



הפרדת פסולת במקור לשני זרמים

בדיקת היתכנות

עבור מועצה מקומית שוהם

אגף איכות הסביבה

ניסן תש"ע אפריל 2010

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.

תוכן עניינים :

4.....	רקע1
6.....	המצב הקיים2
7.....	חלופת הפרדה במקור3
13.....	ניתוח כלכלי של החלופות4
16.....	ניתוח סביבתי של החלופות5
18.....	סיכום6
18.....	ישום והטמעה7
20.....	נספח : הנחות העבודה8

תקציר

עבודה זו הנה פרי שיתוף פעולה בין מועצה מקומית שוהם ועמותת אדם טבע ודין.

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

על פי התכנון הפסולת הנותרת (היבשה) תמשיך להיאסף בפח האשפה הרגיל ותישלח בטווח הקצר להטמנה של שאריות מיון ובהמשך למיון שניוני. במערך האצירה והפינוי הפנים עירוני של הזרם היבש יידרשו מספר שינויים כמפורט בהמשך.

בדקנו את החלופות השונות הן בהיבט הסביבתי והן בהיבט הכלכלי והגענו לממצאים הבאים:

- ישנה עדיפות סביבתית ברורה להפרדת הפסולת לשני זרמים: יבש ורטוב.
- ניתן להגיע לכדאיות כלכלית בהפרדת הפסולת לשני זרמים.

שיעור המיחזור	עלות (₪ / טון)			2013
	עלות כוללת	חוץ עירוני	פנים עירוני	
6%	430	199	231	מצב קיים
64%	425	112	313	שני זרמים
58%	5	87	-82	חסכון

בהתייחס לשנת 2011, עת יגיע היטל ההטמנה לשיעור המרבי, חלופת ההפרדה במקור לשני זרמים כדאית כלכלית וזולה מהחלופה הנוכחית בכ-5 ₪ / טון.

היתרונות הסביבתיים של ההפרדה במקור ברורים אף הם:

- שיעור המיחזור יעמוד על 64%, פי עשרה משיעור המיחזור הנוכחי.
- חסכון בפליטת גזי חממה ממשק הפסולת העירוני בשיעור של כ-3,700 טון לשנה.

עת לעשות ויפה שעה אחת קודם

1. רקע

תושבי שוהם מייצרים פסולת באופן יום-יומי כחלק משגרת חייהם. מן הרגע שבו התושב מפנה את הפסולת לפח האשפה, הטיפול בה עובר לאחריותה של המועצה. טיפול בפסולת הוא למעשה אחד התחומים שבהם למועצה יש השפעה ישירה הן על הסביבה שבה התושבים חיים והן על איכות הסביבה במובנה הרחב: פליטת גזי חממה, שימור משאבי קרקע וזיהומים סביבתיים.

בשנים האחרונות נכנסו מספר כלי מדיניות ששינו את משק הפסולת. הראשון שבהם הוא היטל ההטמנה שיחד עם צמצום שטחי המטמנות מובילים להתייקרות ההטמנה. היטל ההטמנה גם נותן תמריץ חיובי להרחבת המיחזור באמצעות הסיוע מכספי ההיטל המופקדים בקרן הניקיון. מעבר לכך, נכנסו ועומדים להיכנס לתוקפם מספר חוקים לזרמי פסולת ייעודיים כגון חוק הפקדון, חוק מיחזור צמיגים וחוק האריות שעבר בקריאה ראשונה ואושר ע"י הממשלה.

זאת בנוסף למדיניות מוצהרת של המשרד להגנת הסביבה הדוגלת במעבר ממשק של הטמנה למשק של מיחזור בדגש על הפרדת פסולת במקור.

מבחינת הרשות נוצר מצב חדש שבו כר נרחב לפעולה הכולל כלים ותמריצים כלכליים למניעת הטמנה והרחבת המיחזור. הצעד החשוב והחיוני להשגת יעד זה הוא הפרדת הפסולת במקור לשני זרמים: יבש ורטוב.

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.

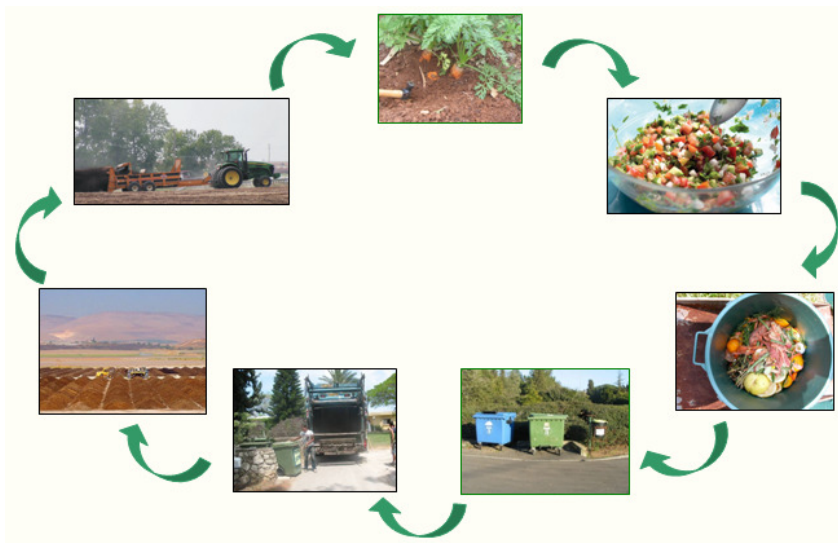
שוהם נבחרה כאחת הרשויות שבהן אנו מבצעים את בדיקת ההיתכנות בתקווה שתשכיל לקחת על עצמה את האתגר ולהיות אחת מהרשויות הראשונות בישראל שמיישמת הלכה למעשה הפרדה במקור של פסולת ביתית לשני זרמים.

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 זה. החומרים המרכזיים שעוברים מחזור (נייר, פלסטיק, קרטון) מהווים רק כ- 37% מכלל הפסולת. מכיוון שהאיסוף של מרכיבים אלו נמוך מ- 30%, לא ניתן להגיע ל-25% מיחזור. 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 חלופת ההפרדה במקור אל מול המצב הקיים. העבודה בוחנת הן את היבט הסביבתי והן את ההיבט 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).

הבדיקה בוחנת שני שלבים מרכזיים של הטיפול בפסולת:

המערך הפנים עירוני- השלב שכולל את כל התהליך שהפסולת עוברת מרגע היוצרותה בבית התושב ועד לתחנת המעבר.

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

לבסוף מוצגת תמונה משולבת של שני המערכים.

1.4 בסיס הנתונים והנחות העבודה

הניתוח הכלכלי מבוסס על נתוני הפסולת של שוהם כפי שנתקבלו מאגף איכה"ס במועצה. 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.

2. המצב הקיים

2.1 נתונים כלליים

בשוהם מתגוררים כ-19,000 תושבים המייצרים כ-5,400 טון פסולת ביתית² בשנה. התושבים מפרידים חלק מהחומרים היבשים שנאספים במוקדי מיחזור עירוניים, במוסדות החינוך ובקרנות הרחוב (להלן: "מוקדי מיחזור"). סך המחזור במוקדי מחזור עירוניים הוא כ-340 טון בשנה שהם כ-6% הפסולת הביתית. שאר הפסולת, 5,000 טון בקירוב, מועברת לתחנת מעבר חירייה ומשם להטמנה בדרום הארץ.

טבלה 1: כמויות פסולת ביתית בשוהם בשנת 2009

חודשי	שנתי	
בטונות	בטונות	
446	5,357	פסולת נוצרת ביתית
28	337	פסולת ממוחזרת במוקדי מיחזור
418	5,020	פסולת שמפונה ומגיעה לתחת מעבר
418	5,020	פסולת מוטמנת

2.2 המערך הפנים עירוני

המערך הפנים עירוני מתחיל בבית התושב שמפנה את כל הפסולת לכלי אצירה אחד ("פח-הסף"). מערך כלי האצירה מורכב מעגלות אשפה בנפח 240 ליטר לבתים צמודי קרקע, עגלות אשפה בנפח 1100 ליטר לבניינים רבי קומות ופחים טמוני קרקע בנפח 6000 ליטר הפרוסים ברחובות. נפח האצירה הממוצע למשק בית הוא **190 ליטר**. כל תושב בשוהם מייצר כ-0.77 ק"ג פסולת ליום.

טבלה 2: מערך כלי האצירה הקיים

¹ הרכב הפסולת הביתית, סקר ארצי, חברת שלדג דצמבר 2005.
² המושג "פסולת ביתית" אינו כולל גזם, פסולת גושית ופסולת תעשייתית

תדירות פינוי (מס' פעמים בשבוע)	נפח כולל (ליטר)	מספר כלי האצירה	נפח כלי האצירה (ליטר)	
2	432,000	1,800	240	עגלות אשפה
3	385,000	350	1,100	עגלות אשפה
1.5	78,000	13	6,000	טמוני קרקע

משק בית מייצר בממוצע כ-20.5 ק"ג פסולת בנפח של כ-340 ליטר לשבוע (מבלי לכלול את הפסולת הממוחזרת במוקדי המחזור). הפחים בבתים צמודי הקרקע מפונים בתדירות של פעמיים בשבוע ובבניינים בתדירות של שלוש פעמים בשבוע. הפסולת מפונה לתחנת המעבר חירייה בעלות שנתית המסתכמת בכ-1.08 מיליון ₪, כלומר כ-215 ₪/טון³.

2.3 המקטע החוץ עירוני

בתחנת המעבר הפסולת למעשה עוברת שטעון בלבד, כלומר פריקה, טעינה ושינוע להטמנה. מתחנת המעבר הפסולת משונעת לאתרי הטמנה בדרום. עלות הקליטה בתחנת המעבר היא 160 ₪/טון כולל היטל הטמנה. ההיטל בשנת 2009 עמד על כ-37 ₪/טון⁴.

3. חלופת הפרדה במקור

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, אורגנים ושאינם אורגנים. רוב הזרם היבש מורכב מאריזות ומוצרי צריכה. הוא מכיל פלסטיק, מתכות, זכוכית, בד, נייר, קרטון ועוד.

ההפרדה מתבצעת על ידי התושבים בבתים כאשר בכל בית מוצבים שני כלי אצירה: לזרם הרטוב ולזרם היבש. הזרם הרטוב נאסף ומשונע לאתרים שבהם יעובד לדשן או להפקת אנרגיה מביוגז ואילו הזרם היבש נשלח למיון נוסף ולמייחזור המרכיבים השונים.

³ איסוף ופינוי בלבד ללא עלות תחנת המעבר
⁴ כולל מע"מ והצמדה

3.2 פתרונות קצה וישום פסולת אורגנית בקרקע

לגבי החומר האורגני ישנן שתי שיטות טיפול מועדפות: עיכול אנאירובי וקומפוסטציה.



מתקן עיכול אנאירובי בעמק חפר

בעיכול אנאירובי, המרכיבים האורגניים שבפסולת מתפרקים על ידי מיקרואורגניזמים בתהליך תסיסה אנאירובי שתוצריו הם מי קולחין, בוצה וביו-גז. את מי הקולחין ניתן להשיב לקרקע לאחר טיפול, הבוצה יכולה לשמש כדשן איכותי ומהביו-גז ניתן להפיק אנרגיה.



מתקן קומפוסטציה בשדה אליהו

קומפוסטציה היא תהליך פרוק החומר האורגני על ידי מיקרואורגניזמים, בנוכחות חמצן ומים. התוצר המתקבל הינו דשן אורגני (קומפוסט). קומפוסט מחומר אורגני מופרד במקור יכול להימכר כמוצר איכותי במחיר גבוה.

התשתית הקיימת לטיפול בפסולת האורגנית איננה מספקת, אולם כבר היום קיימים מספר מתקנים המטפלים בפסולת אורגנית ביתית ויכולו לשמש את חלוצי ההפרדה במקור.

ישום הפסולת האורגנית בקרקע היא 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. מצד יצרני הקומפוסט עלתה דרישה לחומר אורגני מופרד במקור אשר יש לו עדיפות ברורה על פסולת מעורבת הן מבחינה כלכלית והן מבחינת תהליך הייצור ואיכות הקומפוסט. גם המשרד להגנת הסביבה קבע שמתקני קומפוסטציה שיוקמו בעתיד יוכלו לטפל רק בפסולת אורגנית ביתית שהופרדה במקור.

3.3 נתונים כלליים

חלופת ההפרדה במקור בשוהם נבחנה על בסיס נתוני 2009 בהתאמה לשינויים הצפויים בשנת 2011.

בחנחה שגידול האוכלוסייה בשוהם הוא כ-1.5% בשנה, בשנת 2011 יתגוררו בשוהם כ-19,500 תושבים שייצרו כ-5,500 טון פסולת ביתית. המחזור במוקדי המחזור ממשך באותה מתכונת, שבה כ-350 טון ממוחזרים. התושבים מפרידים את שאר הפסולת, 5,170 טון בקירוב, לשני זרמים: יבש ורטוב.

טבלה 1: נתוני הפסולת הביתית בשוהם בתרחיש הפרדה במקור 2011 (על פי נתוני 2009)

אחוז מכלל הפסולת	חודשי	שנתי	
%	בטונות	בטונות	
100%	460	5,519	פסולת נוצרת ביתית
94%	431	5,172	פסולת מפונה
6%	29	347	פסולת ממוחזרת במוקדי מיחזור
38%	176	2,110	זרם רטוב
55%	255	3,062	זרם יבש
63%	290	3,482	סה"כ פסולת ממוחזרת
37%	170	2,037	סה"כ פסולת מוטמנת

לסיכום, **סך המחזור מגיע ל-63%** כאשר כ-37% מהפסולת משונעת להטמנה.

יש להדגיש שנתונים אלו הם תחת הנחה שכ-35% מהפסולת היבשה (כ-20% מכלל הפסולת) ממוחזרים בתחנת מעבר למיון שניוני. כיום לא מתבצע מיון שניוני בתחנת המעבר חירייה אולם באתר ההטמנה ברקת מתוכנן קו למיון שניוני ואף הוגשה בקשת סיוע מקרן הניקיון בעניין זה.

3.4 המערך הפנים עירוני

המערך הפנים עירוני 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 על ידי התושבים בתדירות של 5-8 פעמים בשבוע לפח אורגני חיצוני שנפחו כ-70 ליטר לבית אב. מערך כלי האצירה לזרם הרטוב יתבסס על רכישת כלי אצירה חדשים. יירכשו פחים בנפח 70 ליטר לבתים צמודי קרקע ועגלות אשפה בנפח 240 ליטר לבניינים רבי קומות (פח לכל 7 יחידות דיור על פי מפתח החלוקה של פחי ה-1100 ליטר הקיימים). במקומות בהם ישנם פחים טמוני קרקע יירכשו עגלות אשפה בנפח 1100 ליטר.

נפח האצירה הממוצע לזרם הרטוב לבית אב יעמוד על 75 ליטר שיפונה בתדירות של פעם בשבוע בחורף ופעמיים בשבוע בקיץ (בממוצע 1.5 פעמים בשבוע). נפח האצירה זה מספק ואף משאיר מרווח ביטחון גדול ביחס לנפח הפסולת הממוצע המיוצר ע"י משק בית בשבוע (20-35 ליטר). מבחינת תדירות הפינויים, פינוי במתכונת של פעם בשבוע מתבצע במספר ישובים ללא תקלות או מטרדי ריח כך שפינוי של פעם בשבוע בחורף ופעמיים בקיץ הינו מספיק לדעתנו ויכול לעמוד בדרישות התברואתיות.

טבלה 3: מערך כלי האצירה לזרם הרטוב

עלות פינוי שנתית (₪)	נפח ממוצע למשק בית בכל פינוי (ליטר)	נפח פסולת שבועי למשק בית (ליטר)	תדירות פינוי (בשבוע)	נפח כולל (מ"ק)	מספר כלי האצירה	נפח כלי האצירה (ליטר)	סוג
280,800	22	34	1.5	126	1,800	70	סוג 1
78,215	22	34	1.5	84	350	240	סוג 2
8,574	22	34	1.5	14	13	1,100	סוג 3
367,589				224	2,163	310	סה"כ

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 חיצוני בדומה למצב הקיים. המצב שבו הפסולת היבשה מופרדת מהפסולת האורגנית הרקבובית מאפשר הקטנת תדירות הפינויים בגלל שהאפשרות למטרדי ריח קטנה. לפיכך ניתן לייצל את מערך הפינוי ע"י הצטיידות נוספת והקטנת תדירות הפינויים. בבתים צמודי הקרקע, המצב יישאר במתכונת הנוכחית משום שלא כדאי להחליף כמות כה גדולה של פחים. לעומת זאת, בבניינים רבי קומות ניתן להוסיף עגלת אשפה בנפח 240 ליטר על כל עגלת אשפה של 1100. הנפח הממוצע ליחידת דיור יהיה כ-195 ליטר. הגדלה זו של נפח האצירה תאפשר להוריד את תדירות הפינוי לפעמיים בשבוע כאשר נפח הפסולת היבשה המיוצרת על ידי משק בית מוערכת בכ-300 ליטר. כלומר קיים מרווח ביטחון גדול שיספיק גם לימי שיא.

טבלה 4: מצבת כלי האצירה לזרם היבש

עלות שנתית (₪)	תדירות פינוי (בשבוע)	נפח כולל (מ"ק)	מספר כלי האצירה	נפח כלי האצירה (ליטר)	סוג
536,328	2	432	1800	240	סוג 1
307,798	2	385	350	1,100	סוג 2
104,286	2	84	350	240	סוג 3
73,008	1.0	105.3	17.55	6,000	סוג 4
1,021,420		922	2163		סה"כ

בסיכום כולל אנחנו מגיעים לנפח אצירה של כ-225 מ"ק לזרם הרטוב וכ-922 מ"ק לזרם היבש.

3.4.1 הצטיידות

המעבר לפינוי של שני זרמים יוביל בהכרח להגדלת מערך האצירה. ההצטיידות נתמכת ע"י הקרן לשמירת הניקיון עד 70% מעלות המימון. בהסתמך על הסיוע מקרן הניקיון ובעלות הון של 5.5% על הלוואה ל-7 שנים סך עלויות ההצטיידות לרשות מסתכמות בכ-37,000 ₪ לשנה.

3.4.2 אחזקה

עלויות האחזקה של כלי האצירה כוללות תיקונים, בלאי וניקיון. עלות זו נכללה בעלויות הפינני כחלק מעבודת הקבלן המפנה.

3.4.3 הטמעה

מובן לכל, שהמעבר להפרדת פסולת לשני זרמים יחייב גם מערכי הסברה, הדרכה ופרסום שילוו את המהלך לכל אורכו. מערך ההסברה יכלול פעולות בבתי הספר ובגני הילדים, פעולות שכונתיות, אירועים מיוחדים וגם פרסום ברדיו ובאמצעי התקשורת המקומיים. בהינתן סיוע של 70% מהמשרד להגנת הסביבה הערכנו את העלות השנתית למערך ההסברה בכ- 107,000 ₪ בשנה הראשונה וכ- 37,000 בשנים שלאחר מכן.

3.4.4 פינני פנים עירוני

חישוב העלויות למערך הפנים עירוני מתבסס על העלות לפינני ממוצע במערך הקיים כאשר מביאים בחשבון גם את העלות הנוספת עבור פינני של פחי ה-240 ליטר במקטע היבש ושל כל כלי האצירה בזרם הרטוב. בסה"כ מסתכמות עלויות הפינני בכ- 1,390,000 ₪ /שנה לעומת כ- 1,080,000 ₪ במצב הקיים. זוהי תוספת של כ-29% לעלות הפינניים. יש לציין שהמעבר להפרדת הפסולת היבשה מאפשר הקטנת תדירות הפינניים בבתי רבי קומות שמייעל להפחתת העלויות. אחד הגורמים המשפיעים על עלות הפינני הוא המרחק מהישוב לתחנת המעבר. **במידה והפסולת תישלח לתחנת המעבר באתר ברקת, כפי שיפורט בהמשך, ניתן לחסוך כ-70,000 ₪ בעלויות הפינני השנתיות.**

3.4.5 סיכום עלויות המערך הפנים עירוני

עלות המערך הפנים עירוני מסתכמת בכ- 1,460,000 ₪ בשנה שהם כ-292 ₪/טון. עלות זו כוללת את עלויות הפינני, ההצטיידות וההסברה.

3.5 המקטע החוץ עירוני

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 85% כלומר בסיכום כולל יתקבלו בזרם הרטוב 41% מכלל הפסולת ובזרם היבש 59% מכלל הפסולת. בשני הזרמים יישאר אחוז קטן של מרכיבים שאינם מתאימים. הזרם הרטוב יועבר ישירות לאתר ההטמנה ברקת, שם הוא יועבר למשאיות כבדות וישונע לאתר הקומפוסטציה דלילה שליד כפר מנחם. המקטע היבש ישונע לאתר ההטמנה ברקת כאשר בטווח הקצר (3-2 שנים הקרובות) הוא יוטמן כפסולת שאריות מיון בהיטל הטמנה מופחת ואילו בטווח הבינוני (5-3 שנים) הוא יעבור מיון שניוני שבו יופרדו הרכיבים בני המחזור וישלחו למפעלי מיחזור בהתאם.

בתרחיש הפרדה במקור המקטע החוץ עירוני מורכב ממספר שלבים:

יבש		רטוב	
טווח בינוני	טווח קצר	טווח בינוני	טווח קצר
קליטה באתר ברקת	קליטה באתר ברקת	קליטה באתר ברקת	קליטה באתר ברקת
מיון שניוני	הטמנה כפסולת שאריות מיון	טיפול קדם בחומר האורגני	שינוע לאתר קומפוסט דלילה
שינוע מרכיבי בני מחזור למפעלי מחזור		שינוע לאתר לטיפול בפסולת אורגנית	טיפול קדם בחומר האורגני
הטמנת שאריות המיון		הטמנת שאריות מיון	קומפוסטציה
		קומפוסטציה/ עיכול אנארובי	הטמנת שאריות מיון

להלן אופן הטיפול בפסולת כפי שהוא מתבטא בתרחיש שני הזרמים.

טבלה 5: מאזן מיחזור והטמנה בחלופת הפרדה במקור

הטמנה יבשה	הטמנה מעורבת	מחזור יבשים	קומפוסטציה
34%	2%	26%	38%

* יש לציין שחישוב זה כולל גם את הפסולת שממוחזרת במוקדי המיחזור במועצה.

בסיכום כולל, שיעור המיחזור מגיע ל-64% (כולל מוקדי מיחזור עירוניים), פי עשר מהמצב הקיים, כאשר רק 2% מהפסולת מוטמנים בהטמנה מעורבת בהשוואה לכ-95% במצב הקיים. נתון זה שהוא כמובן הישג סביבתי מרשים, הוא גם המפתח לחסכון בעלויות, בהתחשב במחירי ההטמנה.

עלויות

בעוד שבמצב הקיים רוב הפסולת משונעת להטמנה מעורבת במחיר שקרוב ל-200 ₪ / טון (בשנת 2013), בתרחיש הפרדה לשני זרמים רק 2% מהפסולת עוברת להטמנה מעורבת וסך העלות למקטע החוץ עירוני מסתכמת ב-112 ₪/טון בשנת 2013.

3.6 שלב ההרצה

מיזם להפרדת פסולת במקור הוא מהלך מורכב שדורש הכנה ולימוד הדרגתי מכיוון שמדובר בשינוי הרגלים של התושבים, שינויים תפעוליים הדורשים הערכות מצד הרשות ושינוי בהתקשרות החוזית עם גורמים חיצוניים. לפיכך מומלץ לגשת לעניין בשלבים. השלב החשוב ביותר הוא שלב א'- שלב ההרצה. בשלב זה ייבחרו מספר שכונות שיתחילו להפריד פסולת לשני זרמים. היקף המיזם בשלב זה צריך להיות גדול מספיק כדי לאפשר למידה ותפעול בקנה מידה גדול, כלומר לכל הפחות כמות פסולת שתמלא משאית דחס של 18 טון משקל כולל בכל פינוי (כ-8 טון משקל פינוי). משקל זה מחייב סדר גודל של לפחות 1500 בתי אב. כדאי מאוד שהמיזם יכלול גם בניינים רבי קומות וגם בתים צמודי קרקע ובנוסף עסקים ומוסדות ציבור שלהם יש תפקיד חשוב בפרסום המהלך ובקידום המודעות לנושא. שלב ההרצה הוא השלב שבו יש לערוך את התכנון המפורט לכלל המועצה ולהכין את התשתית הארגונית המתאימה בתוך הרשות. משך שלב ההרצה תלוי בקצב ההתקדמות אולם זמן סביר לשלב זה הוא 12 חודשים משום שכך ניתן לבחון את המהלך לאורך זמן, בתנאי מזג אוויר שונים וכו'. עם זאת, ניתן תוך כדי השנה להרחיב את המהלך בהדרגה למשקי בית נוספים.

המעקב והבקרה בשלב זה חשובים ביותר וצריכים לכלול מדידות ישירות של שני הזרמים הן בכלי האצירה והן במערך החוץ עירוני, סקר שביעות רצון של התושבים ועוד. יש להיערך גם להשקעה כספית גבוהה יותר בשנה הראשונה. ההשקעה כוללת עלויות תכנון מפורט, הצטיידות, והטמעה. ייתכן גם שהעלויות במקטע החוץ עירוני יהיו גבוהות יותר משום שתידרש התקשרות מיוחדת עם קבלני הפינוי ועם מתקני הקצה שיעבדו בקנה מידה קטן יחסית. מבחינה כלכלית, עלות התכנון והעלויות הנוספות להטמעה בשלב ההרצה נזקפו לשנה הראשונה בלבד.

תכנון

יש לערוך תכנון מפורט למערך הפרדת פסולת לשני זרמים במועצה. התכנון יכלול את המרכיבים הבאים: סקר הרכב הפסולת במצב הקיים, תכנון פרטני של מיקום כלי האצירה, תכנון סבבי פינוי, תכנון חלופת טיפול לכל אחד מהזרמים, התקשרות עם קבלן הפינוי ומתקני הקצה, מערך ההטמעה, הצטיידות, אכיפה, טיפול בבעיות ובמפגעים, התקדמות המיזם על פי שלבים ולוחות זמנים לביצוע. עלות התכנון המפורט למערך הפרדת פסולת לשני זרמים במועצה מוערכת בכ- 70,000 ₪. ניתן לקבל 65% מימון מקרן הניקיון, כך שבסה"כ מדובר בכ- 25,000 ₪.

הטמעה

בשלב ההרצה דרוש מאמץ גדול מאד בתחום החינוך, ההסברה וההדרכה משום שהצלחת המיזם תלויה בשיתוף הפעולה של התושבים שלרובם הנושא חדש לגמרי. לכן תידרש כאן השקעה גבוהה יותר שתכלול יותר שעות הסברה "פנים אל פנים", יותר פעילות חינוכית וקהילתית ויותר פרסום באמצעי התקשורת ובאינטרנט. סך ההשקעה הנוספת בשנה הראשונה מוערכת בכ- 70,000 ₪.

עלות כוללת לשלב ההרצה

סך העלות הנוספת לשלב ההרצה (השנה הראשונה למיזם) עומדת על כ- 100,000 ₪ שהם כ- 18 ₪/טון.

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, אנו מרגישים ביטחון לאמר שישנה היתכנות כלכלית לחלופת הפרדה במקור.

הניתוח הכלכלי מבוסס על נתוני העלות השנתית לטיפול בפסולת כפי שהם נמסרו לנו מאגף איכות הסביבה במועצה בהתייחס לשנת 2009. מנתונים אלו גזרנו את המשמעות הכלכלית של מעבר לחלופת הפרדה במקור.

המפתח לכדאיות הכלכלית נעוץ באיזון שבין החיסכון מהפחתת הטמנה לבין התוספת לעלות הפינויים במקטע הפנים עירוני. הצורך לפנות שני זרמי פסולת כרוך בד"כ בתוספת עלות כלשהי למערך הפנים עירוני. התוספת נובעת מהוספת פינויים לזרם הרטוב, הצטיידות והסברה. מנגד ניתן להוריד את מספר הפינויים הדרוש למקטע היבש בגלל הקטנת מטרדי הריח שהוא עלול ליצור והקטנת נפחו. על ההצטיידות וההסברה ניתן לקבל סיוע מקרן הניקיון.

התכנון שלנו משאיר על כנו את הפינוי למקטע היבש בצמודי קרקע ואילו ברבי הקומות אנו מוסיפים נפח אצירה ומורידים את תדירות הפינויים משלוש פעמים בשבוע לפעמיים בשבוע.

תכנון זה מביא אותנו לתוספת עלות של כ-28% למערך הפנים עירוני, לפני הוספת מרכיבי ההצטיידות וההסברה. מבחינת ההצטיידות בכלי אצירה ההצטיידות מבוססת על המערך הקיים, כך שלמעשה אנו נצמדים לתכנון הפרטני המקורי שמתאים למצב בשטח ומוסיפים לפיו כלי אצירה נוספים. כך למשל, בבניין שבו קיים כיום פח בנפח 1100 ליטר הוספנו פח של 240 ליטר למקטע היבש, כך שהחלפה כזו אכן תתאים למבנה ולצרכי משק הבית. ההצטיידות כשלעצמה כרוכה בעלויות גבוהות אולם אלו עלויות מכוסות בחלקן ע"י סיוע מקרן הניקיון והן פרוסות על 7 שנים.

הערכת עלות הפיננסיים מתבססת על תוספת מספר הפיננסיים הדרושה בתרחיש של הפרדה במקור. במציאות המחיר נקבע במו"מ עם קבלן הפיננסי ולכן קשה להעריכו. אנו הערכנו את העלות הנוספת לפינוי על פי העלות הקיימת לפינוי של כלי האצירה השונים (נתונים שקיבלנו מהמועצה).

חלק מהתוספת לעלויות במקטע הפנים עירוני מכוסה ע"י החיסכון בעלויות המערך החוץ עירוני שמביא את המהלך כולו לאיזון מבחינה כלכלית. העלויות והנחות העבודה מבוססות, ברובן, על העלויות במצב הקיים כדי שניתן יהיה להשוות בין החלופות השונות.

בסיכומו של דבר ישנה כדאיות כלכלית לחלופת הפרדה במקור, כאשר העלות זולה ב-5 מ"טון לעומת המשך התנהלות במתכונת הנוכחית.

טבלה 6: סיכום העלויות

עלות שנתית (6200 טון)			עלות (ש"ח / טון)			2013
עלות כוללת	חוץ עירוני	פנים עירוני	עלות כוללת	חוץ עירוני	פנים עירוני	
2,292,824	1,062,789	1,230,035	430	199	231	מצב קיים
2,266,025	597,876	1,668,149	425	112	313	שני זרמים
26,800	464,914	-438,114	5	87	-82	חסכון

סיכום זה מייצג את מבנה העלויות השוטפות בשנת 2013.

יש לקחת בחשבון שבשנה הראשונה למיזם (2011) תידרש השקעה נוספת בסך כ-100,000 ₪. השקעה זו ניתנת להחזיר תוך 3 שנים (סוף שנת 2014) כתוצאה מחיסכון כולל בטיפול בפסולת.

4.1 ניתוחי רגישות

תוצאות הבדיקה הכלכלית חושבו על פי נתוני הפסולת של הרשות, מחירי השוק והנחות עבודה שמשאריות מרווח ביטחון תפעולי. עם זאת, לגבי חלק מהנתונים ישנה אי ודאות מסוימת. על מנת למתן את אי הודאות ולאפשר לרשות לקבל החלטה מושכלת ביצעו ניתוחי רגישות למספר משתנים שלדעתנו הם הנתונים שחשוב להבין את משמעות שינויים.

4.1.1 החיסכון בעלויות הטיפול בפסולת כתלות בתדירות הפינוי של הזרם הרטוב ומחיר קליטת פסולת יבשה.

2	1.5	1	0.5	תדירות רטוב
				עלות
				קליטת פסולת יבשה
5	31	57	83	35
2	28	54	80	40
-1	25	51	77	45
-4	22	48	74	50
-7	19	45	71	55
-9	17	43	69	60
-12	14	40	66	65
-15	11	37	63	70
-18	8	34	60	75
-21	5	31	57	80
-24	2	28	54	85
-27	-1	25	51	90
-30	-4	22	48	95
-33	-7	19	45	100
-36	-10	16	42	105
-38	-12	14	40	110
-41	-15	11	37	115
-44	-18	8	34	120
-47	-21	5	31	125
-50	-24	2	28	130

הניתוח מלמד כי במחיר כניסה של 80 ₪ /טון לתחנת המעבר לפסולת יבשה (הנחת המוצא), חלופת שני הזרמים הינה כדאית כאשר מפנים את הזרם הרטוב 1.5 פעמים בשבוע במוצע (פעם בחורף ופעמיים בקיץ). מעל לתדירות זו נדרשת עלות נוספת של כ-21 ₪ /טון ומתחת ואילו בתדירות של פעם בשבוע מושג חיסכון גדול יותר של 31 ₪ /טון. כאשר בוחנים את עלות הכניסה לתחנת מעבר, תחת הנחת המוצא של פינוי 1.5 פעמים בשבוע, ניתן להגיע לכדאיות כלכלית עד עלות של 85 ₪/טון. אנו מעריכים שתדירות פינוי של 1.5 פעמים בשבוע היא בהחלט הגיונית ועונה על כל הדרישות התברואתיות. לגבי עלות הקליטה לפסולת יבשה, מכיוון שאין עדיין תחנת מעבר שקולטת פסולת מופרדת במקור, אין כרגע מחיר שוק ידוע ולכן קשה לקבוע עלות. להערכתנו עלות ההטמנה לפסולת שאריות מיון (בהיטל מופחת) הינה בטווח של 40-80 ₪ / טון ועלות המיון בתחנת המעבר 30-50 ₪/טון.

4.1.2 החיסכון בעלויות הטיפול בפסולת כתלות בתדירות הפינוי של הזרם הרטוב ומחיר טיפול בפסולת אורגנית.

2	1.5	1	0.5	תדירות רטוב עלות טיפול באורגני
-3	23	49	75	35
-6	20	46	72	40
-8	18	44	70	45
-10	16	42	68	50
-12	14	40	66	55
-14	12	38	64	60
-17	9	35	61	65
-19	7	33	59	70
-21	5	31	57	75
-23	3	29	55	80
-25	1	27	53	85
-28	-2	24	50	90
-30	-4	22	48	95
-32	-6	20	46	100
-34	-8	18	44	105
-36	-10	16	42	110
-39	-13	13	39	115
-41	-15	11	37	120
-43	-17	9	35	125
-45	-19	7	33	130

מחיר הכניסה המוערך לאתר קומפוסטציה הוא 75 ₪/טון. במחיר זה, חלופת שני הזרמים הינה כדאית כאשר מפנים את הזרם הרטוב 1.5 פעמים בשבוע בממוצע (פעם בחורף ופעמיים בקיץ). עלות הקליטה באתר קומפוסטציה יכולה לעלות עד 85 ₪/טון והמהלך עדיין יהיה כדאי. על פי המידע שבידנו, 70-100 ₪/טון הוא טווח מחירים סביר לטיפול בפסולת אורגנית.

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 חלופת ההפרדה לשני זרמים לעומת המצב הקיים, ניתן להבחין כבר במבט ראשון ביתרון משמעותי לחלופת שני הזרמים ולו מהסיבה הפשוטה שבתרחיש זה אנו מפחיתים את ההטמנה של פסולת מעורבת ל-2% בלבד ומגדילים את אחוזי המחזור יותר מפי עשר לכדי 64%. 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 שתי החלופות 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 עירוני, תוספת זו נכללה בחישוב גזי החממה.

טבלה 7: מאזן סביבתי של חלופת ההפרדה במקור לעומת המצב הקיים

שני זרמים	מצב קיים	
64%	6%	אחוזי מיחזור
3,307	316	מניעת הטמנה (טון /שנה)
4,134	395	חסכון בגזי חממה מהטמנה (טון פד"ח ש"ע)
-5	-	תוספת גזי חממה משינוע (טון פד"ח ש"ע)
3,743	-	מאזן חלקי של החסכון בגזי חממה (טון פד"ח ש"ע)
410	-	ייצור דשן אורגני (טון / שנה)

בסיכומו של דבר, המאזן נוטה בבירור לטובת חלופת ההפרדה במקור, שבשנה אחת יכולה למנוע את הטמנתם של כ- 3,000 טון פסולת מעורבת, לחסוך כ-4,000 טון גזי חממה ובדרך לייצר כ-400 טון דשן אורגני איכותי שיחליף דשנים כימיים שמזיקים לסביבה.

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 מוכיח שהיא גם כדאית מבחינה כלכלית וניתן ליישמה בשהם.

הן הניתוח הסביבתי והן הניתוח הכלכלי מצביעים על עדיפות לחלופת ההפרדה במקור על פני המצב הקיים. במצב הקיים, שוהם משנעת את הפסולת למרחקים גדולים ומטמינה את רובה במטמנה מעורבת בעלות גבוהה שצפויה להמשיך ולעלות בעתיד. הפריסה של מערך כלי האצירה, כמויות הפסולת ומערך הפינוי כולו מאפשרים מעבר להפרדה של שני זרמים במקור ומיחזור 64% מהפסולת באופן שיטיב עם הסביבה ויפחית את עלויות ההטמנה.

חלופת ההפרדה במקור שהצגנו מתבססת על קומפוסטציה כפתרון לטיפול בפסולת האורגנית. מתוך שיטות הטיפול העומדות כיום בפני הרשות, זוהי החלופה היחידה שהוכיחה את עצמה והיא ישימה באופן מיידי.

7. ישום והטמעה

ישום מהלך של הפרדה במקור הוא מורכב ודורש תכנון פרטני ובקרה שוטפת. אנו מציעים להיכנס למהלך בשלבים, כאשר כל שלב משמש כמדרגה לשלב הבא.

שלב א'

- א. החלטת המועצה על אימוץ המתווה של הפרדה במקור
- ב. תכנון מפורט של חלופת הפרדה במקור בשכונה קטנה (כ-200 בניינים) ושינוע הפסולת למתקן קומפוסטציה קיים (דלילה או אחר).
- ג. ישום תכנית להפרדה במקור בשכונה קטנה.
- ד. תכנון כללי של הפרדה במקור במועצה כולה.
- ה. תחילת תיאומים עם אתר ברקת לקראת קליטת פסולת מופרת במקור.
- ו. התחלת תכנון מתקן טיפול אזורי לפסולת האורגנית בשיתוף רשויות נוספות באזור.

לוח זמנים: **ינואר 2011**

שלב ב'

- א. הפעלת תכנית ההפרדה במקור בשכונה קטנה.
- ב. לימוד ושכלול מערך ההפרדה במקור.
- ג. השלמת תכנון מפורט למערך הפרדה במקור בכל רחבי העיר.
- ד. תחילת הליך תכנוני וסטאטוטורי למתקן אזורי לטיפול בפסולת.

לוח זמנים: **ינואר 2012**

שלב ג'

- א. הרחבת ההפרדה במקור לכל רחבי המועצה.
- ב. המשך הליך תכנוני- סטאטוטורי למתקן הטיפול בפסולת ולתחנת המעבר.

לוח זמנים : ינואר 2013

שלב ד'

ביצוע:

- א. המשך ישום תכנית הפרדה במקור ברחבי המועצה.
- ב. השלמת הליך תכנוני למתקן הטיפול ותחנת המעבר.

לוח זמנים : 2014 - 2015

8. נספח: הנחות העבודה

1. העלויות כוללות מע"מ
2. החישובים לכמות הפסולת שמשק בית מייצר כוללים את כמויות הפסולת המסחרית
3. עלויות ציוד מהוונות ל-7 שנים, 7% מחיר ההון
4. מתקן הטיפול בפסולת אורגנית- לפי נתוני אתר דלילה
5. לא נלקחו בחשבון עלויות תכנון וליווי המהלך
6. בחישוב המחיר לטון הסופי בחלופת הפרדה במקור לא נלקחו בחשבון רווחים ממכירת החסכון בפחמן
7. עלויות הפינוי הפנים עירוני גדלות ב-1.8% בשנה
8. היטל ההטמנה חושב לאחר הוספת מע"מ והצמדה
9. הפסולת המסחרית כלולה בשתי החלופות.
10. משקל נפחי של הפסולת המעורבת 60 ק"ג / טון
11. מספר הפינויים השבועי הממוצע מחושב לפי ממוצע משוכלל של מספר המיכלים ותדירות פינוי של כל מיכל