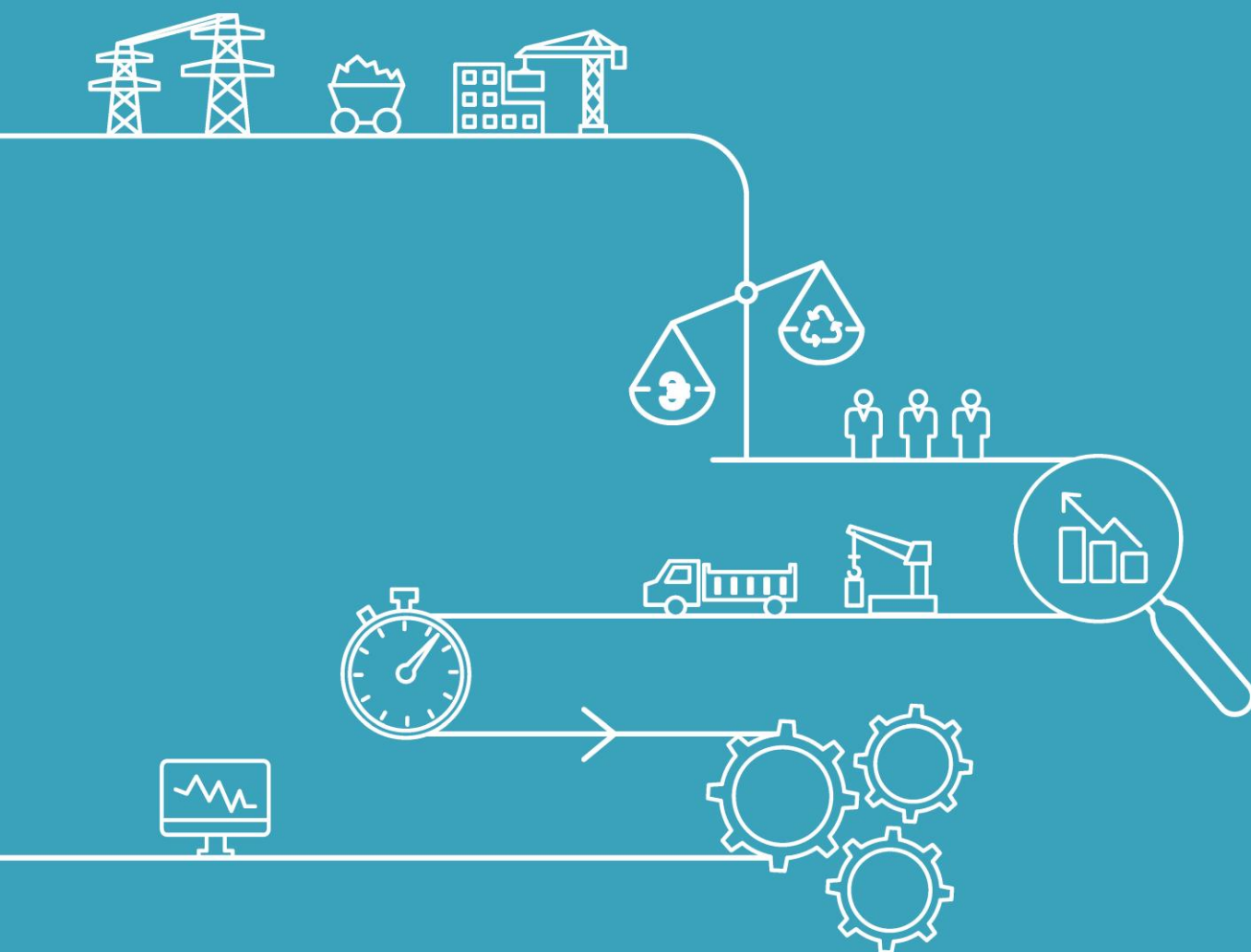


תמחיר זרימת חומרים

MATERIAL FLOW COST ACCOUNTING (MFCA)

מדריך לעסקים קטנים ובינוניים (SMEs)



switchmed



תוכנית SwitchMed הוקמה
וממומנת ע"י האיחוד האירופי



מסמך זה הופק ללא עריכה רשמית של האו"ם. פרסום זה הופק במסגרת יוזמת SwitchMed בסיוע האיחוד האירופי. תוכנו של פרסום זה הוא באחריותו הבלעדית של הארגון לפיתוח תעשייתי של האו"ם (UNIDO: United Nations Industrial Development Organization) ואין להתייחס אליו בשום אופן כמשקף את השקפות האיחוד האירופאי. אזכור שמות חברות או מוצרים מסחריים אינו מהווה תמיכה בהם או קידום ע"י UNIDO. הדעות, התרשימים, הנתונים וההערכות המפורטים במסמך הם באחריות המחברים ולכן אין לראותם כמשקפים את הדעות של UNIDO או כבעלי אישור ממנו.

תוכנית SwitchMed ממומנת על ידי האיחוד האירופי ומתואמת על ידי UNIDO, ומיושמת בשיתוף פעולה עם האגף לכלכלת סביבה של האו"ם (UN Environment Economy Division), תוכנית הפעולה הים-תיכונית של תוכנית האו"ם לאיכות הסביבה (United Nations Environment Programme Mediterranean Action Plan: UN Environment/MAP) ומרכז הפעילות האזורי לצריכה וייצור בר קיימא (Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production: SCP/RAC).

תרגום המסמך ופרסומו בעברית הופקו ע"י המרכז להתייעלות במשאבים, הפועל ביוזמה ובמימון של מינהל תעשיות במשרד הכלכלה והתעשייה והמשרד להגנת הסביבה, ומנוהל ע"י מכון יעיל, חברת בת של ההסתדרות הציונית העולמית. **למידע נוסף אנא ראו את המבוא לגרסה העברית.**

מסמך המקור זמין באנגלית בקישור זה.

© כל הזכויות שמורות לארגון האו"ם לפיתוח תעשייתי UNIDO 2019
© 2019 United Nations Industrial Development Organization - All rights reserved

איורים: © 2018 Maria Prieto Barea
תמונות: © 2018 UNIDO, iStock

למידע נוסף, אנא צרו קשר:

בנוגע למסמך המקור באנגלית:

בנוגע לגרסה בעברית ופעילות בישראל:

Ms. Carolina Gonzalez Mueller
Department of Environment
Tel: (+431) 26026 3814
United Nations Industrial Development Organization
Vienna International Centre
PO Box 300, A-1400 Vienna, Austria
c.gonzalez-mueller@unido.org
www.unido.org

דורון קול
מנהל מרכז הידע
המרכז להתייעלות במשאבים
08-9474111
doron@yail.co.il
www.rec.co.il



תוכנית SwitchMed
ממומנת ע"י האיחוד האירופי



תוכן העניינים

רשימת טבלאות
רשימת תרשימים

3.....	תודות	
4.....	מבוא	
5.....	מבוא לגרסה העברית	
6.....	מילון מונחים	
7.....	1. מתחילים לעבוד	
7.....	1.1. מהו MFCA ולמה זה טוב?	
10.....	1.2. מבוא למונחים פיננסיים ותמחיר	
14.....	2. גישת צעד אחר צעד לניתוח MFCA	
14.....	2.1. מתווה כללי לניתוח MFCA	
16.....	2.2. מדריך לשימוש בכלי האקסל (Excel) ל-MFCA	
18.....	2.3. ניתוח תשומות-תפוקות של זרמי חומרים במונחים פיזיים	
18.....	2.3.1. מאזן המסה הפיזית	
20.....	2.3.2. מדריך למאזן המסה	
23.....	2.3.3. מדריך לאיסוף נתונים	
25.....	2.3.4. מה עשוי להוות NPOs (תפוקות שאינן מוצרים)?	
27.....	2.4. תרשימי זרימת תהליך	
31.....	2.5. עלויות NPOs שנתיות ברמת החברה	
32.....	2.5.1. עלויות חומרים ואנרגיה של NPOs	
33.....	2.5.2. עלויות ניהול פסולת/קצה צינור	
33.....	2.5.3. עלויות מערכת MFCA	
34.....	2.5.4. הכנסות הקשורות לסביבה	
34.....	2.5.5. סך כל עלויות שנתיות של NPOs	
35.....	2.5.6. הצגה בפני ההנהלה הבכירה	
36.....	2.6. MFCA חלוקת עלויות כלל-מפעליות של NPOs למרכזי עלות או שלבי ייצור	
38.....	2.7. המלצות לשיפור מערכות מידע	
40.....	המלצות נפוצות לשיפור מערכות מידע	
42.....	2.8. יישומים עבור ניתוח השקעות בטכנולוגיות RECP	
44.....	3. מקרי בוחן	
44.....	1.1. איגובל AIGUEBELLE, מרוקו	
47.....	1.2. אל-חאג' מחמוד חביבה ובניו, ירדן	
48.....	1.3. פאטס וורדה Pates Warda, תוניסיה	
51.....	1.4. אל-ע'ראווי Al-Ghrawi, לבנון	
53.....	נספח א' EMA חשבונאות ניהול סביבתי התפלגות עלויות NPOs לתחומים סביבתיים	
55.....	נספח ב' שלבי העבודה של תוכנית TEST	
56.....	נספח ג' ביבליוגרפיה	

רשימת טבלאות

11	הקבלה בין מונחי חשבונאות פיננסית ותמחיר	טבלה 1:
12	היחסים בין תמחירי קטגוריות עלות, מרכזי עלות ומובילי עלות	טבלה 2:
13	עלויות סביבתיות המוסתרות בחשבונות תקורה	טבלה 3:
13	עלויות סביבתיות מועמסות למרכזי עלות ומוצרים	טבלה 4:
18	סוגי תשומות ותפוקות	טבלה 5:
23	חברה לייצור נייר – דוגמה למאזן מסה וגיליון 1	טבלה 6:
23	מקורות נתונים עבור מאזן המסה	טבלה 7:
25	תשומות חומרים, תפוקות מוצרים ותפוקות שאינן מוצרים	טבלה 8:
26	אומדן אחוזי NPOs	טבלה 9:
29	גיליון 2 בבלי של MFCA: תרשים זרימת תהליך עבור מאפייה	טבלה 10:
30	חברה לייצור נייר – תרשים זרימת תהליך, גיליון 2	טבלה 11:
31	סך כל עלויות NPOs	טבלה 12:
32	קטגוריות עלות של NPOs	טבלה 13:
35	חברה לייצור נייר – סך כל עלויות NPOs בגיליון 4	טבלה 14:
37	חברת ייצור נייר – פירוט עלויות NPOs לפי מרכזי עלות בגיליון 3	טבלה 15:
45	התפלגות ה-NPOs של Aiguebelle	טבלה 16:
45	תחומי המיקוד של Aiguebelle	טבלה 17:
46	ניטור נתונים חודשי של Aiguebelle	טבלה 18:
51	Al-Ghrawi, התפלגות ה-NPOs לא כולל וכולל מחירי צללים של מים	טבלה 19:
52	Al-Ghrawi, תהליכים עם שיעור גבוה מה-NPOs	טבלה 20:
52	Al-Ghrawi, זרמים מתועדפים ותחומי מיקוד	טבלה 21:
54	עלויות הקשורות לסביבה לפי תחום סביבתי במפעל SCA Laakirchen	טבלה 22:

רשימת תרשימים

27	תרשים זרימת תהליך: פתיחת הקופסה השחורה	תרשים 1:
46	סטטיסטיקת פחת Aiguebelle	תרשים 2:
49	Al-Ghrawi, התפלגות עלויות NPOs	תרשים 3:

תודות

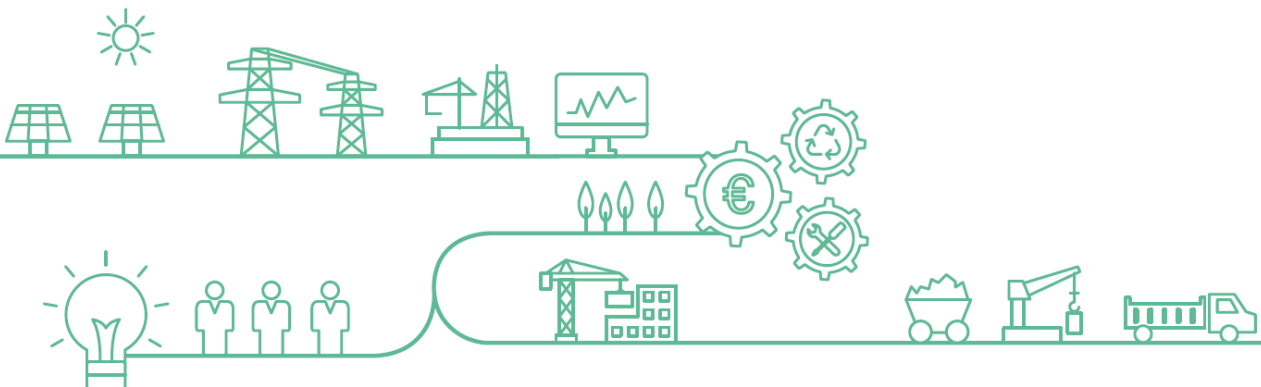
מדריך זה נכתב על ידי כריסטין יאש | Christine Jasch, כלכלנית סביבתית בכירה, עם תרומת תכנים של רוברטה דה פלמה | Roberta De Palma, יועצת טכנית ראשית ב-UNIDO וולדימיר דובס | Vladimir Dobes וראשיד נאפטי | Rachid Nafti, מומחים בכירים ליעילות משאבים.

מדריך זה לא היה מתפתח ללא שיתוף העבודה והניסיון של כל מי שתרמו והשתתפו ביישום תוכניות ה-TEST (העברת טכנולוגיות בעלות איתנות סביבתית | Transfer of Environmentally Sound Technologies) של UNIDO, במיוחד פרויקט הפיילוט MED TEST I במצרים, מרוקו ותוניסיה ופרויקט MED TEST II שמומן על ידי האיחוד האירופי במסגרת יוזמת SwitchMed. המחברים מבקשים להודות למומחי MFCA שתרמו ישירות לפיתוח מדריך זה – אחמד תאופיק | Ahmed Tawfik ממצרים, וליד אלטלאווי | Waleed Altellawi מירדן, האהאן ח'נפיי | Hahan Khanafei ומאיה טראד | Maya Trad מלבנון, מהדי בראדה רחמי | Mehdi Berrada Rekhani ממרוקו וליד אמור | Walid Amor מתוניסיה. מסמך זה נסקר באדיבות מנקודת מבט טכנית על ידי אדוארד קלרנס-סמית' | Edward Clarence-Smith, מומחה לתעשייה ירוקה.

תודה מיוחדת לעמיתים במחלקת הסביבה של UNIDO: קרולינה גונזלס מולר | Carolina Gonzalez Mueller, מנהלת פרויקט SwitchMed; ולדימיר אנסטסוב | Vladimir Anastasov רכז פרויקט; ומייקל ברלה | Michael Barla מנהל התקשורת; על תמיכתם המתמשכת.

המסמך תורגם לעברית ע"י שגית פורת | Sagit Porat, מתרגמת, עורכת ויועצת סביבה וקיימות, עבור המרכז להתייעלות במשאבים, בהנחיית עדי דיסון, מנכ"לית המרכז, ודורון קול, מנהל מרכז הידע של המרכז; ובעזרת חברי הצוות של המרכז להתייעלות במשאבים: המהנדסים הבכירים אורן נדיר, יהונתן קאמי, ליאת קורן ואבישי שפר, והחשבת טל מדהלה.

המרכז להתייעלות במשאבים מבקש להודות לסיוע, להנחיה ולליווי המקצועי השוטף של חברי צוות הניהול של המרכז, שיש להם תרומה משמעותית לקידום התייעלות במשאבים בישראל: עוז כ"ץ, מנהל מינהל תשתיות במשרד הכלכלה והתעשייה; שולי נזר, סמנכ"לית בכירה לתעשיות ויובל לסטר, סמנכ"ל בכיר למדיניות ואסטרטגיה במשרד להגנת הסביבה; מיכאל שצ'ופק וד"ר דוד אסף ממשרד הכלכלה והתעשייה; ד"ר אוהד קרני, ואורי שלהב מהמשרד להגנת הסביבה; כמו כן מודה המרכז לגלית בהן, שכיהנה בצוות המנהל של המרכז כסמנכ"לית תכנון, מדיניות ואסטרטגיה במשרד להגנת הסביבה, וכיום מכהנת כמנכ"לית המשד. המרכז מוקיר את תרומתם המקצועית של חברי דירקטוריון מכון יעיל בע"מ, החברה המפעילה את המרכז להתייעלות במשאבים ובמיוחד יו"ר הדירקטוריון ד"ר מרים (מיקי) הרן, ומודה לבעלי המניות בחברה, ההסתדרות הציונית העולמית.



ניהול סביבתי תעשייתי מונע הוא תפישה מקובלת לשילוב בין שתי מטרות מתחרות לכאורה: צמיחה כלכלית והגנה על הסביבה. בליבת אסטרטגיות המניעה קיימים פתרונות win-win לניהול טוב יותר של משאבים כמו חומרי גלם ואנרגיה.

ניתן להשתמש במספר כלים מוכחים כדי לסייע לחברות לשלב ניהול סביבתי בפעילותן העסקית, בהם ניתן ייצור יעיל במשאבים ונקי יותר (Resource Efficient and Cleaner Production Assessment | RECPA), מערכות ניהול סביבתי (Environmental Management Systems | EMS) ומערכות לניהול אנרגיה (Energy Management | EnMS), ניתוח מחזור חיים (Life Cycle Assessment | LCA) ועיצוב אקולוגי (Eco-design), אחריות חברתית (Corporate Social Responsibility | CSR), חשבונאות ניהול סביבתי (Material Flow Cost Accounting | MFCA) ועוד. עם זאת, יישום נפרד של כלים בודדים, על אף היותו אפקטיבי בזיהוי שיפורים מסוימים, עשוי בקלות להוביל לפתרונות פחות מאופטימליים עבור החברה. כתוצאה מכך, החברה עלולה להתקשות לשמור על השינויים המורכבים הרצויים באסטרטגיות או במערכות שלה, כמו גם להבטיח התאמתם לתוצאות הרצויות של ייצור מקיים. שילוב אפקטיבי של חלק מכלים אלה בתוך חבילת יישום אחת יכול להאיץ באופן משמעותי שינויים ארגוניים לכיוון קיימות, בעזרת ניצול הסינרגיה שעשויה לצמוח משימוש משולב בכלים ספציפיים.

בשנת 2000 UNIDO פיתח גישה משולבת כזו בשם "העברת טכנולוגיות בעלות איתנות סביבתית" (Transfer of Environmentally Sound Technology | TEST), המורכבת ממערך של כלים סביבתיים מונעים (בעיקר RECPA, EMS ו-MFCA), אשר היבטים שלהם מיושמים בצורה מותאמת פרטנית, בהתבסס על צרכי הארגון. יישום TEST נעשה ברמות השונות של חברה:

- 1. ברמת התהליך:** גישת TEST מתעדפת את ה"גישה המונעת" של ייצור יעיל במשאבים ונקי יותר (RECP), המבוססת על אימוץ טכניקות למניעת זיהום בתהליך הייצור. היא שוקלת את ההעברה של טכנולוגיות נוספות לבקרת זיהום (בקצה הצינור) רק לאחר בחינת פתרונות RECP ישימים. כך מקודמת העברת נהלים, טכניקות וטכנולוגיות המתמקדים באופטימיזציה של ביצועים סביבתיים ופיננסיים בזמן.
- 2. ברמת מערכת הניהול:** גישת TEST בונה מערכות מידע המבוססות על זרמי חומרי גלם ואנרגיה רלוונטיים, והתזרימים הפיננסיים הקשורים אליהם. מערכות מידע אלו הכרחיות כדי לקשר בין הרמות האסטרטגיות והתפעוליות בתוך הארגון. הדבר מתבצע על ידי יישום האלמנטים הבסיסיים של EMS וקישור ישיר של MFCA למערכות המידע הפיננסיות הקיימות של החברה.
- 3. ברמה האסטרטגית:** על ידי הובלת חברה לקראת אימוץ אסטרטגיות ארגוניות בנות קיימא, גישת TEST מטמיעה את הניהול הסביבתי באסטרטגיה הרחבה יותר של אחריות חברתית תאגידית (CSR).

מסמך זה ממחיש את התפישה והמתודולוגיה של MFCA (תמחיר זרימת חומרים), שהוא אחד הכלים בהם משתמשת גישת TEST. מטרתו לתמוך ולסייע ביישום של כלים אחרים בהם נעשה שימוש במסגרת TEST, כמו RECPA ו-EMS. MFCA חושף את העלויות הנסתרות של חוסר-יעילות ופחיתים בייצור, על ידי ביסוס מערכת מידע למעקב וניטור עלויות של תפוקות שאינן מוצרים (Non-Product Outputs | NPOs) ועלויות סביבתיות אחרות. כך חברות יכולות לזהות את תחומי המיקוד שיש להתייחס ולטפל בהם, כולל זרמי חומרים חיוניים/אנרגיה, ולקבוע אילו הזדמנויות לשיפור, התייעלות וחסכון קיימים בתחומים אלה. מערכת המידע של MFCA מאפשרת ניטור יעיל של הביצועים הסביבתיים והכלכליים המשופרים כתוצאה מיישום תוכניות RECP, תהליך חיוני להצגת השפעתן על החלטות לטווח בינוני עד ארוך, ובכך לקדם את יישומן המתמשך.

מסמך זה מציע גישה מפורטת, המוצגת צעד אחר צעד, להחלת MFCA בתפעול עסקים קטנים ובינוניים (SMEs | Small and Medium Enterprises). הגישה המוצגת מבוססת על ISO 14051 לתמחיר זרימת חומרים. קטגוריות העלויות הסביבתיות, המשמשות בכלי (קובץ האקסל) של MFCA, מקבילות להגדרות המשמשות סוכנויות סטטיסטיות, כגון UN DSD (האגף לפיתוח בר-קיימא של האו"ם | UN Division for Sustainable Development) ו-IFAC (הפדרציה הבינלאומית של רואי החשבון | International Federation of Accountants).

מסמך זה כולל מספר מקרי בוחן מפרויקט MED TEST של UNIDO¹ וכן נתוני ניתוח של חברה פיקטיבית לייצור נייר בכלכלת מעבר. קובץ אקסל נפרד של MFCA לרישום וניתוח נתונים משמש חלק מחומר ההדרכה. הקובץ זמין להורדה בעברית מאתר המרכז להתייעלות במשאבים בקישור זה, ובאנגלית מאתר הכלים היישומיים של TEST בקישור זה.

קהל היעד של מדריך זה, בנוסף לספקים חיצוניים של סיוע טכני, הוא אנשי הצוותים הן הפיננסיים והן הטכניים של החברה, שעליהם לעבוד יחד. MFCA מאפשר להם למצוא שפה משותפת כדי לחקור הזדמנויות בחברה לייצור יעיל במשאבים ונקי יותר (RECP).

מדריך זה מבוסס על עקרונות MFCA, אך אינו שואף להנחות חברה ליישום מלא של תקן MFCA, דבר שאיננו בר-ביצוע עבור רוב החברות הקטנות והבינוניות (SMEs).

מבוא לגרסה העברית

תוכנית MED TEST של UNIDO יושמה בישראל בין השנים 2015-2017, בשלב הפעולה השני (MED TEST II), במסגרת פעילות נרחבת יותר בנושאי ייצור וצריכה ירוקים של יוזמת SwitchMed, הממומנת על ידי האיחוד האירופי, ובשילוב עם התוכנית לצמיחה ירוקה של ממשלת ישראל. התוכנית בוצעה בישראל כפיילוט שנוהל ע"י מרכז ויץ לפיתוח בר-קיימא. במסגרת הפיילוט השתתפו 7 חברות מ-4 סקטורים תעשייתיים שונים בתהליכי ייעוץ להתייעלות במשאבים. החיסכון הכולל של החברות המשתתפות הסתכם בכ-8.5 מיליון ₪ בשנה, עם החזר השקעה ממוצע של 2.1 שנים. בנוסף, 62 אנשי מקצוע עברו תוכניות הכשרה להיכרות עם כלי העבודה של TEST. [שלבי העבודה של תוכנית TEST מוצגים בנספח ב' במסמך זה].

לאור הצלחת הפיילוט, יזמו משרדי הכלכלה והתעשייה (מינהל תעשיות) והגנת הסביבה את הקמתו של **המרכז להתייעלות במשאבים**, והבטיחו את מימונו לשנות הפעילות הראשונות. המרכז להתייעלות במשאבים מופעל ע"י מכון יעיל בע"מ, שנוסד ע"י מכון ויץ (מנהל פרויקט MED TEST II בישראל) והוא חברת בת של ההסתדרות הציונית העולמית. מטרת המרכז היא לסייע למפעלים להתייעל הן מבחינה כלכלית והן מבחינה סביבתית, באמצעות תוכניות ייעוץ שנהנות מסבסוד משמעותי (50%-70% מעלות הייעוץ). תוכניות הייעוץ של המרכז מתמקדות בייעול השימוש בחומרי גלם, מים ואנרגיה, וכתוצאה מכך משתפרת רווחיות המפעל, תוך צמצום ההשפעה הסביבתית של תהליכי הייצור.

המרכז להתייעלות במשאבים החל פעילותו בתחילת 2020, ובשנת פעילותו הראשונה קיים תהליכי ייעוץ ב-56 מפעלים ממגוון סקטורים תעשייתיים. עד מועד פרסום מסמך זה (ספטמבר 2021), בוצעו למעלה מ-120 תהליכי ייעוץ במפעלים. דוגמאות מתהליכים אלה מוצגות בסדרת פרסומי מקרי הבוחן שלנו, הזמינים לעיון בקישור זה.

המרכז החליט לתרגם לעברית את המדריך לניתוח MFCA של UNIDO כשירות לאנשי המקצוע, ומטרתו להציע היכרות ראשונית עם האפשרויות המשמעותיות לחברות להתייעלות וחיסכון שטומן בחובו ניתוח MFCA. יחד עם זאת, נדגיש כי הניסיון מלמד כי אין די בעבודה מול מסמך גנרי בינלאומי כדי לקדם באופן מהותי תהליך ניתוח MFCA בחברה. **תנאי השוק והרגולציה המקומיים דורשים התאמות ייעודיות, וניהול הנושא בהנחיית יועצים בעלי הכשרה מקצועית ממוקדת ומותאמת חיוני לקידום התהליכים הנדרשים בעבודה הפנימית מול גורמים רבים בחברה.** חברות המעוניינות לבצע ניתוח MFCA, מוזמנות להירשם לתוכניות הייעוץ של המרכז להתייעלות במשאבים.

¹ תוכנית MED TEST היא יוזמה של UNIDO לקידום ייצור בר קיימא באזור דרום הים התיכון. תוכנית MED TEST הושקה לראשונה בשנת 2009 בשלב פיילוט שנתמך על ידי GEF (שירות הסביבה העולמי | Global Environment Facility) וממשלת איטליה, ויושם במצרים, תוניסיה ומרוקו. בשנת 2014 הורחבה תוכנית MED TEST למדינות נוספות (אלג'יריה, ישראל, ירדן, לבנון והרשות הפלסטינית) ושולבה ביוזמת SwitchMed הממומנת על ידי האיחוד האירופי (www.switchmed.eu).

מילון מונחים

לנוחות קוראי העברית, מובא להלן מילון מונחים המרכז את ראשי התיבות הלועזיים בהם נעשה שימוש לאורך המסמך.

Corporate Social Responsibility אחריות חברתית תאגידית	CSR
Environmental Management Accounting חשבונאות ניהול סביבתי	EMA
Environmental Management Systems מערכות ניהול סביבתי	EMS
Energy Management Systems מערכות לניהול אנרגיה	EnMS
Key Performance Indicators מדדי ביצוע מרכזיים	KPIs
Life Cycle Assessment ניתוח מחזור חיים	LCA
Material Flow Cost Accounting תמחיר זרימת חומרים	MFCA
Non-Product Outputs תפוקות שאינן מוצרים	NPOs
Operational Performance Indicators מדדי ביצוע תפעוליים	OPIs
Resource Efficient and Cleaner Production ייצור יעיל במשאבים ונקי יותר	RECP
Small and Medium Enterprises עסקים קטנים ובינוניים	SMEs
Transfer of Environmentally Sound Technologies העברת טכנולוגיות בעלות איתנות סביבתית	TEST

ארגונים העומדים מאחורי פרויקט TEST וקשורים להפקת המסמך:

United Nations Industrial Development Organization UNIDO
הארגון לפיתוח תעשייתי של האו"ם

Regional Activity Centre for Sustainable Consumption and Production SCP/RAC
מרכז הפעילות האזורי לצריכה וייצור בר קיימא

יוזמת SwitchMed, ממומנת על ידי האיחוד האירופי

United Nations Environment Programme Mediterranean Action Plan UN Environment/MAP
תוכנית הפעולה הים-תיכונית של תוכנית האו"ם לאיכות הסביבה

1. מתחילים לעבוד

1.1 מהו MFCA ולמה זה טוב?

תקן ISO 14051:2011, העוסק בתמחיר זרימת חומרים, מגדיר את **MFCA** כ"כלי לכימות זרמים ומלאי של החומרים בתהליכים או בקווי ייצור, הן ביחידות פיזיות והן ביחידות מוניטריות". הוא משמש ככלי לשיפור היעילות החומרית על ידי הפחתת הצריכה היחסית של חומרים, אנרגיה ומים. ככזה, MFCA נחשב כאמצעי אפקטיבי באמצעותו חברות יכולות לקדם בו בזמן יתרונות סביבתיים וכספיים כאחד. ב-MFCA, זרמי החומרים בהם נעשה שימוש בחברה וכן כמויות המצאי (מלאי) נמדדים ביחידות פיזיות של משקל (ק"ג או טון) ולאחר מכן מוערכים ביחידות מונטריות-כספיות, המבוססות על עלויות הייצור שנגרמו.

חשבונאות ניהול סביבתי

MFCA התפתח מחשבונאות ניהול סביבתי (Environmental Management Accounting | EMA). EMA מוגדר כזיהוי, איסוף, ניתוח ושימוש בשני סוגי מידע לתהליך פנימי של קבלת החלטות:

- מידע פיזי על השימוש, הזרמים והיעד הסופי של האנרגיה, המים והחומרים (כולל תוצרי הפסולת שלהם);
- ומידע כספי על עלויות, הכנסות וחסכון הקשורים לסביבה.

על פניו, שני הכלים מבוססים על ניתוח של מאזן זרימת חומרים, הידוע גם בשם מאזן מסה או מאזן תשומות-תפוקות במונחי כמויות (משקל). פיתוח מאזנים אלה הוא חלק חשוב בגישת TEST.

השונוות בין שני הכלים היא בגבולות המערכת הנכללת בניתוח. הגבול עבור EMA הוא בדרך כלל גבול המערכת של החברה כולה. הגבול עבור MFCA, לעומת זאת, תחום בדרך כלל בתוך גבולות הארגון; זה יכול להיות תהליך, מחלקה, יחידה. מכיוון שהניתוח ברמה זו הוא שימושי יותר ליצירת אפשרויות RECP, פרויקטים של TEST נסמכים בעיקר על MFCA. אולם נקודת המוצא היא בד"כ EMA: בתחילת פרויקטים של TEST, רוב הנתונים זמינים בחברות רק עבור גבול מערכת זה. הדבר נכון במיוחד עבור עסקים קטנים ובינוניים (SMEs), שבאופן רגיל אין להם מערכת תמחיר מבוססת, וייתכן שיבצעו רק הערכה שנתית של פחת אובדני הייצור של חומרים ומוצרים, בניהול מלאי. לכן, במדריך זה ובמסגרת TEST שתי הגישות משולבות, כך שבתחילה מבוצע מאזן תשומות-תפוקות במונחים פיזיים בגבול המערכת של החברה, בהמשך מחושבות עלויות של תפוקות שאינן-מוצרים, ובסופו של דבר מחולקות עלויות אלה לפי שלבי הייצור או מרכזי העלות העיקריים.

כדי להעריך את העלויות בצורה נכונה, על החברה לאסוף הן נתונים כספיים והן נתונים לא-מוניטריים על השימוש בחומרים, שעות עבודה ומובילי עלות נוספים. MFCA בו נעשה שימוש בהקשר של TEST, שם דגש מיוחד על חומרים ועלויות נלוות, בגלל ההשפעות הסביבתיות של השימוש באנרגיה, מים, חומרים, ייצור פסולת ופליטות נלוות. גורמים אלה, יחד עם עלויות רכישת החומרים, הם מובילי העלות הבולטים בחברות רבות, במיוחד במדינות עם אכיפה נמוכה של ציות משפטי ועלויות נמוכות יחסית של כוח העבודה.

ההנחה הבסיסית של גישת MFCA, ובמיוחד מאזן המסה הפיזית, היא שכל החומרים שנרכשו בהכרח עוזבים את החברה, בין אם כמוצר או כפסולת ופליטות. פסולת, שפכים ופליטות הם אפוא סימן לייצור לא יעיל, מכיוון שהם נרכשו והועברו תמורתם תשלום. לעיתים קרובות עברו עיבוד כלשהו בפעילות החברה, אך לא הפכו למוצר הניתן לשיווק. במקום זאת, הם הפכו לתפוקות שאינן מוצרים (Non-Product Outputs | NPOs), אשר לעיתים קרובות דורשות ניהול מיוחד כדי למזער את השפעותיהן הסביבתיות. כך, בנוסף להיותן אחראיות לשיעור מסוים מעלויות הרכישה והייצור הכוללות של החברה, NPOs מוסיפות עלות נוספת הנדרשת תמורת טיפול נכון והשלכה מוסדרת שלהן.

תנאי מוקדם ליישום נכון של MFCA הוא קיומן של מערכות מידע פנימיות בחברה (מערך חשבונאי ומערכת ניהול) המגדירות בברור ומתעדות בשיטתיות זרימת חומרים, אשר לאחר מכן יאפשרו לחשב ולהמחיש עלויות אלה. עם זאת, לחברות רבות אין מערכות מידע כאלה והן משתמשות במערך החשבונאי שלהן רק לצורך דיווח חיצוני לרשויות המס, ולא לניטור התהליכים הפנימיים והייצור. את האתגרים הגדולים ביותר מהוות מספר פרקטיקות חשבונאיות שנמצאות בשימוש עכשווי, כמו:

- **קישורים וממשקים לקויים** בין הנהלת החשבונות ומחלקות הייצור;
- **הסתרה** לא מכוונת של מידע על עלויות הקשורות לסביבה בחשבונות התקורה;
- מעקב לקוי אחר מידע על **שימוש בחומרים, זרמים, גורלות, יעילות משאבים ועלויות**;
- **והיעדר חלק מהמידע הקשור לסביבה** מרשומות ניהול החשבונות.

מחסור זה במידע נאות מוביל חברות לעיתים קרובות לקבל **החלטות השקעה** מעוותות. באופן ספציפי, פעמים רבות חברות לא מבינות כי העלויות בפועל עבורן של הפסולת והזיהום שהן מייצרות – עלויות ה-NPOs המלאות – כוללות לא רק דמי סילוק, עלויות טיפול וציוד, אלא גם עלויות הקשורות לשימוש לא יעיל בחומרים שנרכשו ונעשה בהם שימוש בתהליכים שונים, ובסופו של דבר הופכים לפסולת ופליטות במקום למוצרים. חלק "נסתר" זה של עלויות NPOs יכול להיות בממוצע גבוה יותר בסדר גודל מעלויות הסילוק והטיפול בפליטות. מספר מקרי בוחן הראו כי עלויות סילוק הפסולת והטיפול בפליטות הן בדרך כלל 1%-20% מסך עלויות ה-NPOs, בעוד עלויות רכישת החומרים המבזבזים מהוות 40%-90% מסך עלויות ה-NPOs, תלוי בסקטור העסקי שבבדק. התוצאה היא שחברות רחוקות מלהכיר בערך המלא עבורן של פרויקטים להגנת הסביבה, אשר מטרתם למנוע או להפחית פליטות ופסולת במקור על ידי שימוש יעיל יותר בחומרים, בשאיפה לעבור לשימוש בחומרים מזיקים פחות, ולכן הן אינן מצליחות ליישם פרויקטים כאלה.

למרות שמעקב אחר עלויות ממשיות של NPOs מתבצע רק לעיתים נדירות על ידי המערכות החשבונאיות של חברות, ניתן לחשב עלויות אלה, או להגיע לאומדן מספק שלהן, בעזרת סיוע ושיתוף פעולה של מנהלי חשבונות ומנהלי ייצור, כפי שיתואר במדריך זה. ניתן להשתמש בתוצאות של ניתוח MFCA כדי להדריך את החברה לבחירת תפריט אופטימלי של אפשרויות RECP, אשר לא יזו בלבד שהן מונעות, או לפחות מצמצמות, ייצור של פסולת ופליטות, אך הן גם ממקסמות את היתרונות הפיננסיים על ידי הפחתה, ובמקרים מסוימים ביטול מוחלט, של עלויות הרכש, התפעול (אנרגיה, עבודה, וציוד), והסילוק או הטיפול הקשורות בכך.

MFCA שימושי במיוחד במדינות בהן העלויות להגנת הסביבה הן זניחות, כפי שקורה לעיתים קרובות בכלכלות מתפתחות וכלכלות מעבר, בין אם בשל היעדר חקיקה ורגולציה סביבתית או מכיוון שהן אינן נאכפות כראוי. אך ההיבט האחר של עלויות NPOs – עלויות שימוש בלתי-יעיל בחומרים ובאנרגיה – עדיין משמעותי מאוד במדינות אלה.

לסיכום, MFCA טוב לצורך:

- הפיכת **כל** העלויות והיתרונות הקשורים-לסביבה לנראים.
- סיוע בהעלאת המודעות הסביבתית ב"ליבה" העסקית של החברה, ע"י הצגת נתונים לצורך גיבוש יעדים ותוכניות למניעה סביבתית משולבת, וע"י הענקת נקודת מבט נוספת למנהלי קווי ייצור ומנהלי פרויקטים – ההשפעות, העלויות והתועלות הסביבתיות של החלטותיהם – בתהליך קבלת החלטות שלהם.
- הצגת נתונים ומידע לדו"ח השנתי (למשל במסגרת מידע לא-פיננסי בדו"ח המנכ"ל או הדירקטוריון); MFCA מספר את "הסיפור הסביבתי" של עלויות.
- אפשרות לתקשר את השינוי המתקדם בהדרגה: מבקרה על פליטות לתהליכי מניעה משולבת למוצרי מניעה משולבת.
- הצגת טיעונים בנוגע לשאלה מדוע RECP משתלם; MFCA מספק את המידע הדרוש כדי לשכנע את מחלקת הכספים להשקיע בטכנולוגיות RECP ובמשאבי אנוש לניהול סביבתי.
- סיוע אפשרי להנהלה לזהות סיכונים סביבתיים ולאמץ אמצעים להפחית אותם ואת העלויות הנלוות (כמו ביטוח).

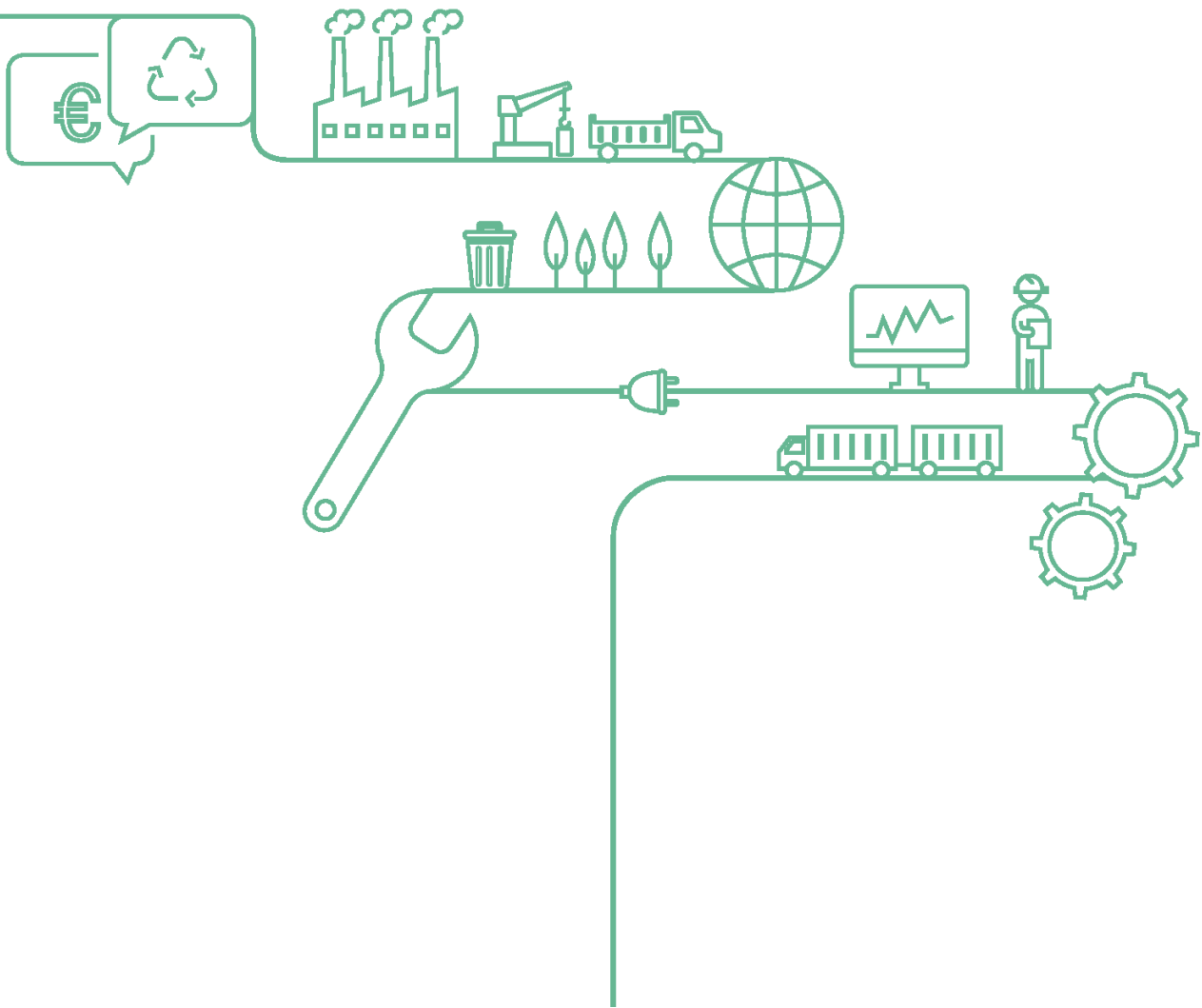
כמה הגדרות:

עלויות סביבתיות הן כל העלויות הפנימיות והחיצוניות הקשורות להגנת הסביבה ולשימוש במשאבי טבע. MFCA עוסק רק בעלויות הפנימיות של החברה העסקית (company), ולא בעלויות החיצוניות לחברה (society).

MFCA הוא כלי לכימות הזרמים והמלאים של חומרים בתהליכים או בקווי ייצור, הן ביחידות פיזיות והן מוניטריות (ISO 14051). כמו ב-EMA, הדבר כרוך בהגדרה, איסוף, ניתוח ושימוש בשני סוגים של מידע לצורך קבלת החלטות פנימיות:

- מידע פיזי על השימוש, זרמים וגוללות של אנרגיה, מים וחומרים (כולל פסולת);
- ומידע כספי על עלויות, הכנסות וחסכון הקשורים לסביבה [UN DSD, 2001].

תפוקות שאינן מוצרים (Non Product Outputs | NPOs) הן תפוקות שכולן חומריות-פיזיות הנוצרות בגבול מערכת מוגדר, למעט תפוקות המוטמעות במוצרים ייעודיים. במילים אחרות, NPOs כוללות את כל התשומות (חומרים, מים ואנרגיה) שלא הומרו לתפוקת מוצר. בעת חישוב עלויות ה-NPOs, מחושבים לא רק דמי סילוק, אלא בנוסף נכללים גם הערך המבזבז של החומרים שנרכשו ועלויות הייצור של פסולת ופליטות. NPOs כוללות תשומות שבסופו של דבר הופכות לפליטות לאוויר, שפכים ופסולת מוצקה, גם אם תפוקות חומריות אלה ניתנות לעיבוד וייצור מחדש, מיחזור או שימוש פנימי חוזר, או שיש להן ערך שוק. תוצרי לוואי יכולים להיחשב כ-NPOs או כמוצרים, על פי שיקול דעתה של החברה. בדרך כלל, כשהם נמכרים הם נחשבים למוצר. כאשר צריך להיפטר מהם, בין אם תמורת עלויות סילוק או באפס עלות, הם נחשבים לפסולת. (בדומה לפחת אובדן חומרים "material loss" בהגדרתו ב-ISO 14051).



1.2. מבוא למונחים פיננסיים ותמחיר

כלי האקסל (Excel) לניתוח MFCA מבוסס באופן ניכר על פרקטיקות חשבונאיות סטנדרטיות ודורש מעורבות של צוות הנהלת החשבונות של החברה, ולכן פרק זה סוקר סקירה כללית של פרקטיקות חשבונאיות, ומספק הסברים על מונחי מפתח לקוראים שאינם רואי חשבון.

חשבונאות מוניטרית תאגידיית קובנציונלית כוללת:

- חשבונאות פיננסית (הנהלת חשבונות, מאזן, האחדה (קונסולידציה), ביקורת של הדו"ח הכספי)
- תמחיר (נקרא גם חשבונאות ניהולית)
- סטטיסטיקות ואינדיקטורים (מחוונים) תאגידיים (מוכוון עבר)
- תקצוב (מוכוון עתיד)
- הערכת השקעות (מכוונת עתיד)

חשבונאות פיננסית מיועדת בעיקר לספק את צרכי המידע של בעלי מניות חיצוניים ורשויות פיננסיות. לשתי הקבוצות יש אינטרס כלכלי חזק בנתונים מתוקננים ברי השוואה ובקבלת מידע אמיתי והוגן על הביצועים הפיננסיים בפועל של החברה. לפיכך, חשבונאות ודיווח פיננסיים כפופים לחוקים לאומיים ותקני ביקורת בינלאומיים. אלה מסדירים את אופן הטיפול בפריטים ספציפיים, ומפרטים, למשל, האם יש לנצל השקעות להיוון או להוצאות, באילו נסיבות ניתן לתת הוראות לטיפול עתידי בהתחייבויות, או מתי יש לדווח על התחייבויות מותנות. גישות (חישוביות) לייחוס או העמסת ערך כפי שמשמשים בהן בתמחיר אינן מורשות.

החשבונאות הפיננסית עוסקת **בהכנסות והוצאות** כפי שמוצג בדו"ח הרווח וההפסד, ובנכסים והתחייבויות כמפורט במאזן. מידע מפורט יותר זמין מרשימת המאזנים.

הנהלת חשבונות, חשבונאות פיננסית ותמחיר מספקים את בסיס הנתונים עבור מערכות המידע החשבונאיות האחרות.

תמחיר או חשבונאות ניהולית מהווה את הכלי המרכזי להחלטות ניהול פנימיות, כמו תמחור מוצרים וניתוח השקעות, והוא אינו מוסדר בחוק. מערכת מידע פנימית זו עוסקת בסוגיות הבאות: מהן עלויות הייצור של מוצרים שונים ומה צריך להיות מחיר המכירה של מוצרים אלה? לצורך קביעת מלאי של מוצרים מוגמרים ושל חומרי עבודה בתהליך עבור המאזן, יש לבצע תמחיר גם עבור הדיווח הכספי. בעלי העניין העיקריים בתמחיר הם מנהלים ברמות ניהול שונות (למשל חברי הנהלה, מנהלי אתרים, מנהלי מוצרים ומנהלי ייצור). ניתן לעקוב אחר העלויות הקשורות לניהול סביבתי (שרובן מוסתרות בעלויות תקורה כלליות) ולייחס אותן למוצרים ולמרכזי עלות.

תמחיר מבוסס על הנתונים המתקבלים מחשבונאות פיננסית וממערכות תכנון הייצור. לעיתים הערכים מהחשבונאות הפיננסית מותאמים למטרות התמחיר, בעקבות מערכת **המרה מהוצאות לעלויות**. עם זאת, רוב ה-SMEs משתמשים באותם נתונים בהתאמות קלות בלבד, אם בכלל יש להם מערכת תמחיר.

בדרך כלל, לעסקים קטנים ובינוניים אין מערכת תמחיר נפרדת. במקום זאת, הם מקבלים את ההחלטות הפנימיות שלהם על סמך חישובים המתבצעים עם נתוני חשבונאות פיננסית מהנהלת חשבונות. עבור כל החברות, חייבים להיות נתונים שנתיים זמינים עבור גבול המערכת של החברה כולה ("גבול מערכת החברה") בהתבסס על דרישות החשבונאות הפיננסית.

לפיכך, נקודת המוצא לניתוח MFCA היא **רשימת החשבונות** של מאזן הבוחן של שנת העסקים הקודמת. מכיוון שכל החברות צריכות לשלם מיסים, רשימת החשבונות היא מערכת המידע המחייבת היחידה, ולפיכך היא זמינה בחברות בכל הגדלים ברחבי העולם. סיבה נוספת להתחיל עם גבול המערכת של החברה היא כי מידע רב נאסף רק עבור גבול מערכת זה. בנוסף, לעיתים קרובות מידע זה נאסף רק באופן שנתי. למשל, ייתכן ששינויים במלאי יתועדו רק באופן שנתי. כמו כן, כמויות פסולת ואינדיקטורים אחרים לביצועים סביבתיים כמעט תמיד מתועדים בגבול המערכת של החברה, ולעיתים קרובות אינם מנוטרים מדי חודש אלא רק מדי שנה בחברות מסוימות.

בתמחיר, המונחים **עלויות והכנסות** (costs and earnings) מקבילים למונחים הוצאות והכנסות (expenditures and revenues) בחשבונאות פיננסית. אין בתמחיר מקבילה למאזן של החשבונאות הפיננסית.

פריטי הוצאות השונים בחשבונאות פיננסית מקבילים לקטגוריות העלויות המשמשות בתמחיר. עלויות מיוחסות למרכזי העלות הרלוונטיים (תהליכי ייצור פנימיים) ולמובילי עלות/פריטים (מוצרים). מכיוון שגבול המערכת שונה, רמת הפרטים של העלות שונה בין חשבונאות פיננסית לתמחיר. עבור חשבונאות פיננסית, גבול המערכת הוא הישות המשפטית (החברה כולה) ולכן ההוצאות עוסקות בעיקר בחברה כקופסה שחורה, ולעיתים באופן מצרפי ממספר אתרי ייצור. תמחיר, לעומת זאת, מסתעף בתוך החברה ועוקב אחר מקור העלויות לשלבי הייצור הספציפיים (המקבילים למרכזי עלות) ולמוצרים שיצרו עלויות אלה.

תמחיר	חשבונאות פיננסית
מאזן	אין מקבילה
נכסים	אין מקבילה
התחייבויות	אין מקבילה
דו"ח רווח והפסד	דו"ח עלות (Cost statement)
הוצאות	עלויות
פריטי הוצאה	קטגוריות עלות
הכנסות (revenues)	הכנסות (earnings)
אין מקבילה	חישוב עלות
אין מקבילה	מרכזי עלות
חישוב הוצאות ייצור	מובילי עלות/פריטים (מוצרים)

טבלה 1: הקבלה בין מונחי חשבונאות פיננסית ותמחיר

ניתוח MFCA צריך להתבסס על ההוצאות מדו"ח הרווח וההפסד ו/או על מידע מתמחיר וניהול מלאי, בהתאם למבנה מערכות המידע הפנימיות בחברה. על רואה החשבון המבקר או מנהלת הכספים של החברה להגדיר את מסד הנתונים המתאים ביותר למאזן המסה של הארגון.

כמה מונחים חשובים שיש להבחין ביניהם:

מרכזי עלות הם אותם חלקים של החברה המאורגנים כמסלקות עצמאיות; עליהם להיות קשורים לתהליכי ייצור. עקביות מירבית בין מרכזי עלות לניתוחי זרימת חומרים מונחי-תהליכים היא תנאי לנתונים טובים. מרכזי עלות מייצרים עלויות, אחראים לעלויות, או שמיחסות/מועמסות עליהם עלויות, למשל עבור ייצור ואדמיניסטרציה.

עלויות תקורה הן עלויות שלא ניתן להעמיס ישירות למרכזי עלות ומובילי עלויות (תקורה אמיתית), או עלויות שאינן מיוחסות ישירות מטעמי יעילות כלכלית (תקורה לא אמיתית), למשל עלויות אדמיניסטרטיביות, ביטוח, עלויות פרסום. עלויות סביבתיות רבות נחשבות לעלויות תקורה, ולרוב נופלות תחת קטגוריית תקורה לא אמיתית. ישנן מספר שיטות להעמיס תקורה למרכזי עלות ומובילי עלויות.

מובילי עלות או פריטים הם מוצרים ושירותים המיוצרים, בין אם לשיווק או לצרכים פנים-ארגוניים. באמצעות העמסת סוגי עלויות למרכזי עלות ומובילי עלות, מחשבים את עלויות הייצור ומחיר הרצפה למכירה.

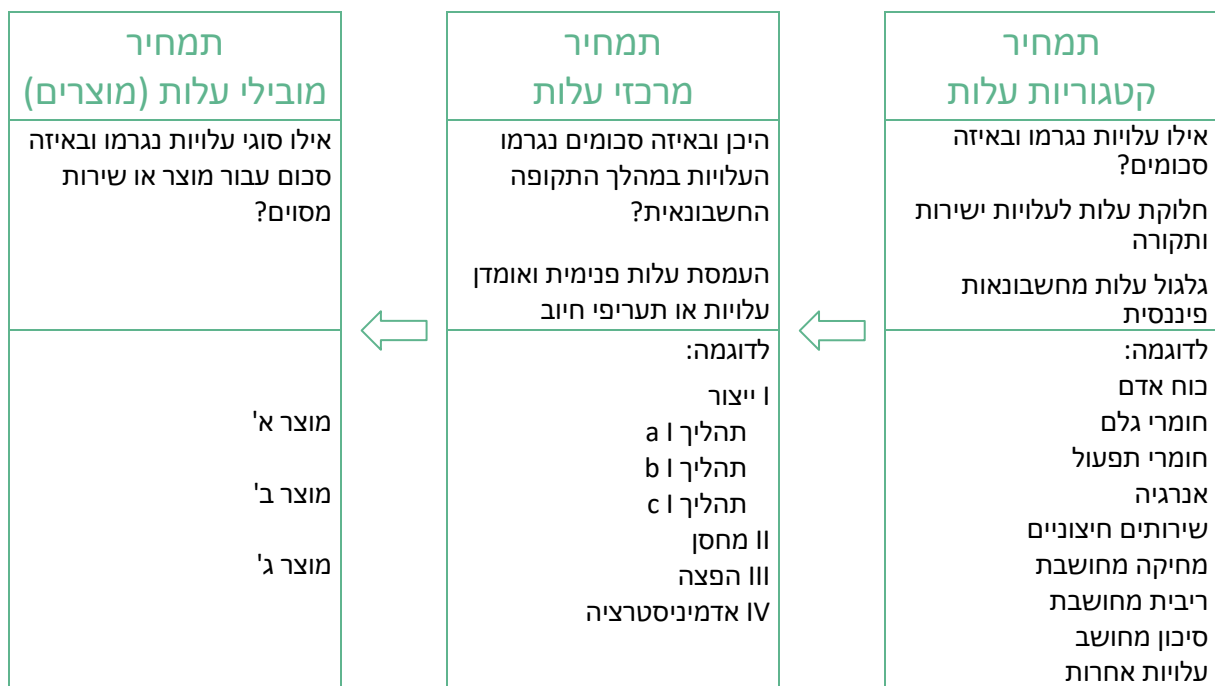
תמחיר קטגוריות עלות הוא השלב הראשון בביצוע תמחיר, ומטרתו להגדיר אילו עלויות נגרמו ובאילו סכומים במהלך התקופה החשבונאית. בתמחיר קטגוריות עלות, נתונים מהחשבונאות הפיננסית מומרות למונחי עלויות. עלויות אלה נרשמות בהתאם לתוכנית קטגוריות עלות ומחולקות לעלויות ישירות ותקורה.

תמחיר מרכז עלות מבוצע לאחר תמחיר הקטגוריות, ומזהה היכן ובאיזה סכומים נגרמו עלויות במהלך התקופה החשבונאית. כמו כן, הוא אחראי לייחוס עלויות פנימיות וקובע תעריפי הערכת עלות או תעריפי חיוב (או תעריפי תוספת תשלום | surcharge) אם אלה יידרשו לצורך תמחיר מובילי עלות, בהתבסס על מצבה התפעולי של החברה. עבור הליך חשבונאי זה, נעשה שימוש בגיליון העמסת תקורה.

תמחיר מובילי עלות הוא השלב הסופי בתמחיר וקובע את עלויות הייצור עבור כל מוצר (או שירות). הוא מספק את הבסיס לחישוב מחיר וקובע: אילו סוגי עלויות נגרמו ובאיזה ערך על מנת לייצר מוצר מסוים או לספק שירות מסוים.



התהליך באמצעותו מועמסות עלויות למרכזי עלות ולאחר מכן למובילי עלות מוצגים כדיאגרמה בטבלה 2.



טבלה 2: היחסים בין תמחירי קטגוריות עלות, מרכזי עלות ומובילי עלות

העמסת העלות מתבצעת בשני צעדים: ראשית ממרכזי עלות משותפים כמו ניהול פסולת וטיפול בפליטות למרכזי העלות האחראים בתהליך הייצור, ושנית ממרכזי העלות של הייצור למובילי העלות/הפריטים בהתאמה (למשל מוצרים א' ו-ב').

המפתח להעמסה נכונה של עלויות הוא האופן בו החברה מעמיסה את עלויות התקורה שלה. דוגמה פשוטה המובאת להלן בטבלאות 3 ו-4 מציגה כיצד העמסת עלויות תקורה יכולה לשנות באופן משמעותי את עלויות הייצור של מוצרים.

מוצר ב'	מוצר א'	סה"כ עלויות		קטגוריות עלות
70	70	140	עלויות ישירות	חומרים לפי מתכון/נוסחה ומלאי
30	30	60	עלויות ישירות	שעות עבודה לפי רשומות זמן
		50	תקורה	פחת
		10		שכר דירה
		5		אנרגיה
		10		תקשורת
		25		אדמיניסטרציה
		10		שכר ההנהלה הבכירה
		10		טיפול בפסולת ופליטות
60	60	120	חלוקה לפי % מחזור מוצרים	סה"כ תקורות
160	160			סה"כ עלויות מוצר

טבלה 3: עלויות סביבתיות המוסתרות בחשבונות תקורה

מוצר ב'	מוצר א'	סה"כ עלויות		קטגוריות עלות
70	70	140	עלויות ישירות	חומרים לפי מתכון/נוסחה ומלאי
30	30	60	עלויות ישירות	שעות עבודה לפי רשומות זמן
3	2	5	העמסת עלות למרכזי עלות ומוצרים לפי זרמים ותהליכים בפועל	אנרגיה
6	4	10		טיפול בפסולת ופליטות
30	20	50		פחת
		10	תקורה	שכר דירה
		10		תקשורת
		25		אדמיניסטרציה
		10		שכר ההנהלה הבכירה
27.50	27.50	55	חלוקה לפי % מחזור מוצרים	סה"כ תקורות
166.50	153.50			סה"כ עלויות מוצר

טבלה 4: עלויות סביבתיות מועמסות למרכזי עלות ומוצרים

דוגמה מפורטת זו מראה שניתן להעמיס באופן מציאותי יותר תקורה לא נכונה, כמו טיפול בפסולת ובפליטות, לשני מובילי העלות של החברה, מוצר א' ומוצר ב', בהתבסס על הזרמים בפועל של פסולת ופליטות, אשר נוצרות כתוצאה מהתהליכים לייצור שני המוצרים והעלויות הקשורות אליהם. כתוצאה מהעמסת עלויות זו, שהיא מציאותית יותר, למוצר א' יש עלויות נמוכות יותר באופן משמעותי (13% נמוכות יותר) ממוצר ב'. המסקנה היא כי יש לייחס את העלויות למרכזי העלות ומובילי העלות/פריטים (מוצרים) בהתבסס ככל האפשר על נתונים שנמדדו בפועל.

2. גישת צעד אחר צעד לניתוח MFCA

2.1. מתווה כללי לניתוח MFCA

ניתוח MFCA מבוצע בגישה הדרגתית:

1. ניתוח **תשומות ותפוקות חומרים** במונחים פיזיים לשנת העסקים הקודמת, וכתוצאה מכך חישוב **סך שנתי של NPOs** במונחי כמות וערך בגבול המערכת של החברה (פעולה זו מתבצעת בשלב 1.4 של TEST: חישוב העלויות הכוללות של NPOs והגדרת סדר עדיפויות וגבולות, ראו שלבי העבודה של תוכנית TEST בנספח ב'). איסוף הנתונים עבור מאזן תשומות-תפוקות המסה בק"ג או טון, כמו גם חישוב של אחוזי פחת וחישוב עלויות NPOs מתוארים בפרק 2.3.
2. התפלגות העלויות השנתיות לפי **מרכזי עלות** או תהליכים ספציפיים יותר (פעולה זו מתבצעת בשלב 1.5 של TEST: הגדרת אזורי מיקוד). ב-TEST ניתן לחלק את עלויות ה-NPOs לפי תרשים זרימת התהליכים של חברה (פרקים 2.4, 2.5 ו-2.6). כדי לעמוד בדרישות הדיווח במדינות מסוימות, ייתכן שחברות יצטרכו גם לחלק את עלויות ה-NPOs לפי התחומים הסביבתיים המושפעים (נספח א').
3. בחירת תהליכים או זרמי חומרים ספציפיים לצורך בדיקה מעמיקה (שלב 1.5 של TEST).

צעדים 1 ו-2 מייצרים גם **אפשרויות לשיפור** מערך המידע החשבונאי, על מנת לאפשר ניהול נתונים טוב יותר בעתיד. המלצות אופייניות לשיפור מערך הנתונים מתוארות בפרק 2.7.

הניתוח מספק גם בסיס להערכה של **אפשרויות השקעה** כמתואר בשלב 1.8 של TEST. (למשל ע"י השוואת הביצועים של טכנולוגיות RECP ו/או פתרונות קצה-צינור שונים זה לזה או לטכנולוגיות הקיימות). פרק 2.8 מתייחס ליישום MFCA בניתוח השקעות.

נקודת ההתחלה לניתוח עלויות ה-NPOs היא **הרכבת הצוות מהאנשים הנכונים**. הניסיון מלמד כי למנהלי הייצור והסביבה אין כמעט גישה למסמכים החשבונאיים של החברה, והם מודעים רק לחלק זעיר מעלויותיה הסביבתיות. מאידך, לרואה החשבון/המבקר יש גישה לרוב המידע, אך אין להם יכולת להפריד את החלק הסביבתי, לחשב מאזן מסה פיזית ללא הנחיה נוספת, והם מוגבלים לחשיבה במסגרת החשבונות הקיימים. כמו כן, ישנן בעיות תקשורת חמורות בין מחלקות הייצור והסביבה מצד אחד, למחלקת הכספים מצד שני.

לכן, קיומו של צוות של TEST, המשלב יכולות חשבונאות כספית, הנדסת תהליכים וניהול סביבתי, אשר מבטיח שהצוות משיג תמיכה מכל הצדדים, הוא חיוני להצלחתו של כל פרויקט MFCA.

מומלץ גם למקד את הניתוחים בנתונים שזמינים בקלות מרשומות קיימות. *אין זאת* המטרה של ניתוח MFCA להמציא "נתונים מלאים" עבור העבר, ובכך לאלץ את צוות TEST להעביר זמן רב במעקב אחר חשבונות ישנות. במקום זאת, מטרתו היא לפקוח את עיני ההנהלה לתחומי השיפור ולפתח ראייה כוללת על זרמי החומר והאנרגיה המשמעותיים ביותר ועל העלויות הקשורות אליהם. הוא גם שואף לאתר את המקומות בהם צריך לשפר את מערכות המידע הקיימות, כדי שייספקו נתונים באופן טוב ומהיר יותר בכל ניתוח עתידי. לצורך כך, על צוות TEST לציין תחומים אפשריים לשיפור במערך הנתונים ולהגיש אותם כהמלצות להנהלה.

מקור המידע העיקרי לניתוח MFCA, במיוחד ב-SMEs, הוא רשימת החשבונות של שנת הכספים הקודמת, כיוון שברוב החברות זה המידע היחיד שזמין באופן עקבי. לפיכך, הניתוח מתחיל ברשימת החשבונות של מאזן הבוחן עבור שנת העסקים הקודמת.

בניתוח הראשון של מאזן זרימת חומרים אפשר לבצע הערכה גסה בלבד. בחברות רבות תוצאת הניתוח הראשון אינה מאזן מסה שלם, אלא רשימת המלצות לשיפורים בניהול הנתונים, הבנה ראשונית של העקביות או חוסר העקביות בזרמי החומרים ונקודת מוצא (baseline) של עלויות ה-NPOs בשנה הקודמת, שכן בדרך כלל נתונים במונחי כסף זמינים יותר מאשר בכמויות.

כל חלוקה נוספת לפי תהליכים או מרכזי עלות או קבוצות מוצרים צריכה להיעשות רק לאחר שהמידע נאסף בגבול המערכת של החברה או הישות המשפטית (וכתוצאה מכך הוגדרו **זרמים מתועדפים – שלב 1.4 של TEST**), ואז לחלק את סך עלויות ה-NPOs למרכזי עלות או שלבי ייצור (וכתוצאה מכך יוגדרו **תחומי מיקוד – שלב 1.5 של TEST**). בהתייחס אליהם, מבוצע בשלב הבא הניתוח הטכני לאופטימיזציה של תהליכים.

הניתוח הראשון של MFCA לא אמור לארוך יותר מסדנה של יום עד יומיים בהשתתפות רואה החשבון ומהנדס התהליך.

הערה:

את מאזן המסה עבור שנת העסקים הקודמת ניתן להשלים באופן מספק בסדנת יום, עם מעט זמן נוסף לטיוב נתונים. המטרה היא לא להגיע לשלמות, אלא לבדוק את העקביות בין תשומות לתפוקות, לתעד פערים משמעותיים בעקביות הנתונים ולסמן אפשרויות לשיפור מערכות המידע הקיימות. ניתן להשתמש בכלי האקסל (Excel) ל-MFCA גם אם רק אומדנים זמינים בידי צוות ה-TEST. הכלי מספק גישה מובנית המאפשרת טיוב הדרגתי לאורך זמן.

ההכרח היחיד הוא שאדם בעל ידע מעמיק וגישה ישירה למערך החשבונאי הפיננסי ומערכת ניהול המלאי של החברה, יעבוד יחד עם נציג מחלקת הייצור (ומחלקת איכות הסביבה, אם קיימת כזו). בכל מקרה בו נתונים אינם זמינים, הצוות מבצע אומדן, מתעד כיצד חושב האומדן, ומגבש המלצה לשיפור מערכת הנתונים/מידע. כל זה יכול להתבצע ישירות בכלי האקסל ל-MFCA.

אל תתביישו להשתמש באומדנים! עדיף שיהיה אומדן מאשר שלא יהיה נתון כלל. אנשי הייצור יכולים בדרך כלל לספק הערכות טובות מאוד של אחוזי פחת, שהן מדויקות הרבה יותר מאשר הנתונים המשמשים את הנהלת החשבונות. בשלב מאוחר יותר, ניתן לשפר אומדנים אלה על ידי מדידות מפורטות יותר. אך הקפידו תמיד לתעד את הליך החישוב ואת מקור המידע עבור האומדן.

מטרת הניתוח הראשון היא:

- להציג להנהלה הבכירה תמונה שלמה ככל האפשר של תשומות ותפוקות חומרים כמו גם עלויות NPOs כוללות של שנת הכספים הקודמת, אולי אפילו התפלגות ראשונה של עלויות אלה לשלבי הייצור העיקריים;
- לגבש המלצות כיצד לשפר את מערכת המידע;
- ולגייס את תמיכת ההנהלה בשיפור מערכת המידע כמו גם התהליכים הטכניים.

לסיכום, הניתוח הראשון יכול להאיר את עיני ההנהלה בשלושה תחומים נרחבים:

1. המידע שתמיד הופך לגלוי בעקבות הניתוח, בד"כ לראשונה, הוא היקפן האמיתי של עלויות ייצור לא-יעיל, ובזבוז החומרים והשימוש באנרגיה הקשורים בכך. אפילו אם בסוף הניתוח הראשון לא יתגלו פתרונות טכניים לצמצום חוסר-היעילות, לכל הפחות יוגדרו זרמים מתועדפים ותחומי מיקוד לבחינה מעמיקה יותר, והטווח הכולל של עלויות NPOs יהיה גלוי כאמת-מידה (בנצ'מרק) לעומת אפשרות אפס-פסולת.
2. ייתכן שאפשרויות טכניות חדשות לשיפור יהיו מובנות מאליו, אפילו בשלב מוקדם זה.
3. הניתוח גם תמיד מבהיר את הצעדים הנדרשים לצורך שיפור האיכות והעקביות של נתונים וזרמי מידע בחברה. זוהי נקודת המוצא של רוב הפרויקטים והנושא שנמצא במוקד של רוב פרויקטי-המעקב.



2.2. מדריך לשימוש בכלי האקסל (Excel) ל-MFCA

על צוות TEST, שאחד מחבריו צריך להיות הואה החשבון של החברה, להשתמש **בתבנית ניתוח MFCA** כדי לנתח את הסך השנתי של זרמי החומרים והאנרגיה ועלויות ה-NPOs הקשורות אליהם. הכלי מספק גם את האפשרות לחלק את עלויות ה-NPOs למרכזי עלות שונים. מכיוון שלעיתים קרובות מרכזי העלות מקבילים לתהליכי ייצור, הכלי מספק לפיכך גם נתונים באיכות טובה לניתוח השקעות בתהליכים ספציפיים. בשלב שני, גבול המערכת של זרמי החומרים ב-MFCA יכול להתמקד בתהליכים מפורטים יותר בתוך מרכז עלות.

לאחר ניתוח הנתונים ברמת החברה עבור שנת העסקים הקודמת, צוות TEST יכול להגדיר את **הזרמים המתועדפים** כמתואר בשלב 1.4 של TEST. בהמשך ניתן לחלק את הנתונים למרכזי עלות, המשקפים תהליכי ייצור, ובכך לאפשר לצוות TEST להחליט על **תחומי מיקוד** לניתוחים הטכניים המעמיקים המאוחרים יותר (שלב 1.5 של TEST). בסופו של התהליך, ניתן להשתמש בכך בבסיס לניתוח אפשרויות השקעה.

תבנית ניתוח MFCA היא חלק מערכת ההכשרה של TEST ופותחה כדי לסייע לאנשי המקצוע בניתוח מפורט של זרמי חומרים ואנרגיה בחברה. ניתן להשתמש בכלי עבור:

- i. ניתוח תשומות-תפוקות בכמויות (ק"ג או טון) בגבול המערכת של החברה;
- ii. הגדרת כמויות ועלויות של NPOs בגבול המערכת של החברה וברמת מרכזי עלות ספציפיים;
- iii. בחירת זרמים מתועדפים ותחומי מיקוד המקושרים לפחיתים בייצור, עלויות NPOs או השפעה סביבתית בעלי הנתונים הגבוהים ביותר;
- iv. התפלגות של סך כל העלויות והכמויות של NPOs לפי התחום הסביבתי המושפע או לפי שלבי ייצור;
- v. התפלגות לפי מרכזי עלות או שלבי ייצור מספקת בסיס טוב להגדרת תחומי מיקוד לניתוח טכני נוסף;
- vi. תיעוד המלצות לטיפול בפערים במערך המידע הקיים של החברה לניטור זרמים חשובים.

תבנית הניתוח של MFCA מבוססת על קובץ אקסל (Microsoft Excel) הכולל 4 גיליונות בעלי קישורים פנימיים ביניהם. **מומלץ לפתוח את קובץ האקסל בעת קריאת טקסט זה.** [הקובץ זמין להורדה בעברית מאתר המרכז להתייעלות במשאבים בקישור זה, ובאנגלית מאתר הכלים היישומיים של TEST בקישור זה].

גיליון 1 ("מאזן תשומות-תפוקות" | "I-O Balance") מאפשר לצוות TEST לבנות את **מאזן תשומות-תפוקות המסה** בגבול המערכת של החברה במונחים פיזיים, ק"ג או טון. הצוות מתעד הן מידע פיזי והן מידע על עלות התשומות שנכנסות לחברה, נתונים פיזיים על תפוקות, וגם מקורות המידע עבורם, מכיוון שיש לאסוף מידע זה באופן עקבי מרשימת החשבונות. מאוחר יותר, נקבע השיעור מכל תשומה שהופכת לתפוקה שאינה מוצר (% NPO) במונחי משקל, יחד עם העלויות הקשורות של NPOs. גיליון 1 מתעד את הערכים הפיזיים והכספיים של תשומות חומרים בשלב עבודה אחד, מכיוון שעל כמויות אלה להיות תואמות לנתוני החשבונאות הפיננסית. גיליון 1 כולל שתי עמודות עבור מקורות המידע לשני סוגי הערכים. המערך החשבונאי הפיננסי, ובמיוחד חשבונות החומרים המשמשים לייצור, כמו גם ניהול מלאי וניהול סביבתי, אמורים לספק מידע זה באופן עקבי ומפורט. שתי העמודות בגיליון 1 שכותרתן "מקור המידע" נועדו להבטיח שיעשה שימוש באותם מרכזי עלות ואותם חשבונות בשנים הבאות, מבלי שיהיה צורך להשקיע זמן רב במציאתם שוב. יהיה מעשי לתעד גם את החישובים או האומדנים שנעשו כדי להגיע לנתון מסוים. ניתן להוסיף שורות לגיליון, רק ודאו כי החישובים האוטומטיים באקסל נשמרים.

הניתוח יכול להתבצע בכל מטבע, אותו יש לציין בקובץ במקום הכותרת בה כתוב ש"ח².

בתחתית גיליון 1 יש לחשב את היחס בין כמות תשומות לכמות תפוקות. אפשר לבצע פעולה זו פעם אחת עבור כל התשומות והתפוקות (כולל חומרי תפעול וכמויות פסולת) ופעם נוספת לחישוב היחס בין חומרי גלם ועזר ואריזת המוצר לבין כמויות הייצור בלבד. הדבר תלוי בזמינות הנתונים והיבטי ייצור.

הטבלה בתחתית גיליון 1 מחשבת גם את עלויות כלל התשומות יחסית לסך ההוצאות הכולל מרשימת החשבונות. בחברות יצרניות, עלויות תשומות החומרים, המים והאנרגיה הן כ-50%-90 מסך ההוצאות. כל שיפור ביעילות המשאבים ישפר לפיכך באופן משמעותי גם את הביצועים הכלכליים.

שימו לב שבכל מקום בו מופיע בטבלה הסימון "#DIV/0!", החישוב מתבצע באופן אוטומטי.

ראו פרק 2.3 למידע נוסף על מאזן המסה הפיזית.

² המדריך במקור משתמש במטבע האירו EURO. לנוחות המשתמש הישראלי שונה המינוח לש"ח במסמך המתורגם.

כתוצאה מהשלמת גיליון 1, יש להגדיר את הזרמים המתועדפים לבחינה נוספת (בסוף שלב 1.4 של TEST).

גיליון 2 ("תרשים זרימת תהליך") מכיל מבנה פשוט לתיעוד שלבי הייצור העיקריים ומרכזי העלות התומכים בהם, ועליו להקביל לתרשים זרימת התהליכים של החברה (פרק 2.4). כעת מרכזי העלות המוגדרים כאן צריכים להיות מקושרים לשלבי הייצור של גיליון העבודה השלישי ("פירוט עלויות NPOs").

גיליון 3 משמש לחשבונאות של סך עלויות ה-NPOs ומוסבר ביתר פירוט בפרק 2.5. התמחיר בפועל מתבצע בגיליון זה בלבד. שימו לב כי מאזן תשומות-תפוקות המסה (I-O) בגיליון 1 מחושב בטונות או בק"ג ואינו כולל נתונים בדבר עלויות פינוי/סילוק פסולת, ירידת ערך וכו'. לא כל העלויות מחושבות בגיליון 1 עבור מאזן I-O, חישוב זה מבוצע בגיליון 3. עלויות NPOs של תשומות חומר ואנרגיה מועברות ישירות מגיליון 1, ובנוסף, במקרים בהם לחברה יש מערכת תמחיר מפותחת מאוד, גיליון 3 מתעד את עלויות ניהול הפסולת/קצה הצינור כמו גם את עלויות מערכת MFCA. העלויות הנפוצות ביותר שנרשמות בנוסף לעלויות ה-NPOs של תשומות חומרים ואנרגיה קשורות לפינוי/סילוק וטיפול בפסולת, כמו גם פחת (ירידת ערך) של מט"ש או ציוד אחר בקצה הצינור.

כל קטגוריות העלויות כבר מוגדרות ואין לשנות אותן, אחרת איסוף וסיכום הנתונים המצרפיים והעברתם לגיליון עבודה 4 עלול להשתבש. עם זאת, על צוות TEST לפרט את פריטי העלות השונים הקשורים לכל קטגוריית עלות תחת אותה קטגוריה ולציין את הסימוכין (חשבונות העלות או דו"חות מרכזי העלות מהם נלקחו). בנוגע לעלויות שנגרמות ע"י ציוד סביבתי מוגדר, מומלץ לאסוף בזמנית את הנתונים לגבי שירותים חיצוניים, כוח אדם וחומרי תפעול, במיוחד אם מידע זה זמין מאותם דו"חות של מרכזי העלות. יש לשים לב להימנע מספירה כפולה. אם למשל הנתונים נלקחים מרשימת החשבונות וגם מדו"חות מרכזי העלות, אותם חומרי תפעול יופיעו בדו"חות של מרכזי עלות שונים וברשימת החשבונות.

לאחר רישום סך העלויות השנתיות בעמודה B של גיליון 3 (פרק 2.5), ניתן לחלק אותן לפי שלבי הייצור העיקריים (פרק 2.6). שלב העבודה האחרון בגיליון 3 מספק פירוט של עלויות NPOs לפי מרכזי עלות או תהליכי ייצור עיקריים. רוב ה-SMEs, חלוקה זו תתבסס על אומדנים של מנהל הייצור במהלך הסדנה הראשונה, כיוון שסביר להניח שרשומות מפורטות אינן זמינות. במהלך פרויקט TEST, טיוב נוסף של אומדן ראשוני זה יחשוף בהדרגה את ההתפלגות האמיתית של עלות ה-NPOs לשלבי הייצור העיקריים. ייתכן שתידרש לצורך כך התקנה של מערכת מדידה בשלבי ייצור קריטיים, ככל הנראה כאלה שיוגדרו כתחומי מיקוד לבחינה נוספת.

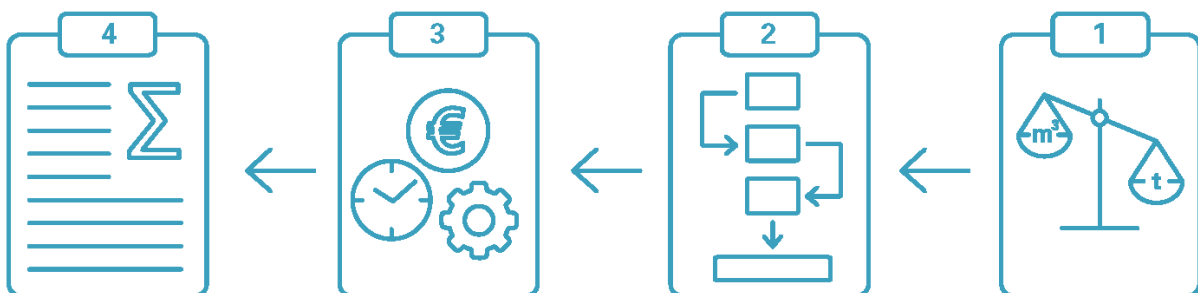
כלי האקסל מקבץ וסוכם את העלויות המצרפיות של כל קטגוריה באופן אוטומטי, אך בעת הוספת שורות למילוי פרטים נוספים מומלץ לבצע הצלבה אחרונה, כדי לוודא שהושלם קיבוץ כל המידע המצרפי. קיימת פונקציית בקרה בגיליון 3, כדי להצליב ולוודא שהערך בעמודה "סה"כ ש"ח" זהה לסך העלויות שיוחסו למרכזי העלות. אם לא כך המצב, תוצג הודעת שגיאה. הערכים יהיו זהים רק אם כל העלויות בעמודה "סה"כ ש"ח" הועמסו למרכזי עלות.

כתוצאה מהשלמת גיליונות 2 ו-3, ניתן להגדיר את תחומי המיקוד בהתבסס על שלבי הייצור בעלי עלויות ה-NPOs הגבוהות ביותר (בסוף שלב 1.5 של TEST).

סך העלויות של כל הקטגוריות בגיליון 3 מועבר באופן אוטומטי לגיליון 4, "סיכום עלויות NPOs" (פרק 2.5.5). גיליון זה מספק מבט כולל ופרישת תצוגה טובה יותר, המראה את הנתונים המצרפיים לפי קטגוריית עלות ומחשב את העלויות באחוזים כדי להציג את העלויות הרלוונטיות ביותר. יש להשוות נתון זה גם לסך ההוצאות מרשימת החשבונות.

שימו לב: אם מתווספות או נמחקות עמודות או שורות, אז צריך לעשות זאת במקביל גם בגיליונות האחרים, אם המידע מקושר.

העבודה עם הגיליונות וקטגוריות העלות השונים מוסברת ביתר פירוט בפרקים הבאים.



2.3. ניתוח תשומות-תפוקות של זרמי חומרים במונחים פיזיים

2.3.1. מאזן המסה הפיזית

מאזן המסה מבוסס על ההנחה שכל החומרים שנכנסים לחברה חייבים (בשלב מסוים) גם לעזוב אותה. מאזן המסה כולל את כל תשומות החומרים, כמו גם את כמויות המוצרים והפסולת והפליטות הנוצרות כתוצאה מכך, במשקל פיזי (ק"ג או טון). משקלי התשומות שנרכשו (או, בעדיפות, משקלי החומרים המשמשים בפועל לייצור, אם לחברה יש מערכת ניהול מלאי טובה) מושווים למשקלי הייצור או לנתוני המכירות, כמו גם לרשומות של פסולת ופליטות.

השלב הראשון בביצוע ניתוח MFCA הוא פיתוח מאזן מסה, או מאזן תשומות-תפוקות, לפי כמויות (משקל) החומרים הזורמים (פנימה והחוצה) ומאוחסנים בתוך גבול המערכת של החברה לשנת הכספים המלאה הקודמת. כפי שצוין לעיל, ברוב החברות הנתונים זמינים רק עבור גבול מערכת זה. הדבר נכון במיוחד עבור SMEs, שבדרך כלל אין להם מערכת תמחיר מבוססת, וייתכן שיעשו אומדן של פחת החומרים והמוצרים רק באופן שנתי דרך ניהול המלאי. לפיכך, הניתוח מתחיל ברשימת החשבונות של מאזן הבוחן לשנת העסקים הקודמת ונתונים מספירת מלאי.

טבלה 5 להלן מציגה את המבנה הכולל של מאזן המסה, המשתקף במבנה של גיליון 1. סוגי התשומות-תפוקות תואמים למקובל בהתנהלות סטנדרטית לאיזון מסה ולמבנה הכללי של ISO 14031 למחווים (אינדיקטורים) של ביצועים סביבתיים עבור מערכות תפעוליות.

תשומות חומרים	תפוקות מוצרים
חומרי גלם ועזר, אריזות	מוצרים (כולל האריזות שלהם) ותוצרי לוואי שנמכרו
חומרי תפעול	NPOs – תפוקות שאינן מוצרים (פסולת ופליטות)
מים	פסולת
אנרגיה	שפכים
	פליטות לאוויר

טבלה 5: סוגי תשומות ותפוקות

ראשית, בצד התשומות, חומרי גלם, עזר ותפעול שנצרכו בשנת העסקים הקודמת על פי הרשומות החשבונאיות מוזנים בפירוט, עם הערכים הכספיים שלהם, כמויות ומספרי חשבונות. הכמויות (במשקל, למשל בטונות) והערכים הכספיים (למשל בש"ח) של כל תשומה מוזנים. באופן דומה, בצד התפוקות, המוצרים ותוצרי הלוואי מוזנים בפירוט, עם הכמויות והערכים הכספיים שלהם. גם כמויות הפסולת והפליטות מוזנים, אך לא עלויות הניהול שלהם; אלה יוזנו בגיליון 3. חשוב ביותר לוודא (ייתכן שיידרש לצורך כך חישוב מחדש) שכל נתוני הכמויות מתועדים באופן עקבי באותן יחידות מסה (ק"ג או טון), לא ביחידות, מ"ר, בקבוקים, או יחידות אחרות שאינן מאפשרות חישוב מצרפי. את נתוני המים והאנרגיה יש לרשום בגיליון 3 (ובקובץ האקסל כולו) ביחידות המתאימות להם (ליטרים, קוט"ש וכו') אך ללא חישוב מצרפי.

להלן הדרכה לגבי סיווג לקטגוריות תשומות ותפוקות של חומרים אפשריים הקיימים בחברה.

חומרי גלם

חומרי הגלם מהווים את הרכיבים העיקריים במוצרי החברה.

חומרי עזר

חומרי עזר הופכים לחלק מהמוצר, אך אינם רכיביו העיקריים (למשל דבק ברהיטים או נעליים, אבקת אפייה ומלח בעוגות).

אריזות

יש להבחין בין אריזות הנכנסות לחברה כחלק מחומרי התשומות לבין אריזות היוצאות מהחברה כחלק מהמוצר(ים).

אריזות של חומרי תשומות יירשמו תחת תפוקות (כפסולת) אם הן הופכות לפסולת מוצקה (למשל נייר, פלסטיק, זכוכית). אם במקום זאת הן מוחזרות לספק, אין לרשום אותן כלל. התשומה שלהן בדרך כלל אינה נרשמת בנפרד, שכן היא חלק ממשקל חומרי התשומות. אם האריזה נשמרת במערכת שימוש חוזר, כמו משטחים, אז הסכום השנתי לרכישה מחדש נרשם כתשומה, וכתפוקה מקבילה לאריזה שבורה.

בנוגע לאריזות של מוצרי החברות, מספר מדינות דורשות תיעוד מפורט מכיוון שמיסים מוטלים על אריזות שיוצאות לשוק, כך שבדרך כלל זמינות רשומות טובות.

חומרי תפעול

מעצם הגדרתם, חומרי תפעול אינם כלולים במוצר(ים). חלק מחומרים אלה עשויים להיות משולבים בתוך בנייני החברה, אך חלקם העיקרי משמש לשרת את הטכנולוגיות או חומרי הגלם והעזר לאורך קווי הייצור. דוגמאות לכך כוללות כימיקלים לניקוי, ממיסים, דטרגנטים, שמנים וכו'.

מים

תשומות המים כוללות את כל המים המתוקים שהחברה לוקחת מרשתות ציבוריות, מבארות פרטיות וממים עיליים (במקרים מסוימים, הן עשויות לכלול גם מי גשמים; במקרה נדיר, מי ים). מים נרשמים במטרים מעוקבים, כדי לאפשר קישור שלהם למאזן המסה בטונות. עם זאת, ייתכן שיהיה מסובך לחשב את מאזן המסה אם המים הם חלק מהמוצר. בהתאם לייצור ולמוצרים ספציפיים, ייתכן גם שיוחלט לחשב את מאזן המסה ללא מאזן המים.

אנרגיה

באופן כללי, אנרגיה היא תשומה. חוץ מחברות בסקטור אספקת שירות ציבורי (utilities), חברות בדרך כלל לא מוכרות אנרגיה כמוצר, אם כי חלק מהחברות המייצרות חשמל לשימוש עצמי מוכרות אנרגיה עודפת לרשת.

כאשר אנרגיה היא תשומה, כמעט בכל המקרים ניתן להתייחס אליה כשוות ערך לחומר תפעול. כמו חומרי תפעול, האנרגיה שחברה מכניסה לתחומה אינה חלק גלוי של המוצר הסופי, אבל היא הכרחית לייצור.

אנרגיה יכולה להיכנס לחברה כתשומה חומרית בתצורת נשאי אנרגיה כמו פחם, נפט, גז טבעי וביומסה (ובאופן נדיר מאוד בתצורת אנרגיה מאוחסנת, בסוללות). היא יכולה גם להיכנס לחברה כחשמל שנרכש מספקים חיצוניים. יותר ויותר חברות מייצרות גם חשמל משלהן, בעיקר ממקורות אנרגיה מתחדשים.

כאשר פחם, נפט, גז טבעי וביומסה נשרפים באתר כדי לייצר אנרגיה, תשומות אלה פולטות CO₂ ומזהמי אוויר אחרים, והחברה נדרשת להשקיע מאמצים כדי לשלוט בפליטות אלה. כאשר זמינים נתונים לגבי כמויות, הם יירשמו תחת פליטות לאוויר.

אנרגיה נרשמת כתשומה ביחידות אחרות מיח' מסה (למשל קוט"ש) והיא אינה מתאזנת. גם הפליטות מצריכת אנרגיה נרשמות. העלויות הקשורות לשימוש באנרגיה מתועדות בגיליונות 1 ו-3.

מוצרים

עבור תפוקות המוצרים אפשר לרשום רק את הכמויות ולא את המחזור הכספי, אם החברה אינה מעוניינת לשתף מידע זה עם חברים חיצוניים בצוות פרויקט TEST.

תוצרי לוואי

תוצרי לוואי הם כל אותם תפוקות שהחברה מוכרת בנוסף למוצר(ים) העיקרי(ים); כולל פסולת שנמכרת למיחזור.

אם חברה מייצרת חשמל באתר עצמו באמצעות גנרטורים המונעים בדיזל או בטכנולוגיית אנרגיה מתחדשת, אחוז החשמל הנמכר לרשת נחשב לתוצר לוואי.

מוצרים מחוץ למפרט ניתן לרשום כפסולת או כתוצרי לוואי, תלוי אם הם נמכרים או לא. אם הם מעובדים או מיוצרים מחדש באופן פנימי, הרישום שלהם נשמר רק לזיהוי התייעלות ולא יופיע במאזן המסה, מכיוון שהם לא עוזבים את גבול המערכת של החברה.

פסולת, שפכים, פליטות לאוויר

בגיליון 1, פסולת, שפכים ופליטות לאוויר נרשמים רק עם הכמויות היחסיות שלהם לצורך מאזן המסה. ייתכן שבניתוח הראשון יהיה צורך לעבוד עם אומדנים. עלויות פינוי/סילוק הפסולת והטיפול בפליטות נרשמות בגיליון 3 בקטגוריית העלות "עלויות ניהול פסולת/קצה צינור", תת-קטגוריה "אגרות, מיסים והיתרים".

גם עלויות אחרות של NPOs נרשמות בגיליון 3, ולא בגיליון 1 עבור מאזן המסה.

2.3.2 מדריך למאזן המסה

ייתכן שיהיה נוח יותר לחברות לחשב בנפרד את מאזני החומרים, האנרגיה והמים, ואנו יכולים להמליץ על גישה זו בהתבסס על ניסיון מ-TEST. בעוד שלא ניתן לחשב את מאזן החומרים ללא תשומות מהנהלת החשבונות וניהול המלאי, מאזני האנרגיה והמים יידרשו לעזרתם של טכנאי התהליכים.

לאחר הזנה של נתונים רבים ככל האפשר של תשומות ותפוקות, נבדקת העקביות של סך המשקלים של תפוקות חומרים ופסולת לעומת סך חומרי התשומות (עמודה 3). בתיאוריה, על נתונים אלה להיות שווים. עם זאת, ברוב החברות ניתוח תשומות-תפוקות לא בהכרח מתאזן היטב בשנים הראשונות של ניתוח הנתונים. למעשה, מאזן מסה עלול פשוט להיות בלתי אפשרי אם, כפי שקורה לעיתים קרובות, אין נתונים זמינים על כמויות חומרי תפעול ופסולת; מה שבד"כ זמין בקלות הם נתונים על חומרי גלם וחומרי עזר, בשל הקשר החזק שלהם למוצרים שנוצרו. טבלה 6 מציגה תוצאה טיפוסית אך פיקטיבית של ניתוח ראשון בחברה בסקטור העץ והנייר במדינה מתפתחת.

נושאים נוספים עשויים ליצור מורכבות בהגעה למאזן. למשל סוגיית הרכש לעומת הצריכה בפועל. החומרים שנרכשו כוללים את כל התשומות שנקלטו במחסן (מלאי) על פי תעודת משלוח. אולם החומר המשמש בפועל לייצור עשוי להיות שונה באופן משמעותי עקב שינויים ופחת במלאי. בהתאם לחברה, ניתוח חומרים אלה מבוצע באמצעות תיעוד נפרד של החומרים שנמשכו מהמלאי לייצור, על ידי מדידות בתהליכים, או פשוט על ידי תיעוד פחת מלאי. באופן אידיאלי, מאזן המסה צריך להתבסס על החומרים המשמשים לייצור. אותה בעיה קיימת בצד התפוקות. ייתכן שקיימים רק נתוני משקל המכירות של מוצרים ולא משקל הייצור, וייתכן שנתונים אלה אינם זהים אם מתקיים מצאי של מוצרים.

בנוסף, ייתכנו קשיים כאשר במספר תהליכים נעשה שימוש במים ויש אבדני אידוי משמעותיים, או שייתכנו תגובות כימיות בהן חומרים "נעלמים", אך "מופיעים מחדש" כחומרים כימיים מן שונה.

בחברות רבות, ייתכן שיתאפשרו בתחילה רק אומדנים גסים עבור נתוני תשומות מסוימים, כך שלעיתים קרובות מאזן המסה הראשון אינו שלם. הדבר יוביל לרשימת המלצות לשיפור ניהול נתוני החברה, הבנה ראשונית של רמת הקוהרנטיות של זרמי החומרים והאנרגיה ונקודות בסיס לעלויות תפוקות שאינן מוצרים (NPOs) של השנה הקודמת, מכיוון שנתונים בדרך כלל יותר זמינים במונחי כסף מאשר במשקל. תוצאות אלה משמשות להגדיר **זרמים מתועדפים** – **שלב 1.4 של TEST**. לאחר מכן, ניתן לחלק את סך עלויות ה-NPOs ולהעמיס אותן בפירוט עד רמת התהליכים או מרכזי עלות או קבוצות מוצרים. ניתן להגביל את העמסת העלויות לזרמים המתועדפים בלבד. התוצאה היא הגדרה של **תחומי מיקוד** – **שלב 1.5 של TEST**. בתחומים אלה מבוצע בשלב הבא ניתוח טכני לאופטימיזציה של תהליכים.

בניתוח הראשון, מאזן תשומות-תפוקות כמעט אף פעם לא מתאזן לאפס. אך המטרה היא לא להגיע לשלמות בניתוח הראשוני, אלא להשיג הבנה של מימדי זרמי החומר ושל איכות מערכות המידע המתעדות אותם. עם שיפור איכות מערכות המידע, ניתן לצמצם את ההפרשים בין התשומות לתפוקות, לפעמים על ידי אמצעי תחזוקה פשוטים וטובים.

ניסיון מיישום של TEST ב-SMEs מראה כי לצורך RECP ייתכן שמספיק לנסות להשלים מאזני מסה ספציפיים עבור זרמים מתועדפים בלבד. מיקוד מאזני (מסה מסוימים) בהתאמה בין תשומות ספציפיות חשובות בלבד למוצרים ו-NPOs הקשורים אליהם עשוי להיות אפקטיבי יותר לבחינת פוטנציאל RECP, מכיוון שבדרך זו מתאפשר ניצול יכולות מוגבלות כדי להעמיק בזרמים מתועדפים ותחומי התמקדות נבחרים.

טבלה 6 המופיעה בעמודים הבאים מציגה את תוצאות הניתוח הראשון בחברה הפיקטיבית לייצור נייר במדינה מתפתחת.

מאזן זרמי חומרים ואנרגיה: תשומות / תפוקות (שנת 2014)	דולר ארה"ב *(USD)	טונות*	מקור מידע עבור USD	מקור מידע עבור טונות	אחוז NPO [% משקל]	המלצות למערכת מידע
1. תשומות חומרים			מספר חשבון			
1.1. חומרי גלם ועזר						
חומרי גלם	1,700,000	8,000	50500	נשקל במחסן קליטת חומ"ג	25%	מומלץ לנטר את הפחת בפועל של חומרי גלם
סיכום ביניים	1,700,000	8,000				
1.2. חומרי אריזה						
סרטי קשירה ממתכת	5,000	לא זמין	כלול בחשבון #89000	לא מנוטר	2%	מומלץ להקצות חשבון נפרד לעלויות חומרי אריזה
סיכום ביניים	5,000	-				
1.3. סחורה						
לא לרישום, רק אם הם עוברים דרך תהליך הייצור						
סיכום ביניים	-	-				
1.4. חומרי תפעול					100%	
חומרים לתיקון ותחזוקה	12,000	לא זמין	70000 & 70100	לא מנוטר		להפריד בין חומרים לשירותים בחשבון זה. בהדרגה לכלול חומרים אלה בנייהול מלאי ולתעד גם משקלים
חומרי תפעול	50,000	לא זמין	50600	לא מנוטר		לרשום את המשקל הכולל של כימיקלים שנקנו לפי קבוצות חומרים, כמו גם את סל התשומות הנכנסות לייצור
אלומיניום גופרתי Aluminium sulfate		0.5		אומדן של מנהל הייצור		
סודה קאוסטית		0.15				
כימיקלים להלבנה		70				
סיכום ביניים	62,000	71				
1.5. מים						
מים מהנהר		לא זמין		לא מנוטר		לבסס מערכת מדידה
צריכת מים מאספקה (hl)	100	לא זמין	78010	לא מנוטר		צריך להיות זמין מהחשבונית
סיכום ביניים	100	-				
1.6. אנרגיה						
חשמל בקוט"ש	300,000	1,500,000	78030	מחושב כ-0.2\$ לקוט"ש		לתעד מידע מהחשבונית
סולר	20,000	לא זמין	65620			
עץ במ"ק (m ³)	150,000	6,500	65630	חשבוניות		לשקול משלוח נכנס למחסן קליטת חומ"ג ואת הכמויות המשמשות לייצור בפועל
דלק	5,000	לא זמין	65600			
בנזין	300	לא זמין	65610			
סיכום ביניים	475,300					
סה"כ תשומות	2,242,400					

*אלא אם צוין אחרת

מאזן זרמי חומרים ואנרגיה: תשומות / תפוקות (שנת 2014)	דולר ארה"ב *(USD)	טונות*	מקור מידע עבור USD	מקור מידע עבור טונות	אחוז NPO [% משקל]	המלצות למערכת מידע
2. תפוקות מוצרים			מספר חשבון			
2.1. מוצרים						
מכירות מוצר מוגמר		6,600	40000	משקל הייצור של כל יום נמדד פיזית.		מומלץ לשמור תיעוד של היקף משקל הייצור החודשי
סיכום ביניים	-	6,600				
2.2. תוצרי לוואי						
סיכום ביניים	-	-				
סה"כ מחזור / תפוקות מוצר	-	6,600				
3. פסולת ופליטות						
3.1. פסולת מוצקה						
סה"כ פסולת לא מסוכנת		לא זמין				מומלץ לתעד את כמות הפסולת באופן קבוע (שבועי, יומי, מדי משמרת)
פסולת פלסטיק		40		מוערך ב-115 ק"ג ליום כפסולת בנייר שנזרק; ממיון בתהליך ייצור עיסת בנייר		לרשום את כמות פסולת הפלסטיק אם זו אינה זמינה מטופס חשבונית הפיני
פסולת למיחזור						
סיכום ביניים		40				
3.2. פסולת מסוכנת						
פסולת מסוכנת		5		אומדן משוער		לרשום את כמויות הפסולת המסוכנת
שמן פסולת		1		אומדן משוער		לרשום את כמויות פסולת השמן ולהבטיח סילוק נכון
סיכום ביניים		6				
3.3. מי שפכים						
כמות מי שפכים במ"ק		לא זמין				לבסס מערכת מדידה
COD		לא זמין				
חומר צלולזה במי שפכים		1,500		מחושב כתשומה מוצקה כוללת פחות תפוקה בתחתית		
סיכום ביניים		-				
3.4. פליטות לאוויר						
פליטת CO ₂ מחימום המפעל				מחושב בהתבסס על מקדם פליטת CO ₂ לדלק חימום		
פליטת CO ₂ מצי הרכב				מחושב בהתבסס על מקדם פליטת CO ₂ של דלק לרכב		
סיכום ביניים		-				
סה"כ פסולת ופליטות	-	6,600				

*אלא אם צוין אחרת

ב- %		
	8,071	סה"כ תשומות מוצקות נייר וכימיקלים בכמויות
	6,606	סה"כ תפוקות בכמויות
18	1,465	הפרש
	8,000	סה"כ תשומות נייר מושלך בכמויות
	6,606	סה"כ תפוקות נייר בכמויות
17	1,395	הפרש

טבלה 6: חברה לייצור נייר – דוגמה למאזן מסה וגיליון 1

2.3.3. מדריך לאיסוף נתונים

טבלה 7 להלן מראה היכן ניתן למצוא נתונים בדרך כלל להשלמת מאזן תשומות-תפוקות המסה בגבול המערכת של החברה באמצעות מערכות מידע שונות. אם הנתונים עקביים ושמורים היטב, הם מאפשרים את קיומה של מערכת בקרת נתונים חודשית.

תפוקות		תשומות	
מקורות מידע	מוצרים	חומרים	מקורות מידע
סטטיסטיקת ייצור, מערכת תכנון ייצור, מתכון/נוסחה	מוצרים עיקריים	חומרי גלם	רשימת חשבונות, ניהול מלאי, מתכון/נוסחה
סטטיסטיקת ייצור, מערכת תכנון ייצור, מתכון/נוסחה	תוצרי לוואי	חומרי עזר	רשימת חשבונות, ניהול מלאי, מתכון/נוסחה
	פסולת ופליטות	אריזות	רשימת חשבונות, ניהול מלאי, מתכון/נוסחה
חשבונות, ניטור נפרד	פסולת מסוכנת	חומרי תפעול	רשימת תיקי לקוחות, ניהול מלאי, דו"חות מרכזי עלות
חשבונות, ניטור נפרד	פסולת מוצקה	מים	
מדידה, חישובים	פליטות לאוויר	מקורות שונים	חשבונות, ניטור נפרד, דו"חות מרכזי עלות
חשבונות, ניטור נפרד	שפכים	אנרגיה	
		נשאי אנרגיה שונים	חשבונות, ניטור נפרד, דו"חות מרכזי עלות

טבלה 7: מקורות נתונים עבור מאזן המסה

כנקודת התחלה, כדאי להתחיל עם החשבונות ברשימת המאזנים (המכונה גם רשימת חשבונות) של הנהלת החשבונות הקונבנציונלית משנת העסקים הקודמת. זה מקור המידע היחיד שזמין בכל החברות ואמור להיות שלם למדי. רשימה זו בהחלט מספקת סקירה מלאה במונחים כספיים של חומרי גלם שנרכשו ונעשה בהם שימוש, חומרי עזר וחומרים תפעוליים בחודש או שנה נתונים, כמו גם עלויות פיננ/סילוק, תיקון, ביטוח, הובלה וכו'. יש לבחון כל חשבון בדו"ח הרווח וההפסד כדי לקבוע האם רשומים בו זרמי חומרים כלשהם. עלויות כוח אדם אינן נכללות במאזן זרמי החומרים הפיזיים, אלא נלקחות בחשבון בשלבים מאוחרים יותר כחלק מתמחיר ה-MFCA, בגיליון השלישי של האקסל.

חומרי תפעול בדרך כלל אינם מתועדים (היטב) במערכת ניהול המלאי במחסנים, אך הם מיוחסים כהוצאות בעת רכישתם. ברוב החברות צריכת חומרי התפעול לא נרשמת במרכזי העלות של הייצור, ולכן זה כמעט בלתי אפשרי לעקוב ולשחזר מי השתמש בכמה מהם. בחישוב עלות, לעיתים קרובות משתמשים באומדנים בלבד לחישוב מחירי המוצרים, אך כמעט לעולם לא נבדק אם אומדנים אלה אכן תואמים את הצריכה הריאלית.

עלות רכישת החומר של חומרים מבזבזים היא לעיתים קרובות קטגוריית העלות החשובה ביותר של NPOs, אם כי הדבר תלוי בערך חומרי הגלם יחסית לעצימות כוח האדם בסקטור. בחברות שיש בהן ניהול מלאי, לא משתמשים בערך של החומרים שנרכשו, אלא בערך החומרים שנצרכו לצורך ייצור.

בארגונים מסוימים כל רכישת החומרים מוזמנת מחשבון אחד, ורק על ידי הערכה לא-ממוחשבת של החשבונות המקיפים של מרכזי העלות או רשימות ספירת המלאי ניתן לחשוף את היקף השימוש בחומרים בפועל לפי קבוצות החומרים. ככלי עזר, ניתן להכפיל את הכמויות המיוחסות על פי הרישום של מנהל הייצור במחירים הממוצעים, כדי שתהיה אפשרות לפחות להצביע על סדרי גודל. למרבה הצער, ברור כי מערכת כזו לא יכולה לחזק את תודעת העלות בטיפול בחומרי גלם, עזר וחומרים תפעוליים.

העובדה שבהרבה מקרים אין איזון ראוי בגבול המערכת של החברה, היא הצעד הראשון בזיהוי פערים במערכות המידע של החברה. מסיבה זו, חשוב שצוות TEST יפתח המלצות כיצד לשפר בהדרגה את מערכות המידע של החברה. יישומן במהלך מחזור TEST מבטיח שניתן יהיה להפיק נתונים טובים יותר לשנה הבאה, מה שיוביל לסיכום טוב יותר של מאזן המסה. המטרה צריכה להיות שאחרי מספר מסוים של מחזורי TEST, המאזן ישתווה במגבלות מרווח טעות סביר.

חוסר עקביות בנתונים במערכות המידע אינו החסם היחיד המונע הגעה למאזני מסה טובים. העדר נתונים על זרמי חומרים ואנרגיה בתוך גבול החברה מהווה גם הוא חסם מרכזי. ניתן להתגבר על חסמים אלה על ידי שיפור שיתוף הפעולה בין מחלקות הייצור והנהלת החשבונות.

מערכת המידע היחידה הקיימת בכל החברות היא המערך החשבונאי, בו מתועדות כל החשבונות. הן כוללות בדרך כלל מידע לא רק על עלויות, אלא גם על הכמויות שנרכשו. המטרה היא ששני סוגי המידע ייאספו מהחשבונות ברגע שהן נרשמות במערך החשבונאי, ולשפר בהדרגה את מערכות ניטור הנתונים הרגילות. עם זאת, יש לתעד כמויות באופן עקבי ביחידות מסה (למשל קילוגרמים או טונות), לא חתיכות או יחידות, על מנת שניתן יהיה לאגום באופן מצרפי את נתוני הכמויות. לעיתים קרובות, השקעה במאזני משקל במחסן קליטת חומ"ג כדי שיהיה אפשר לחשב מחדש חתיכות, ארגזים, בקבוקים, מ"ר ויחידות אחרות באופן עקבי ליחידות ק"ג או טון, היא אמצעי השיפור הראשון ליישום.

המלצות שכיחות אחרות הן לפתוח חשבונות חדשים עבור תשומות החומרים השונים, והגדרה ברורה של אילו נתוני חומרים יש לרשום באיזה חשבון על מנת לאפשר את הסיכום המצרפי.

יש לרשום את כל תשומות החומרים בגיליון 1 של קובץ האקסל עם כמויות החומר המשמש לייצור. יש לרשום בנפרד את החומרים האבודים במלאי, שכן האמצעים הדרושים לטיפול בפחיתים אלה שונים מהחומר שנעשה בו שימוש בתהליכים הטכניים (ירידה באיכות החומר, קלקול ולעיתים גניבה, לעומת דליפות וחתיכות לפסולת). לעיתים קרובות, ייתכן שעבור מספר קטגוריות חומרים יהיה זמין רק מידע על הכמויות שנרכשו, אך לא על הכמויות שנצרכו בפועל בתקופה נתונה, ובצד התפוקות אולי רק כמות מכירות ולא סטטיסטיקת ייצור לתקופה נתונה. כבר התייחסנו לבעייתיות של נתוני רכישה/מכירה לעומת נתוני צריכה וייצור בפועל. כך שאפשרות אחת לשיפור מיידי תהיה בניהול המלאי ותיעוד של כל החומרים שנעשה בהם שימוש בפועל לצורך הייצור.

יש צורך חיוני בהגדרות ברורות בנוגע לאילו אלמנטים של ניתוח תשומות-תפוקות מתועדים באילו חשבונות, אילו נתוני חומרים מיוחסים לאילו חשבונות, ואילו חומרים נרשמים גם בניהול מלאי, ויש לציין אותן במדריך חשבונאות פנימי. היעד הוא להשיג רשימות מלאות ככל האפשר של כל תשומות החומר לפי קטגוריות עיקריות. פעולה זו תסייע להימנע מהצורך לפרק לרכיבים את החשבונות במועד מאוחר יותר, כדי להראות את הכמויות שנעשה בהן שימוש.

לאחר שתשומות החומרים הכוללות נרשמו במונחים פיזיים ומוניטריים ככל שהמידע זמין, גיליון 1 משמש כדי לענות על השאלה: כמה מהתשומות הרשומות באמת עוזבות את החברה כמוצרים וכמה מהן מתבזבזת כ-NPOs? מתבצע אומדן של אחוזי תפוקות מוצר ותפוקות שאינן-מוצרים עבור כל כמות התשומות. התוצאות נרשמות בעמודה "% NPOs" בגיליון 1. יש לעקוב אחר הפחת או לאמוד אותו עבור כל תשומת חומר רשומה. בחברות עם מערכות מידע טובות, נתוני NPOs מבוססים על ניטור ולא על אומדן.

תשומות בעלות שיעור גבוה של NPOs המקושר להפסדים כספיים גבוהים, ואשר קיים בהן פוטנציאל לשיפור, יוגדרו כזרמי חומרים, מים או אנרגיה מתועדפים, ויהיו נתונים להמשך בחינה בשלבים 1.5 ו-1.6 של TEST.

2.3.4 מה עשוי להוות NPOs (תפוקות שאינן מוצרים)?

טבלה 8 מסכמת את תפישת MFCA: כל התשומות בהגדרה הופכות להיות או מוצרים או תפוקות שאינן-מוצרים (NPOs | non-product output). את המאזן ניתן לחשב רק אם כל התשומות והתפוקות נרשמות באופן עקבי בכמויות (למשל טונות והקטו-ליטרים).

תפוקות מוצר	תשומות חומרים
מוצרים (כולל האריזות שלהם) ותוצרי לוואי שנמכרים	חומרי גלם וחומרי עזר, אריזות
תפוקות שאינן מוצרים (פסולת ופליטות)	חומרי תפעול
X% NPOs של חומרי גלם, חומרי עזר ואריזות	מים
X% NPOs של מים	אנרגיה
100% NPOs של חומרי תפעול, אנרגיה	

טבלה 8: תשומות חומרים, תפוקות מוצרים ותפוקות שאינן מוצרים

להלן עצות בנוגע לאומדן או חישוב של אחוזי פחת:

חומרי גלם

תפוקת חומר גלם מוצק שאינו-מוצר תושלך ברובה כפסולת מוצקה. דוגמאות לכך הן גרוטאות מתכת מפעולות חיתוך מתכת, שבבי מתכת מפעולות קידוח מתכת. ייתכן גם שבסופו של דבר יופיעו כעומס מזהם בשפכים (למשל בצורה של BOD גבוה בעיבוד דגים) או כמזהם אוויר (למשל כאבק מפעילות ליטוש). אם חומרי הגלם גזיים (כמו גזים תעשייתיים, בושם) הם לרוב ייפלטו לאטמוספירה. אם חומרי הגלם הם נוזליים (כמו חלב), תפוקת חומר הגלם שאינה מוצר מסולקת בדרך כלל כחלק מזרמי שפכים מעורבים.

לצורך אומדן ראשוני, ניתן להשתמש בחישובים הפנימיים של החברה של אחוזי פסולת מהמוצר הסופי שישמשו להערכת ה-NPOs מחומרי הגלם. העובדים בקווי הייצור הרלוונטיים יכולים בדרך כלל לספק אומדנים טובים מאוד, שאינם ידועים למחלקה הסביבתית או הכספיים.

בסופו של דבר, כשהיו מאזנים מפורטים יותר של זרמי חומרים, ייתכן שיהיה צורך לעדכן ולהתאים את אחוזי הפסולת. החזרת מוצרים, השמדה, אריזה מחדש לצורך משלוח למדינות אחרות או בקשות לקוח מיוחדות, בקרת איכות, פחת ייצור, קלקול, בזבז, ריקבון באחסון, התכווצות וכד', הם חלק מגורמי ייצור הפסולת המצריכים אמצעים להתייעלות הייצור, שעשויים להיות רווחיים הן מבחינה כלכלית והן מבחינה סביבתית.

חומרי עזר

באופן כללי, תפוקות שאינן מוצרים של חומרי עזר מגיעות מאותם מקורות כמו חומרי הגלם וסובלות מגורלות דומים. אולם לעיתים אחוזי הפחת נמוכים יותר.

אריזות

האריזות למוצרים שנרכשים לרוב יעזבו את החברה יחד עם המוצר, אך יכול להיות אחוז מסוים (בדרך כלל קטן) של פחת פנימי, למשל בעקבות אריזה מחדש ליעדים ספציפיים או בשל תחזוקה לקויה, וצריך להעריך אותו.

חומרי אריזה המגיעים לחברה עם חומרי התשומות אינם נרשמים כתשומות, ולכן אין צורך לחשב NPO. חומר אריזה שלא מוחזר לספקים של חומרי התשומות יגיע בסופו של דבר לפסולת מוצקה ויש לרשום אותו ככזה. מכיוון שאין רישום בצד התשומה של אריזות מסוג זה, מאזן המסה יהיה משובש, אולם המטרה של ניתוח זה איננה להשיג מאזן כולל שיתאפס, אלא לזהות זרמים מתועדפים ותחומי מיקוד ולבצע מאזנים מפורטים רק עבור אלה.

חומרי תפעול

מכיוון שחומרי התפעול בהגדרה אינם כלולים במוצר, כולם מיוחסים לתפוקה שאינה-מוצר (ייתכן שחלק מחומרים אלה כלולים או משולבים בבנייני החברה, אך בסופו של דבר גם הם יהפכו ל-NPO). הם עשויים להכיל חומרים מסוכנים שיש לסלק אותם תחת תנאים מיוחדים.

בניתוח הראשון ניתן להתעלם מחומרי תפעול אדמיניסטרטיביים (כמו נייר וציוד משרדי אחר).

אנרגיה

כאמור, בגישת TEST, כמו בחשבונאות, ההתייחסות לאנרגיה היא כאל גורם שמתפקד כחומר תפעולי, כאשר 100% ממנה הופך ל-NPO. מכיוון שהאנרגיה יקרה במדינות רבות, רישום האנרגיה כ-NPO הכרחי גם כדי להבטיח את חלוקתה למרכזי עלות בגיליון השלישי, מה שיוביל בהמשך להגדרת תחומי המיקוד לפרויקט TEST. בחברות עם זרמים משמעותיים של חומרי גלם ומוצרים, צריכת האנרגיה מוגדרת לעיתים קרובות כזרם מתועדף.

NPOs הקשורות לאנרגיה עשויות להתגלם בצורות שונות. כאשר נשאי אנרגיה כגון פחם, נפט, גז טבעי וביומסה מהווים תשומות חומרים לחברה ונשרפים באתר כדי לייצר אנרגיה (לרוב בצורת קיטור), תשומות אלה פולטות CO₂ ומזהמי אוויר אחרים. אלה יהיו חומרי ה-NPOs מתשומות אנרגיה שיירשמו בגיליון 1 תחת פליטות. ישנן גם צורות אחרות של NPOs מכל סוגי תשומות האנרגיה, הנפוצות ביותר הן חום ורעש, אך אלה לא נכללים בבלי האקסל של MFCA, למעט במקרים בהם ציוד נרכש כדי למתן את השפעותיהם.

מים

בסקטורים רבים, מים משמשים ברובם או במלואם כחומר תפעולי (למשל מי ניקוי, מי קירור, קיטור) ולכן 100% מהתשומה הופכת לתפוקה שאינה מוצר. עבור סקטורים מסוימים, במיוחד בתעשיית המזון, מים משמשים גם כחומר עזר, כאשר חלק מתשומות המים נכנסות למוצר עצמו.

מוצרים

אפילו לאחר ייצורם, מוצרים יכולים להפוך לתפוקות שאינן-מוצרים. החזרת מוצרים, השמדה, אריזה מחדש לצורך משלוח למדינות אחרות או לפי ציון בקשות לקוח, דגימות בקרת איכות, פחתים בייצור, קלקול באחסון, התכווצות וכו' הם כמה מהגורמים לכך שמוצרים הופכים לתפוקות שאינן-מוצרים.

יש להתייחס בתשומת לב לזרמים מסוימים. לדוגמה, החזרת מוצר סופי ופחת מוצרים בתהליך הייצור עשויים להיחשב כתפוקת פסולת, או, אם נמכרו, כתוצר לוואי. יש להימנע מספירה כפולה של חומרי גלם ופחת מוצרים. ניתן להתייחס גם להיקף המכירות האבוד בגיליון 3 כעלות, בשורה נפרדת תחת חומרי גלם.

תשומה	אינדיקציה לאומדן NPOs באחוזים
חומרי גלם	לצורך הניתוח הראשוני, ניתן להעריך באופן סביר את אחוז ה-NPOs עבור כל חומרי הגלם כסך כולל, אם אין נתונים זמינים עבור כל תשומת חומר בנפרד, למשל 5-20%. כך לדוגמה, בסקטור העץ והנייר, NPOs כוללות של עד 25% נראה נתון סביר. עם הזמן עדיף לשפר בהדרגה את מערכת המידע, במיוחד את המדידה וניהול האיכות עבור התשומות והתהליכים העיקריים.
חומרי עזר	עבור חומרי עזר, אחוז הפחת עשוי להיות נמוך יותר מאשר עבור חומרי גלם.
אריזת מוצר	הניסיון מעיד כי 1-10% הוא טווח סביר. במקרה שנתונים טובים יותר אינם זמינים, התחילו את החישוב עם 5%.
חומרי תפעול	מוגדרים כ-100% תפוקה שאינה מוצר.
אנרגיה	מוגדרת כ-100% תפוקה שאינה מוצר (אלא אם כן החברה מוכרת חשמל המיוצר באתר לרשת).
מים	בהתאם למוצר ולתהליכים. 100% עבור סקטור העץ והנייר, מכיוון שהמוצר הנמכר יבש.

טבלה 9: אומדן אחוזי NPOs

2.4. תרשימי זרימת תהליך

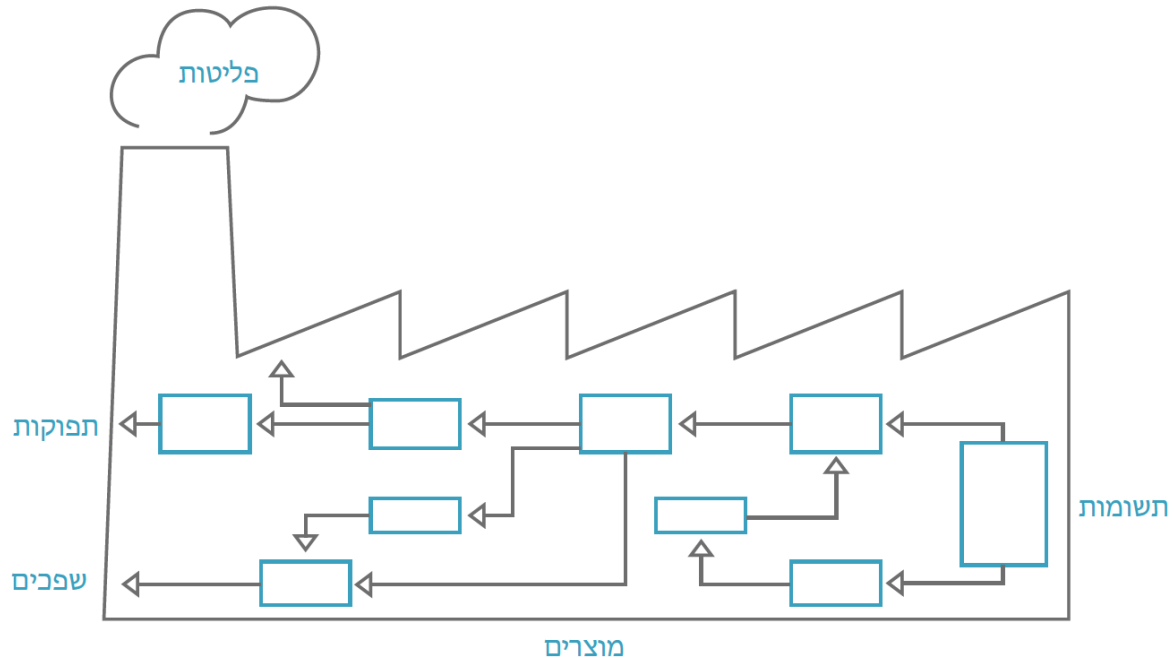
בפרויקט TEST, או כל פרויקט RECP, חשוב לחלק את סך העלויות השנתיות של NPOs של כלל החברה לשלבי ייצור או מרכזי עלות. לכן, לאחר השלמת מאזן זרמי חומרים ותמחיר NPOs ברמת החברה, ולאחר שההנהלה הבכירה נתנה את הסכמתה לגבי הזרמים שיש להתייחס אליהם כמתועדפים, הצעד הבא הוא להעמיס את הנתונים שחושבו מגבול המערכת של החברה על התהליכים הפנימיים שלה. זהו תנאי מוקדם שיאפשר להמשיך משלב 1.4 של TEST לשלב 1.5. כדי לעשות זאת, יש להגדיר תחילה את מבנה תרשימי זרימת התהליך באמצעות גיליון 2.

בהתאם לעקרונות התמחיר, בתהליכים הפנימיים מובדלים תהליכי הייצור העיקריים, בהם מומרים חומרי הגלם למוצרים, מתהליכים תומכים נוספים, שאינם קשורים ישירות לזרימת חומרי גלם ומוצרים.

מרכזי עלות הם מחלקות, יחידות או אפילו מכונות מוגדרות בחברה, עליהן מעמיסים עלויות. מנהלים שונים אחראים לעיתים קרובות למרכזי עלות שונים. לעיתים יש גם הבחנה בין מרכזי רווח ועלות או מרכזי עלות יצרניים ותומכים. מרכזי עלות יצרניים (המכונים גם מרכזי רווח) קשורים ישירות לתהליך הערך המוסף של החברה (תהליך הייצור), בעוד מרכזי עלות (תומכים) אינם קשורים ישירות לתהליך הייצור (כמו פרסום, משאבי אנוש, תחזוקה, ייצור קיטור, טיפול בשפכים).

פעמים רבות המבנה של מרכזי עלות קיימים אינו מקביל לשלבי הייצור בחברה. לכן ניתן לשרטט תרשימי זרימת תהליך, ולעשות בו שינויים והתאמות בעזרת תחומים עסקיים תומכים, כמו ניהול מלאי או בקרת איכות.

תרשימי 1 מציג תרשימי זרימת תהליכים סכמטי, שניתן לעיין בו מנקודות מבט שונות: מהנדסים מתקדמים מגבול המערכת של החברה לתוך תהליכים ספציפיים באמצעות תרשימי זרימת תהליכים, תרשימי סנקי (Sankey chart), תרשימי זרימה בו רוחב הִקְצִיִּים מוצג באופן יחסי לכמות הזרימה) וכו', בעוד רואי חשבון מתייחסים למערכות תמחיר, ניהול מלאי ותכנון ייצור, בנוסף לדו"חות הרווח וההפסד. הסוד להתייעלות טמון בהגדרת ממשקים בהם כל מערכות מידע אלו מקושרות זו לזו ומספקות מידע עקבי על בסיס קבוע, ופותחות את הדלת לשיפורים בניהול והתייעלות משאבים.



תרשימי 1: תרשימי זרימת תהליך: פתיחת הקופסה השחורה

תרשימי זרימת תהליכים, העוקבים אחר כמויות תשומות ותפוקות של זרמי החומרים (מוצקים, נוזליים וגזיים) ברמת תהליך הנדסי, מספקים תובנות על תהליכים ייחודיים-לחברה ומאפשרים איתור והגדרה של פחיתים, דליפות וזרמי פסולת במקור היווצרותם. לצורך כך נדרשת בחינה מפורטת של צעדים פרטניים בייצור – שוב בצורה של ניתוח תשומות-תפוקות, אך מקושרות לפעמים לדיאגרמות סנקי (Sankey) טכניות.

ניתן להשתמש בתרשימי זרימת התהליך כדי לשלב מידע טכני עם נתוני התמחיר. אפשר לעשות זאת על בסיס שנתי, עבור מרכזי עלות או אפילו ליחידות ייצור ספציפיות יותר כמו מתקן אחד. בסך הכל, הנתונים אמורים להסתכם מצרפית לסכום השנתי ברמת החברה.

רמה זו של ניתוח זרימת חומרים תהיה באחריות הטכנאים, אך יש להצליב את הנתונים שנאספו כדי להבטיח עקביות עם מערכת התמחיר. בדרך כלל לא מתבצעת הרמוניזציה של נתונים טכניים עם נתונים מהנהלת חשבונות פיננסית בשל היעדר תקשורת בין-מחלקתית. הניסיון מעיד כי בדיקת עקביות כזו מספקת פוטנציאל גדול לאופטימיזציה והתייעלות, ולפיכך היא הפכה לכלי מרכזי בחשבונאות סביבתית. מערכות נתונים ומידע מקבילות ועקביות להנדסת תהליכים וחשבונאות פיננסית הן חיוניות לניהול ייצור יעיל.

פיצול הזרמים התאגידיים למרכזי עלות, או אפילו עד לרמת ציוד ייצור ספציפי, מאפשר בחינה מפורטת יותר של אפשרויות לשיפורים טכניים, אך גם מעקב אחר מקורות העלויות. לרוב החברות יש בהישג יד את תרשימי זרימת התהליכים הספציפיים מאוד שלהם. חיבורם למבנה הקיים של מרכזי העלות עשוי להוות אתגר וגם הזדמנות לשיפור. עבור SMEs ללא מערכת תמחיר, לעיתים קרובות שלב זה בפרויקט הוא הפעם הראשונה בו העלויות מחולקות לפי שלבי ייצור.

מומלץ לשרטט את תרשימי זרימת התהליך המפותח לכל היותר עבור 20 שלבי התהליך המשמעותיים ביותר, המקושרים לשיעורים ניכרים של NPOs. בשלב הבא סך כל עלויות ה-NPOs, ואם הנתונים זמינים אזי גם הכמויות שלהן, יחולקו ויפורטו לפי שלבי תהליך אלה, על מנת להגדיר את תחומי המיקוד להמשך בחינה של אפשרויות התייעלות.

טבלה 10 מציגה דוגמה של מאפיינה, הזמינה גם בערכת כלי ההדרכה. טבלה 11 מספקת דוגמה הממחישה כיצד להשלים צעד זה בחברת ייצור הנייר. גיליון 2 בקובץ האקסל של MFCA משמש לתרשימי זרימת התהליך, אשר בהמשך צריך להיות מקושר לעמודות C והלאה של גיליון 3.



תפוקות	תהליכים נוספים	תהליכי ייצור עיקריים	תשומות
חומרים המשמשים לייצור	מחסן קליטת חומ"ג		חומרים שנרכשו
פליטות לאוויר	קירור		חשמל
			נזל קירור
פסולת אריזות של חומרי תשומות		הכנת חומרים וכלים	חומרים המשמשים לייצור
חלבון ביצה מוקצף		הקצפת חלבון ביצה	חלבון ביצה
קערה מלוכלכת			חשמל
בצק עוגה		ערבוב	חלמונים, קמח, סוכר וכו'.
קערה מלוכלכת			חשמל
פסולת אורגנית			
עוגה מוכנה לתנור		תחנת מילוי תבנית אפייה	שמן לתבנית האפייה
קערות מלוכלכות			
עוגה אפויה			גז
מחבת מלוכלכת		אפייה	
פסולת חום			
פליטות CO ₂ , NOx			
פסולת אורגנית			עוגת בדיקה
פסולת כימיקלים (פסולת מסוכנת)	בקרת איכות		כימיקלים
מי שפכים			קערות ומחבתות מלוכלכות
קערות ומחבתות נקיות			חומרי ניקוי
מי שפכים	חדר ניקוי		מים חמים
חומרי ניקוי במי שפכים			חומרי אריזה
עוגה ארוזה	חדר אריזה		חשמל
פסולת מוצקה			חשמל
פסולת מוצקה	חדר מכירות		חומרים לשיווק ושירותי משרד אחורי (Back office)
פליטות CO ₂ פוסילי ואולי ביוגני	המרת אנרגיה בשילוב ייצור בלוקים ואדים וגם מערכת אוויר דחוס לקירור		משטחי עץ
			גז
פסולת מוצקה ומסוכנת	תחזוקה		חומרים וכלים לתחזוקה
מים לאחר טיפול קדם למערכת העירונית	טיפול בשפכים		מי שפכים לא מטופלים מייצור
פסולת לספק מורשה	מרכז איסוף פסולת		פסולת מוצקה משלבי הייצור/מרכזי העלות השונים
פסולת	אדמיניסטרציה		ציוד משרדי
	וכו'		

טבלה 10: גיליון 2 בכלי של MFCA: תרשים זרימת תהליך עבור מאפייה



תפוקות	תהליכים נוספים	תהליכי ייצור עיקריים	שלבי ייצור מפורטים	תשומות
פחת על מלאי, פסולת	מחסן קליטת חומ"ג			פסולת קרטון, פסולת נייר חומרי עזר ותפעול כולל האריזות שלהם
פסולת פסולת (אשפה), פסולת פלסטיק		הכנת עיסת נייר (pulp)	הפרדה ראשונה של פסולת מוצקה שאיבת מים מהנהר השריית הנייר הפרדת פסולת שנייה	פסולת קרטון, פסולת נייר מים, חשמל מים, חשמל חשמל
פסולת, שפכים		ערבוב	ערבוב	חומרי עזר ותפעול, כימיקלים, חשמל
פסולת, שפכים, מוצר שנפסל בבקרת איכות		מכונת נייר	יצירת נייר ודחיסה	חומרי עזר ותפעול, חשמל
קיטור	ייצור קיטור			עץ
מוצר שנפסל בבקרת איכות, פסולת חום		ייבוש	ייבוש	חשמל, קיטור
פסולת		גימור ואריזה	חיתוך לפי גודל	חשמל
פסולת			גלגול	חשמל
פסולת			אריזה	חשמל
פחת על מלאי	אחסון מוצרים			מוצרים סופיים
פסולת	תחזוקה			חומרי תפעול
פליטות לאוויר	לוגיסטיקה			סולר, דלק, בניין
פסולת	אדמיניסטרציה			חומרי תפעול
		6	5	סה"כ מרכזי עלות

טבלה 11: חברה לייצור נייר – תרשים זרימת תהליך, גיליון 2
 בשל מורכבות תהליך הייצור, נוספים שלבי ייצור מפורטים לתהליכי הייצור העיקריים

2.5. עלויות NPOs שנתיות ברמת החברה

לאחר השלמת מאזן המסה במידת האפשר בהתאם לנתונים, השלב הבא הוא לתעד בגיליון 3, עמודה B את עלויות ה-NPOs השנתיות שלא יוצאו באופן אוטומטי מגיליון 1. מטרת פעולה זו היא להוסיף לגיליון זה את עולם העלויות בו עוסקים מנהלי איכות הסביבה, ואשר ייתכן שאפשר יהיה לצמצם אותו באמצעות פרויקטים משולבים למניעת זיהום והתייעלות חומרית ואנרגטית. עלויות אלה כוללות לא רק את העלויות הטיפוסיות של קצה הצינור וניהול פסולת (קטגוריה 2), אלא גם את עלויות מערכת MFCA (קטגוריה 3), שהן שיעור יחסי של ה-NPOs מעלויות מרכזי העלות שיש בהם פחת NPOs. המטרה איננה להראות עד כמה הגנת הסביבה יקרה, אלא להדגיש את היקף פוטנציאל החיסכון.

באופן כללי, גיליון 3 משמש לאמוד את **סך כל עלויות ה-NPOs**, אשר מורכבות מהסעיפים הבאים:

הוצאות להגנת הסביבה (פינוי/סילוק פסולת, טיפול בפליטות, עלויות בקרה ומניעה של פסולת)
+ עלויות חומרים של תפוקות שאינן-מוצרים (עלויות של חומר לא פרודוקטיבי במחירי רכישה או עלויות ייצור (כולל לדוגמה עלויות הון וכוח אדם))
+ עלויות מערכת MFCA (שיעור ה-NPOs בעלויות מרכזי העלות עם הפסדים ופחת של NPOs)
= סה"כ עלויות NPOs

טבלה 12: סך כל עלויות NPOs

עלויות סביבתיות ועלויות זרימת חומרים ברמת החברה הן רק תת-קבוצה של עולם העלות הנרחב יותר שעל ההנהלה לקחת בחשבון לצורך תהליך טוב של קבלת החלטות. עלויות סביבתיות הן רק חלק ממערכת משולבת של זרמי חומרים, אנרגיה ובסף דרך החברה, ולא סוג נפרד של עלות. ביצוע MFCA הוא בפשטות ביצוע חשבונאות ניהולית טובה ומקיפה יותר, באמצעותה נפקחות עיני ההנהלה לגלות עלויות נסתרות. לפיכך, ניתוח MFCA אינו ממוקד דווקא באומדן של העלויות הסביבתיות הכוללות, אלא בהגעה לחישוב מתוקן ומשופר של עלויות הייצור על בסיס זרמי חומרים (כולל אנרגיה ומים).

לצורך הערכת סך כל עלויות ה-NPOs השנתיות, קטגוריות העלות הנרחבות המוצגות בטבלה 12 מחולקות עוד לקטגוריות עלות התואמות לחשבונות סטנדרטיים. אלה מוצגים בטבלה 13, המציגה את אחוזי הפחת האופייניים ומקבילה לעמודה B בגיליון 3. סיכום מצרפי של העלויות הכוללות גם מועבר אוטומטית לגיליון 4.



% שיעור של NPOs	קטגוריות עלות של NPOs
	1. עלויות NPOs של תשומות חומרים ואנרגיה
למשל 2-20%	• חומרי גלם ועזר
למשל 2-10%	• חומרי אריזה
100%	• חומרי תפעול
1-100%	• מים
100%	• אנרגיה
	2. עלויות ניהול פסולת / קצה צינור
	• פחת (ירידת ערך) ציוד של ציוד קצה צינור
	• כוח אדם פנים-ארגוני
	• שירותים חיצוניים
	• אגרות, מיסים והיתרים
	• קנסות, תיקון מפגעים סביבתיים ופיצויים
	3. עלויות מערכת MFCA
	• ירידת ערך ציוד
	• כוח אדם פנים-ארגוני
	• שירותים חיצוניים
	• עלויות אחרות
	סה"כ עלויות
	4. הכנסות הקשורות לסביבה
	• הכנסות אחרות
	• סובסידיות לפרויקטים של RECP/EMS
	סה"כ עלויות NPOs (פחות סה"כ הכנסות הקשורות לסביבה)

טבלה 13: קטגוריות עלות של NPOs.

טבלה זו אינה מייצגת גיליון עבודה נפרד, אך מראה כיצד העמודות של גיליון 1 וגיליון 3 אמורים להיות מקושרים זה לזה אוטומטית בנוגע לעלויות ה-NPOs.

2.5.1 עלויות חומרים ואנרגיה של NPOs

המערך השלם של נתונים שהוזנו בעמודה A של גיליון 3, בקטגוריית עלויות NPOs של תשומות חומרים ואנרגיה, אמור להיות זהה ומקושר לעמודה A של מאזן המסה בגיליון 1. לכן יש להעתיק ולהדביק (או לקשר) את התשומות השונות של חומרים, מים ואנרגיה מגיליון 1 לגיליון 3. הקפידו להוסיף מספיק שורות לפני הוספת הנתונים, כדי לשמור על הפונקציות האוטומטיות לחישוב הסיכום ולבקרה.

לאחר מכן יש לקשר בין עמודה B של גיליון 3 ישירות לעמודה G של גיליון 1, בה נרשמו כבר עלויות ה-NPOs. אם התאים אינם מקושרים ישירות, ייתכן שיאבדו שינויים שיעשו במהלך ניתוח הנתונים.

2.5.2 עלויות ניהול פסולת/קצה צינור

קטגוריית עלות זו כוללת עלויות קובבנציונליות לפינוי/סילוק פסולת וטיפול בפליטות, לרבות ציוד נלווה, כוח אדם פנים-ארגוני ושירותים חיצוניים. היא כוללת את כל עלויות הטיפול, הסילוק והניקוי של פסולת ופליטות קיימות, ולעיתים קרובות ניתן לאתר אותן ישירות מרשימת החשבונות או ממרכזי עלות כמו טיפול בשפכים או ניהול פסולת. יש לרשום את העלויות הקשורות בעמודה B של גיליון 3.

ייתכנו שאלות בנוגע לאיזה מן הנכסים מהווים פתרונות קצה-צינור. ככלל, ניתן לקבוע כי הנכסים מיוחסים ב-100% לקטגוריה 2 כאשר הם אינם מציעים כל פתרון משולב לפליטה כלשהי, אלא מהווים טכנולוגיה שאינה פותרת את בעיית הפליטות במקורה, ובמקום זאת מעבירה אותה מתחום סביבתי אחד למשנהו (למשל, מהאוויר לאדמה ואז למים). גישות אלה הן במקרים רבים יקרות ולא יעילות, אך נראה כי הן מספקות מענה מהיר לדרישות חוקיות לגבי פליטות.

סוגיה נוספת היא ההקצאה של עלויות כסביבתיות מפרויקטים שהם בעלי היקף נרחב יותר, ובהם עלויות אלה קשורות לבקרה על זרמי החומרים והאנרגיה. לפרויקטים מסוימים יש משמעות לא רק של הגנת הסביבה (הגנה על הטבע), אלא גם השפעות על שכנים (רעש, ריחות) או עובדים (בריאות ובטיחות). בנוסף, פרויקטים יכולים להיות מיועדים להפחית סיכונים לעובדים, לטבע או לשכנים במקרים של תאונות ואירועי ייצור מזדמנים אחרים. במקרים רבים קשה לקבוע בדיוק את החלק הסביבתי בעלויות אלה. כאן יש לזכור כי אין זו המשימה החשובה ביותר ואין צורך להשקיע זמן רב בהגדרה בדיוק אילו עלויות הן סביבתיות ואילו אינן, או איזה אחוז של משהו הוא סביבתי או לא, או אם אנרגיה שייכת ל-NPO ובאיזו מידה. המשימה החשובה היא לוודא כי כל העלויות הרלוונטיות והמשמעותיות נלקחות בחשבון כאשר מקבלים החלטות עסקיות.

פחת ציוד טיפול בפסולת וקצה-צינור

קטגוריית עלות זו כוללת את עלויות ירידת הערך עבור ציוד קצה צינור, כגון ציוד דחיסת פסולת, מתקני טיהור שפכים, פילטרים לסינון אבק, אוויר ורעש. חישוב פחת (ירידת ערך) מפזר את עלויות ההשקעה לאורך טווח אורך החיים הצפוי לציוד. חישוב פחת יכול להתבסס על הליכים פיננסיים או הליכי תמחיר, או פשוט כאומדן של 10% מעלויות ההשקעה, תלוי בנתונים החשבונאיים של החברה.

כוח אדם רלוונטי

כאן נרשם זמן עבודה הקשור לציוד המקושר לבקרה וניהול של זרמי הפסולת והפליטה הקיימים, יחד עם עלויות כוח אדם לאיסוף וסילוק פסולת, ציוד משפטי, למשל דיווח לרשויות, ולצוות של מתקן לטיהור שפכים.

מיסים, אגרות, חיובים, היתרים

כאן נרשמים אגרות פינוי וסילוק, אגרות שפכים, חיובי רישוי אריזה, מיסי אנרגיה, היתרי פליטה ומיסים סביבתיים-אקולוגיים (eco-taxes) אחרים.

קנסות ועונשים, עלויות ניקיון, תיקונים סביבתיים וכד'.

קנסות על חריגה ממכסות זיהום יירשמו כאן. בסקטורים מסוימים, ייתכן שיידרשו עלויות ניקיון, תיקון סביבתי ועיצוב נוף, במיוחד בתעשיית הכרייה והנפט, תחנות דלק, תחנות כוח וכד'.

2.5.3 עלויות מערכת MFCA

קטגוריית עלות זו עוסקת בעלויות נוספות של מערכת MFCA, בהתאם לתקן MFCA ISO 14051. תקן ISO 14051:2011 מגדיר את עלויות המערכת כעלויות שנגרמו במהלך הטיפול הפנים-ארגוני (in-house) בזרמי החומרים, למעט עלות החומר, עלות האנרגיה ועלות ניהול הפסולת, ומספק כדוגמאות את עלות העבודה; עלות פחת ותחזוקה; עלות הובלה. עבור מרכזי עלות עם תהליכי ייצור מאוד לא יעילים, משמעות הדבר למעשה היא רישום כמעט כל העלויות של מרכז עלות זה כעלויות NPOs. דבר זה הגיוני למעשה כנקודת מוצא לקראת אפשרויות להשקעה נוספת.

יש לקחת עלויות אלה מדו"חות מרכזי העלות. אם מרכזי העלות או שלבי הייצור, המוגדרים בפרק 2.6, זהים למערכת תמחיר מפותחת ומבוססת קיימת, אז את העלויות הנותרות של מרכזי עלות אלה, שלא נכללו כבר בקטגוריות העלות: עלויות חומרים של NPOs ועלויות ניהול פסולת/קצה צינור, ניתן לכלול כאן עם שיעור אחוז הפחת של חומר הגלם העיקרי או המוצר הסופי. לאחר מכן יש לספור באופן לא אוטומטי את העלויות הכוללות של מערכת MFCA מהחלוקה הרלוונטית למרכזי העלות, מכיוון שמידע זה אינו זמין מרשימת החשבונות.

פעולה זו לא אפשרית לביצוע בסדנת היום הראשונה, אך היא עשויה להיות פרויקט מעקב עבור חברות שיש להן מערכות מידע מתקדמות.

2.5.4. הכנסות הקשורות לסביבה

פדיון ממכירת חומרים למיחזור ותוצרי לוואי אחרים, כמו גם מימון עבור פרויקטים סביבתיים וקבלת פרסים סביבתיים כספיים נרשמים כאן. מומלץ לא לקזז מכירות של חומרים למיחזור ישירות בקטגוריית התשומות, אלא לפרטן באופן נפרד כתפוקה.

2.5.5. סך כל עלויות שנתיות של NPOs

גיליון 4 של כלי ה-MFCA מחשב באופן אוטומטי את סך עלויות ה-NPOs, ומציג את התפלגות האחוזים לפי קטגוריות עלות.

טבלה 13 מספקת דוגמה לכך בחברה לייצור נייר. מן הראוי להדגיש כי הנתונים של מקרה בוחן זה מתייחסים לארגון קטן/בינוני (SME) הממוקם בכלכלת מעבר ללא מערכת לניהול סביבתי (EMS | Environmental Management System) וללא מט"ש פנימי. מידע זה מסביר את עלויות ה-NPOs הזניחות הקשורות בקצה הצינור ומניעה משולבת (הקוראים יכולים להשוות מצב זה למתואר בטבלה 22 בנספח א', המציגה נתונים של מפעל נייר באוסטריה). בנסיבות אלה, עלויות האנרגיה מהוות 49% מכלל עלויות ה-NPOs ופחת חומרי הגלם מהווה 44% מסך עלויות ה-NPOs. התייעלות בניצול שתי תשומות אלה יפחית לפיכך באופן משמעותי גם את העלויות.



אחוזים [%]	דולר ארה"ב (USD)	
99.8%	965,000	1. תפוקות שאינן מוצרים (NPOs)
44.2%	427,500	1.1. חומרי גלם ועזר
0.0%	100	1.2. חומרי אריזה
6.4%	62,000	1.3. חומרי תפעול
0.0%	100	1.4. מים
49.2%	475,300	1.5. אנרגיה
0.2%	2,000	2. קצה צינור
0.0%	0	2.1. פחת ציוד
0.0%	0	2.2. חומרי תפעול
0.0%	0	2.3. מים ואנרגיה
0.0%	0	2.4. כוח אדם פנים-ארגוני
0.2%	2,000	2.5. שירותים חיצוניים
0.0%	0	2.6. אגרות, מיסים והיתרים
0.0%	0	2.7. קנסות, תיקונים סביבתיים ופיצויים
0.0%	0	3. מניעה משולבת
0.0%	0	3.1. פחת ציוד (ירידת ערך)
0.0%	0	3.2. חומרי תפעול, מים, אנרגיה
0.0%	0	3.3. כוח אדם פנים-ארגוני
0.0%	0	3.4. שירותים חיצוניים
0.0%	0	3.5. אחר
100.0%	967,000	סה"כ עלויות הקשורות לסביבה (.1 + .2 + .3)
		4. הכנסות הקשורות לסביבה
0.0%	0	4.1. הכנסות אחרות
0.0%	0	4.2. סובסידיות
0.0%	0	סך הכנסות הקשורות לסביבה
100.0%	967,000	סך עלויות והכנסות הקשורות לסביבה

טבלה 14: חברה לייצור נייר – סך כל עלויות NPOs בגיליון 4

2.5.6 הצגה בפני ההנהלה הבכירה

לאחר שתוצאות אלה יימצאו בידי צוות TEST, מומלץ שהטבלה שנוצרה בגיליון 4 תוצג בפני ההנהלה הבכירה, בבסיס לדיון והסכמה בנוגע לזרמי החומר או האנרגיה שהחברה תבחר כזרמים מתועדפים לפרויקט TEST (ראו מקרי הבוחן בפרק 3).

2.6 MFCA | חלוקת עלויות כלל-מפעליות של NPOs למרכזי עלות או שלבי ייצור

רמת התהליך נמצאת במוקד פרויקטים של מניעת זיהום ו-RECP. נתונים ברמת התהליך נחוצים גם לניתוח נוסף לפי מוצרים. לצורך העניין, הכרחי שבגבולות המערכת לחישוב פיננסי לפי מרכזי עלות ולבקרה טכנית יוכלו להיות מקושרים זה לזה.

על פי ISO 14051, ביצוע MFCA מלא של כל מרכזי העלות או רמות התהליך דורש מאזני מסה מלאים עבור כל שלב בתהליך. בגישת TEST, אין זו ההמלצה בדרך כלל. המטרה ב-TEST היא להשתמש בגישת MFCA כדי למקד את המאמצים בכמה זרמים מתועדפים, והם אלה שצריכים להיות נתונים למאזני מסה מלאים. עם זאת, ייתכן שמומלץ לבצע MFCA מלא, במקרה ש:

- שיעור ההוצאות על חומרים מכלל ההוצאה התפעולית הוא לפחות 50%;
- יש הליכי ייצור בהם מגוון מוצרים רחב עשוי לעבור שלבי ייצור חלופיים שונים;
- תהליכי תמחיר מבוססים היטב בארגון;
- ומחירי המוצרים מחושבים למעשה על בסיס חשבונות מרכזי העלות (חברות SMEs רבות אינן מיישמות תמחיר ברמת פירוט זו).

בסקטורים עסקיים בהם מיוצר בעיקרון מוצר אחד בהליך מוגדר (מבשלות בירה, תעשיית נייר, ספקיות אנרגיה), ייתכן שלא יהיה צורך בהעמסה נרחבת של זרמי חומרים ועלויות המערכת הקשורות אליהם למרכזי עלות ותהליכי ייצור שונים. בסקטורים אלה ייתכן שניתן להסתפק בביצוע MFCA על בסיס שנתי לגבול המערכת של החברה, ורק לפרט את העלויות השנתיות הכוללות של ה-NPOs, כולל עלויות ניהול פסולת, לשלבי התהליך העיקריים, כפי שמבוצע בגיליונות 2 ו-3.

פרק זה מתאר כיצד יש להשלים את ליקוט הנתונים לגיליון 3 באקסל של MFCA, על ידי מילוי עמודות C ואילך במהלך שלב 1.5 של הנחיות TEST. שלב זה מסייע בזיהוי תחומי עדיפות, בעזרת הדגשת תהליכים הקשורים להפסדים כלכליים גבוהים הקשורים ל-NPOs. בשלב זה, סך כל עלויות ה-NPOs בעמודה B של גיליון 3 מועמסות על מרכזי עלות או שלבי ייצור כפי שהוגדרו בגיליון 2. עמודות C עד O (או פחות או יותר מכך, כפי שהוגדר בגיליון 2) אמורות להיות מקושרות ישירות למרכזי העלות/שלבי התהליך המוגדרים בגיליון 2.

העמיסו את סך עלויות ה-NPOs בעמודה B לכל מרכז עלות/תהליך עיקרי מהן נבעו במקור. העלויות השנתיות מחולקות למרכזי עלות בהתבסס על נתונים מדודים או על אומדנים. השתמשו בנתונים שנמדדו במידת האפשר וכתבו המלצות לשיפור זמינות הנתונים. כדי לסייע בחלוקת הנתונים בעמודה B לעמודות C עד O, שורה 15 של חומרי גלם ועזר תאפשר לכם להעריך את התפלגות האחוזים של סך כל עלויות ה-NPOs על פני מרכזי העלות, ואז ניתן להשתמש בהם, יחד עם סיכום הביניים של עלויות NPOs שימלאו את שורה 14. על פי הניסיון, מנהלי ייצור מסוגלים להעריך טוב יותר את התפלגות האחוזים מאשר את העמסת העלות. צריך כמובן לחלק 100% מכל העלויות של כל קטגוריית עלות למרכזי העלות/שלבי התהליך המוגדרים. כדי להבטיח עקביות, עמודה P מכילה פונקציה שמצליבה באופן אוטומטי מידע על ההתפלגות המלאה של כל העלויות שנרשמו בעמודה B. מערכת דומה קיימת עבור כל קטגוריית המשנה.

בשלב הבא, יש לחלק את כל עלויות הטיפול בפסולת וקצה הצינור למרכזי העלות/שלבי התהליך הרלוונטיים במידת האפשר. לצורך חלוקה זו יש להיעזר בדו"חות תמחיר, והיא דורשת שיקול דעת של מומחה מצוות TEST. אפשר להשתמש במרכז העלות: בטיחות, גהות, איכות סביבה, איכות (Health Safety Environment Quality | HSEQ) כאפשרות איסוף.

יש לדווח על עלויות מערכת MFCA רק אם מערכת תמחיר מפורטת מאפשרת לשלוף אותן ישירות עם השיעור היחסי של ה-NPOs שלהן מדו"חות מרכזי העלות.

התוצאה היא התפלגות של סך כל עלויות ה-NPOs השנתיות לפי מרכז עלויות או שלבי ייצור – שורה 180 בגיליון 3. בעת יש להמיר עלויות אלה להתפלגות אחוזים (שורה 181), ומרכזי העלות/שלבי התהליך בעלי השיעור הגבוה ביותר של עלויות NPOs, הם המועמדים להיבחר כתחומי מיקוד (עלויות אלה משמשות גם כנקודת מוצא עבור כל פרויקט RECP שנוצר עבור תחומי מיקוד נבחרים). יש לקחת בחשבון ולתעד גם קריטריונים אחרים, כמו אפשרות טכנית לצמצם NPOs בשלב תהליך מוגדר.

דוגמה לגיליון 3 עבור חברת ייצור הנייר, עבור קטגוריית העלות הראשונה בלבד, מוצגת בטבלה 15.

מרכזי עלות (תהליכי ייצור, מחלקות וכו')										סה"כ דולר ארה"ב (USD)	קטגוריות עלות סביבתית
אדמיניסטרציה	לוגיסטיקה	תחזוקה	ניהול אנרגיה	גימור ואריזה	ייבוש	מכונת נייר	ערבוב	הכנת עיסת נייר	אחסון		
										965,000	1. תפוקות שאינן מוצרים (NPOs)
											1.1 חומרי גלם ועזר
				85,000	127,500	4,250	21,250	148,750	38,250	425,000	25% פחת חומר גלם במהלך הייצור
									2,500	2,500	פחת במלאי
										427,500	סיכום ביניים
											1.2 חומרי אריזה
				100						100	סרטי קשירה ממתכת 2% פחת
										100	סיכום ביניים
											1.3 חומרי תפעול
1,200			1,200	600	6,600	600	1,200	600		12,000	תיקון ותחזוקה, M/C+
					5,000		42,500		2,500	50,000	חומרי תפעול
										62,000	סיכום ביניים
											1.4 מים
											מים מהנהר
15			80					5		100	צריכת מים מאספקה ציבורית
										100	סיכום ביניים
											1.5 אנרגיה
21,000		9,000	9,000	15,000	135,000	15,000	15,000	75,000	6,000	300,000	חשמל
	20,000									20,000	סולר
			150,000							150,000	עץ
	5,000									5,000	דלק
	300									300	בנזין
										475,300	סיכום ביניים
22,215	25,300	9,000	160,280	100,700	274,100	19,850	79,955	224,350	49,250	965,000	סה"כ קטגוריה 1

טבלה 15: חברת ייצור נייר – פירוט עלויות NPOs לפי מרכזי עלות בגיליון 3

2.7. המלצות לשיפור מערכות מידע

באופן כללי, איכות הנתונים תלויה באיכות ובזמינות של מערכות חשבונאיות מסורתיות, כמו חשבונאות פיננסית, ניהול מלאי, ועבור חברות גדולות יותר, גם תמחיר ותכנון ייצור. חלק מההמלצות לשיפור איסוף הנתונים ומערכות המידע התגבשו בעקבות מספר מקרי בוחן ב-SMEs במדינות מעבר, המוצגים להלן.

רישום נתונים של רכישת חומרים לפי קבוצות חומרים בחשבונאות פיננסית

בחברות רבות כל רכש החומרים נרשם לחשבון אחד בלבד: רכש חומרים, ולא למספר חשבונות בהתאם לחומרים השונים (למשל: קמח, סוכר, ביצים; עבור מאפייה). אפילו אם מוגדרים מספרים לחומרים השונים, קשה לחשוף את השימוש בחומר בפועל בתוך קבוצות חומרים גדולות יותר (כמות הקמח המשמש בפועל לייצור). ככלי עזר, את הרישומים של מנהל הייצור אפשר אולי להכפיל במחירים ממוצעים, כדי שניתן יהיה לפחות להתייחס לסדרי גודל. מובן מאליו כי מערכת כזו אינה יכולה לחזק את תודעת העלות בטיפול בחומרי גלם, עזר ותפעול. מומלץ כי המטרה תהיה שרכש עבור כל קבוצת חומרים יירשם בסופו של דבר בחשבון נפרד, ושפערי מלאי יירשמו בנפרד.

חשבונות נפרדים עבור קבוצות חומרים

יש צורך בהבחנה ברורה בין החשבונות עבור חומרי גלם, חומרי עזר וחומרי תפעול, במיוחד כאשר יש כוונה לנתח עלויות NPOs. חומרי גלם ועזר הם חלק מהמוצר, ולכן יש לחשב או להעריך אחוזי פחת. חומרי תפעול הם בהגדרה לא חלק מהמוצר, ולכן חייבים להפוך לפסולת ופליטות. לעיתים קרובות הכמויות והערכים של חומרים אלה בהם נעשה שימוש אינם נרשמים באופן עקבי.

הפרדת חומרים משירותים

יש להבחין בבירור בין חשבונות של חומרים ושירותים ציבוריים (utilities) לבין חשבונות של שירותים. אם נאסף בחשבון רק מידע על חומרים, אז אפשר להעריך את הכמויות שנעשה בהן שימוש ע"י חלוקה במחירים ממוצעים. יש להפריד בין חומרים ואספקה לצורך תחזוקה לבין שירותי התחזוקה, ובכך לאפשר את חישוב תשומת החומרים הכוללת.



רישום הפסדי מלאי

רישום השינויים במלאי צריך להתבצע בנפרד עבור חשבונות החומרים השונים (למשל קמח, סוכר, ביצים) ולכלול רישום נפרד של המחיר ושינוי כמות. בדרך זו, ניתן לאתר נתונים מדויקים על תשומות ותפוקות חומרים בכמות ובמחיר עבור כל קבוצת חומרים, וסך הכמויות והערכים הכוללים של חומרים שנעשה בהם שימוש יהיו זמינים עבור אמצעי ביקורת נוספים. רישום ההפרש הכולל של שינוי מלאי לחשבון נפרד אחד, מוביל למחסור בידע לגבי החומרים שבהם נעשה שימוש בפועל.

תיעוד מספרי חומרים במערכות תכנון ייצור

יש להגדיר בבירור אילו מספרי חומרים שייכים לאיזו קבוצת חומרים ולאיזה חשבון. צריך להתאפשר מעקב אחר קבוצות החומרים, למשל באמצעות חשבונות נפרדים. המלצה זו מחייבת היררכיה עקבית בין חשבונות, קבוצות חומרים ומספרי חומרים במלאי.

יש להוסיף בהדרגה כמויות (במשקל) לתיעוד מספרי החומרים בנייהול מלאי. בדרך זו, הצריכה המצרפית תצטבר אוטומטית בכמויות. שימוש עקבי במשקל (ק"ג או טון), ולא ביחידות (חתיכות) במערכת המידע, מבטיח שלא יהיה צורך לתקן באופן ידני את הסכום המצרפי האוטומטי.

אומדן וחישוב מחדש של אחוזי פחת וגרם

אחוזי הפחת עבור חומרי גלם, חומרי אריזה, חומרי עזר והמוצר הסופי, מבוססים לעיתים קרובות על אומדנים לא מעודכנים, והם מחושבים מחדש רק עבור קבוצות חומרים בודדות. עובדי האתר ידעו בדרך כלל לספק אומדנים מדויקים יותר מאשר רואי החשבון. החישוב הנכון מוביל הרבה פעמים לתוצאות מפחידות.

שאפו לעקביות של גבולות המערכת עבור MFCA במערכות מידע טכניות ופיננסיות, והגדירו מהם החשבונות, מרכזי העלות וקטגוריות העלות שעליהם להיות עקביים במונחי כמות וערך.

מאזן תשומות-תפוקות של החומרים כמעט אף פעם אינו קונסיסטנטי עם גבולות המערכת של החשבונות ודו"חות ומרכזי העלות. לדוגמה, לצורך רישום העלויות וכמויות הפסולת בפרויקט של חברה אחת, סופקו שלושה ערכים ורשומות שונים עבור אתר אחד (רישום של מנהל איכות הסביבה ללא עלויות של שקילה, הובלה והשכרה של פחי ההשלכה; החשבון הפיננסי ובו כמה רישומים שגויים; וחשבונות של מספר ספקים המציעים שירותים נוספים).

חשבונות חדשים

יש ליצור חשבונות נפרדים עבור השירותים הציבוריים (אנרגיה, מים), ולהגדירם כעלויות ייצור ישירות.

אין לקזז את הרווחים ממכירת גרוטאות מתכת, עיבוי קיטור וכד' ישירות כנגד חשבון רכישת החומרים. במקום זאת, יש ליצור חשבונות נפרדים עבור רווחים אחרים מתוצרי לוואי.

מאזני מסה, מים ואנרגיה לשלבי תהליך מוגדרים

במהלך הניתוח הראשון של MFCA, מאזן המסה מחולק לפי שלבי הייצור העיקריים או למרכזי העלות. צרו נקודות מעקב אחר נתונים, שיאפשרו את ביצוע התהליך באופן קבוע ובדיקת עקביות מול מערכות המידע הקיימות.

מרכזי עלות חדשים

את מבנה מרכזי העלות יש לעבד ולסדר מחדש כך שיקבילו לממשקי ניטור הנתונים הטכניים, כדי שניתן יהיה למדוד ביצועים באופן סדיר. מומלץ ליצור מרכזי עלות עצמאיים ונפרדים עבור:

- מטמנות פסולת (רק במקרה שלחברה יש מטמנה קיימת משלה או שהיא מתכננת כזו);
- מפעלי טיהור שפכים (במיוחד אם יש למט"ש מוגדרים כוח אדם ותחזוקה וצריכת כימיקלים משמעותיים משלו);
- ניהול בטיחות, גהות ואיכות סביבה (הדבר מאוד שימושי אם מוגדרת גם אחריות משותפת והחשבונות עבור ניטור, ציוד, מניעה וסילוק יהיו זמינות בקלות ממערכת המידע);
- ניהול אנרגיה (מומלץ כאשר אנרגיה, למשל קיטור, מיוצרת באתר).

המלצות נפוצות לשיפור מערכות מידע

להלן רשימה של ההמלצות הנפוצות ביותר ממקרי הבוחן, ניתן להשתמש בה גם כאמת מידה (בנצ'מרק) לחברות.

חשבונאות פיננסית

- יש להשתמש במערך החשבונאות הפיננסית עם רשימת החשבונות של מאזן הבוחן כנקודת המוצא לניתוח NPOs. כך הנתונים עקביים ומקבילים וניתנים לייחוס כנקודת מוצא.
- חשבונות של חומרי גלם, אריזות וחומרי תפעול כמו גם של צריכת אנרגיה ומים צריכים להיות מופרדים בבירור, ולא מעורבבים בתוך חשבונות אחרים. ייתכן שכדאי להפריד חשבונות (למשל, עבור אריזות וחומרי עזר) או ליצור חשבונות נוספים שישקפו בבירור את הצריכה בקטגוריות תשומות שונות של מאזן המסה.
- צריכה להיות היררכיה מוגדרת בין חשבונות ראשיים, למשל עבור חומרי גלם עיקריים; חשבונות מפורטים יותר, למשל עבור מספר חומרי גלם מסוג אחד על ידי ספקים שונים; ומערכת מספרי החומרים בניהול מלאי. כך ניתן ליצור סיכום מצרפי של ערך ומשקל לפי מספרי החומרים בניהול מלאי, והם מקושרים ישירות לחשבון ספציפי אחד בחשבונאות הפיננסית.
- רישום פחת מלאי צריך להיעשות בנפרד עבור כל קבוצת חשבונות ראשית, ולא רק בשורה אחת. כך נתוני הצריכה בפועל יהיו זמינים עבור כל קבוצה או קטגוריה של חומרים.
- החשבונות עבור תשומות חומרים בכמויות פיזיות צריכים להיות נפרדים מחשבונות עבור שירותים, כך למשל גם עבור תחזוקה, ניהול מים ואנרגיה, דמי סילוק.
- אין לקזז את ההכנסות ממכירת גרט מתכת, עיבוי קיטור וכד' ישירות כנגד חשבון רכישת החומרים. במקום זאת, יש ליצור חשבונות נפרדים עבור 'הכנסות אחרות' של תוצרי לוואי ופסולת למיחזור.

תמחיר

- אם החברה גדולה ומורכבת מספיק, יש ליצור מערכת תמחיר עם ניתוח עלויות לפי מרכזי עלות מוגדרים.
- מבנה מרכזי העלות צריך להיות עקבי ומקביל לתרשים זרימת התהליך. מומלץ להשתמש בתרשים של התהליכים העיקריים להגדרת מרכזי עלות.
- בחברות גדולות בעלות מערכת קיימת של מרכזי עלות, מומלץ להקים מרכז עלות לניהול סביבתי, ואולי גם עבור המט"ש, כדי שאפשר יהיה לעקוב ביתר קלות אחר העלויות הקשורות בהם.
- אם מיוצרים באתר אנרגיה או קיטור, מומלץ שיהיה מרכז עלות נפרד לניהול אנרגיה.
- יש לחלק את סך העלויות השנתיות של NPOs למרכזי העלות/מרכזי הייצור העיקריים.
- יש לחלק את **כמויות (משקל)** ה-NPOs של פחת חומרים וחומרי תפעול ואנרגיה שנעשה בהם שימוש, למרכזי העלות/מרכזי הייצור העיקריים.
- יש לבסס חלוקה זו על מדידות סדירות (מדי משמרת, יומית, חודשית) עבור זרמי הצריכה/פסולת החשובים.

ניהול מלאי

- יש להקים מערכת לניהול מלאי עם רישום חומרים המשמשים לייצור, לכל הפחות לחומרי גלם.
- על המערכת לכלול גם חומרי אריזה.
- על המערכת לכלול גם חומרי תפעול. (נקודת ההתחלה צריכה להיות כל הכימיקלים וחומרי הניקוי).
- יש לרשום את החומרים באופן עקבי לפי כמות במשקל, ולא ביחידות. יחידות לא ניתנות לסכימה מצרפית.
- צריך להיות הליך כתוב המגדיר איזה חומרים יש לרשום באיזה חשבונות. נתוני הצריכה של קבוצות חומרים שונות אמורים להיות זמינים במונחי כסף וכמות (משקל). (לא חשבון אחד בלבד לחומרים שנרכשו ואחר לשינויים במלאי של חומרים רבים יחד, אלא חשבון אחד לכל קבוצת חומרים, למשל חיטה, חלב, חמאה). מומלץ לתעד את שינויי המלאי באופן ספציפי בקבוצות החומרים השונות, כך שהצריכה וההוצאה הכספית בפועל יהיו זמינות לא רק ברמה המצרפית הגבוהה ביותר, אלא גם לפי סוג החומר.

- צריכים להיות מאזני שקילה במחסן קליטת חומ"ג. כך ניתן יהיה לשקול את כל הרכישות. הדבר הכרחי גם לצורך ניטור של משקל המדף המקסימלי.
- מומלץ לנטר את משקל הייצור הכולל לפני אריזה. בחברות מסוימות רק משקל המכירות היה זמין.
- יש לשקול את פחת הייצור וההחזרות מלקוחות ולנטר אותם בסטטיסטיקה חודשית.
- יש לנטר ולמדוד בנפרד את פחת חומרי הגלם ואובדני מוצר סופי.
- יש להשתמש במשקל גם כדי לשקול את כמויות הפסולת. יש לתעד את כמויות הפסולת המיוצרת בסטטיסטיקה חודשית.
- יש לאחסן פסולת במחסנים הולמים (מחסנים נפרדים עם שילוט קריא לסוגי פסולת עיקריים, מאצרות בטיחות לפסולת מסוכנת) ולסלק אותה באופן סדיר.
- חומרי גלם נרכשים לעיתים קרובות בשקים קטנים ובכמויות עצומות, ודורשים הרבה התעסקות וחומרי אריזה. מומלץ לבחון עם ספקים אם המשלוח והאחסון אפשריים בשקים גדולים, בתפזורת או אפילו במשאיות.
- יש לנטר פחת חומרי אריזה של מוצרי החברה.
- יש להפריד את אחסון הכימיקלים, הדלקים ונוזלים אחרים ממחסני החומרים המוצקים.
- יש להתקין מאצרות בטיחות לאחסון כל הכימיקלים.
- מומלץ לשפר את השילוט והתיגוב בכל המחסנים.
- מומלץ לנטר את משקל המדף המרבי במחסנים.
- מומלץ לעבור למלגזות חשמליות בכל המחסנים. הדלק מזהם את חומרי הגלם.
- מומלץ להעריך את הכמויות בהן נעשה בפועל שימוש לייצור, ולנטר בנפרד את הפחתים על מלאי ובמהלך הייצור.

ניהול סביבתי

- יש להתקין מערכת להפרדה וניהול של פסולת, המאפשרת הפרדת פסולת למיחזור וניטור כמויות ועלויות לפי סוג פסולת.
- שמרו נתונים סטטיסטיים חודשיים של כל סוגי הפסולת בקובץ אקסל (Excel).
- מומלץ לנטר פסולת מסוכנת ואת סילוקה הנכון.
- מומלץ לפקח על כמויות פסולת שמן מפעילות תחזוקה ולהיפטר ממנה כראוי; בנוסף, ייתכן שיש קרקע מזהמת בשמן, שגם בה צריך לטפל כראוי ולסלק כפסולת מסוכנת.
- מומלץ לאסוף פסולת אורגנית בנפרד ולהעבירה לקומפוסט.
- מומלץ להקים מערכת ניטור סדירה לצריכת מים בייצור ובתהליכים אחרים.

ניהול בטיחות

- מומלץ להתקין מערכת ניהול בטיחות ולהגדיר אחראי על ניהול הבטיחות.
- מומלץ לאחסן נוזלים בנפרד ממוצרים מוצקים. מומלץ לבדוק אם נדרשות מאצרות בטיחות עבור כימיקלים כדי למנוע דליפות.
- ודאו כי הרצפות אינן חלקות או רטובות, כי אז קיים סיכון לתאונות ובזבז מים.
- דאגו לציורי בטיחות על הרצפה לאבחנה בין נתיבי מעבר ואזורי ייצור.
- ודאו שאף חומר לא מאוחסן באזורים לא-מוגדרים.
- שלטו בלחץ הקיטור כדי להימנע מסיכונים.

2.8. יישומים עבור ניתוח השקעות בטכנולוגיות RECP

מנהלי סביבה עומדים בפני דילמה שכיחה כשמדובר בהחלטות השקעה הקשורות להגנת הסביבה. ראשית, הם בדרך כלל מגיעים מרקע הנדסי ואין להם היכרות מעמיקה עם כלים חשבונאיים. שנית, לעיתים קרובות אין להם גישה ישירה למערכת המידע הפיננסית. שלישית, הנתונים הדרושים כדי להראות את העלויות הנובעות מחוסר היעילות של הציוד הקיים, אינם נראים לעין במערכות המידע החשבונאיות הקיימות. לכן הרבה פעמים ממעיטים בערכם של יתרונות מניעת זיהום משולבת.

ניתוח השקעות משמש לקביעת החיסכון בעלויות בעקבות מימוש אפשרות השקעה, בהשוואה למצב הנוכחי או כאשר משווים בין שתי אפשרויות השקעה מתחרות. לכן הכרחי שהמצב הקיים של עלות תפעול ציוד ושל זרמים רלוונטיים של חומרים פיזיים יהיה ידוע.

בניתוח פיננסי סטטי כלולים המשתנים הכלכליים הבאים:

- עלויות השקעה ראשוניות;
- עלויות תפעול והכנסות;
- רווח;
- תשואה להשקעה (ROI);
- תקופת פירעון.

כל שיטות ניתוח ההשקעות מניחות כי כל התשומות והתפוקות העתידיות של החלטת השקעה ניתנות לכימות ואפשר להצמיד להן ערכים פיננסיים.

בניתוח פיננסי דינמי, הזרמים המוניטריים העתידיים הצפויים, הנכנסים והיוצאים, מנוכים לזמן ההשקעה ומחושבים כשיעור ניכיון פנימי או אנונה (annuity | סכומי כסף מסוימים המתקבלים או משתלמים בפרקי זמן קבועים). עלויות ההזדמנות של ההון (הערך הנמוך יותר של זרמי המזומנים שאינם מתרחשים כיום אלא רק בעתיד) נלקחות בחשבון על ידי ניכיון בשיעור הריבית של השווקים הפיננסיים. סך כל זרמי המזומנים העתידיים המנוכים קובע את הערך הנוכחי הנקי של פרויקט או השקעה, המשווה לשווי הציוד הישן ולשיעור הריבית של השווקים הפיננסיים. על השקעה מתוכננת להיות רווחית יותר מאשר קבלת ריבית על פיקדון בנק.

שיטות פירעון לתקצוב הון אינן מתייחסות לזרמי מזומנים מעבר לתקופת החזר. חברות מסוימות מאמצות כללים פנימיים לפיהם רק פרויקטים עם תקופת החזר של שנתיים או שלוש יתקבלו, בלי קשר וללא התחשבות בתועלות אפשריות לטווח ארוך. שיטות תזרים מזומנים מנוכה בעיקרון לוקחות בחשבון את כל תזרימי המזומנים העתידיים הרלוונטיים עד לסיום הפרויקט, אך מכיוון שחברות רבות מחילות ריביות גבוהות מדי, שתוצאתן היא ערך נוכחי זניח עבור עלויות וחיסכון לטווח בינוני וארוך, רק שלוש השנים הראשונות מחושבות למעשה לצורך החלטת ההשקעה.

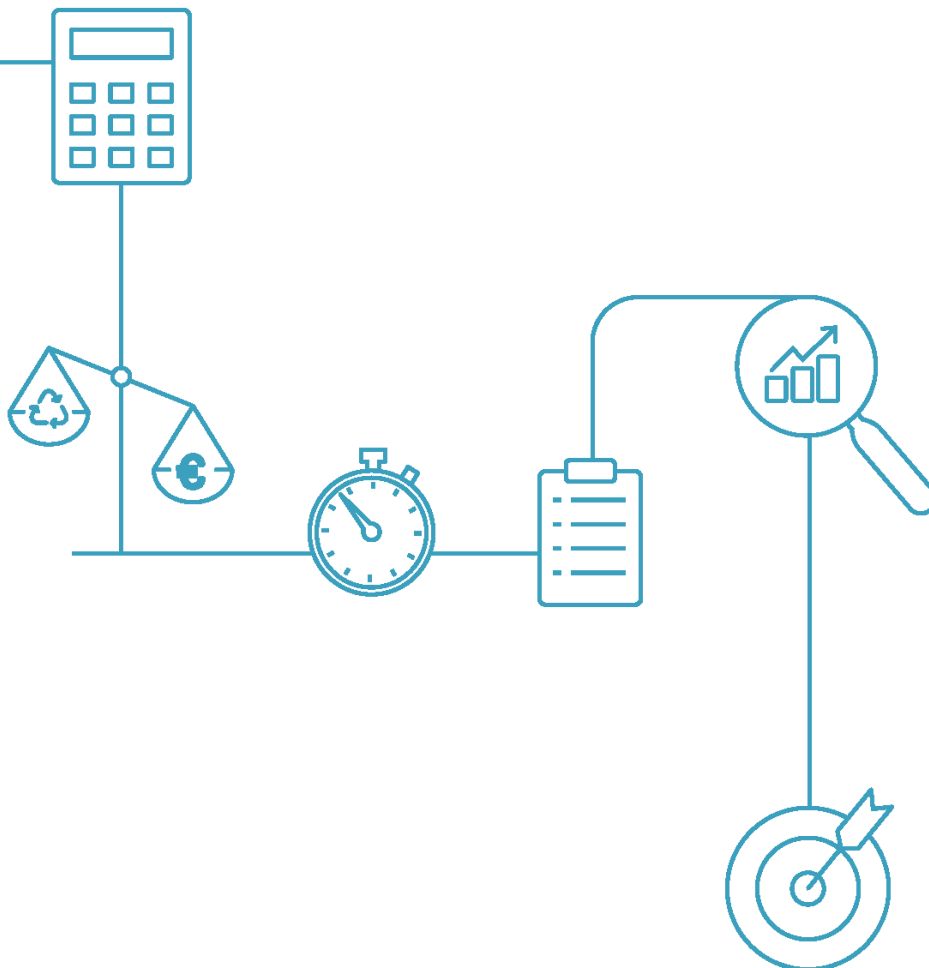
הגישות הננקטות בשיטות כמו תקופת הפירעון, שיעור התשואה הפנימי או שיעור הריבית הפנימית (IRR) וחסרונותיהן דוברים בכל ספר לימוד על מימון תאגידי.

במקרה של RECP והגנה על הסביבה, המשימה איננה לשנות את התפישה הבסיסית של ניכיון תזרימים כספיים עתידיים, אלא להבטיח כי כל ההכנסות וההוצאות הרלוונטיים יכללו. אמצעי RECP מסייעים להפחית לא רק את עלויות הסילוק והטיפול בפליטות, אלא גם להגדיל את היעילות בה משתמשים בחומרים ובאנרגיה שנרכשו. עלויות של פחת חומרי תשומות (חומרים אבודים) הן בדרך כלל גבוהות משמעותית מאשר עלויות טיפול בזיהום. עם זאת, בעת חישוב השקעות, לעתים קרובות העלויות המופחתות עבור חומרים ועבור טיפול בפליטות לא מחושבות במלואן. כתוצאה מכך מתקבלות החלטות השקעה מעוותות.

גיליון החישוב עבור עלויות NPOs כוללות בטבלה 12 וגיליונות 3 ו-4 עשויים לשמש גם לחישוב מספר חלופות השקעה ולהשוות ביניהן, או כדי להעריך ישירות את החיסכון בעלויות הצפוי כתוצאה מההשקעה. על מנת לספק בסיס נתונים איתן, צריך לבצע מראש ניתוח שנתי של סך ההוצאות הסביבתיות. בהתאם לפרויקט או להשקעה, ייתכן שרק קטגוריות עלות מסוימות יהיו רלוונטיות, אך תהיה סבירות פחותה לשכוח גורמי עלות משמעותיים.

לאחר ניתוח של העלויות הכוללות של שתי החלופות במשך שנה אחת, ניתן להאריך או להרחיב זאת לסדרה עתידית לצורך תקצוב הון. אומדנים של תשומות ותפוקות מוניטריות לשלוש השנים הראשונות צריכים להיות מפורטים יותר. עבור השנה הרביעית עד העשירית יספיקו הערכות גסות שנתיים.

כשיש נתונים זמינים באיכות טובה, ניתן לבצע את החישוב בפועל על ידי החלת הפונקציות המקושרות באקסל (Excel) או באמצעות תוכנות אחרות, כמו הכלי של UNIDO: COMFAR III EMA. זוהי גרסה מתקדמת של תוכנת ניתוח פיננסי, המשמשת לניתוח אפשרויות טכנולוגיות ל-RECP.



3. מקרי בוחן

1.1 איגובל | AIGUEBELLE, מרוקו

חברת איגובל פעילה בתעשיית המזון. יש לה אתר ייצור אחד בו 146 עובדים, העובדים ב-3 משמרות, 6 ימים בשבוע. המוצרים העיקריים הם ממתקים ושוקולדים. השוק העיקרי הוא השוק המקומי (90%), כאשר 10% הנותרים מיוצאים לאפריקה ולמזרח התיכון. החברה עדיין פועלת באותו אתר בו נוסדה בשנת 1868, אך כעת יש לה מעט מדי מקום והיא מתכננת לעבור למפעל חדש בפאתי קזבלנקה. ייצור שוקולד הוא די אינטנסיבי בכוח אדם. אין הפרדה של קווי ייצור ספציפיים בתמחיר. לחברה אין מערכת ניהול סביבתי בהתאם לדרישות ISO 14001, אך היא מתכננת להסמכה בתקן ISO 22001.

בתחילת פרויקט TEST, החברה לא הייתה מודעת לעלויות הסביבתיות הכוללות שלה, וגם לא הכירה את מושג ה-NPOs. לאחר ניתוח MFCA, שבוצע על סמך אומדנים מקדמיים שהשתמשו בנתוני הייצור, החשבוונאות ומערכת הניטור לפסולת ייצור פנימית, הבינה החברה כי 5.18% מסך המכירות במונחים כספיים אבדו (לא הומרו למוצר הסופי). סך כל ה-NPOs הוערכו ב-950,000 אירו והיוו 9% מסך העלויות.

החברה רצתה בתחילה להתמקד רק באנרגיה, אליה התייחסו בנושא בעדיפות עיקרית. אך לאחר ניתוח MFCA הם הבינו כי פחת חומרי גלם היווה גם הוא הפסד משמעותי בערך כספי, המקביל ל-36.2% מכלל ה-NPOs. לחברה היו עלויות סביבתיות מסוימות בדמות תשלומים לספקי שירותים חיצוניים עבור ניהול פסולת, אך היו לה גם כמה הכנסות סביבתיות, מכיוון שהיא הצליחה למכור חלק מהפסולת שלה למיחזור. מידע זה מוצג בשורות 2.3 ו-4.1 בטבלה 16. עלויות אלה הן העלויות היחידות הקשורות לניהול סביבתי שהיו גלויות במערך החשבונאי. פירוט ה-NPOs מוצג בטבלה 16 (הערך הכספי לא מדווח מטעמי סודיות).



אחוז התפלגות %	תפוקות שאינן מוצרים (NPOs)
98.1%	1. עלויות של תשומות חומרים ואנרגיה
36.2%	1.1. חומרי גלם ועזר
3.6%	1.2. חומרי אריזה
6.9%	1.3. חומרי תפעול
2.7%	1.4. מים
48.7%	1.5. אנרגיה
2.5%	2. עלויות ניהול פסולת/קצה הצינור
0.0%	2.1. ירידת ערך של ציוד קצה צינור
0.0%	2.2. כוח אדם פנים-ארגוני
2.5%	2.3. שירותים חיצוניים
0.0%	2.4. אגרות, מיסים והיתרים
0.0%	2.5. קנסות, תיקונים סביבתיים ופיצויים
0.0%	3. עלויות מערכת MFCA
0.0%	3.1. ירידת ערך ציוד
0.0%	3.2. כוח אדם פנים-ארגוני
0.0%	3.3. שירותים חיצוניים
0.0%	3.4. עלויות אחרות
100.6%	סה"כ עלויות (1. + 2. + 3.)
	4. הכנסות הקשורות לסביבה
-0.6%	4.1. הכנסות אחרות
0.0%	4.2. סובסידיות
-0.6%	סה"כ הכנסות הקשורות לסביבה
100.0%	סה"כ עלויות NPOs

טבלה 16: התפלגות ה-NPOs של Aiguebelle

עבור כל הזרמים עם עלויות משמעותיות של NPOs, הוגדרו מדדי ביצוע מרכזיים (KPIs | Key Performance Indicators) וקווי בסיס. בחינת ביצועים והערכת פוטנציאל החיסכון הראו שיכול להיות פוטנציאל סביר לשיפור. בהתבסס על עלויות ה-NPOs הגבוהות והפוטנציאל לחיסכון ושיפורים, צריכת אנרגיה וחומרי גלם הוגדרו כזרמים מתועדפים שנבחרו לניתוח מפורט. החברה הטמיעה מערכת ניטור הכוללת מספר מאזני שקילה בקו האריזה. לבסוף נבחרו תחומי המיקוד הבאים בהתייחס להתפלגות ה-NPOs למרכזי עלות ופוטנציאל השיפור כפי שמוצג בטבלה 17.

מרכזי עלות	% מסך כל NPOs	% מסך כל NPOs לא כולל אנרגיה ומים
מחסן	4.96%	8.58%
ערבוב רכיבים	19.49%	5.53%
Conching (תהליך עיבוד השוקולד)	20.13%	18.23%
בקרת טמפרטורת בצק	6.12%	10.00%
עיצוב בתבניות (molding) או זילוף מוצרים	13.66%	25.00%
קירור מחדש	20.57%	14.08%
בקרת איכות	4.65%	9.11%
ניקוי ציוד	3.80%	0.89%
אדמיניסטרציה	1.99%	0%
לוגיסטיקה	4.65%	8.58%

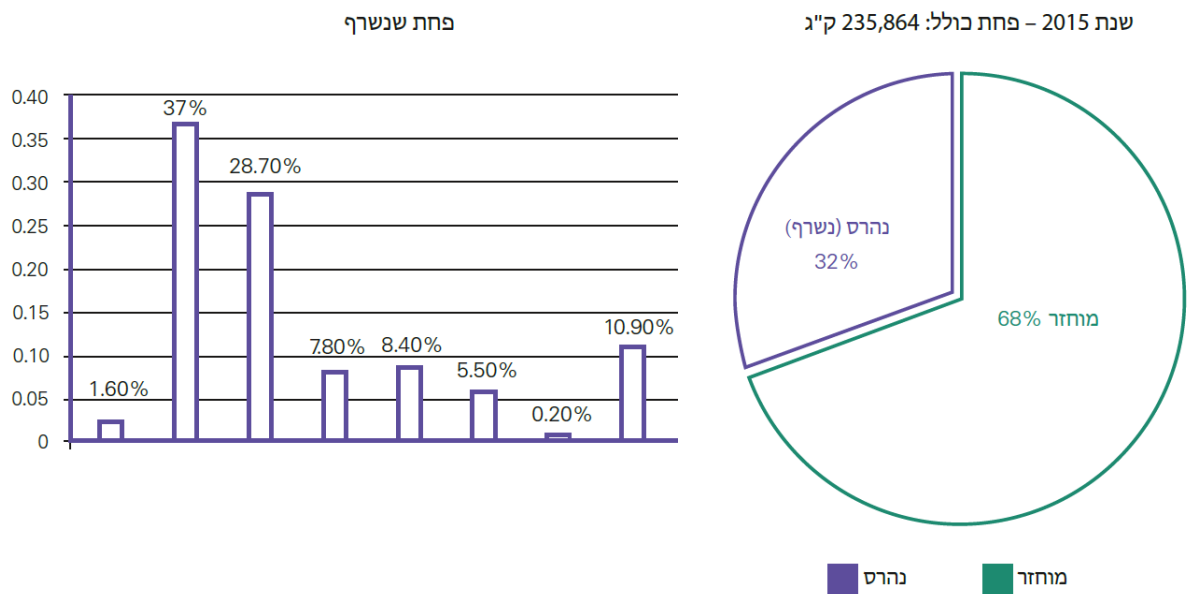
טבלה 17: תחומי המיקוד של Aiguebelle מסומנים בירוק

כדי שיהיה לה מידע טוב יותר, הקימה החברה מערכת ניטור לפחת חומרים, ובמיוחד לשוקולד שלה. חלק מהשוקולד ניתן למיחזור, אבל חלקו נשרף במהלך התהליך.

2015	למיחזור	לשריפה	סה"כ
ינואר	15,674.80	10,110.70	25,785.50
פברואר	16,603.00	6,058.21	22,661.21
מרץ	16,587.00	5,434.00	22,021.00
אפריל	13,491.20	4,793.40	18,284.60
מאי	12,447.50	7,378.00	19,825.50
יוני	10,509.00	5,768.40	16,277.40
יולי	3,922.00	8,963.00	12,885.00
אוגוסט	13,790.50	3,301.00	17,091.50
ספטמבר	17,611.00	5,197.46	22,808.46
אוקטובר	16,561.00	5,897.74	22,458.74
נובמבר	10,001.80	7,169.82	17,171.62
דצמבר	12,687.40	5,906.48	18,593.88
סה"כ	159,886.20	75,978.21	235,864.41
%	68%	32%	100%

טבלה 18: ניטור נתונים חודשי של Aiguebelle

בעקבות זאת התגלה כי הפחת בשריפה היווה רק 32% מכלל הדחויים, כאשר 68% ממוחזרים כפי שמוצג בטבלה 18. פחת השוקולד נבחן ביתר פירוט על פי שלבי הייצור, כפי שמוצג בתרשים 2.



תרשים 2: סטטיסטיקת פחת Aiguebelle

התברר כי קו ספציפי אחד בתהליך הזרימה של עיצוב השוקולד בתבנית (molding) היה אחראי ל-28.7% מפחת השריפה, ולכן נבחר בעדיפות ראשונה לניתוח מפורט (שלב 1.6 של TEST) וליצירת אפשרויות לשיפור. שלב ההכנה לא נבחר כתחום מתועדף, מכיוון שהוא נבחן לאחרונה וכבר היו שיפורים בשלב התכנון. הוגדרו מדדי ביצוע תפעוליים (Operational Performance Indicators | OPI) והותקן ניטור גם ברמה של תחומי המיקוד. לאחר איסוף מספיק נתונים על הביצועים של OPIs ספציפיים, נקבעו קווי הבסיס.

אפשרויות לשיפור פותחו על בסיס הנתונים. ההשקעות המוצעות, שהוערכו בסך 795,236 אירו, יחסכו מדי שנה כ-1,161,226 אירו, עם תקופת החזר השקעה של 0.68 שנים. צריכת המים תפחת ב-12,154 מ"ק בשנה; האנרגיה ב-2,067 מגהוואט-שעה (MWh) בשנה; וחומרי הגלם ב-96 טון בשנה. פליטות CO₂, BOD₅ ו-COD יפחתו ב-1,023 טון בשנה.

1.2 אל-חאג' מחמוד חביבה ובניו, ירדן

חברת אל-חאג' מחמוד חביבה ובניו היא עסק בינוני בגודלו שהוקם בשנת 1951 לייצור סוגים שונים של ממתקים ומאפים מזרחיים (חמים וקרים) לשוק המקומי. החברה השתתפה בפרויקט MED TEST II במטרה לצמצם את פחת הייצור ועלויות הייצור באמצעות שימוש יעיל יותר במשאבים, ולהפחית עלויות תפעול על ידי צמצום צריכת האנרגיה.

בתחילת הפרויקט החברה לא הייתה מודעת לסך העלויות הסביבתיות שלה, וגם לא הכירה את מושג ה-NPOs. הם העריכו את סך העלויות הקשורות לסביבה בכ-2,500 אירו בשנה לסילוק פסולת. לאחר ניתוח MFCA, שבוצע על בסיס אומדנים מקדמיים באמצעות נתוני ייצור וחשבונאות לשנת הכספים 2015, הבינה החברה כי מבחינה פיננסית 63% מכלל ה-NPOs נבעו מצריכת אנרגיה, 32% נבעו מפחת חומרי גלם ועזר (כולל אובדן מוצרים) וכי 5% מה-NPOs היו קשורים לחומרי אריזה ולמים.

מאזן המסה של תשומות חומרי הגלם ותפוקת המוצרים הראה פחת של כ-6% מחומרי הגלם. הומלץ לנטר באופן ממשי אחר פחת חומרי גלם ומוצרים סופיים. כמו כן, הומלץ לתעד בניהול המלאי את כמויות חומרי הגלם והעזר הנצרכים למעשה בחשבונות פיננסיים נפרדים, ולשקול רכישה בכמויות גדולות יותר ובשקים גדולים, שכן הרבה התעסקות ופסולת מקושרת לאריזות חומרי הגלם.

הוגדרו KPIs וקווי הבסיס שלהם עבור כל הזרמים עם עלויות NPOs משמעותיות. הערכת פוטנציאל החיסכון וניטור שוטף של תהליכי המיקוד הרלוונטיים הראו כי יכול להיות פוטנציאל סביר לשיפור.

בהתבסס על עלויות גבוהות של NPOs והפוטנציאל לחיסכון, האנרגיה וגם זרמי חומרי גלם ועזר (כולל פחת מוצרים בתהליכי הייצור) נבחרו כזרמים מתועדפים לניתוח מפורט.

החברה החליטה להקים מערכת פיקוח וניטור סדיר של הפסולת המוצקה הנוצרת בכל אחד מתחומי המיקוד בתהליך. מדידות הפסולת המוצקה הנוצרת הראו שיפורים משמעותיים בעקבות יישום צעדי חיסכון: באמצעותם, ניתן היה להפחית 64% מהפסולת המוצקה. לרוב האמצעים המיושמים ניתן להתייחס כאל אמצעי תחזוקה טובים (good housekeeping) כמו שינוי אופן חיתוך המוצרים ובקרה על שיטות העבודה של הצוות בתהליך החיתוך. בנוסף, הם כוללים השקעות להחלפת מכונת חיתוך הבצק במכונה יעילה יותר, כדי לחלק את הבצק למנות באופן עקבי ולהתקין מעבדה באתר שתוכל למדוד מאפיינים ספציפיים של הגהי (חממה מזוקקת) המשומשת לאחר טיגון, כדי לבדוק את התאמתה לשימוש ולקבוע מתי יש להשליך אותה.

מומחי ההתייעלות האנרגטית של הפרויקט בחנו את מערכת האנרגיה של המפעל וביצעו מדידות אנרגיה לזיהוי משתמשי האנרגיה העיקריים, נקודות אי-יעילות וגורמי השורש שלהם. בהתאם לכך הוצעו 10 אמצעי התייעלות וחסכון לצמצום צריכת האנרגיה (חשמל ודלק) על ידי שימור חום והשבה, ושיפור מערכות התאורה והקירור. יישום צעדים אלה יפחית את צריכת האנרגיה של החברה בכ-28% ואת פליטות הפחמן הדו-חמצני (CO₂) ב-21%. בנוסף, החברה החליטה להחליף את הצילר שלה, פעולה שתוצאתה חיסכון נוסף באנרגיה.



1.3 פאטס ורדה | Pates Warda, תוניסיה

פאטס ורדה פועלת בסקטור המזון החקלאי (אגרו-מזון | agri-food), מעסיקה 400 עובדים ומייצרת קוסקוס, פסטה ופסטה מיוחדת. 65% מתוצרי החברה נמכרים בשוק המקומי ו-35% מיוצאים לשווקים בינלאומיים. החברה מובילה בשוק המקומי ומחזיקה ב-36% מנתח השוק. היא מוסמכת ל-ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000.

בתחילת הפרויקט נמצא כי לחברה לא היה מושג מדויק של סך העלויות הסביבתיות שלה. העלויות הסביבתיות שנרשמו במערך החשבונאי שלה הוגבלו לעלויות איסוף פסולת מוצקה והובלתה להטמנה ואגרת השפכים עבור הזרמה למערכת הביוב הציבורית.

לחברה לא היה ידע מדויק או מערכת מעקב אחר פחת חומרי הגלם שלה במהלך פעילות הייצור, פחת אריזות, אובדנים הקשורים להחזרי לקוחות וחומרי תפעול. השימוש בכלי MFCA על ידי החברה נועד לשפר מצב זה על ידי הקמת מערכת מידע אמינה שתשמש גם לקביעת יעדים לצמצום פחת.

תהליך העבודה על כלי ה-MFCA כבר הוביל לזיהוי מספר חסרונות של מערכת המידע הקיימת:

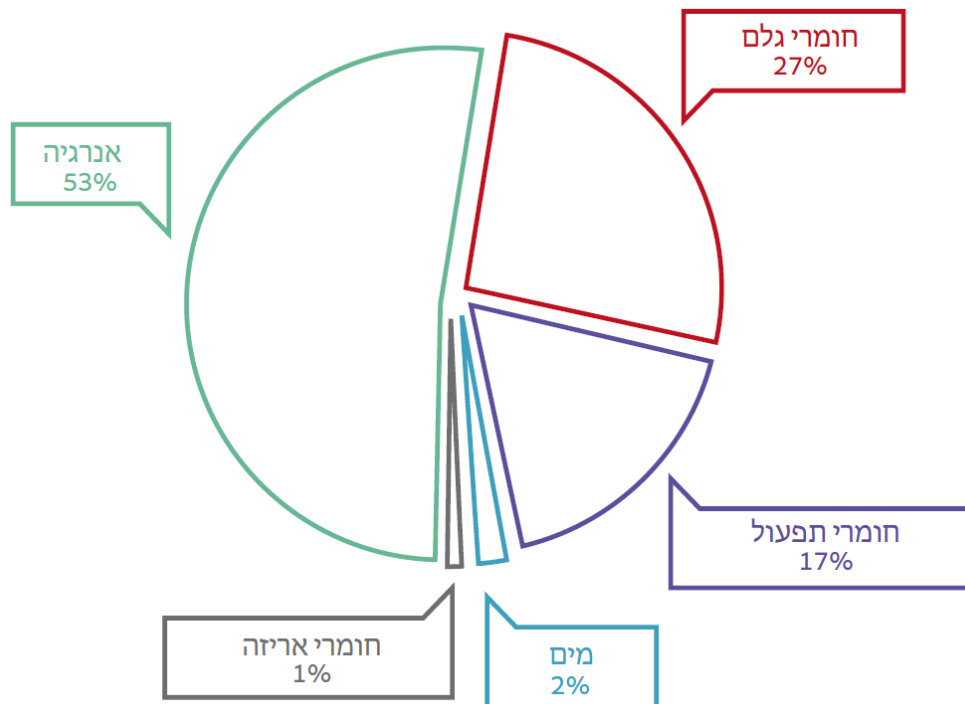
- קשיים באיסוף נתונים הקשורים לכמויות של חומרים נצרכים כמו אריזות וקצב הפסולת הנוצרת;
- נתונים סותרים בין המערך החשבונאי לבין מערכת ה-ERP (מערכת לתכנון משאבי ארגון | Enterprise Resource Planning System);
- חשבונות גלובליים המתעדים הוצאות מסוגים שונים בעלי אופי שונה;
- היעדר מאזני משקל בקליטת חומרי גלם;
- צורך להעריך את אחוזי ה-NPOs, בעיקר עבור חומרי גלם ואריזות, מכיוון שלא היו נתוני ניטור זמינים;
- קשיים באיסוף נתונים להחזרת מוצרים מלקוחות עבור קוסקוס ופסטה.

יישום תפישת MFCA סיפק את ההזדמנות לבחינת הרלוונטיות והקוהרנטיות של מערכת המידע הקיימת. דיונים מעניינים, ואף מסעירים עבור אנשי המפעל, התקיימו בין מחלקות הייצור, הנהלת החשבונות והבטחת האיכות לאורך כל תרגיל יישום ה-MFCA. דיונים אלה הדגישו את הצורך לעבוד יחד ולנהל תקשורת קבועה וסדורה. הדיונים על הערכת שיעורי פחת חומרי הגלם נעו בין 3% ל-5%, ונקבעו בהסכמה כ-3.1%. כמו כן, בתחילה לא היה אומדן של שיעור פחת האריזות. בדיקות והערכות של צריכת האריזות לאורך תקופת ייצור מסוימת, איפשרו להעריך את ה-NPOs של חומרי האריזה העיקריים ב-1.86%.

חשיבות עליונה הייתה לעובדה כי יישום MFCA הצביע על אובדן של ערך מקביל ל-1,160,000 אירו של מכירות כ-NPOs (לא מגולמות במוצרים סופיים), נתון התואם סך כולל של NPOs שהוערך ב-5% עבור חומרי גלם.

בתחילת הפרויקט החברה רצתה להתמקד רק באנרגיה כזרם המתועדף שלה, אך ניתוח MFCA העלה שאובדנים של חומרים היו גם חשובים מאוד, מכיוון שהם היוו 28.7% מסך עלויות ה-NPOs. זרם מתועדף נוסף שלא היה נתון למעקב הולם היה של חומרי התפעול, שהיוו 17% מסך עלויות ה-NPOs.

הגרף בתרשים 3 מציג את התפלגות עלויות ה-NPOs:



תרשים 3: Pates Warda, התפלגות עלויות NPOs

מדדי ביצוע מרכזיים (KPIs) הוגדרו עבור כל הזרמים המתועדפים. יעדים לשיפור נקבעו בעזרת השוואה לאמות מידה בינלאומיות (בנצ'מרק). בהתבסס על קריטריונים הקשורים לעלויות הגבוהות של NPOs תוך התייחסות לפוטנציאל לשיפור, נבחרו זרמים ותחומים מתועדפים לניתוח נוסף וזיהוי פתרונות RECP.

מתוך מודעות לחשיבות עלויות ה-NPOs, החברה החליטה ליישם את הפעולות הבאות:

- התקנת מערכת שקילה לחומרי גלם בקלט (מחסן קליטת חומ"ג).
- התקנת משקל תליה לשקילת פסולת אריזות ורישומה.
- התקנת מד זרם וגלאי דליפת אוויר על-קולי לניטור צריכת אוויר דחוס.
- מערכת נתוני רכישת אנרגיה המחוברת לתחנת עיבוד ממוחשבת.
- מערכת לניטור הוצאות תחזוקה ותיקון, עם תשומת לב מיוחדת לפעולות מניעה, לצורך ניהול צריכת חומרי תפעול.
- יישום של אמצעי תחזוקה טובים, כגון שיפור מערכת הניקוי, כדי להפחית את הפחת בקו הקוסקוס.
- מתקן לאיסוף ומיחזור פסולת מוצרים מקווי הפסטה הקצרה והארוכה.
- מערכת להשבת קיטור הנפלט לאוויר כתוצאה מפעולת בישול הקוסקוס, כדי לעשות בו שימוש חוזר לחימום מקדים של אוויר הייבוש והמים במעלה הזרם של הדוד.

המחזור הראשון ליישום MFCA בשנה הראשונה בחברה מאפשר להסיק את המסקנות הבאות:

- החברה רצתה בתחילה להתמקד רק בזרמי אנרגיה, אך ניתוח MFCA חשף כי פחת החומרים היה גבוה מדי, שווה ערך ל-28.7% מעלויות ה-NPOs. כמו כן, החברה הופתעה מערך ה-NPOs של חומרי התפעול המהווים 17% מסך עלויות ה-NPOs; יישום MFCA גילה כי סך העלויות הסביבתיות מוערכות בחסר על ידי החברה, שכן המערך החשבונאי מתעד רק עלויות ניהול פסולת המוערכות ב-38,400 אירו, ואינו מתייחס כלל לפחת חומרי גלם ואריזות, בערך NPOs של 1,240,000 אירו;

- פערים במערכת המידע הובילו לנתונים סותרים שסופקו מהמערך החשבונאי וממערכת ה-ERP, ולצורך בשימוש באומדנים בהיעדר מאזני שקילה;
- חוסר תקשורת בין מחלקות הנהלת החשבונות והייצור כתוצאה מחוסר עקביות בנתונים בנוגע לפחת ואובדנים (למשל שונות באומדנים לפחת חומרי גלם בין 3% ל-5%).
- יישום MFCA איפשר לספק אומדן ריאלי של שיעור ה-NPOs ב-5% (3.1% NPOs הקשורים לחומרי גלם ו-1.9% NPOs הקשורים למוצרים מוגמרים שהוחזרו מלקוחות), המסתכם בערך אבוד של מכירות בסך כ-1,160,000 אירו;

תגליות בלתי צפויות אחרות היו:

- יישום MFCA עורר את המודעות של החברה לחשיבות ה-NPOs ושכנע אותה לקבוע יעד להפחתת NPOs ב-25% בשנה.
- שורה של פעולות ננקטו כדי לשפר את מערכת המידע של החברה עבור עלויות זרמים, ובמיוחד הוספת מערכת לשקילת חומרי גלם בשלב הקלט, כמו גם את הפסולת שנוצרה בתהליך הייצור. כמו כן, החברה תשקיע במערכת נתוני רכישת אנרגיה המחוברת לתחנת עיבוד ממוחשבת. רכש זה ייכלל בתוכנית הפעולה של TEST שאומצה על ידי החברה.
- לאחר המחזור הראשון של ניתוח MFCA, בכוונת החברה להטמיע את כלי ה-MFCA במערך הניהול החשבונאי שלה.



1.4 אל-ע'ראווי | Al-Ghrawi, לבנון

חברת אל-ע'ראווי החלה לייצר מספר מוצרי פירות יבשים, מאלבן (רחת לוקום) ונוגט בשנת 1891. באותו זמן, הייצור נעשה אך ורק ביד. כיום החברה מציעה כ-500 סוגי ממתקים שונים המיוצרים בשני מפעלים.

התהליכים העיקריים הם:

- טבילת שוקולד
- מילוי שוקולד
- ייצור מאלבן/לוקום

בתחילת פרויקט TEST, החברה ביצעה הערכות של סך העלויות שלה לצריכת אנרגיה, אך לא קיימה רישום של עלויות סביבתיות אחרות, כך שלא נרשמו עלויות של תשומות מים, טיפול בשפכים וסילוק פסולת.

ניתוח ה-MFCA בוצע בהתבסס על רשימת החשבונות לשנת 2015 והערכות מקדמיות של אחוזי הפחת בהתבסס על נתוני הייצור. עבור שנת 2015, עלויות תשומות המים והטיפול בשפכים היו זניחות. אך לאור צפי לדרישות חוקיות חדשות, סך עלויות ה-NPOs חושבו לראשונה כפי שהן מופיעות ברשימת החשבונות של 2015, ולאחר מכן עם עלויות נוספות עבור תשומות מים שחושבו במחיר ממוצע של 0.0084 אירו לליטר. מחיר ממוצע זה חושב על סמך העלויות בפועל של רכישת מים מספקים חיצוניים ומספר מחקרים שנעשו על המחסור במים בלבנון.

החברה רצתה בתחילה למקד את אפשרויות השיפור באנרגיה, שכן היא ראתה בכך את העדיפות העיקרית שלה. אך ניתוח MFCA הראה כי עלויות ה-NPOs של חומרי גלם ועזר גבוהות יותר באופן משמעותי, כפי שמוצג בטבלה 19.

% ללא עלויות מים	% כולל עלויות מים	
100.0%	100.0%	
52.3%	47%	1.1. חומרי גלם ועזר
1.6%	1%	1.2. חומרי אריזה
9.9%	9%	1.3. חומרי תפעול
0.7%	11%	1.4. מים
35.6%	32%	1.5. אנרגיה

טבלה 19: Al-Ghrawi, התפלגות ה-NPOs לא כולל וכולל מחירי צללים של מים

ניתוח MFCA הראה כי עלויות תשומות החומרים והאנרגיה מהוות כ-53% מסך ההוצאות. באמצעות אומדן של 4% פחת חומרי גלם בהתאם לאמות המידה הבינלאומיות, NPOs של חומרי הגלם מהוות 52.3% ללא עלויות מים ו-47% כולל עלויות מים, מסך עלויות ה-NPOs. סך עלויות NPOs כולל עלויות מים מהוות 5% מסך עלויות הייצור.

לאחר ביצוע מאזן המסה בהתבסס על נתוני מדידות, NPOs לחומרי גלם, שחושבו קודם לכן לפי אומדן, חושבו במדויק בהתבסס על תהליך תרשים זרימה. החישוב המחודש שהתקבל הפחית את NPOs חומרי הגלם מ-52.3% ל-32.3% ללא עלות מים, ומ-47% ל-28.3% עם עלות המים. לא ניתן להימנע מפחיתים אלה בשל אילוצי התהליך הנוכחי. כמו כן, הרשומות לחומרי אריזה, שהתבססו על אומדן בלבד קודם לכן מכיוון שתועדו רק ביחידות, הומרו לנתוני משקל, ומאזן המסה טויב בהדרגה.

בהמשך התקינו בחברה מונים לאנרגיה וחשמל כמו גם לצריכת מים. מאז נובמבר 2016 תועדו הקריאות מהמונים המותקנים. ניתוח הנתונים מהמונים המותקנים ותצפיות מומחים הראו פוטנציאל גבוה לחיסכון באנרגיה ופוטנציאל טוב לחיסכון במים.

בהתבסס על עלויות NPOs גבוהות ופוטנציאל החיסכון, טבלה 20 מציגה אילו תהליכים נבחרו להמשך בדיקה:

מערכת קיטור	30% מצריכת האנרגיה
מערכת מיזוג אוויר (AC)	23% מצריכת האנרגיה
ייצור שוקולד ללא מיזוג	10% מצריכת האנרגיה
ייצור מאלבן ללא מיזוג	11% מצריכת האנרגיה
מים חמים למאלבן	3.5% מצריכת המים
מים חמים לתפוקות אחרות שאינן מוצרים	44% מצריכת המים

טבלה 20: Al-Ghrawi, תהליכים עם שיעור גבוה מה-NPOs

על פי מתודולוגיית TEST, הזרמים המתועדפים ותחומי המיקוד הבאים נבחרו להמשך ניטור ואפשרויות שיפור, כפי שמוצג בטבלה 21.

זרם מתועדף	תחום מיקוד
אנרגיה	יחידות מיזוג אוויר
אנרגיה	דוד קיטור
מים	מים חמים לניקוי מיכלי מאלבן
מים	מים חמים לשימושים אחרים שאינם ייצור
חומרי גלם ועזר	ייצור פסולת מוצקה
אובדן חום	אובדן חום מגנרטורים
אובדן חום	מיכל מים חמים

טבלה 21: Al-Ghrawi, זרמים מתועדפים ותחומי מיקוד

הומלץ לחזור על ניתוח MFCA בשנים הפיננסיות הקרובות. כך השיפורים של מערכת המידע ושל תשומות ותפוקות בעלויות ובכמויות יבואו לידי ביטוי.

נספח א' | EMA | חשבונאות ניהול סביבתי התפלגות עלויות NPOs לתחומים סביבתיים

סוכנויות סטטיסטיקה בכמה מדינות דורשות דיווח על הוצאות להגנת הסביבה לפי תחומים סביבתיים מחברות גדולות מסוימות בסקטורים עסקיים ספציפיים, במיוחד ספקיות אנרגיה ציבוריות (energy utilities) וחברות שגם כפופות לתוכניות מסחר בפליטת CO₂. במקרה כזה יבצעו החברות חשבונאות ניהול סביבתי (Environmental | EMA Management Accounting), שכן אין צורך בניתוח מפורט יותר של התפלגות עלויות NPOs בתוך החברה. במקרים בהם דיווח זה מחויב, הוא עשוי להיות הסיבה העיקרית להקמת מערכת EMA. שימו לב כי עלויות ה-NPOs של תשומות חומרים בדרך כלל אינן מדווחות לרשויות לאומיות.

כדי לסייע למשתמשים במדריך זה הכפופים לדרישות דיווח כמוזכר לעיל, מובא להלן מקרה בוחן המתואר בספרות הציבורית. טבלה 22 מספקת מידע שפורסם על ניתוח EMA של חברת הנייר SCA Laakirchen באוסטריה, המפרטת את ההתפלגות הממוצעת של סך העלויות הסביבתיות לפי התחומים הסביבתיים השונים, לפי קטגוריות עלות סביבתיות. ערכה הרב של טבלה זו בהצגת דוגמה של מקרה אמיתי עם התפלגות עלות אמיתית. שימו לב כי המינוח שונה במקצת ממינוח תקן MFCA, אשר פותח באופן משמעותי מאוחר יותר.

EMA להערכת העלויות הקשורות לסביבה הכוללות והתפלגות לתחומים | אוסטריה

מפעל SCA Graphic Laakirchen AG, אחד מאתרי ייצור הנייר של חברת SCA, מנהל מעקב אחר המידע הפיזי והמוניטרי שלו על פי EMA מאז שנת 1999, ויש לו מערכת מבוססת ועקבית לתפיסת זרמי חומרים ועלויות הקשורות לסביבה וניתוחם. המידע שנאסף משמש לקבלת החלטות הקשורות הן לניהול סביבתי והן לייצור כללי. מפעל SCA Laakirchen מחשב מדי שנה את סך העלויות הקשורות לסביבה ומדווח על התפלגות האחוזים שלהן לפי תחום סביבתי בדו"ח הסביבתי שלו, כפי שמודגם בטבלה 22.

הנתונים בטבלה 22 ממחישים את העובדה ש"עלויות הרכישה ועיבוד החומרים של NPOs" (קטגוריית עלות 1 בגיליון 3) בחברות רבות הן לעיתים קרובות באופן משמעותי גבוהות יותר מ"עלויות בקרת פסולת ופליטות" הקשורות לסביבה המוכרות יותר (קטגוריית עלות 2 בגיליון 3) – גבוהות פי ארבעה בערך במקרה של SCA Laakirchen. טבלה 21 ממחישה גם את העובדה ש"עלויות מניעה ועלויות ניהול סביבתי אחרות" ב-SCA Laakirchen נמוכות למדי, למרות שהחברה יישמה מספר פרויקטים מניעתיים בשנים האחרונות שהשיגו חיסכון משמעותי ב"עלות חומרים של NPOs" כמו גם "בקרת פסולת ופליטות".

הנתונים מאפשרים למפעל SCA Laakirchen להשוות בין העלויות שלו הקשורות לסביבה משנה לשנה. לדוגמה, למרות שתפוקת הייצור עלתה בכמעט 23% בין 2002 ל-2003, בזכות שימוש במכונת נייר חדשה, העלות הקשורה לסביבה הכוללת עלתה ב-14.7% בלבד באותה תקופה. מידע זה ממחיש את ההשפעה הפיננסית החיובית הכוללת של יוזמות הניהול הסביבתי של החברה. הסתכלות מפורטת יותר בשינויים בעלויות בין 2002 ל-2003 גם חושפת כמה נקודות מעניינות. כך למשל, העלות הכוללת של הפעלת מתקן טיהור השפכים לא השתנתה, למרות שהוא הוגדל כדי לטפל בכמות השפכים המוגברת כתוצאה מהרחבת הייצור. זאת משום שהיעילות התפעולית והתחזוקה של המט"ש שופרו במספר דרכים עם הרחבתו.

בקטגוריות אחרות כן גדלו עלויות. לדוגמה, עלויות הרכישה של חומרי עזר עלו לא רק בגלל התרחבות הייצור, אלא גם בשל שינויי מחירים בינלאומיים. מפעל SCA Laakirchen גם הבחין כי התפלגות סך כל העלויות וההכנסות על פני התחומים הסביבתיים השונים נשאר פחות או יותר קבוע לאורך השנים: 22% אוויר/אקלים; 54% שפכים; 23% פסולת; 1% אחרים.

התוצאות הפיזיות של מאמצי הניהול הסביבתי של SCA Laakirchen הוצגו גם בדו"ח הסביבתי השנתי של החברה. כך למשל, למרות גידול של כ-23% בייצור, רכש המים גדל ב-11% בלבד וכמות השפכים ב-13% בלבד. במונחים מוחלטים נתונים אלה מייצגים עליות, אך הם מהווים שיפורים בחישוב לכל יחידת ייצור. השימוש בתשומות פיזיות, כגון חומרי מילוי, נייר ממוחזר ואנרגיה, עלה גם הוא במונחים מוחלטים אך משקף שיפורים ביעילות הסביבתית.

מקור: אתר האינטרנט של SCA Laakirchen; IFAC EMA Guidance document, 2005.

הערה: הנתונים בטבלה 22 להלן מוצגים כאחוזים מסך העלויות וההכנסות הקשורות לסביבה של החברה

תחום סביבתי						
קטגוריות עלות קשורות לסביבה	אויר + אקלים	מי שפכים	פסולת	קרקע + מי תהום	אחרים	סה"כ
עלות צריכת החומרים של NPOs						
חומרי גלם			15.2%			15.2%
אריזות			0.1%			0.1%
חומרי עזר			2.7%			2.7%
חומרי תפעול	0.1%	42.2%	0.5%			42.8%
אנרגיה	19.8%					19.8%
מים		0.0%				0.0%
עלות עיבוד חומרים של NPOs		0.2%	1.0%			1.2%
סיכום ביניים	19.9%	42.4%	19.5%			81.8%
עלויות בקרת פסולת ופליטה						
ירידת ערך ציוד	0.1%	2.8%	0.4%			3.3%
חומרי תפעול ושירותים	0.2%	5.5%		0.1%		5.8%
כוח אדם פנים-ארגוני	0.7%	1.0%	0.1%			1.8%
אגרות, מיסים וקנסות	0.9%	2.7%	6.0%			9.6%
סיכום ביניים	1.9%	12.0%	6.5%	0.1%		20.5%
מניעה ועלויות אחרות של ניהול סביבתי						
שירותים חיצוניים לניהול סביבתי					0.4%	0.4%
כוח אדם פנים-ארגוני להגנת הסביבה	0.1%				0.3%	0.4%
סיכום ביניים	0.1%				0.7%	0.8%
סה"כ עלויות קשורות לסביבה I – VI						
	21.9%	54.4%	26.0%	0.1%	0.7%	103.1%
סה"כ הכנסות קשורות לסביבה						
			-3.1%			-3.1%
סה"כ עלויות והכנסות קשורות לסביבה						
	21.9%	54.4%	22.9%	0.1%	0.7%	100.0%

טבלה 22: עלויות הקשורות לסביבה לפי תחום סביבתי במפעל SCA Laakirchen

נספח ב' | שלבי העבודה של תוכנית TEST

תוצרים	תהליך	צעדים	
הגדרה של היקף העבודה חוזה בין המפעל ליועץ	סקירה באתר והחלטה (כן/לא) להטמעת גישת TEST	סקר פעילות באתר	1.1
הצהרת מדיניות ומחויבות לתהליך ופרסומה למחזיקי העניין	קבלת מחויבות הנהלה לתהליך	הצהרת מדיניות	1.2
צוות עבודה פלטפורמת הפעילות שלו	תכנון והכשרה של צוות פנימי ייעודי לפרויקט	צוות עבודה פנימי	1.3
מטרות ויעדים מידע אודות צריכת משאבים מרוכז ומנותח סדר עדיפויות	חישוב העלות הכוללת של NPO (תוצר שאינו מוצר) והגדרת סדר עדיפויות וגבולות	סך עלויות זיהום והגדרת סדר עדיפויות	1.4
מיקוד באזורי התייעלות מרכזיים הערכת פוטנציאל להתייעלות	הגדרת סדר עדיפויות ברמת המחלקות / תהליכי ייצור בעלי הפוטנציאל הגדול ביותר להתייעלות	אזורי מיקוד ומרכזי עלות	1.5
מידע ממוקד אודות הביצועים באזורי התייעלות	הגדרת הסיבות לאי יעילות באזורי המיקוד	מקורות וסיבות לא-יעילות בצריכת משאבים	1.6
רשימה של פתרונות אפשריים	פיתוח פתרונות אפשריים	אפשרויות	1.7
נתונים טכניים וכלכליים אפשריים	זיהוי נתונים אופטימליים	ניתוח היתכנות	1.8
תוכנית עבודה מחויבות הנהלה להטמעה	כתיבת תוכנית עבודה להטמעת הפתרונות הנבחרים	תוכנית עבודה	1.9
מערכות לניהול שוטף וניחול מידע	תכנון מערכת הניטור והבקרה הכוללת צריכת משאבים, ביצוע ויעילות	מערכת מידע	1.10
הטמעת תוכנית העבודה לייעול תהליכים טכנולוגיות מתקדמות	יישום תוכנית העבודה במפעל	יישום תוכנית עבודה	2
נתוני ייצור אל מול יעדים פעילויות ומקורות לטיפול נדרשים	מדידה, ניטור וניתוח מדדי הביצוע לאחר יישום אל מול המטרות והיעדים	ניטור והערכה	3
סקירת הנהלה אסטרטגיה להמשך הטמעת המתודולוגיה	בהתבסס על הניסיון, שילוב המתודולוגיה באסטרטגיה הניהולית	פעילות שוטפת ובחינה אל מול מטרות	4

PLAN

DO

CHECK

ACT

נספח ג' | ביבליוגרפיה

Bouma J.J., Wolters J. Management Accounting and Environmental Management: A survey among 84 European companies, Erasmus Center for Environmental Studies, Rotterdam, 1998.

Fischer, H., Wucherer, Chr., Wagner, B., Burschel, C. Umweltkostenmanagement. Kosten senken durch praxiserprobtes Umweltcontrolling, München, Wien, 1997.

IFAC, Environmental Management Accounting International Guidance Document on environmental management accounting (EMA), International Federation of Accountants, IFAC, New York 2005, www.ifac.org.

International Organization for Standardization (ISO) ISO 14031, Environmental Performance Evaluation - Guideline and general principles, Geneva, 1999.

International Organization for Standardization (ISO) ISO 14051, Material Flow Cost Accounting, Geneva, 2011.

Jasch Ch., Danse M., Environmental Management Accounting pilot projects in Costa Rica, in Bennet M., Rikhardson P., Schaltegger S. (Eds.) Implementing Environmental Management Accounting: Status and Challenges, Kluwer Academic Publ., Dordrecht, NL, 2005.

Jasch Chr. Environmental Management Accounting: Procedures and Principles, UN Divisions for Sustainable Development, 2001.

Jasch Ch., Schnitzer H., Umweltrechnungswesen – Wir, zeigen, wie sich Umweltschutz rechnet, Beispielsammlung zur Umweltkostenrechnung und Investitionsrechnung, Im Auftrag von Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik sowie Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, Wien, erschienen als Schriftenreihe 29/02 des IÖW Wien, Oktober 2002 und in den Berichten aus Energie- und Umweltforschung des BM VIT 4/2003.

Jasch Ch., Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung, Vienna, Austria, Environmental and Material Flow Cost Accounting - Principles and Procedures, (Eco-Efficiency in Industry and Science, Vol. 25), Springer, Heidelberg, New York, 2009.

Jasch Ch., Governmental Initiatives: The UNIDO Test approach, Journal of Cleaner Production, 108 (2015), 1375-1377.

UNEP. 2001. Promoting financing of Cleaner Production Investments – UNEP Experience. Ari Huhtala. UNEP: Paris, 2001. www.financingCP.org.

UNIDO COMFAR III Expert, COMFAR III EMA Module, Vienna, 2009.

