

## תיבה א'-1: מגמות ארוכות טווח בביקוש לחשמל ובהיצע החשמל בישראל

ייצור החשמל ואספקתו מרוכזים לרוב אצל חברות מעטות, משום שקיימים יתרונות מובהקים לגודל, בפרט במקטע של הולכת החשמל. ריכוזיות זו, והעובדה שמשקים מפותחים תלויים באספקת חשמל אמינה, מחייבות לקיים בתחום אסדרה ופיקוח, שכן אסדרה יעילה מאפשרת להקטין את עלויות הייצור, אשר מושפעות בעיקר מהיקף ההון המושקע בהקמתן של תחנות הכוח ומעלות הדלקים.

בהתאם לכך, מדינות רבות מקיימות בקרה על היצע החשמל, גם בשווקים שעברו למבנה תחרותי. בקרה זו מחייבת הערכה מהימנה לגבי צריכת החשמל בעתיד, שכן רצוי להימנע הן מתכנון חסר של כושר הייצור – מפני שהוא עלול לפגוע באספקת החשמל לצרכנים – והן מבניית יתר, מפני שהיא משיתה על המשק עלויות הון מיותרות. הערכה מראש של הביקושים מאפשרת לתכנן באופן מושכל את מספר התחנות הנוספות שיידרשו ואת סוגיהן, כמו גם לחתום על חוזים ארוכי טווח לאספקת דלקים.

סקירה זו מציגה כמה מאפיינים מרכזיים בהתפתחותם של הביקוש לחשמל ושל ההיצע לחשמל בישראל, שצפויים להשפיע על תכנון המערכת בשנים הקרובות.

### 1. הביקוש לחשמל בישראל בעשורים הבאים

כדי לתכנן את משק החשמל לטווח ארוך יש לחזות את התפתחות הביקוש לחשמל. מקובל להניח שקצב גידולו של הביקוש לחשמל מקביל לקצב גידולו של התוצר<sup>1</sup>. אולם בחינה פרטנית, שתוצאותיה העיקריות מוצגות כאן, מוצאת כי אלה אינם פני הדברים: אמנם לשינויים בפעילות הכלכלית השפעה רבה על השינויים בביקוש לחשמל, אך לצדם קיימים גורמים חשובים נוספים ובראשם – המחיר היחסי של החשמל, הרכב התוצר, זמינותם של תחליפים לחשמל, הרגלי הצריכה של משקי הבית והטכנולוגיה. גורמים אלה משפיעים על עצימות השימוש בחשמל, המוגדרת כהיקף השימוש בחשמל לכל יחידת תוצר.

**קצב הגידול של רמת הפעילות במשק (התוצר):** זהו הגורם הראשון בחשיבותו בקביעת הביקוש לחשמל. רמת פעילות גבוהה, שמתלווה לה גם עלייה ברמת החיים, מגדילה את הביקוש, ולהפך. כיוון שלפי ההערכות יגדל התוצר בשנים הבאות בקצב נמוך מזה ששרר בעשורים האחרונים (בין היתר עקב הירידה בקצב הגידול של האוכלוסייה בגילי העבודה), גם צריכת החשמל תגדל בקצב נמוך מבעבר<sup>2</sup>.

**מחיר החשמל:** ניתוח שנערך בבנק ישראל מראה כי על צריכת החשמל של משקי הבית יש למחיר החשמל השפעה ישירה – עליית המחיר מפחיתה את הצריכה בכ-25%—30% מהיקף השינוי במחיר, ולהפך. על ענפי השירותים והתעשייה יש למחיר השפעה עקיפה: עליית המחיר מורידה את גמישות הצריכה של היצרנים ביחס לגידול בתוצר, כלומר כאשר מחיר החשמל יורד עולה ההשקעה השולית בטכנולוגיות עצימות חשמל. הדבר עשוי לבטא התרחבות יחסית והדרגתית של ענפים עצימי חשמל על חשבון ענפים שאינם כאלה, ו/או עלייה בעצימות השימוש בחשמל בכל אחד מהענפים.

**הרכב התוצר:** גם השינוי המבני במשק הישראלי משפיע על הביקוש לחשמל דרך גמישות הצריכה ביחס לגידול בתוצר. במהלך העשורים האחרונים גדל חלקם של ענפי השירותים בתוצר הישראלי, ומכיוון שעצימות השימוש בחשמל בענפים אלה פחותה מעצימותו בענפי התעשייה, הדבר הביא לירידה בעצימות השימוש בחשמל במשק הישראלי. יתר על כן, בתוך השירותים והתעשייה גדל משקלם של ענפים שעצימות השימוש בחשמל בהם נמוכה יחסית. בתעשייה גדל משקלם של ענפי הטכנולוגיה העילית (ענפי התרופות והרכיבים האלקטרוניים), ובשירותים – משקלו של ענף השירותים

<sup>1</sup> ראו "המלצות צוות ההיגוי בנושא רפורמה בחברת החשמל ובמשק החשמל", מארס 2014.

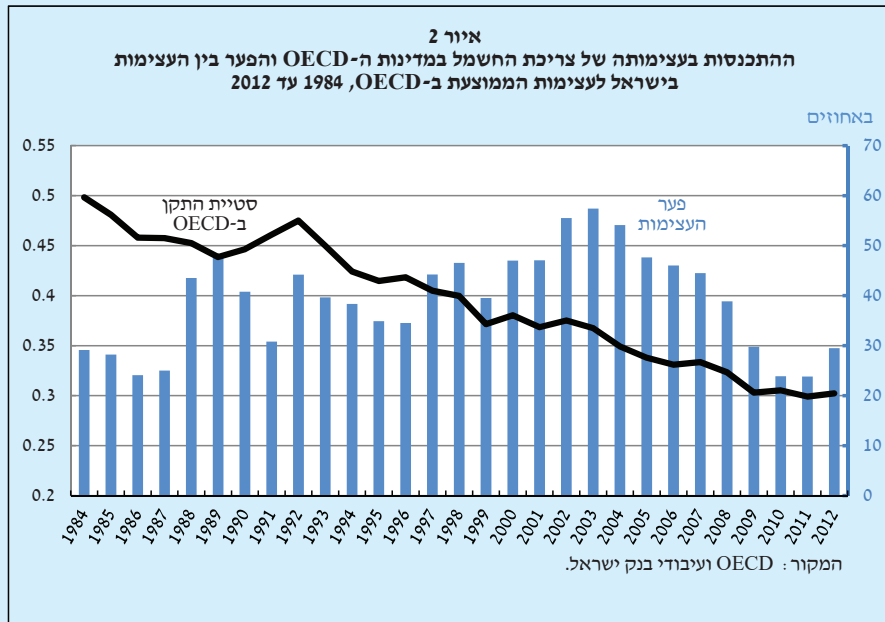
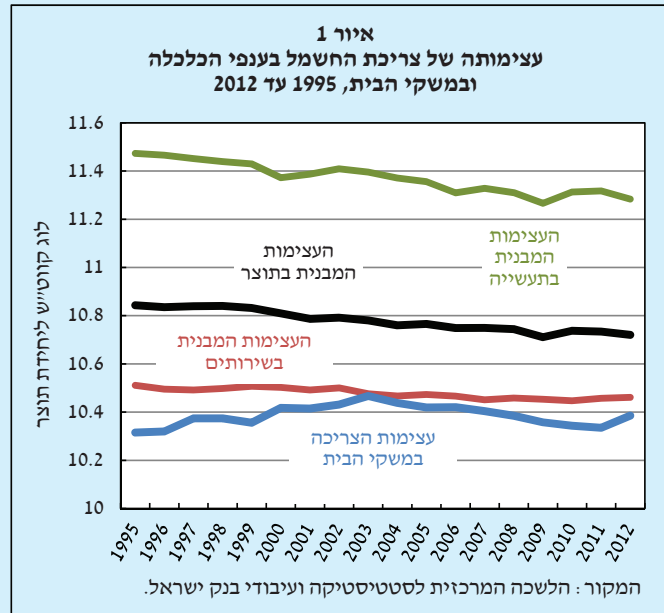
<sup>2</sup> שינויים בקצב גידולה של האוכלוסייה בגילי העבודה, למשל עקב גלי עלייה, עשויים להאיץ את קצב הגידול של התוצר. שינויים אחרים – כמו עלייה במשקלן של קבוצות אוכלוסייה המתאפיינות בשיעורי תעסוקה ובפרייון עבודה נמוכים – עשויים למתן אותו. תכנון המערכת צריך להתחשב גם באי-ודאות זו.

הפיננסיים והשירותים העסקיים האחרים. מגמות אלה משתקפות באיור 1: העצימות המבנית של השימוש בחשמל בענפי המשק<sup>3</sup> – כלומר העצימות הנובעת מהמבנה – מציגה ירידה מתמשכת לאורך שני העשורים האחרונים. המשך של מגמות אלה צפוי להוביל להמשך הירידה בעצימות השימוש בחשמל ולהפחית את קצב הגידול של הביקושים לחשמל ביחס לתוצר.

**זמינות התחליפים לחשמל:** הרפורמה במשק הדלק הוליכה בתחילת שנות ה-90 לירידה משמעותית בעצימותה של צריכת החשמל. הרפורמה התירה, בין היתר, לייבא באופן חופשי מוצרי דלק, ואלה (ובעיקר המזוט) שימשו תחליף לחשמל בתהליכי הייצור של חלק מענפי המשק. תהליך דומה עשוי להתרחש בישראל בעשור הקרוב, כאשר תתרחב האפשרות להשתמש בגז טבעי – תחליף קרוב לחשמל – במפעלים עצימי אנרגיה ואולי גם במשקי הבית

(לחימום). מכאן שגם הרחבת השימוש בגז טבעי תמתן את הגידול בביקושים לחשמל בישראל.

**הרגלי הצריכה של משקי הבית:** צריכת החשמל של משקי הבית בישראל מהווה כ-30% מסך צריכת החשמל במשק. שיעור זה יציב למדי מתחילת שנות התשעים, והוא משקף שיעור גידול נמוך מזה של התוצר. צריכת משקי הבית גדלה



<sup>3</sup> כדי לחשב את העצימות המבנית בכל מגזר נטלנו את משקלו של כל ענף בתוצר של המגזר וכפלנו בצריכת החשמל שלו ליחידת תפוקה (על פי לוחות תשומה ותפוקה לשנת 2006). כדי לחשב את עצימותה של צריכת החשמל בקרב משקי הבית נוטלים את ההוצאה על צריכת חשמל ומחלקים אותה בסך הצריכה הפרטית.

בקצב מתון אף על פי שבמהלך שני העשורים האחרונים עבר המשק הישראלי תהליך מסיבי של התקנת מזגנים בדירות המגורים. מכיוון ששיעור משקי הבית המחזיקים מזגן צפוי להגיע לכ-100% בתחילת העשור הבא, ניתן לצפות כי לאחר מכן נראה ירידה בקצב הגידול של צריכת החשמל של משקי הבית.

ממצאים אלה – היינו הירידה שחלה בעבר בעצמות השימוש בחשמל וההערכה שמגמה זו תימשך בעשורים הקרובים – עולים בקנה אחד עם מגמת הירידה שניכרת במדינות ה-OECD מאז שנות ה-70, ירידה שהתלווה לה צמצום בהבדלים בין המדינות השונות. ביטוי לכך ניתן למצוא באיור 2: האיור מראה כי בעשור האחרון עצמות החשמל של המשק הישראלי יורדת לעבר הממוצע ב-OECD, וכי השונות בין מדינות אלה הולכת וקטנה תוך ירידה בעצמות.

## 2. היצע החשמל בישראל בעשורים הבאים

ייצור החשמל בישראל צפוי להפוך למבוזר יותר בעשורים הבאים, וזאת במידה רבה בשל הגדלת זמינות הגז הטבעי ובשל מעבר לשימוש באנרגיות מתחדשות. למגמות אלה השפעה חשובה על תכנון המערכת לאספקת החשמל בישראל, שכן מחד גיסא הן מאפשרות גמישות רבה יותר בתכנון, ומאידך גיסא הן דורשות לבנות יתירות רבה יותר בכושר הייצור, רבה משיעור הגידול הצפוי של סך הביקושים. יתירות רבה זו נחוצה מפני שהיקף ייצור החשמל ממקורות מתחדשים (כגון אנרגיה סולרית) משתנה במשך היממה, בין עונות השנה, ומשנה לשנה.

עד 2013 ייצרה חברת החשמל כמעט את כל החשמל בישראל, למעט שיעור זעיר שיוצר בחצרות מפעלים. מאז 2013 נוסף למשק החשמל היקף ניכר של כושר ייצור בבעלות פרטית, וכבר ב-2016 היצרנים הפרטיים צפויים לייצר כ-30% מהחשמל בישראל. שינוי זה נובע מכך שהממשלה החליטה לעצור הקמת תחנות כוח חדשות על ידי חברת החשמל ומשינויים טכנולוגיים. מרבית החשמל המיוצר בתחנות הפרטיות נמכרת בעסקאות בילטרליות לצרכנים פרטיים, והיתרה נמכרת באמצעות חברת החשמל. בשנים הקרובות צפויים להשתלב במערכת יצרנים נוספים, וחלקו של הייצור הפרטי צפוי להגיע לכ-40%. שילובם של יצרנים פרטיים במערכת מחייב לפתח במקביל מנגנוני תיאום בין היצרנים הפרטיים לבין מנהל מערכת החשמל הארצית, שכן המערכת מחויבת לרכוש את עודפי הייצור של היצרנים הפרטיים, בשעה שאלו מחויבים קודם כל ללקוחותיהם הפרטיים. לכן היצרנים הפרטיים אינם יכולים להתחייב על מועד האספקה למערכת הארצית ועל היקפה. גודלם של מאגרי הגז מול חופי ישראל מאפשר להרחיב את השימוש בגז במשק הישראלי למשך כמה עשורים. הרחבת זמינותו של גז טבעי למשק הישראלי תאפשר להקים תחנות כוח קטנות יחסית, שייצרו חשמל לצריכה עצמית וימכרו את העודפים למערכת החשמל. מהלך כזה עשוי להשתלם לצרכנים הגדולים (לדוגמה קיבוצים, קניונים, בתי חולים ומפעלי תעשייה). עם זאת, גריעתם של צרכנים אלה ממערכת החשמל הארצית לא תאפשר בהכרח צמצום מקביל בהיקף הייצור של המערכת, שכן הם ימשיכו להסתמך על המערכת הארצית לצורכי גיבוי.

תהליך נוסף שצפוי להשפיע על מבנה משק החשמל בישראל הוא המעבר לשימוש באנרגיות מתחדשות. תהליך זה מונע על ידי התמצקותן של נורמות בין-לאומיות בנוגע לאיכות הסביבה – כפי שניכר לאחרונה בוועידת האקלים שנערכה בפריז בסוף 2015 – אולם הוא כרוך בהתגברות על קשיים הנדסיים וסטטוטוריים בלתי מבוטלים<sup>1</sup>. עד כה שיעור ההפקה של חשמל מאנרגיות מתחדשות בישראל עומד על פחות מ-2% מסך הייצור החשמל, אולם החלטות הממשלה לקראת אותה ועידה קובעות כי שיעור זה יעלה תוך עשור ל-13% לכל הפחות, וכי עד 2030 הוא יעמוד על 17% לכל הפחות.

לצד הלחץ הנובע מן הנורמות הבין-לאומיות קיימת התפתחות חשובה נוספת: הירידה במחיר הפקתה של אנרגיה מתחדשת מפאנלים סולריים בזכות שיפורים טכנולוגיים. מחיר זה צפוי להשתוות בקרוב לעלות הפקתה של אנרגיה ממקורות מסורתיים, כגון גז. אולם שילוב אנרגיה מתחדשת בהיקפים גדולים יחייב להרחיב את יכולת הקליטה של רשת החשמל. יתר על כן, קיימים עדיין מכשולים טכניים משמעותיים בתחום האנרגיה הסולרית, ובראשם פיתוח היכולת לאגור אותה בעלות נמוכה (שהרי אנרגיה סולרית ניתן להפיק רק בשעות היום והיא מושפעת גם מתנאי מזג האוויר). מכשולים

<sup>1</sup> סקירה מלאה מופיעה בתוך בנק ישראל (2015), ההתפתחויות הכלכליות בחודשים האחרונים מס' 140.

אלו פירושים שיש לקיים עתודות מערכתיות לייצור חשמל כדי לתת מענה לביקושים בשעות החשיכה ובימים מעונניים<sup>2</sup>. על כן השינוי הטכנולוגי דורש במקביל גם יתר תחכום בניהול המערכת לאספקת החשמל.

### 3. סיכום ומסקנות

הביקושים לחשמל צפויים לגדול בעשורים הבאים בקצב נמוך מבעבר, בין השאר מכיוון שענפי הכלכלה שאינם עצימי חשמל ממשיכים להגדיל את חלקם במשק. בצד ההיצע צפויים ביזור של ייצור החשמל בין יצרנים שונים (תוך הרחבת הפוטנציאל לפעילותם של יצרנים קטנים שיפיקו חשמל מגז ומאנרגיות מתחדשות) והתבססות נרחבת יותר על אנרגיות מתחדשות. בשעה שהגידול המתון בביקושים יאפשר להרחיב את כושר הייצור בהיקף צנוע יחסית, הרי שריבוי היצרנים – כולל הפוטנציאל לייצור פרטי במתקנים קטנים יחסית – והשימוש באנרגיות מתחדשות ידרשו לקיים במערכת המרכזית היקף ניכר של יתירות, כלומר עתודות לייצור חשמל, שעלותה בצידה. כדי לצמצם עלות זו חשוב לקדם כלים לוויסות הביקושים. לצורך זה אפשר להשתמש בהשפעתם המוכחת של שינויים במחיר החשמל על הביקושים לחשמל, וליישם טכנולוגיות קיימות – כגון מדי צריכה אלקטרוניים – כדי לאפשר לתמחר את החשמל בהתאם להשתנות הביקושים במשך היממה. במקביל ניתן להשתמש בטכנולוגיות קיימות וחדשות שיאפשרו להפעיל מכשירי חשמל מרחוק או בתזמון שיותאם למחירים. נוסף לכך חשוב לפתח מנגנון שישיית את עלויות הגיבוי על הגופים שיבחרו להקים מערכות ייצור עצמאיות, כדי שנטל זה לא ייפול על כלל הצרכנים.

המגמות בצד הייצור מגדילות את מורכבות המערכת אך במקביל מפחיתות את הסיכונים הנובעים מתחזית הביקושים, והן יאפשרו כנראה להחזיק שולי ביטחון קטנים יותר בתכנון כושר הייצור של חשמל. זאת מכיוון שבשנים הבאות יהיה זה קל וזול יותר להתאים את היקף כושר הייצור למגמות בלתי צפויות בהתפתחות הביקושים. גמישות זו תתאפשר היות שניתן להפיק חשמל באמצעות גז ואנרגיה סולרית במתקנים קטנים, לעתים אף קטנים מאוד, בשעה שהפקה באמצעות פחם או נפט, המקורות הדומיננטיים בעבר, מצריכה מתקני ענק (על כל המשתמע מכך לגבי משך ההקמה, הקצאת הקרקע, וגיוס המשאבים ההנדסיים, הפיננסיים, הניהוליים והסטטוטוריים).

משמעותן המערכתית של שלל מגמות אלה היא כי מורכבותו של משק החשמל בישראל תגדל מאוד בשנים הקרובות, ועל כן תגדל מאוד חשיבותה של מערכת תכנון ורגולציה מקצועית, בעלת יכולת להתמודד עם האתגרים.

<sup>2</sup> פיתוחים טכנולוגיים בתחום אגירת החשמל עשויים לתת לכך מענה טכני בעתיד.