

תחזית הביקוש לחשמל

2017-2030



הקדמה

משק החשמל בישראל נמצא בעיצומו של הליך שינוי מבני, הנובע מכניסה משמעותית של יצרני חשמל פרטיים, כניסת הגז הטבעי והרחבת השימוש בו, התפתחויות טכנולוגיות וירידת מחירי החשמל שהתאפשרה בעקבות שינויים אלה. עריכת תחזיות להתפתחות הביקושים בתנאים אלה הינה מורכבת במיוחד, אולם בעלת חשיבות יתרה הנובעת הן מהעלות המשקית הגבוהה במקרה של אי-אספקת חשמל, והן בשל הצורך בקיום רזרבות נאותות להבטחת המבנה התחרותי של משק החשמל.

כיום נוצר מצב של עודף רזרבות במשק החשמל, שנובע מירידה חריגה בביקוש לחשמל בשנים 4-2013, כתוצאה משילוב של גורמים חד-פעמיים, יחד עם הגדלת הצע היצרנים הפרטיים כחלק ממדיניות עידוד התחרות. אולם, התחזית שלנו מראה כי לא צפויה האטה בקצב הצמיחה בביקוש לחשמל וכי מצב זה של עודף היצע הינו זמני.

הניתוח שלנו מראה בבירור כי הביקוש לחשמל בישראל עדיין רחוק מרמת הרוויה, בניגוד למצב הקיים במדינות מערב אירופה וארה"ב. תנאי האקלים בישראל, שהינה המדינה החמה ביותר מבין מדינות ה-OECD, יחד עם הפערים בתוצר לנפש ובעתירות ההון של מגזרי התעשייה והשירותים בישראל לעומת המדינות המפותחות, מביאים לכך שהשוואה פשטנית למדינות ה-OECD איננה רלבנטית.

לפי תוצאות תחזית BDO, הביקוש לחשמל צפוי להמשיך לצמוח בקצב שנתי ממוצע של כ-3.8% לשנה, המייצגים קצב צמיחה שנתי של 1.9% לנפש. התחזית נערכה בתוואי של גידול ממוצע של 1.7% בתוצר לנפש בישראל. המשמעות היא כי נדרש כבר כעת להתחיל בתהליכי השקעות משמעותיות בהגדלת כושר הייצור כדי שניתן יהיה לספק את צרכי הביקוש של המשק משנת 2023 ואילך.

תחזית הביקוש לחשמל של BDO נערכה באמצעות מודל אקונומטרי בשיטת bottom-up, הכולל את הביקוש הביתי (תוך פילוח של הביקוש לפי מכשירי חשמל עיקריים), התעשייה, המסחר והשירותים, הסקטור הציבורי, ביקוש להתפלה ושאיבת מים, תחבורה ציבורית (חשמול הרכבת ורכבת קלה), רכב חשמלי והביקוש הפלשתיני. המודל מתבסס על טכנולוגיות מתקדמות ומערכת LEAP (Long Range Energy Planning System) - מודל בינלאומי מוביל לסימולציה שעתית של משק החשמל. התחזיות המאקרו כלכליות מתבססות על מודל מאקרו-אנליטיקס למשק הישראלי.

החתום מטה, הינו בעל נסיון של כ-20 שנה בעריכת תחזיות וניתוח מגמות במשק האנרגיה בישראל וחובר בפורום מומחי האנרגיה הבינלאומי של רשת BDO העולמית. הניסיון המקצועי כולל בין היתר תחזית הביקוש לחשמל עבור חברת החשמל, תחזית הביקוש לגז טבעי לשותפי "ים-תטיס", "תמר" ו"לוויתן", ותחזיות ליצרני חשמל פרטיים, יצרני קוגנרציה וגופים ממשלתיים. התחזית המוצגת כאן נערכה במודל חדשני שפותח במהלך השנתיים האחרונות, ומתבססת בין היתר על ידע ונסיון רב שצברתי בעבודתי המשותפת עם יעקב שיינין כסמנכ"ל מודלים כלכליים. אני מוכיר תודה ליעקב על ההשראה והתמיכה לאורך השנים.

תודתי לצוות דליה אנרגיות כח בע"מ ובראשם דורון סט ואיתן מאיר, על האמון והחופש המקצועי המלא שניתן לנו. דליה הינה מזמינת העבודה אולם לא התערבה בביצוע העבודה ובמסקנותיה.

תהליכי העלאת הפיריון במשק, צמצום פערים, הגדלת שיעור השתתפות נשים בכוח העבודה ומיצוי פוטנציאל הצמיחה כרוכים מטבעם בהגדלת אינטנסיביות השימוש בחשמל. בנוסף, תגליות הגז וירידת מחירי החשמל, מגדילים את היתרון היחסי של תעשייה ישראלית עתירת אנרגיה. לפיכך, הבטחת כושר יצור נאות במשק החשמל הינה חיונית למימוש הפוטנציאל של הכלכלה והחברה הישראלית. אני תקווה כי עבודה זו תהווה כלי עזר לקברניטי משק האנרגיה לקבל החלטות מושכלות שיאפשרו המשך פיתוח מואץ של כלכלת ישראל.

חן הרצוג
כלכלן ראשי, שותף
BDO Consulting Group

תוכן עניינים

4	תקציר מנהלים	1.1
5	מבוא	1.1
6	צרכי כושר ייצור החשמל במשק	1.2
9	מגמת הגידול בביקוש לחשמל	1.3
10	צריכת החשמל בישראל בפרספקטיבה בינלאומית	1.4
11	סיכום תחזית הביקוש לחשמל	1.5
12	הביקוש לחשמל של משקי הבית	1.6
14	הביקוש לחשמל בתעשייה	1.7
15	הביקוש לחשמל בסקטור המסחרי והציבורי	1.8
16	הביקוש לחשמל לתחבורה – חישמול הרכבת ורכב חשמלי	1.9
16	הביקוש לחשמל לשאיבת מים והתפלה	1.10
17	חוסר הרלבנטיות של הירידה בביקוש לחשמל בשנים 2013-14	1.11
18	2. הביקוש לחשמל בפרספקטיבה בינלאומית	
19	רקע	2.1
21	השפעת רמת החיים	2.2
24	השפעת הגידול באוכלוסיה	2.3
25	השפעת מזג האוויר	2.4
28	3. מודל הביקוש לחשמל	
29	מתודולוגיה	3.1
31	גידול דמוגרפי	3.2
34	תחזית הביקוש לחשמל הביתי	3.3
35	הביקוש לחשמל בתעשייה	3.4
37	הביקוש לחשמל בסקטור המסחרי והציבורי	3.5
38	הביקוש לחשמל לשאיבת מים והתפלה	3.6
38	חישמול הרכבת	3.7
40	השפעת שינוי האקלים	3.8
41	רכב חשמלי	3.9
44	השוואת שינוי גידול בביקוש לשינוי בשיא הביקוש	3.10
48	שיא הביקוש בחורף לעומת שיא הביקוש בקיץ	3.11
49	4. חוסר הרלוונטיות של ההאטה ב 2013-2014	
50	חוסר הרלוונטיות של ההאטה בביקוש לחשמל בשנים 2013-2014	4.1
51	השפעת המחיר על הביקוש לחשמל	4.2
53	השפעת תנאי מזג אוויר	4.3
55	השפעת ההאטה בקצב הצמיחה במשק	4.4
56	המעבר לנורות חסכוניות	4.5
57	5. תחזית היצע החשמל	
58	רקע	5.1
60	יצרני קוגנרציה	5.2
61	הפחתת פחם	5.3
64	6. המחסור הצפוי במשק החשמל ומחיר הטעות	
65	המחסור הצפוי במשק החשמל	6.1
69	מחיר הטעות	6.2

הוכן ע"י חן הרצוג, יניב שווינקלשטיין, אלחנן פרס ותום אלמוג, אוקטובר 2016

1. תקציר מנהלים



1.1 מבוא

לאחר שני עשורים שבהם משק החשמל בישראל צמח בקצב שנתי ממוצע של כ-4% בשנה, ירד בשנים 2013-14 הביקוש לחשמל במצטבר בכ-2.5%, במקום גידול מצטבר צפוי של כ-8% בשנים אלו. התוצאה היא שרמת צריכת החשמל נמוכה בכ-10% ביחס לקו המגמה החזוי ונוצרו עודפי כושר יצור במשק החשמל.

לצורך תכנון לטווח ארוך של משק החשמל בישראל, השאלה המרכזית העומדת על הפרק הינה האם חל שינוי מגמה וקצב הגידול בביקוש לחשמל בישראל הואט, או שמדובר בהשפעת גורמים חד-פעמיים בלבד. הניתוח שלנו מראה באופן ברור שלא חל שינוי מגמה בדפוסי צריכת החשמל בישראל וכי הביקוש לחשמל בישראל צפוי להמשיך ולגדול לאורך זמן בקצב שנתי ממוצע של כ-3.8% לשנה. עודפי כושר היצור מייצגים לפיכך מצב זמני.

על פי מסקנות תחזית הביקוש לחשמל של BDO, שעיקריה מוצגים במסמך זה, עולה כי:

- הביקוש לחשמל בישראל רחוק מרמת הרוויה. צריכת החשמל בישראל נמוכה בכ-50% ביחס למדינות מפותחות בעלות אקלים דומה, שרמת החיים בהם גבוהה יותר.
- הירידה בביקוש בשנים 2013-2014 נבעה משילוב זמני של גורמים חד-פעמיים (תנאי אקלים נוחים מהממוצע, עליית מחירי החשמל, האטה כלכלית ורגולציה להחלפת נורות) ואינו מעיד על שינוי מגמה.
- השוואה פשטנית לעתירות החשמל במדינות ה-OECD אינה רלבנטית, בשל תנאי האקלים השונים של המשק הישראלי.
- שינויים מבניים צפויים להביא לגידול בביקוש לחשמל מעבר להשפעת הגידול בתוצר, ובהם: ירידת מחירי החשמל, חישובול הרכבת, כניסת רכב חשמלי, התפלה, שינויי אקלים והשפעת כניסת הגז על היתרון היחסי של התעשייה הישראלית.

סיכום תחזית הביקוש לחשמל עד 2030

במיליארדי קוואט"ש לשנה

CAGR 2015-2030	2030	2025	2020	2015	
3.8%	30.7	24.9	20.6	17.6	ביתי
3.7%	30.4	25.0	20.7	17.6	מסחרי וציבורי
2.7%	21.3	18.6	16.4	14.3	תעשייה
2.2%	2.3	2.1	1.9	1.7	חקלאות
4.5%	7.8	6.4	5.1	4.0	מים
	3.7	1.8	0.8		חישובול רכבת ורכב חשמלי
3.8%	96.1	79.0	65.4	55.2	סך הכל ישראל
6.5%	13.4	8.9	6.7	5.2	פלשתינים
4.0%	109.4	87.9	72.1	60.4	סך הכל ישראל ופלשתינים
1.9%	8.6	7.7	7.0	6.5	ישראל לנפש
3.8%	1.9	1.4	1.2	1.1	פלשתינים לנפש

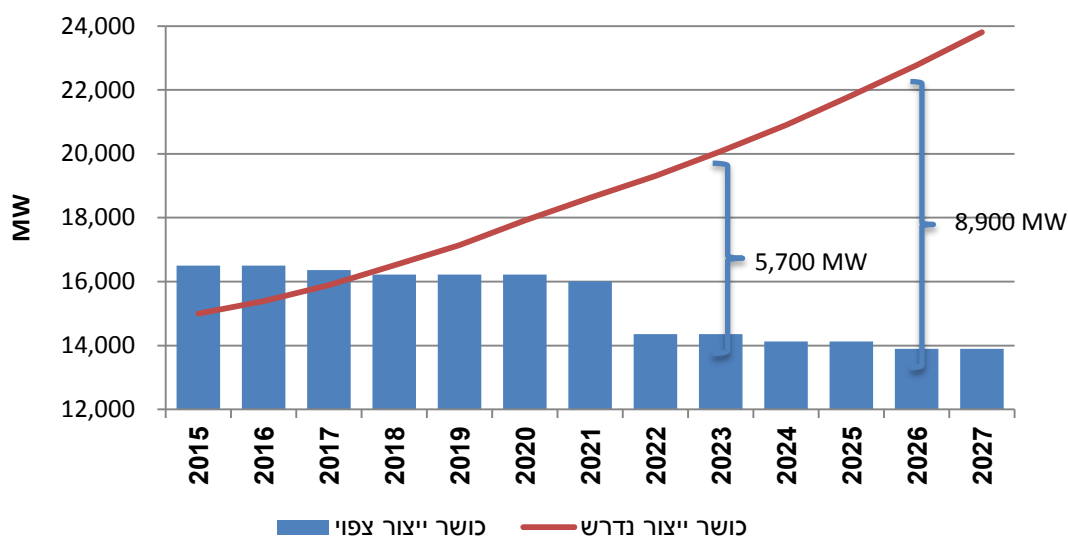
1.2 צרכי כושר ייצור החשמל במשק

תכנון כושר הייצור במשק החשמל נגזר משיא הביקוש הצפוי, כושר ייצור החשמל, והיקף הרזרבה הנדרש. הבטחת כושר ייצור ורזרבות מספקות הינה הכרחית הן לצורך אמינות אספקת החשמל במשק והן לצורך התפתחות התחרות בענף. הניסיון הבינלאומי מראה בבירור, כי העדר רזרבות פוגע ביכולת לפיתוח משק חשמל תחרותי.

לצורך אספקת צרכי המשק נדרשת במהלך 7 השנים הקרובות, עד שנת 2023 הקמה של כושר ייצור כולל של 5,700MW במשק הישראלי. תוספת כושר ייצור זו כוללת כ- 3,500MW לאספקת הגידול בביקוש, וכן כ- 2,200MW לשחלוף תחנות כח המגיעות לקצה אורך החיים הכלכלי שלהם (רידינג ד', חיפה ג' ורבין 4-1). מדובר בתוספת כושר ייצור משמעותית ביותר, המחייבת הערכות מתאימה של כל הגורמים הרלבנטיים למשק החשמל: רגולטורים, יצרני חשמל וחברת החשמל.

תוספת כושר ייצור החשמל הנדרשת בעשור הקרוב

בהשוואה לכושר הייצור הקיים בניכוי גריטות



על פי תוצאות הניתוח שלנו, **המצב של עודף כושר ייצור במשק הינו מצב זמני**. גם בהנחה אופטימית שכל תוכניות הפיתוח במשק החשמל, המגובים ברשימות קבועים או מותנים, יתממשו במלואם וללא כל דחיה, יהיה בשנת 2023 מחסור בכושר ייצור החשמל בישראל.

בחינת של תוכניות הפיתוח הקיימות לבניית תחנות כח נוספות, בשילוב עם תחזית הביקוש לחשמל המוצגת בעבודה זו, מראים בבירור כי **ללא בניית תחנות כח נוספות מעבר למתוכנן כיום, צפוי מחסור בכושר ייצור ביחס לנדרש בשנת 2023**. במקרה של תנאי מזג אוויר קשים מהרגיל (כפי שהיה בעשור האחרון בשנת 2012) או אי מימוש חלק מהפרוייקטים המתוכננים כיום, צפוי מחסור בכושר ייצור כבר בשנת 2022.

תחזית המחזור בכושר יצור בישראל, ב-MW

בהנחה של מימוש פרויקטים מאושרים ושחלוף מלא של תחנות נגרטות

תרחיש	2020	2021	2022	2023	2024	2025
תרחיש הבסיס	1,144	882	195	-569	-1,393	-2,317
השפעת מזג אוויר - שנה קרה	755	478	-224	-1,005	-1,846	-2,790
דחיית פרויקטי אנרגיה מתחדשת	722	419	-268	-1,032	-1,856	-2,780

כושר ייצור החשמל במשק עומד כיום על 17,360 MW, מתוכם כ-850 MW אנרגיות מתחדשות בטכנולוגיה פוטו-וולטאית, אשר אינן תורמות לרזרבות בשעות השיא בחורף (שמתרחש בשעה 9 בערב). בישראל, שיא הביקוש בקיץ ובחורף הם בסדר גודל דומה, כאשר בחלק מהשנים (שנים קרות מהממוצע) שיא הביקוש מתרחש בחורף, ובחלק מהשנים (שנים חמות מהממוצע) שיא הביקוש מתרחש בקיץ.

כיוון שלא ניתן לדעת מראש באיזה עונה יתרחש שיא הביקוש, תכנון משק האנרגיה צריך לספק את הרזרבה הנדרשת הן בשעות היום (שיא בקיץ) והן בשעות הערב (שיא חורף). לפיכך, כושר היצור האפקטיבי העומד לרשות המשק הישראלי בשעות שיא חורף בשנת 2015 היה כ-16,500 MW, לאחר הפחתת כושר היצור הפוטו-וולטאי.

שיא הביקוש לחשמל עמד בשנת 2015 על כ-12,500 MW. המשמעות היא כי כיום קיימת רזרבה בהיקף של כ-27% מעל שיא הביקוש, המייצגת רזרבה עודפת ביחס למדיניות הממשלה, הקובעת יעד רזרבה של 20% מעבר לשיא הביקוש.

1.3 מחיר הטעות

משרד האנרגיה נמצא בתחילת תהליך של גיבוש תוכנית אב לטווח ארוך למשק האנרגיה בישראל. תכנון לטווח ארוך הינו כלי מדיניות חשוב ביותר, אולם ניסיון העבר מראה כי תהליך הקמת תחנת כח פרטית אורך בין 8 ל-10 שנים. בתנאים הנוכחיים במשק החשמל נדרשת הערכות מיידית לטווח הביניים, כדי למנוע מצב עתידי של "בצורת חשמל" ופגיעה באמינות אספקת החשמל. **בהתאם לכך, נדרשת להערכתנו החלטה רגולטורית מיידית שתאפשר למשק הישראלי להתמודד עם צרכי הביקוש הצפויים בעשור הבא.**

תכנון לטווח ארוך כרוך מטבעו בחוסר ודאות, במיוחד במשק החשמל שבו התנודות בין השנים עשויות להיות גבוהות, שכן רמת הביקוש בישראל מושפעת, בנוסף למשתנים הכלכליים, גם מתנאי האקלים. אולם, במקרה של תכנון משק החשמל, קיימת חוסר סימטריה בין העלות הנמוכה יחסית למשק של יצירת עודף כושר יצור לעומת העלות הגבוהה של מחסור בחשמל. לצורך הדגמת מחיר הטעות, אנו בוחנים מצב של עודף כושר יצור של MW500 לעומת מחסור בכושר יצור של MW500.

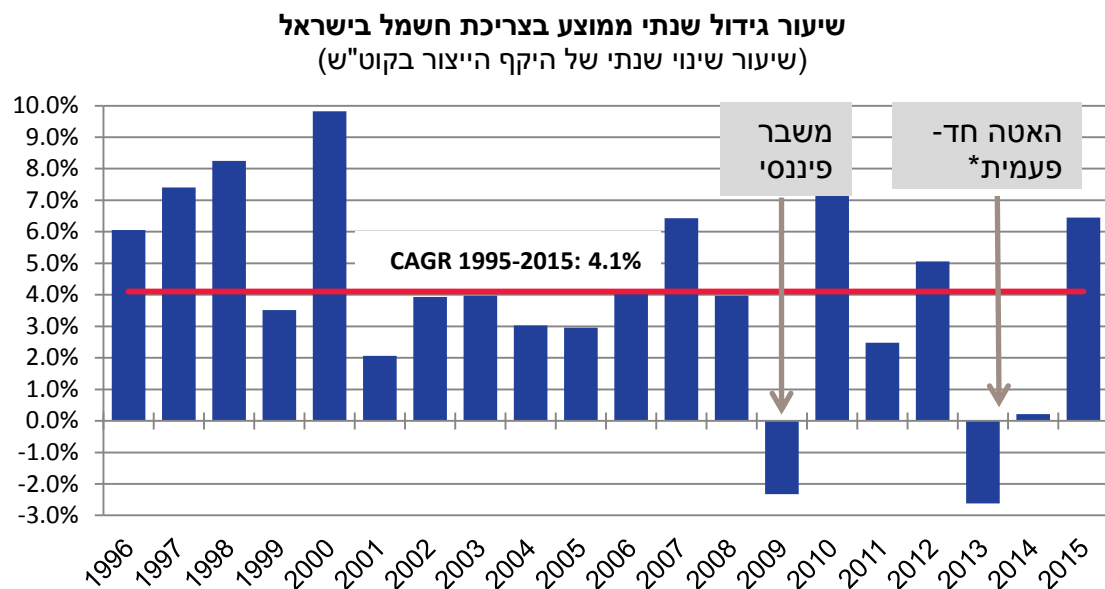
העלות למשק של יצירת עודף כושר יצור הינה בעיקרה עלות הריבית כתוצאה מהקדמת ההשקעה. בתנאי הרגולציה הקיימים במשק החשמל, יצירת עודף כושר יצור באה לידי ביטוי בהגדלת תעריף הגיבוי הנכלל בתעריף המערכת.

לפי נתוני רשות החשמל, כושר יצור עודף של MW500 יצור עלות משקית בטווח של כ-125 מיליון ₪ לשנה. מנגד, מחסור בכושר יצור של MW500, יגרום, על פי נתוני עלות אי-אספקה שמרנית, לעלות משקית הגבוהה פי 5 ויותר, בסדר גודל של כ-625 מיליון ₪ לשנה, אפילו בהערכה זהירה של 50 שעות אי-אספקה.

אנו סבורים כי קבלת החלטות מושכלת בתנאי אי-ודאות, במצב שבו מחיר הטעות של מחסור בחשמל הינו גבוה פי 5 ויותר ממחיר הטעות של יצירת עודף זמני בכושר היצור, מחייב את הממשלה והרגולטורים לפעול בדחיפות להבטחת כושר יצור שיענה על צרכי המשק לשנים 2022 ואילך.

1.4 מגמת הגידול בביקוש לחשמל

הביקוש לחשמל בישראל נמצא בעיצומו של תהליך של גידול מואץ. במהלך עשרים השנים האחרונות, גדל הביקוש לחשמל בישראל בקצב שנתי ממוצע של כ-4% לשנה, המייצגים גידול שנתי ממוצע של כ-2% בצריכת החשמל לנפש בישראל. קיימת שונות בין שיעורי הגידול בשנים השונות, הנובעות מהשפעות של תנאי מזג האוויר קיצוני, או שינויים חריגים בסביבה הכלכלית, אך בממוצע רב-שנתי, מגמת הגידול בביקוש הינה ברורה ועקבית.



* בשנת 2013-2014 השפעה חד פעמית של מזג אוויר נוח, מחירי חשמל גבוהים, חוק החלפת נורות, והאטה כלכלית

הגידול המואץ בביקוש לחשמל בישראל נובע מכך שצריכת החשמל בישראל עדיין לא הגיעה לרוויה. צריכת החשמל לנפש בישראל הינה כ-6,500 קוט"ש לשנה, כ-50% בלבד בהשוואה לצריכת החשמל במדינות מפותחות שבהם מזג האוויר דומה לזה שבישראל ומאפייני השימוש דומים.

קצב הגידול בצריכת החשמל בישראל הינו גבוה ביחס לממוצע המדינות ב-OECD, ונובע ממאפיינים ייחודיים של המשק הישראלי: קצב גידול אוכלוסייה גבוה, קצב גידול גבוה בתוצר לנפש, העדר רוויה בחדירת מכשירי חשמל ותנאי האקלים.

בשל מאפיינים ייחודיים אלה, לא ניתן להסיק ממגמת הרוויה בצריכת חשמל במדינות OECD באירופה וארה"ב לגבי צריכת החשמל במשק הישראלי. באירופה, קצב הגידול באוכלוסייה הינו אפסי ושיעור החדירה והשימוש במזגנים במשקי הבית נמוך בשל תנאי האקלים הקרים. חימום הבית בחורף נעשה על פי רוב באמצעות גז או סולר, ואינו צורך חשמל. כתוצאה ממאפיינים אלה רמת צריכת החשמל באירופה נמוכה אינהרנטית יחסית לאזורים חמים כדוגמת ישראל שבהם יש צריכת חשמל גבוהה למיזוג אוויר.

1.5 צריכת החשמל בישראל בפרספקטיבה בינלאומית

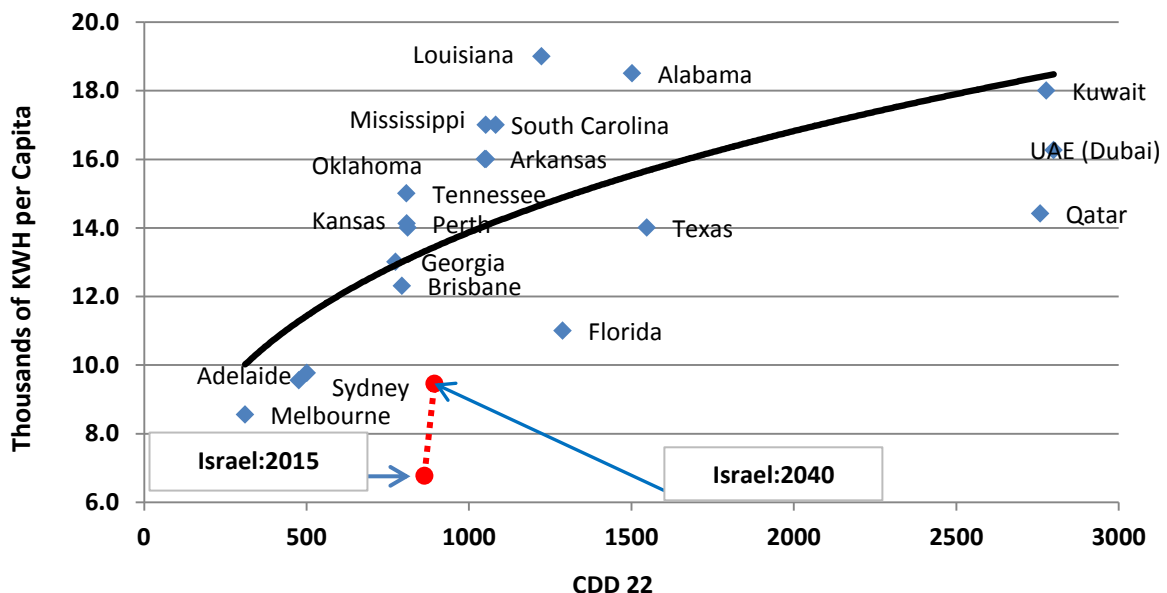
בניתוחים כלכליים רבים משמשות מדינות ה-OECD כנקודת ייחוס לבחינה השוואתית של הפוטנציאל הכלכלה הישראלית לטווח הארוך. אולם, במקרה של הביקוש לחשמל, תנאי מזג האוויר והתנאים הכלכליים היחודיים של ישראל השונים ממדינות ה-OECD, גורמים לכך שהשוואה פשטנית של דפוסי הביקוש לחשמל בין ישראל לבין מדינות אחרות ב-OECD היא אינה רלוונטית.

ישראל הינה המדינה החמה ביותר ב-OECD. מדד החום בישראל במונחי ימי מעלות קירור (מעל 22 מעלות צלזיוס) הינו יותר מפי ארבעה מהמוצע ב-OECD. למעשה אין מדינה אחרת ב-OECD אשר מאופיינת במדדי חום גבוהים כשל ישראל. לכן, פוטנציאל הביקוש לחשמל בישראל לא מאפשר השוואה ישירה למדינות ה-OECD, אלא בהשוואה לאזורים חמים אחרים בעולם.

ניתוח השוואתי של הביקוש לחשמל לנפש, אשר לוקח בחשבון את תנאי מזג האוויר החמים, מראה שהביקוש לחשמל לנפש בישראל הינו נמוך בכ-50% מקו המגמה של מדינות מפותחות בעלות תנאי מזג אוויר דומה לזה של ישראל כדוגמת אוסטרליה ומדינות חמות בארצות הברית כפי שמוצג בתרשים להלן.

הביקוש לחשמל בהשוואה למדד עומס החום

השוואה בינלאומית, קוּוט"ש לנפש לעומת מדד חום (ימי מעלות קירור 22 מעלות צלזיוס)



1.6 סיכום תחזית הביקוש לחשמל

תחזית הביקוש לחשמל של BDO נערכה באמצעות מודל אקונומטרי בשיטת bottom-up, הכולל את הביקוש הביתי (תוך פילוח של הביקוש לפי מכשירי חשמל עיקריים), התעשייה, המסחר והשירותים, הסקטור הציבורי, ביקוש להתפלה ושאיבת מים, תחבורה ציבורית (חשמול הרכבת ורכבת קלה), רכב חשמלי והביקוש הפלשתיני. המודל מתבסס על טכנולוגיות מתקדמות ומערכת LEAP - מודל בינלאומי מוביל לסימולציה שעתית של משק החשמל. תחזיות המאקרו כלכליות מתבססות על מודל מאקרו-אנליטיקס למשק הישראלי. התחזית מתבססת על גידול שנתי של 1.7% בתוצר לנפש בממוצע רב-שנתי. גידול האוכלוסין מתבסס על תחזיות הלמ"ס העדכניות.

הביקוש לחשמל בסקטורים השונים במשק תלוי במשתנים כלכליים רבים, הכוללים בין היתר: הגידול בהכנסה, חדירת מכשירי חשמל, אינטנסיביות השימוש בהם, מחיר החשמל, משתנים דמוגרפים, (לדוגמה, הרכב האוכלוסיה, שיעור הגידול, גודל משק הבית, וכו'), תנאי מזג האוויר, מבנה התעשייה הישראלית, התייעלות אנרגטית, מדיניות הממשלה ועוד.

אנו מעריכים שהביקוש לחשמל בישראל יגדל בשיעור ממוצע של 3.6% לשנה ויגיע לכ-80 מיליארד קוואט"ש בשנת 2025 המהווה גידול של כ-43%. שיעור גידול זה בביקוש לחשמל מהווה עלייה של 1.8% גידול בביקוש לחשמל לנפש. ביחד עם הביקוש הפלשתיני לחשמל הביקוש הכולל לחשמל צפוי להגיע לכ-88 מיליארד קוואט"ש בשנת 2025 המהווה גידול מצטבר של כ-45%.

העליה בביקוש לחשמל הינה בעיקר תודות לעליה צפויה ברמת החיים, גידול באוכלוסיה, עלייה בחדירה כמו גם בשימוש במיזוג אוויר, עלייה בכמות המים המותפלים, חישובול רשת רכבת ישראל, ועליה בביקוש הפלשתיני לחשמל.

סיכום תחזית הביקוש לחשמל במיליארדי קוואט"ש לשנה

CAGR 2015- 2030	2030	2025	2020	2015	
3.8%	30.7	24.9	20.6	17.6	ביתי
3.7%	30.4	25.0	20.7	17.6	מסחרי וציבורי
2.7%	21.3	18.6	16.4	14.3	תעשייה
2.2%	2.3	2.1	1.9	1.7	חקלאות
4.5%	7.8	6.4	5.1	4.0	מים
	3.7	1.8	0.8		חישובול רכבת ורכב חשמלי
3.8%	96.1	79.0	65.4	55.2	סך הכל ישראל
6.5%	13.4	8.9	6.7	5.2	פלשתינים
4.0%	109.4	87.9	72.1	60.4	סך הכל ישראל ופלשתינים
1.9%	8.6	7.7	7.0	6.5	ישראל לנפש
3.8%	1.9	1.4	1.2	1.1	פלשתינים לנפש

**סיכום תחזית הביקוש לחשמל
שערי גידול שנתי ממוצע**

2025-2030	2020-2025	2015-2020	
4.2%	3.9%	3.2%	ביתי
3.9%	3.8%	3.3%	מסחרי וציבורי
2.7%	2.6%	2.8%	תעשייה
2.4%	2.1%	2.0%	חקלאות
3.9%	4.9%	4.7%	מים
14.3%	18%		חישמול רכבת ורכב חשמלי
4.0%	3.8%	3.5%	סך הכל ישראל
8.5%	5.8%	5.2%	פלשתינים
4.5%	4.0%	3.6%	סך הכל ישראל ופלשתינים
2.1%	1.9%	1.6%	ישראל לנפש
5.8%	3.2%	2.4%	פלשתינים לנפש

סיכום התחזית במונחי הצריכה לנפש

CAGR 2030-2015	2030	2025	2020	2015	
1.9%	11.2	10.2	9.3	8.5	אוכלוסייה (מיליונים)
1.7%	41.6	37.7	34.4	32.2	תוצר לנפש (באלפי דולרים מחירי 2016)
1.9%	2.7	2.4	2.2	2.1	ביקוש לחשמל ביתי לנפש (אלפי קוואט"ש)
1.8%	2.7	2.5	2.2	2.1	ביקוש לחשמל מסחרי וציבורי לנפש (אלפי קוואט"ש)
0.8%	1.9	1.8	1.8	1.7	ביקוש לחשמל תעשייתי לנפש (אלפי קוואט"ש)
0.3%	0.2	0.2	0.2	0.2	ביקוש לחשמל חקלאות לנפש (אלפי קוואט"ש)
2.6%	0.7	0.6	0.5	0.5	ביקוש לחשמל מים והתפלה לנפש (אלפי קוואט"ש)
1.9%	8.6	7.7	7.0	6.5	סך ביקוש לחשמל לנפש בישראל סך הכל (אלפי קוואט"ש)

1.7 הביקוש לחשמל של משקי הבית

הביקוש לחשמל של משקי הבית מהווה כ-30% מסך צריכת החשמל במשק, והינו עדיין רחוק מרמת הרוויה. לצורך השוואה, הביקוש לנפש במשקי הבית בישראל עומד על כ-2,100 קוט"ש לשנה, לעומת כ-5,500 קוט"ש לשנה במדינות החמות בארה"ב. גם לאחר תקנון לגודל משק הבית וגודל הדירה, מדובר בפער של למעלה מ-100%.

על פי תוצאות מודל הביקוש, צפוי הביקוש של משקי הבית בישראל לצמוח בקצב שנתי ממוצע של 3.8% לשנה בשנים 2017-2030, המבטאים גידול של 1.9% לנפש לשנה. הגידול בביקוש של משקי הבית בישראל נובע לא רק מגידול בשיעורי החדירה של מכשירי חשמל אלא גם בגידול באינטנסיביות השימוש בהם.

ככל שעולה רמת החיים גדלה אינטנסיביות השימוש במכשירי חשמל ביתיים מעבר לגידול בשיעור החדירה של מכשירי חשמל אלה. העליה ברמת החיים משמעה מעבר הדרגתי של חלקים הולכים וגדלים של האוכלוסיה למיזוג אוויר בכל חדרי הבית, ועל פני כל שעות היום והלילה. גידול בחדירה ובשימוש במדחי כלים (כל יום ולא רק בעת אירוח) ובמייבשי כביסה (כל יום ולא רק בימי גשם).

גידול בשיעור השתתפות בכח העבודה, בעיקר במגזר החרדי והערבי, צפוי להביא להגדלת אינטנסיביות השימוש במכשירי חשמל במגזרים אלה מעבר לעליה ברמת החיים (גמישות הביקוש ביחס להכנסה במגזרים אלה גבוהה מיחידתית). גידול בהשתתפות נשים בכח העבודה מתואם עם גידול בשימוש במייבשי כביסה, מדחי כלים, מכשירי מיקרוגל וכד', שהשימוש בהם עולה ככל שמשאב הזמן הינו במחסור. בנוסף, אנו מניחים כי עד שנת 2030 ישולבו גם תושבי הפזורה הבדואית החיים ביישובים לא מוכרים שאינם מחוברים באופן מסודר לרשת החשמל בישראל.

התחזית מניחה המשך התייעלות אנרגטית של מכשירי החשמל הביתיים בקצב ממוצע של 2% לשנה. יצוין כי משקי הבית בישראל השלימו באופן מלא את המעבר לנורות חסכוניות, ובשנים הקרובות צפוי מעבר לטלוויזיות UltraHD שמשמעם גידול של 30% בצריכת האנרגיה. כן, חשוב להדגיש כי התייעלות אנרגטית אין משמעותה בהכרח הפחתת צריכת האנרגיה, שכן היא מלווה במקרים רבים במעבר למכשירי חשמל גדולים יותר והגדלת אינטנסיביות השימוש בהם (בשל ירידת מחיר אפקטיבית). בנוסף, בתנאי המשק הישראלי, במקרים רבים כאשר מתבצעת החלפת מכשירי חשמל במכשירים יעילים חדשים, המכשירים הישנים אינם נגרטים אלא עוברים לשימוש בקרב השכבות המוחלשות.

מגמת התחממות האקלים בישראל (0.5 מעלה בכל עשור לפי תחזיות הבנק העולמי התואמות את מגמות העבר), משמעה אף היא גידול בצריכת החשמל של משקי הבית, מעבר לגידול ברמת ההכנסה. כמו כן, השפעת ירידת תעריפי החשמל הביתיים בכ-18% במהלך השנתיים האחרונות עדיין לא באה לידי ביטוי בדפוסי הצריכה של משקי הבית, ואנו צופים הגדלת אינטנסיביות השימוש בשל השפעת המחיר (מעבר להשפעת ההכנסה) שתביא לגידול נוסף של כ-6% בביקוש לחשמל במהלך 3 השנים הקרובות.

1.8 הביקוש לחשמל בתעשייה

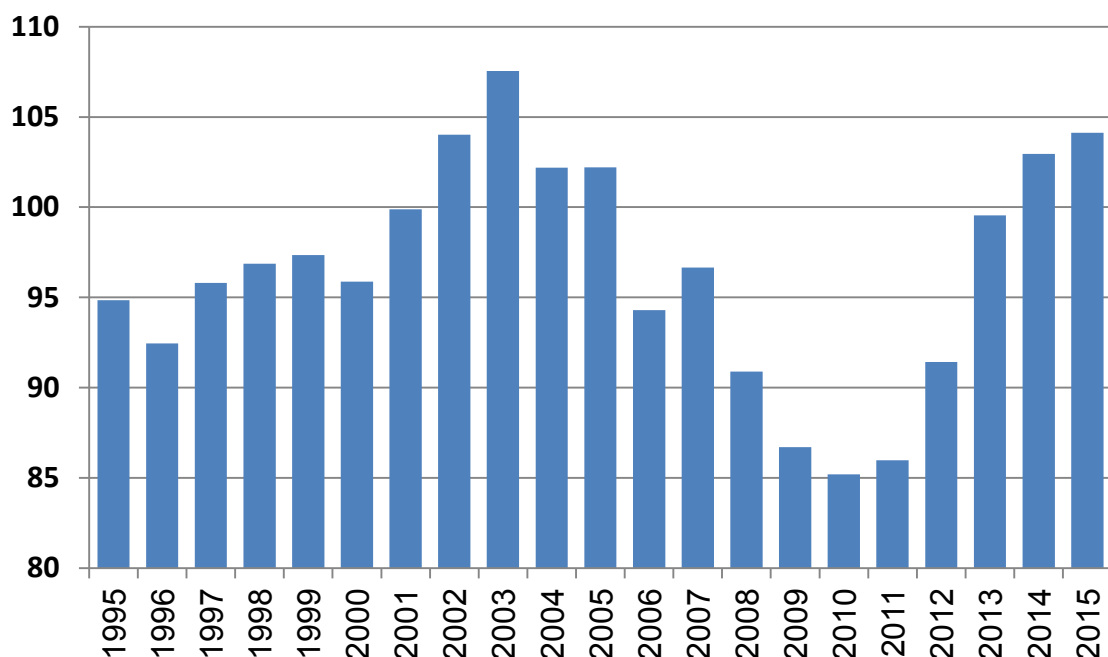
הביקוש לחשמל בתעשייה מהווה כ-25% מסך הביקוש לחשמל בישראל. הביקוש לחשמל בתעשייה הישראלית עומד על כ-1,700 קוט"ש לנפש, לעומת כ-3,500 קוט"ש לנפש במדינות ארה"ב. אנו מעריכים גידול שנתי של כ-2.7% בצריכת החשמל לתעשייה בישראל, שמשמעה גידול של 0.8% לשנה בגידול לנפש. המשמעות הינה כי גם בשנת 2040 יעמוד הביקוש לנפש בישראל על 50% פחות ביחס לארה"ב, כתוצאה ממשקל נמוך יותר של תעשיות עתירות אנרגיה בתוצר הישראלי.

הביקוש לחשמל בתעשייה כולל ביקוש מחברת החשמל ויצרנים פרטיים, וכן ביקוש לחשמל מייצור עצמי בקוגרציה של מפעלים תעשייתיים. בשנים האחרונות, עם כניסת הגז הטבעי, החל תהליך של גידול בהיקף הייצור העצמי של מפעלי התעשייה בישראל. תהליך זה מביא להקטנת עלות החשמל האפקטיבית בתעשייה ולכן תורם לשיפור התחרותיות של התעשייה הישראלית עתירת האנרגיה.

בין השנים 2007 עד 2011 חלה ירידה של כ-10% בעתירות האנרגיה בתעשייה הישראלית, אולם בחמש השנים האחרונות חל היפוך מגמה ועתירות החשמל בתעשייה גדלה בכ-20% ביחס לתפוקה התעשייתית. להערכתנו, הירידה בעתירות השימוש בחשמל בתחילת העשור נבעה ממשבר המחסור בגז, שנבע מהפסקת אספקת הגז המצרי והעיקוב בפיתוח "לוויתן". המחסור בגז ועליית מחירי החשמל שנלוו עליו, גרמו לכך שתוכניות השקעה עתירות אנרגיה בתעשייה נדחו כתוצאה מהתייקרות תשומות החשמל והעדר גז. עם פיתוח מאגר תמר, הסרת אי הוודאות בהקשר של פיתוח "לוויתן" וירידת מחירי החשמל, התהפכה המגמה והתעשייה הישראלית מגדילה את עתירות השימוש בחשמל, כפועל יוצא של היתרון היחסי של ישראל הנובע ממחירי חשמל זולים ביחס למדינות המערב.

עתירות החשמל בתעשייה בישראל

מדד ביקוש לחשמל בתעשייה (כולל צריכה מחח", יצור עצמי ויח"פים) ביחס לייצור התעשייתי



בחינה פרטנית של המגמות הצפויות בתעשייה בישראל מחזקת את ההערכה כי לא צפויה ירידה ניכרת בעתירות השימוש בחשמל בתעשייה. כיל צפויה להתחיל בשנים הקרובות בפרוייקט קציר המלח שהינו בעל עתירות חשמל גבוהה ביותר. אינטל, הפועלת בתחום עתיר חשמל נוסף בתעשייה, צפויה להשלים בשנת 2018 את שדרוג פאב 28 בהשקעה של 6 מיליארד \$. מפעל האמוניה, שצפוי לקום בתמיכה ממשלתית בתחילת העשור הבא מהווה סנונית ראשונה לתעשייה כימית המתבססת על נגזרות גז טבעי. בעקבותיה צפויים להתפתח תעשיות עתירות חשמל ליצור אוריאה מתנול ו-GTL. ההתפתחות העתידית של תעשיית הזיקוק בישראל צפויה להיות מלווה בהגדלת רמת המורכבות ומעבר לפיצוח מורכב, שגם הם תהליכים עתירי אנרגיה.

רמת הפיריון של התעשייה המסורתית והמעורבת בישראל נמוכה בהשוואה בינלאומית, בעיקר עקב עתירות הון נמוכה. לאורך זמן, אנו מעריכים כי התעשייה הישראלית צפויה לצמצם את פערי הפיריון מול מדינות המערב באמצעות הגדלת עתירות ההון והשקעה בתהליכי אוטומציה ורובוטיקה. הגדלת עתירות ההון בתעשייה משמעה גם הגדלת עתירות האנרגיה, ולכן צמצום הפערים לעומת מדינות המערב והגדלת פיריון התעשייה משמעו הגדלת עתירות השימוש בחשמל ולא הקטנתו. גם החמרת הדרישות הסביבתיות והגדלת שיעור מחזור פסולת תעשייתית משמעם הגדלת צריכת החשמל ליחידת תוצר תעשייתית.

1.9 הביקוש לחשמל בסקטור המסחרי והציבורי

צריכת החשמל במגזר השירותים המסחריים והציבוריים בישראל הינה כ-2,100 קוט"ש לנפש, כמחצית מהצריכה לנפש במדינות החמות בארה"ב. אנו מעריכים גידול צפוי של 3.7% בצריכת החשמל בסקטור המסחרי והציבורי בישראל, המהווים גידול של 1.8% לנפש בצריכת החשמל במגזרים אלה. העליה ברמת החיים צפויה להיות מלווה בגידול בעליית משקלם של שירותים עתירי אנרגיה כדוגמת סקטור הבריאות, המלונאות ונמלי התעופה.

הביקוש לחשמל במגזר המסחר והשירותים, בדומה למגזר הביתי, מושפע מאוד מתנאי מזג האוויר ורמת הצריכה בישראל עדיין רחוקה מרוויה. בדומה לתעשייה, גם מגזר השירותים בישראל מאופיין ברמת עתירות הון נמוכה ביחס למדינות המפותחות, המתבטאת גם בפיריון עבודה נמוך יותר במגזרים אלה. עם הגידול בתוצר לנפש, צפויה להערכתנו הגדלת עתירות ההון במגזרים אלה ואיתה גם גידול בעתירות השימוש החשמל.

המעבר של צרכנים גדולים במגזרי המסחר והשירותים ליצרנים פרטיים מלווה בפחתת תעריפים של כ-7% לצרכנים אלה, מעבר לירידת התעריפים הכלל משקית. הפחתה זו מהווה גורם מאיץ ביקוש נוסף מעבר לגידול בפעילות הכלכלית.

בין הגורמים הצפויים להביא לגידול בקצב צריכת החשמל בסקטור הציבורי נכללים השלמת פערים במיזוג אוויר במערכת החינוך ובמוסדות ציבור, מעבר בסיסי צה"ל לדרום וביצוע תוכנית החומש של הממשלה לצמצום פערים באוכלוסיה הערבית והבדואית. כמו כן, לאורך שנים צפויה החמרת הדרישות הסביבתיות

והגדלת שיעור מיחזור פסולת על חשבון הטמנה כמקובל באירופה, שמשמעה הגדלת עתירות החשמל של הרשויות המקומיות.

1.10 הביקוש לחשמל לתחבורה – חישוב הרכבת ורכב חשמלי

כיום, תשתית התחבורה בישראל עדיין מתבססת כולה על סולר ובנזין בלבד, למרות החסרונות הכלכליים והסביבתיים הכרוכים בכך. אולם במהלך העשור הקרוב צפוי שינוי מהותי בדפוסי השימוש, בעיקר בתחום התחבורה הציבורית. רכבת ישראל נמצאת בעיצומו של תהליך השקעה לחשמול מלא של תשתית הרכבות בישראל. בתל אביב, החלו העבודות להקמת הרכבת הקלה החשמלית.

בתחום התחבורה הפרטית החשמלית, ישראל ששאפה להיות מובילה עולמית בתחילת העשור עם יוזמת בטר-פלייס נותרה מאחור. להערכתנו, בישראל קיים יתרון יחסי כלכלי משמעותי לשימוש ברכבים חשמליים, והכשול של בטר-פלייס אינו מעיד על העדר פוטנציאל.

אנו סבורים כי לאורך זמן צפויה חדירה משמעותית של רכבים חשמליים בישראל, שתתאפשר בזכות השינוי בתקן הישראלי להטענה ביתית של רכבים באמצעות כבל סטנדרטי ביולי האחרון, יחד עם המגמות הכלל עולמיות של שיפור בטכנולוגיות הבטריות. אם כי, התחזית מתבססת על הרכב החשמלי צפוי להשאר בעתיד הנראה לעיין כתחום נישא בלבד.

1.11 הביקוש לחשמל לשאיבת מים והתפלה

לאורך זמן, מקור המים הבלעדי להספקת הגידול בביקוש למים בישראל הינו באמצעות התפלת מים, תהליך שהינו עתיר אנרגיה. כיום עומדת צריכת החשמל לשאיבת מים והתפלה בישראל על כ-4 מיליארד קוט"ש לשנה, ומשקפת מצב שבו אספקת מים מותפלים מהווה רק כמחצית מסך היצע המים בישראל. תחזית הביקוש לחשמל לייצור מים והתפלה נגזרת מתחזית הביקוש למים בישראל, יחד עם הנחה לגבי שיפור ביעילות האנרגטית של טכנולוגיות ההתפלה.

1.12 חוסר הרלבנטיות של הירידה בביקוש לחשמל בשנים 2013-14 בעריכת תחזיות הביקוש לחשמל

בעשור שבין 2002 לבין 2012, גדל הביקוש לחשמל בישראל בקצב שנתי ממוצע של כ-3.8% לשנה, המייצג גידול בצריכת החשמל לנפש בקצב של כ-1.9% לשנה.

בשנים 2013 ו-2014, חל היפוך מגמה, והביקוש לחשמל במשק ירד בשנת 2013 בכ-2.5% ובשנת 2014 עלה רק ב-0.2%. הניתוח שלנו מראה כי ההאטה בביקוש בשנים 2013 ו-2014, משקפת השפעות ייחודיות חד-פעמיות, ואינה משקפת שינוי מגמה בצריכת החשמל בישראל, אירועים אלה כוללים:

- א. עליה במחירי החשמל בעקבות המחסור בגז בשנת 2012 (לפני הפחתת התעריפים בינואר 2015).
- ב. תנאי מזג אוויר נוחים מהממוצע בשנים 2013 ו-2014.
- ג. רגולציה שחייבה מעבר מהיר לנוורות חסכוניות.
- ד. סביבה כלכלית של משק בהאטה יחסית.

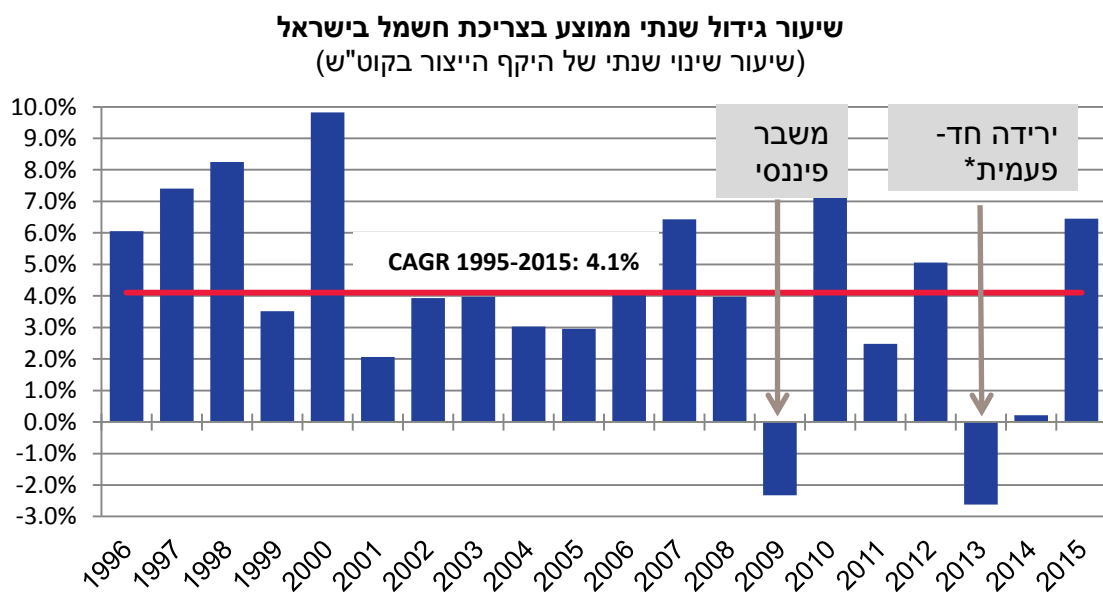
ניטרול ארבעת גורמים חד-פעמיים אלו היה מביא לכך שקצב הצמיחה בביקוש לחשמל בשנים 2013 ו-2014 היה עומד בטווח של כ-3.8% עד 4%, בדומה לקצב הצמיחה הרב-שנתי בביקוש לחשמל של המשק הישראלי. ואכן בשנת 2015 חזר הביקוש לחשמל לצמוח בקצב מהיר של כ-6.4%.

2. הביקוש לחשמל בפרספקטיבה בינלאומית



2.1 רקע

הביקוש לחשמל בישראל נמצא בתהליך של גידול מתמשך. במהלך עשרים השנים האחרונות, גדל הביקוש לחשמל בישראל בקצב שנתי ממוצע של כ-4% לשנה, המייצג גידול שנתי ממוצע של כ-2% בצריכת החשמל לנפש בישראל. קיימת שונות בין שיעורי הגידול בשנים השונות, הנובעת מהשפעות של תנאי מזג האוויר קיצוני או שינויים חריגים בסביבה הכלכלית.



* בשנת 2013-2014 השפעה חד פעמית של מזג אוויר נוח, מחירי חשמל גבוהים, חוק החלפת נורות, והאטה כלכלית

הגידול בביקוש לחשמל בישראל נובע מכך שצריכת החשמל בישראל עדיין לא הגיעה לרוויה. צריכת החשמל לנפש בישראל הינה כ-6,500 קוט"ש לשנה, כ-50% בלבד בהשוואה לצריכת החשמל באיזורים בעולם שבהם מזג האוויר דומה לזה שבישראל אך שרמת החיים גבוהה בהן. הפערים בצריכת החשמל בישראל ביחס למדינות מפותחות חמות אחרות צפויים להצטמצם בהדרגה, יחד עם עליית רמת החיים (תמ"ג לנפש) בישראל וההתפתחויות הכלכליות.

קצב הגידול בצריכת החשמל בישראל הינו גבוה ביחס לממוצע המדינות ב-OECD, ונובע ממאפיינים יחודיים של המשק הישראלי: קצב גידול אוכלוסייה גבוה, קצב גידול גבוה בתוצר לנפש, העדר רוויה בחדירת מכשירי חשמל ובאינטנסיביות השימוש בהם ותנאי מזג אוויר.

המאפיינים היחודיים למשק הישראלי אינם מאפשרים לבצע השוואה ישירה עם הסטגנציה בביקוש לחשמל לנפש שמתרחשת במדינות מפותחות רבות. שיעור הצמיחה הדמוגרפית במדינות רבות באירופה הינו קרוב לאפס, גם קצב חדירת המזגנים ברוב רובה של אירופה הינו נמוך מאוד כתוצאה מתנאי מזג האוויר, כמו כן, החימום הביתי מתבצע בדרך כלל על ידי גז טבעי או דיזל במקום על ידי חשמל. כתוצאה ממאפיינים יחודיים אלה הביקוש לחשמל במדינות אירופה נמוך באופן אינהרנטי בהשוואה למדינות מפותחות באזורים חמים,

מקומות בהם ישנו שימוש נרחב במיזוג אוויר. החדירה הגבוהה של מזגנים בישראל יחד עם החוסר בתשתיות גז טבעי לסקטור הפרטי, הביא לשימוש במיזוג אוויר גם לחימום הביתי במהלך החורף, כתוצאה מכך פוטנציאל הביקוש לחשמל שונה באופן משמעותי בהשוואה למדינות ה-OECD לא רק בקיץ אלא גם בחורף.

ארה"ב הגיעה לרוויה בצריכת החשמל, אולם רמת רוויה זו הושגה בשיעור צריכה כפול ביחס לישראל. המדינות החמות בארצות הברית מאופיינת בתמ"ג לנפש הגבוה בכ-60% יותר מזה של ישראל, ובצריכת חשמל לנפש הגבוהה פי 2 ביחס לישראל.

לישראל יש עוד כברת דרך ארוכה כדי להגיע לנקודת רוויה. רמת החדירה של מכשירי החשמל השונים כדוגמת מזגנים, מדיחי כלים, מייבשי כביסה, ומוצרי צריכה נוספים עדיין בעלייה. אולם מעבר לגידול בשיעורי החדירה, עם העלייה ברמת החיים מתרחשת גם עלייה באינטנסיביות השימוש במוצרים אלו, לכן, העלייה בביקוש לחשמל איננו נובע רק מרמת החדירה של מכשירי החשמל אלא גם מעוצמת השימוש בהם. הניתוח שלנו מראה כי באזורים חמים בהם ההכנסה לנפש הינה גבוהה יותר דפוסי השימוש הינם שונים ואינטנסיביות השימוש בבקרת אקלים גבוהה מעבר לשיעור החדירה של המזגנים. מאפייני שימוש אלו משתנים בהדרגה בישראל ככל שרמות ההכנסה ממשיכות לעלות.

תהליך העליה ברמת החיים והגידול בשיעור השתתפות נשים בכח העבודה כרוך אף הוא בעליה בצריכת החשמל. גידול בהשתתפות בכח העבודה מגדיל את אינטנסיביות השימוש במכשירי חשמל ביתיים כגון מייבשי כביסה ומדיחי כלים, והינו חלק מתהליך הגידול בפריון במשק.

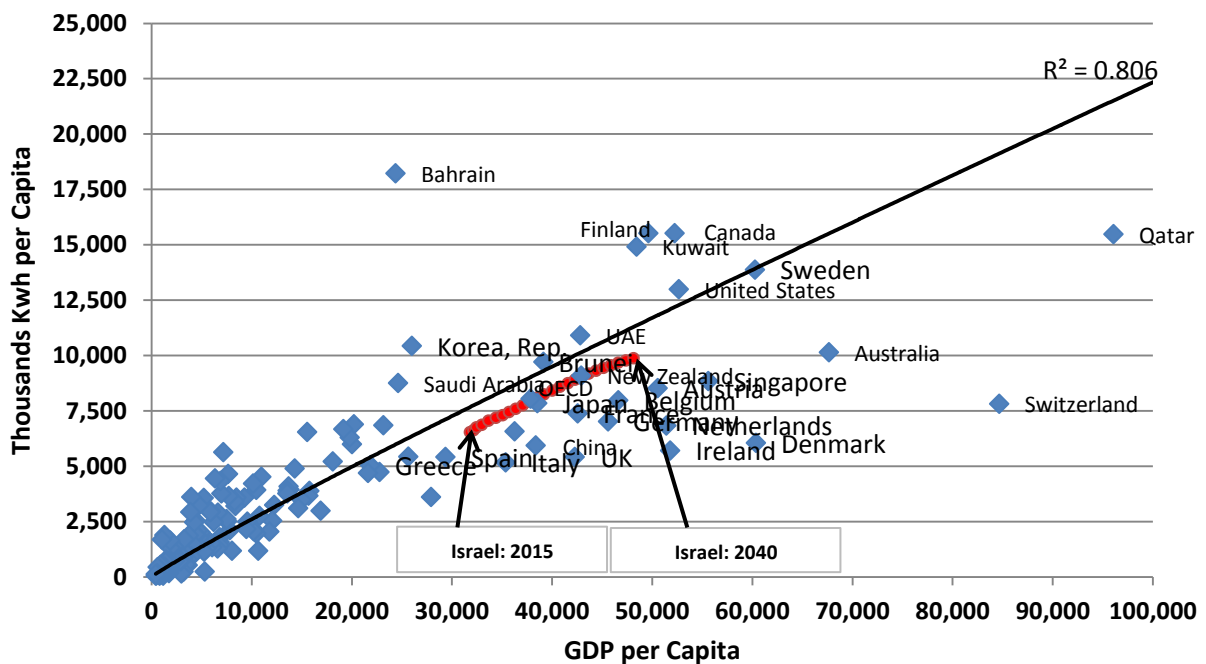
בנוסף שיעור גידול האוכלוסיה בישראל הינו הגבוה במדינות ה-OECD דבר המצריך גידול של 1.8% עד 2% בייצור החשמל רק בכדי לשמר את רמת הצריכה לנפש הקיימת. במובנים של צמיחה דמוגרפית ישראל הינה המדינה הצומחת ביותר ב-OECD שיעור גידול האוכלוסיה בישראל עמד בשנת 2015 על 2%, יותר מפי שלוש לעומת השיעור הממוצע ב-OECD אשר עמד על 0.6%. על פי תחזיות הלמ"ס צפוי המשך גידול אוכלוסין בקצב שנתי ממוצע של 1.8% בשני העשורים הקרובים. שיעור גידול האוכלוסיה הגבוה מבטיח שיעור צמיחה מינימאלי בביקוש הנדרש לחשמל לפחות בכדי לשמר את רמת החיים הקיימת, וזאת עוד לפני חישוב משתנים מאיצי ביקוש כדוגמת עליית רמת החיים.

2.2 השפעת רמת החיים

הביקוש לחשמל מאופיין בגמישות הכנסה גבוהה (high income elasticity). נתוני ההשוואה בינלאומיים בתרשים להלן מצביעים על כך שכל גידול של 10% בתוצר לנפש, מביא לגידול של כ-10% בביקוש לחשמל. המשמעות הינה שגמישות הביקוש ביחס להכנסה קרובה ליחידתית. בתנאי מזג האוויר בישראל, גמישות הביקוש אף גבוהה מעט מיחידתית.

התרשים הבא מציג השוואה בינלאומית של היקף צריכת החשמל ביחס לתוצר לנפש, ומצביע על המתאם בין היקף צריכת החשמל לרמת החיים, ועל כך כי רמת הצריכה בישראל רחוקה מרמת הרוויה. על פי תחזיות מודל המאקרו של BDO עד שנת 2030 צפוי התוצר לנפש בישראל להגיע לרמה של כ-\$42,000 לשנה במונחים ריאליים. היקף צריכת החשמל לנפש המתאים לרמת חיים זו הינה כ-10,000 קוט"ש.

צריכת חשמל לנפש ביחס לתוצר לנפש, השוואה בינ"ל



מקור: הבנק העולמי וניתוחי BDO

יצוין כי התרשים לעיל מציג צריכה ממוצעת ללא תלות בטמפרטורה. בפועל, מדינות חמות צפויות להיות עם צריכת חשמל מעל לממוצע וגמישות הכנסה גבוהה יותר, בעוד שמדינות בעלות מזג אוויר נוח צפויות להיות ממוקמות מתחת לעקום ועם גמישות הכנסה נמוכה יותר.

ההשוואה לארה"ב, מראה על פוטנציאל גידול בשיעור החדירה של מכשירי חשמל ביתיים רבים. בארה"ב, שיעור משקי הבית שיש בהם מדיח כלים ומייבש כביסה גבוה פי 2 ביחס לישראל, הבעלות על מקפיא עמוק גבוהה ב-50%, מספר משקי הבית שיש בהם 2 טלוויזיות או יותר גבוה ב-40%.

דוגמאות אלו הינן פועל יוצא של רמת החיים הנמוכה יותר בישראל, וככל שממשיך הגידול ברמת החיים, עולה שיעור הבעלות והשימוש במכשירי חשמל ביתיים.

באירופה אמנם שיעור הבעלות על מוצרי חשמל כגון מדיחי כלים ומייבשי כביסה נמוך יותר, אולם אנו סבורים כי סיבה מרכזית לכך הינה משקי בית קטנים ושיעור ילודה נמוך. בישראל, שיעור הילודה הינו הגבוה ביותר במדינות המפותחות, ולכן הצורך ואפקטיביות השימוש במכשירי חשמל ביתיים כדוגמת מדיחי כלים, מכונות ומייבשי כביסה הינו גבוה יותר. ככל שעולה שיעור ההשתתפות של נשים בכוח העבודה בישראל, צפוי המשך גידול בבעלות ובשימוש במכשירי חשמל ביתיים אלה.

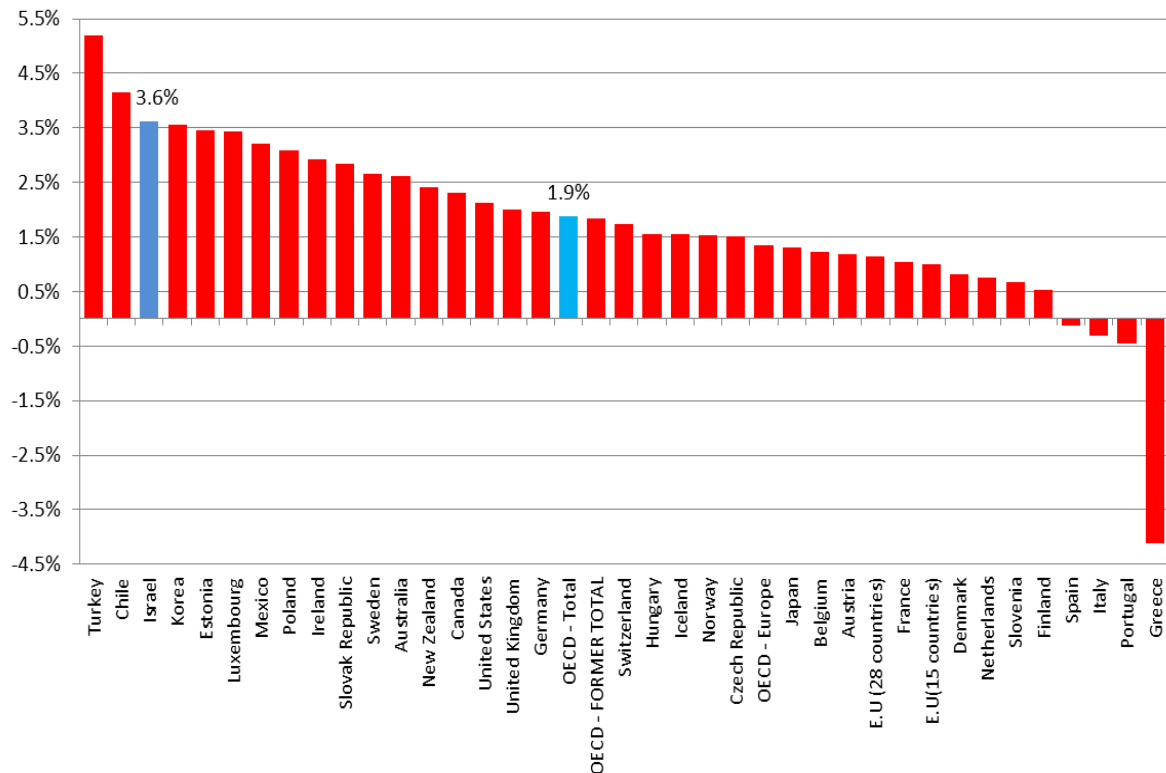
השוואת שיעורי חדירה של מכשירי חשמל בישראל לעומת ארצות הברית

ישראל	ארה"ב
מדיח כלים	40%
מייבש כביסה	41%
מזגן	87%
מקפיא עמוק	22%
2 טלוויזיות ויותר	55%
קונסולת משחקים	13%
	78%
	79%
	96% (מד' דרום)
	31%
	78%
	80%

ישראל הינה בין המדינות הצומחות ביותר מבין המדינות המפותחות והינה בין העקביות ביותר בהנפקת נתוני צמיחה חזקים מבין מדינות OECD. משנת 2003, ממוצע הצמיחה בישראל הינו כ- 4%, המהווים כ-2% לנפש. התחזית שלנו מתבססת על מודל מאקרו-אנליטיקס ומעריך צמיחה שנתית ממוצעת של 1.7% בתוצר לנפש על פני זמן.

קצב הגידול בצריכת החשמל בישראל הינו גבוה ביחס לממוצע המדינות ב-OECD, ונובע ממאפיינים יחודיים של המשק הישראלי: תנאי האקלים, קצב גידול אוכלוסייה גבוה, קצב גידול גבוה בתוצר לנפש, העדר רוויה בחדירת מכשירי חשמל והעדר תשתית הולכת גז למשקי הבית שמשמעה שימוש בחשמל גם להסקה וחימום מים.

ממוצע גידול שנתי בתמ"ג 2010-2015



מקור: נתוני ה-OECD

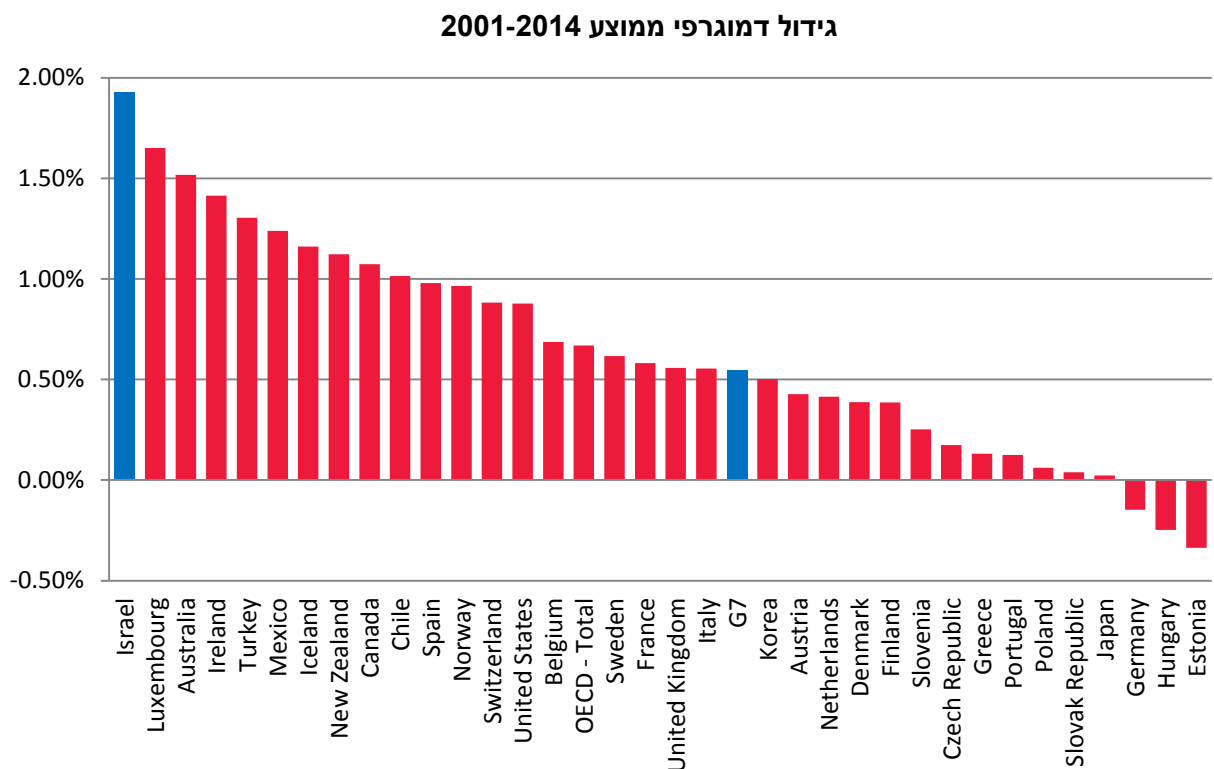
בשל מאפיינים ייחודיים אלה, לא ניתן להסיק ממגמת הרוויה בצריכת חשמל במדינות OECD באירופה וארה"ב לגבי צריכת החשמל במשק הישראלי. באירופה, קצב הגידול באוכלוסייה הינו אפסי ושיעור החדירה והשימוש במזגנים במשקי הבית נמוך בשל תנאי האקלים הקרים. חימום הבית נעשה על פי רוב באמצעות גז או סולר, ואינו צורך חשמל. כתוצאה ממאפיינים אלה רמת צריכת החשמל באירופה נמוכה אינהרנטית יחסית לאזורים חמים שבהם יש צריכת חשמל גבוהה למיזוג אוויר.

ארה"ב מאופיינת ברמת תוצר לנפש הגבוהה בכ-60% ביחס לישראל, ובצריכת חשמל לנפש הגבוהה אף היא בכ-60% ביחס לישראל. נראה כי רק ברמת תוצר של \$50,000 ומעלה כפי שקיים בארה"ב, מגיעה צריכת החשמל לרוויה וגידול ברמת החיים אינו מביא לגידול נוסף בצריכת החשמל לנפש.

ישראל, עדיין רחוקה מרמת הכנסה של רוויה בצריכת החשמל. שיעור החדירה והשימוש במכשירי חשמל כגון מזגנים, מדיחי כלים, מייבשי כביסה וכדומה בישראל עדיין נמצא במגמת צמיחה. מעבר לכך, ככל שעולה רמת החיים עולה אינטנסיביות השימוש במכשירי חשמל רבים, ולכן הגידול בצריכת החשמל אינו נובע רק מגידול בשיעור החדירה אלא גם כתוצאה מגידול באינטנסיביות השימוש (מספר הפעולות או שעות שימוש ליום).

2.3 השפעת הגידול באוכלוסייה

קצב גידול האוכלוסייה בישראל הוא הגבוה ביותר במדינות ה-OECD, ומשמעו שרק כדי לשמר את רמת הצריכה הקיימת נדרש גידול שנתי של כ-1.9% לשנה בייצור החשמל, המקביל לשיעור הגידול באוכלוסייה.



מקור: נתוני ה-OECD

ישראל הינה המדינה בעלת שיעור הצמיחה הגבוה ביותר מבחינה דמוגרפית מבין המדינות ב-OECD. קצב צמיחת האוכלוסייה בישראל עמד על 2.0% בשנת 2015, יותר מפי שלוש מאשר במדינות ה-OECD, אשר צמחו בקצב ממוצע של 0.6%. הסיבות העיקריות לכך הן שיעורי פיריון גבוהים והגירה חיובית של יהודים מהעולם לישראל. עם ממוצע של 3 ילדים לאשה, ישראל הינה בעלת שיעור הפיריון הגבוה ביותר בהפרש ניכר בין מדינות ה-OECD והרבה מעל הממוצע ב-OECD אשר הינו 1.7.

לטווח הארוך אנו מצפים ששיעור צמיחת האוכלוסייה יאט במקצת. מגמות עדכניות מראות כי ישנה ירידה בשיעור הפיריון אצל נשים ערביות אשר מהוות 20% מסך האוכלוסייה.

על פי התחזיות העדכניות של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, בשנת 2030 האוכלוסייה הישראלית תגיע לכ- 11.2 מיליון נפש בהשוואה ל-8.5 מיליון היום. שינוי זה מבטא שיעור גידול שנתי ממוצע של 1.85%.

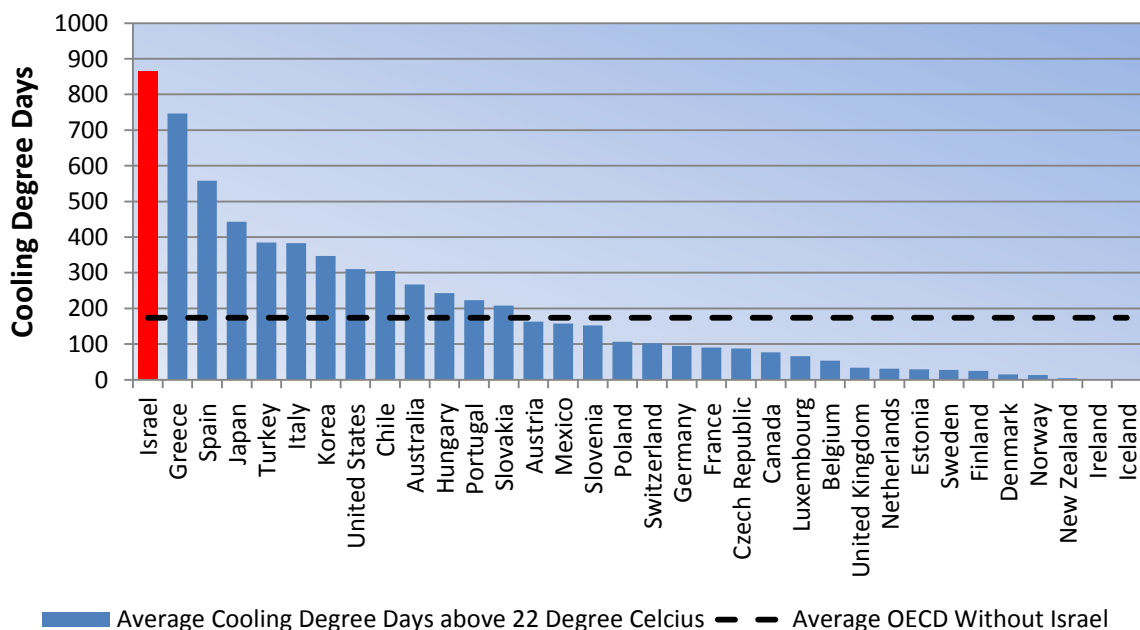
שיעור גידול האוכלוסיה הגבוה מבטיח עליה בבסיס הביקוש לחשמל במהלך השנים הקרובות וזאת רק בכדי לשמור על רמת החיים הנוכחית, הניתוח שלנו מראה כי שניים מהגורמים המרכזיים המשפיעים על פוטנציאל צריכת החשמל לנפש הינם רמת החיים (התוצר לנפש) ותנאי האקלים.

2.4 השפעת מזג האוויר

בתחומים רבים נהוג להשוות את ישראל לנקודת הייחוס של מדינות ה-OECD, כדי לקבל אינדיקציה לנקודת שיווי המשקל ארוכת הטווח. במקרה הייחודי של יצור החשמל, תנאי האקלים הייחודיים של המשק הישראלי גורמים לכך שהשוואה פשטנית של צריכת החשמל לנפש בין ישראל למדינות ה-OECD אינה רלבנטית.

ישראל הינה המדינה החמה ביותר ב-OECD ועומס החום בישראל, במונחי ימי מעלות קירור גבוה פי 4 ויותר ביחס לממוצע ב-OECD. למעשה, אין אף מדינה ב-OECD המאופיינת בעומס חום גבוה כמו בישראל.

חוסר הרלבנטיות של השוואה למדינות ה-OECD
עומס החום במדינות ה-OECD
(ימי מעלות קירור CDD22, ממוצע 5 שנים אחרונות)



מקור: www.degreedays.net וניתוחי BDO

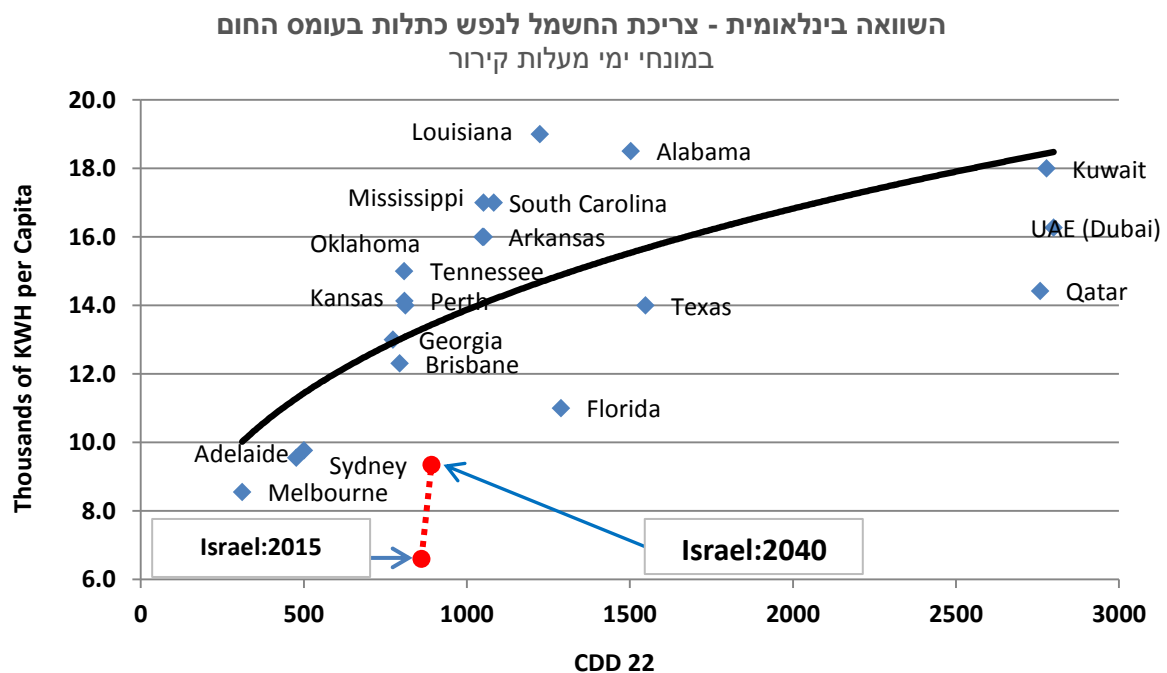
המדינה היחידה שעומס החום בה מתקרב לישראל הינה יוון. אולם התוצר לנפש בישראל גבוה ב-60% ביחס ליוון, ושיעור הבעלות על מזגנים ביוון נמוך משמעותית ביחס לישראל, כ-40% בלבד. בישראל לעומת זאת, שיעור החדירה של מזגנים במשקי הבית עומד על כ-87%. כתוצאה משיעור החדירה הגבוה של מזגנים בישראל, ומהעדר מערכת לחלוקת גז טבעי למשקי הבית, רוב החימום הביתי והציבורי בישראל נעשה אף

הוא באמצעות מזגנים ומחממים חשמליים. זאת בניגוד למצב ברוב מדינות אירופה וארה"ב, שבהם החימום הביתי אינו חשמלי, אלא באמצעות גז, קיטור או דלקים.

לכן, בחינת פוטנציאל עצימות צריכת החשמל בישראל אינו יכול להתבסס על השוואה למדינות ה-OECD, ונדרשת השוואה למדינות מפותחות באיזורים שבהם הטמפרטורה חמה יותר.

התרשים להלן מציג את התלות בין הטמפרטורה (במונחי ימי חימום מעלות חימום) לבין צריכת החשמל לנפש באיזורי ייחוס רלבנטיים. המדגם מתייחס לאיזורים בעלי רמת הכנסה גבוהה של \$50,000 לנפש ומעלה.

מדינות הנמצאות מעל לקו המגמה צפויות להיות מדינות שבהם מחירי החשמל נמוכים ביחס לממוצע. מנגד, מדינות הנמצאות מתחת לקו המגמה צפויות להיות מדינות עניות יותר או מדינות שבהם מחירי החשמל יקרים. ישראל הינה בעלת תוצר לנפש נמוך, גם בשנת 2030 ישראל תשאר מתחת לקו המגמה בשל תיקון למאפיינים דמוגרפיים כגון גודל דירה קטן, גודל משק בית גדול יחסית למדינות אחרות.



מקור: הבנק העולמי

בחינה השוואתית זו של צריכת החשמל לנפש בהשוואה לתנאי מזג האוויר במדינות מפותחות באיזורים חמים, מראה כי צריכת החשמל לנפש בישראל נמוכה בכ-50% ביחס לקו המגמה של מדינות בעלות אקלים חם.

רמת צריכה נמוכה זו נובעת מרמת חיים נמוכה בישראל בכ-50% ביחס לממוצע מדינות ההשוואה. בהתאם לכך, לאורך השנים הקרובות, במקביל לעלייה ברמת החיים בישראל, צפוי גידול של היקף השימוש בחשמל וצמצום הדרגתי של הפער ביחס לאיזורים חמים בעלי הכנסה גבוהה.

ארה"ב מאופיינת באיזורי אקלים שונים, הגורמים לפערים בצריכת החשמל. באיזורי הדרום, שבהם האקלים חם ולח בדומה לישראל, צריכת החשמל לנפש גבוהה כמעט כפליים ביחס לישראל. אנו מעריכים כי הגורם המרכזי לצריכת החשמל הנמוכה הינו רמת החיים הנמוכה באופן יחסי לזו שבארצות הברית.

על פי ניתוח זה, ובהנחה שמחירי החשמל בישראל דומים לרמה הממוצעת, היקף צריכת החשמל בישראל צפוי להגיע לכ- 11,000 קוט"ש לנפש, כאשר רמת החיים בישראל תגיע לכ-\$50,000 לנפש.

3. מודל הביקוש לחשמל



3.1 מתודולוגיה

תחזית הביקוש לחשמל של BDO נערכה באמצעות מודל אקונומטרי בשיטת bottom-up, הכולל את הביקוש הביתי (תוך פילוח של הביקוש לפי מכשירי חשמל עיקריים), התעשייה, המסחר והשירותים, הסקטור הציבורי, ביקוש להתפלה ושאיבת מים, תחבורה ציבורית (חשמול הרכבת ורכבת קלה), רכב חשמלי והביקוש הפלשתיני. המודל מתבסס על טכנולוגיות מתקדמות ומערכת LEAP (Long Range Energy Planning System) - מודל בינלאומי מוביל לסימולציה שעתית של משק החשמל. התחזיות המאקרו כלכליות מתבססות על מודל מאקרו-אנליטיקס למשק הישראלי.

מבנה מודל תחזית הביקוש לחשמל של BDO



הביקוש לחשמל בענפי המשק השונים תלוי במשתנים כלכליים שונים, כדוגמת צמיחת ההכנסה הפרטית, חדירת מכשירי חשמל, מחיר החשמל, משתנים דמוגרפיים, (כלומר, הרכב האוכלוסיה, שיעור צמיחה, גודל משק הבית, וכו') וכן בתנאי מזג האוויר.

הגורמים העיקריים הצפויים להשפיע על הצמיחה הינם הגידול בהכנסה הפנויה, הגידול בשכר הראלי, המשך הגידול בשימוש במכשירי חשמל, בעיקר שימוש במזגנים, הן לקירור והן לחימום, והמשך חדירתם של מכשירי חשמל, כמו כן נלקחה בחשבון השפעת ההתייעלות המוגברת במכשירי החשמל השונים.

תחזית הביקוש לחשמל של BDO כוללים מספר מרכיבי ביקוש עיקריים:

- א. הביקוש לחשמל הביתי (ביקוש פרטי), על בסיס מודל ביקוש עבור מכשירים מרכזיים בשקלול שיעור חדירתם, אינטנסיביות השימוש, והתייעלות אנרגטית.
- ב. הביקוש לסקטור הממשלתי, המסחרי והציבורי, על בסיס המודלים המאקרו כלכליים למשק הישראלי.
- ג. הביקוש לסקטור התעשייה, על בסיס המודלים המאקרו כלכליים בשקלול עצימות האנרגיה היחסית במשקלם של הענפים השונים.
- ד. הביקוש להתפלת ושאבת מים- על בסיס התחזיות הביקוש למים.
- ה. הביקוש הפלשתיני.

מודל הביקוש לחשמל בנוי לפי גישת "bottom-up", ומשקללת את השפעת ההתייעלות האנרגטית, בליווי השפעת הגדלת חדירתם של מכשירים חשמליים ואינטנסיביות השימוש בהם. תוצאות התחזית מראות על התכנסות הביקוש לחשמל לרמה דומה לזו באיזורים בעלי תנאי אקלים דומים לישראל במדינות מפותחות אחרות.

הניתוח שלנו מראה כי שני הגורמים העיקריים המשפיעים על הביקוש לחשמל הינם רמת החיים ותנאי מזג האוויר (בנוסף למשתנים נוספים כמפורט בתרשים לעיל). במדינות בעלות תנאי מזג אוויר קר הביקוש לחשמל נוטה להיות נמוך, כתוצאה מחדירה ושימוש נמוך של מזגנים, וכן כתוצאה משימוש במקורות אנרגיה אחרים (גז טבעי, או דלקים).

3.2 סיכום תחזית הביקוש לחשמל

אנו מעריכים שהביקוש לחשמל בישראל יגדל בשיעור ממוצע של 3.6% לשנה ויגיע לכ-80 מיליארד קוואט"ש בשנת 2025 המהווה גידול של כ-43%. שיעור גידול זה בביקוש לחשמל מהווה עלייה של 1.8% גידול בביקוש לחשמל לנפש. ביחד עם הביקוש הפלשתיני לחשמל הביקוש הכולל לחשמל צפוי להגיע לכ-88 מיליארד קוואט"ש בשנת 2025 המהווה גידול מצטבר של כ-45%.

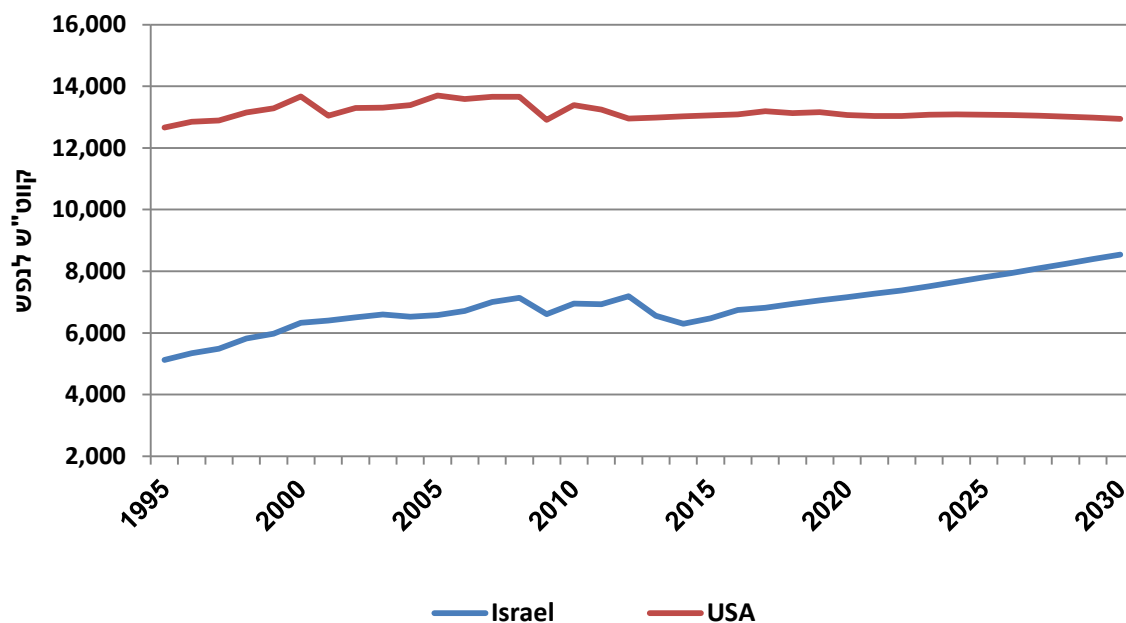
סיכום תחזית הביקוש לחשמל במיליארדי קוואט"ש לשנה

CAGR 2015- 2030	2030	2025	2020	2015	
3.8%	30.7	24.9	20.6	17.6	ביתי
3.7%	30.4	25.0	20.7	17.6	מסחרי וציבורי
2.7%	21.3	18.6	16.4	14.3	תעשייה
2.2%	2.3	2.1	1.9	1.7	חקלאות
4.5%	7.8	6.4	5.1	4.0	מים
	3.7	1.8	0.8		חישמול רכבת ורכב חשמלי
3.8%	96.1	79.0	65.4	55.2	סך הכל ישראל
6.5%	13.4	8.9	6.7	5.2	פלשתינים
4.0%	109.4	87.9	72.1	60.4	סך הכל ישראל ופלשתינים
1.9%	8.6	7.7	7.0	6.5	ישראל לנפש
3.8%	1.9	1.4	1.2	1.1	פלשתינים לנפש

על פי תחזית זו, שעיקריה מפורטים בפרק זה, יגיע הביקוש בשנת 2030 לרמה של 8,600 קוואט"ש לנפש, המהווים 32% פחות מהצריכה לנפש במדינות החמות בארה"ב כיום. התוצר לנפש בישראל בשנת 2030 צפוי לעמוד על כ-\$42,000 בהשוואה לכ-\$53,000 לנפש בארה"ב כיום. הפערים בצריכת החשמל בין ישראל למדינות הדרום בארה"ב, נובעים בעיקר מפערים בהכנסה, גודל דירה ממוצעת וגודל משק הבית.

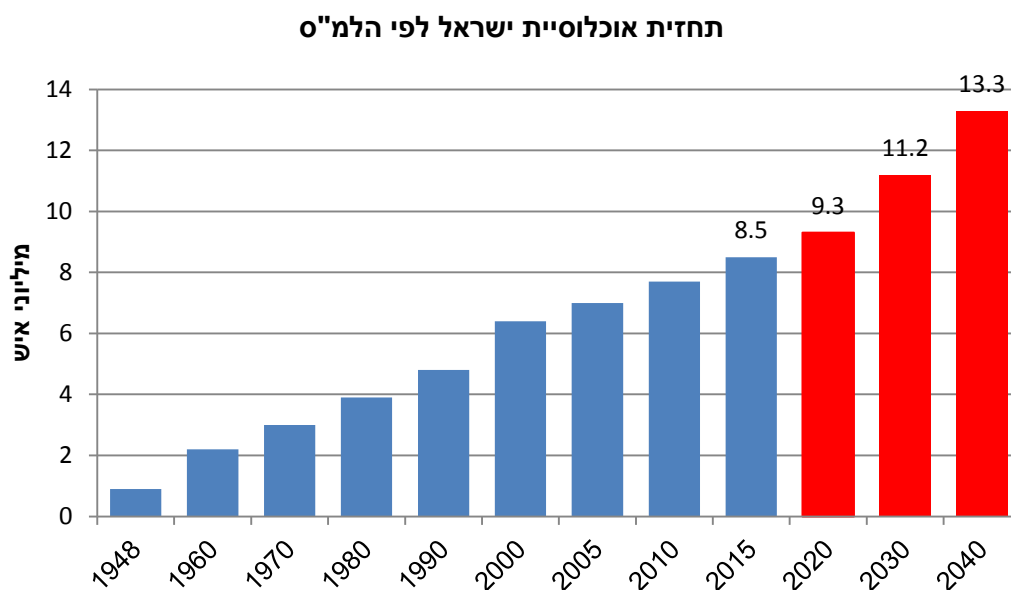
תחזית הביקוש לחשמל לנפש בישראל

בהשוואה לתחזית משרד האנרגיה האמריקאי למדינות דרום ארה"ב



3.3 גידול דמוגרפי

בשנת 2015 גדלה אוכלוסיית ישראל בקצב של 2%. תחזית הביקוש לחשמל בעבודה זו מתבססת על התחזית העדכנית של הלמ"ס, אשר מעריכה גידול דמוגרפי שנתי ממוצע של 1.8% לשנה. הגידול הדמוגרפי הרלבנטי לצורך הביקוש הצפוי לחשמל בשני העשורים האחרונים כבר הוכתב מראש. צריכת החשמל מושפעת בעיקר ממספר משקי הבית ומספר המועסקים. התינוקות שיוולדו בשנה הבאה יקימו משקי בית ויכנסו לשוק העבודה רק בעוד עשרים שנה. לכן, שינויים עתידיים בשיעור הילודה הינם בעלי השפעה מינורית על ביקוש לחשמל לטווח של 15 השנים הקרובות.



מקור: לשכה מרכזית לסטטיסטיקה, ספטמבר 2016

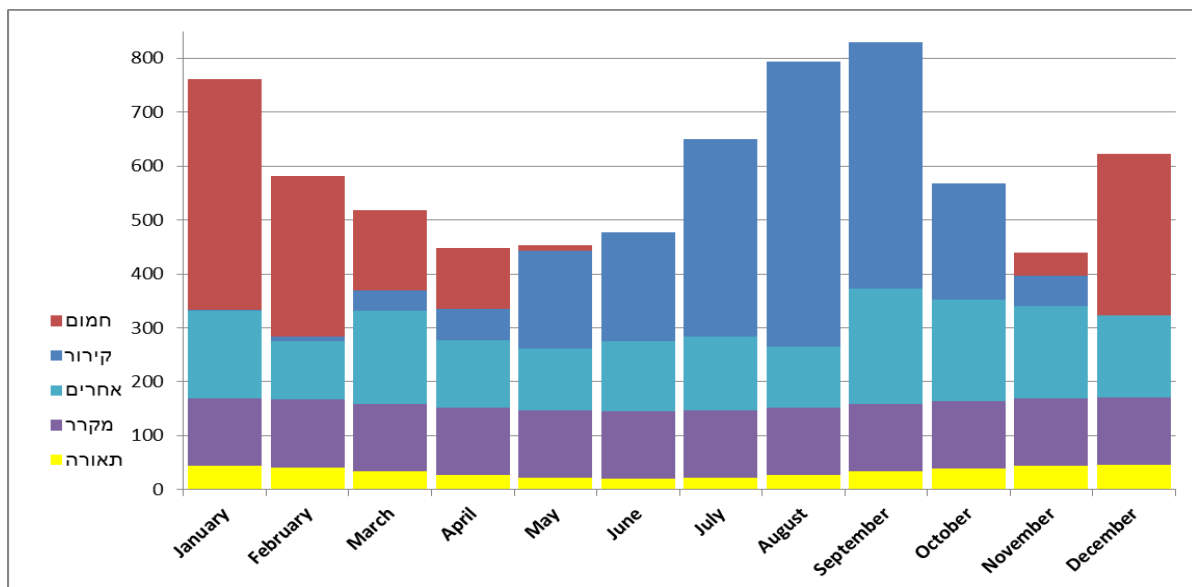
יצוין כי בשנת 2012 פרסמה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה תחזית ארוכת טווח (עד 2059) לגידול הדמוגרפי בישראל, המבוסס על נתונים עד שנת 2009, בתחזית זו היו שלושה תרחישים, תרחיש מואט, תרחיש בינוני, ותרחיש מואץ. התרחיש הבינוני צפה גידול של כ-1.4% לשנים 2015-2030. מאז 2009 ועד 2016 הגידול הדמוגרפי בישראל היה סביב ה-1.9%. אנו הערכנו שהגידול הדמוגרפי לשנים הקרובות ימשיך להיות סביב ה-1.8% ולא ירד ל-1.4%, כפי שצפו בשנת 2009 בתרחיש הבינוני של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. ואכן, בספטמבר 2016 פרסמה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה תחזית מעודכנת הצופה המשך גידול של 1.8%, כמו כן תחזית זו תואמת את תחזיותינו לצפי אוכלוסיה של כ-13 מיליון נפשות בשנת 2040.

3.4 תחזית הביקוש לחשמל הביתי

מודל הביקוש לחשמל במגזר הביתי מתבסס על גישה אקונומטרית המציגה את הקשר בין כמות החשמל המבוקשת לבין משתנים כלכליים כהכנסת משקי הבית ומחירי החשמל והמשקללת את השינויים בשיעורי החדירה של מכשירי החשמל, אינטנסיביות השימוש בהם, והיעילות האנרגטית שלהם.

ישראל נמצאת עדיין בשלבי החדירה של מוצרי חשמל שונים – כדוגמת מזגנים, מדיחי כלים ומייבשי כביסה. כתוצאה מהאקלים החם בישראל, ושיעור החדירה הגבוה של מזגנים, חלק משמעותי מצריכת החשמל של משקי הבית משמשת לבקרת אקלים – קירור בקיץ, וחימום הדירה חימום מים בחודשי החורף, כפי שניתן לראות מהתרשים להלן.

אומדן הביקוש הממוצע לחשמל לשימושים מרכזיים, 2016



מקור: ניתוחי BDO

הגידול הצפוי בצריכת החשמל בישראל נובע כתוצאה משילוב של המשך גידול בחדירת מוצרי חשמל ביתיים, יחד עם גידול באינטנסיביות השימוש. העליה ברמת החיים ובהכנסה הפנויה מביאה לגידול בבעלות על מכשירי חשמל וגידול בהיקף השימוש בהם. כך למשל, ככל שעולה רמת החיים, חל גידול בהיקף שעות ההפעלה של מזגנים. השימוש במייבשי כביסה הופך לשימוש יום-יומי (ולא רק בימי גשם), וכך גם לגבי מדיחי כלים וכד'.

הגידול ברמת החיים בא לידי ביטוי במעבר למכשירים גדולים יותר (טלוויזיות, מקררים) בעלי צריכת חשמל גבוהה יותר, ושימוש במכשירים רבים יותר למשק בית (טלוויזיה שניה ושלישית למשק בית, מקרר נוסף וכד'). כך למשל, בשנים הקרובות צפוי מעבר לטלוויזיות בעלות רזולוציה גבוהה (4k) שצריכת החשמל שלהם גבוהה בכ-30% ביחס למכשירי הטלוויזיה הקיימים.

בהתאם לכך, הנחות הבסיס העיקריות של המודל הינם:

1. התייעלות אנרגטית בקצב ממוצע של כ-2% לשנה במכשירים חשמליים עיקריים.
2. גידול בשיעור החדירה של מכשירי החשמל הביתיים.
3. גידול בשיעור אינטנסיביות השימוש במכשירים, בהשפעת הגידול בהכנסה ומחירי החשמל.

סיכום עיקרי התחזית והפרמטרים הכלכליים המרכזיים

CAGR 2030-2015	2030	2025	2020	2015	
1.8%	11.2	10.2	9.3	8.5	אוכלוסייה (מיליונים)
1.7%	41.6	37.7	34.4	32.2	תוצר לנפש (מחירי 2016)
0.95%	1,003	957	911	865	עומס חום (ימי מעלות קירור 22 מעלות צלזיוס)
-1.2%	439	468	497	526	עומס קור (ימי מעלות חימום 18 מעלות צלזיוס)
3.6%	30.7	24.9	20.6	17.6	סך הביקוש לחשמל של המגזר הביתי (מיליארדי קו"ט"ש)

3.5 הביקוש לחשמל בתעשייה

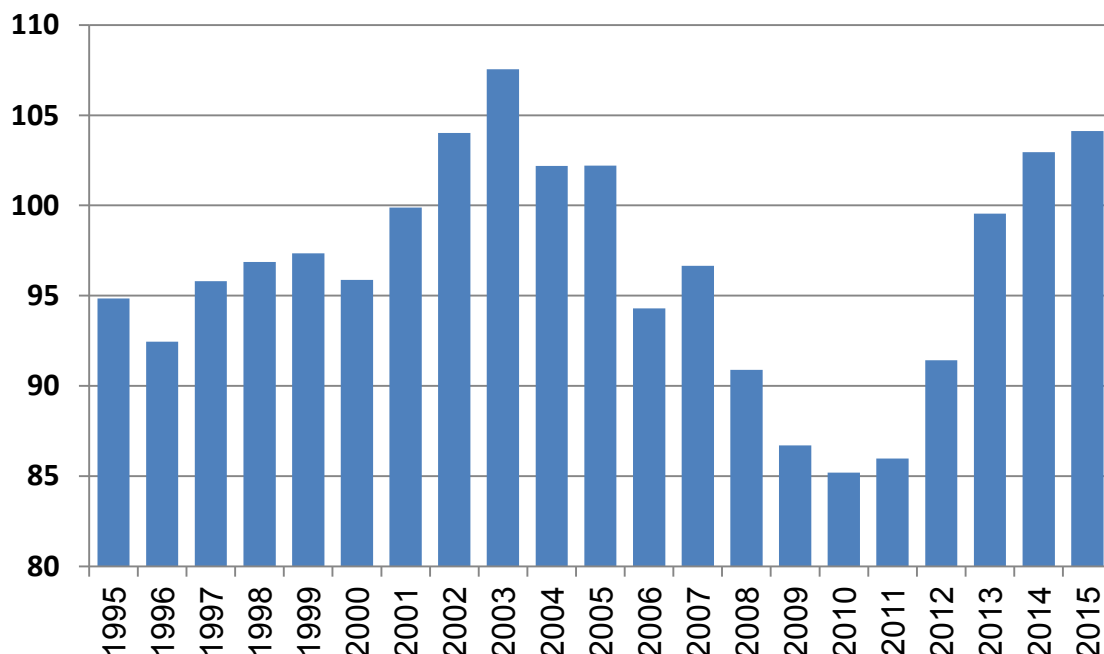
הביקוש לחשמל בתעשייה מהווה כ-25% מסך הביקוש לחשמל בישראל. הביקוש לחשמל בתעשייה הישראלית עומד על כ-1,700 קו"ט"ש לנפש, לעומת כ-3,500 קו"ט"ש לנפש במדינות ארה"ב. אנו מעריכים גידול שנתי של כ-2.7% בצריכת החשמל לתעשייה בישראל, שמשמעה גידול של 0.9% לשנה בגידול לנפש. המשמעות הינה כי גם בשנת 2040 יעמוד הביקוש לנפש בישראל על 50% פחות ביחס לארה"ב, כתוצאה ממשקל נמוך יותר של תעשיות עתירות אנרגיה בתוצר הישראלי.

הביקוש לחשמל בתעשייה כולל ביקוש מחברת החשמל ויצרנים פרטיים, וכן ביקוש לחשמל מייצור עצמי בקוגנרציה של מפעלים תעשייתיים. בשנים האחרונות, עם כניסת הגז הטבעי, החל תהליך של גידול בהיקף הייצור העצמי של מפעלי התעשייה בישראל. תהליך זה מביא להקטנת עלות החשמל האפקטיבית בתעשייה ולכן תורם לשיפור התחרותיות של התעשייה הישראלית עתירת האנרגיה.

בין השנים 2007 עד 2011 חלה ירידה של כ-10% בעתירות האנרגיה בתעשייה הישראלית, אולם בחמש השנים האחרונות חל היפוך מגמה ועתירות החשמל בתעשייה גדלה בכ-20% ביחס לתפוקה התעשייתית. להערכתנו, הירידה בעתירות השימוש בחשמל בתחילת העשור נבעה ממשבר המחסור בגז, שנבע מהפסקת אספקת הגז המצרי והעיקוב בפיתוח "לוויתן". המחסור בגז ועליית מחירי החשמל שנלוו עליו, גרמו לכך שתוכניות השקעה עתירות אנרגיה בתעשייה נדחו כתוצאה מהתייקרות תשומות החשמל והעדר גז. עם פיתוח מאגר תמר, הסרת אי הוודאות בהקשר של פיתוח "לוויתן" וירידת מחירי החשמל, התהפכה המגמה והתעשייה הישראלית מגדילה את עתירות השימוש בחשמל, כפועל יוצא של היתרון היחסי של ישראל הנובע ממחירי חשמל זולים ביחס למדינות המערב.

עתירות החשמל בתעשייה בישראל

מדד ביקוש לחשמל בתעשייה (כולל צריכה מחח", יצור עצמי ויח"פים) ביחס לייצור התעשייתי



בחינה פרטנית של המגמות הצפויות בתעשייה בישראל מחזקת את ההערכה כי לא צפויה ירידה בעתירות השימוש בחשמל בתעשייה. כיל צפויה להתחיל בשנים הקרובות בפרוייקט קציר המלח שהינו בעל עתירות חשמל גבוהה ביותר. אינטל, הפועלת בתחום עתיר חשמל נוסף בתעשייה, צפויה להשלים בשנת 2018 את שדרוג פאב 28 בהשקעה של 6 מיליארד \$. מפעל האמוניה, שצפוי לקום בתמיכה ממשלתית בתחילת העשור הבא מהווה סנונית ראשונה לתעשייה כימית המתבססת על נגזרות גז טבעי. בעקבותיה צפויים להתפתח תעשיות עתירות חשמל ליצור אוריאה מתנול ו-GTL. ההתפתחות העתידית של תעשיית הזיקוק בישראל צפויה להיות מלווה בהגדלת רמת המורכבות ומעבר לפיצוח מורכב, שגם הם תהליכים עתירי אנרגיה.

רמת הפיריון של התעשייה המסורתית והמעורבת בישראל נמוכה בהשוואה בינלאומית, בעיקר עקב עתירות הון נמוכה. לאורך זמן, אנו מעריכים כי התעשייה הישראלית צפויה לצמצם את פערי הפיריון מול מדינות המערב באמצעות הגדלת עתירות ההון והשקעה בתהליכי אוטומציה ורובוטיקה. הגדלת עתירות ההון בתעשייה משמעה גם הגדלת עתירות האנרגיה, ולכן צמצום הפערים לעומת מדינות המערב והגדלת פיריון התעשייה משמעו הגדלת עתירות השימוש בחשמל ולא הקטנתו.

3.6 הביקוש לחשמל בסקטור המסחרי והציבורי

צריכת החשמל במגזר השירותים הפרטיים והציבוריים בישראל הינה כ-2,100 קוט"ש לנפש, כמחצית מהצריכה לנפש במדינות החמות בארה"ב. אנו מעריכים גידול צפוי של 3.7% בצריכת החשמל בסקטור המסחרי והציבורי בישראל, המהווים גידול של 1.8% לנפש בצריכת החשמל במגזרים אלה. העליה ברמת החיים צפויה להיות מלווה בגידול בעליית משקלם של שירותים עתירי אנרגיה כדוגמת סקטור הבריאות, המלונאות ונמלי התעופה.

הביקוש לחשמל במגזר המסחר והשירותים, בדומה למגזר הביתי, מושפע מאוד מתנאי מזג האוויר ורמת הצריכה בישראל עדיין רחוקה מרוויה. בדומה לתעשייה, גם מגזר השירותים בישראל מאופיין ברמת עתירות הון נמוכה ביחס למדינות המפותחות, המתבטאת גם בפיריון עבודה נמוך יותר במגזרים אלה. עם הגידול בתוצר לנפש, צפויה להערכתנו הגדלת עתירות ההון במגזרים אלה ואיתה גם גידול בעתירות השימוש החשמל.

המעבר של צרכנים גדולים במגזרי המסחר והשירותים ליצרנים פרטיים מלווה בפחתת תעריפים של כ-7% לצרכנים אלה, מעבר לירידת התעריפים הכלל משקית, מהווה גורם מאיץ ביקוש נוסף מעבר לגידול בפעילות הכלכלית.

בין הגורמים הצפויים להביא לגידול בקצב צריכת החשמל בסקטור הציבורי נכללים השלמת פערים במיזוג אוויר במערכת החינוך ובמוסדות ציבור, מעבר בסיסי צה"ל לדרום וביצוע תוכנית החומש של הממשלה לצמצום פערים באוכלוסיה הערבית והבדואית. כמו כן, לאורך שנים צפויה החמרת הדרישות הסביבתיות והגדלת שיעור מיחזור פסולת על חשבון הטמנה כמקובל באירופה, שמשמעה הגדלת עתירות החשמל של הרשויות המקומיות.

3.7 הביקוש לחשמל לשאיבת מים והתפלה

לאורך זמן, מקור המים הבלעדי להספקת הגידול בביקוש למים בישראל הינו באמצעות התפלת מי-ים, תהליך שהינו עתיר אנרגיה. כיום עומדת צריכת החשמל לשאיבת מים והתפלה בישראל על כ-4 מיליארד קוט"ש לשנה, ומשקפת מצב שבו אספקת מים מותפלים מהווה רק כמחצית מסך היצע המים בישראל. תחזית הביקוש לחשמל לייצור מים והתפלה נגזרת מתחזית הביקוש למים בישראל, יחד עם הנחה לגבי שיפור ביעילות האנרגטית של טכנולוגיות ההתפלה. להערכתנו בשנת 2030 יעמוד הביקוש לחשמל להתפלה ושאיבת מים על 7.8 מיליארד קוט"ש.

3.8 חישובול הרכבת

בשונה ממדינות מפותחות רבות אשר פועלת בהן רשת רכבות חשמליות ורשת תחבורה חשמלית כבר מונחת בהן, למעשה בישראל כל התחבורה הציבורית עדיין פועלת על דיזל (למעט קו חשמלי אחד של הרכבת הקלה בירושלים).

בשנים הקרובות, השקעות גדולות מתוכננות על ידי הממשלה והעיריות השונות, אשר צפויות לשנות באופן מהותי את רשת התחבורה הציבורית בישראל. שינויים אלו כוללים מעבר כולל של רכבת ישראל משימוש בדיזל לשימוש בחשמל, מעבר להרחבת מערכת הרכבות והכפלת כמות הנוסעים בה.

בשנת 2025, רכבת ישראל צפויה להסיע כ-75 מיליון נוסעים בשנה ברכבות חשמליות, כאשר הרכבת הקלה בתל אביב צפויה להסיע יותר מ-165 מיליון נוסעים בשנה. הביקוש לחשמל הצפוי להנעת רכבות אלו צפוי להגיע ל-0.8 מיליארד קוט"ש בשנת 2025 וכ-1.2 מיליארד קוט"ש בשנת 2030.

רכבת ישראל תעבור שיפוץ מסיבי בשנים הקרובות, הכולל מעבר למנועים חשמליים במהלך שנת 2016, והוספה של תחנות חדשות. השר אישר השקעות בסך של 28.3 מיליארד ₪ בתקציב של ארבע שנים לטובת מטרות אלו. פרויקט זה אשר הינו הגדול ביותר בהיסטוריה של רכבת ישראל, כולל החלפת כל מערכת הרכבות של ישראל למערכת חשמלית. דבר זה כרוך בצורך לרכישת קרונות רכבת חשמליים כמו גם תשתיות חשמליות אשר יתוקצבו ב-12 מיליארד ₪. הרכבות החשמליות הינן הכרחיות להמשך התפתחות הרכבת בכדי שיוכלו להכפיל את כמות הרכבות היומיות, ובכדי שיוכלו להכפיל את כמות הנוסעים אשר הרכבת משרתת ביום בעשור הבא. לפי התוכניות מספר הרכבות הפועלות ביום יעלו מסך של 450 ביום לסך של 860 ביום, כמות רכבות זו תאפשר לרכבת להסיע יותר מ-70 מיליון נוסעים בשנה.

הרכבות החשמליות הראשונות צפויות להגיע לישראל בשנת 2019, לקראת התחלת פעילות של המערכת החשמלית בשנת 2020. בנוסף למערכות של רכבת ישראל, תוכניות של רכבות חשמליות קלות ממשיכות להתקדם גם בתל אביב וגם בירושלים.

מערכת התחבורה הציבורית למטרופולין תל אביב נמצאת כבר בשלבי בניה או בשלבי תכנון. התוכנית כוללת 8 קווים: אחד בשלבי בניה, שניים בשלבי תכנון, אחד בשלבי אישור, ועוד ארבע מתוכננים לעתיד. ארבעת

הקווים הראשונים יכסו טווח של 100 קילומטר מסביב למטרופולין תל אביב, עם תוכניות עתידיות לקווי אטובוסים מהירים וקווי הזנה.

הקו האדום מתוכנן להסתיים בשנת 2020 וצפוי לשרת 100 מיליון נוסעים בשנה. הקו השני-הקו הירוק מתוכנן להתחיל לפעול בשנת 2021 וישרת 65 מיליון נוסעים בשנה.

תוכניות פיתוח מטרו תל אביב

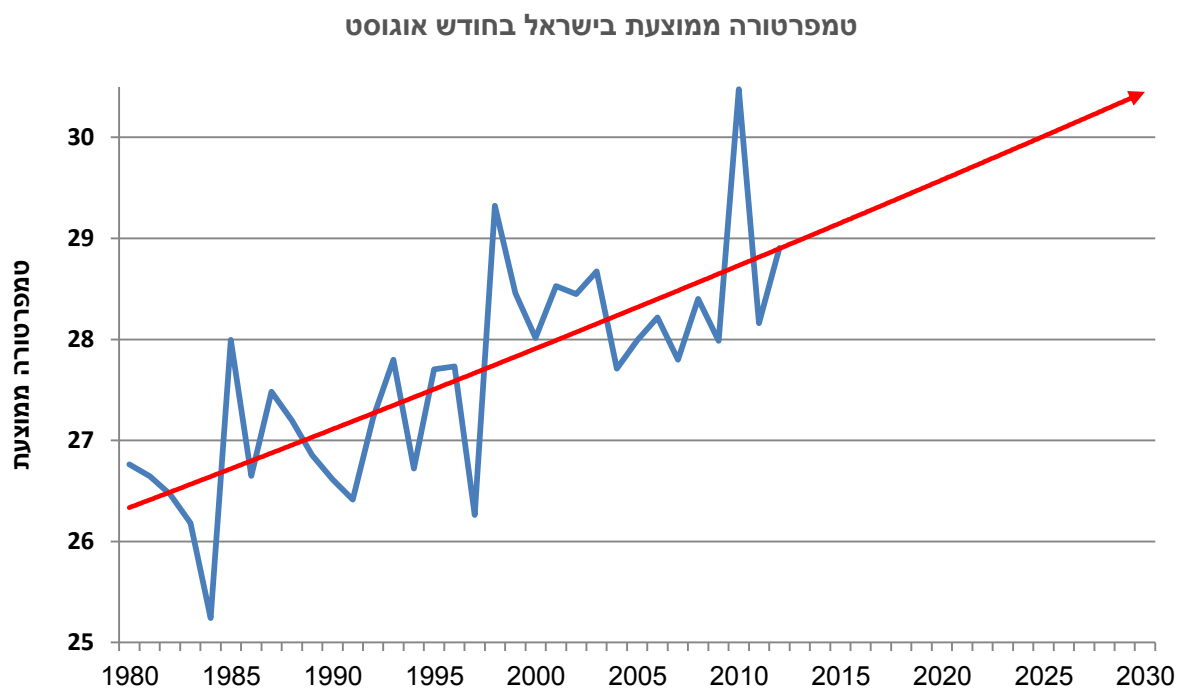
קו	אורך	סטטוס	תאריך פתיחה	ערים ראשיות	מ.ת.חנות
הקו האדום	23 km	בבניה	2020 משוער	פתח תקווה, בני ברק, רמת גן, תל אביב-יפו, בת ים	33 (10* תת קרקעי)
הקו הירוק	35 km	אושר	2021 משוער	הרצליה, תל אביב, חולון, ראשון לציון	58 (5* תת קרקעי)
הקו הסגול	36 km	בתכנון	-	יהוד, אור יהודה, רמת גן, תל אביב, קרית אונו, גבעת שמואל, פתח תקווה	56
הקו הכחול	21 km	בתכנון	-	רחובות, נס ציונה, ראשון לציון	40
הקו הצהוב	18 km	בתכנון	-	רעננה, כפר סבא, הוד השרון, הרצליה, רמת השרון, רמת גן, תל אביב, חולון	NA
הקו החום	28 km	בתכנון	-	רמלה, ראשון לציון	NA
הקו הוורוד	NA	בתכנון	-	כפר סבא, רעננה, הרצליה	NA
הקו הכתום	16 km	תוכניות ראשוניות	-		

* תת קרקעי

כמו כן בירושלים, הקו השני של הרכבת הקלה - הקו הכחול אושר על ידי העיריה וצפוי להסתיים בשנת 2021. 21 הקילומטרים של הקו הכחול הארוך צפויים לשרת 145,000 נוסעים ביום וכפילו את סך הנוסעים אשר משתמשים ברכבת הקלה כיום, הקו השלישי - הקו הירוק גם הוגש לאישור.

3.9 השפעת שינוי האקלים

תחזית הביקוש לחשמל נעשית בתנאי מזג אוויר ממוצע, אך בתכנון לטווח ארוך יש להביא בחשבון שינויים עתידיים בתנאי האקלים. הניסיון של 30 השנים האחרונות בישראל מצביע על מגמת התחממות ברורה, בקצב גידול ממוצע של 0.5 מעלה צלזיוס בכל עשור. על פי תחזיות שפורסמו ע"י הבנק העולמי, מגמה זו צפויה להמשיך כך שבשנת 2030 צפויה הטמפרטורה הממוצעת בישראל בחודשי הקיץ להיות גבוהה בכ-1.5 מעלות מהטמפרטורה כיום.



מקור: הבנק העולמי וניתוחי BDO

מרבית החוקרים סבורים שמקור השינוי באקלים הינו כתוצאה מהשפעות אפקט החממה והתפתחות כיסי חום עירוניים. המחקרים אף מראים כי תהליך ההתחממות מלווה בהגדלת מספר מקרי הקיצון של מזג אוויר חריג (חם מאוד או קר מאוד). המשמעות הינה שהסיכויים לגידול שנתי חריג עולים, ויחייבו הערכות מתאימה של כושר ייצור החשמל, כדי לאפשר למשק החשמל להתמודד גם עם מצבי קיצון שילכו ויחמירו. עם זאת, לצורך התחזית לא הבאנו בחשבון את השפעת הגדלת תנאי הקיצון, אלא רק את הגידול החזוי בטמפרטורה.

גידול צפוי של 0.5 מעלה צלזיוס בכל עשור, משמעו על פי הניתוח שלנו, גידול של כ-10 ימי מעלות חימום בכל שנה, שמשמעם תוספת גידול של 0.15% בצריכת החשמל בכל שנה מעבר לתוואי הבסיס.

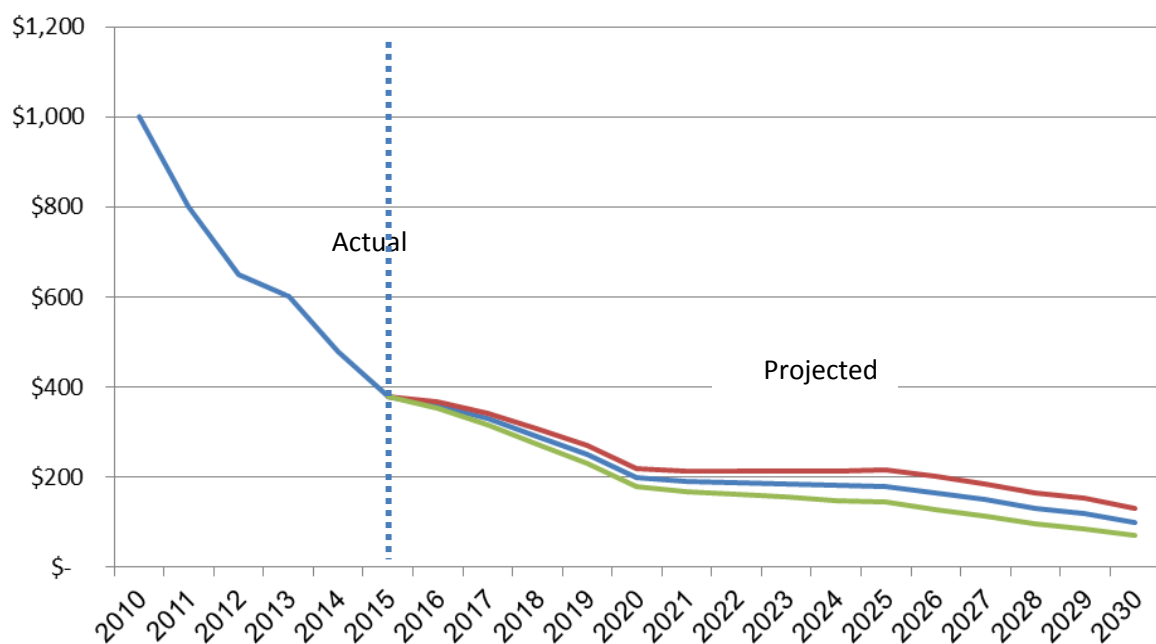
3.10 רכב חשמלי

ישראל היתה מחלוצות הרכב החשמלי בעולם, בפעילות של "בטר פלייס", שהחלה לפעול בשנת 2008 בישראל, והגיעה בשיאה בשנת 2013 לפריסה של 1,800 תחנות טעינה ברחבי הארץ. הכשלון של "בטר פלייס" הביא לרתיעה מובנת של שוק הרכב בישראל מיוזמות של רכב חשמלי. בעוד שבשלוש השנים האחרונות שוק הרכב החשמלי בעולם הלך והתפתח, בישראל נמכרו בשנים אלו עשרות בודדות של רכבים נטענים בלבד.

אולם ההצלחה של "טסלה מוטורס", הנסחרת בבורסה בארה"ב לפי שווי שוק של כ-35 מיליארד \$ מהווה אינדיקציה לכך שהכשלון של "בטר פלייס" הינו כשלון נקודתי בלבד, וכי לתחום הרכב החשמלי בעולם יש פוטנציאל אדיר.

השינוי המהותי ביותר בתחום הרכב החשמלי הינו שיפורים טכנולוגיים המאפשרים הוזלת עלויות של הסוללות. עלות סוללה לרכב חשמלי כיום נמוכה ב-50% ביחס לעלות סוללה בהספק מקביל לפי 3 שנים, והערכות הינן כי בתוך 3 שנים יוזלו הסוללות ב-50% נוספים.

הירידה במחיר מארזי בטריות ליתיום



מקור: בלומברג

הוזלת עלויות יחד עם היתרונות הסביבתיים של הרכב החשמלי, והכניסה הצפויה של רכבים אוטונומיים ורכבים חכמים, צפויה להביא לשינוי מבני בשוק הרכב בעולם.

תנאי הבסיס הכלכליים שהביאו לכך ש"בטר פלייס" בחרה בישראל כאחד המוקדים הראשונים בעולם עדיין מתקיימים. לישראל יתרון יחסי באימוץ רכב חשמלי, כתוצאה משילוב של מאפיינים דמוגרפיים וגיאוגרפיים

יחודיים. המשק הישראלי הוא משק קטן עם גבולות יבשתיים סגורים, וניתן בעלות נמוכה יחסית להגיע לפריסה כלל ארצית של תחנות להטענת סוללות.

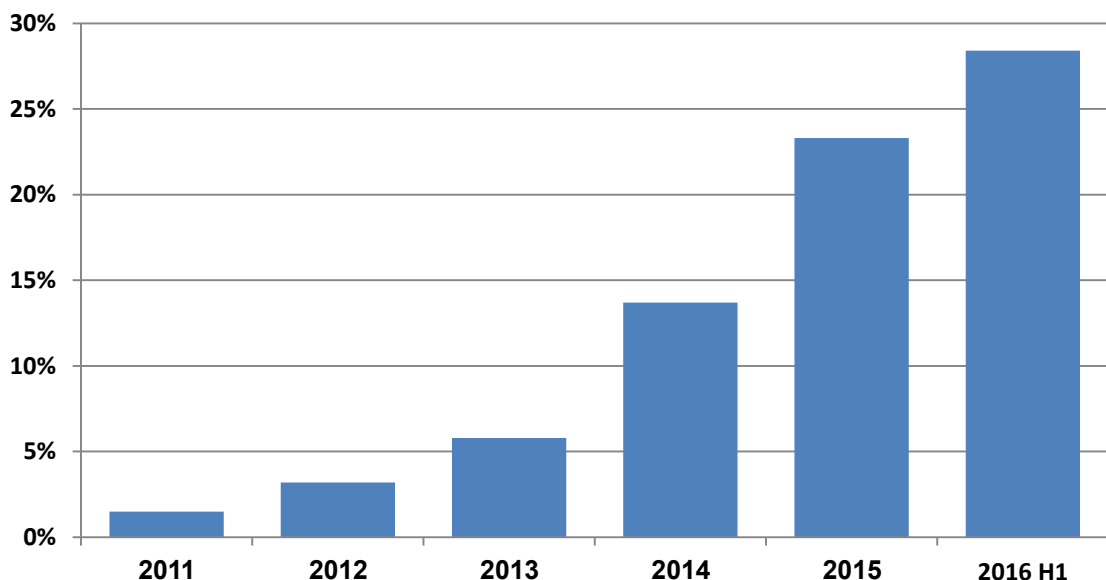
מגבלת טווח הנסיעה של הרכב החשמלי משמעותית פחות למדינה קטנה כישראל, שבה טווחי הנסיעה מוגבלים מלכתחילה. צפיפות הכבישים בישראל הינה מהגבוהות בעולם המערבי. האוכלוסיה בישראל צעירה, והצרכן הישראלי הינו באופיו "מאמץ מוקדם" (early adopter) של טכנולוגיות חדשות.

מחירי החשמל בישראל הינם מהזולים בעולם, בעוד שמחיר הבנזין הינו גבוה בשל שיעור מיסוי גבוה על דלקים. המיסוי הגבוה על כלי רכב בישראל, יחד עם הטבות המס לרכבים חשמליים, משמעם כדאיות גבוהה למעבר לרכב חשמלי בהשוואה למדינות אחרות.

בפועל, נורווגיה תפסה את מקומה של ישראל כחלוצת הרכב החשמלי בעולם. שילוב של הקלות מס, ורגולציה תומכת הביאו לאימוץ נרחב של רכבים חשמליים ורכבים נטענים בנורווגיה. בחציון הראשון של 2016 מעל ל-28% מהרכבים שנמכרו בשוק הנורווגי היו רכבים חשמליים נטענים.

בחודשים האחרונים מתגבשת חקיקה בפרלמנט הנורווגי שתחייב מעבר מלא לרכב חשמלי עד לשנת 2020, באמצעות איסור מכירת רכב שאינו נטען. היתרונות הסביבתיים הגלומים ברכב חשמלי בנורווגיה הינם גבוהים במיוחד שכן 99% מהחשמל המיוצר בנורווגיה הינו מיצור הידרו-אלקטרי.

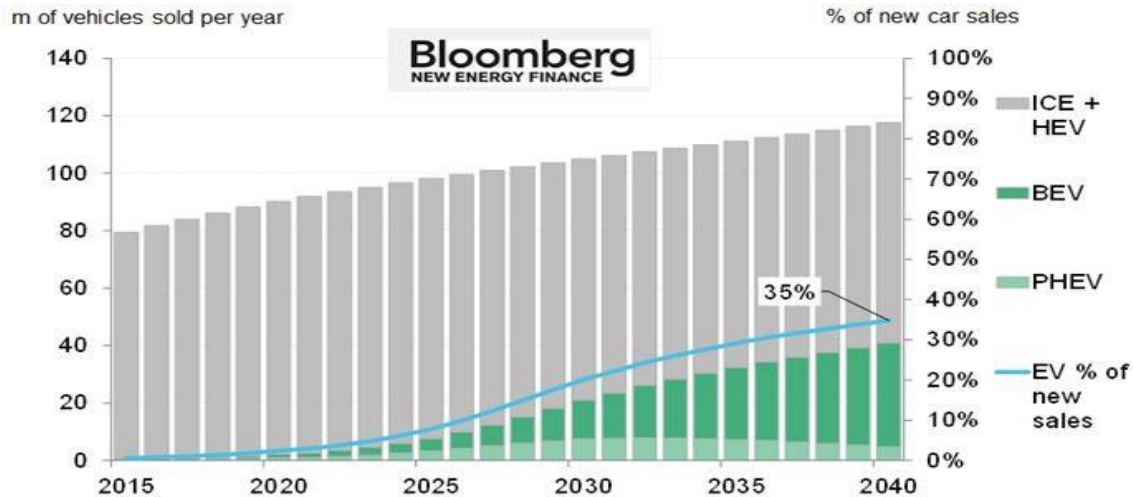
נתח שוק של כלי רכב חשמליים חדשים בנורווגיה



מקור: פדרציית כבישי נורווגיה

הניסיון בנורווגיה, יחד עם ההצלחה הפיננסית של טסלה, מראים בבירור כי הרכב החשמלי עבר את שלב הניסוי הטכנולוגי וצפוי להפוך למרכיב מהותי בשוק הרכב בטווח הבינוני והארוך. ההערכות הינן שעד שנת 2030 כ-15% מהרכבים החדשים שימכרו בעולם יהיו רכבים נטענים חשמלית ועד לשנת 2040 יגיע משקלים שלה רכבים חשמליים ל-35% מכלי הרכב הנמכרים בעולם.

תחזית מכירות כלי רכב חשמליים בעולם



נראה שגם השוק הישראלי בדרכו לכניסה מחודשת של רכב חשמלי. אחד החסמים המרכזיים לכניסת רכב חשמלי היתה תקנה שחייבה עמדות הטענה ייחודיות ויקרות לרכב חשמלי. תקנה זו תאמה את המודל העסקי של "בטר פלייס", שכלל שירות הכולל שירותי הטענה. אחד ממרכיבי ההצלחה של שוק הרכב החשמלי בנורווגיה הינו האפשרות להטענת הרכב מכל שקע חשמלי רגיל.

ביוני 2016 אושרה תקינה ישראלית לכבל הטענה ביתי למכוונות חשמליות, שיקטין משמעותית את חסם המעבר לרכב חשמלי. במקביל, קיימת מדיניות עידוד של משרד הגנת הסביבה.

ביוני 2016 אישרה ועדת הכלכלה תקציב של 220 מיליון ש"ח לעידוד השימוש ברכב חשמלי. בין היתר ישמש התקציב למימון תשתית של ציי רכב חשמלי שיתופי במרכזי הערים הגדולות. בנוסף מסבסד המשרד להגנת הסביבה צי ראשוני של אוטובוסים חשמליים. יוזמות אלו צפויות להחזיר את אמון הצרכן הישראלי ברכב החשמלי.

התנאים הבסיסיים שהביאו לכך ש"בטר פלייס" בחרה בישראל כשוק ראשוני עדיין מתקיימים. עתה עם הסרת החסמים הכלכליים והרגולטוריים, נראה שבשלה הדרך להחזרה מואצת ומחודשת של רכב חשמלי בישראל.

אנו מניחים כי שיעור החדירה של רכבים חשמליים בשוק הישראלי יהיה דומה לממוצע במדינות המערב. זוהי הנחה שמרנית שכן כאמור לעיל תנאי הבסיס של המשק הישראלי יוצרים יתרון יחסי לשימוש ברכבים חשמליים.

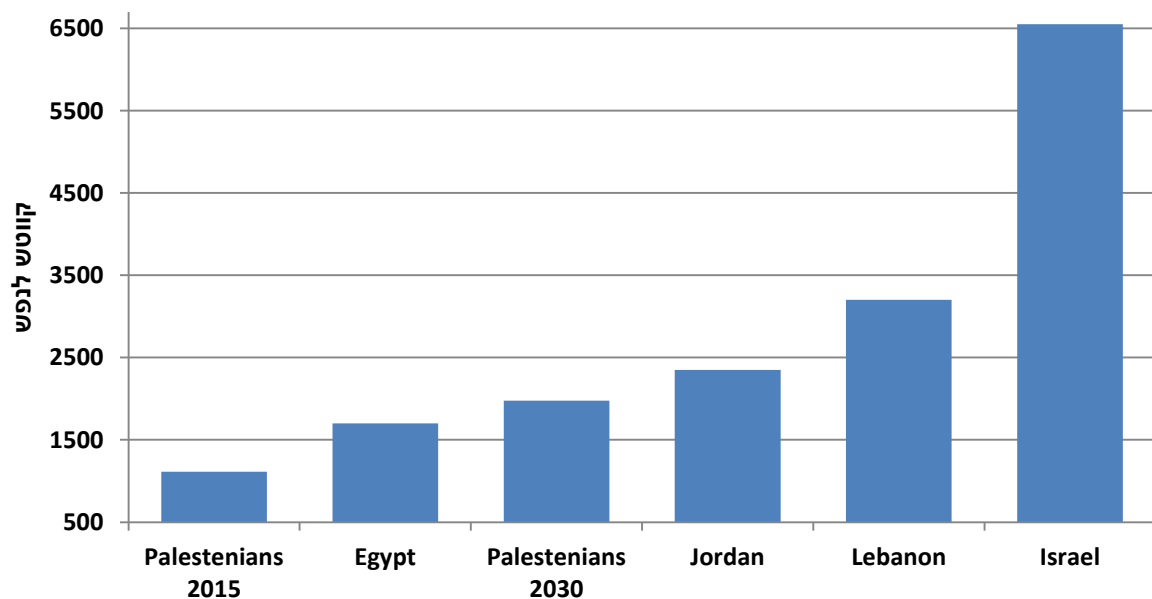
בהתאם לכך, בשנת 2030 סך מכירות הרכבים החשמליים יגיע לכ-15% מהמכונות החדשות הנמכרות בישראל, כמו כן צריכת החשמל הכוללת שלהם תעמוד על כ-3% מסך צריכת החשמל הכוללת. המשמעות הינה תוספת של 0.1% לשנה בביקוש לחשמל הנובע מתחלופה של דלקים עם חשמל זול יותר וידידותי יותר לסביבה.

3.11 הביקוש לחשמל של הפלשתינים

צריכת החשמל של המשק הפלשתיני (הגדה המערבית ורצועת עזה) עומדת כיום על כ-5.2 מיליארד קוט"ש. כמעט כל צריכת החשמל הפלשתיני כיום נרכשת מחברת החשמל הישראלית, למעט תחנת כח בהספק של 200MW ברצועת עזה, המופעלת בסולר באופן חלקי וברמת אמינות נמוכה.

להערכתנו בטווח הקצר והבינוני הפלשתינים ימשיכו להתבסס על חשמל מישראל כמקור עיקרי. לטווח הארוך יותר, אנו מעריכים כי המשק הפלשתיני צפוי לעבור לייצור חשמל עצמי. קיימת תוכנית להקמת תחנת כח בג'נין, וארגון הקווארטט הבינלאומי מתכנן הקמת תשתית להולכת גז טבעי מישראל לעזה, שתאפשר הקמת תחנת כח מבוססות גז ישראלי לעזה.

השוואת מדינות שונות לרשות הפלשתינית



מקור: ניתוחי BDO

צריכת החשמל ברשות הפלשתינית הינה נמוכה ביותר, גם בהשוואה למדינות ערביות שכנות, כפועל יוצא של התנאים הכלכליים, המצב הגיאופוליטי וחסמי היצע. הביקוש הפלשתיני תלוי בצמיחה הכלכלית וכן בעצימות הסכסוך הישראלי הפלשתיני, ועל כן כרוך מטבעו בעודף ודאות עודפת. לצורך התחזית הונח מצב של המשך הסטטוס-קוו הנוכחי ביחסי ישראל והפלשתינים, ללא החמרה של עצימות הסכסוך.

בהתאם לתחזית צפוי הביקוש הפלשתיני לעלות מרמה של 1,100 קוט"ש לנפש השנה לכ-2,000 קוט"ש לנפש בשנת 2030, שהינה עדיין רמת צריכה נמוכה בכ-20% ביחס לצריכה לנפש בממלכת ירדן.

סיכום תחזית הביקוש הפלשתיני לחשמל

CAGR 2015-2030	2030	2025	2020	2015	
2.6%	6.9	6.1	5.3	4.7	אוכלוסיה (מיליונים)
4.6%	22.1	17.0	13.6	11.2	תמ"ג (מיליארדי דולר)
1.9%	3,211	2,807	2,557	2,408	תמ"ג לנפש (דולרים)
6.5%	13.4	8.9	6.7	5.2	ביקוש לחשמל (אלפי קוואט"ש)
3.8%	1,936	1,466	1,255	1,113	חשמל לנפש (קוואט"ש)
1.8%	0.60	0.52	0.49	0.46	חשמל לדולר תוצר

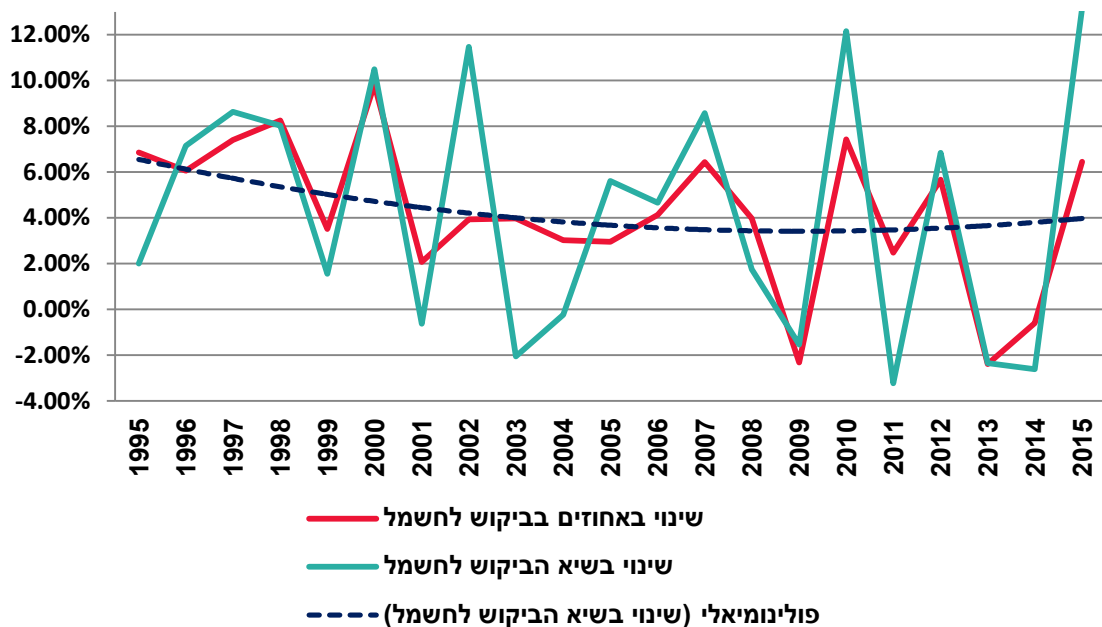
מקור: ניתוחי BDO

3.12 השוואת קצב הגידול בביקוש לגידול בשיא הביקוש

תכנון כושר הייצור במשק תלוי בעיקר בשיא הביקוש השעתי. ניתוח ההתפתחויות בשני העשורים האחרונים מראה שהגידול בשיא הביקוש מתואם באופן מלא עם הגידול בסך הביקוש, אם כי השונות בין השנים בשיא הביקוש גבוהה מהשונות בסך הביקוש.

משנת 1995 ועד שנת 2015 ניתן לראות בבירור קשר הדוק בין השינויים בביקוש לחשמל לשינויים בביקוש בתנאי שיא, למרות הקשר הברור ישנה שונות שונה בין הביקוש לחשמל לזו של תנאי שיא, כאשר סטיית התקן של הביקוש לחשמל היא נמוכה יותר מזו של הביקוש בשיא.

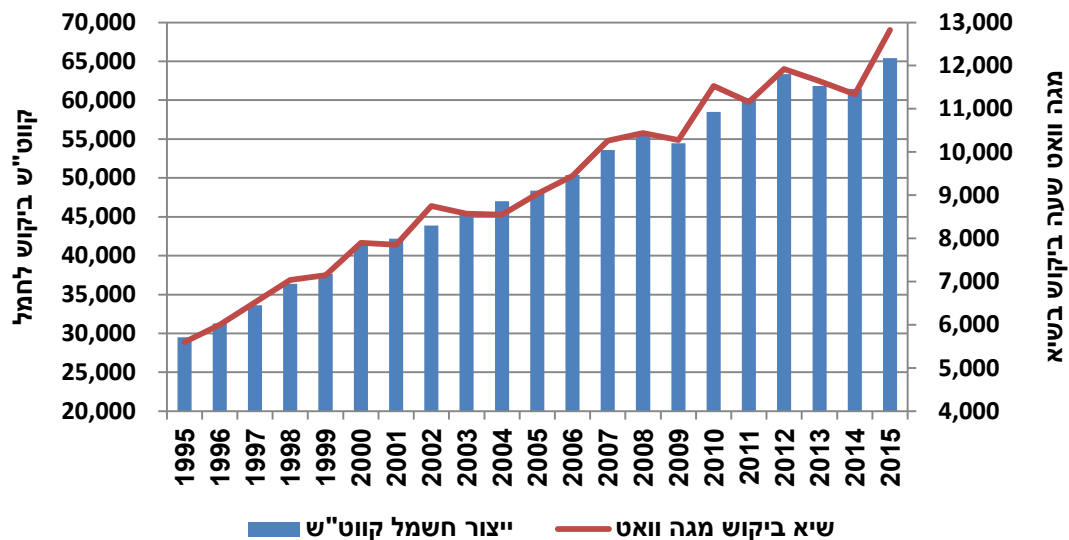
שינוי הביקוש לחשמל והשינוי בתנאי השיא



מקור: אומדני BDO לפי נתוני חח"י ורשות החשמל

על אף רמת המתאם הגבוהה יש לציין שסטיית התקן של השינוי בביקוש לחשמל הינה 3.2% כאשר סטיית התקן של תנאי השיא הינה 5.4%, כאשר הטווח של השינוי בביקוש לחשמל הינו בין 2.3% ל 9.8% כאשר הטווח של תנאי השיא הינו בין 3.2% ל 13.1%.

הביקוש לחשמל והביקוש בתנאי שיא



מקור: דוחות סטטיסטיים חח"י וניתוחי BDO

בראיה לטווח של העשור הקרוב אנו מניחים כי תמשך המגמה של עליית בשיא הביקוש בקצב דומה לעליית הביקוש הכולל, כפי שהיה בשנים האחרונות. הנחה זו משקללת עליית הביקוש בזמן שיא עקב החמרת תנאי האקלים והעליה ברמת החיים, יחד עם שיפורים טכנולוגיים. לאורך זמן צפויה כניסה של טכנולוגיות מתקדמות (בית חכם ורשת חכמה), שיאפשרו ניהול הצריכה הביתית והסטת ביקוש משעות שיא לשעות שפל. לצורך כך נדרש גם מעבר מלא של משקי הבית למניה חכמה, ומעבר לתעריף חשמל דיפרנציאלי שיתמך השטחת השיא, יחד עם אימוץ טכנולוגיות בית חכם. זהו תהליך ארוך טווח שהשפעתו לא צפויה להיות מהותית לטווח של 5 עד 10 השנים הקרובות.

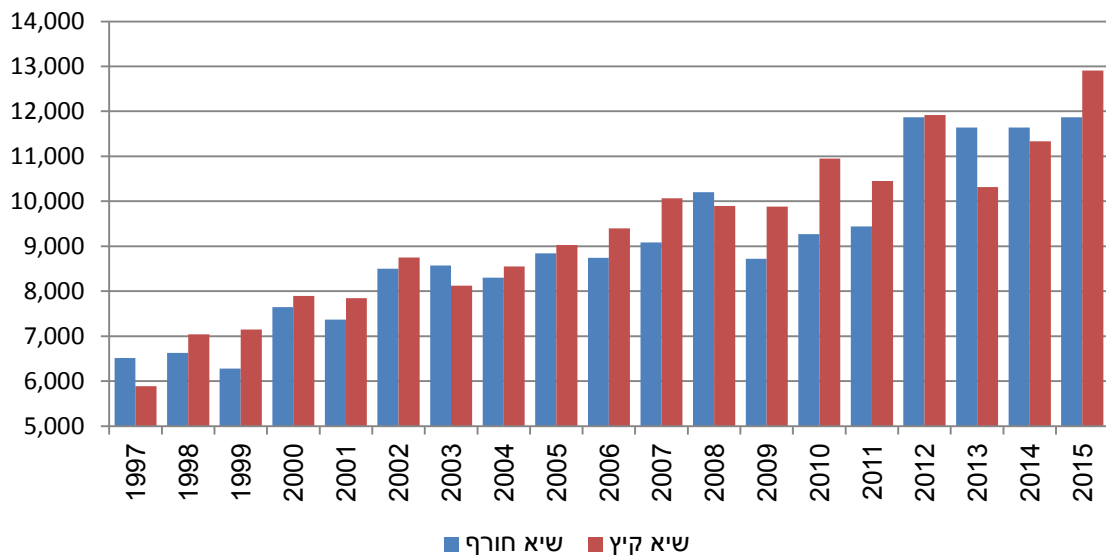
בנוסף, בתנאי האקלים הישראליים, עיקר התרומה לשיא הביקוש נובעת מהשפעת בקרת אקלים (קירור בקיץ וחימום בחורף). עבור שימושים אלו, אין כמעט אפשרות לבצע הסטת ביקושים משעות שיא לשעות שפל, שכן צריכת החשמל ומועד השיא מתואמים במלואם עם תנאי מזג האוויר.

3.13 שיא הביקוש בחורף לעומת שיא הביקוש בקיץ

כתוצאה מכך שעיתוי שיא הביקוש לחשמל (קיץ/חורף) משפיע על אופי מרכיבי ייצרני החשמל עליהם אפשר להסתמך, בעיקר בהתייחס לחשמל פוטו-וולטאי, יש צורך לבחון את עיתוי שעת השיא, בקיץ בשעות היום או בחורף בשעות הלילה.

מניתוח של כעשרים השנים האחרונות עולה שבכ-30% מהמקרים השיא לביקוש לחשמל מתרחש בחודשי החורף, ובכ-70% אחוז מהמקרים השיא מתרחש בחודשי הקיץ. לכן לא ניתן לחזות שהשיא יתרחש באופן ספציפי בעונה מסויימת, ותכנון משק החשמל צריך להביא בחשבון תרחיש של שיא ביקוש בחורף או בקיץ.

שיא ביקוש לחשמל (קיץ/חורף)



מקור: דוחות סטטיסטיים חח"י וניתוחי BDO

ניתן להווכח שעל אף שברוב המקרים השיא מתרחש בקיץ, בחלק לא מבוטל מהמקרים הוא דווקא מתרחש בחורף (30%). בנוסף, הטווח שבו נע פער השינוי בשיאים דהיינו ההבדל באחוזים ביחס לשנה קודמת, בין שיאי הקיץ לשיאי החורף, הינו בין מינוס 14% ל-18% כאשר הממוצע הוא כ-1%.

העולה מהאמור למעלה הוא שיש שונות די חדה בין שיאי החשמל בחורף ובקיץ, ושהשיא השנתי יכול להתרחש במהלך חודשי החורף או הקיץ.

4. חוסר הרלוונטיות של ההאטה ב 2013-2014



4.1 חוסר הרלוונטיות של ההאטה בביקוש לחשמל בשנים 2013-2014

בעשור שבין 2002 לבין 2012, גדל הביקוש לחשמל בישראל בקצב שנתי ממוצע של כ-3.8% לשנה, המייצג גידול בצריכת החשמל לנפש בקצב של כ-1.9% לשנה.

על פי האומדנים שלנו, ההאטה בביקוש לחשמל בשנים 2013-2014, מייצגת שורה של אירועים חד-פעמיים מצטברים, ולא שינוי מגמה. אירועים אלה כוללים:

- א. עליה במחירי החשמל בעקבות המחסור בגז בשנת 2012 (לפני הפחתת התעריפים בינואר 2015).
- ב. תנאי מזג אוויר נוחים מהממוצע בשנים 2013 ו-2014.
- ג. רגולציה שחייבה מעבר מ7היר לנורות חסכוניות.
- ד. סביבה כלכלית של משק בהאטה יחסית.

על פי ניתוח שלנו, נטרול ארבעת גורמים חד-פעמיים אלו היה מביא לכך שקצב הצמיחה בביקוש לחשמל בשנים 2013 ו-2014 היה עומד בטווח על כ-3.7%, בדומה לקצב הצמיחה הרב-שנתי בביקוש לחשמל של המשק הישראלי.

השפעת גורמים חד-פעמיים על הביקוש לחשמל בשנים 2013 ו-2014

2015	2014	2013	
6.4%	0.2%	-2.6%	שיעור שינוי בפועל ביצור החשמל
-3.1%	1.0%	2.6%	א. תקנון לתנאי מזג אוויר ממוצע
-0.2%	2.6%	2.0%	ב. תקנון להשפעת עליית המחיר
3.1%	2.8%	2.0%	סה"כ שינוי בביקוש מתוקנן מזג אוויר ומחיר
0.2%	0.3%	0.7%	ג. השפעת החלפה לנורות חסכוניות
3.3%	3.1%	2.7%	סה"כ קצב הביקוש
0.4%	0.6%	1.0%	ד. השפעת תנאי האטה כלכלית
3.8%	3.7%	3.7%	גידול פוטנציאלי בביקוש

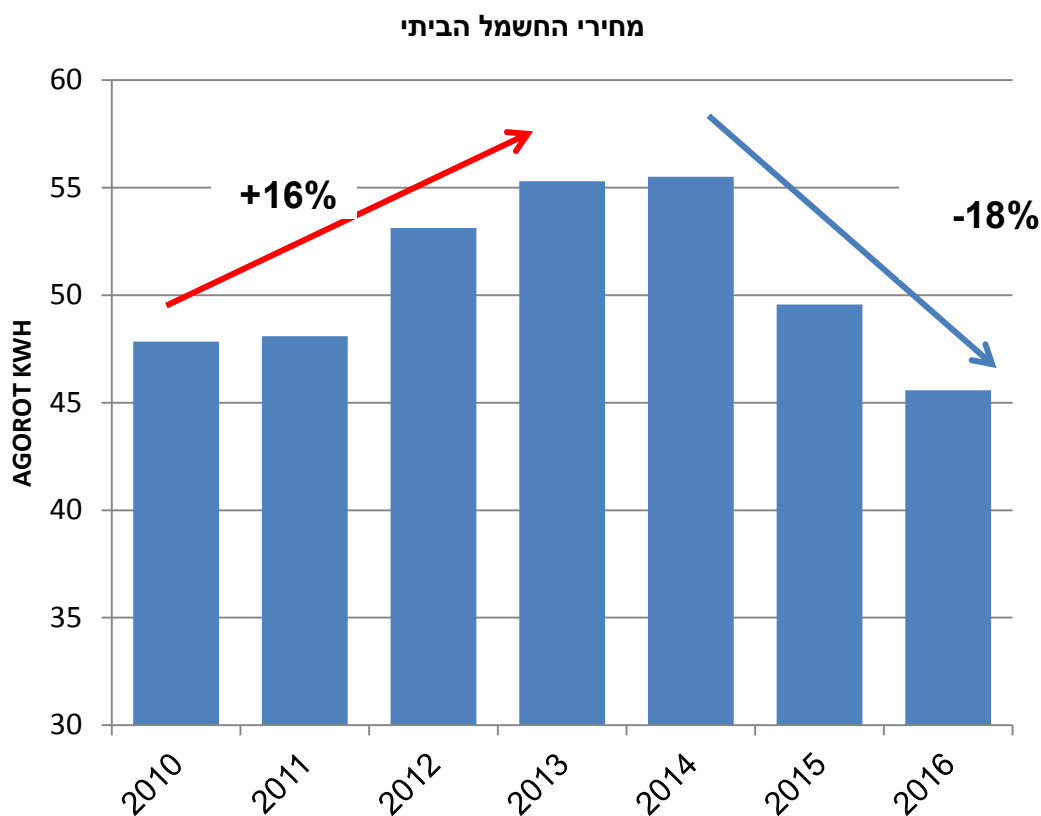
מקור: ניתוחי BDO

השילוב של 4 גורמים אלו מביא לכך שלא ניתן להסיק מנתוני השנים האחרונות על שינוי מגמה פרמננטי בצריכת החשמל במשק. השילוב של הגורמים החד-פעמיים הנ"ל הביאו לכך שרמת הביקוש לחשמל במשק כיום נמוכה להערכתנו בכ-9% ביחס לרמת הצריכה שהייתה צפויה השנה במשק בתנאים נורמליים. בראייה לטווח הבינוני והארוך, צפוי תיקון הדרגתי בדפוס הביקוש שיביא לצמצום הפער.

4.2 השפעת המחיר על הביקוש לחשמל

על פי הניתוח שלנו, התואם מחקרים נוספים שנעשו בישראל ובעולם, גמישות הביקוש לחשמל ביחס למחיר עומדת על כ-0.35. המשמעות הינה כי גידול של 10% במחיר החשמל, צפוי להביא לירידה של כ-3.5% בביקוש, ולהפך – ירידה של 10% במחיר תביא לצמיחה של 3.5% בביקוש לחשמל, כאשר יתר התנאים קבועים. תהליך ההתאמה בביקושים לשינוי במחיר הינו הדרגתי במשך תקופה של כ-3 שנים.

בין השנים 2010 ל-2013 עלה תעריף החשמל בישראל בכ-16%, בעיקר עקב המחסור הזמני בגז טבעי והשימוש הזמני בדלקים חליפיים. השפעת עליית המחיר על הביקוש, הביאה לירידה מצטברת של כ-5.5% בביקוש לחשמל עקב השפעת גמישות הביקוש ביחס למחיר. לכן, נתוני ההאטה בקצב הגידול בביקושים בשלוש השנים מייצגים השפעה זמנית של עליית מחירים. לצורך ניטרול השפעת עליית התעריפים, יש לתקן את קצב הגידול בביקוש לחשמל בשלוש השנים האחרונות בכ-1.8% לכל אחת משלושת השנים (5.5% הנפרשים על פני תקופה של 3 שנים), מעבר לגידול של 1% שהתקיים בפועל, שמשמעם גידול של 3.5% לשנה, בדומה לקצב הגידול בשנים 2001 עד 2011.



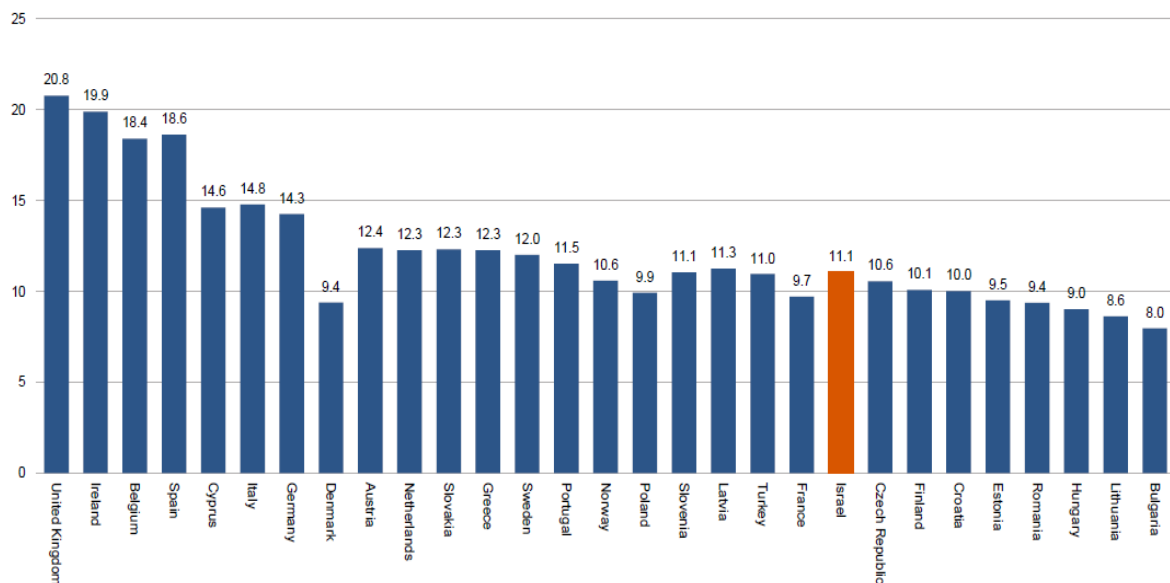
מקור: דוחות חח"י וניתוחי BDO

המסקנה הברורה הינה כי מגמת ההאטה בביקוש לחשמל בשלוש השנים האחרונות, נובעת מהשפעה של עליית מחירים שנבעה מהמחסור בגז טבעי במשק, ולא משינוי מבני בדפוסי צריכת החשמל במשק.

בשנת 2015 הופחתו תעריפי החשמל במשק בכ-18% בשני שלבים. התוצאה צפויה להיות תרומה של גידול נוסף של כ-6% בביקוש לחשמל על פני התקופה של השלוש השנים הקרובות, מעבר לקצב הגידול הרגיל של הביקוש.

יצוין כי מחירי החשמל בישראל הינם בטווח הנמוך בהשוואה בינלאומית. המחירים הנמוכים יחסית בישראל צפויים להביא לרמת צריכה גבוהה יותר של חשמל, כאשר יתר התנאים זהים. ירידת מחירי החשמל תורמת להגדלת עתירות השימוש בחשמל, כפועל יוצא של היתרון היחסי של ישראל הנובע ממחירי חשמל זולים ביחס למדינות המערב.

מחירי החשמל הביתי-השוואה בינלאומית, 2015
(euro cents/kwh)



מקור: מצגת דוחות חח"י

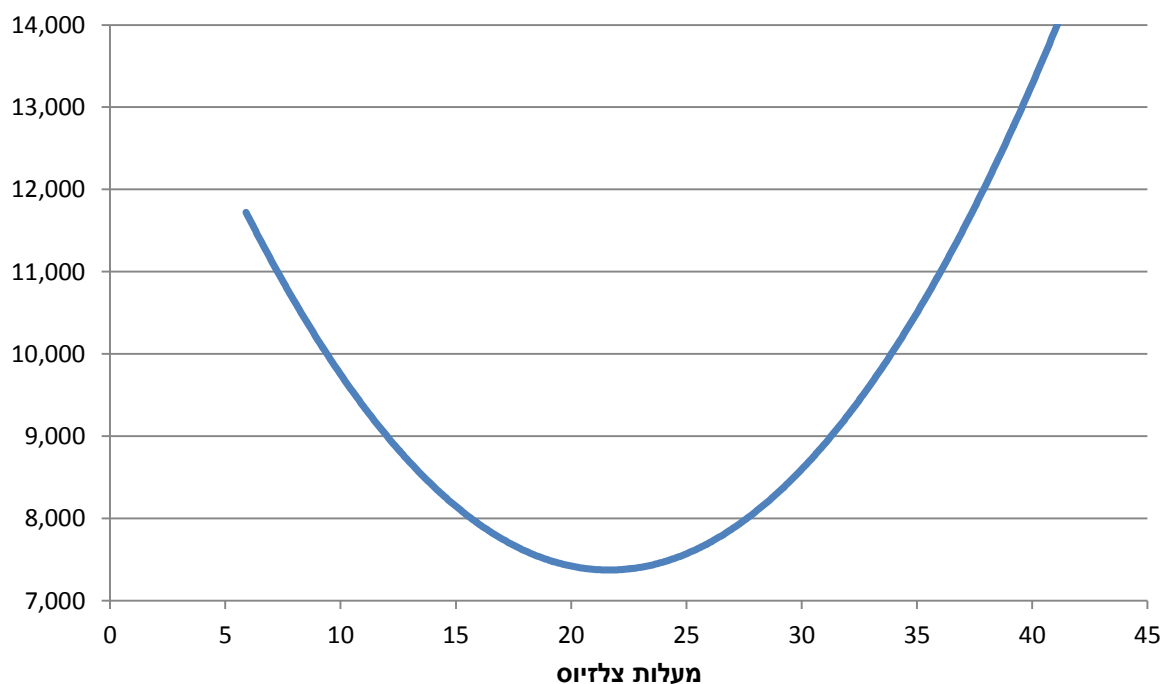
4.3 השפעת תנאי מזג אוויר

חלק משמעותי מצריכת החשמל בישראל מיועדת לצורך בקרת אקלים – מיזוג אוויר בקיץ, וחימום אוויר ומים בחורף. תנודות בתנאי מזג האוויר (קיץ חם לעומת קיץ ממוצע, או חורף קר לעומת חורף ממוצע), יכולות להביא לסטיות בסדר גודל של כ-10% בסך הביקוש לחשמל במשך בהשוואה בין שנים שונות.

לפיכך, ניתוח מגמות הביקוש במשך מחייב תיקנון להשפעת השונות במזג האוויר. בבחינת מגמות ותחזיות לטווח ארוך, מתבססות תחזיות הביקוש על הנחה סינטטית של מזג אוויר ממוצע. בפועל, בכל שנה ושנה צפויות סטיות (כלפי מעלה או מטה) מהנחה סינטטית זו. מכאן נובעת החשיבות לקיומן של רזרבות נאותות במשק, שיאפשרו אספקת חשמל סדירה גם בתנאים של מזג אוויר חריג (בקיץ או בחורף).

חלק משמעותי ביותר בצריכת החשמל בישראל מושפע ונובע מתנאי האקלים. הגרף להלן מציג את צריכת החשמל הממוצעת בישראל בשעת השיא (15:00 אחה"צ) כתלות בטמפרטורה בשעה זו. טווח הנוחות בישראל (comfort zone) נמצא בטווח של 18 עד 22 מעלות. כאשר הטמפרטורה עולה מעל 22 מעלות, מתחיל גידול חד בצריכת החשמל בישראל, עד כדי הכפלת הצריכה בטמפרטורה של 40 מעלות. מנגד, ירידה בטמפרטורה מתחת ל-18 מעלות מביאה להגדלת צריכת חשמל לצרכי חימום בקצב דומה. מתוך נתונים אלה עולה בבירור כי אין משמעות לניתוח של תנודה שנתית בצריכת החשמל בישראל מבלי להתייחס להשפעת תנאי מזג האוויר באותה שנה.

השפעת הטמפרטורה על צריכת חשמל בישראל
צריכת חשמל בשעה 15:00 כתלות בטמפרטורה



מקור: השירות המטאורולוגי וחברת החשמל

השנים 2013 ו-2014, היו מאופיינות בחורפים נעימים ביחס לממוצע הרב שנתי. במונחי מדד ימי מעלות חימום (HDD- Heating Degree Days), היה מזג האוויר בחורפים בשנתיים אלו נוח ב-10% עד 15% ביחס לממוצע הרב שנתי. ניתוח השפעה מזג האוויר על הביקוש לחשמל, מראה כי הגידול בביקוש לחשמל בשנת 2013 ביחס לשנת 2012 היה נמוך בכ-2.6% בשל השפעת שינוי מזג האוויר.

השפעת מזג האוויר על הגידול בצריכת החשמל ב-2013

השפעת מזג אוויר על השינוי בצריכת החשמל ב-2013	שיעור שינוי לעומת 2012	2013	2012	
1.1%	-7%	104	111	מדד ימי מעלות קירור ביחס לממוצע רב שנתי
1.5%	-18%	90	110	מדד ימי מעלות חימום ביחס לממוצע רב שנתי
2.6%				סה"כ

בשנת 2014, הגידול בביקוש לחשמל ירד בכ-1% בשל השפעת גורמי מזג האוויר.

השפעת מזג האוויר על הגידול בצריכת החשמל ב-2014

השפעת מזג אוויר על השינוי בצריכת החשמל ב-2014	שיעור שינוי לעומת 2013	2014	2013	
0.7%	-4%	100	104	מדד ימי מעלות קירור ביחס לממוצע רב שנתי
0.3%	-7%	84	90	מדד ימי מעלות חימום ביחס לממוצע רב שנתי
1.0%				סה"כ

המשמעות הינה, כי בנוסף להשפעת המחיר, גם השפעת מזג האוויר הביאה לירידה חד-פעמית בביקוש לחשמל בשנים אלו, שאינה מייצגת שינוי מגמה. השילוב בין עליית מחירי חשמל, ומזג אוויר נוח מהממוצע בחורף, הביאו לירידה בגידול בביקוש לחשמל בשנתיים אלו.

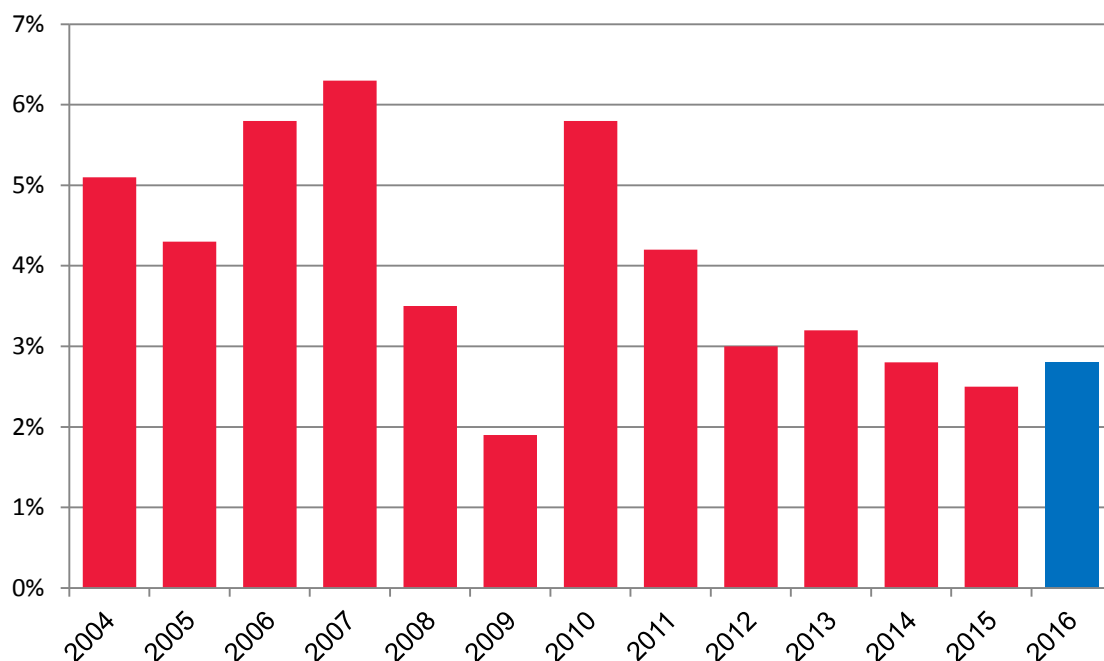
4.4 השפעת ההאטה בקצב הצמיחה במשק

הביקוש לחשמל במשק מושפע מהפעילות העסקית בענפי המשק, מרמת ההשקעות במשק ומההכנסה הפנויה של משקי הבית. בתנאים של האטה בקצב הצמיחה הכלכלית, צפויה גם האטה בקצב הגידול בביקוש לחשמל.

הנתונים הכלכליים מצביעים על כך כי בשנים האחרונות קצב הצמיחה במשק היה נמוך ביחס לקצב הצפוי לאורך זמן. המשמעות הינה גורם נוסף שהביא להאטה בקצב הביקוש לחשמל, מתחת לקצב הגידול הרב שנתי.

בשלוש השנים האחרונות עמד קצב הצמיחה הממוצע של התוצר במשק על כ-3%, נמוך מקצב הצמיחה הרב שנתי של המשק העומד על כ-3.8%. על פי אומדנינו, גמישות הביקוש לחשמל ביחס לצמיחה בתוצר קרובה ליחידתית המשמעות הינה שעליה של 1% בצמיחת התוצר מביאה לאורך זמן לעליה של כ-1% בביקוש לחשמל. בישראל ישנם גורמים מאיצי ביקוש שאינם תלויים בתוצר כגון: חשמול הרכבת, ההתחממות הגלובלית, מעבר לרכבים חשמליים, התפלת מים, ירידת מחירי החשמל. גורמים אלו הינם אקסוגנים וגורמים לגידול בביקוש גם כאשר התוצר קבוע.

התפתחות הגידול בתוצר במשק



*2016, לפי תחזית משרד האוצר

מקור: הלמ"ס

4.5 המעבר לנורות חסכוניות

בשנת 2012 נכנס לתוקף חוק האוסר על יבוא ומכירת נורות ליבון והלוגן בהספק העולה על 60 וואט. במקביל, החל באותה שנה משרד האנרגיה בסבסוד נורות חסכוניות, במטרה להחזיר לשוק.

עד לשנת 2014, הגיעה חדירת נורות חסכוניות לכ-90% ממשקי הבית בישראל.

המעבר לנורות חסכוניות מאפשר חסכון של כ-70% בצריכת החשמל הביתי לתאורה למשק בית. מימוש המעבר ב-90% ממשקי הבית הביא לחסכון של כ-63% בצריכת החשמל של משקי הבית לתאורה. היקף צריכת החשמל לתאורה למשק בית נאמד בכ-1,000 קוט"ש (כ-14% מצריכת החשמל הביתית).

המשמעות הינה כי המעבר לנורות חסכוניות הביא לירידה חד-פעמית של כ-8.8% בצריכת החשמל הכוללת של משקי הבית בישראל, המהווים כ-2.5% מסך צריכת החשמל במשק.

המעבר לנורות חסכוניות במשק הבית הושלם ברובו, ובשנים הקרובות צפוי המשך מעבר לנורות חסכוניות ברשויות המקומיות ובמגזר הציבורי והמסחרי שנלקח בחשבון במסגרת תחזית הביקוש במגזרים אלו.

5. תחזית היצע החשמל



5.1 רקע

משק האנרגיה בישראל הינו משק מבודד התלוי באופן בלבדי בייצור עצמי. בהתאם לכך, דרישות האנרגיה חייבות להיות מושגות בכל עת וקיימת חשיבות יתרה לקיום גיבוי נאות. עד לפני שנים ספורות ייצור האנרגיה נשלט באופן מוחלט על ידי חברת החשמל (חח"י). בשנת 2005 משק החשמל נפתח לתחרות לאחר חקיקת חוק החשמל החדש, חקיקה אשר איפשרה את הכנסתם של ייצרנים פרטיים (יחפ"ם) במקטע הייצור.

כניסת תחרות לייצור החשמל התאפשרה בין היתר בזכות כניסת הגז הטבעי, שאפשר ליצרנים הפרטיים יצור חשמל על בסיס תחרותי.

עד לגילוי גז טבעי לאורך חופי ישראל, יצור החשמל בישראל התבסס על פחם עבור ייצור הבסיס - Baseload ומזוט וסולר עבור שעות השיא. במהלך 12 השנים מאז כניסת הגז הטבעי למשק בשנת 2004, השלים משק החשמל בישראל מעבר מלא של כל ייצור החשמל ממזוט וסולר לגז טבעי. עקב היתרונות הסביבתיים והכלכליים של שימוש בגז טבעי מקומי לעומת פחם מיובא, כל תוספת כושר הייצור במשק מאז שנת 2004 נעשית באמצעות גז טבעי בלבד (מלבד היקף מצומצם של אנרגיות מתחדשות).

כושר ייצור החשמל בישראל עומד כיום על MW17,360, מתוכם MW 11,630 כושר ייצור בגז טבעי.

בשנת 2015 כמחצית מייצור החשמל בישראל יוצר באמצעות תחנות פחמיות, ומחציתו באמצעות גז טבעי. לאורך זמן, היקף הייצור בפחם לא צפוי לגדול ואף לרדת. על פי החלטת שר האנרגיה יסגרו תחנות רבין 4-1 לא יאוחר מאמצע שנת 2022 והשימוש בפחם יופחת ב-MW 1,440.

הספק ייצור החשמל בישראל לפי דלקים, 2015

סה"כ	מתחדשות	גז	פחם	
13,617	-	8,777	4,840	חברת החשמל חח"י
3,180	890	2,290	-	ייצרנים פרטיים
562	-	562	-	קוגנרציה ותעשייה
17,360	890	11,630	4,840	סך הכל
100%	5%	67%	28%	% מההספק
100%	1%	51%	48%	% מייצור החשמל

מבחינה אסטרטגית ובהתאם לתקנות, כל תחנות הכוח שמונעות ע"י גז בישראל ובעלות הספק של מעל 100 MW פועלות כתחנות דואליות שכולות לעבוד גם באמצעות סולר. לפיכך, התלות בגז כמקור אספקה עיקרי אינה יוצרת סיכון אסטרטגי ליכולת אספקת חשמל למשק, אלא סיכון כלכלי וסביבתי בלבד, למקרה של העדר גז, שבו יאלץ המשק לעבור חזרה לייצור בסולר, כפי שקרה בשנת 2012.

במצב הקיים קיימים רשיונות מותנים להקמת כושר יצור קונבנציונאלי בהיקף של כ-1,000 MW הנמצאים בשלבים שונים של תכנון והקמה. יזמים שונים הודיעו על כוונתם להקים תחנות נוספות (פיקריות או מחז"מים), אולם לגבי תחנות אלו עדיין לא הושלמה ההסדרה.

רשיונות להקמת יחפ"ם עד 2022

סגירה פיננסית	GSPA	רשיון מותנה / רשיון קבוע	תחילת פעילות	תוספת קיבולת (MW)	
✓	✓	רשיון מותנה	2016	140	יח"פ דלק שורק
✗	✗	רשיון מותנה	2018	120	אתגל
✗	✗	רשיון מותנה	2019	360	צומת
✗	✓	רשיון מותנה	End 2019	428	באר IPM טוביה
				1,048	סה"כ

בנוסף לכך, ניתנו רשיונות להקמת פרויקטי אגירה שאובה, שהינם פרויקטי איחסון המאפשרים הסטת ביקושים משעות השיא לשעות השפל. לצרכי תכנון משק האנרגיה, תוספת אגירה שאובה שקולה לתוספת כושר יצור לצרכי בחינת צרכי המשק בשעת שיא הביקוש. בתנאים הקיימים כיום במשק החשמל, פרויקטי איחסון באגירה שאובה או באמצעות סוללות מהווים אלטרנטיבה יקרה בהשוואה לתחנות פיקריות, ודורשות סבסוד ממשלתי.

רשיונות לאגירה שאובה מתוכננת עד 2022

סגירה פיננסית	GSPA	רשיון מותנה / רשיון קבוע	תחילת פעילות	תוספת קיבולת (MW)	
✗	✗	רשיון מותנה	2019	292	מעלה גילבוע
✗	✗	רשיון מותנה	2021	340	כוכב הירדן
				632	סה"כ

5.2 יצרני קוגנרציה

מתקני קוגנרציה הינם מתקנים לייצור חשמל העושים שימוש בחום התרמי השיוירי לצרכים נוספים ובראשם ייצור קיטור מעבר לייצור החשמל. ככאלה מתקני הקוגנרציה נהנים מנצילות אנרגטית גבוהה יותר, הם מפחיתים את זיהום האוויר, מוזילים את עלויות האנרגיה של התעשייה וחוסכים במשאבי רשת.

בחמש השנים הקרובות, צפויה השלמת הקמת תחנות קוגנרציה (יצור משולב של קיטור וחשמל) במפעלים גדולים (כיל, מכתשים, בתי הזיקוק, ניר חדרה, תנובה, נילית וכד') בהיקף של כ-2,000 MW. מפעלי התעשייה הכבדה הגדולים בישראל צפויים להשלים את המעבר לקוגנרציה בגז עד לשנת 2020.

לצרכני הקיטור הגדולים (יצרני הקוגנרציה) יש יתרון אנרגטי ביצור משולב של קיטור וחשמל. אולם מדובר בנישה ייעודית, שכן בתנאי האקלים בישראל אין ביקוש משמעותי לקיטור לצרכי הסקה וחימום, ולכן קצב הגידול של יצרני הקוגנרציה מושפע מקצב הגידול של התעשייה.

לפיכך, פוטנציאל היצור באתרי קוגנרציה מוגבל ליצרנים גדולים בתעשייה הכבדה. בחלק ניכר מיצרני הקוגנרציה פוטנציאל הגידול מוגבל (לא צפויים הקמת מפעלי ענק עתירי אנרגיה נוספים כדוגמת כימיקלים לישראל או בתי הזיקוק). לאורך זמן, משקלה של התעשייה הכבדה במשק צפוי לרדת, ואנו מעריכים כי קצב הגידול ביצור חשמל עצמי יהיה נמוך מקצב הגידול בחשמל בתעשייה.

ניתוח הפרוייקטים שקיבלו רשיון ונמצאים בשלבים של הקמה או תכנון, מצביע על פוטנציאל גידול ביצור בקוגנרציה של 861 MW בעשור הקרוב.

רשיונות להקמת מתקני קוגנרציה עד 2022

סגירה פיננסית	GSPA	רשיון מותנה / רשיון קבוע	תחילת פעילות	תוספת קיבולת (MW)	
בבניה	✓	רשיון קבוע	2017-2018	220	כ"ל ים המלח
✓	✓	רשיון מותנה	2018	73	אלון תבור (תנובה)
✓	✓	רשיון מותנה	2018	73	רמת גבריאלי (נילית)
✗	✗	רשיון מותנה	2019	64	סוגת
✗	✓	רשיון מותנה	2019	77	סולבר
✓	✓	רשיון קבוע	2019	130	נייר חדרה (ליד OPC)
✗	✓	רשיון מותנה	2020	160	חיפה כימיקלים
✗	✗	רשיון מותנה	2021	64	פז קוגנרציה 3
				861	סה"כ

5.3 הפחתת פחם

יצור החשמל בישראל התבסס באופן מסורתי על שימוש בפחם לייצור ה-Baseload. ההחלטות על הקמת התחנות הפחמיות נעשו במאה שעברה, לפני תגליות הגז הטבעי בישראל. בטרם גילוי הגז, כאשר כל יצור החשמל בישראל התבסס על פחם, סולר ומזוט מיבוא, היה יתרון כלכלי ברור לשימוש בפחם על פני סולר ומזוט.

תחנות פחמיות חח"י

מיקום	תחנה	טורבינות	MW	יעילות	התחלת פעילות
אורות רבין	A	4X360	1440	39%	1981-1984
	B	2X575	1150		1995-1996
רוטנברג	A	2X575	1150	41%	1990-1991
	B	2X550	1100		2000-2001
סך הכל		10	4840	40%	

תגלית הגז הטבעי הביאה לשינוי מהותי בכדאיות למשק הלאומי לשימוש בפחם. לישראל אין עתודות פחם מקומי, והפחם מיובא לישראל מדרום אפריקה, אוסטרליה ודרום אמריקה, בעלויות הובלה גבוהות. השימוש בגז טבעי מקומי מקנה למשק הישראלי יתרונות כלכליים, סביבתיים ואסטרטגיים משמעותיים.

כתוצאה מכך ובעקבות תגליות הגז, בוטלו התוכניות להקמת תחנת כח פחמית נוספת (פרוייקט D) שהיתה מתוכננת לקום באשקלון. כמו כן מאמץ משרד האנרגיה, בתמיכת משרד הגנת הסביבה ומשרד הבריאות, מדיניות של הפחתת השימוש בפחם.

בשנת 2016 הורה משרד האנרגיה לחברת החשמל להקטין ב-15% את השימוש בפחם לייצור חשמל. עד לכניסת "לוויתן" לשוק, קיימת מגבלת היצע של גז טבעי למשק הלאומי, ולכן לא ניתן לבצע הקטנה משמעותית נוספת בשימוש בפחם.

אנו מעריכים כי עם פיתוח מאגר "לוויתן", ובהמשך כניסת "כריש-תנין", יתבצעו הפחתות נוספות בשימוש השוטף בפחם, והתחנות הפחמיות ישמשו בעיקר לצרכי גיבוי אסטרטגי. יצויין, כי תהליך דומה של הפחתת השימוש בפחם קיים גם בארה"ב ובאירופה, כולל גם במדינות שיש להן יצור מקומי של פחם. המשמעות של הפחתת השימוש בפחם הינה הקטנת פליטות CO2 בשיעור של כ-20% ללא כל עלות למשק הלאומי. להערכתנו זוהי אלטרנטיבה עדיפה כלכלית להקטנת הפליטות על פני סבסוד של שימוש באנרגיות מתחדשות.

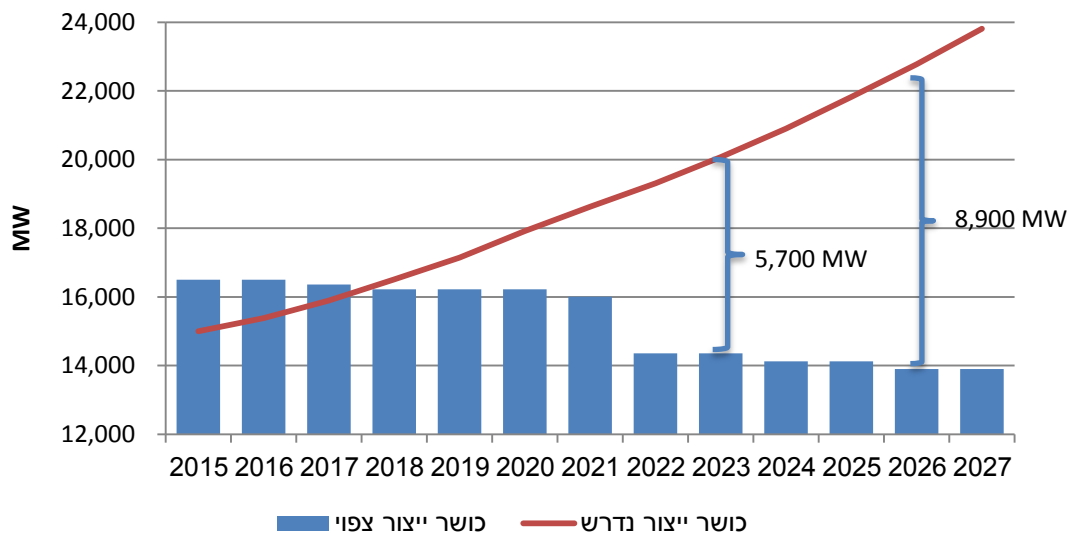
5.4 כושר הייצור הנדרש במשק

צרכי תוספת כושר הייצור העתידי במשק כוללים 3 מרכיבים עיקריים:

1. תוספת כושר יצור למענה על תוספת הביקוש הצפוי ורזרבות נאותות
2. תוספת כושר יצור לשחלוף תחנות כח שצפויות להגיע לקצה אורך החיים הכלכלי שלהם
3. תוספת כושר יצור לשחלוף תחנות רבין 1-4, שצריכות להסגר בהתאם להחלטת השר

הניתוח שלנו מראה, כי תוספת כושר הייצור במשק לצורך אספקת צרכי המשק נדרשת במהלך 7 השנים הקרובות, עד שנת 2023 הקמה של כושר יצור כולל של 6,300MW במשק הישראלי. תוספת כושר יצור זו כוללת 4,150MW לאספקת הגידול בביקוש, וכן 2,150MW לשחלוף תחנות כח המגיעות לקצה אורך החיים הכלכלי שלהם (רידינג ד', חיפה ג' ורבין 1-4). בתוך 10 שנים תדרש תוספת כושר יצור של 9,450 MW.

תוספת כושר ייצור החשמל הנדרשת בעשור הקרוב



התמהיל האופטימלי של תחנות הכח הנדרשות למשק, כולל שילוב של תחנות מחז"מ לאספקת הביקוש הבסיסי, יחד עם תחנות פיקריות לאספקת הביקוש בשעות שיא והרזרבה המשקית. כאמור, תחנות פוטו-וולטאיות אינן תורמות לאספקת חשמל בשעות שיא החורף, ולכן אינן רלבנטיות לצרכי בחינת יכולת המשק לעמוד בצרכי אספקת חשמל בשיא הביקוש.

אלטרנטיבה להקמת פיקריות הינה השקעה באמצעי אגירת חשמל, כגון אגירה שאובה ואגירה באמצעות סוללות. לצורך התכנון נלקחו בחשבון תחנות האגירה השאובה שקיבלו רשיון.

התמהיל האופטימלי במשק כולל שילוב של תחנות מחז"מ ופיקריות. **ההחלטה לגבי אחסון הינה חלופית להקמת פיקריות, ואינה רלבנטית לצרכי תכנון כושר היצור הנדרש בתחנות בשיטת מחז"מ ל-baseload.**

כלכלית, אחסון מהווה תחליף לתחנות פיקריות, ולכן הכדאיות הכלכלית צריכה להבחן כתחליף לפיקרים בלבד. ההערכות הינן כי למרות השיפורים הטכנולוגיים במחירי הסוללות, בטווח של העשור הקרוב מחירי האחסון עדיין צפויים להיות גבוהים בהשוואה לעלות של הקמת תחנות מחזור פתוח (פיקריות).

חשוב להדגיש כי לצורך בחינת העלות האפקטיבית של האחסון, יש להביא בחשבון גם את עלות יצור האנרגיה בזמני השפל, לצורך אגירתה לזמן השיא, והאובדנים בתהליך. לא נטען להניח כי האנרגיה המשמשת לאחסון הינה אנרגיה מתחדשת בעלות שולית אפס, כיוון שהתחנות המתחדשות פועלות בתפוקה מלאה לכל אורך שעות הזמינות שלהם, ללא תלות בקיומה של יכולת אחסון במשק.

לכן, כאשר מקימים כושר אחסון, נדרש לייצר עיבור חשמל בשעות השפל, באמצעות טכנולוגיית מחז"מ, כדי לספקו בשעות השיא. לפיכך, לצורך בחינת כדאיות הקמת אחסון יש להכליל גם את העלות השולית של ייצור חשמל בשעות השפל.

6. המחסור הצפוי במשק החשמל ומחיר הטעות



6.1 המחסור הצפוי במשק החשמל

כוסר יצור החשמל במשק עומד כיום על MW 17,360, מתוכם כ-MW 850 אנרגיות מתחדשות בטכנולוגיה פוטו-וולטאית, אשר אינן תורמות לרזרבות בשעות השיא בחורף (שמתרחש בשעה 9 בערב). בישראל, שיא הביקוש בקיץ ובחורף הם בסדר גודל דומה, כאשר בחלק מהשנים (שנים קרות מהממוצע) שיא הביקוש מתרחש בחורף, ובחלק מהשנים (שנים חמות מהממוצע) שיא הביקוש מתרחש בקיץ.

כיוון שלא ניתן לדעת מראש באיזה עונה יתרחש שיא הביקוש, תכנון משק האנרגיה צריך לספק את הרזרבה הנדרשת הן בשעות היום (שיא בקיץ) והן בשעות הערב (שיא חורף). לפיכך, כוסר היצור האפקטיבי שהועמד לרשות המשק הישראלי בשעות שיא חורף בשנת 2015 היה כ-MW 16,000, לאחר הפחתת כוסר היצור הפוטו-וולטאי. לגבי טכנולוגיות הייצור האחרות של אנרגיה מתחדשת שיעורי הזמינות בשעות השיא חושבו לפי מקדמים אשר מתבססים על הערכות רשות החשמל.

שיא הביקוש לחשמל עמד בשנת 2015 על כ-MW 12,500. המשמעות היא כי כיום קיימת רזרבה בהיקף של כ-27% מעל שיא הביקוש, המייצגת רזרבה עודפת ביחס למדיניות הממשלה, הקובעת יעד רזרבה של 20% מעבר לשיא הביקוש.

לצורך בחינת המחסור הצפוי במשק ככוסר יצור, נבחנו מספר תרחישים אלטרנטיביים:

- א. תרחיש בסיס.
- ב. תרחיש תוכניות אנרגיה מתחדשות נדחים.
- ג. תרחיש מזג אוויר קיצוני (תנאי מזג אוויר כדוגמת 2012).

לצורך הניתוח לא נלקחה בחשבון השפעת סגירת תחנת "אורות רבין" המתוכננת לאחר כניסת "לוויתן", מתוך הנחה שסגירת התחנה תעשה רק בכפוף להקמת כוסר ייצור חליפי. לפיכך, צרכי כוסר היצור החשמל המופיעים כאן, הינם הצרכים בתוספת לכוסר הייצור בסך MW1,440 שתדרש לשחלוף תחנת רבין A.

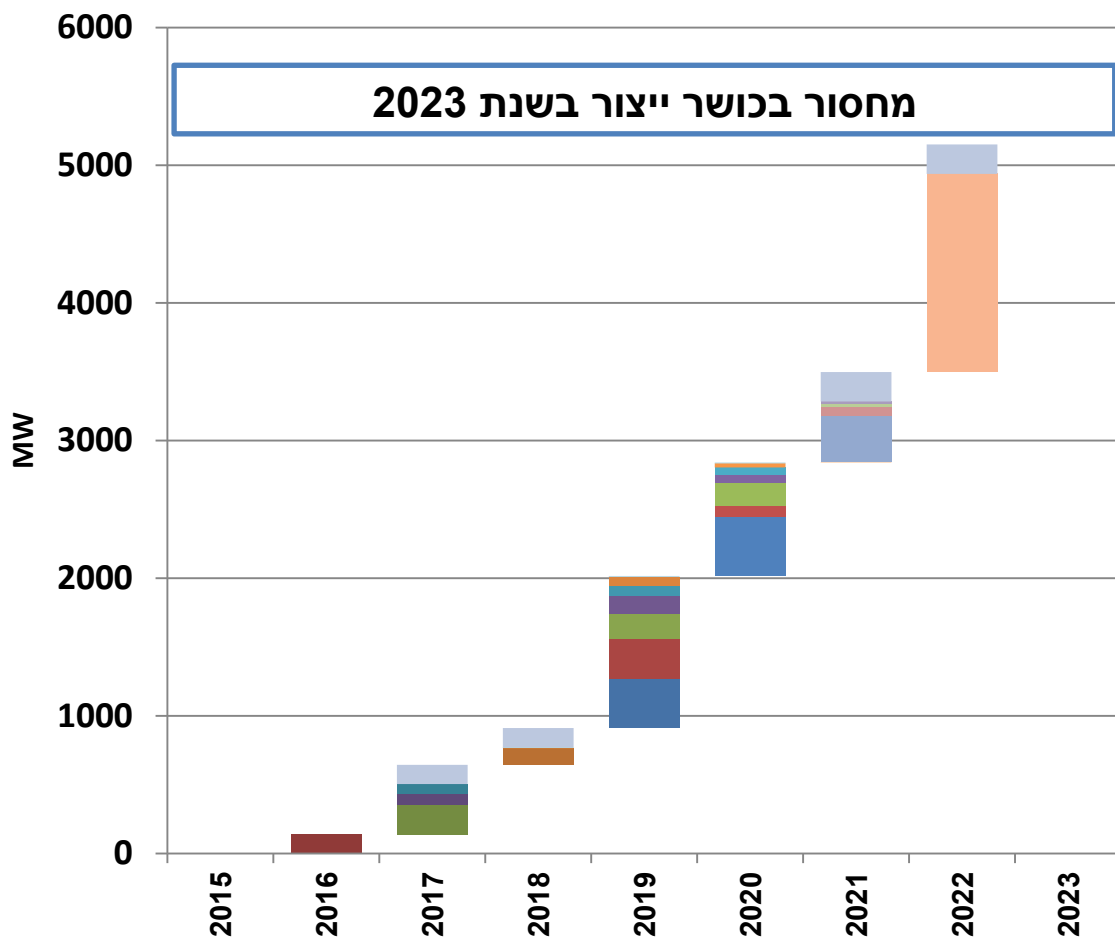
על פי תוצאות הניתוח שלנו, המצב של עודף כוסר יצור במשק הינו מצב זמני. בחינה של תוכניות הפיתוח הקיימות לבניית תחנות כח נוספות, בשילוב עם תחזית הביקוש לחשמל המוצגת בעבודה זו, מראים בבירור כי ללא בניית תחנות כוח נוספות, מעבר למתוכנן כיום, צפוי מחסור בכוסר יצור ביחס לנדרש בשנת 2023. במקרה של תנאי מזג אוויר קיצוניים (כפי שהיה בעשור האחרון בשנת 2012) או אי מימוש חלק מהפרוייקטים המתוכננים כיום, צפוי מחסור בכוסר יצור כבר בשנת 2022.

מחסור בכוסר הייצור סיכום תרחישים

תרחיש	2020	2021	2022	2023	2024	2025
תרחיש הבסיס	1,144	882	195	-569	-1,393	-2,317
השפעת מזג אוויר - שנה קרה	755	478	-224	-1,005	-1,846	-2,790
דחיית פרויקטי אנרגיה מתחדשת	722	419	-268	-1,032	-1,856	-2,780

תוספת כושר היצור הנדרשת עד 2023

סך תוספת נדרשת 5,700MW



- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ■ דלק שורק (יח"פ) | ■ אלון תבור (תנובה) (כושר יצור) |
| ■ כי"ל ים המלח (כושר יצור) | ■ אתגל (יח"פ) |
| ■ רמת גבריאלי (נילית) (כושר יצור) | ■ מעלה גילבוע (איחסון) |
| ■ צומת (יח"פ) | ■ נייר חדרה (ליד OPC) (כושר יצור) |
| ■ אשלים (תרמו סולארי) | ■ סוגת (כושר יצור) |
| ■ סולבר (כושר יצור) | ■ עמק הרוחות (רוח) |
| ■ באר טוביה IPM (יח"פ) | ■ רוח בראשית (רוח) |
| ■ חיפה כימיקלים (כושר יצור) | ■ שאר פרויקטי רוח |
| ■ עמק הבכה (רוח) | ■ פז קוגנרציה 3 (כושר יצור) |
| ■ כוכב הירדן (איחסון) | ■ גילבוע 1 (רוח) |
| ■ כרמי הרוח (רוח) | ■ שיחלוק רבין A |
| ■ ביו גז | |
| ■ שיחלוק רידינג + חיפה | |

תרחיש בסיס

2025	2024	2023	2022	2021	2020	2015	
18,185	17,415	16,728	16,092	15,519	14,930	12,500	שיא ביקוש
21,821	20,897	20,074	19,310	18,622	17,916	15,000	כושר ייצור נדרש
13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	חח"י*
3,338	3,338	3,338	3,338	3,338	3,338	2,291	יחפי"ם
633	633	633	633	633	293	0	אגירה שאובה
1,423	1,423	1,423	1,423	1,423	1,359	562	קוגנרציה
19,010	19,010	19,010	19,010	19,010	18,606	16,468	ייצור ללא מתחדשות
495	495	495	495	495	454	32	מתחדשות**
-2,317	-1,393	-569	195	882	1,144	1,500	מחסור בכושר הייצור

* תחת הנחת שיחלוף מלא בחח"י

** אנרגיות מתחדשות אלו מוכפלות במקדם הלוקח בחשבון את שעות הפעילות.

תרחיש מזג אוויר קיצוני

2025	2024	2023	2022	2021	2020	2015	
18,579	17,792	17,091	16,441	15,855	15,254	12,500	שיא ביקוש
22,295	21,351	20,509	19,729	19,026	18,305	15,000	כושר ייצור נדרש
13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	חח"י*
3,338	3,338	3,338	3,338	3,338	3,338	2,291	יחפי"ם
633	633	633	633	633	293	0	אגירה שאובה
1,423	1,423	1,423	1,423	1,423	1,359	562	קוגנרציה
495	495	495	495	495	454	32	מתחדשות**
-2,790	-1,846	-1,005	-224	478	755	1,500	מחסור בכושר הייצור

* תחת הנחת שיחלוף מלא בחח"י

** אנרגיות מתחדשות אלו מוכפלות במקדם הלוקח בחשבון את שעות הפעילות.

תחזית תוספת בכושר יצור נדרש למשק – בתרחיש דחיית מתחדשות

2025	2024	2023	2022	2021	2020	2015	
18,185	17,415	16,728	16,092	15,519	14,930	12,500	שיא ביקוש
21,821	20,897	20,074	19,310	18,622	17,916	15,000	כושר ייצור נדרש
13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	13,616	חח"י*
3,338	3,338	3,338	3,338	3,338	3,338	2,291	יחפי"ם
633	633	633	633	633	293	0	אגירה שאובה
1,423	1,423	1,423	1,423	1,423	1,359	562	קוגנרציה
19,010	19,010	19,010	19,010	19,010	18,606	16,468	ייצור ללא מתחדשות
32	32	32	32	32	32	32	מתחדשות
-2,780	-1,856	-1,032	-268	419	722	1,500	מחסור בכושר הייצור

* תחת הנחת שיחלוף מלא בחח"י

6.2 מחיר הטעות

אמינות החשמל, אשר נמדדת ברציפות ובזמניות של אספקת החשמל לצרכנים, הינו פרמטר חשוב בקביעת עלות אי האספקה. הפסקת חשמל בלתי מתוכננת גורמת לנזק גבוה לצרכן, נזק אשר משתנה כתלות בסוג הצרכן, תעשייתי, מסחרי ציבורי, או פרטי.

במסגרת ניתוח אומדן עלות אשר התבצע למשרד התשתיות הלאומיות בשנת 2011 נסקרו 557 משקי בית, 446 חברות מהמגזר העסקי, 56 גופים מהמגזר הציבורי, וכן 3 חברות מתחום שאיבת המים, בתהליך הסקירה נבדקו העלויות לכל אחד מהמגזרים הללו בכדי לאמוד את עלות אי אספקת חשמל.

תוצאות המחקר העלה כי סך עלות אי אספקה הממוצעת לקוויט"ש נע סביב 100 ₪ בממוצע, כאשר העלות הינה 71 ₪ במגזר הביתי, ו-146 ₪ במגזר העסקי, (במחירי שנת 2009). כמו כן נמצא כי יש הבדל משמעותי בין שינוי בתדירות הפסקת חשמל לבין שינוי משך הפסקת החשמל.

לצורך הניתוח בעבודה זו בחנו בנוסף לאומדן עלות אי-אספקה שנקבעה ע"י משרד התשתיות הלאומיות גם אומדן שמרני של עלות אי אספקה של 25 ₪ לקוויט"ש.

סיכום עלות אי אספקת חשמל לצרכני החשמל השונים

עלות לקוויט"ש לא מסופק			
מגזר	אחוז מסך צריכה	שינוי תדירות הפסקות חשמל	שינוי משך הפסקת חשמל
כלל הצרכנים	100%	111ש"ח	102ש"ח
צרכני מתח עליון	8%	90ש"ח	70ש"ח
צרכני מתח גבוה	33%	71ש"ח	60ש"ח
צרכני מתח נמוך	59%	136ש"ח	129ש"ח

מקור: משרד התשתיות הלאומיות
ניסיון העבר מראה כי תהליך הקמת תחנת כח פרטית אורך בין 8 ל- 10 שנים. לפיכך, נדרשת להערכתנו החלטה רגולטורית מיידית שתאפשר למשק הישראלי להתמודד עם צרכי הביקוש הצפויים בעשור הבא.

תכנון לטווח ארוך כרוך מטבעו בחוסר ודאות, במיוחד במשק החשמל שבו התנדודות בין השנים עשויות להיות גבוהות שכן רמת הביקוש בישראל מושפעת, בנוסף למשתנים הכלכליים, גם מתנאי האקלים.

אולם, במקרה של תכנון משק החשמל, קיימת חוסר סימטריה בין העלות הנמוכה יחסית למשק של יצירת עודף כושר יצור לעומת העלות הגבוהה של מחסור בחשמל. לצורך הדגמת מחיר הטעות, אנו בוחנים מצב של עודף כושר יצור של MW 500 לעומת מחסור בכושר יצור של MW 500.

העלות למשק של יצירת עודף כושר יצור הינה בעיקרה עלות הריבית כתוצאה מהקדמת ההשקעה. בתנאי הרגולציה הקיימים במשק החשמל, יצירת עודף כושר יצור באה לידי ביטוי בהגדלת תעריף הגיבוי הנכלל בתעריף המערכתי.

לפי נתוני רשות החשמל, כושר יצור עודף של MW 500 יצור עלות משקית של 125 מיליון ₪ לשנה. מנגד, מחסור בכושר יצור של MW 500, יגרום, על פי נתוני אומדן שמרני של עלות אי אספקה, לעלות משקית בסדר גודל של כ-625 מיליון ₪ לשנה, תחת הערכה זהירה של 50 שעות אי-אספקה לשנה בלבד.

על פי אומדן עלות אי אספקה של משרד התשתיות הלאומיות מחסור בכושר יצור של MW 500 יגרום לעלות בסדר גודל של כ-2.5 מיליארד ₪ בהערכה של 50 שעות אי אספקה בלבד ולעלות של 5 מיליארד ₪ בהערכה של 100 שעות אי אספקה.

ניתוח סיכון/סיכוי

עבור כל MW100 של עודף/מחסור בכושר יצור

סך שעות אי אספקה	מחיר עודף רזרבה במיליוני שקלים	עלות אי אספקה במיליוני שקלים לפי עלות של 25 ₪ לקוט"ש	עלות אי אספקה במיליוני שקלים לפי עלות של 100 ₪ לקוט"ש	יח
50	25	125	500	1:20-1:5
100	25	250	1000	1:40-1:10

מקור: משרד התשתיות הלאומיות, רשות האנרגיה, אומדני BDO

אנו סבורים כי קבלת החלטות מושכלת בתנאי אי-ודאות, במצב שבו מחיר הטעות של מחסור בחשמל הינו גבוה פי 5 עד פי 40 ממחיר הטעות של יצירת עודף זמני בכושר היצור, מחייב את הממשלה והרגולטורים לפעול בדחיפות להבטחת כושר יצור שיענה על צרכי המשק לשנים 2022 ואילך.