

הגדלת יעדי ייצור החשמל באנרגיות מתחדשות בשנת 2030

מענה פרויקט NZO מטעם מרכז השל לקיימות

מבוא

ייעודה של רשות החשמל הוא לקבוע את מדיניות ארוכת הטווח של משק החשמל בישראל, תוך איזון האינטרסים בין הצרכנים, חברת החשמל, מנהל הרשת, יצרני החשמל והמדינה. תפקידה של רשות החשמל הוא לראות רחוק ולהוביל את משק החשמל לבטחון אנרגטי שאינו מכלה את המשאבים עליהם אנו נשענים. עבודת הרשות להעלאת יעד הייצור באנרגיות מתחדשות ל-2030 הינה מבורכת, אך על הרשות להוביל חשיבה אסטרטגית כוללת למעבר לאנרגיה מתחדשת כמה שיותר מהר.

המניע קיים. הסיבה בגללה שר האנרגיה פנה לרשות החשמל להיוועץ על מדיניות המעבר לאנרגיה מתחדשת, דווקא בשעה שלמדינת ישראל מאגרי גז טבעי זמינים, היא משבר האקלים וצו השעה לאיפוס פליטות גזי החממה.

עם זאת, התוכנית מראה שבהגעה ל-30% אנרגיה מתחדשת, אין צמצום פליטות, אלא להיפך, הגדלה של סך פליטות גזי החממה ביחס להיום. לאור הנזקים הצפויים לכלכלה הישראלית ולאיוות החיים כתוצאה ממשבר האקלים, אנו חושבים שעל רשות החשמל, מתוך אחריות לאומית, להמליץ להעלות את היעד ל-50% ב-2030 - המינימום הנדרש למניעת התחממות של מעל 1.5°C.

בתקופה בה תעשיית הרכב מתקדמת בצעדי ענק לחשמל, ואחריה תבוא גם התעשייה המסורתית, ככל וייצור החשמל יהיה ממקורות מתחדשים, כך יהיה ניתן לצמצם את מרבית פליטות גזי החממה. דו"ח חדש של UC Berkley מראה את היכולת של ארה"ב לעבור ל-90% אנרגיה מתחדשת עד 2035¹. מאמר שפורסם לאחרונה ב-Nature מדגים כיצד סין יכולה לעבור ל-60% אנרגיה מתחדשת ב-2030². ישראל כבר בצעה מעבר חד כזה, במאבק בזיהום אויר, וצמצמה את השימוש בפחם ודלקים מזהמים ב-50% תוך עשור.

רשות החשמל היא גורם מוביל ובעל אחריות כבדת משקל במגזר החשמל בישראל, ועל כן נכון שרשות החשמל תבנה תוכנית ארוכת טווח למעבר מלא לאנרגיות מתחדשות. בידכם ההזדמנות להשאיר חותם שייזכר לדורות. בכתובת התייחסותנו, ליווה אותנו המשפט הפותח את דו"ח האו"ם על משבר האקלים לשנת 2019:

**We are on the brink of missing the opportunity
to limit global warming to 1.5°C³**

¹ <http://www.2035report.com/wp-content/uploads/2020/06/2035-Report.pdf>

² <https://www.nature.com/articles/s41467-020-16184-x>

³ <https://www.unenvironment.org/interactive/emissions-gap-report/2019/>

תקציר

בפרויקט NZO שותפים מומחים ממגוון תחומים אשר בשנה האחרונה חוקרים את משק האנרגיה ומעצבים פתרונות לביצוע מעבר ל-95% אנרגיה מתחדשת עד 2050. המחקר המלא יפורסם בקרוב, ובמענה זה לתוכנית רשות החשמל בחרנו למקד את ההתייחסות בהעלאת היעד ל-50% ב-2030. אלו הן הטענות העיקריות אשר יובאו בפירוט בהמשך המסמך.

1. פוטנציאל הייצור באנרגיות מתחדשות מאפשר ייצור של 50% מהביקוש ב-2030

סך השטחים אותם מקצה רשות החשמל לאנרגיה סולארית (שדות קרקעיים ושימוש דואלי), מאפשרים הקמת הספק סולארי של 23GW ב-2030. הספק זה מאפשר ייצור של 40% מהביקוש ב-2030. כמו כן, עבודת רשות החשמל הניחה נתוני נצילות של שטח להספק שהינם נמוכים מהנצילות הקיימת כיום. בטיוב של הנחת יסוד זו, ובתוספת של אנרגיית רוח, ניתן לייצר 50% מהביקוש לחשמל באמצעות מקורות מתחדשים.

2. אגירה בסוללות בהיקף של 10GW תאפשר להגיע ל-50% תוך חיסכון כלכלי

אגירת אנרגיה בסוללות היא טכנולוגיה בשלה הן בתעשיית הרכב והן בשימושים תעשייתיים ברשתות חשמל. אגירה בהיקף של 10GW, שהטמעתה תחל כבר ב-2021, היא בחזקת magic bullet שפותר מספר בעיות: אגירת עודפי אנרגיה מתחדשת, החלפת הספק בשעות שיא, ביטול הצורך בתחנות גז חדשות, ייצוב תדר, שימור אינרציה, ניצול מיטבי של קווי הולכה, וחיסכון בעלויות.

3. ניתן לצמצם בחצי את תוכנית פיתוח הרשת, אך היא עדיין צוואר בקבוק קריטי

שילוב אגירה במתקנים סולאריים קיימים ובמתקנים חדשים תאפשר להכפיל את הספק המתקנים המחוברים לאותה רשת. זאת מאחר ואגירה מאפשרת לפזר את האנרגיה על פני שעות היממה מבלי להגדיל את הספק השיא על הקו. כמו כן, מתקני אגירה אינם דורשים את אותם תהליכים סטטוטוריים מורכבים. עם זאת, גם מחצית מתוכנית פיתוח הרשת המוצעת ע"י תפ"ט היא תוכנית גדולה ומורכבת, הן אל מול המשאבים ההנדסיים הקיימים והן בתהליכים הסטטוטוריים הדרושים. על כן נדרש לתכנן את פיתוח הרשת ליעד של 50%, לפתוח בתהליכים סטטוטוריים לאישורה כמה שיותר מהר, ולייצר אמצעים להגדלת כושר פיתוח הרשת מעבר ליכולות הנוכחיות של חח"י.

4. מעבר ל-50% אנרגיה מתחדשת יחסוך בעלויות למשק ולצרכן

ניתן לדייק את חישובי העלות-תועלת של תוכנית רשות החשמל במספר היבטים. ע"פ הצעות מחיר מהשטח, עלות ההספק הסולארי בארץ הינה זולה יותר ב-10% מתחזית עלויות של Bloomberg. תחזית עלויות האגירה של תפ"ט הינה גבוהה וחסרת ביסוס, ומשפיעה לא רק על השוואת המחיר אלא גם על תכנון ההספק. פועל יוצא הוא שבתרחיש עלות עודפת מקסימלית כמעט ואין אגירה ולכן אין חסכון בהספק גז, בעלויות חיצוניות, או בעלויות רשת. בנוסף, חישוב העלויות החיצוניות נשען על עלות נמוכה מאוד לגזי חממה (ביחס לעלות המומלצת ע"י האו"ם והבנק העולמי, ולעלות הממוצעת בפועל באירופה), תוך התעלמות מעלות פליטות מתאן גולמי מתהליכי ההפקה והשינוע.

הקושי בתכנון והסרת חסמים

האתגר מולו אנו עומדים הוא עצום, ודורש סנכרון מאמצים ותוכניות של גופים רבים בממשלה ובניהול הציבורי. החסמים הרגולטורים, מורכבותם והקושי בהסרתם קיימים, ואין בהתייחסותנו כוונה להתעלם מהם. להפך, אנו פועלים במישורים מקבילים כדי לסייע בהסרתם. עם זאת, אנו מאמינים שאותם מאמצים נדרשים ללא תלות באחוז המתחדשות אליו מכוונים. לכן תוכנית ארוכת טווח, מפת דרכים ל-95% אנרגיה מתחדשת עד 2050, בהובלת רשות החשמל, היא הכרחית לפריצת הדרך בשנים הקרובות.

תוכן עניינים

1	מבוא
1	תקציר
2	הקושי בתכנון והסרת חסמים
3	תוכן עניינים
5	צמצום פליטות גזי חממה
6	פוטנציאל השטחים להספק סולארי
6	מיצוי הפוטנציאל הסולארי הקרקעי וגם הדואלי
6	שיפור קיים בנצילות הפאנלים הסולאריים
6	אפשרויות לפוטנציאל קרקעי נוסף
7	אגירה בסוללות
7	מענה לביקוש בשעות שיא וביטול הצורך בתחנות גזיות חדשות
7	אגירת אנרגיה עודפת והעלאת אחוז הייצור ממתחדשות
8	איזון וייצוב התדר
8	שיטוח "עקומת הברוז"
9	פיתוח רשת החשמל
9	שימוש באגירה כתחליף לפיתוח הרשת (Investment Deferral):
9	הגדלת כמות המשאבים המופנים לפיתוח הרשת
10	חוסר דיוק בהערכות תפ"ט
11	חישובי עלות תועלת
11	תחזית עלויות הספק סולארי
12	תחזית עלויות האגירה
12	חיסכון פוטנציאלי בהחלפת הספק גז בהספק אגירה
12	בחינת העלויות עד 2040
13	חישוב עלויות חיצוניות של CO2
13	הזנחת עלויות חיצוניות של פליטות גז טבעי
14	שיתוף פעולה אזורי לשם עמידה ביעדי אנרגיה מתחדשת
14	שיתוף פעולה עם ירדן
14	שיתוף פעולה עם הרשות הפלסטינית
15	סיכום והמלצות

צמצום פליטות גזי חממה

טענה: המעבר ל-30% אנרגיות מתחדשות אינו מקטין את היקף פליטות גזי החממה כלל

כפי שניתן לראות בטבלאות חישוב פליטות של תפ"ט, בקובץ Files_Shimuah_nilve_tapat.pdf עמ' 25 ו-26, פליטות ה-CO₂ הולכות ועולות עד 2040 בכל התרחישים שנבדקו. פליטות ה-CO₂ מגיעות על פי תחזית תפ"ט ל-36 מגה טון לשנה, ב-2040, בכל התרחישים. מעבר לכך, פליטות אלו אינן כוללות פליטות מתאן מתהליכי ההפקה והשינוע. מתאן הינו גז חממה בעל אפקט חממה חזק פי 86 מאשר CO₂ בטווח של 20 שנה, ויש להתחשב בו בחישוב פליטות מייצור חשמל⁴. התוכנית שפורסמה ע"י רשות החשמל, הנשענת על צמצום השימוש בפחם, העלאת השימוש בגז טבעי, ו-30% אנרגיה ממקורות מתחדשים, לא רק שאינה מקרבת אותנו לבלימת משבר האקלים, אלא מרחיקה.

⁴ <https://web.stanford.edu/group/efmh/jacobson/Articles/I/NatGasVsWWS&coal.pdf>

פוטנציאל השטחים להספק סולארי

מיצוי הפוטנציאל הסולארי הקרקעי וגם הדואלי

טענה: ניצול כלל השטחים להקמת הספק סולארי יגדיל את הייצור ל-40% ממקורות מתחדשים

הפוטנציאל להקמת מערכות סולאריות בשנת 2030, כפי שמוגדר בעמוד 37 בדו"ח של רשות החשמל, מסתכם ב-19,898 מגה-וואט מותקן. מימוש מלא של הספק זה בנוסף להספק המותקן ב-2020 (כ-3,700 מגה וואט) יביא את היקף הייצור הסולארי השנתי ל-40 TWh, אשר במשולב עם אנרגית רוח יוכלו לייצר 43% מהביקוש השנתי לאנרגיה הצפוי לשנת 2030.

שיפור קיים בנצילות הפאנלים הסולאריים

טענה: טיוב הנחות עבודה לגבי נצילות ההספק סולארי תגדיל את הייצור ל-50% ממקורות מתחדשים

נתוני רשות החשמל חושבו על בסיס הערכת נצילות PV אשר היתה מקובלת לפני כשנה-שנתיים. השטח הנדרש כיום להקמת הספק של 1 קילו-וואט הינו 8 מ"ר, על גגות ובמתקנים קרקעיים. (נתון זה נבחן על ידינו על בסיס בדיקת נתונים בפועל ממספר אתרים, ובשיחות עם יזמים, ויועצים בתחום). בהתאם להערכות לשיפור הצפוי בנצילות מערכות PV (כפי שמופיע בדו"ח רשות החשמל, בהסתמך על נתוני חברת Bloomberg) הנצילות הממוצעת לתקופה 2020-2030 הינה – 7.34 מ"ר לקילו-וואט. חישוב על פי נתונים עדכניים מראה שהפוטנציאל הסולארי, מהשטחים אשר מופו על ידי רשות החשמל מגיע לכדי 28,345 מגה וואט מותקן, הספק זה, בתוספת שאר מקורות האנרגיה המתחדשת, יוכל להפיק כ-50% מצריכת האנרגיה של ישראל בשנת 2030.

מנתונים אלו ניתן לראות שאפשר להגיע להיקף ייצור באנרגיות מתחדשות גבוה אף יותר מ-30%. אימוץ של מדיניות נכונה יאפשר את מימוש הפוטנציאל הסולארי הקיים.

אפשרויות לפוטנציאל קרקעי נוסף

טענה: קיים פוטנציאל נוסף להקמת הספק סולארי בשימוש דואלי של עשרות אלפי מגה וואט

בפרויקט NZO ביצענו במהלך השנה האחרונה ניתוח מפורט של הפוטנציאל להקמת מערכות סולאריות בישראל. תוצאות המיפוי שבוצע ב-NZO, חלקו נשען על הערות המשרד להגנת הסביבה וחלקו על הערכות רשות החשמל, מראה שהפוטנציאל הסולארי ב 2030 הינו 37,122 מגה וואט הספק מותקן. מתוכו 60% במרחב הבנוי ו 40% בשטחים אחרים. עיקר ההפרש נובע מהערכה שונה לגבי פוטנציאל הגגות, ומסוגי שטחים נוספים שניתן לקרות בסככות סולאריות במרחב הבנוי: פארקים, מגרשי ספורט, חניות, כבישים, בתי קברות, עוד.

מעבר לפוטנציאל הסולארי במרחב הבנוי, פרויקט NZO חוקר כיצד ניתן לנצל שטחים חקלאיים לאנרגיה סולארית בשימוש דואלי. הצלחה בכיוון זה תפתח מאגר שטחים בעל פוטנציאל גדול. פרטים מדויקים ימסרו עם פרסום תוצרי הפרויקט במהלך החודשיים הקרובים.

אגירה בסוללות

טענה: יש לשלב אגירה בסוללות בהיקפים גדולים יותר והחל משנת 2021

ההנחות שנלקחו לכמות האגירה הדרושה במעבר ל-30% אנרגיה מתחדשת הינן נמוכות בהיקפן ומאחרות בהטמעתן ברשת החשמל. בנוסף, החלופה שנבחרה לעומק ע"י תפ"ט לא כללה כלל אגירה, למרות שבסיכום מסמך תפ"ט נכתב כי אגירה נדרשת על מנת לתת פתרון לבעיות שהמודל שנבחן העלה. שימוש בכמויות אגירה גדולות יותר מאפשר הרבה מאוד יתרונות:

1. מענה לביקוש בשעות שיא, וביטול הצורך בהקמת תחנות גזיות חדשות
2. אגירת אנרגיה עודפת והעלאת אחוז הייצור ממתחדשות
3. איזון וייצוב התדר והמתח
4. שיטוח עקומת הברווז, ובכך להקל את עומסי ה-ramp up
5. לצמצם ולדחות את היקפי פיתוח הרשת הנדרשים, כמפורט בפרק הרשת

מענה לביקוש בשעות שיא וביטול הצורך בתחנות גזיות חדשות

טענה: תוספת של 680MW אגירה תאפשר לבטל תחנות גזיות חדשות בהיקף 900MW

הקמת מתקני אגירה תאפשר לאגור אנרגיה הן ממתקני ייצור קונבנציונליים והן ממתקנים סולאריים בשעות בהן הביקוש נמוך, ושימוש מאוחר יותר באנרגיה זו בשעות שיא הביקוש. מתקני אגירה אלו יבטלו את הצורך בתחנות גז חדשות כפי שתוכנן לסוף העשור ע"פ חלופה 3 של תפ"ט. פרויקט NZO מתכוון לפרסם מחקר מעמיק שמראה כי ניתן לעמוד ביעד ה-30% אנרגיה מתחדשת מבלי שנדרש להקים תחנות כוח מונעות גז חדשות (אם ניתן היה גם לבטל את התחנות שאושרו וטרם החלה הקמתן היה כדאי לעשות זאת גם). המשמעות היא שבמקום להקים תחנות גזיות חדשות בהיקף של 900MW (כפי שמראה חלופה 3) בעלות של 7 מיליארד ש"ח או 2,850MW (בחלופה 1) בעלות של 22 מיליארד ש"ח, אפשר יהיה להגדיל את היקף האגירה ב-680MW על המוצע בחלופה 3 (ל-2880MW סה"כ), בעלות נוספת של 2.3 מיליארד ש"ח בלבד. חישובים אלו, אשר יפורסמו בפירוט עם המחקר, הסתמכו על כל הנחות היסוד שפרסמה הרשות (כושר הייצור המותקן כיום והמאפשר להקמה בעתיד, קצב גידול בביקוש לחשמל של 2.8%, רזרבה של 19%, מחירי הסוללות עד 2030 לפי בלומברג ו-30% אנרגיה מתחדשת עד 2030 בקצב של 2% גידול בשנה).

אגירת אנרגיה עודפת והעלאת אחוז הייצור ממתחדשות

טענה: 10,000MW אגירה תאפשר העלאת אחוז הייצור ממתחדשות עד ל-50%

פרויקט NZO מתכוון לפרסם בקרוב עבודה שמראה שניתן להגיע תוך 10 שנים ל-50% ייצור ממקורות מתחדשים. עבודה זו נשענת על מודל ממוחשב למענה שעת לביקוש, ומניחה הנחות יסוד דומות לאלו שעשתה רשות החשמל. המודל מראה שמערך אגירה בהספק של 10GW וקיבולת של 40GWh מאפשרת לאגור אנרגיה עודפת ולתת מענה ל-50% מהביקוש באמצעות מקורות מתחדשים. כמו כן, העבודה מנתחת את מקורות האגירה הפוטנציאליים ומראה ש-10GW אגירה עד 2030 הינו בר השגה.

איזון וייצוב התדר

טענה: אגירה בסוללות מגיבה ביעילות לאירועי ייצוב תדר ותייצר אינרציה באופן סינתטי

כפי שמציינת עבודת תפ"ט, בסוף סעיף 13, שימוש במתקני אגירה בהספק בסדרי גודל של הרזרבה הסובבת מאפשר מתן שירותי ייצוב תדר ושימור אינרציה, אף ברשת מוטת ממירים ללא יחידות סובבות. לדוגמא מתקן הסוללות של טסלה באוסטרליה החל את פעילותו בסוף 2017. המתקן, בהספק של 100 מגהוואט (כיום הורחב ל-150 מגהוואט) מהווה רק 2% מהיקף שירותי איזון התדר אולם נתן מענה ל-55% ממקרי איזון התדר שהתרחשו בפועל והוריד את עלות איזון התדר ב-90%.⁵ שימוש ביחידות אגירה בעלות "אינרציה סינתטית" יתן מענה לבעיית תגובת התדר המערכתית ללא צורך בקבלים סינכרוניים או תוספת יחידות קונבנציונליות.

שיטוח "עקומת הברווז"

טענה: אגירה תמתן שינויים חדים בהספק הסולארי ותקל על הצורך בזמני ramp up קצרים

שימוש בסוללות מאפשר למתן את השיפועים החדים שנוצרים עם עליית השמש וירידתה, במקטע הייצור אשר נשען על הספק סולארי בהיקף גבוה, ובכך להקטין את דרישת הגמישות ממקטע הייצור ודחיית הקמתן של יחידות פיקריות.

תוצר נוסף של שיטוח העקומה הוא צמצום העומס שנוצר על מערכת אספקת הגז, בו נוגעת עבודת תפ"ט. תפ"ט ממליצים על שימוש באונייה מגזת אך השימוש באגירה יכול לפשט מורכבות זו ללא מאמץ נוסף, ותוך חסכון בעלויות.

5

<https://www.greentechmedia.com/articles/read/has-teslas-big-australian-battery-killed-the-business-case-for-more>

פיתוח רשת החשמל

רשת החשמל היא מרכיב קריטי במימוש יעדי הממשלה למעבר לאנרגיות מתחדשות. על סמך המסמכים לעיון הציבור של רשות החשמל ומתוך דו"ח העבודה של אגף תפ"ט בחברת החשמל, ישנן מספר נקודות אותן אנו ממליצים לשקול בהכנת תוכנית פיתוח הרשת לשם הבטחת העמידה ביעד:

- שימוש באגירה כתחליף לפיתוח הרשת
- הגדלת כמות המשאבים המופנים לפיתוח הרשת
- חוסר דיוק בהערכות תפ"ט

שימוש באגירה כתחליף לפיתוח הרשת (Investment Deferral):

טענה: שימוש באגירה במתקנים קרקעיים ומסחריים יקטין בחצי את עלויות פיתוח הרשת

תוכנית פיתוח הרשת שהגישה תפ"ט לרשות מניחה כי האנרגיה הסולארית מיוצרת בשעות היום ומספקת למערכת ההולכה חשמל רק בשעות הייצור. אולם, אם תוקם אגירה בנקודת הייצור, אזי ניתן יהיה לווסת את העמסת הרשת באופן שיחלק את העומס על פני שעות רבות יותר ולצמצם בכך את הצורך בפיתוח הרשת. הוספת אגירה למתקנים שכבר הוקמו בעבר, תביא לצמצום נוסף בהיקף הרשת הנדרש, ואף תאפשר חיבור מידי של מתקנים סולאריים נוספים באזורים בהם הרשת עמוסה.

בחישוב ראשוני ניתן להראות כי שימוש באגירה של 4 שעות מאפשר להכפיל את ההספק הסולארי המחובר לרשת בכל נקודת חיבור. לשם המחשה, נניח מתקן סולארי עם גודל חיבור לרשת של 1 מגהוואט (AC):

1. ללא אגירה – ניתן יהיה לחבר לנקודה זו פאנלים בהספק של כ-1.3 מגהוואט (DC).
2. עם אגירה של 4 שעות – ניתן לאגור כ-1,460 MWh בשנה. היקף אגירה זה, יחד עם הזרמת אנרגיה נוספת בשעות הייצור בהן גודל החיבור לרשת אינו מנוצל במלואו, מאפשרת להכפיל את הספק הפאנלים המחובר לנקודת החיבור.

הגדלת כמות המשאבים המופנים לפיתוח הרשת

טענה: תוכנית פיתוח הרשת המוצעת אינה ברת מימוש בכושר הפיתוח ההנדסי הקיים והתהליכים הסטטוטוריים הדרושים

נדרש לבחון לעומק את כושר הפיתוח ההנדסי והסטטוטורי הזמין לפיתוח הרשת הדרושה ליעד 30% אנרגיה מתחדשת. התוכנית המוצעת ע"י תפ"ט, עבור רשת התומכת ב-30% אנרגיה מתחדשת, מחייבת היקף פרויקטים גדול משמעותית מתוכנית [פיתוח הרשת הנוכחית](#) כפי שאושרה בינואר 2018. הטבלה שלהלן מסכמת ומשווה את ההשקעות הנדרשות בשתי התוכניות:

השוואה בין תוכניות פיתוח הרשת - הקיימת והמוצעת ליעד ה-30%

ק"מ קווי 400	ק"מ קווי 161	מספר תחמ"גים	מספר תחמ"שים	
90	560	1	17	תוכנית מאושרת לפיתוח הרשת 2018-2022
470-720	310-1130	6	96	תוכנית מוצעת ע"תפ"ט לפיתוח הרשת לעמידה ביעד 30%

מהטבלה ניתן לראות כי התוכנית המוצעת לפיתוח הרשת לשם עמידה ביעד של 30% גדולה פי 5 ~ מהתוכנית שאושרה לחברת החשמל לשנים 2018-2022. יתרה מכך, תוכנית הרשת הנוכחית יצאה לדרך כאשר בידי חברת החשמל היו תוכניות מתאר להקמתה. הליך התכנון הסטטוטורי של תוכנית הרשת המוצעת לתמיכה ב-30% אנרגיה מתחדשת, עדיין לא החל.

היקף ההשקעה הנדרש ברשת גבוה מאוד בהשוואה לתוכנית הנוכחית, גם אם תוקם אגירה כתחליף לרשת. כפי שהוסבר לעיל, האגירה מאפשרת לחסוך כמחצית מההשקעה ברשת, כלומר לצמצם את תוכנית פיתוח הרשת לתוכנית גדולה פי 2 בהשוואה לתוכנית הרשת הנוכחית.

כדי לעמוד בתוכנית פיתוח הרשת, נדרש לקדם תכנון סטטוטורי בות"ל ולשקול מענה ביצוע הנדסי מורחב, שאינו נשען רק על חברת החשמל.

חוסר דיוק בהערכות תפ"ט

טענה: מודל פיתוח הרשת של תפ"ט מייקר מאוד את העלויות, במיוחד בתרחיש המוטה דואלי

במודל לפיתוח רשת ההולכה של תפ"ט, הנחות היסוד שלפיהן נקבעו חלק מהערכים אינן מדויקות ובעקבותן הצורך בפיתוח הרשת הינו גדול מעבר לנדרש:

1. מודל תפ"ט מניח 14 דונם ל-MW מותקן על גגות, בשונה מהנחת רשות החשמל, אשר עומדת על 9 דונם בלבד בשנת 2020. צמצום הערך הנ"ל יכול להגביר את ההספק הדואלי במיוחד באזורי ביקוש גבוה לחשמל, וכתוצאה מכך להקטין את הצורך בהספק סולארי קרקעי שדורש רשת הולכה בהיקף גבוה יותר.

2. מודל תפ"ט נשען על תרחיש מוטה קרקעי. למעשה בהשוואה לבדיקות הפוטנציאל שנעשו על ידי הרשות (טבלה 6 מתוך הטיטה לעיון הציבור), רק כ-32% מפוטנציאל המאגרים ממומש, 41% מפוטנציאל הגגות ואין התייחסות לשטחים דואלים נוספים כגון מחלפים. מנגד, עבודת תפ"ט העריכה מימוש 91% מהפוטנציאל הקרקעי שזיהתה רשות החשמל, כולל שטחי איו"ש, שטחי אש וקרקעות בדואים פרטיות. בראייתנו, הערכת תוכנית פיתוח הרשת תחת הנחה שהפוטנציאל הדואלי ימוצה תסייע לצמצום פיתוחי קווי הולכה מיותרים ובמקום זאת הרשת תשרת את הביקוש קרוב לצרכנים.

חישובי עלות תועלת

בבחינתנו את קובץ האקסל אשר פורסם כחלק מתהליך השימוע לתוכנית רשות החשמל ל-30% אנרגיה מתחדשת ב-2030, מצאנו לנכון להעלות מספר סוגיות שיש לשים אליהן לב. ראשית נפרט את הסוגיות ולאחר מכן נעמיק בכל אחת מהן:

- תחזית עלויות הספק סולארי
- תחזית עלויות האגירה
- הסכון עלויות פוטנציאלי בהוצאות הקמה על הספק גז בעת החלפה בהספק אגירה
- בחינת העלויות עד 2040 מנמיכה את היעד האפקטיבי ל-23%
- חישוב עלויות חיצוניות של CO₂
- הזנחת עלויות חיצוניות של פליטות גז טבעי

תחזית עלויות הספק סולארי

טענה: עלויות ההספק הסולארי בשוק הישראלי בשנת 2020 נמוכות ב-10% מהערכות בלומברג

התכנית נשענת על עלויות של ההספק הסולארי הלקוחות מתחזית בלומברג. אין עוררין על מהימנות התחזית של בלומברג כמייצגת תמונת מצב בינלאומית מקובלת. עם זאת, רצינו להביא לידיעתכם מידע בנוגע לעסקאות שאנו רואים כיום בשוק הישראלי:

- במערכות על גגות פרטיים, תחזית בלומברג נוקבת בעלות של כ-4,950 ש"ח ל-KW. מקבוצת רכישה שארגן חבר בצוות NZO, המחירים ל-KW נעו בין 3,800 ש"ח ל-5,300 ש"ח ל-KW, כאשר למערכת ממוצעת בגודל של 12KW העלות היא 4,500 ש"ח ל-KW.⁶
- במערכות על גגות מסחריים, תחזית בלומברג מעריכה עלות של 3,750 ש"ח ל-KW. בצוות NZO שוחחנו עם יזם שמבצע פרויקטי גגות מסחריים, עם יועץ סולארי ועם נציגים שעוסקים בתחום בעיריות תל אביב וכפר סבא, ועם בעליו של מפעל שקיבל לאחרונה הצעות מחיר לפאנלים סולאריים על גג המפעל. מגורמים אלו, העלות הממוצעת ל-KW על גג מסחרי היא כ-3,300 ש"ח.⁷
- במערכות קרקעיות, תחזית בלומברג מעריכה עלות של 2,700 ש"ח ל-KW. אנחנו שוחחנו עם מנהל פרויקטים בחברת תשתיות אנרגיה סולארית ישראלית גדולה, אשר העריך את העלות ל-KW ב-2,500 ש"ח.

מכאן ניתן להסיק שעלות המערכות הסולאריות בישראל בפועל, זולה בכ-10% מהערכת העלויות של חברת בלומברג.

⁶ נוכל להדגים בהצעות מחיר על פי בקשה. לא כללנו אותן בתגובה זו מתוך התחשבות בספקים
⁷ כנ"ל

תחזית עלויות האגירה

טענה: תרחיש "עלות עודפת מקסימלית" נשען על תחזית מחירי אגירה שאינה מבוססת

בתרחיש "עלות עודפת מקסימלית", נעשה שימוש בתחזית עלויות אגירה אשר סופקה ע"י תפ"ט. תחזית זו הינה גבוהה ביותר באופן בלתי סביר. תחזית העלויות של בלומברג היא בעינינו תחזית מדויקת יותר, ואינה בגדר "עלות מינימלית" אלא עלות ממוצעת. תחזית זו אוששה במצגת של חברת ססלה שנערכה בשבוע האחרון, ובה נציגי החברה ציינו שתחזית העלויות של בלומברג היא קרובה מאוד לעלויות האמיתיות של מערכות הסוללות של ססלה. תחזית העלויות של תפ"ט מטה באופן שלילי את הערכת העלות המקסימלית למתקני אגירה. ראוי כי בדיקת הרגישות תיעשה עם ערכי עלויות גבוהים ונמוכים מנקודת האיזון של תחזית בלומברג.

חיסכון פוטנציאלי בהחלפת הספק גז בהספק אגירה

טענה: החלפת הספק גז בהספק אגירה תחסוך כסף למשק

בכל התרחישים של התוכנית ל-30% אנרגיה מתחדשת, הספק האגירה בסוללות נכנס לשימוש רק ב-2027. ע"פ תחזית בלומברג, ב-2021, העלות ל-KW אגירה (3,738 ש"ח) צונחת מתחת לעלות של מחז"מ גז (3,950 ש"ח). ב-2023 העלות ל-KW אגירה (3,270 ש"ח) צונחת מתחת לעלות של גז במחזור פתוח (3,290 ש"ח). ניתן להניח שבמידה ואין עודפי ייצור ממקורות מתחדשים, את החשמל שיאגר בסוללות נייצר באמצעות מחז"מ גז, וגם שם יושג חסכון כלכלי (מחז"מ יעיל יותר מ-Peaker). אנחנו ממליצים לשלב בתחזית אגירה הספקים גדולים יותר בשלב מוקדם ככל הניתן, כפי שצוין בפרק האגירה של התייחסות זו, ולהנות מהחיסכון במספר היבטים: בעלות הקמת הספק ייצור, בעלות הקמת קווי הולכה, ובעתיד במניעת קטימת האנרגיה הסולארית ובזבוזה.

בחינת העלויות עד 2040

טענה: הניתוח הכלכלי בוחן תוכנית אפקטיבית ל-23% אנרגיה מתחדשת ובכך ממעיט מהחיסכון בדלקים ובעלויות חיצוניות

חישוב העלויות בתוכנית מתבסס על יעדי הייצור ב-2030, ומחשב עלויות על פני 20 שנה (מ-2020 ועד 2040). לדוגמא, העלות להשגת היעד של 30% אנרגיה מתחדשת ב-2030 כוללת את עלות הקמת כל התשתיות הנדרשות עד 2030, בתוספת עלויות התפעול והדלקים הנדרשות עד ל-2040. ההספק המותקן נותר קבוע בין 2030 ל-2040, ולכן אחרי 2030 אחוז המתחדשות הולך וצונח ל-21% ב-2040. אם נסכום את סך ייצור האנרגיה ב-20 השנים מ-2020 עד 2040, נקבל שאחוז המתחדשות הוא כ-23%. יש הגיון בהשוואה זו, אשר שואפת לתמחר את השקעות הפיתוח הנדרשות עד 2030, תוך פריסת העלויות עד 2040. מצד שני, השוואה זו משקללת עלות דלקים שחלקה הולך וגדל בין 2030 ו-2040. אופן חישוב זה מייצר הטייה מאחר והוא מצמצם את התועלת הכלכלית שהיתה נובעת מחסכון בדלקים ובעלויות חיצוניות לו היקף האנרגיה המתחדשת היה נשאר על 30%. לכן השוואת העלויות אינה מדויקת. אנו ממליצים להניח המשך פיתוח ההספק הסולארי מעבר לשנת 2030, כדי לשמר את היקף הייצור במתחדשות ולשקלל את החיסכון הפוטנציאלי.

חישוב עלויות חיצוניות של CO₂

טענה: עלות נזקי גזי חממה נמוכה ב-20% עד 90% מהמקובל באירופה וה-World Bank

התוכנית של רשות החשמל נשענת על שני ערכים עבור עלות הנזק העקיף של גז החממה CO₂:

- תרחיש עלות עודפת מינימלית: 140 ש"ח - ע"פ פרסום המשרד להגנת הסביבה⁸
- תרחיש עלות עודפת מקסימלית: 21 ש"ח - ע"פ פרסום ה-EPA מ-2017⁹

ע"פ מסמך המשרד להגנת הסביבה¹⁰, עלות ה-CO₂ עולה בכ-2% כל שנה. עליה זו לא נלקחת בחשבון בתחשיב שפורסם בקובץ האקסל. כאשר מוסיפים עליה זו¹¹, החיסכון בעלויות גזי חממה, בתרחיש "עלות עודפת מינימלית", גדל ב-1.75 מיליארד ש"ח. כמו כן, הבחירה של המשרד להגנת הסביבה נשענת על פרסום של ה-EPA מ-2016¹², כאשר הגישה המקובלת ע"י האיחוד האירופי מציעה עלות גבוהה יותר. באיחוד האירופי, העלות הממוצעת לטון CO₂ היא 68 יורו¹³, כ-260 ש"ח. שימוש בנתון זה יגדיל את החיסכון בתרחיש "עלות עודפת מינימלית" ב-11.8 מיליארד ש"ח. כן שהחיסכון הפוטנציאלי מ-30% מתחדשות יגיע ל-19.4 מיליארד ש"ח. הבנק העולמי, בגיבוי האו"ם וועידת האקלים מ-2015 בפריז, נוקבים בעלות של \$40 עד \$100 לכל טון CO₂¹⁴. כמדינה שהיא אי אנרגטי ופוליטי במזרח התיכון, ישראל תישא בנזקים גדולים ומוקדמים יותר. אנו ממליצים לרשות לקחת את העלות של המשרד להגנת הסביבה כעלות מינימלית לגזי חממה (בתרחיש עלות עודפת מקסימלית), ואת העלות שמעריך האיחוד האירופי כעלות מקסימלית (בתרחיש עלות עודפת מינימלית).

הזנחת עלויות חיצוניות של פליטות גז טבעי

טענה: עלות הנזקים של גזי חממה מחסירה מרכיב מהותי של פליטות מתאן בהפקה ושינוע

בעלויות חיצוניות של פליטות גזי חממה נדרש לכלול את פליטות המתאן בתהליכי ההפקה והשינוע, קרי לפני שלב ייצור החשמל. הנתונים בתחום זה לא נכללו בחישוב פליטות גזי החממה שבוצע בדו"ח. נדרש להוסיף את נתוני פליטת המתאן בתהליכי ההפקה וההולכה, על בסיס נתונים אשר ינוטרו וימדדו ע"י גורמי מקצוע אובייקטיביים. כמו כן חישוב העלויות החיצוניות של כל טון מתאן שנפלט, צריך להתבצע לפי שקילות ל-86 טון של CO₂, מאחר וזה ה-Global Warming Potential של מתאן על פני תקופה של 20 שנה (התקופה הקריטית לבלימת שינויי האקלים¹⁵).

⁸ https://www.gov.il/he/departments/publications/Call_for_bids/pc_external_costs_of_air_pollution

⁹ https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-10/documents/ria_proposed-cpp-repeal_2017-10.pdf

¹⁰ https://www.gov.il/BlobFolder/publicsharing/pc_external_costs_of_air_pollution/he/public_comments_2020_External_air_pollution_costs_pc.pdf

¹¹ שינוי תא N32 בטאב "הנחות עבודה"

¹² https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2016-12/documents/social_cost_of_carbon_fact_sheet.pdf

¹³ על פי CE Delft, נכון ל-2020, עם עליה שנתית של 3.5% -

<https://www.cedelft.eu/en/publications/2191/environmental-prices-handbook-eu28-version>

¹⁴ https://www.carbonpricingleadership.org/s/CarbonPricing_FullReport.pdf

¹⁵ <https://ucsusa.org/resources/environmental-impacts-natural-gas>

שיתוף פעולה אזורי לשם עמידה ביעדי אנרגיה מתחדשת

טענה: שת"פ אזורי יקל על הקצאת קרקעות לשדות סולאריים ויזיל עלויות

מאחר ועבודת הרשות מצביעה על המגבלות של משאב השטח בו ניתן להקים מתקני אנרגיה מתחדשת בישראל, שיתוף פעולה עם ירדן והרשות הפלסטינית יסייע לישראל להקדים את ההגעה ליעד של 30% אנרגיה מתחדשת ויתן מענה למגבלות של משאב הקרקע בישראל.

שיתוף פעולה עם ירדן

שיתוף פעולה עם ירדן¹⁶ עשוי לאפשר לשתי המדינות להגדיל את יעדי האנרגיה המתחדשת. ירדן מתאפיינת באוכלוסיה דומה לישראל (9.9 מיליון) אולם הביקוש לחשמל נמוך משמעותית מזה של ישראל (~19 טרווי"ש בשנה, עם שיא ביקוש של כ-3,500 מגה-וואט). ירדן תלויה ביבוא גז לשם ייצור החשמל ולכן היא שואפת להגדיל את אחוז האנרגיה המתחדשת. כמו כן, ירדן צפויה להתמודד עם אותם עודפי אנרגיה בשעות הצהריים אשר יחייבו השקעה באגירה. מכירת עודפי אנרגיה מתחדשת לישראל תקל על ירדן וישראל להתקין היקפים גדולים יותר של אנרגיה מתחדשת ואגירה ותסייע לישראל להגדיל את אחוז האנרגיה המתחדשת ללא הקצאה של משאבי קרקע. מימוש של מדיניות זו מחייב דיאלוג בין המדינות והקמה של קווי רשת מתאימים.

שיתוף פעולה עם הרשות הפלסטינית

גם שיתוף פעולה עם הרשות הפלסטינית צפוי לסייע לישראל לעמוד ביעדי האנרגיה המתחדשת. הצריכה ביהודה ושומרון מהווה כיום כ-7% מהביקוש לחשמל בישראל. כלומר, מעל 1,000 מגהוואט מתוך 15,000 מגהוואט סולארי שישראל מתעתדת להקים, נועדו כדי לספק אנרגיה מתחדשת לאוכלוסיה ביהודה ושומרון. לפי הערכה של הבנק העולמי¹⁷, ביהודה ושומרון קיים פוטנציאל להקמת מתקנים קרקעיים בהיקף של כ-3,500 מגהוואט ומתקני גגות בהיקף של 500 מגהוואט נוספים. גם בהיבט אנרגיית רוח, יש מקום לבצע סקר ולהעריך במדויק את הפוטנציאל. מימוש פוטנציאל זה עשוי לסייע לישראל בהשגת היעד של 30% ולהביא לשיפור במצבה הכלכלי של האוכלוסייה באזורים אלו.

¹⁶ <https://www.res4med.org/wp-content/uploads/2019/03/Scaling-Up-Renewable-Energy-Development-in-Jordan.pdf>

¹⁷ <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P170928>

סיכום והמלצות

מערכות החשמל בעולם עוברות שינוי נרחב אל אנרגיה מתחדשת. כאשר ב-5 השנים האחרונות מעל ל-50% מההספק החדש בכל שנה הוקם ממקורות מתחדשים ובשנת 2019 - 72% מההספק החדש בעולם הוקם ממקורות אלו. לאור התמורות והחידושים הטכנולוגיים האלו, ועוד רבים הצפויים בשנים הקרובות, ובצירוף משבר האקלים המחמיר - קיים צורך לאומי לשדרג את משק האנרגיה בישראל למשק מודרני, דיגיטלי, חכם, מבוסס אנרגיות מתחדשות ואגירה מבוזרות, תוך שמירה על אמינות הרשת, על הביטחון האנרגטי, ועל הצרכן הפרטי.

השינוי הנדרש הוא מורכב מאוד ונדרש תכנון וניהול בראיה של כלל משק האנרגיה במדינה, תוך בחינת הממשקים למוסדות הניהול הציבורי באנרגיה, מקרקעין, תחבורה, תעשיה, בינוי, סביבה ועוד. **אנו רואים ברשות החשמל כגורם תכנון מתכלל, בעל ראייה ארוכת טווח של משק האנרגיה בישראל, אשר יוביל את השינוי הנדרש, תוך שילוב כלל בעלי העניין בממשלה, בתעשיה, ובציבור.**

במסמך זה התמקדנו בהזדמנות להעלות את יעד הייצור באנרגיות מתחדשות ל-50% בשנת 2030:

- השטח הדרוש קיים
- אגירה בסוללות היא טכנולוגיה בשלה שתאפשר להתגבר על מחסומים רבים
- עבור אתגרי הרשת:
 - חלק מהחסמים בטווח הקצר ניתן להסיר באמצעות אגירה
 - תהליכים סטטוטוריים ותכנון לטווח הארוך נדרש לבצע לעומק ולהתחיל היום
 - יש למצוא פתרונות להגדלת כושר פיתוח הרשת הקיים

פרויקט NZO פועל לגיבוש המלצות וכיווני פעולה להסרת חסמים העומדים בפני התוכנית ולהבטחת הצלחתה. נשמח להציג את עבודתנו המראה כיצד אפשרי להעלות ל-50% מאנרגיה מתחדשת. אנו משוכנעים שזה אפשרי.