

מסמך עמדה VII ספטמבר 2011

# סדרי עדיפות לאומית בתחום איכות הסביבה בישראל הטיפול בסוגית גזי החממה בישראל

המסמך הוכן בשיתוף  
המשרד להגנת הסביבה

מוסד שמואל נאמן  
למחקר מדיניות לאומית



הטכניון  
מכון טכנולוגי לישראל



המשרד להגנת הסביבה



## מבוא

1

מוסד נאמן הוקם בשנת 1978, ביוזמת מר שמואל נאמן. מטרת המוסד ודרך פעולתו פורטו במסמכי ההקמה: "מוסד נאמן נועד לסייע בחיפוש פתרונות לבעיות הלאומיות בתחום הפיתוח הכלכלי, המדעי והחברתי במדינת ישראל", "בחירת נושאי הפעילות תותנה ע"י השאיפה לעידוד פתרון בעיות המדינה לטווח הבינוני והארוך, תוך ניצול מאגר כח האדם המדעי והטכנולוגי הנמצא בטכניון וגיוס צוותות המורכבים מאנשי הטכניון ומחוצה לו לתקופות מוגבלות אשר ירכזו מאמציהם בנושאים שנקבעו".

להשגת יעדים אלה מקדם מוסד נאמן מחקרי מדיניות ומדיניות מו"פ מתוך כוונה לגבש על בסיסם ניירות עמדה ומסמכי מדיניות, אשר יובאו לפני הציבור המקצועי וציבור קובעי המדיניות, ויציגו בפניהם חלופות שונות לקבלת החלטות.

## ייעוד והיקף הפעולה

2

הדגש העיקרי בפעילות המקצועית במוסד נאמן הוא באותם תחומים שהם בפן הביניים, שבין מדע וטכנולוגיה, בין כלכלה וחברה. הפעילות בתחומים אלה הינה חשובה היום יותר מאשר אי פעם בעבר, וזאת משום שבתקופתנו המדע והטכנולוגיה הם הכוח המניע לקידום ושגשוג כלכלי ויש להם השפעה מהותית על איכות החיים ועל מגוון היבטים חברתיים. זה הייחוד של מוסד נאמן כמכון למחקרי מדיניות. היבט חשוב נוסף לפעילות בתחומי ביניים אלה אמור להיות האימפקט שלהם על המחקר המדעי והטכנולוגי ועל קביעת סדרי עדיפות בתחומים אלה. קשרי הגומלין ההדוקים בין מדע וטכנולוגיה ובין כלכלה ובין חברה יוצרים מערכת מורכבת של היזונים הדדיים וכתוצאה מכך ההתפתחות המדעית והטכנולוגית כיום אינה מתנהלת בדרך עצמאית לחלוטין כפי שהיתה בעבר הלא רחוק. היא מושפעת בצורה גוברת והולכת על ידי צרכים כלכליים וחברתיים. לפיכך, ההבנה של קשרי גומלין אלה הינה אלמנט חשוב נוסף בקביעת מדיניות מחקר ותחומי מחקר באוניברסיטאות ובמכוני המחקר.

## מבנה ודרך פעולה

3

מוסד נאמן ממוקם בתוך קמפוס הטכניון ונהנה מהתשתית של מוסד זה. יחד עם זאת, מוסד נאמן הינו גוף עצמאי מבחינה משפטית ומנהלית. מבנה זה מאפשר פעולה יעילה למילוי ייעודיו בכל הקשור לגמישות בהרכבת צוותי חוקרים ומומחים, הכוללים גם נציגים מאוניברסיטאות וגופים מחוץ לטכניון, הדרושים לפעילות הבין-תחומית.

## פעילות מקצועית

4

סקירות של פרויקטים שונים, שבוצעו במוסד נאמן, מוצגות בדיווחים השנתיים המופצים בציבור. חומר זה ופרסומים אחרים מוצגים באתר האינטרנט של המוסד [www.neaman.org.il](http://www.neaman.org.il) תחום מחקרי מדיניות לאומית הקשורים במדע ובטכנולוגיה הינו גרעין הפעולה של מוסד נאמן. הוא משתלב בפעילויות יישום ופעולות משלימות נוספות, שעיקרן הוא יצירת קשר עם השטח, בכל הקשור לנתונים הנדרשים למחקרי מדיניות, שמטרתן ליצור תודעה בציבור המקצועי ובציבור מקבלי ההחלטות כדי ליישם את מחקרי המדיניות. הפעילות במחקרי מדיניות מקיפה ארבעה תחומים עיקריים: מדע- טכנולוגיה- כלכלה; סביבה, תשתיות ותכנון לאומי; טכנולוגיה וחברה; חינוך אוניברסיטאי, הון אנושי והתפתחויות מדעיות. פעילויות היישום כוללות, בין השאר, ייזום וניהול של השותפים האקדמיים בקונסורציה שבמסגרת מגנט ומאגרי מידע לשימוש החוקרים והציבור הרחב.

סדרי עדיפויות לאומית בתחום איכות  
הסביבה

---

# הטיפול בסוגית גזי החממה בישראל 2011

---

אין לשכפל כל חלק מפרסום זה ללא רשות מראש ובכתב ממוסד שמואל נאמן מלבד לצורך ציטוט של קטעים קצרים במאמרי סקירה ופרסומים דומים תוך ציון מפורש של המקור.

הדעות והמסקנות המובאות בפרסום זה הן על דעת המחברים ואינן משקפות בהכרח את דעת מוסד שמואל נאמן.

## דבר העורכים

אין צורך להכביר מלים על המקום המרכזי שתופסת סוגיית גזי החממה בסדר היום העולמי בשנים האחרונות. דו"חות מדעיים של הפאנל הבינממשלתי לשינוי אקלים (ה-IPCC), מתריעים על נקודת אל חזור באקלים העולמי. המדענים זיהו קשר ישיר בין פליטות גזי חממה ממקורות אנתרופוגניים, בעיקר ממגזר ייצור האנרגיה והתחבורה וכן, שינוי יעודי קרקע, בראש ובראשונה, כריתת יערות (ופגיעה בכושר קליטת הפחמן הדו חמצני ע"י הצמחייה), לשינויים אלה. במקביל, תופעות אקלים קיצוניות המתרחשות בשנים האחרונות בעולם, פותחות צוהר אל המציאות העתידית הצפויה, אם לא יערך שינוי דרמטי בדפוסי ההתנהגות.

סוגיית גזי החממה לא נפקדת גם מסדר היום הלאומי בישראל, אם כי הדרך עוד ארוכה ורבה. כבר בשנת 2000 פרסם מוסד שמואל נאמן הצעה לתכנית לאומית לטיפול בגזי החממה. במהלך העשור האחרון, צעדים מועטים בוצעו בכיוון. שנת 2010 היוותה שנת מפנה, במידה מסוימת, ברמת ההתייחסות של מדינת ישראל לאחריותה להפחית פליטות גזי חממה. תכנית לאומית ראשונה להפחתת פליטות גובשה על ידי ועדה בינמשרדית בראשות מנכ"ל משרד האוצר, ואושרה בתקציב של 2.2 מיליארד ש"ח לעשור הקרוב, בנובמבר 2010. תכנית זו נוגעת בסוגיות מהותיות והיא צעד ראשון וחשוב בכיוון הנכון. ברם, אין די בה, וכבר עכשו נדרשת עבודת המשך לטווח הרחוק יותר.

הפחתת פליטות גזי חממה, יעד הכרחי ורצוי כשלעצמו, כורך עמו תועלות רבות נוספות. הפעולות הנדרשות להפחתה יביאו עמן הקלה על משק האנרגיה, החסר רזרבות ייצור חשמל, צמצום פליטת מזהמים הגורמים לתחלואה, תועלות משקיות כלכליות, צמצום פערים חברתיים ועוד.

יודגש, כי לצד צמצום הפליטות, על ישראל להיערך כבר עתה להשלכות עתידיות של ההתחממות. חלקה של ישראל בסך הפליטות העולמי קטן יחסית, אך חלקה בפגיעות עתידיות עלול להיות בלתי פרופורציונלי – כמדינה חופית, עתירת מתקני תשתית חופיים, ודלה במשאבי מים וקרקע, ההשלכות הן לא פחות מקריטיות לקיומה של המדינה – מחסור במים, שריפות יער, קריסת תשתיות, הינם תרחישים לא בלתי-סבירים.

**פעולות בשני המישורים – הפחתת פליטות (mitigation) והערכות לשינויי אקלים (adaption), דורשות אומץ וחזון.** האומץ והחזון להחליט וליישם החלטות לטווח ארוך, החלטות שישאו פירותיהן הרבה לאחר תום הקדנציה הפוליטית של מקבל ההחלטה. האומץ והחזון לקחת אחריות על תהליך הכרוך במידה גבוהה של חוסר ודאות, לעסוק בסוגיה שאינה סוגיה ישראלית 'קלאסית', כמו בטחון. פעולות אלה אינן עוד בגדר מותרות ובחירה.

המסמך המוגש להלן, אשר הוכן ע"י צוות הסביבה והאנרגיה במוסד נאמן בסיועם של ד"ר מרים וד"ר פרי לב-און מקבוצת לב-און, המרכז לחקר משאבי טבע וסביבה באוניברסיטת חיפה, וחברת כיוון לייעוץ כלכלי-סביבתי, פורש את הרקע, האתגרים, העדיפויות לפעולה וכן את החוסרים והחסמים למימוש פוטנציאל ההפחתה של פליטות גזי חממה בישראל.

הצוות כולו שימש במהלך שנת 2010 כצוות הלווי המקצועי של הוועדה הבינמשרדית בראשות מנכ"ל משרד האוצר, שעסקה בנושא.

עם זאת, אנו חשים כי התוכנית שהוכנה היא אכן התחלה חיונית וחשובה למימוש ההפחתות, אך אין בה די וכמות שהיא כיום, לא תוכל ישראל לעמוד בהתחייבותה. במסמך המוגש בזה, אנו מציגים מגוון נושאים שלא נדונו במהלך עבודת הוועדה. סוגיות כגון הצורך במדדים ברורים להערכת ההפחתות, בחינת הפעולות על המשק הישראלי כולו וכמובן, נושא ההחזרה של אנרגיות מתחדשות ושינוי תמהיל הדלקים בייצור החשמל. כל אלה ועוד, ייסקרו בהרחבה, על מנת לפרוש את מפת הדרכים הנדרשת על מנת להגיע למצב בו סך הפליטות בישראל בשנת 2020 יעמוד על 86 מיליון טון שווה ערך פחמן דו חמצני (במקום 108 מיליון טון בתרחיש העסקים כרגיל). כלומר, **יעד ההפחתה הוא 22 מיליון טון שווה ערך פחמן דו חמצני.**

אנו תקווה שהמסמך להלן, אשר נערך בשיתוף הדוק עם הצוות המקצועי של המשרד להגנת הסביבה, ישרת לא רק את הקהילה האקדמית ושוחרי איכות הסביבה אלא גם את מנהיגי המדינה ואת מקבלי החלטות בסקטור הציבורי והפרטי.

בברכה

פרופ' אופירה אילון

גב' טל גולדרט, גב' מיכל נחמני- מוסד שמואל נאמן

מר גדי רוזנטל, חברת כיוון לייעוץ כלכלי

ד"ר מרים וד"ר פרי לב-און, קבוצת לב-און

ד"ר רוסלנה-רחל פלטינק, גב' הלנה פייטלסון- המרכז לחקר משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה

## עיקרי הדברים

אנו מביאים כאן מסמך מקיף, המסכם את ההתייחסות לטיפול בפליטות גזי חממה בישראל, לרבות עבודות מחקר, חקיקה ותקינה. להלן עיקרי הדברים העולים מתוך המסמך:

- חשיבות הפחתת הפליטות אינה נובעת אך ורק מהתחייבות מדינת ישראל בוועידת האקלים בקנזון, אלא גם מתוקף היותה של ישראל חברה בארגון ה-OECD, מהפוטנציאל הכלכלי המקומי והגלובלי של פירמות כתוצאה מהפחתת הפליטות, וכן תועלות משקיות נוספות הכוללות הפחתת מזהמים מקומיים, הפחתת התלות בנפט ועוד, כפי שיורחב בהמשך.
- הפחתות שהושגו בעשור האחרון (2000-2010) לא נבעו מהצורך בהפחתת פליטות גז"ח אלא מתוך אג'נדה אחרת (למשל, שיפור הטיפול בפסולת, קידום השימוש בתחבורה ציבורית, התייעלות בתעשייה שנבעה מהצורך לחסוך ולהתייעל ועוד).
- הרשימה הארוכה והמכובדת של החלטות ממשלה משיקות, המלווה במספר רב של פרויקטים מקומיים, תקינה תומכת וכלים נוספים, אמורה לשמש את מיישמי המדיניות על מנת להגיע אל היעד שנקבע, **אולם התקדמות ביישום ההחלטות עד כה אינה מבטיחה עמידה ביעדים.**
- החלטת הממשלה והתקציב הנלווה לה הינם התחלה חשובה וחיונית להשגת יעדי ההפחתה, אך התוכנית חסרה מרכיבים מהותיים, בהם אי-התייחסות למגזר יצור אנרגיה, אי התייחסות לפוטנציאל הטמון בהתייעלות אנרגטית של מערכת הביטחון, חוסר אינטגרציה בין-מגזרית, תקצוב ראשוני לשנתיים בלבד, חוסר פיתוח מדדים למעקב אחר הביצועים ועוד. נושאים וחוסרים אלה נסקרים בהרחבה בשער ב' במסמך זה.
- כדי להגיע ביעילות ליעד ההפחתה הרצוי, יש לשלב בתוכנית תמריצים כלכליים כגון מס פחמן ו/או מנגנון אשרות סחירות. את תוספת הכנסה ממס פחמן ניתן ליעל להפחתת מסים מעוותים קיימים (כגון מע"מ או מס הכנסה). במקרה זה העלות למשק תהיה מינימלית, ותסתכם בכחצי אחוז מהתוצר המקומי. זהו נתון שעולה בקנה אחד עם דוחות מוכרים דומים, ובראשם דו"ח סטרן.

- תכנון נכון יכול להביא לחיסכון ולהוות את מנוף ההפחתה הגדול ביותר, כמו גם שתכנון לקוי יכול לגרום לנזק הגדול ביותר. עובדה זו נכונה בכל התחומים החל, לדוגמא, בשריפות יער וכלה במדיניות אנרגיה.
- על מנת להניע תהליכים, גם אלה הכרוכים בשינוי התנהגות וגם אלה הכרוכים בהשקעות תקציביות בטכנולוגיות, מוטב כי יחלו במתן דוגמא אישית של השלטון, הן המקומי והן הממלכתי.
- תכנית הפחתת הפליטות שהגדירה וועדת שני מכסה רק את נושאי ההתייעלות האנרגטית, בניה ירוקה ותחבורה, פסולת ומשק המים, והיא אינה כוללת את סקטור ייצור החשמל (תמהיל הדלקים ואנרגיות מתחדשות). לפיכך, התכנית היא תכנית חסרה.
- התכנית היא תכנית מורכבת מאוד ושאפתנית, גם כאשר המנוף מצביע על תועלת למשק. יש לזכור כי ההגעה ליעדי ההפחתה חייבת להיות מתואמת ומקודמת, מנוטרת, ומכילה אפשרות לפעולות מתקנות.
- התכנית כוללת את המנופים אשר עבורם נמצאה תועלת למשק בלבד. מנופים אשר דורשים השקעה ונושאים עלות למשק – נגרעו מהתכנית לחלוטין.
- התכנית כוללת תכניות לפרויקטי חלוץ (פיילוט) ומחקרים, ולכן זו תכנית "אב" הדורשת מעקב אחר יישומה בתדירות שנתית. לשם כך יש להאריך את תוקף עבודת הוועדה בראשות מנכ"ל האוצר, כך שתהפוך לוועדת היגוי ובקרה. וועדה כזו חייבת ליישם מספר נקודות מפתח:
- קביעת אבני דרך ללוח הזמנים ליישום
- הגדרת קווים מנחים לגופים המיישמים – למשל קריטריונים למתן התקציב, האם יש מקום לתמיכה בטכנולוגיות ישראליות וכדומה.
- ניטור אחר יישום
  - נדרשים תיקוני חקיקה כגון:
  - חשיפה של סקרי אנרגיה כאשר אין בעיה של סודות מסחריים (רשויות מקומיות, אוניברסיטאות, בתי חולים, בתי כלא ועוד)
  - פרסום התמיכות המוענקות על ידי משרד התשתיות הלאומיות בפרויקטים זעירים וכן תוצאות הפרויקטים שנתמכו
  - החלת חוק החיסכון באנרגיה על הממשלה עצמה

○ חוק תכנון ובניה : הוספת חובת התקנת דודי שמש בבתי כלא, בתי אבות, בתי מלון, בסיסי צבא ותעשייה. מבחינה טכנולוגית ניתן להתקין דודים בבניינים שגובהם מעל 9 קומות. (ניתן לקדם מהלך זה באמצעות פחת מואץ למערכות סולאריות או כל אמצעי אחר)

- התכנית הממשלתית מקציבה 2.2 מיליארד ₪ על פני עשור, ואינה מגיעה ליעד ההפחתה הנדרש בעקבות התחייבות ישראל לאו"ם. על מנת לעמוד ביעד זה, יש לשלב בתכנית אמצעים נוספים :

○ חשוב לאגם יחד עם ההפחתה הצפויה מהתוכנית שאושרה ע"י הוועדה הבינמשרדית גם הפחתות גזי חממה אחרות הנובעות מתוכניות פעולה נוספות כגון ניהול פסולות, שיפור תמהיל הדלקים במשק החשמל, ומזעור התלות בנפט כדי לאפשר ניתוח כולל ומעקב על השגת היעדים הלאומיים שישראל התחייבה עליהם בפני האו"ם

○ יש לשלב במאמצי ההפחתה את הסקטור הצבאי, אשר לא נידון כלל במהלך דיוני הוועדה

○ יש לשלב ולחייב עמידה ביעדי הממשלה של הכנסת אנרגיות מתחדשות למשק החשמל בשעור של 10% עד שנת 2020

○ יש לדון בצורה גורפת בסל הדלקים המרכיב את משק החשמל, והינו בעל השפעה מכרעת על שיעור הפליטות הלאומי



## תוכן עניינים –

### שער א' – רקע וסוגיות בנושא הפחתת פליטות גזי חממה

- א. הגדרת גזי החממה..... 11
- ב. חשיבות הטיפול בסוגיית גזי החממה ..... 12
- ג. רמת הפליטות הנוכחית ותחזית פליטות עתידית ..... 13
- ד. היערכות בעולם להפחתת פליטות גזי חממה ..... 17
- ה. ההיסטוריה של הטיפול בסוגיה בישראל..... 18
- ה.1. פעילות ממשלתית בתחום ..... 18
- ה.2. עבודות ומסמכים בנושא הפחתת פליטות גזי חממה ..... 19
- ה.3. הוועדה לגיבוש תכנית לאומית להפחתת פליטות ..... 21
- ה.4. מיזמים לא ממשלתיים להפחתת פליטות גזי חממה ..... 25

### שער ב' – אתגרים ובעיות בתכנית הלאומית להפחתת פליטות גזי חממה

- ו. מתודולוגיה והנחות בסיס ..... 27
- ו.1. חשיבות התכנון המוקדם ..... 27
- ו.2. ריבוי מדדים, מודדים ומתודולוגיות ..... 28
- ו.3. בעית תיכלול ואי בהירות בנוגע למנגנון העל לניהול התכנית ..... 29
- ו.4. הגדרת תרחיש "עסקים כרגיל" ..... 30
- ו.5. בעיה בהגדרת היעד ובאמצעי מדידה ..... 32
- ז. מהות התכנית והיקפה ..... 32
- ז.1. התוכנית המוצעת אינה מטפלת כראות בסוגיית סל הדלקים ומבנה משק האנרגיה..... 32
- ז.2. הטיפול בנושא התחבורה מתמקד רק בחלק שולי של אמצעי מדיניות אפשריים ..... 34
- ז.3. הטיפול בנושא הבניה הירוקה לוקה בחסר ..... 35
- ז.4. חסר משאבים תקציביים ..... 36
- ז.5. התוכנית פותחה ללא שיתוף ספק החשמל ..... 38
- ז.6. העדר תכנון מפורט ..... 38
- ז.7. העדר/ תיקוני חקיקה ותקינה ..... 39
- ז.8. סוגיות התנהגותיות ..... 39
- ז.9. אינדיקטורים ואמות מידה למעקב ..... 40
- ז.10. הצורך במידע טוב יותר ..... 40
- ז.11. כלים לשיפור איסוף מידע ואמינותו ..... 41
- ז.12. מדדים להתייעלות אנרגטית וניטור מגמות ..... 41
- ז.13. הבנת המורכבות של צריכת אנרגיה ..... 42
- ז.14. מידע נחוץ לפיתוח מדדים יעילים, מדויקים ובני השוואה ..... 42
- ז.15. אמצעים משלימים נדרשים למימוש התוכנית ..... 42

1. גיבוש תכנית לאומית להסתגלות לשינוי אקלים.....42
2. מערך וולונטרי לרישום ודיווח על פליטות גזי חממה.....43
3. הערכת מדיניות כלכלית יעילה להשגת יעד הפחתת פליטות גזי חממה.....44
4. מחקר ופיתוח.....46
- ח. המלצות ומסקנות.....47

#### שער ג' – סקירה עולמית

- ט. התייעלות, חסכון באנרגיה, שימור אנרגיה.....52
- ט.1. אמצעי מימון.....55
- ט.2. סקירת שיטות ואמצעי מימון להתייעלות אנרגטית במדינות מתפתחות.....58
- ט.3. ביקורת, אכיפה, והערכת התייעלות אנרגטית.....61
- י. בניה ירוקה.....61
- יא. תחבורה.....64
- יא.1. תמריצים ואמצעי מימון להפחתת פליטות גזי חממה מתחבורה.....66

#### נספחים

- נספח מספר 1 – רשימת החלטות הממשלה וחוקים בנושא אנרגיה, פיתוח בר קיימא ותחבורה.....68
- נספח מספר 2 – המלצות למדיניות לאומית להפחתת פליטת גזי חממה בישראל (מתוך דו"ח מוסד שמואל נאמן 2000).....71
- נספח מספר 3 - הערכת מדיניות כלכלית יעילה להשגת יעד הפחתת הפליטה של ישראל.....75
- נספח מספר 4 – פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן.....84

## שער א' - רקע וסוגיות בנושא הפחתת פליטות גזי חממה

עם סיום פסגת כדור הארץ אשר נערכה בשנת 1992 בריו דה ז'ניירו בברזיל, אימצו 180 מדינות את אמנת המסגרת של האומות המאוחדות (אוי"ם) אשר מטרתה להפחית את הפגיעה הנגרמת על ידי מעשי אדם במערכת האקלים הגלובלית כתוצאה מפליטות גזי חממה. אמנה זו נכנסה לתוקף בשנת 1994 והיא מהווה מסגרת לפעילות רב-לאומית לייצוב ריכוזם של גזי חממה באטמוספירה בכדי למנוע שינויים אקלימיים קיצוניים בעולם. האמנה מחייבת את המדינות החברות לאמץ תוכניות לאומיות לייצוב פליטות גזי חממה, אולם מבדילה בין המחויבויות של המדינות המפותחות לעומת המדינות המתפתחות.

כיום, חברות 190 מדינות באמנת המסגרת והן מקיימות פגישות שנתיות, על מנת לדון בנושאים הבאים:

- איסוף ושיתוף מידע על פליטות גזי חממה, אמצעי מדיניות, והתנסויות מיטביות
- יישום אסטרטגיות לאומיות להפחתת גזי חממה ולהסתגלות להשפעות הצפויות משינויי האקלים
- שיתוף פעולה בהעברת ידע מדעי וטכנולוגי שיאפשר הפחתת גזי חממה והסתגלות לשינויי אקלים, כולל תמיכה כספית במדינות מתפתחות לשם בניית יכולות בארצות אלה

המדינות המפותחות הצהירו שעד לשנת 2000 רמת הפליטות שלהן תיוצב ותחזור לרמת הפליטות בשנת 1990 באמצעים וולונטריים. אולם, בשנת 1997, כחמש שנים אחרי חתימת האמנה, וללא התקדמות ממשית בהפחתות גזי חממה בעולם, המדינות החברות באמנה החליטו על פרוטוקול קיוטו אשר קבע יעדי הפחתה מחייבים בשיעור ממוצע של 5.2% לעומת הפליטות בשנת 1990 עבור כל ששת גזי החממה הכלולים בתקנון. יעד זה אמור להיות מיושם על ידי המדינות המפותחות (הרשומות בנספח 1) של התקנון, כאשר עליהן ליישם את ההפחתות בתקופה שבין 2008 ועד תום 2012.

בתום הדיונים בדצמבר 2007, חתמו מדינות העולם על "הצהרת באליי" שהניחה את הבסיס להחלת מחויבויות להפחתת גזי חממה, אחרי שנת 2012, גם על מדינות מתפתחות גדולות ומדינות שכלכלתן היא בשלבי מעבר ממדינה מתפתחת למפותחת. הצהרה זו הכירה, מחד, בצורך לאפשר למדינות החברות גמישות בפיתוח תוכניות פעולה המבוססות על אמצעי מדיניות התואמים את צרכיהן הלאומיים, אולם, מאידך, היא קבעה שבמסגרת אמצעי המדיניות הלאומיים יש ליישם מנגנונים לניטור, בקרה ואימות יישום תוכניות הפעולה (MRV - Measurement, Reporting and Verification).

מטרת המשא והמתן הבינלאומי היתה שבועידת האקלים בקופנהגן בשנת 2009 יגיעו להסכמה על מתווה פעולה לשנים שאחרי 2012. אולם הוועידה ב-2009 נגמרה ללא הסכם

מקיף ורק בוועידת האקלים בקנקון ב-2010 חל המעבר מ"החלטות קופנהגן" ל"הסכמי קנקון" המתעדים את ההצהרות של המחויבויות אשר המדינות השונות לוקחות על עצמן.

### התחייבות מדינת ישראל

בשנת 1996 אשררה ישראל את אמנת המסגרת לשינוי האקלים ובשנת 2004 את פרוטוקול קיוטו לאמנה, אשר נכנס לתוקף בשנת 2005. לישראל, המוגדרת כמדינה מתפתחת אין כיום מחויבויות להפחית פליטות גזי חממה, אולם היא מתבקשת להכין מצאי פליטות, אשר אכן מבוצע על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, לרבות דו"ח מצב כוללני. בוועידת האקלים שהתקיימה בקופנהגן בדצמבר 2009, הצהיר נשיא המדינה כי ישראל תעשה את מירב המאמצים להפחית פליטות גזי חממה ב-20% עד שנת 2020 ביחס לתרחיש "עסקים כרגיל". חשוב להזכיר כי הצטרפותה של מדינת ישראל ל- OECD אינה משנה את הגדרתה כמדינה שאינה כלולה בנספח 1 של פרוטוקול קיוטו, אולם מחייבת את ישראל במישורים אחרים.

טבלה מס' 1 מציגה יעדי הפחתה שהוצגו למוזכירות אמנת האקלים של האו"ם עבור מספר מדינות מתפתחות.

טבלה מס' 1. יעדי ההפחתה של מדינות מתפתחות<sup>1</sup>

| מדינה       | שנת יעד | התחייבות   |
|-------------|---------|--|
| ישראל       | 2020    | הפחתה של 20% מתרחיש עסקים כרגיל בשנת היעד        |
| סין         | 2020    | הפחתה 40-45% מתחת לשנת 2005                      |
| הודו        | 2020    | הפחתה 20-25% מתחת לשנת 2005                      |
| ברזיל       | 2020    | הפחתה 36.1 עד 38.9% מתרחיש עסקים כרגיל בשנת היעד |
| מכסיקו      | 2020    | הפחתה עד 30% מתרחיש עסקים כרגיל בשנת היעד        |
| סינגפור     | 2020    | הפחתה של 16% מתרחיש עסקים כרגיל בשנת היעד        |
| דרום קוריאה | 2020    | הפחתה של 30% מתרחיש עסקים כרגיל בשנת היעד        |

<sup>1</sup> T, Fransen, World Resource Institute, June 2010

## א. הגדרת גזי החממה

פרוטוקול קיוטו מגדיר ששה גזי חממה עיקריים, אשר חלקם מייצגים משפחה של תרכובות ולא גזים בודדים. מערכי דיווח שונים לגזי חממה ברחבי העולם אימצו רובם ככולם רשימה זו. להלן רשימת גזי החממה:

- **פחמן דו חמצני (פד"ח) –  $\text{CO}_2$**  - הגורמים העיקריים לעליה בריכוז הפד"ח באטמוספירה הם שריפת דלקים מאובנים (fossil fuels) ושינוי ייעודי קרקע, בעיקר כריתת יערות, הקולטים פד"ח. לפד"ח נודעת ההשפעה הרבה ביותר על שינוי האקלים, בשל ריכוזו הרב באטמוספירה, יחסית לגזי החממה האחרים.
- **מתאן –  $\text{CH}_4$**  - הגורם העיקרי לעליית ריכוז המתאן באטמוספירה הוא פעילות אנושית הכוללת חקלאות ושריפת דלקים ממקורות מאובנים. מקור הפליטה המרכזי של מתאן במדינת ישראל הוא מטמנות פסולת.
- **תת תחמוצת החנקן –  $\text{N}_2\text{O}$**  - יותר משליש פליטות גז זה מקורן בחקלאות, בעוד שהשאר הוא תוצר של שריפת דלקים מאובנים ושימוש בממירים קטליטיים. פליטה משמעותית נוספת נובעת מתהליכים תעשייתיים של ייצור חומצה חנקתית.
- **גופרית שש פלואורידית –  $\text{SF}_6$**  - המקור העיקרי לפליטות גז זה הוא מהשימוש בו כגז מבודד בתהליכי ייצור והולכת חשמל ובתחנות ממסר. מקורות משניים הם ייצור תרכובות פלואורידיות ותעשיית המוליכים למחצה. עד לאחרונה המקור העיקרי לפליטות  $\text{SF}_6$  במדינת ישראל היה תהליך ייצור מגנזיום.
- **פחמן הידרו-פלואורי – HFC** - תרכובות אלה משמשות בעיקר בנוזלי קירור, ופליטתן לאטמוספירה הולכת וגדלה עם החלפת נוזלי הקירור הישנים בתרכובות חדשות.
- **פחמן פר-פלואורי – PFC** - המקורות העיקריים לפליטות תרכובות המשתייכות למשפחת גזים זו הם מעיבוד עפרות לייצור ראשוני של אלומיניום. הם גם מרכיבים חשובים מאד בתעשיית המוליכים למחצה וכממסים תעשייתיים שונים. פחמן פר-פלואורי משמש גם במערכות כיבוי אש.

ריכוזם של הגזים שאינם פד"ח לרוב נמוך משמעותית מריכוז הפד"ח, אולם השפעתה של כל מולקולה על ההתחממות הגלובלית היא רבה יותר, ומבוטאת במקדם פוטנציאל התחממות גלובלית, ביחס לפוטנציאל של פד"ח – הנמדד ביחידות של שווה ערך פחמן דו חמצני (שו"ע פד"ח) לטווח של 100 שנה. כך לדוגמא, מקדם פוטנציאל התחממות של טון מתאן הוא בין 21 ל-25 טון שו"ע פד"ח ואילו מקדם פוטנציאל התחממות של טון  $\text{SF}_6$  עומד על 23,900 טון שו"ע פד"ח.

## **ב. חשיבות הטיפול בסוגיית גזי החממה**

חלקה של ישראל בפליטת גזי החממה בעולם הינו מצומצם למדי – כשתי עשיריות האחוז מכלל הפליטות. כלומר, גם הפסקה מוחלטת, או לחילופין, הכפלה או שילוש של פליטת גזי החממה בישראל לא תשנה מהותית את תמונת המצב העולמית. מדוע אם כן נודעת חשיבות להפחתת הפליטות במשק?

**חסכון כספי** – בראש ובראשונה, התייעלות המובילה להפחתת פליטות מביאה עימה גם חיסכון כספי ותפעולי משמעותי. גם התכנית שאושרה לתקצוב על ידי הממשלה מצביעה על תועלת מצטברת בסך 34 מיליארד ₪ על פני העשור, וזאת כנגד השקעה של 2.2 מיליארד ₪ בלבד במהלך עשור זה, כפי שנראה בהמשך.

**מחויבות בינלאומית** – בספטמבר 2010 הצטרפה ישראל לארגון לשיתוף פעולה ולפיתוח כלכלי (ה-OECD). עם שינוי מעמד זה, ניצבת מדינת ישראל בפתחה של תקופה חדשה. המעבר מהגדרתה של ישראל כמדינה מתפתחת להגדרתה כמדינה מפותחת, מביא עימו דרישה לשינויים מהותיים בניהול התשתיות והסביבה במדינה. כחלק משינוי זה, הכירה הממשלה, בחשיבות הפעילות בתחום הפחתת פליטות גזי החממה. עם זאת יצוין, כי על פי פרוטוקול קיוטו, ישראל אינה משתייכת למדינות Annex 1, ובהתאם לא חלה עליה, כרגע, חובת הפחתת פליטות. מצב זה צפוי להשתנות עם גיבוש הסדר 'פוסט-קיוטו' חדש (אחרי 2012). בשלב זה, מחויבותה הבינלאומית של ישראל נובעת מהצהרתו של הנשיא פרס בדצמבר 2009, אשר גובתה במכתב שנשלח מאת השר להגנת הסביבה לאו"ם בסוף ינואר 2010. עפ"י התחייבות זו ישראל תעשה את מירב המאמצים להפחית 20% מהפליטות הצפויות בשנת 2020, מתחת לתרחיש עסקים כרגיל.

**סביבה עסקית גלובלית** - חשוב לזכור, כי גם בהעדר מחויבות רשמית של ישראל, הסביבה העסקית העולמית מכתובה מגמה ירוקה – מדדי אחריות סביבתית משמשים כלי לקבלת החלטות וכן בנושאי ביטוח וגיוס הון מהבנקים נדרשת בדיקת נאותות סביבתית. גם הרשות לניירות ערך בישראל דורשת מהתאגידים הנסחרים בבורסה, במסגרת פרק תיאור עסקי התאגיד בתשקיף, לדווח אודות היבטים סביבתיים בפעילות התאגיד.

**הפחתת פליטת מזהמים נוספים** – לצד הפחתת פליטות גזי חממה, הרי שלהתייעלות אנרגטית, שינוי תמהיל דלקים וכדומה, פוטנציאל הפחתה משמעותי לפליטת מזהמים אחרים, שלהם השפעות חיצוניות במגוון תחומים כגון תחלואה, זיהומי קרקע ומים ועוד.

**הפחתת העומס על משק החשמל** – הפחתת העומס ממשק החשמל, באמצעות תהליכי התייעלות אנרגטית וייצור אנרגיות ממקורות מתחדשים, עשוי למנוע משברי אנרגיה (הפסקות חשמל יזומות או בלתי צפויות הנובעות מעומס יתר על המערכת) וכן לחסוך מהוצאות הענק הנדרשות להקמת תחנות כח חדשות ועיבוי תשתיות.

**הפחתת תלות בנפט** – תחום זה רלוונטי בעיקר לתחום התחבורה והרציונאל הוא שהפחתת התלות בנפט טומנת בחובה יתרונות גיאואסטרטגיים מהותיים עבור מדינת ישראל. בראשית 2011 אישרה ממשלת ישראל תכנית לפיתוח טכנולוגיות לצמצום התלות בנפט בתחבורה, בתקציב של 1.5 מיליארד ש"ח. הרחבה- בהמשך.

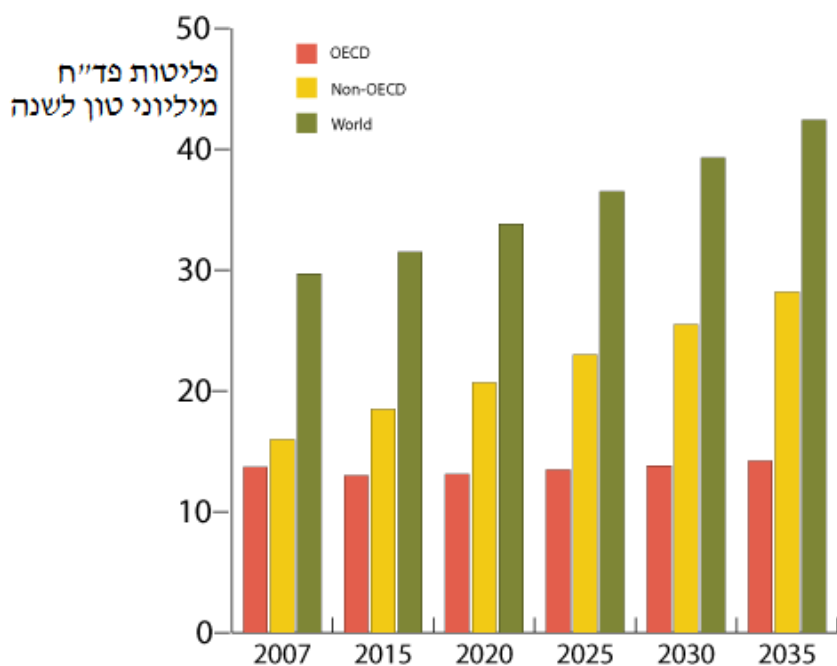
**יתרונות נוספים** – לפעולות בעלות פוטנציאל הפחתת פליטת גזי חממה עשויה להיות השפעה חיובית במגוון תחומים נוספים. כך למשל, הפחתת הנסועה בתחבורה עשויה לחסוך זמן רב, להגביר את בטיחות הנסיעה בכבישים ועוד. בנוסף, בקרה ומנייה של הפליטות מביאות לניהול מושכל יותר של תהליכי ייצור ושיפור תהליכים הנובע מיכולת השוואה בין תהליכים שונים.

### **ג. רמת הפליטות הנוכחית ותחזית פליטות עתידית**

נתוני סוכנות האנרגיה הבינלאומית (IEA) מראים כי פליטות גזי חממה בעולם עלו בלמעלה מ-30% בין השנים 1990 ועד 2006. פליטות גזי חממה מקורם בכל מגזרי המשק ובכל הסקטורים. רמת הפליטה תלויה במספר גורמים ביניהם רמת צריכת האנרגיה הכללית ומכלול מקורות האנרגיה בהם משתמשים לייצור חשמל הניצרך על ידי המיגזר.

- **ברחבי העולם**: המיגזר היצרני מהווה את פולט גזי החממה הגבוה ביותר (39%) כשלאחריו מיגזר התחבורה (25%) והמיגזר הביתי (20%).
  - **במדינות החברות בסוכנות האנרגיה הבינלאומית**: פליטות גזי חממה עלו ב-14% בין השנים 1990 ו-2006. אולם, העליה בפליטות היתה נמוכה במידת מה מהעליה בצריכת האנרגיה, עובדה המעידה על כך שעצימות הפחמן הדו חמצני קטנה.
  - **במדינות שאינן חברות בסוכנות האנרגיה**: פליטות גזי החממה ליחידת תל"ג גדלו בצורה מהירה יותר (51%) מאשר במדינות החברות בסוכנות האנרגיה הבינלאומית. כ-75% מהגידול בפליטות יכול להיות מיוחס לגידול המשמעותי במיגזרי התעשייה (54%) והתחבורה (20%).
- תחזיות של מרכז המידע של משרד האנרגיה האמריקאי מציינות שבין השנים 2007 ועד ל-2035 צפויה עדיין עליה בפליטת פחמן דו חמצני (שהוא, כאמור, גז החממה העיקרי), אלא שרוב הגידול בפליטות יהיה במדינות שאינן חברות בסוכנות האנרגיה הבינלאומית, כלומר במדינות מתפתחות אשר כלכלתן צומחת בקצב מהיר.

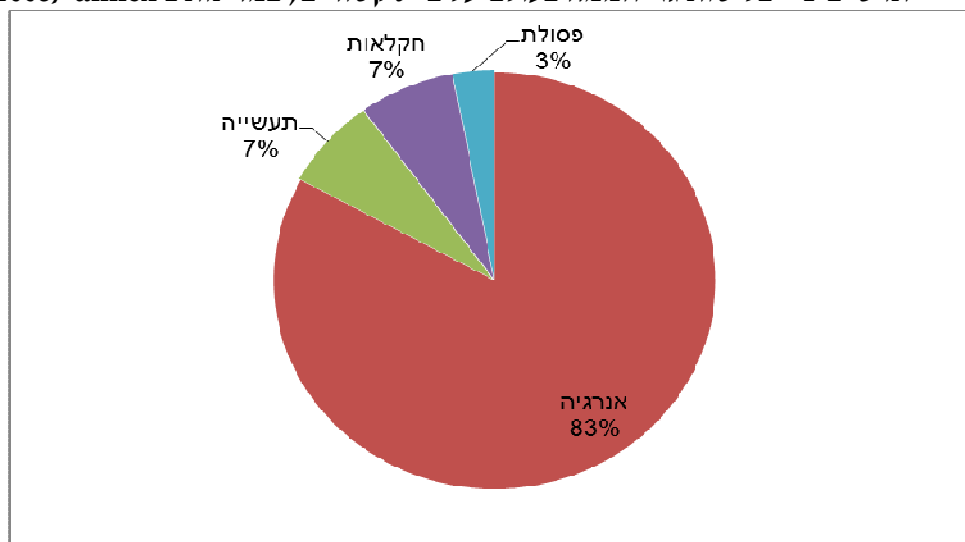
תרשים 1 - פליטת פד"ח במדינות העולם (במיליוני טונות)



Source: U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2010* (May 2010).

חלוקת פליטות גזי החממה על פי סקטורים מתוארת בתרשים מספר 2:

תרשים 2 - פליטות גזי חממה בעולם על פי סקטורים, במדינות annex I (2008)<sup>2</sup>



<sup>2</sup> IEA Statistics.co2 emissions from fuel combustion,2010 edition



מצאי גזי חממה במדינת ישראל לשנים 1996 ו-2000 הוכנו באופן פרטני ע"י ז'אן קוד וחובריו, ממ"ג שורק עבור המשרד להגנת הסביבה. מאז שנת 2005 מדווחת הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה באופן שוטף על מצאי הפליטות של מדינת ישראל<sup>3</sup>. החישוב נערך בשיטת ה-TOP-DOWN, קרי הפליטות הלאומיות מחושבות על סמך ידיעת כמויות גורמי הייצור וחומרי הגלם והדלקים הנכנסים לארץ או מיוצרים בה.

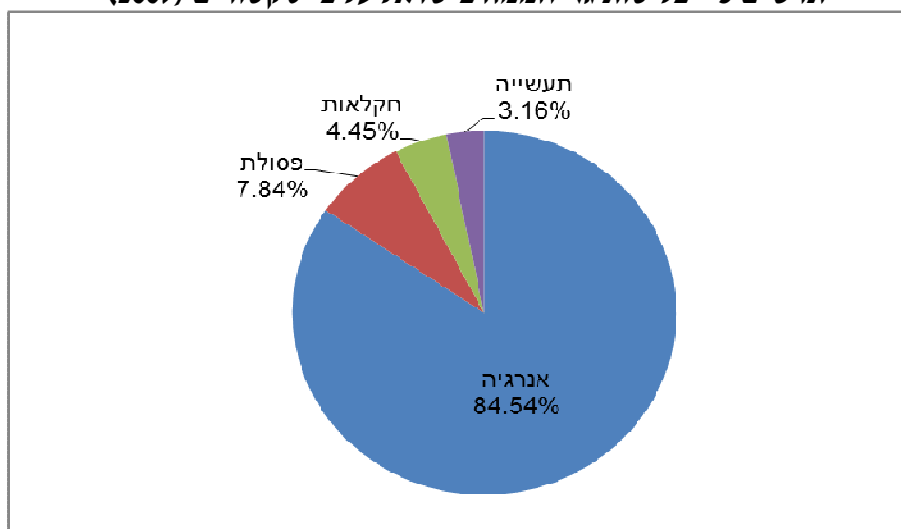
הנתונים המשמשים לחישוב הפליטות עשויים להיות פירוט הדלקים הנצרכים בארץ לייצור חשמל, לאנרגיה ולתחבורה; כמות הפסולת המיוצרת בארץ ושיטות הטיפול בה; היקף הפעילות החקלאית וגידול בעלי חיים; נתוני יבוא על חומרי גלם הפולטים בוודאות גזי חממה כגון נוזלי קירור למערכות מיזוג וקרור וכדומה.

#### טבלה מספר 2 - פליטות גזי חממה בישראל בשנים 1996 עד 2008 (אלפי טונות)<sup>4</sup>

| מקור                                     | 1996   | 2000   | 2007   | 2008   |
|--|--------|--------|--------|--------|
| סך הכל                                   | 62,705 | 72,439 | 76,854 | 77,992 |
| סך הכל לנפש (טונות)                      | 11.03  | 11.52  | 10.70  | 10.67  |
| פחמן דו-חמצני (CO <sub>2</sub> )         | 51,862 | 61,007 | 67,061 | 66,550 |
| מתאן (CH <sub>4</sub> )                  | 8,945  | 9,226  | 6,842  | 6,828  |
| תת תחמוצת החנקן (N <sub>2</sub> O)       | 1,897  | 2,206  | 2,952  | 2,791  |
| גופרית שש-פלוואורידית (SF <sub>6</sub> ) | ..     | ..     | ..     | 1,106  |
| פחמנים הידרופלוואוריים (HFCs)            | ..     | ..     | ..     | 679    |
| פחמנים פר-פלוואוריים (PFCs)              | ..     | ..     | ..     | 38     |

חלוקת הפליטות בישראל על פי סקטורים מתוארת בתרשים מספר 3, להלן:

#### תרשים 3 - פליטות גזי חממה בישראל על פי סקטורים (2007)<sup>5</sup>



<sup>3</sup> [http://www.cbs.gov.il/shnaton60/st27\\_06.pdf](http://www.cbs.gov.il/shnaton60/st27_06.pdf)

<sup>4</sup> נתונים לקוחים מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה

<sup>5</sup> UNFCCC- framework convention on climate change

סך תרומת שימושי האנרגיה לפליטות הכוללות בישראל דומה למוצע המדינות המפותחות (תרשים 1), אולם, באופן יחסי סקטור הפסולת בישראל תורם פי שתיים בהשוואה למדינות נספח 1 (למרות התמורות והשיפורים שחלו בסקטור זה, עליהם יורחב בהמשך), ואילו סקטורי התעשייה והחקלאות תורמים רק כמחצית מהמדינות המפותחות המקבילות.

כמו כן ניתן לראות כי בשנת 2008 עמד סך פליטות גזי החממה בישראל על כ- 78 אלף טונות שווה ערך פד"ח, המהווים 10.67 טון לנפש לשנה. הפליטות העתידיות הוערכו בעבודות שונות עבור תרחיש עסקים כרגיל, המתאר את העליה בפליטות המתרחשת באופן טבעי עקב גידול באוכלוסיה ובצמיחה הכלכלית. על פי עבודות חפץ<sup>6</sup> ומקינזי<sup>7</sup> שפורסמו בשנת 2009, עומדת תחזית הפליטות לשנת 2020 על כ- 107-109 מיליון טון שו"ע פד"ח. תחזית הפליטות לשנת 2025 (עפ"י עבודת חפץ), עומדת על 118 מיליון טון שו"ע פד"ח, ואילו תחזית הפליטות לשנת 2030 (עפ"י עבודת מקינזי), עומדת על 142 מיליון טון שו"ע פד"ח. **כלומר, בתרחיש "עסקים כרגיל" מדובר בכמעט הכפלה של הפליטות בתוך כשני עשורים.** נתון זה לוקח בחשבון, כאמור, את הצמיחה במשק, לרבות הגידול באוכלוסיה,<sup>8</sup> שהיא מן הגבוהות בקרב מדינות ה-OECD.

<sup>6</sup> חברת א. חפץ ושות', חברת DHV MED, "פליטות גזי חממה בישראל – סקירת המצב הקיים ובחינת אמצעים להפחתה", ינואר 2009

<sup>7</sup> חברת McKinsey and Company, "פוטנציאל הפחתת גזי חממה בישראל – עקומת עלות הפחתת גזי חממה בישראל", נובמבר 2009.

<sup>8</sup> כ-1.8% בשנה – מקור: הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה – "ישראל במספרים, 2010" [http://cbs.gov.il/publications/isr\\_in\\_n10h.pdf](http://cbs.gov.il/publications/isr_in_n10h.pdf)

#### ד. היערכות בעולם להפחתת פליטות גזי חממה

אנרגיה מקדמת את פעילות האדם והינה התורם העיקרי לפיתוח כלכלי. אולם, צריכה גוברת של אנרגיה ממקורות פוסיליים מביאה לגידול בפליטת גזי חממה העשויים להביא לשינויי אקלים. ניתוח מידע שנערך על ידי סוכנות האנרגיה הבינלאומית מאשר את ההשקפה הרווחת עתה שעל אף שיש שיפור מה באופן צריכת האנרגיה בעולם, דפוסי הצריכה הנוכחיים עדיין מובילים לעתיד אנרגיה אשר אינו בר קיימא.<sup>9</sup>

ברור כי ממשלות ברחבי העולם מתמודדות עם אתגרים שלובים ומסובכים כביטחון מקורות אנרגיה, מיזעור ההשלכות הסביבתיות של מקורות אלה, הפחתת פליטות גזי חממה וכן תמיכה במטרות שיגשוג כלכלי. שתי נקודות מתבהרות:

1. מתברר יותר ויותר ששיפור ביעילות האנרגטית הינה לרוב הדרך הזמינה, הכלכלית והמוכחת להשגת מטרה משולבת זו.

2. בכדי ליצור ולתמוך במדיניות בת קיימא נדרש מידע איכותי, זמין, עדכני, בר השוואה ומפורט הרבה יותר מהמידע הכלול בסטטיסטיקות האנרגיה הנוכחיות המשקפות את מאזני האנרגיה ומאפייני הפעילות הכלכלית והמשאבים הזמינים בכל מדינה.

סוכנות האנרגיה הבינלאומית (IEA), המשמשת כגוף מייעץ למדינות ה-OECD, עוזרת לממשלות להבין את מגמות צריכת אנרגיה בכל המדינות על ידי צרכני קצה במיגזרים עיקריים. מאגר הנתונים של סוכנות האנרגיה הבינלאומית מראה שצריכת האנרגיה בעולם בין השנים 1990 ועד 2006 עלתה ב-26% והמשך מגמה זו בעשורים הבאים מוביל לקראת עתיד צריכת אנרגיה אשר אינו בר קיימא. דיונים בינלאומיים בסוגיות אלה הביאו להמלצות נרחבות של אופני פעולה אשר על מדינות ליישם במסגרת תוכניות פעולה לאומיות<sup>10</sup>:

1. פיתוח תוכניות מקיפות לעידוד התייעלות אנרגטית בכל המגזרים כולל תעשייה, מלאכה, מסחר, שירותים, תחבורה והמגזר הביתי:

- יישום יוזמות לחסכון אנרגטי במבנים קיימים, ומבנים חוסכי אנרגיה במגזר העסקי/מסחרי/תעשיות קלות וכן בבניה למגורים
- איפיון והטמעה של תהליכי ייצור משודרגים בעלי נצילות אנרגטית גבוהה במפעלי תעשייה ובבתי מלאכה
- החדרת מכשירים חשמליים העומדים בתווי תקן וברף של ביצועים אנרגטיים

<sup>9</sup> International Energy Agency (IEA), Towards a more energy efficient future: Applying indicators to enhance energy policy, 2009

<sup>10</sup> (a) European Commission Communication, "A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050", March 2, 2011, Brussels

(b) World Business Council on Sustainable Development, "Policy Directions to 2050", 2007

- זירוז פריסת רכבים קלים וכבדים בעלי צריכת דלק נמוכה
- תיעדוף מוצרים ושרותים בעלי נצילות אנרגטית גבוהה

2. הרחבת החלופות במשק של תמהיל הדלקים לתחבורה

3. עידוד כניסה של טכנולוגיות חליפיות לייצור חשמל כולל מאנרגיות מתחדשות

ומדלקים "נקיים" ובעלי עצימות פחמנית נמוכה (Low Carbon Intensity)

4. פיתוח כלים והעלאת המודעות של החשיבות בפיתוח "כלכלה ירוקה" המאופינת

על ידי עצימות פחמנית נמוכה (Low Carbon Economy)

- פיתוח מערכות של תחבורה ציבורית המתכללות את אופני הניידות של אנשים ושל משאות
- אימוץ תיכנון איזורי לבינוי ולנסועה השם דגש על ניצולת אנרגטית גבוהה ומיזעור פליטות גזי חממה
- יישום תוכניות חינוך והשתלמויות להגברת ההבנה של הקשר בין אנרגיה לפליטת גזי חממה וכיצד ניתן לשפר שיטות מנהל ודפוסי התנהגות

## ה. ההיסטוריה של הטיפול בסוגיה בישראל

### ה.1. פעילות ממשלתית בתחום

הפחתת פליטות היא בעיקרה פועל יוצא של צמצום השימוש באנרגיה ובדלקים פוסיליים וייעול משק החשמל. הממשלה ומשרדי הממשלה השונים העוסקים בתחום העבירו מספר לא מבוטל של החלטות הנוגעות לנושאים אלו, ובפרט לנושא פיתוח בר קיימא, תחבורה ירוקה, התייעלות אנרגטית והפחתת פליטות.

בין השאר, יש לציין החלטות בנושא קידום השימוש באנרגיות מתחדשות, אימוץ תוכנית חומש להשקעות במו"פ אנרגיה, צמצום של 20% בצריכת החשמל הצפויה בשנת 2020, וכמובן, התוכנית הלאומית להפחתת פליטות גזי חממה והתוכנית לכינון מאמץ לאומי לפיתוח טכנולוגיות המקטינות את השימוש העולמי בנפט.

הפירוט המלא מובא בנספח מספר 1.

הרשימה המכובדת של החלטות הממשלה, המלווה במספר רב של פרויקטים מקומיים, תקינה תומכת וכלים נוספים האמורים לשמש את מיישמי המדיניות על מנת להגיע אל היעד שנקבע ארוכה וממצה, **אולם התקדמות ביישום החלטות עד כה אינו מבטיח עמידה ביעדים.**

## ה.2. עבודות ומסמכים בנושא הפחתת פליטות גזי חממה

בעשור האחרון הוכנו עבודות רבות ומגוונות, אשר מהוות את הרקע המקצועי להחלטת הממשלה להקצות 2.2 מיליארד ₪ לעשר השנים הקרובות להפחתת פליטות גזי חממה.

### דו"ח מוסד שמואל נאמן בנושא הפחתת פליטות גזי חממה, שנת 2000

מוסד שמואל נאמן עוסק בחקר מדיניות סביבתית בישראל, ובפרט בתחום הפחתת פליטות גזי החממה, מאז שנת 2000. במרץ 2000, פרסם מוסד שמואל נאמן<sup>11</sup> מסמך מקיף העוסק בסוגיית גזי החממה בישראל. עיקרי ההמלצות מופיעים בנספח מס' 2. המסמך סקר את האתגרים העיקריים הניצבים בפני ישראל, והציג סדרת המלצות להפחתת פליטות גזי חממה בשישה תחומים עיקריים:

- **טיפול באשפה ונוצת ביוב** – חלקן של האשפה ונוצות הביוב בפליטות גזי החממה מגיע ל-12% מכלל הפליטות
- **החלפת דלקים במערכת יצור חשמל ובתעשייה** - הדו"ח הצביע על פוטנציאל הפחתה של 30%-44% מפליטות גזי החממה
- **פיתוח מערכות ליצור אנרגיות מתחדשות** - הדו"ח הצביע על הצורך במחקר ופיתוח של טכנולוגיות ליצור אנרגיות מתחדשות, שהיו בחיתוליהן בעת כתיבת המחקר.
- **יצור חשמל במערכות משולבות (קוגנרציה)** – הדו"ח הצביע על פוטנציאל הפחתה של 2%-7.3% מפליטות גזי החממה.
- **עידוד בניה מודעת אנרגיה** – הדו"ח הצביע על פוטנציאל חסכון של 20%-40% מהאנרגיה לאיקלום (ובהתאם, מן הפליטות הנגזרות ממנה)
- **הסדרים נאותים בתחבורה** - הדו"ח הצביע על פוטנציאל הפחתה של 2%-7.3% מפליטות גזי החממה

מאז פרסום הדו"ח, חלו תמורות במשק הישראלי, תמורות שהמוטיבציה להן לא נבעה כלל מהצורך להפחית פליטות אלא משיקולים אחרים, שתוצאת הלוואי הנוספת שלהן היתה הפחתת פליטות.

אחד התחומים שבהם התרחשה פריצת דרך אשר שינתה מהותית את תמונת המצב של לפני כעשור, הוא תחום הטיפול בפסולת עירונית. סגירת המזבלות הפראיות ודרישה מהמטמנות הקיימות לאסוף ולשרוף (לכל הפחות) את המתאן הביאה לכך כי סקטור זה תורם כיום רק כ-7% מכלל הפליטות, בניגוד לנתח של כ-12% בשנת 2000. גם המדיניות המקודמת כיום-העלאת היטל ההטמנה, יישום חוק האריזות, מימון הפרדה במקור ליבש ורטוב ברשויות המקומיות וכו' יביאו אף להפחתה נוספת בתרומתו של סקטור זה. חשוב לזכור כי חלק מפעולות אלו נחשב כחלק מתרחיש "עסקים כרגיל" ואין אפשרות למנותן כחלק מההפחתה הנדרשת.

<sup>11</sup> אבנימלך ואחרים, מוסד שמואל נאמן, חלופות להפחתת פליטות גזי חממה בישראל. מרץ 2000

דיון מקיף אודות קביעת תרחיש עסקים כרגיל, יתרונותיו וחסרונותיו ובעיקר מרכיב אי הוודאות שבו מובא בשער ב', להלן.

שינוי מהותי נוסף הינו כניסת הגז הטבעי כמרכיב מרכזי במשק האנרגיה במדינת ישראל. שינוי זה מביא להפחתת פליטות משמעותית בייצור החשמל וכן בתהליכי קוגנרציה בתעשייה, המביאים להתייעלות אנרגטית בסקטור זה.

**אולם, פעולות אחרות שהומלצו בדו"ח לא יושמו, הביקושים לחשמל ולאנרגיה עלו; הנסועה הפרטית גברה; הבניה הירוקה, משמרת האנרגיה, נותרה בשוליים; השימוש באנרגיות מתחדשות, למרות החלטות ממשלה שהתקבלו בנושא, עדיין מהווה שברי אחוזים מכלל ייצור החשמל בישראל.**

### **דו"ח חפץ ודו"ח מקינזי לבחינת פוטנציאל ההפחתה והכלים ליישומו**

בשנת 2009 נכתבו עבור המשרד להגנת הסביבה שתי עבודות מקיפות, שמטרתן היתה לאפיין את מצב פליטות גזי החממה בישראל ואת פוטנציאל ההפחתה בעתיד. דו"ח חפץ<sup>12</sup> מיפה בצורה מעמיקה את המצב הקיים בישראל, והמליץ בקצרה על כיווני מדיניות אפשריים להפחתה, לרבות מחקרי המשך נדרשים. דו"ח מקינזי<sup>13</sup> מיפה אמצעים טכנולוגיים המביאים להפחתת פליטות גזי חממה ואת העלויות (והתועלות) הישירות הנגזרות מיישומם, על פי המתודולוגיה של החברה וכפי שביצעה עבור 20 ממשלות אחרות בעולם. ממצאי הדו"ח מצביעים על כך שישנם אמצעים טכנולוגיים רבים להפחתת פליטות גזי חממה שיישומם הוא כדאי כלכלית למשק ואשר אינם מיושמים כיום. בפועל, אף אחת מעבודות אלו לא שימשו, בסופו של דבר, את הוועדה להפחתת פליטות.

בנוסף, ובמקביל, נעשו עבודות של אדם טבע ודין<sup>14</sup> ונסקרו הן כלים מומלצים להפחתת פליטות והן תרחישים למקרה של התחממות גלובלית והיבטי היערכות לקראת שינויי אקלים.

כן נעשו עבודות של הפורום הישראלי לאנרגיה אשר הציגו סדרי עדיפויות חדשים בהשקעה הלאומית באנרגיות נקיות<sup>15</sup> והוצג דו"ח הדן במימון ציבורי להתייעלות אנרגטית<sup>16</sup>

מעבר למפורט לעיל, מתקיימים מיזמים לא ממשלתיים עליהם יידווח בהמשך מסמך זה.

<sup>12</sup> חברת א. חפץ ושות', חברת DHV MED, "פליטות גזי חממה בישראל – סקירת המצב הקיים ובחינת אמצעים להפחתה", ינואר 2009

<sup>13</sup> חברת McKinsey and Company, "פוטנציאל הפחתת גזי חממה בישראל – עקומת עלות הפחתת גזי חממה בישראל", נובמבר 2009.

<sup>14</sup> אדם טבע ודין, "התחזית בידיים שלנו – ההתחממות הגלובלית בישראל – האפשרויות, ההשפעות וקווים למדיניות, יולי 2007

<sup>15</sup> [http://www.energia.org.il/sites/default/files/post\\_files/new\\_priorities\\_for\\_national\\_investment\\_in\\_clean\\_ener gy.pdf](http://www.energia.org.il/sites/default/files/post_files/new_priorities_for_national_investment_in_clean_ener gy.pdf)

<sup>16</sup> <http://www.energia.org.il/content/%D7%A6%D7%99%D7%91%D7%95%D7%A8%D7%99-%D7%9C%D7%94%D7%AA%D7%99%D7%99%D7%A2%D7%9C%D7%95%D7%AA-%D7%90%D7%A0%D7%A8%D7%92%D7%98%D7%99%D7%AA-%D7%93%D7%95%D7%97>

### ה.3. הוועדה לגיבוש תכנית לאומית להפחתת פליטות

בעקבות הצהרת הנשיא פרס בוועידת קופנהגן, התקבלה במרץ 2010 החלטת ממשלה בנושא "גיבוש תכנית לאומית להפחתת פליטות גזי חממה", ומונתה ועדת היגוי (להלן: הוועדה) בראשות מנכ"ל משרד האוצר. הוועדה נדרשה לגבש המלצות לאמצעי מדיניות נדרשים להפחתת פליטות גזי חממה בישראל, ולבחון אפשרויות לניצול הזדמנויות לצמיחת המשק המקומי הנובעות מהתהליך הבינלאומי. הוועדה הונחתה לגבש את המלצותיה בשאיפה להביא להפחתה בשיעור של 20% מתרחיש עסקים כרגיל, תוך בחינת ההשלכות הכלכליות של ההפחתה על המשק הישראלי, ולהציע את אמצעי המדיניות היעילים ביותר, לאור בחינה זו.

על מנת לעמוד ביעדיה, מינתה הוועדה שלוש תת-וועדות, שעסקו בנושאים בעלי פוטנציאל הפחתה ניכר:

- תת-ועדה לנושא **התייעלות אנרגטית** ושימור אנרגיה בראשות מר הרן לבאות, רכז אנרגיה במשרד האוצר (לשעבר)
- תת-ועדה לנושא **בנייה ירוקה** בראשות ד"ר יוסי ענבר, מנכ"ל המשרד להגנת הסביבה (לשעבר)
- תת-ועדה לנושא **תחבורה** בראשות המהנדס אבנר פלור, ראש אגף הרכב במשרד התחבורה.

צוות האנרגיה והסביבה במוסד שמואל נאמן ריכז את פעילויות צוותי המשנה – לרבות ביצוע סקר ספרות מקיף, ליווי וייעוץ מקצועיים לפגישות הצוותים, הערכה כלכלית של העלויות והתועלות הנגזרות מהתכנית, וכתיבת דו"חות הסיכום של צוותי המשנה.

נושא **הפסולת** נבחן בנפרד על ידי צוות של המשרד להגנת הסביבה בראשות מר אילן ניסים, ראש אגף טיפול בפסולת מוצקה, בסיוע צוות מוסד שמואל נאמן.

**משק החשמל ומדיניות ייצור החשמל** – הן מבחינת סוגיית תמהיל הדלקים והן מבחינת השימוש באנרגיות מתחדשות, לא נדון במסגרת הוועדה. על כך – בהמשך.

בשלב ראשון, סקרו צוותי המשנה את המנופים הפוטנציאליים להפחתת פליטות גזי חממה, את הנחות היסוד ופוטנציאל ההפחתה של המנופים ואת החסמים למימושם. עוד מופו השפעות נוספות העשויות להיות למימוש המנופים (כגון, הפחתת עלויות חיצוניות), ובוצע סקר ספרות נרחב למיפוי מנופי הפחתה בעולם.

בשלב השני, מיפו הצוותים אמצעי מדיניות אפשריים ליישום המנופים ונבחנו עלויות היישום המשקיות והתקציביות החל משנת 2011 עד שנת 2020. בנוסף, מופו השחקנים המרכזיים ליישום אמצעי המדיניות, והוערכה סבירות היישום של האמצעים.

בשלב האחרון, ולאור העבודה שנעשתה בשלבים הקודמים, המליצו הצוותים על אמצעי המדיניות המועדפים ותכנית הפעולה ליישומם, כולל פירוט לוחות הזמנים והגורמים האחראים לקידום אמצעי המדיניות, וכן התוצאות המצופות. ועדת ההיגוי בחנה את המלצות צוותי המשנה ובהתאם גיבשה את התכנית הלאומית להפחתת פליטות גזי חממה.

בחודש נובמבר 2010 אישרה הממשלה את התכנית בתקציב כולל של 2.2 מיליארד ₪, לשנים 2011-2020, פריסת סך התקציב על פני השנים 2011 - 2020 מפורטת בטבלה 3 שלהלן:

**טבלה מספר 3 - תקציב כולל לתכנית הלאומית להפחתת פליטות**

| 2020 | 2019 | 2018 | 2017 | 2016 | 2015 | 2014 | 2013 | 2012 | 2011 | סה"כ  |  |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--|
| 26   | 228  | 229  | 229  | 229  | 238  | 239  | 244  | 262  | 281  | 2,204 | <b>תכנית לאומית להפחתת פליטות גזי חממה</b> |

פרוט סעיפי התקציב עפ"י מנופים, ההפחתות הצפויות, ההקצאה הממשלתית התקציבית והתועלת למשק מובאת בטבלה מספר 4:

**טבלה מספר 4 – פוטנציאל ההפחתה, התקציב שאושר והתועלת הצפויה ע"פ תחומי ההפחתה אשר מופו על ידי הוועדה הבינמישרדית<sup>17</sup>**

| תועלת משקית נטו (מיליוני ₪ עד 2020) | הקצאה תקציבית (מיליוני ₪ עד 2020) | הפחתה בשנת 2020 (מיליון טון שווה ערך פד"ח) | מגזר  |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|---|
| <b>התייעלות אנרגטית</b>             |                                   |  |   |
| 11,283                              | 1,193                             | 4.89                                       | ביתי  |
| 4,652                               | 667                               | 3.24                                       | תעשייה – סקרים + תמיכה בהשקעות  |
| 933                                 |                                   | 0.29                                       | מסחרי   |
| 3,020                               |                                   | 0.94                                       | ממשלתי  |
| 1,755                               |                                   | 0.67                                       | מוניציפלי   |
| 555                                 |                                   | 0.56                                       | חקלאות ומים   |
| לא ניתן להעריך                      | 201                               | לא ניתן להעריך                             | חינוך והסברה בנושא התייעלות והפחתת פליטות                               |
| לא ניתן להעריך                      | 27                                | לא ניתן להעריך                             | תקינה להתייעלות אנרגטית   |
| <b>22,198</b>                       | <b>2,088</b>                      | <b>10.59</b>                               | <b>סה"כ התייעלות אנרגטית</b>  |
| <b>בניה ירוקה</b>                   |                                   |  |   |
| 599                                 | 38.5                              | 0.04                                       | בניה חדשה על פי תקן בנייה ירוקה במבני מגורים – תקינה, סקר מבנים ופיילוט |
| 2,818                               |                                   | 0.28                                       | בניה חדשה על פי תקן בנייה ירוקה במבני מסחר                              |
| לא ניתן להעריך                      | 7                                 | לא ניתן להעריך                             | פרויקט חלוץ לשיפוץ מבנים  |
| לא ניתן להעריך                      | 21                                | לא ניתן להעריך                             | הכשרות מקצועיות באקדמיה ולאנשי מקצוע                                    |
| <b>3,417</b>                        | <b>66.5</b>                       | <b>0.32</b>                                | <b>סה"כ בניה ירוקה</b>  |

<sup>17</sup> הנתונים מתוך טיוטת דו"ח הוועדה מפברואר 2011



| תועלת משקית נטו<br>(מיליוני ₪ עד 2020) | הקצאה תקציבית<br>(מיליוני ₪ עד 2020)                    | הפחתה בשנת 2020<br>(מיליון טון שווה ערך<br>פד"ח) | מגזר   |
|--|---|--|--|
| <b>תחבורה</b>                          |   |  |  |
| 2,328                                  | יתומרץ על ידי הפחתת<br>מיסוי ולא על ידי תקצוב<br>ממשלתי | 0.69   | התקנים להקטנת התנגדות רוח<br>במשאיות                   |
| 2,360                                  |   | 0.38   | צמיגים בעלי התנגדות סיבובית נמוכה<br>בכלי רכב פרטיים   |
| 737                                    |   | 0.28   | מערכות בקרת לחץ אוויר בצמיגים<br>בכלי רכב פרטיים חדשים |
| 446                                    |   | 0.18   | שימוש במנגנון התנע-דומם בכלי רכב<br>פרטיים חדשים       |
| 164                                    |   | 0.12   | שימוש במצמד כפול בכלי רכב פרטיים<br>חדשים              |
| 172                                    |   | 0.06   | שימוש במצמד כפול בכלי רכב כבדים<br>חדשים               |
| 1,578                                  |   | 0.50   | שימוש במנגנון התנע-דומם בכלי רכב<br>כבדים חדשים        |
| 572                                    |   | 0.16   | שימוש בשמנים מפחיתי חיכוך<br>במנועים                   |
| לא ניתן להעריך                         |   | 12.5   | לא ניתן להעריך   |
| <b>8,357</b>                           | <b>12.5</b>   | <b>2.37</b>                                      | <b>סה"כ תחבורה</b>                                     |
| <b>פסולת</b>                           |   |  |  |
| -                                      | לא תוקצב בתכנית זו                                      | 2.66   | מניעת הטמנה וטיפול בפסולת<br>אורגנית                   |
| <b>כללי</b>                            |   |  |  |
| לא ניתן להעריך                         | 40  | לא ניתן להעריך                                   | תמיכה בטכנולוגיות ישראליות                             |
| <b>33,976</b>                          | <b>2,207</b>  | <b>15.94</b>                                     | <b>סה"כ</b>  |

כלומר, גם בתרחיש המיטבי, בו כל ההמלצות תהיינה מיושמות, לא ניתן יהיה להגיע ליעד ההפחתה העומד על 22 מיליון טון שווה ערך פד"ח. לפיכך, הכרחית הרחבת התכנית לשינויים אסטרטגיים במבנה וסל משק החשמל. דיון נוסף בסוגיות אלה בשער ב', להלן.

בתחום ההתייעלות האנרגטית קיים פוטנציאל הפחתה משמעותי (כמחצית מכלל ההפחתה הנדרשת) וכדאיות כלכלית גבוהה (לרבות זמני החזר השקעה קצרים). עפ"י התוכנית, יושקעו בתחום ההתייעלות בסקטור הביתי, המסחרי, התעשייתי, הממשלתי, המוניציפאלי וכן במשק המים והחקלאות 2.088 מיליארד ₪ על פני העשור הקרוב. התועלות הישירות (חסכון בעלויות חשמל ואנרגיה) תגיענה לכדי פי עשרה (!), מעל 22 מיליארדי ₪.

החסמים המרכזיים שזוהו בתחום זה, הם העדר מודעות לפוטנציאל החיסכון, וקשיי מימון להשקעה הראשונית הנדרשת. אמצעי המדיניות המרכזיים בתכנית כוללים תקינה מחייבת ליעילות מזערית ולמצב המתנה למכשירי חשמל, תמיכה בסקרי אנרגיה, גריטת מכשירי חשמל ישנים, בחינת מנייה חכמה, בחינת שיתוף צרכנים קטנים בתכנית התעו"ז, ופעולות חינוך והסברה. נכון להיום, מתקצב משרד התשתיות הלאומיות פרויקטים בתחום ההתייעלות בבתי מלון ובבתי חולים מטעמי ניהול רזרבות במשק החשמל, ולא מתוך ראייה המתמדת הפחתת פליטות גזי חממה<sup>18</sup>.

בתחום הבניה נעשתה הפרדה (שאינה טבעית לגמרי, בשל יחסי הגומלין ההדוקים ביניהם) בין המבנה עצמו (תכנון, בידוד, חלונות, הצללה) – שנבחנו על ידי צוות בנייה ירוקה, לבין מערכות תומכות לאקלום ותאורה במבנה, שנבחנו על ידי צוות ההתייעלות. הצוות סבל ממחסור בנתונים המבוססים על תנאי אקלים והמבנים בארץ. עיקרי החסמים שאותרו היו שוק דוור לא משוכלל, היעדר ידע מקצועי והיעדר מודעות צרכנים לחיסכון. אמצעי המדיניות שהוגדרו, הם עדכון תקן הבנייה הירוקה וגזירת תקנות מחייבות מתוכו; מימון פרויקטי חלוץ בנושא בנייה ירוקה במבנים קיימים וחדשים, והכשרת אנשי מקצוע, כולל בחינת שילוב מערך בנייה ירוקה באקדמיה. **בתחום הבניה הירוקה צפויים להיות מושקעים בסקרים, בתקינה ובאכיפה 66.5 מיליוני ₪, כאשר התועלות אשר נלקחו בחשבון נובעות מיישום תקנות בסיסיות אשר ייגזרו מתקן בניה ירוקה החדש. הנחת החישובים היא כי ההתאמה לתקן הבניה הירוקה במבני מגורים ומסחר לא יצריך תוספת עלות לבניה. לא נלקחה בחשבון בניה מעל התקן המחייב, ולא שיפוץ מבנים בכל היקף שהוא (למעט פרויקט חלוץ).**

הפחתת פליטות בתחום התחבורה כוללת הפחתת פליטות מן הנסועה הקיימת (שיפורים טכנולוגיים בכלי הרכב ושינוי הדלקים) וכן הפחתת הנסועה הכוללת, לדוגמא ע"י הגברת התחבורה הציבורית ושינויים התנהגותיים נוספים, ביחס לתרחיש עסקים כרגיל.

החסמים המרכזיים שזוהו, כללו, לצד העדר מודעות לחסכון, את העובדה כי לשוק הישראלי, כשוק יבוא קטן, אין השפעה על טכנולוגיות הרכב. אמצעי המדיניות העיקריים כוללים הטמעת טכנולוגיות חדשות חוסכות בדלק באמצעות תקינה ובחינה מחודשת של אמצעי מיסוי, בהמשך לתכנית 'מיסוי ירוקי' מ-2009. **במסגרת עבודת הוועדה זוהו פוטנציאל הפחתה של 2.37 מיליוני טון שו"ע פד"ח, כלומר, כ 10% מסך הפליטות הנדרשות להפחתה.**

המלצות נפרדות בנושא הפחתת פליטות ממגזר הפסולת גובשו במשרד להגנת הסביבה, אך לא תוקצבו, שכן, כאמור, גם התשתית החוקית וגם התשתית המימונית קיימות.

פרוט לגבי תכניות להפחתת פליטות המקודמות ברחבי העולם ופעולות פרטניות שהומלצו ע"י הוועדה, מובאות בהרחבה בשער ג', להלן.

<sup>18</sup> מהיבט של עדיפויות לאומיות לא ברור התייעדוף של תמיכה בבתי מלון, שהם סקטור עסקי, על פני מוסדות ציבוריים וממשלתיים כגון בתי חולים, בתי סוהר, בתי ספר וכדומה.

#### 4.ה. מיזמים לא ממשלתיים להפחתת פליטות גזי חממה

אנו מציגים להלן מספר פרויקטים אשר מקודמים על ידי גופים לא-ממשלתיים. השקרה מצומצמת אמנם, ובכוונתה רק להצביע על מגוון פעילויות במשק אשר יביאו להפחתה, כזו או אחרת, של פליטות.

##### יוזמת פורום ה- 15

בולטת יוזמת פורום ה- 15 – פורום הערים העצמאיות. הפורום מאגד את 'העיריות העצמאיות' בישראל, אשר אינן מקבלות "מענקי איזון" או "מענקי פיתוח" ממשלתיים, ומנוהלות כמשק עצמאי סגור.

במסגרת פעילות הפורום בתחומי איכות והגנת הסביבה, גובשה "אמנת פורום ה- 15 להפחתת זיהום אוויר ולהגנת אקלים", אשר נחתמה בפברואר 2008.

הרשויות התחייבו, לשם השגת מטרות אלה, לפעול לקידום תכנית אב עירונית להפחתת זיהום אוויר והגנה על האקלים, שתכלול את חמש אבני הדרך הבאות:

- קביעת מצאי בסיסי ותחזית של מקורות עיקריים לזיהום אוויר ופליטת גזי חממה בעיר.

- קביעת יעדי הפחתה של זיהום אוויר ופליטת גזי חממה.

- פיתוח ואימוץ 'תכנית פעולה מקומית' לטווח קצר ולטווח ארוך, על מנת להשיג הפחתת זיהום האוויר ופליטת גזי חממה.

- יישום 'תכנית הפעולה המקומית', לרבות האמצעים והפעולות הנגזרות ממנה.

- ניטור ובקרה של רמות זיהום אוויר ופליטת גזי חממה, ודיווח שוטף על הפעולות והאמצעים הננקטים במסגרת 'תכנית הפעולה המקומית'.

במסגרת פורום הרשויות, הצטרפו הרשויות ליוזמה הבינלאומית "ערים למען הגנת האקלים" (ICLEI - Cities for Climate Protection) אשר מוביל ברחבי העולם ארגון

(International Council for Local Environmental Initiatives), מתוך כוונה לאמץ יעדי הפחתת זיהום אוויר והגנת אקלים ברוח היעדים שהציבו לעצמם ערים גדולות אחרות בעולם, ובשיעור שלא יפחת מצמצום של 20% בפליטת גזי החממה עד לשנת 2020. מידי שנה מפרסם הפורום דו"ח תקופתי אודות יישום האמנה. עד כה פורסמו שני דו"חות. בדו"ח השני שפרסם הפורום בספטמבר 2010 דווח ששנת 2009 הוקדשה לביצוע סקרי הפליטה העירוניים. הסקרים הניחו תשתית להמשך יישום שלב התכנון, וסייעו בהגדרת המגמות המרכזיות המאפיינות את פליטות גזי החממה ומזהמי האוויר בערים. המגמות הללו ינחו את העיריות בגיבוש חזון עירוני וקביעת דרכי מימושו במסגרת תכנית אב עירונית.

## **בתי ספר וקמפוסים ירוקים**

בשיתוף פעולה של המשרד להגנת הסביבה עם מוסדות החינוך השונים ברחבי הארץ, הופכים בהדרגה כל מוסדות החינוך האקדמיים, בתי הספר וגני הילדים לבעלי "תו ירוק", אשר מוענק על ידי השר להגנת הסביבה מדי שנה. כחלק מתהליך ההסמכה למוסד ירוק נדרשים המוסדות לעבור תהליך התייעלות וחיסכון במשאבים אשר מוביל מטבע הדברים לחיסכון בצריכת החשמל במוסד האקדמי. תוצאות מרשימות המצביעות על פוטנציאל חיסכון של כ- 20% כבר הודגמו בטכניון ובמוסדות נוספים, והופכים לנורמה בקרב מוסדות החינוך במדינת ישראל.

## **תעשייה**

בנוסף, התעשייה נערכת אף היא להפחתת פליטות גז"ח, כאשר המניעים מגוונים. לעיתים, השיקולים הם כלכליים גרידא, שהרי קיימת תועלת רבה וחיסכון כספי מהתייעלות אנרגטית. קיימות גם תעשיות בארץ, לשמחתנו, אשר הפנימו את הנושא הסביבתי, מתחייבות לשיפורים, מדווחות לציבור על ביצועיהם הסביבתיים (גם לאור דרישות הרשות לניירות ערך) ובסופו של דבר מתייעלות ומפחיתות פליטות.

## שער ב' – אתגרים ובעיות בתכנית הלאומית להפחתת פליטות

### גזי הממה

כפי שהוסבר בשער א', התכנית הלאומית להפחתת פליטות אומצה על ידי הוועדה הבינמשרדית, ותקציבים אושרו ע"י הממשלה. התוכנית שאושרה מהווה התחלה טובה לטיפול ממוקד בנושא אולם, עדיין נותרו מספר אתגרים וניתן לזהות בעיות יישומיות בתכנית כפי שהתקבלה. דיון נרחב בבעיות ומגבלות אלה מובא בשער ב' להלן. באופן כללי, ניתן לחלק את הבעיות לשלושה מישורים מרכזיים:

- מתודולוגיה והנחות בסיס
- מהות התכנית והיקפה
- מנגנוני מעקב ואינדיקטורים ליישום

### 1. מתודולוגיה והנחות בסיס

#### 1.1. חשיבות התכנון המוקדם

תכנון הוא תהליך של חשיבה לקביעת פעולות עתידיות לאור מטרות מוגדרות מראש. תכנון, בניגוד לפעולות אד-הוק, תורם להבטחת השגת המטרות וכן לשיפור ולבחירת הדרך הקצרה והיעילה ביותר להשגת מטרות אלה, וככזה, הוא גם הדרך הזולה ביותר. תכנון נכון הוא תכנון לטווח ארוך מספיק, הרואה יעדים מוגדרים באופן ברור וגמיש דיו לשינויים ולחוסר הודאות המאפיין כל תהליך עתידי.

אין ספק כי תכנון, בעיקר תיכנון עירוני מרחבי הכולל התייחסות כוללת למבנים ולתחבורה, הינו בעל חשיבות עליונה בהפחתת צריכת האנרגיה והביקושים, ובעל משמעויות מרחיקות לכת, במיוחד לטווח הארוך. לדוגמא, בניית מבנה במפנה הנכון, אשר תמזער את צריכת האנרגיה של הבניין, אינה עולה יותר מבנייתו במפנה אחר. כך גם תכנון תחבורתי ועירוני באופן שימזער את הצורך בנסיעה בתוך המרחב העירוני ותכנון תשתיות לפי גודל ופיזור האוכלוסייה החזויים, שהם רק מעט מדוגמאות אינספור המדגימות את חשיבות התכנון.

אמנם, התוכנית הלאומית כוללת הקצאה של סכומים קטנים לנושא הכשרה מקצועית בתחום הבניה הירוקה, אולם יש לוודא כי בעתיד יורחב טווח ההתייחסות למגזר זה, באופן שיכלול באופן ברור את סוגיית התכנון המשולב, ובפרט תיכנון כוללני של המרחב העירוני הכולל בתו מגורים, מקומות תעסוקה, בתי עסק ומסחר, ותעבורת נוסעים ומשאות ביניהם.

בנוסף, היות ושנת 2020 מתקרבת בצעדי ענק ברור כי תכנון לשנת 2020 הוא, במובן מסוים, תכנון קצר טווח, ויש לגבש במהרה מסגרת לתכנון ארוך טווח, אשר יביט כמה עשורים קדימה ויצבי יעדים שמהם יגזרו תכניות פעולה עתידיות.

## 2.1. ריבוי מדדים, מודדים ומתודולוגיות

בבואנו להגדיר תכניות פעולה עלינו לענות על מספר שאלות –

- מהי נקודת הפתיחה?
- מהו היעד?
- מה המרחק מנקודת הפתיחה ליעד?
- כיצד ובאילו נקודות יש לוודא כי היעד מושג?

בנושא הפליטות, נעשו בארץ עבודות שונות אשר מטרתן לאפשר למקבלי ההחלטות לקבל החלטות מושכלות ומדידות. בין השאר סוקרות העבודות את תחזית הפליטות ופילוחן, אשר ממנה אמורים להיגזר היעדים והמתודולוגיה להשגתם. קיימת חשיבות מכרעת לקיום שקיפות ואחידות בין העבודות השונות, ומבלי לפרוט לפרטים את ההבדלים בין הדו"חות השונים, חשוב לציין, כי הנחות היסוד שלהם הן שונות ולא תמיד לגמרי ברורות או גלויות. לשם דוגמא, אם החלטת ממשלה להטמעת אנרגיות מתחדשות בשיעור של 10% בתמהיל הדלקים לייצור החשמל כבר נכללת בתרחיש עסקים כרגיל, הרי שלא ניתן למנות פעולות שיגיעו למטרה זו כהפחתה ביחס לתרחיש עסקים כרגיל.

בנוסף, טווחי הזמן שנלקחו בחשבון בעבודות השונות היו שונים בהגדרתם, באופן שהיכולת להשוות ביניהם או ליצור מכנה משותף מוגבל במידה רבה (עבודות חפץ חזתה את שנת 2025 ואילו דו"ח מקינזי את שנת 2030). כמו כן, התחזית לשנים מוקדמות יותר (כמו 2020) בחלק מן הדו"חות הוערכה באמצעות גזירה לאחור מהתחזית המאוחרת, ועלולה שלא לשקף באופן מלא את מלוא הנחות היסוד הרלוונטיות לתקופה.

כימות הפוטנציאל להפחתת פליטות גזי חממה וכן תרחישי העלויות או התועלות למשק נשענות על הנחות יסוד רוחביות ונדרש מעקב לוודוא ועידכון התחזיות לאור יישום אמצעי המדיניות במשק, כולל התאמות תקופתיות, לכל תקופת התוכנית. למשל, הנחת בסיס עיקרית היא שמשק החשמל יישאר בעל מאפיינים הדומים למשק עתה, כלומר ייצור של קוט"ש חשמל יגרום לפליטת 0.707 ק"ג פחמן דו חמצני. נתון זה אינו מביא בחשבון שינויים אפשריים במשק החשמל העשויים להביא לעליית או להפחתת שיעור הפליטות כתוצאה מהקמת תחנת כוח פחמית חדשה, או חדירה גבוהה יותר של גז טבעי ו/או אנרגיה ממקורות מתחדשים, בהתאמה.

באותה מידה יש לעקוב ולעדכן את חישובי העלויות והתועלות לאור שינויים עתידיים במחירי החשמל ובעלויות החיצוניות הנלוות. התוכנית מבוססת על הנחות יסוד של מחיר חשמל לצרכן (ביתי – 0.616 ש"ח לקוט"ש, ומסחרי – 0.5488 ש"ח לקוט"ש), ועלויות חיצוניות (ללא שיקלול עלויות הפד"ח) בשיעור של 0.0652 ש"ח קוט"ש. פרטים נוספים על הנחות אלו וחישובי העלויות מצויים בדו"ח משרד האוצר המסכם את התוכנית הלאומית להפחתת גזי חממה בישראל.

### 3. בעיית תיכולת ואי בהירות בנוגע למנגנון העל לניהול התכנית

הוועדה אמורה להתוות שינויים נדרשים במדיניות ולבקר את פעולות היישום. אין הגדרה של הסמכויות והמשאבים העומדים לרשות גוף העל, כלפי המשרדים המבצעים.

בנוסף, חסר מנגנון המחייב שת"פ במידע (לדוגמה, בממצאי סקרי אנרגיה) ובהחלטות בין משרדיות, דבר שהוא בניגוד לאופי הנושא ולדרכי פעולה מקובלות בטיפול בפרויקטים רב-תחומיים. על מנת לבסס שיתוף פעולה כזה, יש להקים צוות פעולה מיוחד וקבוע, בעל משאבי כח אדם ותקציב, המערב את כל בעלי העניין והגופים הרלוונטיים.

על מנת לבצע תכנון נכון ותיעדוף מושכל של היעדים והתשומות הנדרשים לטיפול באופן מקיף בסוגיית גזי החממה, מן הראוי לדון בכל ההיבטים של הנושא רחב הידיים הזה תחת מטרייה אחת. הקמתה של וועדת מנכ"לים שתפקידה לגבש תכנית לאומית להפחתת פליטות היתרה אמורה לעשות זאת בדיוק. ברם, הוועדה הותירה מספר נושאים מחוץ לתחום עיסוקה, כך שסדר העדיפויות שגובש לקח בחשבון רק חלק מן הנושאים. הנושאים שנותרו מחוץ לשולחן הוועדה זכו או יזכו (בתקווה) לדיון נפרד, אשר אינו משקלל את חשיבותם היחסית מול הנושאים האחרים. בנוסף – גם בדיוני הוועדה, כפי שהתקיימו, היה אמנם תיאום בין עבודות הצוותים השונים בהיבט של הנחות היסוד ותנאי המשק, אולם לא התקיימו יחסי גומלין מעבר לכך. עיקר התועלת בתכלול היא איגום משאבים ותועלות, כך שבין השאר הכנסות מהתייעלות ינוצלו לתחבורה או לבניה. בפועל – הוועדה תיכללה את התקצוב בלבד, ולא את התועלות.

מעבר לכך, לא כל הנושאים המשיקים טופלו תחת קורת גג אחת. ועדה נפרדת הוקמה לדיון בהפחתת התלות בנפט, אשר פעלה לאור חזון צמצום התלות, ולפיכך המיקוד בהחלטותיה ובתקצוב פעילותה אינו עולה בהכרח בקנה אחד עם חזון הפחתת פליטות גזי החממה. התכנית אשר גובשה על ידי הוועדה להפחתת התלות בנפט, זכתה לתקציב של כ-1.5 מיליארד ש"ח עד 2020 (ביחס ל-2.2 מיליארד ש"ח, שהוא התקציב שאושר לתכנית הפחתת פליטות גזיח לתקופה המקבילה). כלומר, ללא ניתוח כלכלי אינטגרטיבי הוקצו 40% מן התקציב הכולל של שתי תכניות אלה (תקציב כולל של 3.7 מיליארד ש"ח), לפיתוח תחליפי נפט. תוצאה זו אינה בהכרח משקפת את סדר העדיפות הלאומי. **למעשה, סדר העדיפות הלאומי בתחום זה מעולם לא הוגדר בבירור.**

בנוסף לאמור לעיל, חסרה בתכנית התייחסות לצרכי דרכי הפעולה והבטחת השקיפות של עבודת גוף על האחראי לניטור, מעקב ואימות ביצוע התוכנית.

כפי שצוין, נושא הבניה הירוקה פוצל בין תת הוועדה שעסקה בהתייעלות אנרגטית ותת הוועדה שעסקה בבניה ירוקה. בכך, לא ניתן היה לחשב את התועלות הסינרגיסטיות המתקבלות משימוש במכשיר יעיל אנרגטית (בעיקר מזגן ותאורה) בבנין המתוכנן ובנוי ע"פ עקרונות שימור אנרגיה. זה גם המקום לציין כי בניה משמרת אנרגיה אינה תורמת רק לחסכון בצריכת החשמל למזגן ולתאורה, היא גם מהווה אמצעי הסתגלות (adaptation) לשינויי האקלים. כלומר, החשיבות של הבניה הירוקה, המותאמת לתנאי האקלים הקיצוני בארץ חשובה כפליים. בנוסף, עלינו לזכור כי מבנים שייבנו היום, ללא התחשבות או התאמה לשינויי

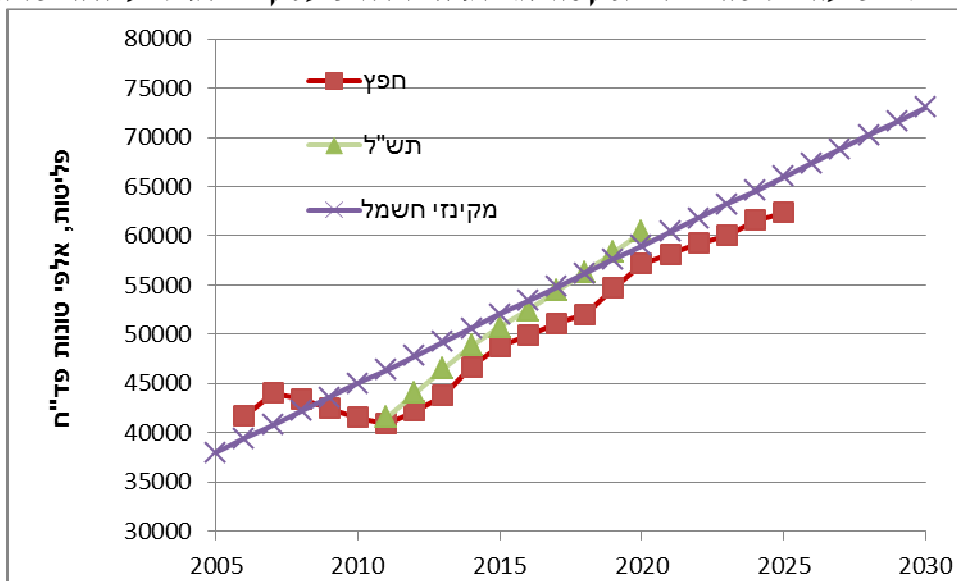
האקלים הצפויים, יצרכו השקעות עתק בעוד עשור או שניים על מנת לשדרגם ולחדשם בהתאם לתנאי האקלים המחמירים.

מעבר לכל הנושאים שהועלו לעיל, חסרה בעבודת הוועדה ראייה אינטגרטיבית של המשק כולו. מודל שפותח על מנת להעריך את העלויות והתועלות המשקיות הנובעות מאמצעי ההפחתה מובא בהמשך. אולם, כאמור, לא נעשה שימוש במודל בעבודת הוועדה.

#### 4.1. הגדרת תרחיש "עסקים כרגיל"

כנהוג במרבית תכניות הפעולה להפחתת גזי חממה ברחבי העולם, מבוססת גם תכנית זו על מודל של הפחתה לעומת גידול "טבעי" בצריכה, כלומר לעומת הפליטות הצפויות במצב של "עסקים כרגיל". מודל זה, האמור לשקף את התרחיש הצפוי ללא כל התערבות ממשלתית הממוקדת בהפחתת גזי חממה וללא הפעלת כלים הכלולים בתכנית עצמה, חושב בעבודות קודמות. השוואה בין שיעורי הפליטות הצפויים, לפי התרחישים השונים, מסקטור האנרגיה בלבד ניתן לראות בתרשים מספר 4.

תרשים 4 - שיעור פליטות צפוי מסקטור האנרגיה בתרחיש עסקים כרגיל בעבודות שונות<sup>19</sup>



דיון מעמיק ומורחב בהשוואת עבודות מקינזי וחפץ ניתן למצוא בדו"ח השני שהגישה מדינת ישראל לאו"ם<sup>20</sup> (עמודים 143-145). הדו"ח הלאומי הוכן עבור אגף אוויר ושינוי אקלים במסגרת מחויבויותיה של ישראל לאמנת האקלים ולפרוטוקול קיוטו. הדו"ח סוקר את

<sup>19</sup> הנתונים בתרשים זה מתוך עבודות חפץ, מקינזי והתכנית להתייעלות אנרגטית של משרד התשתיות הלאומיות 2010

<sup>20</sup> Israel's second national communication on climate change, [http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/index\\_pirsumim/p0578-english\\_1.pdf](http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/index_pirsumim/p0578-english_1.pdf)



ההתפתחויות בישראל בנושא פליטות גזי החממה ושינוי האקלים החל משנת 2000, מועד פרסום הדו"ח הלאומי הראשון.

הדו"ח סוקר את הנושאים הבאים:

- מצאי פליטות גזי החממה של ישראל לשנים 2000, 7-2003.
- מדיניות וצעדים שננקטו בנושא שינוי אקלים.
- השפעות צפויות של שינוי האקלים על ישראל והמלצות לצעדי הסתגלות נדרשים.
- מחקרים שהוזמנו על ידי המשד להגנת הסביבה לבחינת אמצעי הפחתת פליטות גזי חממה בישראל (דו"ח חפץ ודו"ח מקנזי).
- תרומה כלכלית, העברת טכנולוגיות ושיתוף פעולה בינלאומי של ישראל בנושאי שינוי אקלים.
- מחקר ותצפיות בנושאי שינוי אקלים ומחקר בנושא אנרגיה מתחדשת.
- שינוי אקלים בתחומי החינוך, ההדרכה והמודעות הציבורית.
- אתגרים בנושאי הפחתת פליטות והסתגלות.

קיימת בעיתיות רבה בהגדרת תרחיש של "עסקים כרגיל". בעבודת מקינזי תוארו הפליטות ממגזרים שונים, אולם לא ברור מהן הפליטות המשוייכות למגזרים השונים, כפי שלא ברור מהו חלקן של האנרגיות המתחדשות, של החלטת הממשלה בנושא ההתייעלות ושל גורמים נוספים העשויים להילקח בחשבון כחלק מתרחיש "עסקים כרגיל". מעבר לכך, בתרחישים בעבודות שונות קיימת שונות בהנחות היסוד המבססות את החישוב (כגון שיעור האנרגיות המתחדשות במשק, המשפיע ישירות על מקדם ההמרה של קוט"ש לפד"ח), ולכן הסתמכות על תרחיש זה כבסיס לחישוב שיעור הפליטות וההפחתה הנדרשת היא בעייתית ללא הערכת מידת אי הוודאות בחישוב שיעור ההפחתה הנדרש להשגת המטרה המוצהרת.

הגדרת שיעור הפליטות בתחזית "עסקים כרגיל" היא קריטית לביסוס התכנית כולה. כל סטייה, ולו הקטנה ביותר, משפיעה משמעותית על יעדי התכנית, המבוססים על חישוב אחוז ההפחתה לעומת תרחיש של "עסקים כרגיל".

תחזיות הפליטות הכוללות למדינת ישראל בדו"ח חפץ עומדות על 106.8 מיליון טון ש"ע פד"ח בשנת 2020 ו- 118 מיליון טון ש"ע פד"ח בשנת 2025. בדו"ח מקינזי עומדות הפליטות הכוללות על 109 מיליון טון ש"ע פד"ח בשנת 2020 ו- 142 מיליון טון ש"ע פד"ח בשנת 2030.

בנוסף, במסמך הוועדה חסרה הגדרה חד משמעית של יעד ההפחתה הנדרש לכל שנה, כדי לאפשר מדידה ומעקב של התקדמות המגזרים השונים ביישום תוכניות ההפחתה ועמידה ביעדי התכנית.

כחלק מתרחיש עסקים כרגיל, יש לקחת בחשבון, בנוסף למדדי ריבוי אוכלוסין ועליה ברמת החיים גם נושאים המבטאים את שינויי האקלים הצפויים בעשורים הקרובים. עבודה הכוללת תרחישים שונים לפליטות גזי חממה בהתאם למתווי מדיניות שונים ולהתפתחות כלכלית

(הכוללת תרחיש "עסקים כרגיל") נעשתה בקנה מידה עולמי, על ידי ה-IPCC<sup>21</sup>. ניתוח דומה, עם תרחישים המבססים מגוון רחב של שינויים דמוגרפיים, הכוחות המניעים את הכלכלה וההתפתחות הטכנולוגית והקשר שלהם לפליטות גזי חממה, נדרש בישראל על מנת להעריך נכונה את שיעור העליה בצריכת האנרגיה, ההתייעלות האנרגטית ה"טבעית" במשק, ושאר השפעות הנובעת משינויי האקלים.

## 5.1. בעיה בהגדרת היעד ובאמצעי מדידה

כפי שהיא בנויה היום, לא תגיע התכנית ליעד כולל וברור להפחתת גזי חממה בשיעור של 22 מיליון טון פד"ח (שהם 20% מן הפליטות החזויות לשנת 2020 בתרחיש עסקים כרגיל). התכנית מאפיינת את פוטנציאל ההפחתה, כפי שכומת ע"י הצוותים. פוטנציאל זה, כאמור, נמוך מיעד ההפחתה הכולל. על מנת להעריך נכונה את פוטנציאל ההפחתה הנובע מיישום ההיבטים השונים של התכנית הלאומית נדרשת הרחבת מדידת סה"כ פליטות גזי החממה השנתיות ממגוון תת המגזרים צורכי האנרגיה.

כמו כן, חשוב לאגם יחד עם ההפחתה הצפויה מהתוכנית שאושרה ע"י הוועדה הבינמשרדית גם הפחתות גזי חממה אחרות הנובעות מתוכניות פעולה נוספות כגון ניהול פסולות, שיפור תמהיל הדלקים במשק החשמל, ומזעור התלות בנפט בכדי לאפשר ניתוח כולל ומעקב על השגת היעדים הלאומיים שישראל התחייבה עליהם בפני האו"ם. הרחבה והסברים נוספים יובאו להלן.

## ז. מהות התכנית והיקפה

### ז.1. התוכנית המוצעת אינה מטפלת כיאות בסוגיית סל הדלקים ומבנה

#### משק האנרגיה

הדיון בסוגיית סל הדלקים ומבנה משק האנרגיה, כלל לא טופל במסגרת עבודת הוועדה. על מנת להבין את חשיבות הנושא, נציין רק כי מימוש החלטת וועדת השרים (מס. חכ/176, 12.1.2009) ושימוש ב 10% מהחשמל בשנת 2020 ממקורות מתחדשים, יכול להביא להפחתה של 5.6 מיליוני טון פד"ח<sup>22</sup>.

בנושא השימוש באנרגיות מתחדשות יש לחדד מספר נקודות חשובות:

- משק האנרגיה הישראלי עוסק בנושא זה כבר שנים ארוכות- ללא כל התקדמות ממשית. משרד התשתיות הלאומיות, רשות החשמל, חברת החשמל, המשרד להגנת הסביבה, מנהל מקרקעי ישראל וכמובן, משרד האוצר הם רק חלק מבעלי העניין

<sup>21</sup> IPCC, Special Report Emission Scenarios, <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>

<sup>22</sup> מבוסס על תחזית חברת החשמל לשנים 2007-2030, לפיה צריכת החשמל תעמוד על כ- 80,000 מיליון קוט"ש לשנה בשנת 2020.

בתחום זה, ובינתיים היעדים שנקבעו בהחלטות הממשלה וועדות השרים השונות אינם מתממשים.

- השימוש באנרגיות מתחדשות חיוני למשק הישראלי לא רק בהקשר של הפחתת פליטות מזהמים, קונבנציונאליים וגלובליים, אלא גם בהקשר של עצמאות אנרגטית, הפחתת התלות בנפט, קידום תעשיות ישראליות ועוד<sup>23</sup>.
- על אנרגיות מתחדשות להיות מוזנות לתוך משק אנרגיה יעיל. כלומר, מאחר ועלות הפקת אנרגיות אלו עדיין יקרה ומאחר ונדרשת תשתית הולכה לחשמל הירוק, ייטב אם החשמל יוזן למערכת המנצלת את החשמל בחוכמה וביעילות<sup>24</sup>.

יש כמובן לציין שהקמת תחנת כוח חדשה (שאינן ספק לגבי נחיצותה) על בסיס פחם (תחנה D) תוביל להעלאה במקום להפחתה של פליטות גזי חממה מייצור חשמל ובנוסף תוביל להשלכות שליליות רבות על הסביבה, הבריאות והכלכלה של תושבי ישראל.

חישובים שנעשו במשרד להגנת הסביבה מראים כי ההפחתות הצפויות משינוי הרכב סל הדלקים עומדות על 3.4 מיליון טון ש"ע פד"ח כתוצאה מהכנסה של 10% ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות (בהנחה ש- 3% מתוכן כלול בתרחיש עסקים כרגיל). כמו כן ביטול פרויקט D להקמת תחנת כוח פחמית והכנסת מחז"מים מונעי גז במקומה יפחית כ- 3.5 מיליון ש"ע פד"ח.

מעבר לכך, אין להזניח את העובדה שייצור חשמל מתמהיל דל פחמן יביא להפחתה של מקדם הפליטה הגנרי לשימוש בחשמל, אשר חושב על ידי הוועדה בצורה גורפת עד שנת 2020, ולשינוי של תחשיבי החיסכון כתוצאה מחיסכון בחשמל (במיוחד בסקטור ההתייעלות האנרגטית והבניה הירוקה).

**בנוסף, חשוב לציין כי התכנית נגעה בתחום האזרחי בלבד, ללא התייחסות לפוטנציאל ההפחתה במערכת הביטחון.**

סוגיה חשובה נוספת נוגעת למבנה משק החשמל בישראל. בהיות חברת החשמל ספק משמעותי יחיד, המתבסס על ייצור חשמל מדלקים פוסיליים, קיימת בתוך החברה התנגשות מובנית לכניסה של אנרגיות מתחדשות למשק החשמל. מעבר לייצור עצמו, קיימות סוגיות של הולכת חשמל מנקודות הייצור השונות אל הלקוחות על גבי רשת החשמל הקיימת, כאשר הרשת הנוכחית אינה מותאמת לתמיכה ביצרנים מבוזרים. חברת החשמל אומנם מקדמת שידרוג של רשת החשמל למערכת רשת חכמה<sup>25</sup> (smart grid) אך בטווח הזמן הנראה לעין – אינה תומכת בספקים ויצרנים פרטיים ומערימה קשיים על התחברות לרשת במערכות בינוניות וגדולות<sup>26</sup>. בנוסף, יש לזכור כי שינוי תמהיל הדלקים לא רק ישפיע על הפחתה אבסולוטית, אלא גם על ההפחתה בפליטות משימוש בחשמל לאורך השנים. בחישוביה, השתמשה הוועדה בנתון של

<sup>23</sup> מוסד שמואל נאמן, "פורום האנרגיה מס' 1 – חשמל ממערכות פוטו-וולטאיות", 13.2.2006

<sup>24</sup> מוסד שמואל נאמן, "פורום האנרגיה מס' 13 – תחנות כח סולאריות בישראל", 9.2.2009

<sup>25</sup> מוסד שמואל נאמן, "פורום האנרגיה מס' 16 – רשת חשמל חכמה בישראל", 4.1.2010

<sup>26</sup> מוסד שמואל נאמן, "פורום אנרגיה מס' 20 – מערכות PV מחוברות רשת", 14.2.2011

0.707 ק"ג פד"ח לקוט"ש לכל אורך התקופה, בהעדר נתונים או תחזיות אחרות לגבי סל הדלקים ורמת פליטות הפד"ח.

## 2. הטיפול בנושא התחבורה מתמקד רק בחלק שולי של אמצעי מדיניות

### אפשריים

מגזר התחבורה אחראי, על פי דו"ח מקינזי, לפליטה של 12 מיליון טון שו"ע פד"ח בשנת 2005, שהם 18% מכלל הפליטות בישראל בשנת 2005, ובתרחיש "עסקים כרגיל" הוא צפוי להיות מוכפל עד שנת 2030 ולפלוט כ- 24 מיליון טון שו"ע פד"ח.

וועדת המשנה לתחבורה אשר עבדה במסגרת הוועדה הבינמשרדית בחנה שורה של מנופי הפחתה, הניתנים לסיכום כקבוצות מנופים כלהלן -

- קבוצת מנופים I – שיפורים טכנולוגיים בכלי רכב לצמצום כמות הפליטות מרכבים
- קבוצת מנופים II – שיפורים ברכבים כבדים
- קבוצת מנופים III – החדרת הנעה חלופית
- קבוצת מנופים IV – שינויים התנהגותיים

דו"ח הפעולה הסופי נוגע רק בשיפורים טכנולוגיים להגברת היעילות האנרגטית של רכבים ולמזעור צריכת דלקים (קבוצה I). אמצעים אלה אכן חשובים וניתנים ליישום במסגרת התקנות הקיימות, אולם הם לא מייצגים את כלל אמצעי המדיניות האפשריים ואשר נידונו בצוות התחבורה. אמנם קיימת התייחסות בדו"ח עצמו לאמצעי התייעלות של כלי הרכב (התקנת חצאיות, stop & start וכד'), אולם הגדרת כלים אלו ללא תקצוב, אינה מאפשרת את מימושם בפועל ולא כל שכן, את ההערכה לגבי תועלתם.

יש להרחיב את היריעה ולבחון את אמצעי המדיניות הנוספים שנידונו בוועדה הבינמשרדית ולאסוף את הנתונים החסרים, לשם הטמעתם בתוכנית פעולה לטווח ארוך יותר. ביניהם, בין השאר:

- קידום שינוי התנהגותי – אמצעים לעידוד הפחתת נסועה ברכב פרטי ולקידום תחבורה ציבורית
- החלפת גזי קירור ברכבים – תקינה לחיוב שימוש בגזים בעלי פוטנציאל התחממות גלובלית נמוך יותר מהמקובל כיום, תוך חיוב לאיסוף ושריפת נוזלי הקירור המוחלפים
- שינוי תמהיל רכבים פרטיים - ע"י חיוב ממוצע ציון ירוק גבוה (6) לצי רכבים מיובאים או תקנות אלטרנטיביות ברוח הדירקטיבה האירופאית המחייבת פליטת מקסימום של גזי חממה מק"מ נסועה החל מ-2013. יש לציין כי נושא שינוי תמהיל הרכבים נבחן על ידי המשרד להגנת הסביבה יחד עם חברות TNO ו-DHV, ומסקנות המחקר הראו כי לא כדאי להחיל תקנות מסוג זה על יבואני הרכב בישראל, כיוון שהשוק קטן מאוד ולכן גם הגמישות נמוכה. לעומת זאת, מעודד המשרד מעקב אחר ההפרשים בין פליטות ה- $CO_2$  הממוצעות מרכב חדש באירופה לעומת כלי הרכב המיובאים לישראל, והפעלה של אמצעי מדיניות נוספים, במידה והפער (שגדול כבר היום) יגדל.

- המרת הנעת דיזל באוטובוסים ובמשאיות אשפה בגז טבעי דחוס, במנועי דיזל היברידיים ואף בביוגז.
- הגדלת שיעור רכבים היברידיים, היברידיים נטענים וחשמליים - בחינה מחודשת של העליה בשיעור המס, הבטחת תעריפי תעו"ז, וסטנדרטיזציה של תשתית הטעינה.
- שימוש בדלקים חליפיים – קידום השימוש בביו דלקים מתקדמים כגון ביו-אתנול וביו-דיזל מדור 2 ומעלה העומדים בתקני הקיימות המיושמים כיום באירופה ומדינות אחרות בעולם
- חישוב רכבת ישראל

ההפחתות המתאפשרות מאמצעי מדיניות אלה תלויות בהרבה הנחות בדבר יכולת היישום של אמצעים אלה בעשור הקרוב. אולם, ברור, שיש לבחון ביתר פירוט היבטים שונים החשובים ליישומם כגון בטיחות אנרגטית, מיזעור התלות בנפט, שווקים לגז טבעי בישראל, וכן מכלול נושאים הקשורים בהקמת תשתיות מתאימות לתמיכה בדלקים והנעה חליפיים בישראל.

### 3.ז. הטיפול בנושא הבניה הירוקה לוקה בחסר

בתחום הבניה הירוקה, נתקלה הוועדה בקושי להעריך את התועלות והעלויות הכרוכות ביישום של פרויקטים בהיקפים שונים. הנתונים הקיימים אינם משקפים את שיטות הבניה והעלויות המקובלות בישראל, וההפרדה המאולצת בין התקנת מערכות איקלום ותאורה (אשר נכללו בעבודת צוות ההתייעלות) ובין תכונות המבנה – לא איפשרה הערכה מדוייקת של התועלות. לפיכך, החליטה הוועדה לתקצב פרויקטי פיילוט בלבד, אשר מטרתם להעריך את הנתונים האופייניים לבניה החדשה בישראל, ולאפשר הערכה מדוייקת יותר של התועלות והעלויות הצפויות. למרבה הצער, עד תום ניתוח תוצאות פרויקטים אלו תחלוף כבר כמחצית העשור, וברור כי תקצוב להמשך לא קיים בתכנית כלל. ברי, כי שינויי האקלים יכתיבו דרישות אנרגטיות והתאמות גבוהות ויקרות. בניינים אשר לא יוקמו על פי דרישות תקן מחמירות בשנים הקרובות יאלצו לעבור בהמשך שיפוץ אנרגטי, אשר כפי שנראה בהמשך הינו יקר הרבה יותר.

לגבי פרויקטי רטרופיט – שיפוץ אנרגטי – חישובי הצוות הראו כי הכדאיות הכלכלית של פרויקטים כאלו מוטלת בספק, ובנוסף קיים קושי ממשי להעריך את כמות המבנים המתאימים לשיפוץ ואת עלויות השיפוץ עצמו. מסקנה זו נתמכה גם על ידי פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן אשר נערך במאי 2011<sup>27</sup>. חשוב לזכור כי הנתונים הקיימים כיום, מבוססים על מחקרים תיאורטיים ולא אמפריים. סקר המבנים שיבוצע, יחד עם הפיילוט בנושא שיפוץ מבנים, יספק נתונים אמניים בטווח זמן (יחסית) קצר לגבי האמצעים שכדאי וראוי לנקוט בהם, במונחים של עלות/תועלת סביבתית כלכלית.

<sup>27</sup> מוסד שמואל נאמן – פורום אנרגיה מספר 21 – שיפוץ אנרגטי של בניינים. דו"ח בעריכה (יוני 2011)

העלויות הגבוהות של שיפוץ מבנים תומכות בקביעה שבניה מותאמת היום עשויה לחסוך השקעות כבדות בעתיד, לאור התקנים הצפויים להתקבל ובפרט בגלל תנאי אקלים, אשר צפויים להחמיר עם השנים. התייחסות מובנית לנושא ההתאמה לשינויי אקלים נבחנת כיום על ידי מרכז הידע לאדפטציה לשינויי אקלים של המשרד להגנת הסביבה, אשר יתן המלצות לאמצעי מדיניות וכלים נדרשים במחצית שנת 2012. אין ספק כי בנייה מותאמת היום היא הכלי הראשון וההגיוני, אולם לא סביר להניח שכל מצאי המבנים הקיימים, אשר אינם מותאמים לצפי שינויי האקלים, יוחלפו או ייבנו מחדש בטווח הנראה לעין. לאור זאת ראוי לתכנן מהם הצעדים הנדרשים באותם מבנים, הצפויים להמשיך לשמש את דייריהם עוד שנים רבות. למהלך שיפוץ שכזה יש משמעות רבה, בעיקר, מחוץ לאזורי הביקוש, שבהם קצב הבניה החדשה איטי יותר.

#### 4.ז. חסר משאבים תקציביים

תקציב התכנית הועמד על כ-2.2 מיליארד ₪ לעשור. מחישוב שנעשה ע"י צוות המחקר עולה כי אין די בתקציב זה כדי להגיע ליעדים המצופים בתום העשור.

#### טבלה 6 – הערכת חסר במשאבים מוקצים בתכנית הוועדה

| תחום החסר   | החסר<br>(מלש"ח 2011-2020) |
|---|---------------------------|
| <b>בנייה ירוקה</b><br>בתוכנית הוקצו משאבים לפיילוט בלבד של בניה עפ"י התקן החדש. לא הוקצה תקציב להטמעה, לעידוד קבלנים ליישם עקרונות אלה בבניה חדשה   | 250                       |
| <b>תחבורה</b>   | 50                        |
| <b>חינוך, פרסום והסברה</b><br>לשם השוואה, תקציב רשות המים לנושא משבר המים ("ישראל מתייבשת") עמד על 30 מלש"ח. בנושא ההתייעלות ושימור האנרגיה עומד תקציב שנתי נמוך ביחס למגוון התחומים והמשימות | 250                       |
| <b>בדיקת תפוקות ואפקטיביות של המדיניות (MRV - Measurement, Reporting and Verification)</b><br>בארה"ב, לדוגמא, מקובל להקצות 5% מהתקציב   | 50                        |
| <b>רזרבה הנדרשת בגלל אי-ודאות לגבי הנתונים, והציפיה לעמידה ביעדים גבוהים.</b><br>רזרבה נדרשת: 10%-15% מהמשאבים  | 300                       |
| תקציב במסגרת החלטת הממשלה   | 2,200                     |
| תקציב נדרש  | 3,100                     |
| <b>סה"כ החסר התקציבי</b>  | <b>900</b>                |

בנוסף לחסר התקציבי הכולל, התקציב שאושר הינו תקציב לשנתיים בלבד. למרות היות התכנית תכנית עבודה הפרושה על פני עשור, מסגרת התקציב השנתית מוגבלת לתקציב המאושר בכנסת. על פי התקציב שאושר, מתוך הסכום הכולל יוקצו מתוך הסכום האמור סך של 539 מיליוני ש"ח לשנתיים הראשונות עבור משרדי הממשלה השונים, לפי הפרוט להלן:

## טבלה מספר 7 - תקצוב פרויקטי הפחתת הפליטות למשרדי הממשלה לשנתיים הקרובות

| תחום ותקצוב משרד ממשלתי רלוונטי           | תשתיות לאומיות | הגנ"ס      | בינוי ושיכון | תחבורה ובטיחות בדרכים | תמ"ת      |
|---|----------------|------------|--------------|-----------------------|-----------|
| הפחתת צריכת חשמל במגזר ביתי <sup>28</sup> | 269            |            |              |                       |           |
| תמיכה בהשקעות להפחתה, למעט מגזר ביתי      |                | 114        |              |                       |           |
| הסברה וחינוך                              | 30             | 11         |              | 5                     |           |
| תמיכה בטכנולוגיות ישראליות                |                |            |              |                       | 40        |
| פרויקט חלוץ לבניה ירוקה                   |                | 16         |              |                       |           |
| סקר מבנים קיימים                          |                | 16         |              |                       |           |
| הכשרות בתחום הבניה הירוקה                 |                | 9          |              |                       | 2         |
| תמיכה בסקרי אנרגיה                        | 8              | 5          |              |                       |           |
| פרויקט חלוץ לשיפוץ מבנים                  |                |            | 7            |                       |           |
| תקינה להתייעלות אנרגטית                   | 7              |            |              |                       |           |
| <b>סה"כ מיליוני ש"ח</b>                   | <b>314</b>     | <b>171</b> | <b>7</b>     | <b>5</b>              | <b>42</b> |

ברי, כי **שנתיים להוכחת היתכנות, כדאיות וכלכליות אינם פרק זמן מספק**. כך למשל- פרויקטים גדולים בתחום ההתייעלות בתעשייה הם פרויקטים שכוללים- סקר לזיהוי הפארטו, קבלת החלטות, תכנון הנדסי של האלמנטים שיוחלפו, הוצאת מכרזים, אישורי בניה (לפעמים יש צורך בהזזת גדר במפעל- דבר שדורש אישור הוועדה המקומית או המחוזית לתכנון ובניה), רכש והתקנות (שגם יכולות לכלול השבתת חלק מהמפעל). כלומר, ישנם תהליכים מורכבים ששנתיים אינן מספיקות ליישומם.

**מטבע הדברים, אם לא ינוצל התקציב במלואו בשנתיים הראשונות לתכנית, או אם לא יצליחו הגורמים השונים להניע את הפרויקטים הנדרשים על פי לוחות הזמנים, הרי שגורלו של התקציב לשנים הבאות מוטל בספק, ומכאן היכולת לעמוד ביעד ההפחתה הכולל של התכנית.** מנופים רבים, וביניהם כל המנופים הכרוכים בחינוך והסברה וכן מנופים לטווח ארוך כגון בניה ירוקה יראו תוצאות והפחתה בפליטות רק בטווחי זמן ארוכים, ובוודאי שלא תוך שנתיים ולפיכך קיים חשש כי לא יעמדו במבחן המציאות ולא יזכו ליהנות מהמשך התיקצוב לאורך השנים.

במהלך העבודה על התכנית, הוגדרו מנופים ליישום ככאלו שהוכיחו היתכנות כלכלית. כלומר הוועדה נמנעה מהמלצה על מנופים הכרוכים בעלות תקציבית ניכרת למשק, שאינם צפויים להחזיר את ההשקעה הכלכלית בטווח הזמן הנראה לעין, גם אם הם מביאים עימם חיסכון ניכר בפליטות.

בתכניות שאומצו בחו"ל מקובל ליישם תחילה מנופים בעלי תועלת כלכלית, ולנצל את התועלת הכלכלית של מנופים אלו להשקעה במנופים בעלי עלות כלכלית. יש לוודא כי מנגנון כזה, המתמך גם מנופים נושאי עלות, יהיה קיים גם בישראל.

<sup>28</sup> ההתייחסות לצריכת חשמל במגזר הביתי קיבלה מענה ישיר, ולא אינטגרטיבי, שאמור להביא בחשבון גם את מעטפת המבנה שאליו מוכנסים אמצעים אלו. סוגיה זו נידונה בפרק 3.2.

## ז.5. התוכנית פותחה ללא שיתוף ספק החשמל

בניגוד למקובל במדינות אחרות, התכנית לא מערבת את ספק החשמל, ולו בתחום הביתי, בו יש לחחיי יתרונות בולטים על כל קבלן ביצוע אחר. הדרך המקובלת בעולם היא של הצבת יעדי חסכון להתייעלות אנרגטית ברמה מגזרית (כאשר החשמל שנחסך מיוצג כ"תחנת כוח שלילית") ותגמול על פי פעולות בפועל, לאחר שאושרו. יתרונות הספק ביחס לגוף ממשלתי או פרטי:

- הכרות עם הלקוחות ברמה שוטפת
  - מקצועיות
  - יכולת לתת מימון (הלוואה) ללקוח לרכישה/החלפה וחיוב ההחזר במסגרת חשבון החשמל. לכך יש חשיבות רבה על רקע המרכזיות של תחום הגריטה של מכשור ביתי במסגרת התכנית.
  - במקביל, אפשרות למצות את הפוטנציאל לקבלת אשראי ופריסה מספקי הציוד.
  - יכולת לתפעל מוקדי גריטה
- אין ספק, כי שיקולים פוליטיים ועובדת היותה של חחיי ספק יחיד של חשמל למשקי הבית כמו גם מצב השינויים המבניים בחחיי העומדים לדיון כיום, מונעים את שילוב החברה בקדום פרויקטים של התייעלות.
- במקומו של ספק החשמל הקיים כמיישם פרויקטי התייעלות בשטח, בחרה התכנית ליישם מכרזים להפחתת פליטות, ולעודד בכך התפתחות שוק לחברות ESCO. בתחום זה, אשר בו כשל שוק הוא המאפיין העיקרי, לא ניתן לטפל במנגנוני שוק אלא יש לטפל נקודתית בחסמים המונעים מהשוק להתפתח באופן טבעי.

## ז.6. העדר תכנון מפורט

בקרנות להתייעלות אנרגטית בחו"ל מקובל לבצע סקרים ברמה של משק בית ספציפי, יחד עם גיבוש חבילת מדיניות כוללת המשלבת בניה ירוקה, התייעלות אנרגטית ושינוי הרגלים צרכניים. במסגרת התכנית הקיימת לא מוזכר יישום של תכנית רוחבית שכזו, אשר באמצעותה ניתן יהיה למנף כל סעיף בנפרד. התקנת מכשירי חשמל חסכוניים, ובפרט מזגנים, בבניינים אשר אינם מבודדים בצורה מיטבית תגרע מהתועלת של המכשיר החשמלי, ובוודאי לא תאפשר הגעה אל היעדים הרצויים.

בנוסף, למגזר התעשייתי הוקצבו 43 מלש"ח (מתוך 111 מלש"ח), כאשר הקצאה זו התבססה על אומדן שביצעה הוועדה על פוטנציאל התייעלות אנרגטית בתעשייה ועלות של תמיכה בפרויקטים להתייעלות. ההקצבה הינה כוללת ואינה מפולחת לפרויקטים ספציפיים ואינה מובאת ברזולוציה מדוייקת. היא מאפשרת, אמנם, חופש פעולה וגמישות, אך מהצד השני עלולה להביא לחוסר התמקדות ואי יעילות תקציבית.



## 7.ז. העדר/ תיקוני חקיקה ותיקנה

על מנת ליישם את התוכנית, יש לתרגמה לתכנית אופרטיבית ולפיכך, מהלכי חקיקה ותיקנה רבים נדרשים. בתחום זה, יש במדינת ישראל ניסיון בעייתי במידה מסויימת. בתחומים רבים כבר גובשו המלצות אולם הם לא יושמו למרות שהתועלות שביישומן ברורות לכל בעלי העניין. לדוגמא, הרי נושא ניצול אנרגיות השמש להפקת חום, אשר נידון בעבר פעמים רבות, לרבות במסגרת פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן בינואר 2007<sup>29</sup>. במסגרת המלצות הפורום, נכתב בין השאר:

1. על הממשלה ליישם, בראש ובראשונה, את החלטותיה שלה לפעול לקידום פיתוח טכנולוגיות לניצול יעיל של אנרגיות חלופיות ועל ידי כך להפחית התלות בדלק מיובא ולהקטין את זיהום הסביבה. מערכות סולאריות להפקת חום יכולות להפחית בצורה משמעותית את התלות בדלק ובחשמל להפקת מים חמים או חום תהליך.
2. אכיפת התקנה הקיימת בחוק התכנון והבנייה ע"י הוועדה המקומית או המחוזית (כשם שהאכיפה מתבצעת בדיור הפרטי). תקנה זו מחייבת בית מלון, בית הארחה, בית אבות, פנימייה או מוסד חינוך להתקין מערכת סולארית.
3. כבר כיום ברור שיש אפשרות לנצל טכנולוגיה זו בבניינים גבוהים מ- 9 קומות ולכן יש לשקול ביטול אי תחולת החוק על מבנים אלה.
4. יש להרחיב את חוק התכנון והבניה ולחייב גם בסיסי צבא ובתי סוהר להתקין מערכות סולאריות לחימום מים.
5. יש לבצע סקר ארצי לבדיקת פוטנציאל היישום של מערכות כאלה במגזר העסקי והתעשייתי. לאור ממצאי הסקר ניתן יהיה להחיל את חובת ההתקנה של מערכות סולאריות לחום גם על מבני תעשייה ומלאכה, כמו גם לבתי חולים.
6. יש צורך בתמחור אמיתי וריאלי, המפנים את העלויות החיצוניות, של מערכות ותעריפי חשמל קונבנציונאליים ובמקביל להפעיל תמריצים כלכליים, כמקובל בעולם, לעידוד התקנת מערכות וטכנולוגיות נקיות לייצור חום.
7. נדרשת הקמת מערכת הדרכות ו"שיווק" הפתרון הסולארי להפקת חום. בין השאר יש להקים מרכז מידע ובו דוגמאות של פרויקטים שזכו להצלחה. למרבה הצער, למרות הרלוונטיות הרבה של נושא זה והשתתפותם של הגורמים הנוגעים בדבר בפורום עצמו ובכתיבת מסקנותיו כבר לפני 4 שנים (משרד התשתיות הלאומיות, מכון התקנים, התאחדות התעשיינים, המולמו"פ ונציגים רבים של התעשייה והאקדמיה) עד כה לא התקדם דבר בסוגיה מכרעת זו, אשר עשויה לשנות את התמונה מבחינת פליטות בסקטור התעשייה באופן משמעותי.

## 8.ז. סוגיות התנהגותיות

הערכת השפעת אמצעי מדיניות על התנהגות היא מורכבת לביצוע ולמידה, ומורכבת עוד יותר לחיזוי. כך לדוגמא, קשה לחזות מראש כיצד תשפיע תכנית מיסוי ירוק על העדפות הצרכנים

<sup>29</sup> מוסד שמואל נאמן, "פורום האנרגיה מס' 4 – אנרגית השמש להפקת חום", 24.1.2007.

ברכישת רכבים, או על שינוי דפוסי שימוש ברכב ליסינג, ובמקביל, בתחום הבניה הירוקה, על דפוסי רכישה של מבנים בעלי תו ירוק.

הרציונליות המוגבלת, המאפיינת התנהגות צרכנית במישורים רבים, היא אף גורם המקשה על חיזוי וכימות ההתנהגות הצרכנית, ובמובנים רבים, מאפשרת רק מדידה בדיעבד של אפקטיביות של אמצעי מדיניות. קושי זה בא לידי ביטוי במיוחד באמצעים "רכים", כגון חינוך והעלאת מודעות. בנוסף, קיים קושי לבודד את השפעתה של מדיניות מסוימת על התנהגות הצרכנים.

## 9. אינדיקטורים ואמות מידה למעקב

על מנת להתמודד עם אתגר המעקב על ההתייעלות האנרגטית תוך כימות הפחות אשר אכן הושגו בהפחתת גזי חממה, יש לפתח ולעגן אמות מידה (Benchmarks) ומדדים מקובלים, אשר ישמשו באופן גורף את כל העוסקים בתחום – ממתכנני מדיניות, דרך רשויות מקומיות, בעלי מפעלים ועד משק הבית. לשם דוגמא לפער כזה, נבחן את הנחת הוועדה כי שיעור הפליטות מייצור חשמל עומד על 0.707 ק"ג פד"ח לקוט"ש. בהנחה זו, על פני כל אורך הפרויקט, לא הושג היעד של 22 מיליון טון הפחית. לעומת זאת, שינוי בתמהיל עשוי לפרוס מתווה מחודש לשיעור הפליטות הצפוי, ולשנות את שיעור ההפחתה בהתאם. בשל הימנעות הוועדה מקבלת החלטות בנושא שינוי התמהיל, לא ניתן היה לצפות מראש את השינויים הצפויים בשיעורי הפליטות, ולא ניתן לחשב לאן אנו צפויים להגיע. בנוסף, שיעור הפליטות המחושב bottom up אינו משתווה בשיטה זו לשיעור המחושב ע"י הלמ"ס, בשיטת top down.

**יש לפתח שיטות יעילות יותר של איסוף מידע, עיבודו, ניתוחו ויישומו, אשר יתרמו לשיפור התובנה בדבר השפעת תוכניות פעולה למיניהן על צריכת אנרגיה בכלל ועל התייעלות אנרגטית בפרט.**

## 10. הצורך במידע טוב יותר

לבקשת מדינות G-7 סוכנות האנרגיה הבינלאומית<sup>30</sup> פיתחה הצעות לסדרת מדדים בינלאומיים אשר תאפשר תובנה רחבה יותר על צריכת האנרגיה במשק, על מגמות התייעלות, ועל פליטות גזי חממה. מדדים אלה עשויים לאפשר קבלת החלטות המעוגנות במידע קודם לקביעת אמצעי מדיניות, וכן יקלו על הערכת תוצאות אמצעי מדיניות אלו. סוכנות האנרגיה הבינלאומית התרכזה בשישה מיגזרים צורכי אנרגיה בכדי להשלים פערי מידע קיימים ולשפר את דרכי איסוף המידע ועיבודו: ייצור תעשייתי; משקי בית; שירותים; הסעת נוסעים; הובלת משאות; ייצור חשמל.

במידת האפשר, שילבה סוכנות האנרגיה מידע מדויק של צרכני קצה בכדי להתגבר על מגבלות מידע בסיסי הכלולות במאזני אנרגיה, וזאת במטרה להבליט אמצעי מדיניות חדשים המקדמים עתיד אנרגיה יעיל יותר.

<sup>30</sup> International Energy Agency (IEA), "Towards a more Energy Efficient Future: Applying Indicators to Enhance Energy Policy", 2009

הנסיון מלמד שהערכת יכולתם של אמצעי התייעלות אנרגטית בהפחתת צריכת אנרגיה מאתגרת במיוחד היות והערכה מעין זו דורשת חישוב בדרך השלילה: כמה אנרגיה לא נצרכה כתוצאה משימוש באמצעים אלו?

### 11.1. כלים לשיפור איסוף מידע ואמינותו

בכדי לקדם דיווח של מידע בר השוואה בין מדינות החברות בסוכנות האנרגיה הבינלאומית פיתחה סוכנות האנרגיה פורמט אחיד עם מתודולוגיות ספציפיות לאיסוף נתוני צריכת אנרגיה ומידע נלווה<sup>19</sup>. המטרה היא ליצור מסגרת דיווח המתבססת על מדדים לא מאוגמים עבור על מגזר עיקרי במשק. מדדים אלה שונים ממאזני האנרגיה של כל מדינה המקובלים כיום היות והם מאפשרים מעקב על מגמות של עצימות אנרגטית והפוטנציאל לחיסכון עתידי באנרגיה לשם ניתוח השוואתי.

מדינות רבות החברות בסוכנות האנרגיה הבינלאומית למדו להכיר בחשיבות בסיס סטטיסטי איתן לחישוב מדדי אנרגיה ולשם כך הן משפרות את מאמצי איסוף המידע בכל המיגזרים תוך אופטימיזציה של חקיקה ורגולציה תואמת. סוכנות האנרגיה הבינלאומית מעודדת ממשלות לעשות שימוש במידע המופק מניתוח מדדי האנרגיה בכדי לקדם את הביטחון האנרגטי שלהן להפחית את העצימות של פליטות גזי"ח בייצור החשמל ובמגזרים אחרים במשק ועל ידי כך למזער את השפעות שינוי האקלים.

### 12.1. מדדים להתייעלות אנרגטית וניטור מגמות

פיתוח מדיניות יעילה להתייעלות אנרגטית דורש הבנה מעמיקה של השימושים באנרגיה ושל הגורמים המניעים ביקושים. הבנה מעין זו דורשת מידע מדויק בנוגע לשימושי קצה והפעילויות הקשורות בכך. לקידום מטרה זו פיתחה סוכנות האנרגיה הבין-לאומית **מדדים** להתייעלות אנרגטית המנתחים את המידע הנתון בהקשר לשימושי אנרגיה, לקידום בהתייעלות אנרגטית ולאמצעי מדיניות.

על אף ההתקדמות בשטח קיימים עדיין פערים בשלמות, זמינות וטיב המידע הדרוש. איסוף מידע כרוך בהוצאות כספיות ניכרות לחברות, לארגונים והן לגופי הממשל. אולם, חיסרון במידע, כמו גם מידע לא אמין, עלול להוביל לצעדי מדיניות שגויים ולדרכי פעולה לקויות ויקרות בעתיד. על גופי הממשל להבטיח שאמצעי המדיניות להתייעלות אנרגטית נתמכים במידע מהימן ממשתמשי קצה.

מדינות ברחבי העולם המפתחות תוכניות פעולה להתייעלות אנרגטית, נמצאות עתה בשלבים שונים של פיתוח כלים יעילים אשר יאפשרו להעריך את ההתקדמות במימוש התוכניות. דיווח תקופתי מקיף יסייע לכל המדינות להעריך את התקדמותן בנושא ויאפשר הערכה וזיהוי של תמורות בשטח וכשלים אפשריים ביישום כלי מדיניות שונים. לפיכך, כל מדינה צריכה להסכים על שיטות ומחזוריות לדיווח אשר יאפשרו מעקב על התקדמות לקראת המטרות המוצבות בתוכנית הפעולה.

לאור הנלמד ממדינות רבות בעולם והמלצות ה-IEA למדינות ה-OECD יש צורך לחדד את נושא המדדים למעקב אחרי יישום התוכנית הלאומית ולפתח סל של מדדים מוסכמים שיוכלו

לשרת את כל המשרדים והגופים השונים האמונים על יישום התוכנית הלאומית. כלים אלה יאפשרו אימות הפחתות בצריכת אנרגיה ליחידת מדד, ויאפשרו מעקב אחרי יישום ההמלצות כולל ההפחתות הנגזרות בפליטת גזי חממה.

### ז.13. הבנת המורכבות של צריכת אנרגיה

המפתח להבנת תהליכי צריכת האנרגיה טמון ביישום מדדים רוחביים כגון צריכה לנפש או ליחידת תל"ג כדי שניתן יהיה להשוות כמה אנרגיה נחוצה לשם ייצורה של יחידת תל"ג אחת. למשל, צריכת אנרגיה ליחידת תל"ג – במוצע כלל עולמי – ירדה ב-28% בין השנים 1990 ו-2006.<sup>26</sup>

המידע הנכלל כיום במאזני אנרגיה לאומיים – צריכת אנרגיה מול אספקת אנרגיה -- מאפשר רק ניתוח מגמות מוגבל. לפיכך, איסוף מידע מפורט יותר, לפי מיגזרים וצריכת קצה, מאפשר ניתוח מעמיק יותר של עצימות אנרגטית והצלחת אמצעי מדיניות להתיעלות.

### ז.14. מידע נחוץ לפיתוח מדדים יעילים, מדויקים ובני השוואה

סוכנות האנרגיה מעודדת עתה את כל המדינות החברות, כולל כל מדינות ה-OECD, לשפר במידה ניכרת את מאמצי איסוף המידע בכל המיגזרים תוך אופטימיזציה של חקיקה והערכות לרגולציה ואמצעי מדיניות להפחתת פליטות גז"ח. סוכנות האנרגיה הבינלאומית הגדירה שורה של מדדים מפורטים שיאפשרו איסוף מידע ומעקב של צריכת אנרגיה מכל סקטור ותת-סקטור.<sup>31</sup> גישה זו של ה-IEA מבדילה בין שלושה סוגי קבוצות של אינדיקטורים<sup>32</sup>:

- רמות פעילות – סקטוריאליות ותת-סקטוריאליות
  - מבנה – מגוון של פעילויות בתוך הסקטור
  - עצימות אנרגטית – שימוש באנרגיה ליחידת פעילות מגזרית
- יש לפתח עבור המגזרים השונים מדדי עצימות אנרגיה "נורמטיביים"

### ז.15. אמצעים משלימים נדרשים למימוש התוכנית

#### 1. גיבוש תכנית לאומית להסתגלות לשינוי אקלים

ביוני 2009 קיבלה הממשלה החלטה להקים ועדת מנכ"לים לגיבוש תכנית פעולה לאומית להערכות והסתגלות מדינת ישראל לשינוי האקלים (Adaptation).<sup>33</sup> על תכנית זו להיות מובאת לאישור הממשלה בתוך שנתיים, כלומר, עד יוני 2011. עד לרגע זה, לא הוקמה ועדת מנכ"לים בהתאם להחלטת הממשלה, וברי, שגם אם תוקם בקרוב, לא תגיש את מסקנותיה במועד.

<sup>31</sup> L. Schipper, F. Unander, S. Murtishaw, and M. Ting., Indicators of Energy Use and Carbon Emissions: Explaining the Energy Economy Link, IEA, 2001

<sup>32</sup> S. de la Rue du Can, J. Sathaye, L. Price, and M. McNeil, Energy Efficiency Indicators Methodology Booklet, Lawrence Berkeley National Laboratory, May 2010

<sup>33</sup> החלטת ממשלה 474 מיום 25.6.2009. במקור, החלטת ממשלה זו התייחסה גם להקמת הוועדה להפחתת פליטת גזי חממה. החלטה 1504 המאוחרת יותר, שהתקבלה במרץ 2010, התייחסה בנפרד להקמת הוועדה להפחתת פליטת גזי חממה, והותירה את ההתייחסות להסתגלות במסגרת החלטה 474.

כבר בחודש יוני 2008 פרסמה לשכת המדען הראשי במשרד להגנת הסביבה דו"ח אודות ההשלכות הפוטנציאליות של שינוי אקלים על מדינת ישראל<sup>34</sup>. את ההשלכות אנו יכולים לזהות כבר היום, בדמות המשבר המתמשך במשק המים, העלייה המתמשכת בצריכת האנרגיה, וכן שריפת הענק בכרמל, אשר תודלקה, בין היתר, על ידי מזג אויר שרבי בראשית דצמבר ועצירת גשמים ממושכת שקדמה לשריפה. כל אלו מגבירים ומבהירים את הצורך להערכות ולהסתגלות מקיפה ויעילה לאירועים ותופעות דומים בעתיד.

צעד ראשון אשר נעשה בכיוון בשלב זה, הוא פרסום מכרז להקמת מרכז ידע להיערכות לשינויי אקלים בישראל. המרכז הוקם לאחרונה באוניברסיטת חיפה בשיתוף עם אוניברסיטת ת"א, הטכניון ומוסד שמואל נאמן בטכניון. המרכז ירכז מידע על השלכות שינוי האקלים בישראל (על משק המים, הבריאות, הכלכלה, המגוון הביולוגי ועוד), בהתבסס על הכנת תרחישים אפשריים של שינוי האקלים בישראל עד שנת 2030; יסקור אמצעים זמינים למזעור נזקים ומיזוי התועלות משינוי אקלים בישראל; יזהה פערי ידע ויציע חלופות למדיניות למזעור הנזקים.

## 2. מערך וולונטרי לרישום ודיווח על פליטות גזי חממה

ישראל נמצאת בתחילת הדרך לקביעת יעדים לאומיים להפחתת פליטות גזי חממה, וכן לחקיקה, שתאציל סמכויות למשרדי הממשלה השונים לשם הסדרת יעדים לאומיים אלה. בנוסף ללשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אשר מבצעת הערכה של מצאי פליטות גזי החממה בישראל בשיטת מלמעלה למטה (top down), הנגזרת מתוך ידיעת סך הדלקים הנצרכים לאנרגיה, סך הפסולת והביוב, סך משקי בע"ח וחקלאות ועוד, הגיע המשרד להגנת הסביבה להכרה כי נדרש גם ניהול ורישום של הפליטות ברמת הארגון הבודד. למטרה זו הוקם מערך הרישום הוולונטרי לרישום ודיווח פליטות גזי החממה<sup>35</sup>, וכן פותח מודל כלכלי אשר יחזה כיצד עשויים אמצעי מדיניות כלכליים להשפיע על מצאי הפליטות. המערך גובש במהלך שנת 2010 על ידי צוות האנרגיה והסביבה במוסד שמואל נאמן בטכניון וצוות המשרד להגנת הסביבה, בשיתוף צוות עבודה רחב של בעלי העניין. המערך, המיועד לגופים תעשייתיים, מסחריים, פיננסיים ואחרים, נכנס לתוקף באמצע שנת 2010, והדיווחים יתקבלו במהלך המחצית הראשונה של 2011 לגבי פליטות שנת 2010.

מטרת עבודת הצוות הייתה לפתח מנגנון דיווח ישים וידידותי למשתמש, בצירוף הנחיות מפורטות לדיווח, כדי להיות לעזר לארגונים וחברות מכל מגזרי המשק בישראל, בתהליך דיווח ורישום מצאי פליטות גזי החממה שלהם.

<sup>34</sup> המשרד להגנת הסביבה, "היערכות ישראל לשינויי אקלים גלובליים", יוני 2008

[http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/ModulKvatzim/p0475\\_1.pdf](http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/ModulKvatzim/p0475_1.pdf)

<sup>35</sup> מוסד שמואל נאמן, המשרד להגנת הסביבה, "תקנון לרישום ודיווח פליטות גזי חממה",

[http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/ModulKvatzim/Israel\\_GHG\\_Registry\\_nov2010\\_1.pdf](http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/ModulKvatzim/Israel_GHG_Registry_nov2010_1.pdf)

המעריך אמור לשרת מספר צרכים:

- עבור הממשלה - הנתונים המדווחים יהוו כלי עתידי להעמקת התובנה בדבר מקורות הפליטה ופוטנציאל ההפחתה שלהם במסגרת פיתוח אמצעי מדיניות
- עבור הגופים המדווחים - השתתפות בתהליך הדיווח מהווה כלי למידה לכימות פליטות גזי החממה ולהפנמת נהלים להתייעלות ולמזעור הפליטות, תוך שהיא מאפשרת רווחים אופרטיביים על ידי תהליכי התייעלות פנימיים
- עבור הציבור - חשיפת מידע רלוונטי באמצעות דיווח ציבורי תאפשר העמקת התובנות בנושא פליטות גזי החממה והגברת המודעות למחויבות ולפעולה אישית

המעריך הישראלי פותח תוך שימת לב לצרכים ולאילווצים של הגופים השונים, ותוך התאמת ההסכמות וההבנות שהושגו בהקשר לפרוטוקולים הנהוגים במגזרים דומים ברחבי העולם. המעריך אמור לתמרץ דיווח מאוזן ומאומת העומד בסטנדרטיים בינלאומיים. ההצטרפות לדיווח במעריך היא וולונטרית, אולם עם הצטרפותם מתחייבים הגופים המדווחים לאמץ את השיטות הכלולות בתקנון ההפעלה ולפעול בהתאם להנחיותיו. המעריך כולל תקנון מפורט, המקנה נקודת מוצא לחברות לאיפיון, לכימות ולדיווח שנתי של פליטות גזי חממה המשקפים את היקף פעילותן. בנוסף, נבנה עבור התקנון קובץ דיווח כגיליון אלקטרוני, המאפשר דיווח ישיר ופשוט על פי נתוני התפעול הזמינים בארגון או במפעל, כגון חשבון החשמל, כמויות חומרי הגלם או כמות הדלק בשימוש על ידי צי כלי הרכב בבעלות החברה. שיטות הכימות, המבוססות על שיטות בינלאומיות מקובלות, תאפשרנה יצירת בסיס ברור ומוסכם לחישוב הפחתת הפליטות בעתיד, ותוכלנה לשמש את החברות המדווחות לדיווחים דומים בזירה הבינלאומית.

### 3. הערכת מדיניות כלכלית יעילה להשגת יעד הפחתת פליטות גזי חממה

במסגרת ליווי צוות מנכ"לים נערך מחקר כלכלי במטרה לבחון את העלויות הכלל-משקיות כתוצאה מאימוץ מדיניות להפחתת פליטות של גזי חממה, וכפועל יוצא, הטלת מגבלות על שימוש באנרגיה, ודרכים למזער עלויות אלו<sup>36</sup>. סוגיות אלו נבדקו במסגרת ניתוח כלכלי כוללני של המשק הישראלי, בעזרת מודל ממוחשב (Israeli General Equilibrium Model) IGEM, כלומר מודל שמניב הערכה כמותית של השינוי במחירים, בכמויות וכמוון – העלויות במערכת הכלכלית לאחר יישום מדיניות להפחתת פליטות של גזי חממה. זהו מודל הלוקח בחשבון בצורה מפורשת את הקשרים בין ענפי המשק ובינם לבין תצרוכת פרטית, ממשלתית, השקעות, וסחר חוץ. המודל IGEM הוא ממשפחת מודלים של שיווי משקל כללי ממוחשב (CGE) הנמצאים בשימוש ה-OECD, World Bank, EU Commission ורשויות ארה"ב כדי להעריך את עלויות מדיניות להפחתת שינויי האקלים. המודל שהורחב והורץ במחקר זה יכול לסייע בבחינת ובהערכת אמצעי מדיניות שונים, טרם שיאומצו ויישמו במסגרת מדיניות עתידית להפחתת הפליטות של גזי חממה. תאור המודל וסיכום ממצאיו מוגשים בנספח מספר 3.

<sup>36</sup> ד"ר רוסלנה רחל פלטיניק וגב' הלנה פייטלסון, המרכז לחקר משאבי טבע וסביבה (NRERC), אוניברסיטת חיפה

במסגרת הניתוח הכלכלי, נבחן תרחיש המייצג "זעזוע" (shock) למערכת בצורת הטלת מס חדש על פליטת CO<sub>2</sub> וכן מס פחם כפי שמתוכנן להיכנס לתוקף בתקציב המדינה 2012, בהנחת תקציב ציבורי ניטרלי; במילים אחרות, תקבולי המסים ממוחזרים במערכת המס, תוך הפחתת מסים אחרים הקיימים במערכת. הממצא העיקרי בניתוח זה הוא כי ישראל יכולה להשיג את ההפחתה בפליטת גזי החממה בגובה 14% מתחת ל-BAU בשנת 2020 באמצעות מס פחם (כפי שמתוכנן מתקציב 2012) בשילוב עם מס פחמן בגובה עלות אשרות פחמן כפי שנסחרות כיום ב-EU ETS. העלות הכוללת למשק ישראלי כתוצאה מהשגת היעד באמצעי זה היא כחצי אחוז מהתמ"ג בלבד.

התוצאות מהוות מעין "שורה תחתונה" מסכמת של תוצאות יישום המדיניות, הלוקחת כבר בחשבון את מכלול הקשרים במערכת הכלכלית והשפעות הגומלין בין ענפי המשק לבין עצמם ובינם לבין שאר חלקי המערכת (משקי בית, ממשלה, סחר-חוץ).

בסימולציה אחרת, הממצא העיקרי היה כי אם תקבולי מס פחמן משמשים להפחתה ישירה של מס על עבודה, ניתן לא רק להשיג הפחתה משמעותית בפליטות (עד 17%), אלא גם לעודד תעסוקה כך שהאבטלה תקטן ביותר מאחוז וסך העלות של מדיניות זו למשק תסתכם בירידה של פחות מאחוז בתמ"ג.

#### **שילוב מס פחמן בכל תוכנית להפחתת פליטות הכרחי משלוש סיבות עיקריות:**

ראשית, זהו תמריץ התורם להפחתה בהיקף משמעותי ביותר. בגלל השימוש הנרחב והמגוון של אנרגיה בכלכלה המודרנית, תקנות מסוגים שונים לא ישיגו את רמת ההפחתה הנדרשת. רק תמחור-פחמן יכול להטות לכוון פרו-אקלימי את מיליוני החלטות המבוזרות שמתקבלות בכלכלה שלנו מדי יום.

שנית, זהו אמצעי הכי פחות יקר בטווח קצר, כי הוא ממריץ את כל פולטי פחמן ההטרוגניים להתיישר מול עלות הפחתה שולית זהה ובכך להשיג את היעד בעלות המינימאלית.

שלישית, זהו אמצעי הכי פחות יקר בטווח ארוך, כי הוא מהווה תמריץ ליישום טכנולוגיות פולטות פחות המפחיתות את העלות לאורך זמן. מסיבות אלה, תמחור-פחמן הוא מרכיב חיוני של תוכנית אקלים לאומית משמעותית. יחד עם זאת, יש לומר כי למרות היותו מרכיב הכרחי, תמחור-פחמן אינו כלי מספיק לכשעצמו בגלל כשלי שוק אחרים אשר מדללים את ההשפעה של תמריצים כלכליים על מקבלי החלטות. לכן, חשוב לראות בחלק הזה של הדו"ח כמרכיב משלים ליתר תוכנו, אשר אינו סותר את ההמלצות ביתר פרקיו, אלא בא להשלים את סקירת האמצעים העומדים לרשות קובעי מדיניות להשגת יעד ההפחתה הנדרש. לאור כל הממצאים לעיל, אנחנו ממליצים לשלב מס פחמן בתוכנית לאומית להפחתת פליטת גזי החממה בישראל.

#### 4. מחקר ופיתוח

צוות האנרגיה והסביבה במוסד שמואל נאמן הכין בשנת 2010 עבור המועצה הלאומית למחקר ופיתוח, סקירה לגבי המו"פ האנרגיה בישראל<sup>37</sup>. בעבודה זו נבחן התחום בשלוש זוויות – פרסומים אקדמיים, חברות עיסקיות בתחום, ורישום פטנטים. הנושאים הבולטים המשותפים הם המחקר בתחום הסולארי, ביו-דלקים, תאי דלק וסוללות. כלומר, אנרגיות חלופיות, תחליפי דלק, ושימור ואגירת אנרגיה – בהתאמה לבעיות העיקריות העומדות על סדר היום האנרגטי העולמי. עם זאת, זוהו פערים והבדלים מסוימים בין זוויות הבחינה של המחקר – כך לדוגמה, יש פטנטים מעטים יחסית בתחום הסולארי, על אף שגשוג בכתיבה אקדמית ובמאמרים מצוטטים, כמו גם במספר החברות הישראליות בתחום; במקביל, תחומי תאי הדלק והסוללות, בהם נרשמו כשני שלישים מכלל הפטנטים במהלך התקופה, אך הם מהווים כ-5% בלבד מתחומי העיסוק של חברות ישראליות בתחום.

מראיונות שנערכו עם מומחים בתחום, עלו כמה מסקנות בולטות באשר לתמונת המחקר והפיתוח בתחום האנרגיה בישראל:

1. נכון להיום, לא מתקיים דיון מסודר על סדרי עדיפויות מחקריות בתחום, דבר המביא לשינוי תדיר בהגדרת העדיפויות, בין היתר כפי שבאים לידי ביטוי בקולות קוראים ובתקציבי מחקר המוקצים לתחום האנרגיה, שהם קטנים ומבוזרים. מאחר וההון המוזרם לתחום הוא שמכתיב את סדר העדיפויות, הדבר מביא להסתמכות משמעותית על תקציבים זרים, ולכן, המדיניות והעדיפות אינם נגזרים מתהליך קבלת החלטות אסטרטגי ומושכל של ממשלת ישראל, אלא ממעניקי מלגות ומענקים זרים, שהאינטרסים שלהם אינם בהכרח עולים בקנה אחד עם האינטרס הלאומי של מדינת ישראל.
2. בהמשך לני"ל, גם המהלכים לאישורה של תכנית אסטרטגית למחקר ופיתוח בתחום תחליפי הדלק, כמו גם הגדרת האנרגיה המתחדשת כאחד התחומים המועדפים להקמת מרכזי מצוינות מחקריות על ידי הוועדה לתכנון ולתקצוב של מערכת ההשכלה הגבוהה. החלטות אלה, כפי שכבר צוין, לא התקבלו לאחר דיון מעמיק, הוליסטי ואינטגרטיבי.
3. **איחוד מגמות ואיגום ומשאבים ברמה הלאומית הם תנאי הכרחי לקפיצת המדרגה המתבקשת בתחום מו"פ אנרגיה בישראל.**
4. **הדור הבא של חוקרי אנרגיה** – תכניות ההכשרה בתחום מצומצמות ואינן מוגדרות בהתאם לדרישות העתידיות הצפויות מחוקרים בתחום. הדור הותיק של חוקרי האנרגיה מזדקן, וכבר כעת מורגש חוסר בחוקרים ומהנדסים, אשר יכולים להשתלב במשק האנרגיה העתידי. בולט בענין זה העדר תכנית בתחום הגרעין, כמו גם תכניות סדורות בנושאי אנרגיה מתחדשת. מחסור נוסף, שמקורו, לדעתנו, בחוסר תיאום והעדר שת"פים, הוא של חוקרים ומפתחים בתחום מערכות המידע שיביאו לחסכון ולשימור אנרגיה. מדובר בכ"א מתחום הנדסת החשמל (הקלאסית), מדעי המחשב וכיו'.

<sup>37</sup> מוסד שמואל נאמן, "סקר מחקר ופיתוח טכנולוגיות אנרגיה בישראל", נובמבר 2010.



5. צורך בעדכון שוטף של בסיס הנתונים. שוב יודגש, כי הנתונים שהובאו במחקר זה תקפים לרגע פרסומו (קיץ 2010), ולכן הומלץ לעדכנם תקופתית על מנת לאפשר התויית מדיניות מחקר מושכלת בתחום.

## 5. תקינה

חלק מממצאי הוועדה הצביעו על רשימה לא מבוטלת של תקנות נדרשות, אשר מטרתן לקבע ולאץ את המשק לפעול, במודע או שלא במודע, להפחתת פליטות באמצעים חיצוניים. ברשימה זו נמנות תקנות ליעילות אנרגטית מינימלית של מכשירים חשמליים, בעיקר מכשירים ביתיים נפוצים ומשמעותיים מבחינת צריכת החשמל כגון מקררים ומזגנים, אולם גם בתחום של מכשירי טלויזיה, מכונות כביסה ועוד. חלק מתקנות אלו כבר נכנסו לתוקפן בשנת 2011, אולם ברור כי התקינה חייבת להיות דינאמית ומתעדכנת עפ"י השיפורים הטכנולוגיים העולמיים. כמו כן, בסקטור הבניה הירוקה קיימים כבר כיום תקני בניה ירוקה, לאחר שעברו עדכון לאחרונה, למבני מגורים ולמבבני מסחר ותעשייה, אולם תקנים אלו מיושמים כיום באופן וולונטרי בלבד. הוועדה התייחסה לצורך בהגדרת חלק מהתקנים כתקנות מחייבות. הדבר יהיה אפשרי רק לאחר יישום התקן בפילוטים המתוקצבים ובחינת היבטי העלות והתועלת של יישום חלקי התקן. גם בתחום התחבורה הדגישה הוועדה כי יש לתקן תוספים לכלי רכב ואמצעי הפחתת חיכוך כחלק מהאיבזור הבסיסי של כלי רכב חדשים, פרטיים וכבדים.

## ח. המלצות ומסקנות

1. תוכנית הפעולה שגובשה במסגרת ועדת המנכ"לים חייבת לצאת לפועל במהירות וביעילות, תוך הגדרת שיטות דיווח, ואימות שישמשו לפיקוח צמוד ומעקב אחר היישום.
2. יש לשלב מס פחמן או מנגנון אשרות סחירות כתמריץ התורם להפחתה בהיקף משמעותי ביותר באופן היעיל ביותר למשק. אם הכנסות ממנגנונים אלה ישמשו להפחתת מסים קיימים (כגון מע"מ או מס הכנסה) ניתן לא רק להגיע ליעד הפליטה בעלות מינימאלית, אלא גם להשיג שיפור במדדים כלכליים כגון רמת האבטלה והרווחה במשק.
2. במקביל, יש צורך בפיתוח מדדים ברורים על מנת לסייע במעקב ולאפשר ניטור והערכה עצמאית של ההפחתות בפועל.
3. הסכמה לגבי סל הדלקים העתידי של מדינת ישראל חיוני וחשוב לא רק מטעמי הפחתת פליטות גז"ח. נחיצות הקמתה של תחנה D אינה מוטלת בספק, אולם הפעלתה בפחם תעלה את מקדם פליטת הגז"ח מחשמל ותעלה גם ריכוזי מזהמים קונבנציונאליים.
4. יש לקדם ולהרחיב את יישום הטכנולוגיות המתבססות על אנרגיית השמש לחימום והפקת חום בכל מגזרי המשק.
5. במסגרת תהליכי ההתייעלות בתעשייה, ולאור כניסת הגז הטבעי, יש לקדם את השימוש במערכות השבת חום ומתקני קו וטרי-גנרציה.

6. נושא הבניה הירוקה לא זכה במסגרת עבודת הוועדה לתשומת הלב המספקת וחישובי התועלת חלקיים בלבד. לאור שינויי האקלים הצפויים, יש להעמיק ולבחון את התאמת המבנים לאקלים המתחמם ואת יכולתם לייעל את צריכת האנרגיה הודות לבניה מודעת האקלים. בחינה מדוקדקת של המצב הקיים והצרכים מבוצעים על ידי צוות מרכז הידע לאדפטציה לשינויי אקלים עבור המשרד להגנת הסביבה. עם פרסום ממצאים, במחצית שנת 2012, יינתנו המלצות ספציפיות לאמצעי מדיניות נדרשים.

7. בנושא התחבורה יש לבחון את האופן היעיל ביותר ליישום החקיקה האירופאית בדבר תקנים לפליטות גזי"ח מרכבים פרטיים ומרכבים כבדים בכדי להבטיח שישראל לא תאפשר לייצרני וייבואני המכוניות להכניס לשוק הישראלי את אותם רכבים אשר יהיו אסורים למכירה באירופה.

8. בד בבד, יש לבדוק את האפשרות להגביר באופן משמעותי את השימוש בגז טבעי להנעת רכבים כבדים, כגון משאיות ואוטובוסים. התנעה בגז טבעי תעזור לפיתוח שוק למאגרי הגז הטבעי מול חופי ישראל, תתרום להפחתת התלות בנפט מיובא ותביא להפחתת פליטות גזי חממה ומזהמים אחרים במרחב העירוני. עבודות הבחנות נושאים אלו מבוצעות עבור המשרד להגנת הסביבה בימים אלו.

9. יש לבחון את האמצעים הדרושים לפיתוחים טכנולוגיים אשר יאפשרו לעודד את השימוש בביוגז המופק מבוצות ומפסולות לשם התנעת רכבים (כגון משאיות לאיסוף אשפה) או לייצור מבוזר של חשמל. אמצעים אלה יתרמו להפקת רווחים כלכליים ממיחזור של פסולות ובוצות ויביאו להפחתת פליטות גזי חממה ולשיפור הביטחון של אספקת חשמל ביישובים מרוחקים על ידי עידוד לייצור חשמל באתרים מבוזרים.

10. צוות הוועדה הבינמשרדית יחד עם משרד החינוך, המועצה להשכלה גבוהה, והמכון הממשלתי להכשרה בטכנולוגיה ובמדע צריכים לפעול במהירות לגיבוש תוכנית רב שנתית ליישום תוכניות לימודים להסמכה ולהסבה של כוח אדם מקצועי לנושאי האנרגיה והפחתת פליטות גזי חממה. תוכניות כאלה תידרשנה לדוגמא בשטחי בניה חוסכת אנרגיה ובניה ירוקה, בהנדסה אזרחית, באדריכלות ואדריכלות נוף, מקורות אנרגיה מתחדשת, ייצור חשמל ממערכות חשמל מבוזר, התייעלות אנרגטית בתעשייה, הפקת ביוגז מבוצות ומשפכים, תחזוקה של מערכות גז טבעי כולל רכבים המונעים בגז טבעי, ועוד.

11. שיתוף ספק החשמל כקבלן ביצוע לקידום התייעלות אנרגטית בסקטור הביתי יהווה זרז משמעותי לקידום הנושא והשגת התייעלות אנרגטית מהירה.

12. קיים צורך בהקמת בסיס נתונים אחיד וכולל אשר יהווה מרשם (Registry) של מידע ונתונים כמותיים על פעולות הממשלה, נתוני פליטות של הסקטורים השונים במשק ונתונים על הפחתת פליטות מפרויקטים. הקמת בסיס נתונים זה, תקצובו והסמכויות של הגוף האחראי על איסוף הנתונים ותפעול בסיס הנתונים צריכים להיות מוגדרים במסגרת התוכנית הלאומית. מהלך זה מהווה חלק בלתי נפרד מהתהליך המתמשך של ניטור, מעקב ובקרה אחר התוכנית הלאומית.

13. מנגנון התיקצוב הממשלתי נע בין שני קצוות – האחד קשיח – המגדיר פרויקטים ספציפיים, לוחות זמנים ועלויות, והשני גמיש, המאפשר בחירה חופשית של פרויקטים וכלים, אשר מתן התמיכה מותנה בהצגת תחשיבים מפורטים של הפחתות. בפועל, המשרד לתשתיות לאומיות והמשרד להגנת הסביבה מייצגים את שתי הגישות השונות, כאשר משרד התש"ל פועל בשיטה ממוקדת (בעיקר החלפת מקררים ומזגנים) ומוגדרת אך לא גמישה, ואילו המשרד להגנ"ס בוחן פרויקטים עפ"י פוטנציאל ההפחתה, מה שמאפשר גישה גמישה, אך עם זאת, עלולה להיות פתח לדיווחים לא אמינים. בתום שנתיים ראשונות להרצת הפרויקטים מומלץ לבחון את האפקטיביות של שתי הגישות.

## שער ג' – סקירה עולמית

בעשור האחרון גברה המגמה העולמית לפתח תוכניות פעולה המאגמות את נושאי האנרגיה עם הנושא של הגנה על אקלים כדור הארץ. הנושאים הנידונים בתוכניות הפעולה הלאומיות כוללות היבטים של הגנה על הסביבה, הגברת בטיחות אספקת אנרגיה ותימרוץ פעילות כלכלית. כל התוכניות מדגישות את החשיבות של השימוש באנרגיות מתחדשות והתייעלות אנרגטית במשק החשמל, בחימום וקירור בכל מגזרי המשק ובתחבורה. הסוגיות המרכזיות הינן באילו תחומים להשקיע, כמה להשקיע, מהי צורת המימון המיטבית וכיצד ניתן לנטר ולהעריך הפחתות.

הערכות וסקרים שונים שנערכו במדינות רבות בעולם מצביעים על כך שלמעלה מ-80% מההפחתות הנדרשות בגזי חממה ניתנות להשגה על ידי אמצעי מדיניות באחת מחמשת הקטגוריות העיקריות שלהלן<sup>38</sup>,

1. תקני בניה ומכשירי חשמל
2. ייצור חשמל באמצעים דלי פחמן
3. התייעלות אנרגטית בתעשייה
4. נצילות גבוהה ותקני פליטה לשימוש בדלקים לתחבורה
5. שינויים בתכנון עירוני מרחבי כולל יעוד קרקעות ויערות

לדוגמא, בתוכנית ה-"20-20-20" הציב לעצמו האיחוד האירופאי יעד שעד לשנת 2020 מדינות האיחוד יישמו את שלושת המטרות הבאות<sup>39</sup>:

- הפחתת פליטות גזי"ח ב-20% מתחת לפליטות בשנת 1990,
- 20% מכלל צריכת האנרגיה באירופה תהיה ממקורות מתחדשים
- הפחתה של 20% בצריכת האנרגיה לעומת תרחיש הצריכה הצפויה על ידי שיפור והתייעלות אנרגטית

סוכנות האנרגיה העולמית פיתחה קובץ הנחיות שמטרתן לקדם את ניצול מלוא הפוטנציאל להתייעלות אנרגטית, בכדי לקדם את נושא הפחתת צריכת האנרגיה ולמנף החדרה של אנרגיות מתחדשות למשק אנרגיה יעיל בכדי למנוע ביזבוז של משאבים יקרים. הדגש הוא על

---

<sup>38</sup> World Resources Institute, 2010. Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), Version 7.0. World Resources Institute, Washington DC.

<sup>39</sup> European Commission Climate Action  
[http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm)

צעדים הניתנים לאימוץ מיידי, מרביתם מבוססים על טכנולוגיות מדף המוכחות כבר מספר שנים, אולם דורשות 'דחיפה' ממשלתית כדי לחדור למגזרי המשק השונים<sup>40</sup>.

בנושא האנרגיות המתחדשות הנושאים העיקריים שבמרכז הפעילות העולמית כוללים<sup>41</sup>:

- פיתוח משאבי אנרגיה ממקורות ביולוגיים, כגון ביומסה, ביוגז וביודלקים
- הגברת הנצילות של טכנולוגיות אנרגיה סולארית בכדי להוזיל את יישומן
- שיפור טכנולוגי של טכנולוגיות רוח בכדי להגביר את התפוקה לטורבינה ולשפר ביצועים ברוחות קלות ומשתנות
- החדרה של טכנולוגיות חדשות של הפקת אנרגיה מהאוקינוסים
- הפקת כוח הידרואלקטרי
- שימוש נרחב יותר באנרגיה גיאותרמית ומשאבות חום.

בנושאים אלה הפעילות במדינות השונות מתרכזת, בנוסף לאמצעי מדיניות להגברת השימוש בטכנולוגיות קיימות, גם במחקר ופיתוח של טכנולוגיות חדשות והגברת השימוש ברשתות חכמות המאפשרות איגום של מקורות אנרגיה שונים לאספקה רציפה.

החשיבות הגוברת של הנושא ברחבי העולם מתבטאת גם בריבוי יוזמות החקיקה והרגולציה של ההיבטים השונים הקשורים לנושא. קרן גלובל העולמית פרסמה סקירה מקיפה של חקיקה המתייחסת לנושא שינוי האקלים בשש עשרה מדינות בעולם<sup>42</sup>. המדינות שנבחנו כוללות את מדינות האיחוד האירופאי, איטליה, אינדונזיה, ארה"ב, ברזיל, בריטניה, גרמניה, דרום אפריקה, דרום קוריאה, הודו, יפן, מקסיקו, סין, צרפת, קנדה, ורוסיה. הסקירה הקיפה 155 חוקים הקיימים בשש עשרה מדינות אלה, כאשר הדגש הושם על חקיקה לאומית-פדרלית, בעוד שבהרבה מהמדינות יש גם חקיקה ענפה במדינות ובמחוזות השונים הכפופים לממשל הפדרלי. בקבוצת המדינות שנבחנו, בריטניה מובילה בנושא מספר החוקים הקשורים לשינוי האקלים בעוד שבדרום אפריקה נמצאו רק שלושה חוקים בנושא.

טבלה המסכמת חקיקה חשובה בנושא שינוי האקלים במדינות נבחרות ברחבי העולם מובאת  
בנספח. 1

---

<sup>40</sup> IEA, 2008, *Energy Efficiency Policy Recommendations*, in support of G8 Plan of Action, Paris, July 2008

<sup>41</sup> European Commission, Directorate General for Energy, "Renewable Make the Difference", May 2011

<sup>42</sup> Globe International, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, "Globe Climate Legislation Study", April 2011

## ט. התייעלות, חסכון באנרגיה, שימור אנרגיה

בבואנו לדון בנושא ההתייעלות האנרגטית ושימור האנרגיה ברור כי מדובר במספר רחב מאוד של סקטורים רלוונטיים (ביתי, מסחרי, תעשייתי, ממשלתי, מוניציפאלי ועוד) וכן לפנינו מגוון רב של טכנולוגיות ואמצעי מדיניות.

מדינות העולם מכירות מזה זמן רב שהתייעלות אנרגטית מהווה נדבך חשוב בהבטחת אספקת אנרגיה, עידוד הכלכלה, והפחתת מזהמים כולל גזי חממה. בנוסף, התייעלות אנרגטית היא כלי חשוב בהערכות המשק לייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות, אשר עלותן גבוהה, על מנת למנוע בזבז של האנרגיה המיוצרת.

למרות ההתקדמות הרבה שחלה בשנים האחרונות, מצאו מחקרים של סוכנות האנרגיה העולמית<sup>43</sup> שיש עדיין פוטנציאל רב שאינו מנוצל. למשל, מחקר אחד מציין שמכשירים לבנים מיישמים רק כשליש מיכולת חיסכון החשמל כיום,<sup>44</sup> ואילו מחקר אחר מראה, שיש פוטנציאל של חיסכון של 38% באנרגיה כתוצאה ממעבר לשימוש באמצעי תאורה חסכוניים.<sup>45</sup> אולם למרות כל זאת, עדיין קיימים חסמים בשוק המונעים כניסה מאסיבית של מכשירים יעילים,<sup>46</sup> ולפיכך, התמדה בפיתוח וביישום של אמצעי מדיניות נוספים חייבים לעמוד בראש סולם העדיפויות של הפעילות הממשלתית.

פרק זה מתמצת בקצרה את אוסף ההנחיות, אשר סוכנות האנרגיה העולמית הכינה עבור שמונה הכלכלות הגדולות בעולם (הידועות גם בשם G8). הדגש הוא על צעדים הניתנים לאימוץ מיידי והמבוססים, רובם ככולם, על טכנולוגיות מדף המוכחות כבר מספר שנים, אולם דורשות 'דחיפה' ממשלתית כדי לחדור למגזרי המשק השונים.

ברוב המקרים, החדירה האיטית של אמצעי התייעלות אנרגטית נובעת משלוש סיבות:

- שיקולים כספיים מיושנים המבוססים רק על עלות רכישת המוצר מבלי להתחשב בעלות הפעלתו,
- מיומנות טכנולוגית דלה או אי-זמינות של תמיכה מתאימה המאפשרת 'זינוק' טכנולוגי
- מחסור במידע אמין ונגיש המאפשר השוואה של ביצועי מערכות שונות טרם יישומן

אסטרטגיות לאומיות עשויות להאיץ יישום נוהגי התייעלות אנרגטית בכל המגזרים. פיתוחן, יישומן והערכתן של אסטרטגיות אלה תורמות להבהרת הנושא, ממקדות את תשומת הלב לנקודות החשובות, מזהות פערים בתכניות קיימות, מזהות מטלות ומשאבים הכרחיים כמו גם

<sup>43</sup> IEA, 2008, *Energy Efficiency Policy Recommendations*, in support of G8 Plan of Action, Paris, July 2008

<sup>44</sup> IEA, 2003, *Cool Appliances*, Paris 2003

<sup>45</sup> IEA 2006, *Lights Labor's Lost*, Paris, 2006

<sup>46</sup> IEA 2007, *Mind the Gap*, Paris, 2007

את האחריות ליישום המטלות ולניטורן. אסטרטגיות יעילות אמורות לכלול בתוכן מטרות התייעלות אנרגטית ספציפיות, מדידות ובנות השגה. לשם פיתוח יעדים ואסטרטגיות אלה על גופי הממשל לנקוט בצעדים הבאים:

- הצבת מטרות ספציפיות להגדלת ההתייעלות האנרגטית בכל אחד מהמגזרים במשק
- פיתוח תוכניות פעולה מגזריות כולל פירוט צריכת אנרגיה ונוהלים מועדפים לניהול מערכות אנרגיה
- כימות של אפשרויות החיסכון למשק כתוצאה מהשגת המטרות להגדלת ההתייעלות האנרגטית
- תיקצוב מתאים לגופים העוזרים ומפקחים על יישום תוכניות הפעולה.
- הערכה שוטפת של הצלחת התקנות והצורך בשיפורים

ה- IEA התוותה בפני מנהיגי המדינות המפותחות 25 המלצות (ראה טבלה מספר 7) להגברת ההתייעלות האנרגטית. המלצות אלה פרוסות על פני שבעה מגזרים מועדפים, ובכל מגזר ניתן פירוט קצר אודות המדיניות המומלצת. היבט חשוב של כל אחד מאמצעי המדיניות, הוא היכולת להוכיח בבירור כיצד המדיניות פועלת, ולכן 'מוצמדים' לכל אמצעי מדיניות מדדים למעקב אחרי אמינות האמצעים והצלחת המדיניות.

טבלה 7 - סיכום אמצעי מדיניות וחדשנות בהתייעלות אנרגטית במדינות ה-G8<sup>47</sup>

| קטגוריה             | אמצעי מדיניות במדינות שונות   |
|---------------------|---|
| מדיניות רוחבית      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• יישום מגוון כלי מדיניות – תקנים, כלים כלכליים, הפצת ידע והגברת מודעות</li> <li>• ברוב המדינות יש איסוף נתונים סביר המאפשר לבחון התקדמות לפי מדדים מוסכמים. בהקשר זה יש לציין במיוחד את קנדה ואת בריטניה.</li> </ul>  |
| בנינים חוסכי אנרגיה | <ul style="list-style-type: none"> <li>• בגרמניה יש תקני בניה מתקדמים וקידום בניה של מבנים פסיביים</li> <li>• בכל המדינות מיושמים אמצעי מדיניות שונים בדבר בנינים קיימים</li> <li>• תכניות לבניה משמרת אנרגיה קיימים בכל המדינות למעט רוסיה, המתכננת ליישם בקרוב תוכנית כזו.</li> </ul>   |
| מכשירי חשמל         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• בכל מדינות G8, פרט לרוסיה, יש תקנים לסף תחתון לנצילות אנרגטית של מכשירים</li> <li>• דרישות למצבי כוונות של מיכשור חשמלי מיושמות כיום בכל מדינות G8, למעט רוסיה.</li> </ul>   |
| תאורה               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• כל מדינות G8, למעט רוסיה, מתכננות להפסיק באופן הדרגתי את השימוש בנורות ליבון.</li> <li>• במדינות האיחוד האירופי, בארה"ב ובקנדה, כמו גם במדינות נוספות בעולם, התקבלו בחקיקה תכניות לקביעת תקנים טכנולוגיים (סף יעילות אורית ודרישות נוספות) ואיסור ייבוא ומכירה של נורות שאינן עומדות בתקנים</li> </ul> |
| תחבורה              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ביפן יש תקנות לצריכת דלק ברכבים כבדים</li> <li>• מדיניות לטיפול ב'התנגדות סיבובית' של צמיגים מתוכננת בכל מדינות G8, פרט לרוסיה</li> <li>• תקנות להבטחת ניפוח נאות של צמיגים קיימות בארה"ב ובקנדה</li> <li>• תוכניות לקידום נהיגה אקולוגית מקודמות בכל מדינות ה-G8, למעט רוסיה.</li> </ul>              |
| תעשייה              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• איסוף וניתוח מקיף של סטטיסטיקת אנרגיה קיימים בכל המדינות, כאשר יש לציין במיוחד את התוכנית הקנדית בגלל הקפה ועומקה.</li> </ul>  |
| שירותים ציבוריים    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• תוכניות חדשניות לעידוד חברות שירותים ציבוריים ליצירת תמריצים להתייעלות אנרגטית אצל צרכניהן קיימות בארה"ב, בריטניה, צרפת ואיטליה.</li> </ul>  |

<sup>47</sup> IEA, November 2009, Implementing Energy Efficiency Policies: are IEA member countries on track?



## ט.1. אמצעי מימון

על מנת להתייעל, יש להשקיע. כחלק מאמצעי המדיניות לקידום התייעלות קיימות חלופות שונות למימון הפרויקטים. לאמצעי המימון יש חמישה מאפיינים עיקריים הכוללים:

1. רמת המימון – חלקי או עד ל-100% מסך המימון הנדרש
2. תזמון המימון – מוקצה מראש או כחוזר הוצאות כאשר הפרויקט הושלם
3. סוג המימון – סובסידיה, תמריץ, הלוואה או קרנות המיועדות לפעילויות מסוימות
4. פרעון – התקזזות בגביה קיימת לשרותים ציבוריים, או ישירות דרך מוסדות פיננסיים
5. אחריות – אחריות אישית או אחריות המקושרת להיטל על נכס בר-קיימא

המאפיינים הללו קובעים כיצד אמצעי מדיניות ימומנו וינהלו, כיצד יחולקו ויפרעו הכספים שהוקצו לקרנות המימון, ומי יהיה זכאי להנות מאמצעי מימון אלה.

עיקרי המגבלות להשקעות בהתייעלות אנרגטית הם חוסר בקיאות והעדר הכשרה של צוותי העובדים בחברות ההשקעות באשר לאפשרויות הטמונות בהתייעלות, כמו גם התפיסה שהשקעות במגזר זה טומנות בחובן סכנות יתר. כדי לסייע למשקיעים מהמגזר הפרטי להשקיע בהתייעלות אנרגטית על גופי הממשל לנקוט בצעדים הבאים:

- אימוץ ופירסום תקנון לחישוב ואימות הגדלת ההתייעלות האנרגטית כדי למנוע אי וודאות בחישוב אחוזי הגידול בניצולת האנרגיה
- תמיכה במוסדות פיננסיים בהכשרת צוותים להערכת תועלות מפרויקטים להתייעלות אנרגטית
- בחינה מחודשת של סובסידיות קיימות כדי לוודא שהן מעודדות התייעלות אנרגטית
- שיתוף המגזר הפיננסי ביצירת כלים להשקעות משותפות בפרויקטים להתייעלות אנרגטית
- הגברת השקיפות של התהליכים ע"י שיתוף כל בעלי העניין

הסעיפים שלהלן יציגו סיכומים קצרים של תוכניות מימון שונות המקובלות היום במדינות מפותחות ואף במדינות מתפתחות שכלכלתן צמחה באופן ניכר בעשור האחרון. הדוגמאות המובאות אינן מהוות סקירה ממצה של כל התוכניות הקיימות. כוונתן היא רק להקרין זרקור על תוכניות ונוהלים שמהם ניתן ללמוד עבור יישום התוכנית הלאומית בישראל.

לפני שנביא את פרטי הסקירה עצמה חשוב להדגיש שישנן מספר מסקנות מיידיות המתבקשות מכל התוכניות שנבחנו, ובמיוחד כאלו שנכשלו במדינות מתפתחות, המוכיחות שישנם מספר גורמים מהותיים, הקשורים לדרגי הממשל העליונים, העלולים להביא לכישלון של נסיונות להתייעלות. ביניהם:

- חוסר הסכמה על שיטות ליישום התייעלות אנרגטית, כלומר תקנות לעומת תמריצים, או הסתמכות על שוק ההון לעומת הגברת הידע והמודעות לנושא,

- פתרונות פרטניים עבור כל מיזם הגורמים לסירבול ולסחבת ביישום ואשר אינם מקנים וודאות ליזמים בעת פיתוח תוכניות לפרויקטים חדשים,
- הסתמכות יתר על מודלים של אמצעי מדיניות ושיטות מימון המקובלים במדינות מפותחות (כגון ניהול ביקושים) מבלי להתאים את התוכנית לתנאי השוק המקומי,
- מנהל לקוי של כל הנושא של יעילות אנרגטית, כולל חוסר יכולת או חוסר כלים חוקתיים לכפיית אמצעי התייעלות אנרגטית או לתאום הפעולות של גופי ממשל שונים עם אלו של השוק הפרטי והציבור הרחב,
- היקף שווקים שאינו מצדיק השקעות בהתייעלות אנרגטית בגלל העלויות הראשוניות הכרוכות בדבר ובגלל חוסר ביקוש למוצרים חדשניים וכן בגלל חוסר מידע של הצרכנים וחוסר כלים להשוואת העלות תועלת של מוצרים חליפיים,
- תמריצים קיימים עבור שירותים ציבוריים שלא מאפשרים לציבור ולמקבלי החלטות להבין את מלוא החסכון הניתן להשגה מהתייעלות אנרגטית.

להלן סקירה קצרה של מקורות מימון הנפוצים כיום בארצות הברית עבור התייעלות אנרגטית<sup>48</sup>.

• **בנקים ומוסדות פיננסיים** - מוסדות אלה יכולים לספק את המימון כהלוואה עיסקית רגילה או להכנס לשותפות עם המדינה, חברת חשמל או צד שלישי המספק שירותי אנרגיה. המימון יכול לכלול את כל, או רק חלק, מההשקעה הנדרשת, או לחליפין המדינה או רשות מקומית יכולה לספק בטחונות לגיבוי ההלוואות.

• **קרנות תועלת ציבורית (תעריפים ייעודיים)** - אלו קרנות שבהן צרכני השירותים הציבוריים כגון חשמל, גז או מים מממנים קרן להתייעלות אנרגטית ע"י שימת תעריף עודף על הצריכה שלהם. קרנות אלה בדרך כלל מוסדרות בחקיקה אשר קובעת את אופן ניהול הקרן ומייפה רשות שירותים ציבוריים לאשר שימוש בכספים אלה.

בארה"ב יש כיום 22 מדינות אשר להן קרנות למימון התייעלות אנרגטית, ועוד חמש מדינות שלהן קרנות בעלות ייעוד כפול, התייעלות אנרגטית והחדרת אנרגיות מתחדשות.

• **אמצעים פיסקליים** - הכלים הנפוצים הם זיכויים ישירים מהשורה התחתונה של המס החייב בתשלום, או הכרה בניכויים נוספים לצורך חישוב המס. בנוסף קיימים תמריצים שונים לעידוד מחקר, פיתוח, הדגמה וייצור של מיכשור טכנולוגי מתקדם התורם להתייעלות אנרגטית.

אמצעים כאלה כלולים בדרך כלל בחקיקה פדרלית הבאה להסדיר את משק האנרגיה. המדינות השונות מאמצות את החקיקה הפדרלית ויש באפשרותן להוסיף תנאים משלהם שיהיו מוכרים עבור מיסוי של המדינה בנוסף למיסוי הפדרלי.

<sup>48</sup> Energy Policy Institute, Idaho State University, Energy Efficiency Financing Mechanisms, May 2010, <http://epi.boisestate.edu>

• **מימון תקציבי של תוכניות אנרגיה ציבוריות** - החוק הפדרלי המסדיר את משק האנרגיה האמריקאי, אשר נחקק לראשונה בשנת 1975, יצר מנגנון לעידוד תוכניות לשימור וחסכון באנרגיה בכל אחת מהמדינות בארה"ב. תוכניות אלה ממומנות בחלקן על ידי הממשל הפדרלי כאשר התקציבים המאושרים נקבעים בחוק ההקצבות השנתיות המאושר על ידי הקונגרס. תוכניות אלה מעודכנות תקופתית בעת חקיקת אנרגיה חדשה בקונגרס. המדינות השונות נקראות להגיש בקשות לתקציבים עבור תוכניות שימור אנרגיה שהן מקדמות ויש עליהן חובת דיווח מקיפה הכוללת מידע על העלות וכן ההפחתות הצפויות מכל הפרויקטים אשר להם הוקצו משאבים מהמימון הפדרלי<sup>49</sup>.

• **מענקים** - אלו מענקים אשר מטרתם היא לעודד תוכניות כמו חסכון אנרגטי באמצעות חוזים לניהול מערכות אנרגיה, מימון ביניים לתוכניות המאפשרות פרעון רב שנתי באמצעות מערך הגביה החודשי, וקרנות הלוואה סיבוביות<sup>50</sup>. באופן כללי כל חקיקה מפרטת את תנאי המענק ומקובל שכספי המענקים מנוהלים או על ידי גוף ציבורי או צד שלישי נייטרלי שאינו אחראי או מעורב בפרויקטים הממומנים ולפיכך אין לו ניגוד אינטרסים.

• **אגרות חוב לשימור אנרגיה** - אגרות חוב כאלה אושרו לראשונה בארה"ב בחוק האנרגיה של 2008. בחוק התימרוץ הכלכלי של 2009 אושרה הנפקה של אגרות חוב כאלה בהיקף של 3.2 מיליארד דולר, כאשר היקף ההרשאה להנפקת אגרות חוב אלה חושב על ידי שילטונות מס ההכנסה הפדרליים בהתאם למספר התושבים בכל מדינה. אגרות החוב יכולות לשמש למימון המסווג "מטרת שימור מאושרת" כאשר אחד מהיעודים הבולטים הוא עבור ישובים ושכונות "ירוקות". מדינות שונות בארה"ב בשיתוף עם מינהלי שלטון מחוזיים משתמשים במימון זה בכדי לממן יצירת "אזורים לחידוש עירוני" או "איזורי יעד לשיקום".

• **מימון ישיר מכספי האוצר** - הכספיים השוטפים של המדינות המנוהלים על ידי משרדי האוצר מצווים על בקרה שוטפת של טיב ההשקעות, בטחון ורווחיותן, כחלק מהאחריות הציבורית של ניהול כספי הציבור. במדינות שונות בארה"ב, אחת מאפשרויות ההשקעה של כספי האוצר הם פרויקטים ארוכי טווח של התייעלות אנרגטית, אשר הוכחו כהשקעות בטוחות, בעלות שיעורי החזר מספקים, וגם תואמות את האינטרס הציבורי לאורך זמן.

• **מימון עיריות/מועצות איזוריות** - לעיריות ומועצות איזוריות יש חסמים להשקעה ארוכת טווח בהתייעלות אנרגטית היות שאין להם גישה למימון בריבית נמוכה לצרכיהן. ברוב המדינות בארה"ב ישנם חוקים שאינם מתירים הלוואת כספי ציבור למטרות פרטיות. בשנה האחרונה חלה תזוזה בנידון ו-15 מדינות בארה"ב העבירו חוקים המאפשרים לעיריות או מועצות איזוריות להשתמש באגרות חוב או קרנות הנשענות על כספי ציבור בכדי לממן שיפוצים ושידרוגים של מבנים פרטיים.

• **מימון מס רכוש/ארנונה** - אמצעי המאפשר לשילטון מקומי להשתמש בכספי הארנונה או מס הרכוש בכדי להקצות מימון עבור שיפוצי מבנים שיביאו להתייעלות אנרגטית או עבור פרויקטים זעירים של אנרגיות מתחדשות. כספים אלה ניתנים כהלוואה המאפשרת מימון

<sup>49</sup> US DOE State Energy Program (SEP), Revised SEP Reporting Metrics, October 1, 2009, [http://www1.eere.energy.gov/wip/pdfs/sep\\_metrics.pdf](http://www1.eere.energy.gov/wip/pdfs/sep_metrics.pdf)

<sup>50</sup> Revolving loan funds

מוקדם לשם ביצוע השיפוץ והפרעון נעשה בעזרת תוספות מוסכמות לתשלומי מס הרכוש או הארנונה<sup>51</sup>. 20 מדינות בארה"ב העבירו חקיקה המאפשרת למועצות מקומיות או עירויות גדולות להשתמש באמצעי זה למימון התייעלות אנרגטית של מבנים.

• **קרנות מימון של חברות שירותים ציבוריים** - חברות של שירותים ציבוריים לעתים מקצות חלק מהתשלומים המתקבלים מהצרכנים למימון תוכניות להתייעלות אנרגטית. במידה שיש להם אישור מהרשות המפקחת הם יכולים לגבות מהצרכנים תעריפים מיוחדים בכדי לממן תוכניות אלה. ביישום תוכניות כאלה יש לקחת בחשבון את הצורך בקומוניקציה עם הצרכנים בכדי שיהיה להם ברור מה התועלת של התוכניות וכיצד הם עשויים להנות ממנה. יש להדגיש במיוחד את התיזמון של ההשקעה לעומת הצפי של התועלת מתוכנית ההתייעלות.

## 2.2. סקירת שיטות ואמצעי מימון להתייעלות אנרגטית במדינות מתפתחות

אנליסטים של הבנק העולמי פירסמו לאחרונה מחקר הכולל ניתוח של חסמים והזדמנויות להתייעלות אנרגטית במדינות מתפתחות<sup>52</sup>.

• **ניהול ביקושים על ידי חברות לשירותים ציבוריים** - זוהי שיטה מקובלת בהרבה מדינות בכדי לנהל את הביקושים בשעות השיא או בשעות השפל. חברות לשירותים ציבוריים, כגון חברות חשמל, יש להן את הידע הטכני והיכולת האדמיניסטרטיבית לנהל תוכניות מסוג זה. תוכניות כאלה נפוצות למשל באורוגוואי, ברזיל, דרום אפריקה, הודו, וויטנאם, מקסיקו, סרי לנקה, פיליפינים, פקיסטן, ותאילנד.

השיקולים החשובים בעיצוב תוכנית כזו היא תחיקה מתאימה הכוללת גם אמצעים לניתוק ריווחיות החברה מהיקף הגביה. למשל, התיגמול של חברות חשמל לא צריך להיות קשור להיקף צריכת החשמל אלא למספר הצרכנים שאותם כל חברה משרתת. צעד זה נמצא יעיל בכדי לוודא שהנהלת החברה אכן תקדם חיסכון, בעוד שמבחינת הצרכנים נמצא בכל המדינות שמערכת יחסי ציבור ושיווק חייבת להיות חלק בלתי נפרד מתכנית לניהול ביקושים.

• **חברות ESCO לניהול מערכות אנרגיה** - חברות לניהול מערכות אנרגיה המתוגמלות דרך חוזים על ידי שיטות לחיסכון באנרגיה מקובלות עתה במקומות שונים בעולם. הבנק העולמי תמך בלמעלה משלושה תריסרי פרויקטים ברחבי העולם שעזרו לחברות מקומיות לפתח תוכניות מסוג זה. למשל, תוכניות כאלה מצויות באורוגוואי, בולגריה, ברזיל, הודו, וויטנאם, טוניסיה, טורקיה, סין, פולין, קרואטיה, ותאילנד. בסין למשל יש כבר למעלה מ-400 חברות המעניקות שירותי אנרגיה כאלה והיקף השוק שלהם עלה ממיליארד דולר בשנת 2007 ל-2.8 מיליארד דולר ב-2009.

יש להדגיש שלמרות היתרונות של חברות ניהול אנרגיה המודל העיסקי הדרוש ליישומן נתקל בקשיים במדינות רבות. בהרבה מדינות חסרה מערכת משפטית ומערכת חוזית מפותחת

<sup>51</sup> Property-Assessed Clean Energy (PACE)

<sup>52</sup> A. Sarkar, J. Singh, Financing Energy Efficiency in Developing Countries—Lessons Learned and Remaining Challenges, Energy Policy, Volume 38, pages 5560–5571, 2010

המאפשרת בקרה ואכיפה של חוזים מסוג זה. המסקנות המתבקשות מפרויקטים שלא הצליחו הן שפיתוח מערכות ניהול אנרגיה המתוגמלות מהחיסכון האנרגטי שהן יוצרות לוקח זמן רב ודורש התערבות ישירה מצד הממשלה. הפערים העיקריים הקשורים ישירות לאפשרות לאכוף חוזים אלה כוללים נגישות לשיטות חשבונאיות מוסכמות למדידה ודיווח של צריכת אנרגיה, חיסכון בצריכה, ומדדי התייעלות המהווים חלק חיוני מיכולת הבקרה על עמידת החברות בחוזי ההתקשרות.

• **קרנות, קווי אשראי, וערבויות להלוואות** - בעשור האחרון היתה פעילות רבה בפיתוח אמצעי מימון להתייעלות אנרגטית במדינות מתפתחות רבות כאשר המדינות נעזרו ביעוץ והכוונה של הבנק העולמי וכן במימון עצמי ועזרה של סיוע חוץ ממדינות מפותחות. בקטגוריה זו כלולות הקמה של קרנות מימון שונות, פתיחת קווי אשראי למימון תוכניות התייעלות, וכן ערבונות ממשלתיים להלוואות הנדרשות למימון פרויקטים. ברוב המקרים הבנק העולמי וסיוע החוץ של המדינות התורמות היה מיועד לאפשר מימון התחלתי של קרנות מימון כדי שהבנקים המקומיים יוכלו לצבור נסיון במערכת כזו ואז יקחו את המשך הפעילות על עצמם. מאז 1997 היו הרבה תוכניות מסוג זה במדינות כמו: אורוגוואי, בולגריה, הודו, הונגריה, טוניסיה, טורקיה, ליטואניה, פיליפינים, סין, רומניה, רוסיה, ותאילנד.

קרנות מסוג זה לא הצליחו בכל המקרים. בעוד שבמספר ארצות קרנות חיצוניות אכן עודדו פעילות בשוק המקומי והביאו למינוף ההשקעות על ידי מערכת הבנקים המקומיים, במדינות אחרות כשלי השוק המקומי וחוסר מערכות ניהול מתאימות הביאו לכשל.

לדוגמא, קרן שהחלה בהונגריה בשנת 1997 הגיעה עד עתה לכלל השקעות של 93 מיליון דולר וברומניה קרנות התייעלות אנרגטית השלימו פרויקטים בסך כולל של 20.6 מיליון דולר מאז שנת 2002. מאידך, קוריאה הדרומית הקימה חברה ממשלתית לניהול משאבי אנרגיה שמטרתה לממן ולתאם פרויקטים של התייעלות אנרגטית וחברה זו הצליחה לעודד פרויקטים להתייעלות אנרגטית וכן לקדם הסכמים וולונטריים עם סקטורים במשק, בהיקף כללי של 3.9 מיליארד דולר בין השנים 1999 ועד 2004.

הלקחים מכל התוכניות האלו מצביעים על החשיבות של הבנת השוק המקומי והתאמת הכלים הפיננסיים לנוהלים המובנים לציבור. בעוד שהקווים המנחים לפעולת קרנות אלה צריכים להיות מבוססים על שיקולים מסחריים, יש להטמיע בתוכם גמישות מספקת בהתאם לסיכון של ההשקעה. הניסיון מלמד שצריך זמן רב בכדי להקים את המוסדות והמנגנונים המתאימים בכדי לאפשר קידום של פרויקטים ולהפיכת הפוטנציאל הטמון בהתייעלות אנרגטית להשקעות אשר תיישמנה את החסכוניות הנצפים.

בטבלה מס' 8, מובאות מספר נבחר של דוגמאות לאמצעי מדיניות המאמצים במדינות שונות בעולם בכדי לעודד חסכון אנרגטי ולהביא בו זמנית להפחתת גזי חממה. הדוגמאות נבחרו בכדי להדגים אמצעי מדיניות שונים, והן אינן מייצגות את מלוא התכניות המונהגות במדינות השונות ואינן מהוות סקר כולל. עבור כל דוגמא מובא מראה מקום המוביל לכלל פרטי התכנית. הצגה זו נבחרה משום שבמקרים רבים התכניות משתנות ומתעדכנות חדשות לבקרים, וכדאי לפנות אל המקורות על מנת לבחון את מצבן העדכני.

#### טבלה מספר 8 – דוגמאות למימון תכניות התייעלות במדינות שונות

| המדינה          | עיקרי התכנית                                      | מראה מקום  |
|-----------------|---|--|
| <b>בריטניה</b>  | תכנית להחלפת דודי חימום                           | <a href="http://www.energysavingtrust.org.uk/Home-improvements-and-products/Heating-and-hot-water/Boiler-Scrappage-Scheme">http://www.energysavingtrust.org.uk/Home-improvements-and-products/Heating-and-hot-water/Boiler-Scrappage-Scheme</a>                  |
|                 | תכנית חיסכון בבתי מגורים – מכוון לאוכלוסיות חלשות | <a href="http://www.warmfront.co.uk">www.warmfront.co.uk</a>   |
| <b>אוסטרליה</b> | הלוואה ירוקה                                      | <a href="http://www.climatechange.gov.au/government/programs-and-rebates/green-loans.aspx">http://www.climatechange.gov.au/government/programs-and-rebates/green-loans.aspx</a>  |
|                 | Solar Cities                                      | <a href="http://www.climatechange.gov.au/government/programs-and-rebates/solar-cities.aspx">http://www.climatechange.gov.au/government/programs-and-rebates/solar-cities.aspx</a>  |
| <b>ארה"ב</b>    | תוכנית פדרלית                                     | Homestar Energy Efficiency Retrofit Program<br><a href="http://www.whitehouse.gov/the-press-office/fact-sheet-homestar-energy-efficiency-retrofit-program">http://www.whitehouse.gov/the-press-office/fact-sheet-homestar-energy-efficiency-retrofit-program</a> |
|                 | טקסס  | Utilities based programs at Texas investor owned utilities: CenterPoint; AEP; Entergy; El Paso Electric; Xcel Energy; Texas-New Mexico Power; and Oncor<br><a href="http://www.puc.state.tx.us/">http://www.puc.state.tx.us/</a>                                 |
|                 | ניו יורק  | New York State Energy Efficiency Clearinghouse: Energy Efficiency Programs for Institutional Customers<br><a href="http://www.nyserda.org/clearinghouse/default.asp">http://www.nyserda.org/clearinghouse/default.asp</a>  |
|                 | ניו ג'רסי   | <a href="http://www.njcleanenergy.com/">http://www.njcleanenergy.com/</a>  |
|                 | פלורידה   | Business Custom Incentive Program<br><a href="http://www.fpl.com/largebusiness/savings/custom.shtml">http://www.fpl.com/largebusiness/savings/custom.shtml</a>   |
| <b>בולגריה</b>  | קרן ייעודית להתייעלות                             | World Bank, Bulgaria Energy Efficiency Fund (BEEF), Project Appraisal Document. World  |

|  |                              |                    |
|--|------------------------------|--------------------|
| Bank Report No.27545-BUL, :Washington, D.C.,<br>February2005.  | אנרגטית                      |                    |
| Eskom: Integrated Demand Management<br><a href="http://www.eskomidm.co.za/">http://www.eskomidm.co.za/</a>                                       | ניהול ביקושי חשמל            | <b>דרום אפריקה</b> |
| World Bank , India Chiller Energy Efficiency Project (CEEP),<br>Appraisal Document, World Bank Report No.48680-IN,<br>Washington,D.C.,May29,2009 | מקררים (ציילרים)<br>חסכוניים | <b>הודו</b>        |

### ט.3. ביקורת, אכיפה, והערכת התייעלות אנרגטית

קיימות עתה דרכים, כמו גם אמצעי מדיניות רבים, הן וולונטריים והן מחייבים, לשיפור בהתייעלות אנרגטית. אולם, בד בבד עם התפתחות אמצעי מדיניות בנושאי התייעלות אנרגטית, כאשר מגיע שלב היישום מתגלה פער בין הצפי לבין המציאות. כאשר פער כזה צץ, החיסכון הצפוי באנרגיה אינו מושג בטווח הזמן הצפוי, אם בכלל. בין הגורמים לפער זה אפשר לציין חוסר מודעות או אף חוסר היענות מצד הצרכן לעמוד בדרישות, שגיאות שמקורן אצל הספק או הנעשות בידי המתקין וכן גם חסמי שוק שונים. כדי למנוע יצירת פער מעין זה, על גופי הממשל לוודא שאמצעי המדיניות, הן הוולונטריים והן המחייבים, מבוקרים בצורה נאותה ונאכפים כדרוש. לפיכך, על גופי הממשל לנקוט בצעדים הבאים:

- פיתוח מנגנונים למעקב ולאימות השגת המטרות של התייעלות האנרגטית, גם עבור אמצעים מחייבים וגם עבור אמצעים וולונטריים
- יישום מערך אדמיניסטרטיבי וחוקי התואם את האמצעים השונים המיושמים בתוכניות הפעולה
- שקיפות ונוהלים ברורים לדיווח על עמידה בדרישות של התקנות
- תהליך לענישה ולסנקציות בהתאם לבזבוז האנרגטי שהינו תוצאה של אי מילוי התקנות

### י. בניה ירוקה

בהגדרתה, מכילה הבניה הירוקה אספקטים רבים של המבנה, בשלבי חייו השונים. החל משלב התכנון, פרמטרים משמעותיים מאוד משפיעים על מידת הקיימות של הבניין, בחירת המיקום, הכנת שטח, שיטות הבניה ופינוי הפסולת. בהמשך, החומרים, המאפיינים, רמת הבידוד וההצללה משפיעים כולם על ביצועי מערכות התאורה, המיזוג, וכמובן על צריכת המים, ייצור הפסולת והאינטראקציה הסביבתית של המבנה כולו. כחלק ממהלך חייו - גם פירוקו של הבניין, השימוש החוזר בחומרים וחיידוש השטח שעליו הוא עומד מהווים חלק חשוב ממדדי הקיימות שלו, וזוכים להתייחסות כוללת במדדי הבניה הירוקה. בדיונים שהתקיימו, כמו גם בסקירה המובאת לעיל, התייחסה הוועדה לנושאי שימור אנרגיה בלבד. בהיות שימור האנרגיה הנושא המרכזי בעל השפעה ישירה על פליטות גזי חממה, נבחנו רק מדדים אנרגטיים, אולם

הובהר, גם בדיוני הוועדה וגם במהלכים המבוצעים כבר היום בתחום התקינה, כי גם נושאי הבניה הירוקה האחרים (פסולת, מים) יקבלו מענה נאות בתקנים הכוללים.

בבואנו לדון בנושא הבניה הירוקה, ובעיקר בניה מודעת ומשמרת אנרגיה, עלינו ראשית לחזור ולציין כי **בכל העולם הדיון בנושא בניה ירוקה כרוך וקשור באופן הדוק לנושא השימור וההתייעלות האנרגטית**. התועלת הנמדדת בהתקנת מכשירים חוסכי אנרגיה בתוך מבנה "ירוק", גבוהה לאין ערוך מהתועלת של שני הפרמטרים הללו כאשר כל אחד מהם נמדד בנפרד. בפועל, כפי שהובהר בפרקים הקודמים, במהלך עבודת הוועדה הוגדרה הפרדה בין המבנה עצמו ובין המכשור החשמלי המותקן בו. הפרדה זו מקשה על הניתוח, וגורעת מהתועלות של שני סעיפים נפרדים אלו.

ארבע פעילויות עיקריות אופייניות לטיפול בהפחתת פליטות בתחום הבניה הירוקה :

1. תקני בניה ירוקה, מחייבים או וולונטריים, הכוללים שיטות הערכה וניקוד למבנים מקובלים ברחבי העולם, ומאפשרים דירוג של מבנים על פי מידת עמידתם בתקן. התקן יכול להסתמך על שיטות הבניה והחומרים, או על ביצועי המבנה הקיים.
  2. פרויקטי חלוץ (פיילוט) אשר מטרתם להעריך עלויות מול תועלות וביצועים של שיטות בניה או אמצעים שונים.
  3. בניה חדשה – על פי תקן מוגדר. המבנים עשויים להיות מבני מגורים, מבני תעשייה, מבנים לצרכי מסחר ומבנים לשירות הציבור. לכל המבנים ייעוד ותפעול שונה והם יכולים להיות ממוקמים באיזורים גיאוגרפיים שונים ובסביבה שונה ולכן קיים קושי מקדמי להעריך מה תהא מידת ההתייעלות ושימור האנרגיה במבנה ספציפי.
  4. שיפוץ מבנה קיים (רטרופיט) – במצבים של בניה קיימת שאינה עומדת בתנאי התקן, ובפרט במבנים בעלי ערך היסטורי או מבנים לשימור, נהוג לבצע שיפוץ לשיפור ביצועי הבניין במגוון היבטי הבניה הירוקה. השיפוץ לרוב יכלול טיפול בנושאי בידוד או מערכות חיצוניות, שכן במקרים אלו מיקום הבניין, צורתו והעמדתו בשטח, כמו גם תיכנונו הכללי נתונים – ולרוב אינם ניתנים לשינוי.
- קיים קושי ממשי בהשלכת נתונים מתקדימים ברחבי העולם לפרויקטים המתוכננים בארץ, שכן מרבית העבודות שיתוארו להלן מבוססות על מבנים שנמצאים באיזורים קרים, בהם קיימת חשיבות לשמירת הבידוד בבית למניעת איבודי חום. מעטות העבודות המתארות התייעלות באיזורים חמים וממוזגים.
- בטבלה מס' 9, מובאות מספר של דוגמאות לאמצעי מדיניות המאומצים במדינות שונות בעולם בכדי לעודד בניה ירוקה ושיפוץ מבנים. גם כאן, כמו בסעיף הקודם, הדוגמאות נבחרו בכדי להדגים אמצעי מדיניות שונים, והן אינן מייצגות את מלוא התכניות המונהגות במדינות השונות ואינן מהוות סקר כולל. עבור כל דוגמא מובא מראה מקום המוביל לכלל פרטי התכנית. הצגה זו נבחרה משום שבמקרים רבים התכניות משתנות ומתעדכנות חדשות לבקרים, וכדאי לפנות אל המקורות על מנת לבחון את מצבן העדכני.



טבלה מספר 9 - דוגמאות לתכניות בניה ירוקה במדינות שונות

| תקני בניה ירוקה |  |   |
|-----------------|--|---|
| אוסטרליה        | תקנות לבניה חדשה   | <a href="http://www.gbca.org.au">/http://www.gbca.org.au</a>  |
| גרמניה          | שימור אנרגיה   | <a href="http://www.zukunft-haus.info/index.php?id=23009">http://www.zukunft-haus.info/index.php?id=23009</a>   |
| ארה"ב           | LEED   | <a href="http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=51">http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=51</a>                                     |
| בריטניה         | BREEAM   | <a href="http://www.breeam.org">/http://www.breeam.org</a>  |
| פרויקטי חלוץ    |  |   |
| גרמניה          |  | <a href="http://www.zukunft-haus.info/index.php?id=10030">http://www.zukunft-haus.info/index.php?id=10030</a>   |
| בניה חדשה       |  |   |
| גרמניה          | התייעלות אנרגטית בבניה חדשה  | <a href="http://www.zukunft-haus.info/index.php?id=23009">http://www.zukunft-haus.info/index.php?id=23009</a>   |
| שיפוץ מבנים     |  |   |
| בריטניה         | Whole House Package  |   |
|                 | Decent Home  |   |
| גרמניה          | ,Existing Low Energy Houses<br>תכנית כוללת מכירת זכויות<br>הפחתת פחמן                              |   |
|                 | CO2 Building Rehabilitation<br>Program   | בחינת יישום תוכניות להשבחת מבנים מבחינה אנרגטית (retrofit) בישראל,<br>2010 <sup>53</sup>  |
|                 | התוכנית להשבחה אנרגטית למבני<br>ציבור  |   |
|                 | פרויקט השבחה אנרגטית למבני<br>ממשלה - Energy Contracting -<br>For Federal Government<br>Properties |   |
| ארה"ב           | Assisted Housing Green<br>Retrofit Program   | <a href="http://portal.hud.gov/portal/page/portal/HUD/recovery/programs/green">http://portal.hud.gov/portal/page/portal/HUD/recovery/programs/green</a> |
| קנדה            | בידוד  | <a href="http://oee.nrcan.gc.ca/residential/personal/grants.cfm?attr=4">http://oee.nrcan.gc.ca/residential/personal/grants.cfm?attr=4</a>               |

<sup>53</sup> בחינת יישום תוכניות להשבחת מבנים מבחינה אנרגטית (retrofit) בישראל, סקירה והמלצות. הוגש למשרד להגנת הסביבה, 2010.

## י.א. תחבורה

בבואנו לדון בנושא הפחתת פליטות גזי חממה מתחבורה עלינו לזכור כי הפליטות בסקטור זה כוללות פליטות המאפינות רכבים המשמשים לתחבורה פרטית, תחבורה מסחרית- משאיות, וכן לתחבורה ציבורית. סך הפליטות תלוי באמצעים הטכנולוגיים המותקנים על הרכבים וכן ברמת הנסועה השנתית שלהם (מספר הקילומטרים השנתיים). ישנן גם השלכות התנהגותיות לאופן הנהיגה העשויות להשפיע גם כן על צריכת הדלקים.

לכן ישנה חשיבות רבה לתמרוץ ההחזרה של אמצעים טכנולוגיים להפחתת צריכת דלק ברכבים קיימים, או בהתניה של יבוא רכבים חדשים לעמידה בתקני פליטה מחמירים. להשגת מטרה זו יש ליישם מגוון של אמצעים כלכליים לעדוד ולקידום טכנולוגיות או שינויים התנהגותיים, אשר יביאו להפחתת צריכת הדלק ומכאן, להפחתת הפליטות.

### תקנים לפליטה מרכבים

בארצות הברית וברחבי העולם, תקני פליטה מרכבים מהווים את המנגנון העיקרי לשיפור יעילות כלי הרכב וצמצום פליטת זיהום אוויר קונבנציונאלי וגזי חממה ממגזר התחבורה. הפחתת צריכת דלק משפיעה ישירות על הפחתת פליטות גזי חממה היות ופליטות אלו נובעות מכמות הדלק הנשרפת להפעלת הרכבים.

תקני צריכת הדלק מבוטאים ביחידות של מיילים לגאלון (mpg) או ליטר לק"מ (ק"מ / liter). צריכת הדלק ניתנת לשיפור על ידי הגדלת היעילות האנרגטית, הפחתת המשקל של הרכב, הקטנת ההתנגדות הסיבובית של הצמיגים, ואמצעים אחרים המקטינים את כמות האנרגיה הנדרשת לשינוע הרכב. מדינות עם תקני צריכת דלק לרכבים כוללות את אוסטרליה, קנדה, סין, יפן, דרום קוריא, וארצות הברית.

תקני הפליטה מגבילים לא רק את הפליטות הישירות של הרכב, אלא גם את אלו הנובעות מהמזגן. תקנים אלה לרוב מבוטאים כגרמים של שווה-ערך  $CO_2$  לקילומטר, ( $gCO_2e/km$ ) בעוד שישנם תקנים הכוללים רק את כמות  $CO_2$  הנמדדת ביציאה מהמפלט. האיחוד האירופי משתמש ביחידות של  $gCO_2/km$  בעוד שבארצות הברית משתמש ביחידות של  $gCO_2e/mi$  לצד ממוצע לצי המכוניות המשווקים בארה"ב על ידי כל יצרן ויבואן (Corporate Average Fuel Economy - CAFE).

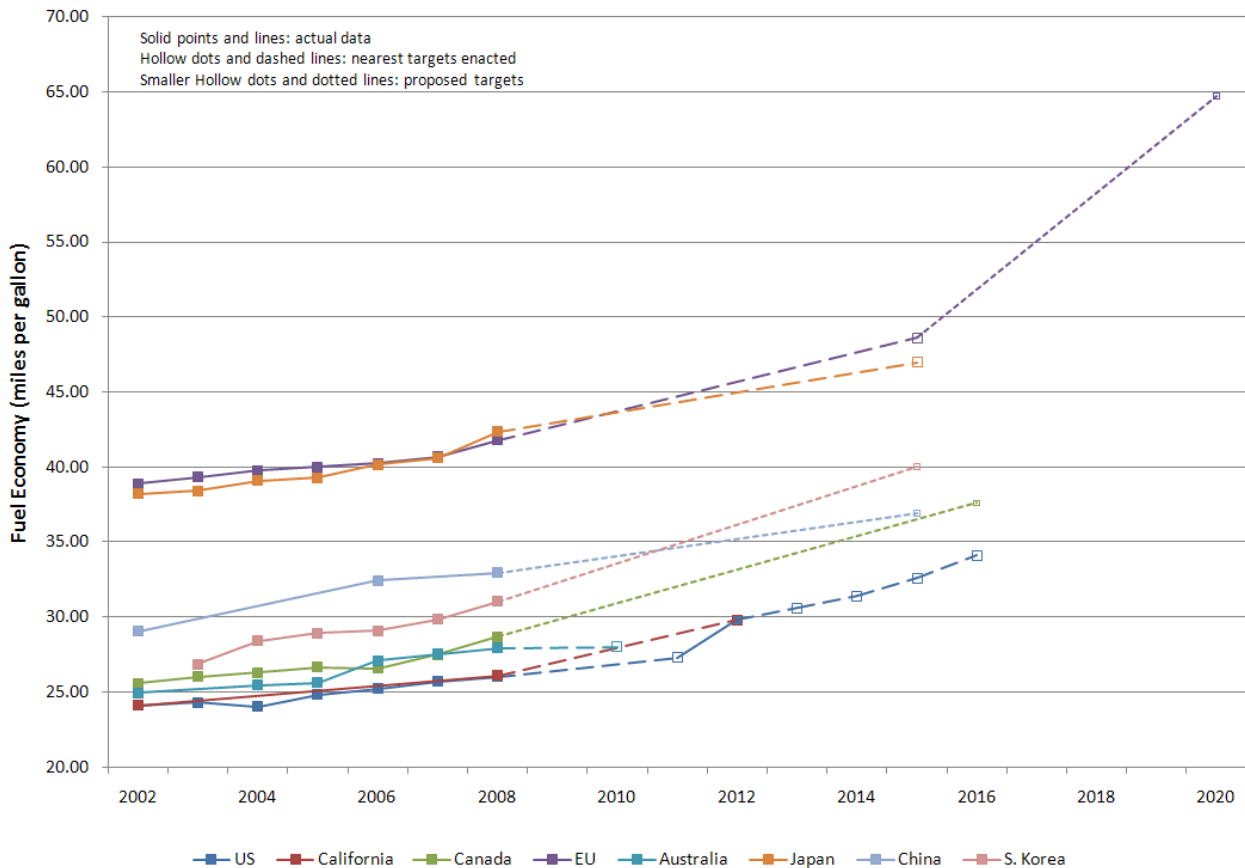
התרשים להלן מציג נתונים השוואתיים הכוללים את כל התקנים החדשים לצריכת דלק בארה"ב ובאיחוד האירופאי. הנתונים מובאים ביחידות של  $CO_2$  לקילומטר, כאשר התקנים השונים מעובדים לפי מתודולוגיה המאפשרת השוואה בין תקנים המבוססים על ערכים ממוצעים של ציי מכוניות ולא עבור כל צי בנפרד<sup>54</sup>.

<sup>54</sup>Feng An and Amanda Sauer, "Comparison of Passenger Vehicle Fuel Economy and GHG Emission Standards Around the World", Pew Center on Global Climate Change, Washington DC, December 2004

### תרשים מספר 3 - מגמת נצילות השימוש בדלק ברכבים פרטיים חדשים במדינות שונות

Source: <http://www.pewclimate.org/federal/executive/vehicle-standards/fuel-economy-comparison>

Comparison of Actual and Projected Fuel Economy for New Passenger Vehicles



באירופה, תקינה מחייבת לפליטת גזי חממה מרכב פרטי החלה כבר בשנות התשעים של המאה הקודמת. הוסכם על מסגרת שבשלב ראשון הינה וולונטרית, ובשלב שני מחייבת. המחקרים השונים שנעשו עבור הרכבים המצויים באירופה<sup>55</sup> הראו, שאמנם ישנה התקדמות בהפחתת פליטות גזי חממה, אבל ללא תקן מחייב היא לא תשיג את המטרה הסופית של הקהילה האירופאית שהיתה בזמנו 120 גר פחמן דו חמצני לק"מ.

ב-2009 הותקנה תקנה (regulation) של הפרלמנט האירופאי,<sup>56</sup> אשר מחייבת את כל המדינות באירופה ללא צורך בחקיקה פרטנית נוספת במדינות, ומכאן, את כל יצרני ויבואני הרכב בקהילה האירופאית. התקנה קובעת את המחויבויות של יצרניות הרכב והיבואנים בדבר תיעוד ורישום פליטות גזי חממה מכל רכב שיוצא לשוק, ואת המחויבות של המדינות לאסוף

<sup>55</sup> ACEA - European Automobile Manufacturers Association  
 JAMA - Japan Automobile Manufacturers Association  
 KAMA - Korean Automobile Manufacturers Association

<sup>56</sup> Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council, setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO2 emissions from light-duty vehicles, of 23 April 2009

את הנתונים עבור ציי הרכב שלהם ולדווח לפרלמנט האירופאי, תוך ציון חריגות והסברים לחריגות אלה.

בארצות הברית, תקנת CAFE (Corporate Average Fuel Economy) מחייבת יצרני מכוניות אמריקאים לעמוד בתקן צריכת דלק ממוצע עבור כלל צי הרכבים הקלים והמשאיות הקלות המיוצר למכירה בארה"ב. התקנה נכנסה לתוקפה בשנת 1975, ומתעדכנת תקופתית. בעקבות הנחיית הנשיא אובאמה במאי 2010, נערכת בחינה מחודשת לתקן צריכת הדלק המחייב משנת 2017 והלאה. בנוסף, לראשונה מוצע לקבוע תקן צריכת דלק עבור משאיות בינוניות וכבדות, עבור שנות ייצור 2014-2018.<sup>57</sup> כמו כן, מוצע להחמיר את התקן עבור רכבים קלים.

### **יא.1. תמריצים ואמצעי מימון להפחתת פליטות גזי חממה מתחבורה**

אמצעי המימון להפחתת פליטות גזי חממה מתחבורה כוללים מבחר של היטלים, מסים, ותמריצי מס. עיקרון חשוב המקובל בהרבה מדינות הוא שהכסף הנגבה ממסוי דלקים ורכבים מיועד ליוזמות להפחתת זיהום אוויר, גזי חממה ושידרוג מערכות התעבורה.

אמצעים נפוצים ביותר כוללים:

- מיסוי דלקים: מיסוי יחסי, היטל קבוע, היטלים מיוחדים לדלקי תעופה או תעבורה ימית
- אגרת רישום שנתית (או תקופתית)
- מס קניה (או מס ערך מוסף) על כלי רכב חדשים ו/או משומשים
- מס קניה (או מס ערך מוסף) על תחבורה ותובלה
- כבישי אגרה
- היטלי גודש
- מיסוי על סך הנסועה (כולל רכבים מושכרים וליסינג)
- היטלים מיוחדים של שלטונות איזוריים ומקומיים
- קרנות למימון הלוואות לשידרוג כלי רכב
- קרנות למימון גריטת כלי רכב ישנים
- שותפות בין אירגונים ציבוריים ופרטיים למימון ותפעול מיזמים
- שותפות בין אירגונים ציבוריים שונים למימון ותפעול מיזמים

יישום תוכניות פעולה להפחתת פליטות גזי חממה מתחבורה פרטית וציבורית מצריך שימוש בתפריט של אמצעי מדיניות ומקורות מימון. כל מקורות המימון ניתנים לאיגום בשתי קבוצות בעלות מאפיינים משותפים, כלומר: מימון המתאפשר על ידי היטלים, אגרות או מסים על שירותים או קניות והמוחזקים בקרנות ייעודיות למטרות שידרוג התחבורה, או מימון תקציבי בצורה של תמריצים, הלוואות והשקעות ישירות במיזמים שונים.

<sup>57</sup> [http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/cafe/CAFE\\_2014-18\\_Trucks\\_FactSheet-v1.pdf](http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/cafe/CAFE_2014-18_Trucks_FactSheet-v1.pdf)

הטבלה המובאת בהמשך הפרק מציגה רשימה של אמצעי מדיניות כלכליים אשר אומצו על ידי מדינות שונות בארה"ב עם תיאור קצר של תמריצים חיוביים ושיליים עבור כל אחד מאמצעי המדיניות המנויים.<sup>58</sup>

משרד התחבורה האמריקאי מקיים מרכז מידע בנושא אמצעי מדיניות להפחתת פליטות גז"ח מרכבים<sup>59</sup>. בנוסף, טבלה מס' 10 מביאה דוגמאות לאמצעי מדיניות ממדינות שונות בעולם.

#### טבלה מספר 10 - דוגמאות לתכניות הפחתת פליטות מתחבורה במדינות שונות

| המדינה  | עיקרי התכנית               | מראה מקום   |
|---------|----------------------------|---|
| צרפת    | היטלי נסועה על רכבים כבדים | <a href="http://www.tolltickets.com/country/france/libert.aspx?lang=en-GB">http://www.tolltickets.com/country/france/libert.aspx?lang=en-GB</a>   |
| גרמניה  | היטלים על רכב כבד          | web_einfuehrungstex_sw.pdf, s 20-22   |
| ארה"ב   | תמרוץ גריטת רכבים          | <a href="http://www.cars.gov/">http://www.cars.gov/</a>   |
| אירופה  | עידוד תעשיית הרכב          | <a href="http://online.wsj.com/article/SB124932865667502385.html?mod=wsjcrmain">http://online.wsj.com/article/SB124932865667502385.html?mod=wsjcrmain</a>   |
| סינגפור | מיסוי ירוק                 | <a href="http://app2.nea.gov.sg/incentives_gvr.aspx">http://app2.nea.gov.sg/incentives_gvr.aspx</a>   |
| ארה"ב   | תמרוץ להיברידי             | <a href="http://www.hybridcars.com/federal-incentives.html">http://www.hybridcars.com/federal-incentives.html</a>   |
|         | הנחות לרכבים מונעי גז      | <a href="http://www.hybridcars.com/local-incentives.html">http://www.hybridcars.com/local-incentives.html</a>   |
|         | חבילת הטבות בקליפורניה     | <a href="http://www.driveclean.ca.gov/incentives.php?tech=All&amp;incentive_type=All&amp;city=&amp;city_zip=1&amp;zipcode=&amp;x=33&amp;y=6">http://www.driveclean.ca.gov/incentives.php?tech=All&amp;incentive_type=All&amp;city=&amp;city_zip=1&amp;zipcode=&amp;x=33&amp;y=6</a> |
| בריטניה | פליטת פחמן מזערית          | UK Transport Secretary Philip Hammond, Green light to ultra low carbon car consumer incentive, Press Release, July 28, 2010; <a href="http://www.dft.gov.uk">http://www.dft.gov.uk</a>  |

<sup>58</sup> Based on compilations of mitigation actions discussed by U.S. states; <http://www.climatestrategies.us/>

AASHTO: Transportation and Climate Change Resource Center  
<sup>59</sup> [http://climatechange.transportation.org/ghg\\_mitigation/overall\\_mitigation.aspx](http://climatechange.transportation.org/ghg_mitigation/overall_mitigation.aspx)

## נספח מספר 1 – רשימת החלטות הממשלה וחוקים בנושא אנרגיה, פיתוח בר

### קיימא ותחבורה

#### טבלה מספר 1 – רשימת החלטות ממשלה בנושאי אנרגיה והפחתת פליטות

| החלטה:   | עיקרי ההחלטה:  |
|--|--|
| החלטת ממשלה 4139 חמ/9 מיום 6 באוגוסט 1998  | יוקם צוות בינמשרדי לקידום השימוש באנרגיות חליפיות ועידוד השקעות מהארץ ומחול"ל.   |
| החלטת ממשלה 2664 חכ/44 מיום 4 בנובמבר 2002   | החל משנת 2007 יופקו לפחות 2% מהחשמל בישראל במתקני אנרגיות מתחדשות, וגדילה באחוז נוסף בכל שלוש שנים   |
| החלטת ממשלה מתאריך 29 בדצמבר 2002  | החליטה להסמיך את חברת חשמל להגשת תכניות לבנית תחנה פחמית נוספת, D, ולהגיש את תכניותיה לות"ל.   |
| החלטת ממשלה 2178 מיום 12 באוגוסט 2007  | הסרת החסמים הרגולטוריים המונעים הוצאה לפועל של המדיניות שנקבעה. צוות בינמשרדי יוקם במטרה להסיר את החסמים בעוד צוות משני יפעל בנושא המיסוי. בנוסף, ייבנו שתי תחנות כוח סולאריות בהיקף של עד 250 מגה-וואט, ותינתן הכרה לפרויקטים של אנרגיות מתחדשות כתשתית בעלת חשיבות לאומית.   |
| החלטת ממשלה מספר 2390 מתאריך 23 בספטמבר, 2007  | החלטה זו באה בהמשך להחלטות הממשלה מס. 2472 מיום 13.8.1997, מס. 641 מיום 2.9.2001, מס. 2663(חכ/43) מיום 4.11.2002 ומס. 2664(חכ/44) מיום 4.11.2002 והיא קובעת כי יעדי הממשלה בשנים הבאות לצמצום הביקושים לחשמל בעת מחסור, יעמדו בנוסף לצמצום הביקושים המושגים כעת, על 150 מגה-וואט בשנת 2008, 400 מגה-וואט בשנת 2009 ו-500 מגה-וואט בשנת 2010. |
| החלטה מס. חכ/122 של ועדת שרים לענייני חברה וכלכלה (קבינט חברתי-כלכלי) מיום 04.08.2008 אשר צורפה לפרוטוקול החלטות הממשלה וקבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 21.08.2008 ומספרה הוא 3954 חכ/122 | אימוץ תכנית חמש שנתית להשקעה במחקר ופיתוח בתחום האנרגיות המתחדשות, ההחלטה כוללת מטרות, יעדים ותקציבים.   |
| החלטה מס. חכ/176 של ועדת שרים לענייני חברה וכלכלה (קבינט חברתי-כלכלי) מיום 12.01.2009 אשר צורפה לפרוטוקול החלטות הממשלה וקבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 29.01.2009 ומספרה הוא 4450 חכ/176 | קביעת יעד מנחה לייצור חשמל מאנרגיה מתחדשת בהיקף של 10% מצורכי האנרגיה בחשמל של המדינה לשנת 2020. יעד ביניים של 5% עד שנת 2014.   |

|  |   |
|--|---|
| <p>הקמת ועדת מנכ"לים לצורך היערכות ישראל לשינוי אקלים והפחתת פליטות גזי חממה</p>   | <p>החלטה מס. חמ/1 של ועדת השרים להגנת הסביבה וההיערכות לשינויי אקלים מיום 09.06.2009 אשר צורפה לפרוטוקול החלטות הממשלה וקבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 25.06.2009 ומספרה הוא 474 חמ/1</p>        |
| <p>צמצום של כ- 20% בצריכת החשמל הצפויה בשנת 2020, על בסיס צריכת החשמל בפועל בשנת 2006, ובפרט בהתייחסות להתייעלות אנרגטית במשרדי ממשלה ומבני ציבור</p>  | <p>החלטה מס. חכ/150 של ועדת שרים לענייני חברה וכלכלה (קבינט חברתי-כלכלי) מיום 01.09.2008 אשר צורפה לפרוטוקול החלטות הממשלה וקבלה תוקף של החלטת ממשלה ביום 18.09.2008 ומספרה הוא 4095 חכ/150</p> |
| <p>מינוי ועדת שרים לעניין קידום, פיתוח ויישום אנרגיות מתחדשות. הוועדה תעסוק בקידום, פיתוח ויישום אנרגיות מתחדשות, לרבות ביישום החלטות ממשלה הקיימות בעניין זה, ותגבש אמצעים תחקיטיים, מינהליים ואחרים לקידום השימוש באנרגיות מתחדשות</p> | <p>החלטת ממשלה מס. 1148 מיום 27 בדצמבר 2009</p>   |
| <p>גיבוש תכנית לאומית להפחתת פליטות גזי חממה, מינוי ועדת היגוי להמלצת מדיניות אשר תביא להפחתה של 20% בפליטות בשנת 2020.</p>  | <p>החלטת ממשלה מס. 1504 מיום 14 למרץ 2010</p>   |
| <p>גיבוש תכנית לאומית להפחתת פליטות גזי חממה בישראל – הוועדה תמשיך את פעולתה, לרבות בתחום האנרגיות המתחדשות בשאיפה להביא להפחתה של 20% מסך הפליטות בשנת 2020.</p>  | <p>החלטת ממשלה מס. 2508 מיום 28 בנובמבר 2010</p>  |

## טבלה מספר 2 – חוקים והחלטות ממשלה באשר לפיתוח בר קיימא

| החלטה:  | עיקרי ההחלטה:   |
|---|---|
| פרק ח' לחוק הכנסת- נציב הדורות הבאים בתיקון מחודש מארס 2001 | לכנסת יהיה נציב שיביא לפניו נתונים וחוות דעת בנושאים שיש בהם עניין מיוחד לדורות הבאים וייקרא נציב הדורות הבאים לכנסת.<br><br>משרת "נציב הדורות הבאים" בוטלה בשנת 2006, לאחר מילוי קדנציה אחת בלבד.        |
| החלטה מס. 246 של הממשלה מיום 14.5.2003                      | תכנית אסטרטגית לפיתוח בר קיימא בישראל. מדיניות ממשלת ישראל תתבסס על עקרונות של התנהלות פיתוח בר קיימא המשלבים: כלכלה דינמית, שימוש מושכל במשאבי טבע, הגנה על מערכות אקולוגיות, ומתן שוויון הזדמנויות לכל. |
| הצעת חוק פיתוח בר קיימא פ/1765 התשס"ד 2004                  | כל פעולותיה של מדינת ישראל וכל רשות מרשותיה, יהיו ע"פ כללי הפיתוח הבר-קיימא, לתועלת כלל הציבור ולטובת הדורות הבאים.   |
| החלטה מס. 1057 מיום 31.12.2009                              | ממשלה ירוקה – ייעול התפעול של משרדי ממשלה. ההחלטה עוסקת בשיפור מדדי הביצוע הסביבתיים של המשרדים: הפחתת רמת הצריכה הכוללת שלהם בתחומי המים, החשמל, והנייר. כלי רכב מיעוטי זיהום.                           |

## טבלה מספר 3 – חוקים והחלטות ממשלה בנושא תחבורה

| החלטה:  | עיקרי ההחלטה:  |
|---|--|
| החלטה מס. 2452 (חמ/3), בהמשך להחלטת ממשלה מס. 607 (בק/7) מיום 2.11.2006 והחלטת ממשלה מס. 1639 חמ/1 מיום 10.5.2007 | הפחתת זיהום אוויר מכלי רכב במטרה להפחית ולצמצם פליטות מזהמים מכלי רכב ולמנוע חשיפת הציבור לזיהום.  |
| החלטה מס. 2228 מיום 12.8.2007   | עידוד השימוש בתחבורה ציבורית.  |
| החלטת ממשלה מס' 1354 מיום 7.2.2010  | כינון מאמץ לאומי לפיתוח טכנולוגיות המקטינות את השימוש העולמי בנפט בתחבורה ולחיזוק תעשיות עתירות ידע בתחום. ב- 30.1.2001 אישרה ממשלת ישראל את התכנית הלאומית לפיתוח תחליפי נפט, אשר גובשה ע"י ועדת המנכ"לים" הועדה לצמצום התלות בנפט" בראשות יו"ר המועצה הלאומית לכלכלה, יוגיין קנדל שהוקמה בעקבות החלטת הממשלה בפברואר 2010. |



## נספח מספר 2 – המלצות למדיניות לאומית להפחתת פליטת גזי חממה בישראל

(מתוך דו"ח מוסד שמואל נאמן 2000).

נייר עמדה זה הווה ניסיון ראשון לקביעת מדיניות לאומית ישראלית להפחתת פליטת גזי חממה. המסמך מבוסס על סקירה מפורטת של מוקדי פליטת גזי החממה והאמצעים הטכניים השונים העשויים להקטין את פליטת גזי החממה בתנאים הספציפיים לארץ.

*התנאים בישראל שונים מהותית במספר תחומים משמעותיים:*

1. מדינת ישראל הינה עדיין מדינה בתהליכי התהוות וגיבוש. כתוצאה מכך לא הגענו ליציבות ולמסלול התפתחו ברור במשורים החברתיים, דמוגרפיים, מדיניים וכלכליים. ישראל, בניגוד גמור למדינות מפותחות אחרות הינה מדינה בה יש חיזוי לגידול ניכר של אוכלוסיה (כולל אי וודאות רב בתרחישי גידול האוכלוסייה). יתר על כן, שנות הבסיס לנתוני פליטת גזי החממה בישראל הינן שנים בהן היה גידול מרבי במספר התושבים ובפעילות המשקית בארץ.
2. אי היציבות הדמוגרפית (וזאת בנוסף לאי וודאות במכלול שאלות קרדינליות אחרות), מקשה על השימוש בנתונים חזויים לעתיד. המרחק בין תרחישים שונים הינו רב וקשה לגישור. אי הוודאות בתחזיות והעדר נתונים ברורים, מוסכמים ומהימנים לגבי ההתפתחויות העתידיות מתבטא אף בעבודה זו, בה בנושאים שונים נאלצנו להתייחס לשנות יעד שונות בהתאם לזמינות נתונים ותחזיות מהימנות.
3. קיימת אי וודאות להתפתחות כלכלית ולכיווני התפתחות בתעשייה. מגזרי התעשייה הכבדה והתעשייה הכימית המהווים בארצות מפותחות גורמים מרכזיים בפליטת גזי חממה אינם מהווים סקטור עיקרי בארץ. כן לא נראית התפתחות בתחומים אלה, אלא כנראה בתחום התעשייה הקלה, תעשיית הטכנולוגיה המתקדמת, תעשייה שאינה יוצרת גזי חממה בכמות גדולה כחלק מתהליך היצור.
4. גורם שיהיה בעתיד בעל משקל רב בצריכת אנרגיה ובפליטת גזי חממה, התפלת מים, עדיין בחיתוליו ואין כל מדיניות מוסכמת או טכנולוגיה מוסכמת לתהליך זה. כמובן שאין תקדים למגזר זה בארצות מפותחות שהכינו מסמכי מדיניות דומים.
5. האקלים בישראל מחייב השקעת אנרגיה בחימום בחורף (הקצר יחסית) ומביא לצריכת אנרגיה רבה לקירור במהלך הקיץ. יחד עם זאת, אנו חיים באקלים ממוזג יחסית וניתן לנצל את גורמי האקלים החיצוניים (קרינת שמש, בריזת הים וכו') להקטנת צריכת האנרגיה.
6. גורם נוסף השונה מרוב הארצות המפותחות הינה העובדה כי במכלול הטיפול בפסולת מוצקה, כולל בוצות ממכוני טיפול בביוב, אין כיום למעשה כל מערכת מתקדמת של טיפול.

**לאור כל אלו, חייבה העבודה להכנת מסמך המדיניות עבודה שבחנה גם הצעות לטכנולוגיות חדשניות.**

ההמלצות וסדרי העדיפות שיוגשו להלן למדיניות לאומית להפחתת פליטת גזי חממה מבוססות על השיקולים הבאים:

- א. התרומה היחסית של המגזר הנבדק לפליטת גזי חממה.
  - ב. הסיכוי הטכני של פעולה נתונה להפחית את פליטת גזי החממה.
  - ג. ישימות הפעולה הנבחנת מהבחינה הציבורית והפוליטית.
  - ד. העלות היחסית הנדרשת לביצוע.
  - ה. הזמן הנדרש עד ליישום הצעד המומלץ. ההמלצה תתייחס לצעדים אשר ישימותם יכולה להיות מושגת בזמן קצר אך מאידך יומלצו צעדים הנדרשים לפיתוח אמצעים בעלי משקל רב לעתיד.
- לאור אי הוודאות הרב בתחזיות לעתיד, הוכנו הטבלאות על סמך חישוב לשנת 1996, שנה לגביה קיימים נתונים מדויקים. אנו מניחים כי העליה בפליטות גזי חממה ע"י הסקטורים השונים תהיה בקירוב יחסית לגידול באוכלוסיה ובתמ"ג וכי יחסית, יהיו הקשרים בין המגזרים השונים דומים להיום. נראה כי הנחה זו נכונה לגבי חלק גדול מהמגזרים, פרט למגזר האנרגיה במבנים, מגזר אשר בעתיד יצרוך כנראה יותר אנרגיה לבקרת אקלים יחסית לגידול בצריכה של מגזרים אחרים.

להלן דירוג ההצעות בהתאם לעדיפות המוצעת ע"י הצוות בשנת 2000:

#### 1. טיפול באשפה ובוצות ביוב.

מגזר זה אחראי לפליטת למעלה מ 12% מגזי החממה בארץ (ערך זה נכון לטווח הזמן של 100 שנה. לטווח הזמן של 20 שנה, יהיה משקל פליטות המתאן מערימות האשפה שווה ערך לכ 24% מכלל פליטות גזי החממה ממדינת ישראל). קיימים אמצעים פשוטים יחסית להפחתת הפליטות להן גורם מגזר זה.

בבחינה של האמצעים השונים הקיימים נמצא כי האמצעי הזול ביותר הוא טיפול ברכיבים הפריקים של האשפה ע"י הכנת קומפוסט (השקעה של \$10 למתקנים להקטנת פליטה של שווה ערך לטון CO<sub>2</sub>). שריפת האשפה גם היא אמצעי מאד יעיל להפחתת פליטת גזי החממה, אך עלות השריפה יותר גבוהה.

להפסקת הטמנת האשפה במטמנות היוצרות מתאן ומעבר לשיטות מתקדמות יותר יתרונות רבים פרט להקטנת פליטת גזי חממה. השינוי יביא לחסכון בשטח למטמנות, להגברת המיחזור, ליצירת חומר לטיוב קרקע ועוד. השינוי המוצע יתקבל בציבור בחיוב ויושמו תלוי בעיקר במדיניות הממשלה.

#### 2. החלפת דלקים במערכת יצור החשמל ובתעשייה

ע"י מעבר מדלקים קיימים לגז טבעי, ניתן להקטין פליטת גזי החממה בשיעור של 30-44%. החלפת התחנות המשתמשות בדלק נוזלי לגז תוריד 3.2% מסך פליטות גזי החממה בהשקעה נמוכה יחסית ומעבר של מחצית מתחנות פחמיות תוריד עוד 6.6% מפליטת גזי החממה. החלפת דלקים בתעשייה תקטין פליטות בעוד מספר אחוזים (עד 5%).

ברור כי קיימים כאן שיקולים של מקור אספקה, עלות אספקה, אמינות אספקה וקיום אוגר חירום של דלקים, שיקולים שהינם מעבר לתחום מסמך זה. היקף הגדלת השימוש בגז טבעי

בעתיד תלוי בין השאר בהתפתחויות מדיניות באיזור וביחסים שיווצרו עם המדינות השכנות.

### 3. פיתוח מערכות ליצור אנרגיה מתחדשת.

במסמך המפורט מוגשות הצעות שונות לפיתוח אנרגיה מתחדשת, משימוש באנרגיה גרעינית ועד לשימוש בארובות שרב, אנרגית רוח ואנרגית שמש. השימוש באנרגיה גרעינית מותנה בשיקולים פוליטיים, בפתרון בעיית סילוק הפסולת ובזמינות כורים בטוחים. השימוש באנרגית רוח מוכר בעולם, אך נדרשת בחינה מדוקדקת להתאמת השיטה אלינו. השיטות המוצעות להפקת אנרגית שמש (כולל ארובות שרב), הינן שיטות בפיתוח שעדיין מוקדם לקבוע ישימותן. מבין האמצעים המוצעים ניתן מיידית להגביר את יצור החשמל ע"י אנרגית רוח ובעתיד ליצר חשמל תוך ניצול ישיר או עקיף של אנרגית השמש.

מכלול אמצעים אלו מחייבים מחקר, בדיקה מדוקדקת והדגמה. גם באם קיימת אי וודאות לגבי הצלחה של אמצעי זה או אחר, הפוטנציאל הרב הטמון בגישות אלו וההכרח בטווח הארוך להגיע להפחתת התלות בגורמי חוץ בתחום האנרגיה והתלות במשאב המתכלה של אנרגיה פוסילית, מחייב השקעה במו"פ ובפעולה רצופה לבחינת מדיניות פיתוח מקורות אנרגיה.

### 4. יצור חשמל במערכות משולבות.

בתחנות טורבינות גז המופעלות בדלק נוזלי או בגז אפשרי שימוש במערכות משולבות בהן גבוהה היעילות פי 1.5 ויותר ממערכות קיימות. קיים פוטנציאל להורדת בין 2 ל 7.3% מפליטות גזי החממה.

### קו-גנרציה של חשמל.

מערכות בהן מנוצל גם החום השיורי מיצור החשמל ע"י תחנות כח, מוגבלות בארץ בגלל השוק המצומצם לחום ולקיטור (בניגוד לארצות באקלים קר בהן חימום העיר הסמוכה לתחנה מהווה שוק יציב). לעומת זאת קיים פוטנציאל להקמת תחנות פרטיות בהן ניתן לנצל הן את החשמל והן את החום השיורי, בעיקר לחימום ולמיזוג אויר. תחנות כאלו ניתן להקים בתעשייה (תוך הפחתה חזויה של כ 2% מפליטת גזי חממה) ובמבנים ציבוריים ועסקיים גדולים (קמפוסים של אוניברסיטאות, בתי חולים, בתי מלון, מרכזי משרדים וכו'), תוך הפחתה דומה לזו של התעשייה.

ליישום יש צורך להסדרים נאותים עם חברת החשמל לאספקת חשמל ולרכישת חשמל.

### 5. עידוד בניה מודעת אנרגיה.

האקלים בארץ, אקלים בו החורף אינו כה קר והקיץ אינו כל הזמן חם, מאפשר ניצול אנרגית שמש, רוח וכו' לחסכון בצריכת אנרגיה לבקרת אקלים. בניה מודעת אנרגיה יכולה לחסוך 20-40% מצריכת האנרגיה לבקרת האקלים, שימוש שמשקלו הולך ועולה. ניתוח עלות-תועלת, עם כל מגבלותיו במקרה זה, מראה על השקעה של 3-0.5 ש"ח לחסכון של קוט"ש לשנה.

ההשקעה הנדרשת לחסכון באנרגיה במבנים כדאית כחסכון בחשמל תוך תקופת החזר של שנה עד שנים בודדות, בעיקר באם מחיר החשמל יהיה ריאלי ויכלול עלויות חימום. יש לקדם תהליך של בניה מודעת אנרגיה על יד תקינה נאותה, אמצעים כלכליים של מיסוי מתאים ואשראי ופיתוח מודעות בין המתכננים, הבונים והאזרחים.

## 6. הסדרים נאותים בתחבורה.

מגזר התחבורה גורם לפליטות של כ 17% מכלל פליטת גזי החממה בארץ. במסמך המפורט מוגשת סדרה של אמצעים המאפשרים הקטנת נסועה והקטנת פליטות. אמצעים אלו חייבים להיות משולבים בפיתוח חלופות נסיעה ותכנון עירוני מתאימים יחד עם אמצעים כלכליים ומינהליים להגבלת נסיעה.

קשה לחזות ואפילו להעריך יעילות האמצעים, אך נראה כי חובה לטפל בנושא, במיוחד נוכח הגידול הרב הצפוי במגזר זה (הכפלת הפליטות עד שנת 2020), במיוחד באם הנושא לא יטופל. קיים צורך בהסדרים נאותים בנושא התחבורה מתוך מגוון של שיקולים סביבתיים ולאומיים אחרים – כהכרח למנוע סתימת הערים ועורקי התחבורה העיקריים, בעיית זיהום האויר בערים, בעיית השטח הנדרש לתחבורה וכו'.

## סיכום המלצות המדיניות.

| תועלות נוספות                                   | הקטנה צפויה (באחוזים מכלל הפליטות) |      |       |  |
|---|------------------------------------|------|-------|--|
|   | אופטימי                            | סביר | פסימי |  |
|   |                                    |      |       | האמצעי/ תרחיש                            |
| פתרון בעיות האשפה בארץ                          | 12                                 | 10   | 8     | 1. טיפול בפסולת מוצקה וביוב              |
| הקטנה בזיהום אויר                               | 11                                 | 8    | 3     | 2. מעבר לגז בתחנות כח                    |
| יעול השימוש בדלק. דחיה בהקמת תחנות כח           | 7                                  | 5    | 2     | 3. הפקת חשמל במחזור משולב                |
| יעול השימוש בדלק. דחיה בהקמת תחנות כח           | 4                                  | 3    | 2     | 4. קו-גנרציה                             |
| חסכון בחשמל ודחיה בהקמת תחנות.                  | 7                                  | 5    | 3     | 5. בניה מודעת אקלים                      |
| הקטנת זיהום האויר. שיפור איכות הסביבה העירונית. | 6                                  | 4    | 2     | 6. שיפורים בתחבורה                       |
| דחית הקמת תחנות כח. הקטנת זיהום אויר            | 10                                 | 7    | 4     | 7. שיפורים בתעשייה (ללא הכללת קו-גנרציה) |
| הקטנת זיהום מי תהום וזיהום אויר                 | 2                                  | 1    | 0.5   | 8. חקלאות                                |
|   | 59                                 | 43   | 24.5  | סה"כ                                     |

## נספח מספר 3 - הערכת מדיניות כלכלית יעילה להשגת יעד הפחתת הפליטה של ישראל

רוסלנה רחל פלטיניק<sup>60,61</sup> והלנה פייטלסון<sup>57</sup>

### 1. רקע כללי

כיוון שהמרכיב העיקרי של גזי החממה, פחמן דו חמצני ( $CO_2$ ) נפלט ברובו בתהליך השריפה של דלקים ממאובנים (פוסיליים), הרי בצד ההיצע של המשק, דלקים אלו הם המקור החשוב ביותר לייצור אנרגיה, ומצד הביקוש, האנרגיה המופקת מדלקים אלו משמשת תשומה כמעט בכל ענפי המשק היצרניים ובצריכה של משקי בית, כלומר – בחלק ניכר מהפעילות הכלכלית. לכן, בכדי לקבל הערכה מלאה ומקיפה של העלויות - ישירות ועקיפות - הכרוכות בהפעלת מדיניות להפחתת גזי חממה, חשוב לחקור את הסוגיה במסגרת כוללת. בדיקה כזו אפשרית רק כאשר מנתחים מדיניות זו באמצעות מודל של שווי משקל כללי של המשק הישראלי.

מודלים של שווי משקל כללי ממוחשב (CGE Computable General Equilibrium) מתבססים על התנהגות מיקרו-כלכלית של יצרנים וצרכנים ומתאימים במיוחד לניתוח כלי מדיניות המולידים השפעות ישירות ועקיפות כאחת, משום שהמודלים מתארים את כל הסקטורים בכלכלה ומרכיבים מעגל סגור של תזרימים במשק. הם יכולים לכלול ייצוג מפורט של אפשרויות התחלופה בין מקורות האנרגיה כמו גם בין מקורות אנרגיה מצד אחד לבין יתר גורמי הייצור מהצד השני.

ברחבי העולם פותחו מודלים CGE רבים, הבאים לנתח מדיניות אנרגיה החל מ-<sup>62</sup>Hudson- Jorgenson (1974) ועד לאלה שפותחו לאחרונה כגון <sup>63</sup>Dissou (2005). כל החלטה של האיחוד האירופי בנוגע למדיניות הפליטות מלווה בניתוח המבוצע באמצעות מודל CGE בשם <sup>64</sup>GEM-E3. גם המלצות OECD למדיניות במסגרת הסכם היורש את קיוטו מבוססות על מודל מסוג זה (לדוגמה <sup>65</sup>(Burniaux et al., 2010), וכך גם המלצות הבנק העולמי בנושא<sup>66</sup>.

<sup>60</sup> מרכז לחקר משאבי טבע וסביבה, אוניברסיטת חיפה

<sup>61</sup> החוג לכלכלה וניהול, מכללת עמק יזרעאל; Fondazione Eni Enrico Mattei, Italy

<sup>62</sup> Hudson, E.A. and D.W. Jorgenson. (1974). "US energy policy and economic growth, 1975-2000", The Bell Journal of Economics and Management Science, 5, p. 461-514.

<sup>63</sup> Dissou Y. (2005). Cost-effectiveness of the performance standard system to reduce CO2 emissions in Canada: a general equilibrium analysis. Resource and Energy Economics 27 (2005) 187-207.

<sup>64</sup> ראה לדוגמה EU Commission Staff Working Document(2010) accompanying the Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions: Unlocking Europe's potential in clean innovation and growth - Analysis of options to move beyond 20%

<sup>65</sup> Burniaux, Jean-Marc, Jean Chateau And Romain Duval (2010) Is There A Case For Carbon-Based Border Tax Adjustment? An Applied General Equilibrium Analysis, Economics Department Working Papers No. 794 Organization For Economic Co-Operation And Development ECO/WKP(2010)50

פלטיק ושכטר (2008) פיתחו מודל שווי משקל כללי למשק הישראלי. באמצעות מודל זה הם אמדו את העלות הכלל משקית של הפחתת פליטת גזי חממה באמצעות מס פחמן או לחילופין באמצעות אשרות סחירות. הממצא העיקרי של המחקר היה כי אם תקבולי מס פחמן משמשים להפחתה ישירה של מס על עבודה, ניתן לא רק להשיג הפחתה משמעותית בפליטות (עד 17% מפליטות בשנת 1995) אלא גם לעודד תעסוקה כך שהאבטלה תקטן ביותר מאחוז וסך העלות של מדיניות זו למשק תסתכם בירידה של פחות מאחוז בתמ"ג.

המחקר הנוכחי ממשיך את מחקרם של פלטיק ושכטר (2008) אך הוא מנסה לענות על שאלה אחרת. **מה העלות לכלל המערכות במשק הישראלי כתוצאה תמריצים כלכליים להשגת יעד הפחתת הפליטה של גזי החממה כפי שהתחייבה ישראל במסגרת "הסכם קופנהגן".** על שאלה זו מנסה המחקר המדווח כאן לענות, במסגרת ניתוח כלכלי כוללני של המשק. **המודל ששוכלל ונאמד במחקר זה אמור לשרת את קובעי המדיניות בכדי לבחון ולהעריך כמותית אמצעי מדיניות שונים לפני שיאומצו ויושמו במסגרת המאמצים של ישראל להפחית את פליטת גזי החממה בעתיד.**

המחקר מתמקד במס פחמן כתמריץ כלכלי להשגת יעד הפחתת הפליטה הנדרש. מדוע לא רק כלכלני הסביבה, אלא גם מנתחי מדיניות וקובעי מדיניות ברחבי העולם תמימי דעים כי תמחור-פחמן (carbon pricing - באמצעות מס פחמן או אשרות פחמן סחירות) הוא אמצעי מרכזי להפחתת הפליטה של CO<sub>2</sub>?

התשובה היא פשוטה ואף פרגמטית.

ראשית, זהו תמריץ התורם להפחתה בהיקף משמעותי ביותר. בגלל השימוש הנרחב והמגוון של אנרגיה בכלכלה המודרנית, תקנות מסוגים שונים לא ישיגו את רמת ההפחתה הנדרשת. רק תמחור-פחמן יכול להטות לכוון פרו-אקלימי את מיליוני החלטות המבוזרות שמתקבלות בכלכלה שלנו מדי יום.

שנית, זהו אמצעי הכי פחות יקר בטווח קצר, כי הוא ממריץ את כל פולטי פחמן ההטרוגניים להתיישר מול עלות הפחתה שולית זהה ובכך להשיג את היעד בעלות המינימאלית.

שלישית, זהו אמצעי הכי פחות יקר בטווח ארוך, כי הוא מהווה תמריץ ליישום טכנולוגיות פולטות פחות המפחיתות את העלות לאורך זמן. מסיבות אלה, תמחור-פחמן הוא מרכיב חיוני של תוכנית אקלים לאומית משמעותית. יחד עם זאת, יש לומר כי למרות היותו מרכיב הכרחי, תמחור-פחמן אינו כלי מספיק לכשעצמו בגלל כשלי שוק אחרים אשר מדללים את ההשפעה של תמריצים כלכליים על מקבלי החלטות. **לכן, חשוב לראות בחלק הזה של הדו"ח כמרכיב משלים ליתר תוכנו, אשר אינו סותר את ההמלצות ביתר פרקיו, אלא בא להשלים את סריקת האמצעים העומדים לרשות קובעי מדיניות להשגת יעד הפחתה הנדרש.**

## **2. מודל שווי משקל כללי ממוחשב של המשק הישראלי**

---

<sup>66</sup> Dr Pierre Audinet ציין בהרצאתו בועידת אנרגיה ועסקים ב-18 באוקטובר 2010 כי כל הניתוחים שהציג מתבססים על מודל CGE של הבנק העולמי.

כאמור, המחקר הנוכחי מתבסס על המודל IGEM כפי שמתואר בפלטניק ושכטר (2008). המודל הממוחשב מייצר "פתרון" שמתקיים בו שווי משקל של המערכת הכלכלית, או, במילים אחרות, רמות מחירים ותפוקות בשווי משקל כלכלי (קרי: היצע = ביקוש בכל השווקים), אליו מתכנסת המערכת הכלכלית בעקבות שינויים "מבחוץ", כמו – במקרה שלפנינו – הגבלות על פליטת GHG. בעזרת "מעבדה" זו - כלומר מודל ממוחשב המחקר את פעולת המערכת הכלכלית על כל מרכיביה – ניתן לבחון מראש את יעילותם של מכשירי מדיניות חלופיים להשגת יעדים סביבתיים (הפחתת פליטות במקרה שלפנינו) וכן להעריך אלו מהם משיגים את המטרה בעלות כלכלית מינימאלית.

IGEM הוא מודל של משק קטן ופתוח, ממאפייני של המשק הישראלי, אשר כולל ייצוג מפורט של סוגים שונים של מסים (עקיפים וישירים), וכן שימושי אנרגיה לסוגיה.

המודל מייצג אפיון מפורט של מערכת המס במשק הישראלי. שישה סוגי המס הקיימים במערכת (מסים ישירים על הון ועבודה, מכס, מסי צריכה, מסים נטו על ייצור ומסים נטו על תוצרת) ממודלים במפורש. במסגרת הניתוח הכלכלי, נבחן תרחיש המייצג "זעזוע" (shock) למערכת בצורת הטלת מס חדש על פליטת CO<sub>2</sub> וכן מס פחם כפי שמתוכנן להיכנס לתוקף בתקציב המדינה 2012, בהנחת תקציב ציבורי ניטרלי; במילים אחרות, תקבולי המסים ממוחזרים במערכת המס, תוך הפחתת מסים אחרים הקיימים במערכת.

בכדי לתאר את נקודת המוצא (שווי משקל תחילי), IGEM מתבסס על נתונים מהחשבונאות הלאומית ומטבלאות תשומה-תפוקה. לצורך פתרון נומרי של המודל נבנתה מטריצת חשבונאות הלאומית (SAM - Social Accounting Matrix), על בסיס לוחות תשומה-תפוקה (IO - Input Output Tables) המפורסמים מידי תקופה ע"י הלמ"ס. כפי שמוצג בלוח 1 להלן, מטריצה זו מתארת תהליך מעגלי של ביקוש המוביל להכנסה של משקי בית, היוצרת ביקוש למוצרי ושירותי המשק, כפי שמשתקף בנתוני שנת הבסיס. מטריצה זו מציגה תמונת מצב של תזרימים בין הענפים והשחקנים השונים של הכלכלה בערכים נומינאליים. מטריצת ה-SAM מהווה בסיס נתונים אידיאלי לצורך בניית מודל ה-CGE.

לוח 1: המבנה הכללי של SAM

| סה"כ                | השקעה | חוו"ל                         | ממשלה (G)                    | משק בית מייצג             | הכנסה מתשומות (L,K)  | סחורה (i) $\bar{G}$  | פעילות (j)                            |                    |
|---------------------|-------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------|
| הכנסה מפעילות       |       |                               |                              |                           |                      | תפוקות נסחרות        |                                       | פעילות (j)         |
| סך הביקוש           | השקעה | יצוא (f.o.b)                  | צריכה סופית של ממשלה         | צריכה סופית של משקי בית   |                      | מתחי שיווק והובלה    | ביקושי ביניים                         | סחורה (i)          |
| הכנסת גורמי ייצור   |       | הכנסה מחוו"ל                  |                              |                           |                      |                      | תוספת ערך $[L(j), K(j)]$<br>$\bar{V}$ | תשומות גורמי ייצור |
| הכנסת משק בית מייצג |       | תשלומי העברה למשקי בית מחוו"ל | תשלומי העברה למשקי בית       | תשלומי העברה בין משקי בית | הכנסת משקי בית מגויי |                      |                                       | משק בית מייצג      |
| הכנסת ממשלה         |       | תשלומי העברה מחוו"ל לממשלה    |                              |                           | מסים ישירים          | מסים עקיפים על תוצרת | מסים על ייצור $TY(j)$                 | ממשלה (G)          |
| זרימת מט"ח לחוו"ל   |       |                               | תשלומי העברה של ממשלה לחוו"ל |                           | תשלומים לגויי בחוו"ל | יבוא                 |                                       | חוו"ל              |
| חיסכון              |       | חיסכון חוו"ל                  | חיסכון ציבורי                | חיסכון פרטי               |                      |                      |                                       | חיסכון             |
| סה"כ                | השקעה | זרימת מט"ח לארץ               | הוצאות ממשלה                 | הוצאות משק בית מייצג      | הוצאות גויי          | היצע                 | הוצאות הענף                           | סה"כ               |



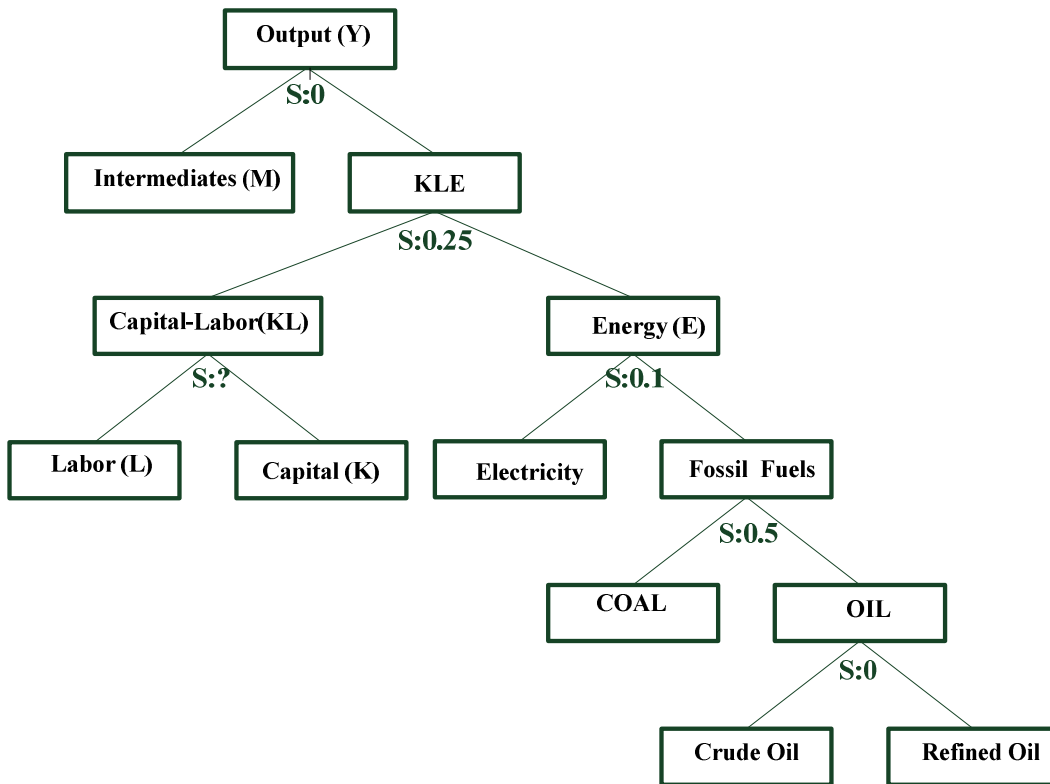
### 3. שיפורים מקדימים במודל

בכדי לבצע ניתוח אמין לתמריצים כלכליים לצורך השגת יעד הפחתת הפליטה לישראל בשנת 2020 במסגרת מחקר מלווה לוועדת המנכ"לים ביצענו מספר שיפורים במודל IGEM ביחס לגרסתו בפלטניק ושכטר (2008)<sup>67</sup>:

1. איסוף נתונים מאקרו-כלכליים של משק ישראלי ובניית מטריצת SAM המעודכנת לשנת 2004.
  2. איסוף נתונים לבניית מודל רגרסיה למציאת גמישויות התחלופה בין גורמי יצור שונים בפונקציות יצור עבור ענפי הכלכלה שונים של ישראל.
  3. אמידה אמפירית של גמישות התחלופה בין הון לעבודה בענפים השונים במשק הישראלי.
  4. עדכון מודל IGEM בגמישויות שנאמדו (סעיף 3) והרצתו על בסיס הנתונים החדש (סעיף 1) עדכון בסיס הנתונים:
- הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אשר אמונה על פרסום לוחות תשומה-תפוקה, טרם פרסמה לוח מעודכן מעבר לשנת 1995. אומנם מופיעים פרסומים חלקיים ללוחות היצע. באמצעות פרסומים חלקיים אלה עודכן בסיס הנתונים בצורת SAM לתיאור מצב המשק בשנת 2004.
  - הענפים השונים ב-IGEM מאופיינים בפונקציות ייצור מקוננת מהצורה הכללית של פונקציות גמישות תחלופה קבועה (Constant Elasticity of Substitution- CES) המתוארת בתרשים 1. בפלטניק ושכטר<sup>68</sup> (2008) כל גמישויות התחלופה בין גורמי ייצור השונים (S:) נלקחו מספרות עקב העדר אומדנים דרושים למשק הישראלי. גמישות התחלופה הנה פרמטר המאותת על הקלות/קושי בו מגדיל ייצורן שימוש בגורם ייצור אחד כתוצאה מהתייקרותו של גורם ייצור שני. ככל שהגמישות קרובה יותר ל-0, כך קשה יותר להמיר גורם ייצור שהתייקר- בתחליפו הזול יחסית. במחקר הנוכחי נעשה מאמץ לאמוד את גמישות התחלופה בין הון לעבודה בענפים השונים במשק הישראלי, כי לפרמטר זה ישנה השפעה נכרת על תגובות היצרנים לזעזועי מדיניות.

<sup>67</sup> דיווח מקיף על העדכונים במודל מופיע בדו"ח ביניים על התקדמות מחקרית, שהוגש למשרד להגנת הסביבה  
<sup>68</sup> פלטניק ר.ר. ומ.שכטר (2008) מודל כלכלי ממוחשב להערכת העלות של יישום מדיניות להפחתת גזי חממה בישראל. רבעון לכלכלה (4) 55 עמ' 545-573.

**תרשים 1: המבנה המקונן (nested) של פונקציית היצור.**



כתוצאה מצעדים 2-3 התקבלו אומדנים לגמישויות התחלופה בין גורם ייצור הון לגורם ייצור עבודה בענפי חקלאות, תעשייה, חשמל ומים, מסחר ושירותים, ויתר ענפי המשק.

התחלופה בין הון לעבודה הן חושבו בצורה אמפירית עבור סקטורים שונים של משק ישראלי והם מופיעים בטבלה הבאה:

**טבלה 7: ערכי תחלופה בין הון לעבודה עבור סקטורים שונים של המשק**

| ערכי גמישות התחלופה $\eta$ |                                    |
|----------------------------|------------------------------------|
| 0.85                       | חקלאות                             |
| 0.65                       | סקטור תעשייה (כולל סקטורי האנרגיה) |
| 0.55                       | מים וחשמל                          |
| 0.39                       | סקטורי מסחר ושירותיים              |

כפועל יוצא של צעדים 1-3 שוכלל המודל IGEM (צעד 4) כך שהוא מסתמך על נתונים עדכניים יותר ופרמטר מרכזי בהתנהגות היצרנים אומת לביצועי המשק הישראלי לשיפור אמינות תוצאות הניתוח.

#### **4. שלבים בניתוח מדיניות להשגת "יעדי קופנהגן"**

בועידת האקלים COP15 שנערכה בדצמבר 2009 בקופנהגן, הכריז נשיא מדינת ישראל מר שמעון פרס כי ישראל מתחייבת להפחית את פליטת גזי החממה ב-20% מתחזית הפליטה בשנת 2020 בתנאי "עסקים כרגיל" (Business as Usual – BAU). לצורך ניתוח תמריצים כלכליים אשר יביאו להפחתת הפליטה נדרשנו קודם כל לבנות את בסיס הנתונים המתאר את ביצועי המשק בשנת 2020 בתרחיש BAU. לשם כך השתמשנו בפרסומים רשמיים אודות תחזיות צמיחת אוכלוסיה, הון ותמ"ג בישראל וכן תמהיל הדלקים לייצור אנרגיה, וכן תחזיות לביקושי אנרגיה של ענפים שונים ומשקי הבית בישראל. הנתונים מסתמכים על הערכות דומות שבוצעו בדוחות חפץ (2009) ומקינזי (2009).

בנוסף, בבסיס נתונים SAM 2020 יצרנו "ענף גז" המשמש לייצור חשמל. ענף זה אינו קיים בנתוני המשק הישראלי 2004 ונמצא בתנופה בימים האלו. כתוצאה מכך נתונים עליו אינם זמינים אך קיימות הערכות על צמיחתו עד לשנת 2020. לכן נאלצנו לחקור את ההתנהגות הצפויה של ענפי המשק השונים, וכן משקי בית בגין רכישות מענף הגז ומכירות גורמי ייצור ביניים וגורמי ייצור סופיים הדרושים לענף הגז לצורך ייצור בהיקף המצופה הערכות האלו קיימות בעבודה של חפץ (2009). המקורות העיקריים להערכות אלו הם הלמ"ס, משרד התשתיות הלאומיות<sup>69</sup>, INCCC (2010)<sup>70</sup>, Considine (2003)<sup>71</sup>. חשיבות הדיוק בהערכות לגבי ענף גז טבעי בכך שהינו דלק פוסילי המאופיין בריכוז פחמן נמוך. ע"י הגברת ייצור חשמל בגז טבעי תגברנה אפשרויות התחלופה בין דלקים פוסיליים בכדי להפחית פליטות של CO<sub>2</sub>.

בהמשך תהליך שכלול המודל אוזן מחודש ה-SAM לשנת 2020 והמודל כויל, כך שבתרחיש BAU המשק פולט כ-108 מיליון טון שווה ערך פחמן דו-חמצני. התוצאה עקבית עם הערכות חפץ (2009) ומקינזי (2009) לתרחיש זה.

לבסוף, נבחנה השפעת מס פחמן על רמת הפליטה של CO<sub>2</sub> וכן על הכלכלה (קרי, שינוי ברמות המחירים בענפים השונים ורמות אספקת מוצרים ושירותים בעקבות יישום מדיניות

---

<sup>69</sup> <http://www.mni.gov.il/NR/rdonlyres/681B256C-8A87-4B2F-8A8E-8880A2194FEA/0/NGpresentation.pdf>

<sup>70</sup> INCCC (2010) Israel National Report on Climate Change - Second National Communication to the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change. State of Israel Ministry of the Environment

<sup>71</sup> Considine T. (2003) An Energy Demand Forecasting Model for Israel and the Market Potential for Natural Gas. Ministry of National Infrastructures, Energy demand forecast <http://www.mni.gov.il/mni/he-il/Energy/EnergyGeneral/DemandForecast> (Accessed 14.7.09)

להפחתת הפליטות), ובעקבות זאת על הרווחה החברתית ועל הביצועים הכלכליים של הסקטורים השונים, ובפרט ענפי האנרגיה.

בפרט, המודל בוחן את ההשלכות הכלכליות של הטלת:

(1) מס על פליטת CO<sub>2</sub> ("מס ירוק")

(2) מס פחם כפי שעומד להיות מוטל בתקציב המדינה 2012, כאשר נשמר איזון

תקציבי, לאמור: תקבולי המסים מממנים הפחתה פרופורציונית של מסים קיימים אחרים (הנחשבים למעוותים את ביצועי הכלכלה).

תוצאות המודל מציגות את המערכת הכלכלית לאחר שכל השווקים הגיעו לשווי משקל חדש. באופן זה, הניתוח אומד את השפעת כלי המדיניות המוצעים על ביצועי המשק, על הרווחה החברתית ועל התוצר המקומי הגולמי (תמ"ג).

#### 4. ממצאים

הממצאים מצביעים על התובנות הבאות: **שילוב של מס פחם** המייקר את מחיר הפחם ב-68 ש"ח לכל טון (כפי שמתוכנן בתקציב 2012) **ביחד עם מס פחמן** בגובה מחיר אשרות סחירות בשוק האירופי כיום (15 € לטון שווה ערך CO<sub>2</sub> שהם כ-225 ש"ח לטון פחמן שנת 2004), **מביאים להפחתה של כ-14% בפליטת CO<sub>2</sub> בשנת 2020**. העלות הכלל משקית של מדיניות זו היא ירידה של כחצי אחוז מהתמ"ג ביחס ל-BAU. התוצאות מהוות מעין "שורה תחתונה" מסכמת של תוצאות יישום המדיניות, הלוקחת כבר בחשבון את מכלול הקשרים במערכת הכלכלית והשפעות הגומלין בין ענפי המשק לבין עצמם ובינם לבין שאר חלקי המערכת (משקי בית, ממשלה, סחר-חוץ).

תוצאות נוספות של ניתוח זה הן:

- מחירי תשומות אנרגיה יושפעו במידה ניכרת מיישום מס פחם בשילוב מס פחמן בגודל האמור לעיל. מחירי פחם יחוו את העלייה הגבוהה ביותר במחירים (עד כ-50 אחוז), עקב שילוב המסים המשפיעים על פחם וכיון ששיעור פליטת CO<sub>2</sub> בייצור אנרגיה מפחם הוא הגבוה ביותר. מחירי תזקי נפט, בדומה למחירי החשמל, יעלו בכ-10%. מחיר גז טבעי יעלה אף פחות. עליות מחירים אלה גוררות שינויים ניכרים בתשומות הדלקים הפוסיליים הנרכשות על ידי היצרנים ומשקי הבית.
- כצפוי, עיקר הירידה בביקוש תתרחש בתשומות האנרגיה עתירת פחמן - פחם. מס פחם בשילוב עם מס פחמן תורמים לצמצום בשימוש בפחם, הן כתוצאה מעליית מחירו היחסי והן כתוצאה מהגידול בשימוש בתחליפי אנרגיה פחות מזהמים, שהמס המוטל עליהם נמוך יותר, בהתאמה. בתוך כך, צריכת הפחם יורדת בכ-30%.
- רמת הפעילות של יתר ענפי הכלכלה נפגעת פחות: רמת הפעילות של ענף זיקוק הנפט צפויה לרדת ב-7%; רמת הפעילות של סקטור החשמל צפויה לחוות ירידה בסדר גודל

דומה. יחד עם זאת, ביתר ענפי הכלכלה (ענף התחבורה, שאר ענפי התעשייה, מים, חקלאות ושירותים) צפויה ירידה זניחה בהיקף הפעילות של עד אחוז אחד. יש לזכור כי תוצאות אלה הושגו כאשר הנחנו כי ישראל משיגה את בפעילות מקומית בלבד (ללא שימוש בסחר בינלאומי באשרות פליטה). כיוון ש"הסכם קופנהגן" לא מזכיר סחר בינלאומי באשרות, אין ודאות בגין מחיר או כמות האשרות שניתן יהיה לייבא לצורך עמידה ביעדי ההפחתה.

## **5. סיכום ומסקנות**

בשלב זה של פיתוח ויישום המודל ניתן לציין כי השגת יעד ההפחתה של פליטות CO<sub>2</sub> אינה משימה יקרה מאד עבור המשק הישראלי. העלויות במונחי הפסד התמ"ג – בהנחות לגבי מבנה המשק לשנת 2020 – נראות זניחות למדי.

המסר העיקרי הוא: כדי להגיע להפחתה משמעותית בפליטות יש לבצע גם תמחור פחמן באמצעות מס פחמן או אשרות פחמן סחירות וגם קידום טכנולוגיות ירוקות ושיפור יעילות אנרגטית. שני סוגי המדיניות אינם תחליפים אלא משלימים.

## נספח מספר 4 – פורום האנרגיה של מוסד שמואל נאמן

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה, במסגרת פעילותו בתחום האנרגיה, מקיים מפגשי "פורום אנרגיה" המוקדשים לדיון בנושאים בעלי חשיבות לאומית בתחום. בפורום האנרגיה מתקיים דיון ממוקד בנושאים מוגדרים, בהשתתפות צוות מומחים המוזמנים לפי הנושא. המטרה היא להתרכז בשאלות רלבנטיות ומוגדרות, לתאם בין הגורמים ולהגיע להמלצות על דרכי פעולה לקידום הנושא, שניתן להציג בפני מקבלי החלטות.

תמצית הדיונים מסוכמת בדו"ח אשר מוגש למקבלי ההחלטות במטרה להביא אל סדר היום את המשמעויות וההשלכות הנושא הנידון על מדינת ישראל ועל צעדי המדיניות הנדרשים.

במסגרת הפורום, נערכו עד למועד כתיבת דו"ח זה 21 פגישות במגוון של נושאים. חלק מהנושאים רלוונטיים לדו"ח זה, ובהם המלצות אשר עשויות לתרום למאמץ הפחתת הפליטות.

### פורומים בנושאי אנרגיות מתחדשות:

- פורום אנרגיה מס' 1 - חשמל ממערכות פוטו-וולטאיות בישראל<sup>72</sup>
- פורום אנרגיה מס' 3- הפקת אנרגיה מפסולת
- פורום אנרגיה מס' 4 – אנרגית השמש להפקת חום<sup>73</sup>
- פורום אנרגיה מס' 5 – צרכי המחקר באנרגיה חליפית בישראל<sup>74</sup>
- פורום אנרגיה מס' 7 – בIODלקים להפקת אנרגיה<sup>75</sup>
- פורום אנרגיה מס' 9 – מקומה של ישראל בשוק הביואתנול העולמי<sup>76</sup>
- פורום אנרגיה מס' 13 – תחנות כוח סולאריות<sup>77</sup>
- פורום אנרגיה מס' 18 – מיזוג אוויר סולארי בישראל<sup>78</sup>
- פורום אנרגיה מס' 20 – מערכות פוטוולטאיות מחוברות רשת למגזר הביתי (עדיין לא מפורסם)

---

<sup>72</sup> [http://www.neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=732](http://www.neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=732)

<sup>73</sup> [http://neaman.org.il/NeamanHeb/news/event\\_item.asp?fid=791](http://neaman.org.il/NeamanHeb/news/event_item.asp?fid=791)

<sup>74</sup> [http://neaman.org.il/NeamanHeb/news/event\\_item.asp?fid=794](http://neaman.org.il/NeamanHeb/news/event_item.asp?fid=794)

<sup>75</sup> [http://www.neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=845](http://www.neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=845)

<sup>76</sup> [http://neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=941](http://neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=941)

<sup>77</sup> [http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/news/event\\_item.asp?fid=948](http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/news/event_item.asp?fid=948)

<sup>78</sup> [http://www.neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=1018](http://www.neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=1018)

#### פורומים בנושא גז טבעי:

- פורום אנרגיה מס' 10 – כניסת הגז הטבעי לישראל – היבטים סביבתיים ובריאותיים<sup>79</sup>
- פורום אנרגיה מס' 17 – השלכות של חדירת גז טבעי למשק האנרגיה בישראל<sup>80</sup>

#### פורומים בנושא התייעלות אנרגטית:

- פורום אנרגיה מס' 15 – התייעלות אנרגטית ברשויות המקומיות<sup>81</sup>
- פורום אנרגיה מס' 19 - תאורה יעילה<sup>82</sup>
- פורום אנרגיה מס' 8 – ניהול ביקושים ואספקה<sup>83</sup>

#### פורומים בנושא בניה ירוקה:

- פורום אנרגיה מס' 11 – בניה חסכונית באנרגיה<sup>84</sup>
- פורום אנרגיה מס' 21 – שיפוץ אנרגטי של בניינים (עדיין לא פורסם)

---

<sup>79</sup> [http://neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=942](http://neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=942)

<sup>80</sup> [http://www.neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=1009](http://www.neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=1009)

<sup>81</sup> [http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/news/event\\_item.asp?fid=998](http://www.neaman.org.il/NeamanHeb/news/event_item.asp?fid=998)

<sup>82</sup> [http://www.neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=1063](http://www.neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=1063)

<sup>83</sup> [http://neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=856](http://neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=856)

<sup>84</sup> [http://www.neaman.org.il/news/event\\_item.asp?fid=890](http://www.neaman.org.il/news/event_item.asp?fid=890)





## סדרי עדיפות לאומית בתחום איכות הסביבה, 2011

פעילות מוסד שמואל נאמן בתחומי איכות הסביבה, נחשבת משמעותית ומשמשת כלי עבודה בקרב מירב מקבלי ההחלטות במשק הישראלי.

אחד מתפקידיו המרכזיים של המוסד הינו לגשר בין האקדמיה לתעשייה ולמקבלי ההחלטות במדינה. ביכולתו להעמיד לרשות מוסדות המדינה ידע ישים, שפותח במוסדות האקדמיים של ישראל. בשנים 2009-2011 שימש צוות האנרגיה והסביבה במוסד שמואל נאמן כיועץ מקצועי למשרד האוצר והמשרד להגנת הסביבה להכנת התוכנית הלאומית להפחתת פליטות גזי חממה.

סוגיית הפחתת הפליטות של גזי החממה, מעבר להתחייבות הרשמית אותה נטלה על עצמה מדינת ישראל, חיונית למשק הישראלי. הפעולות הנדרשות להפחתה יביאו עמן הקלה על משק החשמל, החסר רזרבות ייצור חשמל, צמצום פליטת מזהמים הגורמים לתחלואה, תועלות משקיות כלכליות הגבוהות בסדרי גודל מההשקעות הנדרשות, צמצום פערים חברתיים ועוד.

המסמך המוגש כאן, מסמך העדיפות השביעי במספר, אותו מוציא מוסד שמואל נאמן מאז שנת 1999, סוקר את המידע שהצטבר בארץ ובעולם בנושא מדיניות לאומית בתחום הפחתת פליטות גזי חממה ומציג את התכנית הלאומית הישראלית להפחתת פליטות, אשר גובשה על ידי ועדה בינמשרדית בראשות מנכ"ל משרד האוצר, ואושרה בתקציב של 2.2 מיליארד ש"ח לעשור הקרוב, בנובמבר 2010.

תכנית זו נוגעת בסוגיות מהותיות והיא צעד ראשון וחשוב בכיוון הנכון. אולם, אין די בה, וכבר עכשיו נדרשת עבודת המשך לטווח הרחוק יותר. כמות שהיא כיום, לא תוכל ישראל לעמוד בהתחייבותה. במסמך המוגש בזה, אנו מציגים מגוון נושאים שלא נדונו במהלך עבודת הוועדה-סוגיות כגון הצורך במדדים ברורים להערכת ההפחתות, בחינת הפעולות על המשק הישראלי כולו וכמובן, נושא ההחזרה של אנרגיות מתחדשות ושינוי תמהיל הדלקים בייצור החשמל. כל אלה ועוד, נסקרו בהרחבה, על מנת לפרוש את מפת הדרכים הנדרשת על מנת להגיע למצב בו יעד ההפחתה של 22 מיליון טון שווה ערך פחמן דו חמצני יושג.

נדרש אומץ וחזון להחליט וליישם החלטות לטווח ארוך, החלטות שישאו פירותיהן הרבה

לאחר תום הקדנציה הפוליטית של מקבל ההחלטה. האומץ והחזון לקחת אחריות

על תהליך הכרוך במידה גבוהה של חוסר ודאות, אולם אנו רואים בפעולות

אלה הכרח קיומי והן אינן עוד בגדר מותרות ובחירה.

