

שימוע להערות הציבור -

מדיניות אגירת אנרגיה בישראל

כתיבה ועריכה:

ד"ר דיאנה בוגין

שותפים:

כנרת דהן גרנית, אלירז שיפמן ברמן, שני ירמובסקי, רון אייפר

גרסה להערות הציבור

נובמבר 2026

תקציר

רקע ומטרת המסמך:

מדינת ישראל פועלת לעמידה ביעד של 30% ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות עד שנת 2030, ובוחנת יעדים של 35%-40% לשנת 2035. מאחר שמרבית ייצור האנרגיה המתחדשת בישראל מבוסס על אנרגיה סולארית, נוצר פער בין שעות הייצור לשעות הביקוש, לצד עומס גובר על יכולת ההולכה של רשת החשמל. בשל מעמדה של ישראל כ"אי אנרגטי" ללא חיבור לרשתות במדינות שכנות, מתקני אגירת אנרגיה מהווים רכיב תשתיתי חיוני להבטחת אמינות אספקת החשמל, ניהול עומסים מערכתי, הפחתת שיא הביקוש, ומתן שירותי גיבוי לשמירה על רציפות תפקודית. מטרת המסמך היא לנתח את המצב הקיים כיום בישראל, למפות את החסמים לקידום אגירה ולגבש הצעה ראשונה לאסטרטגיה לאומית לאגירה בישראל על מנת לאפשר כניסה נוספת של אנרגיות מתחדשות ולשמור על הביטחון באנרגיה של ישראל.

ממצאים וסטטוס מצב קיים:

- **מגמות בינלאומיות:** טכנולוגיית סוללות ליתיום-יון מובילה את השוק העולמי, הנהנת מירידת מחירים מצטברת של כ-90% מאז שנת 2010. מדינות מובילות בתחום האנרגיה מתאימות את מבנה תעריפי הייצור כך שהזרמת חשמל מתחדש לרשת בשעות השפל תהיה פחות כדאית, וכך מעודדות אגירה. בנוסף מדינות מקדמות אגירה מערכתית ומבוזרת במקביל, תוך קידום מאגדים והשקעה בטכנולוגיות של אגירה ארוכת טווח.
- **הסטטוס בישראל:** שוק האגירה המקומי נמצא בתנופה, וצפויה התקנה של אלפי מגה-וואט עד שנת 2030. עם זאת, התחום מתקדם בעיקר באמצעות אסדרות של רשות החשמל במתח העליון, הגבוה והנמוך, הכוללות מכסות, ולא על בסיס עקרונות מדיניות או יעדים ואופטימיזציה מתואמים ברמה הלאומית.
- **חסמים מרכזיים:** מבחינה שערך משרד האנרגיה והתשתיות מול יזמים, המורכבות הרגולטורית הכרוכה בהקמת מתקני אגירה דורגה כצוואר הבקבוק המרכזי להתפתחות התחום. במיוחד בולטים פערים ביישום הנחיות בטיחות אש, ובמתח הנמוך – שיעור גבוה של תשובות מחלק שליליות ואי-ודאות כלכלית.

לצורך קידום נרחב של התחום, המסמך מציע ארבעה מהלכים אסטרטגיים מרכזיים:

1. **מדיניות אגירה מתואמת ומחושבת, בהתאם לצרכי משק החשמל:** מעבר מהתפתחות אד-הוקית מבוססת מכסות לניהול אסטרטגי של תחום האגירה, הכולל קביעת טווח של יעדים כמותיים לפי רמות מתח ופיזור גיאוגרפי, והקמת מנגנון מעקב ובקרה שוטף אחר התפתחות השוק והעמידה ביעדים. המהלך יאפשר תכנון משקי כולל במקום מענה נקודתי.
2. **בניית תשתית רגולטורית אחידה, המאפשרת הקמה מהירה של מתקני אגירה:** הפחתת החסמים הבירוקרטיים המעכבים הקמת מתקני אגירה באמצעות הקמת צוות ייעודי בהובלת משרד האנרגיה לפתרון חסמים פרטניים. בנוסף, קביעת זמני תקן מחייבים למתן תשובות מכלל הרגולטורים, פרסום

מראש של דרישות רגולטוריות עתידיות לשימוע ציבורי, והבטחת תקופת היערכות מוגדרת בכל שינוי או תקינה חדשה. המהלך נועד להעניק לשוק ודאות ולקצר משמעותית את זמני התכנון וההקמה.

3. **בחינה עתידית של התועלות ו/הצורך בקידום אגירה במתח נמוך:** בחינת הצורך בקידום אגירה במתח הנמוך, לאור תרומתה האפשרית לחוסן באנרגיה ברמה המקומית, ולהפחתת עומסים ברשת החלוקה וניהול ביקושים. במגזר הביתי. במידה ותימצא תועלת לקדם ההסברה לציבור, הסדרת התקנת אגירה בבניינים משותפים כחלופה לגנרטור החירום, וליווי ועדי בתים בהקמת מערכות סולאריות ואגירה. כמו כן, שילוב אגירה ככלי חוסן ביישובי קו העימות ובמוסדות המספקים שירותים חיוניים.
4. **היערכות לפתרונות אגירה ארוכת טווח ועונתית:** ניתוח של צורכי האגירה העונתית לצורך שמירה על יציבות משק האנרגיה בתקופות ממושכות של מחסור בייצור אנרגיות מתחדשות. בנוסף, המשך פיתוח פתרונות מבוססי תחליפי דלק כמענה אסטרטגי לטווח הארוך, גיבוש מנגנונים כלכליים ייעודיים לתמיכה בפרויקטים של 12 שעות אגירה ומעלה, סקירת הרגולציה הנדרשת לטכנולוגיות חדשות, והקמת "ארגז חול רגולטורי" לבחינת טכנולוגיות חלופיות לפני פריסתן המסחרית. המהלך נועד להבטיח מענה לצורכי המשק גם בתקופות ממושכות של ייצור מתחדש נמוך, ושילוב מתחדשות בהיקף נרחב.

תוכן עניינים

1. מבוא 6
א. רקע 6
ב. יתרונות האגירה 6
ג. סגמנטים של אגירה 10
ד. טכנולוגיות אגירה 12
2. סקירה בינלאומית משווה 15
א. רקע 15
ב. מדינות האיחוד האירופי 15
ג. בריטניה 16
ד. קליפורניה 17
ה. גרמניה 18
ו. אוסטרליה 19
ז. טקסס 20
ח. לסיכום- מה ניתן ללמוד מהעולם? 21
3. סטטוס אגירה בישראל 23
א. רקע: 23
ב. צפי אגירה בישראל 23
ג. תכניות הפיתוח של נגה וחברת החשמל 23
ד. אסדרות כלכליות לאגירה 24
ה. תמ"א 1/19 ושינוייה 27
ו. מהלכים נוספים לקידום אגירה בישראל 29
4. חסמים לקידום האגירה בישראל 29
א. היעדר תיאום ביחס יעדים לאומיים לתחום האגירה 30
ב. חוסר היערכות מערכתית לאגירה ארוכת טווח ועונתית: 33
ג. תמרוץ גמישות ואסדרות במתח הנמוך 31
ד. חסמי חיבור לאגירה במתח נמוך 32
ה. חסמים בתחום תקנות בטיחות אש 30
ו. חסמים בתחום רגולציית מנהל התכנון: 32
ז. חסמים לאגירה מאחורי המונה 32
ח. חסמים בבחינת ההנחיות הסביבתיות לקבלת היתר 33
ט. חסמי רוחב נוספים 33

5.אסטרטגיה לקידום אגירה בישראל 34
א. רקע 34
ב. ארבעת מהלכי העל לקידום אגירה בישראל 34
6.סיכום 39
7.נספח 1 – סקירת מדיניות אגירה בעולם 40
א. בריטניה 40
ב. קליפורניה 42
ג. גרמניה 43
ד. אוסטרליה 46
8.נספח 2 – פרמטרים לחישוב יעדי אגירה 49
9.נספח 3 – תהליכי הקמת מתקן אגירה 51

1. מבוא

א. רקע

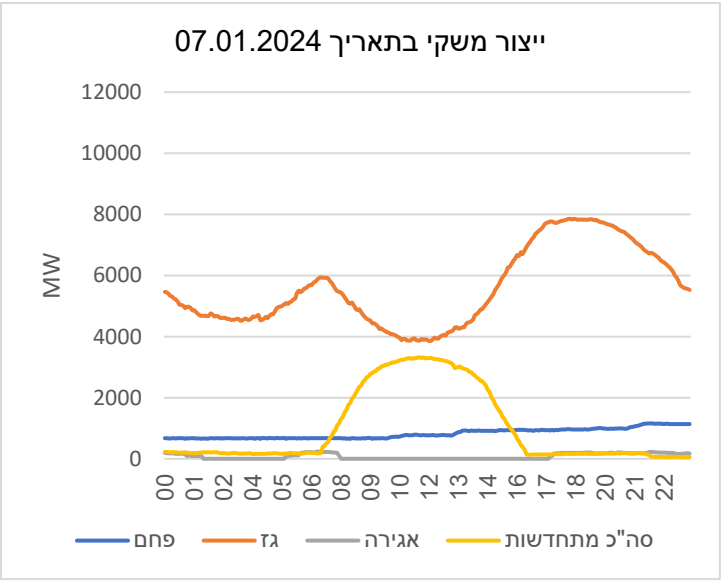
מדינת ישראל פועלת לשילוב אנרגיות מתחדשות במשק החשמל, עם יעד מחייב של 30% ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות עד שנת 2030. בימים אלו, במסגרת היערכות לעשור הבא, נבחנים תרחישים שאפתניים יותר של 35% עד 40% ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות בשנת 2035. בשל מאפייניה הגיאוגרפיים והאקלימיים הייחודיים של ישראל, שוק האנרגיה המתחדשת המקומי מבוסס כמעט כולו על טכנולוגית האנרגיה הסולארית, המהווה כיום כ-92% מסך הספק האנרגיה המתחדשת המותקן במדינה. ייצור אנרגיה סולארית מאופיין בתנודתיות רבה, הן לאורך שעות היממה והן בין עונות השנה.

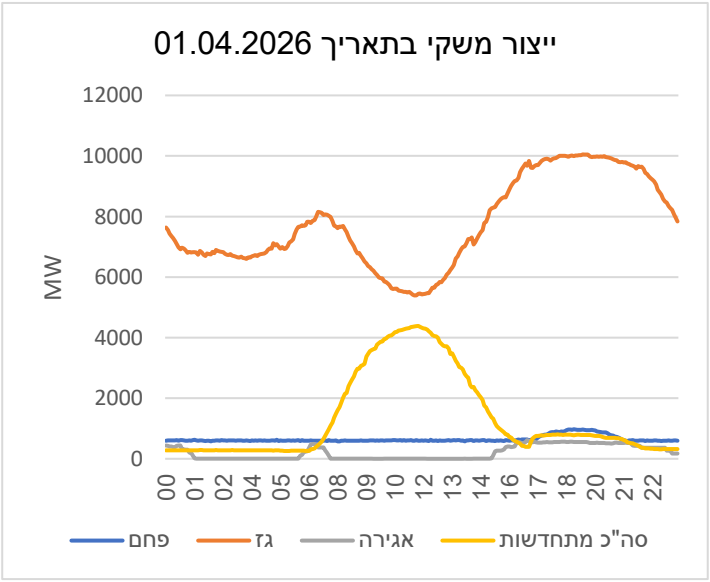
אגירת אנרגיה הינה רכיב חיוני במעבר לאנרגיות מתחדשות, שכן היא מאפשרת להסיט את צריכת החשמל או את ייצורו על פני זמן ובכך לגשר על הפער בין מועד הפקת האנרגיה למועד השימוש בה. תפקידה המרכזי של האגירה הוא לאפשר שילוב נרחב של אנרגיות מתחדשות על ידי קליטת עודפי אנרגיה בשעות הייצור ושחרורם בשעות הביקוש או כאשר אין ייצור מתחדש. נוסף על כך, האגירה מספקת גמישות קריטית לרשת החשמל ומסייעת בשמירה על יציבותה באמצעות שירותים כגון בקרת תדר ומתח, מתן מענה מהיר לשינויים בביקוש ואספקת גיבוי בעת תקלות והפחתת שיא הביקוש לחשמל. הודות לירידה משמעותית בעלויות של סוללות ליתיום-יון מאז שנת 2010, האגירה הפכה לפתרון כלכלי ותחרותי. היא מאפשרת להשתמש באנרגיה מתחדשת גם בשעות שאין בהן ייצור, ובכך מפחיתה את הצורך בהפעלת תחנות כוח מבוססות דלקים פוסיליים ומסייעת למשק החשמל לעמוד ביעדי האקלים והפחתת הפליטות. מדיניות ממשלתית ורגולטורית ייעודית לתחום האגירה הינה חיונית כדי לגשר על הפער בין הפוטנציאל הטכנולוגי לבין היישום בפועל בקנה המידה הנדרש למעבר לאנרגיה נקייה ולשמירה על אמינות אספקת החשמל.

ב. יתרונות האגירה

כלי משלים לחדירת אנרגיה מתחדשת ברשת החשמל

ההסתמכות על אנרגיה סולארית מציבה אתגרים מבניים מורכבים עקב חוסר סנכרון בין שעות שיא הייצור לשעות שיא הביקוש לחשמל במשק. חוסר סנכרון זה מייצר את **"עקומת הברווז"** המאפיינת רשתות עתירות אנרגיה סולארית. בגרפים המוצגים כאן ניתן לראות שני ימים מייצגים בחודש ינואר באמצע השבוע, בימים ללא גשם או עננות משמעותית. ניתן לראות כי ככל שהיקף ייצור מתחדשות עולה כך מעמיקה עקומת הברווז:

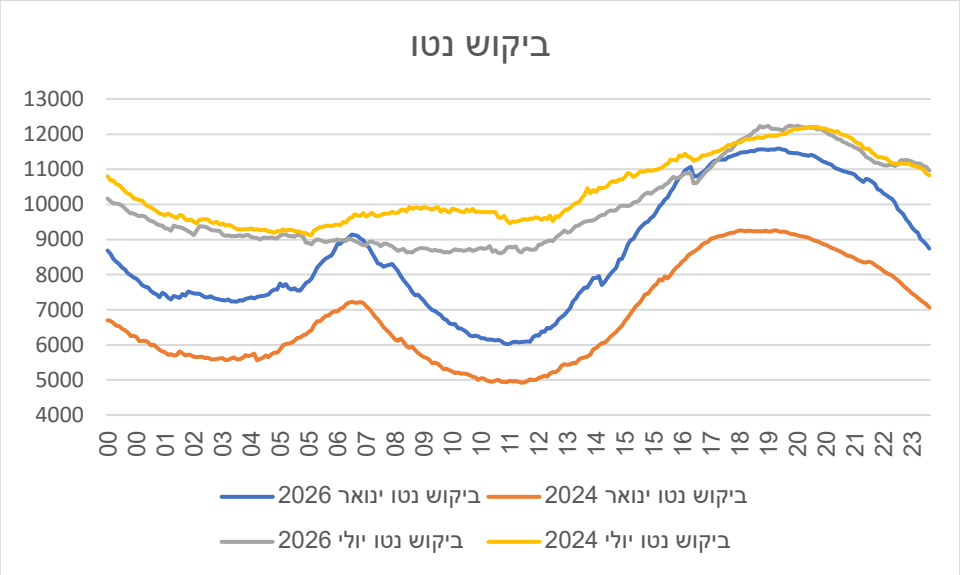




מקור הנתונים: אתר נגה

במהלך שעות הצהריים :חדירת האנרגיה הסולארית הנרחבת מפחיתה באופן חד את "הביקוש הנטו" (סך הביקוש במשק פחות הייצור ממקורות מתחדשים), ויוצרת "בטן" עמוקה בעקומת הביקוש היומית.

בשעות הערב: עם שקיעת השמש, הייצור הסולארי צונח לאפס במהירות רבה, בעוד שהביקוש הכללי של הצרכנים מזנק. תופעה זו כופה על מערכת החשמל לבצע זינוק חד בהפעלת תחנות כוח קונבנציונליות כדי לחפות בזמן קצר על אובדן הייצור הסולארי ולשמור על יציבות הרשת.



בגרף זה ניתן לראות כי הפער בביקוש נטו בולט במיוחד בחורף. בנוסף, ככל שיש יותר ייצור של מתחדשות במשק החשמל כך גדל הפער בביקוש בין שעות הצהריים לערב.

	שיא הביקוש בערב בינואר	מינימום ביקוש בצהריים בינואר	פער בביקוש
2026	11,587	6,014	5,573
2024	9,260	4,916	4,344

האגירה מאפשרת לספוג את עודפי האנרגיה הסולארית המיוצרים בצהריים, ובכך למנוע קיטום, ולהזרים אותם לרשת באופן מבוקר בשעות שיא הביקוש בערב. בנוסף, בניגוד לתחנות כוח קונבנציונליות שמנהל המערכת שולט בהן באופן מלא, הייצור הסולארי תלוי גם בתנאי מזג האוויר, והאגירה מספקת גיבוי לשמירה על רציפות האספקה.

הפחתת העומס ברשת החשמל

רשת החשמל הארצית מהווה כיום את צוואר הבקבוק המרכזי של המעבר לאנרגיות מתחדשות בישראל.[1] קיים פער בין קצב הפיתוח המהיר של מתקני הייצור על ידי השוק הפרטי, לבין קצב התכנון, הרישוי וההקמה הפיזית של תשתיות רשת. לחצי פיתוח אלו, אל מול רשת קיימת שהגיעה לקצה קיבולת ההולכה, יוצרים חסם משמעותי

[1] תוכנית אסטרטגית לאומית לאנרגיות מתחדשות בישראל לשנת 2035

שמתבטא בשיעור גבוה מאוד של "תשובות מחלק שליליות" או אישורים מותנים לחיבור עתידי רחוק, המעכבים פרויקטים חדשים. שילוב אגירה ברשת מייצר בפועל קיבולת רשת נוספת על גבי התשתית הקיימת, מאפשר שילוב של מתקני ייצור חדשים בטווח המיידי, ודוחה או חוסכת השקעות עתק בשדרוגי רשת ממושכים.

האתגר התשתיתי מחריף בשל פער גיאוגרפי בין מוקדי הביקוש הגדולים, המרוכזים במרכז הארץ, לבין עתודות הקרקע ופוטנציאל הייצור הסולארי, הממוקמים בדרום הארץ ובצפונה. הולכת החשמל המיוצר בפריפריה בשעות הצהריים אל עבר גוש דן יוצרת עומסים שהרשת מתקשה לשאת. שילוב מתקני אגירה בצמוד למתקנים סולאריים או באזורים מרובי מתחדשות בצפון המדינה ובדרומה יסיע בוויסות זרימת החשמל על פני היממה; הסוללות יאגרו את האנרגיה העודפת המיוצרת בפריפריה בשעות הצהריים כאשר קווי ההולכה למרכז עמוסים, ויזרימו אותה בהדרגה בשעות הערב והלילה, כאשר תשתית ההולכה פנויה מעומסים, וכך ימנעו אובדן אנרגיה וינצלו באופן מיטבי את הרשת הקיימת.

ניהול ביקושים

ניהול ביקושים מאפשר להתאים לצורכי המשק את מועד הצריכה מהרשת. מתקני אגירה המותקנים לפני המונה ומאחוריו, בבתים פרטיים, במבני מסחר ובמפעלי תעשייה, מאפשרים לצרכן לטעון את הסוללה בשעות השפל, כאשר החשמל זול והרשת פנויה, ולצרוך ממנה את החשמל בשעות השיא במקום לרכוש אותו מהרשת. במסגרת תעריפי עומס וזמן (תעו"ז), הסטה זו מביאה לחיסכון ישיר בעלויות החשמל של הצרכן, ובמקביל מאזנת את עקומת הביקוש במשק. מאחר שהאגירה מספקת את הצריכה בשעות השיא, ההסטה מתבצעת ללא שינוי בהרגלי הצריכה של הצרכן וללא פגיעה ברמת השירות לצרכן.

הפחתת שיא הביקוש

מערכת החשמל מתוכננת לעמוד בשיא הביקוש השנתי, המתרחש בשעות ספורות בלבד בשנה. כתוצאה מכך, חלק מתחנות הכוח ורכיבי הרשת, כגון שנאים וקווים, מוקמים ומתוחזקים כדי לשרת ביקוש שנמשך זמן קצר בלבד. מתקני אגירה הפורקים בשעות השיא מפחיתים את העומס על רכיבי הרשת ועל מערך הייצור בשעות הקריטיות. הפחתה זו מפנה קיבולת בתשתית הקיימת לחיבור צרכנים נוספים, ומגדילה את היתירות במערכת.

שירותי רשת נלווים

מעבר ליכולת הסטת העומסים בין שעות היום לערב, למערכות אגירה תפקיד קריטי בייצוב התפעולי של רשת החשמל, באמצעות שירותים המכונים "שירותי רשת נלווים". ככל ששיעור האנרגיות המתחדשות גדל, המשק מאבד בהדרגה את האינרציה הסינכרונית המסורתית שסיפקו גנרטורים מסתובבים גדולים בתחנות כוח תרמיות, אינרציה שהיוותה "בלם" טבעי לתנודות בתדר הרשת. מערכות אגירה מודרניות, המצוידות בממירים מהירי תגובה, מסוגלות לספק לרשת "אינרציה סינתטית" ולבצע ויסות תדר ובקרת מתח בזמן אמת. עבור ישראל, הפועלת כאי אנרגטי עם רשת חשמל מבודדת ללא יכולת גיבוי חיצונית, היכולת של מתקני האגירה להגיב בתוך אלפיות השנייה לתנודות ולייצב את התדר היא הכרח תפעולי לשמירה על רציפות האספקה ומניעת קריסות מערכתיות במצבי קיצון.

ישראל כ"אי אנרגטי"

חיוניות האגירה מקבלת משנה תוקף לאור מעמדה הגיאופוליטי של מדינת ישראל כ"אי אנרגטי". מדינות מובילות באירופה מסוגלות להגיע לשיעורי חדירה גבוהים של מתחדשות משום שהן מחוברות פיזית לרשתות החשמל של המדינות השכנות, ומייצאות או מייבאות חשמל באופן שוטף כדי לאזן תנודות בייצור או להיפטר מעודפים. לישראל, לעומת זאת, אין חיבור לרשתות חשמל של המדינות השכנות. בנוסף, התנאים הגיאוגרפים בישראל אינם מאפשרים אגירה הידרו-אלקטרית טבעית, הנפוצה במדינות רבות אשר הגיעו לאחוזי אנרגיה מתחדשת גבוהים. המשמעות היא שכל משבר אספקה, נפילת מתח או חוסר מתאם בין ייצור לביקוש חייב להיפתר בתוך גבולות המדינה באופן עצמאי לחלוטין. האגירה היא הכלי המרכזי שמפצה על היעדר רשתות גיבוי זרות ומבטיח רציפות תפקודית במצבי קיצון.

ביטחון באנרגיה, חוסן לאומי ואישי

משק אנרגיה ללא מערך אגירה נרחב, בין אם הוא מבוסס על אנרגיה קונבנציונלית ובין אם על אנרגיות מתחדשות, הוא משק פגיע וחשוף. אספקת אנרגיה סדירה, אמינה ורציפה היא תנאי הכרחי לתפקוד הצבא, הכלכלה והעורף. ביזור מקורות הייצור בשילוב עם מתקני אגירה מבוזרים ומערכתיים מקטין את הפגיעות של ישראל במצבי חירום ביטחוניים ומבטיח אספקת אנרגיה למוקדי חירום חיוניים. בנוסף, אגירה מבוזרת וקטנה במרכזי ערים מסייעת להבטחת אספקת החשמל לאוכלוסייה ולהגדלת החוסן הלאומי והאישי.

האיור שלהלן מסכם את היתרונות הרבים של מתקני האגירה ההופכים אותם לכלי הכרחי עבור משק האנרגיה בישראל:



לצד התועלות שפורטו לעיל, לאגירה יתרונות כלכליים רבים למשק החשמל. בימים אלו מבוצעת במשרד האנרגיה והתשתיות עבודה כלכלית לכימות תועלות אלו.

ג. סגמנטים של אגירה

אגירה מערכתית במתח עליון ברשת ההולכה

סגמנט זה כולל מתקני אגירה גדולים מאוד, החל מעשרות מגה-וואט ומעלה, המחוברים ישירות לקווי המתח העליון של הרשת הארצית. הם ממוקמים לרוב בצמוד למתקני ייצור, כגון מתקנים סולאריים גדולים ותחנות כוח קונבנציונליות, או כמתקנים עצמאיים בנקודות אסטרטגיות ברשת ההולכה. בישראל תחום זה כולל מתקני אגירה שאובה, חוות אגירה מבוססות ליתיום-יון, ובעתיד ייתכן שגם טכנולוגיות לאגירה עונתית.

תועלות אגירה במתח עליון:

- **הקטנת הצורך בתחנות כוח לשיא הביקוש:** מתקני האגירה משמשים כרזרבת קיבולת אמינה בשעות שיא הביקוש, ובכך מייתרים או דוחים את הצורך בהקמה היקרה של תחנות כוח קונבנציונליות לרבות פיקריות מבוססות דלקים פוסיליים.
- **הפחתת שיא הביקוש:** פריקת מתקני האגירה בשעות השיא מגדילה את היתירות במשק החשמל, ומפנה קיבולת בתשתית הקיימת לחיבור צרכנים נוספים.
- **הסטת אנרגיה בהיקף נרחב וארביטראז' סיטונאי:** קליטת עודפי ייצור בהיקפים משמעותיים של אנרגיה מתחדשת בשעות הצהריים והזרמתם לרשת בשעות הביקוש בערב, שבהן מחיר החשמל גבוה. מהלך זה חוסך ישירות בעלויות דלקים פוסיליים מזהמים ומונע הגבלת ייצור או קיטום אנרגיה מתחדשת.
- **שירותי מערכת חיוניים וייצוב הרשת:** בזכות מהירות התגובה המהירה שלהן, סוללות במתח העליון מספקות שירותים קריטיים לשמירה על יציבות התדר והמתח בזמן אמת, מתן אינרציה סינתטית המחליפה את האינרציה הפיזית של תחנות פחמיות שנסגרות, ויכולת התנעה שחורה – הפעלה מחדש של תחנת כוח לאחר קריסת הרשת.
- **הפחתת התנעה וכיבוי מרובים של תחנות כוח:** ככל שחדירת האנרגיות המתחדשות עולה, כך תחנות כוח קונבנציונליות נאלצות לפעול בגמישות רבה יותר, לעלות ולרדת בהספק באופן תדיר ולעבור מחזורים רבים של כיבוי והתנעה מחדש כדי לפצות על התנודתיות של מתקני האנרגיה המתחדשת. האגירה מפחיתה את תדירות ההתנעה והכיבוי, ובכך מפחיתה את הבלאי של תחנת הכוח ואת התשלומים לתחנה, מצמצמת את הצורך בתחזוקה ושומרת על נצילות האנרגיה של התחנה.
- **חיסכון או דחיית השקעות ברשת ההולכה:** פריסת אגירה כ"מאיץ רשת" בנקודות גודש אסטרטגיות מאפשרת להזרים יותר אנרגיה בקווים הקיימים בשעות עומס מבלי לסכן את יציבותם, ובכך נחסך או נדחה הצורך בהקמת קווי הולכה חדשים ויקרים. פיתוח רשת ההולכה מצריך תהליכי תכנון והקמה ארוכים ויקרים. כיום, עומס ברשת החשמל הינו אחד החסמים המשמעותיים להרחבת הספק האנרגיה המתחדשת בישראל. האגירה ההיא פתרון זמין, מהיר, וזול משמעותית מהקמת מקטע רשת חדש או משדרוג מקטע קיים ומאפשרת הגדלה של הספק המתחדשות ברשת החשמל.
- **חוסן בחירום:** רשת ההולכה הארצית מהווה את עמוד השדרה של משק החשמל, אך היא גם רכיב חשוף ופגיע באירועי קיצון כמו אסונות טבע או מלחמות. האגירה במתח העליון, המנוהלת על ידי נגה, מספקת חגורת ביטחון ומאפשרת גיבוי למוקדי צריכה קריטיים בזמני משבר.

אגירה במתח גבוה ברשת החלוקה

סגמנט זה כולל מתקני אגירה בינוניים עד גדולים, החל מ-630 קילו-וואט ועד 16 מגה-וואט, המחוברים לפני המונה ברמת המתח הגבוה של רשת החלוקה המקומית, ויכולים להימצא בסמוך למרכזי הצריכה. מתקנים אלו ממוקמים בתחנות משנה, סמוך למתקני ייצור סולאריים או כמתקנים עצמאיים לאורך רשת החלוקה. בישראל סגמנט זה מבוסס באופן בלעדי על סוללות ליתיום-יון.

תועלות אגירה במתח גבוה:

- **דחייה או צמצום של השקעות ברשת החלוקה וההולכה:** כיום, העומס של השנאים הוא צוואר בקבוק משמעותי ברשת החלוקה. אגירה מאפשרת להפחית עומסים מקומיים במוקדי הצריכה בשעות שיא הביקוש. בכך, היא מאפשרת למפעיל רשת החלוקה או ההולכה לדחות או למנוע שדרוגים יקרים של תשתיות פיזיות, כגון החלפת שנאים ועיבוי קווי חלוקה.
- **אמינות מקומית וחוסן בחירום:** כאשר מוקד צריכה משמעותי כמו בית חולים מתקין מתקני אגירה בשטחו לצריכה עצמית, ניתן לבצע ניתוק מבוקר מהרשת הארצית בעת תקלה או אירוע קיצון. המערכת המקומית יכולה להפוך למיקרוגריד - אי עצמאי שממשיך לספק חשמל רצוף למתקנים חיוניים ללא צורך בגנרטורים מזהמים.
- **אינטגרציה מקומית של אנרגיה מתחדשת וניהול גודש:** ספיגת אנרגיה מתחדשת בשעות הצהריים ומניעת עומסי יתר על שנאים אזוריים הנוצרים כתוצאה מהזרמה בו-זמנית של מתקנים סולאריים באותו אזור.
- **הפחתת זמני אי-אספקה:** מתקני אגירה מספקים גיבוי אנרגיה חיוני למניעת הפסקות חשמל בעת תקלות או עומסים בלתי צפויים ברשת החלוקה. כמו כן, במקרים של כשל ציוד מורכב הדורש זמן תיקון או החלפה ממושך, האגירה מספקת פתרון זמין ומיידי המבטיח רציפות תפקודית.
- **צמצום שימוש ביחידות פוסיליות:** בדומה לאגירה במתח העליון, האגירה במתח הגבוה מפחיתה את השימוש בתחנות כוח קונבנציונליות ואת תדירות ההתנעה והכיבוי שלהן, ובכך מצמצמת את הבלאי ואת עלויות התחזוקה.

אגירה במתח נמוך ברשת החלוקה

הסגמנט השלישי הוא אגירה מבוזרת צרכנית הממוקמת לפני ומאחורי המונה. מדובר במערכות המותקנות בשטחו הפרטי של צרכן הקצה, בעיקר מאחורי מונה החשמל, ללא חיבור ישיר או ייעודי לרשת החשמל הציבורית וללא ניהול של מנהל המערכת. סגמנט זה מתחלק לרוב לשתי תת-קבוצות עיקריות; הראשונה היא אגירה ביתית של סוללות קטנות בקנה מידה של 10-15 קילו-וואט שעה בממוצע, השנייה היא אגירה מסחרית ותעשייתית הכוללת סוללות גדולות יותר של עשרות עד מאות קילו-וואט שעה המותקנות בעסקים, מפעלים, מבני ציבור או חניוני אוטובוסים.

תועלות אגירה במתח נמוך:

- **הפחתת ההוצאה החודשית של הצרכן על החשמל באמצעות צריכה עצמית**: אגירה מאחורי המונה של עודפי ייצור סולארי או טעינה מהרשת בשעות השפל לטובת שימוש בשעות הפסגה, המפחיתה משמעותית את רכישת החשמל היקר מהרשת.

- **הפחתת עלויות משקיות של סבסוד סולארי:** צריכה עצמית של החשמל המופק מהפאנלים הסולאריים משתלמת יותר מאשר הזרמה לרשת וקבלת תעריפי הזנה. באמצעות התקנת אגירה ביתית עם חיבור למתקן הסולארי ניתן להעלות את שיעור הצריכה העצמית של משקי הבית, ובכך לשפר את כדאיות ההתקנה של המערכת הסולארית, זאת ללא העלאת תעריפי ההזנה של המתקנים.
- **גיבוי מקומי ורציפות תפקודית:** מענה מיידי בחירום ובעת הפסקות חשמל, המבטיח רציפות תפעולית בבית עסק או ביטחון באנרגיה במשקי הבית.
- **תחנות כוח וירטואליות לתועלת הרשת:** בסיס לאיגוד עתידי של סוללות מבוזרות למשאב משותף המקטין את הצריכה מהרשת בשיא הביקוש, מספק שירותי רשת, ומייצר לצרכני הקצה אפיקי הכנסה חדשים.

ד. טכנולוגיות אגירה

תת-פרק זה סוקר את טכנולוגיות האגירה הקיימות כיום בשוק, הוא מתבסס על מקורות המידע המפורטים בהערות שוליים[2], אלא אם כן צוין אחרת.

סוללות ליתיום-יון

זוהי הטכנולוגיה המובילה בשוק האגירה העולמי כיום, והיא צפויה לשמור על מעמדה זה לפחות בעשור הקרוב. סוללות אלו הפכו לסטנדרט בתעשייה בזכות עלותן הנמוכה, אורך חייהן הארוך ובטיחותן הגבוהה יחסית. מחירי הסוללות צנחו בכ-90% בין השנים 2010 ל-2023, והמגמה ארוכת הטווח היא של ירידת מחירים. כיום הסוללות מיועדות בעיקר לטווחים קצרים עד בינוניים כאשר הסטנדרט המקובל הוא אגירה למשך 4-5 שעות. עם זאת, הטכנולוגיה עוברת התאמה גם ליישומים של אגירה ארוכה יותר של 6-8 שעות באמצעות הגדלת נפח התאים ודחיסת קיבולת אנרגיה במכולות, מה שמאפשר להן להתחרות בטכנולוגיות אגירה ייעודיות לזמן ארוך ולדחוק אותן מהשוק. טכנולוגיה זו צפויה להוות כ-80% מכלל שוק האגירה בשנת 2035.

סוללות ליתיום-יון כוללות מספר רכיבים כימיים שהנפוצים בהם הם ליתום וקובלט אשר מוגדרים כ"מינרלים קריטיים" בשרשרת האספקה. בתחום האגירה, סין שולטת בכ-60%-70% מתהליכי העיבוד של הליתיום והקובלט, ובקרוב ל- 100% מעיבוד הגרפיט. בנוסף לכך כיום סין אחראית לייצור של כ-81% מסוללות הליתיום בעולם. לריכוז כוח זה השלכות משמעותיות על ביטחון האנרגיה העולמי והישראלי, החל מהחשש לשימוש בייצוא המינרלים כ"נשק גיאופוליטי", דרך יכולת לווסת היצע ולשלוט במחירים, ועד לחשיפה לשיבושים בשרשרת האספקה במקרה של משברים פנימיים או מגיפות בסין[3].

סוללות ליתיום מבוססות ניקל (NMC/NCA)

טכנולוגיה זו נמצאת במגמת דעיכה בשוק האגירה הנייחת. החסרונות המרכזיים שלה הם עלות הגבוהה יותר ואורך חיים קצר יותר בהשוואה לליתיום יון. הטכנולוגיה קיימת בעיקר בשוק האגירה הביתית ובמקומות שבהם

[2] Batteries and Secure Energy Transitions, IEA 2024
BloombergNEF (BNEF) - 2H 2025 Energy Storage Market Outlook
Sudiarto, B., Jufri, F. H., Angkasa, F. F., Widyanto, A. N., Hudaya, C., Husnayain, F., ... & Arifin, Z. (2026). Battery technology for utility-scale battery energy storage system applications: A comparative review. *Journal of Energy Storage*, *149*, 120211

[3] גיבוש מדיניות מינרלים קריטיים בישראל לעתיד מאופס פליטות, משרד האנרגיה, נובמבר 2025

יש מגבלת מקום חמורה, שכן סוללות אלו דחוסות יותר באנרגיה ולכן תופסות פחות נפח. כמו כן, הן עשויות לשמש כאלטרנטיבה בשווקים המנסים להימנע מתלות בשרשרת האספקה הסינית השולטת בליתיום-יון.

סוללות מצב מוצק (Solid-State Batteries)

סוללות מצב מוצק הן אחת הטכנולוגיות המתפתחות בתחום הסוללות. בניגוד לסוללות ליתיום-יון, המבוססות על אלקטרוליט נוזלי ודליק, בסוללות אלה האלקטרוליט מוחלף בחומר מוצק. הטכנולוגיה מבטיחה שני יתרונות מרכזיים: בטיחות גבוהה יותר, בזכות הפחתת הסיכון לתגובת שרשרת, וצפיפות אנרגיה גבוהה יותר. יחד עם זאת, יתרונות אלה טרם הוכחו ביישומים מסחריים רחבי היקף. הגרסאות המתקדמות של הטכנולוגיה נמצאות עדיין בשלבי אב-טיפוס, וייצורן מורכב ויקר יותר מזה של סוללות ליתיום-יון. הפיתוח מתמקד כיום בעיקר בשוק כלי הרכב החשמליים, ולכן השימוש בטכנולוגיה זו לאגירה נייחת צפוי להתאפשר רק בטווח הבינוני-ארוך[4].

סוללות נתרן-יון (Sodium-Ion)

טכנולוגיית נתרן-יון נחשבה בעבר להבטחה משמעותית ולחלופה זולה לליתיום. עם זאת, קצב צמיחתה היה איטי מהצפוי, בעיקר בשל הירידה החדה במחירי סוללות ליתיום-יון, ששחקה את היתרון הכלכלי של הנתרן. בשנת 2026 ניכר שינוי מגמה: שוק הנתרן-יון בקנה מידה תעשייתי הגיע לשווי של כ-200 מיליון דולר, עם תחזית צמיחה שנתית של כ-36% עד שנת 2035. עד אז צפויה הטכנולוגיה להגיע לכ-10% מנפח השוק העולמי. היתרון המרכזי של הטכנולוגיה הוא השימוש בנתרן, יסוד זול ומצוי בשפע. זאת בניגוד לליתיום ולקובלט, המוגדרים כמינרלים קריטיים ששרשרת האספקה שלהם נשלטת ברובה על ידי סין. בכך מציעה הטכנולוגיה גיוון של מקורות חומרי הגלם והפחתה של התלות הגיאופוליטית. יחד עם זאת, חיסרונה המרכזי הוא צפיפות אנרגיה נמוכה יחסית, המחייבת שטח גדול יותר לאותה קיבולת. בנוסף, עלות הייצור עדיין גבוהה יחסית לליתיום-יון, בשל היקפי ייצור קטנים והיעדר יתרונות לגודל.

כיום שוק הנתרן-יון נשלט כמעט באופן בלעדי על ידי סין, המקדמת פרויקטים מסחריים בהיקפים גדולים. במקביל, מתחילים להתפתח בארה"ב מיזמים לייצור מקומי של סוללות נתרן-יון לאגירה נייחת, במטרה להפחית את התלות בשרשרת האספקה הסינית. עם זאת, שרשרת האספקה של הטכנולוגיה עדיין מצומצמת בהשוואה לליתיום-יון. כמו כן, אף שחומרי הגלם עצמם מגוונים יותר, שלבי הייצור המתקדמים, כגון ייצור התאים והאלקטרודות, עדיין מרוכזים ברובם בסין.

טכנולוגיות אגירה ארוכת טווח - (LDES) סוללות זרימה, אוויר נוזלי ועוד

קטגוריה זו כוללת מגוון טכנולוגיות כגון סוללות זרימה מבוססות ונדיום ואגירת אוויר נוזלי, המיועדות לאגור אנרגיה למשך שעות רבות, לרוב מעל ל-10 שעות. טכנולוגיות אלו מתקשות כיום להתחרות כלכלית בליתיום-יון, המצליח לעיתים לספק מענה גם לטווחים של עד 8 שעות. כתוצאה מכך, האימוץ שלהן תלוי כמעט לחלוטין במדיניות ממשלתית תומכת: מדינות כמו בריטניה, יפן ואוסטרליה מקיימות מכרזים ייעודיים או מעניקות

[4] Global EV Outlook 2026, Electric vehicle batteries – Emerging battery chemistry and designs, IEA 2026

סובסידיות כדי לאפשר לטכנולוגיות אלו לחדור לשוק ולספק גיוון וביטחון באנגיה שסוללות ליתיום אינן יכולות לספק בטווחים ארוכים יותר.

אגירה שאובה (Pumped Hydro)

הטכנולוגיה הוותיקה ביותר המבוססת על מאגרי מים, למרות קצב ההתקנה הגבוה של סוללות ליתיום-יון האגירה השאובה היא בעלת הקיבולת הגדולה ביותר בפער ניכר. כיום היא מתמודדת לראשונה עם תחרות מול סוללות ענק. אף שהיא עדיין רלוונטית מאוד לפרויקטים הדורשים אגירה לפרקי זמן של 8 שעות בממוצע, הקמתה איטית ומורכבת.

תחליפי דלק

מימן נחשב ל"דלק העתיד" בשל היותו מקור אנרגיה נקי, אשר בעת השימוש בו לאנרגיה נפלטים אדי מים בלבד. המימן יכול לשמש למגוון רחב של יישומים בסקטורים שונים, כגון תחבורה, תעשייה, חימום ואגירת אנרגיה. שנים האחרונות חלו חידושים טכנולוגיים ניכרים, בעיקר באלקטרולייזרים, המוזילים את עלויות הייצור של מימן ירוק, וכן בתאי הדלק, שהפכו ליעילים יותר.

אגירת אנרגיה באמצעות מימן מהווה פתרון אסטרטגי לאגירה ארוכת טווח. הרציונל המרכזי במודל זה הוא מיצוי פוטנציאל האנרגיות המתחדשות, תוך ניצול יעיל וספיגה של האנרגיה הנוצרת בשיא הייצור, אשר לא ניתן להוליך למרכז הארץ בשל מגבלות תשתית. במקום שייצור זה ירד לטמיון, החשמל מנותב להפקת מימן. תהליך זה ממיר את אנרגיית השמש העודפת לגז בר-אחסון, שאותו ניתן לאגור לפרקי זמן ממושכים ולייצר ממנו חשמל זמין בעת הצורך. את המימן ניתן לאחסן במספר תצורות שונות בהתאם לצורך המקומי והמסחרי, החל מאחסון במכלים כגז דחוס או כמימן מונזל, ועד לפוטנציאל של אחסון בהיקפים נרחבים בתת-הקרקע.

המימן מסתמן כנדבך מרכזי בגיוון תמהיל האנרגיה העתידי של ישראל. כמענה אסטרטגי לאגירה עונתית וארוכת טווח, המדינה מקדמת את ניצול תת-הקרקע ע"י מבנים גיאולוגיים עמוקים לאחסון מימן בהיקפים נרחבים. במקביל, מקודמות בחינות היתכנות לשילוב מימן בריכוזים נמוכים בתחנות כוח קיימות כדי לאמוד את השפעתו לאורך שרשרת הערך, וכן נבחנת התאמתן של תשתיות הגז הטבעי הנוכחיות להולכת מימן ולאגירתו. כזרז לחדשנות, יוזמת "עמק המימן" העתידית תשמש כמרכז פיתוח (Sandbox) לקידום מודלים מסחריים של "מתחמי אנרגיה עצמאיים" מבוזרים, מתחמים שבהם האנרגיה מופקת, נאגרת באמצעות מימן ותאי דלק, ונצרכת באופן מבוקר בעת הצורך.[5]

לצד המימן, מתפתחים נשאי אנרגיה כימיים נוזליים, המאפשרים לאגור ולשנע אנרגיה מתחדשת לטווחים ארוכים. אמוניה ירוקה מיוצרת ממימן ירוק וחנקן מהאוויר. בניגוד למימן, היא הופכת לנוזל בתנאי לחץ וטמפרטורה מתונים, וצפיפות האנרגיה שלה גבוהה. בנוסף, קיימת עבורה תשתית עולמית ותיקה לאחסון ולשינוע, שפותחה עבור תעשיית הדשנים. בזכות תכונות אלה היא מתאימה לאגירה עונתית ולייצוא אנרגיה. ניתן להשתמש באמוניה ישירות כדלק בטורבינות ובתחנות כוח, בשילוב עם גז טבעי או לבדה, או לפרק אותה בחזרה למימן. כמו כן, היא מזוהה כאחד הדלקים המרכזיים להפחתת הפליטות בספנות הבינלאומית. אתגריה העיקריים הם רעילותה, עלות הייצור הגבוהה ויעילות ההמרה הנמוכה לאורך השרשרת.

[5] דו"ח שנתי פורום המימן הרב מגזרי, משרד האנרגיה והתשתיות, 2025

2. סקירה בינלאומית משווה

א. רקע

דוח סוכנות האנרגיה הבינלאומית (IEA) לשנת 2024[6] מציב את טכנולוגיית הסוללות כרכיב הליבה ההכרחי לעמידה ביעדי האקלים הגלובליים שנקבעו בוועידת COP28. על פי תרחיש "אפס פליטות נטו", **נדרשת הגדלה של פי שישה בהספק אגירת האנרגיה העולמית עד שנת 2030, לסך של GW1,500** . בתוך יעד זה סוללות ליתיום-יון הן השחקן המרכזי וצפויות לספק כ-90% מהגידול בהספק, כאשר הן נדרשות לזנק פי 14 מהמצב הקיים ולהגיע להספק של GW 1,200 עד סוף העשור.

המציאות בשטח מעידה על קצב צמיחה מהיר אף יותר מהתחזיות המקוריות: לאחר שבשנת 2023 התווספו כ-GW 42 של אגירה, בשנת 2025 התוספת של ההספק המותקן הגיעה ל- GW 108 ברחבי העולם, נתון ההופך את האגירה לטכנולוגיית החשמל בעלת הצמיחה המהירה ביותר כיום.

המנוע הכלכלי העיקרי המאפשר צמיחה זו הוא הירידה המתמשכת בעלויות הייצור, כאשר מחירי הסוללות רשמו צניחה של כ-90% מאז 2010. בשנת 2024 הם הגיעו לשפל היסטורי חדש של 115 דולר לקוט"ש[7], עלויות אלו צפויות לרדת ב-40% נוספים עד שנת 2030.

בניתוח גיאוגרפי של שוק מתקני האגירה הגדולים, סין מובילה את השוק העולמי, עם צפי לגידול שנתי של כ-20% בתוספות הקיבולת בין השנים 2023-2030, המונע בעיקר על ידי דרישות רגולטוריות מחייבות לשילוב אגירה במתקני ייצור. ארצות הברית היא השוק השני בגודלו, עם צפי לזינוק מ-8 GW ב-2023 ל-28 GW ב-2030, בזכות תמריצים כלכליים משמעותיים. הודו צפויה להפוך לשוק השלישי בגודלו עם האצה בפריסת מתקנים לתמיכה ברשת.

במקביל לשוק המערכתי, תחום האגירה המבוזרת, במתח הנמוך והגבוה, שומר על נתח שוק יציב ומשמעותי של כ-30%-45% מסך האגירה העולמית. גם בפלח שוק זה סין מובילה, בעיקר הודות למגזר המסחרי והתעשייתי המסתמך על ארביטראז' כמודל כלכלי. האיחוד האירופי מציג צמיחה יציבה עם גידול של כ-5 GW בשנה, המונע בעיקר על ידי גרמניה ואיטליה שם נפוץ המודל של שילוב סוללות ביתיות עם פאנלים סולאריים. ארצות הברית צפויה להיות השוק השלישי בגודלו בתחום זה בהובלת מדינות כמו קליפורניה וטקסס.

לפירוט סקירת המדיניות, וכן רשימת המקורות, ראו נספח 1.

ב. מדינות האיחוד האירופי

מדיניות אגירת האנרגיה של האיחוד האירופי מתמקדת ביצירת שוק אנרגיה משותף, תחרותי וגמיש, המעוגן בדירקטיבת שוק החשמל[8] וברגולציה הנלווית לה[9]. עקרון הליבה הוא הגדרת האגירה כפעילות שוק תחרותית ולא כחלק מתשתית הרשת, מכאן נובע איסור כמעט גורף על מפעילי הרשת להחזיק במתקני האגירה או להפעיל

[6] Batteries and Secure Energy Transitions, IEA 2024
[7] Global Energy Review, IEA 2026
[8] Directive (EU) 2019/944 on common rules for the internal market for electricity
[9] Regulation (EU) 2019/943 on the internal market for electricity

אותם. המדיניות מחייבת את המדינות החברות להסיר חסמים כגון "כפל מס" ולהבטיח שמתקני אגירה יוכלו להשתתף בתנאים שווים בכל מנגנוני השוק, לרבות שוקי קיבולת, שירותים נלווים ואיזון המערכת.

האיחוד פועל לחיזוק העצמאות האנרגטית באמצעות חקיקה[10]. חוקים אלו נועדו להבטיח כי עד שנת 2030, לפחות 40% מהביקוש לטכנולוגיות נקיות אסטרטגיות, ובהן סוללות, יסופק על ידי ייצור מקומי בתוך האיחוד, תוך אבטחת שרשראות אספקה של מינרלים קריטיים. במסגרת התוכניות הלאומיות לאנרגיה ואקלים[11], המדינות החברות באיחוד מכוונות במצטבר לפריסת כ-45 GW של אגירה עד שנת 2030, והאיחוד תומך בכך באמצעות מימון פרויקטים נבחרים דרך קרנות חדשנות ויוזמות לשיתוף פעולה תעשייתי[12].

ג. בריטניה

מדיניות האגירה של בריטניה מהווה נדבך מרכזי באסטרטגיה הלאומית של המדינה למעבר לרשת חשמל מאופסת פליטות ולהפיכתה למעצמת אנרגיה נקייה. כדי לממש חזון זה, קבעה הממשלה הבריטית יעדים שאפתניים להגדלה משמעותית של קיבולת "הגמישות הנקייה", תוך הקמת אגף ממשלתי ייעודי וקידום גמישות צרכנית הכוללת שילוב של טכנולוגיות אגירה קצרות וארוכות טווח.

התפתחות משק האגירה הבריטי התאפיינה במספר מגמות וצעדי מדיניות אסטרטגיים:

- **הסרת חסמים רגולטוריים וביסוס השוק:** הבסיס ההיסטורי של משק האגירה נשען על אגירה שאובה ועל שוק קיבולת התגמל מתקנים שזמינים למנהל המערכת בשעות שיא הביקוש. עם הזמן, המדינה עברה תהליך מואץ של הסרת חסמים שכלל את פישוט הליכי התכנון, הגדרת האגירה כישות משפטית עצמאית למניעת כפל מס בין טעינה לפריקה, השקת מנגנוני תמרוץ לשילוב אגירה בצמידות לשדות סולאריים, והשקעה ממשלתית משמעותית בחדשנות.
- **ייצוב הרשת וטיפול בתשתיות הפיזיות:** הגידול המהיר בפרויקטים אנרגיה ירוקה יצר עומס חסר תקדים בתור לקבלת אישורי חיבור לרשת החשמל הארצית, כאשר פרויקטים לא בשלים "חסמו" את התקדמותם של פרויקטים בשלים יותר. בריטניה קידמה רפורמת חיבורים ומעבר משיטת "כל הקודם זוכה" למודל של "הראשון שמוכן - מחובר". במקביל יצרה מכרזים ייעודיים לרכישת יציבות תדר מסוללות, והשיקה פלטפורמת איזון דיגיטלית ופתוחה (OBP) שאפשרה שליטה מרחוק והגדילה משמעותית את שילוב הסוללות בניהול הרשת.
- **אגירה מבוזרת ומעבר לשוק בוגר:** בשלב הבשלות, פנתה המדיניות לאסדרת האגירה המבוזרת ולפיתוח מנגנוני שוק פיננסיים. הצעדים המרכזיים כללו פטור ממע"מ לאגירה ביתית, פתיחת השוק לאגרגטורים, ורפורמת מחירים חצי-שעתית שיצרה תעריפי חשמל דינמיים המעודדים צרכנים להסיט צריכה לשעות שפל. במקביל, המדינה יצרה "רשת ביטחון" כלכלית למתקנם גדולים מאוד כדי לעודד פרויקטים של אגירה ארוכת טווח, ויצרה אסדרה המאפשרת למתקנים לשמר את חוזי הקיבולת שלהם גם לנוכח דעיכה טבעית בקיבולת הסוללות.

[10] Net-Zero Industry Act, EU 2023, Critical Raw Materials Act, EU 2023
[11] National energy and climate plans
[12] Important Projects of Common European Interest (IPCEI)

התרשים הבא ממחיש את ציר הזמן ואת אבני הדרך המרכזיות שעיצבו את אסטרטגיית הגמישות והאגירה של בריטניה, משלב ביסוס השוק ועד ליעדי 2030:



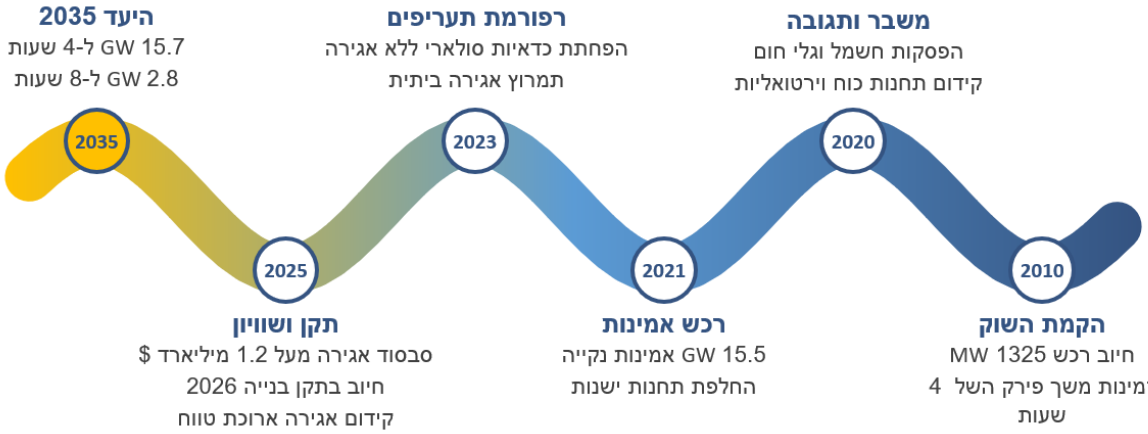
ד. קליפורניה

מדיניות האגירה של קליפורניה נגזרת ממטרת העל של הבטחת אמינות רשת החשמל, לצד עמידה ביעדי פליטות מחמירים. המדינה רואה באגירת אנרגיה רכיב הכרחי לייצוב הרשת, אשר יפצה על סגירתן של תחנות כוח ישנות ויאפשר ניצול מקסימלי של אנרגיה נקייה. האסטרטגיה של קליפורניה משלבת תכנון מרכזי לרכש מאסיבי של אגירה מערכתית, יחד עם צעדים ברמת הצרכן המעודדים התקנת סוללות מאחורי המונה ומזעור הזרמת החשמל בחזרה לרשת.

התפתחות משק האגירה במדינה התאפיינה במספר מגמות וצעדי מדיניות אסטרטגיים:

- **הקמת השוק ויצירת ביקוש מחייב:** השוק המקומי קם תחילה באמצעות רגולציה שיצרה ביקוש מלאכותי, במסגרתה חויבו חברות החשמל הגדולות לרכוש מכסות אגירה. מודל זה התפתח למנגנון כלכלי המעניק תגמול קבוע עבור זמינות המערכות, ללא תלות בשימוש בפועל בהן.
- **רכש אמינות ורפורמות כלכליות:** בעקבות הפסקות חשמל יזומות ומשבר האקלים, המדינה החלה לחייב רכש נרחב של "משאבי אמינות נקיים" כדי להחליף תחנות כוח מיושנות. במקביל, יושמה רפורמת תעריפים שהפחיתה את התגמול על הזרמת חשמל סולארי לרשת, צעד שפגע בכדאיות של מערכות סולאריות ללא אגירה ונועד לתמרץ משקי בית לצריכה עצמית. כמו כן, קודמו תחנות כוח וירטואליות המופעלות בשעת חירום ומתגמלות אגרגטורים המאגדים סוללות פרטיות לרשת מנוהלת אחת.
- **תקינה מחייבת, שוויון חברתי וחדשנות:** המדיניות הנוכחית מתמקדת בהפיכת האגירה לסטנדרט בנייה מחייב, תוך שילובה עם מערכות סולאריות במבני ציבור ומסחר. דגש משמעותי מושם על תוכניות סבסוד נרחבות המתמקדות בשוויון חברתי, המממנות כמעט את מלוא העלות של התקנת סוללות עבור אוכלוסיות פגיעות באזורי סיכון. בנוסף, המדינה מקדמת פרויקטים חדשניים, ביניהם תמרוץ טעינה ופריקה של רכבים חשמליים לרשת (V2G), ופיתוח פרויקטים חלוציים של אגירה ארוכת טווח במיוחד (כדוגמת סוללות ברזל-אוויר).

התרשים הבא ממחיש את ציר הזמן ואת אבני הדרך המרכזיות שעיצבו את אסטרטגיית הגמישות והאגירה של קליפורניה:



ה. גרמניה

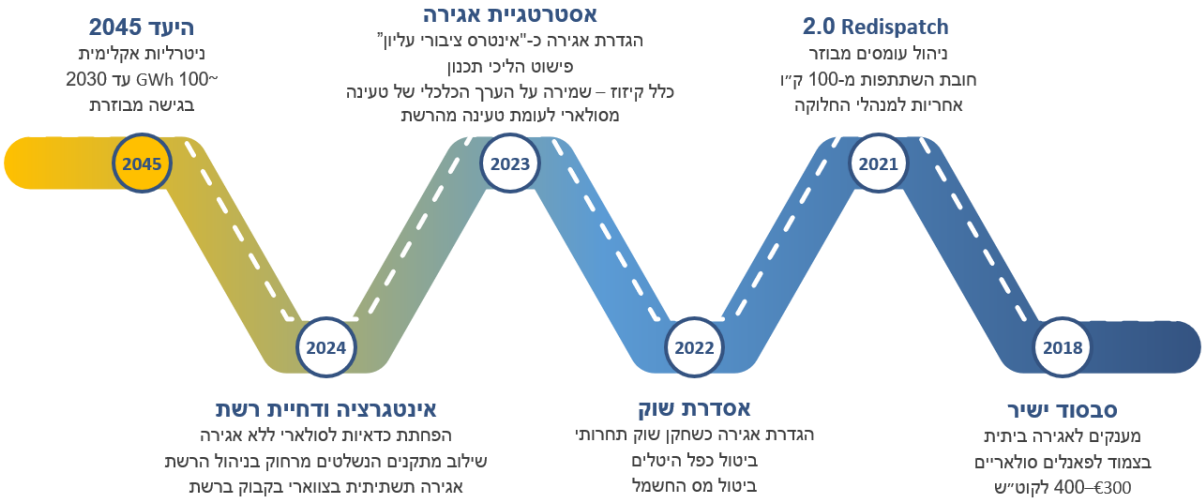
מדיניות האגירה של גרמניה נגזרת ממטרת העל של המדינה; להגיע לאספקת חשמל המבוססת כמעט לחלוטין על אנרגיות מתחדשות ולעמידה ביעדי ניטרליות אקלימית. אף על פי שאין לגרמניה יעד אגירה רשמי, היא רואה באגירת חשמל רכיב גמישות קריטי שנועד לאזן את רשת החשמל. בשונה ממדינות אחרות הממקדות את עיקר המאמץ במתקני תשתית, גרמניה מתאפיינת בגישה מבוזרת שבה השוק הפרטי והביתי הוא הקטר המוביל את הצמיחה. האסטרטגיה הממשלתית הנוכחית מתמקדת במעבר ממודל של סבסוד ישיר, להפיכת האגירה לכדאית כלכלית על ידי הסרת חסמים משמעותיים.

התפתחות משק האגירה הגרמני התאפיינה במספר מגמות וצעדי מדיניות אסטרטגיים:

- **סבסוד ישיר וניהול עומסים מבוזר:** בתחילת הדרך, שוק האגירה נשען רבות על תוכניות ממשלתיות שסבסדו אגירה מבוזרת בצמוד למתקנים סולאריים, ומחקרים הראו כי בלעדיהן רוב המשקיעים הפרטיים כלל לא היו רוכשים סוללות. במקביל, קודמה רפורמה מקיפה שהתאימה את רשת החשמל לייצור מבוזר והרחיבה את חובת ההשתתפות בניהול העומסים גם למתקני ייצור קטנים ולמכשירי צריכה ביתיים הניתנים לשליטה מרחוק.
- **אסדרה לאומית והסרת חסמים רגולטוריים:** עם התבססות השוק, המדינה אימצה גישה הרואה באגירה שחקן עצמאי בשוק תחרותי, הן כיצרן והן כצרכן, וביטלה את הכפל בהיטלים ובמס החשמל. בנוסף, קודמו יוזמות לשימוש אסטרטגי בתשתיות ובקרקעות של תחנות כוח ישנות שנסגרו, פושטו הליכי התכנון על ידי הגדרת מתקני אגירה כ"אינטרס ציבורי עליון", ובוטלה חובת ההפרדה הפיזית בין חשמל "ירוק" ל"אפור" בתוך הסוללות ובמקומה נקבע מעבר לשיטת קיזוז חשבונאית חכמה.
- **אינטגרציה מערכתית ודחיית השקעות ברשת:** בשלב הבשלות של השוק, המדיניות עברה לשילוב של הצרכנים בניהול הרשת. צעדים בולטים כללו תמרוץ כלכלי לאגירה משותפת בבניינים, וכן חקיקה שהפחיתה את כדאיות הזרמת החשמל הסולארי לרשת בשעות שיא הייצור כדי לעודד אגירה וצריכה עצמית באתר.

כמו כן, גרמניה החלה לשלב סוללות גדולות מאוד ישירות במערכת ההולכה, במטרה להקל על צווארי בקבוק ברשת ולדחות את הצורך בהקמת קווי מתח עליון חדשים.

התרשים הבא ממחיש את אבני הדרך המרכזיות שעיצבו את אסטרטגיית האגירה של גרמניה, משלב הסבסוד הישיר ועד האינטגרציה המלאה ברשת:



ו. אוסטרליה

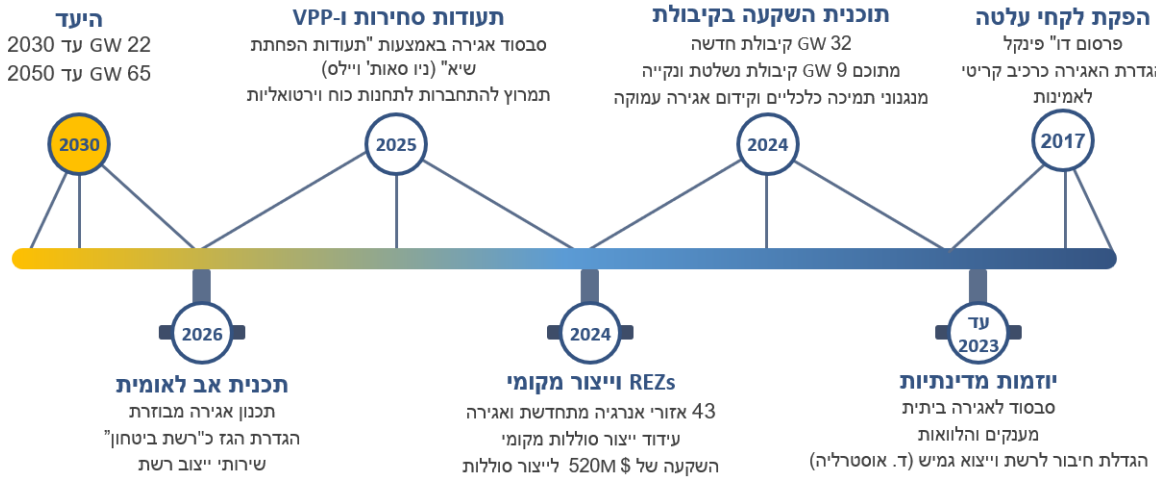
מדיניות האגירה של אוסטרליה נגזרת ממטרת העל של המדינה לעבור לאספקת חשמל המבוססת ברובה המוחלט על אנרגיות מתחדשות ולהגיע לניטרליות אקלימית, לצד יציאה מואצת משימוש בתחנות כוח פחמיות. אוסטרליה רואה באגירת חשמל רכיב הכרחי לייצוב הרשת, שיחליף את הגמישות שסיפקו תחנות הפחם ויאפשר ניצול מיטבי של אנרגיית השמש והרוח. האסטרטגיה הממשלתית מקדמת גישה משולבת: השקעות פדרליות משמעותיות באגירה מערכתית, במקביל לקידום אגירה מבוזרת ופיתוח תעשיית ייצור סוללות מקומית.

התפתחות משק האגירה האוסטרלי התאפיינה במספר מגמות וצעדי מדיניות אסטרטגיים:

- **הפקת לקחים ויוזמות ברמת המדינות:** בעקבות קריסת רשת נרחבת שנגרמה מפגעי מזג אוויר, הוגדרה האגירה מחדש לא רק ככלי לאיזון עומסים, אלא כרכיב תשתיתי ואסטרטגי הכרחי להבטחת החוסן הלאומי ומניעת קריסות שרשרת. בתחילת הדרך, השוק נשען על יוזמות ברמת המדינות (States) שכללו סבסוד ישיר לאגירה ביתית ויצירת סטנדרט טכני לחיבור גמיש שאפשר ניהול ושליטה מרחוק על הזרמת האנרגיה לרשת בעיתות עומס.
- **השקעות נרחבות, תכנון אזורי וייצור מקומי:** בשלב הבא, המדיניות עברה לריכוז מאמץ פדרלי הכולל תוכנית השקעה לאומית בקיבולת, המעניקה "רשת ביטחון" כלכלית ליזמים באמצעות מכרזים להבטחת מינימום הכנסות. התכנית מקדמת גם פרויקטים של "אגירה עמוקה" ארוכת טווח. בנוסף, המדינה הגדירה אזורי אנרגיה מתחדשת (REZs) לפיתוח מתואם של מתקני ייצור ואגירה, והשיקה אסטרטגיה תעשייתית להקמת תעשיית סוללות מקומית, תוך ניצול משאבי הטבע המקומיים ומתן תמריצים כלכליים מבוססי-תפוקה ליצרנים כדי להימנע ככל הניתן מייצוא חומרי הגלם בלבד, ללא פיתוח תעשיה.

- **אינטגרציה של צרכני הקצה והרחבת תכנית האב:** השלב המתקדם של המדיניות מתמקד בשילוב האגירה המבוזרת כמשאב אקטיבי המשתתף בניהול הרשת. צעדים אלו כוללים מעבר ממענקים למנגנון של תעודות סחירות המשקפות את ערך הסוללה לרשת, ושילוב צרכנים בתחנות כוח וירטואליות המסנכרנות פריקת סוללות במשותף. בנוסף, תכנית האב הלאומית הורחבה כדי לתאם פריסה של סוללות ביתיות ורכבים חשמליים תוך בניית הסכמה חברתית עם הצרכנים, והגדרת שוק הגז כ"רשת ביטחון" משלימה לאגירה במצבי קיצון של מחסור ממושך בייצור מאנרגיית שמש ורוח.

התרשים הבא ממחיש את אבני הדרך המרכזיות שעיצבו את אסטרטגיית האגירה של אוסטרליה, החל משלב הפקת הלקחים ועד התכנון האסטרטגי המערכתי:



ז. טקסס

טקסס היא מקרה ייחודי של שוק אנרגיה אשר מונע אך ורק על ידי כוחות כלכליים. שוק זה אינו מתגמל יצרני חשמל על זמינות או קיבולת, אלא רק על האנרגיה המסופקת בפועל. המנוע הכלכלי הוא מנגנון התמחור במחסור המאפשר למחירי החשמל לזנק מתעריף בסיס נמוך לתקרה גבוהה מאוד בזמני ביקוש קיצוני. תנודתיות זו הופכת את הארביטראז' בטקסס לכדאי מאוד. לפני פברואר 2021, תחום האגירה בטקסס היה בראשית דרכו, הקיבולת המותקנת הייתה זניחה יחסית, והוא לא הוגדר כתשתית קריטית לרשת.

נקודת המפנה התרחשה בפברואר 2021 כאשר הכתה בטקסס סופת החורף "אורי", וחשפה את חוסר המוכנות של המערכת. במהלך הסופה קפאה צנרת הגז הטבעי, שממנו מופקים כ- 51% מהחשמל, ובמקביל הושבתו טורבינות רוח, תחנות פחם וגרעין. השילוב של קריסת ההיצע והזינוק בביקוש לחשמל לחימום יצר משבר חמור והביא להפסקת חשמל בקרב כ-70% מהתושבים לתקופה ממוצעת של 42 שעות, לפגיעה נרחבת בכלכלה ולאובדן חיי אדם.

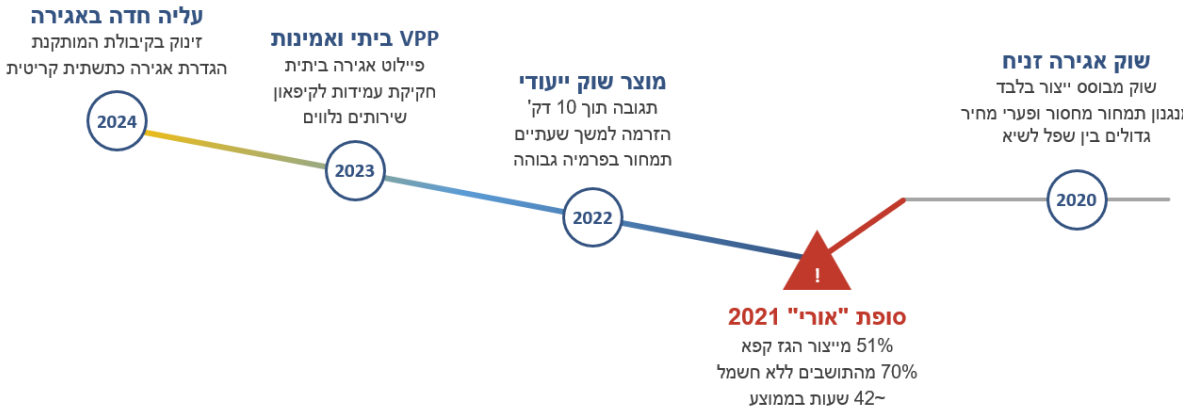
כחלק מהפקת הלקחים מהסופה ננקטו מספר צעדי מדיניות:

- **יצירת מוצר שוק ייעודי:** מפעיל הרשת יצר מוצר חדש בתוך בורסת החשמל המותאם ליתרונות של אגירת האנרגיה בסוללות ליתיום-יון, ובמסגרתו נדרשים המתקנים להגיב במהירות ולהזרים חשמל תוך 10 דקות,

למשך פרק זמן של שעתיים. השירות תומחר בפרמיה גבוהה והביא לגידול משמעותי ביכולת האגירה במדינה.

- **העלאת כדאיות של האגירה ביתית:** הושק פיילוט[13] המאגד אגירה ביתית לתחנות כוח וירטואליות, והפך את הסוללות הביתיות לשחקן פעיל בשוק החשמל המניב רווחים לבעליהן.
- **חקיקה להבטחת אמינות טכנית:** חיוב כל מתקני האנרגיה המשתתפים בשוק השירותים הנלווים לבצע התאמות פיזיות לעבודה בטמפרטורות קיפאון, כדי לשמור על אמינות השוק במצבי קיצון.

באיור הבא ניתן לראות את התפתחות שוק האגירה בטקסס כהפקת לקחים מסופת "אורי":



ח. לסיכום - מה ניתן ללמוד מהעולם?

תכנון והצבת יעדים מבוססי מודלים: היקף האגירה הנדרש ופריסתה מחושבים ומנוהלים כיעד אסטרטגי למשק החשמל. היעד אינו נורמטיבי בדרך כלל אלא תוצאתי. כלומר, המדינות הנסקרות מפעילות מנגנוני תכנון מערכתיים מבוססי מודלים מורכבים כדי לחשב כמה אגירה נדרשת לשילוב יעיל של אנרגיות מתחדשות, להבטחת אמינות הרשת ולמיקסום התועלות המשקיות, תוך איזון העלויות הכלכליות. לסקירה של הפרמטרים הנלקחים בחשבון בתהליך החישוב ראו נספח 2.

עידוד אגירה מבוזרת באמצעות צמצום תעריף ההזנה ותשלום מופחת על אנרגיה המוזרמת בשעות השפל: המדינות פועלות לשינוי התמריצים הכלכליים במטרה לעודד מעבר ממערכות סולאריות ללא אגירה למערכות משולבות אגירה, וזאת כדי להתמודד עם העומסים על הרשת והתנודתיות המובנית בייצור הסולארי. המדיניות מתמקדת בשינוי מבנה תעריפי ההזנה כך שהזרמת אנרגיה לרשת בשעות הצהריים תהיה פחות כדאית, ובכך היא מעודדת צרכנים ויזמים לאמץ אגירה מבוזרת כברירת מחדל כלכלית.

השקעה באגירה ארוכת טווח: מדינות מכירות בכך שטכנולוגיית ליתיום-יון אינה מספקת מענה לאגירת אנרגיה למשך שבועות וחודשים. כדי להבטיח את שרידות הרשת בעתות של "בצורת מתחדשות" המתאפיינת בתקופות ממושכות ללא שמש ורוח, מדינות אלו מקדמות פתרונות מגוונים של אגירה עמוקה ועונתית: כגון אגירה שאובה, מימן, אגירת חום וטכנולוגיות בשלבי פיתוח שונים, בהתאם לתנאיהן הגיאוגרפיים. בניגוד לאגירה קצרת טווח המונעת על ידי השוק הפרטי, אגירה עונתית נתפסת כפרויקט של תשתית לאומית ואסטרטגית. בשל ההיקף

[13] תחת החלטה PUCT Project No. 53911

הגדול של המתקן, העלות הגבוה וזמני ההקמה הממושכים, הם מחייבים תכנון מרכזי, מעורבות ממשלתית אקטיבית ויצירת מנגנוני מימון וסבסוד ייעודיים להפחתת סיכוני ההשקעה.

הסרת חסמים והאצת התקנה: מדינות מובילות בעולם פועלות להסרת חסמים בירוקרטיים, כלכליים ותכנוניים, מתוך הבנה כי הרגולציה המסורתית אינה מותאמת לייחודיות הטכנולוגית של האגירה ואילו הצורך במתקנים אלו קריטי. באמצעות יצירת סביבה רגולטורית תומכת ופישוט הליכי רישוי, מדינות אלו פועלות לצמצום משמעותי של הבירוקרטיה, במטרה ליצור את התנאים הדרושים להאצה דרמטית של פריסת תשתיות האגירה ולחיבורן המהיר והיעיל לרשת החשמל.

קידום מאגדים (אגרגטורים): איגוד משאבי אגירה קטנים ומבוזרים לכדי תחנות כוח וירטואליות מהווה פתרון אסטרטגי להגדלת הגמישות המערכתית. באמצעות ניהול מרחוק על ידי אגרגטורים, ניתן להפוך אלפי מתקנים קטנים למשאב מאוחד המסוגל להזרים הספק לרשת, לספק שירותי ייצוב ולנהל ביקושים בזמן אמת. מודל זה משרת את האינטרס הלאומי ביציבות רשת, תוך יצירת תמריץ כלכלי ישיר לצרכנים, ובכך הופך את ניהול הביקושים למנוע צמיחה חיוני לחיזוק החוסן באנרגיה של המשק.

שימוש באגירה מבוזרת ככלי אסטרטגי לחוסן לאומי מול אירועי קיצון: אירועי קיצון אקלימיים ותקלות מערכתיות מהווים זרז מרכזי להאצת פריסת האגירה ברחבי העולם, ככלי חירום קריטי להבטחת חוסן רשת החשמל. ניסיון העבר מגלי חום קיצוניים בארה"ב ועד קריסות רשת באי האיברי הוביל לשינוי תפיסתי שבו האגירה נתפסת כמרכיב חיוני לביטחון לאומי. לקחי אירועים אלו הדגישו כי סוללות המצוידות בטכנולוגיות ייצוב מתקדמות וביכולות התנעה שחורה הן הכרחיות לבלימת קריסות שרשרת, לייצוב מהיר של תדר הרשת ולאושש בטוח ומהיר של המערכת בעת משבר.

להלן טבלה המשווה את מדיניות האגירה והאמצעים לקידומה של המדינות הנסקרות בפארק זה, והשוואה לצעדים המקודמים בישראל, כפי שיפורטו בפרק הבא:

	גרמניה	בריטניה	קליפורניה	אוסטרליה	טקסס	ישראל
הצבת יעדים לאומיים לאגירה	X	V	V	V	X	X
מענקים ישירים והחזרים כספיים (CAPEX)	V	V	V	V	X	X
תעריפים מותאמים ותמריצים תפעוליים (OPEX)	V	V	V	V	V	V
עידוד אגירה באמצעות צמצום תעריף ההזנה	V	V	V	V	X	X
תמריצי ייצור לתעשייה המקומית	X	V	X	V	X	X
הפחתת סיכונים פיננסיים בפרויקטי תשתית לאומיים	V	V	V	V	X	V
רגולציה מעודדת והסרת חסמים	V	V	V	V	X	V
קידום מאגדים (VPP) וניהול ביקושים	V	V	V	V	V	X
קידום שירותי רשת	V	V	V	V	V	V
יעדי רכש ממשלתיים וחיובים רגולטוריים	X	X	V	X	X	X
קידום אגירה עונתית וארוכת טווח	V	V	V	V	X	V

קידום אגירה בעקבות לקחים מאסונות	X	X	V	V	V	V

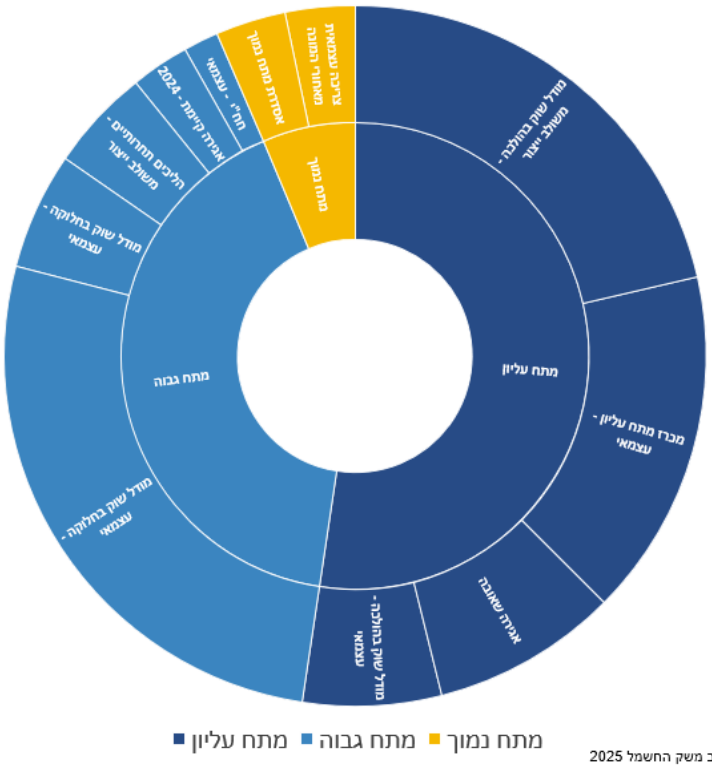
3. סטטוס אגירה בישראל

א. רקע:

שוק אגירת האנרגיה בישראל עדיין קטן, אך הוא מצוי בתקופה של תנופה גדולה. השוק מהווה זירת פעילות עבור מגוון רחב של חברות ויזמים, וחווה ביקוש חסר תקדים, המתבטא במילוי מהיר של המכסות הממשלתיות להקמת מתקני אגירה. רמת עניין זו אינה מקרית; היא מהווה אות ברור לכך שהיזמים והמשקיעים רואים באגירה מודל עסקי כדאי, המהווה עמוד תווך במעבר למשק חשמל גמיש ועתיר אנרגיות מתחדשות.

ב. צפי אגירה בישראל

על פי דו"ח מצב משק החשמל אשר פורסם בספטמבר 2025, סך הספק האגירה המותקן במשק עמד על כ-600 מגה-וואט של סוללות ליתיום-יון המותקנות בצמוד לשדות סולאריים, בנוסף ישנם שני מתקני אגירה שאובה בגלבוע (300 MW) ובכוכב הירדן (344 MW). על פי הצפי של רשות החשמל המבוסס על חלוקת מכסות ותשובות מחלק, עד שנת 2030 יכול המשק להגיע להספק אגירה של כ-9,250 MW עם קיבולת אנרגיה של כ-40,200 MWh[14]. להלן גרף המרכז את נתוני צפי האגירה לפי תחזיות רשות החשמל, בחלוקה לפי אסדרות, ורמות מתח. יש לציין כי הצפי מתעדכן משנה לשנה, וצפוי להתעדכן שוב עם פרסום דו"ח משק החשמל ברבעון האחרון של 2026.



מתוך דו"ח מצב משק החשמל 2025

ג. תכניות הפיתוח למערכת ההולכה ולמערכת החלוקה

תכנית פיתוח מערכת החלוקה

על פי תכנית פיתוח מערכת החלוקה[15] אשר אושרה בנובמבר 2024, היעד הוא לשלב ברשת החשמל יכולות לאגירת אנרגיה בהיקף של כ-3,600 מגה-וואט עד שנת 2030. המשך הפיתוח והקמת מתקני אגירה נוספים ברשת החלוקה בין השנים 2026-2030 היא מדיניות של חברת החשמל, אך היא מותנה בקבלת אישורים נוספים מרשות החשמל.

[14] דוח מצב משק החשמל, רשות החשמל 2025
[15] תכנית פיתוח רשת החלוקה 2024-2030, חברת החשמל

נקבע כי נתח השוק של חברת החשמל בתחום מתקני האגירה מוגבל, ולא יעלה על 15% מנתח השוק הפרטי.

תכנית פיתוח מערכת ההולכה 2030

במסגרת תכנית הפיתוח למערכת ההולכה לשנת 2030[16] שאושרה בנובמבר 2023, הוגדר צורך באגירה בהיקף של 1,800-2,000 מגה-וואט, עם משך פריקה של ארבע שעות לפחות. תוספת זו נדרשת מעבר למתקני האגירה השאובה ולמערכות סולאריות משולבות אגירה שכבר תוכננו להשתלב במערכת. נוסף על כך נדרשים 400-500 מגה-וואט של אגירה לשירותים נלווים כמו בקרת תדר ואינרציה, זאת על מנת למנוע אי-יציבות ברשת עקב שילוב של אנרגיות מתחדשות בהיקף רחב. במסגרת תוכנית הפיתוח הומלץ להקדים את הקמת המתקנים ככל הניתן על מנת לצבור את הניסיון תפעולי נדרש במערכת עתירת אגירה.

העדיפות הינה להקמת מתקני אגירה באזורים בהם אחוז קטימת האנרגיה הוא הגבוה ביותר. לכן, עיקר המאמץ והקצאות הרשת בשנים הקרובות ימוקדו במוקדי דרום הארץ: אזור הנגב המערבי, הערבה ואילת.

על מנת להבטיח שמתקני האגירה יתמכו ברשת החשמל ולא יהוו סיכון ליציבות הרשת, מוצגים בתכנית שני תנאי סף: האחד, יכולת שליטה מלאה של מנהל המערכת על משטרי הפעולה, הטעינה והפריקה של מתקני האגירה, בין אם הם מחוברים לרשת ההולכה ובין אם לרשת החלוקה במתח גבוה. השני, קידום אסדרה על ידי רשות החשמל, שתגדיר מנגנוני תשלום ליזמים המספקים שירותים נלווים, כגון תמיכה באינרציה ובקרת תדר מהירה. בימים אלו מקודמת תכנית פיתוח לשנת 2035 עם עדכון הצורך באגירה.

להלן טבלה מסכמת של הצורך באגירה כפי שהוגדר בתוכניות הפיתוח למערכת ההולכה ולמערכת החלוקה והצפי הפוטנציאלי לאגירה על פי רשות החשמל:

	צורך ברשת ההולכה	צורך ברשת החלוקה	צפי רשות החשמל
שילוב מתחדשות	1,800-2,000 MW	3,600 MW	
שירותי רשת	400-500 MW		
אגירה שאובה	800 MW		
סה"כ	3,000-3,300 MW	3,600 MW	9,250 MW

ד. אסדרות כלכליות לאגירה

רשות החשמל קובעת את האסדרות הכלכליות למתקני האגירה. האסדרות מחולקות לרמות מתח עליון, גבוה, ונמוך.

אגירה במתח עליון

מכרז תחרותי: במסגרת המכרז (הליך 70501) הקצתה רשות החשמל סך של 1,500 מגה-וואט למתקני אגירה במתח עליון בשלושה אזורים, והתעריף נקבע בשיטת "Pay-as-Bid" לכל זוכה בנפרד. על מתקנים אלו לספק ארבע שעות פריקה בהספק מרבי.

[16] תכנית פיתוח אינטגרטיבית למערכת הייצור והמסירה עד שנת 2030, נגה

המיקום הגיאוגרפי של מתקני האגירה הוגבל לצפון, לנגב מערבי ולערבה, בהתבסס על מפות ייעודיות שקבעה הרשות. השיקול המרכזי מאחורי בחירה זו, כמו גם הדרישה לחיבור לרשת המתח העליון (161 ק"ו) בלבד, הוא הצורך למקם את האגירה בסמוך למוקדי ייצור אנרגיה מתחדשת כדי לקלוט את עודפי הייצור ולמנוע קיטום. בנוסף, נקבעה מגבלת הספק של 150 מגה-וואט למתקן בודד כדי לעודד פיזור גיאוגרפי.

במכרז זכו שישה יזמים, עבור 11 מתקני אגירה. המתקנים עתידים לקום בשנת 2028 ולפעול באסדרה תעריפית עד שנת 2043.

מודל שוק בילטרלי בהולכה: אסדרת השוק הבילטרלית למתקני ייצור ברשת ההולכה[17] היא המסגרת הרגולטורית המאפשרת למספקים וירטואליים לרכוש יכולת ייצור מיצרנים פרטיים גדולים, ובהם מתקני אגירה, כתחליף לרכישה ממנהל המערכת. האסדרה מתבססת על מנגנון "תעודות זמינות" שבמסגרתו היצרן אינו מוכר למספק את האנרגיה בזמן אמת, אלא את "זכות הזמינות" שלו המשוקללת מתרומתו לרשת.

מבחינה תפעולית, מתקני האגירה פועלים בשיטת "העמסה מרכזית" בלבד, כך שנגה היא הקובעת את מועדי הטעינה והפריקה על בסיס אופטימיזציה כלכלית וצרכי המשק, בעוד היצרן מגיש הצעות מחיר ומקבל את מחיר השוק עבור האנרגיה.

באסדרה זו נקבעו שתי מכסות: 2,000 מגה-וואט למתקנים משולבים, ו-600 מגה-וואט למתקני אגירה עצמאיים. עקב ביקוש עודף ניכר לאגירה העצמאית, קבעה הרשות מנגנון הגרלה שבו נגה תבצע סקרי חיבור רק ל 900- המגה-וואט הראשונים, כדי לייעל את עבודת התכנון[18]. במאי 2026 פורסמה לשימוע הצעת החלטה במסגרתה תתווסף לאסדרת השוק הבילטרלית מכסה נוספת של 2,000 מגה-וואט אגירה ברשת ההולכה[19].

אגירה שאובה: מעבר לסוללות, ישנם שני מתקני אגירה שאובה מחוברים: גלבוע (300 MW), וכוכב הירדן (344 MW). בהמשך צפוי להתחבר מתקן נוסף במנרה. בסך הכול צפויה אגירה שאובה בהיקף של 800 מגה-וואט.

אגירה במתח גבוה

מודל שוק בחלוקה: אסדרה המאפשרת ליצרנים במתח גבוה למכור חשמל למספקים פרטיים, תוך הגשת תכניות ייצור יומיות למחלק[20]. כדי לקבוע כמה מתקני אגירה במתח גבוה אפשר לחבר במסגרת האסדרה, בחנה נגה את יכולתה של מערכת ההולכה לקלוט אותם. במסמך ממרץ 2024 הקצתה נגה הספק למתקני אגירה בכל אזור הזנה של תחנת משנה בהיקף מצטבר של 2,500 מגה-וואט בצפון ודרום הארץ[21]. ההקצאה מבוססת על תוכנית הפיתוח של נגה לשנת 2030, על הצפי להקמת מתקני ייצור ועל קריטריוני התכנון.

במרכז הארץ נקבעה המכסה בנפרד. בפברואר 2025 אישרה רשות החשמל 300 מגה-וואט לאזורי המרכז וירושלים, ובאוגוסט 2025 הגדילה את המכסה ל-500 מגה-וואט והרחיבה אותה גם לאזורי השרון ודן. בהתאם

[17] החלטה מס' 71101 – אסדרת שוק בילטרלית למתקני ייצור ואגירה המחוברים או המשולבים ברשת ההולכה
[18] החלטה מס' 72203 – קביעת סדר בדיקת בקשות לסקרי חיבור שהוגשו עם פרסום אסדרת השוק בהולכה
[19] הצעת החלטה לשימוע מישיבה מס' 742 – הגדלת מכסה במסגרת אסדרת השוק הבילטרלית בהולכה והתאמות בשל מגבלות הזרמה וטעינה
[20] החלטות 63704, 64603
[21] קליטת מתקני אגירה לפי מודל שוק מהיבט מערכת ההולכה, נגה

לכך קבעה נגה את ההספק המרבי בכל אזור השנאה, וקבעה שטעינת הסוללות תתבצע אך ורק בין השעות 01:00 בלילה ל-07:00 בבוקר[22].

כדי לשמור על יציבות הרשת ועל שרידות המערכת, חיבור המתקנים מותנה בשתי דרישות: ראשית, למנהל המערכת שמורה הזכות להורות למחלק לשנות את תוכנית ההעמסה הפרטנית של מתקן אגירה מטעמי שרידות ואמינות המערכת, ובמקרים חריגים גם משיקולי תפעול. שנית, היזם נדרש להתקין מערכת תקשורת שמשדרת בזמן אמת את מצב הטעינה של הסוללה. שתי הדרישות הן תנאי לקבלת תשובה חיובית מהמחלק, והן חלות על מתקנים בכל הארץ.

ביולי 2026 פרסמה רשות החשמל החלטה המסדירה את ניהול מתקני האגירה הפועלים במודל השוק בחלוקה[23]. ההחלטה נועדה להתמודד עם החשש שהיקפים גדולים של אגירה, שיטענו בשעות השפל ויפרקו בשעות הפסגה בהתאם לתמריצי תעו"ז, יפגעו ביציבות הרשת ובאמינות האספקה. ההחלטה חלה על מתקנים שקיבלו תשובת מחלק החל מ-22 במרץ 2024, לרבות מתקנים שחוברו במסגרת מכסות נגה, להלן עיקרי ההחלטה:

מודל ניהול: המחלק, או מנהל המערכת באמצעותו, רשאי להסיט את שעות הטעינה והפריקה של מתקני האגירה באמצעות תוכנית העמסה פרטנית הנמסרת יום מראש, ובמצבים חריגים גם בזמן אמת. בנוסף, המחלק רשאי להגביל את טעינת המתקן בהיקף של עד 100 שעות בשנה ללא פיצוי. מתקן שהיקף ההגבלה השנתי הצפוי לו עולה על 300 שעות לא יקבל תשובה חיובית. נוסף על כך, המחלק רשאי לדרוש מהמתקן עד 50 מחזורי טעינה ופריקה נוספים בשנה בתמורה לתשלום. במקביל, המחלק נדרש לבחון בתוך 120 ימים הסרה או הקלה של מגבלות שנקבעו בתשובות מחלק שניתנו בעבר.

פיצוי בגין הסטה: על מנת למזער את הפגיעה הכלכלית ביצרנים, ההתחשבנות עם היצרן ועם המספק שלו תתבצע בהתאם לתוכנית הייצור שהגיש היצרן ולא בהתאם לתוכנית ההעמסה בפועל, בתנאי שעמד בהוראות המחלק. ניהול המתקנים בזמן אמת בהיקף רחב יתאפשר רק לאחר הטמעת מערכת לניהול משאבים מבוזרים (DERMS) וציוד בקרה ותקשורת, ולא לפני 1 בינואר 2028.

מנגנון סטיות: ההחלטה קובעת תשלום בגין סטיות בשני מקרים: הראשון, חריגה ממגבלות ההזרמה או הטעינה שנקבעו בתשובת המחלק, החלה על כלל מתקני הייצור והאגירה במודל השוק בחלוקה מיום כניסת ההחלטה לתוקף. השני, סטייה של מתקן אגירה מנוהל מתוכנית ההעמסה הפרטנית בשיעור העולה על 5% ברמה חצי שעתית, הן בעודף והן בחוסר. סטיות חסר הנובעות מתקלה מאושרת, בהיקף מצטבר של עד 40 שעות בשנה, פטורות מתשלום. התשלום בגין סטיות מתוכנית ההעמסה יחול רק מ-1 בינואר 2028, על מנת לאפשר לשוק לצבור ניסיון בתפעול המתקנים.

פרמיה אורבנית: קיימת תוספת של 6 אגורות לקוט"ש ביישובים קיימים או מתוכננים מעל ל-50 אלף תושבים, עבור מתקני אגירה במתח גבוה בלבד (החלטה 66406).

[22] קליטת מתקני אגירה לפי מודל שוק במרכז הארץ מהיבט מערכת מסירה (עדכון 2), נגה
[23] החלטה מס' 74602 – ניהול מתקני אגירה עצמאיים הפועלים באסדרת השוק ברשת החלוקה ומנגנון סטיות

אגירה במתח נמוך

מתקני אגירה בשילוב סולארי, ללא מונה נפרד :עבור מתקנים אלו קיימת אסדרת תעריף משלים (אמות מידה 175–176), שמטרתה לעודד יצרנים לאגור אנרגיה בשעות השפל ולהזרים אותה לרשת בשעות הביקוש. האסדרה בתוקף עד סוף שנת 2026, ובימים אלו צפוי להתפרסם שימוע של רשות החשמל בנוגע לאסדרה כלכלית חדשה במתח הנמוך.

אגירה מאחורי המונה: במסגרת החלטה 70104 נקבע כי למתקני אגירה יינתן מסלול מהיר להקמה בהתאם לשתי אפשרויות הכוללות הזרמה מועטה לרשת, או אגירה מאחורי המונה.

- מסלול הזרמה מוגבלת: במסגרת המסלול ניתן להתקין מתקן אגירה עצמאי או צמוד למתקן סולארי בהספק של עד 630 קילו-וואט, כאשר ההזרמה בנקודת החיבור מוגבלת ל 15 קילו-וואט בלבד. במסגרת ההתקנה מותקן רכיב המבטיח שהחשמל שנטען בשעות השפל או עודפי החשמל מהפאנלים הסולאריים ייאגרו בסוללה או ייצרכו מקומית, ורק 15 קילו-וואט יוזרם לרשת ויימכר בתעריף האסדרה הרגיל. צרכן שיזרים לרשת אנרגיה מעבר למותר, ישלם קנס בדמות "תעריף הפרה" שגובהו 150% מתעריף הייצור של המתקן.
- מסלול צריכה עצמית מלאה: עבור צרכנים שאינם מעוניינים להזרים חשמל לרשת כלל, האסדרה מאפשרת הקמת מתקני אגירה עצמאיים או צמודי ייצור **בהספק של עד 8 מגה-וואט, ובלבד שלא יעלה על 20% מגודל החיבור הקיים**. במקרה זה, הצרכן נדרש להתקין אמצעי המבטיח אפס הזרמה לרשת. עבור מתקנים קטנים עד 15 קילו-וואט נדרש רישום בלבד; למתקנים גדולים יותר נדרש גם היתר הפעלה; ולמתקנים מעל 630 קילו-וואט נדרשת יחידת פיקוד ובקרה בתקשורת מול חברת החשמל.

ה. תמ"א 19/1 ושינוייה

תמ"א 1 שינוי 19, אושרה בנובמבר 2023, ונועדה ליצור מסגרת תכנונית המאפשרת ומעודדת הקמה של מתקנים לאגירת אנרגיה ושילובם במערכות משק החשמל. התוכנית מגדירה ומסווגת את מתקני האגירה לחמישה גדלים שונים: זעיר, קטן, בינוני, גדול וגדול מאוד, בהתאם להספק החשמלי ולתכולת האנרגיה שלהם.

	זעיר	קטן	בינוני	גדול	גדול מאוד
תכולת אנרגיה	עד 100 קילו-וואט שעה	בין 100-600 קילו-וואט שעה	בין 600 קילו-וואט שעה עד 5 מגה-וואט שעה	עד 16 מגה-וואט	מעל 16 מגה-וואט
גודל המתקן	עד 5 מ"ר	עד 30 מ"ר	עד 250 מ"ר	עד 3200 מ"ר	מעל 3200 מ"ר
מסלול רישוי	פטור מהיתר בנייה	פטור מהיתר בנייה עד לגודל של 5 מ"ר	נדרש היתר בנייה	נדרש היתר בנייה	נדרשת תכנית מפורטת
בטיחות אש	20-100 קוט"ש נדרשת הצהרת מהנדס בטיחות או בטיחות באש על עמידה ב 855 NFPA	נדרשת הצהרת מהנדס בטיחות או בטיחות באש על עמידה ב 855 NFPA וחוות דעת של רשות הכבאות וההצלה	נדרשת עמידה בתקן NFPA 855 ואישור כבאות והצלה	נדרשת עמידה בתקן NFPA 855 ואישור כבאות והצלה	

היבטים סביבתיים	נדרשים בחינה ותיאור של ההשפעות הסביבתיות והאמצעים לצמצומן	נדרשים בחינה ותיאור של ההשפעות הסביבתיות והאמצעים לצמצומן	נדרשים בחינה ותיאור של ההשפעות הסביבתיות והאמצעים לצמצומן	חוות דעת המשרד להגנת הסביבה לבחינה ולתיאור של ההשפעות הסביבתיות והאמצעים לצמצומן	

התמ"א קובעת הליכי תכנון ייעודיים הכוללים מסלולים לאישור מתקנים ברמת התוכנית המפורטת וברמת ההיתר בתחום תוכנית מפורטת מאושרת, תוך הגדרת ייעודי הקרקע והתנאים המותרים לכל סוג וגודל של מתקן. כמו כן, התוכנית כוללת התייחסות נרחבת להיבטים בטיחותיים וסביבתיים, כגון שמירה על מי תהום, טווחי בטיחות אש ודרישה לבחינת השפעות נופיות וסביבתיות. בנוסף, התוכנית מאפשרת למוסד תכנון להתיר תוספת של זכויות בנייה ייעודיות עבור מתקני האגירה והמבנים התפעוליים הנדרשים להם.

תמ"א 1/19/1, שאושרה באוקטובר 2024, ונועדה להקל על תנאי הקידום של מתקני אגירת אנרגיה קטנים, ששטחם עד 5 מ"ר, ולאפשר קידום של תוכנית למתקן אגירה בתחום תוכנית למתקן פוטו-וולטאי או אגרו-וולטאי המצוי בצמידות או בסמיכות לתחנת כוח, תחנת מיתוג או תחנת משנה. התיקון מרחיב את רשימת ייעודי הקרקע שבהם ניתן לקדם מתקן אגירה גדול בהליך של היתר, ומוסיף ייעודים כגון מסחר, מבני משק, בתי עלמין, אחסנה, מטמנות ומרכזים לוגיסטיים, תוך קביעת תנאים ספציפיים לכך. התיקון מחדד כי במקרים של הקמת מתקן אגירה לצד מתקן פוטו-וולטאי, הקמת האגירה תותר רק לאחר הקמת המתקן הפוטו-וולטאי או בד בבד עמו. בנוסף, התיקון מוסיף לתוכנית נוסח אחיד ומחייב של "כתב התחייבות לשיפוי", אשר מבקש ההיתר נדרש להגיש לוועדה המקומית כדי לשפות אותה בגין תביעות פיצויים אפשריות, לפי סעיף 197 לחוק התכנון והבנייה, שעלולות להיות מוגשות עקב מתן ההיתר למתקן.

בימים אלו מקודם שינוי מספר 2 לפרק האגירה (תמ"א 2/19/1), שהובא לדיון במועצה הארצית לתכנון ולבנייה ב-6.10.2026 לצורך העברתו להערות הוועדות המחוזיות ולהשגות הציבור. עיקרי השינוי כדלקמן:

- מתקן אגירה גדול יוגדר לפי תכולת אנרגיה של עד 140 מגה-וואט שעה, במקום הספק של עד 16 מגה-וואט, וכל מתקן המחובר למתח עליון יוגדר "גדול מאוד".
- אישור רשות הכבאות וההצלה יידרש בשלב בקרת התכן, ולא כתנאי להגשת הבקשה להיתר.
- זכויות הבנייה הנוספות יופחתו מ-50 ל-20 מ"ר לכל מגה-וואט שעה.
- בייעוד תעשייה, המגבלה של 10% תחושב ביחס לשטח המיועד לתעשייה בתכנית המפורטת, ולא ביחס לשטח המגרש.
- יתאפשר היתר למתקני אגירה במאגרים ובבריכות דגים שבתחום מכלול נוף, בכפוף לתנאים.

ו. מהלכים נוספים לקידום אגירה בישראל

הפחתת התשלום על הקרקע של רמ"י: ביוני 2024 הפחיתה רשות מקרקעי ישראל ביותר ממחצית את את המחיר האחיד להקצאת קרקע למתקני אגירה עצמאיים מ-70,000 ש"ח ל-30,000 ש"ח לכל מגה-וואט שעה מותקן[24].

פטור מהיטל השבחה: במרץ 2025 הוארך והורחב הפטור מהיטל השבחה למתקני אנרגיה מתחדשת עד שנת 2030, כך שיכלול גם מתקני אגירה קטנים (עד 600 קוט"ש) הצמודים למתקני ייצור. כמו כן, ניתנה לרשויות המקומיות סמכות לפטור גם מתקנים גדולים יותר.

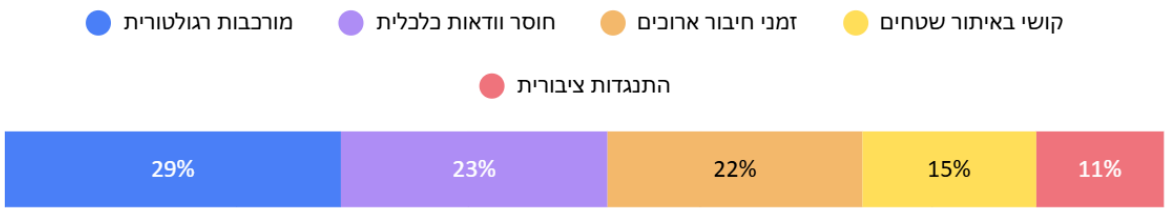
4. חסמים לקידום האגירה בישראל

בשל חשיבות מתקני האגירה במשק החשמל קודמו בשנים האחרונות הקלות, פטורים וצעדי רגולציה רבים כדי לעודד ולאפשר את התפתחות התחום. כעת, לאחר תקופת יישום ראשונית ולאור הניסיון המצטבר בשטח, בשלה השעה לבחון את הפערים בין המדיניות והרגולציה לבין החסמים העולים מהשטח. פרק זה מציג את תוצאות של מיפוי החסמים, וסוקר את האתגרים הרגולטוריים, התכנוניים והכלכליים המרכזיים שזוהו מתוך שיחות עם יזמים, ניתוח רגולציה ולמידה בינלאומית.

במסגרת עבודה זו בוצע מיפוי של חסמים בתחום האגירה, שכלל שלושה צעדים מרכזיים:

- סקר מקוון עליו שהשיבו 17 יזמים
- ראיונות עם יזמים
- התמקדות בחסם מסוים ואיסוף מידע ממספר יזמים במקביל.

מתוצאות הסקר עולה בבירור כי הרגולציה נתפסת כצוואר הבקבוק המרכזי בשוק. המורכבות הרגולטורית דורגה כחסם המשמעותי והקריטי ביותר, והיא מהווה 29% מסך משקל החסמים. מיד אחריה זוהו חוסר הוודאות הכלכלית (23%) וזמני החיבור הארוכים לרשת (22%) כחסמים מהותיים המעכבים את התפתחות השוק. שלושת החסמים הללו מהווים יחד כמעט שלושה רבעים (74%) מסך משקל החסמים. לעומת זאת, חסמים פיזיים וחברתיים נתפסים כמשמעותיים פחות: קושי באיתור שטחים (15%) והתנגדות ציבורית (11%) זכו למשקל היחסי הנמוך ביותר בסקר, ואינם נתפסים כמכשול אסטרטגי מרכזי לעומת אתגרי האסדרה והכלכלה.



[24] החלטה 5605, רשות מקרקעי ישראל - מחיר אחיד למיזמי אגירה עצמאיים - עדכון מחיר

א. היעדר חישוב מתואם ליעדים לאומיים לתחום האגירה

על אף התנופה בשוק והעניין היזמי הרב, מדינת ישראל חסרה כיום יעד אסטרטגי לאגירת אנרגיה. בפועל, פיתוח התחום נשען על תחזיות מקומיות, מכסות פרטניות וקבלת "תשובות מחלק". גישה זו, המתייחסת לאגירה כתהליך המתרחש "מאליו", מאופיינת בהיעדר ראייה מדינית (Top-Down) מכוונת מטרה ואינה מאפשרת בקרה והכוונה של השוק אל עבר יעילות כלכלית והשגת צרכי האנרגיה הלאומיים.

חישוב כמות אגירת האנרגיה הנדרשת הוא נושא מורכב, המושפע ממספר רב של פרמטרים השלובים זה בזה. הניסיון בעולם מראה כי מדינות מחשבות את היקפי האגירה הנדרשים בהתחשב בהיבטים רבים כגון יעדי מתחדשות, שירותי רשת נדרשים, צווארי בקבוק ברשת, אירועי אקלים קיצוניים ועוד כמפורט בנספח 2. השאיפה **לפתור את צורכי האגירה באופן נקודתי, למשל, כמענה מקומי לעומס ברשת החלוקה או כמכסה באסדרה תעריפית ספציפית, אינה מאפשרת בהכרח לראות את התמונה המלאה ועלולה להוביל לחוסר יעילות כלכלית, להשקעות חסרות או עודפות, ואף לפגיעה באמינות המערכת בטווח הארוך**. חישוב מקיף ורחב היקף בגישת Top-Down מאפשר לבצע אופטימיזציה של עלויות המערכת הכוללות, למצות את התועלות המשקיות המצטברות ולמצוא את נקודת האיזון המדויקת עבור המשק. חשוב להדגיש כי המטרה בהגדרת יעדים לאומיים אינה חתירה לפריסת נפח אגירה מקסימלי ללא הגבלה, מהלך שעלול להשית עלויות יתר מיותרות על הצרכנים, אלא מציאת נקודת האיזון הכלכלית והטכנולוגית האופטימלית. חישוב הצורך באגירה באופן שישכלל את כלל הפרמטרים יבטיח מענה מדויק לצרכים הדינמיים של המשק תוך שמירה על יעילות כלכלית ומניעת השקעות עודפות.

ב. חסמים בתחום תקנות בטיחות אש

בטיחות אש במתקני אגירה זוהתה במסגרת המיפוי כצוואר הבקבוק המרכזי ביותר המעכב כיום הקמת פרויקטים חיוניים. מתוך היכרות עם צרכי משק האנרגיה ודרישות רשות הכבאות וההצלה, עולות מספר סוגיות מהותיות המייצרות חוסר ודאות ומורכבות בשוק. להלן עיקרי הדברים:

- **דרישות מים נוקשות:** דרישה גורפת להקמת תשתיות מים וברזי כיבוי בספיקות גבוהות, גם עבור מתקנים באזורים חקלאיים באזורים מרוחקים שבהם תשתית המים אינה מבוססת. דרישה זו אינה עולה בקנה אחד עם האפשרות הניתנת בתקן NFPA 855 להענקת פטור מתשתיות מים למתקנים מרוחקים, ובכך מחייבת הקמת מאגרי מים וחדרי משאבות התופסים משטחי הפרויקט, מייקרים ומעכבים את הקמתו.
- **החלת עדכון תקן NFPA 855 באופן מיידי:** חוק הרשות הארצית לכבאות והצלה, תשע"ב-2012[25] מאמץ את סדרת התקנים האמריקאים NFPA, ביניהם תקן NFPA 855 לאגירת אנרגיה, באופן אוטומטי חצי שנה לאחר פרסומם. זאת בניגוד לארה"ב, שבה התקן נותר בגדר המלצה מקצועית "על המדף" ואינו בעל תוקף משפטי עד לאימוצו האקטיבי על ידי הרשויות המקומיות הרלוונטיות. מאחר שהמהדורה החדשה של התקן טרם אומצה על ידי רשויות הכיבוי בארה"ב, נוצר פער שבו ישראל אוכפת דרישות שטרם יושמו בעולם. כתוצאה מכך, יזמים בישראל נאלצים לדרוש מהיצרנים ציוד העומד בתקן שעדיין אינו מיוצר אפילו

[25] חוק הרשות הארצית לכבאות והצלה, תשע"ב-2012

עבור השוק האמריקאי עצמו. פער זה קריטי במיוחד מכיוון שציוד אגירה מוזמן לרוב כשנה מראש. יזמים שכבר רכשו ציוד בהתאם לגרסה הקודמת נותרו עם מערכות שאינן מאושרות כעת להתקנה, והם נאלצים לגבש ולהציג לרשות הכבאות פתרונות טכניים מורכבים על מנת שיתאפשר להם לעשות שימוש בציוד שכבר הוזמן.

- **התנגשות בין התקן האמריקאי לאירופי:** על פי תקן NFPA 855 נדרשת עמידה בתקני מוצר אמריקאיים UL9540, UL1973. בישראל הוחלט לאמץ תקני מוצר אירופים והתקן הרלוונטי הינו IEC-62933, על כן הדרישה לעמוד בתקינת מוצר אמריקאית מנוגדת לגישת מכון התקנים ומנהל החשמל. סתירה זו יוצרת חוסר סנכרון רגולטורי ומורכבות תכנונית בשוק האגירה.
- **מתקן אגירה בתוך מבנה:** בהתאם להוראות תמ"א 19/1 ולסעיף 145 (א)(2) לחוק התכנון והבנייה, הקמת מתקן אגירת אנרגיה בתוך מבנה קיים עד 16 MW, ללא שינוי במעטפת המבנה מוגדרת כ"שינוי פנימי", ועל כן פעולה זו אינה טעונה היתר בניה. עם זאת, יישום סעיף זה מצוי במחלוקת ונכון להיום רשות הכבאות וההצלה דורשת שהקמת מתקני אגירה מעל 600 קילו-וואט שעה במבנה תיעשה במסלול היתר. מסלול היתר כולל הליך בירוקרטי יקר וארוך, אשר לא אחת אורך למעלה משנה עד לקבלת האישור הסופי, וזאת בנוסף לתהליך הבחינה וקבלת אישור הבטיחות החיוני הנדרש מטעם רשות הכבאות וההצלה.
- **חוסר אחידות בין המחוזות ופרשנות שונה:** הניסיון המצטבר בשטח מצביע על פערי פרשנות מהותיים ואופן יישום שונה של דרישות הבטיחות בין המחוזות השונים של רשות הכבאות. היעדר אחידות רגולטורית באכיפת ההנחיות ברמה הארצית מייצר אי-ודאות תכנונית וכלכלית המקשה על קידום יעיל ועקבי של פרויקטים ברחבי המדינה.

משרד האנרגיה והתשתיות מקיים דיונים עם רשות הכבאות וההצלה, במטרה להסיר או לצמצם חסמים אלו, תוך שמירה על בטיחות אש.

ג. חסמים במתח הנמוך

מורכבות וחוסר ודאות באסדרת התעריף המשלים (אמות מידה 176-175): אמות המידה המאפשרות שילוב אגירה במתח הנמוך באמצעות תעריף משלים בשעות הפסגה צפויות לפקוע בסוף שנת 2026, ובימים אלו מפורסם שימוע לאסדרה כלכלית חדשה שתבוא במקומן. עם זאת, ניתן להפיק לקחים מהניסיון שנצבר בתקופת תחולתן של אמות המידה לגבי החסמים והמורכבויות שעלו מהשוק. שוק המתח הנמוך מאופיין מטבעו בשחקנים קטנים ובעלי יכולות מוגבלות יותר, ועבורם התגלה מנגנון התעריף המשלים כמורכב וקשה ליישום. נראה כי החסם המרכזי לא נבע מגובה התמריץ, אלא מהיעדר ודאות כלכלית ורגולטורית שתאפשר להסתמך עליו בתחשיבים כלכליים ולצורך קבלת מימון. חוסר הוודאות התבטא, בין היתר, בהיעדר פירוט של התעריף הצפוי בתשובות המחלק של חברת החשמל, בחשש משינויים בשעות התעו"ז, ובאי-בהירות לגבי דרישות סף, כגון חובת ההזרמה בהיקף של 800 שעות בשנה ואופן החישוב הדיפרנציאלי בהתאם למועד החיבור בפועל.

היעדר אסדרה לשילוב מתקני אגירה זעירה במשקי בית: משקי הבית הינם שחקנים בעלי פוטנציאל משמעותי בתחום האנרגיה, בהיותם מוקדי צריכה מרכזיים. שילוב אגירה זעירה במגזר הביתי טומן בחובו יתרון כפול: תרומה לביזור משק החשמל והפחתת העומס על רשת החלוקה, לצד הגברה משמעותית של החוסן והביטחון באנרגיה ברמת משק הבית. כיום חסרה אסדרה המאפשרת השתלבות של אגירה זעירה בשוק החשמל.

מבדיקת המצב בשטח עולה כי שיעור משקי הבית המתקינים כיום מערכות אגירה הוא זניח, והמיעוט שכן בוחר להתקין סוללות עושה זאת משיקולים של ביטחון באנרגיה וגיבוי לשעת חירום בלבד.

היעדר אסדרה לפעילות מאגדים: חסם מערכתי נוסף, המשלים את היעדר התגמול עבור מתקני אגירה זעירים, הוא היעדר מסגרת רגולטורית המאפשרת פעילות של מאגדים. מתקני האגירה הקטנים המותקנים אצל הצרכנים נותרים כיום "שקופים" ובלתי נגישים למחלק ולמנהל המערכת לשם ניהול הרשת בזמן אמת. בעולם, פער זה נפתר באמצעות אגרגטורים המאגדים וירטואלית אלפי מתקנים מבוזרים לכדי "תחנת כוח וירטואלית", אשר יכולה לספק שירותי ייצוב למנהל המערכת בהיקפים משמעותיים. היעדר האסדרה בישראל משאיר משאב אסטרטגי לניהול עומסים מחוץ להישג ידו של מנהל המערכת.

ד. חסמי חיבור לאגירה במתח נמוך

פרויקטים של אגירה ברשת המתח הנמוך, המחוברים למתקנים סולאריים, נתקלים בשיעור גבוה של תשובות מחלק שליליות, או לחלופין באישורים חלקיים המובילים לעיכוב של עד מספר שנים. מגבלה קשיחה זו נובעת ממחסור במערכות שליטה ובקרה מתקדמות לניהול רשת מבוזרת בחברת החשמל, כדוגמת מערכות DERMS. בהיעדר תשתית טכנולוגית המאפשרת למנהל הרשת לנטר בזמן אמת את הזרמת החשמל, חברת החשמל נאלצת לנקוט גישת תכנון שמרנית. כתוצאה מכך, יזמים אינם מקבלים תשובת מחלק המאפשרת הזרמה מהסוללות לרשת בשעות הלילה בלבד, אף שבשעות אלה אין ייצור סולארי והרשת המקומית פנויה תיאורטית לקליטת אנרגיה. חסם זה מונע את מיצוי הפוטנציאל של המתקנים הקיימים, וכן את הקמתם של מתקנים סולאריים ומתקני אגירה חדשים במתח הנמוך במקומות שבהם הרשת עמוסה יחסית.

ה. חסמים לאגירה מאחורי המונה

רשות החשמל פרסמה בשנים האחרונות שורה של החלטות ואמות מידה שמטרתן לעודד שילוב של מתקני אגירה במשק, לרבות מסלול מהיר לאגירה מאחורי המונה. עם זאת, מהשטח עולה כי קיימת מורכבות בירוקרטית ומגבלות קשיחות המקשות על פלח שוק זה:

החלטה 70104 של רשות החשמל שבמסגרתה הורחב המסלול המהיר למתקנים לצריכה עצמית, היא צעד משמעותי לקידום האגירה, אולם היא כוללת מגבלות המקשות על הכדאיות של הפרויקטים. במסגרת ההחלטה ישנה הגבלה של הספק האגירה ל-20% בלבד מגודל החיבור הקיים. מגבלה קשיחה זו מונעת מצרכנים גדולים, שצריכתם בשעות העומס מגיעה פעמים רבות אף ל-80% מגודל החיבור, להקים מתקן אגירה בהספק המתאים לצורכיהם, ומאפשרת להם להקים רק מתקן קטן משמעותית. מאחר שהקמת פרויקטי אגירה כרוכים בעלויות הקמה גבוהות, הגבלת נפח המתקן פוגעת בכדאיות הכלכלית ומונעת מצרכנים משמעותיים להשתלב במסלול המהיר ולתרום להפחתת העומסים על הרשת.

ו. חסמים בתחום רגולציית מינהל התכנון

בשנים האחרונות, מינהל התכנון, בשיתוף משרד האנרגיה והתשתיות ורגולטורים נוספים, הוביל פריצת דרך משמעותית בתחום האגירה עם אישור תוכנית המתאר הארצית הייעודית לנושא (תמ"א 1/19). מהלך אסטרטגי

זה נועד לאפשר קידום מהיר, יעיל וודאי של מתקני אגירה בהליכים סטטוטוריים מקוצרים. עם זאת, יישום התמ"א בשטח חשף סוגיה רגולטורית מהותית, המהווה צוואר בקבוק:

- **פערי ידע בוועדות המקומיות והכבדה של דרישות סף:** מכיוון שתחום אגירת האנרגיה בטכנולוגיית סוללות הוא חדש יחסית, צוותי התכנון והרישוי בוועדות המקומיות ברחבי הארץ חסרים לעיתים את הידע ההיכרות המקצועית והניסיון עם מאפייני הטכנולוגיה. כפועל יוצא, נוטות חלק מהוועדות לנקוט משנה זהירות אשר מתבטאת בכך שבשלב קבלת תיק המידע, היזמים נדרשים להמציא כמות גדולה של מסמכים, בדיקות, סקרים ותיאומים מול גופי תשתית שונים, שרבים מהם כלל אינם רלוונטיים להקמה של מתקני האגירה. דרישות עודפות אלו מייצרות עומס כלכלי ובירוקרטי כבד, המאריך את זמן התכנון ומייקר אותו ומונע יישום אפקטיבי של מסלולי ההקמה המהירים שהוגדרו בתמ"א. בפועל, במקרים רבים, היזמים נדרשים לשכנע את הוועדה המקומית בנוגע לתחומים אשר אינם רלוונטיים לתהליך האישור וההקמה.

במסגרת עבודה זו מופו תהליכי ההקמה של המתקנים בהתאם לתמ"א 19/1. לפירוט ראו נספח 3.

ז. חסמים בבחינת ההנחיות הסביבתיות לקבלת היתר

בחינת ההנחיות הסביבתיות לקבלת היתר בנייה שגיבש המשרד להגנת הסביבה מעלה דרישות המרחיבות באופן משמעותי את היקף הבדיקות. בחודשים שקדמו לפרסום מסמך זה בוצע תהליך עבודה משותף של משרד האנרגיה והמשרד להגנת הסביבה בכל הנוגע לדרישות אלו. כתוצאה מכך עודכן מסמך ההנחיות הסביבתיות כך ששולבו בו סעיפים גמישים בנוגע להיקף הדרישות להגשת הבקשה להיתר.

ח. חוסר היערכות לאגירה ארוכת טווח ועונתית:

כדי להבטיח את הרציפות התפקודית של משק החשמל בתקופות של "בצורת מתחדשות", המאופיינת בתקופה ארוכה של עננות ללא שמש ישירה, נדרשת יכולת אגירה עונתית וארוכת טווח. עם זאת, כיום, למעט פעילות בתחומי המחקר והפיתוח תחת המדען הראשי במשרד האנרגיה, לא קיים עיסוק מערכתי בקידום התחום וביישומו. פער זה מתבטא בהיעדר ניתוח מקיף של צורכי המשק וההיקפים הנדרשים לאיזון הרשת, וכן בחוסר במנגנונים כלכליים ייעודיים שיתמכו בפרויקטים של 12 שעות ומעלה, החשופים לעלויות הקמה גבוהות ולסיכוני חדירה לשוק. במקביל, חסרה תשתית אסדרה גמישה, כדוגמת "ארגז חול רגולטורי", אשר תאפשר מתן הקלות זמניות להקמת מתקני פיילוט לטכנולוגיות חלופיות לליתיום-יון לשם בחינת היתכנותן והתאמתן לשוק הישראלי לפני פריסה מסחרית נרחבת.

ט. חסמים נוספים

- **העידר לוחות זמנים מחייבים למתן תשובות מגופים רגולטוריים:** במהלך מיפוי החסמים ושיחות שהתקיימו עם יזמים שונים עלה כי זמני המענה של הרגולטורים השונים ארוכים, וכי אין הגדרה של זמני מענה (SLA) לכלל הגופים. היעדר זמני תקן מוסכמים מייצר שרשרת של עיכובים בירוקרטיים ופוגע בוודאות הנדרשת לניהול יעיל של לוחות הזמנים בפרויקטים.

- **חוסר שקיפות בהתוויית דרישות עתידיות:** קיימת עמימות ביחס לדרישות הרגולטוריות הצפויות להתפרסם, הנובעת מהיעדר פרקטיקה של פרסום מפרטים טכניים ומסמכים מחייבים לשימוע ציבורי לפני אישורם. מצב זה מונע מהשוק להכיר את כיוון האסדרה ולהיערך אליה בשלבי התכנון ולהשמיע את הערותיו בנוגע למידת הישימות של הדרישות.
- **החלה מיידית של תקינה והנחיות ללא תקופת מעבר:** שינויים בדרישות הרגולטוריות או אימוץ של תקינה חדשה מוחלים לא פעם באופן מיידי עם פרסומם, ללא הגדרה של תקופת היערכות. החלה מיידית זו אינה מותירה לשוק זמן להתארגנות, פוגעת בפרויקטים הנמצאים בשלבים ראשוניים של פיתוח, ומייצרת סיכון רגולטורי.

5. אסטרטגיה לקידום אגירה בישראל

א. רקע

שוק אגירת האנרגיה בישראל ניצב כיום בנקודת מפנה משמעותית. לאחר תקופה של ביסוס תשתית רגולטורית ראשונית, אישורה של תוכנית מתאר ארצית ופעילות ממשלתית ענפה בנושא, השוק בשל כיום למעבר מהקמה נקודתית לניהול מערכתי רחב היקף. התוכנית האסטרטגית הלאומית לאנרגיות מתחדשות לשנת 2035 מזהה את האגירה כמהלך רוחבי מכריע, אלא כמענה אסטרטגי לפתרון עומסי רשת קיימים, למניעת כשלים תפעוליים, להסטת עומסים ולהפחתת שיאי הביקוש.

יש לגבש מתווה אסטרטגי שיאפשר למקסם את התועלת הלאומית מכלי זה, בייחוד לאור הצרכים של הייחודיים של ישראל ובהם הצורך בביטחון באנרגיה, הגדלת הייצור המבוזר, ומיצוי קיבולת רשת החשמל לאור העומסים הקיימים בה. המשימה הופכת למורכבת וחיונית נוכח האתגרים הניצבים בפני משק האנרגיה: השאיפה להגיע ל-35%-40% ייצור מאנרגיות מתחדשות תוך פחות מעשור, יציאתן המתוכננת של חלק משמעותי מתחנות כוח פחמיות ופיקריות משימוש, והגידול המהיר בביקוש לחשמל הנובע הן מגידול טבעי באוכלוסייה והן מהתפתחות צרכנים עתירי אנרגיה כגון חוות שרתים ותחבורה חשמלית, על רקע עצימותם ותדירותם הגוברת של גלי החום הקיצוניים כתוצאה משינויי האקלים.

ב. ארבעת מהלכי העל לקידום אגירה בישראל

פרק זה מציג ארבעה "מהלכי-על" אסטרטגיים לקידום אגירה בישראל, אשר נבחרו בשל פוטנציאל ההשפעה המערכתי שלהם, ויכולתם לפתוח את צווארי הבקבוק ולהסיר את החסמים שזוהו. כל מהלך-על מתורגם בפרק הבא לשורת צעדים, שנועדו להפוך את המדיניות התיאורטית לתוכנית עבודה יישומית.

1. מדיניות אגירה מתואמת ומחושבת, בהתאם לצרכי משק החשמל
2. בניית תשתית רגולטורית אחידה, המאפשרת הקמה מהירה של מתקני אגירה
3. בחינת תועלות לקידום אגירה במתח נמוך כמשאב גמישות מערכתי
4. היערכות לפתרונות אגירה ארוכת טווח ואגירה עונתית

1. מדיניות אגירה מתואמת ומחושבת, בהתאם לצרכי משק החשמל

על מנת להבטיח את עמידת משק החשמל ביעדי אנרגיות מתחדשות, לשמור על אמינות הרשת ולמקסם את הסטת והפחתת עומסי הביקוש, יש לאמץ גישה המציבה את האגירה כרכיב תשתיתי-אסטרטגי בליבת התכנון המשקי. יש לקבוע את היקף האגירה הנדרש לפי גדלי האגירה, רמות המתח והפיזור הגיאוגרפי, תוך שכלול צרכי המשק, ניתוח עלות תועלת משקית ואופטימיזציה של התכנון ביחס לרשת החשמל והיקף כניסת המתחדשות. המהלך הנדרש הוא מעבר לניהול מתוכנן הכולל קביעת יעדים כמותיים, פיזור מרחבי, ותוכנית רב-שנתית שקופה.

צעדים לקידום המהלך:

1.1 **קביעת יעדי אגירה לאומיים וחלוקתם לסגמנטים ואזורים גיאוגרפים:** יעדי האגירה, בניגוד ליעדי המתחדשות, אינם יעדים נורמטיביים, אלא יעדים מחושבים, על מנת לתמוך במשק האנרגיה בצורה המיטבית. כך או כך, כמות האגירה הנדרשת במשק (או לפחות טווח) צריך להיות ידוע ושקוף ומתואם בין כלל הגופים הרלוונטיים.
נדרשת קביעת יעדים להקיפי אגירה מערכתית ברשת ההולכה הכוללים יעדי אגירה ארוכת טווח ומתקני אגירה גדולים מאוד במתח עליון, ויעדים לאגירה במתח גבוה ונמוך ברשת החלוקה. היעדים יקבעו לפי חישוב המשכלל את הגמישות הנדרשת ברשת בהתאם לתחזיות צריכה, יעדי אנרגיות מתחדשות, שירותי רשת נדרשים, עומסי רשת, הפחתת עומסי שיא, תחזיות אקלים, ופיזור גיאוגרפי. מטרת החישוב היא לזהות את נתיב הפיתוח האופטימלי המביא למינימום עלויות למשק תוך שכלול היתרונות המשקיים של האגירה ברשת ההולכה והחלוקה, והשוואה מול פתרונות חלופיים כמו הקמת קווי הולכה, שדרוג שנאים או הפעלת יחידות גיבוי מבוססות גז.

1.2 **מעבר לקידום אגירה באמצעות יעדים ואסדרות כלכליות:** מוצע לקדם את האגירה באמצעות אסדרות כלכליות המבוססות על מחירי שוק, ולא באמצעות מכסות. לאחר חישוב יעד האגירה, יש לבחון האם אסדרות אלו מביאות לקצב ההקמה הנדרש.

1.3 **שקיפות נתוני רשת ופרסום מפות עומסים:** פרסום ועדכון מפות דינמיות המציגות את העומסים בתחנות המשנה ובאזורי ההזנה שלהם, כדי לכוון יזמים למיקומים בעלי הערך המערכתי הגבוה ביותר.

1.4 **מנגנון מעקב ובקרה:** מנגנון שיעקוב אחר העמידה ביעדים ויעדכנם בהתאם להתקדמות שילוב האנרגיות המתחדשות ברשת וכן צרכים משמעותיים אחרים.

2. בניית תשתית רגולטורית אחידה, המאפשרת הקמה מהירה של מתקני אגירה

מטרת מהלך אסטרטגי זה היא להסיר חסמים העומדים בפני הקמת מתקני אגירה, לפשט את הליכי הרישוי, לייצר בהירות מרבית בדרישות הסטטוטוריות, ולקצר את משך ההליכים הבירוקרטיים. זהו תנאי הכרחי לזירוז הפריסה של מתקני אגירה במשק ולעמידה ביעדים הלאומיים.

צעדים לקידום המהלך:

2.1 **הקמת צוות הסרת חסמים שיעסוק בפתרון חסמים פרטניים מול הרגולטורים השונים:** עבודת מטה בהובלת משרד האנרגיה לגיבוש ויישום של פתרונות ממוקדים מול משרדי הממשלה והרגולטורים הרלוונטיים, במטרה לפתור את האתגרים הספציפיים שמופו ב"פרק החסמים" וכן אתגרים חדשים שיתגלו.

2.2 **קביעת זמני תקן מחייבים (SLA) לתשובות מרגולטורים:** כל גוף רגולטורי יפרסם לציבור זמני מענה מרביים ומחייבים למתן תשובות, אישורים וחוות דעת. מהלך זה נועד לקטוע את שרשרת העיכובים ולייצר ודאות בלוחות הזמנים של כל פרויקט. בנוסף, קביעת זמנים מחייבים תסייע בהפחתת הבירוקרטיה העודפת מול משרדי הממשלה, ותעודד את הרגולטורים ליצור בהירות בנוגע לדרישות הרגולטוריות.

2.3 **שקיפות בדרישות עתידיות:** יצירת שקיפות בדרישות הרגולטוריות על ידי פרסום לשימוע של מפרטים טכניים ומסמכים רגולטוריים מחייבים.

2.4 **הגדרת תקופת היערכות בפרסום הנחיות:** קביעת כלל לפיו כל שינוי עתידי בדרישות הרגולטוריות או אימוץ של תקינה חדשה ילווה במתן זמן מוגדר מראש לשוק להתארגנות.

3. בחינת תועלות לקידום אגירה במתח נמוך כמשאב גמישות מערכתי:

הניסיון בעולם מצביע על התועלות האפשריות של אגירה מבוזרת במתח הנמוך. פריסה של אגירה בקרבת צרכני הקצה עשויה לחזק את החוסן והביטחון באנרגיה ברמה המקומית, לאפשר ניהול ביקושים קרוב למוקדי הצריכה ולהפחית את העומס על תשתיות החלוקה. עם זאת, מימוש תועלות אלו מותנה ביכולת לנהל את המתקנים, הן ברמת הצרכן והן ברמת הרשת. לפיכך מוצע לבחון את הצורך בקידום אגירה מבוזרת ואת התנאים הנדרשים לכך.

הסדרת השוק והמודלים הכלכליים:

3.1 **מעקב אחר אסדרת השוק במתח הנמוך:** מעקב אחר יישום האסדרה למתקני ייצור באנרגיה מתחדשת המתחברים לרשת המתח הנמוך, שתיקבע בהמשך לשימוע רשות החשמל מאוקטובר 2026. המעקב יתמקד במסלול מודל שוק בתוספת פרמיה ובשילוב מתקני ייצור ואגירה מאחורי המונה, במסגרתו תיבחן האפקטיביות של האסדרה בקידום שילוב אגירה במתח הנמוך ואת הצורך המשקי בהמשך או בהתאמות.

3.2 **קידום מסגרת רגולטורית לאישור פעילות אגרגטורים במשק החשמל:** גיבוש אסדרה שתגדיר את מעמדו של האגרגטור כשחקן מוכר בשוק החשמל, תוך הסדרת מערכת היחסים בינו לבין מנהל המערכת, רשת החלוקה וצרכן הקצה. כהמשך למסגרת זו, תיבחן גם הרחבת הניהול לשילוב מכשירי גמישות צרכניים נוספים הניתנים לניהול מרחוק.

3.3 **בחינת מעבר מתגמול על ייצור לתגמול על גמישות:** בחינת פיתוח מודל כלכלי חלופי, בהתאם למקובל בעולם, המתגמל באופן משמעותי הזרמת חשמל לרשת בשעות שיא הביקוש, בדגש על אנרגיות מתחדשות. שינוי זה יבטא את המחיר האמיתי של החשמל במשק, יקטין את העלות העודפת של אנרגיה מתחדשת ויגדיל את הכלכליות של צירוף סוללה למערכת סולארית במתח הנמוך.

קידום אגירה במגזר הביתי:

3.4 **הגברת מודעות וחיזוק החוסן באנרגיה במגזר הביתי:** המשך קמפיין לאומי להנגשת מידע לציבור הרחב בדבר התועלות שבאגירה זעירה. ההסברה תשים דגש לא רק על החיסכון הכלכלי, אלא על הערך הביטחוני והאישי: הצבת הסוללה הביתית כמרכיב חשוב לביטחון באנרגיה ולשמירה על רציפות תפקודית בעתות משבר והפסקות חשמל, תוך הדגשת יתרונותיה כתחליף נקי, בטוח ושקט לגנרטורים מבוססי סולר.

3.5 **אגירה חלף גנרטור בבניינים משותפים:** קידום רגולציה שתאפשר התקנת מערכות אגירה בבניינים משותפים ורבי-קומות כתחליף לגנרטור החירום. מהלך זה ימנע מטרדי רעש וזיהום אוויר מקומי, ויאפשר לנצל את המערכת גם בשגרה לטובת ניהול חכם של צריכת האנרגיה בשטחים המשותפים של הבניין.

3.6 **סיוע בהקמה והסרת חסמים בבתים משותפים:** הקמת מערכות סולאריות ואגירה בבתים משותפים נתקלת כיום בקשיי התאגדות. נדרשת תמיכה בארגוני מגזר שלישי, מנהלות עירוניות או חברות ניהול, אשר יעניקו מעטפת ליווי לוועדי בתים. ליווי זה יכלול ייעוץ מקצועי, פיננסי ומשפטי, וכן סיוע אקטיבי ברתימת דיירים, גיוס הסכמות השכנים וניהול המודל לחלוקת ההכנסות בין הדיירים.

קידום אגירה ככלי חוסן אסטרטגי:

3.7 **קידום חוסן בקו העימות:** שילוב מתקני אגירה כחלק בלתי נפרד מתפיסת הביטחון הלאומי ביישובי הגדר. המהלך יסייע להבטיח אספקת חשמל רציפה לחמ"לים, למרפאות, למערכות תקשורת ולתשתיות מים ביישובים מאוימים גם בתרחיש הפסקת חשמל ממושכת.

3.8 **שילוב אגירה במוקדים אסטרטגיים:** קידום ממשלתי ממוקד ומתן תעדוף להקמת מתקני אגירה גדולים במוסדות המספקים שירותים חיוניים כמו בתי חולים, בסיסי צה"ל, מתקני התפלה ומרכזי חירום. האגירה תשמש לא רק לחיסכון כלכלי בשגרה, אלא תבטיח רציפות תפקודית ואי-תלות ברשת בעתות חירום ופגיעה בתשתיות.

3.9 **הקמת מערכת מידע תומכת החלטות לרשויות המקומיות:** פיתוח מערכת מידע גיאוגרפית לאומית שתונגש לרשויות המקומיות, במטרה לסייע להן באיתור מיקומים מיטביים למתקני אגירה בשטחן. המערכת תשקלל את נתוני העומס בקווי החלוקה, עם הצרכים המוניציפליים והחברתיים של הרשות כגון קרבה לשירותים קריטיים, תעדוף מוסדות רווחה, והבטחת אספקה רציפה לריכוזי אוכלוסיות פגיעות. הנגשת מידע זה תאפשר לרשויות לתכנן את משק האנרגיה המקומי באופן אסטרטגי.

4. היערכות לפתרונות אגירה ארוכת טווח ואגירה עונתית

על מנת להבטיח את שרידותו ויציבותו של משק האנרגיה הישראלי לאורך זמן, נדרשת היערכות לפתרונות אגירה ארוכת טווח ואגירה עונתית. פתרונות אלה חיוניים לשמירה על החוסן באנרגיה ועל רציפות תפקודית בעונות המעבר, ובתקופות של "בצורת מתחדשות" המאופיינות בימים ממושכים ללא קרינת שמש מספקת. בנוסף, עם עליית שיעור האנרגיות המתחדשות במשק מעבר לרף מסוים, אגירה ארוכת טווח תהווה תנאי הכרחי להמשך שילובן, משום שאגירה קצרת טווח לבדה לא תספיק כדי לאזן את הפערים בין הייצור לצריכה.

צעדים לקידום המהלך:

4.1 **ניתוח מקיף של צורכי המשק לאגירה עונתית:** במסגרת זו ייבחנו היקפי האגירה העונתית הנדרשים ושנות היעד ליישומה, כדי להבטיח את האיזון בין הייצור לביקוש הן בתקופות של "בצורת מתחדשות" והן בתרחישים של שיעור חדירה גבוה מאוד של אנרגיות מתחדשות, שבהם נדרשת הסטה של עודפי ייצור בין עונות.

4.2 **המשך פיתוח אגירה מבוססת תחליפי דלק:** בהתאם לאסטרטגיית המימן הלאומית, יש להמשיך ולקדם טכנולוגיות מימן כמענה אסטרטגי עתידי לאגירה ארוכת טווח ועונתית. צעדים אלו כוללים המשך פיתוח מודלים של "עמק מימן" ליצירת אקוסיסטם ומרחב ניסוי לכלל שרשרת הערך, מיפוי ופיתוח פתרונות לאחסון כמויות גדולות של מימן בתת-הקרקע, והמשך בחינת ההיתכנות לשילוב המימן בתשתיות הגז הטבעי ובתחנות הכוח הקיימות במשק.

4.3 **מנגנונים כלכליים לאגירה ארוכת טווח:** יצירת מנגנונים כלכליים לתמיכה בפרויקטים של אגירה ל-12 שעות ומעלה. מנגנונים אלו הכרחיים בשל עלויות ההקמה הגבוהות של טכנולוגיות אלו והסיכונים העסקיים בשלבי הכניסה הראשוניים לשוק.

4.4 **סקירת הרגולציה הנדרשת לכניסה של טכנולוגיות חדשות:** מיפוי האסדרה הנדרשת לכניסתן של טכנולוגיות חדשניות לשוק הישראלי, ובכלל זה טכנולוגיות מתקדמות נוספות שנמצאות בשימוש או בשלבי מסחור בעולם.

4.5 **ארגז חול רגולטורי:** הקמת מסגרת גמישה המאפשרת הקמת מתקני פיילוט לטכנולוגיות אגירה חלופיות לליתיום ומתקני חלוץ של מימן, תוך מתן הקלות זמניות מדרישות רגולטוריות. צעד זה נחוץ לבחינת היתכנות טכנולוגית וכלכלית, ואת הישימות בישראל, והתאמת הרגולציה לטכנולוגיות אלו לפני פריסה מסחרית נרחבת.

6. סיכום

המסמך שלפניכם חלק משלים לתכנית האסטרטגית למתחדשות 2035, ועוסק במדיניות קידום מתקני אגירה בישראל. מטרתו לרכז מידע על הנעשה בארץ ובעולם, תוך בחינת האתגרים הייחודיים של המשק המקומי והתועלות הנגזרות משילוב אגירה. בבסיס העבודה עומדת ההבנה כי נוכח ההסתמכות הגוברת על ייצור סולארי תנודתי, מגבלות הקיבולת ההולכות ומחריפות ברשת החשמל, והיותה של ישראל "אי אנרגטי", האגירה מהווה תשתית הכרחית ולא רק פתרון טכנולוגי משלים. הטמעת מתקני אגירה במשק החשמל היא תנאי הכרחי לייצוב המערכת, לעמידה ביעדי האנרגיות המתחדשות, ולהבטחת החוסן והביטחון באנרגיה של המדינה לאורך זמן.

מניתוח המדיניות הבינלאומית עולה כי שווקים מפותחים עברו לניהול מערכתי של משאבי האגירה, הכולל חישוב יעדי אגירה, הגדרת יעדים לאגירה ארוכת טווח, פתיחת השוק במתח הנמוך ומעבר לניהול ביקושים באמצעות אגרגטורים. בישראל, מנגד, על אף העניין היזמי הרב ותנופת הפיתוח, השוק נתקל בחסמים רגולטוריים ובירוקרטיים משמעותיים. דרישות קשיחות בתחום בטיחות האש, סרבול הליכי הרישוי בוועדות התכנון המקומיות והיעדר בהירות תעריפית מספקת במתח הנמוך פוגעים בוודאות הכלכלית ומעכבים פריסה נרחבת של הפרויקטים.

מסמך זה מציע ארבעה מהלכים ו-21 צעדים מפורטים אשר יקדמו את תחום האגירה, תוך דגש על קידום כלל הסגמנטים של האגירה להבטחת אגירה מערכתית ומבוזרת. מהלכים אלו, לצד קביעת יעדים לאומיים ברורים, דורשים עבודת מטה מתואמת להסרת חסמים וייעול הליכי הרישוי בקרב כלל משרדי הממשלה. פיתוח משק אגירה רחב ומנוהל יסייע להבטיח את יכולתה של המדינה לעמוד ביעדי האנרגיות המתחדשות, ויבסס משק חשמל מודרני, נקי ואמין, שיתרום לפיתוח הכלכלי ויחזק את החוסן הלאומי ואת הביטחון באנרגיה של ישראל לשנים הבאות.

7. נספחים:

נספח 1 – סקירת מדיניות אגירה בעולם

א. בריטניה

מדיניות האגירה של בריטניה מהווה נדבך מרכזי באסטרטגיה הלאומית להפיכת המדינה למעצמת אנרגיה נקייה ולקידום רשת חשמל מאופסת פליטות עד שנת 2030. הממשלה וגופיה פרסמו תוכנית פעולה מקיפה המציבה יעד אגרסיבי להגדלת קיבולת הגמישות הנקייה בשיעור של פי שניים עד שלושה, לטווח של 51-66 GW עד שנת 2030. המדיניות מקדמת אנרגיה מבוזרת וגמישות צרכנית, הכוללת אגירה מבוזרת קצרת-טווח ואגירה מערכתית ארוכת טווח. על מנת לעמוד ביעדים הוקם אגף ייעודי לגמישות במשרד האנרגיה ומונה "נציב גמישות" ייעודי לקידום התחום.

הבסיס ההיסטורי של האגירה בבריטניה נשען במשך עשרות שנים על אגירה שאובה, עם הספק מותקן של כ-2.8 עד 3 GW. בשנת 2014 הוצג לראשונה שוק הקיבולת, מנגנון שנועד להבטיח את ביטחון האספקה של בריטניה ותגמל מתקנים זמינים בשעות שיא. שוק הקיבולת אפשר השתתפות של טכנולוגיות שונות ותמך בהדרגה בהקמת כ-900 MW של מתקני אגירה. במקביל, בשנת 2013 הוקם "מרכז ההנעה המתקדמת" לקידום שרשראות אספקה וחדשנות בתחום הרכבים החשמליים והסוללות.

החל משנת 2017, משק האגירה הבריטי עבר תהליך מואץ של הסרת חסמים רגולטוריים ועידוד חדשנות. מהלך זה, שהתעצב לאורך השנים ועוגן סופית בחקיקה ב-2023, התבסס על מספר עוגני מדיניות מרכזיים

- **אסדרה תכנונית:** החרגת מתקני אגירת חשמל, למעט אגירה שאובה, מהגדרת "פרויקט תשתית בעל חשיבות לאומית", והעברת סמכות האישור לרשויות התכנון המקומיות תוך פישוט משמעותי של הליכי הרישוי.
- **חוק האנרגיה 2023:** הגדרת האגירה כיישות משפטית נפרדת ועצמאית והסרת כפל מס שנוצר בעקבות טעינת הוסללה כצרכן, ופריקתה כיצרן.
- **תמיכה באנרגיה מתחדשת:** השקת מנגנון Smart Export Guarantee לתמרוץ התקנת מתקני אגירה בצמידות לשדות סולארים.
- **השקעה בחדשנות:** תקצוב של 68 מיליון ליש"ט, במטרה להאיץ מסחור של טכנולוגיות אגירה ארוכת טווח ופיתוח פרויקטים ראשונים מסוגם.

לאחר הסרת חסמי החקיקה הראשוניים, שנת 2023 סימנה נקודת מפנה שבה המוקד הממשלתי עבר לטיפול בתשתיות הפיזיות של הרשת. לאור הזינוק חסר התקדים במספר הפרויקטים שנתקעו בתור לחיבור, המדיניות התמקדה בצעדים אופרטיביים לשחרור ה'פקק' ולשילוב טכנולוגי של הסוללות במערכות ניהול הרשת בזמן אמת.

- **אגירה כמייצבת רשת:** מפעיל הרשת יצר מכרזים ייעודיים לרכישת "יציבות" ולא רק חשמל. מהלך זה יצר שוק לממירים מתקדמים אשר מייצבים את התדר ברשת כתחליף לגנרטורים מסתובבים.

- **רפורמת החיבורים:** קידום מדיניות אשר מסירה פרויקטים ששוריינו ברשת אך לא מומשו, ומתן אפשרות לחיבור פרויקטים בשלים העומדים בקריטריונים אסטרטגיים. הרפורמה ביטלה למעשה את שיטת ה-"כל הקודם זוכה" לטובת מודל של "הראשון שמוכן, הראשון שמחובר." במסגרתה הוכנסו אבני דרך המאפשרות לבטל חוזים לפרויקטים תקועים ("פרויקטי זומבי") ולפנות קיבולת רשת. צעד מדיניות זה קידם משמעותית פרויקטים של אגירה לקדמת התור לחיבור לרשת.
- **פלטפורמת איזון פתוחה (OBP):** מנהל המערכת השיק מערכת דיגיטלית מתקדמת לניהול מנגנון האיזון של רשת החשמל, הכולל מנגנון של שליטה מרחוק על טעינה ופריקה של סוללות. השקת הפלטפורמה הזניקה את נפח השימוש בסוללות רשת בשיעור של כ-425%, וייעלה את הדרך שבה סוללות מתחרות מול תחנות גז מסורתיות.

לאחר ביסוס התשתיות המרכזיות, המדיניות ב-2024 פנתה להסדרת האגירה המבוזרת. פתיחת השוק הסיטונאי לאגרגטורים ותמרוץ אגירה למגורים שולבו יחד עם הגדרת יעדי הספק לאומיים ברורים לשנת 2030.

- **פטור מ"ע לאגירה ביתית:** בפברואר 2024, הוחל פטור ממע"מ על התקנת סוללות אגירה למגורים.
- **פתיחת השוק לאגרגטורים:** מתן אפשרות למאגדים להשתתף ולסחור בשוק הסיטונאי בעצמם, מבלי צורך להיות ספקי החשמל של הצרכן. המהלך קידם תחרות והכנסת סוללות ביתיות ורכבים חשמליים למשק החשמל.
- **קביעת יעדי אגירה לשנת 2030:** עם פרסום תוכנית הפעולה Clean Power 2030 הממשלה שמה יעד רשמי להגיע ל-23 עד 27 GW של אגירה בסוללות רשת עד סוף העשור. החישוב התבסס על יעד של שילוב 40 GW של חוות רוח בים עד שנת 2030 והגעה של בריטנה למשק אנרגיה נקי המתבסס על אנרגיה נקיה ומתחדשת עד שנה זו, כחלק מיעד איפוס פליטות פחמן ב 2050.

שנת 2025 היוותה קפיצת מדרגה במדיניות הבריטית ממשק בהתהוות לשוק בוגר ומתוכנן, עם פרסומה של 'מפת הדרכים לגמישות נקייה'[26]. בשנה זו המוקד עבר ליצירת מנגנוני שוק פיננסיים מורכבים.

- **מנגנון כלכלי לאגירה ארוכה:** כדי לעודד השקעה בטכנולוגיות שעלותן גבוהה ומצריכות זמן פיתוח רב, כדוגמת אגירה שאובה או אוויר נוזלי, המדינה מספקת רשת ביטחון: סף הכנסות מובטח במידה והמתקן נמצא במצב הפסדי, ורף עליון המגביל רווחים עודפים המוחזרים לציבור. מנגנון זה נועד עבור טכנולוגיות המיועדות לאגירה ארוכת טווח של שש שעות ומעלה. באפריל 2025 נפתח חלון הבקשות הראשון למנגנון זה, המיועד לפרויקטים המסוגלים לפרוק חשמל למשך לפחות 8 שעות. היעד הוא להגיע לקיבולת אגירה ארוכה של 4-6 GW עד שנת 2030, ולהבטיח את יציבות הרשת.
- **שימור חוזי קיבולת:** בעבר, ירידה בקיבולת הסוללה יכלה להיחשב כהפרת חוזה אל מול מנהל הרשת, ולגרור אובדן תשלומים וקנסות. לשם כך יושמה אסדרה המאפשרת למתקני האגירה לשמור על חוזי הקיבלות למרות הדעיכה הטבעית המתרחשת תוך כדי השימוש, תוך מתן אפשרות לחזוק והחלפה של סוללות, ובכך להעלות את הכדאיות הכלכלית של האגירה.

[26] Clean Flexibility Roadmap (2025)

- **רפורמת מחירים חצי שעתית**: הרפורמה שינתה את מנגנון המחירים בשוק החשמל, כך שספקים חויבו על בסיס הדרישה לחשמל הנמדדת בכל חצי שעה. הרפורמה יצרה עבור ספקי החשמל תמריץ כלכלי ישיר להשיק תעריפים דינמיים לצרכנים. התעריפים מתגמלים צרכנים המסיטים צריכה לשעות שפל או משתמשים באגירה ביתית כדי להפחית עומסים בשעות השיא. בכך הופכים הצרכנים מפסיביים למשתתפים פעילים בניהול העומסים. יישום הרפורמה נשען על פריסה נרחבת ומחייבת של מונים חכמים, המשמשים כתשתית הטכנולוגית לזרימת המידע.

ב. קליפורניה

מדיניות האגירה של קליפורניה נגזרת ישירות ממטרת העל: הבטחת אמינות הרשת תוך עמידה ביעד פליטות מחמיר של 25 מיליון מטרי טון (MMT) ממשק החשמל עד לשנת 2035. המדיניות מעוגנת בתהליך תכנון מרכזי הקובע יעדים לפריסת אגירה עם צפי לקיבולת מצטברת של כ-GW15.7 סוללות ליתיום-יון ל-4 שעות עד שנת 2035. בנוסף, קליפורניה שמה דגש על אגירה ארוכה, עם יעד אגירה של GW 2.8 ל-8 שעות עד 2035, הצפוי לגדול ל-GW 7.2 עד שנת 2039. המדינה רואה באגירת חשמל רכיב הכרחי לייצוב הרשת, שיפצה על אובדן תחנות הכוח הישנות ויאפשר ניצול מקסימלי של אנרגיה נקייה. קליפורניה מקדמת גישה משולבת: מדיניות רכש והשקעות מאסיבית באגירה מערכתית מצד חברות החשמל, ומשלימה צעדים ברמת הצרכן המעודדים התקנת סוללות לצריכה עצמית מאחורי המונה ומזעור ייצוא האנרגיה לרשת.

תחילת הדרך של שוק האגירה בקליפורניה, עד שנת 2020, התאפיינה בצעדי חקיקה ראשונים להסדרת עומסים וביסוס שוק עתידי:

- **הקמת השוק באמצעות יעדי רכב מחייבים:** קליפורניה ביססה את שוק האגירה שלה באמצעות רגולציה שיצרה ביקוש מלאכותי. בשנת 2010 הוטל חיוב על שלוש חברות החשמל הגדולות לרכוש 1325 MW אגירה עד שנת 2020[27]. כיום, המודל הכלכלי נשען על מנגנון המחייב את ספקי החשמל להחזיק רזרבה זמינה של 4 שעות פריקה תמורת תשלום קבוע על הזמינות, ללא תלות בשימוש בפועל.

השנים 2021-2024 מסמלות שנות מפנה, בהן קליפורניה עברה למדיניות של רכש אמינות ורפורמה כלכלית לניהול הייצור המבוזר:

- **רכש משאבי אמינות:** מדיניות הרכש המוקדמת עודכנה בהחלטה אסטרטגית נוספת המחייבת רכש מאסיבי של GW 15.5 של "משאבי אמינות נקיים" בין השנים 2024 ל-2028, במטרה להחליף את תחנות הכוח הישנות (כמו דיאבלו קניון) ולהבטיח את יציבות הרשת.
- **רפורמת התעריפים:** שינוי במודל התגמול לבעלי גגות סולאריים כדי לעודד התקנת אגירה ומזעור ייצוא לרשת[28]. תעריף החדש הפחית את התגמול על ייצוא חשמל לרשת בשעות היום בכ-75%, ובכך הפך את המודל של מערכות סולאריות ללא אגירה ללא כדאי כלכלית.

[27] Decision Adopting Energy Storage Procurement Framework and Design Program (2013)
[28] Net Billing Tariff (2022)

- **קידום תחנות כוח וירטואליות בחירום:** קליפורניה חוותה באוגוסט 2020 סדרה של הפסקות חשמל יזומות בשל מחסור חמור באנרגיה, גלי חום קיצוניים וכשלי שוק. כתוצאה מכך יושמה תכנית[29] אשר נועדה להבטיח אמינות רשת בזמני קיצון. במסגרת התכנית המדינה משלמת לחברות צד שלישי המאגדות אלפי סוללות לכדי רשת מנוהלת אחת, אשר זמינות במקרי קיצון בתעריף של 2 דולר לקטו"ש. בתמורה להעמדת הקיבולת לרשות הרשת בעת מצוקה האגרגטורים מקבלים תשלום מהמדינה וחולקים את הרווחים עם בעלי הסוללות.

בשנים 2025-2026 הושם דגש על הפיכת האגירה לסטנדרט תשתיות אקטיבי, הרחבת הנגישות לאוכלוסיות מוחלשות, ואינטגרציה של טכנולוגיות פורצות דרך.

- **סבסוד אגירה ממוקד שוויון חברתי:** הפעלת תוכניות סבסוד נרחבות כדי לתמוך בפריסת אגירה, בדגש על חוסן ושוויון. התכנית פועלת עם תקציב מצטבר של מעל 1.2 מיליארד דולר אשר מעניקה החזרים כספיים להתקנת סוללות, כאשר כ-63% מהתקציב מופנה למסלול ששם דגש על שוויון חברת. מסלול זה מממן כמעט 100% מעלות הסוללה לאוכלוסיות פגיעות הזקוקות לחשמל לתמיכה רפואית באזורי סיכון לשריפות או להפסקות חשמל.
- **חיוב אגירה בתקן הבניה:** התקן החדש[30], שייכנס לתוקף ב-2026, מחייב התקנת אגירה יחד עם פאנלים סולאריים במבני ציבור, מסחר והתקהלות, תוך מזעור ייצוא לרשת של אנרגיה המופקת בפאנלים הסולאריים.
- **קידום חדשנות:** קליפורניה מקדמת מספר פרויקטים שאפתניים אשר בעלי פוטנציאל השפעה גדול על תחום האגירה.
  - קידום חבילת תמרוץ לאגירה מאחורי המונה, הכוללת גם רכבים חשמליים. המנגנון מבוסס על שימוש בתעריפי תעו"ז המייצרים תמריץ כלכלי לטעינה בשעות השפל ופריקה בשעות השיא. נוסף על כך, מתבצע קידום של כניסה לשוק של רכבים בעלי יכולת פריקה לרשת.
  - קידום פרויקט המתבסס על טכנולוגית סוללת ברזל-אוויר. דו"ח ה-IEA העולמי מציין פרויקט ראשון מסוגו המוקם בקליפורניה: סוללת ברזל-אוויר המסוגלת לספק אגירה למשך 100 שעות.

ג. גרמניה

מדיניות האגירה של גרמניה נגזרת ישירות ממטרת העל: הגעה לאספקת חשמל המבוססת כמעט לחלוטין על אנרגיות מתחדשות עד 2035 וניטרליות אקלימית עד 2045. בעוד שאין לגרמניה יעד אגירה רשמי מכוני מחקר מצביעים על צורך של קיבולת אגירה של 100 GWh עד 2030, ו- 180 GWh עד שנת 2045. המדינה רואה באגירת חשמל רכיב גמישות קריטי, שתפקידו לאזן את המערכת בעקבות אחוז גבוה של אנרגיה מתחדשת ברשת. בשונה ממדינות אחרות הממקדות מאמץ בקידום מתקני אגירה גדולים, גרמניה מתאפיינת בגישה

[29] Demand Side Grid Support (DSGS) Program
[30] Energy Code (2025)

מבוזרת, בה השוק הפרטי והביתי הוא הקטר המוביל את הצמיחה. האסטרטגיה הממשלתית הנוכחית[31] מתמקדת במעבר מסבסוד ישיר האנרגיות המתחדשות, להפיכת האגירה לכדאית כלכלית והחסרת חסמים.

תחילת הדרך של שוק האגירה בגרמניה, בין השנים 2018-2021 התאפיין בסבסוד ישיר לפרויקטים וצעדים ראשונים בניהול הרשת.

- **סבסוד ממשלתי לפרויקטים:** בשנים אלו, שוק האגירה נשען רבות על תוכניות שסבסדו אגירה מבוזרת בצמוד למתקנים סולאריים. דוגמה בולטת היא תכנית במחוז בבאדן-וירטמברג, אשר סבסדה300 יורו לכל קוט"ש קיבולת עבור מערכות פרטיות ו-400 יורו לקוט"ש למערכות מסחריות תוך הגבלה של כמות ההזרמה המותרת לרשת. התכנית לוותה על ידי מחקר אקדמי[32] אשר הראה כי כשני שלישים מרוכשי הסוללות הביתיות לא היו מבצעים את ההשקעה ללא הסבסוד.
- **רפורמת Redispatch 2.0 לניהול עומסים מבוזר:** מטרת הרפורמה החדשה הייתה להתאים את המערכת לייצור מבוזר ומתחדש ולשפר את היעילות הכלכלית. במסגרת זו, הורחבה חובת ההשתתפות בניהול העומסים למתקני ייצור קטנים, החל מ-100 קילו-וואט, וכן מתקני יצור קטנים ולמכשירי צריכים גמישים ביתיים הניתנים לשליטה מרחוק. כמו כן, חלוקת האחריות שונתה כך שגם מנהלי רשתות החלוקה נשאו באחריות לניהול העומסים.

בין השנים 2022-2023 גרמניה עברה מיוזמות מקומיות להסדרה לאומית מקיפה שהפכה את האגירה לשחקן שוק מרכזי

- **אסדרה משפטית של אגירה בפעילות השוק:**
  - אימוץ את הגישה האירופית הרואה באגירה חלק מפעילות שוק תחרותי, הן כצרכן והן כיצרן, ולא חלק מתשתית הרשת.
  - ביטול תשלום כפל היטלים על אגירה, וכן ביטול של מס החשמל.
- **ניצול תשתיות קיימות:** גרמניה מקדמת אסטרטגיה של שימוש בתשתיות של תחנות כוח פחמיות וגרעיניות שנסגרות לטובת אנרגיות מתחדשות ואגירה, תוך שימוש בתשתיות החיבור הקיימות לרשת וניצול הקרקע. ע"פ מחקרים ניתן לחבר כ-65% מקיבולת האגירה הנדרשת לשנת 2030 במיקום של תחנות כוח קונבנציונליות שנסגרות עקב המעבר לאנרגיה מתחדשת.
- **פרסום "אסטרטגיית אגירת החשמל":** משרד הכלכלה והאקלים פרסם מסמך אסטרטגי מקיף לאינטגרציה מערכתית של אגירה, הכולל הבטחה להארכת הפטור מדמי רשת למתקני אגירה גדולים עד שנת 2029.
- **פישוט הליכי תכנון:** הגדרת מתקני האגירה כ"אינטרס ציבורי עליון" ומתן עדיפות בהליכי רישוי ותכנון, בדומה למתקני אנרגיה מתחדשת.
- **הבחנה בין חשמל ירוק לאפור:** עבר, מתקני אגירה נדרשו להפרדה פיזית קשיחה; טעינה של חשמל מהרשת (חשמל אפור) שללה באופן מיידי את התמריצים והסבסוד שניתנו עבור החשמל הירוק שיוצר

[31] Electricity Storage Strategy (2023)
[32] Figgener, J., Haberschusz, D., Zurmühlen, S., & Sauer, D. U. (2021). *Abschlussbericht Speichermonitoring BW*. RWTH Aachen, Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe (ISEA). Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

מקומית. ביטול ההפרדה בין "חשמל ירוק" המגיע ישירות ממתקני אנרגיה מתחדשת ל"חשמל אפור" הנלקח מהרשת הכללית בתוך מתקני אגירה. המדיניות החדשה מבטלת את חסם הבלעדיות הפיזי הזה, ומאפשרת למתקני אגירה ולרכבים חשמליים בטעינה דו-כיוונית לאגור במקביל חשמל ירוק ואפור בהתאם לצורכי המערכת. שימור הערך והתמריצים של החשמל הירוק מובטח באמצעות דרישות מדידה דיגיטליות מדויקות ויישום "כלל קיזוז" חשבונאי, המאפשר לעקוב אחר כמויות האנרגיה שהוזרמו ומבטיח כי התגמול המסובסד יינתן אך ורק עבור החלק היחסי של החשמל הירוק שנאגר בפועל

לאור הבשלת השוק, בשנים 2024-2025 עברה המדיניות בגרמניה מהתמקדות בסבסוד ישיר לשלב של אינטגרציה מערכתית, המבוססת על הסרת חסמים, שילוב צרכנים בניהול עומסים מבוז, וייעול התשתיות הלאומיות באמצעות אגירה.

- **העלאת הכדאיות של האגירה בבניינים משותפים:** הסרת חסמים ורגולציה ומתן אפשר למכירת החשמל ממתקן האגירה בבניין לדיירים, ללא התחייבות לסיפוק כלל צרכי האנרגיה של הבניין.
- **שילוב מתקנים נשלטים בניהול הרשת:** אסדרת שליטה מרחוק במתקני צריכה קטנים, במסגרות זו סוללות ביתיות וכן משאבות חום הוגדרו כ"מכשירי צריכה נשלטים". מנהלי הרשת יכלו לעמעם את צריכתם בעת עומס קיצוני ברשת, ובתמורה הלקוחות זבו להפחתה משמעותית בתעריפי הרשת, מה שמעודד תפעול מוכוון-רשת.
- **חוק "שיא השמש":** מעבר למודל של אגירה בצמוד לפאנלים סולארים, באמצעות הפחתת הכדאיות של הפאנלים הסולארים בזמני שיא הייצור.
  - הפסקת תעריף ההזנה במתקנים סולארים חדשים בשעות בהן מחירי החשמל בבורסה שליליים, דבר היצר תמריץ כלכלי לאגירת החשמל ומכירתו מאוחר יותר או לשימושו בצריכה עצמית, במקום להזרימו לרשת בחינם או בהפסד.
  - החלת מגבלה על הזרמה של עד 60% מהחשמל המיוצר באמצעות פאנלים סולארים בהם אין מונה חכם. צעד זה קידם בפועל פריסה רחבה של מתקני אגירה, על מנת לשמר את 40% הנותרים של החשמל.
- **אגירה כתחליף/דחיית השקעה ברשת:** שילוב של סוללות ענק ישירות במערכת ההולכה כרכיב תפעולי של הרשת ולא כמתקן אגירה מסחרי למטרות רווח. המטרה המרכזית של מתקנים אלו היא לייעל את השימוש בתשתיות הקיימות ולהתגבר על צווארי בקבוק בהעברת חשמל הנוצרים בעיקר בשל הצורך לשנע אנרגיית רוח מצפון גרמניה למרכזי הצריכה בדרום. באופן מסורתי, קווי מתח מופעלים עם מקדמי ביטחון גדולים כדי למנוע קריסה במקרה של תקלה בקו יחיד. האגירה משמשת כמעין "כרית אוויר" המאפשרת למפעילי הרשת להעמיס על הקווים הקיימים קיבולת גבוהה יותר בשגרה. במקרה של תקלה באחד הקוים האגירה הממוקמת בדרום המדינה תספק את האנרגיה הנדרשת במקום הקו התקול, במקביל תתבצע הפחתת הייצור המתחדשות בצפון המדינה עד לתיקון הקו. פרויקט הדגל בטכנולוגיה זו הוא Kupferzellף בהספק של 250 MW, המהווה חלק מתוכנית רחבה יותר בהיקף של כ-950 MW שאושרה על ידי הרגולטור הגרמני כדי לצמצם או לדחות את הצורך בבניית קווי מתח חדשים.

ד. אוסטרליה

מדיניות האגירה של אוסטרליה נגזרת ישירות ממטרת העל: הגעה לאספקת חשמל המבוססת על 82% אנרגיות מתחדשות עד שנת 2030, והגעה לניטרליות אקלימית עד שנת 2050, לצד יציאה מואצת משימוש בתחנות כוח פחמיות. על פי תוכנית האב הלאומית למשק החשמל[33] אוסטרליה תזדקק לכ-22 GW של קיבולת אגירה עד שנת 2030, ולכ-65GW עד שנת 2050. המדינה רואה באגירת חשמל רכיב חובה לייצוב הרשת, שיפצה על אובדן תחנות הפחם ויאפשר ניצול מקסימלי של אנרגיית השמש והרוח. אוסטרליה מקדמת גישה משולבת: השקעות פדרליות משמעותיות באגירה מערכתית במקביל לקידום אגירה מבוזרת תוך דגש על פיתוח תעשיית ייצור סוללות מקומית.

נקודת המפנה בעיצוב משק החשמל האוסטרלי, ושל האגירה בפרט, התרחשה בעקבות קריסת רשת בדרום היבשת בשנת 2016, שנגרמה כתוצאה מסופות טורנדו ופגעי מזג אוויר קיצוניים. המשבר, שהותיר אזור שלם בעלטה, חשף את פגיעותה של המערכת המעבר לאנרגיות מתחדשות ללא גיבוי מספק, והוביל לחקירת עומק ממשלתית שפרסמה את "דו"ח פינקל" בשנת 2017[34].

דו"ח זה היווה את הבסיס להקמת תוכנית האב הלאומית, והציב את מתקני האגירה לא רק ככלי לאיזון שעות הפסגה, אלא כרכיב תשתיתי ואסטרטגי הכרחי להבטחת החוסן הלאומי. בעקבות לקחי האסון, קבע הדו"ח את הצורך בהחלת "חובות ביטחון מערכתי" ו-"חובות אמינות ייצור", המחייבות הקמת משאבי אגירה בעלי יכולת לספק שירותי ייצוב חיוניים, כגון בקרת תדר מהירה, במטרה לבלום קריסות שרשרת ולאפשר את שרידות הרשת אל מול משברי האקלים הבאים.

עד שנת 2023, התאפיינה ביוזמות ברמת המדינות (states) בצעדים ראשונים להסדרת עומסי הייצור המבוזר:

- **סבסוד ישיר לאגירה ביתית:** בשנים אלו, שוק האגירה נשען רבות על תוכניות של ממשלות המדינות השונות (כמו ויקטוריה, דרום אוסטרליה וקווינסלנד) שסיפקו סבסוד ישיר, מענקים והלוואות להתקנת סוללות ביתיות בצמוד לפאנלים סולאריים.
- **ייצוא אנרגיה גמיש:** דרום אוסטרליה הינה בעלת מסגרת רגולטורית[35] שמטרתה לאפשר את המשך שילוב המשאבים המבוזרים ברשת, ומקדמת את תחום האגירה על ידי יצירת סטנדרט טכני המאפשר ניהול גמיש של האנרגיה. ברירת המחדל העדכנית הינה התקנה של חיבור רשת גמיש המאפשר ייצוא של 10 KW במרבית שעות היום, החלופה השנייה, ללא אגירה, הינה חיבור קטן ולא כדאי כלכלית. למפעיל המערכת מתאפשרת גישה מרחוק והקטנה של הייצוא לרשת בזמני העומס.

השנים 2023-2024 מסמלת שנת מפנה, בה אוסטרליה עברה למדיניות פדרלית מקיפה, השקעות ענק מרוכזות ומדיניות תעשייתית לאומית:

[33] Integrated System Plan (2024)
[34] Independent Review into the Future Security of the National Electricity Market (2017)
[35] Smarter Homes (2023)

- **תוכנית ההשקעה בקיבולת:** כלי המדיניות המרכזי של הממשלה הפדרלית באוסטרליה לעידוד השקעות, הכולל תמיכה בהוספת GW 32 של קיבולת חדשה עד שנת 2030. מתוך יעד זה, GW 9 מוקצים באופן ייעודי ל"קיבולת נקייה ניתנת לשליטה", קטגוריה הכוללת בעיקר אגירת אנרגיה. המנגנון הכלכלי של התוכנית פועל באמצעות מכרזים לחיתום הכנסות, במסגרתם הממשלה מספקת ליזמים רשת ביטחון בדמות "רצפת הכנסות" להבטחת הכנסה מינימלית, ובתמורה משתתפת ברווחים באמצעות מנגנון "תקרה" כאשר מחירי החשמל גבוהים. במסגרת תכנית זו מקודמת בין היתר "אגירה עמוקה" בעלת יכולת פריקה של מעל ל-12 שעות.
- **אזורי אנרגיה מתחדשת (REZs):** תכנון מערכתי למעבר מרשת מבוססת פחם לרשת מבוססת מתחדשות, תוך התמקדות בפיתוח מתואם וגיאוגרפי של ייצור, אגירה והולכה. במסגרת זו זוהו 43 אזורים אסטרטגיים ברחבי המדינה שנבחרו בשל איכות משאבי הרוח והשמש שבהם, הקרבה לתשתיות קיימות וזמינות כוח אדם, זאת במטרה לרכז פרויקטים וליהנות מיתרונות לגודל, להוזיל עלויות חיבור ותפעול ולשפר את אמינות הרשת.
- **מדיניות תעשייתית וייצור מקומי:** במאי 2024 השיקה אוסטרליה תכנית אסטרטגית העוסקת בפיתוח טכנולוגיות וייצור סוללות[36], שמטרתה למנף את משאבי הטבע של המדינה (כגון ליתיום, ניקל וקובלט) כדי לבנות תעשיית ייצור סוללות מקומית במקום לייצא את חומרי הגלם. במסגרת יוזמת "עתיד מיוצר באוסטרליה", הממשלה הקצתה כ- 520 מיליון דולר לתוכנית שמעניקה תמריצים הצמודים לייצור כדי לעודד ייצור מקומי של מוצרי סוללה בעלי ערך גבוה. בנוסף, הוקצו 1.7 מיליארד דולר לקרן חדשנות וכ- 20 מיליון דולר לחיזוק יכולות המחקר, ההכשרה ושרשרת האספקה בתחום הסוללות.

בשנים 2025-2026 הושם דגש על מעבר האגירה המבוזרת לשחקן אקטיבי המשתתף בניהול הרשת(VPPs) וכן להרחבת תכנית האב הלאומית[37] כך שיכיל אינטגרציה מלאה של צרכני הקצה:

- **מעבר ממענקים לתעודות סחירות:** שינוי מודל התמרוץ במדינת ניו סאות' ויילס למנגנון שוק. התקנת סוללות בבתים ובעסקים מזכה ב"תעודות הפחתת שיא" המשקפות את הערך העתידי של הסוללה לרשת ב-15 השנים הבאות. תעודות אלו נמכרות ומממנות את ההנחה לצרכן בעת ההתקנה.
- **שילוב צרכנים בתחנות כוח וירטואליות:** האסטרטגיה הממשלתית מכוונת להעברת הסוללות הביתיות ממצב פסיבי לניהול אקטיבי. לקוחות קצה המחוברים לתחנות כוח וירטואליות המנוהלות על ידי אגרגטורים, המסנכרים את פריקת הסוללות במשותף כדי לספק שירותי ייצוב לרשת ולהשתתף במסחר בחשמל.
- **התרחבות תכנית האב הלאומית:** לקראת שנת 2026, הורחב המנדט של תוכנית האב לתכנון מקיף יותר המשלב אגירה ומשאבי קצה. התוכנית החדשה מתמקדת במספר נדבכים:
    - **תכנון של אגירה מבוזרת:** התוכנית מזהה רשמית את הצורך בתפעול מסונכרן של סוללות ביתיות ורכבים חשמליים, כולל הזרמת חשמל לרשת מהסוללת הרכב. התוכנית מתמקדת

[36] National Battery Strategy (2024)
[37] Integrated System Plan (2026)

בבניית תשתית רגולטורית וטכנולוגית שתאפשר להפעיל את אלפי הסוללות הללו באופן מסונכרן.

- **שוק הגז כ"רשת ביטחון" לאגירה:** התוכנית משנה את התפיסה המסורתית לגבי גז, ומגדירה אותו רשמית ככלי משלים והכרחי למערכות האגירה. התכנון משלב טוב יותר את שוק הגז הקיים כגיבוי מערכתי משלים לסוללות ולאגירה שאובה. הגז ישמש עוגן למניעת קריסת הרשת בתקופות של "בצורת מתחדשות", ימים ממושכים ללא שמש ורוח בהם מתקני האגירה מתרוקנים. התכנון מסנכרן בין פיתוח שוק הגז למפת פיתוח האגירה במטרה למנוע קריסת חשמל במצבי קיצון אלו.
- **שירותי רשת:** עם סגירת תחנות הפחם, יספקו מתקני האגירה שירותי ייצוב חיוניים, כדוגמת אינרציה סינתטית וויסות תדרים.
- **הסכמה חברתית:** לאור התלות הגוברת בשיתוף הפעולה של צרכנים בעלי אגירה פרטית, מושם דגש רב על בניית אמון הציבור. גופים ייעודיים כמו פאנל הצרכנים וקבוצת הייחוס הקהילתית משולבים בתכנון כדי לוודא שניהול האגירה הצרכנית ייעשה בשקיפות ויספק לצרכנים תועלת כלכלית וערך מוסף.

נספח 2 – פרמטרים לחישוב יעדי אגירה- מתוך הסקירה הבינלאומית

הצבת יעדים לאומיים לאגירת אנרגיה מהווה נדבך רגולטורי ותכנוני חשוב במעבר למשק חשמל נקי, ומסמנת את המעבר מקידום נקודתי של פרויקטים לקביעת מסגרת רחבה המבטיחה את יציבות הרשת. קביעת היעדים הללו וכימותם אינם נסמכים על "כללי אצבע" או הערכות כלליות, אלא מבוססים על תהליכי מידול מורכבים ורב-שכבתיים המשולבים במודלים כלכליים של הרחבת קיבולת המערכת בעלות מינימלית, סימולציות ניהול רשת, ובדיקות הסתברות מחמירות של אמינות האספקה. באמצעות שכלול פרמטרים הנדסיים, אקלימיים ופיננסיים, רשויות תכנון ומפעילי מערכות בעולם מחשבים את נפח האגירה האופטימלי הנדרש כדי לאזן את תנודתיות הייצור של האנרגיות המתחדשות, להחליף את היציבות הפיזיקלית של תחנות הכוח הפוסיליות שיוצאות משימוש, ולמקסם את התועלת המשקית.

נספח זה מפרט את הפרמטרים אשר נלקחו בחשבון בעת חישוב יעדי האגירה במדינות הנבחרות.

הסבר על הפרמטרים:

1. **יעדי מתחדשות וצמצום פליטות:** קטגוריה זו מהווה את מנוע הצמיחה המרכזי של שוק האגירה. מכיוון שאנרגיית שמש ורוח הן תנודתיות ואינן ניתנות לתזמון תהליכי התכנון הלאומיים מחשבים את כמות האגירה הנדרשת כדי "לספוג" עודפי ייצור אלו בשעות השפל ולמנוע את קטימתם.
2. **השבתת תחנות כוח פוסיליות:** תחנות כוח מבוססות פחם וגז סיפקו היסטורית לא רק אנרגיה, אלא גם שירותי יציבות פיזיקליים חיוניים, כמו אינרציה, בקרת מתח ותדר, בזכות הטורבינות המסתובבות שלהן. כאשר מחשבים יעדי אגירה, מתכנני הרשת מריצים מודלים הבוחנים את קצב סגירת התחנות הללו ומחשבים כמה מתקני אגירה נדרשים כדי להחליף את אותה יציבות פיזית אבודה באמצעים סינתטיים.
3. **ניהול פרופיל ביקוש השיא נטו והסטת אנרגיה:** חדירה מסיבית של אנרגיה סולארית מייצרת עודף ייצור אדיר בשעות הצהריים, המוריד את הביקוש לרשת לרמות אפסיות או שליליות, בעוד שבשעות הערב, עם שקיעת השמש ועליית הביקוש הביתי, נוצר זינוק חד ומהיר בביקוש. המודלים מחשבים את נפח האגירה הנדרש כדי להסיט את עודפי הייצור בצהריים ולפרוק אותם במהלך שעות ביקוש השיא נטו בערב.
4. **ניהול עומסים וצווארי בקבוק ברשת:** הרחבת רשתות ההולכה והחלוקה הפיזיות היא תהליך יקר הדורש רישוי ממושך, המייצר צווארי בקבוק קשים בתור לחיבור הרשת. מודלי התכנון בוחנים את פריסת האגירה כחלופה מהירה בנקודות גודש, על מנת לקלוט עומסים מקומיים ולדחות שדרוגי רשת יקרים.
5. **אירועי אקלים קיצוניים ותרחישי בצורת אנרגיה:** משבר האקלים מייצר אירועי קיצון תכופים המשפיעים על הייצור הירוק ומזניקים ביקוש. מתכנני הרשת מריצים סימולציות מורכבות הבוחנות את שרידות המערכת במצבים של "בצורות מתחדשות" ממושכות כדי לחשב את הצורך בנפח אגירה עמוק וארוך-טווח.
6. **חשמול המשק וגידול בביקוש:** מעבר מסיבי לתחבורה חשמלית ,משאבות חום וחוות שרתים, מגדילים את הביקוש הכללי לחשמל ומייצרים פרופילי צריכה חדשים. מודלי החישוב משקללים את קצב החדירה של טכנולוגיות אלו כדי לקבוע כמה אגירה מקומית ומערכתית נדרשת למניעת עומסים.
7. **ביזור, גמישות ביקוש וצרכני קצה:** במדינות הנסקרות פלח השוק "מאחורי המונה" גדל במהירות. במקום להתייחס לצרכני הקצה כגורם פסיבי, מודלי תכנון הרשת מחשבים את הפוטנציאל של אגרגציה של אלפי סוללות ביתיות לתוך תחנות כוח וירטואליות שיספקו שירותי רשת במקום פתרונות תשתיתיים יקרים.

8. **שירותי מערכת חיוניים וייצוב תדר ומתח:** שמירה על יציבות פיזיקלית של הרשת מחייבת שירותים מהירים כמו בקרת תדר, ויסות מתח, ואף התנעה שחורה. מודלי התכנון מחשבים את נפח האגירה הנדרש כדי להעניק את השירותים הללו לרשת בתוך חלקיקי שנייה, חלף היעלמותם של הגנרטורים המסתובבים בתחנות הפוסיליות שנסגרות.
9. **אופטימיזציה של עלויות מערכת כוללות ומקסום התועלת המשקית:** המודלים מחפשים את נקודת המינימום של סך עלויות ההקמה והתפעול של כלל משק החשמל לאורך זמן. המודל משווה את עלות האגירה מול פתרונות חלופיים כמו הקמת קווי הולכה, שדרוג שנאים, או בניית תחנות כוח מבוססות גז, ומגדיר את יעד האגירה שממקסם את התועלת המשקית הנטו.

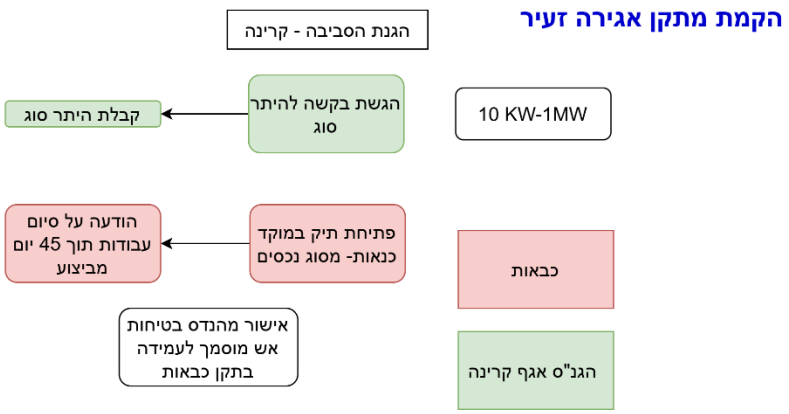
נספח 3 – תהליכי הקמת מתקן אגירה

מסלול הקמת מתקני אגירה בפטור מהיתר בניה

מסלול זה מיועד למתקני אגירה העומדים בקריטריונים המאפשרים פטור מהיתר בנייה, אך מחייבים תהליך יידוע מוסדר ועמידה בתנאי רגולציה. מיפוי תהליך ההקמה נעשה בשנת 2026, לכן יש לקחת בחשבון כי התהליך עשוי להתעדכן עם הזמן.

להלן שלבי העבודה מול הגורמים השונים:

אגירה זעירה:



<u>הרשות הארצית לכבאות והצלה</u>

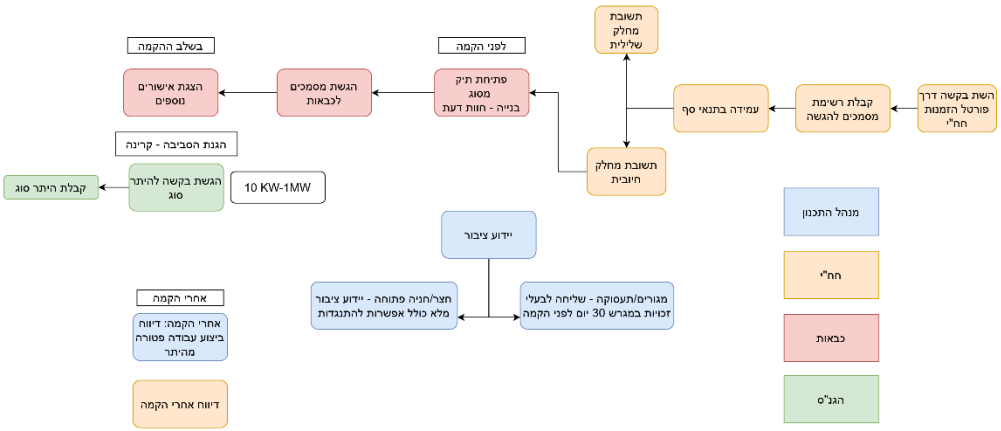
- **פתיחת תיק :**יש לפתוח תיק במוקד רשות הכבאות תחת סיווג "נכסים".
- **אישור מהנדס:** יש לקבל אישור ממהנדס בטיחות אש מוסמך, המאשר כי המתקן עומד במלוא דרישות התקן של רשות הכבאות.
- **הודעת סיום עבודות :**יש להודיע למוקד הכבאות על סיום עבודות ההקמה בתוך 45 ימים ממועד הביצוע בפועל.

<u>המשרד להגנת הסביבה</u>

- **אישור קרינה:** בדומה למתקנים אחרים, במידה והמתקן הזעיר הינו בהספק שבין 10 קילו-וואט ל-1 מגה-וואט, נדרש להגיש בקשה ולקבל "היתר סוג" מאגף קרינה במשרד להגנת הסביבה.

מתקן אגירה קטן:

הקמת מתקן אגירה במסלול פטור מהיתר



<u>חברת החשמל</u>

- **פתיחת בקשה :**יש להגיש בקשה ראשונית דרך פורטל ההזמנות של חברת החשמל.
- **בדיקת תנאי סף :**לאחר קבלת רשימת המסמכים הנדרשים, יש להגישם ולהוכיח עמידה בתנאי הסף.
- **קבלת תשובת מחלק :**קבלת תשובת מחלק חיובית היא תנאי מעבר הכרחי להמשך התהליך.

<u>מנהל התכנון והרשות המקומית</u>

- **יידוע ציבור (לפני הקמה)**: נדרש הליך יידוע ציבור, אשר מתפצל לשני מסלולים בהתאם למיקום המתקן:
  - **באזורי מגורים או תעסוקה:** יש לשלוח הודעה לבעלי הזכויות במגרש כ-30 יום לפני תחילת ההקמה.
  - **בחצר או בחניה פתוחה:** נדרש הליך יידוע ציבור מלא, הכולל מתן אפשרות לציבור להגיש התנגדויות.
- **דיווח לאחר הקמה:** לאחר סיום עבודות ההקמה, יש להגיש דיווח רשמי על ביצוע עבודה הפטורה מהיתר.

<u>הרשות לכבאות והצלה</u>

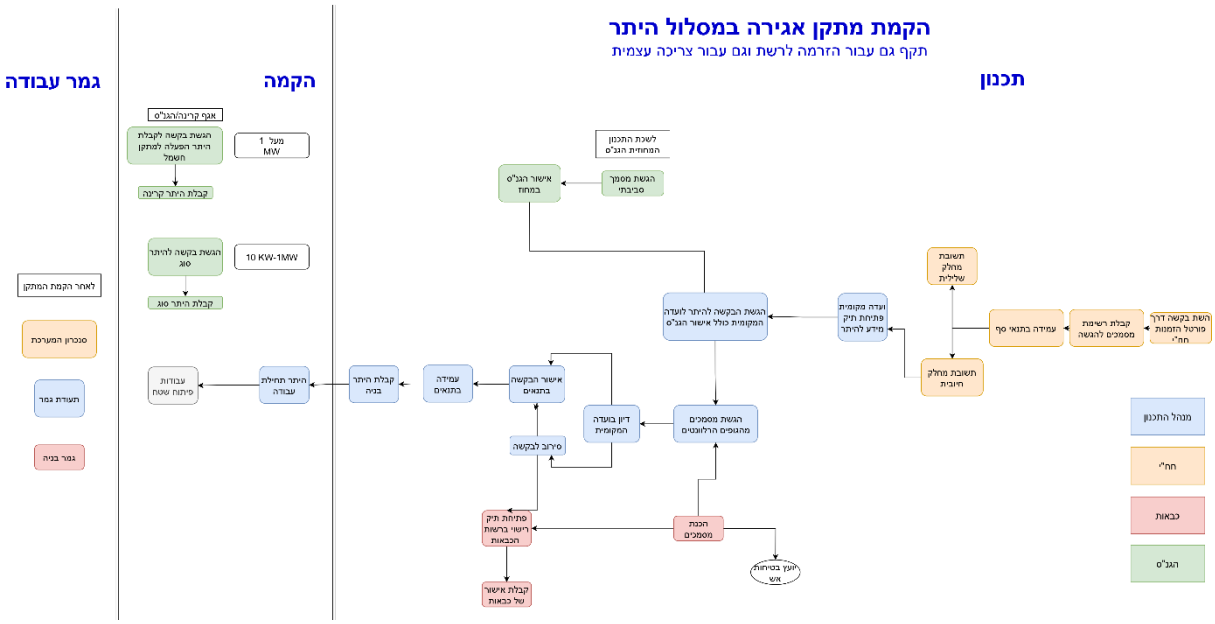
- **לפני ההקמה:** יש לפתוח תיק ולהגיש את המסמכים הנדרשים לבחינת רשות הכבאות.
- **בשלב ההקמה:** נדרשת הצגה של אישורים נוספים אל מול נציגי הכבאות, בהתאם למפרט ולהנחיות שנקבעו.

<u>המשרד להגנת הסביבה</u>

- **אישור קרינה:** עבור מתקנים בהספק שבין 10 קילו-וואט ל-1 מגה-וואט, יש להגיש בקשה לאגף קרינה ולקבל "היתר סוג" טרם הפעלת המתקן.

תהליך הקמת מתקן אגירה במסלול היתר מחייב עבודה מוסדרת מול ארבעה גורמים רגולטוריים מרכזיים, עם זאת יתכן ויהיה צורך בתיאום מול גופים נוספים בהתאם למיקום וגודל האגירה. מיפוי תהליך ההקמה נעשה בשנת 2026, לכן יש לקחת בחשבון כי התהליך עשוי להתעדכן עם הזמן.

להלן תרשים של תהליך ההקמה:



להלן פירוט תהליכי העבודה והאישורים הנדרשים מול כל אחד מהגופים:

<u>חברת החשמל</u>

תהליך העבודה מול חברת החשמל מתחיל בשלב התכנון הראשוני ומסתיים בחיבור המערכת בפועל.

- **פתיחת בקשה:** יש להגיש בקשה ראשונית דרך פורטל ההזמנות של חברת החשמל.
- **בדיקת תנאי סף:** לאחר קבלת רשימת המסמכים הנדרשים מהפורטל, יש להגישם ולהוכיח עמידה בתנאי הסף להקמה.
- **קבלת תשובת מחלק:** קבלת תשובת מחלק חיובית היא תנאי הכרחי להמשך התהליך ולפתיחת תיק מידע בוועדה המקומית.
- **סנכרון המערכת:** בשלב גמר העבודה, ולאחר השלמת הקמת המתקן הפיזי, מבוצע סנכרון של מערכת האגירה מול רשת החשמל.

<u>מנהל התכנון והוועדה המקומית</u>

הוועדה המקומית היא הגוף המרכז את הליך הרישוי הסטטוטורי עד לקבלת היתר הבנייה ותעודת הגמר.

- **פתיחת תיק מידע:** לאחר קבלת תשובת מחלק חיובית מחברת החשמל, יש לפתוח תיק מידע להיתר בוועדה המקומית.

- **הגשת בקשה להיתר:** הבקשה המוגשת לוועדה המקומית חייבת לכלול את אישור המשרד להגנת הסביבה, וכן מסמכים משלימים מגורמים רלוונטיים נוספים.
- **דיון והחלטה:** הבקשה עולה לדיון בוועדה המקומית, אשר בסופו עשויה להתקבל החלטה על סירוב, או לחלופין על אישור הבקשה בתנאים.
- **קבלת היתר ותחילת עבודות:** לאחר עמידה בכלל התנאים שנקבעו, ביניהם קבלת אישור רשות הכבאות, מונפק היתר בנייה, ולאחריו היתר לתחילת עבודה המאפשר יציאה לעבודות פיתוח שטח.
- **תעודת גמר:** בסיום הקמת המתקן, יש לקבל תעודת גמר מטעם הוועדה המקומית.

<u>המשרד להגנת הסביבה</u>

העבודה מול המשרד להגנת הסביבה מתבצעת בשני שלבים שונים: חוו"ד סביבתי בשלב התכנון, ואישור קרינה בשלב ההקמה.

- **חוות דעת המשרד להגנת הסביבה:** יש להגיש מסמך הכולל בחינה ותיאור של ההשפעות הסביבתיות והאמצעים לצמצומן, ללשכת התכנון המחוזית של הגנ"ס. קבלת החוו"ד הינה חובה לשם הגשת הבקשה להיתר בוועדה המקומית.
- **היתרי קרינה (שלב ההקמה) :**יש לפנות לאגף קרינה במשרד להגנת הסביבה לשם קבלת היתר, בהתאם לגודל המתקן:
  - **למתקנים בהספק של 10 קילו-וואט עד 1 מגה-וואט:** יש להגיש בקשה לקבלת "היתר סוג."
  - **למתקנים מעל 1 מגה-וואט:** יש להגיש בקשה פרטנית לקבלת היתר הפעלה למתקן חשמל, שבסופה מתקבל היתר הקרינה הנדרש.

<u>הרשות לכבאות והצלה</u>

אישור בטיחות אש הוא נדבך קריטי, המהווה תנאי לעמידה בדרישות הוועדה המקומית לשם קבלת ההיתר.

- **פתיחת תיק רישוי:** לאחר קבלת אישור להיתר בניה בכפוף לתנאים מוועדה המקומית יש להגיש מסמכים ולפתוח תיק רישוי ברשות הכבאות. תהליך זה מלווה על ידי יועץ בטיחות אש.
- **קבלת אישור כבאות:** לאחר בחינת המסמכים, מתקבל אישור מטעם רשות הכבאות.
- **גמר בנייה :**בסיום העבודות, ניתן אישור סופי של גמר בנייה מטעם רשות הכבאות.