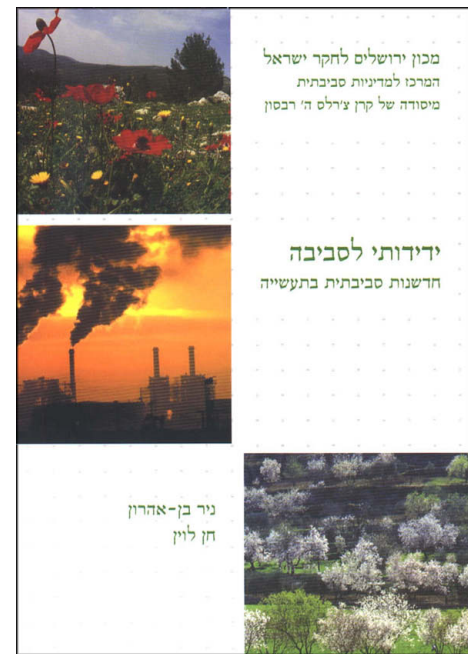


מכון ירושלים לחקר ישראל  
המרכז למדיניות סביבתית  
מיסודה של קרן צירלס ה' רבסון



# ידידותי לסביבה

## חדשנות סביבתית בתעשייה

ניר בן-אהרון

חן לוין

2001

מחקרי מכון ירושלים לחקר ישראל  
המרכז למדיניות סביבתית  
מס' 1

**ידידותי לסביבה  
חדשנות סביבתית בתעשייה**

ניר בן-אהרון  
חן לוין

**Environmental-Friendly: Industrial Environmental Innovation**

**Nir Ben-Aharon  
Chen Levin**

פרסום זה רואה אור בסיוע קרן צ'רלס ה' רבסון, ניו-יורק  
הדברים הנאמרים הם על דעת המחברים בלבד

ISSN 033-8681

© 2001, מכון ירושלים לחקר ישראל  
בית חי אלישר  
רח' רד"ק 20, ירושלים 92186

© 2001, The Jerusalem Institute for Israel Studies  
The Hay Elyachar House  
20 Radak St., 92186 Jerusalem

# תוכן העניינים

7	תקציר
11	א. מבוא
15	ב. רקע
15	1. כללי
22	2. חדשנות טכנולוגית ומדיניות איכות סביבה
29	ג. שיטת המחקר
29	1. הסקטורים הנבדקים
29	2. ראיונות עומק
29	3. סקירת ספרות ומקורות באינטרנט
30	4. מדיניות הסקטור הממשלתי
31	5. ניתוח מאגרי מידע על פטנטים
31	6. הסקטור האקדמי
33	ד. טכנולוגיה ומו"פ סביבתי בישראל
33	1. הסקטור הממשלתי
44	2. הסקטור העסקי
45	3. הסקטור האקדמי
49	4. מוסדות ללא כוונת רווח
55	ה. טכנולוגיה ומו"פ סביבתי בעולם
55	1. גרמניה
57	2. הולנד
60	3. דנמרק
64	4. ארה"ב

66	.....	קנדה	5.
68	.....	אוסטרליה	6.
70	.....	ניו-זילנד	7.
71	.....	הממלכה המאוחדת (UK)	8.
73	.....	נציבות האיחוד האירופי	9.
75	.....	<b>סיכום</b>	<b>ו. 1.</b>
75	.....	פיתוח מערכת מושגית לחדשנות סביבתית	1.
76	.....	חדשנות סביבתית בישראל	2.
81	.....	<b>המלצות</b>	<b>ז. 1.</b>
87	.....	<b>הערות</b>	
91	.....	<b>מראי מקום</b>	
96	.....	<b>נספחים</b>	
		נספח 1: מדד ההוצאה הממשלתית למו"פ אזרחי לפי יעדים	
		Government Budget Appropriates or Outlays for R&D	
96	.....	(GBAORD) ותרשימי השוואה בין-לאומית על-פי מדד זה	
		נספח 2: מו"פ סביבתי (ממדד GBAORD) ונתונים דמוגרפיים	
102	.....	במדינות נבחרות	
103	.....	נספח 3: מימון מו"פ אזרחי בישראל על-ידי משרדי ממשלה, לפי יעדים	

## רשימת מסגרות

16	.....	מסגרת 1: תקנות איכות סביבה ידידותיות לחדשנות
20	.....	מסגרת 2: יעילות סביבתית - הגדרה
21	.....	מסגרת 3: חדשנות אקולוגית בייצור משטחים לתעשייה
30	.....	מסגרת 4: תיאור קצר של מדד ה-GBAORD, והסבר לשימוש בו

## רשימת תרשימים

תרשים א: הוצאות למו"פ סביבתי מסה"כ תקציב המו"פ הממשלתי בשנים 1996-1997 במדינות נבחרות	8
תרשים 1: הוצאות משרדי ממשלה למו"פ אזרחי לפי יעדים באחוזים מסך הכול תקציב המו"פ GBAORD בישראל ובקנדה לשנת 1997	33
תרשים 2: הוצאות למו"פ סביבתי באחוזים מסך הכול תקציב המו"פ במדינות OECD, בשנים 1991-1997	35
תרשים 3: מו"פ סביבתי לנפש במיליוני דולרים במדינות נבחרות	36
תרשים 4: צפיפות אוכלוסין במדינות נבחרות, 1997	36
תרשים 5: השקעות משרד החקלאות במו"פ הקשור לאיכות הסביבה (ראלי, מנורמל לשנת 1999)	42
תרשים 6: פרסומים אקדמיים בישראל ובעולם	46
תרשים 7: אחוז הפרסומים בתחום איכות הסביבה מסך הכול הפרסומים האקדמיים	48
תרשים 8: אחוז הצלחה של חברות ישראליות בתכנית המו"פ האירופית (אחוז ההצעות הישראליות שהתקבלו מסך כול ההצעות שהתקבלו בתכנית)	52

## רשימת לוחות

לוח 1: הוצאות משרדי ממשלה למו"פ אזרחי לפי יעדים בישראל ובקנדה לשנת 1997 באלפי דולרים (ארה"ב)	34
לוח 2: הוצאות משרדי ממשלה למו"פ סביבתי לנפש במדינות נבחרות לפי צפיפות אוכלוסין	37
לוח 3: השקעות משרד החקלאות בתחום איכות הסביבה	41
לוח 4: פרסומים אקדמיים בתחום איכות הסביבה בישראל	47
לוח 5: מדד RCA בתחום פרסומים אקדמיים בנושאי איכות הסביבה	48

עבודה זו נערכה בסיועו של המשרד לאיכות הסביבה. אנו מבקשים להודות  
לד"ר מיקי הרן ולירון ארנון על הסיוע, ההכוונה והעצה שהגישו לנו במהלך  
ביצוע המחקר.

## תקציר

פרסום זה מבוסס על מחקר שנערך במכון ירושלים לחקר ישראל בשנים 1999-2000 בנושא עידוד חדשנות טכנולוגית ידידותית לסביבה בישראל. הפרסום נועד להאיר את הקשר בין "חדשנות טכנולוגית" לבין איכות הסביבה בארץ ובעולם, ולסייע לגיבוש מדיניות ישראלית לשיפור איכות הסביבה, המשולבת עם צמיחה תעשייתית. בניגוד לגישה הכלכלית הקלאסית, אשר שמה דגש על כשלי שוק ועל ניגוד האינטרסים בין פיתוח תעשייתי לבין איכות הסביבה, עבודה זו מתבססת על הגישה הכלכלית של חדשנות טכנולוגית. גישה זו, שהתפתחה בעשורים האחרונים, מתמקדת בהשפעות הכלכליות של שינויים טכנולוגיים ובעיצוב מדיניות טכנולוגית כלכלית בהתאם. השימוש בגישה זו מציב במרכז את האינטרסים המשותפים לממשלה ולתעשייה בחדשנות טכנולוגית, ואת פוטנציאל התרומה שלה לאיכות הסביבה.

חדשנות טכנולוגית סביבתית מתקשרת למושג "יעילות סביבתית". שיפור היעילות מאפשר להפחית את הנזק הסביבתי של תהליכי ייצור ומוצרים, ולרוב גם לשפר את הכדאיות הכלכלית שלהם. החדשנות מאפשרת לייצר יותר ולזהם פחות, ובמונחים כלכליים - לשנות את פונקציית הייצור. עקב כשלי שוק שונים, אין עדיין חדשנות סביבתית מספקת ואין מדיניות להגברת חדשנות זו בישראל.

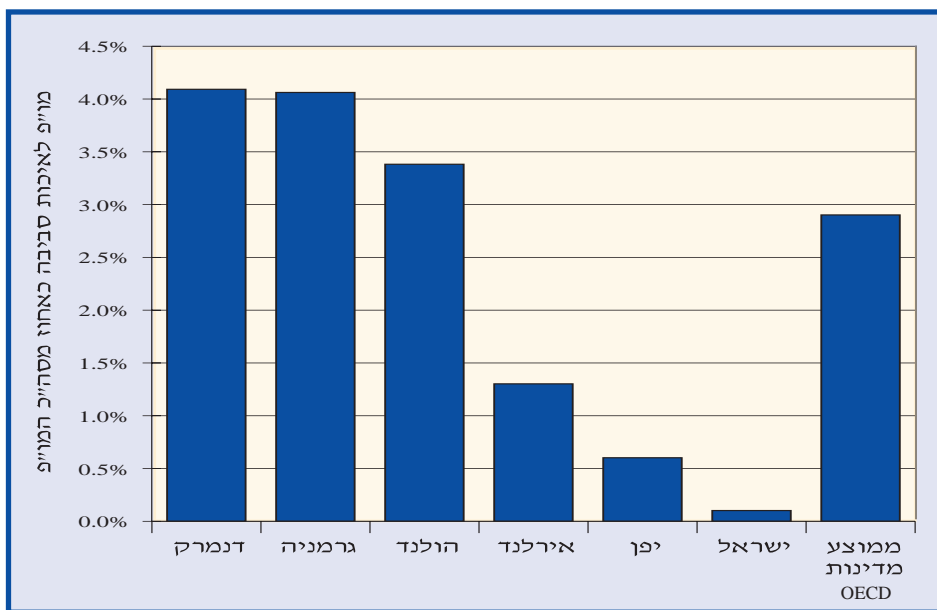
גישת החדשנות הטכנולוגית אינה מחליפה את הגישה הכלכלית הקלאסית של כשלי שוק, אלא משלימה אותה. היא גורסת שעל הממשלה להגדיר מדיניות כלכלית-טכנולוגית וליישמה, כל עוד פעילות זאת מעודדת את השוק החופשי ומסייעת לו, ואינה מחליפה את פעילותו. על-פי הגישה החדשה, תקינה סביבתית מחמירה אינה עומדת בסתירה לצמיחה תעשייתית. תקינה מתאימה עשויה ליצור תמריץ לחדשנות, ובטווח הארוך לשפר את ביצועי התעשייה, אף שזו נפגעת ממנה בטווח הקצר.

לפי גישה זו, האכיפה של תקנות סביבתיות תעודד מפעלים ליישם חדשנות טכנולוגית סביבתית. אפשר להאיץ תהליך זה באמצעות עידוד חדשנות טכנולוגית סביבתית במסלולי התמיכה והעידוד הרגילים לתעשייה, ובעיקר במסלולים המעודדים מחקר ופיתוח (מו"פ) וחדשנות טכנולוגית. שילוב של תקנות מחמירות עם תכניות לעידוד חדשנות טכנולוגית ימריץ את התעשיות המכוננות היום "תעשיות מזהמות" להתייעל ולשתף פעולה עם המדיניות לשיפור איכות הסביבה. זאת באמצעות הפקת מוצרים באופן יעיל יותר ומזיק

פחות לסביבה, וכן באמצעות הפחתת השימוש בחומרי גלם, באנרגיה ובמשאבים טבעיים שונים.

בדיקה של שיעור התמיכה בחדשנות סביבתית בישראל מעלה תוצאות עגומות. מחקר זה מראה שההקצאה הממשלתית בישראל למו"פ סביבתי בשנת 1997 הייתה בשיעור של 0.1% מסך ההקצאה הממשלתית למו"פ.<sup>1</sup> כפי שאפשר לראות מתרשים א להלן, השקעתה של מדינת ישראל היא כשישית מההשקעה היחסית ביפן, שהיא המדינה בעלת ההשקעה הנמוכה ביותר בקרב מדינות ה-OECD.<sup>2</sup> זאת בשעה שהמוצע במדינות אלה היה באותה שנה 2.9%. אפשר להסיק מכך שבסדר העדיפויות הממשלתי בישראל נמצא המו"פ הסביבתי במקום נמוך מאוד בהשוואה לכל מדינות ה-OECD.

**תרשים א: הוצאות למו"פ סביבתי מסה"כ תקציב המו"פ הממשלתי בשנים 1996-1997 במדינות נבחרות**



לצורך השוואה נבדקה במחקר הפעילות בתחום החדשנות הסביבתית בשמונה מדינות נבחרות החברות ב-OECD. נבדקו המדינות: גרמניה, הולנד, ארה"ב, קנדה, אוסטרליה, ניו-זילנד, דנמרק והממלכה המאוחדת (UK), וכן נציבות האיחוד האירופי. נמצא שבמדינות אלה מיחסים חשיבות רבה לנושא איכות הסביבה, ופותחו בהן תכניות רבות לעידוד חדשנות טכנולוגית סביבתית ולסיוע למפעלים בהטמעת טכנולוגיות סביבתיות מתקדמות. כמו כן, נמצא שהן משקיעות בחיזוי טכנולוגי סביבתי, בגיבוש תקינה סביבתית ידעית



לחדשנות, בהפיכת תהליך התקינה לברור ושקוף יותר לתעשייה ובשיתוף התעשייה בתהליך המדיניות. רוב התחומים נמצאים בתחילת דרכם בישראל או שאינם מיושמים כלל. מחקר זה בדק את הפעילות בארץ בתחום החדשנות הטכנולוגית הסביבתית, בעיקר הפעילות הקשורה במו"פ סביבתי. נמצאה פעילות מעטה בתחום ומיעוט של שיתוף פעולה בין משרדי הממשלה השונים. בולט בהיעדרו שיתוף הפעולה בין המשרד לאיכות הסביבה לבין משרד התעשייה והמסחר (תמ"ס). שיתוף פעולה זה חיוני לחדשנות סביבתית, מכיוון שהמשרד לאיכות הסביבה מוציא תקנות המחייבות את התעשייה, ואילו משרד התמ"ס מעודד מו"פ וחדשנות בתעשייה.

פעילות המו"פ הסביבתי נבדקה גם בסקטור האקדמי. בסקטור זה בדקנו את תוצאות המו"פ הסביבתי באמצעות השוואת הפרסומים האקדמיים הסביבתיים ביחס לכלל הפרסומים האקדמיים בארץ, והשוואת יחס זה (המצביע על מידת ההתמחות של המגזר האקדמי בתחומי המחקר הסביבתי) לנהוג בעולם. מסוף שנות השמונים ועד שנת 1993 נמצאה מגמת עלייה ביחס הפרסומים הנ"ל, ולאחר מכן קיימת ירידה והתמקמות ברמה בינונית ביחס למקובל בעולם.

תחום נוסף של המחקר כלל ניתוח בקשות לרישום פטנטים בתחום איכות הסביבה. ההנחה היא שרישום פטנטים מהווה מדד לחדשנות בסקטור העסקי. מהמחקר עולה שלמדינת ישראל חיסרון יחסי, והיא מתאפיינת באי-התמחות בפטנטים סביבתיים. אפשר לראות מגמת עלייה ברישום הפטנטים הסביבתיים מישראל בשנים האחרונות, וצמצום מסוים של הפער בין ישראל לבין כלל העולם. עלייה זו היא בעיקר בבקשות לפטנטים בתחומי איכות המים ואמצעי הניטור. נראה שהתופעה מרמזת על מגמת שיפור בחדשנות הסביבתית בישראל הנובעת מהחמרת התקינה הסביבתית. ראוי לפיכך להמשיך ולעודד מגמה זאת.

## המלצות

להלן ההמלצות העיקריות שעלו מן המחקר:

- (1) הגדלת המו"פ הסביבתי צריכה להיות אחד היעדים המרכזיים במדיניות איכות הסביבה בישראל. רובו המכריע של הסיוע למו"פ תעשייתי בישראל נעשה על-ידי משרד התעשייה והמסחר במסגרת חוק המו"פ. כדי להגדיל את המו"פ הסביבתי בתעשייה יש להתאים את תקנות חוק המו"פ בדומה לתכניות אחרות לסיוע למו"פ וחדשנות תעשייתית בעולם, כך שיתמכו גם במו"פ סביבתי ובפיתוח בר-קיימא. לשם כך, יש לשפר את שיתוף הפעולה בין הסקטור הממשלתי, העסקי והאקדמי.

- (2) חלון הזדמנויות להגדלת המו"פ הסביבתי נוצר כיום עם הדיון על עריכת שינויים והתאמות בחוק המו"פ וניסוח חוק מו"פ חדש. יש לשאוף להכללת שיקולים סביבתיים בחוק המו"פ החדש.
- (3) יש להגביר את המודעות של התעשייה לפוטנציאל הכלכלי הטמון בתחום איכות הסביבה. הדבר נכון הן לגבי פוטנציאל מכירות וייצוא של מוצרים ושירותים סביבתיים, והן לגבי שיפור היעילות הסביבתית של תהליכי ייצור ומוצרים.
- (4) עיצוב מדיניות משולבת להקטנת הפגיעה באיכות הסביבה של סקטורים תעשייתיים מזהמים באמצעות חדשנות טכנולוגית: מערכת שתשלב יסודות של מקל וגור בתחומים רלוונטיים, ותספק במה לדיון, לשכנוע ולהסברה הקשורים למדיניות.
- (5) יש להגביר את העידוד למפעלים בישראל ליזום שיתופי פעולה עם מפעלים מהאיחוד האירופי ולהשתתף בתכניות מו"פ סביבתי של מסגרת המו"פ האירופית.
- (6) יש לעודד מעבר ידע וטכנולוגיות סביבתיות מובילות מחו"ל לארץ על-ידי גופים כגון המרכז לייצור נקי ו-IRC.
- (7) על המשרד לאיכות הסביבה להגדיר את מערכת המושגים שלו בתחום של תקנות סביבתיות ידידותיות לחדשנות, ולהתאימה כך שהתקנות יעודדו חדשנות טכנולוגית מרבית בקרב הסקטור העסקי.
- (8) מוצע לבדוק את האפשרות לנצל את הצוות הקיים במשרד לאיכות הסביבה, והעוסק באכיפה של התקנות, לשם עידוד מפעלים להיכנס לפעילות של חדשנות סביבתית. זאת בעיקר באמצעות הסברה ושיתוף פעולה עם משרד התעשייה והמסחר.
- (9) יש להגדיר מדיניות שתאפשר עמידה בדרישות הסביבתיות של מדינות ה-OECD. לשם כך על המשרד לאיכות הסביבה לפרט את ההבדלים בין המצב בארץ לבין דרישות ה-OECD, ולהכין תכנית פעולה לביטול ההבדלים הללו.
- (10) יש לערוך פרויקט חיזוי טכנולוגי סביבתי. אפשר לזרז פרויקט כזה ולהפחית את עלויותיו באמצעות שימוש בפרויקטים של חיזוי טכנולוגי שנעשו במדינות OECD שונות, תוך התאמת הממצאים לישראל.
- (11) יש לערוך מחקרי המשך שיתמקדו באיסוף נתונים על המפעלים ויצביעו על דרכים לעודד חדשנות טכנולוגית סביבתית, מזווית הראייה שלהם עצמם. חשוב לערוך מחקרים שיתמקדו בתקינה סביבתית ובדרך להגדלת השפעת התקינה הסביבתית על החדשנות הסביבתית בישראל.

## א. מבוא

כדי להמחיש את פוטנציאל החדשנות הטמון בתקינה סביבתית, נפתח בתיאור תהליך שחל במדינת קליפורניה שבארה"ב בעשור האחרון. בשנת 1990 תיקנה המועצה למשאבי אוויר של קליפורניה CARB (California Air Resource Board) את התקנות לרכב ללא פליטת גזים (Zero Emission Vehicle) ZEV. התקנות קובעות ששיעור גדל והולך מכלל המכוניות החדשות הנמכרות בקליפורניה לא יפלוט גזים. דירסון ופילקינגטון (Dyerson & Pilkington,) תיארו את ההשפעה שהייתה לתקנה זו על החדשנות הטכנולוגית בתחום הרכב. מכיוון שהפתרון הטכנולוגי היחיד שאפשר ליישם כיום לצורך עמידה בתקנה הקליפורנית הוא באמצעות רכב חשמלי, הרי שעיקר תשומת הלב הטכנולוגית הופנתה לכיוון זה. הדבר עורר חברות רכב גדולות כגון GM, פורד, קרייזלר, הונדה, טויוטא, ניסן, מזדה, BMW ואחרות להשקיע מיליוני דולרים ולהיכנס למרוץ פיתוח טכנולוגי, לשיתופי פעולה ולבריתות. הדבר עודד גם חברות קטנות יותר לפתח תת-מערכות הדרושות לחדשנות טכנולוגית של רכב חשמלי. גופים ממשלתיים היו מעורבים בעידוד פעיל של התעשייה, של רשויות מקומיות וציבוריות, של אוניברסיטאות, של מכוני טכנולוגיים ועוד, לפתח חדשנות טכנולוגית בתחום. המעורבות הציבורית העיקרית הייתה באמצעות המחלקה לאנרגיה (Department of Energy) והסוכנות לאיכות סביבה (Environment Agency). הקונסורציום CALSTART שהוקם לצורך פיתוח תת-מערכות לרכב חשמלי, כלל 140 משתתפים: חברות מתחום החשמל, ההגנה והחלל, ארגוני תחבורה ציבורית, ארגוני חשמל וגז, גופים ציבוריים, ארגוני איכות סביבה, יצרני רכב ועוד. זוהי דוגמה ליכולת הממשלה להוביל מהלכים של פיתוח טכנולוגי סביבתי. התחום הסביבתי הוא יעד חברתי שחשיבותו גוברת במודעות הציבורית ובהתייחסות הממשלות בעשור האחרון.

השפעתו הסביבתית של מסלול החדשנות הטכנולוגית שתואר לעיל, ושהתפתח במידה רבה בעקבות התקנה לרכב ללא פליטת גזים, חרגה אף מעבר לפיתוח הרכב החשמלי עצמו. לדוגמה, מכיוון שכמות האנרגיה העצורה במצברי הרכב החשמלי נמוכה, יש צורך לתכנן רכב קל ככל האפשר. מאמצים רבים הושקעו ביצירת חלקים קלים יותר לכלי רכב. חלקים אלה נכנסים לשימוש גם בכלי רכב רגילים בעלי מנוע שריפה פנימי, ומסייעים בחיסכון בדלק ובהפחתת הזיהום הנובע מנסיעה ברכב רגיל.

דוגמה זו מאירה את הקשר הקיים בין חדשנות טכנולוגית לבין איכות סביבה, שני תחומים שמרכזיותם גדלה בשני העשורים האחרונים. פרסום זה מתמקד בחדשנות

טכנולוגית סביבתית ובמידה רבה במו"פ המייצג אותה. מטרתו לסייע בגיבוש מדיניות לחדשנות סביבתית בתעשייה. חדשנות טכנולוגית מאפשרת להפחית את הקונפליקטים בין התעשייה<sup>3</sup> לבין הסביבה, ומסייעת לצמיחה תעשייתית "ירוקה". הפרסום מיועד להצביע על מערכת מושגית חדשה בתחום המדיניות הסביבתית בעולם, ועל מידת הרלוונטיות שלה למדינת ישראל, וכן לתת תמונה על המדיניות לעידוד חדשנות טכנולוגית בארץ ובעולם ועל ההשלכות של מדיניות זו.

יעילות סביבתית (eco-efficiency) היא מצב שבו בתהליך הייצור ובתהליך השימוש במוצרים לא מתבזבזים אנרגיה או משאבי טבע שאינם דרושים לתוצאה הסופית המוגדרת כערך ללקוח (DeSimone & Popoff, 2000). אם ניקח כדוגמה את סקטור המחשבים, תצרוכת חשמל אינה תורמת ערך למשתמשי המחשבים. בעשור האחרון, כוח המחשוב עלה ביחס לתצרוכת החשמל הדרושה לקבלת כוח זה באלפי אחוזים. פירוש הדבר שיפור של אלפי אחוזים ביעילות הסביבתית הקשורה לתצרוכת האנרגיה של המחשבים. אם נעשה אנלוגיה לעולם הרכב, אפשר לחשב באופן פיזיקלי את האנרגיה הדרושה להזזת אדם מנקודה אחת לנקודה שנייה על-פני כדור הארץ. אנרגיה זו קטנה באלפי אחוזים מהאנרגיה הנצרכת כיום על-ידי מכוניות לשם העברת אותו אדם בין הנקודות המוגדרות.

מכוניות, מנועים חשמליים, מכוניות כביסה ועוד עברו כברת דרך ארוכה בשלושת העשורים האחרונים. הם הפכו לקטנים יותר, זולים יותר וחסכוניים יותר. הם שיפרו את ביצועיהם הסביבתיים תוך הוספת ערך למשתמש. לדוגמה, ב-1910 נדרשו שבע ליברות פחם לייצור kW חשמל אחד, ואילו כיום נדרשת פחות מליברה אחת לייצור kW חשמל. חדשנות טכנולוגית רציפה הובילה הן להוזלת החשמל והן להפחתת הזיהום הנוצר מכל יחידת חשמל.

חדשנות הופכת כיום למילת מפתח בעולם העסקים ובתעשייה. חשיבותה של החדשנות גוברת בעולם ההופך להיות גלובלי, תחרותי, מהיר יותר בתגובותיו ופתוח לפרץ של חידושים. מצב כזה טומן בחובו סיכונים וסיכויים כאחד לאיכות הסביבה. בצד הסיכונים, חדשנות עלולה להאיץ צמיחה תעשייתית הפוגעת באיכות הסביבה. בצד הסיכויים, חדשנות תעשייתית שהיא גם ידידותית לסביבה עשויה להחליף תהליכים תעשייתיים מזהמים, לשפר את היעילות הסביבתית, ובכך לתרום לאיכות הסביבה.

מהטמעת חדשנות סביבתית עשוי המפעל לקבל פרמיה גם בהפחתת עלויות ייצור וגם בתוספת למחיר המוצרים שהצרכן מוכן לשלם עקב התפתחות הביקוש בעולם למוצרים ידידותיים לסביבה (לדוגמה, עליית הביקוש למוצרים אורגניים ולמוצרים הניתנים למחזור). למרות זאת, ההחמרה בחקיקה ובאכיפה סביבתית מהווה עדיין את המניע העיקרי של מפעלים להטמיע חדשנות סביבתית, בעוד המחשבה על הרווחים הצפויים מכך נדחקת לשוליים. אף על פי שיפה ואחרים (Jaffe et al., 1995) לא מצאו הוכחות מובהקות שחדשנות

סביבתית משתלמת כלכלית ברמה הלאומית, הרי שחדשנות סביבתית עשויה לפצות במידה רבה על הפגיעה הנגרמת לתעשייה עקב החמרה בדרישות הסביבתיות. הגישה התאורטית בפרסום זה היא כלכלית אבולוציונית, המדגישה את החשיבות של מסלולי התפתחות טכנולוגית-סביבתית במערכת החדשנות הלאומית. השוואה בין-לאומית מראה שההשקעה הממשלתית והאקדמית במו"פ סביבתי נמוכה בארץ יחסית למדינות מפותחות אחרות. גם כמות התכניות השונות התומכות בחדשנות טכנולוגית והמגוון שלהן נמוכים מאלה הנהוגים במדינות אחרות. עובדה זו מרמזת על כך שבניגוד למצב הקיים בתחומי חדשנות רבים אחרים, ישראל נמצאת עדיין בשלבי התפתחות ראשוניים של חדשנות תעשייתית סביבתית. חשוב למדינה להגביר את התמיכה בחדשנות תעשייתית ידידותית לסביבה, וכן להגדיר מדיניות לתמיכה בחדשנות כזאת.

תחום איכות הסביבה, יותר מתחומים רבים אחרים, מושפע ממדיניות ממשלתית, ויש לקחת בחשבון מגמה זו בתכנון המדיניות התעשייתית בישראל. גם תחום החדשנות מושפע מאוד ממדיניות ממשלתית, וכיום מקובל לדבר על "מערכת החדשנות הלאומית" (national system of innovation), המהווה תשתית לחדשנות של הסקטור העסקי, והמושפעת במידה רבה ממדיניות ממשלתית (Nelson & Winter, 1982). שני התחומים הללו רגישים למדיניות ממשלתית, כך שניתן להשיג יתרונות רבים מהפעלת מדיניות משולבת המעודדת חדשנות סביבתית. מדיניות מעין זו מיושמת אכן במדינות מפותחות רבות. למרות זאת, לא מצאנו עדויות לקיומה בישראל, ואף לא מודעות הנדרשת לצורך הגדרתה. הבסיס לעידוד חדשנות סביבתית צריך להיות תקינה מחמירה בנושאים סביבתיים; תקינה המאפשרת לתעשייה לחדש ולהתחדש, ומתחשבת בצרכים המיוחדים שלה לשם כך. תקינה מעין זו מכונה על-ידי פורטר ולינד (Porter & van der Linde, 1995) "תקינה ידידותית לחדשנות" (innovation friendly regulations)<sup>4</sup>. בנוסף אליה, מדינות מפותחות מעודדות באופן פעיל את התעשייה שלהן לחדשנות סביבתית על-ידי פעילויות תומכות בחדשנות. שיפור הידידותיות לסביבה על-ידי חדשנות בתהליכי הייצור מאפשר חיסכון בעלויות הייצור וכן שימוש יעיל יותר במוצרים על-ידי הצרכנים (DeSimone & Popoff, 2000).

חלק נכבד מפרסום זה מוקדש להשוואת המצב בישראל עם המצב הקיים במדינות OECD נבחרות, תוך הכרה בכוונת ישראל להצטרף לארגון זה, והצורך שיווצר עקב כך לעמוד בתקנים מחמירים יותר של איכות סביבה. ממצאי המחקר מראים שהמדינות המפותחות מייחסות חשיבות רבה לחדשנות סביבתית, מגדירות מדיניות מפורשת לעידודה, ומשקיעות בכך משאבים רבים. בישראל, לעומת זאת, רק בשנת 1997 החל המשרד לאיכות הסביבה לגבש מדיניות תקינה המביאה בחשבון חדשנות תעשייתית, המהווה צעד ראשון בלבד בכיוון הרצוי.



## ב. רקע

### 1. כללי

תשומת הלב לסוגיות סביבתיות גברה בעשורים האחרונים ברוב מדינות העולם ובעיקר במפותחות מביניהן, כגון אלה החברות ב-OECD. למרות שישראל אינה חברה בארגון זה, ואינה נמנית עם המדינות המפותחות במובן הסביבתי הגלובלי,<sup>5</sup> היא בעלת מאפיינים טכנולוגיים בולטים וביצועים כלכליים טובים אף יותר מאשר חלק ממדינות ה-OECD. ישראל היא מדינה תעשייתית עם צפיפות אוכלוסין גבוהה, דבר המחייב מדיניות מפורשת בתחום איכות הסביבה.<sup>6</sup> למרות שהקהילה העולמית עדיין לא כופה על ישראל שינויים דרסטיים במדיניותה ובביצועיה הסביבתיים, על קובעי המדיניות בישראל לתכנן מדיניות סביבתית ארוכת טווח. היעדר תכנון והפעלה יעילים של מדיניות סביבתית פוגע באזרחי המדינה, ואף עשוי לבלום את מאמצי הממשלה להצטרף ל-OECD בעתיד. הצטרפות לארגון מדינות ה-OECD דורש אימוץ תקנים סביבתיים מחמירים, ועשוי לגרום להתנגדות עזה בתעשייה הישראלית שאינה ערוכה לכך, ולקושי שלה להסכין לשיתוף פעולה עם מדיניות סביבתית נוקשה. מדיניות ברורה ומוצהרת לחדשנות טכנולוגית סביבתית עשויה להוות פתרון להתנגשות האינטרסים הללו. מפעלים דינמיים וחדשניים שישתפו פעולה עם המדיניות יוכלו להרוויח מכך (או לפחות למזער פגיעה), ולבסס יתרונות תחרותיים. כמו כן יופחתו בעקבות זאת הלחץ וההתנגדות של כלל התעשייה לתקנות סביבתיות חדשות.

- קיימות כיום ארבע דרכי מדיניות עיקריות לטיפול בסוגיות סביבתיות:
- (1) חקיקה ואכיפה המדגישות את החשיבות של התערבות ממשלתית ישירה על-ידי קביעת חוקים ותקנות והקצאת המשאבים הדרושים לאכיפתם.
  - (2) אמצעים כלכליים להתגברות על כשלי שוק סביבתיים, לרוב מסוג של השפעות חיצוניות שליליות<sup>7</sup> (negative externalities). מיסוי ורישיונות סחר בזיהום נפוצים כאמצעים מסוג זה.
  - (3) חינוך, למשל הנהגת פרסים לשמירת הסביבה, תכניות לימוד סביבתיות בבתי ספר ופרסומים בעיתונות ובכתבי עת.
  - (4) תמריצים, תכניות ופרייקטים לעידוד חדשנות טכנולוגית סביבתית ויעילות סביבתית.

אף על פי שהמדיניות ברוב המדינות המפותחות משלבת בין הדרכים השונות, תקינה ואכיפה הם האמצעי הנפוץ ביותר לטיפול בסוגיות סביבתיות. קיים כיום ויכוח על הפגיעה הכלכלית של תקינה ואכיפה סביבתית. מצד אחד טוענים כלכלנים רבים, שתקינה סביבתית מהווה התערבות בשיקולי השוק החופשי ובשיקולים העסקיים של מפעלים תעשייתיים. הדבר מציב מפעלים תעשייתיים במצב נחות לעומת מפעלים במדינות אחרות, שאינם נדרשים לעמוד בתקינה כזו, ולכן נותן יתרון תחרותי למפעלים זרים ופוגע במפעלים במדינה שתיקנה את התקנות. בהתאם לגישה זו, אפשר לדבר על מחיר כלכלי שיש לתקנות השונות. לפיכך, כאשר קובעים את התקנות יש להתחשב במחיר זה. מדיניות כלכלית סביבתית מתמקדת לפי גישה זו בהחלטות על התועלת הסביבתית הצומחת מן התקנות מול הנזק הכלכלי שהן גורמות.

גישה אחרת לקשר בין תקינה סביבתית לבין כלכלה, מתמקדת בהשפעות דינמיות שיש לתקינה על החדשנות הטכנולוגית בתעשייה. על-פי גישה זו, בטווח הקצר עלולה התעשייה להיפגע מן התקנות הסביבתיות, אולם בטווח הארוך הן עשויות לשפר את היעילות הסביבתית וליצור מסלולים של חדשנות סביבתית המעניקים יתרונות לתעשייה. פורטר ולינד (Porter & van der Linde, 1995) מתארים בפרסומם את הקשר בין חדשנות לבין תקנות סביבתיות. לגרסתם, תקנות בתחום איכות סביבה מעודדות חברות עסקיות להיכנס לתהליכי חדשנות בעלי פוטנציאל כלכלי גבוה. החדשנות מאפשרת לחברות אלה להגיע לעמדה תחרותית טובה יותר מחברות שלא נחשפו לתקנות מסוג זה. הדבר מביא גם לכניסה לשוק ולצמיחה של חברות חדשות שיש להן טכנולוגיה או מוצרים העונים על הדרישות הסביבתיות. כדי לאפשר תוצאות כאלה, על התקנות להיות מתוכננות היטב, ולהוות מה שפורטר ולינד מכנים "תקנות ידידותיות לחדשנות" (innovation friendly regulations). פורטר ולינד הוכיחו את התאוריה שלהם בבדיקה שעשו על סקטור הנייר וסקטור הפרחים בהולנד. תקנות סביבתיות מחמירות שהנהיגה הולנד בשנות השמונים, ושהגבילו באורח משמעותי את שני הסקטורים הללו, עודדו בטווח הארוך תהליכי חדשנות משמעותיים והשגת יתרונות תחרותיים של מפעלים וחברות הולנדיות על חברות מקבילות אחרות באירופה ובארה"ב.

### מסגרת 1. תקנות איכות סביבה ידידותיות לחדשנות

פורטר ולינד (1995) הגדירו תקינה המעודדת חדשנות בשם "תקנות ידידותיות לחדשנות" (innovation friendly regulations). תחת כותרת זו הם קיבצו מגוון רחב של מאפיינים אותם יש לקחת בחשבון כאשר מתקנים תקנות סביבתיות. להלן מובאים מאפיינים אלה:



◆ **התמקדות בתוצאות ולא בטכנולוגיות.** כדי להיות ידידותית לחדשנות, על התקנה להתמקד בעיקר בתוצאות מבחינת זיהום. תקנות המצביעות על פתרונות טכנולוגיים ספציפיים, כגון זרזים או תרחיצים (scrubbers) לפתרון בעיות זיהום אוויר, הן תקנות המתמקדות בטכנולוגיה ולא בתוצאות. תפיסות כמו "הטכנולוגיה הזמינה הטובה ביותר" (BAT - Best Available Technology) ו"טכנולוגית הבקרה הזמינה הטובה ביותר" (BACT - Best Available Control Technology) רומזות לכך שיש טכנולוגיה אחת טובה ביותר, ומכאן שהן מדכאות חדשנות טכנולוגית.

◆ **הנהגת תקנות מחמירות.** חברות מסוגלות להתמודד עם תקנות לא-מחמירות על-ידי הוספת טכנולוגיות, לרוב פתרונות מסוג "קצה-צינור" או פתרונות טיפול משני. על התקנות להיות נוקשות דיין כדי לעודד חדשנות של ממש.

◆ **תקנות קרובות ככל האפשר למשתמש הסופי (end-user).** תקנות כאלה יונהגו תוך עידוד פתרונות בשלבים מוקדמים ככל האפשר של תהליך הייצור (up-stream). התמקדות זו מגדילה את הגמישות לחדשנות במוצר הסופי ובשלבי הייצור וההפצה. הפחתת הזיהום בשלבים המוקדמים של הייצור זולה יותר מאשר טיפול בזיהום בשלבי ייצור מאוחרים יותר.

◆ **תקופת הסתגלות הדרגתית.** תקופת הסתגלות ארוכה אך מוגדרת היטב, הקשורה למחזורי השקעה תעשייתית, מאפשרת למפעלים לפתח טכנולוגיות חדשניות ויעילות יותר. בעקבות כך הם לא נאלצים להשתמש, תחת אילוצי זמן, בפתרון טכנולוגי קיים ויקר שעשוי רק להעיב על הבעיה. לדוגמה, מדינת קליפורניה בארה"ב הנהיגה תקופות הסתגלות קצרות ביחס לתעשיית העץ, דבר שגרם ליצרנים רבים לעזוב את המדינה במקום לרכוש ציוד חדש המייקר את הייצור.

◆ **תמריצי שוק.** תמריצי שוק, כמו קנסות בהתאם לכמות הזיהום וחוקי פיקדון, מעוררים תשומת לב לחוסר יעילות בשימוש במשאבים. בנוסף, אישורי זיהום מוגבלים הניתנים למסחר מספקים תמריץ תמידי לחדשנות ומעודדים שימוש יצירתי בטכנולוגיות שמאפשרות להפחית זיהום גם מעבר לתקנים הקיימים.

◆ **הרמוניזציה של תקנות בתחומים משיקים.** חשיפת האחריות לזיהום בארה"ב גורמת לחברות לדבוק בפתרונות טכנולוגיים זמינים (מסוג BAT). תקינה לא-עקיבה החלה על טכנולוגיות חלופיות מונעת חדשנות מועילה. לדוגמה, דרך אחת לסילוק חומרי קירור הגורמים נזק לשכבת האוזון היא החלפתם בכמויות קטנות של הגזים פרופן ובוטן. במקרה זה נראה שהוראות בטיחות נוקשות

מדי על שימוש בגזים הללו מנעו פיתוחים טכנולוגיים בארה"ב, בעוד שכמה חברות אירופיות כבר מחדירות לשוק טכנולוגיות כאלה.

◆ **פיתוח תקנות במקביל למדינות אחרות או קצת לפניהן.** יש להיזהר בקביעת תקנות מחמירות וייחודיות למדינה, ורצוי להתקדם רק מעט מעבר לקצב העולמי. פיתוח תקנות קצת לפני מדינות אחרות יביא את פוטנציאל הייצוא למקסימום בסקטור מניעת הזיהום על-ידי הגברת התמריץ לחדשנות. לדוגמה, כאשר תקנים אמריקניים מובילים פיתוחים גלובליים, לחברות מקומיות יש יתרון של המקדימים. במידה ורמת הסטנדרטים תהיה גבוהה מדי ביחס לשאר העולם, התעשייה עלולה להתחדש בכיוון לא רצוי.

◆ **יציבות ושקיפות בתהליך התקינה.** תהליך התקינה חשוב לא פחות מהסטנדרטים הנקבעים בו. לתעשייה קל יותר להתמודד עם פתרונות הקשורים בסיבה לזיהום כאשר הסטנדרטים ותקופת ההסתגלות לעמידה בהם מוגדרים מספיק זמן מראש. לזאת יש להוסיף התחייבות של קובעי התקנות להקפיא את הסטנדרטים הקיימים לתקופה של חמש שנים למשל. במקרה מעין זה התעשייה תוכל להתמודד עם פתרונות הקשורים בסיבה לזיהום במקום לעשות הכל במהירות עד לשינוי הלא-צפוי הבא במדיניות.

◆ **השתתפות התעשייה בתהליך התקינה.** התעשייה צריכה לסייע בעיצוב תקופות ההסתגלות, בקביעת תוכן התקנות ובקביעת תהליך התקינה היעיל ביותר. מקבץ מוגדר מראש של בקשות מידע ומגעים עם נציגי התעשייה צריכים להיות חלק בלתי-נפרד מתהליך התקינה. על התעשייה ועל קובעי התקנות כאחד לשאוף לאווירת אמינות, שכן על התעשייה לספק מידע חשוב ועל קובעי התקנות להתחשב במידע זה.

◆ **פיתוח יכולות טכניות גבוהות בקרב קובעי התקנות.** על קובעי התקנות להבין את הכלכלה של התעשיות, ואת מניעי התחרותיות. מעבר מידע טוב יותר מסייע במניעת "משחקי מזל" יקרים בהם חברות שאינן מיוודעות כראוי משתמשות בעורכי דין ויועצים למיניהם בניסיון לעכב תקנות לא-מתאימות שעוצבו על-ידי קובעי תקנות שלא הבינו מספיק בתחום.

◆ **מזעור כמות הזמן והמשאבים הנדרשים לתהליך התקינה.** עיכוב בהענקת אישורים שונים גורם בדרך כלל לעלות גבוהה לחברות מסחריות. תקינה-עצמית מלווה בפיקוח תקופתי יעילה יותר מאשר דרישת אישורים רשמיים. הליכים משפטיים גורמים לחוסר ודאות בסקטור העסקי ולבזבז משאבים. תהליכי שיפוט חובה או צעדי שיפוט נוקשים לפני הליכים משפטיים מפחיתים את העלויות ומעודדים חדשנות.

יפה ואחרים (Jaffe et al., 1995) בדקו את ההשפעה הכלכלית של תקינה סביבתית, וניסו לזהות האם היא פוגעת בכלכלות לאומיות, או מסייעת להן. הם בחנו מחקרים שבדקו השפעות כלכליות של תקינה סביבתית על מדינות שונות. בחינה זאת העלתה שרוב המחקרים האלה לא הצליחו להוכיח פגיעה. עם זאת, גם מחקרים שבדקו תועלת כלכלית שהושגה בעקבות הטלת תקנות סביבתיות לא הצליחו עדיין להוכיח תועלת ממשית כזו. נראה אם כן, שההשפעה הכלכלית של תקינה סביבתית היא מעורבת, ונודעות לה משמעויות חיוביות ושליליות כאחד באשר לפיתוח ולצמיחה כלכלית. המשמעויות השליליות נובעות מהפגיעה שיש לתקנות על הפעילות השוטפת של מפעלים וחברות עסקיות, מהפחתת היכולת שלהם להתחרות בחברות ובמפעלים שלא נדרשים לעמוד בתקנות כאלה, מהעומס שהתקנות הסביבתיות יוצרות על רשויות מקומיות וממשלתיות ועוד. המשמעויות החיוביות נובעות משינויים בשוק ומהתעוררות הביקוש למוצרים ידידותיים לסביבה, ומתהליכי חדשנות טכנולוגית המתרחשים במפעלים תעשייתיים, בחברות עסקיות אחרות ואף ברשויות ציבוריות שונות.<sup>8</sup> במצב כזה יש חשיבות רבה לתכנון מדיניות סביבתית-כלכלית, אשר תאפשר מחד להגדיל את היתרונות הכלכליים שינבעו משיפור איכות הסביבה ומאידך להפחית את הפגיעה הכלכלית מתקנות סביבתיות.

תפקיד המדינה הוא לחוקק חוקים ולתקן תקנות בתחום איכות הסביבה, שיהיו ידידותיים לחדשנות והם עלולים להקשות על התעשייה בטווח הקצר אולם לאפשר לה להגיע ליתרונות תחרותיים בטווח הארוך. בנוסף, עדיף שהתקנות יהיו מלוות בפעילויות תומכות, המפחיתות את התנגדות התעשייה לתקנות, על מנת שניתן יהיה ליישם אותן בצורה יעילה. טיעון זה משתלב בטיעון רחב יותר המקובל כיום, והגורס שזיהום נובע מחוסר יעילות טכנולוגית (DeSimone & Popoff, 2000). כאשר חברה נאלצת לחדש, היא יכולה למצוא דרכים יעילות יותר לייצר ולפתח מוצרים טובים יותר, דבר המעניק לה יתרון תחרותי ומפחית את הפגיעה באיכות הסביבה. המחקר של פורטר ולינד על תחרותיות מדגיש את תפקיד הלחץ החיצוני בעידוד חברות לחדשנות, וממקד את החשיבות על מדיניות ממשלתית פעילה ויוזמת בתחום.

### **יעילות סביבתית (eco-efficiency)**

ב-1992 נערכה בריו דה ז'נירו הפסגה העולמית לענייני איכות סביבה בנושא פוטנציאל הסיכון העתידי לאקולוגיה ולפיתוח כלכלי וחברתי ארוך טווח. זאת בעקבות המסלולים הנוכחיים של פיתוח תעשייתי, גידול האוכלוסייה וגידול הפערים החברתיים בעולם.

על מסקנות הפסגה חתמו יותר מ-150 ראשי מדינות וממשלות. בעקבות הפסגה פרסם סטפן שמידהיני את ספרו: *Changing Course* (Schmidheiny, 1992). בספר זה הוא טבע את המושג "יעילות סביבתית" (eco-efficiency) לתיאור פעילויות היוצרות ערך כלכלי בו-זמנית עם הפחתת ההשפעה האקולוגית השלילית והפחתת השימוש במשאבים.

## מסגרת 2. יעילות סביבתית - הגדרה

"יעילות סביבתית" (eco-efficiency) היא היכולת לייצר מוצרים ושירותים במחירים תחרותיים. מוצרים המספקים את צורכי האדם ומשפרים את איכות החיים, ובו-זמנית מפחיתים את ההשפעה האקולוגית ואת השימוש במשאבים טבעיים לאורך כל מחזור החיים שלהם, לרמה אותה יכול כדור הארץ לשאת לאורך השנים ללא שינוי משמעותי.

(מתוך הגדרות WBCSD)

בעקבות הפסגה הוקמה המועצה העסקית העולמית לפיתוח בר-קיימא (World Business Council for Sustainable Development), שעשתה עבודה חשובה לפיתוח העקרונות של היעילות הסביבתית, ולהפיכתה לפילוסופיה ניהולית. מתוך ניסיון שנצבר מאז פסגת ריו בשימוש בעקרונות היעילות הסביבתית, אפשר ללמוד שיעילות סביבתית יוצרת ערך ללקוחות ולבעלי עניין בחברות המיישמות אותה. הדגש הוא על יכולת לעבור מאוריינטציה רה-אקטיבית של החברות לתקנות איכות סביבה וללחצים סביבתיים לאוריינטציה פרו-אקטיבית. באוריינטציה זו, חברות רואות בשיפור בביצועים הסביבתיים והחברתיים בסיס ליצירת מוניטין בשוק ובציבור ומוטיבציה בקרב העובדים. גורמים אלה חשובים להצלחה בסביבה העסקית כיום (DeSimone & Popoff, 2000). דה-סימון ופופוף מביאים דוגמאות רבות ליישום השיטה בחברות גלובליות מובילות - כגון דו-פונט, 3M, ABB, אנדרסון, פיליפס, Dow - ולהצלחה של הגישה בחברות אלה. הם אף מביאים דוגמה להצלחה בהפעלת השיטה באופן מרוכז בעסקים קטנים ובינוניים בקולומביה. היא הופעלה בהצלחה, בין השאר, אצל יצרני הסוכר מקני סוכר במדינה זו, והביאה לשיפור השימוש שלהם במשאבים ובחומרי גלם.

### מסגרת 3. חדשנות אקולוגית בייצור משטחים לתעשייה

ייצור משטחי ריצוף פלסטיים (לדוגמה לנוליום) כרוך בתהליכים רעילים ובמזהמים פוטנציאליים, בהם מעורבים מים (המשמשים בתהליך הצביעה) המועברים למערכת מי השופכין של המפעל, רמות פליטה גבוהות, ומוצר סופי המגיע לאתרי פסולת, כאשר פרק הזמן הנדרש לפירוק המוצר עלול להיות עשרות שנים. בעקבות דאגות לאיכות הסביבה, קיבלה ב-1994 הנהלת Interface, היצרן המוביל בעולם של שטחים ומשטחים תעשייתיים, החלטה אסטרטגית לשנות את כל התהליכים בחברה, כך שיהיו בני-קיימא.

החברה הבינה שהפחתת השימוש באנרגיה ובמשאבים משמעה יתרון בעלויות, וכן תרומה לאיכות החיים, ולכן העמידה את הדאגות הסביבתיות באותה דרגת חשיבות עם נושאים כגון ייצור טובין ושירותים, במטרה לעצב מחדש את מוצרי החברה. כתוצאה מכך ייצרה Interface את "סולניום", משטח לריצוף שייצורו דורש רק שני שלישים של חומרי גלם ואנרגיה מאלה הדרושים לייצור מוצרים דומים. בתי חרושת של Interface באירופה מייצרים את המשטח, המשווק בארה"ב ובאירופה, באמצעות אנרגיה חלופית או חשמל ממוחזר. במקום ניילון או מוצרים המורכבים מ-PVC, המשטח החדש עשוי מחומר חדש - polytrimethylene terephthalate (PTT). PTT הוא סיב מהפכני המביא לייצור משטחים עמידים ביותר, המשמשים בבתי חולים, בבתי ספר ובשדות תעופה, והניתנים למחזור במלואם לחומר הגלם עצמו.

ייצור המשטח נעשה בצורת אריחים ולא משטחים רחבים, כדי לאפשר החלפת האזורים הנשחקים מהר יותר, ללא צורך בהחלפת 80-90% מן השטח שהפגיעה בו אטית בהרבה. כך נוצר יתרון במחיר המוצר, והמוצר עצמו מהווה פתרון חדש ואידאלי לשימוש תעשייתי תוך הפחתה של השימוש במשאבים ובכמות הפסולת.

World Business Council for Sustainable Development

דה-סימון ופופוף מתארים את פרויקט PRISM ההולנדי כדוגמה נוספת לשימוש מוצלח ביעילות סביבתית. בפרויקט נבחנו אפשרויות להפחתת הזיהום בעשר חברות כימיה, ציפוי והדפסה באמסטרדם וברוטרדם. בפרויקט נמצאו 164 הזדמנויות להפחתת זיהום, מהם 45 יושמו כבר במהלך השנתיים הראשונות של הפרויקט. למעלה מ-40% מהשיפורים

שיושמו לא דרשו הוצאות על ציוד או על הון, ול-25% מהשיפורים הוחזרה ההשקעה תוך פחות משנה אחת.

וייצקר ואחרים (Weizsacker et al., 1997) מציגים תיאורים של חוסר יעילות כלכלית. לדוגמה, כ-97% מצריכת אנרגיית הדלק המשמשת לתאורה מתבזבזת למעשה. כ-99% מהחומרים המקוריים המשמשים לייצור מוצרים בארה"ב הופכים לפסולת תוך שישה שבועות מיום המכירה של המוצר הסופי. המחברים מעריכים שעלות חוסר היעילות לארה"ב היא כטריליון דולר לשנה. עלות זאת עשויה להגיע לעשרה טריליון דולר בחישוב עולמי.

## 2. חדשנות טכנולוגית ומדיניות איכות סביבה

### א) סוגי חדשנות טכנולוגית ומעבר טכנולוגיות - הגדרות:

חדשנות טכנולוגית מוגדרת כיישום המסחרי הראשון של רעיון טכני חדש. הדבר כולל גם שינויים בתהליך הייצור. נהוג לחלק חדשנות לשניים: (1) **חדשנות רדיקלית** - שינוי מהותי במוצרים או בתהליכי ייצור שיישומם מחייב בדרך כלל ציוד או אף מפעל שונה לחלוטין; (2) **חדשנות אינקרמנטלית** - שינוי מינורי או התאמות של תהליכי ייצור ומוצרים קיימים. תהליך חשוב בשינוי טכנולוגי הוא הטמעת החדשנות בכלל התעשייה והשוק. תהליך המעבר של הטכנולוגיה מן המפעל המחדש אל מפעלים אחרים ואל כלל התעשייה מכונה "מעבר טכנולוגי" (technology transfer) או "דיפוזיה" (diffusion). ההבחנה בין "מעבר טכנולוגי" לבין "חדשנות טכנולוגית" אינה חדה. מפעל המאמץ טכנולוגיה חדשה ממפעל אחר צריך להתאים אותה לתנאים הייחודיים שלו, דבר המחייב בדרך כלל שינויים טכנולוגיים נוספים. לכן, מעבר טכנולוגיות מלווה לרוב גם בתהליכי חדשנות אינקרמנטלית. שאלה נפוצה הניצבת בפני מפעל שנדרש לבצע שינוי טכנולוגי היא: האם לחפש ידע מבחוץ ולייבא אותו, או לפתח את הידע באופן עצמאי בפנים. כלי מדיניות רבים במדינות מפותחות מיועדים לסייע לתעשייה לקבל החלטה נאותה בשאלה זו.

### ב) פתרונות טכנולוגיים מקובלים לבעיות סביבתיות:

מקובל להגדיר שתי קטגוריות של פתרונות לבעיות זיהום בתהליך הייצור. קטגוריה אחת כוללת עצירה והרחקה של הזיהום לאחר שנוצר ולפני הגעתו לסביבה. דוגמה לפתרונות מעין אלה הם פילטרים המורכבים בארובות או נמצאים לפני צינור השפכים של המפעל. נהוג לכנות פתרונות מעין אלה "פתרונות קצה צינור" (end-of-pipe), כינוי המדגיש את

הפעלתם לרוב בסוף התהליך המזהם. פתרונות קצה צינור אינם מונעים את הזיהום אלא את התפזרותו לסביבה. הבעיות הכרוכות בפתרונות כאלה הם הסיכון לתקלה במנגנון של הפתרון, דבר העלול להוביל לזיהום מחדש, וכן הצורך להרחיק בסופו של דבר את הזיהום ולאכסן אותו במקום כלשהו. פתרונות אלה מייקרים את תהליך הייצור במפעלים. סוג אחר של פתרונות קשור לשינוי תהליך הייצור, כך שלא ייצור את הזיהום מלכתחילה. לדוגמה, במקום תהליך כימי בחום, הפולט גזים לסביבה, עוברים לתהליך הנותן תוצאות דומות, אולם מתקיים בטמפרטורה נמוכה וללא פליטת גזים. כך גם חוסכים אנרגיה הדרושה לחימום התהליך, ומונעים את הזיהום בעקבות יצירת אנרגיה זו. פתרונות מעין אלה מכונים "פתרונות בתהליך הייצור" או "פתרונות משולבים" (integrated solutions). ברוב המקרים קל יותר למפעל מחדש לקבל החזר השקעה על פתרון קצה צינור שפיתח, מאשר על פתרון משולב, מכיוון שקל יותר להוציא עליו פטנט ולמכור אותו כרכיב לגורמים הזקוקים לו. לעומת זאת, מהסיבות שהוזכרו לעיל, מקובל להתייחס לפתרונות משולבים כפתרונות התורמים לאיכות הסביבה יותר מאשר פתרונות קצה צינור. מדיניות ממשלתית לעידוד חדשנות סביבתית צריכה לכן להדגיש עידוד פתרונות משולבים, דבר המחייב קשר הדדי ודו-שיח עם התעשייה.

### ג) גישות כשלי שוק כלכליים ואיכות הסביבה:

גישת החדשנות הטכנולוגית עליה מתבסס פרסום זה היא גישה כלכלית חדשה יחסית, המשלימה לגישה הכלכלית הקלסית של כשלי שוק. הגישה הכלכלית הקלסית מצדיקה התערבות ממשלתית רק במקרים בהם אין התאמה בין האינטרס הסביבתי הציבורי לבין האינטרס של התעשייה או של המפעל הבודד. מצב זה מכונה בכלכלה "כשל שוק", מכיוון שהשוק עצמו אינו מתפקד בצורה אופטימלית ללא התערבות ציבורית. לדוגמה, מפעל המזהם נחל ופוגע בכך בתיירות ובתושבים המתגוררים לאורך הנחל. הציבור המעוניין בניקיון הנחל, חברות התיירות או הדורות הבאים שעלולים להיפגע אינם נכנסים למערכת השיקולים הכלכליים המייצגים את האינטרסים של המפעל. דבר זה יוצר ניגוד אינטרסים בין המפעל לבין הגורמים האחרים בסביבה, ומכיוון שהמפעל הוא המחליט והקובע כמה לזהם, נוצר פתרון חד-צדדי ולא-אופטימלי. במידה והמפעל היה נאלץ לפצות את הגורמים האחרים בסביבה על הנזק שהוא גורם להם, הוא היה משנה את אורח הייצור שלו. כשל שוק זה נקרא "כשל שוק של השפעות חיצוניות שליליות" (negative externalities), מכיוון שהמפעל לא מתחשב בהשפעה שיש לו על הסביבה החיצונית. אחד מהפתרונות המקובלים לבעיה זאת קשור להגבלת המפעל (לדוגמה, על-ידי קנסות), כך שיהיה חייב להתחשב באינטרס של הגורמים האחרים ולייצר פחות או להשקיע משאבים בהפחתת הזיהום.

דה-סימון ופופוף (DeSimone & Popoff, 2000) מתארים גם כשל שוק הקשור למידע על תקנות עתידיות של איכות סביבה. מכיוון שתקנות איכות הסביבה הופכות מחמירות יותר ויותר, הלחץ של הארגונים הירוקים גדל, והצרכנים משנים את העדפותיהם לכיוונים אקולוגיים - צפוי שהסביבה העסקית העתידית תיראה שונה מזו הנוכחית. חברות רבות חושבות עדיין במושגים של הסביבה העסקית הנוכחית, ולא באלה של הסביבה העסקית העתידית.

לעומת זאת, גישת החדשנות הטכנולוגית מדגישה את קיומם של מסלולים טכנולוגיים בהם מתקיימת פעילות מרובה של חדשנות. אם ניקח את דוגמת המפעל המזהם שתוארה לעיל, במידה ופותחה במדינה טכנולוגיה המאפשרת להפחית את הזיהום על-ידי שיפור תהליך הייצור, הדבר עשוי להשפיע על המפעל. המפעל ייטה ביתר קלות לאמץ את החדשנות הטכנולוגית ולהפחית את הזיהום. התאמת הטכנולוגיה למפעל תורמת גם לשיפור הטכנולוגיה עצמה, דבר המקל עוד יותר על אימוצה על-ידי מפעלים נוספים. מסלולים אלה, המאפיינים את הסקטור התעשייתי, מושפעים מאוד ממדיניות הממשלה. בניגוד לגישה הכלכלית הקלסית המדגישה את ניגוד האינטרסים בין הגורמים השונים, הרי שגישת החדשנות הטכנולוגית מדגישה במידה רבה את חשיבות הקונסנזוס ושיתוף הפעולה בין הממשלה לבין התעשייה.

גם בחדשנות טכנולוגית מתקיימים כשלי שוק המצדיקים התערבות ציבורית, אולם לכשלים אלה יש ממד דינמי לעומת הממד הסטטי בכשלי השוק המקובלים בגישה הכלכלית הקלסית. דוגמאות לסוג כשלי שוק נפוצים במו"פ ובחדשנות טכנולוגית בסקטור הפרטי הם כשלי שוק של השפעות חיצוניות חיוביות<sup>9</sup> (positive externalities). בדוגמה שהוצגה לעיל, פעילות של מפעל בתחום מסוים השפיעה באופן חיובי על מפעלים אחרים, לעתים אפילו מתחרים. המפעל, במצב זה, יוצר יתרונות למפעלים האחרים (או לציבור בכלל) מבלי שהוא יכול לקבל תגמולים כספיים על ההשקעה הכרוכה בכך. הדבר יוצר מצב שבו המפעל עלול לדחות ביצוע פרויקט מסוים או לבצעו באופן שאינו אופטימלי למדינה. נוצר כשל שבו, למרות שלפרויקט יש הצדקה חברתית-כלכלית, מבנה השוק עלול לא לתמוך בביצועו<sup>10</sup> (תובל, 1996, 1997). דוגמאות למצב כזה שכיחות בתחום של למידה, ידע וזכויות יוצרים. חברה עסקית אינה נוטה להשקיע בפיתוח ידע שאינה יכולה להגן עליו מפני מתחרים.

להלן תיאור המסכם את המושגים שהוזכרו, והמבוסס על דוגמת המפעל שהוזכר לעיל: נניח מפעל המייצר מתכות מצופות, ומזהם נחל בפסולת תעשייתית, המגיעה לים ומזהמת את החופים. מקרה קלסי זה של השפעות חיצוניות שליליות מצריך התערבות ממשלתית. נניח התערבות ממשלתית באמצעות הטלת מס זיהום על המפעל. קיימות שתי גישות לפתרונות שמפעלים במצב מעין זה נוטים לאמץ: (1) פתרון למניעת השפיעה



של הזיהום עצמו לנחל - סוג פתרונות שהוזכר כ"פתרונות קצה צינור". לדוגמה, התקנת מסננים על צינור השפכים של המפעל או העברת השפכים לבריכות טיהור; (2) פתרון "משולב בתהליך הייצור" (integrated process solution). לדוגמה, שימוש בתהליך ייצור שונה שאינו מייצר שפכים מזהמים על-ידי מחזור של חומצות. אף על פי שכשל השוק של ההשפעות החיצוניות השליליות נפתר בשני המקרים, הרי שהפתרון השני עשוי להיות יעיל יותר סביבתית, אולם הוא מחייב השקעת מו"פ, צורך זמן ואינו זמין כפתרון מדף. כמו כן, קשה יותר להגן על הפתרון, וחברות מתחרות עשויות להעתיק אותו, דבר שיתרום למדינה אולם יפגע ביתרון התחרותי של המפעל. זאת מכיוון שמציאת פתרון בתהליך הייצור היא דבר יקר ומסובך, אך לאחר פריצת הדרך, השכפול נעשה בדרך כלל בקלות יחסית. כשלי השוק שהוזכרו עשויים להצדיק כלכלית מתן סובסידיות או תמריצים למפעלים פורצי הדרך.

#### **ד) הגישה הכלכלית האבולוציונית - מסלולי התפתחות טכנולוגיים ואיכות סביבה:**

בתאוריה של כלכלת חדשנות טכנולוגית מושם דגש רב על התאמת הפרדיגמה האבולוציונית לכלכלה. הפרדיגמה המשמשת בביולוגיה מאז המאה ה-19 הותאמה להסבר תהליכים כלכליים טכנולוגיים המתארים את הדינמיקה של חדשנות בתעשייה. הפרדיגמה האבולוציונית מדגישה חדשנות טכנולוגית ומתמודדת עִמה בצורה טובה יותר מאשר הגישה הכלכלית הקלאסית של כשלי שוק, מכיוון שהיא מתמקדת בגורמים דינמיים. חדשנות טכנולוגית דורשת בסיס של ידע אנושי, של תשתית טכנולוגית תומכת ושל קשרים בין אנשים ובין מוסדות. פיתוחים עתידיים קשורים ליכולות פיתוח שנרכשו בעבר וליכולת לבנות רשת קשרים ותשתיות תומכות. הגישה האבולוציונית מדגישה מסלולי חדשנות טכנולוגית ומתמקדת בשאלות כמו: כיצד להאיץ חדשנות טכנולוגית במסלולים מסוימים? מהם הפשלים העומדים בפני מסלולי פיתוח טכנולוגי שונים? (כגון כשלים עקב אי-התאמת כוח אדם, אי-התאמה של תקנות, היעדר מוסדות וכדומה).

לדוגמה, הקמת קרן הון סיכון ממשלתית בשם יוזמה, בראשית שנות ה-90, הסייר בארץ קושי מבני של מימון חדשנות. הדבר אפשר התפתחות מואצת מאוד של חדשנות טכנולוגית בתחומי האינטרנט ובתחומי היי-טק קרובים.

דוגמה לכשל אבולוציוני הוא הכשל של "הינעלות טכנולוגית" (lock-in). כשל זה נוצר כאשר קיים קושי לעבור מטכנולוגיה אחת לאחרת, העדיפה על זו הראשונה; זאת עקב השקעות ופיתוחים רבים שנעשו בטכנולוגיה הראשונה. כאשר נבחרה הטכנולוגיה הראשונה, היא עברה סדרה של שיפורים טכנולוגיים, והתפתחה לה תשתית המקשה על מעבר לטכנולוגיה אחרת; זאת גם כאשר מתבררת בהמשך הבעייתיות של הטכנולוגיה

הראשונה. לדוגמה, בזמן שהתפתח מנוע השריפה הפנימית<sup>11</sup>, המשתמשים לא לקחו בחשבון את השיקול של הפגיעה שיש למנוע מסוג כזה באיכות הסביבה. לוי היה נבחר המנוע החשמלי והיו משקיעים בו ובטכנולוגיה לאגירת חשמל אותן השקעות שהושקעו עד היום בפיתוח מנוע השריפה הפנימית, אולי הייתה בידינו שיטת תחבורה יעילה ומזהמת פחות מהשיטה הקיימת.

דוגמה ליישום עקרונות הגישה האבולוציונית לתחומי איכות הסביבה אפשר לקבל מפרויקט שעסק בקטלוג חדשנות טכנולוגית בקטגוריות תעשייתיות שונות, בהתאם לתרומתן הסביבתית. גישה זו יושמה בהולנד בפרויקט בשם "81 אופציות"<sup>12</sup>, שעסק במיון של פיתוחים טכנולוגיים עתידיים. בתעשיית הרכב למשל יש השפעה סביבתית חיובית לחדשנות בתחום ניצול יעיל של דלק. באותה תעשייה, אין השפעה סביבתית חיובית מעין זאת לחדשנות טכנולוגית המיועדת לשיפור מהירות כלי הרכב. פרויקט כזה מאפשר לממשלה לגבש מדיניות הנוגעת לפיתוחים עתידיים של טכנולוגיות חדשניות. כפי שצוין קודם לגבי השפעות חיצוניות חיוביות של חדשנות טכנולוגית, לעתים יש חשיבות לעודד חברות חלוציות בפיתוח טכנולוגיות. פרויקט למיון סביבתי של טכנולוגיות, כפי שקיים בהולנד, מאפשר לעודד פתרונות סימולטניים לשני כשלי השוק שהוזכרו. עידוד חדשנות בתחום הניצול היעיל של דלק בתעשיית הרכב, יוצר מסלולים טכנולוגיים<sup>13</sup> המאפשרים שיפורים בכלי הרכב בחברות אחרות (הגברת השפעות חיצוניות חיוביות בתחומים טכנולוגיים), ואף מפחית את הזיהום של כלי הרכב (הפחתת השפעות חיצוניות שליליות בתחום איכות הסביבה). עידוד חדשנות בתחום מהירות כלי הרכב לעומת זאת, תורם רק לכשל השוק הטכנולוגי, ללא תרומה סביבתית ממשית. קיימת לכן הצדקה כלכלית גבוהה יותר בהתערבות ממשלתית לעידוד פרויקטים של מו"פ מהסוג הראשון. התערבות ציבורית בסקטור הפרטי היא נושא בעייתי אפילו בתחום בעל השפעה חברתית גבוהה ועתיר כשלי שוק כמו חדשנות סביבתית. הביקורת העיקרית על התערבות ציבורית מעין זו מתייחסת ליכולת הממשלה לחזות טוב יותר מהשוק הפרטי, ולהחליף את היעילות הכלכלית של כוחות השוק הפרטי. לצורך צמצום הבעייתיות, נוטות מדינות רבות לערוך מחקרי חיזוי על טכנולוגיות, סביבה ומגמות שוק. מטרת המחקרים לסייע לקובעי המדיניות לעצב מדיניות המעודדת את כוחות השוק ואינה מחליפה אותם. מדיניות מעין זו מכונה על-ידי תובל (Teubal, 1996) מדיניות ידידותית לשוק (market friendly policy). לפי גישה זו, על המדיניות להשתנות לאורך זמן, תוך התערבות מסיבית של הממשלה בתחילת התהליך והתערבות משנית בשלבים מאוחרים יותר. הסיבה לכך היא, שכשלי השוק הטכנולוגיים הם לרוב כשלי שוק דינמיים (dynamic market failures), המשפיעים בעיקר על השלבים הראשוניים של המסלולים הטכנולוגיים. כתוצאה מתהליך למידה ושיפור לאורך זמן בפעילות השוק, כשלי שוק אלה הופכים

למשניים ואפשר להפחית במשך הזמן את ההתערבות הממשלתית. הפחתת הסיכון היא יסוד חשוב של כשלי שוק דינמיים. בהתאם לגישה זו, עידוד מסיבי של מו"פ סביבתי למשך תקופה של כמה שנים עשוי לעורר את השוק לחדשנות סביבתית, כך שבהמשך תוכל הממשלה להקטין תמיכות, ולמרות זאת היקף המו"פ הסביבתי ימשיך לגדול.

### **ה) חדשנות טכנולוגית סביבתית ומערכת החדשנות הלאומית:**

סקירת ההתפתחויות בנושאי חדשנות טכנולוגית ומו"פ סביבתי אינה שלמה ללא התייחסות למושג "מערכת החדשנות הלאומית". פרימן (1982) מכנה את רשת המוסדות הקשורים ליצירה ולהפצה של טכנולוגיות חדשות בשם "מערכת החדשנות הלאומית". חלק נכבד מן המחקר הנוכחי מוקדש לתיאור מערכת החדשנות הלאומית הקשורה לאיכות הסביבה בישראל. מכיוון שחדשנות טכנולוגית נתפסת היום כאחד מהמקורות העיקריים לעידוד תחרותיות תעשייתית (Green paper on innovation, 1996), הרי שמדינות רבות מגדירות היום מדיניות טכנולוגית לסיוע לחדשנות בסקטור הפרטי. הסובסידיות למו"פ תעשייתי של המדען הראשי של משרד התעשייה והמסחר (תמ"ס) בישראל הן דוגמה לכלי מדיניות מסוג זה. קיימים הבדלים ניכרים בין מדינות בנוגע לאמצעי התמיכה בחדשנות אותם הן מפעילות. הדבר נובע מתהליכים אבולוציוניים שונים במדינות אלה, שעודדו התפתחות של מוסדות חברתיים וציבוריים שונים, ומתהליכים והשפעות גומלין שנוצרו בין המוסדות הללו.

### **ו) מדדי חדשנות טכנולוגית:**

מאמצים רבים הושקעו על-ידי כלכלני טכנולוגיה להגדרת מדדים טכנולוגיים ומדעיים לתיאור ולמדידה של מערכת החדשנות הלאומית. מדדים אלה כוללים "מדדי פעולה" ו"מדדי ביצוע" (practice and performance indicators). בפרסום זה אנו משתמשים בשני סוגים של מדדי ביצוע: מספר יחסי של פרסומים מדעיים-סביבתיים, ומספר יחסי של בקשות לפטנטים בעלי פוטנציאל סביבתי. למרות היותם מדדים כמותיים, ולמרות המוגבלות שלהם במתן מידע איכותי בנושאים של מדע וטכנולוגיה, הרי שאפשר להשיג את הנתונים ולערוך השוואות בין-לאומיות בין כמה מדינות רלוונטיות. היתרונות בשימוש בפטנטים הם האפשרות ליצור חלוקת נתונים מפורטת לקבוצות עד רמת הטכנולוגיות הבודדות, וזמינות הנתונים במאגרי מידע אלקטרוניים. כמדדי פעולה רלוונטיים למדיניות, השתמשנו במדד של "ייעוד ההוצאות הממשלתיות למו"פ" (GBAORD)<sup>14</sup>, המשקף את סדר העדיפות הממשלתי. זהו גם אחד מהמדדים שבהם איכות הסביבה מוגדרת כקטגוריה נפרדת.



## ג. שיטת המחקר

### 1. הסקטורים הנבדקים

לצורך קבלת תמונה על מערכת החדשנות הלאומית, נהוג לבחון ארבעה סקטורים עיקריים: הממשלתי, האקדמי, העסקי ומוסדות ללא כוונת רווח (מלכ"רים). מחקר זה מתמקד בשלושת הראשונים. סקטור המלכ"רים אינו מהווה חלק אינטגרלי ממחקר זה, למרות שהוצגו בו ארבעה מלכ"רים (מכון הייצוא, התאחדות התעשיינים, ISERD, IRC).

### 2. ראיונות עומק

כדי להעריך את המדיניות הממשלתית (מדיניות מפורשת ומדיניות הנגזרת מהפעילויות) כלפי טכנולוגיה סביבתית והשקעות במו"פ בישראל, הושם דגש על חשיבות תרומת הידע של מומחים בתחומי איכות סביבה, כלכלת איכות סביבה וטכנולוגיה סביבתית. בהתאם, נערכו ראיונות עומק עם נציגים מכמה מוסדות בסקטור הממשלתי, האקדמי, העסקי והמלכ"רי.

### 3. סקירת ספרות ומקורות באינטרנט

במטרה להשוות את המדיניות לחדשנות טכנולוגית ומו"פ סביבתי בישראל לזו הנהוגה במדינות מפותחות אחרות,<sup>15</sup> נערך סקר ספרות ואינטרנט נרחב. נערכה השוואה בין ישראל לבין מדינות OECD נבחרות: גרמניה, הולנד, דנמרק, בריטניה, אוסטרליה, ניו-זילנד, ארה"ב וקנדה. כמו כן נבדקה מדיניות ברמה האירופית ובפרט מדיניות ותכניות סביבתיות שונות של הנציבות האירופית. הסקר כולל כמה פרסומים העוסקים במדינות בודדות ומתמקדים בתכניות ספציפיות ובמדיניות, וכן פרסומים כלליים כגון פרסומי ה-OECD, פרסומי השוואה בין מדינות, גישות שונות לניהול טכנולוגי-סביבתי, שיטות להערכת טכנולוגיות סביבתיות, וסקירה מקיפה של אתרי אינטרנט, הכוללת משרדים, סוכנויות, מוסדות וארגונים ממשלתיים.

## 4. מדיניות הסקטור הממשלתי

נתונים על ייעוד תקציבי מו"פ ממשלתי נאספו ממדינות ה-OECD ומישראל כדי לערוך ניתוח כמותי על עידוד מו"פ בישראל בהשוואה למדינות OECD נבחרות. לצורך הבדיקה נעשה שימוש במדד ה-GBAORD,<sup>16</sup> מכיוון שזוהי השיטה היחידה המציגה את "איכות הסביבה" כקטגוריה נפרדת. יתרון ברור הנובע משימוש בשיטה זו הוא שה-GBAORD מהווה מדד לסדר העדיפויות הלאומי במו"פ.

### מסגרת 4. תיאור קצר של מדד ה-GBAORD, והסבר לשימוש בו

קיימות שתי דרכים למדידת ההוצאות הממשלתיות למו"פ. הדרך הראשונה והמדויקת ביותר כוללת עריכת סקר של הגורמים העוסקים במו"פ עצמו (חברות מסחריות, מכוני מחקר, אוניברסיטאות וכולי), כדי לזהות את ההשקעות המדויקות במו"פ בשנה מסוימת ומתוכן את שיעור ההשתתפות הממשלתית. בשל הקושי בביצוע סקר מעין זה, והמוגבלות שלו בניתוחי מדיניות ממשלתית, פותחה דרך שנייה למדידת התמיכה הממשלתית במו"פ, תוך שימוש בנתונים הנלקחים מתקציבים של משרדי ממשלה וגופים הנתמכים וממומנים מתקציב המדינה, כגון המוסדות להשכלה גבוהה. לצורך המדידה בודקת הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה את תקציבי המשרדים הממשלתיים. בסדרת פגישות עם נציגי המשרדים מזהים התקציבים המיועדים למימון או לעידוד מו"פ, ומוגדר הייעוד החברתי-הכלכלי של התקציבים. מנתונים אלה נבנה מדד אחיד בשם GBAORD. הפרמטרים של המדד, שיטת המדידה וצורת החישוב הם אחידים לכל מדינות ה-OECD (ומדינות נוספות כגון ישראל המחשבות את המדד), ונקבעים במדריך הנקרא "מדריך פרסקטי" (Frascati Manual), שהגרסה האחרונה שלו יצאה ב-1994.

מדד ה-GBAORD מודד כוונה ממשלתית לביצוע מו"פ וכן לעידוד ולתמיכה בו, המהווים אינדיקציה ליעדי הממשלה ולמדיניות הממשלתית בתחומים המושפעים ממחקר ופיתוח.<sup>17</sup>

## 5. ניתוח מאגרי מידע על פטנטים

כמדד לביצועי החדשנות של הסקטור העסקי בישראל נערך מחקר על בקשות לרישום פטנטים בתחום איכות הסביבה (פטנטים סביבתיים). במאגרים שנבדקו נקבע היחס בין בקשות לפטנטים סביבתיים לבין בקשות לפטנטים בשאר התחומים הטכנולוגיים. יחס זה השווה בין ישראל לבין שאר מדינות העולם, וכן נבחנה ההתפתחות ביחס זה בעשור האחרון. השוואה זאת נעשתה גם בתת-תחומים של איכות הסביבה, ובכלל זה: סילוק אשפה, מחזור, הפחתת רעש, איכות אוויר, איכות מים ומכשירי מדידה ובקרה.

טכנולוגיה סביבתית מוגדרת על-פי קלסיפיקציות בין-לאומיות לפטנטים (International Patent Classification - IPC), ובמקרים מסוימים גם בעזרת מילות מפתח. ב-IPC אין קבוצה המתייחסת בפירוש לטכנולוגיה סביבתית, וההגדרות המתאימות מפוזרות בכל הקטגוריות. כדי למנוע ערפול וטשטוש תחומים, החיפוש התמקד בקטגוריות הקשורות במפורש ליעד של שמירה על איכות הסביבה או שיפורה. פטנט שייעודו העיקרי למשל חיסכון באנרגיה, לא נכלל בחיפוש זה למרות שלחיסכון באנרגיה יש השפעה ישירה על איכות הסביבה.<sup>18</sup>

במחקר השתמשנו במתודולוגיה שפותחה על-ידי המומחה הגרמני ד"ר אולריך שמוך,<sup>19</sup> ואשר שימשה בהצלחה במחקרים על בקשות לפטנטים סביבתיים ממדינות OECD שונות.<sup>20</sup> ד"ר שמוך ערך בעבורנו את החיפוש במאגר הפטנטים האירופי (EPO (European Patent Office) ובמאגר הבין-לאומי (WIPO (World Intellectual Property Office). מאגרים אלה הועדפו על מאגר הפטנטים האמריקני (USPTO (United States Trademark and Patent Office), מכיוון שהם עדכניים יותר ומאפשרים בדיקת מגמות גם של השנים האחרונות, שהן שנים רלוונטיות במיוחד מבחינת התפתחות בתחום איכות הסביבה בישראל. בפרסום זה יוצגו הממצאים העיקריים מסקר הפטנטים. את הסקר המלא אפשר להזמין מעורכי מחקר זה.

## 6. הסקטור האקדמי

לצורך הערכת ביצועי הסקטור האקדמי נבדקו נתונים על פרסומים מדעיים בישראל ובעולם. פרסומים בנושא איכות סביבה ואקולוגיה בישראל הושו לסך הכול הפרסומים בעולם, תוך שימוש בנתוני מגמה מ-1989 עד 1998. ניתוח פרסומים מדעיים נותן לרוב אינדיקציה על פעילות מחקר אקדמית שקדמה לפרסום ב-2-5 שנים; זאת מכיוון שתוצאות של מחקרים מתפרסמות בדרך כלל לפחות שנה לאחר סיום המחקר, ומחקרים מתמשכים לרוב כמה שנים.





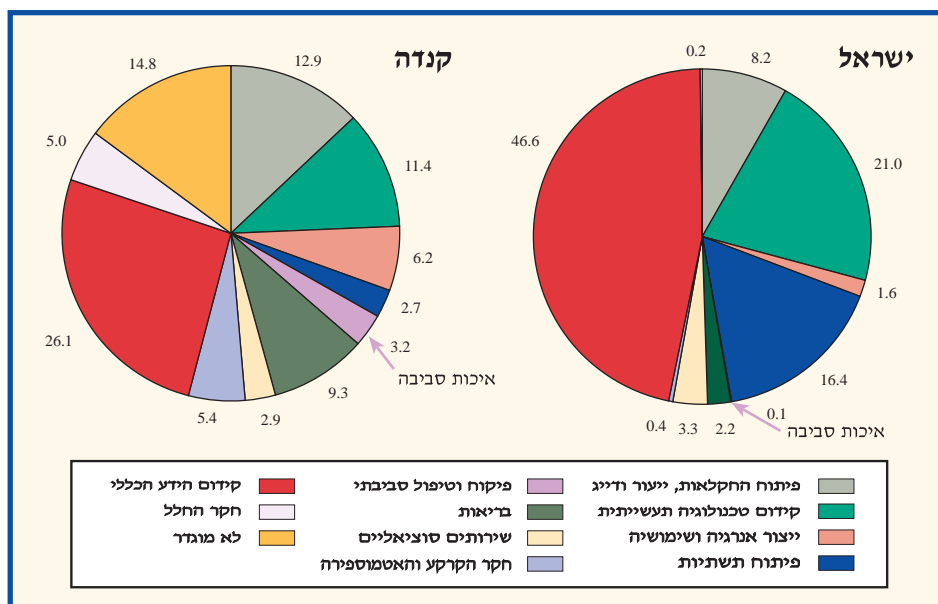
## ד. טכנולוגיה ומו"פ סביבתי בישראל

הממצאים בנושא טכנולוגיה ומו"פ סביבתי יוצגו על-פי חלוקה לשלשה סקטורים: הסקטור הממשלתי, הסקטור העסקי והסקטור האקדמי.

### 1. הסקטור הממשלתי

תרשים 1 מציג את הוצאות משרדי הממשלה למו"פ אזרחי לפי יעדים בעבור קנדה וישראל בשנת 1997 (הערכים בדולרים מפורטים בלוח 1). קנדה מייצגת כאן את מדינות ה-OECD שנבחרו לצורך המחקר, ואשר מפורטות במלואן בנספח 1.

תרשים 1: הוצאות משרדי ממשלה למו"פ אזרחי לפי יעדים באחוזים  
מסך הכול תקציב המו"פ GBAORD בישראל ובקנדה לשנת 1997

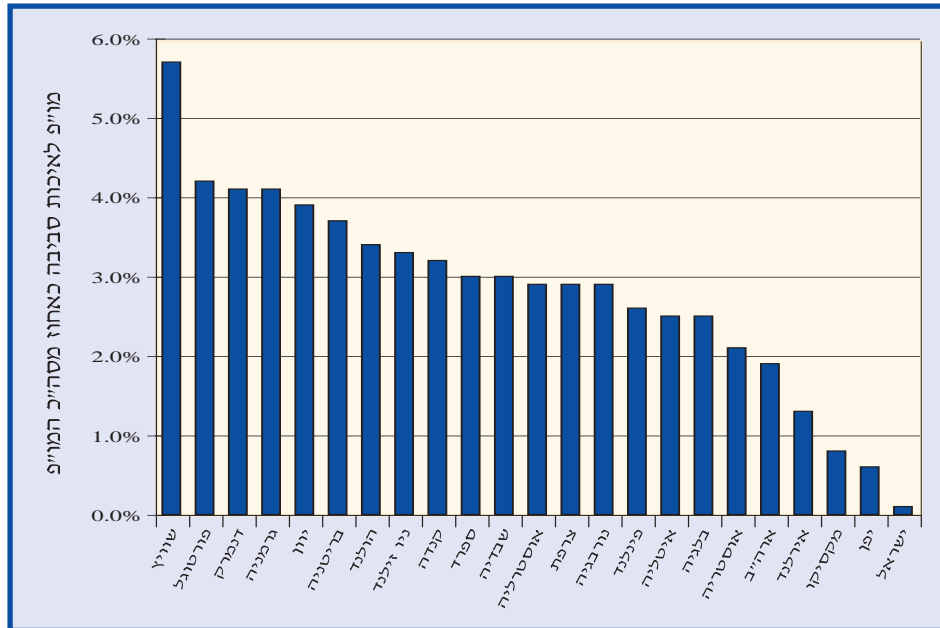


כבר ממבט ראשון אפשר להבחין שישראל שונה מקנדה. יעדי המו"פ בישראל מסווגים ברובם לשתי קטגוריות: קידום הידע הכללי (46.6%) וקידום טכנולוגיה תעשייתית (21.0%). מבחינת סדר העדיפויות, אלה יעדי החדשנות המרכזיים של הממשלה. פיתוח תשתיות (16.4%) ופיתוח החקלאות (8.2%) באים אחריהם, ואילו שאר היעדים ובכללם איכות הסביבה לא באים לידי ביטוי משמעותי ולכולם ביחד מוקצים 7.8% בלבד. אחוז ההוצאה הממשלתית למו"פ בתחום איכות הסביבה מזערי, ועומד על 0.1% (הערך הגבוה ביותר ליעד זה היה 0.4% מסך הכול התקציב בממשלתי למו"פ ב-1996).<sup>21</sup>

**לוח 1: הוצאות משרדי ממשלה למו"פ אזרחי לפי יעדים בישראל<sup>22</sup> ובקנדה לשנת 1997, באלפי דולרים (ארה"ב)**

ישראל		קנדה		יעדים
%	\$	%	\$	
8.2	79.9	12.9	318.0	פיתוח חקלאות, ייעור ודייג
21.0	204.5	11.4	281.7	קידום טכנולוגיה תעשייתית
1.6	15.6	6.2	151.7	ייצור אנרגיה ושימושיה
16.4	159.7	2.7	65.7	פיתוח תשתיות
<b>0.1</b>	<b>1.0</b>	<b>3.2</b>	<b>79.0</b>	<b>פיקוח וטיפול סביבתי</b>
2.2	21.4	9.3	230.0	בריאות
3.3	32.1	2.9	72.0	שירותים סוציאליים
0.4	3.9	5.4	132.8	חקר הקרקע והאטמוספירה
46.6	453.8	26.1	643.1	קידום הידע הכללי
0.2	1.9	5.1	124.4	חקר החלל
	0	14.8	365.6	לא מוגדר
<b>100</b>	<b>973.8</b>	<b>100</b>	<b>2,464.0</b>	<b>סה"כ</b>

**תרשים 2: הוצאות למו"פ סביבתי באחוזים מסך הכול תקציב המו"פ במדינות OECD, בשנים 1991-1997\***

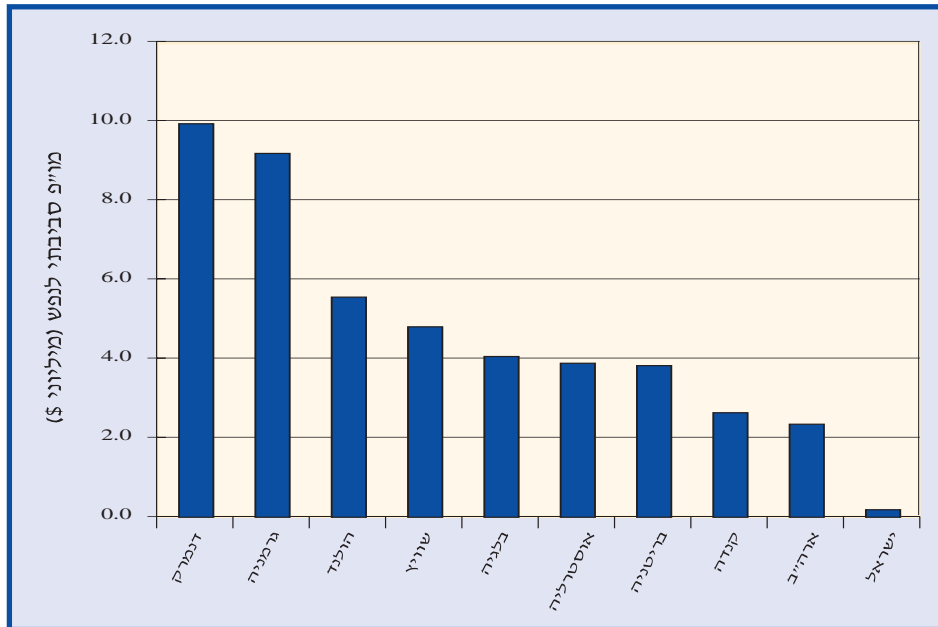


\* ע"פ הנתון העדכני ביותר. לפרטים ראה נספח 2.

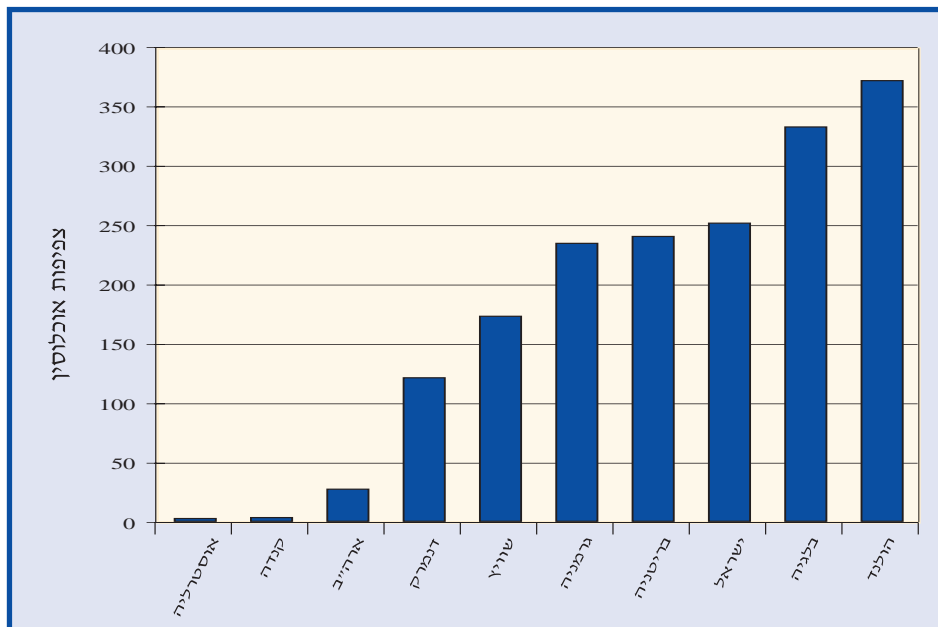
בהשוואה למוצע מדינות ה-OECD בהוצאות הממשלות השונות למו"פ סביבתי, העומד על כ-2.9% מסך תקציב המו"פ הכללי, ישראל מייעדת תקציב מזערי למו"פ סביבתי, הרבה פחות מכל מדינה ב-OECD (ראה תרשים 2). ב-1997 השקיעה יפן במו"פ סביבתי יחסית לתקציב המו"פ הממשלתי את השיעור הנמוך ביותר מכל מדינות ה-OECD - 0.6%, בעוד שבאותה שנה השקיעה ישראל כ-0.1%. העובדה שרמת ההשקעה הממשלתית היחסית במו"פ סביבתי נמוכה מאוד, מרמזת על כך ששיקולי חדשנות טכנולוגית סביבתית כמעט ואינם חודרים לסדר היום הממשלתי ואינם מהווים יעד עדיפות לממשלה בישראל.

מקובל להניח שככל שמדינה צפופה יותר, כך גם גובר הלחץ על הסביבה ונוצרות בעיות סביבתיות קשות. בדיקה של סך ההשקעה הממשלתית במו"פ סביבתי לנפש בהשוואה למדינות ה-OECD, המוצגת בתרשים 3 ובלוח 2, מראה שלמרות צפיפות האוכלוסין הגבוהה בישראל (ראה תרשים 4), ההשקעה במו"פ סביבתי לנפש נמוכה מאוד ביחס לאותן המדינות.

תרשים 3: מו"פ סביבתי לנפש במיליוני דולרים במדינות נבחרות



תרשים 4: צפיפות אוכלוסין (לקמ"ר) במדינות נבחרות, 1997



**לוח 2: הוצאות משרדי ממשלה למו"פ סביבתי לנפש במדינות נבחרות  
לפי צפיפות אוכלוסין**

מדינה	שנה	מו"פ סביבתי במיליוני דולרים (ארה"ב)	מו"פ סביבתי לנפש בדולרים (ארה"ב)	צפיפות אוכלוסין (לקמ"ר) 1997
אוסטרליה	1994	71.0	3.89	2.3
קנדה	1997	78.7	2.64	3.1
ארה"ב	1997	623.0	2.35	27.0
דנמרק	1996	51.8	9.94	120.8
שוויץ	1991	34.3	4.81	172.6
גרמניה	1996	767.6	9.19	234.0
בריטניה	1996	224.0	3.83	239.8
<b>ישראל</b>	<b>1997</b>	<b>1.0</b>	<b>0.19</b>	<b>251.0</b>
בלגיה	1996	41.1	4.06	332.0
הולנד	1997	86.3	5.56	371.8

**(א) המדען הראשי של משרד התעשייה והמסחר:**

כגורם המטפל בקידום טכנולוגיה תעשייתית, משרד התעשייה והמסחר (תמ"ס) אחראי על רוב תקציב המו"פ בו תומכת ממשלת ישראל, פרט לקרנות אוניברסיטאיות. מו"פ זה אינו כולל מו"פ ביטחוני, ששיעורו במשק הישראלי גבוה. במחקר שערך ד"ר אביעזר ישראלי (1999) לא נמצאה כל התחשבות או מעורבות של משרד התמ"ס בנושאים הקשורים להפחתת הפגיעה באיכות הסביבה הנגרמת על-ידי פיתוח תעשייתי. להלן נסקרות היחידות העיקריות במסגרת המדען הראשי של המשרד.

**(1) מסלולי עידוד לתכניות מו"פ למפעלים במסגרת המדען הראשי של משרד התמ"ס:**

הקצאת תקציב המו"פ של משרד התמ"ס נעשית בעיקר דרך המדען הראשי של המשרד, ומסתכמת בכ-1.5 מיליארד שקל (בשנת 1999). רוב המענקים ניתנים במסגרת תכניות תמיכה שונות ותמריצים במסגרת החוק לעידוד מחקר ופיתוח בתעשייה (1984). החוק נוסח במטרה לעודד מפעלים ישראליים בעלי אוריינטציה טכנולוגית להשקיע בפרויקטים של מו"פ. חוק המו"פ אינו מבדיל בין סקטורים תעשייתיים שונים (כגון אלקטרוניקה,

- כימיה ומתכת) או בין מטרות חברתיות שונות (כגון בריאות, אנרגיה ותשתיות). מטרות החוק לעודד ולתמוך במו"פ בתעשייה לשם:
- (1) פיתוח תעשייה עתירת ידע, תוך ניצול והרחבה של התשתית הטכנולוגית והמדעית ומשאבי האנוש הקיימים במדינה.
  - (2) שיפור מאזן התשלומים של המדינה על-ידי ייצור וייצוא של מוצרים עתירי ידע שפותחו בה, וצמצום הייבוא של מוצרים מסוג זה.
  - (3) יצירת מקומות עבודה בתעשייה וקליטת כוח אדם מדעי וטכנולוגי.

משרד המדען הראשי של התמ"ס עורך את הסטטיסטיקות על מאגרי המידע שלו לפי מספר קטגוריות תעשייתיות.<sup>23</sup> מכיוון שאיכות הסביבה אינה קטגוריה תעשייתית אלא חברתית, היא אינה נמנית בין הקטגוריות. מסיבה זו אי-אפשר לעשות שימוש בנתוני משרד המדען הראשי לצורך המחקר עליו מתבסס פרסום זה. הערכת הצעות המחקר נעשית על-ידי צוות בוחנים מקצועיים במשרד המדען הראשי של המשרד. במהלך המחקר עלתה שאלת יכולתם של הבוחנים המקצועיים לשלב שיקולים של איכות סביבה בהערכת פוטנציאל ההצלחה של פרויקט מו"פ נבדק. מתוך הראיונות שערכנו מתקבל הרושם שנקודה זו עשויה להיות בעייתית במקרים מסוימים.<sup>24</sup> אישוש לרושם זה אפשר למצוא גם במחקר על מדיניות איכות הסביבה בתכניות מו"פ מדעי ותעשייתי (ישראל, 1999). פירוש הדבר שהצעה למו"פ טכנולוגי סביבתי, בעל פוטנציאל כלכלי גבוה, עשויה לקבל הערכה נמוכה מצד הבודקים המקצועיים עקב קושי שלהם להעריך את הפוטנציאל לייצוא שיווצר משינויים עתידיים בשוק איכות הסביבה. בעיה נוספת היא שהמשרד לא יכול לממן מו"פ לפיתוחים סביבתיים מקומיים, מכיוון שהקריטריון העיקרי בחוק המו"פ הוא פוטנציאל הייצוא של המוצרים מהטכנולוגיה. שיפור איכות הסביבה בישראל לא נכלל בקריטריונים של המדען הראשי.

בעיה נוספת קשורה ליחס הקיים בחוק המו"פ כלפי ייצוא טכנולוגיה. כאמור, חוק המו"פ דורש ייצוא של המוצרים שפותחו בעקבות המו"פ, אולם אוסר על ייצוא הטכנולוגיה שפותחה בעקבותיו, ומפעלים המפריים הוראה זו נקנסים. יוצא מכך, שגם כאשר מפעל עוסק במסגרת מענקי המו"פ בשיפור תהליך הייצור ובהפיכתו לידידותי יותר לסביבה, אסור לו להפיק רווח מייצוא הטכנולוגיה הסביבתית הזו לחו"ל. הדבר מפחית עוד יותר את המוטיבציה של מפעלים לעסוק במסגרת מענקי המו"פ הללו בחדשנות טכנולוגית של תהליך הייצור.

למרות האמור לעיל, במסגרת תכנית מו"פ לפיתוח מוצר חדשני, מוגדר גם מסלול לפיתוח תהליך ייצור קיים או לשיפור מהותי בתהליך ייצור קיים. זאת בתנאי שכלל התכנית (או המוצרים ממנה) מיועדת לייצוא ומאושרת על-ידי ועדת המחקר. אין הרבה

מפעלים היודעים על כך, אולם במסגרת סעיף זה אפשר לשלב שיקולי איכות סביבה. לדוגמה, מפעל המגנזיום של מפעלי ים המלח וחברת פולקסווגן ערכו מחקר מקיף להחלפת המלח BrCl, שאינו ידידותי לאדם, למלח מסוג סודיום ברומיד שהוא ניטרלי. מלח זה משמש כיום בתהליך הייצור של מגנזיום. התוצאה שהתקבלה היא גם ידידותית לסביבה וגם הוזילה את עלויות הייצור.

**(2) תכנית מגני"ט - מו"פ גנרי טכנולוגי:** תכנית זאת פועלת תחת אחריותו של המדען הראשי של משרד התמ"ס. התכנית מיועדת לעודד מו"פ גנרי שיתופי קדם-תחרותי. במסגרת התכנית פועלות 18 קונסורציות העוסקות במחקרים משותפים בנושאים שונים. מגני"ט אינה משלבת את נושא איכות הסביבה בשיקולי בחירת הפרויקטים לתכנית. למרות זאת, אחד הפרויקטים בתכנית, פרויקט CONSOLAR, מתמקד במציאת תחליפים לאנרגיה קונבנציונלית באמצעות אנרגיית שמש. פרויקט אחר, "הקונסורציום לפיתוח טכנולוגיית מגנזיום", מיועד למצוא תחליפים ממגנזיום לרכיבים ולחלקים ברכב. הדבר מאפשר לייצר רכיבים קלים יותר וחוסכי אנרגיה.

הגורם הדוחף לשני הפרויקטים הללו הוא לחץ סביבתי של ממשלות בעולם להפחית זיהום אוויר מכלי רכב וממקורות אנרגיה, ולחסוך בחומרי אנרגיה. אפשר לראות כאן דוגמה להשפעה של פעילות תקינה ואכיפה בעולם על פעילות החדשנות בישראל. גם במסגרת תכנית מגני"ט אפשר לעשות מו"פ לשיפור תהליך הייצור, אולם אין מודעות לכך ברוב מפעלי התעשייה. מפעל המגנזיום ערך במסגרת מגני"ט מחקר לשינוי הגז SF<sub>6</sub>, גז הפוגע בסביבה ומשמש בתהליך הייצור של מגנזיום, לגז SO<sub>2</sub>. גז זה זול יותר ואינו מזיק לאטמוספירה. מכיוון שגז זה מעורר קורוזיה חריפה, עסק פרויקט המחקר בפיתוח סביבת עבודה שאינה ניזוקה מהגז. בסופו של דבר פותחה מערכת יעילה וחסכונית הרבה יותר שאינה מזיקה לסביבה.

כיום נערכים דיונים על שינוי חוק המו"פ, וקיימת כוונה לנסח חוק מו"פ חדש. התערבות משמעותית מצד המשרד לאיכות הסביבה והגופים הירוקים האחרים עשויה לשנות את הגישה הנוכחית ולאפשר התייחסות לנושאי איכות הסביבה בחוק החדש.

**(3) החממות הטכנולוגיות:** תכנית החממות הטכנולוגיות היא תכנית נוספת של המדען הראשי במשרד התמ"ס לתמיכה במו"פ. החממות תומכות ביזמים טכנולוגיים ומסייעות להם לפתח את יזמתם בשלבים הראשוניים של הרעיון. כל פרויקט מקבל מימון של עד 300,000 דולר לשנתיים, המהווים מקסימום 85% מהתקציב הכולל של הפרויקט.<sup>25</sup> אחת מ-24 החממות, חממת מופת בקריית ארבע, מתמחה בטכנולוגיות סביבתיות. התמחות זאת היא מקרית, ולא נבעה ממדיניות מכוונת של המשרד. בחממה זאת פועלים

13 פרויקטים בקטגוריית איכות סביבה המהווים כ-6.5% מסך הפרויקטים בכלל החממות. בנוסף לפרויקטים אלה קיימים עשרה פרויקטים נוספים, חלקם כבר עזבו את החממות, שיכולים להיכלל בקטגוריית איכות הסביבה. אם מוסיפים את הפרויקטים הללו ל-13 אשר עדיין נמצאים בשלב החממה, 23 הפרויקטים מהווים כ-4.3% מכלל הפרויקטים של התכנית.<sup>26</sup>

### **(ב) משרד המדע, התרבות והספורט:**

נושא איכות הסביבה מוגדר במשרד המדע כאחד היעדים של תכנית מחקרי התשתית הלאומית של ישראל (ישראלי, 1999). המשרד מוציא מכרזים למחקרים סביבתיים. ולהלן התייחסותו לתחום איכות הסביבה:

משרד המדע, באמצעות הוועדה הלאומית לפיתוח תשתיות בתחום איכות סביבה ומים, מעוניין בפיתוח וקידום פעילות מחקרית בישראל בתחום זה, באמצעות מימון תכניות של מוקדי ידע, בנושאים העומדים בחזית הידע העולמי. מו"פ בנושאים אלה אפשרי לביצוע תוך שיתוף פעולה בין-תחומי ובין-מוסדי, ואשר הפוטנציאל היישומי והכלכלי שלו יכול לשפר את יכולתה התחרותית של מדינת ישראל.  
(מתוך קול קורא בתחום איכות סביבה ומים, 2000)

במסגרת התכנית לפיתוח תשתיות מדעיות וטכנולוגיות באיכות הסביבה והמים מומנו על-ידי המשרד בשנים 1997-1999 מוקדי ידע ומלגות בהיקף כולל של כ-16 מיליון ש"ח בתחומים הבאים: זיהום בסקטור התעשייתי; פסולת מוצקה; הפחתת נזקים מכימיקלים; משאבי מים ושימור איכותם לטווח ארוך; טכנולוגיה לשמירת איכות מקורות מים עיליים.

בשנת 1999 הקצה משרד המדע 7.6 מיליון ש"ח למחקרים הקשורים לאיכות סביבה ומים. סכום זה היווה 8.2% מתקציב המחקר של המשרד ב-1999, שיועד לפיתוח תשתיות מדעיות.

### **(ג) משרד החקלאות ופיתוח הכפר:**

המדען הראשי של משרד החקלאות מימן פרויקטים של מחקר בכמה תחומים הקשורים גם לאיכות הסביבה. הבולטים בהם הם השבת מי קולחין לחקלאות והפחתת השימוש בחומרי הדברה. מבין תחומים אלה נראה שהפחתת השימוש בחומרי הדברה מהווה



פונקציה ישירה וכמעט בלעדית של איכות הסביבה. אחד מהפרויקטים העיקריים בתחום הפחתת השימוש בחומרי הדברה, שנערך בשנתיים האחרונות, הוא הפרויקט לדחיקת השימוש במתיל ברומיד. המימון של פרויקט זה, בסך 480 אלף ש"ח בשנה, מתחלק בין משרד החקלאות (280 אלף לשנה) והמשרד לאיכות הסביבה (200 אלף לשנה), ויכול להוות דוגמה לשיתוף פעולה בין-משרדי במו"פ, שהוא גם בעל השלכות עסקיות בסקטור הפרטי. לוח 3 ותרשים 5 מתארים את ההשקעות של המשרד בתחומים אלה (בש"ח).

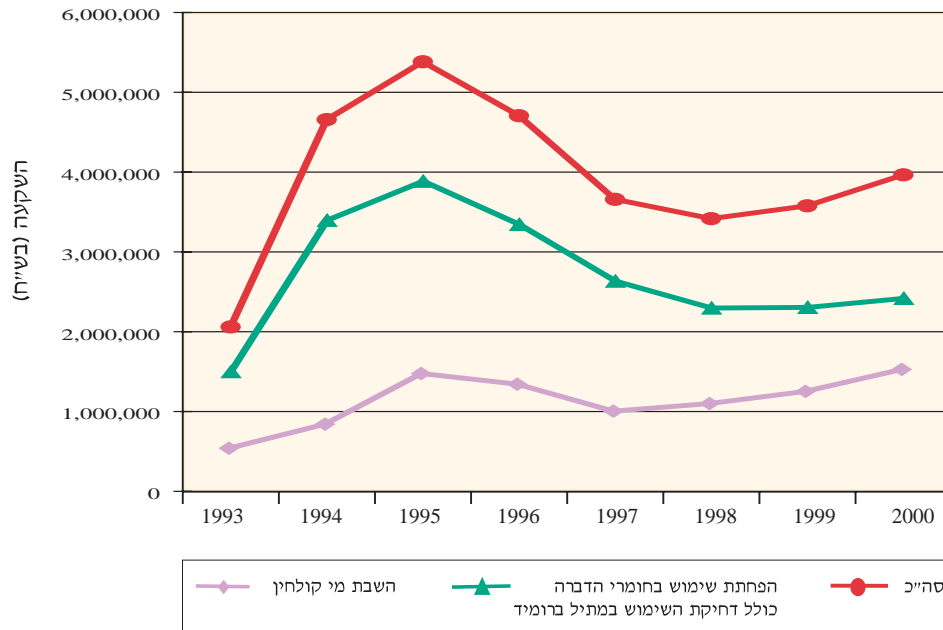
### לוח 3: השקעות משרד החקלאות בתחום איכות הסביבה\*

שנה	השבת מי קולחין לחקלאות (מנורמל לשנת 1999)	הפחתת השימוש בחומרי הדברה (מנורמל לשנת 1999)	דחיקת השימוש במתיל ברומיד	סה"כ שנתי (מנורמל לשנת 1999)
1993	557,000	1,517,000		2,074,000
1994	859,000	3,413,000		4,672,000
1995	1,494,000	3,903,000		5,397,000
1996	1,360,000	3,361,000		4,721,000
1997	1,022,000	2,651,000		3,673,000
1998	1,117,000	2,314,000		3,431,000
1999	1,270,000	1,842,000	** 480,000	3,592,000
2000	1,545,000	1,955,000	** 480,000	3,980,000
<b>סה"כ</b>	<b>9,224,000</b>	<b>20,956,000</b>	<b>960,000</b>	<b>31,540,000</b>

\* תודתנו נתונה לתניב רופא מלשכת המדען הראשי של משרד החקלאות ופיתוח הכפר על שסיפקה לנו נתונים אלה.

\*\* בשיתוף המשרד לאיכות הסביבה.

תרשים 5: השקעות משרד החקלאות במו"פ הקשור לאיכות הסביבה  
(ראלי, מנורמל לשנת 1999)



#### ד) המשרד לאיכות הסביבה:

מאז הקמתו ב-1988 לא התחוללו שינויים משמעותיים בתקציב המשרד שנותר קטן ומותר מעט מקום לתקצוב פעילות מו"פ. בנוסף, כמעט ולא קיים שיתוף פעולה בין המשרד לאיכות הסביבה לבין משרד התמ"ס, דבר התורם לקושי בעיצוב מדיניות אינטגרטיבית בתחום חדשנות סביבתית בתעשייה. בנובמבר 1997 התפרסם הדו"ח של הוועדה הציבורית-מקצועית לקביעת הליכי תקינה להגנה על איכות הסביבה. דו"ח זה ממליץ על מסגרת מדיניות לתקינה סביבתית המתבססת על שיתוף פעולה ומדגישה פיתוח טכנולוגי, והמשרד לאיכות סביבה מייחס חשיבות רבה ליישומו. להלן כמה המלצות מדו"ח זה הרלוונטיות מאוד לחדשנות טכנולוגית:

המשרד לאיכות הסביבה יגבש **תקנים** לאיכות הסביבה, כגון "תקני פליטה" לרמות פליטת זיהום מרביות ו"תקני סביבה" לריכוזי זיהום סביבתי מרביים - באמצעות מנגנון הכולל ועדת היגוי וועדות משנה, ובהן נציגים של משרדי הממשלה ושל אותם גופים העשויים, להערכת המשרד, להיות מושפעים מן התקינה הצפויה...

תהליך התקינה יישען על **עקרונות מנחים** שיבטיחו, בין השאר, כי בעת הכנת התקן ייבחנו כל השיקולים הנוגעים לעניין - ובכלל זה שיקולים סביבתיים, כלכליים, טכנולוגיים ומשפטיים; וכן כי התקנים שיוכנו יהיו ישימים, ייקבעו בהתחשב בתועלת הצפויה מהם, בעלות הכרוכה באימוצם ועל בסיס הטכניקה הטובה ביותר הניתנת ליישום בתנאים טכנולוגיים וכלכליים סבירים.

עקרונות אלה יבטיחו גם: **יעילות** של כלי התקינה; **סיביות** באכיפתה ("המזהם משלם"); עדיפות **למניעת** המפגע (על פני טיפול בתוצאותיו); **שקיפות** מרבית לכל תהליך הכנת התקינה; **זהירות** מפני הזנחת סיכונים לסביבה; **ודאות** שתאפשר היערכות נאותה להשקעות הנדרשות לעמידה במגבלות שמטילה התקינה; **הדרגתיות** ביישומה; הגשמת המדיניות **הסביבתית**.

הליכי התקינה דלעיל כוללים כלים ליישוב חילוקי דעות, בשאיפה להגיע להסכמה **פה אחד**...

יש להקים **יחידה למידע תקינה וכלכלה** במשרד לאיכות הסביבה, כדי לאפשר למשרד להוציא לפועל את המתכונת החדשה לתקינה המומלצת בדו"ח הנוכחי. יחידה זו תהיה מופקדת על עבודת המטה של ליווי כל הליכי התקינה ועל הקמת מאגר מידע הנדרש לכך.

(מתוך דו"ח הוועדה הציבורית-מקצועית לקביעת הליכי תקינה  
**להגנה על איכות הסביבה, 1997**, ההדגשות במקור)

ההדגשה שנותן הדו"ח לקונסנזוס בתהליך התקינה, ולעקרונות כלכליים טכנולוגיים מהווה צעד חשוב בביסוס תקינה ידידותית לחדשנות שתעודד חדשנות טכנולוגית סביבתית. יש עדיין הרבה לעשות בתחום שיפור התקנות כך שיעודדו במפורש חדשנות סביבתית. בעקבות הדו"ח הוקמה במשרד היחידה למידע, תקינה וכלכלה. יחידה זאת מרכזת את עבודתה של ועדת היגוי לתקינה, בה משתתפים נציגים מהמשרד לאיכות הסביבה, ממשרדי ממשלה אחרים הנוגעים לעניין איכות הסביבה, מהאקדמיה וכן מהתאחדות התעשיינים וגורמי תעשייה. כמו כן הוקמו עד היום כמה ועדות משנה לטיפול בתקינה בתחומים מוגדרים (איכות אוויר, קרינה מתדרי רדיו, זיהום מים מחוות מכלי דלק והפחתת פסולת אריות). ועדת ההיגוי מבצעת סקירה של תקינת ייחוס בחו"ל (לרוב תקנים של ה-OECD, האיחוד האירופי או תקנים אמריקניים), ועל סמך התקינה הזו מגבשת את הגדרת המשימה של ועדות המשנה (לדוגמה, נושאים כמו איכות מי קולחין, חומרים מסוכנים ושפכי תעשייה). ועדות המשנה רשאיות להוציא עבודה מקצועית לגופים מקצועיים חיצוניים (לדוגמה, הזמנת עבודה על טיפול בזיהום מים מחוות מכלי דלק).

קיימים במדינת ישראל כמה תחומים בהם בעיות איכות הסביבה חמורות יותר מן הבעיות ברוב המדינות המפותחות. בעיות מעין אלה בולטות למשל בתחום הטיפול במים. התקינה בישראל בתחומים אלה חייבת להיות מחמירה יותר מאשר ברוב המדינות המפותחות, כדי להבטיח אותה רמת פגיעה באיכות הסביבה. פורטר ולינד (1995) מתארים מצב שבו מדינה המובילה בעולם בתקינה סביבתית מסייעת לסקטורים התעשייתיים בה לפתח חדשנות טכנולוגית אותה אפשר להפוך ליתרון תחרותי. תקינה זאת חודרת בהמשך גם למדינות אחרות.

המשרד לאיכות הסביבה תיקן לאחרונה תקינה על שיעורי מלחים מרביים בדטרנגנטים, המחמירה יותר מכל תקינה דומה בעולם. בתהליך התקינה היו מעורבות גם חברות דטרנגנטים בין-לאומיות, כגון Uniliver ו-Procter & Gamble, שהיו מעוניינות ללמוד אותו באופן מעמיק. זאת מתוך הבנה שיישום מוצלח של התקינה בישראל עשוי לפתוח פתח לשינויי תקינה דומים באירופה ובעולם כולו. תקינה זאת עשויה לעודד חברות דטרנגנטים ישראליות לפתח חדשנות, שתאפשר הורדת המלחים במוצרי דטרנגנטים, כגון אבקות כביסה וחומרים למדיחי כלים, חדשנות שתעניק לחברות אלה יתרון תחרותי משמעותי בעולם. אולם, ככל הידוע לנו לא מתקיימת פעילות משלימה המיועדת לסייע לחברות הדטרנגנטים בישראל לפתח חדשנות מעין זו.

## **ה) שיתופי פעולה בתחום המו"פ בין המשרד לאיכות הסביבה לבין משרדים וגופים אחרים:**

כאמור, המשרד לאיכות הסביבה משתף פעולה עם משרד החקלאות במימון מו"פ להפחתת השימוש בחומרי הדברה מאז שנת 1999. מעבר לשיתוף פעולה זה לא נתקלנו בשיתופי פעולה פורמליים נוספים של המשרד עם משרדים אחרים. בתחום של עידוד מפעלים ישראלים להשתתף בתכניות המו"פ של האיחוד האירופי, המשרד מקיים קשרים לא-רשמיים עם ISERD, אולם אין בתחום זה תכניות או פרויקטים רשמיים.

## **2. הסקטור העסקי**

חקר הפטנטים שערכנו התמקד בעיקר בחדשנות של הסקטור העסקי, מכיוון שזהו הסקטור העיקרי המגיש בקשות לרישום פטנטים. עם זאת, המחקר התייחס להיבט אחד בלבד של פעילות החדשנות שמבצע סקטור זה. במקרים רבים מפעלים אינם מוציאים פטנטים על חידושים שעשו בתהליך הייצור עצמו, למרות שחידושים מעין אלה מהווים חלק חשוב בחדשנות הסביבתית ומושקעת בהם פעילות מו"פ רבה. על פי ההמלצות של ה-OECD אנו מגדירים מו"פ סביבתי, וכן מוצרים המפותחים כתוצאה ממו"פ סביבתי, רק כאשר

איכות הסביבה הוגדרה כמטרה מרכזית בפעילות מו"פ זו. מוצרי פעילות מו"פ ההופכים לידידותיים יותר לסביבה (כגון מנועים הצורכים פחות דלק, מחשבים הצורכים פחות אנרגיה, מדיחי כלים הצורכים פחות מים), גם כאשר הם מסתיימים ברישום פטנטים, אינם מסווגים בהגדרתנו כפטנטים סביבתיים.

הממצאים מורים על התעוררות כללית, החל משנת 1996, בתחום הבקשות לרישום פטנטים מישראל, בעיקר במאגר הבין-לאומי.<sup>27</sup> מגמה זאת אף חזקה יותר בתחום הפטנטים הסביבתיים, אם כי סדרי הגודל בתחום זה הם עדיין קטנים יחסית. במאגר האירופי<sup>28</sup> והבין-לאומי, כלל הבקשות לרישום פטנטים בתחום איכות הסביבה מהווים כ-1.9% מסך הבקשות לפטנטים,<sup>29</sup> שיעור נמוך למדי. לא ברור אם הדבר משקף פעילות מו"פ סביבתי עולמית נמוכה, או נטייה נמוכה לרישום פטנטים בתחום זה. לגבי רישום פטנטים מישראל, יחס זה נמוך יותר, ונע סביבות 1.5%. בשנת 1996 למשל נרשמו 15 בקשות לפטנטים בתחום זה. במחקר הפטנטים חולק נושא איכות הסביבה לשישה תחומים: סילוק אשפה, מחזור, הפחתת רעש, איכות אוויר, איכות מים ומדידה ובקרה. שני תחומים בהם קיימת התעוררות בשנים האחרונות בארץ הם בקשות לפטנטים בתחום איכות מים ובקשות לפטנטים בתחום אמצעי מדידה ובקרה סביבתיים. מספר הפטנטים הנמוך מקשה לקבוע האם מדובר כאן במגמה מתפתחת או במספר אקראי שיחזור וירד בשנים הבאות.

### 3. הסקטור האקדמי

כפי שכבר צוין, תקציב האוניברסיטאות (או, כפי שהוא מכונה במדד GBAORD, "קידום הידע הכללי") זוכה ל-40.7% מכלל תקציב המו"פ בישראל.<sup>30</sup> בסקטור האקדמי התמקדנו בשני נושאים עיקריים: (1) מחקרי איכות סביבה באקדמיה; (2) ביצועי חדשנות סביבתית אקדמית שנאמדו על-פי פרסומים מדעיים בתחום איכות הסביבה.

#### א) קביעת מדיניות וסדר עדיפויות למחקר אקדמי בתחום איכות הסביבה:

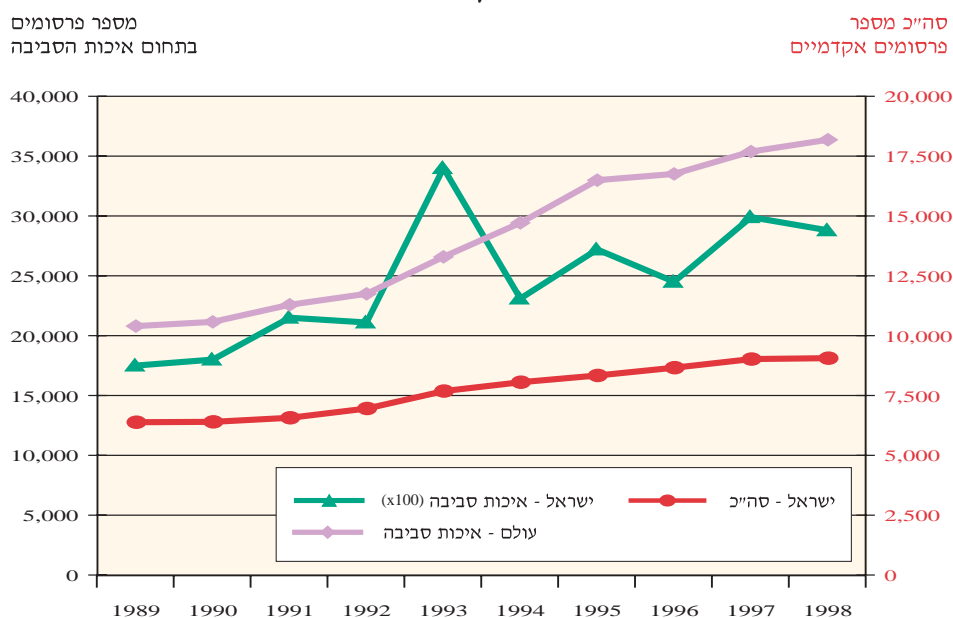
מהבדיקה שעשינו עולה שלא קיימים עקרונות לחלוקת תקציבים בסקטור האקדמי לפי מטרות חברתיות כגון איכות הסביבה. המחקרים בתחום זה נחלקים לכמה דיסציפלינות (חקלאות, כימיה, וכדומה), ומתוקצבים בכל פקולטה ובכל מחלקה על בסיס מקומי. למרות זאת, עקב תחושה של ירידה בכמות המחקר בתחום חקר הסובב ובאיכותו, מינתה האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים ועדה מייעצת לעידוד התחום. הוועדה, שהתכנסה ב-1998, כוללת חברים מהאוניברסיטה העברית בירושלים, הטכניון ומכון ויצמן למדע, והיא רוכזה על-ידי ד"ר סגל מהאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים. היא המליצה, בפרסום שראה אור לאחרונה, שפעילויות האקדמיה בעידוד חקר הסובב יתרכזו בשלושה

תחומים: מים, ניטור ופסולת מוצקה. כמו כן, היא הציעה לדון בהקמת מרכז אנליטי לאומי לתחום. האמצעי העיקרי שהוצע על-ידי הוועדה לקידום המחקר הוא הקמת גרעין של חוקרים צעירים מצטיינים בנושאים נבחרים, אשר יפעלו לקידום. לחוקרים אלה תמומן פעילות פוסט-דוקטורט בתחומי חקר הסביבה.

### ב) מדדי ביצוע של הסקטור האקדמי:

פרסומים אקדמיים מהווים מדד לפעילות מחקרית של הסקטור האקדמי בארץ. קיים פער זמן מסוים בין פעילות המחקר לבין הפרסום, מכיוון שהפרסומים נכתבים בדרך כלל בסוף המחקר. כמו כן קיים פער זמן בין מועד חיבורם לבין מועד פרסומם. הנתונים המובאים בלוח 4 ובתרשים 6 נלקחו ממאגר המידע של ה-SCI<sup>31</sup> (Science Citation Index), ומתארים את הפרסומים בתחומים של טכנולוגיה סביבתית, אקולוגיה, ותחומים קרובים (חקר ימים ואגמים, מטאורולוגיה, וכד''). לשם השוואה אנו מציגים את הנתונים לגבי פרסומי איכות סביבה של חוקרים ישראליים, פרסומי איכות סביבה של כלל החוקרים בעולם, וכן כלל הפרסומים האקדמיים של חוקרים ישראליים. כדי לאפשר השוואת המגמות בשלושת התחומים, אנו מציגים אותם בתרשים 6 בקני מידה שונים (סה"כ פרסומים בישראל ופרסומי איכות סביבה בעולם בקני"מ 1:1, פרסומי איכות סביבה של חוקרים ישראליים מוגדלים פי 100).

תרשים 6: פרסומים אקדמיים בישראל ובעולם



מתרשים 6 אפשר לראות שקיימת בתחילת העשור האחרון, עד 1993, עלייה בתחום פרסומי איכות הסביבה של חוקרים מישראל. עלייה זו גבוהה ממגמת העלייה העולמית של פרסומים סביבתיים. החל משנת 1993 מתמתנת עלייה זאת, והיא נמוכה מהעלייה העולמית של פרסומים סביבתיים. ניתן לראות גם שחל גידול בתוצרים של כלל הפעילות האקדמית בישראל, כולל בפרסומים סביבתיים.

#### לוח 4: פרסומים אקדמאים בתחום איכות הסביבה בישראל

שנה	סה"כ פרסומים בתחום איכות הסביבה בישראל	סה"כ פרסומים אקדמיים בישראל	אחוז פרסומים בתחום איכות הסביבה מסה"כ הפרסומים בישראל	סה"כ פרסומים בתחום איכות הסביבה בעולם	סה"כ פרסומים אקדמיים בעולם	אחוז פרסומים בתחום איכות הסביבה מסה"כ הפרסומים בעולם
1989	175	6,333	2.76	20,799	620,916	3.35
1990	180	6,349	2.84	21,152	627,185	3.37
1991	215	6,519	3.30	22,581	645,854	3.50
1992	211	6,907	3.05	23,496	653,496	3.60
1993	340	7,635	4.45	26,583	668,621	3.98
1994	231	8,005	2.89	29,426	712,200	4.13
1995	272	8,287	3.28	32,990	751,151	4.39
1996	245	8,612	2.85	33,513	784,358	4.27
1997	299	8,972	3.33	35,380	803,276	4.40
1998	288	9,009	3.20	36,367	894,844	4.06

כדי לקבל תמונה על השינויים היחסיים בפרסומים סביבתיים בין ישראל לבין העולם נהוג להשתמש במדד היתרון היחסי הנגלה (Revealed Comparative Advantage) RCA. במדד זה מחלקים את הפרסומים בתחום איכות הסביבה מישראל לסה"כ הפרסומים האקדמיים מישראל וכך מקבלים את הנתון של פרסומים סביבתיים ביחס לכלל הפרסומים

מישראל. נתון זה מחולק לנתון דומה של הפרסומים האקדמיים בעולם, הכולל חלוקה של פרסומים אקדמיים סביבתיים עולמיים ביחס לכלל הפרסומים העולמיים. המדד נראה לפיכך כדלהלן:

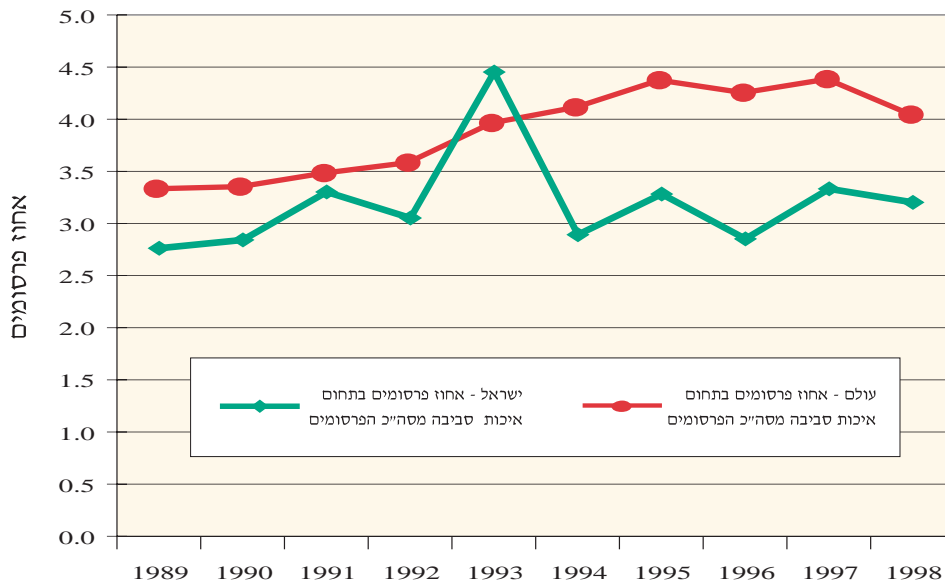
$$RCA = \frac{\frac{\text{פרסומים סביבתיים מישראל}}{\text{סה"כ פרסומים אקדמיים מישראל}}}{\frac{\text{פרסומים סביבתיים מהעולם}}{\text{סה"כ פרסומים אקדמיים מהעולם}}}$$

**לוח 5: מדד RCA בתחום פרסומים אקדמיים בנושאי איכות סביבה**

שנים	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
RCA	0.82	0.84	0.94	0.85	1.12	0.70	0.75	0.67	0.76	0.79

תרשים 7 מראה את היחסים בין הפרסומים הסביבתיים לבין פרסומים בתחום איכות הסביבה בארץ ובעולם. לוח 5 מראה את השינוי במדד ה-RCA בעשור האחרון.

**תרשים 7: אחוז הפרסומים בתחום איכות הסביבה מסך הכול הפרסומים האקדמיים**





מדד ה-RCA מאפשר לקבל תמונה לגבי ההתמחות האקדמית של מדינה בתחום מסוים ביחס למדינות אחרות או ביחס לעולם. ככל שמדד ה-RCA גבוה יותר, פירושו הדבר שיש התמחות ענפית גבוהה יותר במדינה ביחס לשאר העולם. ערך של 1 מהווה ערך ניטראלי, ופירושו שההתמחות במדינה בתחום זה שווה להתמחות בעולם. ערך הגבוה מ-1 מצביע על התמחות גבוהה יותר במדינה ביחס לעולם, וערך נמוך מ-1 מצביע על התמחות נמוכה יותר.

מדד ההתמחות אפשר לראות שהייתה עלייה בהתמחות במגזר האקדמי בתחום איכות הסביבה בארץ עד שנת 1993, ואילו משנה זו ואילך קיימת ירידה בהתמחות והפער זה גדל והולך. מכיוון שהמדד מייצג פעילות מחקרית שנעשתה כמה שנים קודם לפרסום המאמרים בכתבי העט המקצועיים, קיים חשש שהמצב כיום אף חמור יותר מזה המוצג בנתונים.

## 4. מוסדות ללא כוונת רווח

### (א) מכון הייצוא:

מכון הייצוא מסייע ליצרנים ישראלים להיכנס למעגל היצואנים או להרחיב את הייצוא של מוצרים וטכנולוגיות. במכון קיימת תת-מחלקה האחראית על סיוע לייצוא מוצרים וטכנולוגיות סביבתיות, הכוללת אדם אחד העובד על התחום בחצי משרה. אמנם מאמץ זה נראה מזערי, אך הוא משמעותי יותר מיזמות רבות אחרות בתחום.

מטרת פעילות האגף לחשוף את החברות הישראליות לשוק הבין-לאומי, ולפתח קשרי שיתוף פעולה עם חברות בעולם. תחומי הפעילות והעדיפויות של תת-המחלקה מוגדרות על-ידי הנהלה ציבורית המורכבת מנציגי התעשייה, מכון הייצוא ומשרד התמיכה.

האגף פועל בשני מישורים עיקריים. מישור פעילות אחד הוא פרסום הטכנולוגיות הסביבתיות הישראליות בחו"ל. פעילות במישור זה כוללת הקמת ביתן לאומי בתערוכות בין-לאומיות לטכנולוגיות סביבתיות בו מוזמנות חברות ישראליות להשתתף ולהציג את הטכנולוגיות או המוצרים שלהן, ארגון פגישות של חברות ישראליות עם קונים או משקיעים פוטנציאליים בחו"ל, הפצת עלון אלקטרוני דו-שבועי - *Environline* - המתמקד בחדשנות טכנולוגית בתחום איכות הסביבה והמופץ לכ-6000 נמענים בחו"ל, והפצת פרסומים תקופתיים המתמקדים בתחומים ספציפיים של איכות סביבה.

מישור הפעילות השני של האגף הוא איתור צרכים טכנולוגיים בחו"ל, שקיים להם פתרון טכנולוגי ישראלי. פעילות במישור זה באה לידי ביטוי בעיקר בריכוז בקשות לטכנולוגיות סביבתיות המגיעות מחו"ל. האגף מאתר את הבקשות שקיים בעבורן פתרון

טכנולוגי ישראלי, ויוזם את הקשר בין החברה הישראלית לבין ארגון שהגיש את הבקשה. בתחום זה כבר זכה האגף לייצוא טכנולוגיות סביבתיות להכרה בארץ, ומועברות אליו בקשות המגיעות מחו"ל למשרד החוץ, למשרד לאיכות הסביבה או למשרד התמ"ס. קשה להעריך מהי רמת הייצוא של טכנולוגיות סביבתיות, מכיוון שהייצוא מוגדר לפי סעיפי המכס, ואין סעיף מכס של איכות סביבה. למרות זאת, נראה שנוצרו שיתופי פעולה רבים כתוצאה מפעילויות של האגף. לדוגמה, נוצר קשר בין חברה ישראלית שפיתחה מתקן לטיהור שפכים ביתיים, שמטרתו להחליף בורות ספיגה, לבין חברה גרמנית שהתעניינה בטכנולוגיה. הטכנולוגיה נמכרה בגרמניה, וכיום נמצאת החברה בתהליך חדירה לשוק בארה"ב. דוגמה נוספת להצלחה היא חברה ישראלית שפיתחה שיטה להפקת אנרגיה מטיפול בפסולת מוצקה לא-ממוינת. האשפה עוברת תהליך של מיון, ולבסוף מופקת אנרגיה מ-95% מן החומר האורגני (שהוא עיקר הנפח באשפה). גם החברה הזו נמצאת במגעים עם מתעניינים בחו"ל עקב פעילות מכוון הייצוא.

### **(ב) מנהלת תכנית המו"פ של האיחוד האירופי בישראל - ISERD<sup>32</sup>**

החל משנת 1996 רשאת ישראל להשתתף בתכניות מסגרת המו"פ של האיחוד האירופי כמדינה שותפה (associate state). תכנית ארבע שנתית זו מאגדת מגוון רחב מאוד של תכניות מו"פ וחדשנות בהן תומכת נציבות האיחוד האירופי, כגון השתתפות במימון מו"פ (החלק העיקרי של התכנית), סיוע בהעברה ובהפצה של ידע, סיוע בבנייה ובתמיכה ברשתות של חברות, ארגונים ומומחים, פיתוח סטנדרטים ותחומים דומים אחרים. התכנית מתחדשת כל ארבע שנים תחת מספר סידורי עוקב. תכנית המסגרת הרביעית של המו"פ הייתה בין השנים 1995-1998, ואילו התכנית הנוכחית, תכנית המסגרת החמישית, היא בין השנים 1999-2002. לצורך ההשתתפות בתכנית הנוכחית, משלמת ישראל סכום גלובלי של כ-35 מיליון אירו<sup>33</sup> לשנה (=140 מיליון אירו לארבע שנות התכנית), והתשלום מקנה לחברות ולמוסדות ישראליים את הזכות להשתתף בכל התכניות והפרויקטים של המסגרת. מבחינה זו נחשפת ישראל לתכנית בסדר גודל של כ-14 מיליארד אירו המתחלקים בארבע שנים, והניצול שלהם תלוי ברמת ההצעות המוגשות על-ידי גופים ישראלים ובכמותם. 1.08 מיליארד אירו (7.7%) מתכנית המסגרת החמישית מוקצים לתכניות לאיכות הסביבה. סכום זה נוסף לסכום של 979 מיליון אירו המוקדש לפעילויות בתחום האנרגיה, ובנוסף לפעילויות אחרות, כגון מניעת סיכונים בריאותיים, הנמצאות בתכניות אחרות של המסגרת. ISERD הוקם כארגון ללא מטרת רווח במטרה לעודד השתתפות של חברות וארגונים ישראליים בתכנית המו"פ של האיחוד האירופי, ולשפר בכך את הפוטנציאל הטכנולוגי העסקי מהצטרפות ישראל לתכנית. אחת מן הפעילויות העיקריות של ISERD היא הספקת מידע, ייעוץ והכוונה לקהילת המו"פ בישראל (תעשייה, אוניברסיטאות, מכוני מחקר

וכדומה) בכל הקשור להגשת מכרזים לתכנית מסגרת המו"פ החמישית. התכנית מעודדת שיתוף פעולה בין חברות וארגונים ממדינות שונות. הדבר עשוי להעניק לחברות ישראליות את יתרון הגישה לידע אירופי. ISERD הוקם ומופעל על-ידי משרדי התמי"ס, החוץ, המדע, האוצר וות"ת (הוועדה לתכנון ולתקצוב של ועד ראשי האוניברסיטאות), ללא מעורבות של המשרד לאיכות הסביבה. למדענית הראשית של משרד איכות הסביבה קשר עם ISERD והיא אף מייצגת את ישראל בוועדת הניהול של תוכנית איכות הסביבה בבריסל.

### **1) נתונים על מו"פ סביבתי בישראל - תכנית המסגרת הרביעית של האיחוד האירופי:**

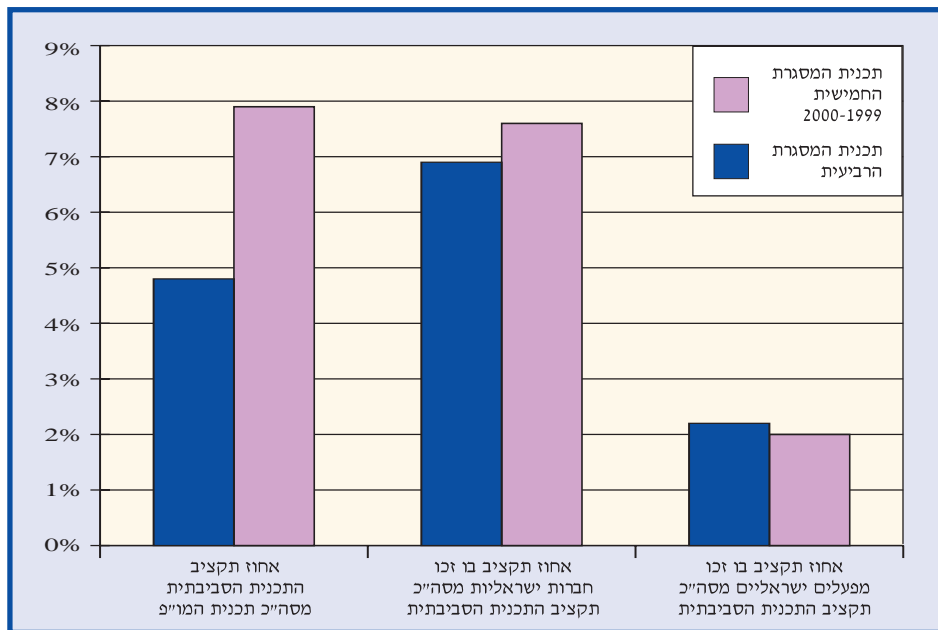
תקציב תכנית המסגרת הרביעית (1994-1998) היה 11.9 מיליארד אקו,<sup>34</sup> שמתוכם 566 מיליון אקו הוקצו לתכנית לאיכות סביבה, סכום המהווה כ-4.8% מתקציב התכנית. במסגרת תכנית זו השתתפה ישראל בכ-370 פרויקטים בתקציב כולל של כ-53 מיליון אקו. 27 מתוך פרויקטים אלה היו בתחום איכות הסביבה במימון כולל של 3.7 מיליון אקו. סכום זה מהווה 6.9% מסך המימון לו זכתה ישראל במסגרת הרביעית. לאור העובדה ששיעור המימון לפרויקטים ישראלים בתחום איכות הסביבה גבוה מהיחס שהוקצה לאיכות הסביבה בתכנית הרביעית, הרי שביצועיה בתחום איכות הסביבה נראים טובים למדי (ראה תרשים 8). למרות זאת, רק בשני פרויקטים מתוך 27 הפרויקטים שהוזכרו השתתפו מפעלים ישראלים. מתוך 3.69 מיליון אקו, 1.17 מיליון הופנו לשני הפרויקטים הללו (32%). סכומים אלה גבוהים מהסכומים אותם יכול המשרד לאיכות הסביבה להקדיש לפרויקטים של מו"פ תעשייתי. אפשר לסכם ולומר שלמרות שיש פוטנציאל מימון לתכניות מו"פ של מפעלים בתחום איכות הסביבה, הרי שמעט מפעלים פנו לנצל מסלול זה.

### **2) נתונים על מו"פ סביבתי בישראל - תכנית המסגרת החמישית של האיחוד האירופי:**

תקציב תכנית המסגרת החמישית הוא 13.6 מיליארד אירו, שמתוכם 1.08 מיליארד אירו מוקצים לתכנית לאיכות סביבה, סכום המהווה כ-7.7% מתקציב התכנית. תכנית המסגרת החמישית החלה ב-1999 ותסתיים ב-2002, ולכן עדיין אין נתונים סופיים. למרות זאת אפשר להשוות את אחוזי ההצלחה בשנים 1999 ו-2000 לאלה של התכנית הרביעית. בשנים אלו זכתה ישראל בסכום כולל של כ-86 מיליון אירו, מתוכם 6.5 מיליון אירו בתחום איכות הסביבה. פירוש הדבר כמעט הכפלה של המו"פ בתחום זה מ-3.69 מיליון אקו לשנתיים במסגרת הרביעית ל-6.5 מיליון לשנתיים במסגרת החמישית. יחסית לתקציבי המו"פ להם זכו גורמים בישראל בחלקים האחריים של התכנית, שיעור ההשתתפות בתחום איכות הסביבה עומד על 7.6%, דומה לאחוז מימון התכנית בנציבות האיחוד האירופי ביחס למימון שאר התכניות.

מנתונים אלה אפשר לראות שישראל זוכה לתוצאות חיוביות בתחום איכות הסביבה מעצם ההשתתפות בתכניות המסגרת. למרות זאת, בכל הקשור בהשתתפות התעשייה במו"פ בתחום איכות הסביבה, ישראל חלשה מאוד (ראה תרשים 8). בשנת 1999 לא היו כלל פרויקטים בתחום איכות הסביבה בהם השתתפו מפעלי תעשייה ישראלים, והתקציב התחלק בין האקדמיה לבין ארגונים אחרים. שלא כמו המדען הראשי של משרד התמ"ס, תכנית המו"פ האירופית כוללת תחום המוקדש במפורש לפרויקטים של מו"פ סביבתי, ומפעלים ישראלים יכולים לנצל אופציה זו ולקבל מימון לפרויקטים של מו"פ שהם מבצעים. יתרון נוסף שיש למפעלים ישראלים בהשתתפות בתכנית המו"פ האירופית הוא בהיחשפותם לשותפים האירופים בפרויקט המו"פ. כל פרויקט מו"פ בתכנית האירופית צריך לכלול קונסורציום של מספר שותפים (לרוב 5-9 שותפים) ממדינות שונות החברות בתכנית. שיתוף פעולה זה מאפשר למפעלים הישראלים להיחשף לתחום שבו קיים במפעלים האירופיים ידע רב הנובע מההשקעה ומהפעילות הרבים שהם כבר ביצעו בתחום, וכן מהמודעות הגדולה שיש באירופה לנושאי איכות הסביבה.

**תרשים 8: אחוז הצלחה של חברות ישראליות בתכנית המו"פ האירופית (אחוז ההצעות הישראליות שהתקבלו מסך כול ההצעות שהתקבלו בתכנית)**



### ג) המרכז להפצת חדשנות (IRC Innovation Relay Center):

כדי לסייע למפעלים לדעת על תוצאות מו"פ וחדשנות של מסגרת המו"פ של האיחוד האירופי, וכן לסייע למפעלים - בעיקר קטנים ובינוניים - להשתתף בתכניות המו"פ ולמצוא שיתופי פעולה, הקימה מסגרת המו"פ האירופית את רשת ה-IRC. מדובר ברשת המורכבת מ-37 מרכזים הפזורים ברחבי אירופה, כולל מרכז בישראל<sup>35</sup>, והממומנים ב-50% מתקציב האיחוד האירופי ו-50% מתקציב המדינה. עיקר פעילות הרשת מיועד לאיתור בקשות לטכנולוגיות קיימות ולטכנולוגיות חדשות, ולייזום קשר בין גורמי מו"פ לבין הגוף המחפש פתרון טכנולוגי. הרשת מבוססת על מאגר מידע פתוח של בקשות והצעות לטכנולוגיות המחולקת לפי קטגוריות. אחת מהקטגוריות היא איכות סביבה, וכך לגופים המחפשים פתרונות טכנולוגיים יש נגישות מיידית לבעיות הקשורות באיכות סביבה.

### ד) מרכז לייצור נקי:

בהתאחדות התעשיינים מוקם בחודשים האחרונים המרכז לייצור נקי בתעשייה. המרכז משותף להתאחדות התעשיינים ולמשרד לאיכות הסביבה. מטרתו להפיץ ידע וטכנולוגיה בקרב מפעלי התעשייה על תהליכי ייצור ופעילות אחרת שיכולה לצמצם מפגעים סביבתיים. המרכז יכול צוות של שישה עד שמונה אנשים, ואינו מתוכנן בשלב זה לעסוק במו"פ. עקרונות הפעולה שלו יהיו לרכז ידע קיים בתחום מסוים ולפתח מתודולוגיה פרטנית לענף יצרני שבו קיימים מפעלים שונים הסובלים מבעיות משותפות. המרכז ירכז ידע על דרכים לפתור או להקטין את הבעיות הללו באמצעות צמצום הבזבוז (waste minimization), ויפיץ את הפתרונות בקרב המפעלים הרלוונטיים. תחום משמעותי בפעילות המרכז יהיה ככל הנראה נושא המים והדרכים לצמצם תצרוכת מים ולהפחית זיהום מים על-ידי מפעלים.

תחום מתוכנן זה של פעילות המרכז מוגדר בכלכלת טכנולוגיה כהפצה ומעבר של טכנולוגיות (technology transfer), והוא כאמור חשוב ומשמעותי לחדשנות סביבתית. מכיוון שמרכזים מעין אלה קיימים במדינות מפותחות רבות, אנו תקווה שהמרכז ישכיל ללמוד מניסיונם של מרכזים דומים בעולם על פעילויות בעלות השפעה על חדשנות סביבתית בתעשייה, ויחליף אתם מידע.



## ה. טכנולוגיה ומו"פ סביבתי בעולם

מוגש להלן סיכום על פעילות בתחום החדשנות הסביבתית בשמונה מדינות ובנציבות האירופית. הנתונים המופיעים כאן הופקו מסקר ספרות, סקר אינטרנט וכן ראיונות שערכנו. המדינות המופיעות להלן הן: גרמניה, הולנד, דנמרק, ארה"ב, קנדה, אוסטרליה, ניו-זילנד, והממלכה המאוחדת (UK).

### 1. גרמניה

#### א) עקרונות המדיניות להגנת הסביבה במדינה:

הממשלה הפדרלית בגרמניה דוגלת במדיניות סביבתית המעניקה תמריצים כלכליים להתנהגות "אחראית" מבחינת הסביבה על סמך שלושה עקרונות: עקרון "הפעילות הזהירה", עקרון "המזהם - משלם" ועקרון "שיתוף הפעולה".

עקרון "הפעילות הזהירה" מהווה את ליבת המדיניות הסביבתית הגרמנית, ובא לידי ביטוי בדרישה מהתעשייה להפחתה מתמדת של פליטת חומרים בהתאם ל"טכנולוגיה הזמינה הטובה ביותר". בהתאם לכך, תקני איכות הסביבה הופכים למחמירים יותר ויותר בהתאם להתפתחות הטכנולוגית. המפעלים יודעים על החמרה הדרגתית זאת, אך הם יכולים לבחור באופן חופשי באיזה טכנולוגיה להשתמש כדי לעמוד בשינוי התקנות. בעקרון הפעולה הזהירה קיים דגש ניכר, המעוגן בחוק הסביבתי הגרמני, על עידוד של מו"פ וחדשנות טכנולוגית סביבתית.

על-פי עקרון "המזהם - משלם", עלות הפחתת הזיהום צריכה ליפול על הגורם לזיהום לאורך כל מחזור חיי המוצר. תוצאות יישום עיקרון זה הן הגדלת האחראיות על גורמי הייצור, הגורמת ליצרן ליטול אחריות למחזור או לסילוק הפסולת בצורה ידידותית לסביבה. עקרון "שיתוף הפעולה" מהווה גישה השואפת ליצור הסכמה מרבית **ביישום** המטרות בתחום איכות הסביבה. העיקרון מתוכנן לעודד יצירתיות בקרב כל השחקנים הרלוונטיים, כדי להגיע לפתרונות יעילים.

מדיניות המחקר של הממשלה הפדרלית שואפת להשיג פעילות כלכלית בת-קיימא, תוך התמקדות בשלושה תחומים:

(1) פיתוח טכנולוגיה סביבתית משולבת.

(2) טכניקות סביבתיות מתקנות.

(3) מושגים, צורות ארגון וכלים חדשים לפעילות כלכלית בת-קיימא.

### **תעשייה סביבתית:**

טכנולוגיה סביבתית נחשבת לתעשיית מפתח בגרמניה. בהתאם, הוצאות הסקטור התעשייתי והממשלתי להגנת הסביבה הגיעו ל-43 מיליארד מארקים ב-1993 (כולל השקעות במפעלים וציוד, וכן שירותים להגנת הסביבה ומו"פ). הדבר הופך את גרמניה לגורם דומיננטי בעולם בטכנולוגיה סביבתית, ולאחד מהשווקים הגדולים בתחום זה. בהשוואה לסקטורים כלכליים אחרים, ההשקעות במו"פ סביבתי גבוהות, נתון המעיד על דחף חזק לחדשנות בתחום זה. המגמה המתפתחת היום היא בכיוון פתרונות סביבתיים משולבים: גם בתהליך הייצור וגם במוצר עצמו.

### **(ב) תכניות ופרויקטים שונים הקשורים לחדשנות סביבתית:**

**(1) תכנית המו"פ הסביבתי:** הגישה הגרמנית למו"פ סביבתי קשורה ישירות לפיתוח בר-קיימא (sustainability). תפקיד המדע לסייע בעיצוב מדיניות סביבתית על-ידי איסוף ידע על מצב הסביבה וזיהוי דרכי פעולה אפשריות למקבלי החלטות, תוך איזון בין בעיות אקולוגיות, כלכליות וחברתיות. כדי למלא תפקיד זה, על המדע ומחקרי המדיניות להיות משולבים באופן אינטגרלי עם תהליך קביעת מדיניות, ולכן עליהם להיות פחות אקדמיים ויותר יישומיים.

המטרה הכללית של תכנית המחקר הסביבתי החדשה של הממשלה הפדרלית היא ליזום, במסגרת התעשייה והמדע, מאמצי מו"פ לזיהוי דרכי פעילות וגישות שיסייעו להפחית את ההשפעות הלא-רצויות של התעשייה והחברה על הסביבה. גישות מבטיחות נבחנות על בסיס תכניות פיילוט. החלטות לגבי הטכנולוגיות הראויות לקידום נושאות אופי פוליטי, והדבר מקשר אותן ישירות למדיניות.

התכנית מכוונת לייצור תמריצים להגברת החיפוש אחר פתרונות לנושאים של פעילות כלכלית ידידותית לסביבה, לממשם ולהציג כלים נוספים שיעודדו את התהליך. התכניות לעידוד מחקר תורמות בכך לקידום פיתוחם של טכנולוגיות, מוצרים חדשניים, תהליכי ייצור ושימושים ידידותיים לסביבה.

**(2) עידוד להעברה של טכנולוגיות סביבתיות:** אחת מהמטרות העיקריות של המדיניות התעשייתית הסביבתית בגרמניה היא לעודד מעבר טכנולוגיות (technology transfer) בתחום איכות הסביבה. כדי לסייע לחברות קטנות ובינוניות להשיג מטרה זאת, הוקם המרכז



הבין-לאומי להעברת טכנולוגיה סביבתית (International Center for Environmental Technology), המאחד את תחומי המדיניות, התעשייה, המדע והמוסדות בסקטור הציבורי.

### ג) נתוני מו"פ סביבתי:

ב-1996 הוציאה הממשלה הפדרלית הגרמנית 767.6 מיליון דולר (1,189.8 מיליון מארקים) על מו"פ סביבתי. סכום זה מהווה 4.1% מהתקציב הכללי למו"פ באותה שנה. הוא כולל 800 מיליון מארקים המוצאים על-ידי המשרד הפדרלי למחקר, שמתוכם 400 מיליון מארקים מוצאים ישירות על תקצוב פרויקטים ו-400 מיליון מארקים מוצעים למכונני מחקר לא-אוניברסיטאיים שממומנים בשיתוף הממשלות האזוריות. 200 מיליון מארקים מוצאים על מחקר של מחלקות בתחום איכות הסביבה.

### ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:

- (1) משרד איכות הסביבה הפדרלי מעניק תקציבים גדולים למו"פ בתחום איכות הסביבה.
- (2) הקרן הפדרלית לאיכות סביבה DBU מממנת פיתוח והפצה של טכנולוגיה סביבתית. המטרה העיקרית של הקרן היא לתמוך בפעילות של מפעלים קטנים ובינוניים בתחום איכות הסביבה.
- (3) בנק ההאחדה הגרמני (GtA - German Equalization Bank) מנהל את התכנית להגנת הסביבה (Program of Environmental Protection), המכסה את תחומי זיהום האוויר, טיהור מי שפכין, טיפול באשפה וכדומה. כמו כן עוסקת התכנית בחסכון באנרגיה, ובשימוש במקורות אנרגיה מתחדשים.

## 2. הולנד

### א) עקרונות המדיניות להגנת הסביבה במדינה:

מדיניות מדע וטכנולוגיה היא אחד מן התחומים הדינמיים ביותר מכל תחומי המדיניות בהולנד, ותחום איכות הסביבה תופס בו מקום מרכזי. העניין הפוליטי הרב במדע ובטכנולוגיה משקף הכרה רחבה ברלוונטיות של מחקר מדעי ופיתוח טכנולוגי לתחרותיות תעשייתית ולהתמודדות עם בעיות חברתיות. הממשלה שואפת לקדם את רמת החיים, ולכן רואה כאחד מתפקידיה העיקריים את יצירת התנאים הדרושים לקבלת החלטות אחראיות כלפי הסביבה בתעשייה ובקרב הצרכנים. כדי ליצור את התנאים הדרושים ולעצב את המדיניות הסביבתית, הממשלה הגדירה שבע מטרות מרכזיות:

- (1) שיפור מתמיד ביעילות השימוש במשאבי הסביבה
- (2) שימוש בידע מדעי וטכנולוגי בתהליכי חקיקה סביבתית
- (3) התמקדות באיכות הסביבה החיה
- (4) הגברת האינטגרציה, הגמישות והשכלול
- (5) הפנמת העלות הסביבתית במחירים של מוצרים ושירותים
- (6) שיפור האכיפה
- (7) הגברת הפעילות הבין-לאומית.

הגדרת מטרות וקביעת מדיניות ספציפית המתמקדת בכל מטרות, הופכת את מטלת המעקב והניטור הסביבתי לתומכת בשיפור באופן ברור ומובן יותר, ומאפשרת להולנד להיות בין המדינות המובילות בתחום. כדי להשיג את המטרות הללו, הממשלה מדגישה שילוב של תחרותיות ואיכות סביבה. אחת האסטרטגיות של הולנד בתחום, מעבר לתכניות ספציפיות המפורטות בהמשך, היא שקיפות החקיקה בתחום איכות הסביבה.<sup>36</sup> שקיפות זאת היא גבוהה ביותר ביחס למדינות OECD אחרות, אם לא הגבוהה ביותר. תעשיית הנייר והקרטון (Benchmarking the Netherlands, 1997) ותעשיית הפרחים ההולנדית (פורטר ולינד, 1995) מהוות דוגמה לשימוש נכון בתקנות סביבתיות נוקשות אך ידידותיות לחדשנות כמנוע לחדשנות טכנולוגית ולגידול כלכלי של סקטור עליו הוגברה התקינה הסביבתית.

## **ב) תכניות ופרויקטים הקשורים לחדשנות סביבתית:**

**1) מחקרי חיזוי טכנולוגי - פרויקט "81 אופציות":** פרויקט "81 אופציות" הוא דוגמה למחקר חיזוי טכנולוגי הלוקח בחשבון את התפקיד החברתי של הטכנולוגיה. מטרת המחקר הייתה להבין באילו תחומים של חדשנות טכנולוגית קיים פוטנציאל משמעותי יותר לשיפור היעילות הסביבתית, ובאילו תחומים פוטנציאל זה הוא נמוך יחסית. בתעשיית הרכב למשל נודעת לחדשנות טכנולוגית המאפשרת ניצול יעיל יותר של תצרוכת דלק תרומה סביבתית גבוהה יותר מאשר לחדשנות טכנולוגית המאפשרת נסיעה מהירה יותר. המחקרים אינם מתמקדים בטכנולוגיות ספציפיות, אלא נוקטים גישה מערכתית לפיתוח טכנולוגי, המאפשרת זיהוי אשכולות של פיתוחים טכנולוגיים וניתוחם. המחקר מתמקד בטווח הארוך, במערכות טכנולוגיות העשויות לבוא לידי מימוש בהולנד ב-15-20 השנים הבאות. חמישה אשכולות עיקריים של מערכות טכנולוגיות שיכולים להוביל לשינוי סביבתי משמעותי הם:

- (1) מערכות אנרגיה, כולל מערכות המבוססות על גזי פחם, מערכות אנרגיה סולארית, אנרגיית רוח, מימן, אנרגיה גרעינית וחדשנות במערכות הפצת האנרגיה.
- (2) חומרים חדשים (ח"ג), חומרי גלם ייחודיים ביולוגיים, חומרים מורכבים וחומרי צבע חדשים.
- (3) מערכות ייצור, ציוד לאופטימיזציה של ייצור תעשייתי וייצור חקלאי.
- (4) מערכות מידע ותקשורת בסקטורים התעשייתיים והמסחריים כמו גם בסקטור איכות הסביבה המקומי.
- (5) מערכות תחבורה, אשכול של מערכות חדשניות להסעת אנשים וציוד.

**(2) התכנית לייצור נקי:** התכנית לייצור נקי - CPP - Cleaner Production Program - החלה בשנת 1992, עם תקציב מוגדר של 3.6 מיליון גילדן,<sup>37</sup> במטרה לעודד שימוש בטכנולוגיות נקיות בקרב עסקים קטנים ובינוניים. בעקבות הצלחתה, הוארכה התכנית ותקציבה הוגדל.

התכנית מבוצעת על-ידי רשת של ארגונים, הכוללים את מרכזי החדשנות ההולנדית, המרכז הלאומי לאיכות הסביבה, 18 מרכזי חדשנות אזוריים וכ-20 סוכנויות אזוריות תעשייתיות לאיכות סביבה. אופייה המשולב של התכנית הוא אחד היסודות המעניינים והתורמים להצלחתה. התכנית מכוונת להגיע לכל העסקים בהולנד, אך הוגדרו 11 תעשיות שיש להתמקד בהן, הכוללות יחדיו כ-105,000 עסקים קטנים ובינוניים. התכנית מתמקדת בהפצת מידע על ייצור נקי, ומאורגנת מסביב לארבעה נדבכים תקשורתיים:

- (1) הנדבך התקשורתי הלאומי מדגיש את הפצת המידע באמצעות אמצעי התקשורת ההמוניים, כתבי עת מסחריים ומאגרי נתונים.
- (2) הנדבך התקשורתי האזורי מתמקד בפגישות מידע וקורסי הכשרה.
- (3) פעילויות הקשורות למסחר וארגון תעשייתי, הכוללות קורסי הכשרה, דפי הדרכה ובמות דיון.
- (4) הנדבך האישי כולל שירותי ייעוץ לפירמות תעשייתיות.

פעילויות ברמה הלאומית מוקדו בהגברת המודעות לייצור נקי בקרב יזמים ובעלי עסקים קטנים.

### **ג) נתוני מו"פ סביבתי:**

ב-1997 הוציאה ממשלת הולנד 86.3 מיליון דולר על מו"פ סביבתי. סכום זה מהווה 3.4% מסך תקציב המו"פ ההולנדי באותה שנה.

### ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:

- (1) המכון לייעור ומחקר בטבע (IBN-DLO) מתמקד בעיקר בשמירת איכות הסביבה, ייעור ושטחים עירוניים ירוקים.
- (2) משרד השיכון עוסק בתכנון פיזי ואיכות הסביבה ההולנדי.

## 3. דנמרק

### א) עקרונות המדיניות להגנת הסביבה במדינה:

איכות הסביבה ממוקמת במקום גבוה בסדר העדיפויות הדני. המשרד לאיכות הסביבה קיים כבר משנת 1971, ומשרד האנרגיה קיים משנת 1974. בשנת 1994 אוחדו שני המשרדים כדי לעודד שימוש יעיל באנרגיה בכל תהליכי הייצור והצריכה. המדיניות הסביבתית נקבעת במסגרת היררכיה ברורה מהרמה הלאומית ועד לרמה המוניציפאלית. בנוסף, דעת הקהל נתפסת כבעלת חשיבות גבוהה, שכן בסקר עדיפויות לאומיות דורג נושא איכות הסביבה במקום הרביעי, מעל נושאים כמו כלכלה ובעיות חברתיות.

כבר משנת 1974, בה נוסח החוק הראשון להגנה על הסביבה, נוקטת דנמרק שיטה מבוצרת כדי ליישם יזמות בתחום איכות הסביבה בערים וברשויות מקומיות. קיימת בדנמרק מסורת של שיתוף פעולה בין גורמים פרטיים לבין גורמים ציבוריים במו"פ של טכנולוגיות סביבתיות הנחוצות לפתרונות תשתית למניעת זיהום, טיפול באשפה, שיפור בצריכת אנרגיה, ייצור נקי, אקולוגיה עירונית, וכדומה. פתרונות טכנולוגיים, פרויקטים שהוצגו לציבור, מסעי פרסום ומידע ותכניות שונות לחינוך בנושאי איכות הסביבה בכל הרמות הובילו למודעות גבוהה יותר לבעיות הסביבה ב-20 השנים האחרונות. המודעות הגוברת גרמה לכך שפוליטיקאים, אזרחים ומנהלי מפעלים משלבים התייחסות לבעיות איכות הסביבה בשיקוליהם הפרטניים, במדיניות החברות העסקיות ובכמה תחומים גם ברמה העירונית.

שלושה כלים עיקריים משמשים את התעשייה הדנית כדי להבטיח איכות סביבה ברמה גבוהה:

- (1) "כלכלת משק בית טובה": לתעשייה מסורת ארוכה של אימוץ טכנולוגיות חדשות ביותר התורמות לאיכות הסביבה. מטרה זו הושגה בשיטת "המקל והגזר": חקיקה ותכניות פעולה אילצו חברות להשקיע יותר בטכנולוגיות נקיות, בעוד שסובסידיות כלכליות סייעו ליישם כמה פרויקטים לדוגמה בתעשיות המזון, הטקסטיל, הרהיטים, הציפוי, וכדומה. התהליך החל עם פתרונות מסוג "קצה צינור" לניקוי דלקים, טיפול

במי שפכים, סילוק אשפה ומיגון מרעש, שגרמו לעלויות ייצור גבוהות יותר ולתחרותיות נמוכה יותר. בהמשך, פרויקטים של מו"פ משותף לגורמים פרטיים וציבוריים הובילו לפתרונות המתייחסים למקור הזיהום וכך לטכנולוגיות מחזור ולהפחתת פליטה.

(2) "גישת מחזור החיים": הגישה מבוססת על דרישה גוברת והולכת של צרכנים לדעת שהמוצר ידידותי לסביבה. אין די בבחינת תהליך הייצור בחברה אחת, מפני שלרוב הייצור מתבצע בכמה שלבים ובחברות שונות. הערכות על מחזור החיים של מוצרים הפכו לכלי הכרחי לשיפור תהליך הייצור כולו - מעיבוד מינרלים ועד למחזור ולסילוק פסולת לאחר השלמת המוצר. במקרים רבים, ההערכות תורמות ליצרנים גם בהורדת הוצאות סילוק הפסולת לאחר הייצור.

(3) "גישת הסימביוזה התעשייתית": זהו כלי נוסף לשיפור איכות הסביבה ולהפחתת עלויות ייצור הנובעות מבעיות סביבתיות. לדוגמה, הפרדת זרמי הפסולת לאורך כל תהליך הייצור ופסולת שאפשר למכור לחברות אחרות כחומר גלם בתהליך הייצור שלהם. בתעשייה הדנית אפשר להבחין בהצלחות רבות מסוג זה, כמו פרויקט סימביוזה שהתבצע בעיר קלונדבורג, שבה ארבע חברות גדולות יחד עם החברה העירונית השקיעו כ-60 מיליון דולר ב-20 פרויקטים שונים במשך 15 שנה. מלבד השיפור באיכות הסביבה, הרווח הכלכלי מוערך בקרוב ל-120 מיליון דולר.

## **(ב) תכניות ופרויקטים הקשורים לחדשנות סביבתית:**

**1) פרויקט עיר ירוקה דנמרק:** כאחת מהמדינות הראשונות בעולם ליישם מדיניות איכות סביבה, דנמרק מוכרת כיום כמובילה עולמית בניהול אחראי של הסביבה. במאמץ להעביר את המומחיות למדינות נוספות, משרד התעשייה והמסחר הדני בשיתוף עם משרד האנרגיה ואיכות הסביבה הקים את תכנית "עיר ירוקה דנמרק" (Green City Denmark), במטרה ליצור "חלון ראווה לעולם" של הידע הדני בנושאי איכות הסביבה וטכנולוגיה סביבתית. נבחרו כמה רשויות מקומיות שיובילו את הפרויקט בשותפות עם רשת לאומית של חברות, מכוני מחקר ומועצות מקומיות. התוצר הסופי הוא "עיר ירוקה דנמרק", חברה בע"מ בה מעל 230 גופים בעלי מניות מכל דנמרק, ורשת שיתוף פעולה בין-לאומית הכוללת חברים מהסקטור הפרטי ומהסקטור הציבורי כאחד. כל בעלי המניות בחברה מתחייבים לפרסם עמדה בנושא איכות הסביבה לא יותר משנתיים לאחר ההצטרפות, וחברים רבים כבר הוסמכו. הפרויקט יוצר מערכת של ערים ירוקות בכל רחבי אירופה ובעולם, החברות בארגון והפועלות לקידום איכות הסביבה על-פי עקרונות "ניהול עירוני בר-קיימא".

במובן המסחרי, הפרויקט "עיר ירוקה דנמרק" הוא חלון הראווה הלאומי והבין-לאומי של דנמרק לאנרגיה ולפתרונות לבעיות סביבתיות. הוא מספק מידע לסקטור הפרטי והציבורי בשני תחומים אלה.

הפרויקט פועל בשבעה תחומים עיקריים:

- (1) הספקת מים וטיפול במי שופכין: מוצגים מערכת לניהול משאבי מים, כלים לגילוי דליפות ואף טכנולוגיות ספציפיות כגון מערכות צנרת שאפשר לתקן ללא חפירות.
- (2) הספקת אנרגיה, חסכון באנרגיה ומקורות אנרגיה לא-מתכלים: הצלחת דנמרק בתחום זה מבוססת על מיסוי ירוק, תקנות והנחיות בנושא אנרגיה, חסכון באנרגיה ותרומה גוברת של מקורות אנרגיה לא-מתכלים כמו אנרגית רוח או אנרגית שמש.
- (3) טיפול באשפה, זיהום קרקע וזיהום אוויר: מאז 1980 קיים גידול שנתי ממוצע בכמויות האשפה של כ-2.6%. ערים ירוקות בדנמרק הצליחו תוך כמה שנים להפחית את כמות האשפה המיועדת לקבורה מ-40% ל-4% בלבד! בנוסף, פועלים לקידום השבת אנרגיה מחומרים דליקים שלא ניתן למחזרם.
- (4) טכנולוגיות תעשייתיות נקיות וניהול ירוק (green management): בתחום זה מתייחס הפרויקט לשילוב המקובל במדינות מתועשות בין התפתחות כלכלית לבין זיהום תעשייתי. החברה עורכת סיורים בתעשיות מתקדמות, ומציגה כיצד ניהול ירוק, גישת מחזור החיים לתהליכי ייצור, וסימביוזה בין חברות יכולים למנוע זיהום אוויר, קרקע ומים.
- (5) חקלאות, תעשיות מזון, צריכה ירוקה וחנויות בערים ירוקות: לאור הגידול בביקוש למוצרים ירוקים ואורגניים, על החקלאים ומייצרי המזון להיות מודעים למחזורי החיים המלאים של המוצרים. הפרויקט מציג את עקרונות הגידול האקולוגי, מחזור החיים וטכנולוגיות נקיות בייצור מזון חלבי, בשרי או צמחוני.
- (6) אקולוגיה עירונית, מחזור בתחום הבנייה וניהול עירוני בר-קיימא: הפרויקט מציג חידוש עירוני ובניית בניינים חדשים הכוללים מערכות התורמות לשימור אנרגיה, לחסכון במים ובאנרגיה, לייצור אנרגיה מקומי ולמתקני מחזור. אפשר גם ללמוד כיצד פתרונות אלה קשורים ישירות למדיניות עירונית, לאסטרטגיות ולתקנות בתהליך הניהול העירוני.
- (7) תנועה, תחבורה ותיירות: הדגש בתחום זה הוא על שיטות לחסכון באנרגיה במערכות התחבורה הציבורית, תוך תכנון תשתית עירונית שתווסת תנועת כלי רכב פרטיים. בתחום התיירות, מלונות מסוימים שעשו מאמצים מיוחדים לשפר את איכות הסביבה בתחומם הוכרזו כ-"Green Key Hotels".

הפעילות בערים הירוקות מבוססת על עקרונות ניהול עירוני בר-קיימא. הגישה כוללת ארבעה שלבים עיקריים, המבהירים כיצד אפשר להגיע ליישום ראוי של העקרונות. ראשית, יש לבחור פרויקטים ספציפיים המהווים דוגמה חיובית, ולהציגם כדי לעודד יישום פרויקטים דומים. שנית, יש לפקח על איכות הסביבה ועל שימוש באנרגיה. לאחר מכן יש להפיץ מידע בקרב הציבור, הפוליטיקאים והחברות העסקיות, כדי לעורר מודעות מתאימה. מודעות היא הצעד הראשון לקראת השתתפות פעילה, לימוד והכשרה מקצועית, שלאחריהם מבססים את היכולת לחיזוק המוסדות התורמים לשיפור איכות הסביבה. השלב הרביעי המוביל לניהול עירוני בר-קיימא הוא מעורבות של אזרחים, פוליטיקאים, עיריות, וכדומה. אפשר להתמיד בשיפור התכניות, האסטרטגיות, תכניות הפעולה, הפרויקטים הספציפיים והניהול העירוני בר-הקיימא בכלל, על-ידי שימוש בניסיון מפרויקטים קודמים.

**(2) "תכנית הפעולה לטכנולוגיה נקייה" (Cleaner Technology Action Plan):** באמצעות תכנית זו, הממשלה הדנית מציעה מגוון שירותי תמיכה בהפצת טכנולוגיות סביבתיות. מטרת התכנית למנוע נזק לסביבה תוך הפצת טכנולוגיות נקיות והגבלה בצריכת משאבים. הפעילות מכוונת בעיקר כלפי מקבלי החלטות ומנהלים בתעשייה, אך גם כלפי פוליטיקאים, קניינים ציבוריים, צרכנים רגילים וכוח אדם ברשויות המוניציפאליות. תכנית הפעולה כוללת מענקים לפעילויות מו"פ וסובסידיות. במהלך חמש שנות פעילות התכנית הוקצו 380 מיליון קרונות<sup>38</sup> למחקר, לפיתוח, להדגמה ולקידום השימוש בטכנולוגיות נקיות בדנמרק.

**(3) תכנית העסקים הקטנים והבינוניים (SME Programme):** תכנית כללית במסגרת תכנית הפעולה. הוקמה כדי לסייע לעסקים קטנים ובינוניים. מטרת התכנית להגביר את מספר העסקים המגדירים מדיניות סביבתית ותכניות פעולה, לשפר את ביצועי הבטיחות הסביבתית, להגדיל את ההשקעות בטכנולוגיות נקיות ובחסכון באנרגיה, לחזק את שיתוף הפעולה בין חברות, רשויות מקומיות ותכניות הכשרה, ולהגביר מכירה של מוצרים, מערכות ושירותים סביבתיים.

**(4) פעילות סביבתית המבוססת על מחקר:** בדנמרק מתבצע מחקר מקיף המיועד לשפר את בסיס הידע בנושאי הסביבה. מעל ל-30 סוכנויות וארגונים ציבוריים, וכן כמה ארגונים פרטיים, משתפים פעולה לצורך פיקוח, איסוף נתונים ותמיכה מדעית לניהול הסביבה.

### ג) נתוני מו"פ סביבתי:

בשנת 1996 הוציאה ממשלת דנמרק 51.8 מיליון דולר על מו"פ סביבתי. סכום זה מהווה 4.1% מסך תקציב המו"פ הדני באותה שנה.

### ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:

- (1) המשרד לאיכות הסביבה.
- (2) המכון הלאומי לחקר הסביבה (NERI - National Environment Research Institute). המכון אחראי לפיתוח הידע על קרקעות, טבע ואיכות הסביבה בגרינלנד ובדנמרק. בכלל זה, פיתוח מדדים להערכת ההשפעה של החברה על הסביבה, איכות הסביבה והיענות פוליטית למטרות הסביבתיות. מטרת אגף המו"פ של הארגון להבטיח שיתוף פעולה לאומי ובין-לאומי במחקר מדיניות ואסטרטגיות לטיפול בסביבה.
- (3) הסוכנות הלאומית לטבע ויערות (National Forest and Nature Agency). אחראית לניהול המשאבים הטבעיים והמורשת החברתית של דנמרק.
- (4) הסוכנות הדנית להגנת הסביבה (Danish Environmental Protection Agency). מתמקדת בעיקר בהגנת הסביבה ובמניעת זיהום ימי.
- (5) המחלקה לתכנון מרחבי. מבטיחה תכנון חדשני ומיומן להגנה ושיפור הסביבה.

## 4. ארה"ב

### א) עקרונות המדיניות להגנת הסביבה במדינה:

ארה"ב שואפת להנהגה עולמית בתחום שמירת הסביבה ופיתוח בר-קיימא. היא מבקשת למצוא את הפתרונות היעילים ביותר מבחינה כלכלית, שיאפשרו הגנה על הסביבה ופיתוח כלכלי ידידותי לסביבה. הדבר מושג על-ידי הטמעת הערכות עלות-תועלת סביבתית לתכנון האסטרטגי. הפרויקטים וקביעת המדיניות הפדרלית בתחום איכות הסביבה מתבצעים על-ידי ה-EPA (Environmental Protection Agency) - ארגון ממשלתי המגדיר מטרות ברורות ודרכים להשגתן. להלן תיאור של פרויקטים פדרליים בתחום חדשנות סביבתית. למדינות השונות קיימות תכניות ייחודיות שאינן נסקרות כאן.

### ב) תכניות ופרויקטים הקשורים לחדשנות סביבתית:

**1) עיצוב לאיכות סביבה (DFE - Design for the Environment):** תכנית DFE היא תכנית התנדבותית של ה-EPA, הקשורה להפצה ולהטמעה של טכנולוגיה סביבתית.



התכנית מיועדת לסייע לעסקים לשלב שיקולים סביבתיים, כגון הפחתת סיכונים בתהליך התכנון והעיצוב של מוצרים, תהליכי ייצור, מערכות טכניות ומערכות ניהול. שינוי עיצוב קשור למניעת זיהום, חיסכון באנרגיה, עיצוב מוצרים שיוכלו להיות מלוטשים ומפורקים לשימוש חוזר, או ביצוע מעקב אחר העלויות הסביבתיות הקשורות לכל מוצר או תהליך. התכנית מתמקדת באיסוף מידע הדרוש לעיצוב ידידותי לסביבה ובהפצתו, ובפיתוח כלים אנליטיים חדשים לשימוש בעסקים. פרויקט תעשייתי טיפוסי במסגרת התכנית כולל פיתוח של "הערכת טכנולוגיות חלופיות נקיות יותר" (CTSA - Cleaner Technology Substitute Assessment) ואסטרטגית תקשורת וביצוע. באמצעות מתן נתונים מפורטים על ביצועים סביבתיים וכלכליים של המוצר ועל שיטות ייצור חלופיות, ה-CTSA מסייע לחברות להשוות טכנולוגיות או מוצרים ולבחור את הטכנולוגיה הידידותית ביותר לסביבה. ה-DFE מסייע גם ביישום חלק מהנושאים בטכנולוגיה שנבחרה.

**2) התכנית לרעיונות חדשניים (Innovative Concepts Program):** התכנית של מחלקת האנרגיה (DOE) מספקת מענקי הון נבט (seed money) לעידוד חדשנות בתחום האנרגיה שסייע לטכנולוגיות חדשות להגיע מהר יותר משלב הרעיון אל השוק. התכנית מיועדת להיות "מממנת ראשונה" לטכנולוגיות בשלב הרעיון בתחומי בעיות ספציפיים. המימון בא לקדם את הרעיון ולרתום אליו משקיעים נוספים. עם סיום המימון, הפרויקטים מוצגים בתערוכת טכנולוגיה מאורגנת, המהווה כלי חשוב לחשיפת הטכנולוגיה למשקיעים פוטנציאליים.

**3) התכנית להוכחת טכנולוגיות סביבתיות (The Environmental Technology Verification Program):** הסוכנות להגנת הסביבה (EPA) יזמה את התכנית המיועדת לבחון את הביצועים של פתרונות טכניים חדשניים לבעיות המאיימות על בריאות האדם או על הסביבה. התכנית מופעלת על-ידי משרד המו"פ של ה-EPA, ונועדה לזרז חדירה של טכנולוגיות סביבתיות חדשות אל השוק המקומי או הבין-לאומי.

### **ג) נתוני מו"פ סביבתי:**

ב-1997 הוציא הממשל הפדרלי של ארה"ב 623 מיליון דולר על מו"פ סביבתי. סכום זה מהווה 1.9% מסך תקציב המו"פ הפדרלי באותה שנה.

#### **ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:**

- (1) הסוכנות האמריקנית להגנת הסביבה (EPA - Environmental Protection Agency) היא כאמור הגוף הממשלתי האחראי לכל נושאי איכות הסביבה, כולל ניסוח מדיניות והגדרת מטרות.
- (2) המכון הלאומי לאיכות סביבה (NIE - National Institute for the Environment). מטרת המכון לשפר את הבסיס המדעי להחלטות בתחום איכות הסביבה.
- (3) אגף האנרגיה (DOE - Department of Energy). המשרד למידע וטכנולוגיה מספק את כלל היכולות והמקורות המדעיים-טכנולוגיים ממחקר בסיסי לפיתוח, ומהדגמה לתמיכה טכנית, הדרושים לפיתוח טכנולוגיות שימושיות לבעיות סביבתיות.
- (4) המשרד למדיניות מדע וטכנולוגיה (OSTP - Office of Science and Technology Policy) אגף איכות הסביבה. האגף מבטיח:
  - (א) בסיס מדעי וטכני למדיניות סביבתית.
  - (ב) תכנון אסטרטגית מו"פ בין-ארגונית לשימוש במקורות טבעיים ולאיכות הסביבה.
- (5) שירותי מידע סביבתי של המנהלה הלאומית לימים ואטמוספירה (National Oceanic and Atmospheric Administration, Environmental Information Services). מספקים מגוון רחב של שירותים המגבירים נגישות למידע בתחום איכות הסביבה.

## **5. קנדה**

### **א) עקרונות המדיניות להגנת הסביבה במדינה:**

פיתוח בר-קיימא וניהול סביבתי הוא מטרה לאומית והנחת יסוד בכל הקשור במדיניות הממשלה הקנדית. Environment Canada היא הרשות הפדרלית האחראית לניסוח המדיניות הסביבתית במסגרת חוק איכות הסביבה (environmental act). הרשות אחראית לשימור איכות הסביבה ומקורות המים ולשיפורם, לאכיפת חוקי המועצה הבין-לאומית הקנדית-אמריקנית ולתיאום תכניות ומדיניות פדרלית בתחום איכות הסביבה. היא נוקטת גישה מערכתית לניהול סביבתי (environmental management system) - גישה המשלבת את שיקולי איכות הסביבה בתפעול היום-יומי. הרשות הקימה גם מסגרת לאיתור, להערכה ולתקשור של ביצועים סביבתיים.

### **ב) תכניות ופרויקטים הקשורים לחדשנות סביבתית:**

1) התכנית הקנדית לקידום טכנולוגיות סביבתיות (The Canadian Environmental Technology Advancement Program): כדי לספק את צורכי התעשייה הסביבתית הקנדית

הגדלה, הממשלה הפדרלית תמכה בהקמתם של שלושה מרכזי קידום לטכנולוגיה סביבתית בשיתוף עם הממשלות המחוזיות, ארגוני תעשיית הסביבה והסקטור הפרטי. המרכזים הם גופים קואופרטיביים פרטיים ללא כוונת רווח, הפועלים בתיאום הדוק עם הממשלה. מטרת המרכזים לסייע לעסקים קטנים ובינוניים למסחר טכנולוגיות סביבתיות על-ידי מתן שירותים טכניים מקיפים, גישה להון, ייעוץ עסקי וניתוחי שוק.

**(2) שותפות טכנולוגית קנדה (Technology Partnership Canada):** השותפות הטכנולוגית היא תכנית פדרלית שמטרתה לבצע השקעות אסטרטגיות בפרויקטים לפיתוח טכנולוגית. התכנית, שנוסדה ב-1996 כחלק מסדר היום בנושא עבודה וצמיחה, משקיעה בפרויקטים התורמים לתחרותיות בין-לאומית, לחדשנות, למסחר וכן להגדלת ההשקעות בקנדה.

**(3) התכנית להוכחת טכנולוגיות סביבתיות (ETV - Environmental Technology Verification Program):** תכנית ETV עוצבה במטרה לסייע להתפתחות וליכולת השיווק של תעשיית הסביבה הקנדית. התכנית בודקת הצהרות על הביצועים של טכנולוגיות סביבתיות ומוצרים, ונותנת להן גושפנקא. התוכנית אמורה לשפר את אמינות תעשיית איכות הסביבה הקנדית בזירה הבין-לאומית. רכיב מפתח של התכנית הוא מתן "תעודת מקוריות" לחברה על-ידי הממשלה הקנדית, המאפשרת לטכנולוגיות סביבתיות חדשניות גישה יעילה יותר לשווקים.

### **ג) נתוני מו"פ סביבתי:**

בשנת 1997 הוציאה הממשלה הפדרלית של קנדה 78.7 מיליון דולר אמריקאי על מו"פ סביבתי. סכום זה מהווה 3.2% מסך תקציב המו"פ הפדרלי הקנדי באותה שנה.

### **ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:**

- (1) Environment Canada - במסגרת הפדרלית, היא האחראית לכל הקשור באיכות סביבה. היא מפעילה את המנהלה לקידום טכנולוגיות סביבתיות, זרוע המשמשת להעברת ידע וטכנולוגיות קנדיות. המטרה העיקרית של התכנית היא להגן על איכות הסביבה בבית ובחוץ, תוך התייחסות לסוגיות סביבתיות כגון התחממות כדור הארץ, אוויר ומים נקיים. זאת, תוך תרומה למטרות פיתוח בר-קיימא.
- (2) המשרד לסביבה ולמורשת (Department of Environment and Heritage). מטרת המשרד להפוך פיתוח בר-קיימא למציאות בקנדה, תוך תמיכה בסגנון חיים התורם לשמירת הסביבה.

- (3) מקורות טבעיים קנדה (NRCAN - Natural Resources Canada). גוף ממשלתי פדרלי המתמחה באנרגיה, מינרלים ומתכות, יערות ומדעי כדור הארץ. NRCAN מספק כמה שירותים עיקריים:
- (א) בניית תשתית מידע לאומית על מקורותיה הטבעיים של קנדה.
  - (ב) בקרה על מדיניות ועל חוקי הממשלה הפדרלית בנושאי איכות הסביבה, כגון סחר, כלכלה, מקורות טבעיים ומדע וטכנולוגיה.
  - (ג) יחד עם סוכנויות בין-לאומיות ומדינות אחרות, תמיכה באינטרסים בין-לאומיים קנדיים. הדבר תורם לעמידת קנדה במחויבויותיה הקשורות למקורות טבעיים, ומבטיח גישה חופשית של מוצרים, שירותים וטכנולוגיות קנדיות לשווקים גלובליים.

## 6. אוסטרליה

### א. עקרונות המדיניות להגנת הסביבה במדינה:

הממשלה האוסטרלית מספקת תמריצים כלכליים לעידוד מו"פ של טכנולוגיות ידידותיות לסביבה. לשם כך הוקם ארגון Environment Australia, המרכז את הפעילות הסביבתית במדינה. מאמצים אלה כוללים:

- (1) מימון ישיר לפעילויות מחקר פרטיות וציבוריות.
- (2) תמריצים עקיפים הבאים לידי ביטוי בהחזרי מס של 150%, תכנית חדשנות תעשייתית המעניקה מעבר ל-10 מיליון דולר אוסטרליים<sup>39</sup> למו"פ סביבתי והקמת 61 מרכזי מחקר לחיזוק הקשרים בין הסקטור הציבורי לבין קהילת המחקר התעשייתי.
- (3) פיתוח תכנית ניהול הסביבה, המיועדת לסייע לפירמות לשלב שיקולים סביבתיים בתפעול העסקי.

מערכת זכויות היוצרים פועלת לאבטחת טכנולוגיות פטנטיות ועל-ידי כך מקטינה סיכוני מו"פ. הנחת היסוד היא, שהמשך פעילות מו"פ סביבתי תלויה בשימור מנגנוני הגנה מסחריים והחזר השקעות.

הממשלה האוסטרלית יסדה את "פיקדון הנאמנות למורשת הטבעית" (Natural Heritage Trust), כדי להתייחס לסוגיות הייחודיות של אוסטרליה בניהול הסביבה. המשאבים שהוקצו לפיקדון הם הגבוהים ביותר שהוקצו לפעילות סביבתית באוסטרליה: 1.25 מיליארד דולר אוסטרליים.<sup>40</sup> הפיקדון הוא שותפות של כל תושבי אוסטרליה המאחד מאמצים של יחידים, קהילות וממשלות, במטרה לתקוף בעיות שמקורן סביבתי. ההתמקדות היא בחמישה נושאים מרכזיים: קרקע, צומח, נהרות, חופים ומעגנים.

## **ב) תכניות ופרויקטים הקשורים לחדשנות סביבתית:**

**1) הפרויקט להדגמת ייצור נקי (Cleaner production demonstration project):** מטרת הפרויקט להגביר מודעות סביבתית בתעשייה האוסטרלית ולתמוך ביישום טכנולוגיות ותהליכים ידידותיים לסביבה. להשגת מטרה זאת שכרה הרשות לאיכות הסביבה (Environment Australia) את שירותיה של חברת ייעוץ חיצונית שתפקידה לסייע לחברות המשתתפות לזהות שיטות ייצור נקיות וליישמן.

**2) פרויקט עיצוב אקולוגי מחדש (Ecodesign Project):** הפרויקט יועד להדגים כיצד עיצוב מחדש עשוי להפחית השפעות סביבתיות של ייצור ושימוש, וכיצד לחדש טכנולוגיות סביבתיות כדי לסייע לעסק מקומי לחדור לשווקים מקומיים ובין-לאומיים.

## **ג) נתוני מו"פ סביבתי:**

בשנת 1997 הוציאה הממשלה הפדרלית של אוסטרליה 25.4 מיליון דולר אמריקניים על מו"פ סביבתי. סכום זה מהווה 2.9% מסך תקציב המו"פ הפדרלי האוסטרלי באותה שנה.

## **ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:**

- (1) הרשות לאיכות הסביבה - Environment Australia. אחת מפעילויות הרשות היא יישום האמנה בדבר גיוון ביולוגי. המאמצים כוללים בין השאר מחקר התורם לשימור ולשימוש ידידותי בסביבה.
- (2) המחלקה לאיכות סביבה וטבע ברשות לאיכות הסביבה. מטרת המחלקה לפתח הכרה בחשיבות איכות הסביבה, וערכים כלכליים וחברתיים בתהליכי קבלת החלטות ושיפורן.
- (3) "Environet". עושה שימוש באינטרנט במטרה לספק מידע ובבסיסי נתונים הקשורים במומחיות אוסטרלית בתחום איכות הסביבה. במסגרת "Environet" קיים מדריך לטכנולוגיות סביבתיות, המפרט פתרונות חדשניים לבעיות סביבתיות בכל תחומי התעשייה.
- (4) המשרד האוסטרלי לנושאי אפקט החממה (AGO - Australian Greenhouse Office) הוא הגוף המוביל בנושאי גזי חממה. הוא מתמקד במדיניות ובתכניות שונות, כולל מחקר בתחום.
- (5) האגף האנטארקטי האוסטרלי. מעורב ישירות במחקר ובתמיכה במחקר מדעי בטריטוריה האנטארקטית האוסטרלית.

## 7. ניו-זילנד

### א) עקרונות המדיניות להגנת הסביבה במדינה:

ניהול סביבתי טוב דורש בסיס חזק אך גמיש של מדיניות, תקנות ומשפט. ממשלת ניו-זילנד פועלת להקים מסגרות פעולה שיסייעו לניהול סביבתי איכותי ולפיקוח על יעילות פעולתן.

סדרי העדיפות למאמץ הם:

- (1) שימוש במידע מניתוחי אירוע ומסקרים שנתיים של מועצות מקומיות כדי לשפר ביצועים תחת חוק ניהול המשאבים (Resource Management Act) ולפתח תקנות לייעול החוק.
- (2) שיפור איכותן של תכניות מחוזיות ואזוריות, וניהולן תחת החוק לניהול המשאבים.
- (3) סיום השלבים הראשונים ביישום חוק החומרים והאורגניזמים המסוכנים.

### ב) תכניות ופרויקטים הקשורים לחדשנות סביבתית:

**1) קרן ניהול בר-קיימא (SMF - Sustainable Management Fund):** הקרן תומכת ביזמות מעשיות התורמות לניהול בר-קיימא של המשאבים בניו-זילנד. ההתמקדות היא בפרויקטים מעשיים, בעלי השפעה לאומית, בהתייעצות עם בעלי עניין ומייצגי צרכים של הקהילה. המימון הוא לפיתוח שיטות וליישום, ולא למחקר בסיסי. בנוסף, הקרן שואפת להעביר מידע וטכנולוגיות ממומחים טכניים לציבור הרחב.

### ג) נתוני מו"פ סביבתי:

בשנת 1995 הוציאה ממשלת ניו-זילנד 14.9 מיליון דולר אמריקניים על מו"פ סביבתי. סכום זה מהווה 3.3% מסך תקציב המו"פ הממשלתי באותה שנה.

### ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:

- (1) אגודת האוויר הנקי של אוסטרליה וניו-זילנד (Clean Air Society of Australia and New Zealand). האגודה מחויבת לקידום ולהפצה של הידע הקשור לאיכות האוויר.
- (2) ארגון איכות הסביבה ושימור בניו-זילנד (New Zealand Environment and Conservation Organization). המטרות העיקריות של הארגון הן הגנה ושימור הסביבה ומורשת תרבותית, מזעור השפעת הפעילות האנושית על הסביבה, ניהול בר-קיימא של משאבים טבעיים ושמירה על אינטרסים עתידיים.

## 8. הממלכה המאוחדת (UK)

### א) עקרונות המדיניות להגנת הסביבה במדינה:

בשנים האחרונות החליטה ממשלת בריטניה ליישם את העקרונות של פיתוח בר-קיימא (חברתי וסביבתי) בכל פעילויות הממשלה. פיתוח בר-קיימא הוא מושג בעל היבטים רחבים, שאיכות הסביבה הוא אחד מן החשובים שבהם. כחלק מהחלטת הממשלה, פיתחו המשרדים השונים תכניות פעולה ליישום פיתוח בר-קיימא בתחומים שלהם. תכנית הפעולה והאסטרטגיה לפיתוח בר-קיימא שהוציא משרד התמ"ס הבריטי והמתוארים בהמשך מהווים דוגמה לפיתוח מדיניות מעין זו לתעשייה.

הגישה האסטרטגית-סביבתית בבריטניה היא ניהול הסביבה כיחידה אחת. הסוכנות לאיכות הסביבה (Environment Agency) קבעה ארבע מסגרות פעולה לזיהוי התחומים הדורשים פעילות מידית. הראשונה, הערכת מצב הסביבה בכל נקודת זמן; השנייה, הערכת הלחצים על הסביבה; השלישית, חיפוש דרכי פעולה אפשריות; הרביעית מאפשרת לסוכנות לספק תגובות מתאימות באמצעות פעילות ניהול סביבתי לשם שיפור איכות הסביבה. הסוכנות ממקדת את פעולותיה ופעילות המוסדות אתם היא עובדת בנושאים בהם קיים פוטנציאל גבוה לסכנה או לתועלת סביבתית, תוך דבקות במסגרות הפעולה שתוארו.

### ב) תכניות ופרויקטים הקשורים לחדשנות סביבתית:

**1) תכנית לניהול הטוב ביותר של טכנולוגיה סביבתית (Environmental Technology Best Practice Programme):** התכנית, העוסקת במזעור פסולת ובשימוש בטכנולוגיות נקיות, מתמקדת בארבע דרכים עיקריות:

- (1) הפקת מחקרים ומדריכים ל"נהלים הטובים ביותר" ולחקרי אירוע.
- (2) הפקת ספרי הדרכה לביצועים בתחום איכות סביבה.
- (3) הצגת חקרי אירוע עדכניים ל"התנהגויות חדשות".
- (4) קידום "התנהגויות עתידיות".

**2) אסטרטגיה לפיתוח בר-קיימא של משרד התמ"ס (DTI Sustainable Development Strategy):** כחלק ממחויבות רחבה של ממשלת בריטניה לפיתוח בר-קיימא, הגדיר משרד התעשייה והמסחר הבריטי (DTI) את איכות הסביבה ואת הפיתוח התעשייתי בר-קיימא כתחום פעילות אסטרטגי של המשרד. במסגרת זאת הכין המשרד תכנית פעולה ותכנית אסטרטגית הכוללים יעדי איכות סביבה שאפתניים. בכלל זה: גידול של התעשייה הבריטית

לרמה של 20% מנתח השוק הסביבתי העולמי; הפחתה של 85% בכמות הפסולת התעשייתית והמסחרית הנשלחת לאתרי הטמנה משנת 1998 עד שנת 2005; מחזור של 25% מכלל הזבל הביתי עד שנת 2005.

כמו כן, התכנית קובעת מסגרת לשיתופי פעולה בין משרד התמ"ס הבריטי לבין משרדים אחרים, בין המשרד לבין התעשייה, בין גופים בבריטניה לבין גופים אחרים בעולם, וכן שיפור מעורבות הציבור בקבלת החלטות סביבתיות. התכנית מציבה יעדים לשיפור המעורבות של משרד התמ"ס עם קהילות מקומיות, עידוד משמעותי של חברות לערוך דוחות סביבתיים בהתנדבות, סיוע למפעלים לעודד את כוח העבודה שלהם לשיפורים סביבתיים ועידוד מפעלים ועסקים למצוא פתרונות לבעיות סביבתיות עולמיות. פרק שלם במסגרת התכנית עוסק בעידוד חדשנות במשרד התמ"ס הבריטי עצמו, כך שהוא יגדיל את השפעתו על התעשייה ובמיוחד בתחומים הקשורים לאיכות סביבה, ליעילות סביבתית ולפיתוח בר-קיימא.

### **ג) נתוני מו"פ סביבתי:**

בשנת 1996 הוציאה ממשלת בריטניה 224 מיליון דולר על מו"פ סביבתי. סכום זה מהווה 3.7% מסך תקציב המו"פ הממשלתי באותה שנה.

### **ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:**

(1) הסוכנות לאיכות סביבה (Environment Agency). הסוכנות היא גוף חדש בעל תפקיד וכוח הקשורים לתחומים שונים של ניהול הסביבה. הסוכנות מחויבת על-ידי הממשלה לתמוך בפיתוח בר-קיימא, עובדה המחייבת אותה לנקוט גישה ארוכת טווח.

(2) המשרד לאיכות סביבה, תחבורה ואזורים מרוחקים (Department of the Environment, Transport and Regions). המטרה הכללית של המשרד היא לשפר את רמת החיים תוך קידום פיתוח בר-קיימא, טיפוח רווחה כלכלית ותמיכה בדמוקרטיה מקומית.

(3) משרד התעשייה והמסחר (DTI - Department of Trade and Industry) הכין, כחלק מהיעדים ומהאסטרטגיה של ממשלת בריטניה לפיתוח בר-קיימא, תכנית פעולה לצמיחה תעשייתית בת-קיימא. צמיחה זו מבוססת על שיפור היעילות הסביבתית והחדשנות הסביבתית בתעשייה.



## 9. נציבות האיחוד האירופי

### א) עקרונות המדיניות להגנת הסביבה:

החשיבות שמייחסת נציבות האיחוד האירופי למדיניות סביבתית באה לידי ביטוי בתכנית הפעולה הסביבתית החמישית (Fifth Environmental Action Plan) שהוצגה על-ידי הנציבות בשנת 1993, תחת הכותרת: "לקראת בר-קיימאות" (sustainability). פיתוח בר-קיימא הוכנס לראשונה לאמנה של הקהילה האירופית בשנת 1992, כיעד מרכזי של הקהילה. השגת שיווי משקל בין פעילות אנושית לבין פיתוח והגנה על הסביבה דורש חלוקת אחריות ברורה. משתמע מכך שיש לשלב שיקולים סביבתיים בניסוח וביישום מדיניות כלכלית וסקטוריאלית, בהחלטות הרשויות הציבוריות, בפיתוח ובניהול תהליכי ייצור ובהתנהגות ובבחירה אינדיבידואלית.

לאור השיקולים השונים, מושג האינטגרציה הוא מרכזי במדיניות הסביבתית האירופית. על התעשייה באירופה לשפר את ביצועיה הסביבתיים כדי לתרום לפיתוח בר-קיימא ובזמנית להכיר בתפקידה המהותי כיסוד כלכלי וכמקור לעבודה. האתגר הוא לעודד דפוסי ייצור וצריכה ידידותיים לסביבה, בהם איכות סביבה ותחרות פועלים יחדיו.

### ב) תכניות ופרויקטים הקשורים לחדשנות:

התמיכה של האיחוד האירופי במו"פ תעשייתי באה לידי ביטוי במגוון של תכניות תמיכה, המאוגדות במסגרת מו"פ אחת כללית. מסגרת זאת מתחדשת אחת לארבע שנים, ומכונה "תכנית המסגרת של המו"פ של נציבות הקהילה האירופית".<sup>41</sup>

במסגרת המו"פ הנוכחית (המסגרת החמישית) מוקדש תקציב משמעותי (ראה נתוני מו"פ סביבתי לעיל) לתת-תכנית ספציפית התומכת במו"פ סביבתי. תת-התכנית הזו מכונה בשם "אנרגיה, סביבה ופיתוח בר-קיימא" (Energy, Environment and Sustainable Development). במסגרת תת-תכנית זו מושם דגש על הנושאים העיקריים הבאים:

- (1) ניהול בר-קיימא ואיכות מים.
- (2) שינוי גלובלי, אקלים ושוונות ביולוגית.
- (3) מערכות אקולוגיות ימיות בנות-קיימא.
- (4) עיר המחור ומורשת תרבותית.
- (5) מערכות אנרגיה נקיות ואנרגיות מתחדשות.
- (6) אנרגיה כלכלית ויעילה לתמיכה באירופה תחרותית.

### ג) נתוני מו"פ סביבתי:

התכנית בשם "אנרגיה, סביבה ופיתוח בר-קיימא (Energy, Environment and Sustainable Development) היא בעלת תקציב של 2,125 מיליון אירו, שמתוכם 1,083 מיליון אירו מוקדשים למו"פ באיכות סביבה ובפיתוח בר-קיימא. סכום זה מהווה 7.9% מסך תקציב תכנית המו"פ החמישית - 13,700 מיליון אירו.

### ד) ארגונים ושחקנים עיקריים בעידוד טכנולוגיה סביבתית:

- (1) "המכון לאיכות הסביבה" (Environmental Institute). המכון הוא חלק מאתר ISpra, המארח שלושה מכונים השייכים לדירקטוריון הכללי "מרכז מחקר משותף" (JRC - Joint Research Center) של הנציבות. מרכזי המחקר המשותפים מתמחים בתמיכה במדיניות האירופית להגנה על הסביבה ועל האזרח, ובעיצוב וביישום שלה.
- (2) הנציבות האירופית - תכנית המסגרת החמישית למחקר ופיתוח, אנרגיה, סביבה ופיתוח בר-קיימא: כאמור, לתחום מחקר זה תקציב של 2,125 מיליון אירו, שמתוכם 1,083 מיליון אירו מוקדשים לקידום נושאים סביבתיים, בעיקר פיתוח בר-קיימא.

# ו. סיכום

## 1. פיתוח מערכת מושגית לחדשנות סביבתית

בעשור האחרון התפתחה בעולם העסקים, באקדמיה ובין קובעי המדיניות ההבנה אודות חשיבות הקשר בין חדשנות טכנולוגית לבין איכות הסביבה. מושגים כגון יעילות סביבתית, פיתוח בר-קיימא וחדשנות סביבתית הופכים לנפוצים יותר ויותר. מחקרים וחקרי אירוע רבים מראים שתקינה סביבתית מעוררת תהליכי חדשנות בתעשייה (OECD, 2000; WBCSD, 2000). בטווח הארוך, תרומתם העסקית של תהליכי החדשנות עשויה לגבור על הפגיעה העסקית הראשונית, כך שהחברה בכלל והפירמות המחדירות תהליכי חדשנות בפרט, יצאו נשכרות מן התהליך. פירמות רב-לאומיות רבות מאמצות אסטרטגיה סביבתית עצמאית, הכוללת חדשנות סביבתית כדרך לשפר את ביצועיהן העסקיים ואת הדימוי הציבורי שלהן. זאת אף ללא תקינה מגבילה המחייבת אותן לשינוי. רוב הפירמות עדיין אינן מגדירות אסטרטגיה מעין זו, והבעיה חריפה במיוחד בקרב הבינוניות והקטנות שבהן. שני גורמים עיקריים משפיעים על תהליכי החדשנות של מפעלים בעקבות תקינה סביבתית: (1) אופי התקינה ומידת הידידותיות שלה לחדשנות, או עד כמה היא מעודדת מפעלים לחדש; (2) מערכת החדשנות הלאומית בתחום עליו הוטלו המגבלות. המושג "מערכת החדשנות הלאומית" מתאר את מגוון המוסדות והארגונים המסייעים לחדשנות במדינה, הקשרים והרשתות הפורמליים והלא-פורמליים בהם מקושרים השחקנים העיקריים המשפיעים על החדשנות, ואופי האוכלוסייה במדינה ויכולתה לחדש או להשתתף בתהליך החדשנות.

מדינות מפותחות רבות בעולם מגדירות מדיניות שמטרתה לעודד חברות עסקיות וציבוריות להיות ידידותיות יותר לסביבה באמצעות חדשנות טכנולוגית. מדיניות מעין זו מאפשרת הפחתת הפגיעה התעשייתית בסביבה, בד-בבד עם עידוד צמיחה תעשייתית או לפחות מניעת הפגיעה הנגרמת לתעשייה עקב התקינה הסביבתית.

ממחקר זה עולה הצורך ברענון המערכת המושגית בישראל המתייחסת לקשר בין כלכלה לבין איכות הסביבה. אורח החשיבה המאפיין תחום זה בארץ קשור עדיין ברובו לגישה הכלכלית המסורתית של כשלי שוק. גישה זו מבליטה את ניגוד האינטרסים בין המפעל הבודד לבין האינטרסים של כלל החברה בכל הקשור לאיכות הסביבה. ניגוד זה מהווה הצדקה להתערבות ציבורית בפעילות הסקטור העסקי. התמקדות הגישה

באינטרסים המנוגדים של הגורמים השונים מקשה על שיתוף פעולה ביניהם, על הגעה לקונסנזוס בפעילות הקשורה באיכות הסביבה ועל גיבוש מדיניות ממשלתית מקיפה לנושא.

אופי התקינה הסביבתית משפיע על מידת החדשנות אותה היא מעוררת בתעשייה. כפי שטענו פורטר ולינד (1995), תקינה סביבתית נכונה וידידותיות לחדשנות מתמקדת בתוצאות ולא בטכנולוגיות, מבוססת על תמריצי שוק, מאפשרת תקופת הסתגלות, משתפת את התעשייה, ועוד.

דרישה מינימלית למדיניות כזו היא שיתוף פעולה בין משרדי הממשלה השונים. לדוגמה, שיתוף פעולה בין המשרד לאיכות הסביבה לבין משרד התמ"ס עשוי לעודד חדשנות סביבתית באמצעות תקנות סביבתיות ידידותיות לחדשנות של המשרד הראשון, ומענקי מו"פ לחדשנות של השני. חשוב לערב במדיניות גם את התעשייה, הציבור והאקדמיה, וכן לעודד שיתופי פעולה בין מגזרים שונים במטרה להגדיל את החדשנות הטכנולוגית ואת היעילות הסביבתית.

כמעט בכל המדינות המפותחות שסקרנו מופעלת מדיניות לעידוד חדשנות סביבתית, לעידוד יעילות סביבתית ולעידוד צמיחה תעשייתית ידידותית לסביבה. בכלל זה, שיפור בתהליכי הייצור ובמוצרים כך שיהיו יעילים יותר טכנולוגית וסביבתית. בניית דימוי ידידותי לסביבה מהווה גם הוא גורם מדרבן למפעלים להטמיע תהליכי חדשנות סביבתית. מדיניות נכונה מעודדת גם היבט זה של התעשייה.

להעברת טכנולוגיות (technology transfer) חשיבות מרכזית במדיניות המעודדת חדשנות סביבתית. העברת טכנולוגיה היא חלק ממערכת החדשנות הלאומית, ועל הממשלה לתת לה עדיפות. הצטרפות ישראל לתכנית המו"פ של האיחוד האירופי מאפשרת גישה נוחה של גופים בישראל לחזית הטכנולוגיה האירופית. הדבר מקל על הבאת טכנולוגיות סביבתיות מתקדמות מאירופה לישראל. רצוי שמפעלים ינצלו אפשרות זאת באופן מקסימלי.

## 2. חדשנות סביבתית בישראל

השוואה של ישראל לכל מדינות ה-OECD מעלה כי בסדר העדיפויות של הממשלה בישראל, חדשנות סביבתית נמצאת במקום נמוך ביותר. הדבר משקף היעדר הכרה בחשיבות הכלכלית של חדשנות טכנולוגית סביבתית ובתרומתה לאיכות הסביבה. נראה שאין הבנה רבה של יחסי הגומלין בין חדשנות טכנולוגית לבין שיפור באיכות הסביבה. דוגמה לכך אפשר לראות בהיעדר עידוד ממשלתי למו"פ סביבתי בישראל כאמצעי לשיפור באיכות הסביבה. נושא זה אינו מוגדר כתחום עדיפות לאומית, ואין ולו תכנית ממשלתית אחת שבה מוגדר באופן מפורש מסלול סיוע למו"פ סביבתי.

מדיניות לעידוד חדשנות סביבתית צריכה להתבסס מצד אחד על תיקון תקנות וחוקים שייקחו בחשבון את יכולות עידוד החדשנות בתעשייה ואת הדינמיקה שתיווצר לטווח הארוך, ומצד שני על עידוד פעיל של מסלולי חדשנות סביבתית. לצורך הפעלת מדיניות מסוג זה יש צורך במחקר שיבדוק את גורמי התקינה והאכיפה ואת מידת ההתחשבות שלהם בשיקולים של חדשנות טכנולוגית, וכן את הגורמים המשפיעים על עידוד החדשנות ומידת ההתחשבות שלהם בנושאי איכות הסביבה. פרסום זה הינו ראשוני בתחום, ולכן השתדלנו לגעת באמצעותו במגוון השאלות הקשורות לנושאים אלה. בפרסום התמקדנו בעיקר בנושאים הבאים:

### **(א) הסקטור האקדמי:**

מבדיקת המצב בסקטור האקדמי עולה שקיימת פעילות אקדמית בתחום איכות הסביבה ובוצעו מאמרים ופרסומים בתחום. למרות זאת, משנת 1993 הואטה מגמת הגידול בהיקף הפעילות האקדמית בתחום איכות הסביבה. הדבר בא לידי ביטוי בירידה ביחס בין הפרסומים בנושאים הסביבתיים לבין כלל הפרסומים משנת 1993 ואילך, בניגוד למגמת עלייה בעולם. המשך מגמות אלה עלול לגרום למצב של פיגור יחסי של ישראל בתחום של פיתוח ידע סביבתי בסיסי. ועדה שהוקמה באקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, בשיתוף נציגים מרוב האוניברסיטאות הגדולות בארץ, שמטרתה הייתה לדון במגמה זו ובדרכים לשנות אותה, הגישה את המלצותיה בימים אלה. אנו מקווים שהמלצות הוועדה יביאו לשינוי המצב בסקטור האקדמי בעתיד.

### **(ב) הגשת בקשות לפטנטים סביבתיים:**

במחקר נבדקו נתוני פטנטים סביבתיים תוך בניית מדד יחסי להתמחות בפטנטים. הכמות הקטנה של בקשות לרישום פטנטים סביבתיים מישראל מקשה על הסקת מסקנות לגבי התמחות של ענפים תעשייתיים ספציפיים בתחום זה. אפשר לציין שיש פחות בקשות לפטנטים סביבתיים מישראל ביחס לכלל הבקשות לפטנטים מישראל, בהשוואה ליחס דומה בכלל מדינות העולם. למרות שיש שיפור ביחס זה, הוא עדיין נמוך מהיחס העולמי. מיעוט הבקשות לפטנטים סביבתיים מצביע ככל הנראה על חוסר התמחות של התעשייה בישראל בחדשנות סביבתית.

שני חריגים שנמצאו הם בקטגוריה של איכות המים, שבו נמצאת ישראל ברמה העולמית הממוצעת, וקטגוריית מכשירי המדידה והבקרה לאיכות סביבה, שבו חלה בשנים האחרונות עלייה בביקוש לרישום פטנטים מישראל, אף מעבר לרמה העולמית.

מדובר עדיין רק במגמה של השנים האחרונות, ובמספר לא רב של פטנטים, ולכן קשה לדעת אם אנו מצויים בתחילתה של תופעה או שזהו אירוע חולף.

### **ג) שיתוף פעולה בין הסקטורים:**

גישת החדשנות הטכנולוגית מדגישה את חשיבות שיתוף הפעולה בתוך הסקטורים השונים (ממשלתי, עסקי, אקדמי, מלכריים) וביניהם, כאמצעי לשיפור החדשנות הטכנולוגית. מדיניות לעידוד שיתופי פעולה כאלה קיימת ברוב המדינות המפותחות, וחלקן הוצגו בפרסום בתיאור הפעילויות הסביבתיות במדינות נבחרות. במדינת ישראל מצאנו מיעוט של שיתופי פעולה ותכניות מעין אלה.

בולט בהיעדרו שיתוף הפעולה בין המשרד לאיכות הסביבה לבין משרד התמיכה בנושא עידוד מו"פ תעשייתי. משרד התמיכה משקיע 1.5 מיליארד שקלים בתכנית לסבסוד מו"פ במפעלים ללא שום דרישה או הכוונה סביבתית. חוסר שיתוף הפעולה בתכניות בא לידי ביטוי הן במישור המעשי והן במישור המטרות והיעדים של התכנית. במישור המעשי, התכנית לא מחייבת התייחסות מפורשת להשפעות איכות הסביבה שיהיו לפרויקטים של מו"פ שבהם היא מטפלת, ולכן עשויים להיות פרויקטים של מו"פ בעלי השפעות סביבתיות שאינן נלקחות בחשבון באישור הפרויקטים. במישור המטרות והיעדים בחוק המו"פ, אין התייחסות לנושא איכות הסביבה. לדוגמה, היעד העיקרי של החוק כיום הוא סיוע למפעלים להגדיל ייצוא המתבסס על פיתוח טכנולוגי מתקדם. מפעל המעוניין להיכנס לפרויקט מו"פ שיאפשר לו להיות ידידותי יותר לסביבה, לא זכאי לקבל תמיכה במסגרת חוק זה, אלא אם כן הוכיח פוטנציאל ייצוא מהחידוש. תרומתו לאיכות הסביבה לא מובאת בחשבון כשיקול בהחלטה על אישור מענק המו"פ. במידה וחוק המו"פ ימשיך להוות את מרכז הכובד של הסיוע למו"פ תעשייתי, ראוי לכלול בו גם יסודות סביבתיים. במובן זה ניתן לקחת דוגמה מנציבות הקהילה האירופית, ששילבה את איכות הסביבה כחלק מפעילות התמיכה במו"פ של המסגרת החמישית.

### **ד) עידוד מו"פ סביבתי במסגרת תכנית המו"פ האירופית:**

שיתוף פעולה בין המשרד לאיכות הסביבה לבין הגופים בישראל המסייעים לתעשייה להשתתף במסגרת המו"פ של האיחוד האירופי (ISERD ו-IRC) אינו פורמלי ואינו אינטנסיבי. זאת אולי אחת הסיבות להשתתפות נמוכה יחסית של מפעלי תעשייה ישראלים בתכנית. מדינת ישראל משלמת כיום סכום גלובלי בעבור הזכות של גופים ישראלים להשתתף בתכנית המו"פ האירופית (מסגרת המו"פ החמישית של נציבות הקהילה

האירופית). הדבר מאפשר לכל חברה ישראלית לגשת לרוב המכרזים ולהשתתף במספר פרויקטים בלתי-מוגבל. למסגרת המו"פ החמישית תקציב של כ-14 מיליארד אירו למשך ארבע שנים, ומידת ניצולו על-ידי גופים ישראלים לא משנה את הסכום אותו צריכה הממשלה לממן. מבחינה זו, עדיף למדינה לעודד ככל האפשר גופים ישראלים להשתתף ולנצל תכנית זאת. מיליארד מתוך 14 מיליארד אירו מוקדש למו"פ סביבתי, ולכן יש סיבה טובה למשרד לאיכות הסביבה לסייע למפעלים להשתתף בפרויקטים כאלה של מו"פ סביבתי. בנוסף למימון המו"פ, גופים ישראלים המשתתפים בתוכנית נחשפים לחזית הידע האירופי על פתרונות טכנולוגיים סביבתיים, משתלבים ברשתות עבודה אירופיות, קושרים קשרים לטווח ארוך ו"מתקרבים" לשוק גדול למוצרים וטכנולוגיות סביבתיים. מדינת ישראל מפעילה את ISERD כנציבות קישור לתכנית המו"פ החמישית, בנוסף לארגון IRC המהווה חלק של רשת אירופית במסגרת התכנית. נראה שהגדלת שיתוף הפעולה בין המשרד לאיכות הסביבה לבין גופים אלה עשוי להגדיל את כמות המו"פ הסביבתי של מפעלים ישראלים.

## **ה) היעדר חיזוי טכנולוגי:**

בעיה בסיסית בפרויקטים של מו"פ קשורה לסיכון הטמון בחיזוי מגמות טכנולוגיות ומגמות שוק. במקרה של חיזוי טכנולוגי או שיווקי שגוי, גם אם פרויקט המו"פ מצליח טכנולוגית קיים חשש שהחזרי השוק לא יכסו על עלות המו"פ או החדשנות. דוגמה לכשל עסקי יקר מעין זה אפשר לראות בפיתוח קלטת ה-BETA של חברת סוני. השוק אימץ בסופו של דבר את התקן של VHS, ולא את תקן ה-BETA של סוני. מחקר לחיזוי טכנולוגי יקר מדי במקרים רבים למפעל בודד, ויש יתרון לבצע אותו בעבור קבוצת מפעלים שלמה, וכן למטרה של תכנון המדיניות הממשלתית. מסיבה זו, מדינות מפותחות רבות עורכות מחקרי חיזוי טכנולוגי, וחלק ממחקרים אלה מוקדש לנושאי איכות הסביבה. בארץ נערכים מעט מחקרי חיזוי טכנולוגי, ולא ידוע לנו ולו על מחקר אחד כזה בתחום איכות הסביבה.

## **ו) עידוד לא מספיק לייבוא ידע וטכנולוגיות סביבתיות מחו"ל:**

במקרים רבים קיימות טכנולוגיות שפותחו בחו"ל העשויות לפתור בעיות סביבתיות גם בישראל, אך בשל חוסר מידע הטכנולוגיות אינן מועברות לתעשייה הישראלית. לעתים, דרושה התאמה של הטכנולוגיה לשוק המקומי, התאמה אותה החברות אינן מוכנות ליטול על עצמן. מחקרים רבים מורים על היתרון הכלכלי הנובע מהעברת טכנולוגיה.

הדבר נכון במיוחד בשוק המורכב ברובו המכריע מעסקים קטנים ובינוניים, כמו בישראל. במקרה זה, על הממשלה להיות מעורבת בעידוד העברת טכנולוגיות סביבתיות. כפי שאפשר לראות בסקירה של התכניות במדינות השונות, קיימות תכניות רבות לשיתוף פעולה, לחיזוי טכנולוגי ולאיתור טכנולוגיות. תכניות אלה, כמו גם השתתפות בתכניות כגון תכנית המו"פ האירופית, מסייעות לייבוא ידע וטכנולוגיות סביבתיות ממדינות אחרות בהן פותחו כבר הידע והטכנולוגיות הללו. הדבר חוסך את המאמץ וההשקעה בפיתוח הטכנולוגיות הללו יש מאין. בישראל נמצאה פעילות מוגבלת מאוד המעודדת ייבוא ידע וטכנולוגיות סביבתיות מחו"ל. לדוגמה, למפעל המזהם את הסביבה ומוגבל על-ידי המשרד לאיכות הסביבה רצוי לבדוק האם קיים פתרון ישים כלכלית לזיהום באמצעות הטכניקה הזמינה הטובה ביותר (BAT - Best Available Technology). במידה וקיים פתרון זמין, המפעל יכול לייבא ידע; זאת לאחר בדיקת הכדאיות של ייבוא הידע והטכנולוגיה מול הכדאיות בפיתוח פתרון ייחודי משלו. המרכז לייצור נקי, המוקם כיום בהתאחדות התעשיינים, יכול לסייע למפעלים בתחום זה. חשוב לעצב את המרכז כך שסייע ביעילות למעבר טכנולוגיות סביבתיות. קשר רצוף והדוק של המרכז עם מרכזים דומים אחרים, הנמצאים במדינות מפותחות רבות, עשוי לסייע לכך רבות.

### **ז) שילוב שיקולי איכות סביבה בתכניות אחרות של משרד התמ"ס:**

המחקר שהוביל לפרסום זה התמקד בעיקר בנושאים הקשורים למו"פ תעשייתי-סביבתי במשרד התמ"ס. למרות זאת, חדשנות טכנולוגית אינה מתחילה ונגמרת רק במו"פ. קיימות במשרד התמ"ס תכניות נוספות המעודדות חדשנות בתעשייה, שגם בהן ראוי לבדוק שיתוף פעולה עם המשרד לאיכות הסביבה לשם שיפור החדשנות הסביבתית בתעשייה. מומלץ במיוחד להתמקד בשתי תכניות גדולות של המשרד - התכנית לעידוד השקעות הון והתכנית להכשרת הון אנושי בתעשייה.

מתוך היכרות של המחברים עם התכניות הללו, נראה שבתכנית לעידוד השקעות הון כדאי להתמקד גם בהחדרת שיקולי איכות הסביבה לתהליך הבדיקה של הפרויקטים ובשינוי מטרות התכנית כך שיכללו גם שיקולי איכות סביבה. בתכנית להכשרת הון אנושי לתעשייה נראה שלא קיימת בעיה ברמת המטרות, וניתן ביתר קלות להסתייע בה גם בנושאים הקשורים לעידוד חדשנות סביבתית בתעשייה. מומלץ לבדוק תכניות אלה באופן נפרד כחלק ממחקר המשך לעידוד חדשנות סביבתית בתעשייה.



## ז. המלצות

על סמך הממצאים עד כה ניתן להמליץ על כמה כיווני פעולה אפשריים. הדגש בכיוונים אלה הוא על תפישה רחבה של איכות הסביבה וקישורה לחדשנות טכנולוגית. ההמלצות יאפשרו עיצוב מדיניות סביבתית תוך שימוש בתקינה ובתמריצים לחדשנות סביבתית לצורך השפעה על כיווני התפתחות תעשייתית עתידיים. להלן המלצות בתחום זה:

**(1) הגדלת המו"פ הסביבתי כיעד מרכזי במדיניות איכות הסביבה בישראל.** רובו המכריע של הסיוע למו"פ תעשייתי בישראל ניתן כיום על-ידי משרד התעשייה והמסחר במסגרת חוק המו"פ. כדי להגדיל את המו"פ הסביבתי בתעשייה יש להתאים את תקנות חוק המו"פ בדומה לתכניות אחרות לסיוע למו"פ ולחדשנות תעשייתית בעולם, כך שיתמכו גם בנושאים סביבתיים ובפיתוח בר-קימא. הדבר מצריך בשלב הראשון קביעת מערכת מדדים למו"פ סביבתי. לאחר הגדרת המדדים ואיסוף נתונים עליהם, על הממשלה לקבוע יעד לשיפור מתמיד בתוצאות של מדדים אלה. בהמשך, יש ליזום תכניות ופעילויות שיאפשרו עמידה ביעדים שהוגדרו. בפרקים הקודמים הוצגו מספר דוגמאות לפעילות שיכולה לעודד הגדלת מו"פ סביבתי.

**(2) שיתוף פעולה בין המשרד לאיכות הסביבה לבין משרד התמ"ס, לשם הגדרת יסודות סביבתיים כיעדים בחוק המו"פ החדש אותו אמורים לנסח בזמן הקרוב.** תמיכות המו"פ של משרד התמ"ס מיועדות למפעלים תעשייתיים, ולכן מהוות ערוץ טוב לעידוד חדשנות סביבתית בתעשייה. חלון ההזדמנויות להגדלת המו"פ הסביבתי נוצר כיום עם הדיון על עריכת שינויים והתאמות בחוק המו"פ, וניסוח חוק מו"פ חדש. הדבר מחייב את המשרד לאיכות הסביבה להיכנס כבר עתה לפעילות אינטנסיבית של שכנוע פוליטי, ציבורי ואדמיניסטרטיבי, ושל בדיקת אפשרות למימון של חלק מפעילות מו"פ זו. גודלו של תקציב עידוד המו"פ שבידי המדען הראשי של משרד התמ"ס, והדיון שנערך לאחרונה על שינוי חוק המו"פ, מצריכים מאמץ מיוחד של המשרד לאיכות הסביבה לכלול יסודות סביבתיים בחוק המו"פ.

**(3) יש להגביר את המודעות של התעשייה לפוטנציאל הכלכלי הטמון בתחום איכות הסביבה, ובעיקר לאפשרות לייצא מוצרים בתחום זה.** חשוב לסייע לתעשייה לשלב פוטנציאל כלכלי לייצוא עם שיקולי איכות סביבה. השוק הקשור לאיכות הסביבה הוא שוק גדול ומתפתח בעולם, וחשוב לבדוק עד כמה המפעלים הרלוונטיים לחדשנות סביבתית ערים לפוטנציאל הייצוא העסקי של חדשנות זו. המשרד לאיכות הסביבה יכול לסייע למפעלים בייעוץ, במידע ובדרכים נוספות לשלב שיקולי חדשנות טכנולוגית עם שיקולי איכות הסביבה. לשם כך מומלץ להגדיל את שיתוף הפעולה של המשרד לאיכות הסביבה עם המרכז לאיכות הסביבה במכון הייצוא, ולזיום פעילויות נוספות בתחום.

**(4) עיצוב מדיניות משולבת להקטנת הפגיעה באיכות הסביבה של סקטורים תעשייתיים מזהמים באמצעות חדשנות טכנולוגית:** מערכת שתשלב יסודות של מקל וגזר בתחומים רלוונטיים, ותספק במה לדיון, לשכנוע ולהסברה הקשורים למדיניות. מערכת כזו צריכה לשלב תקינה סביבתית והיטלים על זיהום עם תמריצים לעידוד מו"פ ולהבאת טכנולוגיות המאפשרות תהליכי ייצור ומוצרים ידידותיים יותר לסביבה. לדוגמה, זיהום מים בתמלחות מהווה בעיה קשה למשק המים, ותופעה זו חמורה במיוחד במדינה עם משאבי מים מוגבלים כמו ישראל. מדיניות משולבת צריכה לאפשר מצד אחד הטלת קנסות והיטלים על מפעלים בעלי פליטת תמלחות גבוהה למשק המים, ומצד שני - לעודד מו"פ ולהביא טכנולוגיות העשויות לסייע לצמצום הבעיה. תחומים חשובים נוספים במדיניות משולבת הם: עידוד דיאלוג בין קובעי המדיניות לבין התעשייה למציאת פתרונות בתחום, עידוד קשרים בין מפעלים לפיתוח משותף של פתרונות, יצירת קמפיין להבהרת הבעייתיות הקיימת והחשיבות של השינוי, ועידוד לאימוץ מגוון כלים שיסייעו למפעלים לעבור לטכנולוגיות חדשות ויקשו עליהם להמשיך את הייצור בטכנולוגיות הקיימות.

**(5) עידוד פעיל של מפעלים להשתתף בתכנית הסביבתית של מסגרת המו"פ האירופית.** הפוטנציאל הרב הטמון בתכניות המו"פ האירופיות ובעיקר בתחום המו"פ הסביבתי מצריך מעורבות גבוהה יותר של המשרד לאיכות הסביבה בעידוד ההשתתפות. הקשר שיש למשרד עם מפעלים מזהמים יכול לסייע בדחיפת מפעלים אלה להשתתפות בתכנית מו"פ. זאת במטרה לשפר תהליכי ייצור ומוצרים. על המשרד להפעיל בתחום זה מדיניות משולבת: מצד אחד, לאמץ תקנים סביבתיים אירופיים מחמירים, ואף להיות מעורב בתהליכי תקינה עכשוויים של האיחוד האירופי, כך שמפעלים בארץ יצטרכו להתמודד עם תקנות ומגבלות דומות לאלה

המוטלות על המפעלים באירופה; מצד שני, לעודד מפעלים להשתתף בתכניות המו"פ האירופיות כדי לפתח פתרונות שיאפשרו התמודדות עם התקנים המחמירים הללו. יש להגדיר לשם כך מדיניות הכוללת גורמים של המשרד לאיכות הסביבה הבאים במגע עם מפעלים מזהמים, יועצים עסקיים המתמחים בהגשת הצעות לאיחוד האירופי, המרכז לייצור נקי בהתאחדות התעשיינים וכן ISERD ו-IRC למרות כוח האדם המצומצם הקיים בגופים אלה. רצוי שהמשרד לאיכות הסביבה יקבע תכנית פעולה למדיניות מעין זו ויפעל ליישומה.

**(6) הגדרה והתאמה של מערכת המושגים בתחום של תקנות סביבתיות ידיוניות לחדשנות<sup>42</sup> למצב המערכתי בישראל.** על המשרד לאיכות הסביבה לגבש תקנות וסטנדרטים ידיוניים לחדשנות, ולקבוע דרכים לניטור, לבקרה, לאכיפה ולענישה התואמים עקרונות אלה. ניתן להתבסס בשלב הראשון על ההמלצות הניתנות על-ידי פורטר והמתומצתות בעבודה זו. בשלב הבא רצוי לבדוק את ההמלצות של פורטר המתייחסות לתיקון תקנות ידיוניות לחדשנות, ולראות האם ניתן לשפר אותן. חשוב לערוך בדיקה בתעשייה הישראלית עצמה, ולברר עד כמה תקנות סביבתיות שונות מעודדות בה חדשנות.

**(7) על המשרד לאיכות הסביבה לבדוק את האפשרות לנצל את צוות המשרד העוסק באכיפה, גם לעידוד חדשנות בתעשייה.** לצוות העוסק בפיקוח ובאכיפה סביבתית מידע רב וקשר עם מפעלים מזהמים. המשרד לאיכות הסביבה יכול לנצל צוות זה, בנוסף לתפקידי אכיפה ותקינה, גם להפניית מפעלים לתכניות שיכולות לסייע להם בחדשנות סביבתית. על המשרד לערוך בדיקה של האפיקים דרכם מגיעים המסרים השונים שלו לתעשייה, ולהעביר דרכם גם מסרים המעודדים חדשנות סביבתית. בנוסף לדרישה לעמוד בתקינה, נציגי המשרד יכולים להציע למפעלים לפנות לגורמי סיוע בהם יוכלו להיעזר כדי לשפר את ביצועיהם הסביבתיים על-ידי חדשנות. בעיקר רצוי להמליץ ולעודד חדשנות על-ידי פתרונות משולבים (integrated solutions) הודות ליתרונות הגלומים בפתרונות מעין אלה. הדבר יאפשר דיאלוג טוב יותר בין מבצעי האכיפה לבין התעשייה, ויעודד את התעשייה לציית לתקנות ולהיכנס לתהליכי חדשנות טכנולוגיים.

**(8) עידוד למעבר ידע וטכנולוגיות סביבתיות מחו"ל.** חשוב לעודד מפעלים לעקוב תדיר אחרי הטכניקות הטובות ביותר לייצור נקי, ואחרי מוצרים ידיוניים לסביבה. לצורך זה יש לעודד, במקרים רבים, ייבוא ידע וטכנולוגיות מחו"ל. ניתן לבצע זאת

במספר דרכים, כגון: הפצת ידע למפעלים, עידודם להשתתף בתכניות המו"פ האירופיות וצעדים דומים. פעילויות אלו צריכות להתבצע בנוסף להגברת התקינה והאכיפה מצד המשרד, מכיוון שללא מחויבות מפורשת מצד התעשייה לשנות תהליכי ייצור ומוצרים, לא נראה שמפעלים יטו לחפש ידע וטכנולוגיות סביבתיות. המרכז לייצור נקי בהתאחדות התעשיינים, המוקם בימים אלה, עשוי להוות חוליה מרכזית בשרשרת המעבר של ידע וטכנולוגיות מחו"ל, בעיקר למפעלים קטנים ובינוניים.

**(9) עמידה בדרישות הסביבתיות של מדינות ה-OECD.** על המשרד לאיכות הסביבה לשאוף שמדינת ישראל תעמוד בדרישות הסביבתיות של מדינות ה-OECD. עמידה בדרישות אלו מחייבת שיתוף פעולה עם גופים נוספים וכן חקיקה בכנסת, ואף הגבלה עצמית של זיהום בהתאם למחויבות שלקחו על עצמן המדינות המפותחות בפרוטוקול קיוטו. פעולת מדידה ואמידה של פרמטרים סביבתיים תיעשה על-ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס), המשרד לאיכות הסביבה, ועוד. מומלץ לערוך תכנית לשיפור התחומים שבהם ישראל עדיין אינה עומדת בדרישות הללו. כפי שעולה מעבודה זו, היערכות מוקדמת, המשאירה לתעשייה מספיק זמן לחדש, מקטינה את הפגיעה בתעשייה בעקבות ההחמרה בדרישות הסביבתיות. מנגד, פעילות החמרה חפוזה בדרישות הסביבתיות, עקב רצון לעמוד בסטנדרטים בינלאומיים, ללא השארת זמן מספיק לתעשייה, עלולה לגרום לפגיעה משמעותית ולאורך את התעשייה לאמצץ פתרונות "קצה צינור" יקרים היעילים פחות לאיכות הסביבה.

**(10) חיזוי טכנולוגי בתחום איכות הסביבה.** תוך כדי גיבוש של מדיניות סיוע לחדשנות סביבתית בתעשייה והפעלתה, סביר שיהיה צורך גם בפרויקט חיזוי טכנולוגי סביבתי. הממשלה יכולה לסייע לתעשייה בהפחתת הסיכון מחדשנות סביבתית על-ידי ביצוע של חיזוי טכנולוגי בתחום איכות הסביבה ופרסומו, ובכך להקל על ההחלטה של חברות להיכנס למו"פ סביבתי. ביצוע של מחקר חיזוי טכנולוגי סביבתי מלא עשוי להיות יקר, אך קיימות חלופות למחקר כזה. ממשלת הולנד למשל, ערכה מחקר חיזוי לתעשייה הסביבתית (ראה לעיל, פרויקט "81 האופציות") שהתבססה על ממצאים של מחקרי חיזוי אותם מבצעות רוב המדינות התעשייתיות הגדולות. הם ביצעו התאמה של ממצאים אלה להקשרים חברתיים הייחודיים להולנד בלבד.

**(11) עריכת מחקרי המשך.** חשוב במיוחד לעודד שני סוגים של מחקרים: (א) מחקרים שיתמקדו באיסוף נתוני עומק על המפעלים עצמם, ויצביעו על צרכים לעידוד חדשנות טכנולוגית סביבתית מזווית הראיה שלהם. על-ידי בדיקה של מפעלים שהטמיעו

לאחרונה חידושים סביבתיים, ניתן לאתר את הפרמטרים העיקריים הדוחפים מפעלים לחדשנות סביבתית ולפעול להגברתם. כמו כן, ניתן לאתר כשלים מרכזיים להטמעה של חדשנות סביבתית ולפעול לצמצומם. (ב) מחקרים שיתמקדו בתקינה סביבתית ובדרך להגדלת ההשפעה של תקינה זו על החדשנות הסביבתית בישראל. רצוי שמחקר מעין זה יבחן את ניסיוןן של מדינות אחרות בתחום זה. הדבר חשוב מכיוון שמנגנון התקינה הסביבתית בישראל חדש יחסית, ואפשר ללמוד רבות בתחום זה מניסיוןן של מדינות שכבר התמודדו עם השאלות הללו. מומלץ במיוחד לבדוק נושא זה בהולנד, שם קיימת מדיניות יעילה לעידוד חדשנות סביבתית.



## הערות

1. על-פי הלמ"ס (ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי 1989-1999, דצמבר 2000), ההוצאה הממשלתית למו"פ סביבתי בישראל בשנת 1997 הסתכמה ב-0.1% מסך תקציב המו"פ הממשלתי, שהם כ-3.4 מיליון ש"ח (כ-0.97 מיליון דולר). תקציב המו"פ הסביבתי בגרמניה ב-1997 הסתכם לשם השוואה ב-768 מיליון דולר.
2. ארגון 24 המדינות המפותחות - Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). ראה רשימת המדינות החברות בנספח 1.
3. חקלאות נחשבת במחקר ובפרסום זה כתעשייה לכל דבר.
4. העקרונות לתקנות איכות סביבה ידידותיות לחדשנות על-פי פורטר ולינד, מובאות בפרסום זה במסגרת 1.
5. על-פי פרוטוקול קיוטו (אמנת המדינות המפותחות שהתכנסו בקיוטו ב-1997 לקביעת צעדים לצמצום הפגיעה העולמית בסביבה) נדרשות המדינות המפותחות לעמוד ביעדים לשיפור איכות הסביבה. ישראל נכללה בקבוצת המדינות המתפתחות, ולכן לא חויבה עדיין לעמוד ביעדים אלה.
6. ראה לוח 2.
7. ראה פירוט בסעיף 2.ב. להלן.
8. במונחים של הכלכלה הקלסית אפשר לומר שכשלי שוק שונים גורמים לפעילות מועטה מדי של חדשנות טכנולוגית סביבתית בחברות עסקיות וציבוריות. התקנות הסביבתיות גורמות להגדלת החדשנות הסביבתית, ולכן משפרות את מצבן של החברות הללו.
9. הרחבה על השפעות חיצוניות חיוביות אפשר למצוא בספר של ארו (Arrow, 1962), וכן בספרו של פאול סטונמן (Stoneman, 1987).
10. בשעה שאת החדשנות הטכנולוגית מאפיינים כשלי שוק של השפעות חיצוניות חיוביות, הרי שתחום איכות הסביבה מתאפיין יותר בכשל השוק ההופכי שהוזכר - השפעות חיצוניות שליליות של מפעל אחד מביאות נזק לגורמים אחרים באותה מדינה.
11. המנוע הרגיל המשמש כלי רכב.
12. לפרטים נוספים על "פרויקט 81", ראה פרק ה', הולנד - סעיף ב.1 (עמ' 58).

13. שימוש נרחב בטכנולוגיה אחת על-ידי משתמשים רבים יוצרת את מה שכינו פרימן וסוטה "מסלול טכנולוגי" (Technology trajectory) המזוהה על-ידי פיתוחים וחידושים נוספים (Freeman and Soote, 1982).
14. Government Budget Appropriates or Outlays for R&D - GBAORD, או: "הוצאות משרדי ממשלה למו"פ אזרחי לפי יעדים".
15. למרות שישראל לא נכללת בארגון המדינות המפותחות OECD, וכן לא מחויבת לעמוד בסטנדרטים של מדינות מפותחות בתחום איכות הסביבה כפי שנקבע למשל בוועידת קיוטו, אפשר עדיין לכלול את ישראל בקרב המדינות המפותחות בתחום החדשנות הטכנולוגית והתל"ג הלאומי. הדבר בא לידי ביטוי גם בכוונת הממשלה להצטרף לארגון ה-OECD.
16. ראה הערה 14 לעיל.
17. מדד ה-GBOARD מיועד למדידה של מדיניות הממשלה ופחות למדידה של ביצוע החדשנות בפועל, מכיוון שהוא בודק את הקצאת התקציבים למו"פ ולא את הפרויקטים עצמם או את התוצאות שלהם. פרוט נוסף על המדד מופיע בנספח 1.
18. הדבר תואם את הגדרות ה-OECD לסיווג חדשנות סביבתית.
19. Dr. Ulrich Schmoch - Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research
20. ראה Schmoch, 1999.
21. לנתונים על השנים 1993-1999 ראה נספח 3, סעיף "פיקוח וטיפול סביבתי".
22. מקור הנתונים לפרסום זה: הלמ"ס, ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי 1989-1999, דצמבר 2000. ראה נספח 3.
23. אלקטרוניקה, אלקטרו-אופטיקה, תכנה, תקשורת, מכשור רפואי, כימיה, תרופות, ביוטכנולוגיה ושוונת.
24. למרות שמרבית התמיכה במו"פ של המדען ניתנת לתחומי היי-טק, כגון תכנה, תקשורת, אלקטרוניקה ותחומים דומים, הפגיעה באיכות הסביבה של תחומים תעשייתיים אלה בדרך כלל פחתה.
25. 15% הנותרים הם ממימון ישיר של היום.
26. נכון לאפריל 2000, קיימים כ-540 פרויקטים שסיימו או שעדיין משתתפים בתכנית החממות הטכנולוגיות.
27. World Intellectual Property Organization (WIPO)
28. European Patent Office (EPO)
29. בחישוב ממוצע לארבע שנים - 1995-1998.



30. שמתוכם 35% מהוות קרנות אוניברסיטאיות.
31. הנתונים נאספו בעבורנו על-ידי ד"ר אולריך שמוך - Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
32. ISERD - The Israeli Directorate for EU FP5
33. נכון לדצמבר 2000, שער האירו שווה לכ-0.9 דולר אמריקני.
34. 1 אקו = 1 אירו.
35. המרכז בישראל יושב במרכז מתימו"פ, ומנוהל כיום על-ידי מר אהרון שטרן.
36. Ministry of Economic Affairs, 1997
37. כ-1.6 מיליון דולר (ארה"ב).
38. כ-51 מיליון דולר (ארה"ב).
39. כ-5.4 מיליון דולר (ארה"ב).
40. כ-800 מיליון דולר (ארה"ב).
41. לכל מסגרת כזו ניתן מספר עוקב. מסגרת המו"פ הרביעית הייתה בין השנים 1995-1998. כיום פועלת מסגרת המו"פ החמישית (לשנים 1999-2002).
42. Innovation Friendly Regulation



## מראי מקום

גרסטנפלד, מנפרד, **סביבה ובלבול: מבוא לאקולוגיה עכשווית**, הקיבוץ המאוחד ומכון ירושלים לחקר ישראל, 1998.

**דו"ח הוועדה הציבורית-מקצועית לקביעת הליכי תקינה להגנה על איכות הסביבה**, נובמבר, 1997.

האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים, **דו"ח הוועדה המייעצת לאקדמיה הלאומית הישראלית למדעים לקידום חקר הסובב בישראל**, 1998.

הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל, **סדרי עדיפות לאומית בתחום איכות הסביבה בישראל: מסמך עמדה**, פורום המשק והכלכלה למען איכות הסביבה בישראל ומוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע ובטכנולוגיה, יוני, 1999.

טרקטנברג, מנואל, "חדשנות טכנולוגית בישראל, 1968-1997: ניתוח השוואתי באמצעות נתוני פטנטים", **הרבעון הישראלי לכלכלה**, 1999, מס' 2, עמ' 285-322.

ישראלי, אביעזר, **מדיוניקס איטרנשיונל בע"מ, מחקר בנושא מדיניות איכות סביבה ופיתוח מדעי ותעשייתי**, אוגוסט 1999.

מדינת ישראל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, משרד המדע, **ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי 1989-1999**, דצמבר 2000.

מדינת ישראל, משרד המדע, **קול קורא בתחום איכות סביבה ומים להגשת בקשות למענקי מחקר תשתיתי-אסטרטגי**, 2000.

משרד המדע, **דו"ח פעילות שנתי 1999, מימון מחקרים וביצועים 2000**.

Arrow, K. "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions," in R. R. Nelson (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton, Princeton University Press, 1962.

Australia Department of Industry, Science and Resources, *Science and Technology Budget Statement 1999-2000*, 1998.

Clayton Anthony, Graham Spinardu and Robin Williams, *Policies for Cleaner Technologies; A New Agenda for Government and Industry*, Earthscan Publication, 1999.

Coenen Reinhard, "Sustainable development - new challenges for technology assessment," Forschungszentrum Karlsruhe Institute for Technology Assessment and Systems Analysis, Invited paper presented at the International Summer Academy on Technology Studies Deutschlandsberg, 1999.

Coenen, Reinhard, "The economic and environmental potential of environmental technology," *Tech Monitor*, Jul-Aug, 1997.

DeSimone, L. & Popoff, F., *Eco-Efficiency: The Business Link to Sustainable Development*, IMT Press, 2000.

Dunkel Torsten, Claus Seibt and Luis Felipe Nascimento, "Technology Policy and Sustainable Development in Germany and Brazil: Shaping National Systems of Innovation towards a sustainable future," in Lefebvre, Mason and Khalil (eds.), *Management of Technology, Sustainable Development and Eco-Efficiency*, Elsevier Science Ltd., Oxford 1998, pp. 331-340.

Dyerson, R. & Pilkington, A., "Innovation in Complex Systems: Regulation and Technology Towards the Electric Vehicle," *International Journal of Innovation Management*, Vol. 4, No. 1, March 2000.

Environment Canada, *1999-2000 Estimates, A Report on Plans and Priorities*.

Environmental Technology Verification Program: Verification Strategy, in [www.epa.gov/etv](http://www.epa.gov/etv).

European Commission, "Green paper on innovation; communications from Mrs. Cresson and Mr. Bangemann, in agreement with Mr. Papoutsis adopted by the Commission," 20 December, 1995.

Freeman C. and Soote, *The Economics of Industrial Innovation*, 1982, (Pinter).

German Federal Ministry for the Environment, *Nature Conservation and Nuclear Safety, "1998 Report on the Environment.*

Jaffe, A., Peterson, S. & P. Portney, "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?" *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXIII, March, 1995, pp.132-163.

Kemp, Rene, *Environmental Policy and Technical Change; A Comparison of the Technological Impact of Policy Instruments*, Universitaire Pers Maastricht, 1995.

Licht, G., et al., *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht 1998*, Bonn: BMBF, 1999.

Ministry of Economic Affairs, The Netherlands, "1997 Benchmarking the Netherlands: Prepared for the Future?" October 1997, <http://www.minez.nl>.

Nelson, R. & S. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge, 1982.

New Zealand Ministry for the Environment, *Environment 2010 Strategy 1998 Stocktake.*

OECD, *Background Report for the Business and Industry Policy Forum on Environmental Management: Challenges for Industry*, Paris, 2000.

OECD DSTI/EAS, *R&D Database*, November 1997.

OECD DSTI/STP, *Government Programmes for Diffusing Environmental Technologies*, 1999.

OECD, *The Measurement of Scientific and Technical Activities 1993: Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development - Frascati Manual*, September 1994.

OECD, *Using Patent Data as Science and Technology Indicators: Patent Manual 1994: The Measurement of Scientific and Technological Activities*, Paris, 1994.

Pavitt, K., "Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems", *Scientometrics*, Vol. 7, pp. 77-99, 1985.

Porter, Michael, E. & Claas van der Linde, "Green and Competitive: Ending to the Stalemate," *Harvard Business Review*, September-October 1995, pp. 120-134.

Schmoch, U. (1999), "Impact of International Patent Applications on Patent Indicators", *Research Evaluation*, 1999, *Research Evaluation*, Vol. 8, No. 2, pp. 119-131.

State of Israel, Ministry of Industry and Trade, Office of the Chief Scientist, *Technological Incubators in Israel*, January 1999.

State of Israel, Ministry of Industry and Trade, The Office of the Chief Scientist, *Government Encouragement for Industrial Research and Development*, May 1998.

Stoneman, P. *The Economic Analysis of Technology Policy*, Oxford: Oxford University Press, 1987.

Teubal, Morris, "A Catalytic and Evolutionary Perspective to Horizontal Technological Policies," *Research Policy*, April 1997.

Teubal, Morris, "R&D and Technology Policy as Learning Processes", *World Development*, Vol. 23, No. 3, May 1996.

The Government of the Federal Republic of Germany, Federal Ministry for the Environment, *Towards Sustainable Development in Germany*, February 1997.

UK Department of the Environment, Transport and Regions, "DETR Annual Report 1999: The Government's Expenditure Plans 1999-2000 to 2001-02," in [www.detr.gov.uk](http://www.detr.gov.uk).

UK Department of Trade and Industry, *DTI Sustainable Development Strategy Action Plan*, 2000.

UK Department of Trade and Industry, *DTI Sustainable Development Strategy; A Strategy for Simultaneously Securing Economic Growth and Environmental Protection*, 2000.

UK Environment Agency, "R&D Strategy - September 1998," in [www.environment-agency.gov.uk](http://www.environment-agency.gov.uk).

United States Environmental Protection Agency, *EPA Strategic Plan*, September 1997.

Vollenbroek, Frans A., Rob Wetering & Maurits Butter, "Technology Options for Sustainable Development," in OECD DSTI/STP/TIP, "Technology Foresight and Sustainable Development: Proceedings of the Budapest Workshop 11 December 1998".

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), *Building a Better Future: Innovation, Technology and Sustainable Development*, 2000.

## אתרי אינטרנט

<http://www.bmu.de>

<http://www.detr.gov.uk>

<http://www.ec.gc.ca>

<http://www.environment.gov.au>

<http://www.environment-agency.gov.uk>

<http://www.epa.gov>

<http://www.epa.gov/etv>

<http://www.mem.dk>

<http://www.mfe.govt.nz>

<http://www.minvenw.nl>

<http://www.minvrom.nl/environment>

<http://www.mst.dk>

<http://www.minez.nl>

<http://www.oecd.org>

# נספח 1

## מדד ההוצאה הממשלתית למו"פ אזרחי לפי יעדים Government Budget Appropriates or Outlays for R&D (GBAORD) ותרשימי השוואה בין-לאומית על-פי מדד זה

מדד ה-GBAORD פותח כדי לאמוד את יעדי החדשנות הטכנולוגית של ממשלות על-פי חלוקת תקציבי המו"פ שלהן. זהו מדד סטנדרטי של מדיניות ה-OECD, ואופן חישובו מפורט במדריך פרסקטי (Frascati Manual, 1993). נתוני ההוצאה הממשלתית למו"פ אזרחי במשרדי הממשלה השונים נבדקו על-ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (למ"ס) על בסיס חלוקת התקציב שלהם. מדד ה-GBAORD כולל גם מו"פ הממומן על-ידי הממשלה בסקטור העסקי, בסקטור האקדמי, בסקטור הפרטי ובחוו"ל (כולל ארגונים בין-לאומיים). בנוסף, המדד כולל גם קרנות אוניברסיטאיות כלליות. קיימות שתי דרכים לבדיקה של חלוקת המו"פ הממשלתי על-פי יעדים חברתיים-כלכליים. הדרך הראשונה היא בדיקת המטרות שלשמן מוקצה תקציב המו"פ; הדרך השנייה היא בדיקת המו"פ עצמו והיעדים שהוא ממלא בפועל. בעוד שהדרך השנייה מדויקת יותר ומשקפת באופן נכון יותר את הביצוע בפועל של המו"פ, הרי שהדרך הראשונה משקפת באופן נאמן יותר את מדיניות הממשלה. לדוגמה, מו"פ המיועד לפיתוח תעשייתי יכול להיות מיושם בפועל לפיתוח מוצר ידידותי יותר לסביבה. במקרה זה, למרות שהמו"פ תרם לאיכות הסביבה, הרי שהדבר נעשה ללא כוונה מפורשת של המדינה, ולכן הוא אינו יכול להיחשב כחלק ממדיניות הממשלה.

היעדים החברתיים-כלכליים המשמשים במדד ה-GBAORD הם:

- פיתוח חקלאות, ייעור ודיג
- קידום טכנולוגיה תעשייתית
- ייצור אנרגיה ושימושה
- פיתוח תשתיות
- פיקוח וטיפול סביבתי



- בריאות
- שירותים סוציאליים
- חקר הקרקע והאטמוספירה
- קידום הידע הכללי
- חקר החלל

לצורך הכנת המדד עורך צוות של הלמ"ס ראיונות עם אנשי התקציבים במשרדים הממשלתיים השונים, ומסמן בעזרתם את חלק התקציב של המשרד המיועד למימון מו"פ בסקטור הממשלתי או לסיוע למו"פ בסקטורים האחרים. במדד נבדק החלק היחסי (באחוזים) של כל אחד מן היעדים החברתיים-הכלכליים השונים שסומנו מתוך סך הכול תקציב המו"פ הממשלתי. להלן דוגמאות לחלוקת תקציבי המו"פ על-פי יעדים בארצות שונות.

מקורות הנתונים בלוחות ובתרשימים להלן:

**ישראל:** הלמ"ס, ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי 1989-1999, דצמבר 2000.

**מדינות OECD:** OECD DSTI/EAS, *R&D Database*, 1997.

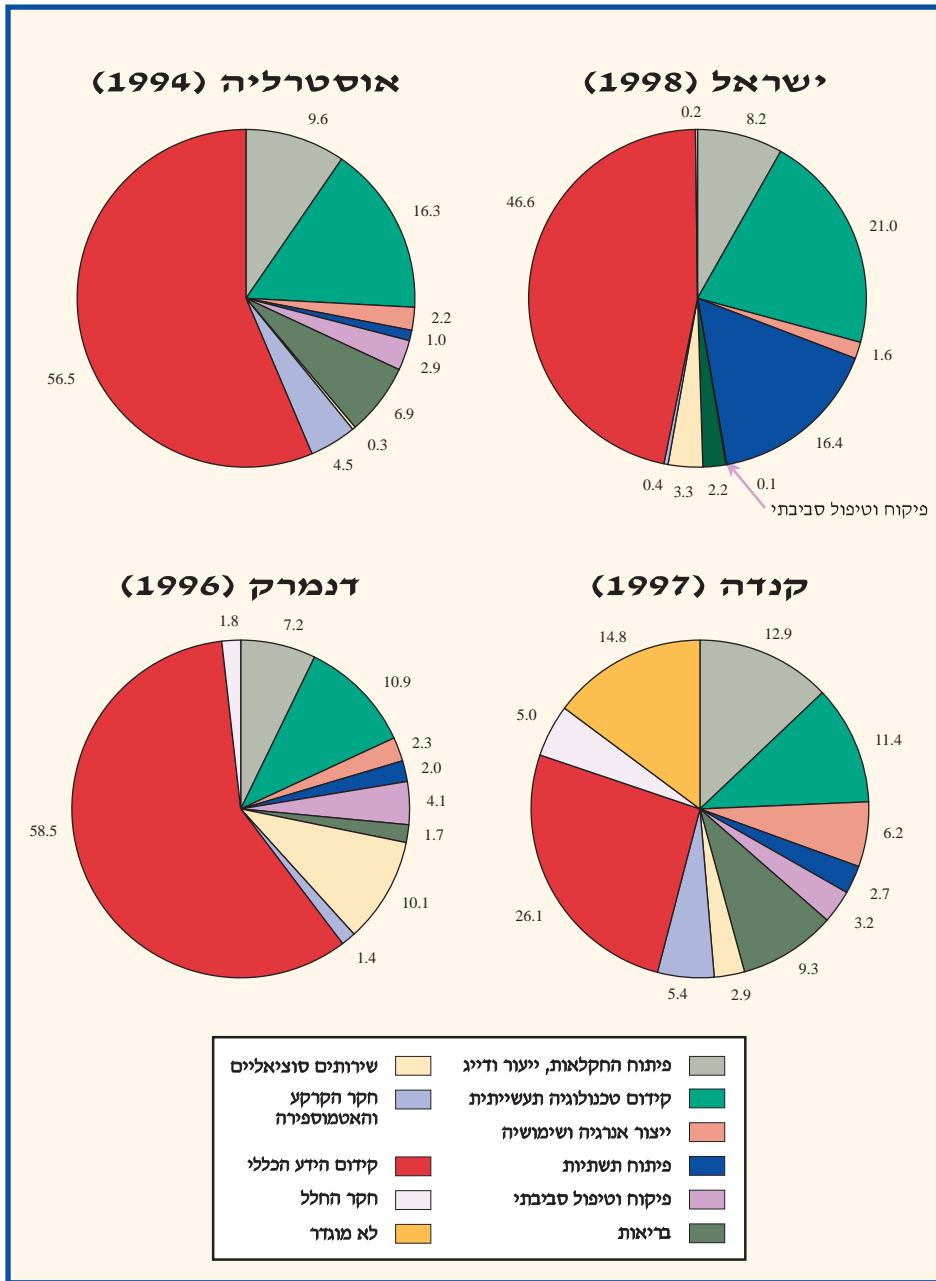
## הוצאות משרדי ממשלה למו"פ אזרחי לפי יעדים אחוז מסך תקציב המו"פ הממשלתי

יעדים	ישראל 1998	אוסטרליה 1994	אוסטריה 1997	בלגיה 1996	קנדה 1997	דנמרק 1996	פינלנד 1996	צרפת 1996	גרמניה 1996	יוון 1996	איטליה 1997	אירלנד 1996
פיתוח החקלאות, ייצור דייג	7.7%	9.6%	3.5%	4.2%	12.9%	7.2%	7.3%	5.1%	2.8%	10.9%	22.1%	14.8%
קידום טכנולוגיה תעשייתית	21.4%	16.3%	7.3%	11.1%	11.4%	10.9%	29.1%	6.7%	14.8%	12.1%	2.2%	29.6%
ייצור אנרגיה ושירותים	1.4%	2.2%	0.4%	2.9%	6.2%	2.3%	3.4%	6.6%	3.8%	3.0%	3.1%	0.1%
פיתוח תשתיות	16.6%	1.0%	1.6%	0.9%	2.7%	2.0%	3.5%	0.7%	1.7%	1.9%	2.5%	2.3%
<b>פיקוח וטיפול סביבתי</b>	<b>0.1%</b>	<b>2.9%</b>	<b>2.1%</b>	<b>2.5%</b>	<b>3.2%</b>	<b>4.1%</b>	<b>2.6%</b>	<b>2.9%</b>	<b>4.1%</b>	<b>3.9%</b>	<b>1.3%</b>	<b>1.3%</b>
בריאות	2.3%	6.9%	2.3%	2.8%	9.3%	1.7%	3.5%	7.3%	3.7%	5.8%	7.9%	3.1%
שירותים סוציאליים	3.3%	0.3%	1.9%	2.5%	2.9%	10.1%	7.5%	1.2%	2.7%	2.5%	4.9%	7.4%
חקר הקרקע והאטמוספירה	0.4%	4.5%	1.8%	1.2%	5.4%	1.4%	1.2%	1.1%	2.4%	5.9%	3.3%	0.3%
קידום הידע הכללי	46.7%	56.5%	79.0%	52.5%	26.1%	58.5%	39.0%	49.5%	57.9%	53.2%	44.1%	38.2%
חקר החלל	0.1%	0.0%	0.0%	12.5%	5.0%	1.8%	3.0%	15.3%	5.5%	0.6%		2.9%
לא מוגדר		0.0%	0.1%	6.9%	14.8%			3.5%	0.8%	0.1%	10.0%	0.0%
<b>סך הכל</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

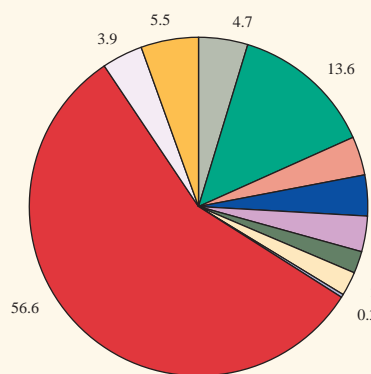
## הוצאות משרדי ממשלה למיזם אזרחי לפי יעדים (המשך) אחוז מסך תקציב המיזם הממשלתי

יעדים	איטליה 1995	יפן 1997	מקסיקו 1996	הולנד 1997	ניו זילנד 1995	נורבגיה 1997	פורטוגל 1996	ספרד 1996	שבדיה 1995	שווייץ 1991	בריטניה 1996	ארדה"ב 1997
פיתוח התקלואות, ייעור ודייג	2.8%	3.6%	4.9%	4.7%	32.3%	9.5%	10.6%	4.5%	2.2%	11.4%	7.9%	5.3%
קידום טכנולוגיה תעשייתית	9.2%	4.2%	3.8%	13.6%	15.0%	12.6%	8.3%	22.9%	7.5%	10.2%	4.6%	1.7%
ייעור ארצות נשמיות	3.3%	24.2%	13.2%	3.7%	1.9%	2.2%	0.4%	2.9%	3.6%	4.5%	1.5%	7.9%
פיתוח תשתיות	0.5%	2.9%	0.6%	3.9%	1.7%	2.0%	2.3%	0.7%	7.2%	11.4%	2.6%	5.9%
<b>פיקוח וטיפול סביבתי</b>	<b>2.5%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.8%</b>	<b>3.4%</b>	<b>3.3%</b>	<b>2.9%</b>	<b>4.2%</b>	<b>3.0%</b>	<b>3.0%</b>	<b>5.7%</b>	<b>3.7%</b>	<b>1.9%</b>
בריאות	9.2%	4.3%	5.0%	2.1%	6.0%	6.3%	4.6%	6.6%	1.9%	5.7%	21.3%	38.3%
שירותים סוציאליים	2.9%	1.0%	2.7%	2.3%	4.2%	7.1%	4.2%	1.2%	8.4%	2.3%	3.8%	2.1%
חקר הקרקע והאטמוספירה	1.5%	1.4%	4.3%	0.3%	12.1%	3.1%	3.9%	2.8%	0.4%	0.4%	2.9%	2.5%
קידום הידע הכללי	55.5%	51.2%	64.8%	56.6%	23.4%	52.1%	46.9%	45.3%	64.0%	48.9%	46.7%	9.2%
חקר החלל	9.1%	6.7%	3.9%	3.9%	0.0%	2.4%	1.2%	8.2%	1.8%	4.3%	4.3%	25.2%
לא מוגדר	3.5%	0.0%	5.5%	5.5%	0.0%	0.0%	13.2%	1.9%	0.7%	0.7%	0.7%	0.7%
<b>סה"כ</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

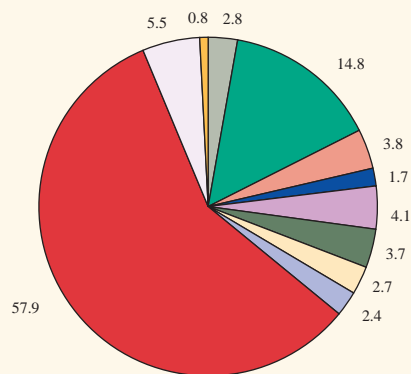
## הוצאות משרדי ממשלה למו"פ אזרחי לפי יעדים אחוז מסך תקציב המו"פ הממשלתי



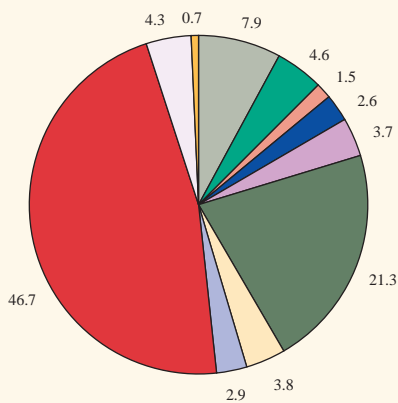
**הולנד (1997)**



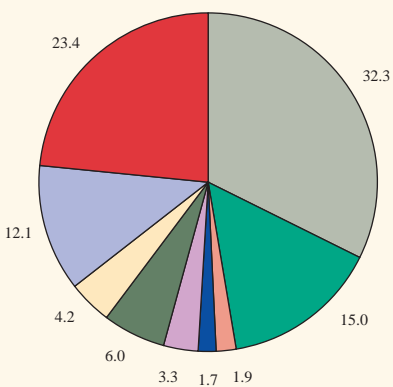
**גרמניה (1996)**



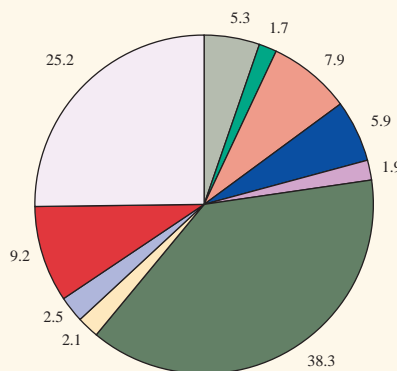
**בריטניה (1996)**



**ניו-זילנד (1995)**



**ארה"ב (1997)**



## נספח 2

### מו"פ סביבתי (ממדד GBOARD) ונתונים דמוגרפיים במדינות נבחרות

מדינה	שנת דיווח	סה"כ מו"פ סביבתי במיליוני דולרים (ארה"ב)	מו"פ סביבתי לנפש בדולרים (ארה"ב)	אחוז מו"פ סביבתי מסך המו"פ	אוכלוסיה 1996 (אלפים)	צפיפות אוכלוסין (לקמ"ר) 1997
אוסטרליה	1994	71.0	3.89	2.89	18,260.9	2.3
קנדה	1997	78.7	2.64	3.21	29,857.4	3.1
ניו זילנד				3.35	3,548.0	13.1
ארה"ב	1997	623.0	2.35	1.92	265,090.0	27.0
דנמרק	1996	51.8	9.94	4.09	5,210.8	120.8
שוויץ	1991	34.3	4.81	5.68	7,124.7	172.6
גרמניה	1996	767.6	9.19	4.06	83,536.1	234.0
בריטניה	1996	224.0	3.83	3.68	58,490.0	239.8
<b>ישראל</b>	<b>1997</b>	<b>1.0</b>	<b>0.19</b>	<b>0.10</b>	<b>5,215.0</b>	<b>251.0</b>
בלגיה	1996	41.1	4.06	2.48	10,131.9	332.0
הולנד	1997	86.3	5.56	3.38	15,531.9	371.8

## נספח 3

### מימון מו"פ אזרחי בישראל על-ידי משרדי ממשלה<sup>1</sup>, לפי יעדים<sup>2</sup> (באחוזים)

יעדים	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 <sup>4</sup>
<b>סך הכול</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
פיתוח החקלאות, ייעור ודייג	10.4	9.3	9.8	8.4	8.2	7.7	6.9
קידום טכנולוגיה תעשייתית <sup>3</sup>	24.8	22.6	20.7	19.2	21.0	21.4	22.8
ייצור אנרגיה ושימושיה	1.5	1.4	2.2	2.3	1.6	1.4	1.4
פיתוח תשתיות	12.3	14.0	14.9	15.6	16.4	16.6	18.4
<b>פיקוח וטיפול סביבתי</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>
בריאות	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	2.3	2.4
שירותים סוציאליים	4.7	5.0	4.2	4.6	3.3	3.3	3.6
חקר הקרקע והאטמוספירה	1.1	1.3	0.8	0.5	0.4	0.4	0.4
קידום הידע הכללי	42.9	44.1	45.0	46.8	46.6	46.7	43.9
חקר החלל	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
לא מוגדר	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1. כולל הוועדה לתכנון ולתקצוב אוניברסיטאות.

2. היעדים - לפי המלצות מדריך פרסקטי 1993.

3. מענקי המדען הראשי של משרד התמי"ס המיועדים לתקשורת ובריאות מסווגים ביעד המתאים.

4. אומדן מוקדם על-סמך תקציב.

**המקור:** הלמ"ס, ההוצאה הלאומית למחקר ופיתוח אזרחי 1989-1999, דצמבר 2000, לוח 11.