



אזורי תעשייה בני קיימה

סקירת רקע וידע קיים – לקראת פיתוח כלי מדידה
לתכנון, פיתוח וניהול אזורי תעשייה בני קיימה

ספטמבר 2022



כתיבה:

רות אברהם, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה

אסף פלד, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה

ועדת היגוי:

מירב בטט, משרד הכלכלה והתעשייה

ירושלם ברור, משרד הכלכלה והתעשייה

קמילה מאייר וייסברג, משרד הכלכלה והתעשייה

קרן שווע, המועצה הישראלית לבנייה ירוקה

תוכן עניינים

5	תקציר מנהלים
9	מבוא
12	1. אזורי תעשייה בני קיימה – מה הם?
14	2. כלכלה מעגלית וסימביוזה תעשייתית
17	3. מדדים לאזורי תעשייה בני קיימה (פארקים אקו-תעשייתיים)
19	3.1 מדד CEPZ/CTIP (סין):
25	3.2 מדד APEA (איטליה):
31	3.3 מדד (EIP (UNIDO, GIZ, WORLD BANK GROUP):
44	4. תקן ישראלי לבנייה ירוקה למבני תעשייה
49	5. היבטים של חברה ורווחה באזורי תעשייה
49	5.1 זכויות עובדים ובטיחות וגהות בישראל:
51	5.2 תקנים ישראליים ובין-לאומיים:
52	5.3 מדד אחריות תאגידית – GRI:
54	6. אזורי תעשייה בני קיימה – סקירת מקרי בוחן בין-לאומיים
54	6.1 טיאנג'ין, סין – Tianjin Economic–Technological Development Area
59	6.2 אולסן-מיפו ואונסן, דרום קוריאה – Ulsan–Mipo and Onsan
62	6.3 הוכסט, גרמניה – Höchst
65	6.4 קוקולה, פינלנד – Kokkola
67	6.5 דו סינתז, צרפת – Deux Synthes
72	7. תעשייה בת-קיימה בישראל – תכנון, רגולציה ומדידה
74	7.1 רגולציה וחקיקה בנוגע לפליטות ולזיהום על-ידי התעשייה
77	7.2 תכנון והקצאת קרקע
82	7.3 נתונים הנאספים בישראל
86	סיכום
90	רשימת מקורות

תקציר מנהלים

העיסוק בקיימות בתעשייה הוא צו השעה על רקע המאבק הבין-לאומי במשבר האקלים. על מנת לאפשר לתעשייה להמשיך לצמוח ולספק את הצרכים המתפתחים של חברות ומדינות, תוך עמידה ביעדים בין-לאומיים ולאומיים של צמצום פליטות גזי חממה וכחמן, יש צורך באימוץ מודל צמיחה שמאפשר לבטל את הצימוד (Decoupling) בין הצמיחה של התעשייה לבין השפעותיה על הסביבה. ברחבי העולם אנו רואים ניצנים של תרגום שיח הקיימות בתעשייה לשינויים ממשיים בפעילות עולם התעשייה. תרגום זה בא לידי ביטוי, בין היתר, בתכנון של מעגל חיי המוצר, במעבר לייצור נקי יותר, בשיתופי פעולה בין חברות ומגזרים ובתשומת לב גוברת ליתרונות הכלכליים של האחריות התאגידית. כמו כן, שינויים בתכנון ובעיצוב מעגל חיי המוצר צפויים להשפיע גם על תרבות הצריכה וגם על חלקה בניצול המשאבים של כדור הארץ.

על רקע זה הושק מיזם משותף של משרד הכלכלה והתעשייה ושל המועצה הישראלית לבנייה ירוקה כלי מדידה לתכנון, להסבה ולניהול סביבות תעשייה יצרניות בנות קיימה בישראל. הכוונה היא לבנות כלי מעשי שבאמצעותו אפשר יהיה לזהות את המרכיבים המשפיעים על הקיימות בתעשייה, ולהניע תהליכים חוצי מגזרים שבאפשרותם לקדם נושא זה ברמת אזורי התעשייה. התוצר יהיה כלי הוליסטי הלקוח לא רק מעולמות של סביבה, אלא גם מעולמות של כלכלה, חברה, ניהול ותכנון מרחבי כמרכיבי מפתח. המסמך הנוכחי הוא חלק ממיזם זה, והוא סוקר את הרקע התיאורטי והמעשי הקיים בישראל ובעולם בכל הנוגע לתכנון, בנייה, ניהול ותפעול של אזורי תעשייה בני קיימה.

אזורי תעשייה הינם מרחבים גיאוגרפיים שבהם מרוכזים מפעלים בסדרי גודל שונים, לצד שימושים משלימים כמו משרדים, לוגיסטיקה, שטחים פתוחים, מתקנים הנדסיים וכיוצא בזה. המאפיין המרכזי של אזורי תעשייה בני קיימה הוא האקולוגיה התעשייתית, אותה יוצרות שותפויות של מפעלים בתוך אזור התעשייה, וכן שותפים מאזורים אחרים. המטרה היא לקדם התייעלות בכל הנוגע לשימוש במשאבים ולצמצום ההשפעות הסביבתיות, למשל באמצעות מחזור ושימוש חוזר בחומרי גלם, שימוש בתשתיות משותפות לטיפול בשפכים, ייצור אנרגיה מתחדשת וכדומה. מאפיין נוסף לתעשייה בת-קיימה הינו המודל של פארקי התעשייה. מדובר במודל חדש יחסית המתאים גם לתעשיות בעלות השפעות על הסביבה שאינן יכולות להיות ממוקמות בקרבת שימושי מגורים ושימושים ציבוריים. בשל קיבוצם יחד והרחקתם משימושים אחרים, הפארקים מהווים, במובנים מסוימים, תשתית טובה יותר להסבה של מפעלים בפרט, ושל אזורים שלמים בכלל, לאזורים או למפעלים בני קיימה.

בכל הנוגע לתעשייה, מונעת הכלכלה המעגלית על-ידי שני מנגנונים חשובים: עיצוב המוצר – מחומרי הגלם ועד לסוף חיי כשהוא יהפוך למשהו אחר; ושותפויות שונות יתרון לגודל בעת

ההשקעה ב"טכנולוגיות ירוקות", בסחר בפטולת וכדומה. אחד החסמים המרכזיים במעבר לכלכלה מעגלית הוא תפיסתה כבעלת כדאיות כלכלית נמוכה בעיני תעשיינים ויזמים. ולכן, קידום הטמעתה בתעשייה בעיקר על-ידי תמריצים כלכליים, אינו מצב אותה כמאפיין מרכזי של התעשייה הישראלית. ייתכן שהשקעה ציבורית דווקא במיצוב תודעתי, ברתימה של שותפים, במיתוג ובהסברה עשויה לייצר תמריץ אחר, כזה שמדבר לא רק בשפה של קיימות וסביבה, אלא גם במונחים של כלכלה יצרניתית ושל עיצוב ושינוי התפיסה בקרב העובדים, התעשיינים, התושבים והציבור הרחב.

בעולם קיימים לא מעט כלי מדידה שמהם ניתן לשאוב השראה לפיתוח כלי מדידה ישראלי. המשמעותי שבהם הוא כלי המשותף לארגון לפיתוח תעשייתי באומות המאוחדות – United Nations Industrial Development Organization (להלן – UNIDO), לתאגיד הפיתוח הגרמני – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (להלן – GIZ) ולקבוצת הבנק העולמי – World Bank Group (להלן – WBG). כלי זה שואף להוות תבנית להטבה ולהקמה של אזורי תעשייה בעולם. הוא מתייחס לארבעה פרקים העוסקים בהיבטים המרכזיים של פעילות אזורי התעשייה: ניהול, סביבה, כלכלה וחברה. לצידו נבחנו לעומק שני מדדים נוספים: המדד הסיני, שהוא המדד המחייב הראשון בעולם, והמדד של מחוז טוסקנה באיטליה, מדד שבמרכזו הנושא התכנוני. המדדים בעיקרם מתייחסים לנושאים דומים, והם בנויים באופן דומה המסתמך על תנאי סף בינאריים, כמו גם על תנאים מפורטים איכותניים וכמותניים.

המדד הישראלי שיפותח ישאב השראה מהמדדים הבין-לאומיים בהיבטים מבניים ותפעוליים, אך הוא יותאם למציאות של התעשייה הישראלית ושל עולם התכנון הישראלי. הצורך במדד ישראלי ייחודי שיגובש במסגרת פרויקט זה, נובע מהייחודיות של ישראל כ"מדינת אי" בהקשרים כלכליים, וכן מהצורך במיצוי מיטבי של משאב הקרקע אשר הולך ומצטמצם עם הגידול באוכלוסייה ועם העלייה ברמת החיים. נוסף על כך, המדד הישראלי יצטרך לתת ביטוי לכל המנגנונים הקיימים שתומכים, מודדים ומסדירים קיימות בתעשייה, וכן לתכלל אותם למקום אחד המהווה כלי מדידה יישומי.

בישראל יש תקן וולונטארי לבנייה ירוקה של מבני תעשייה ושל מתחמי תעשייה, שנכתב בשנת 2014, ומאז לא עבר רביזיה. התקן נותן ביטוי להיבטים חשובים שמופיעים בתקן הכללי לבנייה ירוקה תקן ישראלי (להלן – ת"י) 5281, וכן להיבטים אחרים אשר חזרו על עצמם במדדים הבין-לאומיים השונים. אף על פי שממרט 2022 ייהפך תקן הבנייה הירוקה ת"י 5821 בהדרגה למחייב, הוא לא יחול על מבני תעשייה ועל מתחמי תעשייה. פיתוח מדד לאזורי תעשייה בני קיימה בישראל יכול לתת ביטוי למרכיבים השונים מתוך התקן, ולהוות כלי משלים המתייחס לא רק לרמת המבנה או המתחם, אלא גם לאזור התעשייה בכללותו.

תהליכי הטבה לאזורי תעשייה בני קיימה מתרחשים ברחבי העולם כבר יותר מ-30 שנה, ועל מנת ללמוד מהניסיון הקיים בתחום, נסקרו חמישה אזורי תעשייה יצרניים באסיה ובאירופה. הסקירה מלמדת על גישות שונות לקידום תהליכי הטבה, הן מבחינת מידת המעורבות ואופן המעורבות של המדינה, והן מבחינת המנגנונים הניהוליים שנוצרו למען יישום התהליך. כמו כן, הסקירה מציפה גורמי מפתח להצלחה של תהליכי הטבה, בהם הנהלה חזקה, יכולת לרתום את בעלי העניין השונים, מחקר והפצת ידע, וכן שיתופי פעולה החורגים מגבולות אזור התעשייה. עוד עלה הקשר שבין ההתייחסות להיבטים של חברה ורווחת העובד לבין הרצון ליצור לאזור התעשייה דימוי חיובי.

תחום המדידה של ההשפעות החברתיות של אזורי התעשייה, וכן תחום המדידה של היבטי רווחת העובד, אלה תחומים פחות מפותחים בהשוואה לטביבה, כלכלה וניהול. ולכן, בעבודה זו הוקדש לנושא פרק נפרד. בישראל זכויות העובדים מוסדרות על-ידי חוקי עבודה. על מנת לפתח את הנושא בנוגע לאזורי תעשייה, נבחנו מדדים נוספים שקובעים דרישות שהחוק לא מטפל בהן, למשל שיתוף העובדים בפיתוח מערכות של בטיחות וגהות. יישום תקנים בנושא ודיווח על אחריות תאגידית הם דרך לקבוע סטנדרטים גבוהים וספציפיים מדרישות החוק אשר חלות על כלל העובדים, וכן דרך ליצור שקיפות לגבי המחויבות של החברות לנושאים אלה. סטנדרטים אלה אומנם עשויים לייצר נטל בירוקרטי מסוים, אבל הם גם תורמים לתדמיתן של החברות מבחינת האחריות החברתית שלהן אל מול הציבור, המשקיעים והעובדים. כך הם שואפים למצב עצמם כמקום עבודה טוב, המושך עובדים איכותיים בעלי כישורים גבוהים ומודעות לנושאים סביבתיים, הנתפסים כבעלי תרומה משמעותית לשיפור הפיריון.

במהלך העשור השני של שנות ה-2000, עשתה ישראל קפיצה משמעותית מבחינת שינוי השיח והטמעה של היבטים סביבתיים ושל קיימות במדיניות הנוגעת לתעשייה. בשנים אלו חוברו מסמכים רשמיים הנוגעים למדיניות של צמיחה ושל כלכלה ירוקה, לדוגמה מפרט לאזורי תעשייה בני קיימה. במקביל לכך, הממשלה העבירה חוקים והחלטות ממשלה שמטרתם לייצר רגולציה סביבתית לצד טביבה עסקית שמאפשרת לתעשייה להתפתח. בהקשר זה ראוי לציין את החוק להגנת הטביבה, חוק שמחייב מפעלים בעלי השפעה על הטביבה לדווח על הפליטות שלהם למשרד להגנת הטביבה. כמו כן ראוי להזכיר גם את החלטת ממשלה 4108, שמטרתה שיפור הטביבה העסקית למפעלים בישראל בהיבטים כמו תכנון, רגולציה ומקרקעין.

על מנת לפתח מדד יישומי, נבחנו כבר בשלב זה מכלול המסלולים שבהם נאסף מידע הנוגע לתכנון, לניהול ולניטור של מפעלים, אזורי תעשייה ופארקי תעשיות. ארבעת השחקנים המשמעותיים בשדה זה הם משרד הכלכלה והתעשייה, המשרד להגנת הטביבה, מנהל התכנון ומשרד האנרגיה, שחלקם פועלים באופן שוטף מול הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה. המידע נאסף במסגרת סקרים שנערכים מדי פעם, ובמסגרת סקרים שנערכים באופן שוטף. תדירות איסוף

המידע תלויה בחקיקה ובמדיניות האכיפה. מידע תכנוני נאסף באמצעות בקשות להקצאות קרקע, תוכניות בניין עיר, פרוגרמות ובקשות להיתרי בנייה המוגשות לאישור ועדות התכנון והבנייה המחוזיות והמקומיות. לעומת זאת, המידע הסטטיסטי מתבסס על דיווחים שוטפים של מפעלים ועל פעילות משותפת שלהם עם מכוני בקרה ועם יועצים מקצועיים. מידע נוסף נמצא בתוכניות המציעות תמיכה לסקטור התעשייתי במסגרת פרויקטים שונים, דוגמת הסימביוזה התעשייתית והמרכז להתייעלות במשאבים. מידע זה טרם הגיע לכדי היקף משמעותי, אך אם תוכניות אלו ישתרשו בסקטור התעשייתי, יש להן פוטנציאל להוות חלק משמעותי מהמידע הנדרש לצורך גיבוש כלי המדידה ולצורך המעקב אחר יישומו.

כחלק מסוגיית יישומיות המדד, יושם במהלך גיבוש המדד דגש משמעותי על זהות המשתמשים בו, ועל ההתאמה של חלקיו השונים למשתמשים השונים, וזאת בהתאם לצורכיהם ולהצעת הערך המתקבלת בעבורם מעצם הפעלת המדד. תהליך יישום המדד, המתודולוגיה להפעלתו, עדכון, הטמעתו והתאמתו לבעלי העניין השונים יוגדרו כחלק מהשלב הבא של העבודה, שבמסגרתו יגובשו החזון ומטרות העבודה.

לסיכום, אזורי תעשייה בישראל ובעולם נדחקים משולי הערים לכיוון שטחים פריפריאליים (אזורי עדיפות), שהוגדרו במסגרת תוכניות מחוזיות אך טרם מומשו. שטחים אלו נמצאים לרוב מחוץ לאזורי המרכז, אך הם קרובים לשטחים חקלאיים ולשטחים טבעיים פתוחים. בישראל תהליכים אלו מואצים משתי סיבות עיקריות. הסיבה הראשונה היא הלחץ ליצור סביבות מגורים חדשות והעלייה בערכי הקרקע, והסיבה השנייה היא ההתפתחות המסיבית של תעשיית הידע והטכנולוגיה, המתחרה על היצע השטחים הייעודיים לתעשייה ומלאכה באזורים המרכזיים בישראל. לצד זאת, אנו עדים לשינוי הפרדיגמה בהסתכלות על התעשייה היצרנית ועל העבודה בסקטור התעשייה, וכן על חזרתה של התעשייה למדינות המערב ולעיר. נוסף על כך, מתחולל שינוי בתפיסה של הסקטור את עצמו בכל הנוגע לקיימות, לסביבה ולהיבטים חברתיים. כך, אף על פי שישראל מהווה חלק מינורי בפליטות הפחמן בעולם, היא בכל זאת יכולה להפוך למובילה בהטמעה של הקונספטים האלו ובמדידה שלהם.

מבוא

המהפכה התעשייתית הרביעית מתרחשת בימים אלו על רקע הסכמים בין-לאומיים המקדמים מאבק משותף של מדינות העולם כנגד משבר האקלים, בהם: פרוטוקול קיוטו (1992,2005), הסכמי פריז (2015), הגרין דיל האירופי (2019) ו-ועידת גלזגו (2021). כך, המהפכה מביאה עימה אימוץ של טכנולוגיות מתקדמות, שיפורי פריון וקידום כלכלה מעגלית ופיתוחה. במקביל לכך, המאבק במשבר האקלים מייצר רגולציה סביבתית מתקדמת המצמצמת את היקף ההשפעות והמטרדים שמייצרת התעשייה. מגמות אלו הביאו את סקטור התעשייה לשיפורים נרחבים, הן ברמת ההשפעה הפיזית-מרחבית, והן ברמת איכות התעסוקה ויצירת השפעה חיובית על המשק בכללותו. כמו כן, מודעות הולכת וגדלה למשבר האקלים הניעה שיח העוסק בצורך לשנות את אופן הניצול של המשאבים הטבעיים, ובכלל זה, שימוש באנרגיות מתחדשות, מחזור ושימוש חוזר בפסולת, הסבת ציי תובלה ושינוע לציים חשמליים, ייעול אנרגטי של תהליכי הייצור ועוד.

לצד השינויים המוחשיים, מתחוללת מהפכה בתפיסה התודעתית ובנורמות המזוהות עם התעשייה, והמונח "קיימות" הופך למילת מפתח הנוגעת לחדשנות של חברות קטנות וגדולות (Yuan and Shi, 2009, Rao and Holt, 2005). שינויים אלו מייצרים אדוות בתחומי חיים שונים, ואף מגדירים את סיפורה של התעשייה כסיפור של שותפות המחיבת גיבוש ממשקים חדשים בין מגזרים ובין תחומי פעילות בעולם.

מחד גיסא, תהליכים של הטמעת טכנולוגיות ייצור מתקדמות משנים את תפקידו ההיסטורי של אזור התעשייה, ממרחב חד-שימושי המרוחק ומנותק מסביבות המגורים, למרחב מגוון, חדשני ופעיל לאורך רוב שעות היום, המחובר בקשר ישיר לעיר, לתושבים ולכלכלה המקומית והאזורית (חתוקה, 2016). מאידך גיסא, השילוב בין שימושי התעשייה לבין שימושים אחרים, בהם מגורים במגרשים קרובים, הוא זה שדוחק את התעשייה הכבדה אל הפריפריה ואל השטחים הפתוחים. בעקבות כך נוצר קונפליקט מהותי בין החשיבות של התעשייה כאמצעי לפיתוח סוציו-אקונומי וכענף משמעותי בכלכלה הלאומית, לבין המשמעויות הסביבתיות הנלוות לסמיכותה של תעשייה מזהמת לשימושי מגורים.

השיח על אזורי תעשייה בני קיימה רלוונטי מתמיד, והוא מתקשר לעקרונות של טיפוח סביבות מחיה, כלכלה מעגלית ומאבק במשבר האקלים. כמו כן, הוא מתנהל על הקו הדק שבין תועלת סביבתית לבין תועלת כלכלית. על רקע זה, משרד הכלכלה והתעשייה והמועצה הישראלית לבנייה ירוקה השיקו מיזם משותף, וזאת במטרה לגבש עקרונות וכלי מדידה לתכנון, להסבה ולניהול של אזורי תעשייה יצרניים בני קיימה בישראל. הכוונה היא לבנות כלי מעשי שבאמצעותם אפשר יהיה לזהות את המרכיבים המשפיעים על הקיימות בתעשייה, וכן להניע תהליכים חוצי מגזרים שבאפשרותם לקדם נושא זה ברמת אזורי התעשייה. התוצר הינו כלי הוליסטי הלקוח

לא רק מעולמות של סביבה, אלא גם מעולמות של כלכלה, חברה, ניהול ותכנון מרחבי כמרכיבי מפתח. המסמך הנוכחי הוא חלק ממיזם זה, והוא סוקר את הרקע התיאורטי והמעשי הקיים בישראל ובעולם בכל הנוגע לתכנון, בנייה, ניהול ותפעול של אזורי תעשייה בני קיימה. שני הפרקים הראשונים עוסקים במונחי יסוד הקשורים לקיימות של אזורי תעשייה.

הפרק מנתח את המונח "אזורי תעשייה בני קיימה" ומייצר הקבלה בינו לבין המונח "פארקי תעשייה אקולוגיים – Eco Industrial Parks" (להלן – EIP).

הפרק השני סוקר באופן ראשוני את המונח "סימביוזה תעשייתית", ומתבסס בעיקר על העבודה שנעשתה בתחום במסגרת פרויקטים ישראלים של משרד הכלכלה ושל מכון ירושלים למחקרי מדיניות.

שלושת הפרקים הבאים עוסקים במדידה של אזורי תעשייה בני קיימה.

הפרק השלישי בוחן את המדדים הקיימים בעולם לפארקי תעשייה אקולוגיים (EIP) – מוטביציות שהביאו לגיבוש של המדד עצמו, הפרקים שמרכיבים אותו, תנאי הסף שהוא מציב וכן הערכים הכמותניים שהוא מציג. במסגרת פרק זה בוצעה עבודת תרגום נרחבת, וזאת על מנת להנגיש את תוכן המדדים המובילים בעולם לקוראי מסמך זה.

הפרק הרביעי מציג את התקן הישראלי לבנייה ירוקה של מבני תעשייה (חלק 9.1) ושל מתחמי תעשייה (חלק 9.2), וכן דן ביישומו. אף על פי שחלקים אלו לא ישולבו בתקנה המחייבת עמידה בתקן הבנייה הירוקה שתיכנס לתוקף במרס 2022, הם בכל זאת מכילים מרכיבים קריטיים הרלוונטיים לפיתוח כלי מדידה לאזורי תעשייה בני קיימה.

הפרק החמישי עוסק בהיבטים של חברה ושל רווחת העובד באזורי תעשייה. הוא סוקר את החקיקה הישראלית בנושא, וכן דן במדדים המופיעים בתקנים ישראלים ובין-לאומיים, ובפורמט בין-לאומי לדיווח על השפעות חברתיות של חברות.

הפרק השישי מציג חמישה מקרי בוחן של אזורי תעשייה מאסיה ומאירופה, אשר עברו תהליכי הסבה לאזורי תעשייה בני קיימה. הוא נותן רקע כללי על כל אזור ומנתח את תהליך ההסבה שלו, וזאת במטרה לחליץ ממנו תובנות שיכולות להיות רלוונטיות למקרה הישראלי.

הפרק השביעי מתעמק במציאות הקיימת של הסקטור התעשייתי בישראל מבחינת תכנון, בנייה ורגולציה סביבתית. לצד זאת, הוא סוקר את הנתונים הנאספים, הן במסגרת מערכי איסוף מידע והן במסגרת פרויקטים ממשלתיים שמטרתם לתמוך בתעשייה.

פיתוח כלים לתכנון ולהערכה של אזורי תעשייה בני קיימה בישראל, לא רק יקדם את היעדים שישראל מחויבת להם לפי הטכס פריז ולפי הטכמים בין-לאומיים אחרים, אלא גם יאפשר מיצוב תודעתי מחודש של אזורי התעשייה כמנועי צמיחה וכחלק מהתכנון האינטגרלי של ערים ואזורים.

מעבר לכך, הוא גם ישפר את המוניטין של אזורי התעשייה בישראל ושל ענף התעשייה בכלל, ויהפוך אותו לענף אשר מתמקד בתעשייה בת-קיימה המאופיינת בתהליכים המקדמים עיצוב המבוסס על כלכלה מעגלית, צמצום של פליטות ישירות ועקיפות, שימוש יעיל באנרגיות ובחומרי גלם ויצירת סביבות עבודה בריאות וידידותיות המקדמות את רווחת העובד ואת איכות המוצר. כלים אלו יצטרפו להיבנות תוך התחשבות ברגישותו של הסקטור התעשייתי לעודף רגולציה, ועם זאת יהיה עליהם לקדם מנגנונים המבוססים על דיווח, בקרה והטמעה של אמצעים שטרם התבססו בשיח הקיימות והתעשייה הישראלי.

המדד שיפותח במסגרת הפרויקט ישים לנגד עיניו, בראש ובראשונה, את חשיבות היישום וההטמעה שלו בשטח. סקירת המצב הקיים, לצד תהליך משותף של מגוון בעלי עניין, ישמשו כבסיס להתאמת מרכיביו השונים ולהתאמת מתודולוגיית היישום לבעלי העניין השונים. המדד הישראלי יתבסס על שילוב מורכב של הכלים הקיימים בעולם, יחד עם הרגולציה ומערך התמריצים וההשקעות הישראלי, וכן יחד עם המציאות התכנונית של אזורי התעשייה בישראל.

1. אזורי תעשייה בני קיימה – מה הם?

המונח הנפוץ לאזורי תעשייה הפועלים על-פי עקרונות של קיימות הינו "פארקים בני קיימה" (EIP – Eco Industrial Parks). ההגדרה מתייחסת לאזורים גיאוגרפיים מוגדרים המיועדים לייצור, שבהם מתקיימים תנאים סביבתיים, חברתיים, תכנוניים, ניהוליים, תפעוליים וכלכליים המייצרים מערכת אקולוגית (ecosystem) תעשייתית (industrial ecology), אשר באה לידי ביטוי במבנה האזור, בשירותים שלו, בעיצוב המוצרים שמיוצרים בו, ובעיקר בשיתופי הפעולה שבין המפעלים. כחלק מההתמודדות עם משבר האקלים, מדינות מאמצות כלים ועקרונות המקדמים הסבה של אזורים קיימים לאזורי תעשייה בני קיימה, אזורי תעשייה חדשים המבוססים על תשתיות שמעודדות סימביוזה תעשייתית ומנגנונים מקיימים אחרים, כבר מבחינת התשתית הראשונית של האזור. דוגמה לכך היא מתקני טיהור שפכים משותפים ומתקנים לייצור אנרגיות מתחדשות (UNIDO, GIZ, World Bank, 2017).

לרוב, פארק תעשייה בר-קיימה מוגדר כקהילה של עסקים יצרניים ונותני שירותים הממוקמים באותו האזור, ושמתקשים לשפר את פעילותם הסביבתית, הכלכלית והחברתית באמצעות שיתוף פעולה בניהול המשאבים, חומרי הגלם, המידע, האנרגיה, המים, התשתיות ומרכיבים סביבתיים אחרים. על-ידי עבודה משותפת, קהילת המפעלים והעסקים שואפת לייצר יתרון קבוצתי המקדם התייעלות במשאבים, יעילות אנרגטית, עמידה בתקינה בין-לאומית, מיצוב תודעתי ירוק וכיוצא בזה (Lowe, 2007; Martin et al, 1996; Veleva et al, 2015). שותפות זו, המבוססת על קרבה גיאוגרפית, מהווה למעשה מצב אידיאלי ליצירה של סימביוזה תעשייתית (Chertow, 2004, Boix, 2014). האינטרס העומד מאחורי קידומם של שיתופי פעולה אלו אינו נובע רק מגישה המקודמת מלמעלה על-ידי הממסד המקומי, אלא דווקא בעקבות ביקוש שמגיע בעיקר מהמפעלים עצמם, אשר רוצים לייעל את התשתיות שלהם ולמצב את המוצר שלהם כ"ירוק" בשוק הבין-לאומי. **מהניסיון הבין-לאומי אפשר ללמוד כי קידום מוצרים בני קיימה ופיתוח שרשראות ייצור יעילות יותר מבחינת התפקוד האנרגטי, שימור המשאבים, ניצול ומחזור המים והטיפול בפסולת, מגדילים את פוטנציאל החיסכון בעלויות בטווח הארוך.** אזורי תעשייה מקומיים שונים מפארקי תעשייה מרחביים ממספר בחינות: המודל התכנוני והניהולי של האזורים, צמידות הדופן לאזורים מיושבים ולרצפטורים ציבוריים, סוגי המפעלים, בתי העסק השוכנים באזורים הללו וניהול הממשקים ביניהם. בעוד שאזורי תעשייה צמודי דופן לערים מתאפיינים בשימושים מעורבים של תעשייה ומלאכה, פארקי התעשייה לרוב מרכזים בתוכם מפעלים בקנה מידה גדול, אשר דורשים שטחים מבונים ושטחים פתוחים משמעותיים, וזאת לצד תשתיות מורכבות לאספקת אנרגיה ומים, ולטיפול בפסולת, בשפכים ובחומרי גלם. הגדרה זו אינה דיכוטומית, מכיוון שתעשייה זו מבוססת על תהליכים מורכבים, על שותפויות ועל מתקנים שונים הממוקמים לעיתים באותו המתחם. פארקי התעשייה הם לרוב אוטונומיים, והם מרוחקים

מהאוכלוסייה ונהנים מיתרון המאפשר להם לגדול. אזורי תעשייה צמודי דופן לערים מתאפיינים במודל של סמיכות, וקיימת הפרדה פיזית ותפקודית בין העיר לבין אזור התעשייה. אזורים אלו משתנים ככל שהעיר גדלה, ומתקרבת אל אזור התעשייה או עוטפת אותו. שימושים אחרים, שהם אינם תעשייתיים, נכנסים, ומשנים את אופי האזור.

פארקי תעשייה בני קיימה (EIP) מוגדרים לרוב על-ידי איזון בין היבטים של סביבה, כלכלה, חברה וניהול (UNIDO, GIZ, World Bank, 2017). לפי מושג זה, "המערכות הקשוחות" שמרכיבות את המרחב הבנוי מחוברות בקשר הדוק ל"מערכות הרכות" שמרכיבות את האלמנט התודעתי והאנושי. אי אפשר לממש את מלוא הפוטנציאל של האקולוגיה התעשייתית מבלי להבין את כוחן של המערכות החברתיות ולנצלן, ומבלי למנף את הקשר שבין עולמות הידע הללו (Hoffman, 2003). כך, הקמה ויצירה של אזורי תעשייה בני קיימה תלויות במכלול של שחקנים ציבוריים הפועלים יחד ברמת השטח וברמת המדיניות. ברמת המדיניות, השחקנים שהתגלו כמשפיעים הם הגורמים המקדמים רגולציה, פיקוח, סבסוד והטמעה של מרכיבים מקיימים, למשל מנהלת אזורי תעשייה, מנהלת ההשקעות במשרד הכלכלה ורשות הגז במשרד האנרגיה (Uusikartano et al, 2021).

פארקים אקו-תעשייתיים מבוססים על שיתופי פעולה בין בעלי עניין, וזאת במטרה להבטיח צמיחה כלכלית יציבה, תוך צמצום ההשפעות הסביבתיות של התעשייה והטמעת היבטים של אחריות חברתית ושל מחויבות לזכויות העובדים.

פארקים אקו-תעשייתיים מבטיחים לצמצם את ההשפעות הסביבתיות והחברתיות השליליות, ולשפר את הביצועים הכלכליים. כמו כן, ביכולתם לייצר מענה לחברות השואפות לפעול במסגרת הקונספט של שורה תחתונה משולשת (Triple Base Line – TBL), השמה במרכזה שלושה נושאים: חברה, סביבה וכלכלה, במקום שורת הרווח כשיקול יחיד. ההסבה של אזורי תעשייה לאקולוגיים מקודמת באמצעות מדיניות ומסגרת רגולטורית, לצד תמריצים כלכליים להטמעת טכנולוגיות המאפשרות יצירה של יחסים סימביוטיים בין חברות. מנקודת מבט אסטרטגית, קריטריוני הליבה להסבה כוללים רפורמות מחירים בעבור שירותים ופינוי פסולת, סוגו של המבנה הארגוני ומחויבות ההנהלה לתאגיד, אחריות חברתית, אחריות תאגידית, תכנון אסטרטגי וכדומה (Tseng, 2021).

לסיכום, בבסיסם של פארקים אקו-תעשייתיים ישנה מערכת שותפויות של חברות ושל מגזרים שמאפשרת לקדם עקרונות אקולוגיים, ובראש ובראשונה סימביוזה תעשייתית. לעיתים פארקים

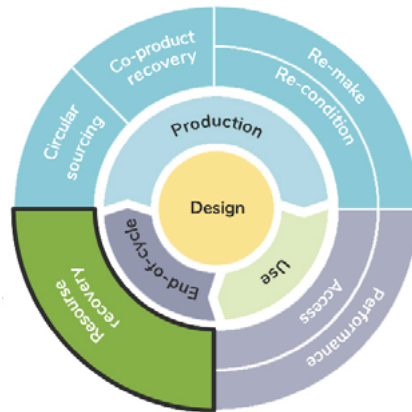
אקו-תעשייתיים פועלים כיחידות נפרדות, ולעיתים הם פועלים כרשת. בפינלנד, למשל, קיימים כ-20 פארקים תעשייתיים, והם מהווים דוגמה לרשת של מקבצי ייצור הכוללים טכנולוגיות חדשות בתחומים סביבתיים. מדובר בתעשייה שמקור חומרי הגלם שלה אינו מהטבע, ומאפייני הייצור שלה מגיבים לשינויי האקלים ועושים שימוש באופן נקודתי (ברמת המפעל) ובאופן כוללני (ברמת הפארק) בתשתיות לייצור אנרגיה מתחדשת. כמו כן הם משתפים פעולה בקידום המעבר לכלכלה מעגלית (Donenech, 2019).

2. כלכלה מעגלית וסימביוזה תעשייתית

המונח "כלכלה מעגלית" מתייחס לשימור המשאבים המשמשים לתהליכי הייצור, כאשר מודל עסקי מעגלי מייצר ערך לחברות, תוך זיהוי הזדמנויות הנובעות מחוסר יעילות בתהליך הייצור. העיקרון המשותף לחברות בעלות מודל עסקי מעגלי הוא "מחשבה מכוונת עיצוב - intent Design (איור 1). עיקרון זה מאפשר להבין את האסטרטגיה העסקית של החברה לאחר בחינת כל שלבי החיים של המוצר, משלב הייצור, דרך שלב השימוש בו, ועד סוף חייו. זאת כאשר השאיפה היא לייצר ערך, לבסס מערכת יחסים ארוכה ולייצר הזדמנויות מול הלקוחות והספקים של העסק (ימית נפתלי, 2021).

Resource Recovery

Materials or products at end-of-cycle are incorporated into different products, or used as feedstock/inputs for another process (or value chain)



איור 1: מודל עסקי של כלכלה מעגלית (CEBM) (A circular economy business model)

מקור: r2piproject.eu/circularguidelines

פרויקט R2Pi במימון האיחוד האירופי, מכון ירושלים למחקרי מדיניות

סימביוזה תעשייתית היא גישה שיתופית בקרב חברות, המאפשרת החלפה פיזית של חומרי גלם, אנרגיה ומים. גישה זו מייצרת ערך כלכלי לחברות וערך סביבתי לחברה (Fraccascia et al., 2021). הכלכלה המעגלית בכלל, והסימביוזה התעשייתית בפרט, נשענות על שני יסודות:

1. שיתופי פעולה – מפעלים, ספקים, לקוחות או יצרנים אחרים בתחום אשר תורמים להעברה או לקליטה של פסולת לצורך ייצור תעשייתי, ולשימוש חוזר כאנרגיה או כמים מטהורים. כדי שהכלכלה המעגלית תתפתח, צריך למצוא שותפים המוצאים ערך בתהליך.

2. עיצוב מוצר הכולל התייחסות לכל אורך החיים של המוצר (LCA) – מהייצור ועד היציאה משימוש, וזאת מתוך שאיפה לקיים תהליך שבו המוצר חוזר לשימוש במסגרת שימוש מחדש במשאבים (Recovery Resource). עיצוב מוצר העוסק בהחזרת החומר או המוצר עצמו כחומר גלם למערכת הייצור.

סימביוזה תעשייתית (חלק מגישת הכלכלה המעגלית) מתייחסת לשיתופי פעולה בין חברות, שבמסגרתם תוצרי לוואי של תהליכי ייצור בחברה אחת משמשים כחומר גלם של חברה אחרת, וזאת תוך יצירת ערך כלכלי לשתיהן, ובמקביל תוך צמצום ההשפעות הסביבתיות שלהן.

דוגמה בולטת לסימביוזה תעשייתית היא של פארק התעשייה קלונדבורג, דנמרק, שבו התפתחה סימביוזה תעשייתית באופן ספונטני, ובהובלת החברות שיושבות בו משנות ה-60. בסימביוזה לוקחות חלק תשע חברות פרטיות וציבוריות גדולות בעלות תחומי פעילות שונים. שיתוף הפעולה בין החברות החל ביצירה של תשתית משותפת לשאיבת מים מאגם סמוך, ובהמשך החיפוש של כל חברה אחר אפיקים התייעלות כלכלית הניב שיתופי פעולה נוספים. למשל, תוצרי לוואי מתהליכי ייצור של חברה אחת, כגון מים, חומרי גלם ואנרגיה, משמשים לתהליכי ייצור של חברה אחרת. שיתופי הפעולה האלה הובילו לחסכונות כלכליים משמעותיים בעבור אותן חברות, ובדרך הם גם אפשרו חיסכון משמעותי בפליטת גזי חממה ובמשאבי טבע. ב-1996 הוקם מרכז הסימביוזה התעשייתית של קלונדבורג על מנת למסד את שיתופי הפעולה, לספק תמיכה טכנית לפיתוח הסימביוזה ולהפיץ מידע על הנושא בעולם (Valentine 2016, World Bank 2019).

בישראל פועלות תוכניות ממשלתיות לעידוד סימביוזה תעשייתית ולתמיכה בהתייעלות במשאבים במפעלים. כמו כן נערכו פיילוטם של יישום מודלים עסקיים מעגליים במפעלים.

כחלק מהחיפוש אחר מתודולוגיות לקידום תעשייה בת-קיימה, גובשו בעולם מודלים שונים

של עבודה המסתמכים על עקרונות של כלכלה מעגלית ושל ניהול ידע. בישראל נבחרו מודל הסימביוזה התעשייתית ומודל נוסף המקדם מחשבה מוכוונת עיצוב בתעשייה. גישה זו מקדמת עיצוב של מוצר יעיל מבחינת המשאבים הנדרשים לייצורו, ומבחינת המשאב שהוא הופך להיות בסוף חייו, כשהיעד הוא קידום כלכלה מעגלית וחסכון בפליטות של מזהמים. במסגרת גישה זו, קודמו שני פרויקטים משמעותיים בישראל: **פרויקט "הסימביוזה התעשייתית"** המתבסס על עבודה של שני זכיינים הפועלים למען קידום עסקאות לפינוי פסולת, והשני הוא הקמה של **"המרכז להתייעלות במשאבים"**.

מסקירה שפרסמה התאחדות התעשיינים בשנת 2019 עולים חסמים בכל הנוגע לקידום כלכלה מעגלית ברמה הלאומית, בהם כדאיות כלכלית נמוכה של תעשיית מחזור הפסולת בישראל, מחסור בפסולת איכותית למחזור, מיעוט תמיכות, ביקוש נמוך לתוצרי מחזור והיעדר אכיפה בכל הנוגע להשלכת פסולת במרחב הציבורי ובשטחים הפתוחים. הסקירה מציעה לייצר מערכת איזונים שתקטין את היקף ייצור והטמנת הפסולת, ולצד זאת תייצר מערכת תמריצים שתוביל לשינוי תקינה ולשינוי תבחינים להקצאת קרקע להקמת מתקני מחזור (התאחדות התעשיינים, 2019).

בספטמבר 2019 החל לפעול פרויקט ה"טווינינג", במימון האיחוד האירופי, באגף הפסולת במשרד להגנת הסביבה. פרויקט זה פעל במקביל ל-EU Circular Economy to Route The:R2Pi, פרויקט בין-לאומי שבוצע בעבור האיחוד האירופי על-ידי מכון ירושלים למחקרי מדיניות, ועסק בפיתוח מודלים עסקיים מעגליים ובמדיניות להטמעתם. מתוך עבודה זו, התבססו בשיח הישראלי שני מונחי מפתח שכבר היו קיימים בו בעבר: **EOW** – סוף חיי הפסולת, ו-**LCA** – הארכת מעגל חיי המוצר. מונחים אלה קשורים זה בזה, והם מתייחסים לשלושה קריטריונים שמבטיחים, בסבירות גבוהה, שימוש בחומרים ובמוצרים שמקורם בפסולת: היצע וביקוש; עמידה בדרישות טכניות ובתקינה; והיעדר השפעה שלילית עודפת על הבריאות או על הסביבה הכרוכה בשינוע ובטיפול בפסולת. מעבר לכך, הפרויקט מציע "ארגז כלים רב-שלבי" ליישום מודלים עסקיים מעגליים בארגונים שונים. כמו כן, הוא הוביל לגיבוש של חבילות מדיניות בשישה ענפי תעשייה שזוהו כבעלי פוטנציאל להטמעה של מנגנוני כלכלה מעגלית: בנייה, אלקטרוניקה, מזון, טקסטיל, פלסטיק ומים. חבילות המדיניות מבוססות על שינויי תקינה ועל חקיקה בנוגע למוצרים בני קיימה, בנוגע לתקני "אקו-דיזיין", וכן חקיקה סקטוריאלית המתווה קריטריונים לרכש ציבורי ירוק, להרחבת הסיווג של מוצרים ירוקים, להכללת שירותים וכיוצא בזה. המלצות צוות המדיניות של R2P2 הוטמעו בתוכנית הפעולה השנייה לכלכלה מעגלית של האיחוד האירופי (EUCEAP 2.0) (מכון ירושלים למחקרי מדיניות, 2020).

הסימביוזה התעשייתית והכלכלה המעגלית הינן סנוניות ראשונות של שיח משתנה בנוגע לתעשייה מקיימת במגזר הציבורי ובמגזר הפרטי בישראל. עם זאת, על מנת לרתום את התעשייה ולגרום לה להשקיע במנגנונים, בכלים ובשיטות עבודה חדשניות הדורשות השקעה כלכלית כבר

בלטוח הקרוב (אך יניבו החזר על ההשקעה רק בלטוח הרחוק), יש לאגד עוד מספר תחומי עניין תחת המטרייה של "תעשייה בת-קיימה". כך, בעוד שהתמריץ הכלכלי הקיים להטבה של מתחמי ואזורי תעשייה לבני קיימה ולהטמעתם הינו מצומצם, השקעה דווקא במיצוב תודעתי, רתימה של שותפים, מיתוג והסברה, אלה עשויים לייצר תמריץ אחר, המדבר לא רק בשפה של קיימות ושל סביבה, אלא גם במונחים של כלכלה יצירתית, עיצוב וחברה.

3. מדדים לאזורי תעשייה בני קיימה (פארקים אקו-תעשייתיים)

המושג "פארק אקו-תעשייתי" הוכר כמונח פורמאלי בוועידת האומות המאוחדות (להלן - האו"ם) לסביבה ופיתוח שהתקיימה בריו דה ז'נרו בשנת 1992. הוא הוכר כמכלול של קונספטים המקשרים בין תעשייה לבין קיימות. בהמשך להכרה בחשיבותו של מושג זה, שאפו פארקים קיימים וחדשים ברחבי אירופה, אסיה וארצות הברית לאמץ את הקונספטים האלו. כך, הוקמו הפארקים האקו-תעשייתיים הראשונים ברחבי סין ודרום קוריאה.

התפתחות המושג של "פארקים אקו-תעשייתיים":

1992: ועידת ריו

1996: תקן בין-לאומי לניהול סביבתי

תחילת שנות ה-2000: כלכלה מעגלית

2009: המדד הסיני לאזורי תעשייה בני קיימה (עדכון ב-2015)

2017: מדד UNIDO (עדכון ב-2021) ויישומו במזרח אסיה

2018: תקן בין-לאומי לניהול אנרגטי

בשנת 1996 אושר התקן הבין-לאומי ISO 14001 לניהול סביבתי, המקנה לארגונים ולמפעלים ארגז כלים לניהול סביבתי. יישומו החל בארצות הברית ובאירופה באזורי תעשייה קיימים, אשר היו צריכים להתאים את עצמם לעולם משתנה השם דגש על חשיבות של ניהול ושל ניטור סביבתי. תחילת שנות ה-2000 הביאו עימן את השיח על אודות כלכלה מעגלית וסימביוזה תעשייתית. שיח זה שם במרכזו את השותפות בין החברות כמרכיב מרכזי, הבא לידי ביטוי בתשתיות פיזיות ובתשתיות מידע משותפות להחלפת חומרים ואנרגיה, לטיפול בפסולת וכדומה. המדד הכמותני הראשון להערכה של אזורי תעשייה בני קיימה פורסם בשנת 2009 בסין, ומטרתו הייתה לייצר סט של ערכים מדידים המאפשרים ניטור של השפעות כלכליות וסביבתיות (Shi et al, 2012; OU, 2009).

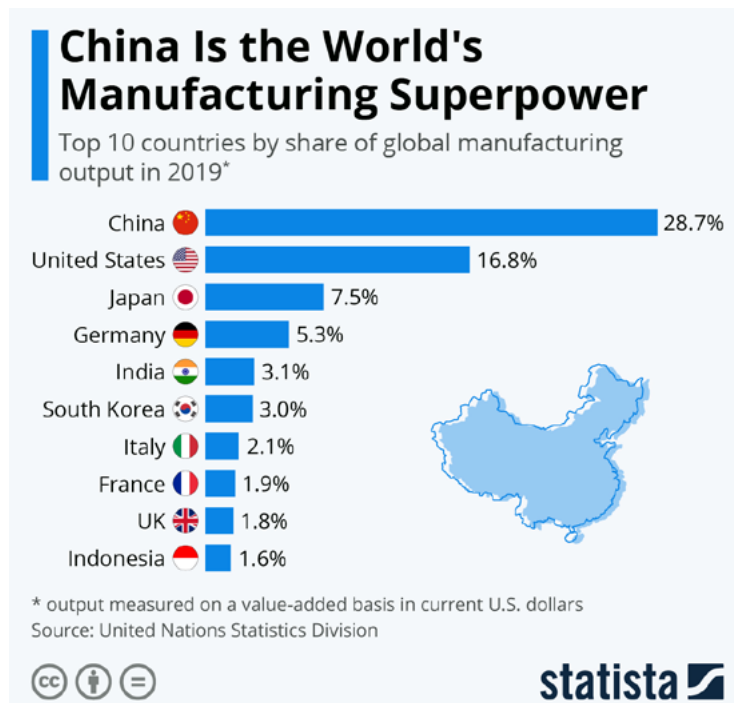
בשנת 2015 פורסמה מהדורה מעודכנת של המדד הסיני, ובמקביל מכון התקנים העולמי (ISO) פרסם את המהדורה השלישית של ISO 14001, המחייבת שימוש במערכות EMS (Environmental Management System) בגופים גדולים. בשנת 2017 יצא פרסום משותף של ארגון הפיתוח התעשייתי של האו"ם (UNIDO), קבוצת הבנק העולמי (World Bank Group) והתאגיד הגרמני לשיתוף פעולה בין-לאומי (GIZ). פרסום זה מגדיר מטגרת תיאורטית ופרקטית למדידה ולהפיכה של אזורי תעשייה לפארקים אקו-תעשייתיים. בשנה זו החלו לאמץ את הקונספט של אזורי התעשייה האקולוגיים במדינות שונות ברחבי אסיה. כך, וייטנאם הניעה שינוי של 326 אזורי תעשייה לבני קיימה, וזאת באמצעות התאמה של האינדקס למאפיינים המקומיים (Trang Vu, 2021). המסמך עבר רביזיה בשנת 2021, והוטמעו בו בעיקר היבטים נוספים הקשורים לכלכלה מעגלית ולסמביוזה תעשייתית, לצד היבטים נוספים העוסקים בהטרדות מיניות ובבטיחותם של העובדים במקום העבודה. בשנת 2018 נכנס לתוקף התקן הבין-לאומי 50001 ISO לניהול אנרגטי, והוא הניע הטמעה של מערכות אנרגיה משותפות ושל אנרגיה מתחדשת בתעשייה. תקן זה מתכתב עם יעדי הפיתוח המקיים (SDG's) של האו"ם שנקבעו במהלך שנת 2015, ושמתייחסים, בין השאר, לאימוץ של אנרגיות נקיות ומתחדשות, וכן לחדשנות באופן כללי בתעשייה ובתשתיות.

לאורך השנים פותחו שיטות מדידה ואינדיקטורים שונים, המבוססים על מאפיינים נבחרים, שרצו לקדם באזורי תעשייה בני קיימה שונים בעולם, בהם: ייצור אנרגיה המבוסס על אנרגיות מתחדשות, יצירה של רשת קשרים מורכבת בין כמה שיותר שחקנים בפארק ובסביבתו (מפעלים, עסקים קטנים ובינוניים, קהילה וכיוצא בזה), קידום תשתיות משותפות לטיפול בשפכים ובפסולת, ניהול משותף של מערכות מידע, קידום הכשרות ירוקות, הטמעה של כלים המונעים זיהום במקור ועוד. חלק מהמדדים שפותחו הם איכותניים, וחלקם כמותניים. חלקם מציבים יעדים מקומיים, ואחרים מאמצים יעדים בין-לאומיים. הראשונים שפותחו היו איכותניים בעיקרם, והם בלטו במודל האמריקאי שכולל מקרי בוחן כמו Devens-Port of Cape Charles, Virginia ו-EcoStar criteria. מדדים מעודכנים יותר נוצרו דווקא במזרח אסיה, והם מבוססים במידה רבה על סט של אינדיקטורים כמותניים המחולקים לתחומי ליבה כמו סביבה, כלכלה, חברה וניהול. בין המדדים האלו ניתן למנות את: Chinese EIP standard, Koenig's criteria for Thai EIPs ומדדי KICOX בקוריאה (Côté & Liu, 2016).

במסמך זה בחרנו להתעמק בשלושה מדדים מובילים המייצגים מודלים שונים לגיבוש מערך מדידה לאזורי תעשייה בני קיימה:

3.1 מדד CEPZ/CTIP (סין):

העשור הראשון של שנות ה-2000 היה עשור מכריע בצמיחה התעשייתית של סין, כמו גם בשיח הבין-לאומי בנוגע להשפעותיה השליליות, הן על הסביבה והן על בריאות הציבור הסיני. תהליך זה היווה בסיס לזיהוי ההזדמנות להבלטת התועלות הכלכליות הפוטנציאליות של ייצור בר-קיימה, מרמת התשתית ועד רמת המיצוב התודעתי בקרב תושבים, עובדי תעשייה, ובעיקר בקרב חברות זרות. בשנים אלו התוכנית הלאומית לאזורי תעשייה בני קיימה הייתה בעיקרה התנדבותית, והיא נולדה מיוזמות שירדו מלמעלה למטה, בעיקר במטרה לייצר מיצוב תודעתי ירוק ולמשוך לסין מפעלים זרים. כל פארק שהיה מעוניין להפוך לפארק אקו-תעשייתי (EIP) הגיש בקשה סדורה ל-SEPA (State Environmental Protection Administration), אך לא הייתה מערכת כמותנית ופרקטית להערכה ממשית של העקרונות שאותם פארקים אכן מיישמים בפועל. עם השנים, התוכנית נהפכה לבסיס לאימוץ הקונספט של פארקי תעשייה בני קיימה (EIP) ולפיתוח אותו קונספט לכדי מדד כמותני (Huang et al, 2019) בעבור המפעלים ומנהלי אזורי התעשייה, וכן בעבור משרד התעשייה.



איור 2: סין הינה הכלכלה היצרנית הגדולה בעולם בשנת 2019, מקור: Statista

בשנת 2009 כרסמה SEPA, יחד עם משרד המסחר ועם משרד המדע והטכנולוגיה, מדד כמותני להערכה של אזורי תעשייה בני קיימה בסין, אשר היווה אבן דרך ראשונה של המדינה ביישום היעד שלה להפחית את פליטות הפחמן – CEPZ/CTIP PROGRAM (Tieriot & Sawyer, 2015). מדובר היה למעשה במדד הכמותני הראשון שהוטמע כמערכת מדידה מחייבת בעולם. בשנת 2010 היו בסין 60 פארקי תעשייה אקולוגיים לאומיים ומקומיים. הם מעידים לא רק על גידול החלק של סין בתוצרת התעשייתית העולמית, אלא בעיקר על האימוץ המסיבי של קונספט התעשייה הירוקה ברמה של מקבצי מפעלים. בשנת 2015 עבר המדד עדכון וסטנדרטיזציה לכדי מערכת סטנדרטית מאוחדת ומקיפה, שנותנת ביטוי טוב יותר למציאות בשטח. המדד החדש הכיל בתוכו היבטים נרחבים יותר של סימביוזה תעשייתית ושל השפעותיה הכלכליות על התוצר (Huang et al., 2019). מדד זה מבוסס על 5 פרקים עיקריים: 1. פיתוח כלכלי

2. סימביוזה תעשייתית
3. שימור משאבים
4. הגנה על הסביבה
5. שקיפות במידע

השינוי העיקרי שחל בין הגרסה הראשונה לבין הגרסה השנייה מבוסס על הטמעה של היבטים חברתיים וניהוליים, בעיקר בפרק העוסק בניהול המידע. הבדל מהותי נוסף הוא החלוקה של הפרק הסביבתי לשלושה פרקים נפרדים העוסקים בסימביוזה, בשימור משאבי הטבע ובהגנה על הסביבה (World Bank, 2019).

התפתחות המדד:

תחילת שנות ה-2000: תוכנית לאומית וולונטארית לאזורי תעשייה בני קיימה
2009: מדד לאומי מחייב
2015: עדכון וסטנדרטיזציה. נוספו היבטי סביבה, ניהול מידע וסימביוזה תעשייתית

גם בשנת 2019 הייתה סין הכלכלה היצרנית המובילה בעולם (איור 2), עובדה שהיו לה השפעות סביבתיות משמעותיות. לצד התועלות הכלכליות של הטמעת אמצעים נקיים בתעשייה, ייתכן שהגיבוש וההטמעה של המדד לאזורי תעשייה אקולוגיים היו, במובנים מסוימים, כלי של הממשל למיצוב תודעתי ולקידום קונצנזוס בנוגע לשלטון של המפלגה. כלומר, אפשר לייחס את נחיצותו של כלי כזה להבנה של המפלגה שהמשבר הסביבתי, הפוגע במהותו בזכות הבסיסית של תושבי סין לאוויר נקי, עשוי להוות עקב אכילס של המפלגה הקומוניסטית ושל שלטונה.

להלן פירוט המרכיבים העיקריים של המדד, בהתבסס על שילוב פרמטרים מתוך שתי הגרסאות של המדד הסיני (Huang et al, 2019, World Bank, 2019, Geng et al, 2009, OU, 2009):

פיתוח כלכלי:

שם האינדיקטור	יחידות	יעד
ערך תוצר תעשייתי מקומי לנפש	10^4 RMB לכן אדם	שווה ל-15 או גדול מ-15
ממוצע גידול תלת-שנתי בערך התוצר	אחוזים	שווה ל-12 או גדול מ-12
הוצאה הקשורה להגנה על הסביבה	אחוז מתוך ערך התוצר השנתי של הפארק	שווה ל-2 או גדול מ-2
הוצאה על בטיחות וגהות בעבודה	אחוז המפעלים המעניקים ביטוח לעובדים	100
הזדמנויות בתעסוקה	גידול בשיעור המועסקים	שווה לשיעור המקומי או גדול ממנו
שיעור הערך המוסף של תעשיית המחזור מתוך סך ערך התוצר התעשייתי המקומי ברוטו		

סימביוזה תעשייתית:

שם האינדיקטור	יחידות	יעד
היקף המפעלים המייצרים שיתופי פעולה לצורך סימביוזה תעשייתית		
שיעור כולל של מחזור פסולת מוצקה במפעלים	אחוז מסך כל הפסולת	שווה ל-70 או גדול מ-70
שיעור השימוש באנרגיות מתחדשות במפעלים	אחוז מסך כל האנרגיה	שווה ל-80 או גדול מ-80

שימור משאבים:

שם האינדיקטור	יחידות	יעד
ערך התוצר התעשייתי המקומי ליחידה של שטח תעשייתי	מאה מיליון יואן לקילומטר רבוע (להלן - קמ"ר)	שווה ל-9 או גדול מ-9
שיעור הגידול התלת-שנתי הממוצע בערך התוצר התעשייתי המקומי ליחידה של שטח תעשייתי	אחוזים	שווה ל-6 או גדול מ-6
מקדם אלסטי לצריכת אנרגיה	כאשר קצב הצמיחה השנתי של התוספת השולית לסקטור התעשייתי בתקופת ההדגמה של ה-EIP גדול מ-0: הערך חייב להיות שווה ל-0.6 או גדול מ-0.6; כאשר קצב הצמיחה השנתי של התוספת השולית לסקטור התעשייתי בתקופת ההדגמה של ה-EIP קטן מ-0: הערך חייב להיות שווה ל-0.6 או קטן מ-0.6	
צריכת אנרגיה ליחידת תוצר (במונחי ערך כלכלי)	טון פחם/10 ⁴ RMB	שווה ל-0.5 או קטן מ-0.5
היקף הצריכה של אנרגיה מתחדשת	אחוזים	שווה ל-9 או גדול מ-9
מקדם אלסטי לצריכת מים שפירים	כאשר קצב הצמיחה השנתי של התוספת השולית לסקטור התעשייתי בתקופת ההדגמה של ה-EIP גדול מ-0: הערך חייב להיות שווה ל-0.55 או גדול מ-0.55; כאשר קצב הצמיחה השנתי של התוספת השולית לסקטור התעשייתי בתקופת ההדגמה של ה-EIP קטן מ-0: הערך חייב להיות שווה ל-0.55 או קטן מ-0.55	
צריכת מים שפירים ליחידת תוצר (במונחי ערך כלכלי)	m ³ /10 ⁴ RMB	שווה ל-8 או קטן מ-8
שיעור המחזור של מים בשימוש תעשייתי	אחוזים	שווה ל-75 או גדול מ-75
שיעור המים הממוחזרים בשימוש תעשייתי	אחוזים	שווה ל-10 עד 30 אחוז או גדול מ-10 עד 30 אחוז (תלוי אזור)

הגנה על הסביבה:

שם האינדיקטור	יחידות	יעד
עמידה ביעדים לאומיים של מקורות זיהום עיקריים	COD / SO ₂ kg/10 ⁴ yuan	שווה ל-1 או קטן מ-1
תדירות תאונות סביבתיות	כמות שנתית	שווה ל-1 או קטן מ-1
גיבוש תוכניות לניהול סביבתי	אחוזים	100
שיעור היישום של תקנים לייצור נקי, בהתבסס על מדידה מאושרת	אחוזים	100
מערכת מרכזית לטיפול בשפכים		קיימת
שיעור ההשלמה של הקמת מערכת למניעה ולבקרה של סיכונים סביבתיים	אחוזים	100
שיעור הניצול של פסולת מוצקה תעשייתית (כולל חומרים מסוכנים)	אחוזים	85
מקדם אלסטי של פליטות מזהמים עיקריים	COD 2SO	קטן מ-0.3 קטן מ-0.2
שיעור ההפחתה השנתית של פליטת הפחמן הדו-חמצני ליחידת תוצר (במונחי ערך כלכלי)	אחוזים	שווה ל-3 או גדול מ-3
פליטת מי שפכים ליחידת תוצר	T/104RMB	שווה ל-7 או קטן מ-7
היקף פסולת מוצקה ליחידת תוצר	T/104RMB	שווה ל-0.1 או קטן מ-0.1
שיעור השטח הפתוח המכוסה על-ידי צמחייה	אחוזים	שווה ל-15 או גדול מ-15

שקיפות מידע:

שם האינדיקטור	יחידות	יעד
שיעור המידע הפתוח של תאגידים באזור התעשייה	אחוזים	100
שיעור ההשלמה של פלטפורמה לשקיפות בנוגע למידע סביבתי	אחוזים	100
מספר הקמפיינים הציבוריים-חינוכיים	כמות בשנה	שווה ל-2 או גדול מ-2

המדד הסיני הוא הסנונית הראשונה שבישרה את עליית המודעות לצמיחה הכלכלית המהירה של מדינות מזרח אסיה. כך, נהפך מודל ה-EIP לתבנית ייעודית, אשר נועדה לצמצם ולמגר את ההשפעות הסביבתיות השליליות של התעשייה, וכן לשפר את הביצועים הכלכליים והחברתיים שלה. המודל הוטמע הן במדינות מפותחות כמו סין, יפן, דרום קוריאה וסינגפור, והן במדינות מתפתחות כמו וייטנאם, תאילנד, מלזיה, אינדונזיה והפיליפינים. לאורך זמן בוצעו במודל התאמות שונות, באופן שהיה תלוי מקום, ומתוך שאיפה לייצר רגולציה המופעלת על-ידי הממשל, וגם באמצעות קידום תמריצים המעודדים פיתוח תעשייתי בר-קיימה ברמת המפעל (Thu Trang Vu et al, 2021).

תהליך הפיתוח של תעשייה בת-קיימה הוא תהליך ממושך שדורש מחויבות ארוכת טווח של השלטונות, ושהצלחתו ניכרת בעיקר בטווח הארוך.

בשנת 2018 היו בסין כ-110 אזורי תעשייה אקולוגיים, חלקם פעילים וחלקם בשלבי הקמה ותכנון שונים. בשנים 2001 עד 2016 גדלה ההשקעה השנתית בצמצום הזיהום בכ-15% בשנה בממוצע. הניסיון שנצבר בשני העשורים מאז החלה הטמעת המדיניות הלאומית להקמה ולהסבה של פארקי תעשייה בני קיימה, מלמד כי ההצלחה של התהליך אינה נמדדת בטווח הקצר, אלא באמצעות תהליכי הטמעה אשר מתרחשים לאורך עשרות שנים. תהליכים אלו משקפים לא רק היקפים של עסקאות סימביוזה, אלא גם שינויים תשתיתיים, הן ברמת המפעל, הן ברמת האזור והן ברמת הפיתוח של מתודולוגיות למדידת העמידה במדד: איסוף מידע, חישוב והערכת ביחס לשנים קודמות וביחס למיקומים גיאוגרפיים שונים. הניסיון הסיני מלמד שלא די בעידוד השקעות פרטיות מצד המפעלים ומצד מנהלות אזורי התעשייה, אלא ישנה נחיצות בהשקעה ממשלתית בשירותים ובתשתיות המוענקים לדיירים של אזורי התעשייה, כמו גם בעידוד של פיתוח ושל הטמעת טכנולוגיות חדשניות ותהליכי מחקר, פיתוח ויזמות ברמה המקומית.

יחד עם זאת, חשוב שתמריצים אלה יתוכננו בשיתוף השלטון המקומי ובעלי עניין אחרים. המדיניות של הרשויות הלאומיות בכל הנוגע לתמיכה בהסבה ל-EIP, התמקדה דווקא במתן הטבות מס וסובסידיות למפעל הבודד, ובכך גרמה לירידה בהכנסות העצמיות של הרשויות המקומיות ממיסים, דבר שאילץ אותן להשקיע בעצמן בסובסידיות למשיכה של השקעות ומפעלים. כך, בהרבה מובנים נוצרו פערים בין אזורים שבהם הצליחו לגייס תמיכה של ממשלות זרות וכן השקעות פרטיות בהטמעה של מנגנונים סביבתיים. מהניסיון הסיני עולה כי כימות ההשפעות הסביבתיות של EIP הינו מנגנון מורכב, הדורש בחינה לא רק של ההשפעות הישירות של פארקי התעשייה, דוגמת פליטות של מפעלים ושימוש בחומרי גלם טבעיים, אלא גם של ההשפעות העקיפות הבאות לידי ביטוי בצורך בפיתוח מואץ של שימושים נלווים על חשבון שטחים פתוחים, תוך פגיעה באיכות

התשתיות המקומיות כתוצאה מהטיפול בפסולת ובשפכים של אזורי התעשייה.

לסיכום, למרות האימוץ והיישום המהירים של סטנדרטים ושל מדיניות לפיתוח סביבתי של אזורי תעשייה מקיימים בסין, וכן למרות הנתונים החיוביים שעולים מהשטח, הם עדיין מתמודדים עם אתגרים כמו הקושי לעמוד בסטנדרטיזציה שנקבעה, הפערים שבין תכנון המפעלים ואזורי התעשייה לבין ההקמה והתפעול שלהם לאורך זמן, התפיסה המוטית של הפרמטרים שנקבעו במסגרת המדד ופערי הידע שבין מחברי המדד לבין המעריכים והמיישמים בשטח (Hong & Gasparatos, 2020).

3.2 מדד APEA (איטליה):

ההתפתחות של התעשייה הכבדה, בדגש על תעשייה למטרות יצוא, היוותה את מנוע הצמיחה המשמעותי ביותר של הכלכלה האיטלקית לאחר מלחמת העולם השנייה, ומשנות ה-80 אחרית איטליה לכ-20% מהייצור של מדינות הקהילה הכלכלית האירופית (Eurostat, 2021) (EEC). לאחר מלחמת העולם השנייה, היצע כוח האדם העצום בצפון איטליה הניע את התפתחות התעשייה בחלקה הצפוני של המדינה, וכן במחוז טוסקנה. שקיעת התעשייה הכבדה בשנות ה-80, בדגש על תעשיית הברזל והרכב, הדגישה את מיקוד הייצור התעשייתי של איטליה באזורים הצפוניים, שהיו מאופיינים בעיקר במפעלים קטנים ובינוניים (Encyclopedia) (SME) (Britannica, 2021).

התפתחות המדד:

1998: חוק לאומי לקידום אקולוגיה תעשייתית
2009: מדד וולונטארי לפיתוח אזורי תעשייה בני קיימה חדשים
ולהסבת אזורים קיימים במחוז טוסקנה

בשנת 1998 אושר באיטליה חוק לאומי שמטרתו לקדם את הרעיון של "אזורי תעשייה טאובזרים מבחינה אקולוגית" (Ecologically Equipped Industrial Areas – APEA). בדצמבר 2009 אישרה טוסקנה, אחד המחוזות המזוהים ביותר במדינה עם גישת האקולוגיה התעשייתית (IE) ככלי מדיניות, שתי תקנות מחוזיות: תקנה טוסקנית 74/2009 (Regione Toscana, 2009a)

תהליכי הפיתוח ההסבה הובלו על-ידי הנהלת הפארק
והשלטון המקומי, בשיתוף המגזר הפרטי.

והחלטה 1245/2009. (Regione Toscana, 2009b) במסגרת תקנות אלה, גובש סט קריטריונים וולונטאריים, שיאפשר לפארקים אקו-תעשייתיים (EIP) לקבל הכרה כ-APEA. מדובר בתקן מחוזי עצמאי וולונטארי, שמטרתו הייתה לתמרץ תכנון אזורי תעשייה חדשים כבני קיימה, וכן להניע תהליכי אדפטציה לאזורים קיימים, תהליכים שהובלו על-ידי מנהלות ורשויות מקומיות. התקנה מציבה את הגוף המנהל כסוכן מוביל בתהליכי ההטבה, הניהול, המדידה והבקרה, אשר מבוססים על שותפות פרטית-ציבורית (PPP). המדד האיטלקי אינו חל רק על מפעלים בקנה מידה גדול, אלא מתייחס לאזורי תעשייה מעורבים הכוללים גם מפעלים המהווים עסקים בקנה מידה קטן ובינוני (SME – small and medium enterprises), הממוקמים באזורי תעשייה בסדרי גודל משתנים. סדרי גודל אלה נעים מקנה מידה של כ-700 עד 1,000 דונם באזורי ספר, ועד לאזורים בסדרי גודל של כ-10,000 דונמים בצמוד לערים גדולות, המתמקדים בתעשיות המיועדות ליצוא כמו טקסטיל, עץ, תכשיטים, הנעלה ומוצרי עור (Daddi, 2016).

המדד האיטלקי הוא כלי וולונטארי שמבוסס על אינדיקטורים כמותניים ואיכותניים המחולקים לדרישות סף ולדרישות מקסימום. דרישות הסף מחולקות לשלושה ראשי פרקים עיקריים: תכנון עירוני, תשתיות וניהול. דרישות המקסימום מהוות פירוט של ראשי פרקים אלה, והן נחלקות ל-8 קטגוריות: משאבי מים, אנרגיה, פסולת, תחבורה ולוגיסטיקה, בריאות וגרות, בתי גידול ונוף, קרקע, מניעת זיהום אוויר ופרק כללי.

להלן פירוט של תנאי הסף, כפי שהם מפורטים בעלון הרשמי של מחוז טוסקנה (Regione Toscana, 2010):

תכנון עירוני:

שם האינדקס	תנאי סף
תשתית תחבורה מקיימת	שימוש בחומרים מקיימים לבנייה של תשתיות תחבורה. לדוגמה: אספלט סופח רעש
	היררכיה בתכנון של תשתית תחבורה בהפרדה מלאה בין הולכי רגל, אופניים ותחבורה ממונעת
מערכת לשימור המגוון האקולוגי	שטחים ירוקים המורכבים ממינים מקומיים
	70% מהכבישים גובלים בעצים
	גדרות חיות ועצים בשטחי חניה
	מסדרונות אקולוגיים לשימור מעבר לבעלי חיים
חלחול קרקע	25% מהשטח הפרטי הלא מבונה יאפשרו חלחול של מי נגר
	70% משטח החניות הציבוריות יאפשרו חלחול של מי נגר
	מדרכות ייבנו ונתיבי אופניים ייסללו מחומר המאפשר ניקוז וחלחול
תשתית רשתית תת-קרקעית	מזביל מים, תשתית חשמל ותקשורת משותפת תת-קרקעית המעודדת תפעול קל ומשותף
רשת תקשורת	מערכת תקשורת מתקדמת (telecommunication)
תאורה בשטחים ציבוריים	נורות בעלות $CRI > 65$ ויעילות של $W > 95$ במטרה להפחית את זיהום האור
	50% מהתאורה יופעלו על בסיס אנרגיות מתחדשות
מקסום של נראות ושל אסתטיקה כלפי המרחב	לאורך גבולות אזור התעשייה תהיה רצועה של לפחות 10 מטרים המורכבת מעצים גבוהים מזנים מקומיים
השתלבות בנוף המקומי	מבנים ומרחבים באזור התעשייה ישתלבו באופן טבעי בסביבה הטבעית
תכנון צבעים	צבעי המבנים ייטמעו בסביבה הטבעית
יעילות אנרגטית	החזיתות הדרומיות יהיו שקופות, והן יכללו מערכות קבועות או ניידות לסינון קרינת השמש
	יש להציב שטחים ומבנים במרחב כך שאפשר יהיה למקסם את הניצול של קרינת השמש לצורך הפקת אנרגיה סולארית

תשתית:

שם האינדקטור	תנאי סף
ניהול ואיסוף מי נגר	איסוף של לפחות 50% ממי הגשמים היורדים על משטחים אטומים (לדוגמה גגות ורחובות מאספלט)
מערכת להפרדת שפכים	שימוש חוזר ב-80% ממי הנגר על-ידי מתקנים תעשייתיים, מערכות כיבוי אש, מערכות השקיה, וכן שימוש ביתי. שתי מערכות נפרדות לניהול ולאיסוף מי נגר יוטמעו ברמה של אזור התעשייה: מערכת למחזור מי שתייה, מערכת לאיסוף מי גשמים
טיפול במים תעשייתיים	מערכת ביוב ריכוזית המפרידה בין שפכים תעשייתיים, מי גשמים מזוהמים ומים בשימוש ביתי, לבין מי גשמים נקיים
שימוש באנרגיות מתחדשות	מערכת הביוב לטיפול בשפכים תעשייתיים חייבת להיות בעלת מערכת טיהור אחת ומערכת נפרדת להטמנה
תחבורה בת-קיימה	אזור התעשייה יכיל לפחות אחד מאלה: 1. יותר מ-15% משטח האזור מכוסה בפאנלים סולאריים או מכיל/ כולל מערכות פוטו-וולטאיות 2. ספיקת החשמל לכל דונם < 105KW 3. ספיקת חשמל תרמית לכל דונם < 305KW
מתקנים לוגיסטיים מתקדמים	לפחות אחד מהתנאים הללו יתקיימו: 1. ריבוי תחנות תחבורה ציבורית הפרוסות באזור 2. שבילי אופניים שמכסים יותר מ-40% מהדרכים באזור 3. קיום מרכז שירות תחבורתי הכולל שירותים, מסעדות, משרדים, מרחבי מפגש וכולי
צידוד לכיבוי אש ולמניעת שריפות	לפחות אחד מהתנאים הללו יתקיימו: 1. מרכז שיתופי לאחסון של סחורות, חומרי גלם ומוצרים 2. תשתית לקידום לוגיסטיקה אינטגרטיבית ושיתופית
בטיחות בתחבורה	מערכת משותפת לכיבוי אש (הכוללת הידרנטים ועזרים נוספים), המופעלת על-ידי מערך כיבוי האש המקומי במקרה של שריפה. וזאת נוסף על מערכות כיבוי אש הנדרשות באופן רשמי כחלק מטופס 4 ומרישוי העסק
מתקן שטיפה למשאיות	מערכת כבישים בעלת הפרדה בין משתמשי הדרך השונים אמצעים למיתון תנועה מעברי חצייה בטוחים להולכי רגל ולרוכבי אופניים

ניהול:

שם האינדקטור	תנאי סף
ניהול וניטור שימוש במים	המנהלת תוכיח כי ישנה מערכת של פיקוח על ניצול ועל מחזור של מים באזור התעשייה, תוך התייחסות ספציפית לשימוש במי תהום. בהתבסס על נתונים אלה, המנהלת תקדם פעולות לחיסכון במים בקרב המפעלים באזור
ניהול וניטור אנרגיה	קיים ממונה אנרגיה אזורי שיפקח על צריכת האנרגיה ועל התיאום בין המפעלים למטרת חיסכון באנרגיה ולהטמעת השימוש במקורות מתחדשים
ניהול וניטור פסולת	למינהל יש: 1. תוכנית לניהול פסולת 2. מחזור חלקי או מלא של חומרי הגלם הנמצאים בשימוש או שמיוצרים באזור התעשייה 3. רשימה של זכיינים וחברות הובלה המטפלים בפסולת בהתאם לסוגי הפסולת השונים ובהתאם לאופן הטיפול בהם
ניהול וניטור תחבורה	לפחות אחד מהתנאים הללו מתקיימים: 1. אמצעי תחבורה מקיים אחד לפחות מבין מפעילי התחבורה לאזור וממנו 2. תעריפים סבירים של תחבורה ציבורית 3. מערכת של כלי רכב שיתופיים ונסיעות משותפות
ניהול לוגיסטי	רכב לוגיסטי משותף (VAN)
תוכנית לתגובה במצבי חירום	תוכנית המעגנת בתוכה מתווה לפעולה של כל אחד מהמפעלים במצב חירום כלל אזורי. התוכנית כוללת סט פעולות מפורטות
ניהול מקיים של שטחים פתוחים	ניהול השטחים הפתוחים תוך הקפדה על עקרונות כמו שמירה על מגוון בעלי החיים והצמחייה, שימור הטבע והנוף ושמירה על מאזן של פליטות פחמן
ניהול מקיים של אתרי בנייה	תוכנית למזעור ההשפעות הסביבתיות של פעילות האתר. התוכנית חייבת לזהות את כל הפעולות שיכולות ליצור השפעות סביבתיות קריטיות, וכן להדגיש את חלוקת האחריות בכל הנוגע לניהול בעיות סביבתיות הקשורות לתפעול האתר

דרישות הסף מציבות תנאים ראשוניים הנדרשים לצורך הכרה באזור תעשייה כאזור תעשייה בר-קיימה. נוסף על דרישות אלה, מציג המדד סט של 83 אינדיקטורים המקנים ניקוד ומפרטים את תנאי הסף באופן כמותני ואיכותני (Regione Toscana, 2010). כך, הוא למעשה מתייחס לעומק לכלים פרקטיים שמפעלי תעשייה יכולים לאמץ על מנת לנהל את האחרייות הסביבתית שלהם, וזאת בדומה לתקן ISO 14001 לניהול סביבתי. המדד מתכתב עם התקן בהיבטים ניהוליים, כמו גם בהיבטים של היערכות ושל ניטור השפעות סביבתיות שונות, בהן זיהום אוויר, זיהום קרקע, יעילות אנרגטית וניהול פסולת.

בין המדד האיטלקי לבין המדד הסיני ל-EIP ישנן נקודות דמיון רבות, ושני המדדים הם למעשה תוצר של שיקולים מקומיים. ההבדל המרכזי ביניהם הוא שהקריטריונים הסיניים שמים דגש רב יותר על יעילות כלכלית של פארקי תעשייה אקו-תעשייתיים. הם מודדים את התועלת של יישום מרכיבים אקולוגיים ליחידת תוצר, שינוי בערך של התוצר המקומי הגולמי והחיסכון בזיהום, וכן עלויות תפעוליות הנובעות מפעולות המיושמות לצורך חיסכון אנרגטי, הפרדת פסולת וצמצום הפליטות. כמו כן, האתגרים החברתיים הקשורים להון האנושי, להפרת זכויות העובדים ולתנאי העבודה הקשים, אשר אפיינו לאורך שנים את התעשייה הסינית, הביאו ככל הנראה להתייחסות עמוקה יותר לטובות אלו במסגרת המדד הסיני, וזאת לעומת התקן האיטלקי. הגישה של התקן האיטלקי מכוונת יותר להיבטים תכנוניים-מרחביים וניהוליים, והיא קובעת רשימת קריטריונים בעבור אזורי תעשייה המעוניינים בהסמכה שתמצב אותם כאזורים ששומרים על הסביבה, וככאלה שמיישמים עקרונות אקולוגיים. הסמכה זו חשובה גם ביחס להיתכנות פיתוח שימושים שונים בקרבת אזורי תעשייה, כמו גם ביחס למיצוב התודעתי של מוצרים שמוצרים בטוסקנה ומיוצאים לכל העולם. ההבדלים נובעים במידה רבה מהקונטקסט השונה שבו נוצרו שני המדדים. שילוב הידע שנצבר במסגרת העבודה עליהם מהווה בסיס פוטנציאלי ליצירת מתודה לפיתוח מדדים מבוססי מקום במדינות שונות באירופה ובעולם.

הניסיון האיטלקי באקולוגיה תעשייתית החל בשנות ה-80 במרכז ובצפון איטליה, ולכן הוא מאפשר לבחון הצלחה של אזורי תעשייה אקולוגיים דרך משקפיים המורכבים ממכלול של מנגנונים, ולא רק מכאלה שמעודדים סימביוזה תעשייתית. הוא מציג את החשיבות הגדולה של ניהול המאפשר לייצר סינרגיה בין חברות שמשותפות משאבים פיזיים, משאבי כוח אדם ומידע, וכן מקיימות שיתופי פעולה עם בעלי עניין מקומיים, בדגש על הרשויות המקומיות. מנהלות הפארקים באיטליה אינן רק גופים הפועלים לניטור, לזיהוי ולניהול הצרכים של החברות, אלא הן גם משמשות כסוכני שינוי בהקשרים של פיתוח פיזי, תכנון והגנה על הסביבה. אתגר שאיתו מתמודדות המנהלות הוא בין היתר טיפוח של חברות בשלבים מוקדמים, בעיקר כאלו שמתבססות על תהליכי פיתוח טכנולוגיים ועל מחקר - חברות הזנק. אתגר נוסף הוא ביטוס המודל הכלכלי לפעילות של המנהלת ושל הסמכויות שלה.

המדד של מחוז טוסקנה מעלה את הקושי להקים מערך סדור לאיסוף ולניטור של מידע, הן ברמה

של המנהלת והן ברמה של הרשות המקומית והמחוזית, וזאת תוך ריכוז המידע הספורדי שנאסף על-ידי גורמים שונים, ובזמן שמתבצעים תהליכים ארוכים של הסבה והקמה של אזורי תעשייה. כמו כן, המדד מציף את האתגר בניטור טיבם של הפרמטרים שנקבעו במסגרת המדד. מהמקרה הטוסקני עולות שלוש מסקנות עיקריות: ראשית, כדי שהגישה הוולונטארית והשיתופית תהיה יעילה, עליה להסתמך על תמריצים חזקים לבעלי מפעלים ולמנהלות, וזאת לצד הסמכת צד שלישי האמון על ניהול, הערכה ומדידה אמינה ואפקטיבית. צד זה גם צריך להיות בעל יכולת ללוות את בעלי העניין במימוש הטבות כלכליות הקשורות להשגת יעדי המדד. שנית, על הפרמטרים להיות מותאמים לחשיבה על מצוינות בתעשייה. כך יהיה להם סיכוי טוב יותר להיטמע לא רק במסגרת המפעלים אלא גם כמערכת המעודדת חדשנות, קיימות ותחרות בין אזורי תעשייה בכלל, ובין חברות קטנות וגדולות בפרט. שלישית, הישענות על גורם ציבורי חזק בעל משאבים בני קיימה, וכן היכולת לגייס השקעות לצד מעורבות רחבה של בעלי עניין, בעיקר בחברות הידירות באזור התעשייה, הינן המפתח ליישום של חזון הוליסטי, בדומה לזה שהוצב במדד הטוסקני.

3.3 מדד (UNIDO, GIZ, WORLD BANK GROUP) EIP:

בשנת 2017 פורסם מסמך משותף של UNIDO, הבנק העולמי ותאגיד הפיתוח הגרמני (GIZ), שמבקש לתת מענה לצורך בסטנדרט אחיד שמורכב מסט של כללי אצבע למדידה של קיימות במבנים, בארגונים ובאזורי תעשייה. מטרת המסמך היא ליצור תשתית לגיבוש מדדים לפארקים אקו-תעשייתיים (EIP) ברחבי העולם, ובעיקר במדינות מזרח אסיה אשר הופכות למתועשות יותר ויותר. בעקבות השיפור באיכות החיים, יחד עם התייקרות עלויות הייצור בסין, עוברים חלק ממפעליה למדינות אחרות באזור. הגרסה הראשונה של המדד התפרסמה בשנת 2017, והיא עברה רביזיה ועדכון בשנת 2021. השינויים העיקריים במסגרת העדכון נובעים ממסקנות שעלו ממקרי בוחן שונים שבהם יושם המדד. כמו כן, לצד שינויים בעולמות התעשייה הכוללים את עקרונות הסימביוזה התעשייתית והכלכלה המעגלית, שולבו בעדכון גם עקרונות המקדמים תעסוקת נשים וביטחון תעסוקתי בקרב נשים אשר שואבים השראה, בין היתר, מתנועת Me Too ומהשלכותיה.

המסמך מגדיר פארקי תעשייה כמקבצים של מפעלים הכוללים שימושי קרקע תעשייתיים לצד שימושים מסחריים, שירותים ותשתיות. פארקי תעשייה אקולוגיים (EIP) מוגדרים כאזורי פעילות בני קיימה לחברות, המעודדים תחרותיות ומייצרים מקומות עבודה חדשים. לפארקים אלה יתרונות רבים בעבור החברות, בהם יתרון מבחינת התשתית. התשתית, שמתוכננת לשימוש יעיל במשאבים, משפרת את התפוקה בעזרת אמצעים מקיימים ובאמצעות סביבה המאפשרת להשיג מטרות המייצגות גישות של אחריות תאגידית ולקדם אותן (UNIDO, GIZ, World Bank Group). (2017). באמצעות יתרון הגודל ושיפור הנגישות של החברות לאספקה בת-קיימה של תשומות

לייצור, יוצרים הפארקים מרחב המאפשר צמצום של החשיפה לסיכונים הקשורים לשינויי אקלים ולתנודות בשווקים. נוסף על כך, הם תורמים ליכולתן של מדינות להשיג את היעדים שהוצבו במסגרת הסכם פריז (2015) בכל הנוגע להגבלת ההתחממות הגלובלית עד שנת 2050 (UNIDO, GIZ, World Bank Group, 2021).

המדד בנוי משלושה פרקים שעוסקים בתחומי הליבה של הקיימות: סביבה, חברה וכלכלה. כמו כן הוא מכיל פרק רביעי העוסק במנגנון ניהולי, ומתייחס לתכנון, לניהול ולתפעול של האזור. המדד נבנה על בסיס מסקנות ממקרי בוחן מהעולם, שבהם נעשה שימוש במדדים מקומיים כמותנים ואיכותניים. כמו כן הוא בנוי על בסיס עקרונות הפיתוח המקיים (SDG's) של האו"ם.

להלן ריכוז מרכיבי המדד כפי שהם מופיעים בדוח – An International framework for Eco-Industrial Parks (UNIDO, GIZ, World Bank Group, 2021):

ניהול, תכנון ותפעול:

יעד	תנאי סף	תיאור	אינדיקטור
קיימת [כן/לא]	קיימת ישות ניהולית	קיימת ישות ניהולית המטפלת בתכנון, ניהול, תפעול וניטור של פעילות הפארק	ישות ניהולית
קיימת [כן/לא]	<p>המנהלת מספקת לפחות אחד מהבאים:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ניהול נכסים, הסכמים והקצאת קרקעות 2. מתקנים שיתופיים: שירותי דרך, שירותי עזר, תפעול דרכים, ביטחון, שירותים ומתקנים לטיפול בחירום, מתקנים ורשתות כלל אזוריות לניהול אנרגטי, חימום, מתקני לטיפול בשפכים (להלן – מט"ש) וכדומה 3. ניטור סביבתי וייעוץ סביבתי למפעלים 4. שירותים שיתופיים: טיפול נופי, אזורי הפרדה, תאורת רחוב, מצלמות בטיחות, שירותי ניקיון, מרחב ציבורי 5. מתן שירותים שיתופיים למפעלים כמו הכשרות, קידום שיתופי פעולה, נטוורקינג 6. פעילות מול בעלי עניין בפארק ומול נציגים עסקיים 7. יחסי ציבור וקידום פעולות, מרכז לשיתוף קהילה 	מנהלת הפארק מספקת מערך שירותים שיתופיים, וכן תשתית משותפת לדיירי הפארק	תשתיות משותפות
קיימת [כן/לא]	<p>מערכת הניטור כוללת מעקב אחר: התקדמות בביצועים סביבתיים, חברתיים וכלכליים ברמת הפארק. מעקב אחר גורמי סיכון קריטיים ואחר תגובות נלוות במצבים אלה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • מצבי קיצון שבהם ישנה פליטת יתר של גזים ושל שפכים מוצקים ונוזליים, כולל במהלך הובלה וסילוק של אשפה, כאשר קיימת סכנת התלקחות • מצבי קיצון הנלווים לאסונות טבע (למשל הצפות, שיטפונות ורעידות אדמה) 	מנהלת הפארק הקימה מערכת לניטור היעדים והביצועים של הפארק. היא מתחזקת את המערכת ומנהלת את גורמי הסיכון הקריטיים	מערכת לניטור פעילות וסיכונים
קיימת [כן/לא]	תוכנית תגובה למצבי קיצון הנובעים משינויי אקלים (גלי חום, בצורת, שיטפונות וכדומה). במסגרת זו זוהו כל צורכי ההתאמה של התשתיות והשירותים לצורכי אזור התעשייה	מנהלת הפארק גיבשה מדדים להתמודדות עם משבר האקלים ועם מצבי קיצון הנגרמים כתוצאה מאסונות טבע	

יעד	תנאי סף	תיאור	אינדיקטור
קיימת [כן/לא]	מנהלת הפארק מיפתה את הסיכונים האפשריים שעשויים להיגרם כתוצאה משינויי האקלים, והיא מעדכנת מידע זה באופן קבוע	מנהלת הפארק מנטרת את שינויי האקלים ברמה המקומית	ניטור שינויים אקלימיים
קיימת [כן/לא]	למנהלת קיימת מערכת המתעדכנת בכל הנוגע לרגולציה מקומית ולתקינה בין-לאומית. המנהלת מנטרת את פעילות המפעלים שבתחומה ואת עמידתם ברגולציה ובתקינה, וזאת על בסיס דיווח מצד המפעלים	במנהלת קיימים ידע והבנה של תקינה בין-לאומית ושל רגולציה מקומית בתחומי הקיימות והתעשייה	מידע על תקינה ורגולציה
קיימת [כן/לא]	קיימת תוכנית כוללת בעבור פארק התעשייה המתעדכנת מעת לעת במידת הצורך, והיא כוללת את מרכיבי הליבה הבאים: 1. ניתוחי סיכון שונים; תשתית חיונית ויעילה (באתר ומחוצה לו, בפרט הבטחת גישה לדיור הגון), שירותים, רשת תחבורה; נושאים סביבתיים וחברתיים; אזורי הפרדה; איתור תעשיות בסיכון גבוה ותעשיות בעלות פוטנציאל גבוה לשיתופי פעולה 2. שילוב דרישות רלוונטיות המפורטות במסגרת EIP שהן בעלות השלכות מרחביות	קיימת תוכנית אב לתכנון ולתפעול הפארק, שנוצרה על בסיס שיח בין בעלי קרקעות, רשויות התכנון והרשות המקומית	תוכניות ואזור
100% מהחברות בפארק	אחוז החברות בפארק החתומות על חוזה מול מנהלת הפארק, חוזה שמחייב אותן לשלם בעבור שירותים שהמנהלת מחויבת לספק	למנהלת יש סמכות לגבות תשלומים ממפעלים ולנהל עימם התקשרויות חזיות	שירות המנהלת
75% מהחברות בפארק	היקף החברות בפארק המביעות שביעות רצון בנוגע לשירותי המנהלת	תפעול של תשתית שיתופית	
אחת ל-6 חודשים	המנהלת מנהלת מעקב שוטף ומכינה דוח הבודק עמידה ביעדים מרכזיים של ה-EIP	מנהלת הפארק מנטרת באופן שוטף את מדדי ה-EIP ומדווחת עליהם	ניטור וניהול סיכונים

סביבה:

יעד	תנאי סף	תיאור	אינדיקטור
קיימת [כן/לא]	<p>לפארק יש מערכות EMS ו-EnEMS המתאימות לסטנדרט בין-לאומי (למשל תקן ניהול הסביבה ISO 14001 ו-ISO 50001 תקן ניהול אנרגטי). המערכות הללו מנטרות נושאים מרכזיים (כמו ניצול אנרגיה ושימוש בחומרים, מים, מקורות, פליטות וסביבה טבעית), וזאת בהתאם ליעדים שנקבעו על-ידי המדינה. מערכת זו אף תומכת במערכות הניהול הסביבתי של המפעלים</p>	מערכות לניהול סביבתי (EMS)	ניהול וניטור
100% מהחברות בפארק	אחוז המפעלים שמערכת הניהול הסביבתי מנטרת		

יעד	תנאי סף	תיאור	אינדיקטור
קיימת [כן/לא]	קיימת אסטרטגיה להתייעלות אנרגטית של כלל הפארק, המתייחסת ל-50% מצרכני האנרגיה המשמעותיים בפארק באופן פרטני	התייעלות אנרגטית	אנרגיה
100% מהחברות בפארק	אחוז המפעלים שקיימת בהם מערכת לניטור ולמידת השימוש באנרגיה		
20% מצריכת האנרגיה של המפעל	אחוז צריכת האנרגיה המנוטר מתוך סך צריכת האנרגיה של המפעל		
כמות גבוהה מ-10% מכלל פליטות ה-CO ₂ של כלל הפארק מכוסה על-ידי החברות הפועלות על-פי סטנדרט בין-לאומי להתייעלות אנרגטית (LEED, Industry EDGE, DGNB or ISO 50001 או המקבילה המקומית שלהן)	מנהלת הפארק קובעת יעדים שאפתניים לעוצמת האנרגיה המרבית ליחידת ייצור (קילוואט-שעה (להלן) - קוט"ש)/מחזור, הן ברמת כלל הפארק והן ברמה פרטנית לכל מפעל. יש לקבוע יעדים לטווח הקצר, הבינוני והארוך		
שווה או גדול יותר מנתח האנרגיה המתחדשת בתמהיל החשמל הארצי-שנתי ברשת	סך השימוש באנרגיה מתחדשת לייצור חשמל וחום בפארק התעשייה	אנרגיות מתחדשות	
	מנהלת הפארק קובעת יעדים להיקף פליטות הפחמן המרביות (קילוגרם CO ₂ e) / קוט"ש) בעבור הפארק ומפעליו. יש לקבוע יעדים לטווח קצר, בינוני וארוך		
קיימת [כן/לא]	קיימת תוכנית או מנגנון לזיהוי שיתופי פעולה פוטנציאליים המאפשרים המרה של פסולת ומים לאנרגיה. התוכנית כוללת מערך של תמריצים למפעלים לקידום שיתופי פעולה אלו. התוכנית גם מאפשרת זיהוי של צרכניות החשמל הגדולות בפארק הצורכות כ-10% עד 20% מסך צריכת האנרגיה של הפארק	רשת להמרת מים ופסולת לאנרגיה	

אינדיקטור	תיאור	תנאי סף	יעד
מים ושפכים	יעילות, שימוש חוזר ומחזור	לפארק ולמפעלים שבו יהיו מערכות שיגדילו את החיסכון במים ויאפשרו שימוש חוזר במים אפורים. למנהלת הפארק תהיה תוכנית להתייעלות בכל הנוגע לשימוש במים, אשר תכלול אלמנטים כמו שימוש חוזר בשפכים תעשייתיים, איסוף מי גשמים וכדומה	קיימת [כן/לא]
	בקרה על צריכת המים	קיים מנגנון לפיקוח הולם על צריכת המים ברחבי הפארק. המנגנון מבטיח שיעשה שימוש בשיטות ניהול מקיימות במקרה של מחסור במים. מיצוי ממקורות מים טבעיים (כגון נהרות ומקורות מי תהום) הינו מקיים	קיימת [כן/לא]
	טיפול במי שפכים	שיעור מי השפכים התעשייתיים המופקים על-ידי החברות בפארק התעשיות, אשר מטופלים בתקנים סביבתיים מתאימים	95% מסך השפכים של הפארק
פסולת ושימוש בחומרים	טיפול במי שפכים	החלק מכלל השפכים התעשייתיים של מפעלי הפארק המושבים לשימוש חוזר בתוך פארק התעשיות או מחוצה לו	25% מסך המים שבשימוש הם מים בשימוש חוזר
	חומרים מסוכנים ורעילים	חברות הפארק מציינות לרגולציה הארצית בנוגע לשימוש ולטיפול בחומרים מסוכנים, והן אף מנסות לצמצם את השימוש בהם כחלק מההסכם עם מנהלת הפארק	קיימת [כן/לא]
	טיפול בפסולת מוצקה	אחוז המפעלים בפארק שמשנעים, מאחסנים ומטמינים פסולת של חומרים מסוכנים בצורה ראויה העומדת בתקינה הלאומית	100% מהמפעלים
		אחוז הפסולת המוצקה המיוצרת על-ידי מפעלי הפארק, אשר נעשה בה שימוש חוזר על-ידי חברות אחרות, קהילות שכנות או עיריות	25% מכלל הפסולת המוצקה של הפארק

יעד	תנאי סף	תיאור	אינדיקטור
קיימת [כן/לא]	מחויבות לעקרונות של כלכלה מעגלית כחלק מתקנון הפארק ומההסכם שעליו חתומים מפעלי הפארק. בכלל זה, המפעלים בפארק לוקחים חלק בתוכניות לאומיות המקיימות עיצוב מחודש של מוצרים (דוגמת התוכניות של המרכז להתייעלות במשאבים). המפעלים גם לוקחים חלק בהקמה של רשתות ושל פלטפורמות להחלפת חומרים, וכן במערכות לאיסוף מוצרים בסיום מעגל השימוש בהם	מחויבות לעקרונות של כלכלה מעגלית	שימור משאבים וכלכלה מעגלית
20% מהמפעלים בפארק לוקחים חלק בתוכניות לאומיות שונות המקדמות כלכלה מעגלית	אחוז המפעלים המאמצים שיטות של כלכלה מעגלית. לדוגמה: חלק מרשתות סימביוזה תעשייתית בפארק או מחוצה לו, החלפה פעילה של חומרי גלם משניים או פסולת וכדומה		
	בפארק קיימת תשתית, מתקנים או מכניזם אחר המטפלים בפסולת שאינה בטיפול של חברות הפארק	הפרדת פסולת הנוצרת בתהליך הייצור	טיפול בפסולת
קיימת [כן/לא]	פסולת שאינה מטופלת בפארק עוברת הליך של רישום ומיון, ומנהלת הפארק מוודאת שהיא ממוחזרת או מוטמנת על-ידי גורם רשמי ומורשה	ניהול הפסולת היוצאת מהפארק	הטמנת פסולת

יעד	תנאי סף	תיאור	אינדיקטור
קיימת [כ/ל]א	למנהלת הפארק קיימת תוכנית לניטור, למניעה במקור ולמציאת פתרונות בקצה בכל הנוגע לצמצום פליטות וגזי חממה. כמו כן ישנן עדויות ברורות לפעולות שבוצעו לצורך כך	פליטת מזהמים, גזי חממה ומניעת זיהום אוויר	
50% מהמפעלים בפארק	אחוז המפעלים בפארק שיש להם אסטרטגיות למניעת זיהום ולהפחתת הפליטות, וזאת במטרה להפחית את עוצמת הזיהום/ הפליטות מעבר לקבוע בתקנות הלאומיות		
קיימת [כ/ל]א	לפארק קיימת תוכנית להערכה של השפעות כתוצאה מפעילות המפעלים על הנוף ועל הסביבה הטבעית והאקולוגית		שינויי אקלים וסביבה טבעית
30% מהמפעלים המזהמים בפארק	אחוז המפעלים בפארק המחזיקים במערכת לניהול סיכונים המיישמת אחד או יותר משלושת המרכיבים הללו: 1. מזהה פעולות שיש להן השפעה על הסביבה 2. קובעת את מידת ההשפעה על הסביבה 3. קיימים אמצעי מניעה להפחתת ההשפעות הסביבתיות	הערכה סביבתית ושמירה על מערכות אקולוגיות	
5% מסך השטחים הפתוחים	שטח פתוח מינימאלי לשימוש של צמחייה ושל בעלי חיים מקומיים	היקף השטחים הפתוחים	

חברה ורווחה:

אינדיקטור	תיאור	תנאי סף	יעד
צוות מנהלת	מערכות מנהליות לקידום תשתיות חברתיות, כמו גם איסוף, ניטור וניהול של מידע חברתי	במנהלת קיים צוות ייעודי לתכנון ולניהול תקני איכות חברתיים	קיימת [כן/לא]
מערכת ניהול OH&S	לחברות בפארק התעשייה צריכה להיות מערכת ניהול OH&S (המבוססת על תקן ISO 18001), לניהול רישומים של שיעורי הפציעות, מחלות, היעדרויות, וכן של מספר ההרוגים הקשורים לעבודה הכולל	האחוז מכלל החברות בפארק התעשייה עם יותר מ-250 עובדים שיש להם מערכת ניהול OH&S מתפקדת היטב	75% מהחברות בפארק
מערכת לניהול תלונות	מנגנון קיים ונגיש לקבלת טענות מתוך פארק התעשייה ומצד בעלי עניין חיצוניים, וכן לטיפול בהן. דוגמאות לכך כוללות מערך של קבלת קהל, תיבות תלונה הפזורות בפארק וכדומה	המענה לתלונות המתקבלות על-ידי מנהלת הפארק מתקבל בחזרה בתוך 14 יום	100% מהתלונות מקבלות מענה
	מערכת לתלונות, טיפול באפליה ומניעת הטרדות	היקף החברות עם יותר מ-250 עובדים שיש להן מערך לטיפול בתלונות העובדים	100% מהחברות
העסקה הוגנת	קיום של תנאי העסקה מינימאליים	תנאי העסקה המינימאליים יהיו: 1. הכנסה הוגנת הכוללת תנאים סוציאליים והמאפשרת לעובדים גישה לדיור בר-השגה 2. התאמה לחוזה קיבוצי מבחינת זכויות עובדים: חופשות מחלה, לידה, שעות נוספות וכולי 3. חופש להצטרף לארגוני עובדים בתוך המפעל ומחוצה לו	יותר מ-80% מהעובדים במפעלים מסכימים כי תנאים אלו מתקיימים, וזאת בהתבסס על סקר שנתי שנערך על-ידי המנהלת

אינדיקטור	תיאור	תנאי סף	יעד
תשתית חברתית	שירות רפואי הולם, מוסדות חינוך והכשרה, שירותים ומתקני כביסה נפרדים, קפיטריות, אזורי בילוי ועוד	תשתית חברתית מינימאלית כלולה בתוכנית המתאר של הפארק. היבטים מגדריים משולבים בתוכניות לתפעול ולניטור פעילות הפארק, ובבקרה עליה	קיימת [כן/לא]
		היקף עובדי הפארק המביעים שביעות רצון מהתשתית החברתית בפארק	יותר מ-80% מהעובדים במפעלים, וזאת בהתבסס על סקר שנתי שנערך על-ידי המנהלת
אבטחה	לפארק התעשייה מערכות אבטחה ושירותים המתחשבים בצרכים המיוחדים של נשים. לדוגמה: מערכות תאורה מתאימות בפארק ובסביבתו, מערכות טלוויזיה במעגל סגור, משרד אבטחה מרכזי	מענה לתלונות בגין תחושת חוסר ביטחון בתוך 30 ימים	100% מהתלונות המוגשות למנהלת
פיתוח הון אנושי	קיימות תוכניות להכשרה ולפיתוח הון האנושי, בדגש מיוחד על שוויון הזדמנויות ויזמות של נשים	האחוז מכלל החברות בפארק התעשייה שבהן יותר מ-250 עובדים, שיש להן תוכנית לפיתוח הון האנושי	יותר מ-75% מהמפעלים בפארק
		אחוז המיעוטים הנהנים מהשתתפות בתוכניות לפיתוח הון אנושי	יותר מ-50% מהמשתתפים בתוכניות
קשר לקהילה המקומית	פלטפורמות לדיאלוג קבוע עם הקהילה ועם ארגוני החברה האזרחית הרלוונטית. לדוגמה: לוחות לתצוגת מידע, ניוזלטר וכדומה	היקף העונים לשאלון מתוך הקהילה המקומית המביעים שביעות רצון מהמידע המונגש להם	יותר מ-80% מהמשיבים לשאלון שנערך לקהילה המקומית על-ידי המנהלת הביעו שביעות רצון
אירועים פתוחים לקהילה	המנהלת ומפעלי הפארק מקיימים פעילויות פתוחות לקהילה. לדוגמה: יום ספורט במפעלים, התנדבות בקהילה ועוד	מספר פעילויות ההסברה הנערכות על-ידי מנהלת הפארק מדי שנה, אשר זכו לחוות דעת חיובית בקרב יותר מ-80% מהנשאלים בסקר השנתי	לפחות שתי פעולות פתוחות לקהל בשנה

כלכלה:

אינדיקטור	תיאור	תנאי סף	יעד
יצירת מקומות תעסוקה	יצירת קשרי הכנסה והזדמנויות לפיתוח מקומי	למנהלת הפארק יש תוכנית ליצירת משרות חדשות. התוכנית מתייחסת למרכיבים כמו שוויון הזדמנויות, שילוב אוכלוסיות מיעוטים וכדומה, וזאת בהתאם ליעדים הממשלתיים	קיימת [כן/לא]
	EIP חייב לייצר הזדמנויות תעסוקה מקומיות באזורים שבהם הוא פועל, וזאת כדי לייצר הזדמנויות פיתוח.	האחוז מכלל העובדים המועסקים בפארק התעשייה המתגוררים בקרבת הפארק (יומיים)	60% מהעובדים היומיים
	משך תקופת ההתקשרות (החוזה)	עובדים המועסקים בהעסקה ישירה (לא כפריילנסרים או דרך קבלני משנה)	יותר מ-25% מהעובדים במפעלי הפארק ובמנהלת הפארק
קידום עסקים מקומיים קטנים ובינוניים (SME)	EIP מספק הזדמנויות לעסקים קטנים ובינוניים, הן מקומיים, הן אזוריים והן לאומיים, ומאפשר להם ליהנות מפעילויות EIP	היקף המפעלים המייצרים התקשרויות עם ספקים מקומיים (ציוד ושירותים), בעבור לפחות 80% מהרכש הכולל שלהן	25% מהמפעלים בפארק
		האחוז מתוך ערך הרכש הכולל של מנהלת הפארק המסופק על-ידי ספקים מקומיים	90% מערך הרכש של המנהלת
יצירת ערך כלכלי	ביקוש לשירותי הפארק ולמוצרי	ביצוע בדיקת כדאיות כלכלית וגיבוש תוכנית עסקית, במטרה לבחון היתכנות לקידום "שירותים ירוקים" ותשתיות מקיימות, וזאת בהתאם לביקושים לקרקעות ולביקושים למוצרים המיוצרים בפארק	קיימת [כן/לא]
	פארק התעשייה צריך להציע שירותי תשתית חיוניים, כולל גישה למים, אנרגיה, כבישים, מסדרונות שירות וכן הלאה. וזאת במטרה להוות תשתית אטרקטיבית וכדאית כלכלית בעבור מפעלים	מנהלת הפארק מנטרת את ההישגים הכלכליים של הפארק ומוודאת כי הוא עומד ביעדי הממשלה, לרבות השקעות ישירות מקומיות, השקעות זרות והכנסות ממיסים	קיימת [כן/לא]

לטיכום, בפרק זה נבחנו לעומק שלושה מדדים המהווים מודלים כלליים למדידה של אזורי תעשייה בני קיימה. הממד האיטלקי הינו הממד הוותיק ביותר. מדד זה מיישם עקרונות תכנוניים רבים, ומתייחס למנעד רחב של סוגי תעשייה, בהם תעשיות קלות, מרכזים לוגיסטיים ותעשיות מזהמות וכבדות. הממד הסיני הוא מדד כמותני ומחייב. מדד זה מתווה מדיניות כלל ארצית, שמטרתה להכריע את כף המאזניים של התעשייה הסינית, ולהפוך אותה מעקב אכילס של שיח סביבתי לנושאת דגלו. הממד הסיני מדגיש שתי תועלות משלימות: אינטרסים כלכליים, שבראשם משיכת חברות זרות וקידום מוצרים ירוקים תוצרת סין, וכן אינטרסים סביבתיים. ישנן סברות שלפיהן המניע לקידום האינטרסים הסביבתיים נובע מהצורך המיידי של הממסד הסיני לייצר סביבת עבודה "שקטה" ברמה הציבורית, אשר תאפשר לקדם אינטרסים כלכליים. הממד העדכני ביותר הוא הממד הבין-לאומי שפותח באמצעות שיתוף פעולה בין שלושה גופים מובילים ברמה העולמית. הוא מציע סט אחיד של מדדים כמותניים לאזורי תעשייה בני קיימה בעולם, ומלווה את המעבר של העולם לכלכלה דלת פחמן המבוססת על אנרגיות מתחדשות, מיסוי על מזהמים, כלכלה מעגלית, הטמעה של אמצעים להתמודדות במצבי קיצון אקלימיים וכיוצא בזה. במובנים רבים התקן הישראלי לבנייה ירוקה ת"י 5821 חלק 9.1 והמפרט לתכנון אזורי תעשייה בני קיימה (משרד הכלכלה והתעשייה, 2014) חולקים קווי דמיון מעניינים עם המדדים שנבחנו.

במקרים רבים באיטליה, בסין ובמקומות אחרים בעולם, הממד לאו דווקא היה הצעד הראשון במהלך לקידום קיימות בקנה מידה של אזור תעשייה. כך, באופן היסטורי, התפתחו אזורי תעשייה בני קיימה בראש ובראשונה על בסיס מפעלים בודדים שאימצו עקרונות של קיימות כתוצאה משיקולים כלכליים, או לחילופין על בסיס יוזמה מקומית. המדדים התפתחו כתוצאה מהצורך בבחינה חוזרת ונשנית, שהיא בת השוואה ומתקיימת לאורך זמן, של הפרמטרים השונים המאפיינים את האזורים ואת התאמתם למציאות, וזאת על מנת לשפר את ביצועי הפארקים בתחומי הממד השונים (כלכלה, סביבה, ניהול, חברה, תכנון וכיוצא בזה). מהסקירה עולה כי הצלחתם מבוססת על תהליכי עדכון והטמעה, לצד הענקת סמכויות נכונות הניתנות למנהלת האזור ולגוף האמון על המדידה.

4. תקן ישראלי לבנייה ירוקה למבני תעשייה

ממרס 2022 ועד ספטמבר 2023, תתחיל בהדרגה להיכנס לתוקף תקנה ארצית המחייבת חלקים נכבדים מהבנייה בישראל לעמוד בדרישות התקן הישראלי לבנייה ירוקה (ת"י 5281) ברמה של כוכב אחד לפחות. המשמעות של הפיכתו של התקן למחייב היא שכל מבנה שמקבל היתר בנייה בישראל יצטרך לעבור הסמכה על-ידי מעבדה מוסמכת, וזאת בהתאם לסעיפי התקן ולדרישות המשרד לאיכות הסביבה. התקן הישראלי לבנייה ירוקה הוא מעטפת להוראות, להנחיות ולתקנים נוספים הקשורים בבנייה ירוקה, שהעיקריים שבהם הם: ת"י 1045 – התקן להנחיות תרמיות למבנים, ת"י 5282 – התקן לדירוג אנרגטי של מבנים ות"י 6210 – התקן לאיכות אוויר במבנים. באמצעות התקן הישראלי לבנייה ירוקה, אפשר לדרג את מידת השפעתם של בניינים על הסביבה, כשהדירוג מבוסס על ניקוד הנגזר מסעיפי התקן.

התקן לבנייה ירוקה מאפשר לבחון הטמעה של היבטים סביבתיים, חברתיים וניהוליים בתכנון ובתפעול של מפעלים בודדים ושל מתחמי תעשייה.

ואולם, חלקי התקן העוסקים במבני תעשייה לא יהפכו מחייבים, והתקן ימשיך להיות וולונטארי בעבור מבני ומתחמי תעשייה. ולכן, אזורי התעשייה בישראל ימשיכו להיות מתוכננים על-פי סט התקנות ועל-פי הרגולציה הקיימת אשר תוארה בפרק "הרגולציה בישראל". בהקשר זה חשוב לציין כי ת"י 5281 חלק 9.1, המתייחס לדרישות לבנייני תעשייה, וכן חלק 9.2, המתייחס למתחמי תעשייה, פורסמו במאי 2014, ומאז לא עברו עדכון. יחד עם זאת, הם מהווים תשתית טובה לגיבוש תקן מחדש.

ת"י 5281 חלק 9.1: תקן הבנייה הירוקה למבני תעשייה חל על מבנים הכוללים אזור שמתקיימת בו פעילות ייצור ידועה מראש בשטח הגדול מ-400 מטרים רבועים (להלן – מ"ר), לרבות שטחים נלווים¹. הוא מתייחס לסוגים שונים של תעשיות, שהעיקריות שבהן הן: תעשיית מתכת, חשמל ותשתיות, תעשייה כימית ופטרוכימית, תעשיית פלסטיקה, גומי ופולימרים, תעשיית מוצרי בנייה, תעשייה עתירת ידע, תעשיית אלקטרוניקה, תעשיית רוקחות, תעשיית איכות סביבה (טיפול בפסולת ובשפכים), תעשיית מזון, תעשיית מוצרי צריכה, סדנאות, בתי מלאכה ושירותים לכלי רכב ומפעלי חקלאות אינטנסיבית.

1. הסמכה של מבנים שבהם מתקיימת פעילות ייצור אפשרית גם לפי התקן האמריקאי לבנייה ירוקה v.4.1 LEED. התקן אינו ספציפי למבני תעשייה, אך הוא עודכן בשנים האחרונות כדי לאפשר הסמכה של בנייה חדשה של חללי ייצור. עוד בנושא, ולדוגמאות של מבני תעשייה ממדינות שונות שהוסמכו ל פי התקן, ראו: USGBC, n.d

ת"י 5281 חלק 9.2: תקן הבנייה הירוקה למתחמי תעשייה מבוסס על שלושה תנאי סף לבחינת מתחם התעשייה: הבניינים במתחם נמצאים בשליטה תפעולית של גוף אחד, הבניינים חולקים תשתיות פיזיות, משאבים ומערכות וקיים קשר תפעולי בין הבניינים במתחם המחייב את קרבתם הגיאוגרפית. התקן לא חל על חללים שתכונותיהם מוכתבות על-ידי תהליכי הייצור, אשר כלולים בת"י 5281 חלק 9.1.

שני חלקי התקן מחולקים ל-9 פרקים: אנרגיה, קרקע, מים, חומרים, בריאות ורווחה, פסולת, תחבורה, ניהול אתר הבנייה וחדשנות. חלק 9.2, המתייחס למתחמי תעשייה, כולל פרק נוסף המתייחס לתפעול המתחם. המדדים הנבחנו בכל פרק הם כמעט זהים בשני החלקים, למעט שינויים הקשורים לקנה המידה של המדידה ולתשתיות המשותפות למתחם. כל פרק מורכב ממספר מאפיינים שניקודם קובע את דירוג המבנה בפרק. כל מאפיין מוגדר על-ידי מטרה, קריטריונים להערכה וראיות הנדרשות לצורך הכרה בניקוד של כל מאפיין.

בעוד שהפרקים העוסקים באנרגיה, במים ובפסולת באים לידי ביטוי במדיניות המקודמת בשנים האחרונות במשרדי הממשלה, אשר נוגעת לתעשייה ולכלכלה מעגלית, נושאים כמו בריאות ורווחה, תחבורה וקרקע טרם זכו להגדרה מחודשת במסגרת החלטות ממשלה ותוכניות ממשלתיות. סוגיית חומרי הבנייה וסוגיית ניהול אתר הבנייה הינן ייחודיות לתקן הבנייה הירוקה, והן קשורות באופן ישיר לתהליכי תכנון מפורט ורישוי הבנייה.

פרק **האנרגיה** בוחן את המבנה משתי נקודות מבט עיקריות: ביצועים אנרגטיים של המבנה ומערכות המבנה. הביצועים האנרגטיים של המבנה נקבעים בהתאם ל-4 קריטריונים: חימום וקירור פאסיביים, חשיפה לשמש, הצללה למרחב ומבנים סמוכים, דירוג אנרגטי ותאורה טבעית. הוא לוקח בחשבון נושאים דוגמת מיקום המבנה, גודל הפתחים וכיוונם והיקף חללים בעלי תאורה טבעית. דירוג מערכות המבנה נקבע בהתאם ל-10 קריטריונים המתייחסים לחיסכון באנרגיה במרכיבי המבנה דוגמת תאורה, חימום מים, מערכות מיזוג אוויר, הסקה, מעליות ומערכות מידע (IT). כמו כן, הדירוג מתבסס גם על קריטריונים כמו הקמה של מתקנים לייצור אנרגיות מתחדשות, הטמעה של מערכות להסעת השימוש בחשמל משעות השיא לשעות השפל, וכן על מערכות לניהול, לניטור ולמדידת צריכת האנרגיה. התקן למתחמי תעשייה כולל דרישה נוספת למתקני ייצור אנרגיה מאנרגיה מתחדשת.

פרק **המים** מוקדש בעיקרו לחיסכון בשימוש במים שפירים בתהליכי ייצור, בנינו ובברזי שירותים, כמו גם להטמעת אמצעים למדידת השימוש במים ולבקרה עליו, לניהול מי נגר ברמת התשתית של המבנה/ המתחם, למחזור מי עיבוי מזגנים ולשימוש במים אפורים.

פרק הפסולת מתכתב במובנים רבים עם פרויקט הסימביוזה התעשייתית אשר החל במשרד הכלכלה בשנת 2020. הוא מורכב משני פרקים העוסקים בהפרדת הפסולת ובטיפול בה. מדובר בפסולת הנובעת משימושי המשתמשים במבנה, דוגמת פסולת משרדים ופסולת מטבח, לצד הפרדת פסולת הנובעת מתהליך הייצור. התקן למתחמי תעשייה קובע דרישות נוספות לגבי מחזור פסולת לא תהליכית ולגבי השימוש החוזר בה במתחם, לסימביוזה עם מתחמים סמוכים, וכן דרישות לשימוש חוזר בפסולת תהליכית במטרה לצמצם את צריכת המים השפירים במתחם.

הפרקים בנושאי **קרקע, חומרי בנייה וניהול אתר הבנייה** עוסקים במרכיבים הקשורים לתהליך התכנון והבנייה. פרק הקרקע בוחן את המגרש שעליו ממוקם המבנה באמצעות 9 מאפיינים, שחלקם עוסקים בהיבטים תשתיתיים במגרש המפעל, למשל בחירה באתר עם תשתיות קיימות, טיפול בזיהום קרקע, ניצול מרבי של זכויות הבנייה במגרש ומיקום שטחי השירות בגבולות תכנית הבניין. מאפיינים אחרים בנוגע לקרקע עוסקים בתופעות הקשורות להשפעת המגרש על סביבתו, בהם: אי החום העירוני – שימוש בחומרי ריצוף וחיפוי שאינם סופגים חום, טיפול נופי בשטחים הפתוחים, הגנה, שימור ושיקום של הסביבה הטבעית, מניעת זיהום אור לילי והשתלבות בתבליט הטבעי ובתוואי השטח.

פרק **חומרי בנייה** מדרג את המבנה בהתאם להרכב חומרי השלד, הגמר, המערכות והפיתוח. הוא שם דגש על שימוש בחומרים בעלי תו ירוק הנרכשים מספקים בעלי מערכות לניהול סביבתי או אחריות חברתית, אשר עורכים למוצר הערכת מחזור חיים (LCA). כמו כן, פרק זה מוסיף ניקוד על שימוש בחומרים ממוחזרים, חומרים שבשימוש חוזר, וכן על שימוש בחומרים מקומיים שאינם דורשים הובלה מורכבת.

דירוג **ניהול אתר הבנייה** מוגדר על-ידי 8 מאפיינים העוסקים בהפרדת פסולת, בטיפול בפסולת חומרי בניין ובמזעור השפעות אתר הבנייה על הסביבה. כמו כן, הדירוג מעניק ניקוד בעבור מנגנונים בטיחותיים וחברתיים, בהם ביצוע בדיקה של מערכות הבניין לפני מסירה, חלוקת מדריך למשתמש בבניין, שיתוף בעלי עניין והכנסת יועץ בנייה ירוקה לצוות התכנון.

הפרקים **בריאות ורווחה** ו-**תחבורה** מעמידים את צורכי העובד במרכז. כך, למשל, **פרק התחבורה** עוסק ב-3 מאפיינים הקשורים באופן ישיר לדרכי ההגעה של העובדים: מסלולים בטוחים להולכי רגל ולרוכבי אופניים, מתקנים לרוכבי אופניים (חניה ומקלחת) ונגישות לתחבורה שאינה מבוססת על כלי רכב פרטיים. במסגרת הפרק נבחנים מרחקי ההליכה מהמפעל לתחנות התחבורה הציבורית, נבחן תקן החניה המינימאלי כגבול העליון להיקף מקומות החניה, וכן נבדק המענה מצד המפעל להגעה לעבודה באמצעות מנגנונים כמו הסעות, שיתוף נסיעות ועמדות הטענה לכלי רכב חשמליים. כמו כן, עוסק פרק התחבורה בסוגיות הקשורות לשינוע סחורות, בהן צי המבוסס על כלי רכב חשמליים או היברידיים.

פרק הבריאות והרווחה עוסק בסביבת העבודה של העובד ובצמצום חשיפתו לחומרים מסוכנים ולזיהום אוויר. במסגרת הפרק מפורטים 19 מאפיינים העוסקים בין היתר במשטר רוחות, בזיהום ובאיכות האוויר, באוורור ובשליטה ברמת המשתמש על מערכות המבנה, בשמירה על קשר חזותי עם החוץ, בגישה לאור טבעי, בחשיפה לרעש, בהגבלת השימוש בחומרי בנייה רדיו-אקטיביים ומזיקים, וכן בהפחתת הקרינה האלקטרומגנטית ובצמצום מפגעי ריח.

פרק החדשנות הוא הפרק שסוגר את ת"י 5821 חלק 9.1 למבני תעשייה. במובנים רבים הוא נותן תבנית מצוינת לחשיבה על העתיד של הבנייה בסקטור התעשייתי, אך הוא גם דורש עדכון והתאמה לעידן הטכנולוגי והדיגיטלי. התאמה זו תבחן אימוץ של מונחים כמו "בינה מלאכותית" ו"למידת מכונה", ותשאף לייצר למבני תעשייה בני קיימה נוכחות שאינה רק פיזית אלא גם וירטואלית, ומתוך כך אפשר יהיה לקדם גם ערכים איכותניים כמו מיצוב תודעתי של המפעל כמפעל בר-קיימה. פרק החדשנות כולל מאפיין הבוחן ומנקד את תשתית התקשורת בין הבניין לבין המערכות העירוניות, וזאת כחלק ממונח שהיה אז פופולארי, "עיר חכמה". התאמה של מונח זה תהפוך את המרכיב הבסיסי של שיתופי הפעולה העומד ביסודם של פארקים תעשייתיים אקולוגיים שונים בעולם למונח מתקדם הנבנה מתוך טכנולוגיות של מידע ותקשורת.

בניגוד לתקן למבני מגורים ולמשרדים, התקן לתעשייה לא עודכן מאז השקתו בשנת 2014, וכמעט שלא נעשה בו שימוש.

התקן למתחמי תעשייה כולל פרק נוסף העוסק בתפעול השוטף של הבניינים בתחום המערכות, הרכש, פליטות הפחמן והחינוך. המתחם נבחן לפי 11 מדדים: רכש מקומי, הבטחת שירותים (כגון פעוטון ודואר) לעובדי המתחם, שקיפות וקשר עם הקהילה לגבי השפעות סביבתיות, ניהול וניטור של פליטות גזי חממה במתחם, בדיקות שוטפות של מערכות הבניינים במתחם, רכש ממקור אחראי, חינוך סביבתי לעובדים, רכש יעיל אנרגטית, תו ירוק למוצרים ולשירותים המופקים במתחם, ניהול תחזוקת הבניינים וקיומה של מערכת לניהול סביבתי.

לסיכום, התקן יצא בשנת 2014 ולא עודכן. מאז, רק שלושה מבני תעשייה בישראל התאימו עצמם לתקן באופן וולונטארי (מאגרי המידע הממשלתיים, 14/08/2022). אחד האתגרים המשמעותיים ליישום התקן הוא תנאי הסף, אשר אינם מתוגמלים בניקוד, אך דורשים מהיזם השקעה במונחים של עלויות בנייה ותכנון. מנגנון זה הינו חסם משמעותי כיוון שהוא לא מתמרץ יזמים ליישם מרכיבים שהם תנאי סף, שכן זה לא משפר את הניקוד. כמו כן, התקן אינו מתייחס לשימושים משלימים לתעשייה שהם אינם מבני ייצור, אלא משמשים ללוגיסטיקה, בתי מלאכה, מוסכים ותעשייה קלה. לכן, נכון להיום, התקן עומד להפוך מחייב רק ביחס למבני משרדים הנמצאים בשטחם של אזורי תעשייה. דיון בחיוב החלת התקן על מבני ומתחמי תעשייה יצטרך לקחת

בחשבון גם את העובדה שהדבר ישפיע על נטל הרגולציה הקיימת על הפעילות התעשייתית הכבדה בישראל, רגולציה שמהווה חסם משמעותי להקמת מפעלים בישראל.

המאפיין	הניקוד המרבי	האם יש תנאי סף?
1.1.2 תכנון ביו-אקלימי – שמש וצל	7	כן

מטרה

לשמור על זכויות השמש של הבניין המתוכנן ושל בניינים סמוכים ועל חשיפה מבוקרת לשמש של שטחים פתוחים סמוכים.

קריטריונים להערכה	ניקוד
1. תיבדק ההצללה מבניינים ומאובייקטים צמודים בכל צד של הבניין תוך שימוש בתרשימי הצללה, ברישומים או בהדמיות ממוחשבות, המדגימים את החשיפה לשמש של הבניין המתוכנן, כדי לקבל את רמת החשיפה הנדרשת בעונת החורף.	0 (תנאי סף)

איור 3: תנאי סף לתכנון ביו-אקלימי – שמש וצל, מתוך פרק האנרגיה בתקן הבנייה הירוקה 5821. מקור: ת"י 5821 חלק 9.1 (עמוד 9) כל הזכויות שמורות למכון התקנים הישראלי.

5. היבטים של חברה ורווחה באזורי תעשייה

תחום המדידה של היבטי חברה ורווחת העובד פחות מפותח מתחום המדידה של היבטים סביבתיים וכלכליים של אזורי תעשייה בני קיימה, בין היתר בשל אתגרים הקשורים לאיסוף מידע, לכימות מידע איכותני, לאימות המידע שמתקבל מחברות ולהשוואה בין מדדים שונים.

דאגה לרווחת העובד והתייחסות להשפעות חברתיות של אזורי תעשייה מהוות תנאים הכרחיים להגדרתו של אזור תעשייה כבר-קיימה. זוהי חובה מוסרית שנובעת מהאחריות לזכויות אדם ולהשפעות החברתיות של פעילות אזור התעשייה, ושקיומה חיוני גם לצמיחה יציבה וארוכת טווח של אזור התעשייה. תחום המדידה של היבטי החברה ורווחת העובד פחות מפותח בהשוואה לתחום המדידה של היבטים הסביבתיים והכלכליים של אזורי התעשייה שהם בני קיימה, בין היתר בשל אתגרים הקשורים לאיסוף מידע, לכימות מידע איכותני, לאימות המידע שמתקבל מחברות ולהשוואה בין מדדים שונים (גדג' 2021). מדד UNIDO לאזורי תעשייה בני קיימה, אשר מבקש ליצור סטנדרט בין-לאומי אחיד לאזורי תעשייה בני קיימה, כולל פרק המוקדש להיבטים חברתיים ולרווחת העובד. הפרק בודק תחומים כמו דאגה לשירותים חברתיים, טיפול בתלונות, סביבת עבודה בטוחה, תנאי העסקה הוגנים, הכשרת עובדים, ייצוג נשי בתפקידי הנהלה ובכוח העבודה ודיאלוג עם הקהילה. הפרק מבקש לקבוע סטנדרטים בסיסיים בנושאים אלה, סטנדרטים הגבוהים מאלה שבדרך כלל נהוגים במדינות מתפתחות (לפירוט ראו את פרק המדדים לאזורי תעשייה בני קיימה). בפרק זה תוצג התשתית החוקית לשמירה על זכויות העובדים בישראל, ויוצגו המנגנונים הקיימים לאכיפתן. על מנת לזהות מדדים נוספים שעשויים להתאים למקרה הישראלי, יוצגו גם תקנים ישראליים ובין-לאומיים בנושא, וכן מדדים המופיעים בפורמט בין-לאומי נפוץ לעריכת דוחות אחריות תאגידית.

5.1 זכויות עובדים ובטיחות וגהות בישראל:

בישראל זכויות העובדים ובטיחות וגהות מוסדרות על-ידי מערכת חוקים שמתייחסת לנושאים כמו שוויון מגדרי, סביבת עבודה בטוחה, בטיחות וגהות, תנאי העסקה, עובדי קבלן ואכיפה. דוגמאות אפשר לראות בטבלה שלהלן (כל זכות, ל.ת). על אכיפת חוקי העבודה אחראי משרד העבודה, הרווחה והשירותים החברתיים, והוא עושה זאת באמצעות שני מנהלים: מנהל הסדרה ואכיפת חוקי עבודה ומנהל הבטיחות והבריאות התעסוקתית. למנהל ההסדרה ואכיפת חוקי העבודה סמכות אכיפה פלילית ומנהלית של חוקי עבודה, וכן סמכות אכיפה אזרחית של חוקים

הנוגעים לשוויון הזדמנויות ולעובדים זרים. מנהל הבטיחות והבריאות התעסוקתית עוסק בקביעת מדיניות, בפיקוח ובאכיפה של חוקים בתחומים אלו (זרוע העבודה (א), לת). מנהל ההסדרה ואכיפת חוקי העבודה מפרסם מדי שנה נתונים לגבי סנקציות שנקטו נגד מעסיקים בגין הפרת חוקי עבודה. הנתונים מתפרסמים לפי ענפים כלכליים. עם זאת, קשה להסיק מנתונים אלו מסקנות לגבי מצב זכויות העובדים בתעשייה, שכן רק לגבי השנים 2019 ו-2020 יש נתונים בנוגע לענף התעשייה כולו, אך אין נתונים השוואתיים או מדדים שיכולים לתרום להבנת משמעות הנתונים בשנים אלו. כמו כן, פעילות הפיקוח והאכיפה של המנהל מושפעת ממיקוד שמשנתה מעת לעת (זרוע העבודה (ב), לת).

קיימת תמונת מצב מוגבלת בנוגע לשמירה על זכויות העובדים בתעשייה, בשל מסחור במידע וכלי מדידה המתאימים למציאות והיקף הפעילות בשטח.

שם החוק	נושא
<ul style="list-style-type: none"> חוק שוויון הזדמנויות בעבודה חוק שכר שווה לעובדת ולעובד חוק עבודת נשים 	שוויון מגדרי
<ul style="list-style-type: none"> חוק למניעת הטרדות מיניות 	סביבת עבודה בטוחה
<ul style="list-style-type: none"> תקנות הבטיחות בעבודה 	בטיחות וגהות
<ul style="list-style-type: none"> חוק שכר מינימום חוק חופשה שנתית חוק שעות העבודה והמנוחה חוק להגנת השכר חוק הודעה לעובד (תנאי עבודה) חוק הסכמים קיבוציים חוק יישוב סכסוכי עבודה 	תנאי העסקה
<ul style="list-style-type: none"> חוק העסקת עובדים על-ידי קבלני כוח אדם 	עובדי קבלן
<ul style="list-style-type: none"> חוק להגברת האכיפה של דיני עבודה 	אכיפה

5.2 תקנים ישראליים ובין-לאומיים:

בישראל ישנם שני תקנים וולונטאריים שמתייחסים להיבטים של חברה ורווחה, שאחד מהם הוא ספציפי לאזורי תעשייה: **ת"י 5281 חלק 9.2 לבנייה בת-קיימה (בנייה ירוקה)**: דרישות למתחמי תעשייה קיימים ות"י **10000 לניהול אחריות חברתית**. מתחמי תעשייה המעוניינים בהסמכה לפי תקן הבנייה הירוקה, נדרשים בין היתר לעמוד בדרישות לגבי נוחות סביבת העבודה, נגישות למקום העבודה באמצעות תחבורה מקיימת, שיתוף הציבור והעובדים בתהליכי הבנייה במתחם ובאופי השימוש בבניינים, אספקת שירותים וקשר עם הקהילה (לפירוט נוסף ראו את הפרק בנוגע לתקן הבנייה הירוקה).

התקן לניהול אחריות חברתית כולל מדדים לבדיקת הבשלות של הארגון בניהול האחריות החברתית. עמידה בדרישות החוק היא תנאי סף של התקן, ומעבר לכך הוא בוחן תרומה לקהילה, תנאי עבודה נאותים (סביבה פיזית, יחסי עבודה ומדיניות פיטורים), מדיניות בנושאי זכויות אדם ואזרח, זיהוי, דירוג ותיעוד ההשפעות הסביבתיות של הארגון ושל פעילותו ועמידה בדרישות החוק בנושא זה, זיהוי וניהול השפעות המוצרים והשירותים של הארגון על הסביבה לאורך מעגל החיים שלהם, שיווק אתי, אתיקה בניהול, יישום עקרונות ממשל תאגידי/ארגוני, שקיפות ודיווחיות (טל-ספירו, 2010).

כמו כן, ישנם שני תקנים בין-לאומיים העוסקים בנושאים אלו: **תקן ISO 45001 למערכות ניהול בטיחות וגהות בעבודה ותקן SA 8000 לאחריות חברתית ולתנאי העסקה נאותים**. התקן למערכות ניהול בטיחות וגהות בעבודה קובע דרישות ברמת העקרונות בכל הנוגע לעיצוב המערכת, תפעולה ושיפורה, אך הוא נמנע מקביעות ספציפיות מדי, וזאת כדי לאפשר גמישות שקשורה להקשר. נוסף על כך, התקן מבקש להבטיח מעורבות של עובדים בעיצוב המערכת. אפשר ליישם את התקן בכל חברה, בלי קשר לגודלה, וההסמכה לפי התקן כוללת תועלות עסקיות, בהן ביסוס שמו של מקום העבודה כמקום עבודה בטוח, צמצום עלויות שקשורות לתאונות, לחולי, לתחלופת עובדים ולבטיחותם, וכן משיכת לקוחות שאכפת להם מאחריות תאגידית (ISO, n.d).

התקן הבין-לאומי לאחריות חברתית ולתנאי העסקה נאותים בודק עמידה בדרישות חוקי העבודה, גהות תעסוקתית, תנאים סביבתיים ונוחות העובד, והוא רלוונטי לכל סוגי התעשייה והשירותים. באופן ספציפי, התקן בוחן מדיניות של אחריות חברתית, אופן ניהולה של מערכת האחריות החברתית, שכר, שעות עבודה, אי-אפליה, זכות ההתאגדות, בטיחות וגהות (Social Accountability International, n.d).

5.3 מדד אחריות תאגידית – GRI:

המדד של GRI (Global Reporting Initiative) הוא מדד וולונטארי המשמש חברות לדיווח לציבור הרחב ולגורמים מקצועיים על ההשפעות החברתיות, הטביבתיות והכלכליות שלהן, וזאת בצורה אמינה וברת השוואה. דרך שיתופי פעולה עם בעלי עניין שונים, בהם ארגוני או"ם, מוסדות ללא כוונת רווח (להלן – מלכ"רים) ועסקים, המדד נהפך למדד הנפוץ ביותר בעולם לדיווח מקיף בנוגע לסוגיות של קיימות, ומשתמשים בו אלפי ארגונים ביותר ממאה מדינות (Global Reporting Initiative a, n.d). משתמשים בו, בין היתר, יותר ממחצית מהתאגידים האירופיים הגדולים שעליהם חלה הדירקטיבה של האיחוד בדבר חובת דיווח על פעילותם בנושאים כמו השפעות סביבתיות וחברתיות, זכויות אדם, שוחד ושחיתות (EU, 2014; Global Reporting Initiative b, 2021).

המדד כולל שישה פרקים בנושאים של חברה ורווחה: תעסוקה, יחסי עובדים-הנהלה, בטיחות וגהות, הכשרה וחינוך, גיוון ושוויון הזדמנויות ואי-אפליה. בכל פרק הארגון נדרש לדווח על המדיניות שלו בנושא ועל ביצועיו במדדים השונים. המדדים אינם כוללים יעד כמותי, ואין ציון כולל לכל פרק (Global Reporting Initiative c, n.d). להלן תתי הנושאים בכל פרק, שבהם נדרש הארגון לדווח על נתונים ספציפיים:

פרק	מדדים מרכזיים
תעסוקה (GRI 401)	<ul style="list-style-type: none"> מדיניות העסקה שוויונית דפוסי שינויים בהרכב כוח האדם התנאים הסוציאליים שניתנים לעובדים במשרה מלאה לעומת התנאים שניתנים לעובדים במשרה חלקית עידוד לקיחת חופשת לידה על-ידי נשים וגברים, וזאת מבלי שהדבר יפגע בקריירה שלהם
יחסי עובדים-הנהלה (GRI 402)	<ul style="list-style-type: none"> יידוע העובדים לגבי שינויים שעשויים להשפיע עליהם, והשארת זמן להיערך לקראתם
הכשרה וחינוך (GRI 404)	<ul style="list-style-type: none"> תוכניות לפיתוח כישוריהם של העובדים תוכניות מעבר לעובדים שעומדים לצאת לפנסיה או שמשרתם התייתרה השקעה בפיתוח ההון האנושי וניהולו בצורה שוויונית
גיוון ושוויון הזדמנויות (GRI 405)	<ul style="list-style-type: none"> גיוון בהרכב הנהלה ובכוח האדם בכלל פערי שכר בין נשים לגברים
אי-אפליה (GRI 406)	<ul style="list-style-type: none"> זיהוי וטיפול במקרים של אפליה

לסיכום, בפרק זה נסקרו מקורות שונים ומשלימים למדדים בעבור היבטים של חברה ורווחה באזורי תעשייה, וכן הועלו אתגרים בכל הנוגע למדידתם. בישראל, החקיקה והפסיקה מסדירות נושאים מסוימים לגבי כלל העובדים, בהם תנאי העסקה בסיסיים, שוויון מגדרי ובטיחות וגהות. מעבר לכך, ישנה רשות ממשלתית האחראית לקביעת מדיניות לגבי התנאים ולגבי אכיפתם, וכן קיימים תקנים ישראליים ובין-לאומיים לאחריות חברתית, לניהול בטיחות וגהות ולתנאי העסקה הוגנים. התקנים הללו מאומצים על-ידי חברות שונות במשק הישראלי. התקן הישראלי למתחמי תעשייה בני קיימה מתייחס גם באופן פרטני להיבטים של חברה ורווחה בתעשייה. כמו כן נסקר מדד נפוץ המשמש לדיווח לגבי אחריות תאגידית, תוך התייחסות פרטנית להיבטים של חברה ורווחה.

השימוש בתקנים ובתבניות לדיווח וולונטארי מציע מנגנוני בקרה נוספים על יישום הוראות חוקי העבודה, והוא מאפשר לקבוע סטנדרטים נורמטיביים שאינם מכוסים על-ידי החוק [...] מדדים המציבים רף גבוה מהנדרש בחוק פותחים פתח לתמרוץ מבחינת העמידה בדרישותיהם, וזאת באמצעות יצירה של מיתוג נורמטיבי בעל ערך מוסף המועיל לעסק.

כיום כמעט ולא נעשה שימוש בתקנים וולונטאריים ובתבניות לדיווח פומבי בנושאי חברה ורווחה באזורי תעשייה בישראל, והיבטים אלה מעוצבים בעיקר על-ידי דרישות החוק והאכיפה בפועל. השימוש בתקנים ובתבניות לדיווח וולונטארי מציע מנגנוני בקרה נוספים על יישום הוראות חוקי העבודה, והוא מאפשר לקבוע סטנדרטים נורמטיביים שאינם מכוסים על-ידי החוק. מכיוון שתקנים ותבניות לדיווח פומבי מבוססים על הסכמות רחבות של בעלי עניין, הם יכולים אף לקבוע דרישות גבוהות מאלה שקיימות בחוק. יש להם יתרונות נוספים בהשוואה לחוקים, יתרונות שהופכים אותם לכלים גמישים אשר מחוברים יותר לשטח. כך, לדוגמה, אפשר לקבוע מדדים ברמת פירוט שאינה נמצאת במסגרת החוק. כמו כן אפשר לבצע עדכונים בתדירות גבוהה יותר, וכן ניתן לבסס נורמות שיכולות לתרום בהמשך לעיצוב חקיקה מחמירה לאורך זמן. מדדים המציבים רף גבוה מהנדרש בחוק פותחים פתח לתמרוץ מבחינת העמידה בדרישותיהם, וזאת באמצעות יצירה של מיתוג נורמטיבי בעל ערך מוסף המועיל לעסק. ערך זה בא לידי ביטוי בדפוסים כמו בידול ערכי ועסקי, משיכת משקיעים, הזמנות עבודה וסביבת עבודה המאפשרת לעובדים להתגאות בה, וכן להזדהות עם ערכי החברה.

6. אזורי תעשייה בני קיימה – סקירת מקרי בוחן בין-לאומיים

בפרק זה יוצגו 5 מקרי בוחן של אזורי תעשייה קיימים שעברו, או החלו לעבור, הסבה לאזורי תעשייה בני קיימה. בעוד שבספרות אפשר למצוא מגוון גדול של אזורי תעשייה שמוגדרים לפי מדדים שונים כאזורי תעשייה בני קיימה, לסקירה הנוכחית נבחרו רק אזורי תעשייה שבהם הפעילות העיקרית היא ייצור, וכן כאלה שתהליך ההסבה שלהם כלל התייחסות להיבטים של ניהול, סביבה, חברה וכלכלה בכלל, ופרויקטים של סימביוזה תעשייתית בפרט. מקרי הבוחן כוללים שני מקרים של אזורי תעשייה בניהול ציבורי שהשתתפו בתוכנית ארצית של אזורי תעשייה בני קיימה בסין ובדרום קוריאה (Tianjin and Ulsan Mipo), מקרה אחד של אזור תעשייה בניהול ציבורי בצרפת שהשתתף בתוכנית אזורית של אקולוגיה תעשייתית (Deux Synthes) ושני מקרים של אזורי תעשייה בניהול חברות פרטיות בגרמניה ובפינלנד (Höchst and Kokkola), אשר קיימו ממשק עם תוכניות לאומיות ועם רגולציה לאומית.

כל מקרה יכול לקבל כללי. יוצג הרקע להסבה והמנגנון שהוקם כדי להוציא אותו אל הפועל, תוך שימת דגש על מנגנוני ניהול ועל תוכניות לקידום סימביוזה תעשייתית. כמו כן יוצגו התובנות המרכזיות לגבי גורמי ההצלחה והחסמים להסבה, שעשויים להיות רלוונטיים לבנייה של תוכנית לאזורי תעשייה בני קיימה בישראל.

יש לציין שהמידע הזמין על מקרי הבוחן מוגבל בשל מחסומי שפה ובשל מדיניות פרסום המידע של אזורי התעשייה, ולכן הפרק מתבסס על מחקרים אקדמיים ועל פרסומים של מכוני מחקר ושל הנהלות אזורי התעשייה.

6.1 טיאנג'ין, סין – Tianjin Economic–Technological Development Area

שנת הקמה	1984
גודל	46 קמ"ר, מהם 34 משמשים לתעשייה והשאר למגורים, מוסדות פיננסיים, שטחי ציבור, מסחר ושירותים
מספר חברות	10,000
מספר מועסקים	484,000
ענפי תעשייה	אלקטרוניקה, רכב, מכונות, ביוטכנולוגיה, חברות תרופות, מזון ושתייה
מעבר לאזור תעשייה בר-קיימה	החל משנות התשעים

מוטיבציה	שיפור התחרותיות באמצעות התייעלות, עידוד השקעות זרות, השפעות סביבתיות, מדיניות ממשלתית של צמיחה בת-קיימה של התעשייה
ניהול	גוף ניהול ייעודי עתיר סמכויות ואמצעים – חברת בת של עיריית טיאנג'ין (Erkman and Van Hezik, 2016; Xiaoxi, Ruijun and Huanzhao, 2010)
תחומי פעילות מרכזיים בהפיכת האזור לבר-קיימה	פיתוח מערכת ניהול סביבתי השקעה בתשתיות משותפות מחקר, הפצת ידע ורתימת חברות סימביוזה וזיהוי פוטנציאל להתייעלות במשאבים תמריצים לפרויקטים של סימביוזה ושל כלכלה מעגלית שעומדים במדדים

המגזר התעשייתי בסין מהווה מנוע צמיחה מרכזי של כלכלת המדינה, אך הוא גם אחראי לפגיעה משמעותית בסביבה ובאיכות החיים של האוכלוסייה. על מנת להבטיח צמיחה בת-קיימה, מקדמת המדינה מאז שנות התשעים מדיניות של ריכוז מפעלים באזורי תעשייה והפיכת אזורי התעשייה לבני קיימה (The World Bank Group, 2019, 7). אזור הפיתוח הכלכלי-טכנולוגי של טיאנג'ין, שהוקם ב-1984 במטרה לעודד השקעות זרות, לפתח כלכלת היי-טק וייצוא ולהפוך את האזור למנוע לצמיחה כלכלית ולפיתוח חברתי (Chi, Tian and Chen, 2012, 8), נחשב לאחד מסיפורי ההצלחה של סין מבחינת הסבה של אזור תעשייה לאזור תעשייה בר-קיימה (Erkman and Van Hezik, 2016, 16). עם הנהלה חזקה, ובעזרת תמיכה ממשלתית ובין-לאומית, פיתח אזור התעשייה מנגנון ניהול סביבתי, תשתיות ציבוריות ורשת של סימביוזה תעשייתית, אשר הביאו הן לתועלות סביבתיות משמעותיות והן לתועלות כלכליות לחברות שיושבות בו (Ibid, 16, 18-19; The World Bank Group, 2019, 9).

בשנות התשעים החלה הנהלת אזור התעשייה לקדם את תהליך ההסבה לאזור תעשייה בר-קיימה, וזאת בשל הצורך לעמוד ברגולציה סביבתית ובמקביל לשמור על התחרותיות של אזור התעשייה, נוכח חומרי הגלם המידלדלים והתחרות הגוברת על השקעות זרות מצד אזורי תעשייה מובילים אחרים בסין (Ibid, Ibid). גורם מרכזי להצלחת ההנהלה טמון בכך שהיא הוקמה כגוף עתיר סמכויות ואמצעים המתפקד כמעין רשות מקומית. כך היא יכלה לפתח מערכת לניהול סביבתי, לתכנן את אזור התעשייה, להשקיע בתשתיות משותפות ובמחקר, לתמרץ חברות לשפר ביצועים סביבתיים ולהצטרף לפרויקטים של סימביוזה תעשייתית, ליזום פרויקטים של התייעלות אנרגטית ולזכות במעמד של פיילוט לאומי לכלכלה מעגלית ולאזור תעשייה בר-קיימה (Yu, Jong and Dijkema, 2014).

מערכת הניהול הסביבתי של אזור התעשייה החלה להתפתח ב-1990, כשטיאנג'ין היה אזור הפיתוח הכלכלי-טכנולוגי הראשון במדינה שהקים גוף רגולציה סביבתית עצמאי. מאז הוא שדרג את יכולות הניהול הסביבתי שלו באופן מתמשך, בין היתר באמצעות דרישת תסקירי השפעה על הסביבה בפרויקטים חדשים, ניטור מקורות זיהום אוויר ומים מרכזיים והטלת אגרות על פליטות. בשנת 2000 הוסמכו אזור התעשייה וחלק מהחברות שיושבות בו לפי תקן ISO 14001 לניהול סביבתי (9, 2019, The World Bank Group). בטיאנג'ין יושבות הרבה חברות קטנות ובינוניות שיכולות לעקוף את הרגולציה הסביבתית הלאומית, ושההשפעה הסביבתית המצטברת שלהן היא משמעותית. חברות אלה לא ניגשו בעצמן להסמכה לפי התקן, בין אם בשל מודעות נמוכה לנושאים סביבתיים ובין אם בשל העלויות הגבוהות של ההסמכה, ולכן ההנהלה סבסדה עלויות ייעוץ והסמכה לחברות המעוניינות (12, 2016, Erkman and Van Hezik).

מרכיבים חשובים נוספים בתהליך ההסבה לאזור תעשייה בר-קיימה היו מחקר, הפצת ידע ורתימת חברות לקחת חלק בתהליך. משנת 2000 עד שנת 2005, התמקדה ההנהלה בעידוד ייצור נקי יותר ובבניית תשתיות משותפות לאזור התעשייה. מקרים של סימביוזה תעשייתית היו מעטים, בין היתר בשל שיתוף מידע לא מספק. על מנת להתמודד עם אתגר זה, השקיעה ההנהלה בנייתו זרמי פסולת, מחקר והעלאת המודעות לחשיבותה של הסימביוזה התעשייתית והפוטנציאל שלה, וכן היא השקיעה ביצירת שיתופי פעולה בין חברות. בין שנת 2003 לשנת 2005 נערך שיתוף פעולה בין סין לבין האיחוד האירופי לעידוד מודעות סביבתית בקרב חברות ולהנגשת מידע וטכנולוגיה לגבי סימביוזה תעשייתית ולגבי מחזור. במסגרת זו הוקם מלכ"ר שבחן את היעילות האנרגטית ואת יעילות השימוש במים של חברות נבחרות, והוצעו להן פתרונות להתייעלות. המלכ"ר המשיך לפעול אחרי שהפרויקט נגמר, והוא ממשיך להוות פלטפורמה להפצת מידע. במסגרת הפרויקט, פותחה גם מערכת לבדיקת ניהול הפסולת המוצקה שהועמדה לרשות החברות, וכן נעשה ניסיון ליצור פלטפורמה לשיתוף מידע בנושא זאת במטרה לעזור בפיתוח שוק מחזור הפסולת (467-471, 2014, Yu, Jong and Dijkema).

דחיפה לכיוון סימביוזה התעשייתית קרתה בשנת 2005, כשאזור התעשייה הוכרז כפילוט לאומי של כלכלה מעגלית. בשנה שלאחר מכן גיבשה ההנהלה תוכנית כלכלה מעגלית שהדגישה התייעלות אנרגטית באמצעות סימביוזה תעשייתית, וכן הוקמה מערכת מידע לניהול פסולת מוצקה. כמו כן כללה התוכנית תמריצים לחברות למסור מידע להנהלה ולהצטרף לרשת הסימביוזה התעשייתית. תמריצים נוספים הגיעו מהממשלה, שבמסגרת הפילוט הקצתה כספים לפרויקטים שיעמדו במדדים של מדיניות הכלכלה המעגלית הלאומית. ב-2008 הוגדר אזור התעשייה כפילוט לאומי להסבה לאזור תעשייה בר-קיימה, ובמסגרת הפילוט הוקצו תקציבים ממשלתיים נוספים להפיכת אזור התעשייה לבר-קיימה לפי מדדים לאומיים של המשרד להגנת הסביבה. כמו כן, בשנת 2010 הקימה הנהלת א.ת.מרכז לקידום כלכלה דלת פחמן, מרכז שמטרתו

לחקור ולהפיץ מידע לגבי סימביוזה תעשייתית, יעילות אנרגטית והגנה על הסביבה. המרכז גם אחראי לרתום חברות ולגרום להן להצטרף לפרויקטים סביבתיים ולזהות הזדמנויות לסינרגיה תעשייתית (Ibid, Ibid).

פעילותן של ההנהלה ושל הממשלה בתחום הסימביוזה התעשייתית הניבה עשרות פרויקטים של שיתופי פעולה בין חברות בתוך אזור התעשייה לבין חברות אחרות באזור בתחומים כמו מים, חומרי גלם ואנרגיה. פרויקטים אלה הובילו הן לתועלות סביבתיות, כגון שימור משאבי טבע והפחתת נפח הפסולת המוצקה, והן לתועלות כלכליות לחברות עצמן. יחד עם זאת, היקף הסימביוזה התעשייתית בטיאנג'ין נחשב לצנוע ביחס למספר החברות שיושבות באזור התעשייה (Erkman and Van Hezik, 2016, 16). אחד הגורמים למצב זה הוא הקושי ליצור חיבורים בין חברות מגוונות מאוד מבחינת גודלן וסוג הפעילות שלהן, וכן בעקבות הקושי לשכנע חברות לקחת חלק בפרויקטים בשל שוק מחזור לא מספיק מפותח ושולי רווח נמוכים אשר לא מתמרים מספיק את החברות לשנות את הרגלי פינוי הפסולת שלהן (Ibid, Ibid; Yu, Jong and Dijkema, 2014, 471-472). בשל אתגרים אלה, לא מפתיע שהפעילות ליצירת רשת סימביוזה חרגה אל מעבר לגבולות אזור התעשייה, ובשנת 2009 59% ממקרי הסימביוזה היו עם חברות שנמצאות מחוץ לאזור התעשייה (Chi, Chertow and Song, 2010, 196).

תובנות מרכזיות ממקרה הבוחן

• **הנהלת אזור תעשייה חזקה:** מקרה הבוחן של טיאנג'ין מלמד על כוחה של הנהלת אזור תעשייה בעלת סמכויות נרחבות ואמצעים כלכליים לקדם תהליך הסבה ממושך לאזור תעשייה בר-קיימה. מכיוון שהתהליך אורך שנים, חשוב שיהיה לו מנגנון יישום יציב שיכול לקדם אותו לאורך זמן, גם אחרי שהתמיכה הממשלתית המיוחדת בפרויקט מסתיימת. כמעין רשות מקומית, יכלה ההנהלה לרכז את ההיבטים השונים של תהליך ההסבה: תכנון של אזור התעשייה, תכנון אסטרטגי של תהליך ההסבה, ייזום פרויקטים, רתימת חברות, תמרוץ וניטור של השפעות סביבתיות. הפוטנציאל והיכולות האלה קיבלו הכרה מארגונים בין-לאומיים ומהממשלה, אשר העניקו להנהלה תמיכה מקצועית וכלכלית.

• **מחקר והפצת ידע:** גופי מחקר קבועים שהוקמו באזור התעשייה שיחקו תפקיד חשוב בפיתוח ובהעלאת המודעות של חברות ליתרונות של סימביוזה תעשייתית, התייעלות אנרגטית וזיהוי הזדמנויות לסימביוזה תעשייתית. כמו כן גופים אלה הנגישו מידע לגבי טכנולוגיות רלוונטיות, ובכך השלימו את החסר מבחינת המודעות והיזמה מכיוון של החברות עצמן.

• **שימוש במדדים:** ההנהלה פעלה להביא את אזור התעשייה ואת החברות שיושבות בו לסטנדרטים בין-לאומיים מוכרים של ניהול סביבתי, כאשר בראשית שנות ה-2000 היא קידמה

הסמכה לפי תקן ISO 14001. בהמשך נוהל תהליך ההסבה בהתאם למדדים לאומיים אחידים לכלכלה מעגלית ולאזורי תעשייה בני קיימה. שימוש במדדים מאפשר מדידה של תהליך ההסבה על-ידי הגופים המיישמים, וכן שקיפות מול גופים בין-לאומיים ומול משקיעים זרים.

• **שיתוף מידע:** תמריצים לשיתוף מידע בין החברות להנהלה ולגופי המחקר סייעו בהבנת צרכים של חברות, בזיהוי הזדמנויות לסימביוזה תעשייתית ובפיתוח שוק המחזור.

• **ריבוי פרויקטים קטנים:** לאורך תהליך ההסבה בוצעו הרבה פרויקטים קטנים שסייעו בבניית ידע ובניצול המומנטום לתהליך ההסבה.

• **תמיכה מיוחדת לחברות קטנות ובינוניות:** ההנהלה זיהתה בשלב מוקדם שחשוב לשלב חברות קטנות ובינוניות בתהליך ההסבה, ושהן זקוקות לתמיכה מיוחדת בשל מודעות נמוכה, היעדר ידע ואמצעים חסרים.

• **ראייה אזורית:** השונות הגדולה בתוך אזור התעשייה הגבילה את היכולת ליצור חיבורים לסימביוזה תעשייתית. באזורי תעשייה שעדיין לא יושבו לגמרי אפשר להביא בחשבון סוגיה זו מראש, אך במקרה של טיאנג'ין צריך היה להסתכל אל מחוץ לאזור התעשייה וליצור חיבורים ברמת האזור.

6.2 אולסן-מיפו ואונסן, דרום קוריאה – Ulsan-Mipo and Onsan

שנת הקמה	1962
גודל	65 קמ"ר
מספר חברות	1,000
מספר מועסקים	100,000
ענפי תעשייה	רכב, ספנות, זיקוק נפט, מכונות, מתכות, דשנים וכימיקלים
מעבר לאזור תעשייה בר-קיימה	החל משנות השמונים
מוטיבציה	השפעות סביבתיות וחברתיות משמעותיות, שינויים ברגולציה ומניעים כלכליים
ניהול	חברת בת ממשלתית – "תאגיד המכלול התעשייתי של קוריאה" (World Bank, 2021, 64)
תחומי פעילות עיקריים בהפיכת האזור לבר-קיימה	פיתוח מערכת ניהול סביבתי זיהוי פוטנציאל לסימביוזה, תמיכה ביוזמות חדשות ופיתוח קיימות שיתוף בעלי עניין ובניית קהילות סביב מכנה משותף הכנת תוכנית לפיתוח תשתית אנרגיה משותפת חיבור בין גורמים מממנים לבין מפעלים

המכלול התעשייתי של אולסן-מיפו ואונסן הוקם כאזור תעשייה מיוחד ב-1962, וכיום הוא מהווה את הבירה התעשייתית של דרום קוריאה. אזור תעשייה זה הביא להתפתחות העיירה החקלאית הסמוכה לעיר התעשייתית שבה 1.2 מיליון תושבים, אך לצד השגשוג הכלכלי והצמיחה של העיר, גרמו המפעלים לזיהום אוויר ומים משמעותי ביותר, אשר הוביל לסגירת בתי ספר ונטישה של שכונות הסמוכות למוקדי הזיהום. כמו כן הטיפול בפסולת יצר נטל כבד על הרשות המקומית. נוסף על כך, מפעלים באולסן צריכים היו לשלם פיצויים לחקלאים בסביבה, והם אף התקשו למצוא עובדים איכותיים, שכן רבים נמנעו מלגור ומלעבוד באזורים המזוהמים (Kim, 2017, 5-6).

ההסבה לאזור תעשייה בר-קיימה החלה מלמטה ובאופן הדרגתי, וזאת בעקבות שינויים ברגולציה הסביבתית ומתוך מניעים כלכליים. בשנות השמונים החלו מפעלים להשקיע בניהול ובמניעה של פליטות בעקבות החמרת הרגולציה בתחום, ובשנות התשעים עבר הדגש לייעול

השימוש במשאבים, לייצור נקי יותר ולהסמכה לפי תקן ISO 14001 (מערכת ניהול סביבתי). הדבר התרחש על רקע רפורמות ששמו את הנושאים האלה במוקד המדיניות התעשייתית-סביבתית של המדינה (Ibid, 6; The World Bank Group, 2019, 9; Park et al., 2008, 6). אחד האמצעים לכך, אשר קיבל דגש מוגבר, הוא תחום הסימביוזה התעשייתית. בשנת 2004 כבר זוהו באולסן פרויקטים של סימביוזה תעשייתית בין 10 חברות, שהחליפו ביניהן ביו-גז, שפכים, משאבי טבע וקיטור (Ibid, 8).

תהליך ההסבה מוסד והואץ ב-2005, כשאזור התעשייה הוגדר כפיילוט של תוכנית לאומית לאזורי תעשייה בני קיימה. מטרת התוכנית היו פיתוח רשתות סימביוזה תעשייתית בקנה מידה ארצי בתוך 15 שנה, ייעול השימוש במשאבים, צמצום פליטות של גזי חממה ויצירת משרות חדשות. בשלב הפיילוטים המטרה הייתה להשתמש בידע ובניסיון הקיימים באזורי התעשייה שנבחרו, וזאת כדי לפתח תהליכי סימביוזה קיימים, לזהות הזדמנויות לתהליכי סימביוזה חדשים, לייצר הישגים מהירים ולהראות כדאיות כלכלית (Kim, 2017).

תאגיד המכלול התעשייתי של קוריא (KICOX), חברת בת של משרד המסחר, התעשייה והאנרגיה, שאחראית לניהול מכלולים תעשייתיים, מונה לגוף האמון על יישום התוכנית הלאומית. על מנת לגבש ולהוציא אל הפועל פרויקטים חדשים של ייעול השימוש במשאבים וצמצום הזיהום מהתעשייה, אימץ התאגיד גישה של שיתוף בעלי עניין, במיוחד מהמגזר העסקי. במסגרת גישה זו, הקים התאגיד משרדים אזוריים שהיו אחראים על הכנת תוכנית פיתוח אזורית, פיתוח פרויקטים של סימביוזה תעשייתית, סיוע בביצוע פרויקטים, מעקב אחר הביצוע וההשפעות וריכוז ועדה מייעצת המורכבת מנציגי השלטון המקומי, האקדמיה והתעשייה (World Bank, 2021, 64). כמו כן, הוכנה לכל מכלול תעשייתי תוכנית פיתוח פרטנית. באולסן, למשל, הושם דגש על פיתוח תשתית אנרגיה נרחבת, וזאת כדי להתאים את המכלול לגודלן של החברות שיושבות בו (Kim, 2017, 11). השימוש במומחים מקומיים וברשת הקשרים שלהם שיחק תפקיד חשוב בהרחבת המעורבות מצד המגזר העסקי והאזרחי בפרויקט, והקשר הקרוב עם החברות אפשר לבנות קהילות של בעלי עניין סביב מכלול משותף כמו ענף תעשייתי או שימוש בסוג של משאבים (Ibid, 2).

אם כן, בקשות לתקצוב פרויקטים של סימביוזה תעשייתית (מחקר ופיתוח (להלן – מו"פ), הטמעת טכנולוגיות חדשות ופיתוח תשתיות) הגיעו לתאגיד מהמשרדים האזוריים ומהמגזר העסקי או מהאקדמיה. הבקשות נבחנו על-ידי התאגיד, שגם קבע בעבור המבקשים יעדים סביבתיים, חברתיים וכלכליים בהתאם לבקשה. המימון לפרויקט ספציפי הגיע ממשרדי ממשלה, מהשתתפות עצמית ולפעמים גם מהשלטון המקומי. בשלב השני של התוכנית, מעורבות השלטון המקומי אפילו היוותה קריטריון להערכה בבקשות השונות, וזאת על מנת למסד את מעורבותם. נוסף על כך, אפשרויות מימון ממשלתיות מיוחדות הוצעו לחברות קטנות ובינוניות. לאחר שלב המו"פ, הכינו חברות הסכמי חלוקת הכנסות ואחריות יחד עם הגורמים המממנים, ואחרי שהפרויקט הושלם,

הוא עבר הערכה על-ידי התאגיד. כדי לזכות בבעלות מלאה על התשתיות והטכנולוגיות החדשות, קבע התאגיד כמה בדיוק על החברה להחזיר לגורמים המממנים (ibid, 8-10).

במסגרת התוכנית, אושרו באולסן 77 פרויקטים של מו"פ, ו-34 פרויקטים של בנייה ושל הטמעה של אמצעים חדשים. הפרויקטים הניבו רווחים שנתיים של כ-150 מיליון דולר ממכירה של פסולת ותוצרי לוואי, וכן מחיסכון בהוצאות על אנרגיה וחומרי גלם. בתחום האנרגיה הביאו הפרויקטים לצמצום משמעותי בצריכת האנרגיה, ביצירה של חומרי לוואי, פסולת ושפכים, וכן בפליטות של פחמן דו-חמצני. הישגים אלה גם שיפרו את הדימוי של אזור התעשייה בעיני הקהילה. בתחום החברתי, הביאה ההשקעה במערכת הסימביוזה התעשייתית ליצירת 195 משרות חדשות (World Bank, 2021, 65-66).

תובנות מרכזיות ממקרה הבוחן

- **בנייה על ידע קיים:** התוכנית של אזורי תעשייה בני קיימה יושמה בצורה הדרגתית, ואזורי תעשייה שכבר היו בעלי ידע וניסיון בהתייעלות אנרגטית ובסימביוזה תעשייתית שימשו כמקפצה לתוכנית הלאומית, ואף הראו כדאיות כלכלית והישגים מהירים.
- **שיתוף בעלי עניין:** יצירת מסגרות קבועות לשיתוף בעלי עניין אפשרה ליצור חיבורים בין ובתוך מגזרים שונים, לזהות אפשרויות והזדמנויות לפרויקטים של סימביוזה תעשייתית והתייעלות אנרגטית וליצור מחויבות לתהליך ההסבה.
- **מודל מימון ציבורי ופרטי:** התאגיד חיבר בין חברות לבין גורמים מממנים, פרטיים וציבוריים. כמו כן השקעות ציבוריות הוחזרו באופן חלקי, בהתאם לתועלות שהן הניבו.
- **ניהול מבוזר של התוכנית הלאומית:** הניהול המבוזר באמצעות המשרדים האזוריים יצר מומחיות וקשר קרוב לבעלי העניין, אפשר להעריך בקשות ולזהות הזדמנויות בראייה אזורית והניב פרויקטים מהשטח, ולא רק מהרמה הארצית.
- **מעורבות השלטון המקומי:** מעורבות השלטון המקומי בתהליך ההסבה מוסדה בהדרגה. בהתחלה היא היוותה קריטריון להערכת בקשות לתקציבים, ובהמשך היא מוסדה באמצעות השתתפותו של השלטון המקומי במימון מחקרי היתכנות.
- **הטמעת יעדים חברתיים:** על אף פי שהם לא עמדו במרכז התוכנית הלאומית, התאגיד קבע יעדים חברתיים לחברות שביקשו תמיכה בעבור פרויקטים סביבתיים-כלכליים.

6.3 הוכסט, גרמניה – Höchst

שנת הקמה	1997
גודל	4.6 קמ"ר
מספר חברות	90
מספר מועסקים	22,000
ענפי תעשייה	תרופות, כימיקלים, חברות שנותנות שירותים נלווים
מעבר לאזור תעשייה בר-קיימה	לא ידוע
מוטיבציה	רגולציה סביבתית ומניע כלכלי
ניהול	חברה פרטית – "Infraserv Höchst" (Infraserv a, n.d)
תחומי פעילות עיקריים בהפיכת האזור לבר-קיימה	פיתוח תשתיות משותפות הקמת בית ספר להכשרה מקצועית מעורבות בקהילה ופתיחת ערוצי תקשורת איתה הפעלת תוכנית בטיחות וגהות

פעילות תעשייתית התקיימה באתר שליד העיירה הוכסט מאמצע המאה ה-19, אך הוא הוכרז כאזור תעשייה רק ב-1997, כשניהולו הועבר לידי חברת "Infrasev Höchst". החברה דואגת לניהול האתר, אספקת תשתיות, טיפול בפסולת, הכשרות מקצועיות והשתלמויות, בטיחות וביטחון, שיווק מגרשים ריקים ותפעול מתקנים, אספקת שירותי בטיחות וגהות, סיוע בתכנון, השגת אישורים וגיוס עובדים (8, Ibid). תהליך ההסבה של אזור התעשייה לאזור תעשייה בר-קיימה התרחש ככל הנראה על רקע מניע כלכלי ובעקבות רגולציה סביבתית. אזורי תעשייה בגרמניה צריכים לעמוד בתקנות ובחוקים סביבתיים של האיחוד האירופי, של המדינה הפדראלית ושל מדינות המחוז השונות, ועליהם להתאים את פעילותם ליעדים לאומיים בכל הנוגע לאנרגיות מתחדשות ולצמצום פליטות של פחמן דו-חמצני. חוקים אלה נותנים גם תמריצים כמו מתן עדיפות לאנרגיות מתחדשות ברשת החשמל, תמיכה במפעלי קוגנרציה, תמיכה בפרויקטים ליעול השימוש במשאבים ותמיכה בייצור מימן כדלק חליפי. תמריצים אלה עיצבו את אופן ייצור האנרגיה והטיפול בפסולת בהוכסט (Appunn, 2021; Infraserv b, n.d).

על מנת לספק את צורכי האנרגיה הגדולים של החברות שיושבות באזור התעשייה בצורה יעילה ובמסגרת דרישות החוק, מסתמכות תשתיות ייצור האנרגיה של אזור התעשייה בעיקר על קוגנרציה, על מערכת ללכידת חום מתהליכי הייצור והטיפול בפסולת וגם על הגז המופק מהטיפול בפסולת. יש באזור התעשייה מפעל קוגנרציה בעל שתי טורבינות גז, וכן תחנת כוח שמייצרת חשמל באמצעות שריפת פסולת מהמפעלים ומהעיר. נוסף על כך, קיים מפעל לייצור ביו-גז שניזון משפכים ומפסולת אורגנית שמקורם במפעלים. חלק מהגז מעובד לגז מתאן, ושאר הגז מועבר למפעל קוגנרציה של חום וחשמל, או מוזרם למערכת הגז הציבורית של פרנקפורט (Infraserv a, n.d, 14-17; Infrasev b, n.d).

אלמנט נוסף של קיימות שמשולב בפעילות אזור התעשייה הוא הקשר עם הקהילה. אזור תעשייה זה הוא חלק מהנוף המקומי כבר יותר מ-150 שנה. הוא מספק עבודה לרבים באזור, ואף תורם לפיתוח התעסוקה בעזרת בית ספר להכשרה מקצועית אשר מכשיר כ-1,400 איש מדי שנה באמצעות תוכניות (תואר ראשון והכשרות המשך), וזאת בשיתוף מפעלים באזור (Infraserv a, n.d, 66-68). יחד עם זאת, בשל סוג הפעילות שמתקיימת באזור התעשייה, ישנם יחסים רגישים בין האזור לבין המרחב העירוני שבו הוא יושב. באזור התעשייה ישנם מפעלים המטפלים בחומרים מסוכנים, שמטביים נקבעו מרחקי הפרדה של 500 מטרים (Stadtplanungsamt Frankfurt, n.d, Am Main), מה שמטיל מגבלות על הבנייה למגורים במטרופולין פרנקפורט הצפוף. כמו כן המפעלים מעלים חששות מפני תאונות וזיהום הסביבה. על מנת להקל על חששות אלה, מקיימת ההנהלה, כבר יותר מ-20 שנה, פורום ציבורי סדיר שאליו מגיעות חברות כדי לעדכן על הנעשה בפארק. ישנו גם אתר אינטרנט שנותן מידע לקהילה בכל הנוגע לנעשה בפארק, וכן מספר טלפון לפניות ולבירורים. מעורבותו של אזור התעשייה בקהילה באה לידי ביטוי בתרומה שנתית של סכומים צנועים לפרויקטים קהילתיים ותרבותיים בהוכסט, בקיומו של מוזיאון העוסק בהיסטוריה של אזור התעשייה, וכן בכך שישנו מסלול אופניים הסובב את אזור התעשייה וכולל תחנות שונות שבהן הסברים על המקום (Infraserv a, n.d, 63, 74-78).

באזור התעשייה ניתנת גם תשומת לב לסוגיות של בטיחות וגהות בעבודה, וכן מושם דגש על עקרונות הקשורים לרווחת העובד. ההנהלה מפעילה תוכנית לניהול הבריאות והבטיחות בעבודה, אשר כוללת פעילות מניעתית כמו העמדת חדרי כושר לרשות העובדים, מתן חיסונים, קידום תוכניות לעידוד תזונה נכונה, פיזיותרפיה ועוד. כמו כן כמעט 30% משטח אזור התעשייה משמש לשטחים פתוחים, וכן ישנה רכבת לתחנה המרכזית של פרנקפורט ומספר קווי אוטובוס שפועלים בתוך הפארק ומחברים בין הרשת הציבורית לבין המפעלים (Ibid).

תובנות מרכזיות ממקרה הבוחן

• **הסבה של אזורי תעשייה דרך המגזר הפרטי:** הרגולציה הסביבתית בגרמניה מציבה לחברות דרישות לגבי הביצועים הסביבתיים, ומספקת להן תמריצים חיוביים לעמידה בהן. יתר על כן, ניהול אזור התעשייה על-ידי חברה פרטית מונעת רווח, מייצר מוטיבציה להתמחות ולהתייעלות בכל הנוגע לאספקת שירותים משותפים.

• **קשר עם הקהילה:** ההנהלה פועלת למען שמירה על קשר טוב עם הקהילה ולמען שילובו של אזור התעשייה במרחב, וזאת באמצעות הנגשת מידע לציבור, תרומות ושכיל אופניים הסובב את אזור התעשייה.

• **תרומה לפיתוח התעסוקה:** קיומו של בית ספר מקצועי באזור התעשייה מאפשר פיתוח מקצועי של כוח האדם והכשרת כוח אדם איכותי חדש מהאזור לטובת עבודה באזור התעשייה.

• **בטיחות וגהות ורווחת העובד:** ההתייחסות להיבטים של רווחת העובד מייצרת בעבור אזור התעשייה דימוי של אזור תעשייה שטוב ושנעים לעבוד בו. כמו כן התוכנית לבטיחות וגהות מיטיבה גם עם המעסיקים עצמם, שיכולים לצמצם הפסדים כתוצאה מתאונות ומימי מחלה.

• **סימביוזה עם העיר:** החקיקה בנוגע לטיפול בפסולת והקרבה לעיר, מייצרות יחד הזדמנות לייצור אנרגיה מפסולת בעבור אזור התעשייה ובעבור העיר.

6.4 קוקולה, פינלנד – Kokkola

שנת הקמה	שנות הארבעים
גודל	7 קמ"ר
מספר חברות	60
מספר מועסקים	2,300
ענפי תעשייה	כימיקלים, מתכות ושירותים תומכים
מעבר לאזור תעשייה בר-קיימה	מראשית שנות האלפיים
מוטיבציה	מניע כלכלי
ניהול	חברה פרטית – "Kokkola Industrial Park" (Industrial Park a, n.d; Kokkola Industrial Park b, n.d)
תחומי פעילות עיקריים בהפיכת האזור לבר-קיימה	יצירת פורום למיסוד שיתוף הפעולה בין החברות זיהוי פוטנציאל לסימביוזה וקישור בין המפעלים הפצת ידע טכני

אזור התעשייה קוקולה הוא מכלול של מפעלי הכימיקלים הלא אורגניים הגדול בצפון אירופה. הוא הוקם בתחילת שנות הארבעים כמכלול מפעלי כימיקלים בבעלות ציבורית, אבל בשנות התשעים החלה ההפרטה שלו, וכיום רוב המפעלים הם בבעלות תאגידים רב-לאומיים. הוא מנהל על-ידי חברה פרטית בשם "Kokkola Industrial Park", שדואגת לתשתיות משותפות כגון כיבוי אש, ביטחון, אנרגיה, מים, אספקה מרוכזת של חומרי גלם, ניטור השפעות סביבתיות ושיווק אזור התעשייה ומגרשים (Ibid).

שיתופי פעולה בין מפעלים בפרויקטים של סימביוזה תעשייתית התפתחו בצורה ספונטנית משנות השישים (Circular Economy Center, n.d, 4), וב-2006 הקימו החברות בפארק איגוד במטרה למסד את שיתוף הפעולה ביניהן ולהפוך אותו ליותר שיטתי. האיגוד פועל למען קידום שיתופי פעולה בין החברות בפארק, שיפור התנאים התפעוליים של העסקים וקידום הדימוי של אזור התעשייה כמקום טוב להשקעות וכמקום שבו סביבת העבודה היא טובה. עוד הוא פועל למען מיתוג הפארק ושיווקו, וכן מקיים האיגוד שיתוף פעולה עם מוסדות מחקר מקומיים ועם מוסדות חינוכיים בנושאים כמו הכשרות עובדים לתעשייה ולחינוך (Kokkola Industrial Park c, n.d).

שיתוף הפעולה להפיכת אזור התעשייה ליותר בר-קיימה ולקידום סימביוזה תעשייתית נובע ממניע כלכלי של משיכת השקעות וחיסכון בעזרת תמריצים ממשלתיים כגון הבטחת מחירים טובים לאנגריות ממקורות מתחדשים, קביעת מס גבוה יחסית על הטמנת פסולת (ובמקביל הורדת מס על שיטות טיפול חלופיות בפסולת), וכן קביעת מס נמוך על ביו-דלק (Henriques et al., 2019, 13–16).

תהליך ההסבה של האזור לאזור תעשייה בר-קיימה נתמך גם על-ידי תוכניות ממשלתיות לקידום סימביוזה תעשייתית וכלכלה מעגלית, תוכניות שמאפשרות לאזור התעשייה לרכוש ידע חיוני בתחום במסגרת רשת ארצית של למידה ושל שיתוף ידע. חברת "MOTIVA" (חברת בת ממשלתית) מרכזת את פרויקט הסימביוזה התעשייתית של פינלנד, ויש לה משרדים אזוריים שמקדמים פרויקטים של סימביוזה תעשייתית באמצעות יצירת קישורים בין שותפים פוטנציאליים וכן באמצעות הפצת ידע². אזור התעשייה משתתף גם בפרויקט הכלכלה המעגלית בפינלנד. במסגרת זו, הפדרציה החינוכית האזורית והחברה המנהלת את אזור התעשייה החלו ב-2021 לשתף פעולה בהכנת תוכנית שבמסגרתה חברות באזור התעשייה ואנשי אקדמיה בתחום התעשייה הכימית יוכשרו לביצוע מעבר לכלכלה מעגלית וניטרלית מבחינת פליטות הפחמן. פיילוט זה מיושם בפארק בשל הפוטנציאל הקיים בו, שמוגבל בגלל היעדר ידע מספק לגבי מעבר לכלכלה מעגלית, וזאת מתוך כוונה ליישם את המודל שיפותח באזורי תעשייה דומים (Lehtinen and Javala, 2021).

תובנות מרכזיות ממקרה הבוחן

- **רגולציה סביבתית כמניע לסימביוזה:** המדינה יצרה תמריצים ישירים ועקיפים שתרמו לכדאיות הכלכלית של סימביוזה תעשייתית ושל ייצור אנרגיה מתחדשת. התמריצים הללו הפכו שיטות לא מקיימות לטיפול בפסולת לפחות כדאיות.
- **דימוי בעיני משקיעים כמניע להסבה:** לצד החובות החוקיות שחלות על המפעלים, הרצון לשדר אחריות תאגידית ודימוי ירוק היה מניע חשוב להסבה. דימוי כזה כנראה מקבל משנה חשיבות בעקבות התעשייה הכבדה שפועלת במתחם, וכן בעקבות התוכנית הלאומית לכלכלה מעגלית אשר שמה דגש על פעילות ציבורית.
- **רשת ארצית לשיתוף ידע ולמידה:** לצד התמריצים הישירים והעקיפים, דרך נוספת של המדינה לתמוך במעבר לכלכלה מעגלית הייתה באמצעות מינוי גוף ייעודי ליצירת חיבורים בין חברות הכולל גם דאגה לתמיכה טכנית. התוכנית הארצית חשפה שגם באזורי תעשייה שיש בהם

Finish Industrial Symbiosis System. www.industrialsymbiosis.fi. 2
[Last accessed 10/10/2021]

רצון ופוטנציאל, לעיתים חסר ידע לגבי הדרכים שבהן אפשר לעשות זאת בפועל. לכן היא קידמה שיתופי פעולה בין אזורי התעשייה המעוניינים לבין גופי מחקר.

6.5 דו סינתז, צרפת – Deux Synthes

שנת הקמה	שנות השישים
גודל	1.7 קמ"ר
מספר חברות	160
מספר מועסקים	6,000
ענפי תעשייה	מתכות, תרופות, מזון וחברות שירותים בתחום הפלסטיקה, תחבורה, טקסטיל (Ecopal a, n.d)
מעבר לאזור תעשייה בר-קיימה	מראשית שנות האלפיים
מוטיבציה	אזור תעשייה מיושן, השפעות סביבתיות, קידום התעשייה במחוז
ניהול	עד שנת 2017 הרשות המקומית, ולאחר מכן אשכול הרשויות דנקרק (AdCF, 2016)
תחומי פעילות עיקריים בהפיכת האזור לבר-קיימה	יצירת קבוצות עבודה על נושאים שונים הכנת תוכניות ניידות לחברות זיהוי פוטנציאל לסימביוזה וחיבור בין חברות למשקיעים הצעת שירותי איסוף ומחזור פסולת מרוכזים זיהוי פוטנציאל להתייעלות במשאבים

ב-1999 החליטה עיריית גרנד-סינתז (Grande-Synthe)) להפוך את אזור התעשייה המיושן שלה לאתר הניסויים הראשון בצרפת של אקולוגיה תעשייתית, וזאת כחלק מפרויקט של מחוז נור פה דה-קלה (Nord Pas de-Calais) לקידום אקולוגיה תעשייתית וכלכלה מעגלית באזור דנקרק. לפרויקט קדם מחקר היתכנות, וב-2001 הוקם המלכ"ר אקופל (ECOPAL) כדי להוציא את הפרויקט אל הפועל, בעזרת יצירה של שיתופי פעולה בין חברות מעוניינות, משקיעים מוסדיים וארגוני חברה אזרחית. הארגון פועל בשלוש רמות: אתר הניסויים בדו סינתז, יישום המסקנות מאתר הניסויים ב-6 אזורי תעשייה בעלי מאפיינים דומים באזור דנקרק והשתתפות בפורומים בנוגע לחשיבה אזורית על הנושא, יחד עם ארגונים ציבוריים, פרטיים ואזרחיים אחרים ממחוז נור פה דה-קלה (Oreé 2019, 125-126).

בשלב הראשון התרכז המלכ"ר אקופל ביצירת חיבורים בין החברות ובגיבוש זהות מקומית של אזורי התעשייה. באמצעות ארגון מפגשים חברתיים ופרסום עלוני מידע, למד הארגון מה הם הצרכים השונים של החברות. בדומה למקרי הבוחן האחרים שהוצגו לעיל, גם כאן היה קושי מיוחד לשכנע חברות קטנות ובינוניות להשתתף בפרויקט, ולקח זמן לשנות את דעתן בכל הנוגע לתועלות של האקולוגיה התעשייתית. בהמשך הקים הארגון קבוצות עבודה העוסקות בנושאים שונים, למשל תחבורה, מרחב ציבורי ושירותים משותפים. הארגון אף התחיל להציע שירות איסוף ומחזור מרוכז של פסולת, וזאת כדי לצמצם עלויות בעבור החברות (Ibid, 126-127).

בדו סינת עודד הארגון שימוש במשאבים מהסביבה הקרובה כדי לצמצם מרחקי הובלה. כמו כן נערכו מפגשים שמטרתם לדון בבעיות משותפות ובאספקת שירותים משותפים, וגם הושק פרויקט לשיקום המגוון הביולוגי באזור התעשייה והורקת אתרי הייצור עצמם. ב-2006 הוכנו תוכניות יוממות וניידות לחברות (PDE) באזור התעשייה. התוכניות בוחנות את הנסיעות שמייצרת החברה: נסיעות בית-עבודה, נסיעות עבודה, הגעת לקוחות ומשלוחים. התוכניות הללו אף מעריכות את נחיצותן של הנסיעות, ואת אמצעי התחבורה העדיפים בעבורן. מתוכניות אלה עלו צרכים הרלוונטיים לכל אזור התעשייה, בהם הגדלת מסלולי ההליכה והאופניים, תחנות אוטובוס, שירותים כמו גן ילדים ומסעדה ושיפור הנסיעות השיתופיות ושירות התחבורה הציבורית. בעקבות הממצאים הושק אתר נסיעות שיתופיות וחולק לעובדים עלון מידע בנוגע למסלולי ההליכה והאופניים הקיימים, המסעדות הקרובות ושירות התחבורה הציבורית הזמין (Ibid, 128-129).

דגשים נוספים של התוכנית היו קידום סימביוזה תעשייתית והתייעלות מבחינת השימוש במשאבים. נערך מחקר לזיהוי פרויקטים פוטנציאליים של סימביוזה אשר כלל ניתוח זרמי פסולת של חברות. כמו כן נוצרו קבוצות עבודה לגבי חומרים מסוימים, ואף נוצרו חיבורים עם משקיעים. נכון ל-2011, הובילה התוכנית ל-30 פרויקטים של סימביוזה בין 50 חברות מאזור דנקרק. כמו כן, נערך באקופל ניתוח של היעילות האנרגטית בקרב החברות, אשר הביא לחיסכון בכסף ובפליטות, וכן פותחו בעקבותיו כלים לניתוח השימוש במים ולזיהוי אפשרויות להתייעלות (Ibid, 130-131; Ecopal a, n.d; Ecopal b, n.d).

פעילותו של אקופל לקידום כלכלה מעגלית ואקולוגיה תעשייתית נמשכת גם אחרי שהסתיימה תוכנית האקולוגיה התעשייתית בסוף שנת 2014. הארגון מרכז ומשתתף בפורומים אזורים ומקומיים לקידום כלכלה מעגלית ואקולוגיה תעשייתית, עוסק במחקר ובהפצת ידע בתחום וממשיך ליישם פרויקטים ניסיוניים באזור דנקרק (Ibid).

תובנות מרכזיות ממקרה הבוחן

• **רשת אזורית של כלכלה מעגלית ושל אקולוגיה תעשייתית:** ההסתכלות אל מעבר לאזור התעשייה הספציפי אפשרה לזהות הזדמנויות לשיתופי פעולה בין יותר שותפים פוטנציאליים, למשל בין מפעלים לבין חקלאים או רשויות מקומיות.

• **אתר לפיילוטים:** הבחירה באזור תעשייה מייצג כאתר לביצוע פיילוטים אפשרה למידה מתמשכת ושכלול של התוכנית טרם יישומה באזורי תעשייה אחרים.

• **תוכנית יוממות וניידות לחברות:** ניתוח הנסיעות שהחברה מייצרת מאפשר לזהות דרכים לייעל אותן ולצמצם את ההשפעה הסביבתית שלהן. כמו כן ברמת אזור התעשייה מאפשר הניתוח לזהות צרכים משותפים לחברות.

• **בניית הזהות המקומית ויצירת קשרים בין חברות:** כאזור תעשייה הטרונגי שלא היו בו שיתופי פעולה קודמים בין חברות, הבנייה ההדרגתית של הזהות המקומית, וכן יצירת הקשרים בין החברות, היו שלב חיוני בדרך לגיבוש שיתופי פעולה בנושא אקולוגיה תעשייתית.

לסיכום, מקרי הבוחן שנסקרו בפרק זה הציגו גישות שונות לקידום תהליכי הסבה לאזורי תעשייה בני קיימה, והעלו אלמנטים משותפים שהסתמנו כמהותיים לתהליך הסבה כולו. בכל מקרי הבוחן שיחקה הרגולציה הסביבתית תפקיד בסיסי בקידום ההסבה דרך השוק הפרטי, כשהיא אילצה חברות לעמוד בסטנדרטים וביעדים, ובמקביל תמרה ייצור נקי יותר, התייעלות אנרגטית וסימביזה תעשייתית. במקרה הסיני ובמקרה הדרום קוריאני, לקחה המדינה תפקיד פעיל עוד יותר, והקימה תוכנית לאומית לאזורי תעשייה בני קיימה. במסגרת התוכנית הוקצו תקציבים מיוחדים לתמיכה בתשתיות משותפות באזור התעשייה ובפרויקטים של סימביזה תעשייתית. גם במקרה הפיני סיפקה המדינה לאזורי התעשייה תמיכה, וזאת במסגרת התוכנית הלאומית לקידום כלכלה מעגלית. ואולם, במקרה הזה הדגש שלה היה על מחקר ועל שיתוף ידע. במקרה הצרפתי המחוז והרשויות המקומיות תמכו בתהליך באמצעות הקמה של מלכ"ר ייעודי לקידומו.

הבדל נוסף בין מקרי הבוחן היה במנגנון האחראי ליישום ההסבה. במקרה הדרום קוריאני והצרפתי הוקם מנגנון ייעודי לקידום תהליך ההסבה, בעוד שבמקרים האחרים הסתמכה המדינה על הנהלת אזור התעשייה הקיימת. במקרה הפיני המדינה אומנם הקימה גוף ייעודי לקידום התוכנית הארצית לכלכלה מעגלית, אך הוא שיחק תפקיד תומך בלבד בהנהלה, אשר הובילה את ההסבה בהתאם לאינטרסים שלה. בכל המקרים הנהלת אזור התעשייה או תוכנית ההסבה החזקה היו מרכזיות בכל הנוגע להצלחת התהליך. מן הניתוח עולה כי ההנהלה זקוקה לסמכויות ולאמצעים משמעותיים על מנת לתכנן ולקדם תהליכי הסבה ממושכים. עליה לרתום בעלי עניין שונים ולשכנע אותם לקחת בתהליכים אלה חלק, לרכוש ידע מקצועי רלוונטי ולהטמיע אמצעים טכנולוגיים מתקדמים.

עוד חשוב שהנהלה תהיה מחוברת לבעלי עניין מהאזור, בהם רשויות מקומיות, עסקים וגופי מחקר, שכן חיבורים אלה הם פתח לשיתופי פעולה בין מגוון רחב של שותפים פוטנציאליים, וזאת במקום שתהליך ההסבה יוגבל על-ידי המצוי בתוך אזור התעשייה בלבד. האינטרס האזורי בשיתופי הפעולה האלה הוא משמעותי, שכן אזורי תעשייה יכולים לפגוע באזור בעקבות זיהום, מגבלות על פיתוח ודימוי שלילי. יחד עם זאת, הם גם יכולים להוות מנוע לפיתוח. במקרי הבחון הללו תרמו אזורי תעשייה בני קיימה למשיכת השקעות, ליצירת מקומות עבודה, לצמיחה עירונית, להתייעלות אנרגטית ולטיפול בפסולת על-ידי הרשויות.

אתגר מרכזי נוסף בכל מקרי הבחון טמון היה בתהליך הלמידה ובשיתוף הידע שנצבר. בכל המקרים הנהלה השקיעה רבות בלמידה של הביצועים הסביבתיים של החברות ובלמידת הצרכים שלהן מבחינת אנרגיה, חומרי גלם ועמידה ברגולציה, וזאת במטרה לגבש תוכנית הסבה לאזור התעשייה בכללותו ולזהות הזדמנויות לשיתופי פעולה פרטניים של סימביוזה תעשייתית. מכיוון שהחברות לא תמיד היו מעוניינות לשתף במידע, צריכה הייתה הנהלה לשכנע אותן בדבר הכדאיות הכלכלית של המהלך, או להציע להן תמריצים לשיתוף הידע. הלמידה נעשתה באמצעות פרויקטים ספציפיים, אספקת שירותים משותפים, פורומים מקצועיים של בעלי עניין ופלטפורמות מחקריות בתוך אזור התעשייה ומחוצה לו. במקרה הפיני תמכה המדינה בהקניית ידע טכני לגבי ביצוע פרויקטים של כלכלה מעגלית, ובמקרה הדרום קוריאני המדינה העניקה תקציבים מיוחדים למחקרי היתכנות לפרויקטים. במקרה הסיני, הדרום קוריאני והצרפתי פיילוטים היוו בסיס לתוכניות ארציות ואזוריות. הפיילוטים שימשו ללמידה מהניסיון הקיים, לשכלול תוכניות לפני יישומן במקומות אחרים וליצירת מומנטום למהלך ההסבה הכולל.

ולבסוף, ראוי לציין שבעוד שהיבטים ניהוליים, סביבתיים וכלכליים קיבלו התייחסות רבה במקרי הבחון, היבטים של רווחת העובד ככל הנראה קיבלו התייחסות מועטה בלבד. התייחסויות מפורשות לרווחת העובד נמצאו במקרה הגרמני, הפיני והצרפתי, שם היה רצון לשווק את אזור התעשייה כמקום עבודה טוב, ליצור זהות מקומית ולהציג עמידה בנורמות בין-לאומיות מצטיינות. במקרים האחרים לא נמצאה התייחסות מפורשת לנושאים אלה, אך ייתכן שהם כן מקבלים מענה במסגרת החוק, וייתכן שחברות בין-לאומיות אשר יושבות באזורי התעשייה האלה דואגות להם באופן פרטני, וזאת כחלק ממדיניות האחריות התאגידית שלהן, ומתוך רצון לעמוד בנורמות בין-לאומיות מצטיינות.

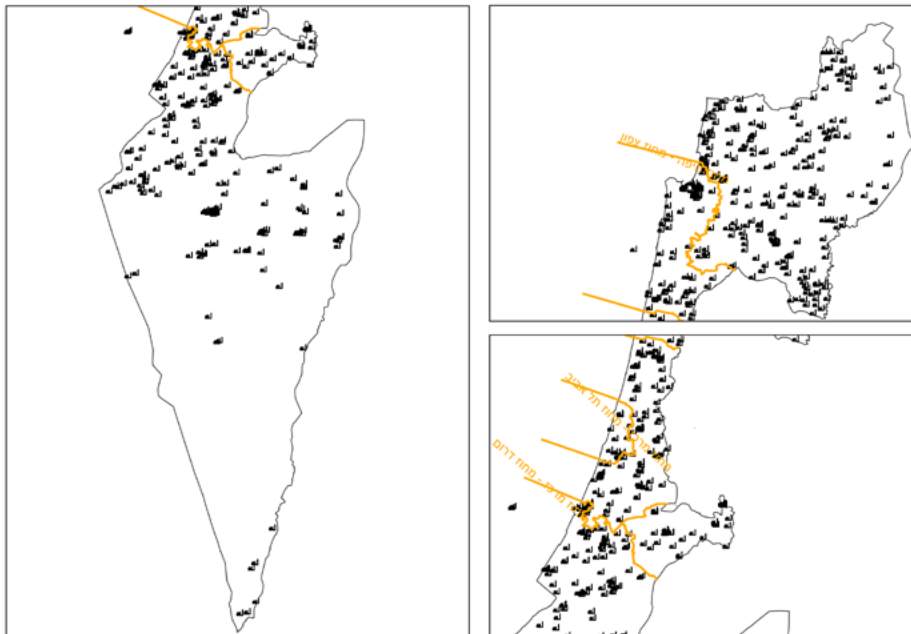
הבדלים בין מקרי הבוחן	מאפיינים משותפים
קנה המידה של המעורבות הציבורית	גולציה סביבתית כמניע להסבה
סוגי התמיכה הציבורית	מתן חשיבות להנהלה חזקה
השימוש במדדים	השקעה במחקר ובהפצת ידע
	שיתוף פעולה עם בעלי עניין מהאזור

7. תעשייה בת-קיימה בישראל – תכנון, רגולציה ומדידה

בישראל ישנם כ-15 אלף מפעלים יצרניים, מתוכם כ-800 מפעלים בעלי השפעה סביבתית גבוהה שגוררת תנאים סביבתיים ברישיון העסק. כמחציתם מחויבים בדיווח של פליטות ושל זיהום למרשם פליטות לסביבה (להלן – מפל"ס) (איור 4) (המשרד להגנת הסביבה, משרד הכלכלה והתעשייה, 2014). המפעלים ממוקמים בכ-400 אזורי תעשייה הפזורים בכל רחבי הארץ (איור 5). מבחינה מרחבית, אפשר לזהות שלוש תבניות מרכזיות של אזורי התעסוקה בישראל (חתוקה ואח', 2014):

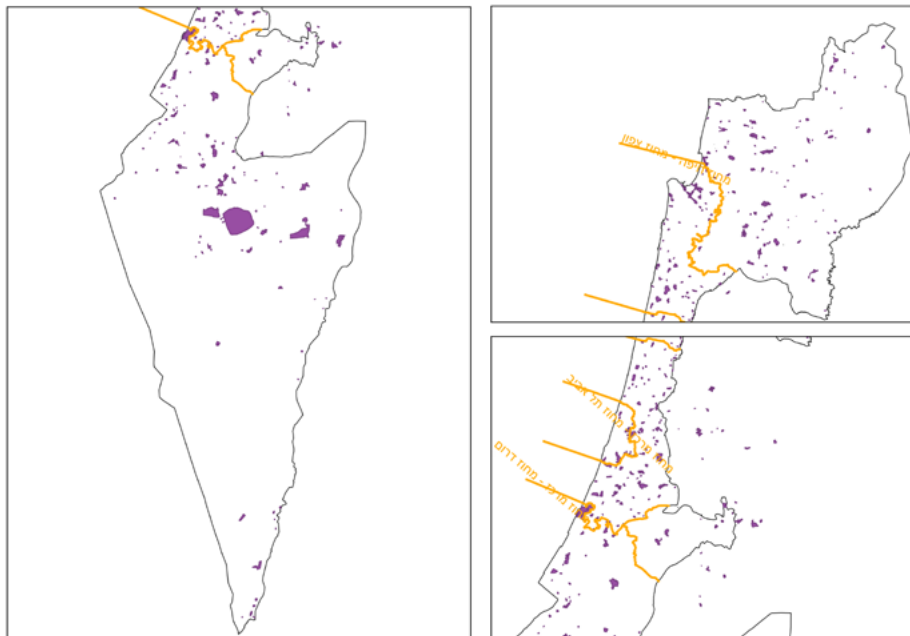
מיזוג – שילוב של שימושי תעסוקה, מלאכה ותעשייה בתוך המרחב העירוני, ובסמוך לשימושים אחרים. מקורה של התבנית בעיר המסורתית, שבה התקיימו שימושי מגורים ומלאכה זה לצד זה, והיא לרוב תוצר של צמיחה עירונית לא מתוכננת שיצרה מובלעות תעשייה בתוך סביבות מגורים. בישראל תבנית זו הולכת ונעלמת, אך עדיין אפשר למצוא אותה בערים כגון נצרת ובני ברק, וביישובים רבים בחברה הערבית, שם התעסוקה משולבת במרקם העירוני ובתוך מבני מגורים. בשנים האחרונות מתחדד שוב הצורך בשילוב התעשייה והמלאכה במרחב העירוני, וכן מתחדדים היתרונות הטמונים בכך, וזאת כחלק מגישות שקוראות להשבת הייצור לזירה העירונית (urban manufacturing).

סמיכות – אזורי תעסוקה הממוקמים בסמיכות למרחב העירוני. הם לרוב משויכים אליו אדמיניסטרטיבית, אך מנותקים ממנו פיזית ולעיתים גם תפקודית. תבנית הסמיכות מאפיינת את רוב ערי הפיתוח בישראל, אשר בהן קיימת הפרדה מתוכננת בין סביבת המגורים לבין אזורי התעשייה. בשנים האחרונות אזורים אלו משתנים כתוצאה מכניסה של שימושים נוספים כמו מסחר ושירותים, וכן בעקבות הפיכת האזורים הללו למוקדי תעסוקה אזוריים המשרתים את יישובי הסביבה, ועקב הצמיחה וההתפתחות של העיר מסביב בממשק הדוק לאזור התעשייה.



איור 4: המפעלים והאתרים הסביבתיים בישראל. מקור: אתר המשרד להגנת הסביבה:
www.gov.il/he/Departments/DynamicCollectors/factory

אוטונומי – ריכוז של שימושי תעשייה במתחם נפרד, המנותק מההקשר העירוני. המתחם מרוחק פיזית מהעיר ואף מתנהל באופן עצמאי. לרוב, אזורי התעשייה האוטונומיים נותנים מענה תעסוקתי-אזורי ומשמשים לאכלוס תעשייה יצרנית בעלת השלכות סביבתיות. בחלק מהמקרים אזורי התעשייה האוטונומיים יתבססו על משאב או על נכס ייחודי, שמיקומם קשיח, כגון מחצבים או נמל. בישראל מגמה זו באה לידי ביטוי משנות ה-70 ואילך בדמות פארקי תעשייה שונים ומועצות תעשייתיות, כמו מגדל תפן שבצפון ורמת חובב שבנגב.



איור 5: אזורי התעשייה בהם מטפל המנהל לאזורי תעשייה (איזורי עדיפות לאומית) מקור: משרד הכלכלה והתעשייה. data.gov.il/dataset/industrial-zones-info.

7.1 רגולציה וחקיקה בנוגע לפליטות ולזיהום על-ידי התעשייה

בעשור האחרון סגרה מדינת ישראל את הפער מול המדינות המתקדמות בעולם בעזרת שורה של חוקים סביבתיים, שהעיקריים שבהם חלים על המגזר התעשייתי. מגמה חיובית זאת הובילה לשינוי בתפיסה הסביבתית בקרב הסקטור התעשייתי, אך היא גם יצרה נטל רגולטורי המייצר חסמים ואתגרים בהקמה וברישוי של מבני תעשייה, וכן באכיפה ובהטמעה של טכנולוגיות ירוקות.

**החקיקה הסביבתית בישראל מגדירה את סוגי ההיתרים שלהם
נדרשים מפעלים בהתאם להשפעותיהם הסביבתיות, וזאת כתנאי
לקבלת רישיון עסק.**

רשימת החוקים ותקנות הרישוי המתייחסים למפעלים מזהמים בישראל מונה יותר מעשרה חוקים הנוגעים בסוגיות של קיימות בתעשייה ושל מדידת פליטות וזיהום. בין החוקים השונים

אפשר למנות את החוקים הללו: חוק רישוי עסקים (1968), תקנות הרוקחים (1980), החוק למניעת זיהום הים מפסולת (1983), החוק למניעת זיהום הים ממקורות יבשתיים (1988), תקנות רישוי עסקים לסילוק פסולת וחומרים מסוכנים (1990), חוק החומרים המסוכנים (1993), תקנות החומרים המסוכנים ליבוא וליצוא של חומרים מסוכנים (1994), חוק האוויר הנקי (2008), החוק למניעת מפגעי אזבסט ואבק מזיק (2011) וחוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה – חובת דיווח ומרשם) (2012). כתוצאה מכך, נכון להיום ישנם עשרה סוגים של היתרים סביבתיים שעל כל מפעל לקבל (בהתאם להשפעותיו הסביבתיות), הן בשלבי הבנייה והן בתפעול השוטף. מדובר ברישיון עסק (עסקים הזקוקים להסדרה סביבתית נדרשים לקבל אישור מטעם רכזי רישוי העסקים במחוזות המשרד להגנת הסביבה), היתר פליטה לאוויר (מאגף איכות האוויר במטה המשרד להגנת הסביבה), היתר רעלים (מטעם רכזי חומרים מסוכנים במחוזות המשרד להגנת הסביבה), אישור לסילוק פסולת מסוכנת (מהאגף לחומרים מסוכנים במשרד להגנת הסביבה), אישור לסילוק קרקע מזוהמת (מאגף שפכי תעשייה וקרקעות, המשרד להגנת הסביבה), היתר ליבוא וליצוא של פסולת מסוכנת (מטעם האגף לחומרים מסוכנים במשרד להגנת הסביבה), היתר להזרמת קולחין לים (מטעם ועדה בין-משרדית בניהול אגף הים והחופים, המשרד להגנת הסביבה), אישור לסילוק תמלחות (מאגף שפכי התעשייה, מחוזות, אגף ים וחופים, המשרד להגנת הסביבה), היתר להטלת פסולת לים (מאגף ים וחופים במשרד להגנת הסביבה) והיתר לעיסוק בחומר רדיו-אקטיבי (מטעם אגף הקרינה במטה המשרד להגנת הסביבה). (המדריך לכלכלה ירוקה, 2014, צמיחה ירוקה, 2014).

אחד המנגנונים הרגולטוריים המשמעותיים ביותר הקיימים בישראל נובע מתוקף חוק האוויר הנקי, והוא מקדם חיבור של תשתיות הגז הטבעי למתחמי תעשייה ולעוגני תעשייה משמעותיים בישראל. מנגנון זה בא לידי ביטוי בתנאים להיתרי בנייה של מפעלים המותווים על-ידי מנהלות אזרחי תעשייה ואגפי סביבה ורישוי עסקים ברשויות המקומיות. הפרסום "צמיחה ירוקה" (משרד הכלכלה והתעשייה, 2014) סוקר את מרכיבי המפתח של המדיניות הלאומית לצמיחה ירוקה (החלטת ממשלה 3768). מטרתה של המדיניות היא לגשר בין השאיפה המתמדת לצמיחה כלכלית לבין השיח בנוגע לדחיפות הפיתוח הסביבתי כחלק מההתמודדות עם משבר האקלים. צמיחה ירוקה מרחיבה את השיח בשדה התעשייתי, מצמצום ומיגור של ההשפעות הסביבתיות של התעשייה, עד להזדמנות ליצירה וליצוא של טכנולוגיות ייצור ירוקות ומתקדמות, וכן עד להתאמת התוצרת הישראלית לסטנדרט הבין-לאומי. כך, היא שמה במרכזה את הניתוק בין הייצור לבין צריכת המשאבים הפיזיים והטבעיים והפגיעה בסביבה.

הפרסום סוקר שישה מנופים לעידוד צמיחה ירוקה:

1. תהליך רישוי סביבתי המכנס את כל הפעולות למקום אחד – רשויות מקומיות והשלטון המרכזי.

2. הקמת מרכזי ידע לייצור נקי (דוגמת המרכז להתייעלות במשאבים).
3. מיצוב תודעתי ותמרוץ צרכנות ירוקה באמצעים כמו הטבות במס רכישה ומיסוי מוצרים לא יעילים אנרגטית.
4. תמרוץ של רכש ירוק והשקעות באמצעים ירוקים בקרב מפעלים (דוגמת חיישני מיזוג ותאורה, קומפוסטרים, מערכות לאיתור דלף בצינורות וכדומה).
5. פיתוח חדשנות בתעשייה.
6. הכשרה לתעסוקה המקדמת קיימות הכוללת הטמעה של אנרגיות מתחדשות, כלים להפחתת פליטות פחמן וניטור וניהול של השפעות סביבתיות.

התעשייה היא המגזר היחיד אשר הפחית את צריכת האנרגיה שלו באופן אבסולוטי בשנים 2013 עד 2017. ניתן לייחס את המגמה לרגולציה, וכן לתוכניות לצמיחה ירוקה.

בשנת 2021 פרסם המשרד להגנת הסביבה את טיוטת חוק האקלים להערות הציבור ולשותפים בממשלה (משרד המשפטים, 19/04/2021). חוק זה יהווה אבן דרך בעבור התעשייה והסביבה בישראל, בכך שהוא יציב יעד של 85% הפחתה בפליטות הנוצרות כתוצאה משריפת דלקים מזהמים, וזאת ביחס לפליטות הפחמן הדו-חמצני משנת 2015. סקטור החשמל, סקטור התחבורה וסקטור התעשייה הינם שלושת צרכני האנרגיה המובילים במשק הישראלי, ולכן האחריות למעבר לאנרגיה נקייה צריכה להיות מהלך משותף (בן ארי, דולב, 2021). בדוח המעקב השנתי אחר יישום התוכנית, היעדים הלאומיים להפחתת פליטות גזי החממה ומחויבות ישראל לאמנת האקלים 2020, מפורט חלקה של התעשייה, ומתוך כך עולה כי בין השנים 2013 עד 2017 צריכת האנרגיה הכוללת של המגזר התעשייתי ירדה בכ-98.6%. מגזר התעשייה הינו המגזר היחיד אשר הפחית את צריכתו באופן אבסולוטי בשנים אלו (פרואקטור, קמרה ושכטר, 2021). אפשר לייחס מגמה זו לרגולציה שהוטמעה בסקטור התעשייה ולתוכניות שהחלו כתוצאה מהטמעת החשיבה בנוגע לצמיחה ולכלכלה ירוקה.

לצד זאת, יש להביא בחשבון שלרגולציה זו השפעות על משך הזמן שלוקח להקים מפעל. משך התהליך הבירוקראטי והרגולטורי להקמת מפעל חדש ו/או להרחבת מפעל קיים עומד על 22 עד 45 חודשים (דהיינו שנתיים עד ארבע שנים). אומדן זה אינו כולל את הזמן הנדרש לתכנון ולבנייה בפועל, ואף אינו מתייחס למקרים פרטניים שמחייבים אישורים מעבר למסלול של מפעל טיפוסי שהקמתו אינה כרוכה בהיתרים סביבתיים מורכבים. משך הזמן הכולל (בכלל זה בנייה בפועל)

יכול להגיע ל-4 עד 6 שנים (איור 6), ונטל זה גורם לירידה ניכרת במספר המפעלים המוקמים בישראל. המשרד להגנת הסביבה הוא אחד הגורמים הרגולטוריים המעורבים בתהליך, לצד חברת החשמל ורשויות כיבוי האש, ולא תמיד קיימת הלימה בין דרישותיהם של גורמים אלה. כל בקשה לרישוי עסק מלווה בתרשים סביבה, וכל היתר בנייה אמור להיות מלווה בנספח בנוגע להשפעה סביבתית. וכך, אף על פי שחברות ישראליות ממשיכות להתרחב ולהגדיל את הפעילות היצרנית שלהן, הן בוחרות לעשות זאת מחוץ לתחומי המדינה. מגמה זו נובעת במידה רבה מהצורך של מפעלים להתחיל את פעילותם באופן מזורז, וזאת במטרה לתת מענה מהיר לצרכי השוק ולהתמודד בצורה טובה עם התחרות הקיימת בישראל ובעולם (המכון הישראלי לדמוקרטיה, 2019). כחלק מההתמודדות עם אתגר זה, קיבלה הממשלה את החלטה 4108, אשר עוסקת בין היתר בקיצור הליכי הוצאת היתרי בנייה לתעשייה.



איור 6: תהליך הקצאת קרקע ותכנון של מפעל טיפוסי.
מקור: מפת דרכים רגולטורית למשקיע: המצב הקיים והמלצות לשיפור.

7.2 תכנון והקצאת קרקע

בישראל קיימים כ-420 מרחבים המיועדים לאזורי תעשייה (מאגרי המידע הממשלתיים, 13/08/2022). המרקמים המיועדים לתכנון של אזורי תעשייה נקבעים במסגרת תוכניות מתאר מחוזיות ותוכניות מתאר כוללניות ליישובים.

קביעת תוכנית בניין עיר (להלן – תב"ע) מפורטת של אזורי תעשייה בישראל מתבצעת על-ידי מספר גופים, בהם רשויות מקומיות, רשות מקרקעי ישראל ומנהל אזורי התעשייה במשרד הכלכלה. עד לשנים האחרונות, קרבה גיאוגרפית בין אזורי תעשייה לבין שימושי מגורים, מבני ציבור וסביבות טבעיות, היוותה פרמטר משפיע בכל הנוגע לתכנון אזורי תעשייה ומפעלים ובחירת המיקומים שלהם. יחד עם זאת, לא ניתן ביטוי להיבטים אסטרטגיים הנוגעים לממשקים השונים שבין התכנון העירוני לבין הפיתוח התעשייתי (חתוכה וויינברג, 2016). התפתחות החשיבה האסטרטגית בתחומי התכנון והעבודה על פרק התעסוקה בתוכנית האסטרטגית לישראל 2040 הן הבסיס ההתחלתי להגדרה של תוכנית בעבור אזורי תעשייה, וכן להבנה של חוויית המשתמש וליצירת חזון להקצאת השטחים באזור התעשייה עצמו.

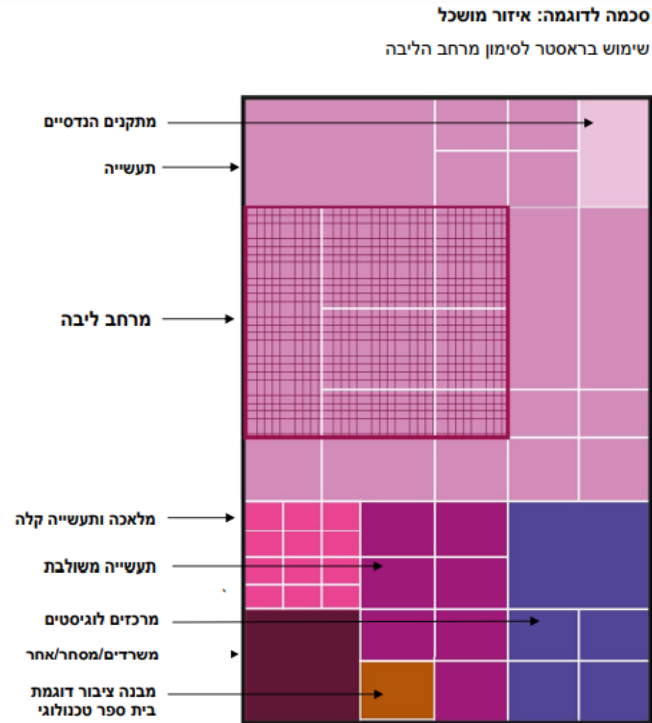
סוגיה מרכזית הקשורה לתכנון של אזורי תעשייה היא המגוון המצומצם של ייעודי הקרקע שבהם ניתן למקם מפעלים בפרט, ואזורי תעשייה בכלל. כאשר בוחנים תוכניות בניין עיר המתייחסות לאזורי תעשייה, בין אם מדובר באזורים אוטונומיים-מרחביים ובין אם מדובר בכללה שטמוכים לעיר או שנמצאים בתוכה, אנו רואים לרוב שטח צבוע בסגול אחיד שייעודו, על-פי המקרא, הוא תעשייה. שימוש זה כולל לרוב שלוש קטגוריות: תעשייה, תעשייה עתירת ידע ותעשייה קלה ומלאכה, וכן עוד כשלוש קטגוריות מעורבות המשלבות תעשייה עם משרדים ואחסנה, או תעשייה קלה ומלאכה. גישה תכנונית זו מגיעה בד בבד עם צמצום היקף המפעלים הנפתחים מדי שנה בישראל ועם התרחקות המפעלים מהערים לעבר פארקי תעשיות. נוסף על כך, תוכניות בניין עיר של אזורי תעשייה קובעות לרוב את רשת הכבישים והפרצלציה של המגרשים, אך לא הרבה מעבר לכך. אין במסגרתן עיסוק בארכיטקטורה ובנוף, בהיבטים עיצוביים של המרחב, בהתמצאות ובזהות מקומית. כתוצאה מכך, אזורי תעשייה רבים הם דלים ומוזנחים, והם אינם מהווים סביבות עבודה המותאמות למאה ה-21 (גילי ענבר, 2020).

החלטה 4108, שאושרה בינואר 2018, עוסקת בשיפור הסביבה העסקית לתעשייה בישראל. היא נובעת מההבנה כי "ישראל נמצאת בשנים האחרונות בטנפה של צמצום סקטור התעשייה ביחס לסך הפעילות הכלכלית בטנפה, וירידה בהשקעות התעשייתיות אשר מתבטאת גם בכמות המפעלים החדשים שמוקמים" (החלטת ממשלה 4108). ההחלטה מקדמת מספר ערוצי פעולה, בהם קיצור הליכים להקמה, הרחבת מבני תעשייה בישראל ותפעול שלהם מבחינת שינוי הליכי תכנון, בנייה, רישוי ורגולציה. כמו כן מקדמת ההחלטה בנייה של מתודולוגיה וכלים למימוש צרכי התעשייה בתחומים שונים, בהם: תכנון פרוגרמטי וגיאוגרפי וכלי מדידה וניטור.

**מסמך ההנחיות לתכנון אזורי תעשייה זיהה חסמים נפוצים
במסמכי תב"ע למימוש ייעודי קרקע לתעשייה בעלת השלכות
סביבתיות. בין החסמים: מגבלות סביבתיות, איזור לא נכון וזכויות
בנייה שלא תואמות את צרכי התעשייה.**

בנובמבר 2021 פרסם מנהל התכנון, בשיתוף משרד הכלכלה והמשרד להגנת הסביבה, מסמך הנחיות לתכנון אזורי תעשייה. המסמך סוקר תוכניות מפורטות של אזורי תעשייה ובוחן את הקשיים ואת החסמים שהן מייצרות בעת מימוש התוכנית. הוא מצייין כי בעוד שפרק התעסוקה בתוכנית אסטרטגית 2040 מציג עודף שטחים לתכנון של תעשייה, תוכניות בניין עיר רבות מציבות מגבלות שונות שאינן מתחשבות בצרכים הייחודיים של התעשייה, בהן מגבלות סביבתיות, הגבלה של השימושים לתעשייה נקייה ועתירת ידע ומתן היקף זכויות בנייה גדול אשר מייצר העדפה למשרדים על פני תעשייה. בכך הן פוגעות בהיתכנות של הקמת מבני תעשייה באזורים

אלו. כמו כן, רוב התוכניות המפורטות הקיימות כיום לאזורי תעשייה ותעסוקה אינן מסונכרנות עם המגמות הטכנולוגיות ועם הרגולציה במשק, והן מקודמות ללא ראייה רחבה, ובאופן שהופך לנטל רגולטורי בעבור מפעלים בעת קבלת היתרי הבנייה.



איור 7: סכימה של פריסת שימושים באזור תעשייה.
מקור: מסמך הנחיות לתכנון אזורי תעשייה – חסמים בתכנון אזורי תעשייה – היבטים טכנוניים

נוסף על כך, הוראות מסמכי התב"ע כוללות הגדרה מצומצמת של מתקני תשתית ושל מתקנים הנדסיים, הגדרה שאינה מאפשרת חשיבה פתוחה על מתקנים משותפים או על מתקנים המאופיינים בטכנולוגיות חדשות שהצבתם אינה מצריכה שינוי של תב"ע (בארי ואח', 2020).

מדיניות מרחקי ההפרדה, המפוקחת על-ידי המשרד להגנת הסביבה, מורה על יצירת שטח חיץ בין מפעלים המחזיקים בהיתרי רעלים לבין רצפטורים ציבוריים, וזאת על מנת למנוע קונפליקטים ביניהם. עלות צמצום המפגע מושתתת לרוב על המפעלים, והיא מהווה חסם לפיתוח מפעלים משמעותיים באזורים מרכזיים בישראל. מסמך הנחיות לתכנון אזורי תעשייה מורה על הקמת

מרחבי ליבה באזורי תעשייה המוגדרים כמרחב המאפשר הקמה של מפעלים בעלי השפעות סביבתיות מחוץ לגבולות המגרש (איור 7).

המפרט לתכנון אזורי תעשייה בני קיימה נועד להנחות מנהלות של אזורי תעשייה בתכנון, בפיתוח של אזורי תעשייה בני קיימה חדשים, וכן בהסבה של אזורים קיימים לאזורים בני קיימה ותפעולם.

המפרט לתכנון אזורי תעשייה בני קיימה בישראל גובש גם הוא במסגרת שיתוף פעולה בין-משרדי של משרד הכלכלה, המשרד להגנת הסביבה ומנהל התכנון (לייבוביץ' ואח', 2014). המפרט מיועד לראשי מנהלות אזורי תעשייה, ומטרתו לספק להם הנחיות ושלבי פעולה הנוגעים לתהליך התכנון והפיתוח של אזורי תעשייה חדשים וקיימים. המפרט בנוי מ-7 פרקים: אנרגיה, מים, שפכים, פסולת, תחבורה, ניהול ושימור המגוון הביולוגי (איור 9). פרקים אלה, במובנים רבים, נותנים ביטוי למרכיבים בסיסיים מתוך מדדים בין-לאומיים לאזורי תעשייה בני קיימה, והם מתווים אמצעי פעולה כמו ייצור אנרגיה סולארית, שימוש בתאורה סולארית וחסכונית, הטמעה של מתקני טיהור שפכים, פרסום דוחות סביבתיים, צמצום והפרדת פסולת והטמעת אמצעי תחבורה ציבוריים ושיתופיים. המפרט מתייחס לשישה שלבי חיים שונים של אזור התעשייה, החל משלב התכנון והגיבוש של התב"ע ושל התקנון, דרך הליכים של פיתוח תשתיות ושיווק מגרשים, ועד לתפעול השוטף של האזור. במובנים רבים, הוא מתווה את קווי היסוד הראשוניים לגיבוש סט של פרמטרים מנחים בתכנון של אזורי תעשייה בני קיימה בישראל.

אנרגיה	מים	שפכים	פסולת	תחברה	ניהול בר קיימא של אזור התעשייה	שימור מגוון ביולוגי
תאורה חסכונית רשתות החיבוריים	השקיה וגיבון חסכוניים רחיים	מתקני טיפול משותפים בשפכים	צמצום פסולת רווין ושימוש בחומרים מסוכזרים	מערכת הסעים ומיחון חחררה ציבורית	קביעת חמדררויח ועמידה בתקנים סביבתיים	אמצעים לשיפור ריאויעח סביבתיים בתחום המגוון הביולוגי
תאורה סולארית בשטחים הציבוריים	השקיה באמצעות מי נגר	טיפול באמצעות אגנים ירוקים	הפרדה ושימוש חוזר בפסולת לא מסוכנת	שיפור נגישות תחברה ציבורית	פרסום דוחות סביבתיים	
ייצור חשמל פוטו-וולטאי	יישום עקרונ מפלי מים בתעשייה		הקמת תשתית לנסיעה משותפת	שיתוף הציבור בתכנון ותפעול אזור התעשייה		
מרכז ייצור אנרגיה בשיטת קונרציה	שימור נגר עילי		תחברה מקיימת- שבילי אופניים והולכי רגל	סימביוזה תעשייתית		

איור 8: אמצעי הפעולה לפיתוח אזורי תעשייה ברי קיימא מקור: המפרט לתכנון אזורי תעשייה בני קיימא (2014)

בשנת 2016 פרסמה המעבדה לעיצוב עירוני בחוג לוגיאורפיה באוניברסיטת תל אביב מסמך המתווה קווי תכנון לאזורי תעשייה (חתוקה, ויינברג, 2016). המסמך מציע ארגז כלים לתכנון פורגמתי של אזורי תעשייה, ומתמקד בארבעה מנגנונים עיקריים: 1. משאבים ותשתיות משותפות (מערכות ניקוז, ייצור אנרגיה, תקשורת ואינטרנט, מחזור מים, טיפול בשפכים וכדומה). 2. קידום סימביוזה תעשייתית. 3. שילוב בין שימושי תעסוקה, לוגיסטיקה ותעשייה לבין מלאכה, שירותים, משרדים ומגורים. 4. גמישות תכנונית פורגמתית ברמת האזור והמגרש. נוסף על כך, מציע המסמך ארגז כלים המתייחס לעיצוב הנוף והמרחב הציבורי של אזורי התעשייה, אשר מתמקד בחוויית המשתמש ודן במרכיבים כמו מבנה הרחוב, הצללה, שילוט והכוונה, תוכן, טיפולוגיות בנייה, היצע שטחים פתוחים, שפה אדריכלית-עיצובית של המבנים וחיבור לזהות ולמוקדי עניין מקומיים. בסופו של המסמך מתייחסים הכותבים באופן מעמיק להיבטים תחבורתיים, הן ברמת העובד והן ברמת השינוע והובלת הסחורות.

סוגיית התכנון של רצפטורים ציבוריים בשטח הפארק עלתה לדיון משמעותי במסמך האסטרטגי של טלי חתוקה ויואב ויינברג לפארק התעשיות נ.ע.מ, וכן בדיון של ועדת התכנון הארצית לתכנון ולבנייה אשר דנה בקיץ 2021 בהקמת מעונות יום בפארק. מצד אחד הקמה של רצפטורים ציבוריים באופן מבוקר יכולה לפתוח אפשרויות תעסוקה בעבור אוכלוסיות המתקשות להיכנס למעגל העבודה, אך מן הצד האחר היא טומנת בחובה אתגרים הכרוכים בשמירה על בריאות הציבור.

7.3 נתונים הנאספים בישראל

בישראל קיימים מספר גופים ממסדיים האמונים על איסוף מידע בנוגע להשפעות הסביבתיות של התעשייה. נתונים אלו מתמקדים בהוצאות של הענף בגין שמירה על הסביבה, וכן במדידה של פליטות, כימיקלים ומזהמים. לצד מערכים סדורים של איסוף מידע, מפעילה המדינה תוכניות להקצאת תמיכה בפרויקטים של כלכלה מעגלית ושל סימביוזה תעשייתית. במסגרת אותן תוכניות נאספים נתונים נוספים שמתמקדים בהיבטים פרוגרמטיים ותפעוליים של המפעל, למשל הטמעה של אמצעים המקדמים חיסכון אנרגטי, אפיון מנגנונים לשימוש מקיים בחומרי גלם ומחזור של פסולת ושפכים.

נתונים בדבר ההשפעות הסביבתיות של מפעלים נאספים ומנותחים על-ידי המשרד להגנת הסביבה, משרד האנרגיה והלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (להלן – למ"ס).

משנת 2008 ואילך עורכת הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה את סקר "איכות הסביבה בענפי התעשייה והחשמל". הסקר נערך אחת לשנתיים, והוא מבוצע על-פי ההגדרות במדריך ה-Eurostat לאיסוף נתוני הוצאות סביבה בענפי התעשייה והחשמל ולפי דרישות ה-OECD. כמו כן הסקר מחולק לענפי כלכלה שונים. סקר זה בוחן את הסוגיה באמצעות בדיקת ההוצאות בגין שמירה על הסביבה בשני הענפים. בשנת 2017 הסתכמו הוצאות השמירה על הסביבה בענפי התעשייה והחשמל בכ-3.7 מיליארד שח, כשמתוכן יותר מ-50% הושקעו בנכסים קבועים. שאר ההוצאות היו הוצאות שוטפות. לוח 1 מציג את החלוקה בין ההשקעות לבין ההוצאות השוטפות בעשור האחרון. בשנים 2008 עד 2017 חלה עלייה של יותר מ-50% בסך הוצאות השמירה על הסביבה בענפי התעשייה והחשמל (איור 9) (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אוגוסט 2020).

לוח 1. הוצאות לשמירה על הסביבה, שנים נבחרות

2017	2017	2014	2014	2012	2012	2010	2010	2008	2008	-
מיליוני אחוז	מיליוני ש"ח	מיליוני אחוז	מיליוני ש"ח	מיליוני אחוז	מיליוני ש"ח	מיליוני אחוז	מיליוני ש"ח	מיליוני אחוז	מיליוני ש"ח	-
100	3,732	100	3,024	100	3,126	100	2,557	100	2,457	סה"כ
56	2,074	47	1,425	53	1,652	39	995	53	1,295	השקעה
44	1,658	53	1,598	47	1,474	61	1,562	47	1,162	הוצאה שוטפת

איור 9: הוצאות השמירה על הסביבה בשנים נבחרות. מקור: למ"ס.

בשנת 2010 החלה הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה לאסוף מידע מגופים שונים בנוגע לזיהום אוויר ולגזי חממה – פליטות ממקורות נייחים כגון ארובות, מתקנים מסחריים ומתקנים תעשייתיים, וכן ממקורות נייחים כמו כלי רכב, רכבות, תעופה וספנות. ניתוח הפליטות של סקטור התעשייה משמעותי בשני היבטים: הן מכיוון שהוא צרכן אנרגיה משמעותי, והן עקב הפליטות הישירות של מתקני התעשייה. המידע נאסף ממכלול רחב של גורמים, בהם מנהל הדלק ורשות הגז במשרד האנרגיה וסקר יצרני חשמל הנערך בלמ"ס, שבו נאספים נתונים של ייצור חשמל ושל צריכת אנרגיה לפי סוג הצרכן (הנתונים מגיעים מיצרני חשמל שזוהי פעילותם העיקרית או המשנית). גורמים נוספים הם החברה הלאומית לאספקת פחם, דיווחים מחברות תעשייה, נתוני יבוא, מערך המרשם של הפליטות לסביבה (מפל"ס PRTR) (מאגרי המידע הממשלתיים, 29/11/2021) של המשרד להגנת הסביבה ומנהל הכימיה במשרד הכלכלה והתעשייה. חישוב הפליטות מבוסס על כמויות הייצור ועל הכפלתן במקדמי הפליטה המותאמים להן, וזאת על-פי אינדקסים ותקינה בין-לאומיים ומוכרים (זיהום אוויר וגזי חממה – הגדרות והסברים, למ"ס, 2021).

רוב הנתונים נאספים במסגרת חובת הדיווח החוקית של המפעלים. כמו כן ישנו מערך וולונטארי לדיווח ולרישום של פליטות גזי חממה.

מאז שנת 2010, מפעיל המשרד להגנת הסביבה לצד מפל"ס (מרשם פליטות לסביבה) גם מערך וולונטארי לדיווח ולרישום של פליטות גזי חממה. בשנת 2019 דיווחו 63 חברות וגופים שונים במשק הישראלי, המייצגים כ-48% מכלל הפליטות במצאי הפליטות הלאומי. הפליטות ממגזר ייצור החשמל והתעשייה הכבדה מהוות יותר מ-95% מסך הפליטות בישראל, והן נמצאות בעלייה, אף על פי שמספר המדווחים לא השתנה מהותית במהלך השנים. מפעלי "נשר", "ICL" ("כיל" לשעבר) ו"בתי הזיקוק לנפט בע"מ" אחראים ליותר ממחצית הפליטות הישירות מתוך סך הדיווחים. בסקטור התעשייה הכבדה והאלקטרוניקה ישנה ירידה מתונה בהיקף פליטות גזי

החממה העקיפות, וזאת עקב צריכת חשמל מאז שנת 2017 (אילון, 2021). ייתכן כי אפשר ליחס זאת לחיבור של מפעלי תעשייה בעלי צריכה מאסיבית לרשת הגז, וכן לעלייה בהיקף ההטמעה של אמצעים לחיסכון אנרגטי בתוך המפעלים עצמם.

משרד האנרגיה מקבל אחת לשנה דיווחים מקוונים שמגיעים אליו מצרכני חשמל גדולים ומרשויות מקומיות, ובכללם גם מפעלים. צרכני האנרגיה הכבדים (יותר מ-6 מיליון קוט"ש בשנה), נדרשים אחת לארבע וחצי שנים לבצע סקר אנרגיה מקיף אשר בודק את כל המערכות של המפעל ובוחן את היעילות האנרגטית של תהליכי הייצור ושל מכונות הייצור. מטרת הבדיקה הינה לבחון אפשרויות להתייעלות, ולהעריך את ההחזר הצפוי להשקעה במנגנונים, בכלים ובשיטות להתייעלות אנרגטית.

מתוך ההבנה שהקיימות הכלכלית של חברה תעשייתית קשורה לקיימות הסביבתית שלה, מפרסם המשרד להגנת הסביבה מדי שנה את מדד ההשפעה הסביבתית. המדד מבטא, בעבור גופים פיננסיים, את הסיכונים הסביבתיים הכרוכים בפעילותן של חברות תעשייתיות, סיכונים שעלולים גם להיחפז לסיכונים פיננסיים, וזאת כדי שאלה יוכלו להביא אותם בחשבון בכל הנוגע להשקעות שלהם בתעשייה. החברות שנבחנות בעזרת המדד הן חברות ציבוריות וממשלתיות שחייבות בדיווח למפל"ס או מפעילות תחנות דלק. הציון שמקבלת כל חברה מבוסס על שקלול הרכיבים הבאים, בעבור כל המפעלים שבשליטתה: פוטנציאל ההשפעה על הסביבה (פליטת מזהמים לסביבה, שימוש בחומרים רעילים ואחסוןם ורגישות סביבתית באזור הפעילות), אי-ציות לדין הסביבתי ופעילות לשיפור הביצועים הסביבתיים שלא מכוח החובה על-פי דין. בעוד ששני הרכיבים הראשונים מתבססים על נתונים שנאספים על-ידי המשרד להגנת הסביבה, הרכיב השלישי מתבסס על מידע שנמסר באופן וולונטארי על-ידי המפעלים, וזאת במטרה לזכות בניקוד חיובי (המשרד להגנת הסביבה, 2020).

לצד מערכי איסוף מידע פורמאליים, מפעילה המדינה מספר תוכניות המקדמות כלכלה מעגלית ומייצרות בעצמן מאגר מידע המתייחס למפעלים. כחלק ממערך המדידה של התוכניות, נמדדים מרכיבים כמו חיסכון ושימוש חוזר באנרגיה, מים וחומרי גלם. פרויקט הסימביוזה התעשייתית הוא יוזמה של מנהל התעשיות במשרד הכלכלה והתעשייה, בשיתוף המשרד להגנת הסביבה, ונכון לשנת 2021 יש לו יותר מ-1700 לקוחות, כ-60% מהם מפעלים. מהות הפרויקט הינה לייצר עסקאות בין ארגונים המייצרים פסולת מסוגים שונים לבין ארגונים שמוכנים לקלוט את הפסולת. כל עסקה הנוצרת במסגרת הפרויקט מכומתת לכדי תועלת סביבתית וכלכלית, ומחושבת במונחים של היקף וסוג הפסולת שנחסכה. בהמשך לכך, היא אף מתורגמת למונחים של היקף פליטות. החסם העיקרי של הפרויקט הוא כלכליות נמוכה של הפרויקט בעבור ארגונים שלוקחים בו חלק. ולכן, מעבר לתמריץ הכלכלי, יש לייצר מיצוב תודעתי חזק ואמין.

**נתונים לגבי חיטכון במשאבים ולגבי צמצום השפעות סביבתיות
נאספים ומנותחים במסגרת פרויקטים שניתנת בהם תמיכה
ציבורית להתייעלות ברמת המפעל, בהם הסימביוזה התעשייתית
והמרכז להתייעלות במשאבים. השתתפות המפעלים בפרויקטים
אלו הינה וולונטרית.**

המרכז להתייעלות במשאבים הוקם בשנת 2020 במסגרת מרכז ממשלתי של משרד הכלכלה, מנהל התעשיות והמשרד להגנת הסביבה. המרכז מטבד עבודות ייעוץ בתחומי התייעלות בחומרי גלם, מים ואנרגיה, והוא מהווה מעין מוצר משלים לפרויקט הסימביוזה התעשייתית. במהלך השנים 2020 עד 2021, תמך המרכז בכ-100 מפעלים וקידם שילוב של כלים ומנגנונים המקדמים הפרדה במקור. המרכז אינו רק מטבד ומלווה תהליכים שבמסגרתם מתייעלים המפעלים במשאבים, אלא הוא גם מבצע מדידה של השינויים שהוטמעו בחלוף שנתיים מתחילת הליך הייעוץ. הבדיקה נעשית בהתאם לפוטנציאל החיטכון במשאבים ובהתאם למדדים אחרים המוגדרים על-ידי יועץ שעבד עם המפעל. חלקם הניכר של המדדים נמדד במונחים של חיטכון ליחידת תוצר (סך האנרגיה, המים או עלות חומרי הגלם שנחסכו ביחס להיקף הייצור בשתי נקודות זמן שונות).

בשנת 2016, עברה החלטת ממשלה 1403 (משרד ראש הממשלה, 10/04/2016) – תוכנית לאומית ליישום היעדים להפחתת פליטות גזי חממה ולהתייעלות אנרגטית. כתוצאה מכך, יזמה מנהלת ההשקעות במשרד הכלכלה והתעשייה תוכנית מענקים למפעלים לקידום חיטכון אנרגטי ולהקטנת פליטות. המנהלת נותנת מענקים לפרויקטים של מפעל בודד, וכן מודדת את סוג המענק, היקפו והיקף החיטכון בפליטות ובאנרגיה שנגרמו כתוצאה מהטמעת המענק. המענקים מממנים פעולות כמו רכישה של ציוד חסכוני באנרגיה, חיבור לגז טבעי והטמעה של אמצעים להקטנת פליטות ישירות. מידע משמעותי נוסף נאסף במסגרת הגשת בקשות להקצאות קרקע למפעלים. ההגשה כוללת בין השאר מרכיבים מדידים, בהם הפרוגרמה של המפעל וחלוקת השטחים לשטחים פתוחים, סככות ובנייה קשיחה.

סיכום

אזורי תעשייה בני קיימה מסתמנים כשחקנים חשובים במעבר לצמיחה בת-קיימה ובהתמודדות הבין-לאומית עם משבר האקלים. הם שואפים לייצר איזון בין צמיחה כלכלית לבין היבטים סביבתיים וחברתיים, והם מבוססים על ההבנה שצמיחה בת-קיימה דורשת שיתוף פעולה רחב בין חברות ובין מגזרים. במסגרת העבודה על המסמך, עלה כי ישנה שונות בין סוגים שונים של אזורי תעשייה, אשר נובעת מסמיכות לאזורי מגורים, תשתיות, מודל ניהולי, השפעות סביבתיות, אופי פליטות ושפכים ועוד. ואולם, כולם מאופיינים על-ידי קיומה של אקולוגיה תעשייתית. ההיבט האקולוגי של אזורי התעשייה בא לידי ביטוי בשותפויות בין מגזרים ובין חברות בתשתיות ובשימוש בתשומות ייצור. אלה מאפשרים התייעלות כלכלית לצד שימור משאבי הטבע של כדור הארץ וצמצום הפליטות. שותפויות אלה לעיתים חורגות מגבולות אזור התעשייה, ומתקיימות ברמת האזור או ברמת המדינה כדי להרחיב את מעגל השותפים הפוטנציאליים. האקולוגיה התעשייתית קשורה קשר הדוק לשיח המתפתח בנוגע לכלכלה מעגלית, כלכלה ששמה במרכזה את המוצר ואת העיצוב של מעגל החיים שלו. עיצוב המוצר בעצם מהווה קטליזטור עיקרי לעיצוב האקולוגיה תעשייתית, וזאת דרך הגדרה של פס הייצור, חומרי הגלם הנדרשים לצורך הייצור ושימושם החוזר בסוף חיי המוצר בצורה נוחה ומקיימת.

ברחבי העולם מוסבים ומוקמים בעשורים האחרונים פארקים אקו-תעשייתיים – מתחמים המיועדים לתעשיות שונות, שאמורים לתת מענה למפעלים ולתעשיות כבדות הנדחקות מאזורי תעשייה באזורי ביקוש ומאזורי תעשייה הממוקמים בסמוך לשימושי מגורים ביישובים עירוניים. תהליכי הסבה הם תהליכים ממושכים ומורכבים, וכן יש אתגרים משמעותיים בכל הנוגע למדידתם. מורכבות זו נובעת מגורמים שונים, כשהמרכזיים שבהם הם הקושי להתערב באזורים בנויים ברמת התשתית, הקושי להקים בהם תשתיות משותפות המטמיעות אמצעים בני קיימה, וכן הקושי לרתום חברות לתהליך ההסבה. בשל כך, תהליכי הסבה שמים דגש רב על הכדאיות הכלכלית בהטמעת מערכות שנדרשות להסבה של מפעלים ומתחמים לבני קיימה.

מתחילת שנות ה-2000, החלו מדינות, ארגונים בין-לאומיים וארגונים אקדמיים לפתח שיטות כמותניות ואיכותניות להערכה של אזורי תעשייה בני קיימה. במסגרת העבודה נסקרו שלושה מדדים מרכזיים: עולמי, סיני ואיטלקי, ויחד הם מרכיבים פסיפס של פרמטרים הנותן ביטוי למנעד רחב של מרכיבים מדידים בפארקי התעשייה. מדד EIP, שחובר ב-2017 ועודכן ב-2021 על-ידי האו"ם, GIZ וקבוצת הבנק העולמי, הוא ככל הנראה התבנית המעודכנת והרחבה ביותר למדידה של אזורי תעשייה בני קיימה, והוא אף מהווה אבן דרך משמעותית בביסוס המושג EIP בשיח העולמי. המדד כולל ארבעה פרקים פרקטיים למדידה של אזורי תעשייה בני קיימה: חברה, סביבה, כלכלה וניהול. בשונה מהמדד הסיני, הוא אינו כולל התייחסות לפרמטרים מסוימים

שבאים לידי ביטוי על-ידי עלויות ותועלות פר יחידת תוצר, ולהבדיל מהמדד האיטלקי, הוא אינו פורס סט מהודק של פרמטרים תכנוניים.

לצד מדדים אלה, התקן הישראלי לבנייה ירוקה של מבני ומתחמי תעשייה (ת"י 5821, חלקים 9.1 ו-9.2 בהתאמה) מציע גם הוא בסיס טוב לבניית מדד ישראלי לאזורי תעשייה בני קיימה. התקן למבני תעשייה כולל תשעה פרקים: אנרגיה, קרקע, מים, חומרים, בריאות ורווחה, פסולת, תחבורה, ניהול אתר הבנייה וחדשנות, והתקן למתחמי תעשייה כולל פרק נוסף העוסק בתפעול המתחם. בשונה מהתקן למתחמי תעשייה, התקן למבני תעשייה בוחן גם את חללי הייצור. התקן הוא וולונטארי והוא הוחרג מהתקנה המחייבת הסמכה בדרגת כוכב אחד של בנייה חדשה החל מחודש מרס 2022. התקן חובר ב-2014, ומאז הוא לא עבר רביזיה. בעקבות כך הוא דורש התאמות מבניות, תוכניות ועקרונות. המקבילה האמריקאית של תקן הבנייה הירוקה הישראלי, תקן ה-LEED, אינה כוללת מדדים ייעודים למבני תעשייה או למכלולי תעשייה יצרניים, אלא מאפשרת הסמכה של מבנים לייצור תעשייתי בהתאם לתקן לבנייה חדשה. יחד עם זאת, ישנה חשיבה על התחום במועצה האמריקאית לבנייה ירוקה, וברחבי ארצות הברית ובריטניה נבנים יותר ויותר מבנים שמאמצים פרמטרים מתוך תקן ה-LEED ומתוך תקן ה-BREEAM הכלליים.

בעוד שמדדים להיבטים סביבתיים, ניהוליים וכלכליים של אזורי תעשייה הם יחסית מפותחים, מדדים להיבטים חברתיים באזורי תעשייה לא קיבלו התייחסות רחבה במדדים שנקרו, והם פחות מיושמים במציאות. בשל כך הוקדש בעבודה זו פרק מיוחד להיבטי חברה ורווחת העובד באזורי תעשייה. הפרק סקר את התשתית הקיימת בארץ ובעולם לפיתוח מדדים בעבור היבטים אלה. בישראל היבטים אלה מוסדרים בעיקר על-ידי החוק, אשר נוגע לעובדים בכלל המגזרים, וכן על-ידי הגופים הממשלתיים האחראים לאכיפתם. מדדים ספציפיים לאזורי תעשייה נמצאים בתקן הישראלי לבנייה ירוקה ובתקנים ישראליים ובין-לאומיים לאחריות תאגידית ולבטיחות וגהות. מקור נוסף למדדים, שנמצא בשימוש של חברות גדולות ברחבי העולם יותר ויותר, הוא תבנית לדיווח פומבי בנוגע להשפעות חברתיות של חברות בארגון ה-GRI.

כאמור, תהליכי ההסבה לאזורי תעשייה בני קיימה מיושמים במדינות רבות ברחבי העולם. על מנת ללמוד ממקרים אלה ולזהות תובנות רלוונטיות לגבי גורמי המפתח להצלחת התהליך, נסקרו חמישה מקרי בוחן מאסיה ומאירופה. מקרי הבוחן הראו גישות שונות מבחינת מעורבות המדינה בקידום תהליכי ההסבה, וכן מנגנוני יישום שונים לתהליך. מקרי הבוחן הדגישו את חשיבותה של הנהלת אזור תעשייה חזקה, הנהלה בעלת סמכויות ואמצעים ליישום תהליכי הסבה ממושכים וליצירת שיתופי פעולה בין בעלי עניין שונים. עוד עלתה החשיבות הטמונה במחקר ובהפצת ידע בכל הנוגע לשכנוע חברות לקחת חלק בתהליך, וכן עלתה החשיבות של מתן הכלים הנחוצים לחברות לשם כך.

בעשור האחרון סוגרת ישראל פערים משמעותיים מול העולם בהיבטים של קידום השיח, הרגולציה והפיקוח על פליטות ומזהמים, וזאת לצד קידום פרויקטים וקידום השקעות הקשורים להתייעלות אנרגטית של מפעלים, תשתיות משותפות, סימביוזה תעשייתית וסחר בפסולת ובחומרי גלם ממוחזרים, וכאלה שבשימוש חוזר. מבחינת קידום צעדים בעלי כדאיות כלכלית גבוהה או חשיבות תודעתית ירוקה, אפשר לומר כי במידה רבה השלטן מקדים את הרגולציה, וזאת כחלק מקידום מיצוב תודעתי של מוצרים הנסחרים בשוק הבין-לאומי או בעקבות מאמצים לחסוך בעלויות ובזמני ייצור. בחינה של המרכיבים המקודמים במסגרת התוכניות השונות, כמו גם במסגרת פעולות יזומות על-ידי המפעלים באופן עצמאי, עשויה לשפוך אור על מרכיבים החיוניים לשילוב במדד.

גיבוש מדד לאזורי תעשייה בני קיימה צריך להיעשות מתוך הבנה של הסביבה הרגולטורית שלהם. לשם כך נבחנו במסמך תהליכי תכנון ורישוי של מתקני תעשייה בישראל, והוצפו האתגרים שהם מציבים. מדובר בתהליכים מורכבים וארוכים שיוצרים אקלים עסקי המהווה חסם משמעותי בפני יזמים שרוצים להקים מפעל חדש, להעביר מפעל קיים או להרחיב מפעל בישראל. לחצים הנוגעים ליצירה של אזורי מגורים חדשים בישראל מהווים חסם נוסף אשר דוחק את התעשייה אל מחוץ לערים, ובא לידי ביטוי בקונפליקט בין הרצון לקדם תכנון ובנייה של כמה שיותר יחידות דיור ותעסוקה, לבין הצורך של התעשייה במרחק הפרדה מבתי מגורים, מוסדות ציבור ועוד, וזאת לצד הצורך להשאיר את אזורי התעשייה נגישים למקומות מגורים בעבור העובדים. החלטת ממשלה 4108 מהווה נקודת מפנה בהיבט זה, והיא מכירה בצורך להקל את הנטל הרגולטורי והתכנוני ולקצר את הליך הבינוי של מפעלים בישראל. אתגר מרכזי בעבור מדינת ישראל הוא לייצר מסגרת סטטוטורית המאפשרת הקמה של מפעלים במסלול מקוצר ויעיל, ובמקביל לבנות מודלים המאפשרים שילוב של מרכיבים בני קיימה בתעשייה הישראלית, גם אם הם אינם מניבים החזר השקעה באופן מיידי. כמו כן יש לרתום מפעלים ליישום רעיון הקיימות.

שאיפתנו היא לייצר מדד יישומי המתבסס על נתונים הנאספים מהשטח, לצד מידע שהתגבש בתוך המערכת התכנונית בישראל, הן ברמה המקומית והן ברמה הארצית. על מנת לייצר הערכה של היקף המידע הכולל הקיים, נבחנו היקף ואופי המידע הנאסף בישראל. הממצא העיקרי הוא כי נאסף מידע הן ברמת המפעל והן ברמת אזור התעשייה. המידע נאסף על-ידי משרדי הממשלה השונים ועל-ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, והוא כולל נתונים בנוגע לפליטות, להוצאות בגין שמירה על הסביבה, לזיהום אוויר, לצריכת אנרגיה וכדומה. מידע תכנוני מתארי ומפורט (תוכניות מתאר מחוזיות ותוכניות בניין עיר), קיים וזמין במערכת התכנון של מנהל התכנון, ואילו מידע על היתרי בנייה הנוגע לתוכניות המבנה והפרוגרמה שלו נמצא ברשויות המקומיות ובמנהל אזורי התעשיות, שעל בסיסו מקצה המנהל קרקע ואף תומך בהקמת מפעלים באזורי עדיפות. כמו כן, עם התפתחות התוכניות הממשלתיות לתמיכה במעבר של התעשייה הישראלית לתעשייה

מקיימת, ייווצר מאגר מידע משמעותי בעל פוטנציאל להציף ידע בנוגע למיפוי ההשקעות בהתייעלות אנרגטית, היקף עסקאות פרויקט הסימביוזה התעשייתית, התערבויות הנוצרות במטגרת הפעילות של המרכז להתייעלות במשאבים וכיוצא בזה.

גיבוש מדד הקובע תבחינים, אסטרטגיה וראייה כוללת על נושא הקיימות, לא רק בתוך המפעל אלא באזור התעשייה כולו, הינו צו השעה, והוא מגיע בד בבד עם השיח הנרחב על משבר האקלים ועם מגמה כוללת שבמטגרתה יותר ויותר מדינות מכריזות על מצב חירום אקלימי. כך, בעולם משתנה המטמיע טכנולוגיות כחלק מפטי ייצור ומשלב ייצור ידע, מדידה וייצור תעשייתי, מדד כזה הוא בעל פוטנציאל לשמש ככף מאזניים, הן בהיבטים סביבתיים הנוגעים למרחב הפיזי הסובב את אזורי התעשייה, והן בכל הנוגע להיבטים חברתיים המושפעים באופן קריטי מהתפתחותם של התעשייה, הטכנולוגיה ומשבר האקלים.

רשימת מקורות

מקורות בלועזית

AdCF. *Aménagement et Management des Sites d'Activités économiques : Retrouvez les Ressources de l'AdCF*, 17/11/2016.

www.adcf.org/contenu-article?num_article=3158&num_thematique=12

Appunn, K. What's New in Germany's Renewable Energy act 2021, *Clean Energy Wire*, 23/04/2021. www.cleanenergywire.org/factsheets/whats-new-germanys-renewable-energy-act-2021

Boix, M., Montastruc, L., Azzaro-Pantel, C., & Domenech, S. (2015). Optimization methods applied to the design of eco-industrial parks: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 87. doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.032

Chertow, M. R. (2004). Industrial Symbiosis. In *Encyclopedia of Energy*. Elsevier. doi. [org/10.1016/B0-12-176480-X/00557-X](https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00557-X)

Circular Economy Center. N.D. *How to Establish an Eco-Industrial Park*.

Côté, R., & Liu, Z. (2016). *Eco-industrial Park Performance Standards and Indicators and the Circular Economy*.

Daddi, T., Iraldo, F., Frey, M., Gallo, P., & Gianfrate, V. (2016). Regional policies and eco-industrial development: The voluntary environmental certification scheme of the eco-industrial parks in Tuscany (Italy). *Journal of Cleaner Production*, 114, 62–70.

Domenech, T., Bleischwitz, R., Doranova, A., Panayotopoulos, D., & Roman, L. (2019). Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe_ typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 76–98.

Encyclopedia Britannica. (n.d.). *Manufacturing of Italy*. www.britannica.com/place/Italy/Manufacturing

Ecopal (a). N.D. *Zone Industrielle du Dunkerquios*.

Ecopal (b). N.D. *Historique*. www.ecopal.org/presentation/historique/

Erkman, S. and Van Hezik, C. (2016) *Global Assessment of Eco-Industrial Parks in Developing and Emerging Countries*. UNIDO.

- Eurostat. (2021). *Industrial production statistics Statistics Explained*. ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Industrial_production_statistics
- Finish Industrial Symbiosis System. www.industrialsymbiosis.fi/
- Fraccascia, L., Giannoccaro, I., & Albino, V. (2021). Ecosystem indicators for measuring industrial symbiosis. *Ecological Economics*, 183.
- Geng, Y., Zhang, P., Côté, R. P., & Fujita, T. (2009). Assessment of the national eco-industrial park standard for promoting industrial symbiosis in China. In *Journal of Industrial Ecology* (Vol. 13, Issue 1, pp. 15–26).
- Henriques, J., Ascenco, C., Domingues, J. and Estrela, M. (2019). *How to Create incentives for Industrial Symbiosis While Preventing and Mitigating Implementation Risks*. SCALER.
- Hoffman, A. J. (2003). Linking social systems analysis to the industrial ecology framework. *Organization and Environment*, 16(1), 66–86.
- Hong, H., & Gasparatos, A. (2020). Eco-industrial parks in china: key institutional aspects, sustainability impacts, and implementation challenges. *Journal of Cleaner Production*, 122853.
- Huang, B., Yong, G., Zhao, J., Domenech, T., Liu, Z., Chiu, S. F., McDowall, W., Bleischwitz, R., Liu, J., & Yao, Y. (2019). Review of the development of China's Eco-industrial Park standard system. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 137–144.
- Infraserv (a). N.D. *Industriepark Höchst: People, Innovation, Future*.
- Infraserv (b). N.D. *Greening our Energy and Utilities* www.industriepark-hoechst.com/en/stp/menu/powerd-by-infraserv/sustainability/
- Kim, E.J. (2017). *Greening Industrial Parks – A Case Study on South Korea's Eco-Industrial Park Program*. Global Green Growth institute.
- Kokkola Industrial Park (a). N.D. *Introduction to the Area*. www.kip.fi/en/area/introduction-to-the-area.html
- Kokkola Industrial Park (b). N.D. *History of the Park*. www.kip.fi/en/area/history.html
- Kokkola Industrial Park (c). N.D. *Kokkola Industrial Park's Association*. www.kip.fi/en/area/kip-association.html
- Lehtinen, A. and Jalava, E. *Sitra to Provide Funding for Four Circular Economy*

Training Pilot Projects Aimed at Developing New Expertise and Competitiveness, Sitra, 23/06/2021. www.sitra.fi/en/archive/?post_types=news

Lowe, E. A. (1997). Creating by-product resource exchanges: Strategies for eco-industrial parks. *Journal of Cleaner Production*, 5(1-2).

Martin, S. A., Weitz, K. A., Cushman, R. A., Sharma, A., Lindrooth, R. C., Doyle, B., (1996). *Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues*.

Oreé. (2009). *Mettre en Oeuvre une Demarche d'écologie Industrielle sur un Parc d'Activités*.

Ou, Y. (2009). *A Way Forward: An Indicator System for Eco-industrial Parks in China Originality Statement*.

Park, H.S, Rene, L.R, Choi, S.M, Chiu, A.S.F. (2008). Strategies for Sustainable Development of Industrial Park in Ulsan, South Korea – From Spontaneous Evolution to Systemic Expansion of Industrial Symbiosis, *Journal of Environmental Management*, Vol. 87, pp. 1-13.

Regione Toscana. (2010). CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELLE PRESTAZIONI AMBIENTALI DELLE AREE PRODUTTIVE ECOLOGICAMENTE ATTREZZATE (APEA). *BOLLETTINO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA – N. 1*.

Shi, H., Chertow, M. and Song, Y. (2010) Developing Country Experience with Eco Industrial Parks: A Case Study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China. *Journal of Cleaner Production*, Vol 18(3), pp. 191-199.

Shi, H., Tian, J., & Chen, L. (2012). China's Quest for Eco-Industrial Parks, Part I: History and Distinctiveness. In *Journal of Industrial Ecology* (Vol. 16, Issue 1, pp. 8-10).

Stadtplanungsamt Frankfurt Am Main. N.D. *Serveso-III-Richtlinie*. www.stadtplanungsamt-frankfurt.de/seveso_iii_richtlinie_19115.html

The World Bank Group. (2019). *Enhancing China's Regulatory Framework: Comparative Analysis of Chinese and International Green Standards*.

Thieriot, H., & Sawyer, D. (2015). Development of Eco-Efficient-industrial-parks in China. *International Institute for Sustainable Development*.

Tseng, M.-L., Negash, Y. T., Nagypál, N. C., Iranmanesh, M., & Tan, R. R. (2021). A causal eco-industrial park hierarchical transition model with qualitative information: Policy and regulatory framework leads to collaboration among firms. *Journal of Environmental Management*, 292.

UNIDO, GIZ, & World Bank Group. (2017). *An international framework for Eco-Industrial Parks*.

UNIDO, GIZ, & World Bank Group. (2021). *Eco-Industrial Parks*.

USGBC. (n.d.). *LEED in Motion: Industrial Facilities*. Retrieved October 16, 2021, from LEED in Motion: Industrial Facilities
www.usgbc.org/resources/leed-motion-industrial-facilities

Uusikartano, J., Väyrynen, H., & Aarikka-Stenroos, L. (2021). Public actors and their diverse roles in eco-industrial parks: A multiple-case study. *Journal of Cleaner Production*, 296.

Valentine, Scott Victor. (2016). Kalundborg Symbiosis: fostering progressive innovation in environmental networks. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 118, pp. 65–77.

World Bank. (2019). *Enhancing China's Regulatory Framework for Eco-Industrial Parks Comparative Analysis of Chinese and International Green Standards*.

Xiaoxi, L., Ruijun, D, and Huanzhao, Z. *A Case study of Tianjin Economic-Technological Development Area*, pp. 87–120. In Zhang, D.Z (ed). (2010) *Building Engines for Growth and Competitiveness in China: Experience with special Economic Zones and Industrial Clusters*. Washington D.C: The World Bank.

Yu, C., De Jong, M. and Dijkema, G.P.J. (2014). Process Analysis of Eco Industrial Park Development – The Case of Tianjin, China, *Journal of Cleaner Production*, Vol 64, pp. 464–477.

Yu, F., Han, F., & Cui, Z. (2015). Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China. *Journal of Cleaner Production*, 87(C), 339–347.

מקורות בעברית

אילון, א., לב-און, מ., לב-און, פ. ושפירא, נ. (2021) מערך לדיווח ורישום פליטות גזי חממה, סיכום דיווחי שנת 2019.

אסף, ד. (2014) המדריך לכלכלה ירוקה.

בארי, ס., אריאלי, ע., כהן, כ., גלדמן, א., רובין, א., בן אמיתי, ש., ציידלר, מ. ובטט, מ. (2020) היבטים תכנוניים – מטפח הנחיות לתכנון אזורי תעשייה, נובמבר 2020.

בן ארי, ח. ודולב, ש. (2021) מפת הדרכים למשק אנרגיה דל פחמן עד שנת 2050 – נוסח להתייחסות הציבור.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2020) הוצאות לשמירה על הסביבה בענפי התעשייה והחשמל, 2017.

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (לת) זיהום אוויר וגזי חממה – הגדרות והסברים.

www.cbs.gov.il/he/subjects/Pages/default.aspx

המכון הישראלי לדמוקרטיה (2019) מפת דרכים רגולטורית למשקיע – המצב הקיים והמלצות לשיפור.

המשרד להגנת הסביבה ומשרד הכלכלה והתעשייה (2014) צמיחה ירוקה www.sviva.gov.il

המשרד להגנת הסביבה (2020). מתודולוגיה למדד ההשפעה הסביבתית של חברות תעשייה ודלק.

www.gov.il/he/departments/guides/environmental_impact_index_public_industry_companies

התאחדות התעשיינים (2019) נייר עמדה – ענף המחזור בישראל.

זרוע העבודה (א). לת. אכיפת חוקי עבודה.

www.gov.il/he/departments/guides/labor-laws-enforcement

זרוע העבודה (ב). לת. דוחות פעילות שנתיים – מנהל הסדרה ואכיפה.

www.gov.il/he/Departments/DynamicCollectors/annual-activity-reports?skip=0

חתוקה, ט., בר, ר., בטט, מ., זילברדיק, י., חנני, כ., חפץ, ש., יעקובסון, מ., לוטן, ה. (2014). עיר-תעשייה. רסלינג.

חתוקה, ט, ענבר, ג, חמו-גורן, ע. וקמבו-מיינה, ד. (2019). תוכנית אסטרטגית: הגליל המזרחי כאקו-סיסטם תעשייתי.

חתוקה, ט. וויינברג, י. (2016) קווי תכנון לאזורי תעשייה

טל-ספירו, א. (15.5.2010). מרכז המחקר והמידע של הכנסת. מכתב לחבר כנסת איתן כבל.

כל זכות. ל.ת. תעסוקה וזכויות עובדים/חקיקה ונהלים www.kolzchut.org.il

לייבוויץ', א., אסף, ד., דש, ז., כץ, א. ופרי, א. (2014) מפרט לתכנון אזורי תעשייה ברי קיימא.

מאגרי המידע הממשלתיים (14/08/2022). מבנים בבנייה ירוקה - בהתאם לתקן 5281.

data.gov.il/dataset/greenbuildings/resource/7f467a30-58cd-44b5-86fo-d570cc7d25ad

מאגרי המידע הממשלתיים (13/08/2022). רשימת אזורי תעשייה.

data.gov.il/dataset/industrial-zones-info

מאגרי המידע הממשלתיים (29/11/2021). מפל"ס - נתונים רב שנתיים.

data.gov.il/dataset/maflasmultiannual

משרד המשפטים (19/04/2021). תזכיר חוק האקלים, התשפ"א - 2021.

www.tazkirim.gov.il

משרד ראש הממשלה (10/04/2016). תכנית לאומית ליישום היעדים להפחתת פליטות גזי

חממה ולהתייעלות אנרגטית. www.gov.il/he/departments/policies/2016_des1403

נפתלי, י. (2021) הזדמנויות לתעשייה בכלכלה מעגלית.

ענבר, ג. (2020) אורבנולוגיה. הצורך בגיוון והרחבת ייעודי קרקע תעשייתיים.

urbanologia.tau.ac.il

פרואקטור, ג., קמרה, ר. ושכטר, א. (2021) הפחתת פליטות גזי חמצן בישראל, דוח מעקב שנתי

אחר יישום התוכנית והיעדים הלאומיים להפחתת פליטות גזי חמצן ומחויבות ישראל לאמנת

האקלים.

ראיונות

איילון ליאור, IQC

אמר גיל, נבון רותם, אינטל חיפה

גדג' עתניאל, מומחה לקיימות בתעשייה, 10.8.2021

גלברט נעמי, יועצת בנייה ירוקה

גלדמן איילה, המשרד להגנת הסביבה

יונסי איציק, מנהל תחום הנדסה, משרד האנרגיה

יחזקאלי איתי, מנהלת השקעות, משרד הכלכלה והתעשייה

מרמור עמית, מפעל "נשר"

ניר חסון, פארק תעשיות נאות חובב

נפתלי ימית, מכון ירושלים למחקרי מדיניות

סובול אליאנא, אגף איכות הסביבה, עיריית פתח תקווה

קול דורון, המרכז להתייעלות במשאבים

ריבקין אריק, מנהל תעשיות, משרד הכלכלה והתעשייה

שלהב אורי, המשרד להגנת הסביבה

שר שלום יוסי, פארק התעשיות נ.ע.מ.

אתרי אינטרנט של מקרי בוחן ותוכניות שנסקרו

המרכז להתייעלות במשאבים

www.rec.co.il

פרויקט הסימביוזה התעשייתית

www.israelmm.org.il

אזור התעשייה קלדנבורג, דנמרק

www.symbiosis.dk/en

TEDA – Tianjin Economic – Technological Development Area

invest.teda.gov.cn

ECOPAL

www.ecopal.org/presentation/historique

KOKKOLA

www.kip.fi/en/area/kip-association.html

HOECHST

www.industriepark-hoechst.com/en

KICOX

www.kicox.or.kr/index.do