



## סביבה ואנרגיה

# הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל

## סיכום והמלצות דיון פורום אנרגיה 43

פרופ' גרשון גרוסמן  
נעמה שפירא



תכנון  
ארוך טווח

תעשייה  
וחדשנות

תשתיות  
פיזיות

בריאות

הון  
אנושי

השכלה  
גבוהה

חברה

חינוך

כלכלה

מדע  
וטכנולוגיה

יוני  
2018

## אודות מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן הוקם 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 פיזיות, 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 ההחלטות 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 התווית 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 בממשל. סקירת הפרויקטים השונים שבוצעו במוסד מוצגת באתר האינטרנט של המוסד. בנוסף מסייע מוסד שמואל נאמן בפרויקטים לאומיים דוגמת המאגדים של משרד התמ"ס - מגנ"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' משה סידי.



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

טלפון: 04-8292329, 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)

## מפגשי פורום האנרגיה של מוסד נאמן ([www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il))

פורום האנרגיה ה-42: היבטים פסיכולוגיים והתנהגותיים של חיסכון באנרגיה	2018
פורום האנרגיה ה-41: רכב היברידי וחשמלי	2017
פורום האנרגיה ה-40: גז טבעי לתחבורה בישראל	
פורום האנרגיה ה-39: מיקרוגרید ורשת חשמל חכמה בעידן של ייצור מבוזר ואנרגיות מתחדשות	
פורום האנרגיה ה-38: צעדים ליישום לאחר אישור מתווה הגז בישראל	2016
פורום האנרגיה ה-37: ביטחון באספקת אנרגיה בישראל	
פורום האנרגיה ה-36: התייעלות אנרגטית בישראל: שדרוג מערכות	
פורום האנרגיה ה-35: אגירת אנרגיה בייצור חשמל	2015
פורום האנרגיה ה-34: ייצור משולב של חום וחשמל	
פורום האנרגיה ה-33: הרפורמה במשק החשמל בישראל	
פורום האנרגיה ה-32: ניצול מיטבי של הגז הטבעי המקומי, לרבות סוגיית הייצוא	2014
פורום האנרגיה ה-31: ביומסה לאנרגיה בישראל	
פורום האנרגיה ה-30: חשמל מאנרגיה סולארית בישראל	2013
פורום האנרגיה ה-29: עיר חכמה	
פורום האנרגיה ה-28: תחבורה יבשתית בת קיימא: היבטי אנרגיה וסביבה	
פורום האנרגיה ה-27: רשת חשמל חכמה כמנוע צמיחה לתעשייה בישראל	
פורום האנרגיה ה-26: ניצול פצלי שמן בישראל	2012
פורום האנרגיה ה-25: משק האנרגיה בישראל - חזון 2028	
פורום האנרגיה ה-24: אנרגית שמש לבנייני מגורים בישראל	
פורום האנרגיה ה-23: ניצול אנרגית הרוח בישראל	2011
פורום האנרגיה ה-22: תחנת כוח גרעינית בישראל	
פורום האנרגיה ה-21: שיפוץ אנרגטי של בניינים	
פורום האנרגיה ה-20: מערכות פוטו וולטאיות מחוברות-רשת למגזר הביתי והמסחרי	
פורום האנרגיה ה-19: חיסכון באנרגיה במערכות תאורה	2010
פורום האנרגיה ה-18: מיזוג אוויר סולארי בישראל	
פורום האנרגיה ה-17: השלכות חדירת גז טבעי למשק האנרגיה של ישראל	
פורום האנרגיה ה-16: רשת חשמל חכמה	
פורום האנרגיה ה-15: התייעלות אנרגטית ברשויות המקומיות בישראל	2009
פורום האנרגיה ה-14: רכב חשמלי והיברידי	
פורום האנרגיה ה-13: תחנות כוח סולאריות בישראל	
פורום האנרגיה ה-12: אנרגיה במשק המים	2008
פורום האנרגיה ה-11: בניה חסכונית באנרגיה	
פורום האנרגיה ה-10: השפעות בריאותיות וסביבתיות של השימוש בגז טבעי בישראל	
פורום האנרגיה ה-9: מקומה של ישראל בשוק הביואתנול העולמי	
פורום האנרגיה ה-8: ניהול ביקושים ואספקה	2007
פורום האנרגיה ה-7: ביודלקים להפקת אנרגיה	
פורום האנרגיה ה-6: חיסכון במערכות מיזוג אוויר	
פורום האנרגיה ה-5: צרכי המחקר באנרגיה חלופית בישראל	
פורום האנרגיה ה-4: אנרגיית השמש להפקת חום	
פורום האנרגיה ה-3: הפקת אנרגיה מפסולת	2006
פורום האנרגיה ה-2: מערכות משולבות ליצירת חום וחשמל (קוגנרציה)	
פורום האנרגיה ה-1: חשמל ממערכות פוטו-וולטאיות	

מוסד שמואל נאמן  
למחקר מדיניות לאומית



# הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל

סיכום והמלצות דיון  
פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן  
מיום 21/03/2018

נערך ע"י:  
פרופ' גרשון גרוסמן  
נעמה שפירא

יוני, 2018

קריית הטכניון, חיפה 32000    טל. 04-8292329    פקס. 04-8231889    [info@neaman.org.il](mailto:info@neaman.org.il)

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 המחבר/ים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

## רשימת משתתפי הפורום

פרופ' אילון אופירה - ראש תחום סביבה ואנרגיה, מוסד שמואל נאמן

מר גינות אורי - מנהל קשרי ממשל, אקופיס

פרופ' גרוסמן גרשון - ראש פורום אנרגיה, מוסד שמואל נאמן

ד"ר וליד שלמה - המדען הראשי לשעבר, משרד האנרגיה

מר זהר יובל - רשות החשמל, משרד האנרגיה

ד"ר לב-און מרים - קבוצת לב-און

ד"ר לב-און פרי - קבוצת לב-און

מר ליבן דורון - זירת מסחר באנרגיה

אלוף (מיל") עמידרור יעקב - סיגמא אפסילון הנדסת כוח בע"מ

מר פוסטר אמיר - ראש אגף אסטרטגיה ומחקר, איגוד תעשיות חיפושי הנפט והגז בישראל

מר פורטוגלי אמנון - מרכז חזן במכון ון-ליר

ד"ר פרידמן גדעון - מנהל תחום טכנולוגיות ואנרגיות מתחדשות, משרד האנרגיה

מר פרנט שמעון - סגן מנהל אגף תכנון, פיתוח וטכנולוגיה, חברת החשמל

מר קופרברג מוטי - יועץ לביטחון אנרגיה, דינמיק שרותי ספנות

גב' שפירא נעמה - עוזרת מחקר, מוסד שמואל נאמן

### הבעת תודה

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

## תוכן עניינים

---

1	תקציר מנהלים	1
3	הקדמה	1
4	רקע	2
5	מידע בנושא: הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל	3
13	דין	4
28	סיכום והמלצות	5
29	רשימת מקורות	6
30	נספח 1: תכנית פורום אנרגיה - הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל	

## תקציר מנהלים

משק האנרגיה הישראלי הוא בעל מאפיינים ייחודיים. אחת הבעיות המרכזיות היא היות המדינה מבודדת משכנותיה מבחינת אספקת ויצוא אנרגיה, בבחינת "אי אנרגטי". מדובר גם על דלקים למיניהם, כגון גז טבעי וגם על חשמל – המדינה מספקת לעצמה ובעצמה את החשמל ואינה מחוברת לרשת הולכה חיצונית. הסיבות הן כמובן בעיקר גיאופוליטיות, כי קשר אנרגטי, אילו היה קיים, עשוי לתרום לחיזוק השרידות האנרגטית של ישראל, אף שיש לבחון זאת גם מול חלופות אחרות שעל פניו עשויות לתרום לביטחון האנרגטי בחירום.

להסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל שני היבטים: החשוב יותר הוא ביטחון האנרגיה, והשני - האם ניתן להשתמש בהסרת הבידוד כמנוף לשיפור מצבה הכלכלי של מדינת ישראל. לביטחון אנרגטי יש שתי פנים: מצד אחד הביטחוני – שרידות המערכות בתנאי לחימה, שאצלנו הם שכיחים יחסית בהשוואה לעולם, מצד שני שינויי האקלים – השפעתם הולכת ומתרחשת לנגד עינינו ועדיין לא מבינים את מלוא החומרה ועד כמה זה משפיע על היציבות באזור.

ישראל צריכה, גם אם יוסר הבידוד, להיות מסוגלת לספק את צרכיה ברציפות ובכוחות עצמה מבלי להזדקק למקורות אחרים. להסרת הבידוד יש פנים נוספות: האחד - מנוף ליצירת בסיס לשיתוף פעולה אזורי, בנוסף - גיוון מקורות האנרגיה, שהוא טוב בסביבה של אי-ודאות (גם בשל שינוי אקלים וגם מהיבטים ביטחוניים).

לישראל שני נכסים שניתן לנצלם להסרה, לפחות חלקית, של הבידוד האנרגטי בו היא נתונה. האחד הוא מקורות הגז הטבעי של המדינה שניתן לייצא. השני הוא הידע והניסיון הטכנולוגי בתחומים שיכולים לסייע רבות למדינות השכנות, למשל בתחום התפלת המים.

להלן מספר המלצות שהועלו על ידי חלק מן המשתתפים במהלך הדיון:

### 1. מקורות הגז הטבעי

- יש להמשיך ולחזק את הטמעת השימוש בגז בישראל, לחיזוק העצמאות האנרגטית של המדינה.
- ישראל צריכה להתמקד ביצוא גז למדינות הקרובות: ירדן, מצרים, הרשות הפלסטינית וקפריסין. יצוא יכול להוות מנוף פוליטי לשיפור היחסים המדיניים.
- מומלץ להבטיח את הסרת הבידוד על ידי שיתוף פעולה שיאפשר הולכה של גז טבעי - מכירה ובמידת הצורך גם קנייה.

### 2. שיתוף פעולה אזורי - כל השקעה בפרויקט אנרגטי אזורי זאת השקעה בביטחון הלאומי של ישראל. מוצע

- לבחון ישימות של פרויקטים לשיתוף פעולה אזורי שמהווים יתרונות לשני הצדדים, לדוגמה:
- פרויקט שיכלול ייצור חשמל סולארי בירדן שבה תנאים אידיאליים לכך, ושימוש בו להתפלת מים בישראל שבה טכנולוגיה מפותחת בתחום.



- פרויקט של כבל חשמל תת ימי בין ישראל לקפריסין. קפריסין תוכל לפתח את מאגר הגז הטבעי אפרודיטה, לייצר חשמל מגז במקום מסולר ולספק עודפים לישראל, ולישראל - זו פרצה משמעותית בבידוד האנרגטי, עם אפשרות לחיבור עתידי גם לרשת האירופאית.

### 3. אספקת LNG

- מוצע להקים עוד עמדה או שתיים של מצוף לאספקת LNG.
- ישראל יכולה לחכור אניית LNG שתסתובב ותעבוד בכל העולם, ובזמן חירום היא תוכל להגיע לישראל בהתראה של שבועיים-עשרה ימים.

### 4. השקעה במו"פ ופיתוח תשתיות אגירה - אגירה מגדילה את הביטחון האנרגטי וההשקעה בתחום יכולה

להתקזז עם העלויות העודפות של השימוש בסולר.

- מומלץ לתמוך במחקר ופיתוח בנושא של אגירת חשמל.
- מומלץ לפתח תשתיות לאגירת גז טבעי.

## 1. הקדמה

---

מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית, 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 המזמנים לפי הנושא. המטרה היא להתרכז בשאלות רלבנטיות ומוגדרות, לתאם בין הגורמים ולהגיע להמלצות על דרכי פעולה לקידום הנושא, שניתן להציג בפני מקבלי החלטות.

המפגש הדין בנושא: "הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל", התקיים ב-21 למרץ 2018 בטכניון. השתתפו בו מומחים בתחום מהיבטיו השונים, וכן נציגים של הממסד הציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה הודות למומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת ידע מקצועי ראשון במעלה בתחום.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מהמשתתפים מצגות בנושא הדיון על היבטיו השונים. מצגות המשתתפים אשר אושרו על ידם לפרסום נמצאות באתר מוסד שמואל נאמן: <http://www.neaman.org.il/> (לשונית 'אנרגיה'). בחלק השני התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. בפני משתתפי הדיון עמדו מספר שאלות, שהוכנו מראש, כמפורט בתכנית הפורום (נספח 1). 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 לבחון את האפשרויות השונות ליישום הנושא של הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל.

## 2. רקע

משק האנרגיה הישראלי הוא בעל מאפיינים ייחודיים. אחת הבעיות המרכזיות היא היות המדינה מבודדת משכנותיה מבחינת אספקת ויצוא אנרגיה, בבחינת "אי אנרגטי". מדובר גם על דלקים למיניהם, כגון גז טבעי (גז"ט) וגם על חשמל – המדינה מספקת לעצמה ובעצמה את החשמל ואינה מחוברת לרשת הולכה חיצונית. הסיבות הן כמובן בעיקר גיאופוליטיות, כי קשר אנרגטי, אילו היה קיים, עשוי לתרום לחיזוק השרידות האנרגטית של ישראל, אף שיש לבחון זאת גם מול חלופות אחרות שעל פניו עשויות לתרום לביטחון האנרגטי בחירום.

להסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל שני היבטים: החשוב יותר הוא ביטחון האנרגיה, והשני - האם ניתן להשתמש בהסרת הבידוד כמנוף לשיפור מצבה הכלכלי של מדינת ישראל.

לביטחון אנרגטי יש שתי פנים: מצד אחד הביטחוני – שרידות המערכות בתנאי לחימה, שאצלנו הם שכיחים יחסית בהשוואה לעולם. מצד שני שינויי האקלים – השפעתם הולכת ומתרחשת לנגד עינינו ועדיין לא מבינים את מלוא החומרה ועד כמה זה משפיע על היציבות באזור.

ישראל צריכה, גם אם יוסר הבידוד, להיות מסוגלת לספק את צרכיה ברציפות ובנחות עצמה מבלי להזדקק למקורות אחרים. להסרת הבידוד יש פנים נוספות: האחד - מנוף ליצירת בסיס לשיתוף פעולה אזורי. בנוסף - גיוון מקורות האנרגיה, שהוא טוב בסביבה של אי-ודאות (גם בשל שינוי אקלים וגם מהיבטים ביטחוניים).

### 3. מידע בנושא: הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל

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 מוסד שמואל נאמן (<http://www.neaman.org.il>). מטבע הדברים, קיימת חפיפה מסוימת בין הדוברים השונים, אולם עורכי הדו"ח החליטו להביאם כאן כפי שהוצגו ובאותו הסדר (ראה תכנית הפורום בנספח 1). מידע זה חשוב ומהווה בחלקו בסיס לדיון הפתוח שהתקיים לאחר מכן, כפי שמובא בפרק 4.

#### יובל זהר – רשות החשמל, משרד האנרגיה: היבטים על הערכות משק החשמל בחירום

הערכות לחירום של משק האנרגיה כוללת היבטים רבים וכיום יש נטייה להסתכלות משולבת: גז"ט, חשמל, דלק וגפ"מ<sup>1</sup>. אין ויכוח שישראל היא אי אנרגטי בזירה המדינית וגם החשמלית.

הדרך להתמודד עם הבידוד האנרגטי היא על ידי חיזוק היכולות של המשק עצמו – יכולות גיבוי טובות יותר לזמן ממושך יותר. היוזמה להיפתחות למשקים אחרים גם היא אפשרות אך מחייבת שיתוף פעולה גיאופוליטי וכן בחינות בהיבטי חירום והיתכנות כלכלית.

שיעור השימוש של משק האנרגיה הישראלי בשנים האחרונות בגז"ט נמצא במגמת עליה דרמטית. הגילויים של מאגרי הגז"ט יצרו מצב שתוך פחות מעשור, חל מהפך דרמטי בתמהיל הדלקים של משק החשמל: ממשק שהיה בו 65% ייצור חשמל באמצעות תחנות כוח פחמיות, לעבר משק חשמל המבוסס בעיקר על גז"ט, כאשר מבחינת ההיצע יש, נכון לעכשיו, אסדה אחת (תמר) עם יתירות באמצעות מצוף ה-LNG<sup>2</sup>. כמו כן, יש גם עידוד מאסיבי לתעשייה להתחבר לגז"ט, והכוונה היא לאפשר למשתמשים אספקה של גז"ט גם בסיטואציות חירום, בכפוף לתנאים שישררו בפועל (תקנות משק הגז"ט אמורות לשמור על האיזון בין צרכי משק החשמל לצרכי התעשייה).

כיום מתבצע פיתוח של שני מאגרים נוספים: מאגר לווייתן אשר אמור להתחיל להזרים גז בשלהי 2019 ובנוסף צפויה הפעלה מסחרית של מאגר כריש-תנין בשנת 2020.

החלטות על תמהיל הדלקים, נעשות כיום ממספר שיקולים לרבות שיקולים סביבתיים. לא רק המשרד להגנת הסביבה אלא גם משרד האנרגיה והגופים הקשורים אליו, לוקחים בחשבון שיקולים אלו בתהליכי קבלת ההחלטות על תמהיל הדלקים.

חזון שר האנרגיה הוא כי עד 2030 לא יפעלו בישראל תחנות כוח פחמיות, כך שתמהיל הדלקים יתבסס על גז"ט בשילוב אנרגיות מתחדשות (לפחות 17% בהתאם ליעדי הממשלה).

<sup>1</sup> גז פחמימיני מעובה. מכונה בישראל גם גז בישול, אך משמש גם לצרכי הסקה והנעת כלי רכב.

<sup>2</sup> Liquefied Natural Gas – גז טבעי מונדל

**תמונת מצב נוכחית:** תמהיל הדלקים לייצור חשמל בשנת 2017: גז"ט 65%, פחם 31%, מתחדשות 3% (נגיע לכ-5% אנרגיות מתחדשות כאשר המתקנים התרמו-סולאריים המוקמים בימים אלו ומספר מתקני PV נוספים, יכנסו לשלב הייצור) ועד לסוף שנת 2020 השאיפה היא לעמוד ביעד של 10% אנרגיות מתחדשות.

#### **נבחן את הפעילות סביב ההערכות לחירום במספר היבטים:**

- מיגון (תכנית מיגון רב שנתית)
- יישום החלטות ממשלה ייעודיות
- הצעת חוק ביטחון אנרגטי

#### **מאפייני המעבר משיגרה לחירום:**

- מייצור בגז"ט לייצור בדלקי גיבוי
- מיבוא דלקים לשימוש במלאים
- מייצור לשיא הביקוש לניהול ביקושים (תיעדוף בין צרכנים, חיוניים יותר או פחות)

**הצעת חוק ביטחון אנרגטי** – נועדה לאפשר תיעדוף בהליכי תכנון. תכנון והקמת קו הולכה עשוי לקחת עד כ-10 שנים מרגע התכנון ועד שהקו מוקם. כמו כן, הצעת החוק מבקשת להעניק סמכויות לטובת ניהול אירועי חירום כדי לייצר גמישות בקבלת החלטות.

**מיגון** – אושרה תכנית מיגון שתוקצבה דרך תעריף החשמל. התקבל פטור מקבלת היתר בניה ולכן סביר שמימוש התכנית יוכל להתקדם במהרה.

**אירוע חירום במשק הגז"ט** – בספטמבר 2017 הייתה תקלה באספקת הגז"ט מאסדת תמר. האירוע עבר "בשלום" ולא נרשמו הפסקות חשמל במשק.

#### **אלמנטים נוספים שדרכם אפשר לבחון אפשרויות של שיפור הביטחון האנרגטי:**

- **Euro-Asia interconnector** – פרויקט לכבל תת ימי חשמלי בין ישראל-קפריסין-כרתים-יוון, שמשמעותו חיבור פוטנציאלי של ישראל לרשת האירופאית. הפרויקט נתמך על ידי האיחוד האירופאי. קיבולת הכבל מתוכננת להיות 1,000 מגוואט בשלב ראשון ו-2,000 מגוואט בשלב שני. קפריסין ויוון הודיעו שיחלו בהקמת הכבל במקטע קפריסין-כרתים-יוון. ישראל טרם קיבלה החלטה באשר למיזם זה.
- **ביזור גיאוגרפי של אנרגיות מתחדשות** כמו גם הסתכלות על "המיצבור" הסולארי שצפוי להיות במשק האנרגיה עד לשנת 2030, יתרום לשיפור מסוים בביטחון האנרגטי (בכפוף לשילוב יכולות אגירת אנרגיה).
- **עידוד מערכות מיקרו-גנרציה** במרחב העירוני.
- **אגירת אנרגיה** – הנושא עוד לא הגיע למימוש מסחרי ולכן לא הוטמע בצורה משמעותית בשווקי האנרגיה. בישראל מוקמים כיום שני פרויקטים אסטרטגיים של אגירה שאובה (אחד מהם קרוב להפעלה מסחרית) שאמורים לשפר את גמישות מנהל המערכת למול סיטואציות של חירום בייצור. בשנה הקרובה צפוי לפעול מתקן תרמו-סולארי המוקם באשלים המשלב אגירת חום במלח מותך. מחקרי שוק שונים צופים שגם אגירת סוללות תכנס בשנים הקרובות, במקטע של רשת החלוקה וגם ההולכה; מתקני

אגירה בטכנולוגיה של סוללות גם עשויים לסייע למנהל המערכת להתמודד עם בקרת התדר של הרשת ובכלל זה לתת מענה לתנודתיות הנובעת מן הטכנולוגיות של שמש ורוח.

## **אמיר פוסטר – ראש אגף אסטרטגיה ומחקר, איגוד תעשיות חיפושי הנפט והגז בישראל: גז טבעי – סקירה אזורית**

שווקי האנרגיה באזור:

נמצאו בישראל כמויות של קרוב ל-1,000 BCM גז"ט. בוועדת צמח הוחלט כי BCM 540 יוקדשו לטובת המשק הישראלי והשאר ניתן לייצוא. בשנה-שנה וחצי האחרונות נחתמו הסכמי יצוא עם ירדן ומצרים וממש בשבועות האחרונים נודע, בהודעות שיצאו לבורסה, כי התנאים (אישורים רגולטורים, הסכמים עם חברות הולכה בשתי המדינות ועוד), בהסכם עם ירדן התמלאו.

**מצרים** – משק שייצאו ממנו כמויות גדולות של גז"ט באמצעות שני מתקני הנזלה וכן הזרימו גז"ט בצינור לישראל וירדן. הפעילות הזאת הופסקה סביב 2011. המשבר שמצרים סובלת ממנו בתחום הגז"ט נובע מכך שבמשך שנים מחירי הגז הוחזקו בצורה מלאכותית בערך נמוך מאד (\$2.5-2) וזה מנע מחברות בינלאומיות להמשיך לקדוח ולפתח מאגרים, ובשלב מסוים המאגרים הישנים התחילו להתדלדל וההפקה הגיעה למצב שהיא נמוכה מהביקוש. על כך יש להוסיף ביטול סובסידיות על מוצרי נפט שגרם להעברת ביקושים לגז"ט והחרפת הבעיה, וכן אי יציבות פוליטית. כל אלה הכניסו את מצרים לקיפאון ארוך במשק האנרגיה. מאז שא-סיסי נבחר לשלטון התרחש מהפך בכל ההתנהלות מול חברות הגז הבינלאומיות, בין היתר העלו את המחיר דרמטית ל-\$4.85-5 (למאגרי גז שכבר מפיקים), וזה נתן אופק כלכלי לחברות שכבר נמצאות שם והתניע מחדש פעילויות חיפושיות. נמצא מאגר גדול Zohr, אך כיוון שהמאגרים הישנים נמצאים בהתדלדלות, מאגר זה לא מספיק לענות על גידול בביקושים במשק המקומי לטווח ארוך (במצרים כבר כיום מעל 90 מיליון איש). גם מבחינת יכולת אספקה וגם אם לוקחים בחשבון יצוא LNG.

יש יתרון ליצוא כזה כיוון שעלויות ההקמה של מתקני הנזלה במצרים כבר הופחתו בדו"חות הכספיים של החברות שמחזיקות אותם, וזה מאפשר להתמודד בצורה תחרותית מול מתקני הנזלה אחרים בעולם<sup>3</sup>.

נחתם הסכם עם תמר-לוויתן לאספקת גז"ט לשוק המקומי המצרי ובנוסף יש משאים ומתנים עם חברות שמחזיקות במתקני הנזלה. הרבה היו סקפטיים לגבי הרצון של מצרים לקבל גז ישראלי לשתי התכליות האלו, אך מצרים רוצה להפוך ל-Hub אזורי, זה נותן להם המון כוח, עם קבלת תועלות כלכליות וגיאו-פוליטיות. כיוון שיודעים שיש הרבה פוטנציאל של גז באזור, המצרים אפילו מדברים על כך שאם יהיה צורך הם מוכנים להקים מתקן הנזלה נוסף, שלישי. כל זה כמובן מתאר את האינטרס המצרי, לגבי האינטרס הישראלי, מערכת יחסים כלכלית-אסטרטגית חזקה עם מדינה שכנה טובה לישראל (זה הסכם ארוך טווח שכל מדינה שתפר אותו תפסיד הרבה מאד).

<sup>3</sup> הערת מוטי קופרברג – חשוב לציין שמתקני הנזלה המצריים שניבנו לפני יותר מעשור, ניבנו בטכנולוגית הדור הקודם, והמפעלים הינם קטנים יותר מהמפעלים הנבנים כיום. לא צריך להחיות אותם בכוח.

גם **איראן** רוצה להכנס לשוק הגז"ט בעולם, אך בינתיים הם לא מצליחים להיות שחקן משמעותי (נדרשות השקעות ארוכות טווח). **קטאר** היא יצואנית ה-LNG הגדולה בעולם. מצרים מצליחה לקבל כוח גיאופוליטי מתוך השתתפות בשוק האנרגיה העולמי. זה גם יכול לבוא על חשבון **תורכיה**.

**ירדן** – אין לירדן מקורות אנרגיה מקומיים, היא תלויה לחלוטין ביבוא, ובשנות המשבר עם מצרים ההוצאות של ירדן על אנרגיה הוכפלו. הם ניסו למצוא מקורות נוספים לגז כמו לוב או אלג'יריה, אבל גם מבחינת העלות וגם מבחינת הביטחון האנרגטי עדיף להם גז ישראלי, וחוזה נחתם לאחר הסדרת מתווה הגז.

**בישראל** – החל מסוף העשור הנוכחי יהיה עידן חדש בו יש ריבוי של ספקים וביטחון אנרגטי.

הנתיב שנפתח למצרים נותן פתח ועוזר להביא חברות נוספות שיוכלו למסחר את הגז. זו התפתחות היסטורית שאנחנו עוד לא מבינים אותה במלואה.

### **מוטי קופרברג – יועץ לביטחון אנרגטי, דינמיק שרותי ספנות: 'הים הצפוני שלנו' – שת"פ אזורי מעבר לים עם תורכיה וקפריסין**

כאשר מדברים על הים הצפוני שלנו ואיפה אנחנו רוצים לראות את ישראל, כבר לא בתור אי אנרגטי אלא בתור בסיס איתן של ביטחון אנרגטי אזורי או מקומי, צריך לזכור מה היה פה עד 2011: תלות בצינור של ים-תטיס ותלות בצינור של EMG (זה עוד לפני שמצאו את תמר).

אנחנו דחפנו כבר מ-2005 לעבר הפתרון של האנייה המגזזת בישראל וקיבלנו כתפיים קרות. רק ב-2011 (האביב הערבי) התחדדה ההבנה שיש לעשות בתחום של ביטחון אנרגטי ולא רק לדבר, ואז קיבלו החלטה על המצוף (Buoy). זאת הזדמנות אנרגטית אזורית גם כלכלית וגם בתחום של ביטחון אנרגיה.

**הגדרת ביטחון אנרגיה על פי ה-IEA<sup>4</sup> היא הבטחה לאנרגיה זמינה, רציפה ובמחיר סביר.**

ביטחון אנרגיה בקונטקסט של ישראל זה שילוב של נושא האנרגיה במרחב של מדיניות חוץ וביטחון. המזה"ת אחראי לכל משברי האנרגיה שהיו בהיסטוריה. מהפכת הגז מביאה הזדמנויות בארץ ובעולם.

קפריסין נמצאת בפיגור ומחפשת עזרה אצל השכנות, אבל עדיין הגז שלהם בים והם ממשיכים לשרוף דלקים מזהמים.

בעולם ניתן להצביע על מהפכת פצלי הגז בארה"ב, אבל מבחינת ישראל ההזדמנויות כיום צריכות להיות אזוריות.

בנוסף, מבחינה סביבתית - כל הגז"ט צריך לגשר ולהוביל אותנו לעתיד אחר, נקי יותר הנשלט על ידי אנרגיות מתחדשות או אחרות דוגמת מימן, אנרגיה גרעינית ועוד.

---

International Energy Agency <sup>4</sup>

## אורי גינות – מנהל קשרי ממשל, אקופיס: ישראל-ירדן-פלסטינאים: Water-Energy Nexus

אקופיס הוא ארגון בלתי ממשלתי-אזורי שמבקש לקדם שיתופי פעולה בתחומי האנרגיה, המים והסביבה בין ישראל, הרשות הפלשתינאית (רש"פ) וירדן, בעיקר באמצעות יצירת פרויקטים עם תלות הדדית שמחזקים את האינטרסים המשותפים.

אחד הנושאים שבוחנים הוא חלופות ליצירת ביטחון אנרגיה וביטחון מים בשלושת האזורים – למשל, פרויקט שבו תופק אנרגיה סולארית בירדן בתמורה למים מותפלים מישראל (Water-Energy Nexus). הרעיון עבר סקר היתכנות ראשוני ונמצא בשלב מתקדם של סבב מימון רחב בעולם לסקר היתכנות מלא (טכני-כלכלי-סביבתי-גיאופוליטי) וגם לפיילוט קטן.

ההנחה היא שאנו נמצאים באזור עם מצוקת מים מתמשכת, כאשר היצע המים לאדם הולך ופוחת גם בשל שינויי האקלים וגם בשל הגידול באוכלוסייה (מ-22.5 מיליון איש ב-2015 לקרוב ל-30 מיליון הצפויים ב-2030 בישראל, ירדן והרש"פ ביחד), זה תורם לחוסר יציבות גיאופוליטית ובעל השלכות על הביטחון הלאומי (הבצורת המתמשכת בעשור האחרון במדבר הסורי והמצוקה האינטנסיבית באזור נחשבים בין הסיבות המרכזיות לפריצת האביב הערבי בסוריה).

כיוון שישראל והרש"פ מוגבלות בשטחים פתוחים לצורך הקמת מתקני אנרגיה מתחדשת (בישראל – בשל ריבוי שמורות טבע ובסיסי צבא), ניתן לקיים שיתוף פעולה עם ירדן, שם יש המון שטחים פתוחים עם מאפיינים אידיאליים להפקת אנרגיה סולארית (עד 2,800 קוט"ש בשנה למ"ר), כאשר מדובר על פרויקט שישתרע על כ-100 קמ"ר שהם כ-0.01% מהקרקע בירדן. ישראל מצידה תצטרך לעמוד בהיקף התפלה של 574 מיליון קוב מים כדי לעמוד ברמות הנדרשות.

בסקר הראשוני נשקלו שני תרחישים:

- שימור רמת הצריכה הביתית הקיימת בירדן וברש"פ ואספקה של 80 קוב מים לאדם בשנה בישראל (הפחתה מהרמה הקיימת, בהתאם לתכניות של רשות המים).
  - אספקה של 80 קוב מים לאדם בשנה בכל האזורים (תרחיש שהינו הרבה פחות ריאלי).
- בתרחיש הראשון נבדקו שני תרחישים בנושא של הפקת חשמל:
- תרחיש שאפתני אך ריאלי - הפקת חשמל בירדן כך שתכוסה צריכת האנרגיה של פרויקט ההתפלה.
  - תרחיש מורכב - הפקת חשמל מאנרגיה מתחדשת בירדן שתספק עד 20% מצריכת החשמל האזורית ב-2030.

אנו נדרשים למצוא דרך מקיימת לספק את היקף המים הנדרש לכל האזור (מדובר על מים לשתייה בלבד) וזה יוכל להיעשות באמצעות ארבעה מתקני התפלה חדשים או הגדלת כושר הייצור של המתקנים הקיימים. בהיבט הפלשתינאי, מתוכננת הקמת מתקן התפלה בעזה.

המיזם נשען על המצוינות והמובילות של ישראל בתחום ההתפלה.



מבחינת עלויות מימון - כיוון שישראל נהנית ממשק הרבה יותר מתקדם (דרוג אשראי יותר גבוה), עלויות ההתפלה הן יותר נמוכות בכל קנה מידה לעומת ירדן. מצד שני, ירדן בתור מדינה מתפתחת באזור מאד לא יציב זכאית למענקים והלוואות שיוכלו להפוך את ההשקעה באנרגיה המתחדשת למאוד אטרקטיבית (בנוסף למימון נוסף שיכול להגיע בהקשר של שינויי האקלים).

**תועלות סביבתיות** - כיום שני הצדדים, ישראל וירדן, עומדים, במקרה הטוב, ב-2% אנרגיות מתחדשות ופרויקט כזה יכול לסייע לעמידה בחלק מהיעדים של אמנת פריז עבור הצדדים.

ירדן מרוויחה את האפשרות להיות יצואנית של חשמל סולארי בהיקף גדול (בעלות דומה או נמוכה מייצור חשמל מדלקים מאובנים כיום), מה שיוביל גם להורדת הלחץ על יתרות המט"ח שלה, ובנוסף יצירת התלות למול אספקת מים מותפלים.

התועלת לפלשתינאים היא שהם הופכים לפחות תלויים במשק הישראלי (הסדרה אנרגטית מול ירדן).

התועלות לישראל הן התלות ההדדית עם ירדן בתחום האנרגטי וביטחון המים ההכרחי בירדן שזה מצב רצוי גם בישראל.

## **אמנון פורטוגלי – מרכז חזן במכון ון-ליר:**

### **הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל**

לבידוד האנרגטי של ישראל ישנם כמה מרכיבים: גז, חשמל, היבטים פוליטיים, היבטים כלכליים.

במים הכלכליים של ישראל התגלו מאגרים עם כ-1,000 BCM גז"ט.

הביקושים הפוטנציאליים, על פי דלק קידוחים, כוללים את תורכיה ושני קווים למצרים:

- הפעילות מול תורכיה נתקלת באלמנט פוליטי בעייתי. לאופציה התורכית יש בעיות הנדסיות אדירות בים עמוק מאד. זה אפשרי אבל יעלה המון כסף.
- היצוא למצרים יעשה מצד אחד ע"י מפעל הנזלה גדול ובנוסף קו יבשתי.

לפי התכנית - הגז מלוויתן יוזרם לאסדה באזור דור ומשם בצינור אל עבר מצרים. המשמעות היא שהניקוי נעשה בישראל ואנחנו נשארים עם הפסולת והופכים למעין מזבלה כימית של המזה"ת, לכל הפחות בתחום הפטרוכימי.

יצוא גז לירדן ממצרים צפוי החל מתחילת 2019. לא ברור איך זה מסתדר עם ההסכם שיש לישראל עם ירדן וכמה הם יעמדו בו. בירדן יש התנגדות עממית רצינית להסכם עם ישראל. עם זאת, היצוא ממצרים לירדן צריך לעבור דרך סיני וזה מסלול שעלול לסבול משיבושים מכוונים (היצוא מישראל מתבצע דרך קו קצר מדרום לים המלח וקו מרכזי יותר בצפון).

הדרך הטובה ביותר לייצא גז מישראל היא באמצעות הנזלה. הרעיון של מפעלי הנזלה צפים (FLNG) הוא טוב, אלא שהיום המחיר של מפעלים כאלה הוא עדיין גבוה. בעוד עשר שנים זאת בהחלט יכולה להיות אופציה ישימה לישראל. היום הדרך הטובה ביותר להנזלה היא דרך מצרים, או מתקני הנזלה אחרים שעדיין לא קיימים.

בנוסף, יש בעיה של מחיר. ארה"ב שברה את השוק עם גז שהוא תוצר לוואי של הפקת נפט מפצלים במחיר של \$2.5-3 ליחידת אנרגיה (MMBtu). אם נוסיף לזה את מחיר ההנזלה, הגז הזה יכול להימכר באירופה במחיר של \$5-5.5 ליחידה, לאחר הנזלה. קשה להתחרות עם המחיר הזה, הגז יצטרך לצאת מישראל במחיר של \$3-3.5 ואני מתקשה לראות את חברות הגז עושות את זה בזמן שהן מוכרות גז לחברת החשמל (חח"י) בכ-\$6. עלות צינור גז מישראל לאירופה היא בסביבות 15 מיליארד דולר. בנוסף, הקו צריך לעבור ליד כרתים, שזהו אזור געשי, עם תהום בעומק 3,000 מ' וזה מאד בעייתי להקמה ועוד יותר מכך לתחזוקה במקרה של רעידת אדמה. האיחוד האירופאי הקצה לזה כסף במסגרת בדיקת גיוון מקורות האנרגיה לאירופה, נעשתה בדיקת היתכנות והגיעו למסקנה שזה כדאי, לדעתי בעיקר כדי שישלמו עוד כסף להמשך הבדיקה. אני לא מאמין שזה יעבוד, בעיקר כי יש אלטרנטיבות יותר פשוטות, כמו הובלת גז בצינור מרוסיה. לא רק אירופה תלויה ברוסיה, גם רוסיה תלויה באירופה.

לטעמי, הפתרון הכי מוצלח הוא כבל תת ימי להולכת חשמל בהספק של 2,000 מגוואט בין ישראל לקפריסין ומשם לאירופה. תוקם תחנת כוח בקפריסין שתזן בגז<sup>5</sup> משדות הגז לווייתן ואפרודיטה והחשמל ייוצא לישראל. הפרויקט יסיר את הבידוד האנרגטי מישראל, יאפשר לשתי המדינות ביטחון אנרגטי, יפתח לישראל ערוץ ליצוא אנרגיה לאירופה וגיבוי למקרה של מחסור בגז או ירידה במלאי הגז.

## דורון ליבן – זירת מסחר באנרגיה:

### The Virtual Hub of Israel

אנחנו מקימים, ביחד עם חברת EEX, מקבוצת דויטשה בורסה, זירות מסחר לחשמל וגז בישראל.

במאמר מוסגר אציין כי, לעיתים ניתן למצוא פתרון לסוגיה מורכבת לאו דווקא במקום הרגיל שמחפשים אותו. להערכתי, יכולת ההשפעה של פורום מסוג זה על השאלות הגדולות של היחסים הבינלאומיים בין המדינות באזור נמוכה, אולם ביכולתו ליצור תשתית עסקית וכלכלית אשר תאפשר את הפתרון כאשר התנאים הגיאופוליטיים יבשילו.

לפיכך הכוונה שלנו להקים Hub וירטואלי **אזורי** שדרכו יעבור המסחר, בין המדינות באזור.

יודגש, כי אם ישראל תשכיל למלא את התפקיד הזה גם בגז וגם בחשמל אזי חלק משמעותי מהמסחר באנרגיה באזור יתרחש בזירות המסחר הישראליות. לדוגמא, הולנד בחרה לנהל מדיניות נכונה להסדרת משק הגז שלה וזה גרם לכך שהולנד היא ה-Hub הוירטואלי של אירופה וחלק מרכזי מהמסחר בגז עובר דרכה - כשאיטלקי רוצה לקנות גז מרוסיה (לא בחוזים ארוכים, אלא בשוק ה-SPOT) הוא קונה זאת דרך הבורסה בהולנד, ולמרות שהגז זורם מרוסיה לאיטליה, עדיין משלמים עמלה לנתג"ז ההולנדי (TSO<sup>5</sup>), למרות שהגז לא עובר דרך שם.

העיקרון בשווקים מסוג זה הינו - ככל שהסחירות עולה, השקיפות גוברת, עלויות העסקה יורדות ואז הסחירות עולה... בשלב ראשון זה שוק פשוט של SPOT חצי שעתי; בשלב שני מתפתח שוק של חוזים עתידיים (FORWARD).

---

Transmission System Operator <sup>5</sup>

בגז"ט – הרגולטור הבין את החשיבות וגם נתג"ז וגם רשות הגז תומכים במהלך. הכוונה היא להשיק את המערכת עם הכניסה של גז מלוויתן לשוק המקומי (יוני 2019).

בזירת המסחר בחשמל אנחנו, לצערנו, לא זוכים בשיתוף פעולה של רשות החשמל וניהול המערכת. כנראה שעומדות בפניהם משימות דחופות יותר במסגרת הרפורמה המתגבשת.

ירדן התחייבה לקנות <sup>6</sup>(TOP) BCM 3, אבל היא צורכת יותר, לכן זהו מקרה קלאסי שאת יתרת הגז היא תקנה בזירת מסחר, בלי בעיות פוליטיות (הגז אינו 'צבוע' כגז ישראלי). אותו הדבר אנחנו רוצים לעשות גם בחשמל, מול עזה, הרש"פ וגם ירדן בהמשך.

בבריטניה – 70% מהגז נקנה בבורסה, ויש ירידה בכמות ומשך העסקאות ארוכות הטווח. הכלל בבורסה הוא שאם יש נזילות אנשים קונים, המרווחים יורדים – הבורסה מרוויחה פחות כסף על כל עסקה, אך בסך הכל היקף המסחר עולה.

אנחנו מאמינים שזה מוסד שיכול להשפיע – אם המדינה תיתן לזה רוח גבית אנחנו יכולים להפוך ל-Hub פיננסי אזורי (גם אם ה-Hub הפיזי יהיה במצרים).

בשוק החשמל יש שני מודלים של העמסה – העמסה מרכזית והעמסה של שוק. המדינה, לדעתנו מסיבות לא מוצדקות, הולכת לכיוון של העמסה מרכזית, מה שימנע התפתחות מסחר ובורסה. זהו מבנה שוק שקיים רק במקרים חריגים כגון ארה"ב מסיבות היסטוריות ובעיות הולכה, אך זה מבנה שוק שלא תומך סחר, ולכן לא יתמוך בקיומו של שוק.

תפקידה של המדינה במדינות הליברליות הינו לקבוע את הכללים ולא לנהל את השווקים.

אנו מאמינים שבמידה ורשות החשמל ומשרד האנרגיה יעברו למודל של העמסת שוק וזירת מסחר, אזי השוק הפרטי ימצא דרכים משני עברי הגבול לממש את ההזדמנויות העסקיות. כאשר כל אורגן מבצע את תפקידו, ורק את תפקידו, כהלכה, הסיכוי להצלחה גובר.

---

<sup>6</sup> Take or Pay – חוזה שבו הקונה מתחייב לקנות כמות מסוימת של גז"ט או לשלם קנס בעבור הכמות שלא סופקה.

## 4. דיון

לאחר מצגות המשתתפים התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג, ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. הדיון התמקד בשאלות:

- כיצד ניתן לשתף פעולה בתחום האנרגיה עם המדינות השכנות לישראל?
- האם וכיצד יכולה ישראל לממש קניה/מכירה של חשמל לירדן?
- האם יש תועלת לישראל ומהי, מחיבור חשמלי לרשת האירופית? (יש מיזם כזה שמובל ע"י האיחוד האירופי).
- אילו חלופות יש לצמצום הבידוד האנרגטי של ישראל?

דברי המשתתפים מובאים כאן בסדר בו נשמעו וללא עריכה, לאחר שעברו ביקורת ע"י אומריהם.

**ד"ר שלמה ולד:** נושא הדיון הינו 'איך אפשר להסיר את הבידוד האנרגטי מעל ישראל' ויש לכך שתי משמעויות – ההיבט החשוב יותר הוא ביטחון האנרגיה וההיבט השני הוא האם אפשר להשתמש בהסרת הבידוד כמנוף לשיפור מצבה הכלכלי של מדינת ישראל.

לביטחון אנרגטי גם כן יש שתי פנים:

- ביטחוני – שרידות המערכות בתנאי לחימה, שאצלנו שכיחים יחסית בהשוואה לעולם.
- שינויי האקלים – השפעתם הולכת ומתרחשת לנגד עינינו ואנחנו עדיין לא מבינים את מלוא החומרה ועד כמה זה משפיע על היציבות באזור.

מבחינה עקרונית, ישראל צריכה, גם אם יוסר הבידוד, להיות מסוגלת לספק את צרכיה ברציפות ובכוחות עצמה מבלי להזדקק למקורות אחרים. אך להסרת הבידוד שתי פנים נוספות:

- מנוף ליצירת בסיס לשיתוף פעולה אזורי – ואני רואה בכך חשיבות גדולה.
- מקור נוסף של אנרגיה – גיוון הוא טוב מבחינת אי-ודאות (גם בשל שינוי אקלים וגם מהיבטים ביטחוניים).

אנשים חושבים שאפשר להגיע ל-60-50% ייצור חשמל באנרגיות מתחדשות, אני חושב שזה חלומות באספמיה. גם אם יש ייצור בירדן וחיבור רשתות לישראל, מכיוון שאין עדיין אגירה יעילה של אנרגיה חשמלית, לדעתי, המשק הישראלי יתבסס, עד כמעט סוף המאה הנוכחית, על לא יותר מ-30% אנרגיות מתחדשות.

מה שברור - גז"ט ימשיך לשרת את ישראל עד סוף המאה לפחות, באחוזים ניכרים וגבוהים, ולכן אנחנו צריכים להבטיח את אספקת הגז ונגזרותיו למאה הקרובה, וזאת הייתה הסיבה שהתנגדתי למסקנות של ועדת צמח. ישראל היא לא נסיכות גז כמו שחברות ההפקה מנסות להציג - עם BCM 1,500 במקרה הטוב ו-BCM 900 מוכחים כיום, אנחנו לא מסוגלים לספק את הצרכים המקומיים ל-50 שנה בלי יצוא, ועם יצוא לא יספיק גם ל-25 שנה. אם רוצים לבסס את התעשייה בארץ על גז"ט יש לדאוג לאופק אספקה ומחירים ל-50 שנה, אחרת אף

מפעל לא יעשה הסבה לגז"ט. ולכן צריך להבטיח את מקורות הגז לא רק לעשר השנים הקרובות, אלא לטווח ארוך, עם תנודות מינימליות במחיר ותלות מינימלית במקורות אחרים.

אם ישראל מייצאת מחצית מהפוטנציאל הקיים, זה משרת רק את יצרני הגז שרוצים להיפגש מהר עם הכסף. אין לזה שום הצדקה מבחינת ביטחון אנרגיה של ישראל. יצוא דרך מתקני הנזלה, מבחינת הביטחון ומבחינת האפקט של ניצול משק הגז כמנוף פוליטי, זה הדבר הגרוע ביותר שיכול להיות. אוצר המדינה לא יתעשר מכך, אולי רק החברות שמפעילות את המתקן במצרים. המחיר של מתקן הנזלה הוא אדיר וגם הגיזוז עולה הרבה (כשליש מעלות ההנזלה), המצוף מספק כחצי BCM וההשקעה בו הייתה אדירה. זה גורם לכך שאם נגיע ליום שבו יגמר הגז בישראל אנחנו נהיה תלויים בגז יקר.

**אמיר פוסטר:** המצוף יכול לספק עד כ-4-5 BCM בשנה.

**ד"ר שלמה וולד:** ישראל צריכה לייצא גז אך ורק למדינות הקרובות: ירדן, מצרים, רש"פ, קפריסין. זה מנוף פוליטי לשיפור היחסים המדיניים ובנוסף, צינור יכול להזרים גז בשני הכיוונים, אפשר גם למכור וגם לקנות. החיבור לקפריסין הוא חשוב בעיקר בגלל הסיבה הזאת. אני לא רואה שהמצב בתורכיה, שהיא ה-Hub של רוב הגז באירופה, הולך להשתפר, כך שאפילו צינור גז כפרויקט ביטחוני, על פרק זמן של 20 שנה זה פתרון כלכלי וחשוב. צינור של גז שיחבר אותנו לאירופה זה ביטחון אנרגטי ממדרגה ראשונה. הגז הוא נשמת אפו של משק האנרגיה הישראלי לעוד הרבה שנים ולכן חייבים להבטיח, בהשקעות שאנחנו עושים כיום ליצוא, שהתשתית הזאת תאפשר לנו גם לקנות גז במחיר סביר בעתיד. העריכו שצינור כזה יעלה כ-15 מיליארד לצינור של 10-14 BCM בשנה.

**אמנון פורטוגלי:** במשרד האנרגיה העריכו פחות מחצי.

**ד"ר שלמה וולד:** שר האנרגיה קנה את הרעיון אבל לא מכיוון שהוא מסתכל עשרים שנה קדימה אלא כיוון שהוא מסתכל על היבטים של מינוף כלכלי.

לסיכום - חייבים להבטיח את הסרת הבידוד על ידי שיתוף פעולה שיאפשר מכירה וקנייה (הולכה) של גז"ט. תוספת של מקורות חשמל חשובה לצורך גיוון מקורות האנרגיה.

בזמן רה"מ אולמרט היו פגישות רציניות עם הירדנים והפלשתינאים בניסיון לקשור רשתות. אנחנו באנו מלאי רצון טוב והפלשתינאים טירפדו הכל וגם בתוך ירדן יש חוסר רצון מפורש לחיבור כזה, רואים זאת כסוּן.

**דורון ליבן:** לחיזוק דבריו, בקוד של Arab Grid של החשמל בקו הפאן-ערבי, המדינות החתומות התחייבו שלא להתחבר לגריד הישראלי.

**ד"ר שלמה וולד:** יש לנו הסכם בתוקף עם גרמניה לבנות כמה פרויקטים שיהיו 'אור לגויים', והפרויקט שניסיתי לקדם הרבה שנים היה ייצור חשמל סולארי בישראל ובמצרים שימש מתקן התפלה שכל התוצרת שלו תלך לעזה, והעזתים סירבו לכך למרות שהם לא היו צריכים להשקיע, אלא היה מדובר במימון גרמני-ישראלי-מצרי. אני מקווה מאד שהפרויקט שאקופיס הציגו לא יפול בגלל הפוליטיקה.

**ד"ר מרים לב-און:** רציתי להתייחס לאספקטים הסביבתיים של תכנית החירום למשק החשמל. עושים הרבה עבודה בשנים האחרונות כדי לבדוק את פליטות גזי החממה (גז"ח) בישראל ופליטות אחרות, וכן נבדק מקדם הפליטה של המשק כולו כתוצאה מכניסתם של יצרני החשמל הפרטיים (יח"פים). אכן רואים שיש ירידה נאה בעקבות פעילות היח"פים לייצור חשמל בגז"ט ומאידך רואים את העלייה בפליטות כתוצאה של שימוש בסולר במקום גז"ט כאשר יש מחסור. למשל, ב-2012 כאשר הופסקה הזרמת הגז ממצרים הייתה עלייה ניכרת בעצימות הפחמנית של ייצור חשמל בישראל. אובחנה גם עלייה בפליטות גז"ח בין 2015 ל-2016 כאשר הייתה תקלה באסדת תמר והשימוש בסולר עלה, ניתן היה לראות את האפקט בתנודות של מקדם הפליטה עבור ייצור חשמל במשק. ומכאן אני שואלת: האם כאשר מתכננים את תכנית החירום לוקחים בחשבון את ההשפעה הסביבתית שתהיה לשימוש בדלקים חלופיים, השפעה לא רק של הייצור אלא גם של שינוע דלקים אלה?

**יובל זהר:** יש לישראל תכנית לאומית להפחתת פליטות גז"ח עם יעד אבסולוטי של 7.7 טונות שווה-ערך פד"ח לנפש בשנת 2030, לעומת 10 טונות במצב של 'עסקים כרגיל' ויש 3 ערוצים עיקריים איך להגיע לשם, אם זה באמצעות אנרגיות מתחדשות, התייעלות אנרגטית ומעבר לתחבורה חשמלית.

**ד"ר מרים לב-און:** כן, זה מקובל בכל העולם. אבל אחר כך יש תהליכים שמביאים פיצוי על תקופת החירום כדי שלא לשנות את יעדי הפליטה. תכנית החירום צריכה לכלול תהליך מסודר למציאת דרכים למיטיגציה של הפליטות העודפות בעת מצב חירום כאשר חוזרים לשגרה.

**אמנון פורטוגלי:** אנחנו בשילוב של טכנולוגיות משבשות וצריך לחשוב מחוץ לקופסא. לדוגמא, אפשר לאחסן LNG ולא חייבים לאחסן סולר לחירום.

**ד"ר שלמה ולד:** דרום קוריאה חסידים של DME<sup>7</sup>, במקום LNG – שיכול לשמש במקום דלקים וגם להוות מקור תעסוקה לאוכלוסייה. מבחינה כלכלית זה מקביל ל-LNG. לא תמיד נבחר הפתרון הטוב ביותר טכנולוגית, אלא לכלכלה יש משקל גדול, ולכן אחסון LNG זה רעיון נכון במגבלות שאנחנו עדיין לא יודעים. ב-DME לא צריך להשקיע באחסון, בשונה מ-LNG שנדרשת אנרגיה כדי לשמור על ההנזלה.

**אמנון פורטוגלי:** ניקח לדוגמא את המפעל של Cheniere [1], שעשו את המהפכה הגדולה בעולם כשהתחילו לייצא LNG מארה"ב. מסחרית הם הפכו לגמרי את המודל, אין הצמדה לנפט או למדד אחר, אלא יש מחיר קבוע בארה"ב ובנוסף סכום קבוע להנזלה והובלה. ניתן להקים מיכל אחסון ל-LNG שלו כמה יתרונות: הוא הרבה יותר זול מסולר והוא נקי.

**ד"ר מרים לב-און:** יש כבר הרבה שנים בארה"ב מצב שבו יצרניות חשמל, כאשר הן מקבלות את הגז"ט, הן שומרות רזרבות של 10-1% מהגז לחירום והן מאחסנות אותו במצב של LNG, במתקנים קטנים בחצר המפעל. יש כ-80-90 מתקנים כאלה בארה"ב. בארה"ב הייתה תקופה שלא הייתה אספקה סדירה של גז, במיוחד במזרח ארה"ב, ומשם זה התפתח.

<sup>7</sup> Dimethyl ether – דימתיל אתר

**אמנון פורטוגלי:** במזרח ארה"ב - מכיוון שאין הולכה טובה של גז, למרות שהגז שם מאד זול, הם הביאו LNG מרוסיה. זה עניין פוליטי. למה הם לא מביאים גז מ-Cheniere? כיוון שיש בארה"ב חוק שכל הסחורות לאורך החופים צריכות להיות מובלות באניות אמריקאיות, אבל אין להם אניות LNG.

**פרופ' גרשון גרוסמן:** כמה מוסיפים ההנזלה והגיזוז למחיר הגז?

**אמנון פורטוגלי:** לאירופה כ-\$2.5 ל-MMBtu, לסין כ-\$3, להנזלה וגיזוז.

שדות הגז הענקיים שגילו בעולם נכנסים לפעולה בימים אלה. ברוסיה ישנו שדה הגז הגדול ביותר בעולם (בחצי האי ימאל) שיחובר כנראה ב-Nord Stream 2, ובנו שם גם מפעל LNG, בשיתוף עם הצרפתים, והם מובילים את הגז משם במיכליות LNG שוברות קרח, נוסעים לאירופה, מבצעים שינוע לאנייה רגילה ומייבאים לחוף המזרחי בארה"ב.

התפתחות נוספת - ערב הסעודית החליטה לאסוף את הגז במקום לשרוף אותו (Flaring). מדובר על סדרי גודל של כ-200 BCM לשנה (לא ברור אם זה גז"ט או גפ"מ).

במצרים קיים השדה הסולארי הגדול בעולם ליד אסואן, כ-37 קמ"ר פוטו-וולטאי טהור, אשר יכנס לפעולה בעוד כמה חודשים, מה שייתן להם תפוקת חשמל רצינית.

בירדן מקדמים נושא זה בצורה אדירה, כיוון שהחלק המזרחי של המדינה הינו מדבר עם תנאים מצוינים לפוטו-וולטאי, ולכן יש להם מקורות אספקה עצמאיים, רק ייקח זמן לפתח אותם.

אני חולק על שלמה ולד; אני חושב שאפשר בטכנולוגיות של היום להגיע ליותר מ-50% אנרגיות מתחדשות (סולארי ורוח) ונושא הסוללות הולך לפתור את הבעיה של האספקה הלא סדירה ולמעשה יאפשר שני דברים: גם שימוש בלילה עם אנרגיה שאוחסנה במהלך היום וגם peak shaving לביקוש והיצע, ואז לא צריך להחזיק רזרבות עצומות כמו שיש כיום בארץ של כ-33% עודף ייצור על שיא הביקוש.

במצרים יש רזרבות גז, אולי במקום עשירי בעולם. נותר רק למצוא את הגז, ולכן די ברור שימצאו אותו, בעיקר כשהיהו ביקושים, וכרגע יש כאלה ולכן קל לפתח.

בישראל המצב הפוך – אין ביקוש. לאף אחד לא כדאי לפתח שדה אם לא יהיה לו למי למכור את הגז בעשר-עשרים שנה הבאות.

**אמיר פוסטר:** יש פה טעות בסיסית בדיון. מבחינת תעשייה בישראל - התעשייה הגדולה (כיל, בז"ן, נייר חדרה) עברה לגז"ט, כך שכ-60-65% מהפוטנציאל כבר מומש. באיגוד תעשיות חיפושי הנפט והגז בישראל מנסים ליצור ביקושים לגז"ט בארץ.

**ד"ר שלמה ולד:** כל התעשיות הגדולות משתמשות בגז כמקור אנרגיה, אבל אין תעשייה שמבוססת על גז"ט כחומר גלם, זה הזנח.

**פרופ' גרשון גרוסמן:** קיימנו במוסד נאמן פורום אנרגיה בנושא זה<sup>8</sup> והשורה התחתונה הייתה שזאת תעשייה לעולם שלישי, לא תעשייה ראויה למדינה כמו ישראל, וכמו כן, חומר הגלם יקר מידי.

**ד"ר שלמה ולד:** מתאן הוא הבסיס לכל הכימיה האורגנית. העולם הולך לקרבונזציה – החלפה של סיליקון בפחמן; זה המוליך-למחצה הזול, השכיח והטוב ביותר שקיים. כל האלקטרוניקה, ריהוט מחומרים מסונתזים, כל העולם הולך לכיוון הזה. האופק של התעשייה מבוססת פחמן הוא מקום ליזמות אינסופית.

**אמיר פוסטר:** אתה לא מסתכל על יותר מ-25 שנה קדימה; לא מציאותי להסתכל מעבר לזה. הכמות של הגז שהובטחה למשק הישראלי בוועדת צמח (BCM 540) היא לא מכשול. אם יש מכשול זה התפתחות שוק הגז ולא להיפך.

ישנו הנושא של אחסון גז"ט במכרות מלח או במאגרים שהתדלדלו (מרי B, זהר). זה נבדק על ידי משרד האנרגיה כמה פעמים ומשום מה התמוסס. זה נמצא יותר מידי שנים על השולחן. אם מסתכלים על שוק מבוזר עם יתירות ושרידות – תמר, לווייתן וכריש-תנין יפיקו גז, ואם עושים אחסון במספר מקומות וכן ישנו המצוף, זה מהווה כבר מספר מקורות אספקה.

מבחינת בידוד אנרגטי - גז"ט מהווה 35% מתוך האנרגיה הראשונית (primary energy) בישראל; כלומר, התלות שלנו באנרגיה מהעולם מאד ירדה. אני מניח שבעשור הבא זה יהיה 50-60%. אנחנו רוצים שיגיעו לכאן לקדוח אבל השוק המקומי קטן. אבל השוק הזה יפתח בעתיד, ואם יגיעו מפתחים שמודל הפיתוח שלהם יהיה מבוסס יצוא אבל עם כמויות מסוימות לשוק המקומי - זה מאד ישלל את השוק. מבחינת ביטחון אנרגטי מאד חשוב לקבל החלטות מתוך הבנה של מה שיש; כרגע יש פוטנציאל וצריך לחקור את הפוטנציאל הזה. 30 שנה ביקוש מקומי מובטח ובנוסף שחקנים נוספים. אני רואה חזון של ישראל כגורם דומיננטי בשכונה בה אנחנו נמצאים, כגורם אזורי משפיע.

לגבי אירופה - לגזפורום הרוסית יש כמויות עצומות של גז אבל במערב אירופה יש פחד אמיתי מהתלות ברוסיה. אנרגיה זה לא רק כסף, לפעמים עדיף לקנות במחיר יותר יקר ולהבטיח ביטחון באספקה. ביחסים של רוסיה ואירופה אנחנו רואים בעצם שני צדדים של אותה מטבע: מצד אחד התלות ההדדית של רוסיה-אירופה מאזנת מקרי קיצון, מצד שני האירופאים מבינים שהתלות הולכת וגדלה ומחפשים מקורות אחרים.

**ד"ר שלמה ולד:** גם ביוון ובמדינות הבלטיות יש פחד מהתלות בצינור האדריאטי שעובר דרך תורכיה.

**אמנון פורטוגלי:** כשמחפשים מקורות חדשים לגז, מחפשים LNG.

<sup>8</sup> ג. גרוסמן, ע. ליבס: **ניצול מיטבי של הגז הטבעי המקומי, לרבות סוגיית היצוא:** סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה ה-32 של מוסד שמואל נאמן, הטכניון, מיום 24.6.2014.

<https://www.neaman.org.il/EF32-Optimal-utilization-local-natural-gas-including-exports-HEB>



**אמיר פוסטר:** זה נותן גמישות גבוהה מבחינת אספקה.

**יעקב עמידרור:** באופן תיאורטי, מבחינה גיאופוליטית, אם האירופאים היו יכולים לקבל כמות גדולה של גז מישראל הם היו רצים על זה.

**ד"ר מרים לב-און:** באירופה טענו שאין מהימנות לאספקה מישראל כי הממשלה מדשדשת.

**ד"ר שלמה ולד:** אלה היו פרסומים של חברות הדלק בישראל.

**אמנון פורטוגלי:** אנחנו יכולים לספק אולי 10 BCM בשנה, זה בשוליים, הצריכה באירופה היא 450 BCM. יהיה להם הרבה יותר פשוט להביא גז ממקורות אחרים. וצריך לזכור שגם הרוסים לא יכולים להתנתק מאירופה. התפיסה שלי היא שהובלת גז לאירופה, אם כ-LNG או באמצעות צינור תהיה מוגבלת בסיכומו של דבר.

**ד"ר שלמה ולד:** אבל היא חשובה לישראל בטווח הארוך.

**אמנון פורטוגלי:** בטווח הקצר הדרך לדעתי היא כבל חשמל. קפריסין גילו את מאגר אפרודיטה (שבאופן יחסי לגודל של קפריסין לעומת ישראל, הוא יותר גדול מתמר) אבל הם לא יכולים לפתח את השדה כי אין בקפריסין מספיק ביקוש, והם מייצרים חשמל מסולר, שזה מאד בעייתי, במיוחד לארץ תיירותית. הפתרון הוא להקים תחנת כוח של 2,000-1,000 מגוואט שגם תספק חשמל להתפלה ושעודפי החשמל יועברו לישראל באמצעות הכבל, וזאת נראית כאפשרות שכולם מרוויחים ממנה: לקפריסין – פתרון טוב יותר לחשמל וכן ניצול משאב מקומי ולישראל זאת פרצה קטנה בבידוד האנרגטי; ואם הכבל יחובר בעתיד, דרך כרתים, לאירופה, המצב אפילו טוב יותר.

**יובל זהר:** ניתן להעריך שלקפריסין יותר חשוב החיבור לאירופה.

**אמנון פורטוגלי:** אתה צודק, אבל מה שאני אומר משתלב בזה מצוין – חיבור לאירופה לא יפתור להם את העניין של מאגר שאינו מפותח. אז אם אתה מציע להם פתרון טוב לכך, המאגר יפותח.

**פרופ' גרשון גרוסמן:** כמה עולה הקו?

**אמנון פורטוגלי:** קו בעל מאפיינים דומים בין סרדיניה ואיטליה של 1,000 מגוואט עלה 730 מיליון אירו. 2,000 מגוואט בוודאי יעלה כמיליארד אירו.

**דורון ליבן:** בכסף הזה אפשר להקים ארבע תחנות כוח ולפתח מאגר גז ולקבל ביטחון אנרגטי הרבה יותר גדול.

**יעקב עמידרור:** מה מרוויחים מזה? ראשית, לא צריך להקים תחנות כוח בישראל - זה פוטר מהסוגיה של הקצאת קרקע וכן בעיות אחרות של איכות הסביבה, ובנוסף, זה לא בטווח הטילים של חיזבאללה. כלומר, אתה מייצר מערכת שלא מאוימת מהבחינה הביטחונית ואתה מרוויח את הדברים האזרחיים שפירטתי. צריך לבדוק שהמחיר הכלכלי הוא לא בשמיים, אבל התועלת של זה היא ברורה לגמרי. בנוסף, תהליך הקמת תחנת כוח בישראל הוא נושא מאד מסובך בשל התנגדות אזרחית.

**דורון ליבן:** ההליך התכנוני של הקמת תחנת כוח נהיה פחות מסובך ממה שחושבים. לגבי הטיעון הביטחוני אינני בקיא, אולם כלכלית זהו פתרון לא ריאלי.

**יעקב עמידרור:** צריך לעשות את החשבון, לראות כמה יעלה קוט"ש לחח"י ברגע שהחשמל יגיע לישראל.

**דורון ליבן:** יכול לייקר את העלות פי שניים או שלוש, תלוי כמה שעות בשנה יעשו שימוש בקו.

**יעקב עמידרור:** אתה בטוח שיותר, אבל אתה לא יודע מספר דברים: כמה יעלה הגז בקפריסין, יחסית למה שמשלמים היום בארץ (בהינתן העובדה שלמעשה עוזרים להם לפתח שדה שהיום לא מפיק). ובנוסף, כמה עולה להחזיק תחנת כוח בישראל לאורך כל מחזור חייה לעומת ההוצאה המקבילה בקפריסין.

**דורון ליבן:** הפערים בעלויות התחזוקה של תחנות כוח בישראל לבין קפריסין זניחים ביחס למחיר החשמל.

**אמנון פורטוגלי:** בקו של 2,000 מגוואט ניתן להעביר 16 מיליארד קוט"ש לשנה. כלומר, אם הקו יעלה מיליארד דולר, המשמעות היא 6 סנט לקוט"ש.

**דורון ליבן:** זה בהנחה שאתה עובד base load כל השנה (כ-8,000 שעות). אף תחנת כוח לא תעבוד ככה.

**יובל זהר:** הניתוחים הכלכליים יכולים להיות נכונים או לא, אבל איך מבטיחים שהחשמל יגיע בשעות חירום? אם הוא לא יגיע כאשר צריך אותו בגלל מגוון סיבות פוליטיות, אז כל הרעיון מופרך מיסודו.

**יעקב עמידרור:** זה נכון לגבי כל דבר שאתה מיבא מחו"ל. אם מישהו יחליט שהוא לא מוכר לנו אז לא יהיה לנו, אבל בונים מערכת יחסים כזאת שלספק משתלם למכור ואין לו נזקים בעקבות כך. זה נכון לכל דבר, מה יקרה אם מישהו יחליט שהוא לא מסכים למכור לישראל שום דבר בתחום האנרגיה?

**יובל זהר:** אז נמצא ספק אחר, אבל בשעת חירום בד"כ אין זמן לתחליפים. השאלה מה קורה ברגע האמת.

**יעקב עמידרור:** אם יהיה כבל וישתלם למכור למה שלא ימכרו?

**אמנון פורטוגלי:** אנחנו מדברים על 10-15% מהחשמל בארץ. אנו לא תלויים בו.

**מוטי קופרברג:** אנחנו מדברים על אי אנרגטי אבל אנחנו נמצאים בעמדה של חוזק. נמצא פה גז ואתו צריך להתקדם ולחתור לעצמאות אנרגטית אשר צריכה לכלול גם הטמעת הגז בתעשייה. נושא זה עלה פה קודם, אך לא נעשה עם זה כלום. קחו לדוגמא את טרינידד, אי קטן שבו מצאו הרבה גז והם יצרני אמוניה מספר אחד או שניים בעולם. אין שום מניעה לחזק את התעשייה הפטרוכימית בארץ, זה חלק מביטחון אנרגיה. אני לא נכנס לחלוקה של ועדת צמח, אבל צריך לראות איפה משאירים איזה אופק לשוק, וגם צריך לשלם על השכנות הטובה שהיא הכרח גיאופוליטי וביטחוני בשביל ישראל, כך שנתח כלשהו מהעתודות ילך גם לשכנים, כולל תורכיה.

LNG – המדינה צריכה עוד עמדה או שתיים של מצוף כזה, העלות היא שולית. לחבר מצוף עולה כ-80-120 מיליון דולר, ובשעת הצורך מיכלית או אנייה מגזת תגיע מכל מקום בעולם. אחת מהתוכניות שעלו היא שישראל

תחכור אנייה כזאת שתסתובב ותעבוד בכל העולם ובזמן חירום היא תוכל להגיע הנה בהתראה של שבועיים-עשרה ימים. זה לא כסף קטן אבל זה חיבור שהוא מאד משמעותי.

**יובל זהר:** בוחנים את המשמעות. יש הרבה אפשרויות: עוד מצוף, עוד מיגון, עוד קווי צנרת, עוד תחנות כוח מבזרות. בסופו של דבר התקציב הוא סוג של מגבלה.

**מוטי קופרברג:** צריך לזכור שהאופק של כל הדלקים הפוסיליים הוא מוגבל, ומדינת ישראל צריכה להשקיע גם בטכנולוגיה חדשנית במקום פחמן. עד אז, הצנרת ליח"פים מאד חשובה, בשל התרומה שלהם לביזור של ייצור האנרגיה. התרומה שלהם אדירה; זה חלק מהביטחון האנרגטי שנשען על הגז ובחירום יפעלו על סולר.

קפריסין – בדקנו עבורם פתרון אספקה של LNG בכמויות קטנות. מדינות שרצו פתרון, מצאו פתרון כמו פולין וליטואניה שחנכו מסופי יבוא גדולים של גז נוזלי בארבע השנים האחרונות, על מנת להתנתק מחיבוק הדוב של הגז הרוסי; זה חלק ממהפכת הגז שאנחנו חלק ממנה וממקום של חוזק והובלה. קפריסין לא הייתה החלטית בהשמת הגז כפתרון לעצמאות האנרגטית שלה, וחבל.

**אורי גינות:** מוטי קופרברג דיבר על מס שצריך לשלם לאזור. אנחנו צריכים להסתכל על זה כהשקעה.

כל השקעה בפרויקט אנרגטי מול ירדן זאת השקעה בביטחון הלאומי של ישראל. היציבות של המשטר הירדני אינו דבר מובן מאליה. למרות שזה קיים כבר מאה שנה - זאת אמנות ומערכת הלחצים הולכת וגוברת. כל שיתוף פעולה אנרגטי הוא חיסכון בהוצאות הביטחון.

אנחנו מובילים בהרבה תחומים: התפלה, גז, ואנחנו נמצאים במקום אחר מהירדנים, אבל השיח צריך להיות על בסיס של שווים, כי ככה הם ניגשים לזה. חייבים לייצר תועלות כלכליות שיורגשו בשוק הפרטי ולא רק בממשלה.

המלצתי: להסתכל על הנושא כהשקעה ולהבין שרק במקום שבו נדע ליצור תלות הדדית נוכל ללכת על זה. התועלת הכלכלית היא לא ישירה. צריך לבדוק איפה התועלת הכלכלית-ביטחונית הלאומית גם אם אין תועלת ישירה.

**אמנון פורטוגלי:** אני רוצה להתייחס לשאלה לגבי החלופות לצמצום הבידוד האנרגטי, ואני מציע לקבל את זה כנתון, זה המצב. כיוון שהבעיה היא פוליטית, צריך לנסות להקטין את הבעייתיות שבבידוד האנרגטי.

הפתרון הטוב ביותר לדעתי זה מעבר לייצור חשמל סולארי. אנחנו מייצרים חשמל מגז, וטוב שכך, אבל זה מחייב מערכות אחסון וכד'. חשמל פוטו-וולטאי הוא מטבעו מאד מבזר. זה לא בהכרח צורך שטח, יש גגות בארץ להקים הרבה מתקנים כאלו.

**ד"ר שלמה ולד:** כל הגגות בארץ מסוגלים להפיק מקסימום 2 טרה-וואט שעה לשנה. זה בעצם הגידול בצריכת החשמל במדינה בשנה וחצי, בשל גידול טבעי.

**אמנון פורטוגלי:** זה שווה ערך ל-1,500-1,000 מגוואט של תחנות כוח. זה פוטנציאל שישינו וצריך לנצל את זה. מחיר חשמל סולארי במכרזים בעולם הוא כ-3 סנט לקוט"ש.

**יובל זהר:** אתה מסתכל על הצד הכלכלי אבל אתה מתעלם מהבעיה שכיום, ככל שהחדירה של פוטו-וולטאי הולכת וגדלה ותחת מדיניות של must run (מדיניות קליטת החשמל ברשת), למנהל המערכת יש אתגרים תפעוליים-אינטגרטיביים גדולים מאד, ואין ספק שכניסת פתרונות של אגירת אנרגיה הוא אחד הפתרונות לכך. במצב שיגרה שבו משביתים תחנות כוח על גז במשך היום ונדרשים להפעילן בזמן קצר מאד (כלומר בקצב הפעלה מהיר) עם שקיעת השמש למשל, זה יוצר בעיות תפעוליות עבור תחנות כוח קונבנציונאליות.

**אמנון פורטוגלי:** בעיות כאלה יפתרו. וב-2025 יהיה כדאי להשבית תחנות על גז, כיוון שהסולארי יהיה כל כך זול.

**יובל זהר:** כל גג או מתקן סולארי שאתה מקים ברשת החלוקה, הרשת לא חוסכת עליו באופן משמעותי בהיבט התשתיות הקונבנציונליות. תכנון רשת החלוקה הוא כזה שעדיין נשמר הגיבוי האנרגטי למצבי אי אספקת חשמל בלילה, במצב של חוסר רוח וכו'. כל עוד זה המצב, גידול הולך ומתמשך (כפי שצפוי) בהספק הסולארי אינו תחליפי 1:1 מול ההספק הקונבנציונאלי.

**ד"ר שלמה ולד:** המפתח לרשת החשמל החדשה, שנותן יציבות וביטחון אנרגטי זה Distributed generation וזה יהיה, כולל שיטות סחר מפותחות, וזה יקטין את האילוצים על רשת ההולכה. אם המקור יהיה אנרגיות מתחדשות או לא, זה לא ניתן לדעת, כי כבר כיום ניתן להגיע בתחנות קטנות ליעילות של 60% ובצורה כזאת אפשר להפעיל תחנות כוח מקומיות או אפילו שכונתיות בצורה טובה, כולל מסחר ברשת.

**אמנון פורטוגלי:** יש מחז"מים<sup>9</sup> קטנים?

**ד"ר שלמה ולד:** כן. דבר חשוב נוסף, לפני שבועיים היה קור אימים באירופה, שגבה חיים של מאות אנשים, הפתרון לזה הוא אנרגיה, ורוב האנרגיה סופקה ממקורות קונבנציונליים. למה? הרוחות היו חזקות מידי לטורבינות רוח והאנרגיה הסולארית לא הייתה רלוונטית, לכן אי אפשר להתבסס על מקורות כאלה אם אין אגירה נכונה. הפתרון הנכון הוא אנרגיה מבוזרת, אבל צריך להיות סל מאד רחב של מקורות שונים כדי להבטיח את היציבות האנרגטית, כי זה סם החיים.

**אמנון פורטוגלי:** עד לפני שנה התפיסה הייתה שיותר מ-20% אנרגיות מתחדשות אינו אפשרי; היום כבר מדברים על 50% בעיקר בגלל האחסון, כאשר האחסון בינתיים מראה ירידה גדולה מאד במחירים.

**יעקב עמידרו:** אי אפשר לאחסן הרבה זמן.

**פרופ' גרשון גרוסמן:** זה לא סותר. אנרגיות מתחדשות זה דבר טוב וייצור מקומי זה גם כן טוב.

<sup>9</sup> תחנת-כוח במחזור משולב

**דורון ליבן:** כאשר גרמניה מדברת על 50% אנרגיה מתחדשת היא מתבססת על תמהיל של אנרגית רוח, הידרו וסולארי וגם חשמל מאנרגית רוח שמייבאים מדנמרק. הביזור של היצור בגרמניה טוב מאשר אצלנו - כאן מתבססים בעיקר על סולארי ואולי קצת רוח.

בישראל אנו עוברים ממצב של מצוקת אנרגיה למצב בו יש לנו יכולות אנרגיה שיכולות להשפיע על הסביבה בצורה חיובית. עדיין צריך להתייחס לשיקולי הדורות הבאים ולשיקולים של ביטחון אנרגטי, אבל במקביל צריך לעבור מדאגה לשרידות וזמינות, לניצול של משאבים ותשתיות בצורה אופטימלית. עלינו לעבור משיח של מהנדסים וסטטיסטיקאים שבדקים איך נמנעים ממצב של מחסור בחשמל או תקלה, לשיח - איך ניתן לנצל את מה שיש לנו בצורה הטובה ביותר.

זהו שינוי תפיסתי עצום, וזה קורה גם בכל העולם המתקדם ביחס לתחנות כוח. כאשר עשו את ההפרטה של החברות באירופה, הם עברו ממצב שהתחנות, שהיו חלק מהמונופול הגדול, היו צריכות לבדוק את הנצילות והשרידות שלהן, למצב שבו כל מנהל תחנה צריך לבדוק בכל רגע נתון מה כדאי לו לעשות - האם הוא מפעיל את התחנה ומוכר חשמל, האם הוא משתמש או קונה גז, או שהוא בכלל מעמיד זמינות או עתודה סובבת? זה לא רק שיקול פיזי הנדסי, אלא בעיקר שיקול כלכלי. לכן אני חושב שצריך לקחת את היוזמה ולשנות את השיח משרידות ואבטחת אספקה לשיח של ניצול המשאב (הגז) גם לתועלת אזרחי ישראל וגם לתועלת האזור.

בלי רצון פוליטי לא יהיה שיתוף פעולה עם הסביבה. אני חושב שהמודל הנכון הוא שהממשלות מעניקות מטרייה, אבל העסקאות נעשות על ידי המגזר הפרטי (B to B – Business to Business). סיפרו פה על הכישלונות, אבל זה יכול להיכשל מכיוון שהעיתוי לא התאים, ובנוסף, לממשלות הרבה יותר קשה לעשות עסקאות.

בדיוק זה המודל בגז – המדינה קבעה אסדרה, אבל הגז הוא לא שלה. רצוי לנקוט בדרך דומה בחשמל – החשמל, קרי האנרגיה, לא צריך להיות של המדינה, אלא צריך לאפשר סחר כלכלי בין צרכנים ליצרנים בתוך ישראל. לאחר מכן אני מניח שזה ישפיע על הסביבה. הדוגמאות המובהקות שבהן אני חושב שזה יקרה הן עם הרש"פ ועזה.

המדינה כמובן שולטת על הצינור ועל המתח והתדר, כמה חשמל יזרום ואמינות האספקה וכו'.

לדוגמא - עומדת לקום תחנה של 480 מגוואט בג'נין. צריך שהיא תוכל לסחור, לא רק דרך מנהל המערכת אלא גם ישירות עם תחנות בארץ, צריך לפתוח את זה.

מודל הסחר שמובילה רשות החשמל הוא לא נכון. מחקר של מקינזי על utilities בעולם מדבר על התכנסות של מספר שינויים שדורשים חשיבה מחדש, ומי שלא יעשה חשיבה מחדש מהר יכול למצוא את עצמו מחוץ למשחק. השינויים עליהם מדובר הם:

1. הירידה הדרמטית בעלויות האנרגיות המתחדשות;
2. התפתחות טכנולוגית האגירה והרכב החשמלי, עם צפי לירידה במחיר;
3. חשמל מבוזר;

4. מהפכת המידע (IoT<sup>10</sup>) – יש למשל חברה בברוקלין שעושה מסחר בחשמל בתוך קהילה באמצעות Blockchain, במקום לסחור בכסף ולשלם עמלות לבנקים או לבורסה.

אם אנחנו נהיה שוק יעיל-משוכלל-מתקדם נוכל להיות "אור לגויים" בכפל לשון. יהיה שוק תחרותי, לא מנוהל על ידי גוף עם אינטרסים. עם השכנים אני מאמין שהכלכלה תדבר. אני מאמין פחות בהתערבויות ענקיות; לא יחתמו הסכמים גדולים בין המדינות.

**ד"ר פרי לב-און:** דובר על החשש לעשות דברים מפחד הטילים של חיזבאללה. זאת בעיה ביטחונית שצריכה להיפתר בדרך כלשהי.

**יעקב עמידרו:** אמרתי שאנחנו יכולים להוציא מטווח הטילים סדר גודל של 15% מהאנרגיה שלנו. זה לא אומר שבמדינת ישראל לא צריך לעשות את מה שדרוש, על אף הטילים של חיזבאללה.

**ד"ר פרי לב-און:** לדעתי צריך ואפשר, יש פתרונות. לחשוש מטווח הטילים זה לא דבר שצריך למנוע דברים שצריך לעשות.

**דורון ליבן:** כדאי לשקול ברצינות עניין של אגירת גז, במיוחד אם רוצים להיות Hub אזורי עם יכולות. אגירה נותנת ביטחון אנרגטי וזה יכול להחזיר את עצמו בקלות לעומת העלויות העודפות של סולר. לאורך זמן גם השכנים ישתמשו בזה; זה משאב וצריך לפתח את התשתיות. זה התפקיד של הממשלה ולכן יש חברה ממשלתית שצריך להנחות אותה מה לעשות. ראשית צריך להקצות לנתג"ז כסף לביצוע סקר היתכנות; כיום, אפילו את זה נתג"ז לא מצליחה לקבל. סקר היתכנות משמעותו בחינת חלופה, איתור הקרקע ותכנון, ואזי כאשר יינתן אישור לביצוע יהיה אפשר להקים פרויקט בקלות יחסית.

**יעקב עמידרו:** לישראל, יחסית למדינות אחרות, יש פחות מידי גז onshore עבור האנרגיה שהיא צריכה.

**אמיר פוסטר:** אין גז onshore.

**דורון ליבן:** יכולת ההגנה על אתרים בים היא מוגבלת.

**יעקב עמידרו:** אכן יותר קל להגן ביבשה.

**שמעון פרנט:** מבחינת מערכת הייצור היקף הפיתוח של חח"י הצטמצם באופן משמעותי יחסית למצב בעבר, אבל אנחנו מבצעים את הפונקציה של תכנון מערכת הייצור של המשק – בכובע של מנהל המערכת. אנשים תמיד נוטים לחשוב על פי המידע שנמצא ברשותם כיום, אבל אם ניקח לדוגמה יחידה של מחז"מ בגז, ואם ההחלטה לגבי הקמתה תתקבל היום, היא תקום, ככל הנראה, לא לפני 2024-2025 ותהיה מתוכננת לפעול

<sup>10</sup> Internet of Things

במשך 30 שנה מרגע השתלבותה במערכת. האם אתם חושבים שההערכות שנעשות על בסיס הידע והמידע שבידינו היום לא ישתנו באופן מהותי לאורך כל התקופה הזאת?

אם היינו מדברים לפני חמש שנים, האם היינו יודעים שהיום המחיר של הייצור הסולארי יהיה כל כך נמוך? עפ"י המידע שקיבלנו מארה"ב מחיר החשמל המיוצר בתחנות הסולאריות החדשות הגיע לכ-3.4 סנט לקוט"ש בלבד, ועוד מדובר על הסכמים להספקה רציפה, אשר דורשת הגדלת כמות הפנלים, והקמת מערכות המאפשרות השתתפות התחנה בהספקת שירותי גיבוי (כגון שירותי ויסות תדר, עתודה סובבת וכו'). אם המחיר הינו כ-3.4 סנט, אז עלות הייצור צריכה להיות נמוכה עוד יותר, כלומר, הייצור הסולארי כבר הופך להיות תחרותי אפילו מול מחז"מ בגז (כ-5.5-6 סנט לקוט"ש ויותר בתנאי הארץ כולל עלות הקמה, תפעול ואחזקה), וזאת עוד לפני שמעמיסים על מחז"מ את עלות הפליטות.

תכנון של מערכת הייצור מתבצע כעת במצב של אי-ודאות גדולה מאוד בכל הקשור להתפתחות, בטווח הביניים והארך, של טכנולוגיות ייצור החשמל, דרישות סביבתיות, טכנולוגיות אגירה וכו'. ובנוסף, שואפים לפתוח באופן הדרגתי את השוק לתחרות חופשית. היום עדיין אי-אפשר להגדיר את השוק כתחרותי – מימון של פרויקטי היח"פים הינו פרויקטלי ומתבסס על הסכם ארוך טווח עם מנהל המערכת (כיום חח"י). ואני שואל: אם השוק יפתח בטווח הנראה לעין לתחרות חופשית ללא הבטחת החזר השקעות מצד המדינה, האם מישהו יסכים לממן הקמת מחז"מ לדוגמא, וזאת עוד בתנאי אי-ודאות לגבי היקף החדירה של אנרגיות מתחדשות?

בגרמניה, בתנאי שוק תחרותי המבוסס על מכירת/רכישת אנרגיה בבורסה לחשמל, היזמים השקיעו ביחידות קונבנציונליות מתוך הערכה שיוכלו להחזיר השקעות (בנוסף לתשואה על ההון) על בסיס מכירת אנרגיה. בפועל, כניסת אנרגיות מתחדשות בהיקף גדול, בעידוד המדינה, פגעה חזק בתחזיותיהם המקוריות ובמצבם הכלכלי.

**דורון ליבן:** בבורסה עוברת רק 20% מהאנרגיה. 80% מהאנרגיה עוברת בעסקאות בילטרליות.

**שמעון פרנט:** יחד עם זאת מחיר השוק נגזר ממכירות/רכישות בבורסה ואילו החוזים הבילטרליים משמשים יותר לגידור סיכונים.

מכאן השאלה היא - איך לקבל החלטות לגבי כדאיות של פרויקט זה או אחר בתנאי אי-ודאות כה גדולה? סימולציות לטווח ארוך של פיתוח מערכת הייצור מראות שהשתלבות בייצור החשמל של אנרגיות מתחדשות עם יכולת אגירה עשויות לשנות מקצה לקצה את אופי הפעילות של תחנות קונבנציונליות ואת היקף הכנסותיהן. ייתכנו אפילו קונפיגורציות, לפיהן האגירה תתבצע באופן פנימי באמצעות אנרגיות מתחדשות ולא דרך הרשת. התפתחות טכנולוגית (ובעיקר הוזלת עלויות) בכיוון הזה עשויה לשנות לגמרי את פני משק החשמל בפרט ומשק האנרגיה בכלל והיקף הכנסותיהם והתוצאות העסקיות של שחקנים שונים עשויים לסטות באופן משמעותי מהתחזיות.

לפיכך, גם בהקשר לקידום פרויקטים משותפים עם מדינות אחרות, קשה מאוד לחזות מראש, ברמת דיוק סבירה, את התועלות הכלכליות הצפויות מהמסחר בחשמל בטווח הביניים והארוך. לדוגמא, בניתוח עלות-תועלת שבוצע עבור פרויקט הקמת הכבל התת ימי לקפריסין ויוון הונח שמחיר הגז בישראל הינו נמוך יחסית ליתר המדינות,

ואילו בכרתים מחיר החשמל הינו גבוה בגלל הסתמכותם על חשמל ירוק. אבל תוך זמן קצר מביצוע החישובים הדברים השתנו: מחירי הגז באירופה ירדו מתחת למחיר בישראל וכעת עלו שוב; הייצור באמצעות אנרגיות מתחדשות הוזל באופן משמעותי. כל השינויים הללו יכולים לשנות את כיווני המסחר ולהשפיע באופן ניכר על כדאיות הפרויקט בכלל ועל הרווח לכל צד בפרט. יצוין פעם נוספת שהשינויים הללו חלו בטווח של שנתיים-שלוש בלבד מרגע חישוב התחזית. עובדה זו מצביעה על מידת הקושי לחזות את התועלות לאורך 30-50 שנים (ואף יותר) של ניצול הכבל. מקבל החלטות תמיד נוטה לשאול כמה נרוויח ואת זה, כפי שצוין לעיל קשה לחזות מראש. עם זאת, ניסיון העבר מראה שהשקעות בתשתיות בדרך כלל מצדיקות את עצמן, ולכן רצוי שמקבלי החלטות יקדמו פרויקטים של תשתיות באומץ רב יותר. גם אם מסתכלים על פרויקט הכבל שנראה פרויקט ענק מבחינת ההשקעות, עדיין אם מפלגים את ההשקעה לאורך השנים, תוך הכרתה בתעריף החשמל – הדבר יורגש במידה מועטה יחסית; ומצד שני, אין ספק לאף אחד שהפרויקט פותח הזדמנויות מסחריות (וגם מביא יתרונות גיאופוליטיים).

גם בקשר לפרויקטים עם ירדן, אשר דורשים השקעות גם במערכת ההולכה, לדעתי, החלטות צריכות להיות אמיצות יותר.

**אמנון פורטוגלי:** אתה מתאר איך כל עולם המסחר עובד, ליזם אין אפשרות לדעת מה יהיו המחירים בעתיד וגם אין לו יכולת להשפיע עליהם, אבל ככה עושים עסקים בעולם, לוקחים את הסיכונים האלה. גם לקונה זה טוב, הוא יודע שהוא קונה מוצר שיהיו בו תנודות, אך הן נקבעות על פי הביקוש וההיצע. חח"י תצטרך ללמוד לעשות זאת.

**פרופ' גרשון גרוסמן:** האמריקאים מצטערים על כך שנתנו לסינים להשתלט על שוק ייצור הפנלים הפוטו-וולטאיים. הסינים הבינו שיש לזה עתיד והקימו מפעלים במחירים, שגם בשביל הסינים וגם בשביל האמריקאים, הם לא גבוהים במיוחד. היום עולה כ-150 מיליון דולר להקים מפעל כזה<sup>11</sup>. היום זה מאוחר לאמריקאים להיכנס לזה והם רואים את זה כהחמצה.

**שמעון פרנט:** כמה שנים מדברים על פרויקט תעלת הימים?

**ד"ר שלמה ולד:** פרויקט מטופש, טוב שלא קם.

**שמעון פרנט:** למרות שאחת המטרות העיקריות הייתה הצלת ים המלח, תמיד ניסו לבדוק את כדאיות הפרויקט על בסיס הערכה כמותית של התועלת הכלכלית מיישומו. כמובן, ברוב הניסיונות לקדם את הפרויקט שנעשו החל משנות השמונים של המאה הקודמת לא הצליחו להצדיק את הפרויקט מההיבט הכלכלי על בסיס התועלות הצפויות מתחנה הידרואלקטרית למשק החשמל בלבד. מהיבט זה הפרויקט היה יקר למדי והיה קושי להעריך באופן כמותי את התועלות לסקטורים אחרים של המשק. עם השנים עלות הקמת הפרויקט (בתצורות שונות) ירדה באופן הדרגתי אך החלטות לא התקבלו עד היום.

<sup>11</sup> ע"פ דיוויד גינלי, מיחידת המדען הראשי ב-NREL



**אמנון פורטוגלי:** יש לזה סיבה פשוטה. אם תערבב את מי הים התיכון עם מי ים המלח תקבל משקעים של גבס וזה מחסל את פעילות מפעל האשלג.

**ד"ר שלמה ולד:** ירידה של מטר בשנה של מפלס ים המלח הוא שינוי סביבתי אבל לא אסון אקולוגי. לעומת זאת הזרמה של מיליארד-מילארד וחצי מטר מעוקב מים אל ים המלח יכולה לגרום לאסון אקולוגי גדול. יש סכנה להתפרצות בקטריות. ואף אחד לא מצא מספיק כסף כדי לבדוק את הדברים האלה כמו שצריך. עשו סימולציות אך הדברים בכלל לא ברורים; לכן, כדי לאפשר פיילוט אישרו הזרמה של מאה ומשהו אלף קוב. בנוסף, נניח שמזרימים מיליארד מטר מעוקב מים בשנה ומורידים אותם 400 מטר גובה - זה בסך הכל מפעל של 100 מגוואט חשמל.

**שמעון פרנט:** לא, זה הרבה יותר.

**ד"ר שלמה ולד:** אני לוקח משקל של מיליארד מטר מעוקב מים ומניח נצילות של 100% וזה לא יותר.

**שמעון פרנט:** אתה יכול לקבל הספק גדול יותר לתקופת זמן קצרה יותר.

**אמנון פורטוגלי:** אם כך - זה כבר לא צינור, זאת אגירה שאובה ואתה צריך בריכה ענקית כדי לעשות זאת.

**שמעון פרנט:** ניתן לקבל גם 800 מגוואט ויותר של הספק חשמלי. כשקיימת הגבלה בכמות המים שמותר להזרים לים המלח, וכתוצאה מכך - באנרגיה שניתן לייצר לאורך השנה, יש אפשרות לייצר את האנרגיה הזאת לא ברציפות לאורך השנה אלא לפרקי זמן קצרים בשעות עומס גבוה ובהספק הרצוי, וזאת בהתאם לאופטימיזציה של הפעלת מערכת החשמל. אם יתברר בעתיד שניתן להגדיל את הזרמת המים לים המלח, ללא נזק כלשהו, אז ניתן יהיה להפעיל את התחנה במשך מספר רב יותר של שעות באותו הספק ולהגדיל את האנרגיה המיוצרת במשך השנה.

**פרופ' גרשון גרוסמן:** מה בדבר האפקט האקולוגי?

**ד"ר שלמה ולד:** לא צריך להסתכל על אספקת אנרגיה בתור בעיה, אלא צריך להסתכל על זה בתור מוצר שאפשר לייצר אותו, אפילו ביתירות גבוהה ולעשות עם זה משהו. כיום, מי שמחשב ייצור חשמל מבזרזר ביתירות גבוהה, חייב יחד עם התכנית של ייצור החשמל למצוא non-regret solutions, כלומר, למצוא פתרונות שבהם נשיג יותר חשמל בפחות עמל. מים מותפלים זאת שיטת אגירה מצויינת של אנרגיה, כך שאם התפלת מים, יצרת שיטת אגירה ואף פעם לא תצטער על כך. יש עוד סדרה של מוצרים שניתן לעשות עם עודפי חשמל וצריך לתכנן את זה מראש - נניח שחח"י לא יקנו ממני את החשמל, מה ניתן לעשות איתו. זה חלק ממשק חשמל משוכלל עתידי.

**שמעון פרנט:** בקליפורניה מצפים שעד 2025 יהיה מעבר מלא לרכב חשמלי. אם נקביל את המצב הזה בארץ המשמעות היא שיינתן ותהיה הוספה של אלפים רבים (כתלות בצורת הטעינה) של מגוואט לשיאי העומס במערכת החשמל, כלומר, נצטרך לפתח מערכת גדולה באופן משמעותי מזו שמתוכננת כיום.

**דורון ליבן:** ומצד שני היא מאפשרת עוד שילוב של אנרגיה מתחדשת, אם טעינת הרכבים מתבצעת במשך היום. כמו כן, ניתן להוסיף לכך גם את הנושא של בתים 'חכמים'. זה בדיוק העניין של מדיניות, מכיוון שאנשים שחיים את השוטף (וזה כולל את היח"פים, רשות החשמל, חח"י) מסתכלים, בצדק, רק על הפסיק הבא, אבל מישהו צריך לחשוב ולהגיד: אנחנו מדינה קטנה וטכנולוגית, איפה אנחנו רוצים להיות בעוד עשר שנים? איך אמור להיראות אז משק החשמל?

## 5. סיכום והמלצות

לישראל שני נכסים שניתן לנצלם להסרה, לפחות חלקית, של הבידוד האנרגטי בו היא נתונה. האחד הוא מקורות הגז"ט של המדינה שניתן לייצא. השני הוא הידע והניסיון הטכנולוגי בתחומים שיכולים לסייע רבות למדינות השכנות, למשל בתחום התפלת המים.

להלן מספר המלצות שהועלו במהלך הדיון. יובהר כי נציג רשות החשמל, יובל זהר, אינו שותף לפרק ההמלצות שלהלן וכל ההמלצות המובאות הן על דעת שאר משתתפי הפורום האחרים בלבד, חלקם גורמים פרטיים:

### 1. מקורות הגז הטבעי

- יש להמשיך ולחזק את הטמעת השימוש בגז בישראל, לחיזוק העצמאות האנרגטית של המדינה.
- ישראל צריכה להתמקד ביצוא גז למדינות הקרובות: ירדן, מצרים, הרשות הפלסטינית וקפריסין. יצוא יכול להוות מנוף פוליטי לשיפור היחסים המדיניים.
- מומלץ להבטיח את הסרת הבידוד על ידי שיתוף פעולה שיאפשר הולכה של גז טבעי - מכירה ובמידת הצורך גם קנייה.

### 2. שיתוף פעולה אזורי - כל השקעה בפרויקט אנרגטי אזורי זאת השקעה בביטחון הלאומי של ישראל.

- מוצע לבחון ישימות של פרויקטים לשיתוף פעולה אזורי שמהווים יתרונות לשני הצדדים, לדוגמא:
- פרויקט שיכלול ייצור חשמל סולארי בירדן שבה תנאים אידיאליים לכך, ושימוש בו להתפלת מים בישראל שבה טכנולוגיה מפותחת בתחום.
  - פרויקט של כבל חשמל תת ימי בין ישראל לקפריסין. קפריסין תוכל לפתח את מאגר הגז הטבעי אפרודיטה, לייצר חשמל מגז במקום מסולר ולספק עודפים לישראל, ולישראל - זו פרצה משמעותית בבידוד האנרגטי, עם אפשרות לחיבור עתידי גם לרשת האירופאית.

### 3. אספקת LNG

- מוצע להקים עוד עמדה או שתיים של מצוף לאספקת LNG.
- ישראל יכולה לחכור אניית LNG שתסתובב ותעבוד בכל העולם, ובזמן חירום היא תוכל להגיע לישראל בהתראה של שבועיים-עשרה ימים.

### 4. השקעה במו"פ ופיתוח תשתיות אגירה - אגירה מגדילה את הביטחון האנרגטי וההשקעה בתחום

- יכולה להתקזז עם העלויות העודפות של השימוש בסולר.
- מומלץ לתמוך במחקר ופיתוח בנושא של אגירת חשמל.
  - מומלץ לפתח תשתיות לאגירת גז"ט.

## 6. רשימת מקורות

---

1. How Cheniere Energy Decided to Take a Gamble on Liquefied Natural Gas:  
<https://www.nytimes.com/2017/10/16/business/energy-environment/cheniere-energy-liquefied-natural-gas.html>
2. זאב גרוס: אי אנרגטי הופך לצומת: ישראל כיצואנית חשמל ירוק  
<http://www.tashtiot.co.il/2012/05/09/%D7%90%D7%99-%D7%90%D7%A0%D7%A8%D7%92%D7%98%D7%99/>

# נספח 1: תכנית פורום אנרגיה - הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל

13:00	פתיחה
13:10	<b>מר יובל זהר</b> - רשות החשמל, משרד האנרגיה: היבטים על הערכות משק החשמל בחירום
13:20	<b>מר אמיר פוסטר</b> - ראש אגף אסטרטגיה ומחקר, איגוד תעשיות חיפושי הנפט והגז בישראל: גז טבעי – סקירה אזורית
13:30	<b>מר מוטי קופרברג</b> – יועץ לביטחון אנרגטי, דינמיק שרותי ספנות: 'הים הצפוני שלנו' – שת"פ אזורי מעבר לים עם תורכיה וקפריסין
13:40	<b>מר אורי גינות</b> - מנהל קשרי ממשל, אקופיס: ישראל-ירדן-פלסטינאים: Water-Energy Nexus
13:50	<b>מר אמנון פורטוגלי</b> - מרכז חזן במכון ון-ליר: הסרת הבידוד האנרגטי מעל ישראל
14:00	<b>מר דורון ליבן</b> - זירת מסחר באנרגיה: The Virtual Hub of Israel
14:30	דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות: <ul style="list-style-type: none"><li>• כיצד ניתן לשתף פעולה בתחום האנרגיה עם המדינות השכנות לישראל?</li><li>• האם וכיצד יכולה ישראל לממש קניה/מכירה של חשמל לירדן?</li><li>• האם יש תועלת לישראל ומהי, מחיבור חשמלי לרשת האירופית? (יש מיזם כזה שמובל ע"י האיחוד האירופי).</li><li>• אילו חלופות יש לצמצום הבידוד האנרגטי של ישראל?</li></ul>
17:00	סיום

# סביבה ואנרגיה



**מוסד שמואל נאמן**  
למחקר מדיניות לאומית

טל. 04-8292329 | פקס. 04-8231889  
קרית הטכניון, חיפה 3200003  
[www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il)