאפשרת לתעשייה לצמוח מחדש, ולחדשה למחזור חיים נוסף.

איור 2 - מחזור חיים אופייני לתעשייה



החזון נכתב לפני גילויי הגז הטבעי האחרונים, ולכן צפוי שיהיו השלכות לגילוי זה על החזון. גילוי הגז משנה את כל המשחק. הנתונים ידועים – והמרכזי שבהם הוא העובדה כי גז דורש קבלת החלטות חד משמעיות ומחייבות לטווח הארוך, בניגוד לנפט שהרכישה שלו והשיווק שלו גמישים יותר שכן ניתן לשנע אותו ברחבי העולם בקלות יחסית.

ברשימה המובאת להלן – בארבעת הנושאים הראשונים, הימצאות הגז במדינת ישראל יכולה לסייע בפתרון עיקר הבעיה. בנושא החמישי מציאת הגז דווקא מעכבת את הפתרון.

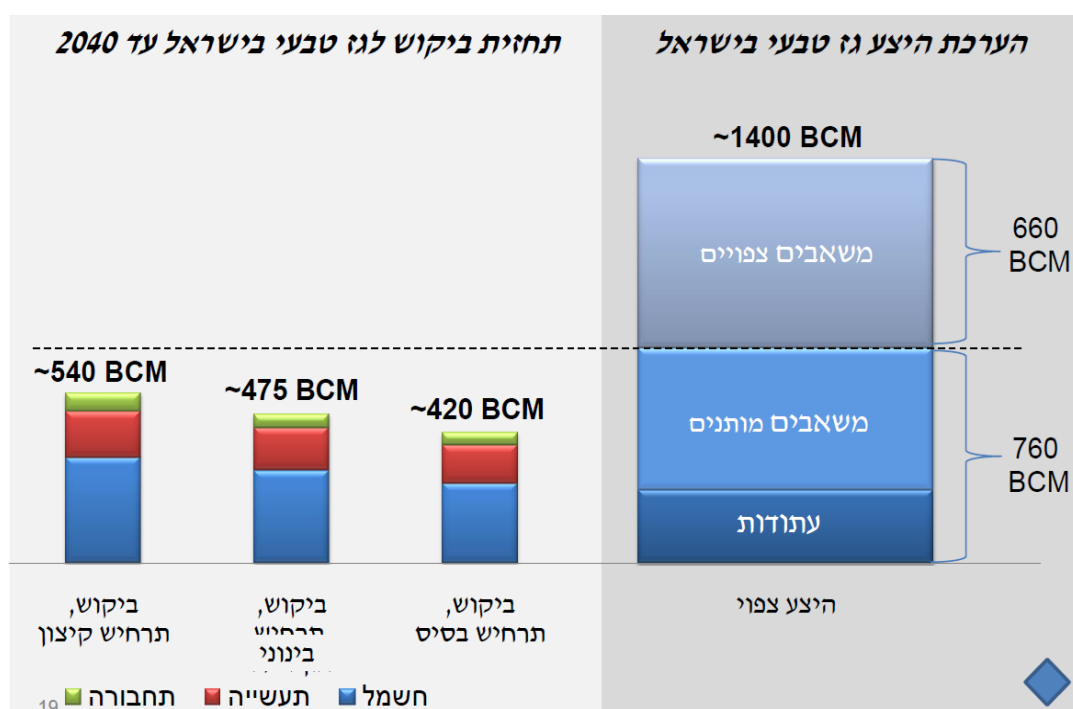
1. הבטחת מקורות אנרגיה מתמדת לאורך השנים הבאות
2. חיסכון בעלויות אנרגיה בשוטף ובמגוון טכנולוגיות חדשות
3. פיתוח תחליפים גלובליים לנפט - לתחבורה ולרכב חשמלי
4. הקטנת זיהום אוויר
5. הקטנת חתימת הפחמן – חיוניות האנרגיה המתחדשת נשאר!

נתוני מצאי הגז במדינת ישראל מובאים באיור מספר 3, ולקוחים מתוך הנתונים אשר הוצגו בדו"ח ועדת צמח.

איור 3 - היצע מול ביקוש במשק הגז



משק הגז הטבעי בישראל - היצע מול ביקוש



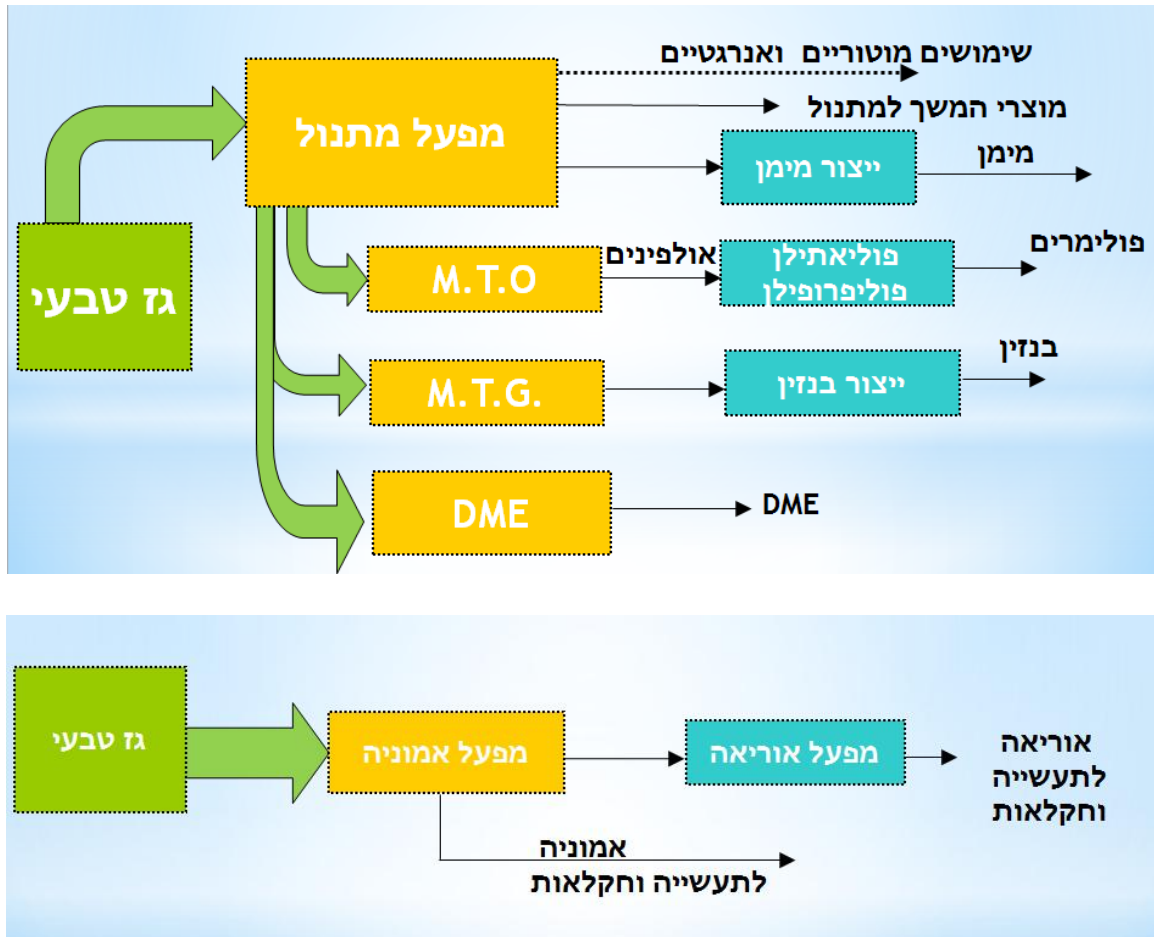
* הערת ד"ר שלמה ולד: תרחיש הבסיס יכול להגיע לכמויות של 550 BCM ואילו תרחיש הקיצון יכול להגיע עד מעל 600 BCM.

חידוד חשיבות הגז הטבעי –

1. יכול לשנות את מצבה של ישראל מתלות לאספקה עצמית במירב משאבי האנרגיה
 2. פוטנציאל הקטנת עלות אנרגיה לאומית עד 70% במחירי השוק של היום
 3. הזדמנות למינוף לתעשיית המשך רווחית וגדולה על בסיס תעשייה כימית עם תשתיות תעשייתיות קיימות
 4. אופציה ליצוא רווחי ארוך טווח וסיכוי לגידול נוסף במצאי גז ונפט
 5. ניתן לייצר תחליפי תחבורה ביישום ישיר או מוצרים נוזליים (מתנול, DME)
- רשימת המגבלות הנוגעות למשק הגז כוללת בין השאר את העובדה כי במדינות קטנות אין צורך בכמות גדולה של גז לשימוש פנימי, ובמקרים רבים מדינות אלה בוחרות לייצא חלק משמעותי מהגז שברשותן. כך נוצר מצב שבו למדינות קטנות יש השפעה משמעותית על השוק העולמי.

לגז הטבעי יש פוטנציאל לשימושים תעשייתיים כחומר גלם חיוני זול בהשוואה לאלטרנטיבות הנוכחיות, כמתואר באיור 4 :

איור 4 - שימושים תעשייתיים לגז הטבעי



חשוב לזכור כי ניתן להשתמש בגז הטבעי גם בתעשיות המייצרות אמוניה, אוריאה, וכדומה – בתור חומר גלם. בשימוש זה הגז מאפשר לישראל פיתוח שווקים רווחיים מאוד, בתעשייה המבוססת ברחבי העולם. הערכתנו הראשונית היא כי ההשקעה ביצוא מוצרי המשך לגז הטבעי קטנה בהרבה מההשקעה הנדרשת ליצוא הגז או ע"י ניזולו ל-LNG או בבניית תשתית הולכה בצנרת ליעדי היצוא! גם נושא התפלת המים ושמירת התחרותיות של התעשייה הישראלית ישרתו את יעדי ישראל 2028 ע"י אספקת הגז לתעשייה בכמויות הנדרשות.

מהן הדילמות בנוגע לתמהיל הדלקים המשמש לייצור חשמל?

כאשר מסתכלים על נתונים לגבי משקי החשמל ברחבי העולם, ניתן לראות כי החלק היחסי של גז טבעי כדלק לייצור חשמל אינו עולה על 43%, ולכן שיעור של 75% גז טבעי מתוך סך הדלקים לייצור חשמל הוא שיעור גבוה מאוד, אשר אין לו תקדים בעולם ומחייב נקיטת צעדי גיבוי נכונים הן ע"י שימוש דואלי והן ע"י אחסון גז במאגרים מתפנים והן ע"י שיטות יצירתיות נוספות שאותן יש עדיין לפתח.

ד"ר שלמה ולד, המדען הראשי, משרד האנרגיה והמים השלכות יצוא הגז על משק האנרגיה בישראל

משרד האנרגיה עוסק בימים אלו, ביחד עם משרד התמ"ת בקידום נושא תעשיית היי-טק כימית שהיא, לטעמנו, עתידה של מדינת ישראל. אני חושש שבלהט התכניות למשק החשמל וההחלטות המיידיות בנושא משק הגז, נוטים להתעלם מנושאים שהם מעבר לחזון 2028.

נושא משק החשמל בכלל, והגדרת תמהיל הדלקים עבורו בפרט – הוא נושא שנעשתה בו לא מעט עבודה במסגרת המשרד. מתוך הנחה כי ישראל תישאר אי גיאופוליטי עד סוף המאה, בדקנו מהו שיעור האנרגיה המתחדשת אשר לה יכולה מדינת ישראל לצפות ממקורות סולריים, רוח, ומפסולת. לגבי האנרגיה הסולרית יש להתחשב בשטח המדינה ולקחת בחשבון את מכלול השיקולים המשפיעים על יישום התכנית בשטח - שטחי צבא, שמירת הטבע, שימור היקף החקלאות ועוד. כפי שחושב לפני כשלוש שנים הפוטנציאל הוא בסביבות 300 קמ"ר שטח פנוי פוטנציאלי ליישום אנרגיה סולארית. לחישובי הנחתי פוטנציאל כפול - סביב 600 קמ"ר - וכן נצילות תיאורטית אופטימלית המגיעה עד 48% (יעילות מערכתית). בנוסף, ניתן להעריך את שיעור האנרגיה שניתן יהיה להפיק מהרוח: בעבר ההערכה הייתה ליכולת הספק בסביבות 800MW; בחישובנו הנחנו הספק מאנרגית רוח בשעור של כ-2GW. לשני אלה נוסף גם הפקת אנרגיה מפסולת בשיעור של כ-8 מיליון טון של אשפה לשנה.

סה"כ, משלשת מקורות אלה נקבל הערכת פוטנציאל האנרגיה המתחדשת בישראל בשיעור של כ-75TWh לשנה. (כאשר, לדוגמה, התחזית לצריכת אנרגיה כוללת בשנת 2020 היא כ-80TWh).

על פניו נדמה כי יש לנו פתרון מכובד, אבל יש לזכור כי אין לנו יכולת אגירה לאנרגיה מתחדשת, ויותר מכך, אנרגיה זו אינה ניתנת לחיזוי. גם קרינת השמש, שהיא כביכול קבועה ומובטחת, עלולה להיות מופחתת על ידי אפר מהתפרצות געשית כלשהי ברחבי העולם, עד לתקופה משמעותית ביותר, אפילו שנתיים (במקרה של ההתפרצות האחרונה של סנט-הלן). אם קצב הגידול בצריכת האנרגיה עומד על 3% לשנה – ניתן להראות כי אנו מדברים על תוספת שנתית של קרוב ל-2 TWh. זהו קצב מהיר מאוד, ואם ננסה להדביק קצב כה גדול, נצטרך להוסיף מידי שנה מקורות אנרגיה – ולא רק אנרגיה מתחדשת אלא מקורות אנרגיה אחרים – קבועים יותר, אך מן הסתם מזהמים יותר. במצב כזה, גם אם ננקוט מדיניות תמרוץ לאנרגיה חליפית, אגרסיבית ככל שניתן, לעולם לא נצליח להגיע לשיעור גבוה יותר מ-30% מסל הדלקים, זו עובדה שלא ניתן להתווכח איתה. גם אחרי שנגיע לשיעור משמעותי זה, הצריכה תמשיך לעלות - אבל מצאי האנרגיה המתחדשת האפשרי במדינת ישראל כבר מוצה.

המסקנה המתבקשת היא שצריך להשקיע באנרגיה המתחדשת בלוח זמנים מהיר ככל שניתן, אם רוצים שהיא תשחק תפקיד משמעותי במשק החשמל של מדינת ישראל. כלומר, עלינו לשלב את האנרגיה המתחדשת בקצב מהיר מסדר גודל של קצב הצמיחה והעלייה בצריכה.

במידה ונצליח לשלב במדינת ישראל 30% של אנרגיה מתחדשת, עדיין נשארנו עם ההכרח לספק 70% אנרגיה ממקור אחר. הנחת העבודה שלנו היא כי אנרגית גרעין לא תהיה פה לפני שנת 2050. הנחה זו מבוססת על כך שכורים מטכנולוגית הדור השלישי יהיה קשה מאוד להקים במדינת ישראל תחת הרגולציה הקיימת ובתנאי המקובלות החברתית והביטחוניית. המשמעות היא שפרקטית נוכל להתחיל לכלול אנרגיה גרעינית בסל הדלקים שלנו רק אחרי שנת 2040. על פי התחזיות שלי, נכון להיום, עד סוף המאה 20% מהאנרגיה עשויים להגיע ממקורות גרעיניים.

לנושא משק הגז - חשוב להזכיר כי מערכת הגז כיום נשענת על נקודת כניסה יחידה, וזו בעיה משמעותית. בסינגפור, לשם דוגמה, ששם מסתמכים ממשית על גז, למרות שיש להם שלוש מערכות הזנה בלתי תלויות, יש להם הפסקות חשמל חוזרות ונשנות. הנזק מהפסקות חשמל אלו שקול לנזק הנגרם מהקמה של תחנה פחמית נוספת מידי שנה-שנתיים. זה מלמד אותנו כי הסתמכות על גז היא בעייתית. מערכת הזרמת גז היא כזו שבכל מצב של זיהום הגז למשל מיד כל המערכת נופלת. תרחיש כזה עשוי לקרות כתקלה, אבל גם בצורה זדונית. לכך יש סיכון גבוה במדינת ישראל. מדובר בתקלות שנדרש זמן רב מאוד לתקן. בנוסף - בזמן מלחמה לא מגיע דלק גיבוי כגון סולר, שאנו משתמשים בו היום לפיצוי על הגז המצרי שזרימתו הופסקה. אנו מבינים את הצורך במאגרים אסטרטגיים, אשר גודלם מושפע מהנתון של כמות החשמל הנדרשת בשעת חירום, ולא דווקא מהצריכה השגרתית. ברור כי אין לנו אפשרות לחיות לאורך זמן עם 60% או פחות מכמות החשמל הנדרשת. בשעת חירום אנו זקוקים למאפיות, למערכות שאיבה והולכה (וטיהור או התפלה) של מים, ולכן חייבים להבטיח בכל מצב 60% אספקה קבועה ובטוחה עד כמה שאפשר. במערכת שבה 30% אנרגיות מתחדשות, 20% אנרגית גרעין והשאר גז – זו בעיה קשה.

אם הגז הוא כל כך חשוב האם אנו רואים לו תחליף? כרגע אין באופק תחליף לגז, ואיננו צופים שיהיה כזה במאה השנים הקרובות. כאשר מתכננים משק אנרגיה, לא ניתן להתבסס על התפתחות טכנולוגית שהיא בגדר ניחוש. מתכנן חייב להסתמך על מה שידוע ולא על ניחושים.

מי שמסתכל על האנרגיה כעל מוצר צריכה, ולפי חשיבה זו מתכנן יצוא של גז – טועה טעות מרה. האנרגיה היא הכרח קיומי – בלעדיה לא נתקיים ויש להתייחס אליה ואל המשאבים המייצרים אותה בצורה שונה מאשר למוצר צריכה רגיל. האמירות ה"מרגיעות" אודות התרחיש שבו כאשר יגמר הגז יהיה ברשותנו מקור אנרגיה אחר, אינן מתבססות על נתונים. אם נקים משק חשמל מבוסס גז ונבנה תחנות כוח מונעות גז – ואז נעמוד במצב שבו אין לנו גז ממקורות עצמיים על מנת להפעיל אותן – כיצד נייצר חשמל? הנסתמך על יבוא גז בלבד?

מדינת ישראל איננה נסיכות נפט, ולא תהיה שחקן גלובלי לעולם. הכמויות שנמצאו וצפויות להמצא בישראל הינן זניחות ביחס לכמויות הגז הטבעי בעולם, וכמובן מול הכמויות העצומות הנמצאות כבר בפועל ברוסיה וארה"ב. אנחנו מדינה קטנה עם משק קטן, ואם נהיה במצב שבו אין לנו אפשרות להבטיח מקור גז וודאי ליותר מ- 25 שנים, אני חושש שלא נמצא מי שישקיע פה בהקמת תעשייה מבוססת גז. על מנת להביא לכאן משקיעים, שיבנו תעשיות שאורך חייהן מגיע לעשרות רבות של שנים, אנו חייבים להבטיח וודאות אספקה של גז, ולא להצהיר שישראל צריכה לתכנן גז לתקופה של 25 שנה. זו שגיאה גדולה לטעמי של ועדת צמח.

ד"ר ארז סברדלוב, חושבה לתכנון

תמהיל מקורות האנרגיה הראשונית בישראל בטווח הארוך - אבחנות יסוד

מהו התמהיל האופטימלי של מקורות האנרגיה הראשונית של מדינת ישראל?

חשוב לזכור כי על מנת לתכנן קדימה ועל מנת להצליח לתת תשובות עלינו ראשית להגדיר את הטווח שבו אנו דנים. לצורך הדיון היום, נתבונן על טווח של 25 שנה.

במדינת ישראל קיימים ארבעה ערכי יסוד:

- כסף
- קרקע
- ביטחון
- סביבה

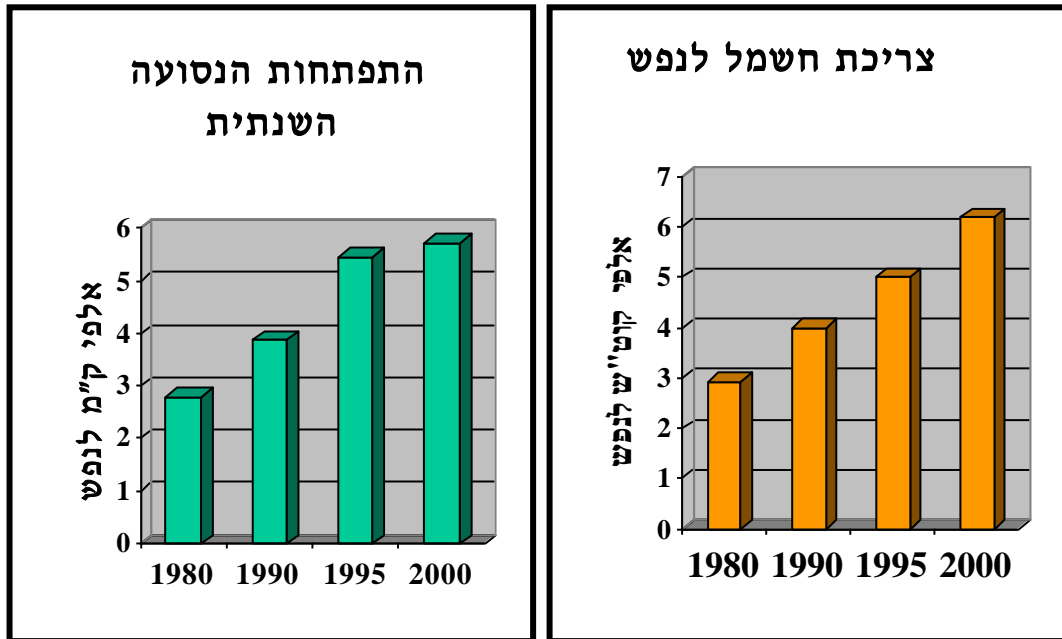
על מנת לתכנן קדימה, נדרש איזון נכון בין המרכיבים השונים, אולם קיימים ביניהם גם ניגודים. כל החלטה שאנו עשויים לקבל אשר תחזק ערך אחד, עלולה להחליש את האחר. בנוסף לכלל האילוצים המידיים אנו מחויבים לפעול בגישת פיתוח בר קיימא ולהבטיח יציבות והמשכיות לאורך הדורות, וגם זו מהווה לעיתים בעיה הנוגדת את האינטרסים בטווח הקרוב יותר.

מתוך הערכים שהוזכרו, אין ספק כי הביטחון הוא הערך המרכזי והחשוב. בגלל המציאות הקיומית במדינת ישראל, שבה אנו שרויים באופן מתמיד תחת איום מלחמתי, אנו נדרשים לחשוב על ההיבטים הביטחוניים כל הזמן, כאשר אחת הבעיות היא שאין לנו ניסיון ולכן גם לא הבנה לחומרת הבעיה. עד כה לא חווינו פגיעה במערכות תשתית באף אחת ממלחמות ישראל, אולם אנו יכולים להיות בטוחים כי אויבינו מתקדמים ושואפים לכיוון הזה וכולם רוצים לפתח יכולות פגיעה בתשתית.

הערך השני בחשיבותו הוא הקרקע – אנו חיים במדינה קטנה וצפופה, ולמעשה מהווים אי מבחינות רבות. השיקול של שימור וניצול אופטימלי של הקרקע לרוב יקדים בחשיבותו את שיקולי הסביבה והכסף.

בשנים האחרונות אנו רואים מגמה של הכפלת הצריכה לנפש, וגם עליה דמוגרפית מהגבוהות בעולם. נתונים אלו מביאים לכך שכמות האנרגיה הדרושה למדינת ישראל לאורך השנים הולכת וגדלה, וכמוה גם הנסועה.

איור 5 - התפתחות צריכת החשמל והנסועה עם השנים



המגמות הגדולות בסביבתנו בשנים האחרונות הן:

גז טבעי – בשנים האחרונות נמצאו אוצרות גז גדולים בשליטתנו. זהו משאב שצריך לשמש אותנו לטווח הארוך, ועצם קיומו מייצר לחץ טבעי ומובנה להגדלת נתח השוק וכושר ייצור וצריכה גדול ככל שניתן. המשמעות של כניסת הגז הטבעי בהיבט הסביבתי זניחה, למרות שמקובל להתייחס אליו כ"נקי יותר".

פחם- מקור אנרגיה נטול סיכון גיאופוליטי, זמין לטווח עצום ונכון למצב השוקיים כרגע - זול. מצד שני זהו דלק בעייתי מבחינה סביבתית והמודעות הגוברת לחיסרון זה נותנת את אותותיה בדעת הקהל והתכניות לעתיד.

אנרגיות מתחדשות – מבין שלל המקורות המתחדשים, שמש בלבד רלוונטית ברמה האסטרטגית במדינת ישראל. אנו רואים בסקטור זה מגמה של צמיחה, אולם איטית ומבוקרת מאוד, בעיקר בשל חששות מוויטאריים. בתחום הזה קיים מחסום משמעותי מאוד של מחסור בקרקע, וכן יש עדיין בעיה של מחיר. לרוח, לצערנו, אין פוטנציאל בהיקפים משמעותיים בארץ.

אנרגית גרעין – מדובר באנרגיה נקיה מאוד, אך מסובכת ליישום מבחינה ציבורית ומדינית. מעבר לכך, נתח הייצור הפוטנציאלי בישראל איננו משמעותי מספיק בטווח היישום הנדון של 25 שנה.

שיעור הגז הטבעי מכלל סל הדלקים לייצור חשמל צריך, באופן תיאורטי, לנוע סביב 40%. אולם כבר כיום ברור כי לא נוכל להסתפק בפחות מ-50%. ומה המשמעות? במערכת גז קיים סיכון ביטחוני עצום, במיוחד בהשוואה לתשתיות הפחם או הנפט ההיסטוריות. בתשתיות הגז הטבעי

יש מציאות מסוימת ההופכת אותן לרגישות מאוד. ברור שפגיעה בשני אתרים במקביל תביא מידית לחוסר יכולת של מדינת ישראל לייצר חשמל.

מה נגזר מזה?

חייבים להשקיע בביטחון, ולאפשר דואליות דלקית של כל תחנות הכוח מונעות הגז, כך שניתן יהיה לעבור מידית לדלק חלופי.

מעבר לכך, יש להיאבק בנטייה הטבעית ולא להעלות את שיעור הגז הטבעי אל מעל 50%, וכמובן לנצל עודפי כושר אספקה לייצוא. למרות זאת, אני מקבל את ההערה שאפשר כבר היום לצפות שלא יהיה לנו מקור דלק אחר בעוד 30 שנה, ולכן כדאי לחסוך, ולהימנע מיצוא. אם בכל זאת מייצאים, יש לוודא שכסף שנכנס מיצוא יושקע במחקר וקידום העתיד.

חשוב להבהיר כי קיים הבדל משמעותי בין כושר ייצור של משק חשמל לבין הייצור בפועל.

נתח האנרגיה הסולרית –

הנחה מספר 1 – ישראל תמשיל להיות אי חשמלי, צפופה ומשאבי הקרקע במצב בעייתי מאוד.

הנחה מספר 2 – טכנולוגיות אגירת אנרגיה עדיין מוגבלות ודורשות קרקע יקרה

הנחה מספר 3 – המשק מתנהל תחת ביטחון מלא ביכולת אספקת מלוא הביקוש בכל רגע, גם בשעות השיא (כולל בחורף)

המשמעותיות הן שעלינו להגיע לתכנית הקצאת קרקעות, לשאוף לשיתוף פעולה מדיני עם מצרים וירדן, להשקיע בטכנולוגיות אגירה ובתחנות כוח סולאריות, כולל מצב דואלי שבו הגז משמש כגיבוי, לוותר על המכסות הסולאריות ולפתח תפיסת ניהול ביקושים גם בשגרה.

מתוך שלוש הנחות בסיס ומתוך הבנה שרוצים לעמוד בביקושי שיא – יוצא שהאנרגיה המתחדשת מייקרת מאוד את המערך.

לאן פנינו בתחזית ל-25 שנים קדימה:

- גז טבעי - עלינו לוודא כי נגיע לשיעור של 50% לכל היותר.
 - אנרגית שמש – עלינו לשאוף להגיע לשיעור משמעותי של 30% ולגבי השארית - 20%
- כדאי מאוד לחשוב על "תערובת" כלשהי של פחם, פצלי שמן, אגירה שאובה, ועוד "בלתי צפוי".

שמעון סרוסי, אקו-אנרג'י בע"מ

תמהיל הדלקים לייצור חשמל – גז טבעי, פחם ואנרגיות מתחדשות

ראשית, חשוב להבהיר כי חיזוי טכנולוגי בפרט וחיזוי המצב במשק בכלל בטווח של 20 שנה - מטבע הדברים נתון להפתעות, וצריך לדון בו בצניעות הראויה.

כיום, אנו מתבשרים על תגליות גז משמעותיות ומבשרים לנו שכפי הנראה יהיו עוד, ולא ידוע לנו מה יהיו החידושים הטכנולוגיים בעתיד, כגון הנזלה בים או טכנולוגיות מהפכניות אחרות. אנו רואים קשיים כבר כיום – ואין לדעת מה יהיה בעתיד. בכל מקרה, סביר להניח כי מציאת הגז בחופי ישראל תהווה מנוע הצמיחה הכלכלי של שני העשורים הקרובים. כפי שהזכיר ד"ר ולד, ניתן לקיים שוק מקביל של יצוא וייצור – וכמובן לא חייבים להסתמך רק על גז מקומי. אם התשתית קיימת נוכל לנצלה בעתיד ליבוא גז לארץ.

הניסיון מראה כי מחירי הגז קשים לחיזוי. עלויות ההפקה נעות בימים אלו סביב \$2 למיליון .BTU

התסריטים האפשריים למשק החשמל העתידי של ישראל עשויים להיות כדלקמן:

תסריט "עסקים כרגיל":

- גז טבעי יספק 70% מייצור החשמל בישראל, פחם - 20% ואנרגיה מתחדשת - 10%.
- יינקטו צעדים לגיוון מקורות אספקת גז טבעי.
- יהיה צורך בגיבוי מקורות אנרגיה על-ידי סולר ומזוט.

תסריטים חלופיים:

- שמירת רזרבה ארוכת טווח של גז טבעי לישראל באמצעות הגבלת ייצואו;
 - יבוא גז טבעי נוזלי (LNG), אחסון ומתקן רה-גזיפיקציה בים (מיכלית ניחת או ניידת)
 - ייצור החשמל ממקורות אנרגיה מתחדשת - 20% מסך צריכת החשמל (ייעוד כ-300 קמ"ר בנגב למתקנים סולריים);
 - הקמת תחנות כוח גרעיניות בהספק של כ-4 GW ;
- אני מעריך שבסופו של דבר הלחץ הכלכלי יגבר, ויביא אותנו לשיעור גז טבעי של 70%. אנו צריכים להשקיע מאמץ ולחפש פתרונות נוספים בשנים הקרובות.
- התסריטים החלופיים מבטאים את החיפוש אחר מקורות אנרגיה אחרים – סולר, מזוט וכמובן פחם, כאשר הם משמשים לשמירת רזרבה, באמצעות יבוא.
- בסופו של דבר, משק החשמל ינוע בין חשמל סולרי לגז הטבעי – והשיעור שבו נוכל להשקיע באנרגיה סולרית ולרדת בשיעור התלות בגז הטבעי – יהיה שיקול כלכלי.

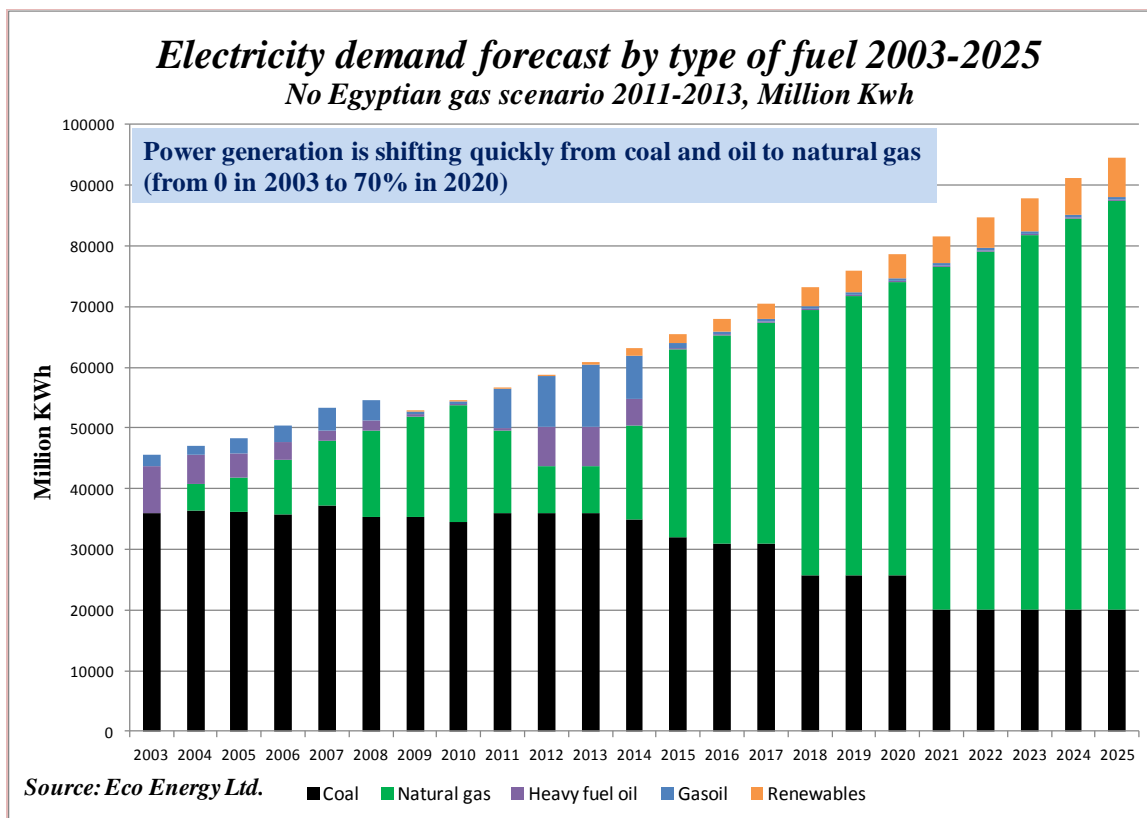
לגבי כניסה של אנרגיה גרעין לישראל, זהו תהליך שלוקח עשרות שנים ולכן חייבים לקיים את הדיונים כבר היום על מנת להגיע מוכנים לתאריך היעד.

ישנם מספר תסריטים לפיהם ההתייעלות האנרגטית תגדל:

- הקמת רשת חשמל חכמה דו-כיוונית לניהול עומסים, לרבות רכב חשמלי;
- שימוש בגז טבעי לתחבורה (CNG, מתנול);
- שימוש בדלק מקומי המופק מפצלי שמן לתחבורה ולתעשייה;
- נקיטת צעדים להשגת 20% התייעלות אנרגטית;

תחזית סל הדלקים על פי שנים מתוארת באיור מספר 6:

איור 6 - תחזית ביקוש החשמל על פי סוגי דלק

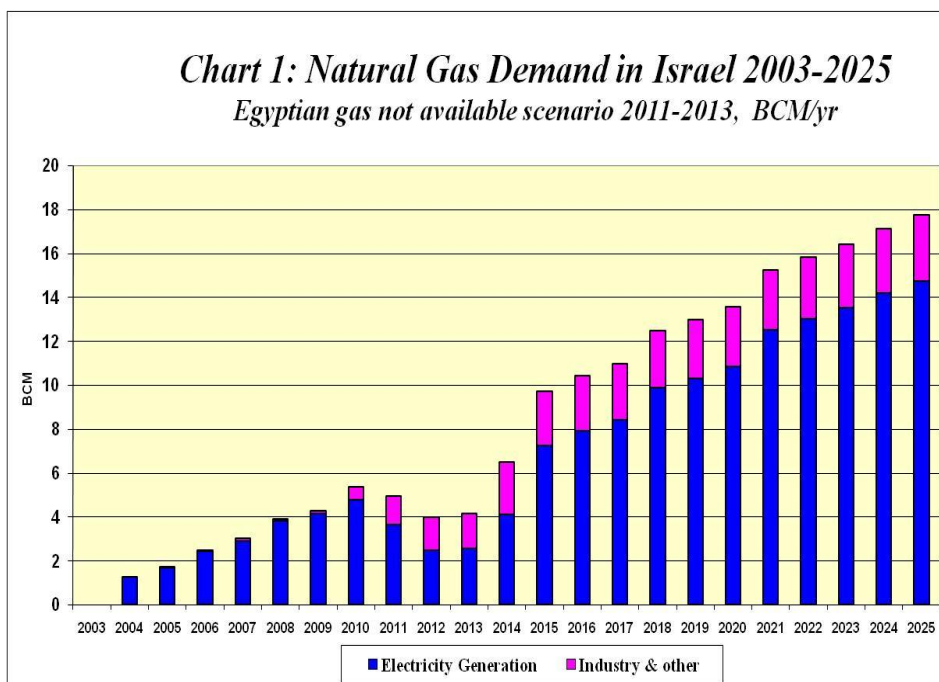


התקרית מול המצרים, והפסקת הזרמת הגז מהווה עבור מתכנני משק האנרגיה של מדינת ישראל תרגיל משמעותי לקראת העתיד שבו סל הדלקים יהיה מורכב מ- 70% גז טבעי, כאשר בבת אחת הספק נפל. מה יהיה אם תקרה תקלה מהותית בקו כניסה? אנו לומדים מכך על הצורך וההכרח לשמור על גיבויים זמינים וטובים עם אפשרות הסבה של תחנות כוח לדלקים חליפיים. בצורה כזו נוכל להמשיך לייצר חשמל גם במצב של מחסור, ולהתגבר על זעזועים כאלו.

אנחנו לא מאמינים ששיעור החשמל הסולרי יעלה מעל 10%. לגבי מגמות הביקוש לגז הטבעי – אנו מעריכים כי משקל התעשייה מכלל הצרכנים יישמר קבוע לאורך השנים אבל אין להתעלם מהתרחיש שבו תעשיות גדולות ומשמעותיות ייכנסו לשוק ואז יכול להיות שנראה עליה בצריכה, לשם שימוש בתעשיות כבדות כגון פטרוכימיה וכדומה, וייצוא לחו"ל.

הביקוש לגז לאורך השנים מוצג באיור מספר 7:

איור 7 - ביקוש לגז טבעי בישראל - תחזית 2025



מעבר לצנרת הגז המדוברת, כבר היום ניתן להסתמך טכנולוגית על תהליכים של ניזול הגז בים, מה שמאפשר העברה של הגז כנוזל ופחות תלות בתשתיות צנרת. באיור מספר 8 מוצגת מיכלית מגזרת.

איור 8 - מיכלית מגזזת בלב ים



בארבע או חמש השנים הקרובות אנו מעריכים כי תהיה לנו כניסה אחת מהים לחוף מקידוח מארי B וכעת מחפשים אתר לכניסה צפונית יותר. בוועדת צמח חשבו להתנות את אישור ייצוא הגז בהקמה של כניסה נוספת, מה שמותיר את האחריות להקמת המערכת על החברה. אם המדינה מכירה בחיוניותה של כניסה נוספת, חייבים לטפל בזה כעת ולא להמתין שנובל אנרג'י תעשה את זה – משום שלחברה עסקית אין אינטרס לקדם את הנחת התשתית הזו.

ד"ר יניב רונו, מרכז המידע של הכנסת אנרגיות מתחדשות בישראל – מדיניות מול יישום

החלטות הממשלה העיקריות בתחום האנרגיות המתחדשות מפורטות להלן, אולם חשוב להדגיש כי אלו החלטות ממשלה, בניגוד למדינות אחרות שבהן יש הסדרה בחקיקה.

א. החלטה מס' 2664, נובמבר 2002:

1. משנת 2007 יסופקו 2% מצרכי החשמל של ישראל באמצעות אנרגיות מתחדשות;
2. הכמות תעלה ב- 1% בכל שנה;
3. משנת 2016 יסופקו 5% מצרכי החשמל של ישראל באמצעות אנרגיות מתחדשות.

ב. החלטה מס' 3338, מרס 2008:

פרסום מכרזים לפרויקט אשלים: הקמת תחנות כוח תרמו-סולאריות ופוטוולטאיות.

ג. החלטה מס' 4450, ינואר 2009:

1. עד שנת 2020 יסופקו 10% מצרכי החשמל של ישראל באמצעות אנרגיות מתחדשות;
2. יעד ביניים: עד סוף שנת 2014 יסופקו 5% מצרכי החשמל של ישראל באמצעות אנרגיות מתחדשות.

תמונת המצב נכון לשנת 2011 – האנרגיות המתחדשות עדיין אינן גורם משמעותי במשק החשמל הישראלי – ומהוות רק 0.4% מהצריכה הכללית. מצד שני, מאז שנת 2009 גם הכמות וגם השיעור היחסי במשק החשמל הכפילו את עצמם מדי שנה. אנו למדים מכך כי יש התקדמות, והיא הושגה הודות להחלטת הממשלה והצעדים שנעשו מכוחה. חשוב לזכור כי למרות הכל - לעומת היעדים אנו עדיין בפיגור משמעותי. בהנחה אופטימית ששיעור האנרגיה המתחדשת במשק החשמל ימשיך להכפיל עצמו, נצליח להגיע ל- 3.3% בשנת 2014. ברור כי ככל שהכמות האבסולוטית עולה, קשה יותר להגיע להכפלה.

שתי הטכנולוגיות המתחדשות אשר קיבלו מכסות התקנה עד היום היו אנרגית רוח ושדות סולריים. הטבלה הבאה מראה את התכניות מול הביצוע בפועל, וחשוב להבין כי המצב משקף שיקולים של עלות תועלת – טכנולוגיה שהיא יותר יקרה לקוט"ש מיוצר, קיבלה עדיפות נמוכה.

ביצוע בפועל	רשות החשמל - הסדרת מכסות	משרד האנרגיה - מסמך מדיניות	
מכסות ייצור שהוקצו עד ראשית 2012	מכסות ייצור שניתנו עד 2017	מגוואט מותקן עד 2020	טכנולוגיה (הספק מותקן, MW)
0	800	800	רוח גדול
0	30	0	רוח קטן
0	160	210	ביו-גז וביו-מאסה
0	520	1,200	סולארי גדול
163	300	350	פ"ו בינוני
218	253	200	פ"ו קטן
381	2,063	2,760	סה"כ

הטכנולוגיה "סולארי גדול" איננה כוללת את מתקן אשלים – אבל כן כוללת מכרזי קרקע שנמצאים בטיפול.

ניתן לראות שהטכנולוגיה "פ"ו קטן" בוצעה בפועל מעל המכסה שנקבעה, וזאת בשל יזמות מוגברת בקצב התקנות גדול מן הצפוי.

כתוצאה מהמצב במשק נוצר לחץ של היזמים אשר הוביל לדיונים בוועדות הכנסת, שתוצאתם הייתה תוספת מכסות, והקדמה של מכסות שנשמרו לשנים הבאות כבר לקיץ הקרוב.

מה עושים משרדי הממשלה כדי לעמוד ביעדים?

מועד	הגוף הממשלתי	הפעולה
החל מאוגוסט 2008	רשות החשמל	הסדרות תעריפיות (FIT)
פברואר 2010	משרד האנרגיה	מסמך מדיניות
ינואר 2011	משרד הפנים	תמ"א 10/ד/10 - פוטוולטאי
ספטמבר 2011	משרד הפנים	תמ"א 16/4 - ביו-גז
נובמבר 2011	משרד הפנים	חובת היטל השבחה על מתקני PV
ינואר 2012	מינהל מקרקעי ישראל	קביעת דמי חכירה לשדות סולאריים
אפריל 2012	משרד הפנים	הוראה להכנת תמ"א 12/ד/10 - טורבינות רוח

הפעולות המסומנות בירוק הינן פעולות תומכות. לעומת זאת, פעולות המסומנות באדום – הן פעולות המעכבות תהליכים.

למשל, חובת היטל השבחה על מתקנים דורשת מהיזם להעריך מה יהיה הרווח שיתקבל מהמתקן – כאשר מחצית ממנו יש לשלם לרשות המקומית כבר בעת ההקמה. דרישה זו מונעת מיזמים אפשרויות השקעה בשל הצורך לשלם את היטל ההשבחה מראש.

תהליך הכנת תמ"א לטורבינות רוח מסומן גם הוא באדום כי בוצע רק באפריל שנה זו, למרות לוח זמנים מוקדם יותר שאמור היה להתבצע. התמ"א תאושר אולי תוך שנה, והמשמעות היא שמתקנים יקומו רק בסוף 2014, ולכן לא יגיעו ליעד הביניים של 5%. בתחום אנרגיית הרוח יש הרבה מכסות שלא נעמוד בהם.

במדינת ישראל בתחום זה המדיניות מקודמת על ידי החלטות ממשלה ולא באמצעות חקיקה, מה שמחייב שיתוף פעולה ועבודה משותפת בין משרדים וזה לא תמיד קורה.

התקדמות טובה שנעשתה עד כה נעשתה בתחום PV קטן ועל פי מיצוי המכסות צפויה להיעצר בטווח זמן קצר של לא יותר משנה, אלא אם כן ישוחררו מכסות נוספות.

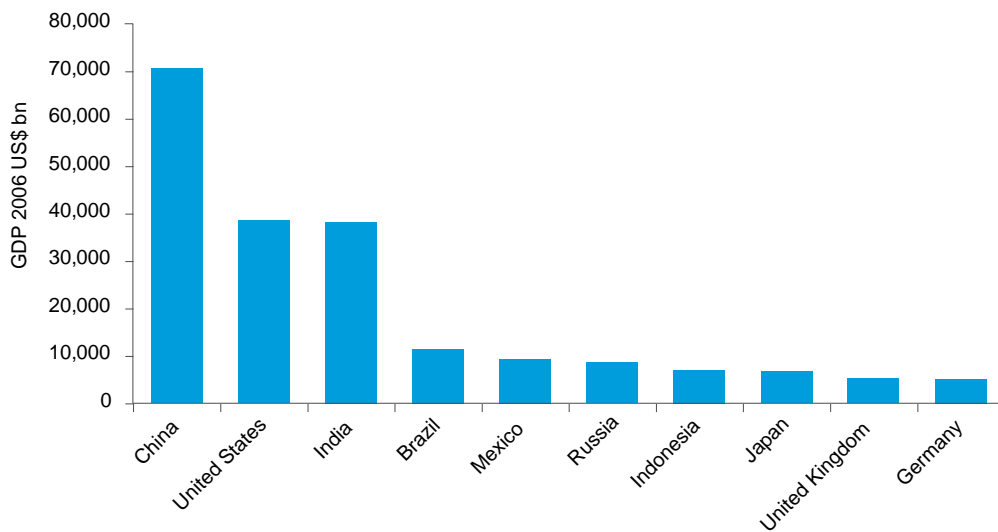
מתקנים בינוניים אינם מקודמים מספיק, ואם רוצים לעמוד ביעד של 10% אנרגיות מתחדשות בשנת 2020 חייבים לייעל את העבודה הבין-משרדית.

Global Energy Systems in 2050: Possible Barriers and Opportunities

קשה לחזות מה יהיו מערכות האנרגיה ב-2050 היות והתבוננות בעבר מעידה על כך שהתקדמות טכנולוגית בלתי צפויה עשויה לשנות את המגמות תוך פרקי זמן קצרים בהרבה, ולפיכך תקופה של כ-40 שנה מהיום יכולה להחשב כנצח. למרות זאת מספר אירגונים בינלאומיים נכבדים עוסקים בסוגיה זו כמתואר להלן.

איור מספר 9 מציג את עשר הכלכלות הצפויות להיות המובילות בעולם מבחינת GDP בשנת 2050 :

איור 9 - עשר הכלכלות המובילות בעולם - 2050



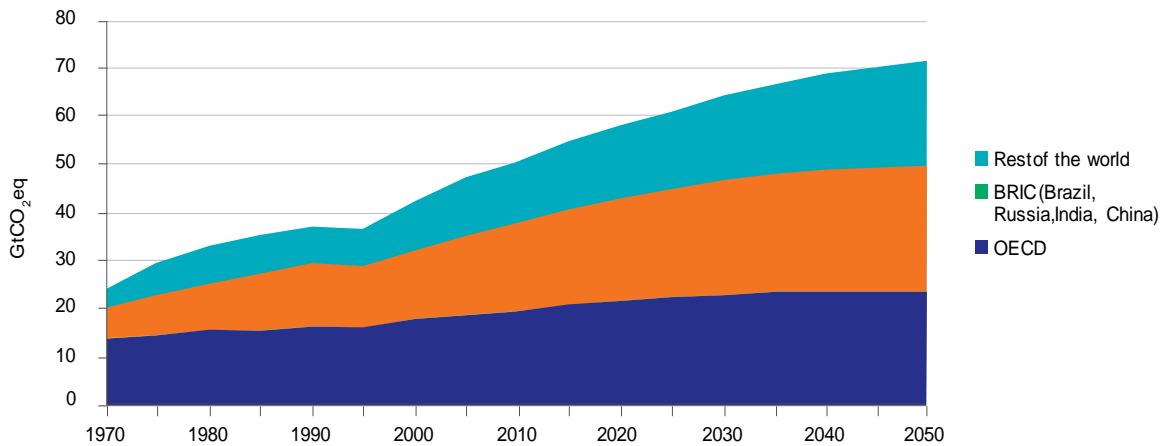
החזון לקראת שנת 2050 הוא שעל פני כדור הארץ יהיו כ-9 מיליארד תושבים, החיים ברמת חיים טובה, תוך איזון הצרכים בין כל בעלי העניין.

נקודות המפתח לקיום כלכלה דלת פחמן מתייחסות לנושאים הבאים :

- ייצור חשמל
- תחבורה
- מבנים

תחזית פליטות גזי חממה עד שנת 2050 מתוארת על פי אזורים באיור מספר 10. התרחיש המתואר הוא תרחיש עסקים כרגיל, כאשר לא מבוצעת כל פעילות הפחתה יזומה.

איור 10 - פליטות גזי חממה על פי אזורים בעולם

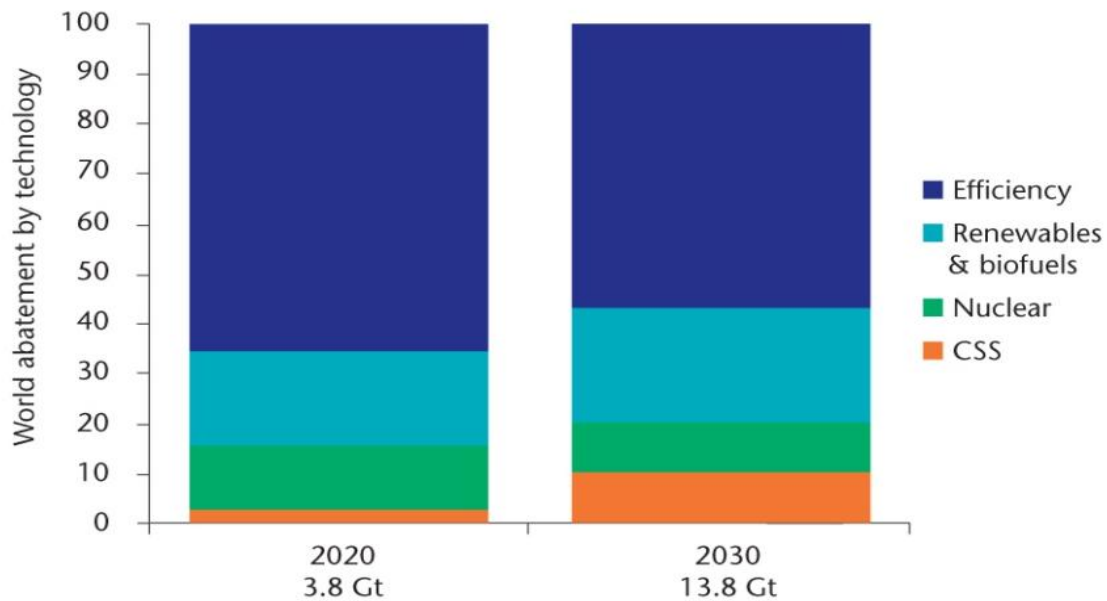


יש לציין שקיימת בעיה עקרונית והיא שעל מנת להגיע למצב של התייצבות ריכוז הפד"ח באטמוספירה בסביבות 450ppm, כל טכנולוגיות האנרגיה יצטרכו להשתפר משמעותית.

קיימות עבודות רבות אשר בוחנות את עקומת החדירה של טכנולוגיות אנרגיה חדשות ויש משהו משותף לכל הטכנולוגיות – ממצאי העבר מראים שיש גידול אקספוננציאלי, ברמה של כ- 26% לשנה עד להבשלת הטכנולוגיה והגעה לשיעור חדירה של 1% מכלל האנרגיה בעולם. בנקודה הזו עוברת הטכנולוגיה לעליה לינארית יותר מתונה משנה לשנה כאשר כל המהפך הוא בסדר גודל של דור, כ- 25-30 שנה.

הפחתת פליטות עולמית של גזי חממה עד שנת 2020 או 2030, תתבצע בחלקה על ידי התייעלות אנרגטית אבל גם על ידי החדרה לשוק של ביו-דלקים ואנרגיות מתחדשות.

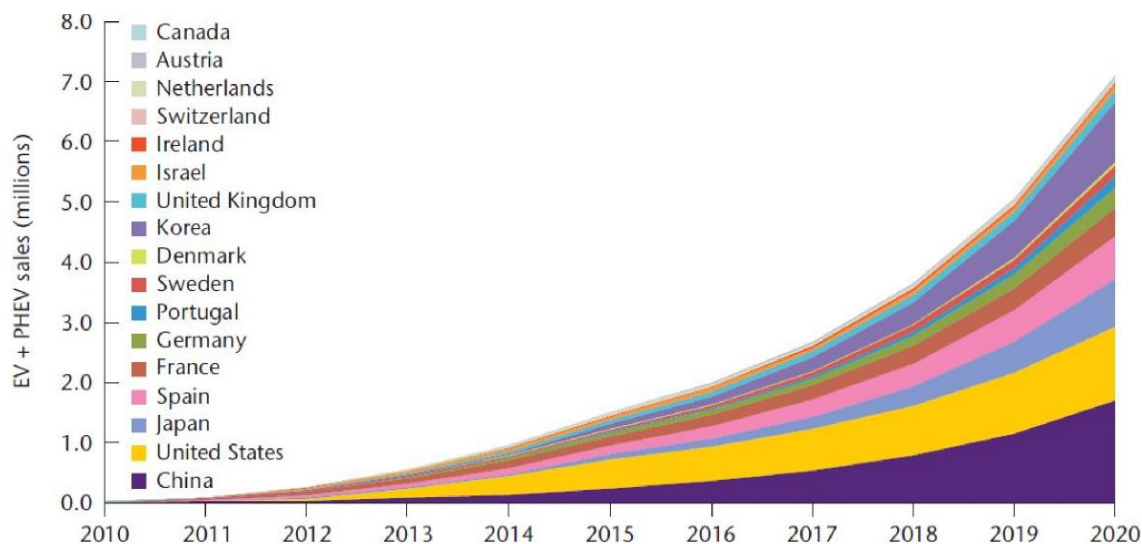
איור 11 - הפחתת פליטות על פי סקטורים שונים



בנושא התחבורה חשוב שתהיה הסתכלות מערכתית, כדי לאפשר לאדם להיות נייד ולבחור בעצמו כיצד הוא רוצה לנוע, ברכבת, ברכבת קלה, בכלי רכב פרטי ועוד.

אנו רואים בתחזיות עליה בחדירה של מכוניות חשמליות והיברידיות. באיור 12 אנו רואים לראשונה את מדינת ישראל כפי שהיא מופיעה בראיה העולמית.

איור 12 - חדירת רכב חשמלי על פי מדינה



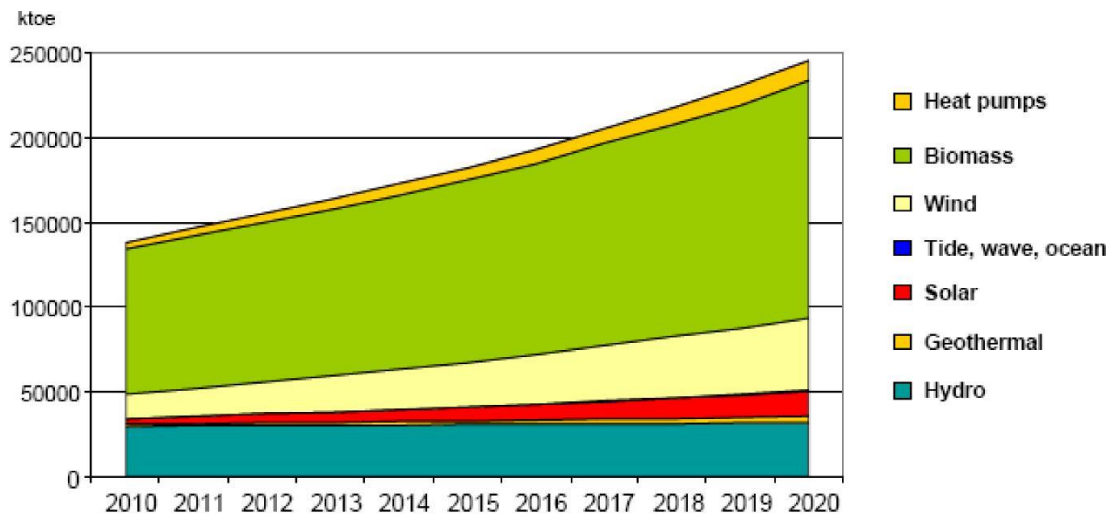
עבור מדינות אירופה אנו רואים סטטיסטיקה מעודכנת ליוני 2011, המדגימה את התקדמות מדינות האיחוד האירופי לקראת יישום מטרות דירקטיבת האנרגיה 20-20-20 הכוללת שלוש מטרות עיקריות: 20% שימור אנרגיה באמצעות התייעלות אנרגטית, 20% חדירה של אנרגיות מתחדשות ו- 20% ירידה בצריכה עד שנת 2020 (הנתונים מוצגים עם תחזית עד 2020).

אנרגיה סולארית, רוח וביומסה הן הטכנולוגיות המתפתחות בצורה המשמעותית ביותר. אנרגיה סולרית ואנרגית רוח מתפתחות בתחום ייצור החשמל ואילו ביומסה הינה משמעותית עבור סקטור החימום.

לגבי העמידה ביעדים, אין ציפיה שמדינות כמו גרמניה יצליחו לעמוד ביעדים ואילו מדינות כמו פינלנד ושוודיה נמצאות במקום טוב יחסית.

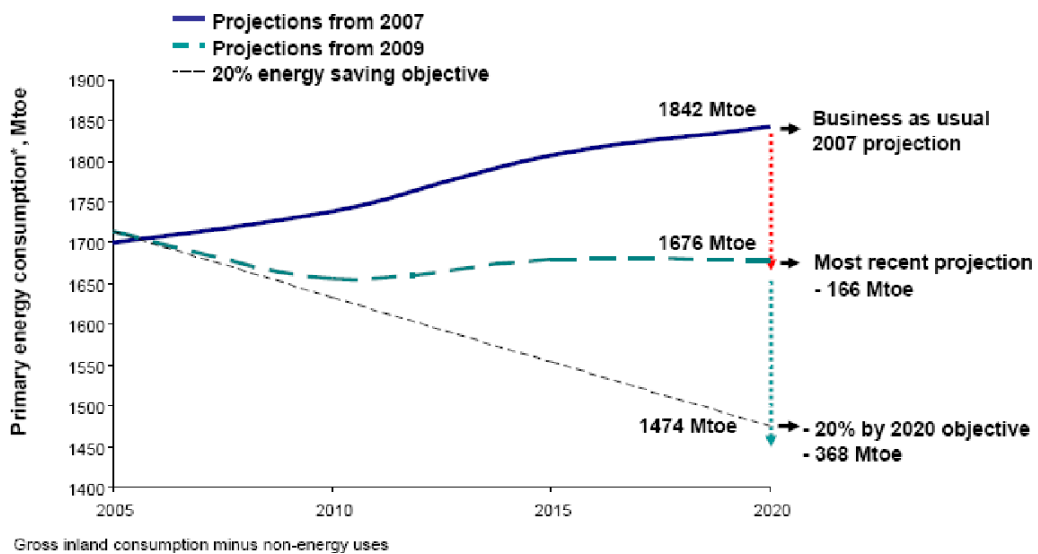
איור 13 מציג הערכת חדירה של טכנולוגיות אנרגיה שונות כשהגדולה שביניהן היא של ביומסה. באירופה זה סביר כי יש גזם רב המהווה מקור עיקרי לדלק לחימום.

איור 13 - חדירת טכנולוגיות אנרגיה



איור 14 מתאר את תרחישי ההתייעלות האנרגטית במדינות אירופה. למרות ההתקדמות המרשימה עד כה, נדרשים מאמצים רבים על מנת להגיע להתייעלות של 20% עד שנת 2020.

איור 14 - תרחישי התייעלות אנרגטית במדינות אירופה



כאשר מסתכלים בראיה גלובלית על חסמים מרכזיים – ברור כי לכל אחד יש ערכים שונים בתוך המדינות עצמן, ובוודאי שגם בין המדינות השונות. האם נוכל על רקע זה להגיע להסכמה?

ברור שחלק גדול מהחדירה של טכנולוגיות חדשות, או החסמים לחדירה, מונעים דווקא מכוחות פוליטיים, ולא דווקא טכנולוגיים. למשל, יש קושי רב לצמצם את הפליטות מסקטור החקלאות משום שסקטור זה, במדינות רבות, מהווה מעין "פרה קדושה".

מעבר לכך, יש הרבה אי וודאות הנובעת בפיתוח של טכנולוגיות חדשות, מאבקים ושינויים פוליטיים גלובליים לא צפויים (האביב הערבי, למשל) ועוד. מצד שני, לאורך הדרך יש גם הרבה הזדמנויות כלכליות ועסקיות.

מחקרים אשר בוצעו על ידי ארגונים בינלאומיים² ביקשו לבדוק מהן האפשרויות הגלומות בעסקים הירוקים לקראת שנת 2050, וההערכה היא שמבחינת אנרגיה מדובר על ערך כלכלי שנתי של 2 טריליון דולר, המהווים שיעור משמעותי מאוד מה-GDP העולמי, כפי שמסוכם בטבלה שלהלן.

Sectors	Annual value in 2050 (US\$ trillion at constant 2008 prices: mid-points with ranges shown in brackets)	% of projected world GDP in 2050
Energy	2.0 (1.0-3.0)	1.0 (0.5-1.5)
Forestry	0.2 (0.1-0.3)	0.1 (0.05-0.15)
Agriculture and food	1.2 (0.6-1.8)	0.6 (0.3-0.9)
Water	0.2 (0.1-0.3)	0.1 (0.05-0.15)
Metals	0.5 (0.2-0.7)	0.2 (0.1-0.3)
Total: Natural resources	4.1 (2.0-6.1)	2.0 (1.0-3.0)
Health and education	2.1 (0.8-3.5)	1.0 (0.5-1.5)
Total	6.2 (2.8-9.6)	3.0 (1.5-4.5)

² PwC estimates drawing on data from IEA, OECD and the World Bank

פרק 4: דיון

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

- מהו תמהיל מקורות האנרגיה הצפוי במדינת ישראל בשנת 2028?
- מהו תמהיל מקורות האנרגיה הרצוי במדינת ישראל בשנת 2028 ומדוע (סיבות סביבתיות, בטחון אנרגיה וכלכלה)?
- מה ניתן וצריך לעשות היום ובשנים הקרובות כדי להביא את המדינה ליעדים אלה?
- מה ניתן ללמוד מתכניות אנרגיה לטווח ארוך בארצות העולם?
- מה ניתן ללמוד מן הניסיון בישראל לגבי מה הצליח (מיסוי ירוק, למשל) ומה לא הצליח?

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

עודד אגמון: במצגות שראינו עלו שני היבטים מרכזיים – יעילות כלכלית ויעילות סביבתית. אם זאת אני חש שלא דיברנו על האפשרות להכנסת תחרות במשק החשמל. ברגע שמגבילים את השימוש בגז הטבעי, מוגבלת גם התחרות. אנו רואים יזמים פרטיים היום בתחום האנרגיות המתחדשות, ובפרט בתחום האגירה השאובה – כל אלו אינם יצרנים משמעותיים, ובוודאי בהשוואה למשק הגז המתפתח. הייתי שמח לשמוע דעות על זה.

ד"ר אילן מעוז: במהלך כל ההרצאות דיברנו הרבה על מודלים, אולם לא ברור מהן הנחות המודל; את זה לא ראינו. אני משער שלו היינו מקיימים דיון על הפרמטרים היינו רואים התכנסות טובה יותר של המודלים לכיוון של תרחיש אחד סביר.

לגבי דבריו של ד"ר שלמה ולד, אי אפשר לדבר בצורה דטרמיניסטית כאשר מתקיימים תנאי אי וודאות, ובמיוחד לטווח של 20 שנה. במצב של אי וודאות אין לנו שליטה על הפרמטרים ודברים משתנים לאורך התקופה, ואנו חייבים להשתמש בכלים הנכונים. אמנם הדגשת בדברייך שאתה מדבר כפיזיקאי, אבל בתחום האנרגיה כולנו צריכים לחשוב על כל ההיבטים. לא ניתן להתעלם מההיבט הכלכלי משום שלכל פעולה שנוקטים יש מחיר. מאגר הגז המדובר הוא פוטנציאל משמעותי לשדרוג והוספת ערך מוסף. אני מעריך כי במרבית המקרים חישוב כלכלי יראה כי משתלם להשקיע כסף בפיתוח, ולהגיע לצמיחה כלכלית עם ביטחון חזק וכלכלה חזקה.

לגבי נושא היצוא, אם נשתמש בשער היוון נומינלי של 9% בפרוייקט מסוג תמר, כפי שמעריך רוברט פינדייק³ מ-MIT במסמך המצורף כנספח ג' בדו"ח ששינסקי, וננכה מכך שיעור עליית

³ Pindyck, Robert S: Investment in offshore oil and natural gas deposits in Israel: Basic principles, November 13, 2010

http://www.financeisrael.mof.gov.il/FinanceIsrael/Docs/En/publications/07_Appendix_D.pdf

מדד מחירים לצרכן בארה"ב (CPI) בגובה 2.5% נקבל שיעור גידול ריאלי של 6.5%. אם נניח שהרווח השולי הריאלי המתקבל מהפקת יחידה אחת של גז טבעי נותר קבוע לאורך זמן, אזי המשמעות של דחיית ההפקה ב-30 שנים היא שהערך הנוכחי של כל דולר שיתקבל בעוד 30 שנה, צמוד למדד המחירים, שווה כיום רק \$0.15. המשמעות היא שכדי לשמור על תודות מעבר לאופטימום ולא לייצא – צריך לשלם.

מספר הערות בהקשר זה: (1) ניתן לבנות מודל לחישוב כמות הגז שיש להחזיק במאגרי הגז במונחים של שנות צריכה, בתלות בתחזית הביקושים השנתיים של המשק לגז טבעי, עלות ההפקה, מחירי הייצוא פו"ב, מחירי היבוא סי"פ ושער ההיוון. (2) תלוי בפרמטרים שמניחים, כמות הגז שיש להחזיק במאגרי הגז בתחשיב מנקודת המבט של המשק עשויה להיות שונה מזו המתקבלת בתחשיב מנקודת המבט של היזם הפרטי.

אם קיימת תחזית של ירידה בתשומות לאורך זמן (הכוונה בעיקר לפנלים פוטוולטאיים) להפקת אנרגיה סולארית, המשמעות היא שלא צריך למהר. בתהליך קבלת החלטות על ביצוע השקעות אין להתייחס לכדאיות ההשקעה בשנה נתונה אלא לעיתויה האופטימלי במונחים של ערך נוכחי.

בהתייחס לדבריו של ד"ר ארז סברדלוב לגבי ביטחון, אין צורך להפחיד את האנשים – באמצעות כלכלה חזקה נוכל להגן על עצמנו טוב יותר.

כבר לפני שנים התקיים דיון בנושא הקמת מערכת של פריקת פחם ישירה לתחנת הכוח, אשר הייתה עשויה לחסוך כסף רב. הדיונים העלו סוגיה של סיכון משמעותי, ולכן התכנית ירדה מהפרק למרות יתרונה הכלכלי המובהק. לפעמים צריך לעשות ויתורים כלכליים כדי לשפר את הביטחון.

גם ביטחון אספקה הוא מוצר שיש לו מחיר. אם רוצים להגיע למצב של ביטחון חייבים להבין שיש לזה מחיר וצריך לשלם אותו. הדוגמה המתבקשת היא הקמה של תחנה דואלית, אשר יש לה מערכת גיבוי. פרויקט כזה עולה כסף אבל מקנה לנו ביטחון.

פרופ' דניאל צ'מנסקי: אני מסכים עם ד"ר מעוז, ולפעמים נדהם כשאני שומע טיעונים בארץ בהקשר של אנרגיה. אינני מסוגל להתעלם כאשר המערכת המוסדית מקבלת החלטות על בסיס מעוות. אפשר לעשות תכניות על הנייר, על בסיס יעדים ועלויות דמיוניות שאינן מתיישבות עם המציאות, אבל לעולם לא נגיע ליעד כי אין מערכת תמריצים אשר מכוונת את מקבלי ההחלטות במגזר הפרטי, כגון חח"י ושאר הגורמים במערכת לכיוון הנכון.

מחיר החשמל בישראל לעומת עלותו האמתית מצביע על סבסוד מסיבי – חברת חשמל אינה משלמת עבור זכויות מעבר, הובלה וחלוקה – ומדובר על שטחי קרקע עצומים אשר שווים הרבה מאוד למשק. בצורה כזו ברור כי לא ניתן לעודד שימור אנרגיה. אני חושב שהמחירים הם המפתח, כלומר מחירי אנרגיה ומחירי קרקע. יצירת פוליסות ביטוח באמצעות תכנון של גיבויים הוא תהליך לא נכון, ואינו מהווה צידוק לקבלת החלטות שגויות לגבי תמהיל הדלקים. אנו צריכים לקבל החלטות בלי להתחשב בנושא הביטחון, אבל לייצר ביטוח בדמות השקעה בתשתיות גיבוי

כאלו ואחרות. כאשר מקיימים את הדיון במסגרת מחירים מעוותים של כל חלקי מערכת הייצור, לא פשוט להגיע להחלטה של 60% או 40% גז טבעי.

בדיונים מקבילים בארה"ב ובקנדה הקולות הנשמעים הם שונים לחלוטין, ובעיקר דנים על שינויים טכנולוגיים מרחיקי לכת. באלסקה נערך בימים אלו ניסוי בגודל מלא של הפקת גז המוצמד למולקולות המים (Gas Hydrates) בים. תחזיות מצביעות על כך שהטכנולוגיה הזו תהיה כלכלית. הכמות החזויה ליישום ולכידת פחמן בשיטה זו מדברת על כמות שוות-ערך ל-500 שנה של צריכה של כל הדלקים הפוסיליים בקצב הצריכה של היום, וזה רק בים האטלנטי. אלו כמויות מדהימות וכמובן שיש עוד מקווי מים אחרים, חוץ מהאטלנטי. אם כך מחירי הגז הטבעי יצנחו, וכבר כעת צונחים, אינני יודע אם בגלל זה או לא, אבל בעולם מדברים על שינויים דרסטיים במסגרת הטכנולוגית הכלכלית.

אני לא שמעתי אף דיון רציני בנושאים האלו בארץ.

ד"ר ארנה מצנר: ברצוני להעלות את ההיבט הסביבתי: בייצור חשמל, אשר מלווה בפליטות גזי חממה, אנו נוטים לחשוב על הבעיה הגלובלית של שינויי האקלים למרות שמדינת ישראל תורמת כ-0.25% בלבד בראיה עולמית. בהיבט הזה, יש לנו התחייבויות בינלאומיות. אנו שוכחים כי הבעיה המקומית שמטרידה אותנו היא בריאות וסביבה. ייצור חשמל מלווה בפליטות מזהמים סביבתיים הגורמים נזק לבריאות, ובמיוחד לילדים שהם גם הביטחון שלנו. המזהמים בעייתיים במיוחד לקבוצות הרגישות באוכלוסייה, בנוסף לילדים גם לנשים בהריון ולקשישים. מדובר על עליה מוכחת במחלות נשימה ולב, המובילות לתחלואה ולעליה באשפוזים ושימוש בתרופות. לכל זה יש מחיר באיכות חיים וגם מחיר כלכלי. דיברנו קודם על התכנית שמטרתה לשמר את איכות החיים הגבוהה, וחשוב ליזכור שגם בריאות היא איכות חיים. המשרד להגנת הסביבה הגיש תכנית להפחתת זיהום אוויר הנמצאת כרגע בדיונים וכוללת הערכה כלכלית של עלויות חיצוניות של זיהום אוויר.

אני רוצה להתייחס לדברים אשר ניתן וצריך לעשות היום ובשנים הקרובות: אנו מוטרדים מרמת הידע הקיים היום לגבי קידוחי הגז בהיבט הסביבתי – אילו נזקים סביבתיים ותאונות עלולים לנבוע מקידוחי גז? ראו למשל את המקרה של חברת BP במפרץ מכסיקו. אין לנו מספיק ידע וניסיון על מנת לפקח על התהליכים כראוי ואפילו על מנת לכתוב רגולציה.

נושא נוסף שעלה רק בחלק מהמצגות הוא התייעלות אנרגטית – זה נושא משמעותי ואנו חייבים לחנך את האוכלוסייה לשנות את הרגלי הצריכה.

אורן הרמבם: ברצוני להביא את נקודות המבט של התעשייה – יש לנו חשש רציני ביותר מבחינת רציפות האספקה של החשמל והוודאות שהתעשייה זקוקה לה כדי לתכנן קדימה. בעניין הגז הטבעי – עם כל המאמצים שלנו בשנים האחרונות מול הגורמים, מסתבר שגם כשיגיע הגז הטבעי, וגם אם לא יהיו עיכובים, קיבולת הצינור המתוכנן לא תאפשר לתעשייה הקטנה והבינונית לקבל את אספקת הגז שלהם משוועים. כולם ממתנינים לגז ובלי להשתמש בסיסמאות המצב כרגע הוא שיש מפעלים רבים אשר נמצאים על הקצה בכל מה שקשור ליכולת שלהם להמשיך ולפעול

בעולם תחרותי. התעשייה בארץ מבוססת יצוא, השוק המקומי קטן ותחרותי מבחינת יבוא ולכן כולם נבחנו בסקלה בינלאומית. במקומות אחרים בעולם האנרגיה זולה הרבה יותר וזה נותן את אותותיו במשק.

זה מוביל אותי לאמירה שנאמרה קודם שכביכול לתעשייה "לא אכפת המחיר"; לתעשייה מאוד אכפת המחיר. נכון שמחיר החשמל שלנו אינו בין הגבוהים בעולם ובסקטור התעשייה הוא במקום טוב באמצע (חשוב לזכור שבמגזר הביתי הוא בשליש הנמוך בהשוואה לעולם) כך שהיתרון לגודל שמקבל ביטוי בתעריף זול יותר לתעשייה בהשוואה לתעריף הביתי, קיים פחות בישראל בהשוואה לעולם. במגזר התעשייתי יש תשומות אנרגיה וייצור לעומת עלויות שכר, כאשר המצב בישראל בתחום תעריפי החשמל הוא לא הכי גרוע. למה לפגוע במצב הזה? במפעלים עתירי אנרגיה אפשר להגיע למצב שהאנרגיה מהווה עד 20-30% מההוצאות, ובמקרים כאלה מחיר החשמל והדלקים הוא קריטי.

ד"ר ארי סברדלוב: חשוב לי להבהיר כי בדברי התכוונתי לשינויים באינטרוולים הסבירים של המחירים ולא לשינויים משמעותיים ומרחיקי לכת.

ד"ר גלעד פורטונה: אני רוצה לחזק את הדברים שנאמרו לגבי הקריטיות של נגישות התעשייה בישראל לגז הטבעי. התעשייה המסורתית בישראל מרוויחה 3-4% מכלל המחזור שלה. בשביל התעשייה, לשרוד בשוק של היום, במיוחד עם מחאת הציבור וכדומה, זה קשה מאוד. מפעל שאינו מצליח לקבל גז – למעשה נדחק החוצה מן השוק. אנו מכירים את זה מניסיון מדינות בחו"ל – אתר שאינו מחובר לרשת הגז הטבעי פשוט יורד מן השוק; אין לו אפשרות להתחרות. אני צופה שתעשייה שלא תחובר לגז תוך חמש שנים – תאבד את כושר התחרות ותגווע. למרות הטווח הארוך הוורוד אנו חייבים לדאוג שמירב התעשייה תחובר לגז הטבעי. אחרת נמצא את עצמנו במשבר של כל הסקטור התעשייתי. כבר היום יש בתעשייה הבדל של 75% בעלויות האנרגיה בהשוואה למתחרים גלובליים בעולם המערבי וזה ילך וירד עוד יותר.

עד היום הנחתי שעצירת זרימת הגז המצרי לא הייתה צפויה ולכן הועמדנו בפני מציאות של אובדן הגז ונסיגה חזרה לשימוש במקורות יקרים ומזהמים יותר בהפתעה. לפי הנרמז כאן היום נראה כאילו התרחיש הזה היה צפוי? אם היה תרחיש צפוי שבו לא יהיה גז מצרי ב- 2012 ולא דאגנו לגיבוי או פתרון חליפי ברמת התכנון הלאומי – זה ביזיון בקנה מידה לאומי.

בפועל הפסדנו זמן רב, מעל שנה על ההמתנה למסקנות וועדת שישינסקי וליבון המשמעויות. למרבה המזל היה לנו גז מצרי כגיבוי. במצב היום יש פער גדול בין צרכי הגז הטבעי בחמש השנים הקרובות לבין הזמינות בגין שילוב של עיכוב בהשקעות תשתית וחלוקת הגז מהים ליבשה ולמפעלים. להערכת חייבים להיכנס לתוכנית מיוחדת שתאפשר לתעשייה ולייצור חשמל עם גז מוקדם יותר ולא בתכנון של 2016 או אפילו יותר מאוחר. צריך לבנות מסוף גז יבשתי – בעתלית או בעכו – ולעשות זאת מיד, למרות המחאות וההתנגדויות.

אורן הרמבם: אני רוצה להדגיש כי חוסר זמינות גז תלוי גם באזור הגיאוגרפי. היום אין לנו אפילו התחלה של תשתית חיבור לצנרת. המחסור בגז צפוי בעיקר בשנת 2013, באזור הנגב, ואנו בטוחים שניתן לתת מענה לתעשייה הקטנה והבינונית עד שיגיעו עם הצנרת לאזורים המבוקשים. לטווח

הקרוב צריך להגדיל את קוטר הצינור המתוכנן ולהקים מתקני קליטה נוספים. התעשייה צופה כי בטווח הארוך המרכיב המשמעותי לתעשייה והעוגן לתכנון קדימה הוא הגז הטבעי. מרבית התעשייה וצרכני האנרגיה יעברו בהדרגה לגז טבעי – זו מהפכה בעלויות ובהתמודדות עם דרישות המשרד להגנת הסביבה. יש בתכניות הללו מספר היבטים: החלפת דלקים והקמה של תחנות קוגנרציה וייצור חשמל בחצר המפעל, ובמיוחד עבור התעשייה מבוססת הגז. כאן יש להדגיש שלצערנו, וועדת צמח התייחסה מאוד בספקנות לעתיד של התעשייה הזו – זה מוזכר בהקשרים שליליים כאשר הפעילו מדיניות תמרוץ אשר בסופו של דבר זה לא הוכיחה את עצמה. ההנחה כי תעשייה כזו לא תפתח הביאה לכך שאין התייחסות לנושא הזה ובסופו של דבר כשנקבעת תחזית הצריכה העתידית עד 2040 ניתן משקל קטן מאוד לתעשייה מבוססת הגז. אנחנו חושבים שהעמדה צריכה להיות שונה ושחייבים להינתן תנאים לעידוד תעשייה כזו.

כל מה שנאמר בהקשר של משק החשמל והאפשרות להפרעה באספקה – צריכה גם התעשייה לקחת לתשומת ליבה בהקשר של תשומת אנרגיה במקום הדלקים הקיימים כרגע, וחייבים להבטיח אפשרות מעבר לשימוש מהיר ככל האפשר בדלק חליפי לגיבוי על מנת לאפשר ייצור רציף.

ד"ר יניב רונן: אנו מדברים על משק האנרגיה בעיקר בהקשר של ייצור חשמל. נושא שהוזכר בחטף הוא הגז לתחבורה. נשאלת השאלה כמה תחבורה תהיה על גז? לדעתי יש פוטנציאל הפחתה משמעותי מאוד של זיהום אויר, ואני מאמין כי אם יוסבו כל האוטובוסים והמשאיות בארץ להנעה בגז, נראה שינויים משמעותיים מאוד בתחום זה.

נושא שני שלא קיבל התייחסות הוא הטכנולוגיה של גזיפיקציה של פחם. האם זה משהו שניתן להתייחס אליו לפחות בתחזית עד 2050?

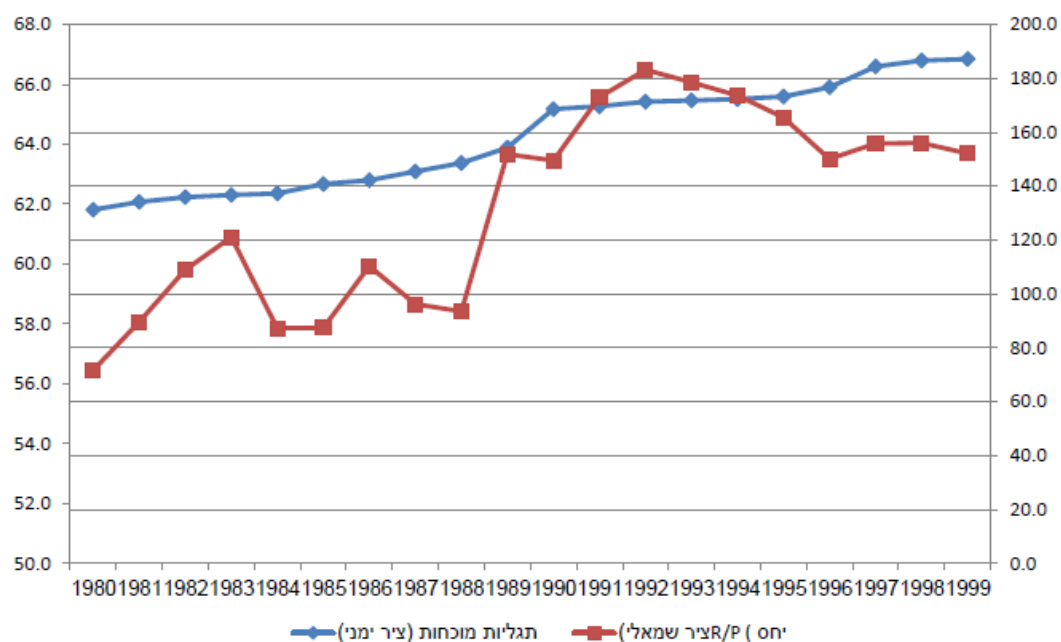
לנושא הרשת החכמה – לדעתי אם רוצים באמת שאנרגיות מתחדשות המבוססות על אתרים קטנים ייכנסו לרשת, נצטרך רשת כזו ויש לה גם תועלות משמעותיות בנושא הפחתת צריכה.

אגירת אנרגיה – אם רוצים להגיע ליעד של 10% אנרגיה מתחדשת לפי מה שמערכת החשמל היום מסוגלת לקלוט, ואם לא יהיו שינויים ברשת החשמל לכיוון של רשת חכמה, אזי מבחינה טכנולוגית לא ניתן יהיה לעלות מעל 10% בהנחה שהמצב הגיאופוליטי יימשך.

אני רוצה להציע לא לוותר על האופטימיות, ופונה לאנשים להתבונן בתהליכים בראיה היסטורית. חשוב לזכור כי שינויים ותמורות משמעותיים חלים כל הזמן. אולי נחדל להיות "איי" אנרגטי.

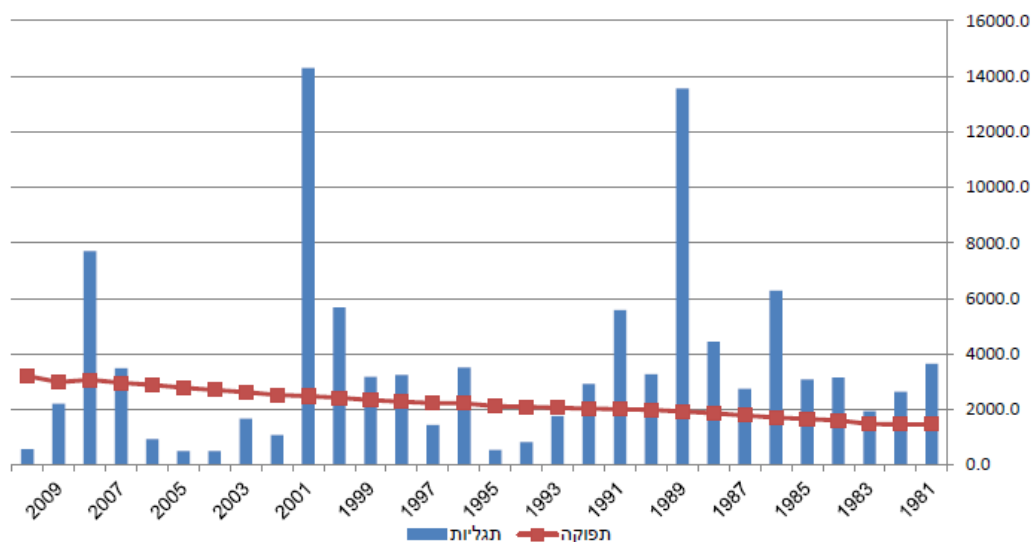
ד"ר שחר דולב: אני מאמין כי בעתיד לא נראה עליה משמעותית בתפוקת הנפט העולמית וכנראה שלא נראה ירידה משמעותית במחירים מכאן ואילך.

איור 15 - גז טבעי, תגליות מוכחות ויחס R/P



הגז הטבעי נראה מבטיח – אנו רואים בגרף מצב שנראה יותר טוב, כאשר הגרף הכחול מתאר תגליות מוכחות, והגרף האדום הוא היחס בין הרזרבות לתפוקה. אנו רואים עליה אבל מאז שנת 2000 בערך אנו רואים התמתנות ואפילו ירידה.

איור 16 - תגליות ותפוקת גז טבעי בעולם (לא כולל גז פצלים)

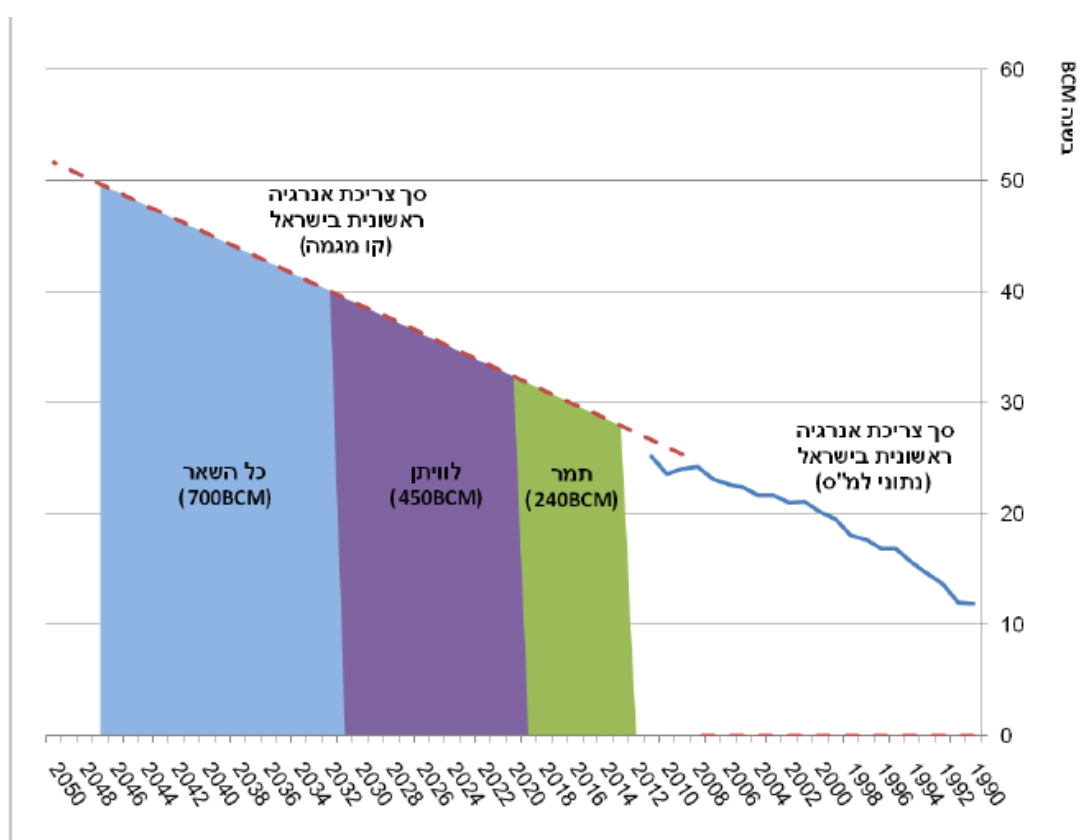


התגליות בגז הולכות ומתמעטות – יש ירידה ברורה של התגליות, ובגרף ניתן לראות מה כבר גילו ושיעור התגליות החדשות מואט – הגרף איננו כולל פצלי גז.

האם בעוד 30-40 שנה, כשמסק החשמל שלנו יהיה מבוסס על גז טבעי והמלאי של מדינת ישראל יגמר, עדיין יהיה לנו ממי לקנות?

אם נתבונן על גרף של צריכת האנרגיה וננסה למפות את התגליות תמר, לווייתן וכו', נגלה כי עבור צריכת האנרגיה הראשונית יש לנו מספיק עד שנת 2046. אלו כמויות סבירות ברמה הלאומית, אבל לא בקנה מידה אסטרטגי. אי אפשר מהיום למחר להמיר את כל המשק, שהרי על פי התחזיות של רשות הגז אנו מגיעים עם הגז שיש כיום עד שנת 2050. אם ננסה להתייחס למאגר גז כשיש לו עליה שיא ואז ירידה, נראה שללא יצוא כבר נראה בעיות מחסור כבר בשנת 2043, בתחזית הנמוכה של רשות גז. אם מדינת ישראל תאפשר גם יצוא, אנו עלולים לראות מחסור עוד קודם.

איור 17 - תגליות הגז מול צריכת האנרגיה הראשונית



השאיפה צריכה להיות להגדיל את שימושי הגז במשק ולהגדיל את עקומת הביקוש. מעבר לכך, לשאלה האם לאפשר יצוא או לא – אלו הנתונים, ואני חושב שברור כי אין אופק אסטרטגי במספרים הללו.

אספקט נוסף הוא מבחינת תשתיות – על פי תכנית אב למשק החשמל יידרשו 42 יחידות גנרציה חדשות של 400 מ"ו, ומעבר לכך הארכת קוים ו-83 תחנות מיתוג. כל התשתית הזו צורכת שטח שהוא משאב בעייתי מאוד וכמובן גוררת אחריה גל של התנגדויות.

אין מנוס אלא להצהיר באופן ברור כי משק האנרגיה כפי שהוא היום אינו בר קיימא. אין לנו מקום לתשתיות ואין לנו אנרגיה. אני מסיק מזה שיש צורך בשינוי תפיסה – לא עוד הספקה בלתי מוגבלת על פי דרישה, אלא מעבר לתפיסה של ניהול ביקושים ורשת חכמה.

על מנת להגיע למצב הזה, יש צורך בחזון ובגיבוש המלצות ברורות:

- מעבר לקוד בניה המחייב מבנים עם אפס אנרגיה – חובה
- שיפוץ אנרגטי בחוק
- תכנון עירוני מוטה אנרגיה – תכנון נכון יותר של העיר כך שיאפשר שימוש מופחת בכלי רכב.
- הגבלות גודל חיבור החשמל - יש מדינות בעולם שבהם גובים כסף על חיבור גדול מהנורמה.
- הגדלת המודעות ומניעת שימוש מופרז בחשמל
- חימום סולארי בתעשייה

ד"ר ארז סברדלוב: לנושא ביטחון וכלכלה – ברצוני להתייחס לשאלה: מהו מחיר הביטחון? בעולם המערבי יש מחיר לאנרגיה. חייבים לזכור שכל המלחמות הגדולות בשנים האחרונות היו סביב אנרגיה – אם מבינים שהיכולות של העולם הערבי למעשה בנויות על הכסף שהם קיבלו עבור הנפט ששווקו למערב. לוגית, חצי מתקציב הביטחון של ארה"ב צריך להיות מגולם במחיר הנפט. בישראל, כאשר קיים ולו סיכון קטן לאירוע פיגוע בטחוני, שפירושו איבוד יכולת אספקת החשמל למשך שנים – אני מעדיף לשלם קצת יותר עבור כל קו"ט"ש. זה ההיבט שצריך לקחת בחשבון, ולזכור שהשמש היא אנרגיה בטוחה וללא היבטים ביטחוניים. אמנם יש עדיין בעיות טכנולוגיות, אבל אין ספק ששווה להשקיע על מנת למצוא להם פתרונות. חייבים לחשוב על רעיונות להתגבר על בעיות חוסר האחידות לאורך השנה והיממה, הנצילות, האגירה וכדומה.

אני חושב שאולי התבטאתי לא מדויק קודם. אולי היה כדאי לבנות צוות חשיבה אשר ישקיע מחשבה בשאלה האם יש דרך להניע מהלך שמטרתו לבנות פרויקט ענק של שיתוף פעולה עם מצריים? הרעיון מבוסס על חכירת שטח קרקע בסיני והקמה של תחנות כוח סולריות אדירות. אני מושפע מהפרויקט האירופי שנבדק בימים אלו במדבר סהרה.

בנוסף, המשפט שנאמר קודם בנושא העובדה שמשק האנרגיה שלנו אינו בר קיימא הוא נכון מאוד ועמוק מאוד. אנו צופים גידול אוכלוסייה משמעותי עד למספרים של 15 מיליון בני אדם בשנת 2050 – כלומר פי 2 אוכלוסייה, פי 1.5 צריכת אנרגיה לנפש, ובתרחיש עסקים כרגיל פירוש הדבר היא ביקוש פי 3. לכן אנו בסכנה גדולה מאוד. בנגב היום, למרות מראית העין, אין שטחים פנויים. אנחנו במסלול שאיננו בר קיימא, והאסונות אולי לא יראו בקדנציה הנוכחית אבל הילדים שלנו יתקלו בבעיות קשות.

ד"ר גלעד פורטונה: אני חושב שמציאת הגז הטבעי היא מתנה למדינת ישראל והגז עשוי לפתור חלק גדול מהבעיות שלנו בתחום האנרגיה והתחרותיות. אפשר להעריך ולקבוע אסטרטגיה לאורך

שנים ולטווח הארוך, אבל נותרת השאלה החשובה של התחלת המימוש של האסטרטגיה מהר - מה צריך לעשות מחר בבוקר? לי אישית אין ספק שדחוף לנצל את הגז שמצאנו. לא יתכן מצב שבו המתנה ניתנה וכבר שנתיים-שלוש לא מטפלים בזה ולא משתמשים בזה. כשאומרים לך היום שאין מה לעשות אלא לחכות לשנת 2016 - אני טוען שצריך ניהול דחוף של המשימה הזו, שכן לתפיסתי אין הרבה דברים יותר חשובים ברמה העשייה הלאומית בתחומי התשתיות כיום. אני מאמין בשימוש ניכר בגז במשק החשמל ובאחוז גבוה - בכפוף כמובן לפתרון גיבוי בעת מחסור או תקלה. זה דורש בניה של תחנות דואליות או מאגרים של גז נוזלי לאחסון - אשר יתנו מענה גם לתעשייה וגם לתחבורה.

ועדת צמח פרסמה דו"ח, אשר בו הנחת העבודה היא צורך בשלושה חודשי גיבוי. אני חושב שזה לא מספיק. אני חושב שראשית צריך להנגיש את דו"ח צמח, ולהסביר לכלל הציבור מה עומד על הפרק. אני מרגיש שיש דברים שאינם מנוהלים היום במדינה תחת התירוץ של כלכלה חופשית וכדומה. חייבים להבין שיש דברים שלא יתרחשו אם לא ינוהלו כראוי. הגז צריך להיות מיושם במדינת ישראל בכמות מירבית ובטווח הקצר. את כל שגיאות העבר יש לתקן.

לגבי הכנסת - שמעתי היום מד"ר רונן יניב שתי נקודות חשובות למחשבה :

1. דיווח על שלא מקיימים הנחיות (החלטות ממשלה) וזה נראה כמעט ברור מאליו?
2. אין תאום בין משרדי ממשלה בהגדרה - מי שמצפה שמשרדי ממשלה יתאמו ביניהם חשוב שיבין שזו גישה תמימה שלא עובדת. צריך למצוא גורם מנהל מרכזי למשק הגז ובדחיפות.

חשוב לזכור שבמדינת ישראל אם לא יהיה חשמל לא יהיו גם מים - שני הנושאים הללו תלויים זה בזה, ואני בטוח שאין דיון לגבי משמעות העניין. חייבים לזכור את זה.

תכנון ארוך טווח מתחיל בביצוע בשנה הקרובה ושם אנו לוקים בצורה קיצונית. אני אישית מאמין בתעשייה הכימית, שתורמת כבר היום מעל 40 מיליארד ₪ לתוצר הלאומי והפוטנציאל הוא עד 100 מיליארד ₪ ב 2028. יש כמה ענפים כגון מפעלי ים המלח ופוספטים המביאים ערך מוסף על כל מה שהם מוכרים כי משאבי הטבע הם מקומיים ומדובר על שוק שמכניס כסף למדינה. בתעשייה הפטרוכימית עד עכשיו היה חומר הגלם מיובא. עכשיו כאשר יש לנו גז בארץ - זה מאפשר לתעשייה כולה קפיצת מדרגה משמעותית מאוד, ללא צורך בהשקעות תשתית גדולות כי התעשייה הבסיסית קיימת.

ד"ר שלמה ולד: אני נוטה להסכים עם הקביעה שממשלות אי אפשר לשנות, וקיימת אי יעילות בעבודה הבין משרדית. לגבי העובדה שלא חשבו על משבר הגז - אני רוצה להזכיר שחשבו גם על תרחיש של בצורת ובכל זאת לא התפילו מים מראש. זה דבר עקרוני - אנו לא מתכוננים לבעיות, אלא פותרים אותן רק אחרי שהן קורות. אנו לא גרועים יותר מאשר מדינות אחרות אבל אנו מדינה קטנה, ולכן אין לנו אפשרות לחפות על המשברים. אנו חייבים לפתח מנגנונים לשמירה על הקיום שלנו. איננו יכולים לנהל כל הזמן מאבקים, וכמו בנושאים אחרים גם בנושא הגז הסתכלתי על המון אספקטים שאני רוצה וצריך להילחם עליהם, וקבעתי נקודה אחת - המאבק

שלי נגד היצוא. זו המכשלה העיקרית שמונעת את פיתוחה של התעשייה הכימית. לו הייתי יזם והייתי יודע שלא ברור מה יהיה בעתיד – הייתי בבעיה.

נתח התעשייה הכימית בעולם הולך וגדל, והגז הטבעי כאן הוא חומר גלם משמעותי. אף אחד לא ישקיע את המאמץ אם יחשוב שבעוד 20 שנה לא יהיה גז זמין וזול והתעשייה תתמוטט. על מנת לאפשר פיתוח צריך להבטיח גז לפחות למשך 60 שנה – וברור שיש הבדל עצום בשינוע גז מול שינוע ואספקה של נפט - זה לא אותו שוק.

אתם מגדירים בעיות אופטימיזציה, אבל חשוב לזכור שתכנית לאומית צריכה להתבסס על שלושה עקרונות ואף אחד מהם איננו אופטימיזציה. הראשון הוא יציבות מול שינויים בלתי צפויים, כך שתהיה מינימום השפעה על המשק. הכוונה היא להבטחת חומרי גלם, זמינות טכנולוגית וזמינות ציבורית. השני הוא תעודת הביטוח – הביטחון שלא ניתן להתעלם ממנו, במיוחד לא במדינת ישראל. הסיכון שבנפילת מערכת גז בתקלה ניתן לחישוב סטטיסטי. לעומת זאת, באירוע זדון ההתייחסות היא אחרת: אם יש רצון בצד השני לגרום לזדון (וזאת נוכל לומר בוודאות שיש) נשאלת השאלה האם יש לצד השני יכולת לבצע אירועי זדון? לנושא זה אני חושב שהשאלה היא לא אם יהיה אירוע זדון אלא מתי יהיה. זו כמעט ודאות ולא חשוב הזמן. המערכת צריכה לתכנן אחוזי גז בהתבסס על ההנחה שחייבת להיות הבטחה של ייצור חשמל גם אם אירועי זדון קורים כמעט בוודאות. הנושא השלישי הוא אי חרטה: לאחר שהבטחת את עצמך בגיבויים, יש לך שולי ביטחון ויתירות של 20% - אתה חושב מראש על משהו שאולי לא אופטימאלי מבחינה כלכלית אבל נושא הביטחון חשוב יותר.

ד"ר גלעד פורטונה: חסר מנהל מרכזי לתהליך – אם אתה חושב שתהליך כזה יכול להיות מנוהל על ידי כמה משרדים – דע מראש שזה לא ילך.

ד"ר שלמה ולד: אנו עורכים עכשיו תכנית אב למשק האנרגיה ולשם דוגמה, אנו מסתכלים על יתירות בכניסות של גז ובצנרת. נבחנת כדאיות הקמת מפעל Gas to Liquid, לאור העובדה שישראל צורכת 150 אלף חביות נפט ליום. נניח שנייצר אותן מעודפי גז שיש לנו כאן. בכך נוכל להימנע מיבוא נפט, התהליך ימשך פה בבתי הזיקוק, תהיה אגירה מסיבית אסטרטגית של דלקים במקום גז, אתה מרענן את המכלים כל הזמן, ולשיפור התחרות אתה יכול גם לייצא. בדרך השקעת בתעשייה חדשה וישראלית לחלוטין, להבדיל מהפועלים הסיניים שיעבדו במתקן ההנזלה המתוכנן כיום. אין ספק כי תמונת המצב העולמית כיום מצביעה על מלאי גז גדולים, כמו גם חומרי גלם אחרים. הנושא הכלכלי הוא מאוד חשוב אבל שילוב של הביטחון כאבן יסוד, וקיום חברה וכלכלה יציבה כאן הם שיקולים שאסור לנו לשכוח במיוחד כאשר בוחרים באחד מתרחישי ה"אין חרטה".

ד"ר מרים לב און: אנו מדברים עתה על גז טבעי אבל ברור לכל כי הפחם יישאר מרכיב חשוב במשק החשמל. חייבים לדבר על היעילות של תחנות הכוח וכבר כיום יש טכנולוגיות חדשות (למשל IGCC) שיכולות להעלות את היעילות, להוריד את הפליטות, וגם להביא למיצוי של המשאב המתכלה ולייצור יעיל יותר של חשמל. חייבים גם להיפרד מהטכנולוגיות של שנות ה-40 של המאה הקודמת. לגבי התחנות הסולאריות – ברחבי העולם מקובל היום להתקין לכולן גיבוי של

גז טבעי. לא בונים תחנה גדולה בסדר גודל גדול ללא גיבוי של גז – זה לפחות מה שקורה היום בקליפורניה.

לגבי נושא הגז לתחבורה – כאשר עבדנו במסגרת וועדת שני להפחתת פליטות גזי החממה בישראל - במסגרת צוות התחבורה - דיברנו על נושא גז לתחבורה כאחד מאמצעי הפחתת פליטות והשתמשנו בדוגמאות ממדינות ניו יורק וקליפורניה שבארה"ב בנושא החלפה של ציי אוטובוסים ומשאיות לכאלו המונעים בגז וברור כי אחד מהחסמים המשמעותיים הוא התשתית הנדרשת לכך. יש צורך במערכות של דחיסה – אבל אם משתמשים בגז כדלק נוזלי - זה יכול להקל מאוד. כל נושא הגז ונגזרותיו השונות לשימושי תחבורה הוא חשוב ביותר. אפשר להסתכל על הדוגמה של ההידרטים באלסקה – כבר כיום מתקיים ויכוח עצום בארה"ב באם להתחיל לייצא גז. עקב תגליות והפקות חדשות השאיפה היא לייצא גז מנוזל, וגם להוביל גז טבעי מאלסקה לצפון אמריקה. מדובר בכמויות ענק של גז שלא נתגלו כמותן עד כה, ומתקיים דיון ציבורי גדול באם לייצא או לשמור.

ד"ר פרי לב און: ניתן לדמיין תרחיש שבו לא היה נמצא גז בישראל. אנחנו נמצאים כרגע במצב טוב, שהרי אנו מתווכחים על החזון לשנת 2050. חשוב כרגע לדבר רק על שימוש מושכל במה שיש או במה שאנו מעריכים שבקרוב יהיה. חייבים לדבר על זה, ולא להתקוטט או להיות פסימיסטים. צריך לשמוח, זו מתנה שניתנה לנו והיא מחייבת שימוש מושכל ולא עיסוק מתמיד בנבואות שחורות.

שמעון פרנט: על בסיס ניסיון של כמה עשרות שנים בתכנון משק החשמל, אני ציפיתי שמומחי משק האנרגיה יאמרו שכדי להתקדם לעתיד צריך לבדוק את לקחי העבר. אנו נמצאים בעיצומו של משבר האנרגיה הגדול ביותר שהיה במדינת ישראל – אין תקדים בעולם למצב שאנו רואים כיום במדינה. ההוצאה העודפת למשק כתוצאה משריפת סולר מגיעה לעשרות מיליארדי שקלים – והיא נגרמת כתוצאה ישירה של המחסור בגז. הכסף הזה שמשלמים על סולר ומזוט הולך למדינות אחרות (לא תמיד ידידותיות), לא למשק הישראלי. חייבים להודות שזהו לא תסריט שלא חשבו עליו; מתכנני מערכת החשמל הצביעו על הסיכון העצום הטמון בתסריט של מחסור בגז במסמכים שונים שפורסמו לכל אורך הדרך משנת 1998. החשש מפני התרחשות התסריט הזה היווה טריגר לקבלת ההחלטה על הקמת תחנה פחמית נוספת – פרויקט D עוד בשנת 2001. והפרויקט לא קם. בשנת 2008, בטרם גילוי כמויות גז גדולות בשדה תמר, חשבנו שהקטסטרופה בדרך כי היה ברור שכמות הגז שנוכל לקבל ממצרים מוגבלת ואילו המקור ים תטיס הולך להתרוקן. ומה נעשה עם כל התחנות במחזור משולב המופעלות בגז שבנינו?

לגבי גזיפיקציה – בשנת 2008 נסעתי לצפון דקוטה (שם נמצא מתקן גזיפיקציה של פחם הגדול בעולם) כדי ללמוד את הנושא – מה ניתן לעשות, ומתוך מטרה ללמוד מהמומחים הטובים בעולם ואף להזמין אלינו על מנת שיעזרו לנו. חברת החשמל בדקוטה אכן הזמינה במיוחד עבורנו את המומחים בתחום זה שסיפקו תשובות לכל שאלותינו. מיד לאחר חזרתנו לארץ, רצה הגורל ומדינת ישראל מצאה כמויות גז גדולות. עם מציאת הגז המשק נכנס לאופוריה. פתאום אין בעיה – ולא מחפשים שום פתרונות נוספים, והנה, תוך כמה שנים אנו שוב במשבר. היו תסריטים, היה

תכנון, היה ניתוח סיכונים, אבל אני מצטער להגיד שתהליך קבלת ההחלטות, ובמיוחד יישום ההחלטות לא עבד. אנחנו שוב במצב שלא רוצים לדון מה היו הכשלונות, מתוך מחשבה שבעוד שנה תהיה לנו אספקת גז ואני בטוח שבאותו רגע שוב ישכחו מהכל עד המשבר הבא. מערכת הולכת הסולר הקיימת כיום איננה בנויה לאספקה של הכמויות שעשויות להידרש במקרה של הפסקה בהספקת הגז, ואנחנו מדברים על זה כבר 10 שנים.

לגבי תחזית מחירי הדלק, זה נושא שמדובר בו כל הזמן. אנו לומדים את התחזיות ומתריעים מהעתיד לבוא. אפילו בחברת החשמל אמרו שנתם עידן הפחם – הוא יקר. מדוע? סין והודו מתפתחות מהר וצורכות את הפחם וגורמות לעלית המחירים. הניסיון מראה שתחזית מחירי הדלק אינה יציבה – לא יודעים מאיפה יבוא השינוי. הנה פתאום בארה"ב מצאו פצלי גז, ירדו מחירי הפחם וזה כבר השפיע על המחירים באירופה ואם מגמה זו תימשך מחירי הפחם ירדו גם אצלנו. מה קורה אז? עוד שנה יהיה גז, כל תחנות הכוח החדשות נבנו וימשיכו להיבנות בגז, בשנת 2016 נעביר גם את תחנת אורות רבין לגז ונגיע ליותר מ-70% של ייצור החשמל בגז. האם מוצדק גם בתסריט של ירידה במחיר הפחם לשאוף ל-70-80 אחוז של ייצור החשמל בגז? הרי אנחנו מתקינים בתחנות הכוח הפחמיות אמצעים המביאים להקטנה של פליטות מסוכנות לבריאות SO₂ ו-NOx פי 10 !! גם פליטות CO₂ יצטמצמו הרבה מעבר לציפיות שהיו לפני מספר שנים בגלל חדירה מסיבית יותר של גז. ושוב ניתן לראות קיצוניות בקבלת החלטות – שאיפה בלתי מרוסנת להוריד עוד ועוד את הפליטות וזאת ללא כל פרופורציה לסיכון הטמון בהסתמכות של מערכת החשמל בדלק בודד. האם צמצום הפליטות זאת הבעיה היחידה? אני קורא לפורום הזה לנתח היטב את המצב של תהליך התכנון ותהליך קבלת ההחלטות בתחום משק החשמל והאנרגיה, אחרת שום דבר לא יתקדם. עוד מעט יגיע צינור הגז, יצרנים פרטיים ישתלבו במערכת, חלקה של חברת החשמל יצטמצם, ומי אז יחשוב בצורה כוללת ואינטגרטיבית על חלופות לפיתוח משק החשמל? ניצול האנרגיה הסולרית יהיה עדיין יקר בהשוואה לתחנות פוסיליות, ולא יהווה חלק ניכר מייצור החשמל בטווח הנראה לעין. צריך לבצע ניתוח סיכונים מפורט, ועליו לבסס את האסטרטגיה. כולם יודעים את זה אבל לצערי בפועל לא מיישמים את זה. ללא תכנון מרכזי מסודר, ידם של ספקי גז והיצרנים הפרטיים תהיה על העליונה והשיקולים העסקיים יגברו על השיקולים האסטרטגיים של תכנון משק החשמל.

ד"ר אילן מעוז: אני תמיד מציג את הצד הכלכלי – הכלכלן נע בין סוציולוגיה וחברה ועד ההנדסה. זו גם תועלת וגם סיכון: אני חייב להציג בפני מקבלי ההחלטות את המחיר, ולא אני קובע מהי הנקודה שתיבחר. לגבי אירועי זדון – במונחים כלכליים ניתן לומר שיש עודף ביקוש לפגיעה במדינת ישראל. מתקני הגז הם חלק קטן מעשרות אתרים המועדים לפגיעה בארץ. זה צריך כמובן להיכלל בשיקולים האסטרטגיים של משרד הביטחון – גם זה ולא רק זה.

הגז הוא אכן מתנה ויש לנו יתרון יחסי חדש – מקבלי ההחלטות צריכים להבין את זה. ברשות החשמל ראינו את זה כבר מזמן - כולם התעניינו רק בחשמל ואף אחד לא התייחס לתעשייה. מדינה חייבת להשקיע בתשתית ואני משוכנע שההשקעה שלה תוחזר. היתרון היחסי שלנו כאן הוא משמעותי מאוד – אבל לא נעשתה על זה עבודה רצינית ובעבר העבודה נעשתה על ידי חברת

פז שחשבה שיש לה פה הזדמנות עסקית. בדיקה מעמיקה של נושא זה עשויה לשנות את היתרון היחסי שלנו לחלוטין.

בנושא המגבלות הפיזיות: תמיד חשבתי שקיימת בעיה רק באזור עירוני – ומסתבר שגם בפריפריה יש בעיה משמעותית. מחיר הקרקע רק ילך ויעלה, ומחיר ההון של תחנת הכוח יעלה גם הוא. מי שקורא בספרות על אגירה שאובה – טורבינות הגז הן כל כך יעילות כרזרבה שהן מתחרות באגירה שאובה וזה הפך להיות שולי.

לגבי התייעלות – הנושא חשוב מאוד, וחינוך הוא חשוב אבל עד שלא נכה בכיס לא יעזור כלום. בין המגזר הפרטי לציבורי יש הבדל משמעותי. למעט אוכלוסייה במעמד סוציאקונומי נמוך, אין צורך כלכלי אמיתי לתמוך באף אחד. בסקטור הציבורי – חייבים פשוט לאלץ את הארגונים ליישם התייעלות ללא תנאים.

פרק 5: סיכום והמלצות

הציר העיקרי שעליו נסב הדיון בחזון משק האנרגיה לשנת 2028 היה תמהיל מקורות האנרגיה לשנים הבאות. התמהיל המומלץ לייצור חשמל, כפי שמוסכם על רוב המשתתפים, הוא 50% גז טבעי, 30% אנרגיות מתחדשות ו-20% הנוספים – מפחם, פצלי שמן ואולי אנרגיה גרעינית. אולם, הדרך הנכונה להסקת מסקנות ביחס לתמהיל האופטימאלי דורשת בניית מודל אנליטי והרצתו על פי תסריטים שונים של הנחות ופרמטרים, ובאלה צריך להתמקד הדיון בין המומחים.

הגז הטבעי, שהוא המקור הראשון במעלה, הוא בעל יתרונות רבים אך השימוש בו כרוך בבעיות וסיכונים שיש להיערך אליהם. חלק ניכר מן הדיון עסק בהסבת ייצור החשמל לגז באחוז גבוה, וביצוא של גז לעומת שמירתו למען ביטחון באספקה. האם השיקול הכלכלי גובר על השיקול הביטחוני, ומהו מחירו של הביטחון? נושא אחר הוא התעשייה בישראל - הגברת אספקת הגז לתעשייה הקיימת ואף הקמת תעשייה כימית המבוססת על גז.

לאנרגיות מתחדשות יש יתרון מבחינה סביבתית ומבחינת ביטחון אספקה, אך יש להן חסרונות לא מבוטלים בכל הקשור לעלות הפקה, עתירות קרקע, זמינות הפקה ובעיות חיבור לרשת.

מקור בעל פוטנציאל ניכר הוא ההתייעלות האנרגטית, שיש להקדיש לה תשומת לב ומאמץ נאות.

המלצות:

6. עם בניית תשתית האספקה של הגז הטבעי יש להשקיע בביטחון: לבנות מערכת הולכה בעלת יתירות בכניסות הגז ובצנרת, ולאפשר דואליות דלקית של כל תחנות הכוח מונעות הגז, כך שניתן יהיה, במידת הצורך, לעבור מיידית לדלק חלופי. מעבר לכך, יש להיאבק בנטייה הטבעית ולא להעלות את שיעור הגז הטבעי אל מעל 50%.

7. יש להשקיע באנרגיה המתחדשת בלוח זמנים מהיר ככל שניתן, כדי שתוכל לשחק תפקיד משמעותי במשק החשמל של מדינת ישראל, יש לשלב את האנרגיה המתחדשת בקצב מהיר יותר מקצב הצמיחה והעלייה בצריכה, וזאת בהתחשב בפוטנציאל המוגבל והסופי של שטח מתאים לניצול.

8. הגז הטבעי יכול להוות בסיס לתעשייה כימית מתקדמת, ומשרד האנרגיה עוסק ביחד עם משרד התמ"ת בקידום הנושא. לשם כך יש להבטיח וודאות של אספקת גז לטווח ארוך, אחרת אין סיכוי להשקעות בתעשייה זו. יש לקחת זאת בחשבון כאשר שוקלים ייצוא של הגז.

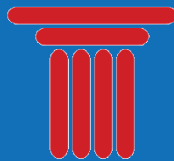
9. מעבר לסכנה הביטחונית, יש ללמוד ולהשתלם בנושא של השפעת קידוחי הגז על המערכת האקולוגית הימית ולנקוט בכל האמצעים הנדרשים על מנת למזער את הפגיעה. בנוסף, יש לצבור ידע ומיומנות באשר לטיפול בתקלות על מנת למנוע אסון אקולוגי שלו יכולות להיות השלכות רחבות - מדיניות וכלכליות כאחת.

10. יש לגבש תכנית לאומית בנושא תמהיל מקורות האנרגיה, עם יעדים אופרטיביים מוגדרים לפי ענפי המשק, תקציבים ולוחות זמנים. במסגרת התכנית יש לשלב פעילות של מחקר ופיתוח לפיתוח טכנולוגיות ויישומן בתעשייה ובתחבורה.

נספח 1 – תכנית פורום אנרגיה : משק האנרגיה בישראל – חזון 2028

פתחה	13:10-13:00
ד"ר גלעד פורטונה, מוסד נאמן	13:20-13:10
השלכת מציאת הגז בישראל ובעולם על תמהיל הדלקים – תחזית טכנולוגית, תעשייתית ועסקית	
ד"ר שלמה ולד, מדען ראשי – משרד האנרגיה והמים	13:30-13:20
השלכות יצוא הגז על משק האנרגיה בישראל	
ד"ר ארז סברדלוב – חושבה לתכנון	13:40-13:30
תמהיל מקורות האנרגיה האופטימלי בראיית הטווח הרחוק בישראל	
שמעון סרוסי – אקו אנרג'י בע"מ	13:50-13:40
תמהיל דלקים לייצור חשמל בישראל 2030 : גז טבעי, פחם ואנרגיות מתחדשות	
ד"ר יניב רונן – מרכז המחקר והמידע של הכנסת	14:00-13:50
אנרגיות מתחדשות בישראל – מדיניות מול יישום	
ד"ר מרים וד"ר פרי לבאון The Levon Group LLC	14:10-14:00
Global energy systems in 2050: Possible barriers and opportunities	
הפסקה	14:30-14:10
דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות הבאות :	17:00-14:30
<ul style="list-style-type: none"> • מהו תמהיל מקורות האנרגיה הצפוי במדינת ישראל בשנת 2028? • מהו תמהיל מקורות האנרגיה הרצוי במדינת ישראל בשנת 2028 ומדוע (סיבות סביבתיות, בטחון אנרגיה וכלכלה)? • מה ניתן וצריך לעשות היום ובשנים הקרובות כדי להביא את המדינה ליעדים אלה? • מה ניתן ללמוד מתכניות אנרגיה לטווח ארוך בארצות העולם? • מה ניתן ללמוד מן הניסיון בישראל לגבי מה הצליח (מיסוי ירוק, למשל) ומה לא הצליח? 	
סיום	17:00

12/014



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