



הפרדת פסולת במקור לשני זרמים

בדיקת היתכנות

עבור מועצה מקומית מטולה

חשוון תש"ע אוקטובר 2009

גלעד אוסטרובסקי ורועי קוצר

המחלקה המדעית

אדם טבע ודין

עמותת אדם טבע ודין הנה עמותה רשומה, אשר נוסדה בשנת 1990 במטרה לקדם את ההגנה על איכות הסביבה בישראל. העמותה הנה גוף בלתי תלוי, הפועל ללא כוונת רווח וממומן על ידי תרומות. בעמותה כ- 4,000 חברים והיא מונה כ- 27 חברי צוות מקצועי, בהם עורכי דין, אנשי מחקר ומדע ואנשי תכנון. העמותה פועלת, בין היתר, למניעת מפגעים סביבתיים, הגנה על בריאות הציבור וקידום המודעות הסביבתית אצל תושבים, רשויות ועסקים.

תקציר

עבודה זו הנה פרי שיתוף פעולה בין מועצה מקומית מטולה, איגוד ערים גליל עליון מזרחי, עמותת אדם טבע ודין ומרכז השל לחשיבה ומנהיגות סביבתית.

בעבודה זו נבחנה הכדאיות הכלכלית והסביבתית לניהול בר קיימא של הפסולת הביתית במטולה. ניהול בר קיימא של משק הפסולת, משמעו בראש ובראשונה טיפול בפסולת האורגנית הרקבובית, עיבודה והשבתה לקרקע כדשן אורגני.

הדרך להשגת מטרה זו תושג באמצעות מערך הפרדה במקור לשני זרמים. בשיטה זו יפרידו התושבים את הפסולת האורגנית (הרטובה) משאר מרכיבי הפסולת ולשם כך יוצבו פחי אשפה מתאימים. הפסולת האורגנית תטופל באתר קומפוסטציה. הפסולת הנוותרת (היבשה) תמשך להיאסף בפח האשפה הרגיל ותישלח להטמנה יבשה.

ישנה עדיפות סביבתית ברורה להפרדת הפסולת לשני זרמים ביחס למצב הקיים.

הקמת מערך הפרדה במקור במטולה הינה כדאית מבחינה כלכלית ועשויה להביא לחסכון בעלויות הטיפול בפסולת

בהתייחס לשנת 2011, בהפרדת הפסולת לשני זרמים ומחזור הפסולת האורגנית צפוי חסכון של כ-7 ₪/טון שמשמעותו חסכון בתקציב השנתי בסך כ-10,000 ₪.

עלות שנתית (5800 טון)			עלות (₪ / טון)			2011
עלות כוללת	חוץ עירוני	פנים עירוני	עלות כוללת	חוץ עירוני	פנים עירוני	
338,323	140,282	198,041	224	93	131	מצב קיים
328,135	83,393	244,742	217	55	162	שני זרמים
10,187	56,889	-46,701	7	38	-31	חסכון/עלות

היתרונות הסביבתיים של ההפרדה במקור גם הם ברורים:

- שיעור המיחזור של מטולה יעמוד על 44%, לעומת שיעור המיחזור הנוכחי שמוערך ב-2%-1 בלבד.
- חסכון בפליטת גזי חממה ממשק הפסולת העירוני בשיעור של 800 טון לשנה.

עת לעשות ויפה שעה אחת קודם

תוכן עניינים

1.	רקע	4
2.	המצב הקיים	6
3.	חלופות ההפרדה במקור לשני זרמים	7
4.	ניתוח כלכלי של החלופות	12
5.	ניתוח סביבתי של החלופות	13
6.	סיכום	14
7.	ישום והטמעה	15
15.	נספח: הנחות העבודה	15

רשימת הטבלאות

6.	טבלה 1: כמויות פסולת ביתית במטולה בשנת 2008
6.	טבלה 2: מערך כלי האצירה הקיים
7.	טבלה 3: עלויות הטיפול בפסולת לשנת 2008
8.	טבלה 4: נתוני הפסולת הביתית במטולה בתרחיש הפרדה במקור בשנת 2011
9.	טבלה 5: מערך כלי האצירה לזרם הרטוב
10.	טבלה 6: מצבת כלי האצירה לזרם היבש
11.	טבלה 7: מאזן מיחזור והטמנה בחלופת ההפרדה במקור
12.	טבלה 8: סיכום עלויות טיפול בפסולת בקומפוסטציה באתר שזרים
	טבלה 9: החיסכון (ש/טון) ממעבר לשני זרמים כתלות בתדירות פינוי הזרם הרטוב ועלות
13.	הטיפול בפסולת האורגנית באתר שזרים
14.	טבלה 10: הטיפול בפסולת בחלופות השונות
14.	טבלה 11: מאזן סביבתי של הפרדת הפסולת לשני זרמים לעומת המצב הקיים

1. רקע

מטולה היא מועצה קטנה שמפנה את הפסולת שלה באופן עצמאי. הפסולת מהווה חלק בלתי נפרד משגרת החיים במטולה ולכן דרכי האיסוף והטיפול בפסולת משפיעות על חיי היום-יום של כל אחד מהתושבים, הן מבחינת ניהול שוטף של משק הבית (פינוי פסולת, מיון ומחזור) והן מבחינת הסביבה שבה הוא מתגורר ואיכות החיים באזור. ניהול פסולת בר קיימא הוא חלק מתפיסה רחבה של אחריות לסביבה ולמשאבי כדור הארץ והוא מהווה בסיס חינוכי וציבורי להקניית ערכים אלו בקרב החברה. מבחינת המועצה, הטיפול בפסולת הוא אחד התחומים שבהם היא יכולה להשפיע הן על חיי התושבים והן על איכות הסביבה. ניהול נכון ובר קיימא של הפסולת הוא תוצאה של החלטות נכונות המשלבות שימוש בכלים הקיימים ליצירת עתיד טוב יותר וביטחון לדורות הבאים.

1.1 ניהול פסולת בר קיימא ויוזמת "אפס פסולת"

הבסיס של רעיון הקיימות הוא חברה שמשמרת את משאבי הטבע לדורי דורות בתהליך מחזורי, הדומה לתהליכים המתרחשים בטבע. בחברה כזו החומרים השונים משמשים לצרכי האדם ולאחר מכן חוזרים לשימוש נוסף או למאגר חומרי הגלם מבלי לאבד מערכם.

יוזמת "אפס פסולת" המשותפת לארגונים מעלה, מרכז השל, מגמה ירוקה ואדם טבע ודין שמה לה כמטרה לצמצם את הפסולת המוטמנת בישראל כחלק מחזון שבו משאבי הטבע משמשים אותנו באופן מחזורי ולאורך זמן. היוזמה פועלת במגזר העסקי, בשלטון המרכזי, בשלטון המקומי ובציבור בכדי ליצור שיתופי פעולה ופתרונות לניהול בר קיימא של הפסולת בישראל.

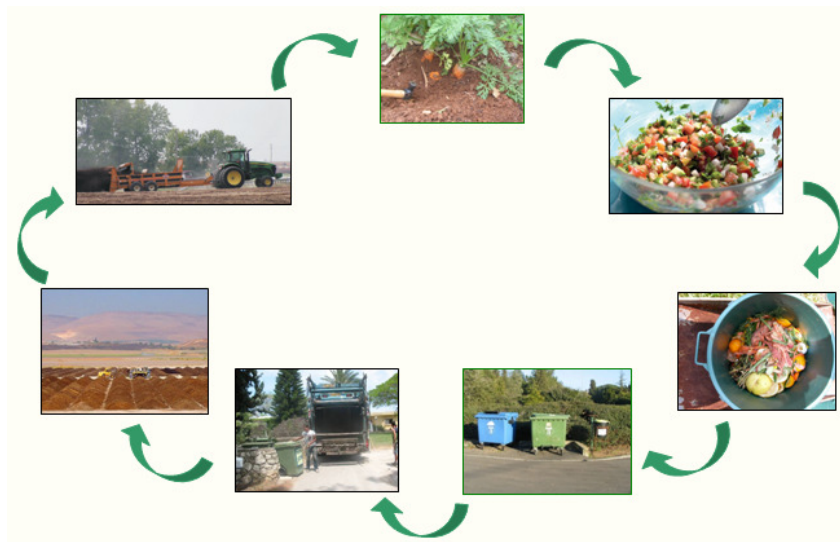
כחלק מפעילותנו עם השלטון המקומי אנו מסייעים לרשויות, המעוניינות להיות חלוצות בתחום, בבדיקת ההיתכנות להפרדה במקור של פסולת ביתית לשני זרמים.

מועצה מקומית מטולה נבחרה כאחת הרשויות שבהן אנו מבצעים את בדיקת ההיתכנות בתקווה שתשכיל לקחת על עצמה את האתגר וליישם הלכה למעשה הפרדה במקור של פסולת ביתית לשני זרמים.

1.2 הפרדה במקור כעוגן בניהול בר קיימא של פסולת

בישראל רוב הפסולת הביתית עוברת להטמנה. אין צורך להרחיב על ההשפעות הסביבתיות הנובעות מהטמנה. פסולת מוטמנת מהווה מקור לפליטת גזי חממה, זיהום קרקע ומי תהום, פגיעה נופית וכו'. מחזור הינו אחת הדרכים העדיפות למניעת הטמנה לצד שימוש חוזר והפחתה במקור. הרשויות מחויבות על פי חוק למחזור 25% מהפסולת הנוצרת בשטחן, אולם רשויות מעטות אכן מגיעות לסף זה. תמונת הרכב הפסולת נותנת הסבר טוב למצב. סך האיסוף של חומרים יבשים בני מחזור אינו עולה על פי רוב על 10%, בעוד רוב הרשויות אינן מגיעות אף לשיעור זה. למעשה, אין אפשרות לעמוד בשיעור המחזור הנדרש מבלי לטפל בפסולת האורגנית הרקבובית שמהווה למעלה מ- 40% מכלל הפסולת. הפסולת האורגנית הביתית היא חומר גלם מצוין להפקת דשן איכותי ואנרגיה. אולם, כאשר החומר האורגני מעורב עם המרכיבים היבשים (המצב הקיים), לא ניתן להפריד מתוכו שאריות זכוכית וחומרים נוספים שמורידים מאד את כדאיות מחזורו ואת כדאיות מחזור החומרים היבשים שבפסולת. המסקנה המתבקשת היא שיש להפריד את הפסולת האורגנית מהרכיבים היבשים כבר בבית התושב.

הפרדה במקור סוגרת מעגל שבו הפסולת האורגנית מטופלת בתהליך ביולוגי (קומפוסטציה או עיכול אנאירובי) שבסופו מתקבל דשן אורגני המשמש את החקלאים ואילו הזרם היבש מופרד למרכיביו השונים הממוחזרים ונמכרים כחומרי גלם ממוחזרים.



**הזרם היבש סוגר מעגל
פסולת יבשה- הפרדה במקור- מיון- מחזור- חומרי גלם
חדשים- מוצרים חדשים מחומר ממוחזר**

1.3 ההיגיון העומד בבסיס העבודה

מטרת העבודה הינה לפרוס בפני מקבלי ההחלטות ברשות את הנתונים הדרושים על מנת להשוות את חלופות הפרדה במקור אל מול המצב הקיים. העבודה בוחנת הן את היבט הסביבתי והן את היבט הכלכלי. על מנת להביא את המידע בצורה קלה לתפיסה, עיגלנו חלק מהנתונים במסמך. נדגיש כי התועלות והעלויות הסופיות מבוססות על הנתונים המדויקים (ולא על המספרים המעוגלים).

מקובל לחלק את הטיפול בפסולת לשני שלבים מרכזיים:

המערך הפנים עירוני/יישובי- התהליך שהפסולת עוברת מרגע היווצרותה בבית התושב ועד לתחנת המעבר/מתקן הקצה.

המערך החוץ עירוני/יישובי- התהליך שהפסולת עוברת מתחנת המעבר ועד לפתרון הקצה/מתקן הקצה.

עבודה זו בוחנת כיצד ניתן ליישם את הפרדת הפסולת לשני זרמים (יבש ורטוב) בהיקף רחב הכולל את כלל משקי הבית במועצה על המשמעויות הכלכליות הכרוכות בכך ועל ההיבטים התפעוליים והסביבתיים. אנו מקוים שממצאי העבודה יאפשרו להגיע להחלטה מושכלת ונכונה לטובת התושבים והסביבה.

1.4 בסיס הנתונים והנחות העבודה

הניתוח הכלכלי מבוסס על נתוני הפסולת של מטולה כפי שהם הועברו לידנו ע"י שלומית גז, ראש המועצה ויערה גיבורי, המרכזת את נושא המיחזור באיגוד ערים גליל מזרחי. במקומות שהמידע היה חלקי או חסר התבססנו על סקר הרכב הפסולת בישראל¹ או ניסינו להשיג את הנתונים ממקורות אחרים. במקרים בהם לא ניתן היה להשיג את הנתונים ביצענו הערכות והנחות עבודה מבוססות. הנחות העבודה מופיעות בנספח מס' 1.

¹ הרכב הפסולת הביתית, סקר ארצי, חברת שלדג דצמבר 2005.
אדם טבע ודין - בדיקת התכנות מטולה

2. המצב הקיים

2.1 נתונים כלליים

במטולה מייצרים 1455 טון פסולת ביתית בשנה.² החומרים הנאספים למיחזור הם נייר ופלסטיק בכמות של כ-15 טון בשנה המהווה כ-1% מכלל הפסולת הביתית. שאר הפסולת, כ-1,440 טון, מועברת להטמנה באתר ההטמנה תאנים.

טבלה 1: כמויות פסולת ביתית במטולה בשנת 2008

אחוז הפסולת הביתית	משקל שנתי (טון)	
100%	1455	פסולת נוצרת ביתית ומסחרית ³
1%	15.5	פסולת יבשה ממוחזרת במוקדי איסוף
0%	0	פסולת אורגנית ממוחזרת
1%	15.5	סה"כ פסולת ממוחזרת
99%	1440	סה"כ פסולת מוטמנת

לסיכום, רוב הפסולת שנוצרת במועצה מועברת להטמנה כאשר 1% בלבד מהפסולת ממוחזר.

2.2 המערך הפנים ישובי

המערך הפנים ישובי מתחיל בבית התושב שמפנה את כל הפסולת לכלי אצירה אחד ("פח-הסף"). מערך כלי האצירה מורכב ברובו מעגלות אשפה בנפחים 360 ו-770 ליטר.

טבלה 2: מערך כלי האצירה הקיים

סוג	נפח כלי האצירה (ליטר)	מספר כלי האצירה	נפח כולל (מ"ק)	תדירות פינוי (בשבוע)
סוג 1	360	142	51	2
סוג 2	770	149	54	2
סה"כ	-	291	105	-

נפח האצירה הממוצע למשק בית הוא **377 ליטר**. זהו נפח גדול יחסית, עם זאת, יש להתחשב בכך שהמועצה מארחת תיירים רבים מדי שנה שגם הם מייצרים פסולת. מבחינה משקלית כל תושב במטולה מייצר בממוצע כ-1.97 ק"ג פסולת ליום⁴. משק בית מייצר בממוצע כ-62 ק"ג פסולת לשבוע, שהם בהמרה על פי נתוני סקר הפסולת הארצי כ-1000 ליטר לשבוע (מבלי לכלול את הפסולת הממוחזרת)⁵. מכאן עולה לכאורה שנפח הפסולת עולה על נפח האצירה כלומר בכל פינוי יש לפנות 500 ליטר בעוד שנפח האצירה הממוצע למשק בית הוא 377 ליטר בלבד.

ייתכן שהפער נובע מפערים באיסוף הנתונים או סטייה מהממוצע הארצי של המרת משקל לנפח. בכל מקרה מהנתונים עולה שעגלות האשפה מפונות כשהן כמעט מלאות לגמרי.

מערך הפינוי הפנים ישובי מתבסס על קבלן חיצוני, יעקב אלון, שמפנה את עגלות האשפה פעמיים בשבוע.

עלות הפינוי היא 180,000 ₪ לשנה שהם 126 ₪/טון.

² המושג "פסולת ביתית" אינו כולל גזם, פסולת גושית ופסולת תעשייתית
³ ביתית ומסחרית. לא כולל גזם.

⁴ ממוצע על פי חיוב של 2000 תושבים, מבלי להתחשב בתיירים

⁵ זהו ממוצע שנתי שכולל בתוכו ימי שיא בכמויות הפסולת

אדם טבע ודין - בדיקת התכנות מטולה

2.3 המקטע החוץ עירוני

הפסולת נאספת מעגלות האשפה ומשונעת באמצעות רכבי הפינוי הישר לאתר ההטמנה בתאנים מרחק של 38 ק"מ ועוברת להטמנה. העלות השנתית מסתכמת בכ-77,000 ₪, כלומר 54 ₪/טון⁶.

טבלה 3: עלויות הטיפול בפסולת לשנת 2008

עלות (₪/טון)	כמות פסולת שמפונה להטמנה (טון)	עלות שנתית (₪)	
126	1,440	182,000	פינוי
30	1,440	43,200	הטמנה
23.8	1,440	34,200	היטל
180	1,440	259,400	סה"כ

3. חלופות ההפרדה במקור לשני זרמים

3.1 מהי הפרדה במקור לשני זרמים

המונח "הפרדת פסולת במקור" במסמך זה מתייחס להפרדת הפסולת בבית התושב לשני זרמים: **זרם "רטוב"** - מרכיבי הפסולת שמקורם בחומרים אורגניים פריקים ביולוגית. רוב הזרם הרטוב מורכב משאריות מזון.

זרם "יבש" - מכיל את מרכיבי הפסולת היבשים, אורגניים ושאנים אורגניים. רוב הזרם היבש מורכב מאריזות ומוצרי צריכה. הוא מכיל פלסטיק, מתכות, זכוכית, בד, נייר, קרטון ועוד.

הזרם היבש מכיל חומרים בני מיחזור שרובם ניתנים למחזור בארץ והם יכולים להיות בעלי ערך רב כאשר הם מופרדים במקור.

הזרם הרטוב יכול לעבור טיפול ביולוגי, אירובי או אנארובי, שבו הוא מעובד לדשן אורגני. בעבודה זו אנו מתייחסים אך ורק לטיפול אירובי שנקרא גם קומפוסטציה.

קומפוסטציה היא תהליך פרוק החומר האורגני על ידי מיקרואורגניזמים, בנוכחות חמצן ומים. התוצר



מתקן קומפוסטציה בשדה אליהו

המתקבל הינו דשן אורגני (קומפוסט). קומפוסט מחומר אורגני מופרד במקור יכול לשמש לדישון גינות, חיפוי קרקע ושיקום קרקעות או להימכר כמוצר איכותי במחיר גבוה.

קומפוסטציה יכולה להתבצע במתקנים גדולים המטפלים באלפי טונות של פסולת אורגנית ביום. כיום קיימים בארץ מספר אתרי קומפוסטציה מורשים שרובם מטפלים בפרש בע"ח ובוצות שפכים. הקמה של אתר קומפוסטציה בסדר גודל כזה כרוכה בהליך סטאטוטורי ארוך ועלויות הון גבוהות.

ניתן גם לבצע קומפוסטציה בקנה מידה קטן יותר, במתקן קומפוסט ישובי או בקומפוסטרים ביתיים.

⁶ עלות לטון כולל היטל הטמנה ומע"מ

אדם טבע ודין - בדיקת התכנות מטולה

בכדי שהתהליך יתבצע באופן יעיל יש ליצור את התנאים המתאימים לפירוק החומר האורגני ע"י מיקרואורגניזמים. התפעול השוטף כולל אוורור הפסולת, חיפוי הפסולת בגזם רך והוספת מים על פי הצורך.

ישום הפסולת האורגנית בקרקע הוא דבר רצוי ביותר מבחינה סביבתית. בקבוצת עבודה ("הפורום האורגני") שכללה מומחים מתחומים שונים הקשורים בפסולת ובחקלאות, שררה הסכמה שהחקלאים מעוניינים לקלוט וליישם בקרקע דשן אורגני (קומפוסט) שמקורו בפסולת ביתית, במיוחד בגידולי שדה בהם האדמות עניות בחומר אורגני. גם המשרד להגנת הסביבה קבע שמתקני קומפוסטציה שיוקמו בעתיד יוכלו לטפל רק בפסולת אורגנית ביתית שהופרדה במקור. באתר קומפוסט יישובי התוצר המתקבל יכול לשמש לגינות פרטיות או לגנים ציבוריים בשטחי המועצה.

3.2 נתוני פסולת כלליים בתרחיש הפרדה לשני זרמים

חלופת ההפרדה במקור במטולה נבחנה לגבי שנת 2011 שבה היטל ההטמנה יגיע לסך של כ-62 טון / שנה. התושבים מפרידים את הפסולת, 1500 טון בקירוב, לשני זרמים: יבש ורטוב.

טבלה 4: נתוני הפסולת הביתית במטולה בתרחיש הפרדה במקור בשנת 2011

שנתי	חודשי	אחוז מכלל הפסולת	
בטונות	בטונות	%	
1,513	126	100%	פסולת נוצרת ביתית
15	1	1%	פסולת ממוחזרת במוקדי מיחזור
644	54	43%	זרם רטוב
854	71	56%	זרם יבש
659	55	44%	סה"כ פסולת ממוחזרת
854	71	56%	סה"כ פסולת מוטמנת

לסיכום, סך המחזור יגיע ל-44% כאשר כ-56% מהפסולת משונעת להטמנה.

3.3 המערך הפנים ישובי

המערך הפנים ישובי מתחיל בבית התושב שמפריד את הפסולת לשני זרמים:

הזרם הרטוב

הפסולת האורגנית שכוללת ברובה שאריות מזון. התושבים יפנו את הפסולת האורגנית ל"פח האורגני" – מיכל שנפחו 3-7 ליטר שיוצב ליד הכיור או מתחת לכיור לצד פח האשפה הרגיל. פח זה יפונה בתדירות של 5-8 פעמים בשבוע לפח אורגני חיצוני שנפחו כ-70 ליטר שישורת שני משקי בית. תידרש רכישה של כלי אצירה נוספים בהיקף של כ-15 מ"ק. המועצה תדאג לרכישה וחלוקה של הפחים החיצוניים לתושבים. על כל פח תודבק מדבקה המסמנת אותו כ"פח אורגני" ומפרטת את סוגי הפסולת שניתן להשליך לפח.

תדירות הפינויים תהיה פינוי פעם בשבוע בחורף ופעמיים בקיץ ובממוצע שנתי תדירות פינוי של 1.5 פעמים בשבוע לזרם הרטוב. יש לציין שפינוי במתכונת של פעם בשבוע מתבצע במספר ישובים, לאורך כל השנה, ללא תקלות או מטרדי ריח.

נפח האצירה הממוצע לזרם הרטוב לבית אב הינו 35 ליטר. בהנחה שהזרם הרטוב מפונה בתדירות של 1.5 פעמים בשבוע, נפח זה משקף מרווח ביטחון גדול ביותר, לפחות פי 1.5 מנפח הפסולת האורגנית המיוצר ע"י משק בית בשבוע (כ-20 ליטר בממוצע).

טבלה 5: מערך כלי האצירה לזרם הרטוב

תדירות פינוי (בשבוע)	נפח כולל (מ"ק)	מספר כלי האצירה	נפח כלי האצירה (ליטר)	סוג
1.5	15	220	70	סוג 1

הפינוי יתבצע על ידי קבלן שיפנה את הפסולת באמצעות משאית דחס. המשקל הדרוש לסבב אחד בתדירות של פעם בשבוע הוא 13 טון ובתדירות של פעמיים בשבוע 7 טון. יש לקחת בחשבון שבפסולת האורגנית אחוז הרטיבות גבוה יותר מאשר בפסולת מעורבת וייתכן ותידרש התאמה מסוימת של רכבי הפינוי. כמו כן, חייבת להיות בקרה שהפסולת אכן נאספת בנפרד ולא מעורבת בפסולת מעורבת ממקומות אחרים.

הזרם היבש

הזרם היבש כולל פלסטיק מסוגים שונים, מתכות, זכוכית, נייר וקרטון ועוד. מרכיבים אלו הם ברובם אריזות מסוגים שונים (צנצנות, מיכלי משקה, אריזות מזון ואריזות מוצרי צריכה אחרים) ומוצרים בגמר השימוש כגון צעצועים ישנים ונעליים משומשות. למעשה, כל הפסולת שאינה פסולת אורגנית תפונה לפח האשפה הרגיל. הפח הרגיל יפונה לפח חימוני בדומה למצב הקיים.

כאשר עוברים לפינוי פסולת יבשה ניתן להקטין משמעותית את תדירות הפינויים מכיוון שפסולת יבשה יכולה להישאר בפח שבועיים, שלושה ואפילו חודש מבלי ללא מטרדי ריח או בעיות תברואה. על ידי הורדת תדירות הפינויים ניתן לחסוך משמעותית בהוצאות וגם להקטין את השינוע ובכך להשיג רווח סביבתי. היות ולאחרונה הורדה תדירות הפינויים במועצה משלושה פינויים בשבוע לשני פינויים ועל פי נתוני המועצה לא קיים למעשה מרווח ביטחון בפינוי הפחים אנו לא ממליצים להוריד בשלב זה את תדירות הפינויים. תדירות הפינויים תישאר פעמיים בשבוע ומערך כלי האצירה יישאר כמו שהוא היום אולם בעתיד יש לשקול רכישה של עגלות אשפה נוספות ולעבור לפינוי של פעם בשבוע או אפילו פעם בשבועיים למקטע היבש.

מחיר הפינוי הפנים יישובי נקבע בד"כ על בסיס מספר הפינויים ונפח כלי האצירה ולכן לא צפוי שינוי משמעותי לעומת המצב הקיים. עם זאת, מכיוון שכמות הפסולת בפחים תקטן, הקבלן מפנה למעשה פחות פסולת ונשאר לו יותר מקום לישובים אחרים ולכן הנחנו עלות פינוי המהווה 95% מהעלות במצב הקיים (171,000 ₪ /שנה).

טבלה 6: מצבת כלי האצירה לזרם היבש

סוג	נפח כלי האצירה (ליטר)	מספר כלי האצירה	נפח כולל (מ"ק)	תדירות פינוי (בשבוע)
סוג 1	360	142	51	2
סוג 2	770	149	115	2
סה"כ		491	320	

3.3.1 הצטיידות

אנחנו נמסכים על המערך הקיים לטובת הזרם היבש כאשר למעשה הנפח קטן בכ-10% לעומת המצב הקיים, כלומר אנו משפרים את היחס בין נפח הפינוי לנפח האצירה ומגדילים את מרווח הביטחון. לטובת הזרם הרטוב יש להצטייד ב-220 פחים של 70 ליטר בעלות שנתית של כ-2,200 ש"ח⁷ (כולל הסיוע של קרן הניקיון).

3.3.2 אחזקה

עלויות האחזקה של כלי האצירה כוללות תיקונים ובלאי. במצב הקיים, עלויות אלו נכללות בחוזה עם קבלן הפינוי ולכן מגולמות כבר בעלות הפינוי. מכיוון שכך, הכללנו גם בתרחיש ההפרדה במקור את עלויות האחזקה בעלות הפינוי.

3.4.3 הסברה

מובן לכל, שהמעבר להפרדת פסולת לשני זרמים יחייב גם מערכי הסברה, הדרכה ופרסום שילוו את המהלך לכל אורכו. מערך ההסברה יכלול פעולות במוסדות לימוד, פעולות קהילתיות, אירועים מיוחדים וגם פרסום באמצעי התקשורת המקומיים. ההסברה צריכה להיעשות ע"י צוות מקצועי עם ניסיון בתחום שיעביר הדרכות לתושבים ויבצע בקרה על ההפרדה בשלבים הראשונים. בהינתן סיוע של 70% מהמשרד להגנת הסביבה הערכנו את העלות השנתית למערך ההסברה בכ-10,000 ₪ בשנה הראשונה וכ-5,700 בשנים שלאחר מכן.

3.3.4 סיכום עלויות הפינוי הפנים יישובי

עלויות הפנים יישובי כוללות את עלות הרכישה של כלי אצירה נוספים, עלויות הפינוי ועלויות הסברה. בסיכום כולל, עלויות הפינוי הפנים יישובי במקטע היבש מסתכמות בכ-242,000 ₪ בשנת 2011.

בתרחיש ההפרדה במקור כל זרם מפונה בנפרד כאשר הזרם הרטוב מועבר לקומפוסטציה. חישוב העלויות למערך הפנים עירוני מתבסס על העלות לפינוי ממוצע במערך הקיים בהתחשב בתוספת הפינויים הדרושה לזרם הרטוב. לכך הוספנו את עלויות ההצטיידות וההסברה וקיבלנו **עלות פנים עירוני המסתכמת ב-160 ₪ /טון בשנת 2011**.

3.4 הטיפול החוץ יישובי

הנחת המוצא היא שהזרם היבש מהווה כ-52% מהפסולת והזרם הרטוב כ-48%. מכיוון שלא ניתן להגיע להפרדת שני הזרמים באופן מוחלט, הערכנו ששיעור ההפרדה של הזרם הרטוב הוא 90% כלומר בסיכום כולל יתקבלו בזרם הרטוב 43% מכלל הפסולת ובזרם היבש 57% מכלל הפסולת. בשני הזרמים יישאר אחוז קטן של מרכיבים שאינם מתאימים.

⁷ פרום על פני 7 שנים.

להלן אופן הטיפול בפסולת כפי שהוא מתבטא בתרחיש שני הזרמים.

טבלה 7: מאזן מיחזור והטמנה בחלופת ההפרדה במקור

הטמנה יבשה	הטמנה מעורבת	מחזור יבשים	קומפוסטציה
56%	0%	1%	43%

בסיכום כולל, שיעור המיחזור מגיע ל-44% (כולל מחזור יבשים) הרבה מעבר למצב הקיים שבו רק כ-1% ממוחזר והשאר מוטמן בהטמנה מעורבת. נתון זה שהוא כמובן הישג סביבתי מרשים, הוא גם המפתח לחסכון בעלויות בטווח הארוך.

3.4.1 הזרם הרטוב

החלופה שנבחרה לטיפול בפסולת האורגנית היא **איסוף ופינוי לאתר קומפוסטציה מסחרי**. מטולה קרובה מאד לאתר הקומפוסטציה שזרים. מבחינת המועצה יש כאן הזדמנות לטיפול קרוב וזמין בפסולת האורגנית מבלי להזדקק לתחנת מעבר לצורך שינוע. האיסוף יתבצע מהבתים בתדירות של 1-2 פעמים בשבוע לפחים המשותפים לכל שני בתים. המועצה תשלם לאתר מחיר כניסה שהוערך ב-70 ש"ח/טון. התוצר, הדשן האורגני, יכול להימכר ע"י האתר או לחזור לתושבים לשימוש עצמי או לגנים הציבוריים שבשטחי המועצה.

3.4.2 פינוי וטיפול באתר קומפוסטציה שזרים

למרות שהעדיפות הסביבתית היא בד"כ לפתרון מקומי, הקרבה לאתר הקומפוסטציה שזרים מהווה הזדמנות לפתרון זמין ויעיל לטיפול בפסולת האורגנית.

תפעול שוטף

פינוי הפסולת האורגנית יתבצע בפחים של 70 ליטר ע"י קבלן חיצוני והפסולת תפונה ישירות לאתר שזרים, תישקל ותיכנס לתהליך הקומפוסטציה של האתר. תמורת הטיפול בפסולת המועצה תשלם למפעיל האתר דמי טיפול בסך כ-70 ש"ח / טון. עלות זו מבוססת על מחירי השוק אולם היא נתונה למו"מ ולשינויים בהתאם לתנאי העסקה והשוק. התוצר שיתקבל בסוף התהליך יימכר כקומפוסט לחקלאים.

סיכום עלויות- אתר קומפוסט שזרים

העלויות כוללות את דמי הטיפול המחושבים לגבי חלק היחסי של הפסולת האורגנית מסך הפסולת של המועצה כאשר השינוע לאתר הקומפוסטציה מחושב במסגרת מחיר הקבלן למקטע הפנים עירוני. סך עלויות הטיפול בזרם הרטוב מסתכמות בכ- 44,700 ש"ח בשנה.

3.4.3 הטיפול במקטע היבש

להערכתנו כ-50% מהמקטע היבש הם חומרים בני מיחזור (כ-25% מכלל הפסולת). שיעורי המחזור במועצה הם זניחים ביחס לכמות הכללית. הפתרון המתבקש לפסולת היבשה הוא מחזור באמצעות קו מיון בתחנת מעבר אולם מכיוון שכיום פתרון זה אינו נמצא באזור אנו מניחים שכל הפסולת היבשה תועבר להטמנה. ישנה עדיפות להטמנת הפסולת בהטמנה יבשה בהיטל מופחת של כ-5 ש"ח/טון.

אתר תאנים קולט כיום פסולת יבשה בתעריף שונה מפסולת מעורבת. אנו מניחים שניתן יהיה לפנות את כל הפסולת שתגיע לפח הרגיל להטמנה יבשה, אולם לשם כך יש לדאוג שהפסולת תישאר יבשה. בתדירות של שני פינויים בשבוע משקל הפסולת הצפוי בסבב פינוי אחד הוא כ-7 טון, כלומר משאית דחס אחת

יכולה לפנות בסבב אחד את כל הפסולת היבשה ללא צורך להוסיף פסולת מעורבת או לחרוג מהמשקל המותר.
 עלויות הטיפול במקטע היבש כוללות שינוע והטמנה יבשה והן יעמדו על כ-54 ₪/טון שהם כ-40,000 ₪.

3.4.4 סיכום עלויות חוץ עירוני

למעשה הפרדת הפסולת לשני זרמים מציעה הזדמנות לחסכון ניכר בעלויות הטיפול החוץ יישובי. החיסכון נובע מצמצום הצורך בשינוע והטמנה של פסולת מעורבת החייבת בהיטל הטמנה. בעוד שבמצב הקיים רוב הפסולת משונעת להטמנה מעורבת במחיר שקרוב ל-93 / טון (ב-2011), בתרחיש ההפרדה לשני זרמים רק 57% מהפסולת עוברת להטמנה יבשה בהיטל מופחת. הימנעות מהצורך לשלם היטל הטמנה בעבור הפסולת היבשה תורם לחסכון של כ-30 ₪ /טון בחישוב הכולל. בנוסף, כ-10 ₪/טון נחסכים כאשר 43% מהפסולת ממוחזרת באתר קומפוסטציה במקום להישלח לאתר תאנים.
העלות למקטע החוץ עירוני מסתכמת ב-56 ₪/טון בשנת 2011 והיא זולה ב-37 ₪/טון מהמשך המצב הקיים.

להערכתנו בעתיד תוקם בתאנים או במיקום אחר באזור, תחנת מעבר ממינית שתוכל לקלוט את כל הפסולת היבשה ולמיינה למרכיבים השונים כאשר כ-50% מסך הפסולת היבשה הינם חומרים בני מחזור. חומרים אלו הם חומרים בעלי ערך כלכלי וקבלתם כפסולת מופרדת במקור עשויה להפחית את עלויות הטיפול.

4. ניתוח כלכלי של החלופות

בניתוח הכלכלי נכללים מחירי השוק, עלויות ממוצעות והערכות לגבי מחירים עתידיים ולכן הוא תקף רק לנקודת הזמן שבה הוא מוצג ותלוי בהנחות העבודה. עם זאת, מכיוון שלקחנו מרווחי בטחון ונהגנו בשמרנות יתרה אנו מרגישים שניתן לקבל החלטות על בסיס הממצאים בביטחון רב.
 שנת 2011 נלקחה בתור יעד להפעלה מלאה של המיזם. בהתבסס על נתוני 2008 הערכנו את העלויות וכמויות הפסולת הצפויות בשנת 2011 וגזרנו את המשמעות הכלכלית של מעבר לחלופות ההפרדה לשני זרמים.

4.1 קומפוסטציה באתר מסחרי (שזרים)

טבלה 8: סיכום עלויות טיפול בפסולת בקומפוסטציה באתר שזרים

עלות שנתית (5800 טון)			עלות (₪ / טון)			2011
עלות כוללת	חוץ עירוני	פנים עירוני	עלות כוללת	חוץ עירוני	פנים עירוני	
336,260	140,282	195,978	222	93	130	מצב קיים
326,331	84,139	242,193	216	56	160	חלופה 1
9,928	56,143	-46,215	7	37	-30.5	חסכון

התחשיב למערך הפנים יישובי יקר בכ-31 ₪/טון לעומת המצב הקיים. לעומת זאת, במערך החוץ יישובי נחסכים 37 ₪/טון. **בסיכום כולל מגיעים לחיסכון של כ-7 ₪/טון לעומת המצב הקיים, שהם כ-10,000 ₪ בשנה.**

4.3 ניתוח רגישות

על מנת לאפשר קבלת החלטות מושכלת בדקנו את החלופות במספר תרחישים.

4.3.1 טיפול באתר קומפוסטציה שזרים

שני המשתנים שלדעתנו הם הגורמים המרכזיים שעשויים להשפיע על התוצאה הסופית:

- תדירות הפינוי של הזרם הרטוב (מספר פעמים בשבוע)
- עלות הטיפול בפסולת האורגנית באתר שזרים (ש/טון)

טבלה 9: החיסכון (ש/טון) ממעבר לשני זרמים כתלות בתדירות פינוי הזרם הרטוב ועלות הטיפול בפסולת האורגנית באתר שזרים

*הנחת העבודה: מרחק להטמנה יבשה 80 ק"מ, תדירות פינוי זרם רטוב 1.5 פעמים בשבוע (פעם בחורף ופעמיים בקיץ)

													עלות שזרים תדירות
130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	פינוי זרם רטוב
1	5	9	14	18	23	27	31	36	40	45	49	53	0.5
-9	-5	-1	4	8	13	17	21	26	30	35	39	43	1.0
-19	-15	-11	-6	-2	3	7	11	16	20	25	29	33	1.5
-29	-25	-21	-16	-12	-7	-3	1	6	10	15	19	23	2.0
-39	-35	-31	-26	-22	-17	-13	-9	-4	0	5	9	13	2.5
-49	-45	-41	-36	-32	-27	-23	-19	-14	-10	-5	-1	3	3.0

אנחנו הנחנו שעלות הטיפול בשזרים היא 70 ש/טון. תחת הנחה זו ניתן להשיג חסכון של 7 ש/טון. כאשר מורידים את תדירות הפינויים של הזרם הרטוב לפעם בשבוע, אפשרות סבירה שמתבצעת במספר ישובים בארץ, ניתן להגדיל את החיסכון לכדי 17 ש/טון. הורדת התדירות לפעם בשבועיים (0.5 פעמים בשבוע) היא אפשרות שמתבצעת במקומות שונים בעולם, לעיתים תוך שימוש בפחים מיוחדים המצוידים בפתחי אוורור. בארץ, בגלל האקלים החם, אפשרות זו תיתכן רק בחורף ויש לבחון ראשית את משמעות התברואתית שלה. תרחישים סבירים הם בטווח של 30-100 ש/טון עלות כניסה לשזרים ותדירות פינוי של 1.0-2.0 פעמים בשבוע.

5. ניתוח סביבתי של החלופות

הטמנת פסולת מעורבת גורמת נזק סביבתי כבד ומהווה שימוש בלתי מושכל במשאבי הטבע. החלופה העדיפה היא שימור משאבים בדרך של החזרתם לטבע או לשימוש האדם. בבואנו לבחון את המאזן הסביבתי של חלופות הפרדה לשני זרמים לעומת המצב הקיים, ניתן להבחין כבר במבט ראשון ביתרון משמעותי לחלופות שני הזרמים ולו מהסיבה הפשוטה שבתרחיש זה אנו מפחיתים את ההטמנה המעורבת לכ-5% ומגדילים את אחוזי המחזור מקרוב ל-1% לכדי 44% מהפסולת.

כדי להבהיר את התמונה יותר בחנו גם את היבט גזי החממה הנפלטים בתהליך. יש להדגיש שמאזן סביבתי שלם צריך לכלול את כל מחזור החיים של התהליך. ניתוח כזה נערך ע"י האיחוד האירופי ומצא כי ישנה עדיפות ברורה לקומפוסטציה ומחזור החומרים היבשים על פני הטמנה.

במסגרת זו לא ערכנו ניתוח מחזור חיים של החלופות השונות אולם יש בידנו מספיק נתונים על מנת להצביע על הכיוון הרצוי. מכיוון שרוב פליטות גזי החממה הקשורים בטיפול בפסולת מקורם בתהליך התסיסה האנארובית של הפסולת האורגנית, ניתן לזהות יתרון ברור להפרדת הפסולת לשני זרמים וזאת על בסיס מניעת הטמנה בלבד. כלומר מבלי לכלול יתרונות נוספים כגון השבת המרכיבים היבשים למעגל

הייצור, ייצוב קרקעות ומניעת סחף ע"י קומפוסט ועוד. כנגד חלופת ההפרדה במקור ניתן למנות את התוספת לפינויים במערך הפנים ישובי כתוצאה מפינוי הזרם הרטוב, תוספת זו היא זניחה ביחס לחישוב גזי החממה.

טבלה 10: הטיפול בפסולת בחלופות השונות

קומפוסטציה	מחזור יבשים	הטמנה מעורבת	הטמנה יבשה	
0%	1%	99%	0%	מצב קיים
43%	1%	4%	52%	שני זרמים

טבלה 11: מאזן סביבתי של הפרדת הפסולת לשני זרמים לעומת המצב הקיים

שני זרמים	מצב קיים	
43%	1%	אחוזי מיחזור
654	15	מניעת הטמנה (טון /שנה)
817	19	חסכון בגזי חממה מהטמנה (טון פד"ח ש"ע)
0.06	-	תוספת גזי חממה משינוע (טון פד"ח ש"ע)
798	-	מאזן חלקי של החסכון בגזי חממה (טון פד"ח ש"ע)
4.2	-	ייצור דשן אורגני (טון /שנה)

מבחינת סביבתית המאזן נוטה בבירור לטובת הפרדת הפסולת במקור לשני זרמים, שבשנה אחת יכולים למנוע את הטמנתם של 654 טון פסולת מעורבת, לחסוך כ-800 טון גזי חממה ולייצר כ-4 טון דשן אורגני איכותי שיחליף דשנים כימיים. מבחינת גזי חממה יש לציין שגם הפסולת שתוטמן לאחר הפרדת הפסולת האורגנית תהיה ברובה פסולת יבשה ולכן פליטות גזי החממה מהטמנתה יהיו נמוכות יותר. לנתונים אלו יש להוסיף את הערך של השבת משאבים למעגל הייצור. בעתיד הפסולת היבשה שתועבר לתאנים תוכל לעבור מיון והפרדה לחומרים שונים שיועברו למחזור. חומרים כגון פלסטיק, מתכת ונייר יחליפו חומרי גלם שמקורם בכריית מחצבים וכריתת יערות ובכך יחסכו את באנרגיה ויסייעו לשמור על בתי גידול לבע"ח שונים. בנוסף, להפרדת הפסולת האורגנית מהמרכיבים היבשים ישנו ערך חינוכי ותודעתי שסייע בהפחתת הפסולת במקור וביצירת מסגרת קהילתית לפעולות סביבתיות נוספות.

6. סיכום

ניהול מושכל ובר קיימא של הפסולת הוא המורשת שאנו מעוניינים להשאיר לדורות הבאים, והפרדה במקור לשני זרמים היא החלופה המתאימה ביותר למימוש. ניתוח זה מביא את המשמעות הכלכלית של החלופה ומפרט כיצד ניתן ליישמה.

הניתוח הסביבתי מצביע על עדיפות ברורה לחלופות ההפרדה במקור של הפסולת שיעור המחזור צפוי להגיע ל-44% מהפסולת. גם מבחינה כלכלית ישנה כדאיות ברורה להפרדת הפסולת לשני זרמים. יש לציין שטיפול בשזרים היא אפשרות שנבדקה על פי הערכות ולא על בסיס הצעה של האתר עצמו. בניתוח הרגישות נמצא שגם כאשר עלות הטיפול באתר מגיעה ל-80 ₪/טון ישנה כדאיות כלכלית. לפיכך, המלצתנו היא ליישם את מהלך הפרדת הפסולת לשני זרמים בכל המועצה.

7. יישום והטמעה

המיזם הוא יחסית פשוט לביצוע, ולכן במועצה מקומית קטנה כמטולה ניתן יהי לגשת ליישום כבר במהלך 2010.

חשוב לציין שיישום מהלך של הפרדה במקור דורש תכנון פרטני ובקרה שוטפת. שלבי התכנון, ההצטיידות, ושינוי מערך התפעול עשויים לארוך זמן ולכן כדאי להתחיל במלאכת התכנון מוקדם ככל האפשר. אנו מציעים להיכנס למהלך בשלבים.

שלב א'

- א. החלטת המועצה על אימוץ המתווה של הפרדת הפסולת במקור לשני זרמים.
- ב. חיבור קבלן הפינוי לעניין ובחינת אפשרויות פינוי של הזרם הרטוב.
- ג. התקשרות עם אתר שזרים לקליטת הפסולת האורגנית.
- ד. תכנון מפורט של מערכי התפעול, ההסברה והרכש וקביעת לוחות זמנים לביצוע.
- ה. התקשרות עם גורמים חיצוניים נוספים - ספקי כלי אצירה, הסברה וכו'.

לוח זמנים : מאי 2010

שלב ב'

- א. הצטיידות בכלי אצירה וציוד לפינוי.
- ב. הפעלת התכנית החינוכית במוסדות הלימוד.
- ג. תחילת יישום ומעבר ל"מיחזור מלא של כל הפסולת האורגנית" בתחום המועצה.

לוח זמנים : דצמבר 2010

נספח: הנחות העבודה

1. העלויות כוללות מע"מ
2. עלויות ציוד מהוונות ל-7 שנים, 7% מחיר ההון
3. לא נלקחו בחשבון עלויות תכנון וליווי המהלך
4. מחירי כלי אצירה על פי מחירי חברת דולב
5. לא נלקחו בחשבון רווחים ממכירת הקומפוסט בדגם הקומפוסט היישובי או ערך הקומפוסט לתושב בדגמי הקומפוסטרים
6. עלויות הפינוי הפנים עירוני גדלות ב-1.8% בשנה
7. היטל ההטמנה חושב לאחר הוספת מע"מ והצמדה
8. משקל נפחי של הפסולת המעורבת 60 ק"ג / מ"ק
9. הסיוע מקרן הניקיון להצטיידות הינו בשיעור של 70% מעלות ההשקעה
10. הסיוע מקרן הניקיון להסברה הינו בשיעור של 70% מהעלויות
11. לא נלקח בחשבון סיוע לאתרי קומפוסטציה יישוביים.