

# המרכז להתייעלות במשאבים



פרסום שנתי  
אפריל 2021

המשרד להגנת הסביבה



الوزارة لحماية البيئة  
Israel Ministry of Environmental Protection



משרד הכלכלה והתעשייה  
מינהל תעשיות

המרכז הוקם  
ביוזמה  
ובמימון של:

## סיכום שנת 2020

### כלכלה מעגלית בתעשייה היצרנית



מופעל ע"י  
מכון יעיל,  
חברת בת של:

## המרכז להתייעלות במשאבים | פרסום שנתי

### סיכום שנת 2020

### כלכלה מעגלית בתעשייה היצרנית

## תוכן העניינים



### 2..... סיכום פעילות המרכז להתייעלות במשאבים בשנת 2020

- 2..... דברי פתיחה וברכות
- 1..... 1. מבוא
- 2..... 2. שנת פעילות ראשונה
- 3..... 3. צוות
- 4..... 4. מערך הייעוץ
- 4.1..... 4.1. סל השירותים
- 4.2..... 4.2. מאגר היועצים
- 4.3..... 4.3. נתוני פעילות בשנת 2020
- 4.4..... 4.4. הקצאת תקציב לתהליכי ייעוץ
- 4.5..... 4.5. מדדי אימפקט | פוטנציאל הפחתה מצטבר כתוצאה מתהליכי הייעוץ
- 4.6..... 4.6. פעילות לקידום יעדי פיתוח בר קיימא (SDGs)

### 11..... מקרי בוחן

- 12..... מקרה בוחן מס' 1 | מדיטק
- 14..... מקרה בוחן מס' 2 | יד מרדכי
- 16..... מקרה בוחן מס' 3 | אורלייט
- 18..... מקרה בוחן מס' 4 | עטיפית
- 20..... מקרה בוחן מס' 5 | איתנ'ס
- 22..... מקרה בוחן מס' 6 | ימאתון

### 24..... כלכלה מעגלית בתעשייה היצרנית בישראל

- 25..... כלכלה מעגלית בתעשייה היצרנית בישראל
- 26..... הזדמנויות לתעשייה בכלכלה מעגלית
- 27..... מודלים עסקיים מעגליים בחברות בעולם
- 28..... כלכלה מעגלית בסקטור הבנייה
- 30..... הזדמנויות להטמעת כלכלה מעגלית בטיפול בפסולת הפלסטיק בחקלאות
- 31..... כלכלה מעגלית בתעשיית המזון
- 33..... כלכלה מעגלית בתחום הכימיה בתעשייה | מודל TBC
- 34..... כלכלה מעגלית באריזות

# סיכום פעילות המרכז להתייעלות במשאבים בשנת 2020

## ברכת יו"ר הדירקטוריון



בתום שנת הפעילות הראשונה של ה"מרכז להתייעלות במשאבים" – "יעיל", ניתן להסיק כי קיים הצורך בגוף כמו שלנו בתעשייה. מפעלים בסקטורים שונים רצו להתייעל בשימוש במשאבי המים, האנרגיה וחומרי הגלם שלהם ופנו למרכז לקבלת הייעוץ והסיוע הנדרש. בשנה האחרונה הגענו לכ-60 מפעלים והמלצנו על פרויקטים אשר יביאו להפחתת העלויות הכלכליות של המפעלים יחד עם הפחתת ההשפעות הסביבתיות שלהם.

השנה נמשיך ונציע לתעשייה לאמץ כלים של כלכלה מעגלית ונגדיל את מאגר הידע בתחום זה. נשיק יחד עם מכון ירושלים למחקרי מדיניות וחברת Carbon Trust פרויקט משותף אשר יביא את המומחיות בתחום מהאיחוד האירופי לישראל. נקים פיילוט בישראל להטמעת מודלים לכלכלה מעגלית אשר יביאו להתייעלות כלכלית והתנהלות סביבתית משופרת במפעלים ונפתח את מרכז הידע באמצעות פרסום כלים מקצועיים וביצוע הכשרות ווובינרים ממוקדים לסוכני שינוי בתעשייה.

אני גאה בעבודה של המרכז בשנה הקשה הזאת של מגפת הקורונה, במסירות ובמקצועיות של צוות המרכז ויועציו שהמשיכו לעבוד בזמן המשבר, ושמחה על הצלחתנו לסייע לתעשייה שבחרה להשתמש בשירותינו, להתייעל. תודה מיוחדת מגיעה לצוותים שמלווים אותנו מטעם משרד הכלכלה, המשרד להגנת הסביבה ומשרד האוצר שהאמינו ביכולתנו להמשיך ולעבוד בזמן הקורונה ולא חסכו מאמץ, עזרה ותמיכה, ותודה נוספת גם להסתדרות הציונית העולמית, שהמרכז להתייעלות במשאבים – יעיל הוא חברת הבת שלה, על שהאמינה בנו וביכולתנו לקדם את התעשייה בישראל.

מטרתנו היא להמשיך לעזור לפתח גישה חכמה ויעילה יותר במפעלים, לעבוד בכל רחבי הארץ ובכל סוגי התעשיות היצרניות בישראל ולקדם תעשייה יעילה עם פריון גבוה המתנהלת ללא פגיעה בסביבה.

בברכה,

ד"ר מיקי הרן

יו"ר דירקטוריון מכון יעיל – המרכז להתייעלות במשאבים

## פתח דבר | מנכ"לית המרכז להתייעלות במשאבים



סיימנו עתה את שנת הפעילות הראשונה של המרכז, שנה אשר הוכיחה מעל צל של ספק כי **ההתייעלות היא צו השעה הן עבור מפעלים אשר רוצים להמשיך ולהתחרות בשווקים הגלובאליים והן למפעלים המייצרים לשוק המקומי**. הוכחנו כי התייעלות כלכלית וסביבתית הולכות יחדיו, ובכך מגדילות את פריון המפעל תוך הפחתת המדרך הסביבתית שלו.

בפרסום שלפניכם מוצגים תוצרים ראשונים של תהליכי הייעוץ במפעלים החלוצים אשר פנו לקבלת סיוע המרכז. **אני קוראת לכל מפעל בישראל לפנות אלינו ולמפות את הפוטנציאל הקיים בו להתייעלות כלכלית וסביבתית**. הקמנו עבורכם מערך של מהנדסים איכותי ומנוסה אשר ילווה אתכם לכל אורך התהליך. גיבשנו והכשרנו מאגר יועצים ממגוון תחומים והתמחויות, כולל ספקים טכנולוגיים. נמשיך ונעשה את כל הדרוש כדי לקדם את התעשייה הישראלית לרמות היעילות הנהוגות באירופה, על מנת שהתעשייה כחול-לבן תוכל להתחרות עם שווקים אלו.

**אני רוצה להודות: לצוות** המסור והמנוסה של המרכז אשר רתום יום ליום לסייע וללוות את המפעלים עד ליישום פרויקטי הייעול; **ליועצים** במאגר היועצים שלנו אשר פועלים לאתר את מקורות הבזבז ולגבש תוכניות יעול פרקטיות; **למפעלים** אשר שיתפו אותנו בשקיפות לגבי אתגריהם, ובפרסום זה אף שיתפו מפעלים נוספים בידע שלהם; **לדירקטוריון** מכון יעיל, הנותנים מניסיונם העשיר כתעשיינים בדימוס, מדענים, כלכלנים בכירים ואישי ציבור; **לבעלי המניות**, ההסתדרות הציונית העולמית, על האמונה בנו ושותפות הדרך בסיוע לתעשייה בישראל להמשיך ולייצר מקומות תעסוקה ברחבי הארץ ובפריפריה בפרט; **לצוות הבינמשרדי**, על החזון והחתימה המתמדת למטרה המשותפת: **תעשייה ישראלית יעילה במשאבים!**

לשירותכם,

עדי דישון

מנכ"לית המרכז להתייעלות במשאבים

## נציגי הצוות המנהל



### דבר משרד הכלכלה והתעשייה

המרכז להתייעלות במשאבים הוקם ע"י מינהל תעשיות במשרד הכלכלה והתעשייה, יחד עם המשרד להגנת הסביבה, בכדי לסייע לתעשייה להיערך לאתגרים השונים הניצבים בפניה. האתגרים המרכזיים הם קידום השקעות שנכונות למפעל מבחינת פריון וחדשנות וכן לשיפור ההשפעה הסביבתית בשפכים, פליטות, פסולת ועוד. למעשה, **השילוב בין כלכלה לסביבה מאפשר Win-Win**; היבטים שיכולים להשלים אחד את השני ולא לבוא אחד על חשבון השני. המגמות בשנים האחרונות, המחייבות השקעות סביבתיות וקידום כלכלה מעגלית, מאפשרות כר נרחב לחדשנות, שיפור הפריון וקידום התעשייה והמשק.

התחלנו את פעילות המרכז עם יעד "שאפטי", לפיו יותר מ-20 מפעלים יקבלו סיוע בשנת הפעילות הראשונה. אבל כחודש לאחר תחילת הפעילות של המרכז, פרץ משבר הקורונה והעולם שבתוכו המרכז פועל השתנה. המשרד חידד עבור התעשייה הישראלית את הצורך הדחוף בהתייעלות, ויצר עליה משמעותית בביקוש לסיוע שהמרכז יודע לספק. בהתאם לכך, הגדלנו את תקציב הסיוע והצלחנו **לסייע בפועל ליותר מ-60 מפעלים, פי 3 מהתוכנית המקורית.**

לקראת שנת הפעילות השנייה אנו צופים כי הביקוש לשירותים של המרכז רק ימשיך לצמוח, בעקבות סיפורי ההצלחה שנצברו בשנת הפעילות הראשונה, אשר חלקם מפורטים בהמשך. בנוסף, המרכז יכוון השנה זקוק על כלכלה מעגלית ויסייע להנגיש לתעשייה פרקטיקות של **כלכלה מעגלית** – באמצעות פרסומים, וובינרים וסדנאות ויעוץ פרטני למפעלים. בכך המרכז מהווה נדבך חשוב בתוכנית הלאומית לכלכלה מעגלית שאנו מקדמים.

התעשייה הישראלית היא הכוח המניע את הכלכלה הישראלית, ולכן אנו פועלים להעניק לה את הכלים הדרושים בכדי להמשיך ולהתחרות, להצטיין ולהוביל בטכנולוגיות פורצות דרך.

עוז כ"ץ

מנהל מינהל תעשיות  
משרד הכלכלה והתעשייה

### דבר המשרד להגנת הסביבה

המשרד להגנת הסביבה נוקט מדיניות של עידוד התייעלות במשאבים והפחתה במקור בתעשייה ובעסקים.

הפחתה במקור היא הפחתה של כמות המזהמים או הפסולת המיוצרים ונפליטים, או של צריכת מים, אנרגיה, חומרי גלם או חומרי עזר. הפחתה במקור נעשית בעיקר באמצעות שינוי בתהליך או השבה של חומרים לתהליך – ולא באמצעות העברת הפליטה של חומרים מזהמים או פסולת ממרכיב סביבה אחד למשנהו. מדיניות זו מיושמת במגוון הליכי רישוי סביבתי, בתקינה ובנהלים שונים.

**החשיבות של התייעלות במשאבים והפחתה במקור ניכרת במיוחד לאור העובדה כי חומרי גלם הם גורם העלות העיקרי בתחום הייצור עם יותר מ-40% מהעלות, כאשר עלויות כוח האדם מגיעות לכ-20% בלבד.** כלומר התייעלות במשאבים היא פעולה של win-win, המביאה תועלת לתעשייה ולסביבה גם יחד.

אולם, לשם עמידה בדרישות הסביבתיות, מרבית העסקים מקימים מתקנים לטיפול בפליטות ב"קצה צינור" דוגמת מתקני טיפול בשפכי תעשייה, מתקנים לטיפול בגזי הפליטה וכדומה. זאת למרות שעמידה בדרישות באמצעים של התייעלות והפחתה במקור עדיפה סביבתית וכלכלית, כאמור.

אחת הסיבות המרכזיות לכשל שוק זה היא חוסר הוודאות של תהליכי התייעלות במשאבים בהשוואה לטיפול "קצה צינור" שהינו בדרך כלל מוצר מדף מוכר.

כדי להתמודד עם כשל שוק זה נקט המשרד להגנת הסביבה במגוון פעולות, ובהן פרסום נוהל לטיפול בבקשות רישוי הכוללות התייעלות במשאבים, בכדי להגביר את וודאות העסקים בתהליך.

בנוסף, הקים המשרד להגנת הסביבה יחד עם משרדי הכלכלה והאוצר את המרכז להתייעלות במשאבים, המסכם בדוח זה את שנת פעילותו הראשונה.

כפי שמפורט בדוח, המרכז הצליח בשנה מאתגרת זו לפעול בצורה מקיפה במגוון רחב של תעשיות, ולקדם בכך את המודעות לפוטנציאל התייעלות במשאבים ויישומה בפועל.

נאחל לצוות המרכז המשך הצלחה בפעילותם החשובה.

שולי נזר  
סמנכ"לית בכירה  
לתעשיות ורישוי עסקים

גלית כהן  
סמנכ"לית בכירה  
לתכנון מדיניות ואסטרטגיה

## 1. מבוא



**המרכז להתייעלות במשאבים** פועל כדי לייצר ערך בתעשייה היצרנית בישראל על ידי הגברת התחרותיות והרווחיות של המפעלים, תוך הפחתת השפעות סביבתיות במקור, יעול תהליכים ושימוש במשאבים.

כפי שמעיד שמו, המרכז מקדם התייעלות במשאבים במפעלים, כולל הפחתת השימוש בחומרי גלם, במים ובאנרגיה; וכתוצאה מכך מאפשר להם להפחית הוצאות, להגדיל הכנסות ולצמצם השפעות סביבתיות. באמצעות פעילות זאת, בכוונת המרכז להביא להגדלת פריון העבודה בתעשייה הישראלית.

האתגר המרכזי שעולה בעבודה עם המפעלים הוא העדר ממשק בין גורמים שונים המטפלים במגוון הנושאים בשטח המפעל. מחד, אנשי התפעול ממוקדים בתהליך הייצור ולא מכניסים למערך השיקולים שלהם את ההשלכות הסביבתיות הנובעות ממנו, הכוללות זיהום אוויר, פסולת, מים ושימוש בחומרי גלם. מאידך, אנשי הסביבה לא נכנסים אל קו הייצור ולא מעורבים בתהליכי הייצור, שבסופו של דבר מייצרים זיהומים ופסולת. כתוצאה מכך, 87% מההשקעה הסביבתית בתעשייה מושקעת בפתרונות קצה.

**בעזרת "מודל הכספת" של המרכז להתייעלות במשאבים, אנו מגדירים את הקשרים בין התהליכים בשלבי ייצור שונים ומבצעים את האינטגרציה הנדרשת בעבודת הגורמים השונים בתוך המפעלים, למטרת התייעלות כלכלית-סביבתית.**

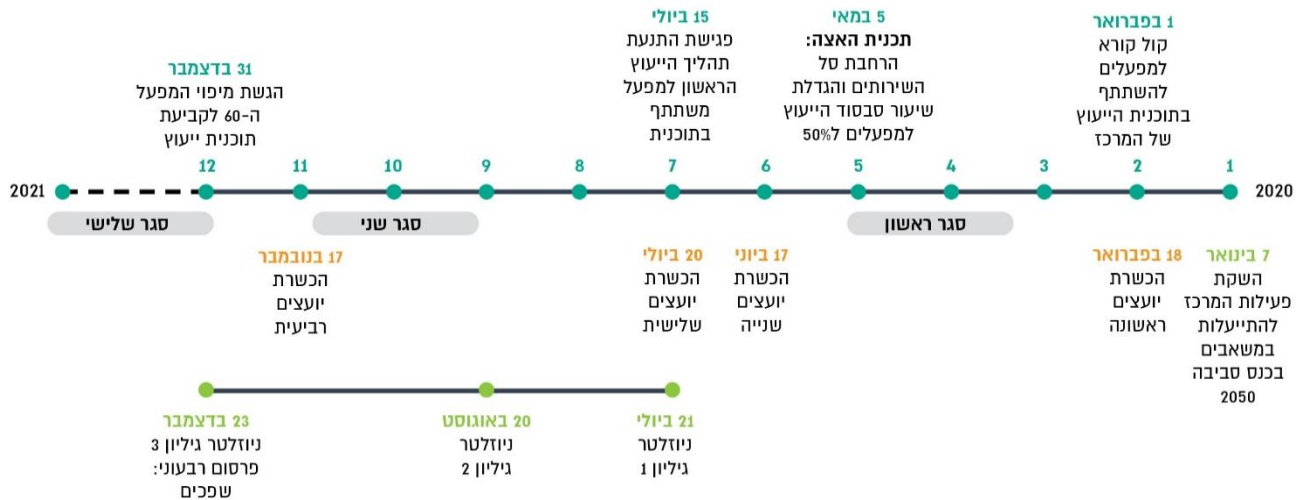
המרכז להתייעלות במשאבים פועל באמצעות **מערך הייעוץ**, אשר כולל מהנדסים בכירים המנהלים את תוכניות הייעוץ ומאגרי יועצים מומחים. פעילות הייעוץ שלנו מסייעת למפעלים לקדם פתרונות הפחתה במקור, בעזרת **מענקים בשיעור 50% עד 70% מעלות דמי הייעוץ למפעל**. אנו מתאימים לכל מפעל את היועצים אשר ייצרו את האינטגרציה היעילה ביותר בין הסוגיות הכלכליות-סביבתיות הרלוונטיות לפעילותו. בסופו של דבר, התוצאה היא מפעל אשר מקטין את המדרך הסביבתי שלו ונדב בדד מתייעל כלכלית, שילוב שתוצאתו עלייה בפריון העבודה במפעלים.

בנוסף למערך הייעוץ, אשר פעילותו ממוקדת בתהליכים ייעודיים הנתפרים למידת כל אחד מהמפעלים שפונים אלינו, **מרכז הידע** של המרכז להתייעלות במשאבים שואף לחשיפה רוחבית שתקדם את הידע בתעשייה בנושאי התייעלות כלכלית-סביבתית. המרכז מזהה את פערי הידע הקיימים בתחומים אלה, אוסף מידע בתחום מישראל ומהעולם, ומנגיש אותו באופן ברור לתעשייה, בעזרת פרסומים, כלים פרקטיים, וובינרים, הכשרות מעשיות ושיתופי פעולה עם גורמים מקבילים.

כך סוגר המרכז להתייעלות במשאבים את פערי האינטגרציה במפעל מחד ואת פערי הידע מאידך, ומוכיח שניתן להתייעל כלכלית וסביבתית באופן משולב ולייצר תעשייה חכמה, יעילה וירוקה יותר.

**בשנת 2020 סיפק המרכז להתייעלות במשאבים תהליכי ייעוץ ל-56 מפעלים במגוון סקטורים תעשייתיים**, בהם פלסטיק, מתכת, טקסטיל, מזון, כימיקלים ועוד. בפרסום זה אנו מציגים מספר נתונים לסיכום שנת הפעילות הראשונה. בהמשך תוכלו לעיין ב-**6 מקרי בוחן**. כל אחד ממסמכים אלה סוקר תהליך ייעוץ שכבר הסתיים באחד המפעלים, ומתמצת את התובנות המרכזיות – ואת נתוני ההתייעלות הפוטנציאלית – שעולים ממנו. בחלקו האחרון של המסמך מוצגת סקירה מקצועית רוחבית של עקרונות ליישום כלכלה מעגלית בסקטורים שונים בתעשייה היצרנית בישראל ובכלל.

## 2. שנת פעילות ראשונה



פעילות המרכז להתייעלות במשאבים הושקה במושב מיוחד בכנס "סביבה 2050" בינואר 2020.

בפברואר יצא קול קורא למפעלי תעשייה בישראל, המזמין אותם להגיש מועמדות להשתתף בתהליך ייעוץ מסובסד, במסגרת פעילות מערך הייעוץ של המרכז להתייעלות במשאבים.

עקב פרוץ משבר הקורונה, החל ממאי הוחלט על הרחבת סל השירותים של המרכז להתייעלות במשאבים, והוספת התייחסות להתייעלות במערך הייצור, המלאי ושרשרת האספקה בין נושאי הייעוץ אותם מעניק המרכז. כמו כן הוגדל שיעור הסבסוד למפעלים מקבלי הייעוץ, והוא עומד על 50%-70% מעלות הייעוץ, בשווי של בין 40-90 אלף ₪ למפעל.

באמצע יולי התקיימה פגישה ראשונה במפעל המשתתף בתוכנית הייעוץ של המרכז, להתניע את תהליך הייעוץ להתייעלות במשאבים. עד סוף השנה (31 בדצמבר), הושלמו 60 תהליכי מיפוי במפעלים, לניתוח ראשוני לפיו נקבעת תוכנית הייעוץ ומשובצים היועצים המומחים המתאימים, מתוך מאגר היועצים של המרכז להתייעלות במשאבים.

**מאגר היועצים** כולל מומחים בנושאי התמחות שונים. המרכז להתייעלות במשאבים מקיים הכשרות ייעודיות ליועצים הכלולים במאגר, להיכרות עם המתודולוגיה של המרכז להתייעלות במשאבים. במהלך שנת 2020 התקיימו ארבעה סבבים של הכשרות, בהם השתתפו עשרות יועצים ממיטב חברות הייעוץ המקצועיות בישראל (כמפורט להלן): בחודשים פברואר, יוני, יולי ודצמבר.

בשנת הפעילות הראשונה, ובעיקר בעקבות משבר הקורונה, התמקדה פעילות המרכז בפעילות מערך הייעוץ ובניית תשתית לקראת העמקת פעילות מרכז הידע ופרסום נרחב של מידע בשנים הבאות. במהלך השנה פורסמו שלושה גיליונות של ניוזלטר: עלוני מידע של המרכז המעדכנים על פעילות שוטפת, ונותנים מידע מקצועי בנושאים נקודתיים, טיפים להתייעלות מהשטח והצצה למקרי בוחן של פעילות הייעוץ במפעלים. [הגיליון הראשון](#) פורסם ב-21 ביולי; [הגיליון השני](#) פורסם ב-20 באוגוסט; [הגיליון השלישי](#) פורסם ב-23 בדצמבר, וצורף אליו [פרסום רבעוני](#) המעמיק בנושא מקצועי: [התייעלות במשאבים בשפכי תעשייה ופסולת מסוכנת נוזלית](#). כל הפרסומים זמינים [באתר המרכז להתייעלות במשאבים](#).

### 3. צוות



פעילות המרכז להתייעלות במשאבים מנוהלת על ידי שישה חברי צוות: מנכ"לית, שלושה מהנדסים בכירים, מנהל כספים ומנהל מרכז הידע:

#### עדי דישון

מנכ"ל

עדי עוסקת בתחום איכות הסביבה בתעשייה מזה 20 שנה. היא החלה את דרכה באשכול תעשיות במשרד להגנ"ס, ב-2003 ייסדה כיזמית יחידה את חברת הייעוץ EcoTraders המתמחה בייעוץ סביבתי. לאחר כעשור כמנכ"לית החברה, עברה לנהל את מרכז ויץ לפיתוח בר קיימא וניתבה את דרכו לתחומי הקיימות והסביבה. בניהולה של עדי, יישם מרכז ויץ את הפיילוט הראשון בישראל בתחום התייעלות במשאבים בתעשייה במימון האיחוד האירופאי. עדי היא מוסמכת האוניברסיטה העברית בניהול טכנולוגי ובעלת תואר ראשון במדעי הסביבה מטעם העברית.



#### שלום בן אבו

מנהל כספים

שלום מגיע מתחום הפיננסים וההשקעות, והוא מנהל את מערך התשלומים והכספים במרכז. הוא בעל ניסיון בבנייה, ניהול ובקרה של תקציבים, תוכניות עבודה, תחזיות ותזרימי מזומנים. לשלום תואר ראשון (BSc) בכלכלת סביבה וניהול מהאוניברסיטה העברית.



#### אורן נדיר

מהנדס בכיר

אורן ביצע שורה של תפקידים בתעשייה הביוכימית במפרץ חיפה, בהם מהנדס תהליך, מהנדס ייצור ומנהל מתקן. הוא עבד בחברת הייעוץ לודן טכנולוגיות סביבה כמנהל פרויקטים וייעוץ סביבתי. מכיר לעומק את האתגרים הניצבים בפני רצפת הייצור ואת מכלול האתגרים הסביבתיים במפעל. אורן בעל תואר בהנדסת מזון וביוטכנולוגיה מהטכניון.



#### יהונתן קאמי

מהנדס בכיר

יהונתן הוא מהנדס תעשייה וניהול בעל ניסיון נרחב בעולם המצוינות התפעולית כמוביל פנים ארגוני וכיועץ מחברת הייעוץ Lean-Agile Israel. בעברו עמד בראש טרנספורמציות ארגוניות, ניהל פרויקטים מורכבים במגוון רב של סקטורים, הוביל צוותים רוחביים לשיפור תהליכים, וסייע לארגונים לפרוץ גבולות ולשבור שיאים בדרך למצוינות. בעל B.Sc בהנדסת תעשייה וניהול ו-MBA בניהול ואסטרטגיה בינלאומית.



#### דורון קול

מנהל מרכז הידע

דורון הוא כלכלן סביבה בעל ניסיון בתכנון מדיניות כלכלית-סביבתית ובמחקר. התמחה באגף הכלכלנית הראשית במשרד האוצר כעמית מרכז מילקן, שם ביצע מחקר מדיניות יישומי; ועבד במשרד להגנת הסביבה כמרכז התחום הכלכלי בתחום הבנייה הירוקה. הוא בעל תואר ראשון בפילוסופיה, כלכלה ומדעי המדינה מהאוניברסיטה העברית ותואר שני בכלכלת סביבה ושינוי אקלים מאוניברסיטת London School of Economics (LSE).



#### אבישי שפר

מהנדס בכיר

אבישי הוא מהנדס תעשייה וניהול, מתמחה בהובלת תהליכי שיפור שיטות ותהליכי עבודה אצל הלקוח, משלב האבחון ועד ליישום מלא. הוא בעל ניסיון רב בהובלת תהליכי התייעלות וחסכון במשאבים, ובניהול והובלה של פרויקטים חוצי ארגון במגוון מגזרים ותעשיות. בעל תואר B.Sc בהנדסת תעשייה וניהול ותואר B.A בכלכלה וניהול.



## 4. מערך הייעוץ

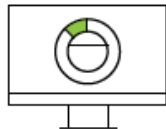


באמצעות מערך הייעוץ מקדם המרכז להתייעלות במשאבים פעילות מעשית להתייעלות במפעלים ברחבי הארץ, בסקטורים תעשייתיים שונים. מפעלים מוזמנים להגיש מועמדות להשתתפות בפעילות מערך הייעוץ, וצוות המרכז בוחן את התאמתם לקבלת תוכנית ייעוץ מסובסדת. מנהלי התיקים מבקרים במפעלים, ומבצעים בהם מיפוי לאיתור פוטנציאל התייעלות. מנהלי התיקים ממשיכים לנהל את המכלול הייעוצי: בהתאם לתוצאות המיפוי נבנית לכל מפעל תוכנית התייעלות ומאוחר יועץ מומחה מתאים לצרכי המפעל.

### 4.1 סל השירותים



המרכז להתייעלות במשאבים מציע למפעלים תהליך ייעוץ המתייחס למגוון נושאים. בעקבות משבר הקורונה והאתגרים הייחודיים שהשית על המפעלים, הוסיף המרכז לסט הכלים שהוא מציע גם התייחסות לתכנון שרשרת האספקה ותכנון מלאי במצבי חוסר ודאות, ולהתייעלות במערך הייצור. אלה תחומי הפעילות אליהם מתייחסות תוכניות הייעוץ להתייעלות במפעלים:



תכנון רמות מלאי מותאמות  
למצב של חוסר וודאות



התייעלות במערך הייצור



תכנון מחדש של שרשרת  
האספקה במצב של חוסר וודאות



חשבונאות זרימת חומר מול עלות  
(MFC-A-Material Flow  
Cost Accounting)



הגברת הפיריון



טכנולוגיות נקיות להפחתה במקור  
(להבדיל מפתרונות קצה הדורשים  
השקעות רבות)



הפניה למענקים ממשלתיים נוספים  
להטמעת תוכנית הייעוץ



ייצור מתקדם Industry 4.0



התייעלות אנרגטית



## 4.2. מאגר היועצים



היועצים המומחים בתוכניות הייעוץ למפעלים נבחרים מתוך מאגר יועצים חיצוניים שנבנה במרכז להתייעלות במשאבים, על פי מספר קטגוריות והתמחויות. המאגר כולל יועצים מומחים בתחומי תעשייה וניהול, אנרגיה וסביבה. היועצים הם בעלי ניסיון מוכח בתחומי מומחיותם, והם עוברים הכשרה להכרה מעמיקה עם מתודולוגיית הניהול של המרכז להתייעלות במשאבים. כמו כן מקיים המרכז הכשרות והעשרות בנושאים מקצועיים שונים, חלקן מיועדות ליועצים המומחים וחלקן פתוחות לציבור.

אלה חברות הייעוץ המציעות שירותי ייעוץ למפעלים במסגרת מאגר המומחים:

### יועצים מומחים בהנדסת תעשייה וניהול:



#### יועצים עצמאיים:

אלון הראל  
כפיר ונונו | Valor  
שלום נטל



### יועצים מומחים באנרגיה:



### יועצים מומחים בסביבה:

#### יועצת עצמאית:

עדי בן דוד



### יועצים מומחים בטכנולוגיה:

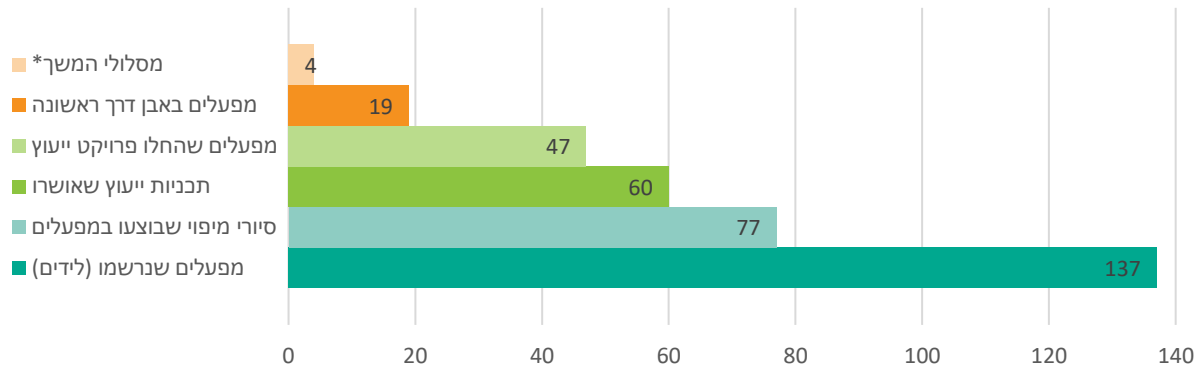


\*\* יועצים וחברות ייעוץ המעוניינים להצטרף למאגר המומחים, מוזמנים ליצור קשר עם המרכז להתייעלות במשאבים באמצעות הטופס [בקישור זה](#).

## 4.3 נתוני פעילות בשנת 2020

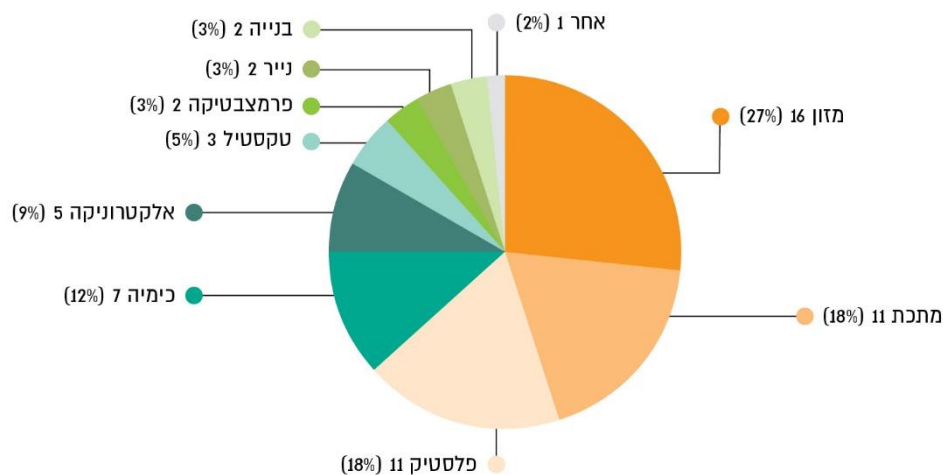


### 4.3.1 מספר מפעלים שקיבלו שירות מהמרכז להתייעלות במשאבים (נכון ל-31.12.2020)



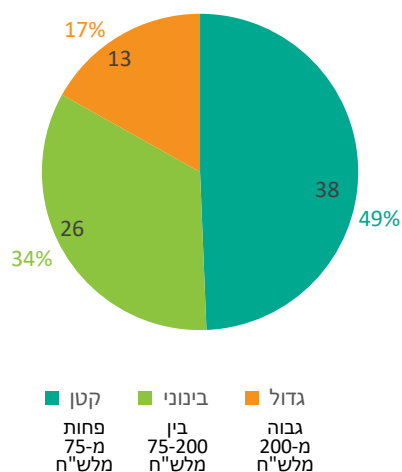
\* מסלולי המשך: מפעלים שהופנו ע"י הייעוץ של המרכז להתייעלות במשאבים למסלולי סיוע של רשות החדשנות/רשות ההשקעות וקיבלו סיוע נוסף.

### 4.3.2 מפעלים שעברו מיפוי לקראת ייעוץ | לפי סקטור (נכון ל-31.12.2020)

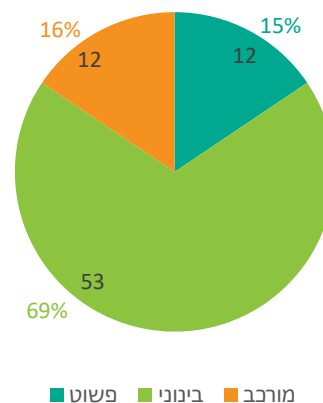


### 4.3.3 מפעלים שהתקיימו בהם סיורים (נכון ל-31.12.2020)

#### 4.3.3.2 לפי גודל (מחזור כספים)



#### 4.3.3.1 לפי מורכבות סביבתית\*



\* מורכבות סביבתית: תלוי תנאים סביבתיים ברישיון העסק

#### 4.4 הקצאת תקציב לתהליכי ייעוץ



בעת השקת המרכז להתייעלות במשאבים, **תוקצב מערך הייעוץ של המרכז בשנת 2020 ב-600,000 ₪**, שיועדו לתהליכי ייעוץ בעשרה מפעלים.

כזכור, בחודשים הראשונים של השנה פרץ משבר הקורונה, והשפיע משמעותית על פעילות המשק העולמי והישראלי בכלל ועל התעשייה בפרט. בעקבות המשבר ועל מנת להקל על ההתמודדות עם האתגרים שהוא מציב בפני התעשייה, הרחיב המרכז את סל השירותים שהוא מציע למפעלים ואת תקציב מערך הייעוץ. **כ-1.1 מלש"ח הוקצו למיפוי של 60 מפעלים ברחבי הארץ**, תקציב אשר נוצל במלואו. בעקבות מיפוי המפעלים, גם חלק מתקציב הייעוץ לשנת 2021, אשר עומד על סך 3.1 מלש"ח, שוריון עבור מפעלים שפנו לקבל את שירותי הייעוץ של המרכז להתייעלות במשאבים.

#### 4.5 מדדי אימפקט | פוטנציאל הפחתה מצטבר כתוצאה מתהליכי הייעוץ



2020	מדדים סביבתיים (בשנה)	2020	מדד כלכלי (₪ בשנה)
12,133.33 טון	חיסכון בחמ"ג	29,689,614 ₪	חיסכון בחומר גלם (חמ"ג)
1,723.52 שעט"ן	חיסכון באנרגיה	3,925,000 ₪	חיסכון באנרגיה
37,800 מ"ק	חיסכון במים	647,848 ₪	חיסכון במים
3,844 טון גז"ח	חיסכון בפליטות גז"ח	291,497 ₪	חיסכון בהטמנה

#### 4.6 פעילות לקידום יעדי פיתוח בר קיימא (SDGs)



בתהליכי היעוץ אותם מספק המרכז להתייעלות במשאבים למפעלים, אנו מקדמים התייעלות וחיסכון במשאבים רבים, כלכליים וסביבתיים. בדרך זו מקדמת למעשה עבודת המרכז להתייעלות במשאבים באופן ישיר ארבעה מתוך 17 היעדים לפיתוח בר-קיימא של האו"ם (Sustainable Development Goals – SDGs).

היעדים האמורים הם: התמודדות עם משבר האקלים (יעד 13), עבודה מהוגנת, תעשייה, חדשנות ותשתיות (יעדים 8 ו-9), ומעבר לייצור וצריכה אחראיים (12). במקרי הבוחן להלן מוצגות דוגמאות לפעילות המקדמת יעדים אלה.





המרכז  
להתייעלות  
במשאבים

המשרד להגנת הסביבה



الوزارة لحماية البيئة  
Israel Ministry of Environmental Protection



משרד הכלכלה והתעשייה  
מינהל תעשיות

המרכז הוקם  
ביזמה  
ובמימון של:

שונים. כל מקרה בוחן מציג בקצרה את המפעל והאתגרים המרכזיים איתם התמודד, את הצעות היעול של היועצים המומחים ואת פוטנציאל ההתייעלות הגלום בהן עבור המפעל, לחיסכון כלכלי והפחתת השפעות סביבתיות.

אנו גאים להציג 6 מקרי בוחן, המדגימים את קידום ההלכה למעשה: כל אחד ממסמכים אלה סוקר תהליך ייעוץ שהסתיים באחד המפעלים, ומתמצת את התובנות המרכזיות – ואת נתוני ההתייעלות הפוטנציאלית – שעולים ממנו. מדובר על מגוון מפעלים בגדלים, סקטורים תעשייתיים, ומיקומים גיאוגרפיים

## מקרי בוחן



מופעל ע"י  
מכון יעיל,  
חברת בת של:

## מס' 1 מקרה בוחן

סקטור • כימיה

סם און (מדיטק) היא חברת פארמה שהוקמה ע"י משפחת זולוטריוב בשנת 1947, ומנוהלת כיום ע"י בני הדור השלישי במשפחה. **מוצרים:** תרופות, אביזרים רפואיים ותוספי תזונה. המפעל מייצר טבליות, סירופים ונרות. **עובדים קבועים:** כ-100;



בריאות מתקדמת אליך

סם און (מדיטק) בע"מ

שווי המענק הממשלתי: 115,500 ₪

## תועלות צפויות



שיפור של

60% במדד שיפור תפעולי



הפחתת פליטות של

353 טון גזי חממה בשנה



חיסכון של

530,000 ₪ בשנה

"כמנהל אחת מחברות הייעוץ המובילות בישראל בתחום שרשרת האספקה והרכש, שמחננו להיחשף למתודולוגיות חדשות מעולם הייעוץ בליווי המרכז להתייעלות במשאבים, המשקללות מדדים סביבתיים ותפעוליים ומאפשרות לספק ללקוח ערך מוסף בקבלת החלטות ויישום המלצותינו."

אריה בן שמואלי, מנכ"ל משיק בע"מ

מפעל מדיטק התמודד עם צריכת אנרגיה גבוהה, אתגרים בממשקים בין מחלקות בתהליך הייצור, הליקוט והפצת המוצרים. **המרכז להתייעלות במשאבים** ביצע מיפוי מעמיק במפעל, זיהה נקודות בהן המפעל יכול להתייעל כלכלית וסביבתית, ובהתאם למסקנות המיפוי איתר והתאים למפעל יועץ אנרגיה ושני יועצים בתחום התפעול ממאגר היועצים המקצועיים שלו. כמו כן סייע המרכז למפעל להגדיר מדדים לשיפור וניטור, והנגיש עבורו מסלולי תמיכה של רשות ההשקעות, לצורך סיוע במימון ציוד ומערכות הנדרשות ליישום המלצות היועצים.



יועצים • EQW מהנדסים בע"מ



אתגרים

מערכות הקירור במפעל היו ותיקות. צ'ילר מרכזי סיפק מים קרים ליחידות טיפול שונות, שסיפקו בקרת אקלים (טמפרטורה ולחות יחסית) לאולמות הייצור. הצ'ילר הוא צרכן אנרגיה משמעותי.

החלפת הצ'ילר המיושן בצ'ילר עם מדחסים יעילים, שיגדיל את רמת היתירות ויאפשר הפעלה ביעילות גבוהה.

הצעת הייעול

מיסוב מגנטי מנצל את האנרגיה המושקעת באופן מקסימלי, לעומת מדחס בורגי סטנדרטי. היתירות המתקבלת מאפשרת לחבר צרכני מים קרים נוספים ולבטל את השימוש בציוד ישן ולא יעיל.

• חיסכון בצריכת החשמל: 650,000 קוט"ש בשנה.

פוטנציאל תועלת

• הפחתת פליטות גזי חממה: 353 טון שווה ערך כחמן דו חמצני (CO2e) בשנה.



**אתגרים**

בממשק בין עובדי מחלקת האיכות למתקני הייצור נעצרת פעילות המכונות; תהליך אישור חומרי הגלם הנכנסים והמנות שיוצאות מהמפעל נמשך זמן רב. ניכר פוטנציאל לשיפור הממשק בין מחלקת האיכות למתקני הייצור כך שמשך הזמן הנדרש לעצירת מתקנים יתקצר ויפחת מלאי בתהליך.

**הצעות הייעול**

- ביצוע אבחון מעמיק של תהליכי העבודה ובעלי התפקידים במחלקת האיכות.
- הגדרת תחומי אחריות וגיבוש מבנה עדכני ומותאם למחלקת האיכות באמצעות מספר מתודולוגיות מתחום התעשייה והניהול, במטרה ליצור ערך לארגון ולהשיג יעדים אסטרטגיים ותפעוליים.
- קביעת מדדים תפעוליים ומדדים סביבתיים, אשר ינטרו בקביעות ויאפשרו שיפור מתמיד.

**פוטנציאל תועלת**

- הגברת תפוקה תוך שמירה על סטנדרט איכות גבוה של תרופות, באמצעות שיפור הממשק בין מחלקת האיכות במפעל למחלקת הייצור.



**אתגרים**

תוצרת המפעל מועברת לאחסנה במחסני החברה באזור התעשייה בקיסריה. במחסנים מתבצע ליקוט הזמנות, ומשם מופצת התוצרת למגוון לקוחות: בתי מרקחת ורשתות פארם שונות. ליקוט הזמנות הלקוחות התבצע באופן ידני, כאשר תוכן ההזמנה נאסף מהמדפים ע"י מלקטים. בשיטה זו מוגבל מספר ההזמנות המקסימלי שניתן ללקט ביום, ועולה הסבירות לטעויות במילוי הזמנות. פחתים ותרופות פגי תוקף כתוצאה מטעויות אלה מפונים לבסוף לאתרי פסולת (חומ"ס), בעלות נוספת לחברה.

**הצעת הייעול**

הטמעת מערכת ניהול מחסנים - WMS (Warehouse Management System), המייצרת אופטימיזציה בניהול, איתור וליקוט הפריטים בכל הזמנה. הליקוט יתבצע בצורה "חכמה" ע"י עגלות ליקוט בטכנולוגיית pick2light, המאפשרת ללקט מספר הזמנות בו-זמנית, באמצעות סימון וזיהוי הפריטים הנדרשים להזמנות עבור המלקט.

**פוטנציאל תועלת**

- גידול ב-60% של מספר השורות המלוקטות, תוך הפחתת מצאי תרופות פגי תוקף לפינוי כפסולת חומ"ס.
- הפחתת שימוש בחומרי גלם: הפחתה של כימיקלים לייצור תרופות.

**תועלות כלכליות וסביבתיות**



תועלות סביבתיות (חיסכון משאבי סביבה)			עלויות ותועלות כלכליות			פתרון
פליטות גזי חממה (טון CO2e בשנה)	חשמל (קוט"ש)	חומ"ג (טון כימיקלים לתרופות בשנה)	החזר השקעה (שנים)	השקעה (ש"ח)	חיסכון (ש"ח בשנה)	
353	650,000		2.5	600,000	280,000	● ייעול מערכת הקירור
		2	2.3	450,000	200,000	● הטמעת מערכת WMS
		2	מיידית	-	50,000	● אבחון ושיפור תהליכים במחלקת האיכות
<b>353</b>	<b>650,000</b>	<b>4</b>	<b>1.9</b>	<b>1,050,000</b>	<b>530,000</b>	סה"כ

## מקרה בוחן מס' 2

סקטור • מזון



מכוורת יד מרדכי היא מחלוצות ענף הדבוראות ויצרניות הדבש בישראל, פעילה בקיבוץ יד מרדכי החל משנת 1936. ב-2003 שטראוס-עלית רכשה 51% מבעלות החברה ו-49% נותרו בבעלות הקיבוץ. מוצרים: מוצרי דבש ושמן זית מכבישה קרה. עובדים קבועים: כ-55; מהם עובדי ייצור: 20.

מכוורת יד-מרדכי שטראוס בע"מ  
שווי המענק הממשלתי: 30,000 ש"ח

## תועלות צפויות



שיפור של 1%  
בתפוקה לחודש



חיסכון של 15 טון  
דבש בשנה



חיסכון של  
בשנה 300,000 ₪

"כבר הרבה שנים מפעלנו עובד על צמצום פחת בתהליך הייצור שלנו. בעזרת סיוע של המרכז להתייעלות במשאבים, עשינו בחינה של תהליך הייצור והגענו לבעיית שורש לפחת בתהליך. בעבודה משותפת עם היועץ יואב שאולי, מצאנו פתרון טכנולוגי לצמצום הפחת."

אולג קוליאבה, מנהל המפעל,  
יד מרדכי-שטראוס

המרכז להתייעלות במשאבים ביצע מיפוי מעמיק במפעל, זיהה נקודות בהן המפעל יכול להתייעל כלכלית וסביבתית, ובהתאם למסקנות המיפוי התאים למפעל יועץ אנרגיה ממאגר היועצים המקצועיים שלו.

פתרונות לאתגרי המפעל, כולל הפחתת אובדני חומר גלם, הפחתת צריכת חומר גלם בתולי והגדלת פריון העבודה, הותאמו על ידי יועץ האנרגיה המתכנן מערכות אוויר באמצעות שימוש במודל הכספת של המרכז להתייעלות במשאבים. המרכז ליווה את הפרויקט וסייע בהגדרת מדדים כלכליים וסביבתיים שאפשרו לדייק בחישוב זמן החזר ההשקעה, וכתוצאה מכך מומשו הצעות הייעול והוקם המערך החדש במפעל.



בתהליכים אולם עובר חומר הגלם – הדבש – עד לאריזתו, עולה הטמפרטורה שלו. התהליך בו עולה הטמפרטורה התבצע בחלל פתוח, וכתוצאה מכך נגרם אובדן חומר גלם. תהליכי הייצור הובילו לפחת קבוע של כ-17 טון דבש לשנה.

אתגרים

הצעת הייעול

סגירת החלל בו עולה טמפרטורת הדבש, והקמת מערכת לטיפול באוויר באזור זה. המערכת מייצרת תנאים אופטימליים בחלל הסגור, שאינם מאפשרים איבוד ואיבוד דבש לאוויר.

פוטנציאל תועלת

- צמצום פחת: הפחתה של למעלה מ-90% מאובדני הדבש.
- הפחתה בכמות חומ"ג: בשל ניצול מקסימלי של חומר הגלם בתהליך והפחתת הפסולת הנוצרת בו, פוחתת כמות חומר הגלם הנדרש לרכישה. חיסכון של יותר מ-15 טון דבש בשנה, בשווי 300,000 ₪.
- שיפור במדד ההתייעלות התפעולית: עלייה של 1% בתפוקת הדבש המיוצרת בחודש.

תועלות כלכליות וסביבתיות



תועלות סביבתיות  
(חיסכון משאבי סביבה)

עלויות ותועלות כלכליות

פתרון

חומ"ג (טון דבש בשנה)	החזר השקעה (שנים)	השקעה (ש"ח)	חיסכון (ש"ח בשנה)
15	1.2	350,000	300,000

● התקנת יחידת טיפול באוויר





## מס' 3 מקרה בוחן

סקטור • פלסטיק

מפעל אורלייט תעשיות הוקם באזור התעשייה בנס ציונה בשנות ה-60, ומאז גדל והתרחב. עם התרחבות אזור המגורים בעיר, העירייה מעוניינת לפנות את אזור התעשייה לטובת מגורים. חברת יקיר תעשיות, שקנתה את המפעל, נדרשת להעתיק אותו לאתר חלופי. **מוצרים:** ארונות חשמל וצלחות תקשורת מפיברגלאס בכבישה חמה. **עובדים:** 45.



אורלייט תעשיות בע"מ  
שווי המענק הממשלתי: ₪ 73,500

## תועלות צפויות



שיפור של 50% ביצור  
יחידות לשעת עובד



הפחתת פליטות של  
516 טון גזי חממה בשנה



חיסכון של  
870,000 ₪ בשנה

"העתקת המפעל לאתר חדש היא הזדמנות מצוינת ליעל את קו הייצור ולשדרג אותו לסטנדרט הנהוג ביקיר תעשיות. תודות למרכז להתייעלות במשאבים הרחבנו את ההסתכלות גם לנושא של התייעלות אנרגטית. גם נושא מחזור הפיברגלאס נבחן ומחזק את הצורך בהפחתת הפסולת במקור ע"י ייצור מדויק יותר, כדי למנוע את הצורך בהטמנה. תודה למרכז להתייעלות ולשלושת היועצים אשר ליוו אותנו בתהליך."

גדי יקיר, בעלים, יקיר תעשיות  
(הרוכש החדש של אורלייט)

פינוי אזור התעשייה בו שוכן המפעל והדרישה להעתיק אותו לאתר חלופי מהווים הזדמנות משמעותית לבחינת מיקום הולם, שדרוג, תכנון מחדש והתייעלות.

המרכז להתייעלות במשאבים התאים למפעל יועץ תעשייה וניהול ויועץ סביבה אנרגיה ממאגר היועצים המקצועיים שלו. המרכז הציע ליקיר תעשיות, הרוכש החדש של אורלייט, להרחיב את תכנון המפעל במיקומו החדש גם לבחינה מעמיקה של אפשרות להתייעלות אנרגטית, ובהתאם ציוות לו יועץ אנרגיה. כמו כן לקראת המעבר יבחן מיקום חדש הקרוב לחיבור הארצי לגז. מנהלת תיקים מטעם המרכז ניהלה את הפרויקט, ליווה ותכלל את פעילות היועצים.



יועצים • EQW מהנדסים בע"מ



אנרגיה

אתגרים

הצעת הייעול

פוטנציאל תועלת

מפעל אורלייט הוא צרכן אנרגיה גדול והוצאות האנרגיה שלו הגיעו לכשני מיליון ש"ח בשנה, כולל צריכת חשמל, דוד קיטור ומערכות קירור. תשתיות האנרגיה באתר הוותיק של המפעל כבר ישנות ובעלות נצילות אנרגטית נמוכה.

בעת העתקת המפעל יש לבחון היבטי עלות-תועלת של העתקת התשתיות הקיימות לעומת השקעה בתשתיות חדשות. יועץ האנרגיה הציע שורה של שיפורים בהיבטי האנרגיה במפעל (מפורטים בטבלה מטה), כולל שיפורים מיידים, שיש לבצע עוד לפני העברת המפעל; שיפורים שמומלץ לבצע בשל המעבר, כמו רכישת ציוד חדש; ושיפורים שיש לבצע במיקום החדש.

- חיסכון בצריכת האנרגיה: הפחתה של 435,000 קוט"ש ו-60 טון גפ"מ בשנה.
- הפחתת פליטות גזי חממה: 416 טון פד"ח בשנה.
- בנוסף למאפיינים של פעילות המתקנים עצמם, התקנה מראש של תשתיות חדשות באתר החדש תאפשר "רצף ייצור", תמנע עצירת ייצור ועיכובים באספקה, ובהתאם תאפשר למפעל לעמוד בצבר הזמנות.

**אתגרים**

המפעל הוותיק התרחב "טלאי על טלאי". העתקת המפעל יוצרת הזדמנות משמעותית להתייעלות ושדרוג. תכנון מחדש יכול לשפר את זרימת החומר (Flow) ואת פריון המפעל, באמצעות אבחון ותוכנית התייעלות לתהליך הייצור, ההרכבה והאחסון במפעל החדש.

**הצעות הייעול**

- רכישת מכונת שיוף חדשה ופינוי שני עובדים לעבודות "קדם חומר": הכנת כל הדרוש לקראת הגעת החומר לעמדת העבודה.
- הטמעת עקרונות תהליכי "ייצור רזה": Lean Manufacturing במחלקת ההרכבות, וביטול פעולות שאין בהן הוספת ערך: (NVA) Non Value Added.
- חיסכון שנתי: חיסכון של 455,000 ₪ בעקבות החלפת מכונת השיוף.
- גידול בתפוקה: עלייה של 25% בתפוקה במחלקת ההרכבות בעקבות הטמעת עקרונות Lean.
- מדד שיפור תפעולי: שיפור של 50% ביחידות ייצור לכל משרת עובד, עם יישום סך הצעות הייעול ברצפת הייצור.

**פוטנציאל תועלת**



יועצים • שר ייעוץ והדרכה בע"מ

**סביבה | מחזור** 

**אתגרים**

פסולת פיברגלס מוטמנת בעלות סביבתית וכלכלית למפעל. יקיר תעשיות, רוכשי המפעל, רצו לבחון את האפשרות להפחית את הפסולת המוטמנת מפעילות המפעל ע"י מחזור תוצ"ג פסול ופחיתים. פיברגלס, המשמש כחומר גלם במפעל אורלייט, הוא חומר תרמוסטי מרוכב על בסיס פולימרי, מחוזק בסיבי זכוכית. הוא בעל תכונות חיוניות למפרט של ארונות חשמל, בהיותו עמיד בטמפרטורות גבוהות ליישומי אלקטרוניקה, מבודד חשמל וחסין אש. מחזור חומרים אשר מעצם הווייתם אינם הומוגניים ומכילים מספר סוגי חומר הוא אתגר טכני וגם כלכלי, מכיוון שלא תמיד ניתן לייצר בתהליך המחזור חומר בעל ערך כלכלי.

**הצעת הייעול**

בוצע מחקר לבדיקת היתכנות של מחזור הפסולת התעשייתית הנוצרת במהלך ייצור ארונות חשמל מפיברגלס, והפסולת הנוצרת עם סיום פרק החיים השימושי של הארונות. הסקר התייחס לסוגים שונים של תהליכי מחזור לחומרים מרוכבים: מחזור מכאני, מחזור תרמי, מחזור כימי, השבת אנרגיה ושימוש בחומר בייצור בטון. לא נמצאו פתרונות ישימים בטווח המייד למחזור פיברגלאס. יחד עם זאת, בשל התכונות הנדרשות מחומ"ג לייצור ארונות חשמל, כמו חסינות אש ועמידה בטמפי' גבוהות, לא נמצאו חלופות לפיברגלאס.

**פוטנציאל תועלת**

העדר החלופות ממחיש עוד יותר את הצורך להפחית יצירת פחיתים במקור וליעל את תהליך הייצור. הנושא מקבל מענה והתייחסות בפרויקט התפעול באמצעות התייעלות בקו ההרכבה.

**תועלות כלכליות וסביבתיות** 

תועלות סביבתיות (חיסכון משאבי סביבה)			עלויות ותועלות כלכליות			פתרון
פליטות גזי חממה (טון CO2e בשנה)	אנרגיה (טון גפ"מ בשנה)	אנרגיה (קוט"ש)	החזר השקעה (שנים)	השקעה (ש"ח)	חיסכון (ש"ח בשנה)	
92	6	135,000	מייד	-	80,000	● החלפה/תיקון של מלכודות קיטור הורדת לחץ עבודה של המתקן צמצום נזילות אוויר במערך הולכת אוויר דחוס
137.4	37	50,000	1.7	250,000	145,000	● שילוב מערך בקרה לדודי הקיטור הגדלת מיכל אוויר הוספה של מחליף חום שיורי ממדחס האוויר
186.7	16.9	250,000	3.4	650,000	190,000	● קניית 2 מחוללים חדשים התקנת מערכת גילקול מרכזית חדשה
			1	450,000	455,000	● מכונת שיוף
<b>416</b>	<b>60</b>	<b>435,000</b>	<b>1.5</b>	<b>1,350,000</b>	<b>870,000</b>	<b>סה"כ</b>

## מס' 4 מקרה בוחן

סקטור • פלסטיק

חברת עטיפית מתמחה בתחום הפלסטיקה ושומרת על רמת מוצרים גבוהה המותאמת לצורכי לקוחותיה המגוונים. החברה מקפידה על חדשנות וייחודיות של מוצריה ומשקיעה מאמצים בפיתוח מוצרים חדשים ושיפור טכנולוגיות הייצור של מגוון מוצריה. **מוצרים:** מגוון מוצרים עשויים פוליאתילן, פוליפרופילן ו-PVC למגוון יישומים בחקלאות, תעשייה, תיירות ולשוק הביתי. **עובדים קבועים:** כ-36; מהם עובדי ייצור: 29.



עטיפית

שווי המענק הממשלתי: ₪ 73,500

## תועלות צפויות



שיפור של  
כ-9% OEE ב-OEE



חיסכון של 40-50 טון  
פלסטיק בשנה



חיסכון של  
1.5 מיליון ₪ בשנה

"העבודה בשיתוף פעולה עם המרכז להתייעלות במשאבים ואנשי עטיפית, כאשר לעיניי כולנו מטרה אחת ויעד זהה, הייתה מפרה, יעילה ומהנה. משרד הכלכלה והתעשייה פועל בצורה חכמה ואפקטיבית, והתוצאות מרגשות בשטח."

זוהר בנור, מנכ"ל, Lean Agile Israel

המרכז להתייעלות במשאבים ביצע מיפוי במפעל ובשיתוף המפעל זהו הנקודות בהן המפעל יכול להתייעל כלכלית וסביבתית. בהתאם למסקנות המיפוי ורצון המפעל להטמיע עקרונות "ייצור רזה": Lean Manufacturing, נבחרה חברת הייעוץ Lean Israel, יועצי תעשייה וניהול לביצוע הפרויקט.

כחלק משירותי המרכז להתייעלות במשאבים, נערכה בעטיפית סדנת MFCA (Material Flow Cost Accounting, חשבונאות עלות זרימת חומרים) בהשתתפות הנהלת החברה. באמצעות MFCA מחושבות בפועל עלויות "נסתרות" ואובדנים, והוא משמש ככלי לשיפור יעילות צריכת חו"ג, חיסכון באנרגיה ועלויות ייצור. במסגרת הסדנה נפרשו הקשרים הכלכליים-סביבתיים והעלויות האמיתיות באי-התייעלות בפני הנהלת המפעל.



- ניצולת ציוד ויעילות מכונות נמוכה (OEE – Overall Equipment Effectiveness נמוך).
- מדיניות תחזוקת שבר הגורמת לזמני השבתה ארוכים תוך פגיעה בלקוחות, פגיעה בפריון והשפעה על עלות התפעול הכוללת.
- שיעור פחיתים גבוה לאורך התהליך.
- מבנה ארגוני שאינו תואם את צרכי הארגון; תקורות (Overhead) גבוהות.
- פערים בתקשורת וסינכרון בין מחלקת השיווק לתפ" (תכנון ופיקוח על הייצור).
- חוסר במדדים וביעדים מוגדרים, ברורים ומנוהלים; תהליכים מוגדרים אינם מיושמים, חוסר סטנדרטיזציה בתהליכים.



- כדי להתמודד עם אתגרי התפעול הרבים, הוחלט להטמיע עקרונות "ייצור רזה": Lean Manufacturing במטרה להתייעל במשאבי החברה, כולל:
  - הגדרת אסטרטגיה תפעולית מסונכרנת וביצוע שגרות תומכות.
  - הטמעת שגרות לוחות ביצועים במחלקות הייצור, לצורך ניהול ביצוע אל מול תכנון והטמעת תרבות של התייעלות.
  - הגדרת מדדים ושיטת מדידה, דוחות ושגרות עבודה.
  - שיפור המבנה הארגוני, עם מיקוד בביצועים ואיכות: הגדרות תפקידים לאנשי מפתח (R&R – Roles and Responsibilities) ומדדים תומכים.
  - פיתוח יכולות העובדים בהתמודדות עם תקלות, פגומים ותחזוקה.
  - אימוץ גישת השיפור המתמיד.

## כוסנציאל תועלת



- חיסכון כספי: 1.5 מיליון ₪ בשנה.
- הפחתת שימוש בחומרי גלם: הפחתה של 40-50 טון פלסטיק.
- שיפור במדד הפריון: עלייה של כ-9% ב-OEE (ניצולת ציוד ויעילות מכונות).
- קיצור זמן ביצוע (Lead Time).
- מבנה ארגוני ממוקד ביצועים ואיכות.
- עמידה בזמני אספקה (On Time Delivery).
- גמישות בגדלי הזמנות ומועדי אספקה.
- הגדלת תפוקות בעקבות תהליכי תחזוקה אשר יפחיתו זמני עצירת מכונה.

## תועלות כלכליות וסביבתיות



### תועלות סביבתיות (חיסכון משאבי סביבה)

### עלויות ותועלות כלכליות

### פתרון

חומ"ג (טון פלסטיק בשנה)	החזר השקעה (שנים)	השקעה (ש"ח)	חיסכון (ש"ח בשנה)
6	0.59	127,680.00	216,682
18	0.39	103,200	267,146
15	מייד	-	214,332
2	0.19	39,900	214,951
2	מייד	-	43,917
2	0.30	96,000	320,239
4	מייד	-	216,258
<b>טון 49</b>		<b>366,780</b>	<b>1,493,524</b>

- שיפור תהליכי בקרת איכות והטמעת איכות במקור
- החלפה וחיידוש ציוד ומכונות
- ייצוב ואיחוד חומרי גלם עיקריים בעבודה
- התאמת מבנה ארגוני R&R (הגדרת תפקידים ואחריות)
- הגדלת תפוקות
- ניהול ובקרה – מערך לאיסוף נתונים
- מיצוי יכולות מכונה

סה"כ

## מקרה בוחן

מס' 5

סקטור • מזון

איתנ'ס הוקמה בשנת 1980 כקונדיטוריה משפחתית קטנה בראשון לציון. החברה גדלה והתפתחה וכיום כוללת שני מפעלים, ביבנה ובקריית מלאכי. **מוצרים:** מאפים מתוקים ומלוחים; עוגות ולחמים ללא גלוטן. איתנ'ס הוא מותג מוביל בתחום העוגות והקינוחים עם התמחות במוצרי מאפה ועוגות לפסח. **עובדים קבועים:** כ-75; מהם **עובדי ייצור:** 63.



איתנ'ס  
 מאז 1980

איתנ'ס

שווי המענק הממשלתי: ₪ 73,500

## תועלות צפויות



שיפור של 7% במספר קרטונים לשעת עובד



הפחתה של 8 טון פסולת מזון בשנה



חיסכון של 270,000 ₪ בשנה

איתנ'ס התפתחה מקונדיטוריה משפחתית קטנה למותג מוביל וחברה בעלת שני מפעלים. במפעל הוותיק שלה ביבנה נוצר מחסור בשטח עקב התרחבות הפעילות; במפעל שרכשה על תכולתו לפני כשנה בקריית מלאכי יש שימוש נרחב בצרכני אנרגיה, ונוצר צורך בהתייעלות אנרגטית.

**המרכז להתייעלות במשאבים** ביצע מיפוי מעמיק במפעל וזיהה נקודות בהן המפעל יכול להתייעל כלכלית וסביבתית. בהתאם למסקנות המיפוי התאים למפעל יועץ תעשייה וניהול ויועץ אנרגיה ממאגר היועצים המקצועיים שלו. מנהל מטעם המרכז ניהל את הפרויקט, ליווה ותכלל את פעילות היועצים. המרכז קידם הטמעה של מדדי התייעלות תפעולית במפעל, וסייע בהגדרת התועלת הכלכלית בפחת תהליך, המאפיין מפעלי מזון אשר תורמים תוצרת לנזקים ו/או מוכרים פחיתים להאבסת בע"ח במחיר חלקי.

בנוסף, **המרכז להתייעלות במשאבים** חיבר את המפעל למסלולי סיוע וסבסוד ממשלתיים נוספים, כולל מענק מרשות השקעות לטובת בניית קו ייצור מודולרי מתקדם; סבסוד של הרשות לחדשנות; וסבסוד של מעו"ף לליווי וסיוע בתחום השיווק.

"את העבודה עם דותן רודנסקי מחברת IE&P Group, בהובלה ומימון של 70% של המרכז להתייעלות במשאבים, התחלנו במהלך המחצית השנייה של 2020. דותן התבקש לבצע מדידת תהליכי ייצור. לשמחתנו קיבלנו תוצאות שהשביעו את רצוננו, תוך כדי יחס חם וחברי. לטעמנו העבודה הייתה מקצועית ותרמה לתמונה ברוה יותר, ולשיפור התפעול וחיסכון דרך צמצום פחיתים והתייעלות בתהליכי עבודה. הקשר עם דותן והמרכז להתייעלות במשאבים תרם לנו רבות."  
 איתן בן-אפרים, מנכ"ל איתנ'ס

**IE&P Group** יועצים • דותן רודנסקי IE&P Group

**תפעול**



אתגרים

העבודה במפעל ביבנה מאופיינת **בעבודה ידנית רבה**. בהעדר בקרה אוטומטית של התהליך, היה שימוש מועט במדדים ובקרה חלקית, וכתוצאה מכך הפחיתים לא היו מבוקרים: פחת תוצר ביניים (תוצ"ב), פחת תוצרת גמורה (תוצ"ג) ופחת אריזות. נוצר **מחסור קשה של שטח במפעל**, בשילוב מגבלת תנועה וקושי בזרימת העבודה, בשל מגבלת התרחבות וניצול לא מיטבי של השטח הקיים. עגלות ריקות עמדו ברחבי המפעל והקשו על תנועת עובדים ומוצרים. תחזוקת המכונות התבצעה על בסיס עיקרון "אחזקת שבר", וגרמה לעצירות לא מתוכננות שפגעו בתכנון ובביצוע.

## הצעות הייעול

- תהליך התייעלות תפעולית במטרה לצמצם פחמים (תוצ"ב, תוצ"ג וכחת אריזות), באמצעות **הטמעת גישת תהליכי ייצור רזה**: Lean Manufacturing ותהליך בקרת איכות. התהליך כולל: הדרכת עובדים ורתימתם לתהליך; איסוף נתוני פחת חומר גלם ופחת אריזות והקמת שגרות ניהול; הגדרת מדדי ביצוע מרכזיים (KPIs – Key Performance Indicators) וניטורם; הגדרת פרמטרים של איכות; איסוף נתונים בכל תחנה וניתוח שוטף לצורך למידה; וניטור הבעיות והטמעת תהליך שיפור מתמיד.
- **שיפור תחזוקת המכונות** באמצעות הטמעה של תהליך תחזוקה מונעת, או אחזקת ייצור כוללת (TPM – Total Productive Maintenance) על פי גישת Lean. התהליך כולל בניית פורמטים לעבודה בשיתוף המנהל הטכני, יצירת ממשקי עבודה בין הצוות הטכני לצוותי הייצור והטמעתם, והקצאת חלונות זמן מוגדרים מראש לצורך ביצוע תחזוקה מונעת.
- **שיפור במדד התייעלות תפעולית**: עלייה של כ-7% במספר קרטונים לשעת עובד.
- **צמצום פחמים**: ירידה של כ-20% בפחמים (תוצ"ב, תוצ"ג וכחת אריזות) בתהליך הייצור.
- **הפחתת פסולת**: חיסכון של כ-7.5 טון פסולת שהועברה להאבסת בעלי חיים או תרומות. מפעלי מזון רבים תורמים מזון לנזקקים או מוכרים פחמים מתהליך הייצור להאבסת בהמות בתשלום חלקי ביותר, שאינו מכסה את עלות התשומות שהושקעו בתוצרת זו כגון שעות עבודה, חומרי גלם, אנרגיה ועוד. לעיתים מפעלי המזון לא מחשבים כמויות אלה כפחת.
- **הפחתת חומר גלם**: חיסכון של כ-5.2 טון קמח חומ"ג בשנה.

## פוטנציאל תועלת



יועצים • גדיר הנדסה בע"מ



אנרגיה

## אתגרים

לפני כשנה רכשה איתנ'ס מפעל מאפים בקריית מלאכי על תכולתו. המפעל אופייני בצריכת אנרגיה גבוהה יחסית לגודלו (כ-780,000 קוט"ש) בשל שימוש נרחב בצרכני אנרגיה, כגון מדחסי קירור, מדחסי אוויר, מכונות ייצור, שנאי ועוד. איתן, הבעלים, חיפש פתרונות להתייעלות אנרגטית במפעל הייצור החדש בחברה.

## הצעת הייעול

איטום דליפות אוויר דחוס, רכישת מדחס מווסת מהירות, הורדת לחץ פעולת המדחס, החלפת תאורה לתאורה חסכונית והתקנת ממשקים לכיבוי צרכנים.

## פוטנציאל תועלת

- **חיסכון בצריכת החשמל**: כ-100,000 קוט"ש בשנה.
- **הפחתת פליטות גזי חממה**: כ-54 טון שווה ערך פחמן דו חמצני (CO<sub>2</sub>e) בשנה.

## תועלות כלכליות וסביבתיות



תועלות סביבתיות (חיסכון משאבי סביבה)				עלויות ותועלות כלכליות			פתרון
פליטות גזי חממה (טון CO <sub>2</sub> e בשנה)	פסולת (טון)	חומ"ג (טון קמח)	צריכת חשמל (קוט"ש)	החזר השקעה (שנים)	השקעה (ש"ח)	חיסכון (ש"ח בשנה)	
54	1.5	1	100,836	מייד	0	120,000	● התייעלות תפעולית
	6	4.2		מייד	0	114,000	● הטמעת נהלי תחזוקה מונעת
				2.3	82,000	36,000	● יישום המלצות לחיסכון בצריכת האנרגיה
54	7.5	5.2	100,836	0.3	82,000	270,000	סה"כ



## מקרה בוחן מס' 6

סקטור • נייר



ימאתון החל דרכו בשנת 1986 כמחלקה במפעל ימ"א לייצור קרטון גלי. בהמשך התפתח כישות נפרדת המתמחה בייצור קרטון כוורת על כל גווניו. המפעל מציע פתרונות אריזה, מיגון מוצרים ובנייה במוצרים ירוקים, ניתנים למחזור וידידותיים לסביבה.

**מוצרים:** מגוון רחב של מוצרים המבוססים על קרטון כוורת, קרטון גלי וספוגים ובכללם: משטחים, מארזים, לוחות, קופסאות ועוד עובדים קבועים: 85; מהם עובדי ייצור: 60.



ימאתון בע"מ

שווי המענק הממשלתי: ₪ 42,000

## תועלות צפויות



שיפור של 33%  
 ביחידות תפוקה ליום



הפחתה של 5.5 טון  
 פסולת מסוכנת בשנה



חיסכון של  
 ₪ 230,000 בשנה

"העבודה מול המרכז להתייעלות במשאבים וחברת הייעוץ צלול הותירה רושם חיובי. הנהלת המפעל הייתה עדה לרצון כן ואמיתי לחקור ולהגיע לשורש הבעיות. דרך מתן פתרונות ריאליים ושימיים, תוך ליווי תכוף, עדכון, תיאום ודיווח ברמה גבוהה וברורה. ביצוע הבדיקות בשטח יחד עם עובדי המפעל ורתימתם לביצוע השינוי הדרוש הביאו להצלחה הדרושה. יועצי האנרגיה, חברת EQW, הציעו פתרון לסוגיה אשר יצרה צוואר בקבוק במפעל והשפיעה על הפיריון"

דרור נוש, סמנכ"ל תפעול, ימאתון

המרכז להתייעלות במשאבים ביצע מיפוי מעמיק במפעל וזיהה נקודות בהן המפעל יכול להתייעל כלכלית וסביבתית. בהתאם למסקנות המיפוי, המרכז התאים למפעל יועץ אנרגיה ויועץ שפכים ממאגר היועצים המקצועיים שלו. מנהל מטעם המרכז ניהל את הפרויקט, ליווה ותכלל את פעילות היועצים.

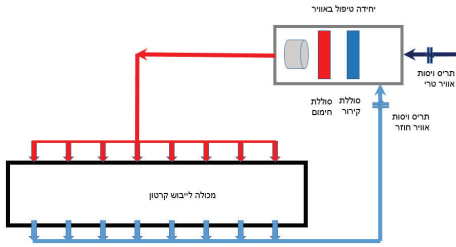


יועצים • EQW מהנדסים בע"מ



אתגרים

- הנוזלים והדבקים בקרטון נדרשים לעבור ייבוש כחלק מתהליך הייצור במפעל. מערכת הייבוש, שהתבססה על מכולה עם חימום ואוורור לסחרור האוויר, לא תאמה את הצורך בזמני ייבוש קבועים בסטנדרט אחיד וגרמה לאתגרים תפעוליים:
- מכלת הייבוש לא עמדה בקצב הייצור הנדרש ויצרה צוואר בקבוק, כאשר לפניו נערם מלאי רב שחיכה לייבוש.
- שינויים במזג האויר השפיעו על יעילות המערכת וקצב התפוקה.
- שונות בזמני הייבוש לא אפשרו תכנון מדויק של זמני ייצור ואספקה.
- ייבוש לא אחיד של הקרטונים הוביל לפחיתים בתחנה הבאה. לחילופין, לצורך הימנעות מפחיתים, הקרטונים הושארו במכולה לזמן רב, עד לייבוש מלא של כל הפרטים.



התקנת מערכת לטיפול באוויר בדגש על ניצול אנרגטי אופטימלי ושימוש באוויר צח, המאפשר יעילות אנרגטית בהתאם למזג האוויר (טמפרטורה ולחות):

- הזרמת אוויר חם יבש בטמפרטורה מבוקרת תאפשר את ייבוש הקרטונים.
- אוויר רווי מים יוצא מהמכולה ויקורר להוצאת המים.
- אוויר יבש וחם (בעל פוטנציאל ספיחה גבוה) יוכנס חזרה למכולה.

## הצעת הייעול

- **חיסכון בזמן:** צמצום ה-Process Lead Time (זמן תהליך הייבוש) ב-60%.
- **מדד שיפור תפעולי:** עלייה של 33% בכמות תפוקת היחידות ביממה. (לאחר הגדלת קיבולת הייצור בקו, ניתן יהיה להגיע לשיפור של כ-300% מהמצב הקודם).
- שיפור איכות התכנון ועמידה במועדי אספקה.
- ביטול הצטברות קרטונים בתהליך לפני מכולת הייבוש.

## פוטנציאל תועלת



יועצים • צלול בע"מ



## אתגרים

בשפכים של המפעל נמדדו חריגות של ריכוזי מזהמים באופן תדיר. במסגרת ביצוע אפיון והפרדת זרמים במפעל בוצעו תצפיות וניתוח נתונים, מהם הוסק כי החריגות נבעו מהתפרקות ביולוגית של דבקים בטרם הגעתם למתקן טיפול בשפכים, כתוצאה משתי סיבות מרכזיות:

- השפכים עמדו מספר ימים בבור בו מתבצע תהליך ההתפרקות הביולוגית של הנוזלים.
- בהעדר נהלים וסטנדרטים, תהליך שטיפת המכונות לא התבצע על פי פרמטרים קבועים אלא בהתאם לניסיון העובד.

## הצעת הייעול

- מניעה במקור על ידי איסוף דבקים.
- הקטנת בורות וטיפול מהיר בשפכים ללא המתנה.
- נהלי ניקיון ותחזוקה סטנדרטיים למניעת מעבר דבקים לשפכים.
- התאמת כמות הקואגולנטים (כימיקלים הלוכדים חלקיקים מרחפים שגורמים למים להיות עכורים, גורמים לשקיעתם ומאפשרים את צלילות המים) לצורך הצריכה האמיתית.
- **התייעלות בחומר גלם:** הפחתה של 0.5 טון בשנה של קואגולנטים, סודה ופולימרים, בעקבות איסוף דבקים בתהליכי מניעה במקור ובתהליכי התחזוקה והשטיפות, והפנייתם למחזור הדבק בתוך המפעל. צמצום צריכת הקואגולנט יביא לחסכון של 10,000 ₪ בשנה.
- **מניעת חריגות בשפכים:** הקטנת העומס במתקן הטיפול במפעל בין 60%-50% על ידי מניעה במקור.
- הפסקת חריגות של COD (Chemical Oxygen Demand, מדד לריכוז חומרים אורגניים הניתנים לחמצון), TSS (Total Suspended Solids – מוצקים מרחפים, מדד לעכירות) וכלורידים לרמת התקן במט"ש.
- **חיסכון בפינוי בוצה לרמת חובב:** כ-5.5 טון השווים ל-20,000 ₪ בשנה.
- **הגדלת כושר ייצור:** הגדלת כושר ייצור ללא צורך לרכוש פתרון קצה ב-200,000 ש"ח, בזכות ההסטה מפתרון קצה להפחתה במקור.

## פוטנציאל תועלת

## תועלות כלכליות וסביבתיות



יחידת טיפול אוויר - השקעה של 200,000 ₪ תביא לעלייה בתפוקה של 33% באופן מידי, וב-150% מהתפוקה בטווח הבינוני

תועלות סביבתיות (חיסכון משאבי סביבה)		עלויות ותועלות כלכליות		תועלת צפויה מהפתרון	פתרון
פסולת (טון)	חומ"ג (טון)	החזר השקעה (שנים)	השקעה (ש"ח)	חסכון (ש"ח)	תועלת צפויה מהפתרון
	0.5	מידי		10,000	הפחתת קואגולנטים
5.5		מידי		20,000	צמצום בוצה
		מידי		200,000 (בשנה הראשונה)	הגדלת כושר ייצור
5.5	0.5			230,000	

התאמת צריכות הקואגולנט

ביטול בור שפכים

סה"כ





המרכז  
להתייעלות  
במשאבים

המשרד להגנת הסביבה



الوزارة لحماية البيئة  
Israel Ministry of Environmental Protection



משרד הכלכלה והתעשייה  
מינהל תעשיות

המרכז הוקם  
ביוזמה  
ובמימון של:

# כלכלה מעגלית בתעשייה היצרנית בישראל



מופעל ע"י  
מכון יעיל,  
חברת בת של:



## המרכז להתייעלות במשאבים | פרסום שנתי

### כלכלה מעגלית בתעשייה היצרנית בישראל



**עורכים:** דורון קול, מנהל מרכז הידע, המרכז להתייעלות במשאבים  
**שגית פורת,** יועצת למדיניות סביבה וקיימות, עורכת ומתרגמת

כחלק מסיכום שנת הפעילות הראשונה של המרכז להתייעלות במשאבים, אנו מציגים סקירה עיונית באחד מנושאי המיקוד של פעילות המרכז בשנת 2021, תחום הכולל בתוכו התייעלות במשאבים: **כלכלה מעגלית בתעשייה היצרנית**. בימים אלה משיק המרכז להתייעלות במשאבים פרויקט משותף עם **מכון ירושלים למחקרי מדיניות**, שנועד לקדם מודלים עסקיים מעגליים בתעשייה הישראלית.

כפי שמרמז שמה, מטרת הכלכלה המעגלית לחבר את קצוות הכלכלה הלינארית לכדי תהליך מעגלי. בכלכלה הלינארית, אנו מתקדמים כצרכנים בתהליך חד-כיווני: לוקחים חומרי גלם בתוליים מהטבע, מייצרים מהם מוצרים, משתמשים בהם ומשליכים אותם כפסולת (Take-Make-Dispose). ברמה הגלובאלית, היקף הצריכה של מוצרים מתגבר, והוא צפוי להמשיך ולגדול באופן מאסיבי, עד כדי סיכון משאבי הטבע מהם אנחנו מוציאים את אותם חומרי הגלם המשמשים לייצור מוצרי הצריכה. הכלכלה המעגלית שואפת לסגור את התהליך: פסולת חוזרת לשמש כחומר גלם במקום להיפלט מהכלכלה להטמנה; בתהליכי הייצור משתמשים בחומרים שאינם בתוליים וכבר שיחקו תפקידים קודמים בכלכלה; ונעשים כמה שיותר שימושים חוזרים וממוחזרים במוצרים וחומרים. המטרה היא להשאיר את חומרי הגלם בתוך הכלכלה כמה שיותר זמן – ולכמה שיותר שימושים – לפני שהם הופכים לפסולת.

**בגיליון פברואר 2021** (גיליון מס' 5) של הניוזלטר שלנו, התייחסנו לאחד הכלים בו משתמשת הכלכלה המעגלית: **סימביוזה תעשייתית** (נכתב בשיתוף עם מפעילי **פרויקט סימביוזה תעשייתית בישראל**). במסמך שנתי זה, בעזרת שותפים מקצועיים רבים, אנו מרחיבים את היריעה לנושא **הכלכלה המעגלית**, סוקרים אפשרויות, הזדמנויות וחסמים, כלים פרקטיים ודוגמאות מהשטח – בארץ ובעולם – ליישום כלכלה מעגלית בסקטורים תעשייתיים שונים.

המאמר הפותח של **מכון ירושלים למחקרי מדיניות** מהווה את הצעד הראשון בפרויקט המשותף שלנו, בשיתוף פעולה עם חברת הייעוץ Carbon Trust, במסגרתו יתורגמו ויותאמו לתעשייה היצרנית המקומית כלים ופתרונות מתחום הכלכלה המעגלית, כולל ארגז כלים (toolkit) והכשרת יועצים, אשר פותחו במסגרת **פרויקט בינלאומי** אותו הוביל מכון ירושלים עבור האיחוד האירופי. כלים אלה ייושמו לפיתוח אסטרטגיות בקרב חברות ישראליות מובילות, כדי לפרוץ את הדרך לחברות נוספות. המאמר של מכון ירושלים מציג **מודלים עסקיים** הנובעים מכלכלה מעגלית ותומכים בה. מודלים אלה מבוססים על פרויקטים ודוגמאות ממדינות שונות, ונתמכים ע"י מדיניות, רגולציה ותמריצים של האיחוד האירופי בתחום.

בהמשך, אנו מעמיקים בתנאים, אפשרויות וחסמים למעגליות בסקטורים ספציפיים. אנשי הבנייה הירוקה במשרד להגנת הסביבה מציגים את **הפוטנציאל האדיר הטמון ביישום כלכלה מעגלית בסקטור הבנייה**, ואת החסמים המשמעותיים שמנעו עד כה את קפיצת הדרך המתבקשת בתחום. נשות משרד החקלאות ופיתוח הכפר מציגות אתגרים והזדמנויות **לפתרונות מעגליים לפסולת הפלסטיק** שנוצרת כפועל יוצא של שימושים שונים של **פלסטיק בפעילות חקלאית**. החסמים והאתגרים למעגליות בשימוש בתוצרת החקלאית עצמה **והיבטים נוספים של סקטור המזון**, מוצגים במאמר הבא ע"י חברת שר יעוץ והדרכה. למרות החסמים המובנים בסקטור זה המאופיין בתעשייה מסורתית, הכפופה לרגולציה משמעותית, המאמר מציג גם פיתוחים טכנולוגיים, סיפורי הצלחה והשראה לעוסקים בתחום.

בתחום הכימיה, אנו מאירים זרקור על **מודל Take Back Chemicals (TBC)**, מודל עסקי מעגלי שנועד לשפר את יעילות השימוש בכימיקלים, ויישומו עשוי להיות רלוונטי בתעשיות מסקטורים מגוונים בהן נעשה שימוש בכימיקלים בחלק מתהליכי הייצור. ולסיום, מכון אפקה להנדסה וכלכלה מעגלית סוקר **היבטים של כלכלה מעגלית באריזות**, ונותן לנו הצצה למדריך לתכנון אריזות פלסטיק למחזור, אשר עומד לצאת לאור במסגרת פרויקט לסגירת מעגלים בפלסטיק של סוכנות האו"ם לפיתוח תעשייתי (UNIDO).

אתם מוזמנים להמשיך ולעקוב אחר פרסומי המרכז להתייעלות במשאבים במשך השנה בנושא זה והיבטים אחרים של התייעלות במשאבים בתעשייה (תוכלו להירשם לעדכונים שלנו **כאן**), ולבקר **באתר האינטרנט** של המרכז למידע נוסף.

## הזדמנויות לתעשייה בכלכלה מעגלית



מכון ירושלים  
למחקרי מדיניות  
FOR POLICY  
RESEARCH  
معهد القدس  
ליחט السياسات



**מאת:** ימית נפתלי, ראש תחום כלכלה ומחקר בינלאומי,  
מכון ירושלים למחקרי מדיניות

עקרונות הכלכלה המעגלית שמים דגש על הפחתת השימוש בחומרים חדשים, שימוש חוזר בחומרים ובמוצרים ומחזור. מדיניות האיחוד האירופי מקדמת כלכלה מעגלית באמצעות שינויים רגולטוריים ומתן תמריצים, המיועדים לעודד מדינות, חברות ועסקים לאמץ עקרונות אלה. ואמנם, מדינות רבות בחרו ליישם את מדיניות האיחוד האירופי, לעמוד ביעדים ובסטנדרטים שהוגדרו, תוך ניצול הפוטנציאל הכלכלי הטמון בכלכלה מעגלית.

בישראל כיום קיים פער בין המציאות בתעשייה לבין יעדי המדיניות הסביבתית והסטנדרטים האירופאים, וסגירת פער זה חשובה מאוד, בעיקר לחברות מייצאות. כמו כן, אימוץ מודלים עסקיים מעגליים על ידי התעשייה יאפשר התייעלות ושיפור התחרותיות תוך עמידה בדרישות החדשות.

המרכז להתייעלות משאבים, בשיתוף פעולה עם מכון ירושלים למחקרי מדיניות וחברת הייעוץ הבריטית Carbon Trust, מקדם תוכנית שמטרתה שיפור יכולות והקניית כלים ליישום מודלים עסקיים מעגליים בקרב חברות בתעשייה הישראלית. במסגרת התוכנית יותאמו הפתרונות והכלים שיושמו במסגרת פרויקט בינלאומי שבוצע בהובלת מכון ירושלים למחקרי מדיניות עבור האיחוד האירופי, **[R2Pi: The Route to Circular Economy](#)**.

יעדי התוכנית:

- בניית ידע והקניית כישורים מקומיים בישראל באמצעות תרגום **והתאמת ארגז כלים (Toolkit) ליישום מודלים עסקיים מעגליים** והנחיית סדנת יועצים לשימוש ב-Toolkit בליווי חברות;
- יישום ה-Toolkit לפיתוח אסטרטגיה מעגלית ולקידום מקרי הצלחה של חברות תעשייתיות ישראליות מובילות, במטרה לעודד חברות נוספות ליישם מודלים עסקיים מעגליים.

\*\* מפעלים המעוניינים להשתתף בפילוט זה להקניית כלים לפיתוח מודל עסקי מעגלי במפעלי תעשייה, מוזמנים **ליצור קשר** עם המרכז להתייעלות במשאבים.

## מודלים עסקיים מעגליים בחברות בעולם

מודלים עסקיים מכוונים לייצור והבאת ערך ללקוח; אז איך נראה מודל עסקי מעגלי? כלכלה מעגלית מתייחסת לשימור ערך המשאבים בתהליכי הייצור, כאשר מודל עסקי מעגלי מייצר ערך לחברות תוך זיהוי הזדמנויות הנובעות מחוסר יעילות בתהליך הייצור.

העיקרון המשותף לחברות עם מודל עסקי מעגלי הוא "מחשבה מכוונת עיצוב" (Design intent) – הבנת המטרות והיעדים של הארגון והחברה, מתוך בחינת כל שלבי החיים של המוצר, משלב הייצור דרך שלב השימוש בו ועד סוף חייו. זאת כאשר השאיפה היא לייצר ערך, מערכת יחסים ארוכה והזדמנויות מול הלקוחות והספקים של העסק.

בפרויקט **R2Pi: The Route to Circular Economy**, פרויקט בינלאומי שבוצע עבור האיחוד האירופי, עסק מכוון ירושלים בפיתוח מודלים עסקיים מעגליים ובמדיניות לקידום מודלים אלו. במסגרת הפרויקט הוגדרו 7 דפוסים של מודלים עסקיים מעגליים, בהם המעגליות מהווה את הפוקוס של המודל העסקי או מיושמת יחד לאורך חיי המוצר לייצור מודל עסקי מעגלי. שבעת המודלים המעגליים מתייחסים לשלבי הערך השונים של המוצר:

- **בשלב הייצור** זהו 4 מודלים: הראשון הוא **משאב מעגלי** (Circular sourcing), ניצול משאבים וחומרי גלם ממוחזרים; השני מתייחס לשימוש בפסולת מתהליך ייצור אחד כמקור לחומר גלם של מוצר אחר (Co-Product); והשניים הנוספים הם **שיפוץ וייצור מחדש** של מוצרים שהיו בשימוש, חוזרים לקו הייצור ונמכרים כחדשים עם אחריות ואיכויות של מוצר חדש (Re-make, Re-condition).
- **בשלב השימוש** זהו שני מודלים: הראשון מתייחס לביצועים (Performance), ומכירת השימוש של המוצר במקום את המוצר עצמו; והשני הינו מודל המייצר גישה לערך של המוצר (Access) במקום בעלות על המוצר. מודלים אלו מוכרים גם כ-Servicizing.
- **בשלב סוף החיים של המוצר** המודל שזוהה הוא שימוש מחדש במשאבים (Resource Recovery), העוסק בהחזרת החומר או המוצר עצמו כחומר גלם למערכת הייצור.

חברה אחת יכולה לשלב מספר דפוסים/מודלים או שותפים במערכת הערך שמיישמים ביחד מודלים שונים. לדוגמה, אחת החברות איתן עבדנו בפרויקט R2Pi היא חברת Rolls-Royce. החברה בחרה למכור ללקוח 'מערך שירותי מנוע', במקום למכור את המנוע עצמו. כמענה ללקוחות שחוו בעיות רבות בתחזוקת מנועים, החברה הציעה Total Care Service, תחזוקה וטיפול במוצרים בזמן מהיר. מודל עסקי זה יצר לחברה ערך מוסף בעמידות גבוהה יותר של המוצר שלה ושימור מערכת יחסים ארוכה עם הלקוחות. חברות בסקטורים שונים משלבות את יישום מודל זה בחלוקת סיכון עם שותפים.

דוגמה נוספת היא חברת Philips, שמייצרת ומוכרת מוצרי חשמל. בין מוצריה מכונות MRI, שמציבות אתגר בהיותן מיועדות לשימוש הלקוח למשך זמן ארוך, תקופה בת כעשר שנים. בשאלת הערך, נשאל כיצד אפשר לשדרג את המכונות האלה מבחינה טכנולוגית, גם לאורך השנים, על מנת לאפשר שימוש ארוך יותר; וגם בסוף חיי המוצר, כדי לשדרג ולמכור אותן שוב. במקרה של מכונות ה-MRI של פיליפס, הדגש הושם בשלב הייצור כך שיתאפשר שדרוג עתידי, למשל בעדכוני תוכנה. כיום, החברה מרוויחה מקבלת מכונות בסוף חייהן ושדרוגן, וכ-50% מהרווחים של החברה מקורם בשירותים הניתנים ללקוחות.

חברות רבות נוספות בסקטורים שונים החלו במעבר לכלכלה מעגלית, אם בעקבות ההזדמנויות הכלכליות הטמונות במעבר זה ואם בעקבות השינויים העתידיים הצפויים ברגולציה, המשנים את תנאי השוק ומחייבים חברות לשנות את המודל העסקי המנחה את פעילותן. על מנת שחברות ישראליות ישמרו על התחרותיות שלהן, רצוי להקדים ולעשות שימוש בכלים הקיימים ולהקדים את המעבר לכלכלה מעגלית.

## כלכלה מעגלית בסקטור הבנייה



**מאת:** עו"ד נועם קציר, עמיתה, מרכז מילקן לחדשנות, המשרד להגנת הסביבה  
**אדו"ר אברהם,** מנהל תחום בנייה ירוקה, המשרד להגנת הסביבה

ענף הבנייה מהווה את אחד ממנועי הצמיחה המרכזיים של כלכלת ישראל, אך למרות שמדובר בענף כלכלי בעל היקף נרחב, ההשקעה בחדשנות ובמו"פ בתחום הבנייה עדיין מצומצמת. ההשקעות בענף הבנייה בשנת 2017 הסתכמו בכ-136 מיליארד ש"ח במחירים שוטפים. חלקה של תעשיית הבנייה בתמ"ג של מדינת ישראל הוא בין 1% ל-6% תוך התייחסות למעגלי השפעה הרחבים של התעשייה. ההערכה היא שפועלים בענף קרוב לכ-300 יצרנים ומעל 3,000 קבלני ביצוע, ולצידם חברות יזמיות וחברות נדל"ן (הערכה של אלפי חברות).

כלכלה מעגלית יכולה להוות תמריץ בענף הבנייה לקידום אסטרטגיות של התייעלות בשיטת הבנייה ותהליכי הייצור, צמצום תלות בחומרי גלם טבעיים ומציאת תחליפים נוספים. יישום של כלכלה מעגלית בסקטור הבנייה מתאפשר בשני הליכים מרכזיים: **תהליך הבנייה עצמו**, כל פרויקט בנייה/הריסה/שיפוץ יכול להוות הזדמנות לשימוש חוזר ומיון של משאבים וחומרי גלם בטרם הפיכתם לפסולת; ו**בהליך ייצור מוצרי הבנייה המתועשים**, ע"י שינוי ההרכבים והשכבות השונות מהם מייצרים את מוצרי הבנייה, כאשר ניתן להטמיע בהם יותר חומרים ממוחזרים מאשר חומרים ראשוניים.

היקף פסולת הבנייה מגיע כיום לבין 6 ל-7 מיליון טון פסולת בנייה בשנה (זוהי הכמות המשוערת המגיעה לאתרים מוסדרים, קיימות כמויות פסולת נוספות שמושלכות בניגוד לחוק בשטחים פתוחים). כמות זו צפויה להגיע לממדים של 9-10 מיליון טון בשנה עם מימוש פרויקטי הבנייה של התחדשות עירונית בשנים הבאות. מימוש פרויקטי התחדשות עירונית נמצא במגמת עלייה עקבית מאז שנת 2014 (עלייה מ-20% ל-35% מסך התחלות הבנייה בתקופה בת פחות מעשור). מדובר במגמה שתייצר זרם של חומרים ממבנים שמתפרקים, עם פוטנציאל עצום בשימוש חוזר של החומרים, הן בתהליכי הייצור של מוצרי בנייה והן באתרי הבנייה עצמם.

הנציבות האירופאית אימצה תוכנית פעולה לכלכלה מעגלית עם מגוון של יוזמות אסטרטגיות לאורך כל מחזור החיים של מוצרים (A new Circular Economy Action Plan 3/20). במטרה לנטר את התקדמות יישומה של כלכלה מעגלית בתחום חומרי גלם משניים, פותחה בין היתר מתודולוגיה לחישוב מדד שיעור המעגליות בחומרים, על מנת לבחון את היקף החומר שהוחזר לשימוש חוזר, וכדי להצביע על החיסכון של מיצוי חומרי הגלם הראשוניים בשימוש החומרים הכולל (Circular Material Use Rate – Calculation Method 2018). בישראל, הלמ"ס מגבשת הקמת מערכת של זרימת חומרים (material flows) שתמדוד את היקף החומרים הנכנסים למשק ויוצאים ממנו בזרמים מסוימים, על בסיס איסוף נתונים זמינים של תשומות מסוג ביומסה, מתכות, אגרגטים, אנרגיה וזרמים נוספים.

### חסמים

קיימים חסמים רבים אשר מונעים מתעשיית הבנייה לבצע את הקפיצה הבאה אל עבר מימוש עקרונות כלכלה מעגלית. אנו מזהים **ארבעה סוגים של חסמים**, עם קשרים ביניהם:

- **הסוג הראשון עוסק בפערי מידע:**
  - פערי מידע בכל הנוגע להיצע וביקוש של פסולת אשר יכולה להוות משאב לאחר;
  - פערי מידע לגבי תמחור חומרים ממוחזרים;
  - היעדר תיעוד מקור החומרים והזרימה שלהם (material flow).

#### ■ הסוג השני קשור ל**סטנדרטיזציה**:

ניכר היעדר של תקינה רחבה המאפשרת שימוש בחומרים ממוחזרים לשימושים שונים, כמו גם צורך בנהלי בקרת איכות שמטרתם לוודא את איכות החומרים. אלה מקבעים ביקושים נמוכים לחומרים ממוחזרים, ומנציחים את התדמית השלילית הבלתי מוצדקת הרווחת בקהילה המקצועית בדבר פוטנציאל יעילותם ההנדסית (דבר המושפע מאוד מהיעדרה של בקרת איכות שקובעת סטנדרטים ועמידה בתקנים). המפגש שלהם עם ענף הבנייה, המתאפיין גם כן בשמרנות, מונעים בין היתר גם שינוי שיטות עבודה מיושנות ומעבר לפרקטיקות חדשות.

#### ■ הסוג השלישי קשור ל**היבטי רגולציה** שונים:

קביעה רגולטורית לתשלום תמלוגים ודמי הטמנה עשויה לתמרץ את השימוש בחומרים ממוחזרים והפיכת הפסולת למשאב, אם עלותם תהיה גבוהה ממחיר מחזור הפסולת. לצד כלים אלה, גם אחריות יצרן מוגבלת לאיסוף פסולת, פיקוח ואכיפה מוגברת על השלכה לא חוקית של פסולת, יכולים לעודד שימוש בחומר ממוחזר והחזרת פסולת אל תוך המעגל.

■ לבסוף, חסם משמעותי נוסף הוא **היעדרו של גורם מתווך** שיקלוט את הפסולת ויטפל בה בצורה שתהפוך אותה למשאב המותאם לפס הייצור של התעשייה, לאור כך שרוב הפעילויות מסוג של שינוע, מיון וטיפול של חומרי גלם אינן חלק מהליבה העסקית של מפעלי הייצור בענף.

דוגמה להיעדר המודעות לנושא וחוסר מוכנות כללית בענף, שמונעים התרחבות פעילות כלכלה מעגלית, ניכרת מהמקרה של חברת אורבונד, יצרנית לוחות הגבס הישראלית שבבעלות קבוצת קנאוף (KNAUF) הגרמנית. אורבונד מקדמת כחלק מהפעילות העסקית שלה גם פעילות של כלכלה מעגלית, הבאה לידי ביטוי בקו ייצור מחומר גלם המופק ממחזור שיירים ופסולת בניין של לוחות גבס. מדובר בשירות שמוזיל את מוצריה ומבטל את הצורך בהטמנת פסולת. על אף הפוטנציאל המשמעותי, כיום **השימוש בחומרים ממוחזרים מהווה 3% בלבד** מהיקף המכירות של החברה.

חברת אורבונד היא דוגמה מייצגת ייחודית. מחד, מדובר בסוג חומר שיש לו פוטנציאל מחזור מאוד משמעותי, שכן ניתן למחזר גבס הרבה פעמים, ואמנם ניכר שיש נכונות להרחיב את פעילות השימוש בלוחות מחזור. ומאידך, החברה תלויה בטיפול והפרדה ראשונית של לוחות הגבס, פעילות שצריכה להתבצע בדרך כלל על ידי קבלנים, ולפיכך התרחבות הפעילות הזו נמנעת בשל היעדר מודעות של הציבור לנושא והצורך בהפרדה במקור, ובשל עלויות שינוע לוחות הגבס אל המפעל.

#### הזדמנויות

קיים פוטנציאל רחב למימוש היבטי כלכלה מעגלית בסוגים נוספים של חברות בתעשייה, להטמעת מעגליות בתהליכים הפנימיים שלהן והתחברות להבנה הרחבה של הצורך בהתמודדות עם אתגרי המחזור במשאבים לצד המחויבות הסביבתית הרחבה של פעילותן.

ההזדמנויות בסקטור הבנייה כוללות, בין היתר, את הדרישות לביצועים סביבתיים חדשים בתקן לבנייה ירוקה שייכנס לתוקף במרץ 2022; השתתפות בפרויקטים של סימביוזה תעשייתית (שימוש בפסולת של מפעל אחד כחומר גלם למפעל אחר) במסגרת התוכנית אותה מקדם משרד הכלכלה (מנהל תעשיות); פרסום והעלאת מודעות ציבורית לנושא בחברות בהן כבר יש פעילויות לשימוש בחומרים ממוחזרים ו/או תהליכי התייעלות אנרגטית; שיתופי פעולה עם המשרד להגנ"ס ועם המרכז להתייעלות במשאבים לאימוץ מודל עסקי מעגלי שמקדם רווחים סביבתיים וכלכליים יחד; ועוד. **אנו מזמינים את החברות בסקטור הבנייה לקחת חלק בהזדמנויות השונות על מנת לקחת חלק במגמה העולמית של קידום כלכלה מעגלית.**

## הזדמנויות להטמעת כלכלה מעגלית בטיפול בפסולת הפלסטיק בחקלאות



**מאת:** שחר ליבנה, סטודנטית, משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
ד"ר מעין כהן, עמיתת ממשק, משרד החקלאות ופיתוח הכפר  
ציפי פרידקיין-סבג, מנהלת תחום חקר שווקים, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

חקלאות משגשגת בישראל חשיבות לאומית באספקת מזון טרי לתושבי המדינה בעת שגרה ובחירום. חקלאות מקומית מתקדמת וחדשנית הכרחית להבטחת אספקת מזון לאוכלוסייה הגדלה, ולה גם תועלות חיצוניות המשיקות לתחומי החברה, התרבות, התיירות, האקולוגיה והסביבה. תוצרי לוואי, המוגדרים כפסולת, הם פועל יוצא של הפעילות החקלאית. ניהול נכון, המתחשב בהשלכות סביבתיות, יכול להביא לניצול תוצרי הלוואי כחומר גלם בעל ערך כלכלי, אך ללא טיפול מתאים הם עלולים להפוך ממשאב כלכלי למטרד ומפגע סביבתי.

תוצרי הלוואי הנוצרים בתהליך הייצור החקלאי מהווים ברובם משאבים אורגניים, שלאחר טיפול מקדים יכולים לשמש כמשאב לטיוב הקרקע, להפקת אנרגיה מתחדשת וכמזון לבע"ח. תהליך הייצור החקלאי עושה שימוש גם בחומרים אי-אורגניים (פלסטיק), היכולים לשמש כמשאב למחזור או לאנרגיה. כמות הפלסטיק מחקלאות בישראל ההופכת לפסולת נאמדת בכ-30,000 טון בשנה.

את דרכי הטיפול בפסולת הפלסטיק בחקלאות יש לבסס על העקרונות הבאים: **הפחתת הכמות** המועברת להטמנה; ניצול הפסולת **להפקת אנרגיה מתחדשת**; והפניית פסולת ל**טיפול מעגלי ולמחזור**. כל זאת תוך שמירה על רווחיות ענפי הייצור החקלאיים השונים והכרה בתועלתם הציבורית.

### חסמים

על אף העלייה הגדולה במודעות לסוגיות סביבתיות, הטיפול בפסולת הפלסטיק בחקלאות אינו מוסדר. המשרד להגנת הסביבה תקצב בעבר הקמת מתקני איסוף אזוריים, אולם בשל העדר פתרונות קצה כלכליים, המתקנים מלאים עד אפס מקום והפסולת נערמת במשקים או מושלכת באופן פיראטי בשטחים ציבוריים. עבודה כלכלית משותפת למשרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה ומרכז המועצות האזוריות<sup>1</sup> בחנה את פתרונות הקצה המתאימים לטיפול בפלסטיק, ועל בסיסה הוצעו מענקי תמיכה ועידוד השקעות לרכישת ציוד ולהקמת מתקני טיפול משקיים.

הטיפול בפסולת הפלסטיק והגזם לא צלח מסיבות הנובעות בעיקר **מהעדר פתרונות קצה כלכליים**. אחת הבעיות המרכזיות המאפיינת את בעיית הטיפול בפלסטיק בשנים האחרונות היא הירידה בכדאיות הכלכלית של המחזור, עקב ירידת מחירי הנפט והאיסור לייצא את תוצרי הלוואי הללו לטיפול/מחזור במדינות אחרות.

אתגרים נוספים המאפיינים זרם פסולת זה כוללים:

- ביזורו ברחבי הארץ;
- סוגי הפלסטיק השונים (יריעות לחיפוי מבנים וקרקע שהחלפתן מתבצעת בפרק זמן קצר מאוד בשנה, רשתות, צנרת, מארזי חומרי הדברה, כלי שתלנות, חוטי הדליה ועוד);
- עלויות פינוי גבוהות הנובעות מיחס גדול של נפח/משקל וממרחק גדול של אזורי הגידול מאזורי הטיפול;
- ועלויות טיפול גבוהות הנגזרות מהצורך בשטיפת היריעות וגריסתן.

<sup>1</sup> [תוצרי הלוואי בחקלאות – מסמך מסכם לקביעת מדיניות והערכת עלויות](#)

## הזדמנות

כיום המגמה בכל המדינות ובמגזרים שונים היא לאמץ עקרונות של כלכלה מעגלית שמחליפים את הכלכלה הליניארית, ובאים לידי ביטוי בהתייעלות כלכלית, אנרגטית וסביבתית. ניתן לדמות את המעבר הזה לקצב הגובר של יישום שיטות לייצור אנרגיה מתחדשת. השינוי בהתייחסות לפסולת כאל משאב והדגש לכדאיות הכלכלית של הטיפול תורמים להאצת התהליך.

אנו רואות הזדמנות בטכנולוגיות החדשות לטיפול בפסולת פלסטיק בשלבי העיצוב, הייצור וטיפול הקצה, תוך חיבור עם גורמי תעשייה מסורתית ומיזמים חדשניים, ובהתבסס על מגמות עיצוביות, כלכליות וסביבתיות. בעולם כבר ניתן לראות שיותר ויותר חברות בענף החקלאות מאמצות עקרונות של אחריות יצרן מורחבת, קיימות וכלכלה מעגלית.

כך למשל חברת נטפים הישראלית מפעילה בקליפורניה, בסיוע תמיכה ממשלתית, שירותי איסוף ומחזור של ציוד ההשקיה שלה, ישירות מהמשק. הפסולת מעובדת לייצור של שרף ממחזור, המשמש לייצור מחדש של צנרות למכרות, לבנייה ולחקלאות. פעולות נוספות מתקיימות במקטע הראשוני של הייצור, כדי לאפשר קליטה של יותר חומר ממוחזר במוצר הסופי.

**תמיכות כלכליות במעבר לכלכלה מעגלית מחד ורגולציה מחייבת מאידך, יבטיחו את המעבר לתעשייה בת קיימא, שרואה את כל מחזור חיי המוצר.**

## כלכלה מעגלית בתעשיית המזון



**מאת: שרון ראובני, סמנכ"ל תפעול ובעלים, שר יעוץ והדרכה בע"מ**

תעשיית המזון היא אחת מהתעשיות העתיקות ביותר בעולם (כי כולם צריכים לאכול...). הצורך להאכיל את אוכלוסיית העולם ההולכת וגדלה בקצב מסחרר, במיוחד ב-200 השנים האחרונות, מציב בפני התעשייה הזו אתגר לא פשוט. אמנם מזון הוא מוצר בסיסי והכרחי, המשפיע על איכות החיים, משך החיים ובריאותם של בני האדם, אך ייצורו גורם לבעיה סביבתית הולכת וגדלה. הדבר מתבטא בניצול משאבי טבע, כמו קרקע ומים; שימוש בחומרים כימיים, כמו חומרי הדברה, חומרי ניקוי או דשנים, העלולים לגרום לזיהום ופליטות לסביבה; וייצור פסולת אורגנית ופסולת אריזות, אשר קיים קושי גדול לטפל בהן באופן סביבתי ובר קיימא.

בנוסף, כשליש מכמות המזון המיוצרת בעולם נזרקת לפח! ברמה הגלובלית, מדובר בכ-1.3 מיליארד טונות, שוות ערך ליותר מ-750 מיליארד דולרים בשנה. בישראל ההערכה היא כי 35% מהמזון נזרק (שווה ערך ל-18 מיליארד ₪ בשנה).

המחיר הסביבתי של תופעת "בזבז המזון" גבוה ביותר. כך למשל, פליטת גזי החממה (CO<sub>2</sub>e) כתוצאה מהמזון שנזרק בעולם במשך שנה, גבוהה פי 3 מכלל גזי החממה הנפלטים מפעילות התחבורה באירופה באותו זמן. המחשה נוספת עולה מהדוגמה הבאה: על מנת לייצר כריך פסטרמה עם פרוסת עגבנייה ועלה חסה לקישוט, "נשלם" בצריכה של 690 ליטר מים, החל משלב גידול החיטה, דרך שטחי המרעה וגידול הפרה, גידול הירקות, ייצור המוצר ועד הגיעו לסופר הקרוב לביתנו.

## חסמים

מכיוון ומדובר בתעשייה מסורתית, שחלות עליה הגבלות רגולטוריות הנוגעות לבטיחות המוצר ובטיחות הצרכנים, אין ספק כי תעשיית המזון אינה בין הראשונות להבין את הצורך לשינוי חשיבה להפנמת גישת כלכלה מעגלית. ככלל, הנושא נמצא בחיתוליו בתעשיית המזון, ואנו נתקלים בחסמים שונים, כולל:



- **זמינותם של חומרי גלם זולים** אינה מעודדת פיתוח פתרונות לחסכון, צמצום או החלפה שלהם.
- לעיתים **אין תמריץ כלכלי או סביבתי** לטפל דווקא בפסולת מזון, שהיא, בסופו של דבר, אורגנית פריקה (למעט פסולת אריזות), לא מסוכנת וניתנת להטמנה.
- מסיבות של בריאות הציבור ובריאות צרכנים, כמעט **ואין אפשרות לנצל חומר ממוחזר** לתוך מזון חדש, למעט מקרים ספציפיים של מחזור בתוך המפעל.
- אישור מזון חדש או טכנולוגיות חדשות כפוף ל**רגולציה נוקשה ותהליך ארוך ומייגע** במשרדי הממשלה, FDA, וגופים דומים, בהם קיימת נטייה לא לאשר מחזור / הנצלה / שימוש חוזר של מזון, עקב חשש להרעלת מזון וטיפול לא הולם במוצרים.
- הטיפול במוצרי מזון כרוך **בקשיים לוגיסטיים**. לעיתים החומר צריך להיות מקורר או קפוא; הצורך בטמפרטורות הובלה ואחסון נמוכות מייקרות את תהליך השינוע שלו למפעל אחר / לאתר מחזור וכדומה.
- ובעיקר, לכל מוצרי המזון **תאריך תוקף**. הם נרקבים ומתקלקלים עם הזמן, לא ניתן לשמור חומר ולהשתמש בו מאוחר יותר, לא ניתן לאגור פסולת ולהעבירה לשלב הבא לאחר כמה חודשים.

יחד עם זאת, אנו רואים כי המודעות לנושא עלתה בשנים האחרונות במחלקות הפיתוח והטכנולוגיה, במאמץ למצוא פתרונות אמיתיים לצמצום בזבז, הפחתת פסולת וניצול מיטבי של חומרי הגלם. חלק מהפתרונות המוצעים שייכים לעולם הכלכלה המעגלית.

להלן כמה סיפורי הצלחה:

1. חברת **Ostara** פיתחה טכנולוגיה למיצוי נוטריאנטים חשובים לגידול צמחים (בעיקר פוספט) משפכי תעשייה ושפכים סניטריים, ובכך יצרה דשן מרוכז וייחודי המשמש חקלאים לגידול יבולים שונים. בצורה זו קיים **שימוש חוזר** באותם חומרים במקום "לאבד" אותם במתקני הטיפול בשפכים; ומצד שני החקלאים משתמשים בחומר שמוחזר במקום לרכוש דשנים סינתטיים חדשים.
  2. מודל מצוין ליישום כלכלה מעגלית הוא שימוש במוצרי לוואי של תהליך אחד כחומר גלם לתהליך אחר. כך חברת **Cargill**, יצרנית ענק של חומרי גלם לתעשיית המזון, מצאה שימוש לאחד מתוצרי הלוואי שלה (קליפות וגרעיני לימונים) ויצרה מוצר שלא היה קיים בחברה המיועד לתעשיית הקוסמטיקה.
  3. כאמור, כמויות אדירות של פסולת אורגנית מיוצרות מדי שנה ומועברות להטמנה. פסולת זו מהווה מקור לפליטת מתאן, שהוא גז חממה בעל אפקט חממה חזק במיוחד. נכון להיום, אחוז קטן מאד מפסולת המזון מגיע לפתרונות שאינם הטמנה (כ-5% בארה"ב). חלק קטן מפסולת המזון וחומרי גלם ומוצרים פסולים ממפעלי מזון מועברים להזנת בעלי חיים. בכך, בנוסף לפתרון חלופי להטמנת הפסולת, נחסכים משאבים אדירים בגידול ייעודי של מזון לבעלי חיים (משאבי קרקע, מים, דשנים, אנרגיה ועוד).
  4. את הפסולת ניתן לנצל בצורה מיטבית ולמעשה לייצר ממנה מקורות חדשים לחלבונים איכותיים. חברת **Agriprotein** משתמשת ביכולתו של זן ספציפי של זבוב לנצל בצורה מיטבית את הפסולת, ולהפכה לחלבון זמין ומרוכז עבור תעשיית מזון בעלי החיים.
  5. חברת **סודה סטרים** הישראלית, הפכה את הסודה שלנו ממוצר לשירות. היא מספקת את מכשיר הכנת הסודה, בלוני הגז נמכרים "אחד תמורת אחד", ובמקום הובלה של בקבוקי פלסטיק חד פעמיים ויצירת פסולת פלסטיק על כל המשמעות הסביבתית הכרוכה בכך, אנו זוכים בשירות מתחדש, ללא יצירת פסולת ובהפחתת שינוע מוצרים.
- כך, למרות הקשיים והחסמים, תעשיית המזון "מרימה את הכפפה" ומנסה לייצר פתרונות ולהשתמש בכלים של כלכלה מעגלית על מנת לאפשר לה להאכיל את אוכלוסיית העולם הגדלה, תוך ניסיון למזער את ההשפעה הסביבתית שלה.

## כלכלה מעגלית בתחום הכימיה בתעשייה | מודל TBC



מאת: **זרון קול**, מנהל מרכז הידע, המרכז להתייעלות במשאבים



מודלים עסקיים של כלכלה מעגלית בתחום הכימיה עשויים להיות רלוונטיים לסקטורים תעשייתיים מגוונים, בנוסף לתעשיות המוגדרות כימיות במובהק, כמו סקטור הפרמצבטיקה והכימיקלים. תעשיות רבות, בהן אלקטרוניקה, מזון ועוד, משתמשות בכימיקלים, ולפיכך הכלים המעגליים בתעשייה הכימית נוגעים גם לפעילותן. מסמך זה עוסק במודל "השכרת כימיקלים" – (TBC) Take Back Chemicals, אשר נועד לשפר את יעילות השימוש בכימיקלים בתעשייה.

בעוד במודל שימוש רגיל, התשלום לספק הכימיקלים הוא לפי כמות (מחיר ש"ח לטון, למשל), במודל ה-TBC, התשלום מחושב לפי השימוש שנעשה באותם כימיקלים – התוצאות שנבעו מהשימוש (ש"ח למוצר מטופל, למשל). כך במקום להיות מבוסס כמות, התשלום הופך למבוסס תוצאות. היבט נוסף של מודל זה הוא שהספק שומר על הבעלות על המוצר המסופק, ומחזיר אותו אליו לאחר שימוש; למעשה מדובר ב"ליסינג" של המוצר ללקוח.

מודל זה מתמרץ את הספק למכור מוצר איכותי יותר ויעיל יותר, לעומת המודל הרגיל, בו האינטרס של הספק הוא שהלקוח ישתמש במוצר כמה שיותר, מבחינת כמות ופעמים. הכנסת הספק אל תוך פונקציית השימוש של המוצר מבטיחה למקסם את התייעלות השימוש במשאב הכימי. המודל מנטרל את התמריץ למכור כמה שיותר מהחומר הכימי, כך שהאינטרס של יצרן המוצר והצרכן מתיישבים זה עם זה – שניהם רוצים למקסם את התייעלות בשימוש במוצר בתהליך.

במסמך מקצועי (White Paper) שמנתח את מודל ה-TBC על בסיס מקרי חקר בהולנד,<sup>2</sup> מופו 4 מטרות עסקיות עבור יצרנים וצרכנים במעבר למודל כימי מעגלי זה:

- תועלת ראשונה היא **מצינות תפעוליות** שנובעת מהפחתה בהוצאות על חומר כימי, טיפול בפסולת החומרים הללו, והתייעלות בשימוש שלהם; **הפחתת סיכון** לשינוי מחיר החומר והאספקה; **שיפור באיכות** כתוצאה משימוש מיטבי בחומר; וניתוק העלות מהכמות שנצרכת.
- תועלת שנייה נובעת מהגדלת השירותים של היצרן והתייצבות בשוק. פעמים רבות שימוש בכימיקלים אינו חלק מרכזי מפיתוח המוצר של המפעל הצורך אותם, ובהתאם, התוצרים וההוצאות הקשורות אליהם (כמו רכישת חומר גלם או טיפול בפסולת) זוכים לעיתים להתעלמות או התייחסות שולית מצד הדרג הניהולי. על ידי הכנסת היצרן לתהליך השימוש בכימיקלים, נוצרת התייעלות בשימוש, הן בשלב הרכש והן בניהול הפסולת של חומרים אלה, וכך נחסכות הוצאות שיכולות להיות גבוהות כתוצאה מאופי החומרים המטופלים.
- תועלת שלישית היא **חדשנות רזה**, כלומר, היכולת להגיע לייצור מתקדם במינימום משאבים. תועלת זאת מושגת באמצעות נגישות לידע המתקדם ביותר, יכולת מימונית משופרת ושיפור תמידי של התהליך על ידי יצרן הכימיקלים. בנוסף, משום שהמחיר מבוסס על תוצאות ולא על כמות, שני הצדדים ממקסמים את תועלת השימוש בחומרי הגלם.
- התועלת הרביעית היא בהסרת חסמים בתחום הרגולציה הסביבתית. מפעלים אשר צורכים כימיקלים כחלק מתהליך הייצור שלהם חשופים פעמים רבות לרגולציה סביבתית נוקשה, המיועדת למזעור המזיקים הסביבתיים

<sup>2</sup> [Take Back Chemicals: Business Incentives of Chemical Leasing In the Chemical and Manufacturing Industry, Case Based Learnings for the Netherlands](#)

(בין אם בשלב השימוש בכימיקלים או בשלב ניהול הפסולת שלהם). מודל של TBC יכול להקטין חשיפה מסוג זה, על ידי ייעול והפחתת הכמויות בהן משתמש המפעל.

מודל עסקי מסוג TBC צריך להיבנות באופן מותאם ומחושב לכל חברה, מפעל או תהליך. גם אם לעיתים התועלות מיישום מודל זה אינן ניכרות באופן מיידי, תועלות עקיפות, בדמות שימוש מופחת בחומר גלם, הפחתת פסולת וקידום שיווקי בחברה הפועלת לפי מודלים מעגליים, יכולים לייצר הכנסות ארוכות טווח עבור החברה. מעבר לכך, מודל TBC יכול לשפר תהליכים במפעל, כאשר יצרן הרכיב הכימי, המתומרך לאפשר שימוש מיטבי במוצרו, מיעץ למפעל בנוגע לשימוש נכון במוצר ולשיפור התהליך בו המוצר נמצא בשימוש.

פתרון נוסף המאפשר למפעלים בישראל לייעל את השימוש בכימיקלים הוא השימוש ב"אישורי מנהל", המוענקים ע"י המשרד להגנת הסביבה, למכור או לשנע כימיקלים למפעלים אחרים אשר מוצאים בהם צורך. באמצעות אישורים אלה מקדם המשרד שימוש מחדש של כימיקלים ופסולת מסוכנת שמצטברים בתעשייה. אישורים אלה ניתנים תחת תקנות רישוי עסקים (סילוק פסולת חומרים מסוכנים) ובעזרתם כבר מקדמים כיום שימוש חוזר בפסולת כימית מסוכנת ברחבי הארץ. כך לדוגמא, ניתן אישורי מנהלים להעברת פסולת למפעל נשר, לשימוש כתחליפי חומרי גלם, ולהעברת כימיקלים משומשים לחברת ס.ו. פיתוח ויזמות בע"מ, לייצור מוצרים לטיפול בשפכים. ניתן לראות אישורים נוספים [באתר המשרד להגנת הסביבה](#). בנוסף, פרויקט "[סימביוזה תעשייתית](#)" יכול לייצר חיבור בין פסולת כימיקלים של מפעל אחד לשימוש כחומר גלם במפעל אחר.

## כלכלה מעגלית באריזות



כאשר אנו באים לתכנן מוצר ארוז, כלומר מוצר ואריזה, עלינו לשאול עצמנו "איך אנחנו מספקים את המוצר", ולא "איך אנחנו מספקים את האריזה". פרספקטיבה כזו, כבר פותחת בפנינו הרבה כיווני חשיבה לתכנון מעגלי של אריזה.

בתכנון אריזת פלסטיק מעגלית אנו מתייחסים ל 3 אסטרטגיות:

### 1. ביטול שימוש בפלסטיק, הפחתתו או החלפתו בחלופות בעלות עדיפות סביבתית

ב"ביטול" הכוונה לביטול **הצורך באריזה** או ברכיבים שלה, או **במעבר לחומר אחר** שיבטל את הצורך בטיפול בחומר בסוף חייו. נראה שללא הוצאה משימוש נתקשה לפתח את הכלכלה המעגלית באריזות, עקב ההכפלה הצפויה בביקוש לפלסטיק באריזות בשני העשורים הקרובים.

ביטול שימוש ניתן לביצוע ע"י ביטול אריזות שלא משמשות למתן שירות חיוני, כמו אריזות "קניה משפחתית" המאגדות מספר אריזות קיימות תחת עוד אריזה, וכן ע"י מציאת שיטה אחרת למלא את הפונקציה שממלאת האריזה, כמו מעבר לאריזה מתמוססת (ג'ל כביסה למשל).

## 2. אריזות בשימוש חוזר

ב"שימוש חוזר" הכוונה לשימוש נוסף במוצר לאותה מטרה, בתצורתו המקורית, מבלי לשנות או לשדרג אותו. לאחרונה תופס השימוש החוזר מקום גדול יותר בתכנון אריזות ובמודלים עסקיים של מותגים, ובעולם מתנהלים מאות פילוטרים, מחקרים וחברות הזנק שקמו לפתור בדיוק את הנושא הזה.

שימוש חוזר באריזה יכול להתייחס לאריזה הראשונית של המוצר, וכן לשניונית והשלישונית (עטיפות המגן והמשטחים בהם מופצים הארגזים) כאשר כל היררכית אריזה דורשת אסטרטגיה מעגלית אחרת. אריזה בשימוש חוזר נותנת חווית משתמש ייחודית ובמקרים רבים טובה יותר, בונה נאמנות למותג (הלקוח נקשר לאריזת המותג שנותרת בבעלותו), מספקת לנו תובנות שיווקיות לגבי הרגלי השימוש של הלקוח, וכמובן חוסכת בעלויות חומר גלם לאריזות.

יש לזכור כי לתכנון אריזה לשימוש חוזר משמעויות מבחינת עלויות: החומרים צריכים להיות עמידים ולכן לרוב יקרים יותר, מורכבות התכנון עולה, יש להביא בחשבון סוגיות לוגיסטיות ולוגיסטיקה הפוכה, וכן יש לתכנן את ההשמה וההחזרה לשוק – באמצעות שטיפה, תחזוקה או ייצור מחדש.

## 3. סגירת מעגלים בחומרים (מחזור/שימוש בחומר ממוחזר, קומפוסטציה)

ניתן להבחין ב-3 שיטות עיקריות לסגירת מעגל: בחירה בפולימר שניתן למחזור; חומר מתכלה; או החלפת הפלסטיק בחומר אחר שיכול להתמחזר או להתכלות. בהקשר זה נאמר שבתנאים הקיימים כיום בישראל קשה מאד לבצע הפרדה של האריזות המתכלות לקומפוסטציה לאור העדר תשתיות הפרדה ברחובות הערים, העדר תשתיות טיפול קצה, והעדר יכולת הפרדה בתחנות המעבר. לפיכך, מומלץ להשתמש בפלסטיק מתכלה בישראל רק במערכת סגורה בה יש שליטה על כל תנועת הפלסטיק (למשל אירוע ספורט או כנס) והוא נאסף ומועבר לקומפוסטציה, ובמקומות בהם החלופות מונעות את הטיפול בפסולת אורגנית (במידה שיש כזה טיפול).

נכתב במסגרת פרויקט לסגירת מעגלים בפלסטיק, במימון סוכנות האו"ם לפיתוח תעשייתי (UNIDO); חלק ממדריך מפורט יותר לתכנון אריזות פלסטיק למחזור, שנכתב בשיתוף מכון האריזה הישראלי ויצא לאור ברבעון השני של 2021.



המרכז להתייעלות במשאבים הוקם ביוזמה ובמימון של מנהל תעשיות במשרד הכלכלה והמשרד להגנת הסביבה. מטרת המרכז לסייע למפעלים להתייעל מבחינה כלכלית וסביבתית. המרכז מתמקד ביעול השימוש בחומרי גלם, מים ואנרגיה, ובכך מסייע להגדיל את הרווחיות והתחרותיות של המפעלים ולייצר חוסן בפני תנודתיות מחירי חומ"ג ושינויים ברגולציה, תוך הקטנת ההשפעה הסביבתית שלו. Win Win למפעל ולסביבה.



המרכז מקדם התייעלות במשאבים באמצעות שתי פעולות משלימות:

- חטיבת הייעוץ | חבילות ייעוץ ומענקי סבסוד למפעלי תעשייה יצרניים ברחבי הארץ.
- חטיבת מרכז הידע | הנגשת מידע: איסוף, ניתוח והנגשת נתונים בתחומי כלכלה וסביבה בתעשייה.

מפעלים המעוניינים לקדם מודלים שונים של כלכלה מעגלית או לשמוע על ההזדמנויות בתחום מוזמנים ליצור קשר עם המרכז להתייעלות במשאבים.