



**התמודדות עם שינויי אקלים בסקטור הבנייה
לקראת מפת דרכים לאיפוס פליטות פחמן
בסקטור הבנייה בישראל**

אביאל ילינק

תוכן עניינים

2.....	תקציר מנהלים.....	.1
4.....	מבוא.....	.2
5.....	שינויי האקלים והשפעתם בישראל.....	.3
7.....	עיקרי מדיניות הממשלה.....	.4
9.....	תפקיד סקטור הבנייה.....	.5
10.....	מקורות פליטות גזי החממה במבנים.....	.6
11.....	חשיבה מעגלית בענף הבנייה.....	.7
12.....	הפחתת האנרגיה הגלומה בסקטור הבנייה בישראל.....	.8
15.....	מפות דרכים להתמודדות עם השינויים האקלימיים בסקטור הבנייה.....	.9
31.....	לקראת גיבוש מפת דרכים לאיפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה בישראל.....	.10
38.....	מקורות.....	.11

1. תקציר מנהלים

מסמך זה נועד ליצור תשתית ידע לקראת קידומה של מפת דרכים לאיפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה בישראל. מפות דרכים לאיפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה מהוות כלי מרכזי בידי ממשלות ובעלי עניין בסקטור הבנייה במדינות שונות בעולם, לקידום יעדי קיימות והתייעלות ארוכי טווח. מפות הדרכים מגדירות נושאים, אמצעי פעולה, יעדים וסדרי עדיפויות עבור בעלי עניין שונים, וכך מסייעות להכווין קבלת החלטות ותומכות בפיתוח אסטרטגיות ומדיניות. אנו מעריכים כי בשלה השעה לקדם מפת דרכים עבור סקטור הבנייה בישראל אשר תציב יעדים שאפתניים ומדידים ותסייע להאיץ את השינוי האסטרטגי הנדרש.

1.1 תמונת מצב בישראל

הפרקים הראשוניים במסמך מספקים תמונת מצב ואגב כך מבססים את הצורך בשינוי עמוק בסקטור הבנייה בישראל. הפרק הראשון עוסק בשינויי האקלים בישראל ובהשפעותיהם. מהפרק עולה כי בשל מיקומה הגיאוגרפי מדינת ישראל רגישה במיוחד לשינויי האקלים. מחקרי השירות המטאורולוגי הישראלי מצביעים על מגמה מובהקת של התחממות בכל אזורי הארץ, גידול באירועי מזג אוויר קיצוניים והפחתה בכמות המשקעים הכללית.

בהמשך נסקרת מדיניות הממשלה כפי שבאה לידי ביטוי בהחלטות בולטות מהשנים האחרונות. ככלל, החלטות הממשלה רואות בסקטור הבנייה כבעל תפקיד משמעותי במאמץ הלאומי להפחתת פליטות גזי חממה. נושא מרכזי בו הממשלה מבקשת לפעול הינו הפחתת צריכת האנרגיה במבנים חדשים ובבנייה קיימת, בין השאר על ידי בניית מבנים יעילים אנרגטית, התייעלות אנרגטית של מערכות, שיפוץ בנייה קיימת, החלת דירוג אנרגטי במבנים, קידום והטמעת בנייה ירוקה, וכן הגדלת ייצור האנרגיה ממקורות מתחדשים. יחד עם זאת, ניתן לטעון כי היעדים אינם שאפתניים מספיק, וכי כלי המדיניות הקיימים אינם מצליחים להשיג את היעדים שהוגדרו.

אחר כך המסמך מתייחס לתפקיד המשמעותי של סקטור הבנייה בהפחתת הפליטות בישראל, לצורך בהטמעת חשיבה מעגלית בענף הבנייה ולמאמצים שיש להפנות להפחתת האנרגיה הגלומה. כיום, ההתייחסות לפליטות פחמן בענף הבנייה הישראל שמה דגש לרוב על אנרגיה אופרטיבית, קרי פליטות הנובעות מתפעול הבניין לאורך חייו, ואילו מדידה והפחתה של פליטות פחמן מגולם נמצאות הרחק מאחור בסדר העדיפויות. לכן המסמך שופך אור על נושא זה, שלא זוכה לתשומת לב רבה, אך חשיבותו מכרעת על מנת למתן את ההשפעות של משבר האקלים ולעמוד ביעדי ההפחתה שקבעה מדינת ישראל.

1.2 סקירת מפות דרכים לאיפוס פליטות פחמן בעולם

גוף העבודה כולל סקירה מקיפה של מפות דרכים במדינות שונות בעולם. מהממצאים עולה כי מפות הדרכים כוללות לרוב כמה מאפיינים בולטים:

גיבוש חזון משותף לסקטור הבנייה: החזון מוגדר בדרך כלל סביב יעד מרכזי כאשר היעד הנפוץ הינו איפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה עד שנת 2050. מהיעד המרכזי נגזרים יעדי ביניים ויעדים בתחומים פרטניים כגון בנייה חדשה, מלאי הבנייה הקיים, רכש חומרים ומוצרים וכיו"ב.

שיתופי פעולה וחתימה לקונצנזוס: מפות הדרכים הינן לרוב תוצר של שיתוף פעולה בין-מגזרי בהשתתפות השלטון המרכזי, השלטון המקומי, חברות תעשייה, יזמים, קבלנים, בעלי מקצוע בתחומי הבנייה, מומחים ובעלי עניין בולטים נוספים. כלל התהליך מתבצע תוך ניסיון לרתימה וגיוס של שותפים ויצירת קונצנזוס רחב ככל הניתן.

הגדרת מתווה פרטני לכל קבוצת בעלי עניין: מפות הדרכים מגדירות לרוב מתווי פעולה פרטניים עבור בעלי העניין השונים בסקטור הבנייה. כל מתווה כולל סט של פעולות, כלים, לוחות זמנים ויעדים להשגה בלוחות זמנים משתנה.

ראייה מעגלית: מפות הדרכים כוללות אמצעי פעולה שונים אשר יחד מביאים לידי ביטוי הטמעה של ראייה רחבה המבקשת להתייחס לכלל מחזור החיים של מבנים.

מחקר ופיתוח הידע: מפות הדרכים מבוססות על ידע עדכני ורלוונטי הנוגע למאפייני סקטור הבנייה המקומי, מקור הפליטות והיקפן, בעלי העניין הרלוונטיים ותרחישים ומודלים שמטרתם להגיע לתוצאות מיטביות. במסגרת מפות הדרכים מפותחים כלים מבוססי מחקר שתפקידם לסייע במימוש הפעולות ובמדידה ושיקוף של נתונים.

חינוך השוק ופיתוח מיומנויות מקצועיות: חלק משמעותי במפות הדרכים מתייחס לפעולות שמטרתן העלאת מודעות, בניית יכולות השחקנים ושיפור מתמיד במיומנויות המקצועיות. מטרתן אלו מושגות באמצעות הפצת הידע, למידת עמיתים וקיום הכשרות מסוגים שונים כגון קורסים, ימי עיון, סדנאות מקצועיות וכיו"ב.

1.3. מיפוי ראשוני של בעלי העניין המרכזיים בסקטור הבנייה הישראלי

גיבוש מפת דרכים מחייב יצירת שיתופי פעולה עם בעלי העניין על פני כל שרשרת הייצור של מבנים בישראל. לכן על התהליך לכלול מיפוי של בעלי העניין הרלוונטיים בכל שלב. מסמך זה מציע מיפוי ראשוני ובו חלוקה של בעלי העניין בסקטור הבנייה הישראלי ל-8 קבוצות עיקריות כפי שמפורט בטבלה הבאה:

קובעי מדיניות	בנייה	חומרים, מוצרים ומערכות	לקוחות	הכשרה, חינוך והעלאת מודעות	מימון	ביצוע	מומחים ובעלי מקצוע
משרדי ממשלה	יזמי בנייה	יצרני חומרים ומוצרים וחברות תעשייה	שוכרי נכסים	אנשי הוראה והדרכה	בנק ישראל	משרדי ממשלה ורשויות מקומיות	אדריכלים, מהנדסים, מתכנני ערים, מעצבים וכיו"ב
רשויות מקומיות, פורום ה-15, מרכז השלטון המקומי	קבלנים	יבואנים ומשווקים	דיירי מבנים	ארגונים ללא מטרת רווח	בנקים מסחריים	גופי תשתית: חברת החשמל, תאגידי מים, חברות גז ואנרגיה	יועצי אנרגיה, סביבה ובנייה ירוקה
מוסדות התכנון	מנהלי עבודה ומפקחי בנייה	חברות אנרגיה ואנרגיה מתחדשת, גופים קשורים לאקו-סיסטם		אמצעי תקשורת	גופים פיננסיים	יזמי תכנון: רמ"י, משב"ש, דירה להשכיר, עמידר	ארגונים מקצועיים: איגודי האדריכלים, האדריכלי הנוף, המהנדסים, המתכננים

יועצי בנייה ירוקה וכיו"ב							
חברות תחזוקה, חברות ניהול מערכות ותשתיות			משפיעני רשת		גורמי חדשנות טכנולוגית: רובוטיקה, חיישנים, הדפסות תלת- ממד אוטומציה, דיגיטציה	פועלי בנייה	
מנהלי תפעול ותחזוקה			אקדמיה			ארגונים מקצועיים, התאחדות בוני הארץ	
						מכון התקנים, מכוני בקרה	

1.4. מיפוי ראשוני של נושאים להתייחסות במפת הדרכים

בתהליך גיבוש מפת הדרכים לסקטור הבנייה הישראלי יוגדרו הנושאים הרלוונטיים להתייחסות. יחד עם זאת, כבר במסמך זה מוצע מיפוי ראשוני של נושאים שפעילות משמעותית בהם הכרחית על מנת לייצר שינוי אסטרטגי ועמוק בסקטור הבנייה בישראל. המיפוי מתייחס לנושאים הבאים: (1) בנייה חדשה, (2) בנייה קיימת, (3) תפעול ותחזוקה, (4) חומרים ומוצרים, (5) פסולת הבנייה, (6) אנרגיה מתחדשת, (7) חוסן (8) עידוד חדשנות ומצוינות. בכל אחד מהנושאים מובא רקע קצר המתייחס לנתונים עדכניים או החלטות ממשלה רלוונטיות והתייחסות לכמה מהצעדים המרכזיים שמוצע לקדם.

2. מבוא

ההשפעה הסביבתית של סקטור הבנייה רחבת היקף והיא עתידה לעלות לאור הגידול באוכלוסייה, בהיקפי הבנייה ובמלאי המבנים. בישראל מבנים אחראים לכ-60% מכלל צריכת החשמל השנתית ולכשליש מסך הפליטות.¹ על מנת לעמוד ביעדי ההפחתה הגלובליים שנקבעו בוועידת פריז וביעדים הלאומיים שהוגדרו על ידי ממשלת ישראל, נדרש לבצע בסקטור הבנייה שינוי עמוק. במסגרת זו יש להטמיע גישה מעגלית אשר תסייע להגדיל את היעילות שבה נעשה שימוש באנרגיה ובחומרי גלם לאורך כל שרשרת הייצור של מבנים, ולשם כך נדרשים צעדי מדיניות שאפתניים שמתייחסים לשלבים השונים בשרשרת הייצור: שלבי התכנון והעיצוב, שלבי הבנייה והפיתוח, שלב התפעול ושלבי ההריסה או הפירוק. בכל שלב נדרשת מעורבות ופעילות של כלל בעלי העניין בסקטור הבנייה.

מפות דרכים לאיפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה מהוות כלי מרכזי בידי ממשלות ובעלי עניין בסקטור הבנייה במדינות שונות בעולם, לקידום יעדי קיימות והתייעלות ארוכי טווח. מפות הדרכים מגדירות נושאים, אמצעי פעולה, יעדים וסדרי עדיפויות עבור בעלי עניין שונים אשר יחד מביאים לידי ביטוי הטמעה של ראייה רחבה המתייחסת לכלל מחזור החיים של מבנים. מפות הדרכים מסייעות להכווין

¹ נגה הרץ, מבנים מאופסי אנרגיה בישראל, משרד האנרגיה והמועצה הישראלית לבנייה ירוקה, 2022 (קישור)

קבלת החלטות ותומכות בפיתוח אסטרטגיות ומדיניות. גיבושן של מפות דרכים מחייב שיתופי פעולה בין בעלי העניין על פני כל שרשרת הייצור של מבנים, בכלל זה קובעי מדיניות, גופים רגולטוריים, יזמי בנייה, חברות בנייה, אנשי מקצוע בתחומי הבנייה, גופי מימון, אקדמיה ועוד, והן מגובשות סביב חזון משותף, תוך גיוס ורתימת שותפים רבים ותוך יצירה שפה משותפת ואחידה. אנו מעריכים כי בשלה השעה לקדם מפת דרכים עבור סקטור הבנייה בישראל. מפת הדרכים תהווה קריאת כיוון ותשמש כמתווה פעולה עבור סקטור הבנייה בישראל, תציב יעדים שאפתניים ומדידים ותסייע להאיץ את השינוי האסטרטגי הנדרש.

מסמך זה נועד ליצור תשתית ידע ראשונית והכרחית לקראת קידומה של מפת דרכים לאיפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה בישראל. מפת הדרכים תעודד מדיניות המבקשת לא להסתפק בהטמעה של כמה היבטי קיימות אלא לייצר שינוי אסטרטגי עמוק בסקטור הבנייה אשר יהפוך אותו מסקטור מזהם לסקטור מאופס פחמן. מטרה זו מתכתבת עם המדיניות אותה מקדמת ממשלת ישראל בשנים האחרונות כפי שבאה לידי ביטוי במספר החלטות ממשלה מרכזיות שנסקרות גם בעבודה זו, אך תוך קביעת חזון ויעדים שאפתניים אשר יביאו לשינוי פרדיגמה בכלל הסקטור ותוך הגדרת מתווה פעולה ברור וארוך טווח.

הפרקים הראשוניים במסמך משמשים כתשתית ראייתית לביסוס הצורך בשינוי עמוק בסקטור הבנייה. הפרק הראשון עוסק בשינויי האקלים בישראל ובהשפעותיהם. מחקרי השירות המטאורולוגי הישראלי מצביעים על מגמה מובהקת של התחממות בכל אזורי הארץ, גידול באירועי מזג אוויר קיצוניים והפחתה בכמות המשקעים הכללית. בהמשך נסקרת מדיניות הממשלה כפי שבאה לידי ביטוי בהחלטות בולטות מהשנים האחרונות. ככלל, החלטות הממשלה רואות בסקטור הבנייה כבעל תפקיד משמעותי במאמץ הלאומי להפחתת פליטות גזי חממה. בהמשך המסמך מתייחס ביתר פירוט לתפקיד של סקטור הבנייה בהפחתת הפליטות בישראל, לצורך בהטמעת גישה מעגלית בענף הבנייה ולמאמצים פרטניים שיש להפנות להפחתת האנרגיה הגלומה.

הפרק הארוך ביותר במסמך סוקר מפות דרכים במדינות שונות בעולם. הסקירה מתמקדת בזיהוי של המאפיינים המרכזיים, הנושאים להתייחסות, בעלי העניין הרלוונטיים, המסגרת הארגונית, הגדרת היעדים והתוצרים. מטרת הפרק לגזור תובנות מעשיות שיסייעו לקדם את התהליך בישראל.

הפרק האחרון במסמך מביט קדימה לקראת גיבוש מפת דרכים לאיפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה בישראל. מוצג בו הרציונל לקידום הפרויקט, מיפוי ראשוני של בעלי העניין המרכזיים בסקטור הבנייה הישראלי, מיפוי ראשוני של נושאים להתייחסות בהתבסס על המאפיינים והתנאים המקומיים, וסיכום תובנות שעולות מהמחקר ושמוצע לקחת בחשבון במסגרת התהליך.

3. שינויי האקלים והשפעתם בישראל

טמפרטורת כדור הארץ עלתה בממוצע במעלה אחת מאז המהפכה התעשייתית ועד היום, והיא עלולה לעלות בעד 3.5 מעלות עד שנת 2100. עליית הטמפרטורה נגרמת בשל עלייה בריכוז גזי חממה באטמוספירה שגורמת לכליאה של חום וליצירת 'אפקט חממה'. העלייה בטמפרטורה גוררת שינויי

אקלים רחבים שבאים לידי ביטוי בתופעות כגון המסת קרחונים, עליית מפלס פני הים, שינויים במשטר המשקעים, בצורות, התגברות של תופעות מזג אוויר קיצוניות והתגברות של שרפות יער והצפות.²

שינויי האקלים מחייבים התמודדות גלובלית משותפת. בשנת 2015 נחתם הסכם פריז בו רוב מדינות העולם התחייבו להציב יעדים ארוכי טווח להפחתת פליטות גזי חממה במטרה להגביל את עליית הטמפרטורה העולמית הממוצעת ל-2 מעלות לכל היותר. ועידות גלגו ושארם א-שייח בשנים 2021-2022 הציבו יעד מחמיר יותר המכוון לעליה מקסימלית של 1.5 מעלות, וזאת לאור ההשפעת ההרסנית של עליה גבוהה יותר לרוב המערכות האקולוגיות. ההתמודדות עם שינויי האקלים, ברמה הלאומית והבין-לאומית, מתנהלת בשני מסלולים המשיקים זה לזה: מסלול ההפחתה (Mitigation) ובמסגרתו נקיטת צעדים להפחתת פליטות גזי החממה; ומסלול ההיערכות/הסתגלות (Adaptation) ובמסגרתו נקיטת צעדים להתאמת הפעילות האנושית והמערכות הטבעיות לשינויים הצפויים, תוך מיתון הפגיעות הצפויות וניצול הזדמנויות מועילות.³

אזור אגן הים התיכון הממוקם על הגבול שבין אקלים ים תיכוני לאקלים צחיח למחצה וצחיח, רגיש במיוחד לשינויים אקלימיים. על כן זהו אזור שמושפע מהם במידה רבה יותר מאזורים אחרים בעולם. אקלים האזור מאופיין בטמפרטורות מתונות ובאירועי גשם קצרים בעונת החורף, ובמזג אוויר חם ויבש עם תנודות מעטות בעונת הקיץ.⁴ בשל מיקומה הגיאוגרפי מדינת ישראל רגישה במיוחד לשינויי האקלים. על מגמות השינוי במזג האוויר באזורנו ניתן ללמוד ממספר דו"חות שפורסמו בשנים האחרונות על ידי השירות המטאורולוגי. ממצאי השירות המטאורולוגי מצביעים על מגמה מובהקת של התחממות בכל אזורי הארץ, עלייה במספר הימים והלילות החמים בצד ירידה במספר הימים והלילות הקרים והפחתה בכמות המשקעים הכללית.⁵ מהממצאים עולה גם כי חל גידול משמעותי בשכיחות גלי החום בקיץ - אירועים בהם הטמפרטורה היומית הממוצעת עולה על הממוצע ב-6 מעלות צלסיוס במשך 3 ימים רצופים.⁶ כמו כן, הממצאים מראים כי ברוב חלקי הארץ קיימת מגמת עליה בכמות הגשם היומית המקסימאלית השנתית, קרי עלייה בתדירות אירועי "גשם כבד" אשר גורמים להצפות ולשיטפונות.⁷ כל המגמות צפויות להימשך ולהתגבר בעתיד. בשנת 2020 פרסם השירות המטאורולוגי דו"ח המשרטט מגמות עתידיות עד לשנת 2100. לפי התרחיש החמור, הטמפרטורה הממוצעת בישראל צפויה לעלות בכ- 4 מעלות עד סוף המאה הנוכחית. גם בהתאם לתרחיש המתון, שמניח הצלחה בצמצום פליטות גזי החממה החל מ-2040, הטמפרטורה הממוצעת צפויה לעלות ב- 1.5 מעלות.⁸

² אלון זס"ק ושרון רהב, היערכות מדינת ישראל לשינויי אקלים, דוח מס' 1, המשרד להגנת הסביבה, המנהלת להיערכות לשינויי האקלים, 2021. (קישור)

³ שם.

⁴ שם.

⁵ יצחק יוסף ואחרים, שינויי האקלים בישראל מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורות והמשקעים, השירות המטאורולוגי, 2019. (קישור)

⁶ יצחק יוסף ואחרים, מגמות באירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל, השירות המטאורולוגי, 2016. (קישור)

⁷ אסף ציפורי ואחרים, מגמות בגשם כבד בישראל בתקופה 1951-2021, השירות המטאורולוגי, 2022. (קישור)

⁸ יצחק יוסף ואחרים, מגמות השינוי בטמפרטורה בישראל, תחזיות עד 2100, השירות המטאורולוגי, 2020. (קישור)

על רקע ההבנה כי שינויי האקלים מהווים אתגר משמעותי, ובעקבות התגבשות של קואליציות בינלאומיות וחתימה על אמנות והסכמים בינלאומיים, החלה ישראל לגבש וליישם מדיניות להפחתת פליטות גזי חממה ולהתמודדות עם השפעות שינויי האקלים. מדיניות זו באה לידי ביטוי במספר החלטות ממשלה מרכזיות:

החלטת ממשלה מס' 1504 ממרץ 2010: גיבוש תוכנית לאומית להפחתת פליטות גזי חממה שתביא להפחתה בשיעור של 20% מסך הפליטות הצפויות בשנת 2020 על פי תרחיש "עסקים כרגיל". על בסיס ההחלטה מונתה וועדה לבחון את ההשלכות הכלכליות של הפחתת הפליטות על המשק הישראלי ולהציע כלי מדיניות יעילים. ועדה זו הגישה המלצותיה מאוחר יותר באותה שנה וביניהן ביצוע פיילוטים לשילוב בנייה ירוקה במבנים חדשים, בחינת פוטנציאל הפחתת פליטות במבנים קיימים, ביצוע פיילוטים להתייעלות אנרגטית במבנים קיימים באמצעות שיפור ושיפוץ מבנים וביצוע פעילויות חינוך והכשרה בבנייה ירוקה.⁹

החלטת ממשלה מס' 542 מספטמבר 2015: החלטה זו ביטלה למעשה את ההחלטה משנת 2010 וקבעה מטרה חדשה – צמצום פליטות גזי החממה ב-26% מתחת לרמת הפליטות לנפש בשנת 2005 וזאת עד שנת 2030. ההחלטה קבעה יעדי הפחתה למגזרים שונים:

- התייעלות אנרגטית: צמצום צריכת החשמל בשיעור של לפחות 17% עד שנת 2030 ביחס לצריכת החשמל הצפויה באותה השנה לפי תרחיש עסקים כרגיל (תרחיש המשקף את היקף צריכת החשמל הצפויה בשנת 2030, ללא שימוש באמצעי הפחתה).
- אנרגיה מתחדשת: ייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת יעמוד על שיעור של 13% לפחות מסך כל צריכת החשמל בשנת 2025 ובשיעור של 17% לפחות מסך כל צריכת החשמל בשנת 2030.
- תחבורה ציבורית: צמצום הנסועה הפרטית בשיעור של 20% עד לשנת 2030, ביחס לנסועה הצפויה באותה השנה לפי תחזית עסקים כרגיל והמגמות נכון לשנת 2015.¹⁰

החלטת ממשלה מס' 1403 מאפריל 2016: גיבוש תוכנית לאומית למימוש היעדים להפחתת פליטות גזי חממה ולהתייעלות אנרגטית עליהם הוחלט בהחלטת ממשלה מס' 542 משנת 2015. בין הצעדים שנכללו בתוכנית: החלת חובת דירוג אנרגטי לבנייני מגורים ומשרדים חדשים, גיבוש תוכנית חדשה להפחתת פליטות ממבנים חדשים וקיימים, הגדלת ייצור החשמל מאנרגיה מתחדשת, עידוד השימוש בתחבורה ציבורית וצמצום הנסועה הפרטית.¹¹

החלטת ממשלה מס' 2041 מנובמבר 2016: בהחלטה זו אשררה ממשלת ישראל את הסכם פריז בדבר התמודדות בינלאומית עם שינויי האקלים אשר אושר בדצמבר 2015 בוועידת האקלים ה-21 בפריז (COP 21). הסכם פריז נועד להגביל את ההתחממות הגלובלית לפחות מ-2 מעלות עד שנת 2050, בהשוואה לתקופה הטרורם תעשייתית, כאשר השאיפה היא להגביל את ההתחממות עד סוף המאה ה-21 ל-1.5

⁹ החלטת ממשלה מס' 1504: גיבוש תוכנית לאומית להפחתת פליטות גזי חממה. (קישור)

¹⁰ החלטת ממשלה מס' 542: הפחתת פליטות גזי חממה וייעול צריכת האנרגיה במשק. (קישור)

¹¹ החלטת ממשלה מס' 1403: תוכנית לאומית ליישום היעדים להפחתת פליטות גזי חממה ולהתייעלות אנרגטית. (קישור)

מעלות בלבד. במסגרת ההסכם התחייבו המדינות החתומות, וביניהן ישראל, לגבש תוכניות לאומיות להפחתת פליטות חממה.

החלטת ממשלה מס' 4079 מיולי 2018: היערכות ישראל להסתגלות לשינוי אקלים: יישום ההמלצות לממשלה לאסטרטגיה ותוכנית פעולה לאומית. בהחלטה זו הממשלה מכירה בהתרחשות שינויי אקלים עולמיים ובצורך בהיערכות לקראתם, לרבות הקמת מנהלת היערכות לאומית. בין הצעדים שנכללים בהחלטה: מעקב אחר יישום אמצעים להפחתה של צריכת אנרגיה במבנים; דירוג אנרגטי של מבנים חדשים וחידוש מבנים קיימים; קידום יעילות אנרגטית של מערכות שונות במבנה; קידום מנגנונים ובחינת פעולות לעידוד ומימוש בנייה ירוקה; בחינת האפשרות כי מוסדות חינוך ומבני ציבור יוקמו כמבנים ירוקים על מנת להוות דוגמה; וייעור עירוני.¹²

החלטת ממשלה מס' 465 מאוקטובר 2020: קידום אנרגיה מתחדשת במשק החשמל ותיקון החלטות ממשלה. בהמשך להחלטת ממשלה מס' 542 מספטמבר 2015 החליטה הממשלה לעדכן את יעדי הייצור של אנרגיה מתחדשת כך שיעמדו על 20% עד סוף שנת 2025 ועל 30% עד סוף שנת 2030.¹³

לסיכום, החלטות הממשלה רואות בסקטור הבנייה כבעל תפקיד משמעותי במאמץ הלאומי להפחתת פליטות חממה. נושא מרכזי בו הממשלה מבקשת לפעול הינו הפחתת צריכת האנרגיה במבנים חדשים ובבנייה קיימת, בין השאר על ידי בניית מבנים יעילים אנרגטית, התייעלות אנרגטית של מערכות, החלת דירוג אנרגטי במבנים, קידום והטמעת בנייה ירוקה, וכן הגדלת ייצור האנרגיה ממקורות מתחדשים. נושאים נוספים המושפעים על ידי הסביבה הבנויה הינם הפחתת נסועה פרטית והגדלת השימוש בתחבורה הציבורית.

בנוסף להחלטות הממשלה יש מקום להזכיר את מנגנון 'שעת האפס' שהוקם בשנת 2022 על ידי המשרד להגנת הסביבה. מנגנון זה מניח תשתית מקצועית ישראלית לקביעת יעדים להפחתת פליטות גזי חממה במטרה להגיע לאיפוס נטו. המנגנון כולל הנחיות לדיווח ולבקרה על ההתקדמות לעבר היעדים והוא מאפשר לגופים וארגונים ממגזרים שונים (מסחר, תעשייה, השכלה גבוהה ועוד) לפעול לאיפוס נטו של פליטות גזי החממה שלהם עד לשנת 2050. מנגנון שעת האפס מקנה למצטרפים מענה מקצועי בשלבי הפעילות השונים, מידע וכלים המותאמים למגזרים השונים בישראל, הכרה בפעילות וקהילת עמיתים המאפשרת שיתוף ידע וניסיון ויצירת שיתופי פעולה. על הארגון המצטרף לקבוע את שנת הבסיס שהיא נקודת ייחוס והשוואה להפחתות בפליטות גזי החממה ולפעול בארבעה שלבים מחזוריים: (1) הגדרת יעדי בנייה להפחתה בכל חמש שנים משנת ההצטרפות למנגנון; (2) הכנת תוכנית פעולה אחת לחמש שנים; (3) הגשת דיווח של מצאי הפליטות בתום כל שנת פעילות; (4) אימות המצאי בשנים הנבחרות.¹⁴

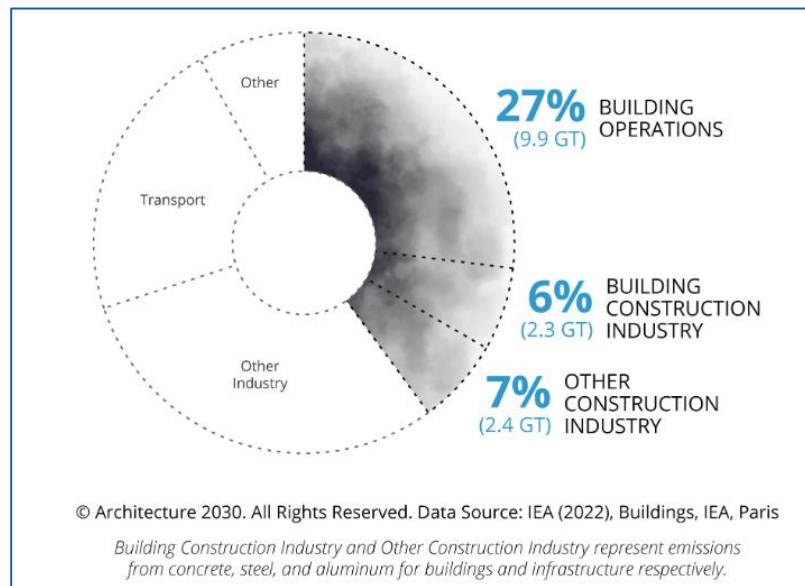
¹² החלטת ממשלה מס' 4079: היערכות ישראל להסתגלות לשינויי אקלים: יישום ההמלצות לממשלה לאסטרטגיה ותוכנית פעולה לאומית. (קישור)

¹³ החלטת ממשלה מס' 465: קידום אנרגיה מתחדשת במשק החשמל ותיקון החלטות ממשלה. (קישור)

¹⁴ אתר המשרד להגנת הסביבה (קישור)

כפי שבא לידי ביטוי בהחלטות הממשלה שנסקרו לעיל, ממשלת ישראל רואה בסקטור הבנייה כבעל תפקיד משמעותי במאמץ הלאומי להתמודדות ולהיערכות עם השלכות שינויי האקלים. ראייה זו תואמת את התפיסה הבינלאומית. על פי נתוני המועצה העולמית לבנייה ירוקה, מבנים ברחבי העולם אחראים לכ-40% מפליטות הפחמן העולמיות הקשורות באנרגיה.¹⁵ בישראל מבנים אחראים לכ-60% מסך צריכת החשמל, המתחלקת שווה בשווה בין הצריכה הביתית ובין הצריכה במבני מסחר ובמבני ציבור (כ-30% כל אחת).¹⁶ במבט לעתיד, ההשפעה הסביבתית של סקטור הבנייה צפויה לעלות לאור הגידול הצפוי באוכלוסייה, בהיקפי הבנייה ובמלאי המבנים. עד שנת 2060, כאשר אוכלוסיית העולם תתקרב ל-10 מיליארד נפש, צפוי מלאי הבנייה העולמי להכפיל את שטחו ביחס לשנת 2018.¹⁷ בישראל הצפי הוא כי עד שנת 2065 יחיו כ-20 מיליון איש.¹⁸ המשמעות היא הכפלת האוכלוסייה ובהתאם השטח הבנוי למגורים ביחס להיום. עם הגידול בהיקף האוכלוסייה ובכמות המבנים, צפויה עלייה דרמטית בצריכת האנרגיה. על מנת לעמוד ביעדי ההפחתה הגלובליים שנקבעו בוועידת פריז (ואושררו בוועידת שארם א-שיח בשנת 2022), וביעדים הלאומיים שהוגדרו על ידי ממשלת ישראל, נדרש שינוי עמוק בסקטור הבנייה.

מקורות פליטות גזי החממה השנתיים על פי סקטור¹⁹



מקור: אתר האינטרנט Architecture 2030

השינוי אפשרי, ולראיה ניתן כבר לזהות ניצני שינוי הנותנים מקום לאופטימיות זהירה. בשנים האחרונות אנרגיה מתחדשת הפכה למקור אנרגיה צומח אשר הולך ותופס נתח משמעותי יותר בסך האנרגיה הנדרש

¹⁵ The 2019 Global Status Report for Buildings and Construction Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector, WGBC, 2019. ([Link](#))

¹⁶ המשרד להגנת הסביבה, אמצעים להפחתת פליטות גזי חממה וחיסכון אנרגטי עבור מגזר המבנים, ינואר 2017. ([קישור](#))

¹⁷ The 2019 Global Status Report for Buildings and Construction Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector, WGBC, 2019. ([Link](#))

¹⁸ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, תחזית אוכלוסיית ישראל עד שנת 2065, הודעה לעיתונות, 2017. ([קישור](#))

¹⁹ Architecture 2030 Challenge, architecture2030.org ([Link](#))

לתפעול מבנים. מגמה זו ממחישה את הפוטנציאל של האנרגיה המתחדשת לתת מענה לאנרגיה הנדרשת לתפעול מבנים ואת ההכרח לקדם הטמעה רחבה שלה. עם זאת, הביקוש הכולל לאנרגיה במבנים ממשיך לעלות וההתייעלות במקורות האנרגיה אינה עומדת בקצב הגידול של האוכלוסייה ובקצב בניית מבנים חדשים. על פי דו"ח שפורסם על ידי האו"ם, סקטור הבנייה אינו נמצא בדרך להשגת היעדים שנקבעו בוועידת פריז והוא רחוק מהשאיפה לאיפוס פחמן במבנים עד שנת 2050. על אף שחלה התקדמות מסוימת, היקף הפליטות המשויות לסקטור הבנייה המשיך לעלות גם בשנת 2021, וזאת גם ביחס לשנת 2019 (טרום מגפת הקורונה). למעשה, על פי הדו"ח לא חלו השינויים המבניים והשיטתיים המחויבים לשם עמידה ביעדי ההפחתה.²⁰

6. מקורות פליטות גזי החממה במבנים

פליטת גזי חממה נוצרת עקב צריכת אנרגיה במבנים ובייצור ושינוע של חומרי בנייה. צריכת האנרגיה נחלקת לשני סוגים: אנרגיה גלומה (Embodied Carbon) ואנרגיה אופרטיבית (Building Operation). אנרגיה אופרטיבית היא האנרגיה הנצרכת על ידי משתמשי המבנה. זהו הגורם המוביל בפליטות פחמן דו-חמצני ממבנים, המהווה כ-72% מפליטות גזי החממה עליהן אחראי סקטור הבנייה. אנרגיה גלומה (Embodied Carbon) היא האנרגיה המושקעת בבניית הבניין, המשקללת את גזי החממה המשתחררים בהליכי הבנייה ולאורך כל מחזור החיים של החומרים המשמשים לבנייה. זאת בהתאם לגישת "מחזור חיי המבנה" life cycle analysis המפנימה את השלכות השימוש במשאבים גולמיים (מחצבים), עיבודם, שינועם לאתר, הרכבתם, השימוש במבנה, הריסתו והטמנה סופית של מרכיביו. אנרגיה גלומה מהווה כ-28% מפליטות גזי החממה עליהן אחראי סקטור הבנייה. יחד עם זאת, לאור הגידול במלאי המבנים בעולם, עד שנת 2050 אנרגיה גלומה צפויה להיות אחראית לכמחצית מטביעת הרגל הפחמנית.²¹

לבחירת חומרי הבניין השפעה גדולה על כמות האנרגיה הגלומה הנוצרת. מחקרים שונים מראים כי הבטון אחראי ליותר מ-40% מסך פליטות הפחמן המגולם במבנה במונחים אבסולוטיים. חול וחצץ, המשמשים לייצור בטון, מועברים בדרך כלל בכמויות גדולות למרחקים גדולים ולפיכך צורכים אנרגיה רבה לצורך שינועם. אחרי הבטון, חומר הבנייה המשמעותי ביותר מבחינת עצימות הפליטות הוא פלדה, ובפער ניכר משניהם אפשר למצוא חומרי בידוד שונים כגון גבס, זכוכית ועוד. יש לציין כי מקדם הפליטה היחסי של זכוכית הינו גבוה, אך השימוש בזכוכית במונחים אבסולוטיים נמוך ביחס לחומרים אחרים.²² פוטנציאל החיסכון בגזי חממה של אנרגיה גלומה הוא רב וראוי להשגה גם משום שיש לו יתרונות סביבתיים נוספים כגון הקטנה בזיהום האוויר. אנרגיה גלומה רבה ניתנת להפחתה על ידי יישום אמצעים הכלולים במסגרת הבנייה הירוקה כגון: ניהול סביבתי של אתר הבנייה, מעבר לבנייה קלה/מתועשת,

²⁰ United Nations Environment Program, 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. ([Link](#))

²¹ WGBC, Bringing Embodied Carbon Upfront, 2019 ([Link](#))

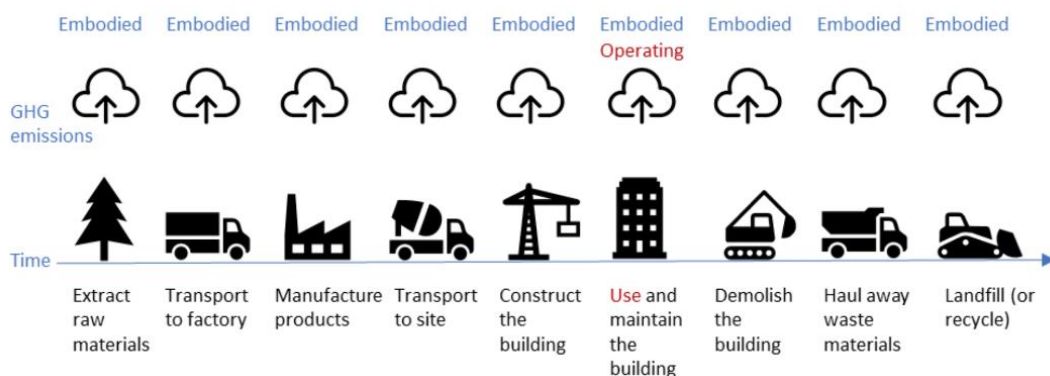
²² נדב פלדי, קידום כלי מדיניות למדידה ולהפחתה של הפחמן המגולם בענף הבנייה בישראל, מכון ירושלים למחקרי מדיניות ומרכז מילקן לחדשנות, 2022. ([קישור](#))

שימוש בחומרי בנייה מקומיים, שימוש בחומרי בנייה ממוחזרים ו/או ידידותיים לסביבה וניהול פסולת הבניין.

7. חשיבה מעגלית בענף הבנייה

המודל המעגלי הינה מודל כלכלי שמטרתו להגדיל את היעילות שבה נעשה שימוש בחומרי גלם ובאנרגיה בתהליך הייצור והצריכה של מוצרים ולאורך כל שרשרת ההספקה. המודל המעגלי יוצא מתוך נקודת הנחה שהמודל הכלכלי הלינארי, המבוסס על ייצור, צריכה ויצירת כמות הולכת וגדלה של פסולת, אינו מסוגל להתקיים לאורך זמן בגלל כמות המשאבים המוגבלת בכדור הארץ וההשפעות הסביבתיות ההרסניות. המודל המעגלי מאופיין במיצוי ושימוש חוזר מרבי במשאבים ומחייב התייחסות הוליסטית לכלל שרשרת הייצור והצריכה של המוצר ועד לסוף חייו.²³

תרשים: השלבים המרכזיים במחזור החיים של מבנים²⁴



מקור: אתר האינטרנט C40 knowledge hub

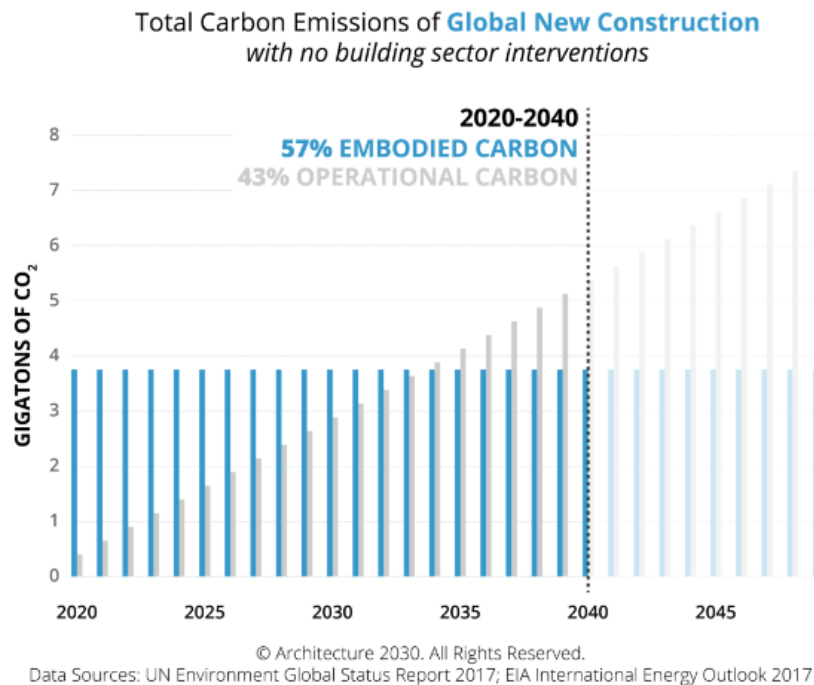
הטמעת חשיבה מעגלית בענף הבנייה מטרתה להגדיל את היעילות שבה נעשה שימוש בחומרי הגלם ובאנרגיה תוך חתירה ליעד של איפוס פחמן ואיפוס פסולת בכלל הסקטור. יעד זה מחייב צעדי מדיניות שאפתניים שמתייחסים לכל מעגל החיים של המבנים: שלבי התכנון והעיבוד, שלבי הבנייה והפיתוח, שלב התפעול ושלב ההריסה או הפירוק שלו. חשיבה מעגלית מתייחסת גם לממשקים בין המבנים לבין המרחב השכונתי והעירוני. הטמעת החשיבה המעגלית מחייבת מעורבות של כל בעלי העניין בסקטור הבנייה ביניהם: קובעי מדיניות, בעלי מקצוע כמתכנני ערים אדריכלים ומהנדסים, חברות בנייה, יצרני ומשווקי מוצרים וחומרים, חברות שירותים, יזמים ועוד.

²³ אביאל ילינק, ממודל עסקי לינארי למודל מעגלי: משמעויות ותועלות לחברות תעשייה, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה והמשרד להגנת הסביבה, 2018. (קישור)
²⁴ C40 knowledge hub (Link)

8. הפחתת האנרגיה הגלומה בסקטור הבנייה בישראל²⁵

ההתייחסות לפליטות פחמן בענף הבנייה הישראל שמה דגש לרוב על אנרגיה אופרטיבית – פליטות הנובעות מתפעול הבניין לאורך חייו, ואילו מדידה והפחתה של פליטות פחמן מגולם נמצאות הרחק מאחור בסדר העדיפויות. זאת, בין היתר בשל היעדר כדאיות כלכלית, היעדר רגולציה והיעדר מידע. לכן יש עניין לשפוך אור על נושא זה, שלא זוכה לתשומת לב רבה, אך חשיבותו מכרעת על מנת למתן את ההשפעות של משבר האקלים ולעמוד ביעדי ההפחתה שקבעה מדינת ישראל.

בעולם נושא זה זוכה לתשומת לב הולכת וגדלה כאשר ניכרת ההבנה כי ככל שמלאי המבנים גדל כך חלקה של האנרגיה הגלומה תופס שיעור ניכר יותר מסך הפליטות להן אחראי סקטור הבנייה. ההשפעה של הפחמן הגלום כחלק מסך פליטות הפחמן של הבניין הינה גבוהה מאד, כפי שניתן לראות בסכמה הבאה: כמות הפחמן האופרטיבי שגדלה בהדרגה לאורך שנות התפעול, תגיע לכמות הפחמן הגלום של הבניין רק לאחר יותר מ-20 שנים.



מקור: אתר האינטרנט Architecture 2030

כמו כן, בכל הקשור לאנרגיה אופרטיבית קיימת אפשרות להשפיע ולהפחית פליטות לאורך חייו של המבנה באמצעים שונים כגון עבודות שיפוץ או החלפת מערכות. בניגוד לכך, נקודת הזמן המרכזית בה ניתן להשפיע על כמות האנרגיה הגלומה במבנה היא בתחילת חייו (שלבי התכנון, העיצוב, בחירת החומרים ושיטת הבנייה). היות ומלאי המבנים בישראל צפוי להכפיל את עצמו, יש הכרח לגבש אמצעי מדיניות להתמודדות עם הנושא.

²⁵ תת פרק זה מבוסס על מחקרו של נדב פלדי: קידום כלי מדיניות למדידה ולהפחתה של הפחמן המגולם בענף הבנייה בישראל, מרכז מילקן לחדשנות ומכון ירושלים למחקרי מדיניות, עבור אגף בנייה ירוקה תקינה ותווי, המשרד להגנת הסביבה, 2022. [\(קישור\)](#)

8.1 הגורמים המרכזיים לפליטות פחמן מגולם בענף הבנייה בישראל

1. סוגי החומרים לבנייה: ענף הבנייה בישראל מבוסס על שימוש בחומרים עתירי-פליטות, בעיקר בטון. נראה כי כיום קיימות חלופות של בנייה עם חומרים דלי-פחמן, אך מעבר זה דורש שינוי כולל בענף הבנייה ובשיטות הבנייה הנהוגות בישראל.
2. שימוש עודף בחומרים עתירי-פליטות: שיטות הבנייה הנפוצות בישראל אינן בהכרח מבצעות אופטימיזציה לכמות החומר הנדרש לבנייה. לדוגמה, מפאת שיקולים כלכליים, שיקולי לוח"ז וכיו"ב, בפרויקטים רבים עושים שימוש בבוטון במעטפת המבנה, גם במקרים שבהם אין צורך קונסטרוקטיבי לכך. כיום קיימות טכנולוגיות לאופטימיזציה בחומרים ושיטות בנייה חדשניות וחסכניות שעשויות לסייע בצמצום השימוש העודף בחומרים עתירי-פליטות (בנייה מודולרית, בנייה קלה, הדפסה בתלת-ממד).
3. חומרי בנייה שנותרים ללא שימוש: כמות חומרי הבנייה שלא נעשה בהם שימוש ונהפכים לפסולת באתר הבנייה מוערכת ב-20 טונות פסולת בממוצע לדירה בשטח של 100 מ"ר. צמצום הפסולת באתר הבנייה יושג באמצעות אופטימיזציה בשימוש בחומרים, ויוביל גם לצמצום פליטות הפחמן המגולם. פתרונות לבעיה זו עשויים להיות שינויים בשיטות הבנייה (למשל שיטות בנייה מודולריות שמצמצמות את כמות הפסולת) או טיוב הניהול באתר הבנייה.
4. היעדר תמריצים כלכליים: כיום אין תמריצים כלכליים (חיוביים או שליליים) למדידה ולהפחתה של פליטות פחמן מגולם מחומרי בניין, מוצרי בניין ומבנים. העלויות ממדידת הפליטות ומהפחתתן גבוהות ככל הנראה מהיתרונות הקיימים בשוק עבור תעשיינים ויזמים.
5. היעדר רגולציה: כיום הרגולציה הישראלית איננה מחייבת מדידה והפחתה של פליטות פחמן מגולם מחומרי בניין ומוצרי בניין. קיימת רגולציה שמחייבת דיווחים כלליים לפליטות פחמן דו חמצני על ידי מפעלים מסוימים, אך היא איננה רלוונטית למרבית השחקנים בענף הבנייה, ואין היא מתייחסת לניתוח מחזור החיים ולפליטות פר חומר או מוצר. התקן הישראלי לבנייה ירוקה (ת"י 5281) במתכונתו הנוכחית אינו מתמרץ מדידה והפחתה של פליטות פחמן מגולם, מלבד מתן ניקוד על שימוש בחומרים שביצעו ניתוח מחזור חיים (מאפיין 4.5 בתקן). לצורך השוואה, ה-LEED הבין לאומי מעניק ניקוד משמעותי יותר לנושא ומחייב ביצוע מודל LCA לכל הבניין.
6. היעדר ידע ומקצועיות: מידת הידע והמודעות של בעלי העניין השונים למרכזיות של הפחמן המגולם ולהשלכותיו על משבר האקלים נמוכה, במיוחד ביחס למדינות שונות באירופה או בארה"ב.²⁶

8.2 הסדרת מדידה של הפחמן המגולם בענף הבנייה בישראל

אין כיום מתודה אחידה ושקופה למדידת פליטות פחמן מגולם בישראל. על כן, יש צורך בגיבוש מתודה הכוללת הגדרת קריטריונים ותנאים למדידת פליטות מגולמות. כמו כן יש צורך להגדיר נקודות ייחוס (בנצ'מרקים) כדי שיהיה אפשר ליישם בהקדם האפשרי תמריצי הפחתה אל מול ערכי ייחוס מסוימים. זאת ניתן לעשות על בסיס מאגרי נתונים לפליטות מחומרי בניין ומבנים. ההשוואה לערך פליטות עצמי

²⁶ נדב פלדי, קידום כלי מדיניות למדידה ולהפחתה של הפחמן המגולם בענף הבנייה בישראל, מרכז מילקן לחדשנות ומכון ירושלים למחקרי מדיניות, עבור אגף בנייה ירוקה תקינה ותווי, המשרד להגנת הסביבה, 2022. (קישור)

מהעבר אפשרית, אך לוקה בכמה חסרונות, ולכן ניתן לאמץ מאגר בנצ'מרקים עולמי קיים, ולבצע התאמות הנדרשות לחומרים בישראל. במקביל לכך, נדרש לנסות לייצר מאגרי מידע באמצעות מדידה ודיווח של פליטות פחמן מגולם של חומרים ומוצרים בישראל, כדי לייצר בנצ'מרקים ייעודיים לישראל בעתיד.²⁷

8.3. כלי מדיניות להפחתת הפחמן הגלום בענף הבנייה בישראל

במחקרו של נדב פלדי משנת 2022 מוצעים מספר כלי מדיניות אשר נועדו לנתב את השחקנים השונים בשוק – תעשיינים, יבואנים, יזמים, מתכננים וקבלנים – לעבר מדידה של פליטות פחמן מגולם, כבסיס ליצירה של ענף בנייה דל-פחמן בישראל. כלי המדיניות סווגו לשלושה סוגים: כלכליים, רגולטוריים ואינפורמטיביים.²⁸

8.3.1. כלי מדיניות כלכליים

- א. יצירת קריטריון רלוונטי למדידת ולהפחתה של פחמן מגולם, כחלק מאימוץ הטקסונומיה האירופית, המהווה כלי פיננסי לעידוד השקעה בפעילויות ירוקות. מתן אפשרות לסווג בתור "פעילות ירוקה" בניית מבנים חדשים שביצעו ניתוח מחזור חיים לבניין שלם (WBLC) או מבנים ששילבו בפועל חומרי בנייה דלי-פחמן. ניתן לבחון סיווג של מלט דל-פליטות (ביחס לבנצ'מרק) כפעילות ירוקה.
- ב. הגדלת התמיכה בתוכניות סבסוד לצורך מדידת פליטות פחמן מגולם: שדרוג תוכניות קיימות לסבסוד LCA ויצירת תוכניות סבסוד לביצוע EPD ולגופים מאמתים. מומלץ שתוכניות הסבסוד יבוצעו על-ידי גוף מרכזי המתמחה בקידום תהליכי התייעלות במשאבים בתעשייה.
- ג. מענקים ישירים לתעשיינים וליזמים להפחתת פליטות פחמן מגולם: מענקים לתעשיינים שמייצרים חומרים דלי-פליטות, ומענקים ליזמים ולקבלנים שבונים מבנים עם ביצועי פחמן מצטיינים.
- ד. הנחות במס או החזרי מס לתעשיינים/ יזמים/ דיירים על-פי עמידה בביצועים של פליטות פחמן, קרי: יצירת חומרים דלי-פליטות או שילובם במבנים.

8.3.2. כלי מדיניות רגולטוריים

- כלי המדיניות הרגולטוריים כוללים טווח רחב של אפשרויות לתמרץ ולחייב את היזמים ואת התעשייה לעבור לחומרי גלם דלי-פחמן. בין השאר מוצע לבחון את כלי המדיניות הבאים:
- א. ביצוע רביזיה בפרק החומרים בתקן הישראלי לבנייה ירוקה (5281) כך שהציון ישקף מדידה והפחתה של פחמן מגולם בענף הבנייה. ניתן לזכות בניקוד על פעולות כגון: ביצוע LCA או EPD (מדרג הניקוד ייקבע על-פי אופי הבדיקה וגבולות הבדיקה), שימוש בחומרים דלי-פחמן, אופטימיזציה בכמות הבטון שבה נעשה שימוש, ביצוע ניתוח מחזור חיים למבנה – WBLC) ובניית מבנים דלי-פליטות.
 - ב. קביעת כללים מחייבים לרכש ציבורי וממשלתי. מנהל הדיור הממשלתי (יחידות סמך ממשלתיות או רשויות מקומיות) יגדירו תנאים סביבתיים ו'תנאי פליטות פחמן' לרכש חומרים ומוצרים במבני

²⁷ ש.ם.

²⁸ ש.ם.

ציבור. בתחילה, אפשר לחייב מדידה וביצוע של LCA או EPD ולאחר מכן לקבוע ערכי סף מרביים לפליטות לפי טונה של חומר. בשלב האחרון ניתן לאסור רכש של חומרים ומוצרים שלא יעמדו בתנאים.

ג. תקציבי פחמן הוא כלי שאימצו כמה מדינות בעולם במסגרת חקיקת אקלים לאומית, ולפיו נקבע רף עליון של פליטות פחמן מותרות לפי סוג הבניין או מגזר התעשייה.

ד. יצירת מנגנון דיווח לאומי לפליטות הפחמן המגולם, מתוך הבנה של חשיבות הדיווח המסודר והשקוף. הכוונה ליצירת מנגנון לאומי לדיווח פליטות פחמן מגולם לחומרי בניין ולמוצרי בניין, ובשלב מתקדם יותר – גם מנגנון דיווח לפליטות של מבנים.

8.3.3 כלי מדיניות אינפורמטיביים

כלי מדיניות אינפורמטיביים מתמקדים בשיפור ההיכרות, ההבנה והיכולת המקצועית שיסייעו במעבר לענף בנייה דל-פליטות:

א. שדרוג הקטלוג של המועצה הישראלית לבנייה ירוקה כך שיכלול גם פילטרים לחומרים הנוגעים לפחמן מגולם LCA, EPD וחומרים דלי-פחמן.

ב. קידום של ימי עיון בנושא פחמן מגולם, ניוזלטרים ודוחות. העלאת המודעות לנושא הפחמן המגולם ולחשיבות הפחתתו תיעשה על-ידי גופים כמו המרכז להתייעלות במשאבים, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה, וגם על-ידי המשרד להגנת הסביבה.

ג. יצירת קורסים אקדמיים בנושא מדידה והפחתה של פחמן מגולם המיועדים למהנדסים, לאדריכלים, לאנשי סביבה ועוד.

ד. יצירת קורסים מקצועיים לאנשי מקצוע רלוונטיים על-ידי המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.

ה. פיתוח כלים מקומיים לאופטימיזציה של חומרים במבנה.

9. מפות דרכים להתמודדות עם השינויים האקלימיים בסקטור הבנייה

9.1 פעילות המועצה העולמית לבנייה ירוקה

המועצה העולמית לבנייה ירוקה פועלת לאיפוס פחמן בסקטור הבנייה באמצעות שני פרויקטים מרכזיים:

9.1.1 מפת דרכים לאיפוס פחמן בראייה מעגלית באיחוד האירופי

מפת דרכים זו מגדירה אמצעי המדיניות, צעדים רגולטוריים וכלים עבור האיחוד האירופי להשגת סביבה בנויה מאופסת פחמן עד שנת 2050. מפת הדרכים כוללת אמצעים שונים אשר יחד מביאים לידי ביטוי הטמעה של ראייה רחבה המתייחסת לכלל מחזור החיים של מבנים. מפת הדרכים נועדה להוות מקור

מידע עבור קובעי מדיניות באירופה ולהכווין קבלת החלטות המתיישרות עם חבילות המדיניות המרכזיות של האיחוד האירופי בנושא האקלים ומתוך מטרה לעמוד ביעדים האקלימיים הבינלאומיים. כמו כן מפת הדרכים נועדה להוות בסיס מידע עבור קובעי מדיניות ברמה הלאומית והבינלאומית להטמעת צעדי מדיניות מתוך ראייה מעגלית הבוחנת את כלל מחזור החיים של המבנים. מפת הדרכים גם מהווה מקור מידע להבנת האמצעים שעל האיחוד האירופי ליישם כדי להבטיח כי סקטור הבנייה יוכל לממש את יעדי הסכם ה-Green Deal (שכולל מגוון יוזמות מדיניות של הנציבות האירופית במטרה להפוך את האיחוד האירופי למאופס פחמן עד שנת 2050) ויעדי הפחתת הפליטות שנקבעו בהסכם פריז. לבסוף, מפת הדרכים נועדה לסייע בבניית קונצנזוס סביב המדיניות אותה יש לנקוט.²⁹

מפת הדרכים הינה חלק מפרויקט #BuildingLife project במסגרתו המועצה העולמית לבנייה ירוקה חברה לנציבות האיחוד האירופי במטרה ליצור מסגרת פעולה למועצות לבנייה ירוקה במדינות האיחוד ולגיבוש מפות דרכים לאומיות ואזוריות לאיפוס פחמן בסקטור הבנייה. מדובר בפרויקט שמכנס עשר מועצות אירופאיות לבנייה ירוקה לפעילות על בסיס הסכם ה-Green Deal האירופי, אשר לראשונה כולל פעולות המתייחסות לכלל מחזור החיים של מבנים. הפרויקט ממומן על ידי קרן IKEA, קרן Laudes, הבנק האירופי והקרן האירופית לאקלים.

מפת הדרכים מפרטת סט מקיף של המלצות שיעניקו לסקטור הבנייה את הידע והיכולת לעמוד במטרות שהוגדרו. המלצות אלו כוללות מתן תמיכה רגולטורית וכלכלית גדולה לבעלי עניין הן בצד הביקוש והן בשרשרת הייצור וההספקה. כדי להניע שיתוף פעולה, הוקם פורום מנהיגות אירופאי המורכב ממנהיגים מכל שרשרת הערך של הסביבה הבנויה. פורום זה הוביל את מפת הדרכים. בנוסף הוקמה קבוצת עבודה המשלבת מומחים כדי לספק מידע עדכני וניתוח מקצועי. במקביל למפת דרכים זו, עשר מועצות אירופאיות לבנייה ירוקה המהוות חלק מרשת אזורית, הקימו פורום מנהיגות לאומי כדי לעבוד עם בעלי עניין מגוונים על מנת לפתח ולפרסם מפות דרכים לאומיות לאיפוס פחמן בסקטור הבנייה בראייה מעגלית.

מפת הדרכים מתייחסת לארבעה תחומים מרכזיים:

תקנות ותקני בנייה: עדכון תקנות ותקני הבנייה באופן הדרגתי להטמעת בנייה דלת פחמן עבור בניינים חדשים ושיפוץ עד לחיוב איפוס אנרגטי מלא של כל הסביבה הבנויה עד שנת 2050. תקנות ותקני הבנייה מכתבים את הסטנדרטים על בסיסם יש לבנות ולשפץ בניינים במדינות החברות באיחוד, כמו גם אילו נתונים יש לדווח. באמצעות עדכון תקנות ותקני הבנייה ניתן יהיה לבצע הטמעה מוסדרת של גישה מעגלית לאיפוס אנרגטי אשר תשנה את האופן שבו פועלים כלל בעלי העניין במחזור החיים של מבנים.

פסולת ומעגליות: מכיוון שסקטור הבניין מהווה כשליש מטביעת הרגל הכוללת של הפסולת באירופה, מפת הדרכים כוללת אמצעים לחיזוק הרגולציה המשפיעה על ההתמודדות עם הפסולת שנוצרת בשלבי הבנייה ובסוף החיים של מבנים.

רכש בר קיימא: מפת הדרכים מגדירה צעדים לקראת אימוץ מלא של רכש בר קיימא על ידי מוסדות וגופים ציבוריים באיחוד, וזאת כקטליזטור בהנעת רכש בר קיימא בסקטור הבנייה כולו.

מימון בר קיימא: שינויי האקלים מגדילים את הסיכון לתפקודם המיטבי של מבנים ואף לשלמותם. יחד עם זאת, בהיותם נכסים פיננסיים, שינויים רגולטוריים שנועדו לסייע בהתמודדות עם שינויי האקלים

²⁹ Audrey Nugent et al, EU Policy Whole Life Carbon Roadmap, WGBC, 2022

עשויים להביא לפגיעה כלכלית. על כן יש להציג ולהטמיע מנגנונים פיננסיים התומכים ברגולציה החדשה ומספקים תמריצים כלכליים להטמעת מהלכים ופתרונות לאיפוס אנרגטי של מלאי המבנים באירופה.

כאמור, בכל אחד מארבעת הנושאים הנ"ל מפת הדרכים מגדירה דרכי פעולה מומלצות לקידום ולהטמעה במדיניות של הנציבות האירופית ושל המדינות החברות באיחוד. מימוש ההמלצות המתוארות במפת הדרכים נועד לייצר שינוי מערכתי על פני כל שרשרת הערך בסקטור הבנייה. בעניין זה, **לחברה האזרחית תפקיד חיוני** בגיוס וברתימת השחקנים השונים סביב המטרה המשותפת, ובגיוס מומחים ובעלי מקצוע בתחומי התכנון והבנייה השונים כדי לעסוק בחינוך השוק ובהטמעת המיומנויות החדשות הנדרשות.³⁰

9.1.2 Advancing Net Zero

תוכנית של המועצה העולמית לבנייה ירוקה הפועלת לקראת איפוס פחמן בסקטור הבנייה עד 2050. התוכנית מבוססת על עבודה עם מועצות לבנייה ירוקה ברחבי העולם כדי לפתח כלים, לגבש תוכניות ולגייס משאבים לקידום הנושא ולבניית היכולת של התעשייה להגיע ליעד.³¹ מתווה העבודה כולל הגדרת לוחות זמנים, יעדים, גיבוש הגדרות פרטניות ומבוססות קונצנזוס לאנרגיה אופרטיבית ואנרגיה גלומה והטמעת אמצעי מדיניות מגוונים בעלי השפעה על כלל מחזור החיים של מבנים.

התוכנית מגדירה יעדים עבור בנייה קיימת וגם עבור בנייה חדשה. היעד עבור בנייה קיימת הינו הפחתה של צריכת האנרגיה עד לכדי איפוס פליטות הפחמן האופרטיביות. עבור פרויקטי חלוץ יש להגיע ליעד זה עד שנת 2030 ועבור כלל המבנים הקיימים עד שנת 2050. עבור בנייה חדשה היעד הינו הפחתה של 40% באנרגיה הגלומה עד לשנת 2030 ואיפוס האנרגיה האופרטיבית. עד שנת 2050 על כל המבנים החדשים להיות מאופסי אנרגיה גם בהיבט של אנרגיה אופרטיבית וגם בהיבט של אנרגיה גלומה.

המועצה העולמית לבנייה ירוקה רואה **בקיצוץ פחמן (carbon offset)** מרכיב קריטי בתוכנית. זאת, לאור הקושי של התעשייה להגיע בטווח הזמן הקרוב והבינוני לאיפוס פחמן מלא. על פי המועצה העולמית לבנייה ירוקה, על אף שיישום שיטות תכנון ועיצוב חדשות ושימוש בכלים, טכנולוגיות וחומרים הביאו לבנייה יעילה וטובה יותר ולהפחתת פליטות פחמן, אלו אינם מצליחים לקזז באופן מלא את השפעות הליכי הבנייה המואצים. מעבר לסקטור בנייה מאופס פחמן מצריך מהלך חסר תקדים הכולל נקיטת פעולות המתייחסות לכלל שרשרת האספקה, תהליכי הבנייה והתפעול של המבנים, כמו גם מיקסום הזדמנויות להטמעת ראייה מעגלית בייצור חומרים. לכן, בנוסף לאסטרטגיות הפחתת פליטות אגרסיביות באמצעות תכנון מבנים יעילים בעלי ביצועים גבוהים, בטווח הקצר והבינוני, קיצוץ פחמן יכול לספק יתרונות סביבתיים וחברתיים כגון שיפור באיכות האוויר, גישה לאנרגיה מתחדשת ושיפור איכות חיים.³²

קיצוץ פחמן מושג בדרך כלל באמצעות תמיכה כספית בפרויקטים המפחיתים את פליטת גזי החממה כגון פרויקטים להתייעלות אנרגטית, ייצור אנרגיה מתחדשת וכד'. המועצה העולמית לבנייה ירוקה מפרטת באילו נסיבות ניתן לעשות שימוש בקיצוץ פחמן.³³

Audrey Nugent et al, EU Policy Whole Life Carbon Roadmap, WGBC, 2022 ³⁰

WGBC, Advancing Net Zero ([Link](#)) ³¹

Victoria Kate Burrows, Advancing Net Zero Whole Life Carbon: Offsetting Residual Emissions from the ³²

Building and Construction Sector, WGBC, 2021.

WGBC, The Net Zero Carbon Buildings Commitment ([Link](#)) ³³

9.2. מפת הדרכים של הברית העולמית לבניינים ובנייה

הברית הגלובלית לבניינים ובנייה (GlobalABC) היא שותפות התנדבותית שנוסדה בוועידת האקלים בפריז בשנת 2015 הכוללת ממשלות לאומיות ומקומיות, ארגונים בין-ממשלתיים, עסקים, עמותות מקצועיות ומכוני מחקר המחויבות לחזון משותף: סקטור בנייה מאופס פחמן. הארגון משמש רשת ופלטפורמה המפגישה יוזמות ושחקנים מסקטור הבנייה והוא כולל כיום למעלה מ-267 חברים, ביניהם 38 מדינות. מפת הדרכים של GlobalABC הוכנה על ידי סוכנות האנרגיה הבינלאומית (IEA) והיא זכתה למימון ממספר גורמים ביניהם ממשלות גרמניה, צרפת ושוויץ. מטרת מפת דרכים זו היא לתמוך בשפה ובחזון משותפים להפחתת פחמן מוחלטת במבנים לאורך מחזור החיים שלהם ולתמוך בפיתוח אסטרטגיות ומדיניות לאומיות או תת-לאומיות. מפת הדרכים גובשה בשיתוף עם בעלי עניין מאזורים שונים: אמריקה הלטינית, אפריקה ואסיה, באמצעות התייעצויות, סדנאות וסמינרים מקוונים כדי לאסוף תובנות וחוות דעת מצד בעלי עניין בנושא היעדים ולוחות הזמנים ליצירת מלאי בנייה יעיל ודל פחמן. בסך הכל שותפו בתהליך למעלה מ-700 בעלי עניין. התוצר כולל מפת דרכים עולמית ושלוש מפות דרכים פרטניות המותאמות למאפיינים של כל אזור: אסיה, אפריקה ואמריקה הלטינית. מפות הדרכים מפרטות את מגוון הפעולות שבעלי עניין שונים יכולים לנקוט בטווח הקצר, הבינוני והארוך כדי להגיע ליעד של סביבה בנויה מאופסת פחמן עד שנת 2050.

מפות הדרכים מגדירות שמונה נושאי מפתח: (1) תכנון עירוני; (2) בניה חדשה; (3) בניה קיימת; (4) תפעול ותחזוקה; (5) מוצרים ומערכות; (6) חומרים; (7) חוסן; (8) אנרגיה נקייה. עבור כל נושא הן מציעות פעולות, יעדים לשינויי מדיניות והטמעת טכנולוגיות, ואמצעים נוספים.³⁴ בהתבסס על תהליך ההתייעצות והניתוח המקיף, זהו כמה פעולות מפתח אשר נחוצות להשגת התקדמות:

1. גיבוש מפות דרכים ואסטרטגיות לאומיות: על ממשלות לפתח אסטרטגיות ומפות דרכים שאפתניות ומקיפות שיתוו את המסלול לאיפוס פחמן בסקטור הבנייה באמצעות הגדרת אמצעי פעולה, יעדים וסדרי עדיפויות. יש לגבש אותן בתהליך שיתוף מקיף ותוך רתימת כלל בעלי העניין, ועליהן להקיף את 8 הנושאים שהוגדרו. במסגרת התהליך יש לפתח מדדים לבחינת ביצועים אנרגטיים כולל גיבוש של נתוני ייחוס. על בסיסם יש להגדיר יעדים פרטניים לכלל המגזר ולפתח מנגנוני איסוף של מידע ונתונים אשר ישמשו לבחינת ההתקדמות, ללמידה של יתרונות וחסרונות של שיטות ומערכות ולעדכון נתוני הייחוס. בהקשר זה, על מפות הדרכים לפעול לצמצום פערי מידע על ידי גיבוש מתודולוגיות והקמת פלטפורמות לאיסוף מידע אודות חומרים דלי פחמן, שיטות בנייה ותפעול, מערכות וטכנולוגיות יעילות.

2. גיבוש תקינה להעלאה הדרגתית של הביצועים: יש לגבש ולהחיל תנאי סף לביצועים אנרגטיים של מבנים ולהתוות תהליך הדרגתי במסגרתו דרישות הסף עולות עם חלוף הזמן. כמו כן יש להחיל דרישות סף גם עבור מערכות, מוצרים וחומרים. יש לגבש את תנאי הסף והדרישות בתהליך התייעצות רחב עם בעלי העניין הרלוונטיים בתעשייה, במגזר הציבורי, מומחים ובעלי מקצוע. כמו כן מוצע לעודד את השימוש במערכות התעדה וכלי מדידה אובייקטיביים להערכת מבנים, מערכות, מוצרים וחומרים.

3. מסגרות רגולטוריות לעידוד פעולה משולבת: על רשויות מקומיות וגורמים רלוונטיים נוספים ברמה העירונית לעודד שיתופי פעולה במסגרתם יפותחו אמצעי מדיניות ומסגרות פעולה לתכנון עירוני המבוסס

³⁴ Towards a 2020-2050 International Energy Agency, GlobalABC Roadmap for Buildings and Construction zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC), UN Environment Programme, 2020. ([Link](#))

על עקרונות של יעילות השימוש בקרקע, תכנון מוטה תחבורה, זמינות שטחים ירוקים, חוסן ועידוד אנרגיה נקייה. כמו כן על גופים ברמה הלאומית והמקומית לפתח מסגרות רגולטוריות שאפתניות ולגבש תמריצים להגדלת ההשקעה בשיפור היעילות האנרגטית וצמצום פליטות הפחמן מייצור חומרי הבנייה. במקביל עליהן לפתח מסגרת רגולטורית ותמריצים לקידום השימוש באנרגיה מתחדשת במבנים, לרבות עידוד מתקנים פוטו-וולטאים, אנרגיה תרמו-סולארית, אנרגיה גיאותרמית ופתרונות רלוונטיים נוספים.

4. עידוד ביקושים: יש לעודד ביקושים על ידי העלאת המודעות ליתרונות שיש לבנייה מאופסת פחמן עבור בעלי העניין השונים. ממשלות, רשויות מקומיות או ארגונים גדולים יכולים להתוות את הדרך באמצעות הטמעת מדיניות לבנייה מאופסת פחמן, אימוץ של טכנולוגיות יעילות, ייצור אנרגיה מתחדשת ואימוץ מדיניות של רכש דל פחמן. על קובעי מדיניות וגורמים בעלי השפעה לייצר נראטיב המקדם התייעלות אנרגטית, שיטות בנייה יעילות וכן איסוף נתונים אודות הביצועים האנרגטיים ודיווח מסודר לטובת יצירת מסד נתונים עדכני ורחב.

5. בניית יכולות ופיתוח מיומנויות: על גופים רלוונטיים במגזר הציבורי, במגזר השלישי ובתעשייה, לקדם הזדמנויות לבניית יכולות ולפיתוח מיומנויות בנושאים כמו כלכלה מעגלית, הערכת מחזור חיים, שימוש חוזר בחומרי בנייה, רכש דל פחמן ועוד. כמו כן יש לקדם אימוץ של שיטות בנייה ותפעול יעילות שיכולות להפחית את הפחמן הגלום ולשפר את הביצועים האנרגטיים של הבניין.³⁵

9.3. מפת הדרכים לאיפוס פליטות פחמן בסביבה הבנויה של ארגון 'Architecture 2030'

'אדריכלות 2030' הוא ארגון עצמאי ללא מטרת רווח שמטרתו להפחית את צריכת האנרגיה ואת פליטות החממה מהסביבה הבנויה על ידי שינוי האופן שבו מבנים, שכונות וערים מתוכננות ונבנות. הארגון מקדם פיתוח של סביבות בנויות אדפטיביות בעלות יכולת התמודדות עם השפעות שינויי אקלים, שימור משאבי טבע והתייעלות משאבי אנרגיה ומים. מפת הדרכים שגובשה על ידי הארגון ופורסמה בשנת 2014 לקראת ועידת האקלים בפריז, גיבשה יעדים עבור מדינות המבקשות לפעול להפחתת פליטות הפחמן בסביבה הבנויה. התוכנית מגדירה יעדי ביניים עד הגעה לאיפוס מלא של כלל סקטור הבנייה בשנת 2050. כך למשל נדרשת הפחתה של 30%-45% בפליטות הפחמן מהסביבה הבנויה עד שנת 2030 והפחתה של 60%-75% עד שנת 2040.³⁶

התוכנית קובעת יעדים עבור בנייה חדשה, עבור בנייה קיימת ועבור חומרי בנייה. עבור בנייה חדשה היעד הוא הגעה לאיפוס פחמן מלא עד שנת 2030. עבור בנייה קיימת התוכנית מבדילה בין מדינות מתפתחות לבין מדינות מפותחות. במדינות מתפתחות היעד הינו התחדשות של 2%-3% ממלאי הבנייה הקיים בכל שנה תוך התייעלות אנרגטית של 50% לכל הפחות. עבור מדינות מפותחות היעד הינו התחדשות של 1.5%-2% ממלאי הבנייה הקיים בכל שנה תוך השגת התייעלות אנרגטית של 50% לכל הפחות. התוכנית גם מקדמת שימוש בחומרים דלי פחמן והיא גיבשה יעדי הפחתה הדרגתיים עד לצמצום של 50% בפחמן הגלום בחומרים עד שנת 2030.³⁷

International Energy Agency, GlobalABC Roadmap for Buildings and Construction 2020-2050: Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC), UN Environment Programme, 2020. ([Link](#))

Architecture 2030, Roadmap to Zero Emissions, 2014. ([Link](#))³⁶

Architecture 2030, Roadmap to Zero Emissions, 2014. ([Link](#))³⁷

9.4. מפת הדרכים של המועצה הבריטית לבנייה ירוקה

המועצה הבריטית לבנייה ירוקה היא אחת מעשר מועצות אירופאיות אשר פיתחו מפות דרכים לאיפוס פחמן בסקטור הבנייה במסגרת היוזמה של המועצה העולמית לבנייה ירוקה. מפת הדרכים שפורסמה בנובמבר 2021, מגדירה חזון משותף לסקטור הבנייה ומתווה להשגת איפוס פחמן עד 2050, בהתאם להתחייבויות הלאומיות של בריטניה. מפת הדרכים היא תוצר של שיתוף פעולה בין-מגזרי בהשתתפות השלטון המרכזי, רשויות מקומיות, תעשייה, יזמים ובעלי עניין בולטים נוספים. מפת הדרכים מגדירה תוכניות פעולה עבור בעלי העניין השונים בסקטור הבנייה. כל תוכנית פעולה כוללת הגדרה של פעולות פרטניות, לוחות זמנים ויעדים להשגה בטווחי זמן שונים ועד שנת 2050.

לטובת הפרויקט גובשו ארבע קבוצות עבודה בנושאים הבאים: בנייה חדשה, שיפוץ בנייה קיימת למגורים, שיפוץ בנייה קיימת שאינה למגורים ותשתיות. בכל נושא קבוצת העבודה התייחסה לשני סוגי פעולות - פעולות לאיפוס פחמן אופרטיבי ופעולות לאיפוס פחמן גלום. הפעולות והיעדים בכל נושא גובשו בתהליך שכלל סדנאות עבודה, התייעצות שוטפת עם כלל בעלי העניין ובהתאם להתחייבויות ולמדיניות של הממשלה הבריטית.³⁸

לפרויקט 4 תוצרים מרכזיים:

א. **דו"ח כללי:** המיועד לכל בעלי העניין ומספק הסבר על מפת הדרכים, הממצאים המרכזיים של עבודת המחקר והפעולות המרכזיות שנדרש לבצע, תוך פירוט השינויים הטכנולוגיים, המדיניות והפעולות הענפיות הנדרשות כדי להגיע לאיפוס פחמן עד 2050.

ב. **דו"ח טכני:** המספק פרטים ומידע נוסף על מבנה הפרויקט, הליך איסוף המידע ועיבודו, המתודולוגיה בה בוצעו תחשיבי הפליטות הנוכחיות והעתידיות והגדרת התרחישים השונים והתוצאות הצפויות בכל תרחיש.

ג. **תקציר לקובעי מדיניות:** המיועד לבעלי עניין בממשלה וברשויות המקומיות ולכל המעוניין בסקירה כללית של ממצאי מפת הדרכים והמלצות המדיניות לממשל המרכזי.

ד. **תוכניות פעולה פרטניות:** תוכניות מומלצות עבור כל אחד מבעלי עניין בסקטור הבנייה כדי לאפשר להם למלא את חלקם בהשגת יעדי מפת הדרכים.³⁹ מפת הדרכים הגדירה 14 בעלי עניין מרכזיים בסקטור הבנייה וגיבשה סל פעולות עבור כל אחד מהם לביצוע בטווח הזמן המיידית, בטווח הזמן הבינוני עד 2025 ובטווח הזמן הארוך יותר עד שנת 2030. להלן פירוט בעלי העניין וחלק מההמלצות שגובשו עבור כל אחד מהם.⁴⁰

מפת הדרכים של המועצה הבריטית לבנייה ירוקה – המלצות מרכזיות

בעל עניין	המלצות מרכזיות לטווח הזמן המיידית
ארגונים ללא כוונת רווח/ איגודים	קיום פעולות הסברה בקרב אנשי מקצוע ממגוון תחומי הבנייה להטמעת בנייה דלת פחמן.

Net Zero Whole Life Carbon Roadmap: A Pathway for the UK Built Environment. UK Green Building Council, 2021, London, UK ([Link](#)).

UKGBC, Net Zero Whole Life Carbon Roadmap for the Built Environment ([Link](#)).

UKGBC, Net Zero Whole Life Carbon Roadmap: Stakeholder Action Plans Green Building Council, 2021, London, UK. ([Link](#)).

<ul style="list-style-type: none"> פעילות ליצירת קונצנזוס סביב הפיתוח והאימוץ של גישות ושיטות לניטור ביצועים אנרגטיים של מבנים. הצגת תמריצים וגיבוש דרישות מקצועיות לביצוע ניטור, הערכה ודיווח של הביצועים האנרגטיים. קידום ואימוץ מדדים לניטור ודיווח של פחמן מגולם. פיתוח תרבות עבודה הדוגלת בשיפור ביצועים ובחשיפה ודיווח של ביצועים בכל שרשרת ההספקה של מבנים. הקמת מסד נתונים מרכזי עבור פחמן מגולם שירכוז מידע ונתונים, יסייע לפתח נתוני ייחוס ולהגדיר יעדים ואמות מידה. 	<p>מקצועיים/ איגודי מסחר</p>
<ul style="list-style-type: none"> הכללת ביצועי אנרגיה תפעוליים ויעדי פחמן מגולם בקריטריונים למימון פרויקטים. פיתוח פתרונות פיננסיים להאצת ההתייעלות האנרגטית של מבנים. הספקת הלוואות בתנאים טובים יותר לשיפוץ מבנים ובשיעורי ריבית מופחתים עבור מבנים יעילים במיוחד. 	<p>בנקים וגופי מימון</p>
<ul style="list-style-type: none"> הגדלת מיומנויות העובדים באמצעות תוכניות הכשרה. בחינה של הערכת ביצועים בכל הפרויקטים לאחר האכלוס לטובת שיפור מהיר של מסד הנתונים בכלל הענף וקבלת פידבק. קביעת יעדי הפחתת פחמן אופרטיבי ומגולם בשיתוף עם קבלנים. 	<p>יזמים</p>
<ul style="list-style-type: none"> ביסוס אסטרטגיה לרכש ולתפעול דל פחמן כולל הגדרת יעדים להתייעלות אנרגטית וביצועים אנרגטיים. בחינה של הערכת ביצועים לאחר האכלוס בפרויקטים חדשים לשיפור הביצועים, שיפור מסד הנתונים בענף ותמיכה בגיבוש של בנצימרכים עדכניים. יישום תוכניות לניטור אנרגיה ודיווח על הממצאים. מתן תמריצים לשיפור הניהול האנרגטי במבנים שאינם למגורים. 	<p>בעלי נכסים</p>
<ul style="list-style-type: none"> ביסוס אסטרטגיה לרכש ולתפעול דל פחמן כולל הגדרת יעדים להתייעלות אנרגטית וביצועים אנרגטיים. ביצוע בדיקות והערכות של הפחמן המגולם בעבודות המבוצעות בבניין. שיתוף הביצועים האנרגטיים באופן קבוע ושקוף עם בעלי הנכסים. בשיתוף פעולה עם בעלי הנכסים, מעבר לטכנולוגיות חימום דלות פחמן והתקנת אמצעי ייצור של אנרגיה מתחדשת. 	<p>דיירי המבנים</p>
<ul style="list-style-type: none"> הגדלת המיומנויות של הצוות באמצעות קיום תוכניות הדרכה. מחויבות ליישום תוכניות להתייעלות אנרגטית, בקרה וניטור הביצועים ועמידה יעדי הפחתה. מעורבות מוקדמת בתהליכי תכנון וביצוע של עבודות בנייה ושיפוץ במטרה להתאים את התכנון והביצוע לקריטריונים של תחזוקה ותפעול. 	<p>חברות תחזוקה וחברות ניהול מערכות ותשתיות</p>
<ul style="list-style-type: none"> קיום הכשרות והגדלת המיומנויות בקרב צוות החברה ובקרב ספקים מרכזיים וקבלני משנה. ביצוע מעקב אחר הפליטות מאתר הבנייה, מדידה וניטור של כל הפליטות: מהבנייה, משינוע ומחומרי הבנייה. הגדרת דרישות ברורות מספקי חומרים ומקבלני משנה בדבר רכש חומרים דלי פחמן וביצוע עבודות בנייה באופן יעיל יותר אנרגטית. 	<p>קבלנים</p>
<ul style="list-style-type: none"> הגדרת יעדים להפחתת פחמן וגיבוש תוכנית להשגתם. 	<p>יצרני חומרים ומוצרים</p>

<ul style="list-style-type: none"> ביצוע ניתוחי מחזור חיים (LCA) לכל החומרים והמוצרים ודיווח ההשפעות הסביבתיות באמצעות תצהירים סביבתיים (EPD). הספקת תמיכה והדרכה טכנית להתקנת מוצרים או לשימוש בהם כדי להבטיח את איכות הבנייה ולהתגבר על פערי ביצועים. 	
<ul style="list-style-type: none"> קיום הכשרות והגדלת המיומנויות בקרב צוות החברה. ביצוע הערכות מחזור חיים כחלק מהבחינות הראשוניות בתכנון פרויקט ותמיכה בקידום החלופות היעילות ביותר אנרגטית. קביעת יעדים לביצועים אנרגטיים ולהיקף פחמן גלום בכל פרויקט. 	אדריכלים
<ul style="list-style-type: none"> קיום הכשרות והגדלת המיומנויות בקרב הצוותים הרלוונטיים. בשיתוף פעולה עם בעלי הנכסים והקבלנים, ביצוע הערכת ביצועים לאחר האכלוס לשיפור הביצועים, שיפור מסד הנתונים בתעשייה ותמיכה בגיבוש של בנצ'מרקים. בשלבי התכנון והביצוע - תמיכה בחלופות היעילות ביותר מבחינה אנרגטית. 	מהנדסים בתחומי הבנייה (Building Services Engineers)
<ul style="list-style-type: none"> שיפור מיומנויות וקיום תוכניות הכשרה בתמיכה של מוסדות מקצועיים. שיפור יכולות הביצוע של הערכות אנרגיה תפעוליות ושיפור איכותן של הבדיקות האנרגטיות. תמיכה בשיתופי פעולה המתאגרים את הנורמות בתעשייה, מפחיתים מפרט יתר ומאפשרים עיצוב רזה יותר המתאפיין בשימוש מופחת בחומרים. 	מהנדסי מבנה (Structural Engineers)
<ul style="list-style-type: none"> הגדרת יעדים להפחתת פחמן וגיבוש תוכנית להשגתם. הגדרת דרישות מספקי חומרים ומקבלני משנה בדבר רכש חומרים דלי פחמן וביצוע עבודות בנייה. 	לקוחות תשתיות (Infrastructure Clients)
<ul style="list-style-type: none"> עריכת מחקרים בנוגע להפחתת הפחמן בתפעול ובתחזוקה. פיתוח אסטרטגיות לאיפוס פחמן בתחזוקה של נכסים ובעבודות שיפוץ. שיתוף מידע ונתונים אודות הפחתת הפחמן ושיתוף במידע אודות שיטות ומקרי מבחן. 	בעלי תשתיות (Infrastructure Owners)
<ul style="list-style-type: none"> אימוץ מתודולוגיות מדידת פחמן והפחתת פחמן בכל הפרויקטים הן בתכנון והן בבנייה. קביעת יעדי הפחתת פחמן לפרויקט ונקיטת אמצעים להשגתם. פיתוח ויישום הדרכות פנימיות לבניית יכולות ופיתוח מיומנויות. 	מתכנני תשתיות

9.5 מפת דרכים לאיפוס פחמן בסביבה הבנויה של המועצה האירית לבנייה ירוקה

יעדיה של מפת הדרכים של המועצה האירית לבנייה ירוקה הינם לצמצם בחצי את פליטות הפחמן מהסביבה הבנויה עד שנת 2030, ולהביא להפחתה כוללת של פליטות הפחמן מהסביבה הבנויה עד 2050. מפת הדרכים מתייחסת לפליטות שמקורן במחזור החיים של מבנים אך גם של תשתיות, והיא מבוססת על עבודת מחקר מקיפה שבחנה את היקף הפליטות ומקורם במצב הקיים.⁴¹ על בסיס עבודת מחקר זו הוגדרו נתוני הייחוס שעל פיהם נמדדים יעדי ההפחתה. ממצאי העבודה מגלים כי היקף הפליטות המיוחסות לסביבה הבנויה באירלנד נאמד בכ-37% מסך הפליטות. כ-23% מהפליטות מיוחסות לאנרגיה אופרטיבית הנצרכת בתפעול של המבנים לאורך חייהם וכ-14% מהפליטות מיוחסות לאנרגיה גלומה

IGBC, Building a Zero Carbon Ireland – A roadmap to decarbonise Ireland’s Built Environment⁴¹ across its Whole Life Cycle, 7th of October 2022. ([Link](#))

שמקורה בפליטות מעבודות הכרייה והחציבה של החומרים, ייצור המוצרים, שינוע, ועבודות הבנייה, התחזוקה והשיפוץ. עבודת המחקר שקדמה לגיבוש מפת הדרכים בחנה מספר תרחישים במטרה להגיע ליעדי ההפחתה כאשר בכל תרחיש נבחנו מודלים שונים ששיקפו דרכי פעולה בתמהיל משתנה.⁴² על בסיס עבודת המחקר, ובשיתוף של כ-200 בעלי עניין מכלל סקטור הבנייה במדינה, פותחו האסטרטגיות המרכזיות של מפת הדרכים, גובשה סדרת הפעולות המוצעת והוגדרו לוחות הזמנים ליישום.

שלושת אבני היסוד של התוכנית הינם:

- א. גיבוש ויישום מהיר של תוכנית לאומית רחבת היקף להתייעלות אנרגטית של בנייה קיימת.
 - ב. שימוש יעיל וטוב יותר של מלאי הבנייה הקיים תוך התמקדות בנכסים פנויים או שבהם נעשה שימוש מועט.
 - ג. הפחתה משמעותית של הפליטות המיוחסות לבנייה חדשה ולעבודות שיפוץ ותחזוקה באמצעות הליכי תכנון, עיצוב ובנייה חדשניים ויעילים ושימוש בחומרים בעלי השפעה סביבתית נמוכה.
- מפת הדרכים הגדירה 13 בעלי עניין מרכזיים בסקטור הבנייה וגיבשה עבור כל אחד מהם סל פעולות מומלץ לביצוע בטווח הזמן המידי והבינוני. בטבלה שלהלן רוכזו ההמלצות המרכזיות לכל בעל עניין. מפת הדרכים עצמה מפרטת באופן מעמיק יותר כל המלצה ופורטת אותה למגוון דרכי פעולה פרטניות המותאמות למאפייני השוק, לרגולציה ולתנאים המקומיים באירלנד ובאיחוד האירופי.⁴³

מפת הדרכים של המועצה האירית לבנייה ירוקה – המלצות מרכזיות על פי בעלי עניין

בעל עניין	המלצות מרכזיות
קובעי מדיניות ברמה הלאומית	<ul style="list-style-type: none"> ▪ החלת חובת מדידת פליטות אנרגיה ממבנים לאורך כל מחזור החיים וגיבוש מתווה לצמצום הפליטות ביחס להיקף השטח הבנוי ולמספר המשתמשים במבנה. ▪ ייצור סביבה רגולטורית תומכת להפחתת פליטות מהירה. ▪ גיבוש אמצעי מדיניות להפחתת פחמן בהתייחס לכל השלבים בשרשרת הייצור וההספקה של מבנים.
קובעי מדיניות ברמה המקומית	<ul style="list-style-type: none"> ▪ התאמת מדיניות התכנון והפיתוח ליעדי הפחתת הפליטות. ▪ במבנים בהם הרשות המקומית מעורבת בהליכי הבנייה או בתקצוב הבנייה - להבטיח כי המבנים עומדים בסטנדרטים הסביבתיים הגבוהים ביותר האפשריים. ▪ ביצוע הכשרות והדרכות להעלאת מודעות ויכולות העובדים בכל הנוגע למדיניות הפחתת פליטות.
אמצעי תקשורת, אישים בעלי השפעה וארגונים ללא מטרת רווח	<ul style="list-style-type: none"> ▪ פעילות להעלאת המודעות לסיכונים הנובעים מפליטות הפחמן, החשיבות להפחית את הפליטות ודרכי פעולה פרקטיות לציבור הקשורות לשימוש במבנים ולבחירת חומרים ומוצרים.
אנשי חינוך ברמות השונות	<ul style="list-style-type: none"> ▪ הטמעת חינוך סביבתי בתוכניות החינוך.
ארגונים מקצועיים בתחומי הבנייה	<ul style="list-style-type: none"> ▪ העלאת המודעות בקרב חברי הארגון.

Richard O'Hegarty et al, Whole Life Carbon in Construction and in the Built Environment in Ireland, for the IGBC, October 2022. ([Link](#))

IGBC, Building a Zero Carbon Ireland – A roadmap to decarbonise Ireland's Built Environment across its Whole Life Cycle, 7th of October 2022. ([Link](#))

<ul style="list-style-type: none"> פיתוח וקיום הכשרות. עידוד מדידת הביצועים הסביבתיים באמצעות כלי מדידה אובייקטיביים. 	
<ul style="list-style-type: none"> הכשרת עובדים והעלאת מודעות. גיבוש מדיניות לעידוד הלוואות לרכישת דירות ומוצרים על פי פרמטרים סביבתיים. קביעת מפת דרכים כשהיעד הסופי שלה - מתן מימון לרכישת מבנים מאופסי פחמן בלבד. 	בנקים וגופים פיננסיים
<ul style="list-style-type: none"> חשיפת הביצועים הסביבתיים של כל המבנים. גיבוש מתווה לאיפוס פחמן בכל המבנים. גיבוש אסטרטגיה לחידוש מבנים להתייעלות אנרגטית ואיפוס פחמן. 	בעלי נכסים
<ul style="list-style-type: none"> דרישה לתכנון ולעיצוב המבטאים אופטימיזציה של ביצועים אנרגטיים בראייה של מחזור חיי המבנה. השקעה בחדשנות כולל הקפדה על הטמעת חדשנות בהליכי הבנייה או במוצרים בכל מבנה. גיבוש מתווה לאיפוס אנרגטי של כל הבנייה העתידית. 	יזמים
<ul style="list-style-type: none"> ביצוע EPD למוצרים. פיתוח מתווה לאיפוס פחמן של המוצרים. התאמת הליכי הייצור והשיווק לרגולציה ולמדיניות של האיחוד האירופי. 	יצרני וספקי מוצרים וחומרים
<ul style="list-style-type: none"> הטמעת ההשפעה הסביבתית כשיקול מרכזי בכל תוכנית. למידה וביצוע הכשרות בתכנון להתייעלות אנרגטית. תמיכה בפרקטיקות של התחדשות ושימוש חוזר במבנים. 	מתכננים ואדריכלים
<ul style="list-style-type: none"> למידה של שיטות לחישוב ההשפעה הפחמנית של תצורות מבנים שונות. ביצוע אופטימיזציה של שימוש במבנים ובחומרים. 	מהנדסי בנייה
<ul style="list-style-type: none"> הכשרת צוותי העבודה בשיטת עבודה מופחתות פחמן. השקעה בשיטות בנייה חדשניות מופחתות פחמן. פיתוח מתווה לאתרי בנייה מאופסי פחמן ושיקוף המידע לציבור. 	קבלנים
<ul style="list-style-type: none"> הטמעת מערכת לניהול אנרגיה הכוללת דיווח ושיקוף המידע. הכשרת משתמשי המבנה להתנהלות יעילה אנרגטית. פנייה לבעלי המבנים ומנהלי הנכסים לביצוע עבודות להתייעלות אנרגטית. הבנה של כלל ההשפעות האנרגטיות בהיבט של תחזוקה לאורך מחזור החיים המבנה. 	מנהלי תפעול ותחזוקה

9.6 מפת הדרכים לאיפוס פחמן במבנים של המועצה האוסטרלית לבנייה ירוקה

מפת הדרכים מתייחסת למבנים חדשים ולעבודות שיפוץ של מבנים קיימים. היעד עבור מבנים חדשים ומבנים שעוברים עבודות שיפוץ הוא איפוס פליטות הפחמן האופרטיביות עד שנת 2030. היעד עבור כלל המבנים הקיימים הינו איפוס האנרגיה האופרטיבית עד שנת 2050. מפת הדרכים קשורה קשר ישיר

למנגנון ההתעדה של כלי המדידה של המועצה האוסטרלית לבנייה ירוקה (ה-Green Star). היא מגדירה אבני דרך לאיפוס פחמני של מבנים באמצעות הטמעת דרישות חדשות ויעדים חדשים עבור מבנים שעוברים התעדה באמצעות כלי המדידה. לטובת מימוש יעדי מפת הדרכים ומתן תמיכה לתעשייה בהטמעת הפעולות הנ"ל, המועצה האוסטרלית לבנייה ירוקה קבעה יעדים שאפתניים כדי להבטיח שכל המבנים שיעברו התעדה יגיעו לאיפוס הפחמן האופרטיבי בהם עד שנת 2030. מערך ההתעדה של המועצה האוסטרלית לבנייה ירוקה עודכן בהתאם כך שיוכל לתמוך בהשגת יעדים אלו. זאת על ידי עידוד התעדה של הפעילות השוטפת בבניין (Operational Rating), חיוב להפחית אנרגיה גלומה ב-10%, מתן תמריצים לבחירה בחומרים ובשירותים מאופסי פחמן וכן מתן תמריצים לקיזוז הפחמן המגולם. החל משנת 2020 התעדה של מבנה לדרגה המקסימלית (6 כוכבים) מחייבת שימוש של 100% אנרגיה ממקורות מתחדשים (באמצעות ייצור באתר או מחוץ לאתר) והדרישה להתייעלות אנרגטית הועלתה ב-20% יותר ביחס לדרישה הקודמת. על פי מפת הדרכים, החל משנת 2026 כל המבנים החדשים שיעברו התעדה (בכל ניקוד) יחויבו לעמוד בדרישות הנ"ל.

ביחס למבנים שאינם עוברים התעדה, המועצה האוסטרלית תפעל להשגת איפוס הפחמן האופרטיבי בהם במגוון אמצעים העומדים לרשותה ובין השאר: (1) קידום מדיניות להתייעלות אנרגטית של מבנים קיימים, מדיניות לשיפור בנייה חדשה, העלאת שיעור האנרגיה ממקורות אנרגיה מתחדשים והפסקת השימוש במקורות אנרגיה פוסיליים. (2) קיום פעילויות הכשרה וחינוך השוק. (3) קידום שיתופי פעולה לטובת הגדלת המחויבות של בעלי עניין שונים בשוק הבנייה לפעול למימוש היעדים שהוגדרו במפת הדרכים. (4) קיום מחקר, בקרה ודיווח בכל הנוגע להתקדמות בהשגת היעדים שבמפת הדרכים.⁴⁴

מפת הדרכים פותחה על בסיס החזון של המועצה ליצירת סביבה בנויה טובה, בריאה ומקיימת יותר וכאמצעי לסייע לאוסטרליה לעמוד ביעדי הפחתת הפליטות הלאומיים והבין-לאומיים. מפת הדרכים הינו תוצר עבודה של מספר שנים במהלכה בוצע תהליך התייעצות מקיף עם גורמים רבים בתעשייה ובממשלה. היא מבוססת על עבודות קודמות שבוצעו על ידי מכוני מחקר וארגונים ללא כוונת רווח ועל עבודותיהן של סוכנות האנרגיה הבינלאומית והפאנל הבין-ממשלתי בנושא שינויי האקלים (IPCC). מהלך הפיתוח כלל קיום סדנאות ופגישות עם בעלי עניין, ניתוח של אסטרטגיות שונות להפחתת פחמן והתייעלות אנרגטית, ולמידה של מאפייני מגזר הבנייה באוסטרליה.

המועצה האוסטרלית לבנייה ירוקה הגדירה 10 דרכי פעולה מרכזיות למימוש יעדי מפת הדרכים. תמריצים למימוש דרכי הפעולה הללו הוטמעו במערך ההתעדה של המועצה וכן בפעילות השוטפת שלה עם כלל בעלי העניין:

א. אימוץ חזון לאפס פליטות עד שנת 2050.

ב. מדידה, חשיפה, שיתוף פעולה ושיפור הביצועים השוטפים של המבנים.

ג. קביעת יעד לייצור כלל האנרגיה הנצרכת במבנים ממקורות אנרגיה מתחדשים.

ד. הגדלת השימוש באנרגיה מתחדשת המיוצרת באתר או מחוץ לאתר ונקיטת אמצעים להפחתת הפליטות בכלל הרשת.

ה. התייעלות אנרגטית של מבנים באמצעות תכנון פאסיבי, ניהול צריכה ומערכות יעילות.

A Climate Positive Roadmap for the built environment: For buildings and fitouts, Green Building Council ⁴⁴ Australia, 2021. ([Link](#))

- ו. מתן תמריצים להעדפת מוצרים ושירותים מאופסי פחמן.
- ז. הפסקת השימוש באמצעי קירור בעלי השפעה שלילית על האקלים.
- ח. תמיכה בקיזוז פחמני בתקופת המעבר עד להגעה לאיפוס מוחלט.
- ט. הגדלת הנגישות לאמצעי תחבורה אלטרנטיביים ותחבורה ציבורית.
- י. תמיכה באימוץ כלי רכב חשמליים.

9.7 מפת הדרכים של המועצה הספרדית לבנייה ירוקה

מפת הדרכים הגדירה כיעד כי עד שנת 2030 כל בניה חדשה תהיה מאופסת פחמן בראייה של כלל מחזור החיים של הבניין וכי בבנייה הקיימת תתבצע הפחתה של 50% ביחס לנתוני הבסיס. עד שנת 2050 נדרש כי כל הבנייה הקיימת תהיה מאופסת פחמן.

מפת הדרכים הגדירה כמה אמצעי מדיניות אותם יש לקדם כדי לעמוד ביעדי ההפחתה. אמצעי המדיניות המרכזי הינו הגדרת יעדי פחמן (בראייה מחזור חיים) שיהוו ערכים מקסימליים עבור מבנים ולא יהיה ניתן לעלות מעבר להם. לצורך זה יש לקדם את הנושאים הבאים: (1) הגדלת ייצור אנרגיה מתחדשת באתר ובקרבתו; (2) גיבוש תקן להגדרת יעדים אנרגטיים מינימליים עבור כל בניין; (3) קידום פעולות להפחתת הפחמן הגלום במוצרי ובחומרי בנייה. על פי מפת הדרכים, התייעלות אנרגטית של מלאי הבנייה הקיים יושג באמצעות החלת חובה לביצועים אנרגטיים מינימליים לכלל המבנים והאצת תהליכי התייעלות אנרגטית. בהקשר זה מפת הדרכים מציעה לאסור מכירה/ השכרה של נכס בעל דירוג אנרגטי נמוך מ-E-3 החל משנת 2030. כמו כן היא מגדירה יעד לשיפוץ 1.8 מיליון בתים עד שנת 2030 ושיפוץ של 3 מיליון בתים עד שנת 2050.⁴⁵

הפחתת האנרגיה התפעולית תושג באמצעות הפסקת השימוש במקורות אנרגיה פוסיליים וקידום ייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים. הפחתת האנרגיה הגלומה במבנים תושג בין השאר באמצעות גיבוש פתרונות מעגליים ובהם שימוש חוזר בפסולת בנייה עד הגעה ל-100% שימוש חוזר בפסולת בנייה עד שנת 2050.

מפת הדרכים מציעה כמה אמצעי מדיניות בחלוקה לארבעה מסגרות פעולה:

מסגרת אסטרטגית (Strategic Framework): מאגדת סט של אמצעי מדיניות שמטרתם להטמיע את הגישה המעגלית בכל הרמות במגזר הציבורי ובמגזר הפרטי, להגדיר מחדש את המסגרת המשפטית והרגולטיבית ולעודד מנהיגות שתסייע לשנות את הפרדיגמה בסקטור הבנייה.

מסגרת תפעולית (Operational Framework): מטרתה להניע את סקטור הבנייה לעריכת שינויים תפעוליים וטכניים תוך הגדרת התייעלות המבנים הקיימים כמטרה מרכזית. בהקשר זה מפת הדרכים רואה חשיבות במערכת מדידה ודיווח שקופה להפחתת פחמן ובשינוי עמוק של ענף חומרי ומוצרי הבנייה.

מסגרת כלכלית (Financial Framework): מאגדת סט של כלי מדיניות שנועדו להניע השקעות בהפחתת פליטות בכלל סקטור הבנייה תוך קידום מודלים חדשניים של מימון.

Ander Bilbao Figuera & Joaquim Arcas-Abella, Whole life carbon roadmap for a decarbonized built environment in Spain, GBCe, 2022. ([Link](#))⁴⁵

מסגרת חברתית (Social Framework) : מאגדת כלי מדיניות בחתך רוחבי של כלל המסגרות כשהמטרה העיקרית הינה רתימה וגיוס של כלל השחקנים בסקטור הבנייה. אמצעי המדיניות במסגרת זו נוגעים בין השאר להעלאת מודעות, להנעת שחקנים לפעולה, לקיום הכשרות והגדלת הידע המקצועי, לפיתוח כישורים וכיו"ב.⁴⁶

מפת הדרכים של המועצה הספרדית לבנייה ירוקה – מטרות מרכזיות

מטרות מרכזיות	מסגרת פעולה
<ul style="list-style-type: none"> ▪ הטמעת הגישה המעגלית בכל הרמות במגזר הציבורי ובמגזר הפרטי. ▪ הגדרה מחדש של המסגרת המשפטית והרגולטיבית בכל הנוגע להפחתת פחמן בכלל הסקטור. ▪ עידוד מנהיגות שתסייע לשנות את הפרדיגמה בסקטור הבנייה. 	מסגרת אסטרטגית (Strategic Framework)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ הנעת סקטור הבנייה לעריכת שינויים תפעוליים וטכניים תוך הגדרת התייעלות המבנים הקיימים כמטרה המרכזית. ▪ גיבוש והטמעה של מערכת מדידת פחמן אמינה, פתוחה ושקופה. ▪ שינוי עמוק של ענף חומרי ומוצרי הבנייה לקראת התייעלות אנרגטית והפחתת פחמן. 	מסגרת תפעולית (Operational Framework)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ קידום השקעות בהפחתת פליטות בכלל סקטור הבנייה. ▪ גיבוש וקידום מודלים חדשניים של מימון הכוללים הטבות ותמריצים להפחתת פחמן. 	מסגרת כלכלית (Financial Framework)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ רתימה וגיוס של כלל השחקנים בסקטור הבנייה. ▪ העלאת מודעות והנעת שחקנים לפעולה. ▪ קיום הכשרות, הגדלת הידע המקצועי ופיתוח כישורים ומיומנויות. 	מסגרת חברתית (Social Framework)

מימוש מפת הדרכים מותנה במחויבותם של כלל בעלי העניין בסקטור הבנייה. על כן מפת הדרכים גובשה תוך קיום הליך שיתוף רחב היקף שכלל מספר ימי עיון וסדנאות במהלכם השתתפו כ-240 גופים, ארגונים, מוסדות וחברות מסחריות. מטרת התהליך הייתה מחד לרתום ולגייס שותפים ומאידך לחתור לקונצנזוס רחב. בעלי ענין סווגו לעשרה תחומים כאשר עבור כל תחום בוצע תהליך שמטרתו זיהוי האינטרסים המרכזיים של בעלי העניין והגדרת תפקידים ופעולות לקידום. בעלי העניין שהוגדרו הינם: (1) מוסדות וגופים ציבוריים ברמה הלאומית; (2) שלטון מקומי; (3) חברות בנייה וקבלנים; (4) בעלי מקצוע בתחום הבנייה כגון אדריכלים, מהנדסים ומתכננים; (5) חברות ומנהלי תפעול ותחזוקה; (6) יצרני חומרים ומוצרים; (7) גופי מימון; (8) יזמים; (9) אזרחים; (10) אקדמיה, אמצעי תקשורת וגופי מגזר שלישי.

⁴⁶ ש.ם.

9.8. מפת הדרכים של המועצה לבנייה ירוקה בניו-זילנד

מפת הדרכים מבקשת לקדם איפוס אנרגטי של כלל המבנים בניו-זילנד. לצורך כך פיתחה המועצה שני כלים מרכזיים המתייחסים לאנרגיה אופרטיבית וגם לפליטות הפחמן בתהליך הבנייה. הכלי הראשון הינו כלי בסיסי המאפשר לתקשר את המחויבות לאיפוס פחמן באמצעות חשיפת הביצועים האנרגטיים של הבניין והשוואה שלהם לביצועים של מבנים אחרים בעלי מאפיינים דומים. במסגרת תהליך זה פיתחה המועצה לבנייה ירוקה בניו-זילנד אתר אינטרנט המאפשר דיווח של נתוני האנרגיה והשוואה למבנים אחרים. הכלי השני הוא כלי מדידה להערכת הביצועים האנרגטיים של מבנים בעל ראייה מעגלית על כל מחזור החיים של המבנה אשר פותח על ידי המועצה ובשיתוף בעלי עניין נוספים. המועצה מזמינה בעלי מבנים לעשות שימוש במערכת התעדה חדשה המאפשרת למדוד את טביעת הרגל הפחמנית, לנהל אותה, להפחית פליטות ולתקשר את ההצלחה.⁴⁷

באמצעות מפת הדרכים, המועצה לבנייה ירוקה של ניו-זילנד מבקשת לפנות לשלושה קהלי יעד מרכזיים כדי לקדם את היעדים הבאים:

1. בעלי מבנים: החל משנת 2020 להתחיל בביצוע התעדה של כל המבנים הקיימים ולהגיע ליעד של אפס פליטות פחמן בכלל המבנים עד שנת 2030.

2. יזמים: בניית כל המבנים החדשים כמאופסי פחמן (פחמן אופרטיבי) והפחתת הפחמן הגלום בכל המבנים ב-20% עד שנת 2025.

3. דיירי מבנים: להודיע בשנת 2020 כי בכוונתם לעבור למבנים אשר עוברים הסמכה לאיפוס פחמן עד שנת 2025.

על פי מפת הדרכים, כדי להבטיח איפוס פחמן של כלל המבנים על הממשלה לנקוט ביוזמות הבאות:

1. גיבוש מסלול בן 10 שנים שבסופו חיוב איפוס אנרגטי של כלל המבנים באמצעות תקן הבנייה הלאומי. כדי להשיג יעד זה מפת הדרכים מציעה לעדכן את תקן הבנייה הלאומי בהדרגה בשנים 2022, 2026 ו-2030.

2. החל משנת 2024 על המדינה לחייב התעדה של מבנים קיימים (מגורים ושאינם למגורים ששטחם עולה על אלף מ"ר) בעת ביצוע מכירה או השכרה שלהם. ביכולתה של המדינה להוביל מהלך זה על ידי החלטה כי החל משנת 2021 כל מבני המשרדים שנרכשים או מושכרים על ידי גופים מדינתיים יעברו הסמכה באמצעות כלי המדידה שפותח על ידי המועצה.⁴⁸

9.9. סיכום מאפיינים בולטים במפות הדרכים שנסקרו

מפות הדרכים שנסקרו כוללות לרוב כמה היבטים בולטים:

גיבוש חזון: מפות הדרכים מבקשות לגבש חזון משותף לסקטור הבנייה. רוב מפות הדרכים מגדירות את החזון סביב יעד מרכזי כאשר היעד הנפוץ הינו השגת איפוס פחמן בסקטור הבנייה עד שנת 2050. מהיעד

⁴⁷ NZGBC, A Zero Carbon Road Map for Aotearoa's Buildings, 2020. [\(Link\)](#)
⁴⁸ שם.

המרכזי נגזרים יעדי ביניים ויעדים בתחומים פרטניים כגון בנייה חדשה, מלאי הבנייה הקיים, רכש חומרים ומוצרים וכיו"ב.

חתימה לשיתופי פעולה ויצירת קונצנזוס: גיבוש החזון, וכן כלל התהליך שמתקיים אחריו, מתבצע תוך ניסיון לרתימה וגיוס של שותפים ויצירת קונצנזוס רחב ככל הניתן. מפות הדרכים לרוב הינן תוצר של שיתוף פעולה בין-מגזרי בהשתתפות השלטון המרכזי, רשויות מקומיות, חברות תעשייה, יזמים, בעלי מקצוע בתחומי הבנייה, מומחים ובעלי עניין בולטים נוספים. מתקיים תהליך עדין בו מחד קיימת חתימה ליעדים שאפתניים אך תוך רצון להשגת הסכמה רחבה. רתימת השותפים הינה תהליך מתמשך אשר מתחיל בראשית היוזמה להכנת מפת דרכים ונמשך עד השגת היעדים שהוגדרו.

הגדרת מתווה פרטני לכל קבוצת בעלי עניין: מפות הדרכים מגדירות תוכניות פעולה פרטניות עבור בעלי העניין השונים בסקטור הבנייה. כל תוכנית פעולה כוללת סט של פעולות, כלים, לוחות זמנים ויעדים להשגה בלוחות זמנים משתנה. בעלי עניין בולטים הינם: שלטון מרכזי, שלטון מקומי, יזמים, קבלנים וחברות בנייה, בעלי מקצוע בתחומי התכנון והבנייה, חברות ומנהלי תפעול ותחזוקה, יצרני חומרים ומוצרים, גופי מימון, שוכרי נכסים ודיירי מבנים, אקדמיה, אמצעי תקשורת וארגוני חברה אזרחית.

ראייה מעגלית: מפות הדרכים כוללות אמצעי פעולה שונים אשר יחד מביאים לידי ביטוי הטמעה של ראייה רחבה המבקשת להתייחס לכלל מחזור החיים של מבנים. בכלל זה רוב מפות הדרכים מתייחסות לאנרגיה אופרטיבית, לאנרגיה גלומה, לשימוש חוזר בפסולת בנייה וכיו"ב.

מחקר ופיתוח הידע: מפות הדרכים מבוססות על ידע עדכני ורלוונטי הנוגע למאפייני סקטור הבנייה המקומי, היקפי הפליטות ומקורן, זיהוי בעלי העניין הרלוונטיים ובחינת תרחישים ומודלים שונים במטרה להגיע לתוצאות מיטביות. במסגרת מפות הדרכים מפותחים כלים מבוססי מחקר שתפקידם לסייע במימוש הפעולות ובמדידה ושיקוף של נתונים.

חינוך השוק ופיתוח מיומנויות מקצועיות: אחד הנושאים המשמעותיים להשגת היעדים שהוגדרו במפות הדרכים קשור להעלאת המודעות, בניית יכולות השחקנים ולשיפור מתמיד במיומנויות המקצועיות. מטרתן אלו מושגות באמצעות הפצת הידע, למידת עמיתים וקיום הכשרות מסוגים שונים כגון קורסים, ימי עיון, סדנאות מקצועיות וכיו"ב. פעולות אלו מתבצעות בדרך כלל על ידי גופים רלוונטיים במגזר הציבורי, במגזר השלישי ובתעשייה.

סיכום מאפיינים בולטים במפות הדרכים שנסקרו

מפת דרכים	בעלי עניין אליהם מופנית התוכנית	שותפים	מטרת התוכנית	יעדי התוכנית	נושאים מרכזיים
המועצה העולמית לבנייה ירוקה	נציבות האיחוד האירופי ובאמצעותו כלל מדינות האיחוד מועצות לבנייה ירוקה במדינות האיחוד	נציבות האיחוד האירופי עשר מועצות אירופאיות לבנייה ירוקה במימון קרן IKEA, קרן Laudes, הבנק האירופי והקרן לאקלים	הגדרת אמצעי מדיניות, צעדים רגולטוריים וכלים עבור האיחוד האירופי יצירת מסגרת פעולה למועצות לבנייה ירוקה במדינות האיחוד לגיבוש	השגת סביבה בנויה מאופסת פחמן במדינות האיחוד האירופי עד שנת 2050	תקנות ותקני בנייה פסולת ומעגליות רכש בר קיימא מימון בר קיימא גיוס ורתימת השחקנים בענף חינוך השוק וקידום מיומנויות

גיבוש מנגנון קיזוז פחמן		מפות דרכים לאומיות			
תכנון עירוני בניה חדשה בניה קיימת תפעול ותחזוקה מוצרים ומערכות חומרים חוסן אנרגיה נקייה	סביבה בנויה מאופסת פחמן עד שנת 2050	גיבוש שפה וחזון משותפים לאיפוס פחמן במבנים בראיית מחזור חיים ופיתוח אסטרטגיות שכוללת הגדרת פעולות ויעדים עבור בעלי עניין שונים בטווח הזמן הקצר, הבינוני והארוך	סוכנות האנרגיה הבינלאומית בשיתוף למעלה מ-700 בעלי עניין מאמריקה הלטינית, אפריקה ואסיה סייעו במימון ממשלות גרמניה, צרפת ושוויץ	מדינות ובעלי עניין בכל העולם תוך התמקדות פרטנית באמריקה הלטינית, אפריקה ואסיה	מפת הדרכים של הברית העולמית לבניינים ובנייה
בנייה חדשה שיפוץ בנייה קיימת למגורים שיפוץ בנייה קיימת שאינה למגורים תשתיות	סביבה בנויה מאופסת פחמן עד 2050	הגדרת תוכניות פעולה עבור בעלי העניין השונים בסקטור הבנייה. כל תוכנית כוללת פעולות פרטניות, לוחות זמנים ויעדים להשגה בטווחי זמן שונים	תוצר של שיתוף פעולה בין- מגזרי בהשתתפות השלטון המרכזי, רשויות מקומיות, גופי תעשייה, יזמים ובעלי עניין נוספים מכלל הסקטור	כלל בעלי העניין בסקטור הבנייה: ארגונים ללא כוונת רווח/ מקצועיים/ מסחר; בנקים וגופי מימון; יזמים; בעלי נכסים; דיירי המבנים; חברות תחזוקה וניהול; קבלנים; יצרני חומרים ומוצרים; בעלי מקצוע בתחומי התכנון והבנייה; לקוחות, בעלים ומתכנני תשתיות	מפת הדרכים של המועצה הבריטית לבנייה ירוקה
בנייה קיימת: גיבוש ויישום תוכנית לאומית רחבת היקף להתייעלות אנרגטית בנייה חדשה: קידום הליכי תכנון, עיצוב ובנייה חדשניים ויעילים ושימוש בחומרים דלי פחמן	צמצום של 50% בפליטות הפחמן מהסביבה הבנויה עד שנת 2030 איפוס פליטות הפחמן מהסביבה הבנויה עד 2050	הגדרת תוכניות פעולה עבור בעלי העניין השונים בסקטור הבנייה פיתוח אסטרטגיות מרכזיות, גיבוש סדרת פעולות והגדרת לוחות זמנים ליישום	גובשה על בסיס מפת הדרכים של המועצה העולמית לבנייה ירוקה ובשיתוף כ-200 בעלי עניין מכלל סקטור הבנייה במימון קרן IKEA, קרן Laudes והקרן האירופית לאקלים	קובעי מדיניות ברמה הלאומית והמקומית; אמצעי תקשורת, משפיענים ומלכ"רים; אנשי חינוך; ארגונים מקצועיים; בנקים וגופים פיננסיים; בעלי נכסים; יזמים; יצרני וספקי מוצרים וחומרים; קבלנים; בעלי מקצוע; ומנהלי תפעול ותחזוקה	מפת הדרכים של המועצה האירית לבנייה ירוקה
התייעלות אנרגטית של מבנים קיימים שיפור בנייה חדשה העלאת שיעור האנרגיה ממקורות מתחדשים הפסקת השימוש במקורות אנרגיה פוסיליים	איפוס פליטות הפחמן האופרטיביות ממבנים חדשים או שעוברים שיפוץ עד שנת 2030 איפוס האנרגיה האופרטיבית בכלל הבנייה	הגדרת אבני דרך לאיפוס פחמן במבנים באמצעות מערכת ההתעדה של Green Star המועצה האוסטרלית לבנייה ירוקה	תוצר תהליך התייעלות מקיף עם גורמים רבים בתעשייה ובממשלה ועל בסיס עבודות שבוצעו על ידי מכוני מחקר, ארגונים ללא כוונת רווח, סוכנות	כלל השחקנים בסקטור הבנייה ללא התייחסות פרטנית	המועצה האוסטרלית לבנייה ירוקה

קיום פעילויות הכשרה וחינוך השוק קידום שיתופי פעולה קיום מחקר, בקרה ודיווח שימוש במנגנון קיזוז פחמני בתקופת המעבר	הקיימת עד שנת 2050		האנרגיה הבינלאומית והפאנל הבין- ממשלתי בנושא שינויי האקלים		
הגדלת ייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים באתר ובקרבתו גיבוש תקן לביצועים אנרגטיים של מבנים הפחתת הפחמן הגלום במוצרי ובחומרי בנייה התייעלות אנרגטית של מלאי הבנייה הקיימת 100% שימוש חוזר בפסולת בנייה	עד שנת 2030 כל בניה חדשה תהיה מאופסת פחמן בראיית מחזור חיים. בבנייה הקיימת תתבצע הפחתה של 50% באנרגיה האופרטיבית עד שנת 2050 כל הבנייה הקיימת תהיה מאופסת פחמן	הגדרת תוכניות פעולה עבור בעלי העניין השונים בסקטור הבנייה הכוללת אסטרטגיות מרכזיות, פעולות פרטניות ולוחות זמנים	גובשה תוך קיום הליך שיתוף רחב היקף שכלל ימי עיון וסדנאות בהשתתפות 240 גופים, ארגונים, מוסדות וחברות מסחריות.	מוסדות וגופים ציבוריים ברמה הלאומית; שלטון מקומי; חברות בנייה וקבלנים; בעלי מקצוע בתחום הבנייה; חברות ומנהלי תפעול ותחזוקה; יצרני חומרים ומוצרים; גופי מימון; יזמים; אזרחים; אקדמיה, אמצעי תקשורת וגופי מגזר שלישי	המועצה הספרדית לבנייה ירוקה
התעדה של הבנייה החדשה והבנייה הקיימת באמצעות כלי מדידה ודיווח שפותחו על ידי המועצה גיבוש מסלול בן 10 שנים שבסופו חיוב איפוס אנרגטי של כלל המבנים באמצעות תקן הבנייה הלאומי	איפוס פליטות פחמן בכלל המבנים עד שנת 2030 בנייה חדשה: איפוס הפחמן האופרטיבי בכל המבנים והפחתה של 20% בפחמן הגלום עד 2025	איפוס אנרגטי של כלל המבנים בניו-זילנד באמצעות שימוש בכלי מדידה ודיווח שפותחו על ידי המועצה	גובשה על בסיס מפת הדרכים של המועצה העולמית לבנייה ירוקה ובישתוף בעלי עניין מכלל סקטור הבנייה	בעלי מבנים יזמים דיירי מבנים	מפת הדרכים של המועצה לבנייה ירוקה בניו- זילנד

10. לקראת גיבוש מפת דרכים לאיפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה בישראל

10.1. רציונל

ההשפעה הסביבתית של סקטור הבנייה רחבת היקף. על פי הערכות מבנים אחראים לכ-60% מכלל צריכת החשמל, לכ-30% מכלל צריכת האנרגיה ולכשליש מסך הפליטות. ההשפעה הסביבתית של סקטור הבנייה צפויה עוד לעלות בעתיד לאור הגידול באוכלוסייה, בהיקפי הבנייה ובמלאי המבנים. על מנת לעמוד ביעדי ההפחתה הגלובליים שנקבעו בוועידת פריז וביעדים הלאומיים שהוגדרו על ידי ממשלת ישראל נדרש לבצע בסקטור הבנייה שינוי עמוק. שינוי זה מחייב הטמעת חשיבה מעגלית אשר תסייע להגדיל את היעילות שבה נעשה שימוש באנרגיה ובחומרי הגלם לאורך כל שרשרת הייצור של מבנים. לשם כך נדרשים צעדי מדיניות שאפתניים שמתייחסים לשלבים השונים בשרשרת הייצור: שלבי התכנון והעיצוב, שלבי הבנייה והפיתוח, שלב התפעול ושלבי ההריסה או הפירוק. בכל שלב נדרשת מעורבות ופעילות של כלל בעלי העניין בסקטור הבנייה.

כפי שנסקר מוקדם יותר במסמך זה, מפות דרכים מהוות בשנים האחרונות כלי מרכזי בידי מדינות וגופים שאינם מדינתיים לקידום יעדי קיימות והתייעלות ארוכי טווח בסקטור הבנייה. מפות הדרכים מגדירות נושאים, אמצעי פעולה, יעדים וסדרי עדיפויות עבור שחקנים שונים בסקטור הבנייה אשר יחד מביאים לידי ביטוי הטמעה של ראייה רחבה המתייחסת לכלל מחזור החיים של מבנים. מפות הדרכים מסייעות להכווין קבלת החלטות ותומכות בפיתוח אסטרטגיות ומדיניות. הן מגובשות סביב חזון משותף, תוך גיוס ורתימת בעלי עניין מגוונים מכלל הסקטור ותוך יצירה שפה משותפת ואחידה. במסגרת התהליך מפותחים כלי עזר ביניהם מדדים לבחינת ביצועים אנרגטיים של חומרים, מערכות ומבנים, ונבנה בסיס מידע רלוונטי ומתעדכן המאפשר בקרה, שקיפות נתונים, הגדרת יעדים, למידה ושיפור על פני זמן.

10.2. תפקיד המועצה הישראלית לבנייה ירוקה

חזון המועצה הישראלית לבנייה ירוקה הוא להוביל שיתופי פעולה ליצירת מרחב בנוי, מתקדם, בריא ובר קיימה בישראל, תוך הצבת יעדים לאיפוס פחמן, אנרגיה, מים, ופסולת כמענה למשבר האקלים. המועצה פועלת למעלה מעשור על מנת להטמיע קיימות בסקטור הבנייה החל מהתייחסות לבניין הבודד דרך תכנון סביבות מגורים ועד למרחב הציבורי העירוני. על רקע הצורך הדחוף לספק מענה למשבר האקלים, הציבה המועצה יעדים שאינם מסתפקים בהטמעה של היבטי קיימות אלא מיועדים להביא לשינוי אסטרטגי עמוק בסקטור הבנייה אשר יהפוך אותו מסקטור מזהם בעל השפעה סביבתית רחבת היקף לסקטור מאופס פחמן. מטרה זו מתכתבת עם המדיניות אותה מקדמת ממשלת ישראל בשנים האחרונות כפי שבאה לידי ביטוי במספר החלטות ממשלה מרכזיות שנסקרו בעבודה זו, אך תוך קביעת חזון ויעדים שאפתניים אשר יביאו לשינוי פרדיגמה והגדרת מתווה פעולה ברור וארוך טווח.

כפי שעולה מסקירת מפות הדרכים בעולם, לחברה האזרחית בכלל, ולמועצות לבנייה ירוקה בפרט, תפקיד חיוני בהובלת התהליך, בגיוס וברתימת השחקנים השונים, ובגיוס מומחים ובעלי מקצוע שיסייעו בפיתוח הידע והכלים הנדרשים, בחינוך השוק ובהטמעת מיומנויות עדכניות. למועצה הישראלית לבנייה ירוקה ניסיון רב שנים בפעילויות חינוך והכשרה ובהובלת תהליכים לפיתוח כלים מקצועיים והיא משמשת כפלטפורמה רב מגזרית המשלבת את המגזר העסקי, הציבורי, השלישי והאקדמי. ככזו, למועצה הישראלית לבנייה ירוקה תפקיד מפתח בתהליך גיבושה של מפת דרכים לאיפוס אנרגטי בסקטור הבנייה הישראלי.

10.3. מיפוי ראשוני של בעלי העניין המרכזיים בסקטור הבנייה הישראלי

כאמור, התהליך לגיבוש מפת דרכים מחייב יצירת שיתופי פעולה עם בעלי העניין על פני כל שרשרת הייצור של מבנים בישראל. בכלל זה קובעי מדיניות, גופים רגולטוריים, יזמי בנייה, אנשי מקצוע בתחומי הבנייה, גופי מימון ועוד. לצורך כך, במסגרת מפת הדרכים יש לבצע מיפוי של בעלי העניין הרלוונטיים בשלבים השונים של התהליך. להלן מיפוי ראשוני של בעלי העניין לקראת גיבושה של מפת הדרכים.

ניתן לחלק את בעלי העניין בסקטור הבנייה הישראלי ל-8 קבוצות עיקריות כפי שמתואר בתרשים הבא:

קבוצות בעלי העניין המרכזיות בסקטור הבנייה בישראל



בכל קבוצה פועלים מגוון בעלי עניין. כאמור, חשוב מאוד לרתום את בעלי העניין ולייצר מסגרת פעולה מוסכמת. עבור כל אחד מבעלי העניין יש לגבש תוכנית פרטנית שתאפשר להם למלא את חלקם בהשגת יעדי מפת הדרכים. התוכנית תכלול מסגרת פעולה ברורה, סל פעולות לביצוע בטווחי זמן משתנים ויעדים מוסכמים.

להלן טבלה ובה מיפוי ראשוני של בעלי העניין המרכזיים בכל קבוצה:

מיפוי ראשוני של בעלי העניין המרכזיים בכל קבוצה

קובעי מדיניות	בנייה	חומרים, מוצרים ומערכות	לקוחות	הכשרה, חינוך והעלאת מודעות	מימון	ביצוע	מומחים ובעלי מקצוע
משרדי ממשלה	יזמי בנייה	יצרני חומרים וחברות תעשייה	שוכרי נכסים	אנשי הוראה והדרכה	בנק ישראל	משרדי ממשלה ורשויות מקומיות	אדריכלים, מהנדסים, מתכנני ערים, מעצבים וכיו"ב
רשויות מקומיות, פורום ה-15, מרכז השלטון המקומי	קבלנים	יבואנים ומשווקים	דיירי מבנים	ארגונים ללא מטרת רווח	בנקים מסחריים	גופי תשתית: חברת חשמל, תאגידי מים, חברות גז, חברות אנרגיה	יועצי אנרגיה, סביבה ובנייה ירוקה
מוסדות התכנון	מנהלי עבודה ומפקחי בנייה	חברות אנרגיה ואנרגיה מתחדשת, גופים		אמצעי תקשורת	גופים פיננסיים	יזמי תכנון: רמ"י, משב"ש, דירה	ארגונים מקצועיים: איגודי האדריכלים, אדריכלי

הנוף, המהנדסים, המתכננים, יועצי בנייה ירוקה וכיו"ב	להשכיר, עמידר				קשורים לאקו-סיסטם		
חברות תחזוקה, חברות ניהול מערכות ותשתיות			משפיעני רשת		גורמי חדשנות טכנולוגית: רובוטיקה, חיישנים, הדפסות תלת-ממד, אוטומציה, דיגיטציה	פועלי בנייה	
מנהלי תפעול ותחזוקה			אקדמיה			ארגונים מקצועיים, התאחדות בוני הארץ	
						מכון התקנים, מכוני בקרה	

10.4. מיפוי ראשוני של נושאים להתייחסות במפת הדרכים

ככלל, הנושאים הנכללים במסגרת מפות הדרכים הלאומיות מבוססים על שלושה מקורות מרכזיים: (1) המאפיינים, התנאים הרגולטיביים, מקורות הפליטה הבולטים והצרכים הפרטניים בכל מדינה; (2) מפת הדרכים של המועצה העולמית לבנייה ירוקה ומסמכים בינלאומיים אחרים, בכלל זה אמנות והסכמים בינלאומיים עליהם חתומות המדינות ומסגרות הפעולה והיעדים הנגזרים מהם; (3) נושאים נוספים שעולים ומקבלים ביטוי כחלק מתהליך השיתוף ורתימת השותפים לתהליך.

בתהליך גיבוש מפת הדרכים לסקטור הבנייה הישראלי יוגדרו הנושאים הרלוונטיים להתייחסות. יחד עם זאת, מוצעים כבר כעת כמה נושאים חשובים שפעילות משמעותית בהם הכרחית על מנת לייצר שינוי אסטרטגי ועמוק בסקטור הבנייה:

תכנון עירוני: לתכנון העירוני השפעה גדולה על השימוש באנרגיה ועל הפליטות שנוצרות כתוצאה מהשימוש במרחב, מתחבורה ומהליכי הבנייה והשימוש במבנים. על מדיניות התכנון העירוני לשקלל מטרות ארוכות טווח ולתמוך באיפוס פליטות פחמן במרחב הבנוי. זאת במיוחד לאור העלייה הצפויה בצפיפות העירונית בישראל וההערכה כי עד שנת 2050 ישראל צפויה להפוך למדינה הצפופה ביותר בעולם. בכוחו של התכנון העירוני לעודד למשל בנייה של מבנים יעילים יותר, ייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים, קידום הליכתיות ושימוש באמצעי תחבורה אלטרנטיביים, הצללת המרחב לטובת שימוש מופחת באמצעי קירור ופיתוח כלכלה מקומית דלת פחמן.

בנייה חדשה: לבנייה חדשה השפעה משמעותית במיוחד על צריכת האנרגיה וכמות הפליטות בישראל. זאת, לאור הגידול באוכלוסייה והצפי להכפלתה עד שנת 2065 ולאור היקפי הבנייה החדשה הנדרשים כמענה לכך. על פי התוכנית האסטרטגית לדוור, צרכי הבינוי של מדינת ישראל מכתיבים כי בין השנים 2020-2040 ייבנו כ-1.2 מיליון יחידות דיור חדשות. במסגרת מפת הדרכים מוצע לגבש מתווה פעולה

הדרגתי לאיפוס פליטות פחמן בכל הבנייה החדשה. האיפוס יתייחס לפליטות פחמן אופרטיביות וגם לפחמן הגלום. בנייה מאופסת פחמן תצמצם את צריכת האנרגיה במבנים ותגדיל את שיעור הפקת אנרגיה ממקורות מתחדשים במרחב הבנוי. לשם כך יש לבחון פעולות כגון פיתוח ויישום של תקינה מחייבת והקשחה הדרגתית של התקינה לאורך זמן, הגדרת תנאי סף ליעילות אנרגטית של מבנים וקידום ערוצי פעולה שיעודדו ייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים. יש ליישר קו עם מגמות תקינה בינלאומית בנושא ולהניח את הבסיס לבחינה ולמדידה של פליטות מזהמים וגזי חממה ולצמצומן תוך הסתכלות הוליסטית על איפוס פחמני לאורך חיי המבנה. על ארגונים מובילים במשק והמגזר הציבורי להוביל את השוק באמצעות מדיניות מוצהרת לבנייה חדשה מאופסת פחמן.

בנייה קיימת: נכון ליולי 2022 היו בישראל כ-2.85 מיליון דירות/יחידות דיור למגורים.⁴⁹ חלק גדול ממלאי הבנייה הקיים מורכב ממבנים ישנים ורעועים בעלי יעילות אנרגטית נמוכה. בנוסף ישנם עוד מאות אלפי מבנים שאינם למגורים כגון מוסדות ציבור, מבני תעשייה, מבני משרדים וכיו"ב. חלק מהמבנים הללו יהרסו וייבנו מחדש אך רבים מהם יישארו על כנם עוד שנים רבות. על כן יש לפעול להתייעלות האנרגטית של הבנייה הקיימת ולפתח אסטרטגיות פעולה בהתאם. על פי מפת הדרכים של המועצה העולמית לבנייה ירוקה במדינות מתועשות נדרש כי 2-3 אחוז ממלאי המבנים הקיימים יעברו התייעלות אנרגטית בכל שנה. ההתייעלות האנרגטית צריכה להיות משמעותית ולהגיע להפחתה של 30-50 אחוזים ויותר מהאנרגיה הנצרכת.⁵⁰ התייעלות אנרגטית במבנים קיימים ניתן להשיג במגוון אמצעים החל משיפוץ המבנה, דרך החלפת מערכות, התקנת מערכות לבקרת אנרגיה, ייצור אנרגיה מתחדשת ועוד.

תפעול ותחזוקה: פליטות המיוחסות לתפעול מבנים מהוות את החלק הגדול ביותר במחזור החיים של מבנים. כ-68% מסך הפליטות הקשורות בצריכת אנרגיה במבנים הינן פליטות תפעוליות לטובת איקלום, חימום מים, תאורה, הפעלת מכשירי חשמל ובישול וכיו"ב. פליטות ישירות ועקיפות מחשמל ומחום המשמשים בבניינים עלו במידה משמעותית בשנת 2021 והגיעו לרמה הגבוהה ביותר שנרשמה אי פעם. כמה גורמים תרמו לעלייה זו, בהם ביקוש גובר לאנרגיה לחימום ולקירור בשל הגידול במספר המזגנים, וכן שכיחות גוברת של אירועי מזג אוויר קיצוניים.⁵¹ יש לעודד התייעלות של מכשירים ומערכות המשמשים במבנים. לשם כך ניתן לקבוע תקנים לביצועי אנרגיה מינימליים (MEPS) וכן לעודד עמידה ביעדים אנרגטיים משופרים. כמו כן, כלים טובים יותר לניהול אנרגיה ובניית יכולות בקרב הצוותים האמונים על תפעול ותחזוקה עשויים להפחית את כמות האנרגיה הנדרשת וכך גם את כמות הפליטות. בכלל זה מוצע לקדם התקנה של מערכות ניהול אנרגיה ושימוש בחיישנים ובמערכות בקרה חכמות השולטות בטמפרטורה, תאורה ואוורור ומבצעות מדידה של האנרגיה הנצרכת. כמו כן יש לקדם הנגשת נתונים ומידע שיסייעו לשפר קבלת החלטות תפעוליות.

חומרים ומוצרים: ענף הבנייה בישראל צורך יותר מחמישים מיליון טונות חומר גלם בשנה. תמ"א 14ב' (תוכנית מתאר ארצית לכרייה וחציבה) אומדת את הדרישה העתידית בכ-3.1 מיליארד טונות חומרי גלם עד שנת 2040.⁵² לטובת הפחתת ההשפעה הסביבתית של חומרי ומוצרי בנייה אין מנוס מאימוץ והטמעת תפיסה המייעלת את השימוש בחומרי גלם ומצמצמת את ההשפעות הסביבתיות בכל מחזור החיים שלהם. יש לתת דגש לקידום כלכלה מעגלית, תכנון לפירוק, תכנון לשימוש מופחת בחומרי גלם, שימוש

⁴⁹ הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, דירות ומבנים בישראל, הודעה לתקשורת 19.1.2023. [\(קישור\)](#)

⁵⁰ Audrey Nugent et al, EU Policy Whole Life Carbon Roadmap, WGBC, 2022

⁵¹ United Nations Environment Program, 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. [\(Link\)](#)

⁵² חברת אביב ולרמן אדריכלים מתכנני ערים, תמ"א 14 ב' - תוכנית מתאר ארצית לכרייה וחציבה, משרד הפנים ומנהל התכנון, 2010

בחומרי בנייה ממוחזרים, חומרי בנייה של יצרנים המפגינים אחריות יצרן מורחבת וניהול פסולת הבנייה הנוצרת בתהליך הבנייה. חשוב להגדיל את הביקוש למוצרים ולחומרים בעלי טביעת רגל פחמנית נמוכה. לצורך זה יש לתרגט יזמים, קבלנים ומקבלי ההחלטות בתחום הרכש. יש לפעול להעלאת המודעות ולחינוך השוק באמצעות הכשרות והפצת מידע על חומרים, מוצרים וטכנולוגיות חדשות.

פסולת הבנייה: ניתן לשייך נושא זה לחומרים ומוצרים או להעמיד אותו בפני עצמו. היקף פסולת הבנייה הנוצרת בישראל עומד על כ-6.2 מיליון טונות בשנה, וכמות זו גדלה בכ-1% מדי שנה. כ-40% מפסולת הבנייה מקורה בבנייה חדשה, כ-32% מעבודות שיפוץ בבנייה קיימת, כ-16% מהריסה של מבנים וכ-12% מפרויקטי תשתית.⁵³ מכלל פסולת הבנייה המיוצרת בשנה רק כ-4 מיליון טונות פסולת נקלטות במתקני המחזור (60%) ורובה מוחזרת כחומרי גלם ממוחזרים לתוך ענף הבנייה (86%). כ-0.55 מיליון טונות פסולת בנייה מועברות להטמנה (14%) וכ-1.2 מיליון טונות (40%) אינן מגיעות לאתרים מוסדרים כלל. כך למעשה קיימת פסולת בנייה בהיקף של כ-2.65 מיליון טונות בשנה שאפשר לנתב בחזרה לענף הבנייה.⁵⁴ מגמה משמעותית שיש לתת עליה את הדעת היא מימוש תוכניות התחדשות עירונית (פינוי ובינוי). כאמור, על פי התוכנית האסטרטגית לדזור, צורכי הבינוי של מדינת ישראל מכתבים כי בין השנים 2020-2040 ייבנו כ-1.2 מיליון יחידות דיור חדשות. התוכנית קובעת כי ללא התחדשות עירונית בהיקפים גדולים לא יהיה ניתן לתת מענה לצרכים אלו ולכן קובעת עלייה הדרגתית משיעור של כ-12% של התחדשות עירונית בשנת 2017, עד ליעד של כ-46% בשנים 2036-2040. מדובר במגמה משמעותית שתייצר זרם של חומרים ממבנים שיהרסו, והיא מעלה את הצורך האסטרטגי בניצול ובשימוש של אותם חומרים בהליכי בינוי ופיתוח חדשים.

אנרגיה מתחדשת: במסגרת החלטת ממשלה 465 מיום 25.10.2020, קבעה ממשלת ישראל כי עד שנת 2030 לכל הפחות 30% מייצור החשמל בישראל יהיה ממקורות מתחדשים. בנוסף קבעה הממשלה יעד ביניים של 20% עד שנת 2025.⁵⁵ השימוש במקורות אנרגיה מתחדשים תורם להפחתה בייצור האנרגיה ממקורות מתכלים ומזהמים, לצמצום פליטות גזי חממה ולהגדלת הביטחון האנרגטי של המשק. אין אפשרות להגיע לאיפוס אנרגטי בסקטור הבנייה ללא שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים. כפי שעולה גם מסקירת מפות הדרכים בעולם, מעבר לייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים באופן רחב היקף (באתר עצמו, או מחוצה לו) הינו אבן יסוד בתהליך. ערוצי הפעולה העיקריים למימוש בסקטור הבנייה בישראל הינם התקנה של פאנלים סולאריים בגגות המבנים ובחזיתות (BIPV), התקנת הצללות סולאריות בשטחי פנאי כגון מגרשי ספורט, גינות וכד', ניצול תשתיות ושימושים קיימים ומתוכננים לייצור אנרגיה (דרכים, בריכות דגים, מתקנים לטיפול שפכים, שטחים כלואים וכיו"ב) והתקנת מערכות לייצור אנרגיה סולארית בשטחים פתוחים וחקלאיים. כמו כן מוצע לשלב פתרונות אגירת חשמל להפחתת עומסים, ייצוב רשת החשמל והגדלת החוסן העירוני והיערכות הרשות למצבי חירום.

חוסן: הגברת החוסן משמעותה חיזוק המערכות הפועלות בעיר באופן שיביא לייעול תפקודן בשגרה ובחירום והפחתת סיכוני הבנייה הקשורים לשינויי האקלים. התהליך כולל את חיזוק המוכנות הכלל מערכתית למצבי חירום ומשבר, תוך הגברת העמידות וצמצום הפגיעות. המונח חוסן לקוח מעולם האקולוגיה ומגדיר את מסוגלותה של מערכת לשוב לשיווי משקל לאחר זעזוע ולתפקד באופן בריא ועצמאי. בהקשר זה מוצע כי מפת הדרכים תקדם למשל שימוש בשיטות בנייה ובחומרים שיספקו עמידות

⁵³ כימות התועלות מיישום כלכלה מעגלית בענף הבנייה, חברת Ecofinance ומינהל תעשיות במשרד הכלכלה, 2020. (קישור)

⁵⁴ נועם קציר, קידום כלכלה מעגלית במגזר הבנייה: מקרה בוחן תעשיית הגבס, מרכז מילקן לחדשנות, 2021. (קישור)

⁵⁵ ממשלת ישראל, החלטת ממשלה מס' 465: קידום אנרגיה מתחדשת במשק החשמל ותיקון החלטות ממשלה, מיום 25.10.2020. (קישור)

בפני אסונות טבע ואירועי מזג אוויר קיצוניים. ממד נוסף קשור לניהול נגר בעת ימים גשומים. היקפי הבינוי הגדולים והעלייה בצפיפות העירונית מובילים לעלייה בשטחים אטומים שאינם מאפשרים חלחול מי הנגר. זאת, לצד העלייה במספר אירועי הגשם הקיצוניים הגורמים להצפות, מחייבים אסטרטגיה מערכתית לניהול מי הנגר. כמו כן יש להתייחס לעלייה הצפויה בביקוש לקירור לאור העלייה החזויה של הטמפרטורה בעולם. בהקשר זה ניתן לעודד למשל תכנון המתייחס לאמצעי קירור פסיביים, מתן דגש להצללות טבעיות ומלאכותיות וכיו"ב.

עידוד חדשנות ומצוינות: על מפת הדרכים לקדם שינוי תפיסתי לבנייה איכותית יותר וליצירת תרבות המעודדת חדשנות מחשבתית, תהליכית, ארגונית וטכנולוגית. על מפת הדרכים לעודד נורמות עבודה הכוללות ביצוע בדיקות בשטח, תחקור, שיפור ותפיסה של מבנה כמוצר הנמדד לאורך שנים. במסגרת זו יש לפתח תשתית מדידה של ביצועי בניינים בפועל, ויצירת מאגר נתונים שיהווה בסיס לגביו ניתן יהיה למדוד חידושים ושיפורים.

10.5. דגשים אחרונים

להלן מספר דגשים נוספים שעלו מהמחקר, אליהם מוצע להתייחס בתהליך לגיבוש מפת דרכים לאיפוס פליטות פחמן בסקטור הבנייה הישראלי.

גיבוש חזון משותף והגדרת יעד אסטרטגי: מוצע כבר בתחילת התהליך לפעול לגיבוש חזון משותף לכלל בעלי העניין בסקטור הבנייה. כפי שעולה מתהליכים דומים שבוצעו בעולם, גיבוש חזון משותף יסייע ליצור מחויבות של המשתתפים לקיום התהליך וליישומו בפועל. רוב מפות הדרכים מגדירות את החזון סביב יעד מרכזי כאשר היעד הנפוץ הינו השגת איפוס פחמן בסקטור הבנייה עד שנת 2050. מהיעד המרכזי נגזרים יעדים לטווחי ביניים כגון לשנים 2030 ו-2040, ויכולים להיגזר יעדים בתחומים פרטניים כגון עבור בנייה חדשה, מלאי הבנייה הקיים, רכש חומרים ומוצרים וכיו"ב.

רתימת שותפים ויצירת שיתופי פעולה: מוצע כי גיבוש החזון, וכן כלל התהליך, יתבצע תוך ניסיון לרתימה וגיוס של שותפים ויצירת קונצנזוס רחב ככל הניתן. מפות הדרכים הינן לרוב תוצר של שיתוף פעולה בין-מגזרי והן מגובשות בתהליך עדין בו יש חתירה ליעדים שאפתניים אך תוך רצון להשגת הסכמה רחבה. רתימת השותפים הינה תהליך מתמשך אשר מתחיל בראשית היוזמה להכנת מפת דרכים ונמשך עד השגת היעדים שהוגדרו. קיימת חשיבות מיוחדת לרתימה של מקבלי החלטות והגורמים הבכירים במשרדי הממשלה הרלוונטיים, היות ורבים מהנושאים אותם נדרש לקדם מעוגנים ברגולציה הלאומית.

הגדרת מתווה פעולה פרטני לבעלי העניין: מוצע כי מפת הדרכים תגדיר את בעלי עניין המרכזיים בסקטור הבנייה ותגבש עבור כל אחד מהם תוכנית פעולה פרטנית שתכלול סל פעולות לביצוע בטווחי זמן משתנים ועד שנת היעד של הפרויקט. ההתייחסות הפרטנית לכל קבוצת בעלי עניין מאפשרת מיקוד בפעולות רלוונטיות ומסייעת ברתימת בעלי העניין לתהליך. על כל תוכנית פעולה לכלול פירוט של הפעולות, הכלים, לוחות הזמנים והיעדים הנדרשים. כאמור, ניתן לגבש קבוצות עבודה נושאות בדומה לתהליך שבוצע בגיבוש התוכנית האסטרטגית להצללה באמצעות עצים או בדומה לתהליך גיבושה של מפת הדרכים בבירטניה כפי שנוהל על ידי המועצה הבריטית לבנייה ירוקה. במפת הדרכים הבריטית הפעולות והיעדים בכל נושא גובשו בתהליך שכלל סדנאות עבודה, התייעצות שוטפת עם כלל בעלי העניין ובהלימה עם מאפייני וצרכי הסקטור, יעדי המדיניות הלאומיים וההתחייבויות הבינלאומיות.

מחקר ופיתוח: הליכי מחקר ופיתוח הם קריטיים בתהליך גיבושה של מפת דרכים. מפות דרכים שגובשו בעולם כללו עבודות מחקר מעמיקות שבחנו תרחישים שונים במטרה להגיע ליעדי ההפחתה כאשר בכל תרחיש נבחנו מודלים שונים ששיקפו דרכי פעולה בתמהיל משתנה. המחקר מסייע בזיהוי השינויים הרגולטיביים, הטכנולוגיים, הכלכליים והפעולות הענפיות הנדרשות כדי להגיע ליעדים. על בסיס עבודת המחקר, ובשיתוף בעלי עניין מכלל סקטור הבנייה, פותחו האסטרטגיות המרכזיות, גובשו סדרת הפעולות והוגדרו לוחות הזמנים ליישום. כמו כן, במסגרת מפות הדרכים מפותחים כלים מבוססי מחקר שתפקידם לסייע במימוש הפעולות, במדידת האפקטיביות שלהן ובשיקוף של הנתונים. במסגרת התהליך נבנים מסדי נתונים ומתבצע איגום של ידע מעשי אשר מהווים מכפיל כוח לקידום הנושאים השונים ומימוש היעדים.

העלאת מודעות ופיתוח מיומנויות מקצועיות: אחד הנושאים המשמעותיים להשגת היעדים כפי שבא לידי ביטוי במפות הדרכים שנסקרו במסמך קשור להעלאת המודעות, בניית יכולות השחקנים ולשיפור מתמיד במיומנויות המקצועיות. מטרות אלו מושגות באמצעות הפצת הידע, למידת עמיתים וקיום הכשרות מסוגים שונים כגון קורסים, ימי עיון, סדנאות מקצועיות, סיורים וכיו"ב. פעולות אלו מתבצעות בדרך כלל על ידי גופים רלוונטיים במגזר השלישי בשיתוף גורמים במגזר הציבורי, האקדמיה והתעשייה. כמו כן יש לפעול ליצירת שיתוף פעולה עם גורמי אקדמיה במטרה להביא להטמעת תכנים מקצועיים בקורסים ובמסלולי הלימוד במוסדות להשכלה גבוהה. אלו יסייעו להעלות את המודעות ואת הידע המקצועי בקרב אנשי המקצוע וליצור שינוי חיובי ארוך טווח.

11. מקורות

- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, דירות ומבנים בישראל, הודעה לתקשורת 19.1.2023.
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, תחזית אוכלוסיית ישראל עד שנת 2065, הודעה לעיתונות, 2017.
- המשרד להגנת הסביבה, אמצעים להפחתת פליטות גזי חממה וחיסכון אנרגטי עבור מגזר המבנים, ינואר 2017.
- הרץ נגה, מבנים מאופסי אנרגיה בישראל, משרד האנרגיה והמועצה הישראלית לבנייה ירוקה, 2022
- זסיק אלון ושרון רהב, היערכות מדינת ישראל לשינוי אקלים, דוח מס' 1, המשרד להגנת הסביבה, המנהלת להיערכות לשינויי האקלים, 2021.
- חברת אביב ולרמן אדריכלים מתכנני ערים, תמ"א 14 ב' - תוכנית מתאר ארצית לכרייה ולחציבה, משרד הפנים ומנהל התכנון, 2010
- חברת Ecofinance, כימות התועלות מיישום כלכלה מעגלית בענף הבנייה, מינהל תעשיות במשרד הכלכלה, 2020.
- יוסף יצחק ואחרים, מגמות באירועי מזג אוויר קיצוניים בישראל, השירות המטאורולוגי, 2016.
- יוסף יצחק ואחרים, מגמות השינוי בטמפרטורה בישראל, תחזיות עד 2100, השירות המטאורולוגי, 2020.

יוסף יצחק ואחרים, שינוי האקלים בישראל מגמות עבר ומגמות חזויות במשטר הטמפרטורות והמשקעים, השירות המטאורולוגי, 2019.

לינק אביאל, ממודל עסקי לינארי למודל מעגלי: משמעויות ותועלות לחברות תעשייה, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה והמשרד להגנת הסביבה, 2018.

ממשלת ישראל, החלטת ממשלה מס' 465: קידום אנרגיה מתחדשת במשק החשמל ותיקון החלטות ממשלה, 25.10.2020.

ממשלת ישראל, החלטת ממשלה מס' 542: הפחתת פליטות גזי חממה וייעול צריכת האנרגיה במשק, 20.09.2015.

ממשלת ישראל, החלטת ממשלה מס' 1403: תוכנית לאומית ליישום היעדים להפחתת פליטות גזי חממה ולהתייעלות אנרגטית, 10.04.2016.

ממשלת ישראל, החלטת ממשלה מס' 1504: גיבוש תוכנית לאומית להפחתת פליטות גזי חממה, 14.03.2010.

ממשלת ישראל, החלטת ממשלה מס' 4079: היערכות ישראל להסתגלות לשינויי אקלים: יישום ההמלצות לממשלה לאסטרטגיה ותוכנית פעולה לאומית, 29.07.2018.

פלדי נדב, קידום כלי מדיניות למדידה ולהפחתה של הפחמן המגולם בענף הבנייה בישראל, מכון ירושלים למחקרי מדיניות ומרכז מילקן לחדשנות, עבור אגף בנייה ירוקה תקינה ותווי, המשרד להגנת הסביבה, 2022.

ציפורי אסף ואחרים, מגמות בגשם כבד בישראל בתקופה 1951-2021, השירות המטאורולוגי, 2022.

קציר נועם, קידום כלכלה מעגלית במגזר הבנייה: מקרה בוחן תעשיית הגבס, מרכז מילקן לחדשנות, 2021.

Architecture 2030, Roadmap to Zero Emissions, 2014.

Audrey Nugent et al, EU Policy Whole Life Carbon Roadmap, WGBC, 2022.

Bilbao Figuro Ander & Joaquim Arcas-Abella, Whole life carbon roadmap for a decarbonized built environment in Spain, GBCe, 2022.

GBCA, A Climate Positive Roadmap for the built environment: For buildings and fitouts, Green Building Council Australia, 2021.

IGBC, Building a Zero Carbon Ireland: A roadmap to decarbonise Ireland's Built Environment across its Whole Life Cycle, 7th of October 2022.

International Energy Agency, GlobalABC Roadmap for Buildings and Construction 2020-2050: Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC), UN Environment Programme, 2020.

NZGBC, A Zero Carbon Road Map for Aotearoa's Buildings, 2020.

O'Hegarty Richard et al, Whole Life Carbon in Construction and in the Built Environment in Ireland, for the IGBC, October 2022.

UKGBC, Net Zero Whole Life Carbon Roadmap: A Pathway for the UK Built Environment. UK Green Building Council, 2021, London, UK.

UKGBC, Net Zero Whole Life Carbon Roadmap: Stakeholder Action Plans Green Building Council, 2021, London, UK.

United Nations Environment Program, 2022 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector.

Victoria Kate Burrows, Advancing Net Zero Whole Life Carbon: Offsetting Residual Emissions from the Building and Construction Sector, WGBC, 2021.

WGBC, Bringing Embodied Carbon Upfront, 2019.

WGBC, The 2019 Global Status Report for Buildings and Construction Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector, 2019.

UKGBC: <https://www.ukgbc.org/>

WGBC Net Zero Carbon Buildings Commitment: <https://worldgbc.org/thecommitment/>

WGBC, Advancing Net Zero: <https://worldgbc.org/advancing-net-zero/advancing-net-zero-whole-life-carbon/>

Architecture 2030 Challenge: https://architecture2030.org/2030_challenges/2030-challenge/

C40 knowledge hub: https://www.c40knowledgehub.org/s/?language=en_US