

קרן דליה ואלי
הורביץ בע"מ



המכון הישראלי
לדמוקרטיה

כנס אלי הורביץ לכלכלה וחברה 2020

16-14 בדצמבר

ישראל 2050 - כלכלה משגשגת בסביבה מקיימת מדדים, יעדים וחזון לפי תחומים

אנרגיה | תחבורה | מבנים וערים | תעשייה | פסולת

מסמך רקע לכנס

יושבי ראש הכנס: פרופ' יוג'ין קנדל | פרופ' קרנית פלוג
מנהלת הכנס: דפנה אבירם-ניצן

המשרד להגנת הסביבה



وزارة لحماية البيئة
Israel Ministry of Environmental Protection





ישראל 2050 - כלכלה משגשגת בסביבה מקיימת

מדדים, יעדים וחזון לפי תחומים

אנרגיה | תחבורה | מבנים וערים |
תעשייה | פסולת

בהובלת:

משרד האנרגיה, משרד התחבורה, מינהל התכנון,
משרד הכלכלה והתעשייה, המשרד להגנת הסביבה

ינואר 2021

תוכן העניינים

5	חזון לתחום האנרגיה – בהובלת משרד האנרגיה
12	חזון לתחום מבנים וערים – בהובלת מינהל התכנון
14	חזון לתחום התחבורה – בהובלת משרד התחבורה
18	חזון לתחום התעשייה – בהובלת משרד הכלכלה והתעשייה
21	חזון לתחום הפסולת – בהובלת המשרד להגנת הסביבה

חזון לתחום האנרגיה - בהובלת משרד האנרגיה

מגמות מקומיות וגלובליות משנות את משקי האנרגיה בארץ ובעולם. התמודדות עם שינויים אלו מחייבת עיצוב יעדים ארוכי טווח התומכים בקיומו של משק בר קיימא המאופיין באמינות אספקה גבוהה ובמחיר הולם.

לצד מתן ביטוי למגמות הגלובליות, תהליך קביעת היעדים בתחום האנרגיה צריך להביא בחשבון את מאפייניו הייחודיים של המשק הישראלי. ישראל היא אי אנרגטי גאו-פוליטי המאופיין בצפיפות אוכלוסייה גבוהה יחסית, בקצב גידול אוכלוסייה גבוה, במיעוט בשטחים פתוחים באזור המרכז, בעתודות גז טבעי גדולות, בפוטנציאל לייצור חשמל מאנרגיית השמש אך במיעוט אפשרויות ליצירת אנרגיה ממקורות מתחדשים אחרים.

משרד האנרגיה אמון על שמירת הביטחון האנרגטי ומחויב לפיתוח כלכלי וצמיחה בת קיימא. לצד יעדים אלו, יש לבצע שינויים משמעותיים במשק האנרגיה, הכוללים בין היתר השקעה באנרגיות מתחדשות, בטכנולוגיות משלימות, השקעה ברשת, חשמול המגזר הביתי, מעבר לתחבורה חשמלית וייצוא גז טבעי.

קביעת יעדים שאפתניים ארוכי טווח בתחום מורכב וחיוני כל כך מחייבת בחינה רחבה של המשק ומחויבות לעמידה ביעדי ביניים כבר בעשור הקרוב. לפיכך בד בבד עם קביעת יעדים ארוכי טווח לשנת 2050 נבחנו באופן מעמיק יעדי ביניים. בשנים האחרונות עבר מגזר ייצור האנרגיה בישראל מייצור חשמל בפחם ובדלקים מזהמים לשימוש בגז טבעי ובאנרגיות מתחדשות. שינוי התמהיל הביא לירידה דרמטית בפליטות המזהמים המקומיים ואף לירידה בפליטות הפחמן. בזכות צעדים אלו מדינת ישראל עומדת כבר היום בכ-75% מהיעד הנדרש להפחתת פליטות CO₂ על פי התחייבויותיה בהסכמי פריז. לאור חזונו למשק האנרגיה בישראל, שר האנרגיה קיבל החלטה תקדימית על הפסקת השימוש בפחם לשם ייצור חשמל, שימורו רק לשעת חירום והסבת התחנות לשימוש בגז טבעי. מהלך זה עתיד להיות מיושם לקראת אמצע העשור הנוכחי. בצד החלטה זו, ב-2020 קיבל שר האנרגיה החלטה דרמטית להגדיל את היעד לייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת מ-17% ל-30% בשנת 2030. צעדים אלה צפויים להביא

להפחתה משמעותית נוספת של הפליטות זיהום האוויר. נוסף על כך, עבודת מטה מקיפה שנערכה במשרד הובילה לניסוח התוכנית הלאומית להתייעלות באנרגיה לשנים 2020-2030. תוכנית זו תוגש לממשלה במחצית הראשונה של שנת 2021. לצד קידום יעדים אלו פועל המשרד עם מינהל התכנון ועם המשרד להגנת הסביבה לקבוע יעדים שאפתניים לקידום מבנים מאופסי אנרגיה.

להלן פירוט היעדים למשק האנרגיה הישראלי עד שנת 2050:

1. הפחתת פליטות במשק האנרגיה: יעד הפחתה

של 80% ביחס לשנת 2015

בתרחיש "עסקים כרגיל" וללא פעולות נוספות, סך פליטות גזי החממה ממשק האנרגיה בשנת 2050 יגדל פי 1.63 לעומת הערכים בשנת 2015 (83.4 ו- $37.11 \text{ MtCO}_2\text{e/y}$, בהתאמה). לעומת זאת, בעקבות פעולות משמעותיות בכלל המגזרים במשק האנרגיה צפוי סך פליטות גזי החממה ממגזר האנרגיה להצטמצם לשיעור מזערי של כ- $12.3 \text{ MtCO}_2\text{e}$ בשנת 2050, הפחתה של כ-80% לעומת שנת 2015. יעד זה מביא בחשבון גם את יעדי ההפחתה של המשקים המשלימים - 100% הפחתה במגזר התחבורה ו-50% הפחתה בתעשייה - ועל כן הוא תלוי בעמידה ביעדים אלו.

2. הפחתת פליטות במגזר ייצור החשמל: יעד

הפחתה של 75% - 85% בהשוואה לשנת 2015

לנוכח משבר האקלים וההתפתחויות הטכנולוגיות הולכת וגוברת מגמת החשמול של המגזרים למיניהם, למשל בתחומי התחבורה והתעשייה. בעקבות זאת ישנה חשיבות מכרעת בהפחתת פליטות במגזר החשמל. על כן נקבע יעד של הפחתת פליטות במגזר זה בשיעור של 75%-85% לעומת שנת 2015. השגת היעד תלויה במעבר לאנרגיות מתחדשות, בטכנולוגית משלימות דוגמת מימן ותפיסת פחמן, בשיעורי הטמעה משמעותיים של טכנולוגיות אגירה, וכן בתנאים נוספים כמפורט מטה. יצוין כי עמידה ביעדים של צוות התחבורה תלויה באופן מהותי במשק חשמל אמין לחלוטין ובמחירי חשמל סבירים.

3. יעד ביניים של ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות:

30% ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת עד שנת 2030

קביעת יעדים להפחתת פליטות בשנת 2050 הגבירה, כאמור, את הצורך בבחינה מעמיקה של יעד ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות לעשור הקרוב. במסגרת זו אימצה הממשלה את החלטת שר האנרגיה להגדיל את יעד ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות ל-30% בשנת 2030. הבחינה כללה בדיקות עומק אחדות המסתמכות על כמה פרמטרים ועל הנחות יסוד מורכבות ודינמיות (בחינת פוטנציאל הקרקע, הטכנולוגיות בייצור חשמל, מחיר הדלקים, אילוצי ייצור ורשת ועוד). עמידה ביעד ביניים לשנת 2030, וכן ביעד הביניים לשנת 2025, הן אבני דרך קריטיות לעמידה ביעדי 2050. כבר היום ניתן לומר כי השגת יעדי ביניים אלו תלויה בשיתוף פעולה בין הגורמים הרלוונטיים ברמה הלאומית.

4. הפסקת השימוש בפחם

בשנת 2012 עמד ייצור החשמל בישראל באמצעות פחם על כ-60% מסך הייצור ובשנת 2014 על כ-49%. נכון להיום שורה של צעדים, ובכללם הפעלת תחנות פחמיות בייצור מינימלי, הובילה את ישראל להפחתה משמעותית בייצור הפחם עד לכ-30% מסך הייצור. בשנת 2018 קיבל שר האנרגיה החלטה נוספת על הפסקת פעילות יחידות 1-4 בתחנת הכוח בחדרה בשנת 2022. כבר בשנת 2020, עם תחילת הזרמת הגז הטבעי ממאגר לווייתן, קבע השר יעד של הפחתת השימוש בפחם ל-25%.

בהמשך לצעדים אלו החליט השר, במסגרת סמכותו בהתאם לחוק משק החשמל, על הפסקה מדורגת של ייצור חשמל מפחם עד סוף שנת 2025 על ידי הסבת התחנות הפחמיות לגז טבעי. החלטה זו, אשר תכלול בדיקות הנדסיות וכלכליות מקיפות, צפויה לתרום משמעותית להפחתת הפליטות במשק לצד השמירה על ביטחון האנרגיה. מתוך כך, משנת 2026 ואילך, לאחר כ-40 שנים של משק חשמל מבוסס פחם, ישראל לא צפויה לכלול פחם בסל הדלקים המשמשים לייצור חשמל בשגרה.

5. יעד עצימות באנרגיה: שיפור שנתי של 1.3% בעצימות האנרגיה

התוכנית הלאומית להתייעלות באנרגיה התמקדה בעבר בחיסכון בצריכת החשמל, ונקבעו יעדים בתחום זה. עם זאת, לאור ההתפתחות המואצת של משק האנרגיה, אשר כוללת בין היתר מעבר לכלי רכב חשמליים ומעבר לשימוש בחשמל חלף דלקים אחרים (כגון גפ"מ לחימום ובישול), צפויה צריכת החשמל לעלות. מאפיין זה של המשק מעורר את הצורך בהרחבה של הגדרת החיסכון, כך שהתוכנית הלאומית להתייעלות באנרגיה עוסקת בהיבט החיסכון הכולל של צריכת האנרגיה ולא ממוקדת בחשמל בלבד. לאור זאת, ועל מנת לעמוד ביעד של הפחתת הפליטות במשק האנרגיה, נקבע יעד של שיפור שנתי של 1.3% בעצימות האנרגיה (טרה-זאט/מיליון ש"ח) במשק הישראלי. יצוין כי לנוכח מאפייניה של ישראל וההתקדמות הגלובלית, מתחזק ההכרח בנקיטת צעדים בתחום זה.

כאמור, התחייבות ליעדים ארוכי טווח מחייבת את קיומם של כמה תנאים, טכנולוגיות ותשתיות אשר יבטיחו את העמידה ביעדים, ובהם ניתן למנות את אלו:

1. **טכנולוגיה - אנרגיות מתחדשות, טכנולוגיות משלימות ושיפורים טכנולוגיים.** הפחתת פליטות במשק האנרגיה יכולה להיות מושגת על ידי שימוש נרחב באנרגיות מתחדשות וטכנולוגיות משלימות. בהן ניתן למנות את תפיסת הפחמן, מימן ועוד. הטמעת טכנולוגיות אלו תצריך השקעה בתשתיות, שינוי בהרכב צריכת הדלקים והעלויות הנובעות מכך ושינויים בעלויות התפעול. מחירי העלות והתפעול של טכנולוגיות חדשות להפחתת פליטות גזי חממה ישפיעו על קצב אימוצן והטמעתן בישראל.

2. **הקצאת שטח לייצור חשמל באנרגיות מתחדשות.** קידום אנרגיות מתחדשות בישראל דורש מיצוי של משאבי השטח מתוך בחינת העלות הכלכלית והסביבתית בהקמת מתקנים לייצור באנרגיה סולרית. מיצוי משאבי הקרקע יתאפשר בין היתר על ידי פיתוחים טכנולוגיים שיאפשרו מקסום של השטח (למשל הפקת אנרגיה בלוחות סולריים על חזיתות בתים), שימוש דואלי

בקרקע (למשל בחקלאות או מאגרי מים), שיפור הנצילות וקיומן של רגולציות תומכות.

3. **טכנולוגיות אגירה.** הגדלת הייצור באנרגיות מתחדשות, בעיקר לנוכח התלות של משק האנרגיה הישראלי במקור מתחדש עיקרי יחיד, מחייבת שילוב מסיבי של טכנולוגיות אגירה מתקדמות, אמינות וזולות.

4. **השקעות והתאמות של רשת החשמל.** חשמול הולך וגובר של המגזרים למיניהם בעשורים הקרובים (למשל בתחומי התחבורה והתעשייה) והעלאת היעד לייצור חשמל ממקורות מתחדשים מחייבים השקעה משמעותית ברשת החשמל והתאמתה לשינויים.

5. **פיתוח כלי מדיניות והשקעות בתחום ההתייעלות באנרגיה.** על מנת לייעל את השימוש באנרגיה באופן משמעותי, שבתורו יתרום להפחתה חדה בפליטות, עולה הצורך בצעדי מדיניות לטובת התייעלות באנרגיה במגזרים למיניהם וכן בכלים משלימים לניהול ביקושים ברשת החשמל.

6. **קישוריות.** עמידה ביעדים השאפתניים עשויה לחייב את המשק הישראלי בחיבורי חשמל למדינות נוספות. חיבור הרשת הישראלית יאפשר רציפות אנרגטית תוך כדי עמידה ביעדי הפחתת הפליטות ופיתוח כלכלי ואזורי.

לוח 1
יעדים למשק האנרגיה

שם המדד	אופן החישוב	יעד 2030	יעד 2050
הפחתת פליטות במגזר האנרגיה	% הפחתת פליטות גזי חממה בהשוואה לשנת 2015	-	הפחתה של 80% בפליטות גזי חממה עד לשנת 2050
שימוש בפחם	% ייצור הפחם מסך ייצור החשמל	0%	הפסקת השימוש בפחם עד סוף שנת 2025
יעילות באנרגיה / עצימות אנרגיה	% שיפור שנתי בעצימות האנרגיה (טרה-ואט/מלש"ח)	1.3%	1.3%
הפחתת פליטות במגזר ייצור החשמל	% הפחתת פליטות גזי חממה בהשוואה לשנת 2015	-	הפחתה של 75%-85% בפליטות גזי חממה עד שנת 2050
מבנים מאופסי אנרגיה	% מבנים מאופסי אנרגיה מסך התחלות הבנייה		מפורט במסגרת צוות מבנים
הפחתת פליטות במגזר התחבורה	הפחתת פליטות בעקבות מְעַבֵּר לרכבים מאופסי פליטות		מפורט במסגרת צוות תחבורה
הפחתת פליטות במגזר התעשייה	הפחתת פליטות בעקבות מְעַבֵּר לשימוש באנרגיה נקייה והטמעת טכנולוגיות להפחתת פליטות		מפורט במסגרת צוות תעשייה

לוח 2

טכנולוגיות ואמצעים תומכים נדרשים לעמידה ביעדים

יעד 2050	יעד 2030	2020	תנאי הכרחי	יעד
930-513 אלף דונם	פחות מ־100 אלף דונם		שטח	הפחתת פליטות במגזר האנרגיה בשיעור של 80% בהשוואה לשנת 2015
GW 54-34	GW 2.7	GW 0.3	אגירה	
			הטמעת טכנולוגיות להפחתת פליטות: CCS, מימן, טכנולוגיות עתידיות (GW)	
GW 16-10	GW 7.3	GW 4-3	פיתוח הרשת - יכולת הולכת אנרגיה מתחדשת	
			פיתוח הרשת - השקעה ברשת החלוקה (מיליון ש"ח) (יעודכן בהמשך)	
			עמידה ביעדים של משקים משלימים - תחבורה ותעשייה	
			לפי צוותי תחבורה ותעשייה	
			חיבור בין מדינות - יכולת חיבור רשת החשמל עם מדינות שכנות וקניית חשמל נקי (GW)	
			(יעודכן בהמשך)	

חזון לתחום מבנים וערים - בהובלת מינהל התכנון

עתיד דל פחמן בתחום ערים ומבנים עובר דרך עירוניות טובה ובת קיימא, ושני התחומים שזורים זה בזה באופן אינהרנטי. בשניהם השאיפה היא לקדם איכות חיים גבוהה בסביבה העירונית באמצעות בנייה בציפוף אופטימלי, שימוש יעיל בקרקע, מתן דגש לנגישות ולא לניידות, יצירת מרחבים ציבוריים איכותיים והעדפת התחדשות עירונית על פני בניית שכונות חדשות בשטחים פתוחים.

לפי חזון זה, הסביבה העירונית תכלול רצף של רחובות, מרחבים ציבוריים ושטחים ירוקים נעימים, מוצללים ופעילים. אלו יעודדו הליכתיות, יפחיתו את הצורך בשימוש בכלי רכב בכלל ובכלי רכב פרטיים בפרט וייצרו מיקרו־אקלים הממתן תופעות אקלימיות כגון רוחות ואיי חום עירוניים. לצורך כך, הפיתוח העירוני יהיה צפוף וקומפקטי - תנאים הכרחיים להבטחת נגישות גבוהה להזדמנויות ולפרישת תחבורה ציבורית ושימושים מגוונים וכן לייעול השימוש במשאב הקרקע - אבל צפיפות זו לא תבוא על חשבון איכות המרחב הציבורי: מפלס הרחוב יכיל חזיתות פעילות ומרחבים ציבוריים מסוגים ומגדלים שונים, והפיתוח העירוני יתחשב באלמנטים מקומיים, החל במרקמים לשימור ועד טבע עירוני. יינתן יותר מקום להולך הרגל במרחב הרחוב, וכן לאופניי ולתחבורה ציבורית, מתוך הבנה שעל התחבורה לשרת את האנשים ולא להפך. חלק מהרחובות או השכונות יפותחו כשכונות הליכתיות, המבוססות על איגום חנייה בשולי השכונה והגבלת תנועה מוטורית בתוכה. המרחבים שיתרוקנו מכלי רכב עוברים וחונים ייהפכו למרחבי שהייה ופעילות עבור התושבים.

בעתיד זה יעמדו כל המבנים בתקני בנייה ירוקה, יאפשרו חיסכון באנרגיה ובמים ויצמצמו את ההוצאות הכרוכות בכך עבור משקי הבית. שיעור גבוה ככל הניתן מהאנרגיה הנצרכת בסביבה הבנויה תיוצר באמצעות אנרגיה מתחדשת שתמוקם על גבי מבנים, תשתיות ושטחים מבוזרים. כך, המבנים לא יהיו רק זירה של צריכת אנרגיה אלא גם של ייצורה, באופן שמבזר את מקורות ייצור האנרגיה ומגדיל את החוסן האנרגטי של העיר ושל המדינה כולה. כחלק מהתאמת הבנייה לסטנדרטים החדשים, מבנים רבים יעברו התחדשות עירונית ויותאמו למאפייני האוכלוסייה, מתוך שימוש חוזר במשאבים ובפסולת הבניין שנוצרים בתהליך. מבנים אחרים, שלא יעברו התחדשות, יעברו אף הם שיפוץ ירוק, שיאפשר לצמצם את צריכת האנרגיה שלהם ולשפר את הנוחות האקלימית בתוך המבנה.

לוח 3

יעדים עיקריים בתחום המבנים והערים

יעד 2030	יעד 2025	מדד	יעד
100%	100%	% התחלות הבנייה של מגורים (בנייה רוויה), מבני מסחר ומבני ציבור הנבנים בהתאם לתקן בנייה ירוקה	בנייה ירוקה הגדלת שיעור המבנים הנבנים בהתאם לתקן בכל הארץ
100%	100%	% התחלות הבנייה של בתי מגורים צמודי קרקע מאופסי אנרגיה	בנייה מאופסת אנרגיה* הגדלת שיעור המבנים מאופסי האנרגיה
100%	25%	% התחלות הבנייה של מבני מגורים 3-5 קומות מאופסי אנרגיה	התחדשות עירונית תוספת יחידות דיור בתוך מרקמים קיימים
35% (2030-2025), בהתאם להחלטת (2457 ממשלה)	25% (2030-2025), בהתאם להחלטת (2457 ממשלה)	% ההתחדשות העירונית מסך יחידות הדיור המאושרות	צפיפות ומבנה עירוני הגדלת הצפיפות במרחבים העירוניים מתוך הקפדה על עקרונות ליצירת מרחב עירוני המשכי ואיכותי
100% (יעמדו בדרישות החדשה)	100% (יעמדו בדרישות החדשות)	% התוכניות העומדות בדרישות מינימום לצפיפות בתמ"א 35 (עוברות כיום עדכון)	הצללת עצים הגדלת כיסוי צמרות עצים במרחב הציבורי
10%-35% (בהתאם לאקלים ולתנאים המקומיים)		% המרחב הציבורי בעיר המוצלל על ידי עצים	

* מכיוון שבנייה מאופסת אנרגיה היא תחום שנמצא בראשיתו במדינת ישראל, ייתכן שיעדים אלו יעודכנו עם התקדמות העבודה.

חזון לתחום התחבורה - בהובלת משרד התחבורה

מערכת התחבורה חיונית לצורך ניידות ונגישות ותמיכה בפיתוח החברה והכלכלה במדינה. פיתוח מערכת תחבורתית מקיימת, יעילה, מאוזנת, מהירה ותדירה הכרחית למדינת ישראל, שמשאבי הקרקע שלה דלים וקצב גידול האוכלוסייה בה הוא הגבוה ביותר בעולם המפותח.

מערכת כזאת תכלול מעבר לשיטות הנעה חלופית - רכבים בעלי רמת פליטת פחמן מאופסת מצינור הפליטה, ובפרט רכבים המונעים בחשמל ובתחליפי דלקים, כגון ביו־דלקים, מימן ודלקים סינתטיים המיוצרים באמצעות חשמל מאנרגיות מתחדשות. תכנון מערכת התחבורה ישולב בתכנון העירוני באופן שיאפשר שיפור הקישוריות בין אמצעי תחבורה מקיימים, צמצום השימוש בכלי רכב בכלל ובכלי רכב פרטיים בפרט והנגשת אזורים מרוחקים לאוכלוסייה על ידי הפחתת זמן הנסיעה "מדלת-לדלת".

מעבר לתחבורה מאוזנת המתבססת יותר על תחבורה מקיימת הוא משום מנוף לצמיחה כלכלית וחברתית של המשק, להעלאת הפריון, להפחתת הגודש ולחיסכון בזמן; לצמצום פערים חברתיים על ידי הגברת הנגישות לאוכלוסיות חלשות, הגדלת הפנאי על ידי קיצור זמני נסיעה ועוד.¹

1 "דברי נגידת בנק ישראל בטקס לציון יום התחבורה הציבורית בכנסת", הודעה לעיתונות, בנק ישראל, 3.7.2018.

לוח 4 יעדים לתחום התחבורה

יעד	מדד	2018	יעד 2030	יעד 2050
רכבים מאופסי פליטה	% רכבים מאופסי פליטה מסך מצבת הרכבים*	0%	• 25% עבור רכבים קלים מתחת ל-3.5 טונות ואוטובוסים	100%
יעילות אנרגטית	צריכת אנרגיה סופית מתחבורה לתושב לשנה (MWh/capita)	7.7	7-6	3-2
הקטנת נסועה ברכב פרטי	היקף נסועה מרבי ברכב פרטי	כ-48 מיליארד ק"מ	כ-55 מיליארד ק"מ (כ-15% הפחתה ביחס לתרחיש עסקים כרגיל)	כ-70 מיליארד ק"מ (כ-25% הפחתה ביחס לתרחיש עסקים כרגיל)
יעילות הובלת מטענים	היקף נסועה מרבי למשאיות ולרכבים כבדים	כ-9 מיליארד ק"מ	כ-9.5 מיליארד ק"מ (כ-15% הפחתה ביחס לתרחיש עסקים כרגיל)	כ-11 מיליארד ק"מ (כ-25% הפחתה ביחס לתרחיש עסקים כרגיל)
הגדלת השימוש באמצעים מקיימים	% נסיעות באמצעים מקיימים (תח"צ, הליכה ורכיבה) מתוך סך הנסיעות	37%	50%	70%
נגישות גבוהה	% האוכלוסייה שיכולה להגיע למרכז המטרופולין הקרוב ב-45 דקות	47%	60%	70%
הקטנת רמת המינוע	סך כלי הרכב הפרטיים בישראל (במיליונים)	3.0	פחות מ-3.7 מיליון רכבים	פחות מ-5.0 מיליון רכבים

* כלי רכב שאינם פולטים גזי חממה וזיהום אוויר במישור (כגון רכבים המונעים בחשמל או מימן). עבור משאיות כבדות היעד מתייחס לרכבים מאופסי פליטה או רכבים שעושים שימוש בדלקים המובילים להפחתה של 80% מפליטות גזי החממה לעומת סולר בחישוב לפי מחזור חיי הדלק.

טכנולוגיות ואמצעים תומכים נדרשים

כדי להגשים את החזון יש צורך בטכנולוגיות ובתשתיות העיקריות האלה:

1. **מעבר להנעה חלופית: מעבר לרכבים מאופסי פליטה.** מעבר לרכבים מאופסי פליטה ובפרט רכבים המונעים בחשמל ובתחליפי דלקים, כגון ביו-דלקים, מימן ודלקים סינתטיים המיוצרים באמצעות חשמל מאנרגיות מתחדשות (power-to-liquid/gas). על פי תחזיות בלומברג, ב-2040 צפויים להימכר בעולם כ-60 מיליון רכבים חשמליים, ואלו יהיו כ-55% מהרכבים החדשים. סך הרכבים החשמליים ב-2040 צפוי לעמוד על כ-559 מיליון, כ-33% מסך צי הרכבים העולמי.²

2. **תכנון עירוני מוטה תחבורה (Transit Oriented Development).** תכנון עירוני המושתת על ציפוף, רשת רחובות ועירוב שימושי קרקע מביא לידי יצירת מרחבים עירוניים תוססים, אשר יאפשרו מתן פתרונות תחבורתיים מקיימים מתוך גישה נוחה ונעימה למספר רב של צרכים במרחקים קצרים.

3. **עיר חכמה.** ניהול ותכנון של ערים ואזורים המבוסס על דאטה, טכנולוגיה ותקשורת. השאיפה היא לשפר את התפקוד העירוני באמצעות ניהול חכם ומאובטח של סוגיות שונות. בתחום התחבורה העירונית עיר חכמה עשויה לשפר את שירות התחבורה הציבורית על ידי התאמתה לצורכי התושבים; לאפשר יישום של מדיניות ניהול חניות אשר תעודד שימוש באמצעים חלופיים לרכב הפרטי; ולהפחית עומסים על בסיס מידע בזמן אמת על ביקושים.

4. **כלי מדיניות מסייעים.** בצד המשך ההשקעות בפיתוח תחבורה ציבורית, נדרש שימוש בכלי מדיניות מסייעים לצורך ריסון השימוש ברכב פרטי באמצעות מגוון פתרונות, כגון מדיניות חנייה, סגירת מרכזי ערים לכניסת רכבים פרטיים או לכניסת רכבים שאינם מאופסי פליטות, הפחתת מספר הנתונים בכבישים והקצאת זכויות הדרך לטובת אמצעים מקיימים.

2 [Electric Vehicle Outlook 2017: Bloomberg New Energy Finance's annual long-term forecast of the world's electric vehicle market, July 2017](#)

5. הגברת השילוביות בין אמצעי תחבורה שונים. שילוביות בין אמצעי תחבורה היא גורם המשפיע על דפוסי הנסועה ואחד האמצעים החשובים להגדלת השימוש בתחבורה ציבורית ובאמצעים מקיימים. במקומות שבהם הקישוריות בין אמצעי תחבורה מקיימים טובה, ניתן כבר היום לראות עלייה חדה במספר הנוסעים באמצעים אלו. במקומות שבהם הקישוריות נמוכה, לדוגמה בגלל אי-הלימה בזמנים, השימוש באמצעים מקיימים יהיה מופחת.

6. ייעול הובלת מטענים. העברה של הובלת מטענים ממשאיות לרכבות משא, חשמול כלל רכבות המשא וייעול הפצת המטענים לעסקים ומשקי בית במרחב העירוני (קילומטר אחרון), בין היתר על ידי שימוש באמצעי תחבורה מאופסי פחמן בלבד.

חזון לתחום התעשייה - בהובלת משרד הכלכלה והתעשייה

החזון של משרד הכלכלה והתעשייה עד שנת 2050 הוא קידום תעשייה דלת פחמן וזיהום אוויר, חדשנית ובעלת פריזן גבוה, שעומדת בתחרות עם תעשיות בעולם. מטרות אלו יושגו באמצעות מעבר לכלכלה מעגלית אשר תאפשר ייעול מרבי של השימוש במשאבים בכלל ומשאבי אנרגיה בפרט, מתוך שימוש באנרגיות מתחדשות.

נוסף על כך, כלל הפסולת המיוצרת - התעשייתית והמעורבת - תוחזר לשימוש באמצעות מחזור או שימוש חוזר ברכיביה, והשימוש בחומרי גלם בתוליים יפחת למינימום האפשרי.

מדדי-על

לוח 5

מדדים ויעדים עיקריים למגזר התעשייה והאנרגיה

יעד	הגדרה	שם המדד
16%	GDP/DMI בשנת 2050 ³	יעילות השימוש במשאבים
40%	הפחתת פליטות גזי חממה בהשוואה לשנת 2015 (עד שנת 2050)	הפחתת פליטות גזי חממה של התעשייה

3 מדד המחושב באמצעות סכימה של משקל חומרי הגלם הנכרים במדינה ומשקל החומרים המיובאים אליה (לא חומרי גלם בלבד) בתחומים האלה: ביומסה, אנרגיה (דלקים), מינרלים ומחכות.

טכנולוגיות ואמצעים תומכים אופציונליים להפחתת פליטות בתעשייה

כדי להגשים את החזון שלעיל יש צורך בשימוש באמצעים ובטכנולוגיות להפחתת פליטות, כגון:

1. עיצוב ותכנון מוצרים בהתאם לעקרונות הכלכלה המעגלית לצורך שינוי אופן הייצור והצריכה של מוצרים. תכנון מוצרים באופן שמתייחס לכל מהלך חייהם, ובעיקר לסוף חייהם, יאפשר שימוש מיטבי בחומרי הגלם והפחתה ניכרת בפליטות המתלוות לתהליכי הייצור.

2. שימוש במקורות אנרגיה חלופיים במקום הדלקים הפוסיליים (כגון RDF בתעשיית המלט, חשמול, מערכות תרמו־סולריות וביו־אנרגיה). בתעשייה, בישראל ובעולם, כבר נעשה שימוש במקורות אנרגיה חלופיים, אך מסיבות טכנולוגיות וכלכליות ההיקף מוגבל.

3. שימוש במימן. המימן הוא דלק דל פחמן שיכול לשמש תחליף לדלקים פוסיליים, בייחוד בתהליכים הדורשים חום גבוה שקשה להשיג באמצעות חשמול. מימן אינו פולט גזי חממה בתהליך שריפתו, וכאשר הוא מיוצר באלקטרוליזה באמצעות אנרגיה מתחדשת, מדובר במקור אנרגיה נטול פחמן לכל אורך מחזור חייו. ניתן גם לאגור מימן ובכך להקל את בעיית האגירה הקיימת בשימוש באנרגיות מתחדשות.

4. התייעלות אנרגטית. יישום טכנולוגיות שמביאות להתייעלות אנרגטית בתעשייה, כגון ניצול חום שיוורי של תנורים ומתיכים.

5. הפחתת פליטות תהליך. בדגש על תעשיית המלט (פליטות מייצור קלינקר) ותעשיית ייצור החומצה החנקתית.

6. טכנולוגיות מחזור. על מנת לצמצם את השימוש במשאבים ולהגביר את כמות הפסולת הממוחזרת, יש לפתח טכנולוגיות מחזור שיאפשרו לתת מענה למגוון רחב יותר של חומרים ויפיקו חומרי גלם ללא פחת באיכות (upcycling), כך שיהיו ניתנים למחזור מספר רב של פעמים.

מדדים נוספים למפת הדרכים

מדדי החזון שהוצגו לעיל הם מדדים שמשקפים את המטרות העיקריות של החזון במגזר התעשייה. עם זאת, ישנם מדדים נוספים המשלימים את מדדי העל, שלא נקבע עבורם יעד. מעקב אחר מדדים נוספים אלו הוא מהותי להשגת משק דל פליטות ומשגשג תוך כדי פיתוח תעשייה מקומית צומחת ותחרותית. בלוח שלהלן מוצגים כמה מהמדדים האפשריים. רשימת המדדים המלאה תגובש כחלק מהעבודה על מפת הדרכים.

לוח 6

מדדים אפשריים להשגת היעד של משק דל פליטות

מדד	תחום
CMU – מבטא את היחס בכמויות בין השימוש בחומרי גלם ממוחזרים לבין חומרי הגלם הבתוליים בתעשייה	מעגליות חומרי הגלם
תמהיל צריכת האנרגיה בתעשייה	תמהיל האנרגיה
שיעור ההשקעות הסביבתיות בטכנולוגיות מקור בתעשייה	חדשנות טכנולוגית
פריון לשעת עבודה בתעשייה	פריון
תמ"ג תעשייתי	צמיחה

חזון לתחום הפסולת⁴ - בהובלת המשרד להגנת הסביבה

החזון של המשרד להגנת הסביבה עד שנת 2050 הוא להפוך את כלכלת מדינת ישראל מכלכלה לינארית שאינה יעילה בצריכת משאבים ומזהמת את המרחב, לכלכלה מעגלית השואפת לאפס פסולות ופליטות לאוויר. החזון עד שנת 2030 הוא להבטיח כי המשק הישראלי יפעל בהתאם לעקרונות של היררכיית הטיפול בפסולת, מתוך הפחתת הפסולת הנוצרת לנפש, שימוש חוזר, מחזור והשבה של חומרים, ככל הניתן ולפי סדר זה; הטמנה תהיה האופציה האחרונה. כלכלה שבה ההשפעות של תהליכי הטיפול בפסולות מקבלות "תג מחיר" מלא - כלכלי ישיר וכלכלי-סביבתי עקיף, ולאורך כל שרשרת הערך שלהם. כלכלה שבה הפסולת הופכת ממטרד למשאב, על מנת להביא לשיפור באיכות הסביבה, להפחתת פליטות גזי החממה, לשיפור איכות החיים של תושבי מדינת ישראל ולטובת קידום התחרותיות של התעשייה הישראלית, כתעשייה חדשנית ובעלת פריון משאבים גבוה.

רקע לקביעת היעדים

פליטות גזי החממה הישירה מפסולת אורגנית ממטמונות היא משמעותית ומהווה כ-7.3% מסך פליטות גזי החממה בישראל, התורמים לשינויי האקלים.⁵ מדיניות פסולת בת קיימא היא נדבך מרכזי בהפחתת פליטות גזי החממה של מדינת ישראל, והיא נמצאת בהלימה מלאה עם האסטרטגיה הלאומית למעבר לכלכלה דלה בפחמן שמוביל המשרד להגנת הסביבה. יישום האסטרטגיה לכלכלה מעגלית שהמשרד מקדם בימים אלו נועד להביא לכך שעד שנת 2030 צפויה הפחתה של כ-47% בפליטות המתאן בהשוואה לשנת 2015 במגזר הפסולת והפחתה של כ-92% עד שנת 2050.

4 במסמך זה "פסולת" היא זרם הפסולת העירונית המוצקה.

5 "פליטות של גזי חממה לפי מקור", הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה.

עיקר פליטות גזי החממה נובע היום ממתאן הנפלט ממטמונות של פסולת פריקה ביולוגית. מדיניות פסולת המבוססת על עקרונות הכלכלה המעגלית יכולה להיות משמעותית הרבה מעבר לפליטות ישירות אלו. פעולות למניעת פסולת במקור יכולות להפחית את פליטת גזי החממה הנלווית לייצור של מוצרים ושירותים. למשל, מניעת בזבז מזון יכולה לחסוך פליטות של גזי חממה הנלוות לגידול החקלאי, לעיבוד התעשייתי ולהפצה וצריכה של המזון, בכלל זה השלכתו. מדוח שפרסמו לאחרונה המשרד להגנת הסביבה, עמותת לקט ישראל ו-BDO עולה כי העלות החיצונית של פליטת גזי חממה לאורך שרשרת אובדן המזון מוערכת בכ־700 מיליון שקלים (לשנת 2019).⁶ שימוש חוזר ומחזור מצמצמים את פליטות גזי החממה והשפעות סביבתיות שליליות נוספות הנלוות לתהליכי הכרייה של חומרי הגלם והשלכתם בסוף חייהם. ניתן גם לעשות שימוש בפסולת פריקה ביולוגית לצורך ייצור אנרגיה מתחדשת באמצעות תהליכי עיכול אנאירובי ובכך להפחית מעט את הביקוש לאנרגיה ממקורות פוסיליים מתכלים.

אומנם יש שיקולים רבים שיש להביא בחשבון בבואנו לבחון את ההשפעה של מדיניות פסולת כזאת או אחרת דוגמת זיהום קרקע, זיהום מים ופליטות מזהמי אוויר, אך במקרים רבים פליטות גזי חממה הן משתנה מייצג (פרוקסי) טוב להשפעות הסביבתיות של זרם הפסולת המדובר. באופן כללי ככל שהפסולת מטופלת בשלב גבוה יותר בהיררכיית הפסולת, כך תקטן טביעת הרגל הפחמנית שלה. מכאן ההלימה בין הצורך של הכלכלה הישראלית לעבור למשק דל בפליטות פחמן לבין הצורך לעבור לכלכלה מעגלית.

6 הדוח הלאומי לאובדן מזון והצלח מזון לשנת 2019.

לוח 7 יעדים לתחום הפסולת

מדד	2018	יעד 2030	יעד 2050	יעד
% הטמנה מכלל הפסולת העירונית המוצקה	78%	20%	0%-5%	הטמנת פסולת
פליטות גזי חממה ממשק הפסולת (מיליון טונות CO ₂ e)	5.5	2.9	0.5	פליטות גזי חממה ממשק הפסולת
% הפחתת פליטות גזי חממה ממשק הפסולת	0%	47%	92%	הפחתת פליטות גזי חממה

כיווני פעולה אסטרטגיים ליישום החזון והיעדים

במסגרת התוכנית האסטרטגית למעבר לכלכלה דלת פחמן 2050 יש לקדם את כיווני הפעולה האסטרטגיים האלה:

1. למקד את הטיפול בזרמי פסולת התורמים במידה ניכרת לפליטות גזי חממה, דוגמת פסולת אורגנית פריקה ביולוגית ופולסטיק.
2. הפסולת האורגנית תופרד במקור, ולא תוטמן פסולת אורגנית לא מטופלת.
3. הטיפול בפסולת האורגנית ייעשה בעיקר במתקני עיכול אנאירוביים. בעקבות זאת המתאן הנפלט מהפסולת האורגנית, שהוא המקור העיקרי לפליטות גזי החממה ממגזר זה, ישמש מקור לייצור אנרגיה מתחדשת.
4. כל המטמנות יעברו איטום ותפיסה של גזי חממה נפליטים, פעולה שתפחית דרמטית (בהיקף שלפחות 50%) את פליטות גזי החממה ממטמנות קיימות.

בעקבות מהלכים אלו עד שנת 2050 נפחית 92% מסך פליטות גזי החממה לעומת שנת הבסיס.



המכון הישראלי
לדמוקרטיה

www.idi.org.il

