

**מנהלת ענף הבקר**

**עלות תפעול מערכות איכות הסביבה ברפת –**  
**בחינה וניתוח מרכיבי העלות לרפתן**

ג'ח מסכס זעבובות מחקר מספר  
481-0001-06

ספטמבר 2007

**שם החוקר המגיש : גלר ירון,**

**M. Sc בהנדסה וניהול משאבי מים**

**טלפון : 03-7414873, פקס : 050-8965221**

**Email: [gellerm@netvision.net.il](mailto:gellerm@netvision.net.il)**

1.....	תוכן העניינים -	
2.....	מבוא -	1.
4.....	תקציר המחקר -	2.
6.....	מטרות המחקר -	3.
6.....	3.1 מטרה ראשית	
6.....	3.1 מטרות משנה	
6.....	תיאור הפעלת המחקר -	4.
6.....	4.1 תמהיל הרפתות למחקר	
6.....	4.2 מהלך העבודה, תכנון מול ביצוע	
7.....	4.3 אמצעי איסוף ועיבוד הנתונים	
9.....	ממצאי המחקר -	5.
9.....	5.1 בתחום זבל ופרש החצרות	
10.....	5.2 בתחום תרומת מי מכוני החליבה	
13.....	5.3 עלות כוללת	
17.....	5.4 האם קיים פוטנציאל חסכון	
19.....	מסקנות מעבודת המחקר	6.
21.....	מגמות עתידיות	7.
24.....	רשימת ספרות ומקורות מידע	8.

## 1. מבוא

עם התקדמות הרפורמה במשק החלב, הסתיימו זה לא מכבר השקעות רבות ברפתות. מעט נחקר ונבדק עד היום בתחום עלויות התפעול והאחזקה של מערכות ההסדרה הסביבתית. הסדרת נושאי השפכים, טיפול קדם במקומות שנדרש לכך, תשלום אגרות ביוב למי מכון החליבה המוזרמים למט"ש האזורי, תפעול מאצרות הזבל ותשלום אגרה לכל חולבת בגין פינוי הזבל למפעל הזבל האזורי, הם רק מרכיבים בודדים הנושאים עימם עלות לרפתן, ואותם יש להביא בחשבון בעת הערכת הוצאות התפעול והתחזוקה. אמר מי שאמר לא מכבר כי תפקידם של הרפתנים לייצר חלב ולא לטפל בשפכים או בזבל אורגני – הגם שיש הצדקה לא מעטה באמרה זו, עלינו לזכור כי על הרפתן להיות ער לעלויות הנוספות אשר יחולו עליו במסגרת חובתו לעמוד בכל הקריטריונים הסביבתיים, אשר הוטלו במסגרת הרפורמה.

מטרת מחקר זה לכמת את עלות התפעול של מערכות איכות הסביבה ברפת תוך בחינת הגורמים המשפיעים על עלות זו.

במסגרת זו בחן המחקר את השפעת הגורמים הבאים על העלות:

- א. ממשק הזבל ברפת, אופי שינועו והטיפול בזבל עד הוצאתו מהרפת.
- ב. ממשק שימוש במים ברפת, בחליבה יבשה או רטובה ומשטרי צינון שונים.
- ג. התקשרות הרפת עם פתרון אזורי למפעל לסילוק הזבל "מתקן אזורי".
- ד. גודל העדר, סוג הרביצה (רביצה בסככה או תאים), תנאי המחייבה לפרה, קילוח ואיורור.
- ה. השפעות אפשריות על העלות לרפתן כתוצאה משינויים במפעלי שפכים.

שמירת איכות הסביבה מתבררת כיום כצורך בר קיימא ברפתות. יכולת הרפת לעמוד בדרישות הסביבתיות השונות, יהווה בשנים הקרובות הכרח כמו גם סף לקיומה. רפת שלא תעמוד בתנאים – תאלץ להיסגר. לכן, נדרשת כיום עבודה מעמיקה בכל הנוגע למרכיבי העלות לרפתן, וזאת לצורך שמירתה של רפת ידידות לסביבה, ובו בזמן ברת קיימא מבחינה כלכלית תפעולית. עבודת מחקר זו בוצעה באמצעות מעקב אחר חוזי תפעול של רפתות, עלויות למכירת זבל, חיוב אגרות ביוב ואחרות וחוזים אשר נחתמו על ידי הרפתות עם מפעילי המתקנים. במסגרת הבדיקה והמעקב, נבדקו השונויות בין הרפתות בממשקים ובמבני הרפת, לצורך איפיון של העלות השולית לרפתן, כתלות במשתנים הסביבתיים ברפת ומחוצה לה.

תוכנית העבודה במחקר הציעה מהלך של מעקב אחר ביצועי הרפת בתחום הסביבתי, הן בחתך כלכלי (עלות תפעול), בחתך סביבתי (מניעת זיהום) והן בחתך ארגוני. כל המשתנים שנאספו עובדו לערכים כלכליים ותורגמו להוצאות תפעול במונחי עלות לליטר חלב. העבודה תסכם את עלויות התפעול והגורמים המשפיעים עליהם במונחי אג/ליטר חלב, על מנת לאפשר לרפתנים שימוש בתוצאות וגישה נוחה.

ברצוני להודות למנהלת ענף הבקר ולמועצת החלב על שראו לנכון להקדיש משאבים לצורך בחינה כלכלית של עלויות תפעול הזבל ומרכיבי איכות הסביבה ברפת. למיטב ידיעתנו, עד היום לא בוצעה בישראל כל עבודה בהיקף כזה, הקושרת בין ממשקי הגידול ברפת ובין העלויות הישירות הנגזרות מהם לרפתן.

תקוותינו כי עבודה זו תהיה סנונית ראשונה בכיוון, ותאפשר לקהל הרפתנים להיחשף לעבודות דומות, המדגישות את הפאן הכלכלי שבתחום איכות הסביבה לצורך שמירה על סביבה נקייה ורפת כלכלית.

ברצוני להודות לעמיתי ד"ר עזרא שושני משה"מ על העזרה והתמיכה לכל אורך העבודה.

## 2. תקציר המחקר

המחקר מתבסס על עבודת שטח רחבה אשר בוצעה ברפתות מהן נאגרו נתונים על הוצאות בפועל של תחזוקת המערכת, ועל בסיס חוזים והסכמים להם התחייבו הרפתות. על מנת להיות נאמן למציאות, הוכן מדגם ובו 28 רפתות מהם נאספו נתוני עלויות התפעול והממשק. כאן המקום לציין כי איסוף הנתונים דרש לא מעט התמודדות עם מחסור רב בידע בכל הנוגע לעלויות התפעול השוטפות ברפת.

תוכנית ההסדרה הסביבתית לכל רפת שמרה בד"כ על עקרונות מובנים תוך ניסיון לאחד את הפתרונות המוצעים. יחד עם זאת ברור כי לכל רפת מאפיינים משלה, בתחום הממשק ובתחום התנאים הסביבתיים כגון: אקלים, תנאים סביבתיים, רגישות הידרולוגית ועוד. גורמי התפעול שנבחנו בעבודה:

ממשק זבל בסככות יבש/רטוב, גודל הרפת, אופיו של פתרון הקצה לזבל ולשפכי המכון, דרישות סביבתיות של האזור, אזור גיאוגרפי, עלות אגרות ביוב ותנאים אקלימיים. במשתנה ההשפעה העיקרי – ממשק הזבל ברפת נבחנו 3 מצבים: ממשק זבל יבש בסככות וללא "פתרון זבל אזורי", כנ"ל אולם עם פתרון זבל אזורי, ורפת בממשק זבל רטוב (שטיפה/גירוד אוטומטי של מדרכים).

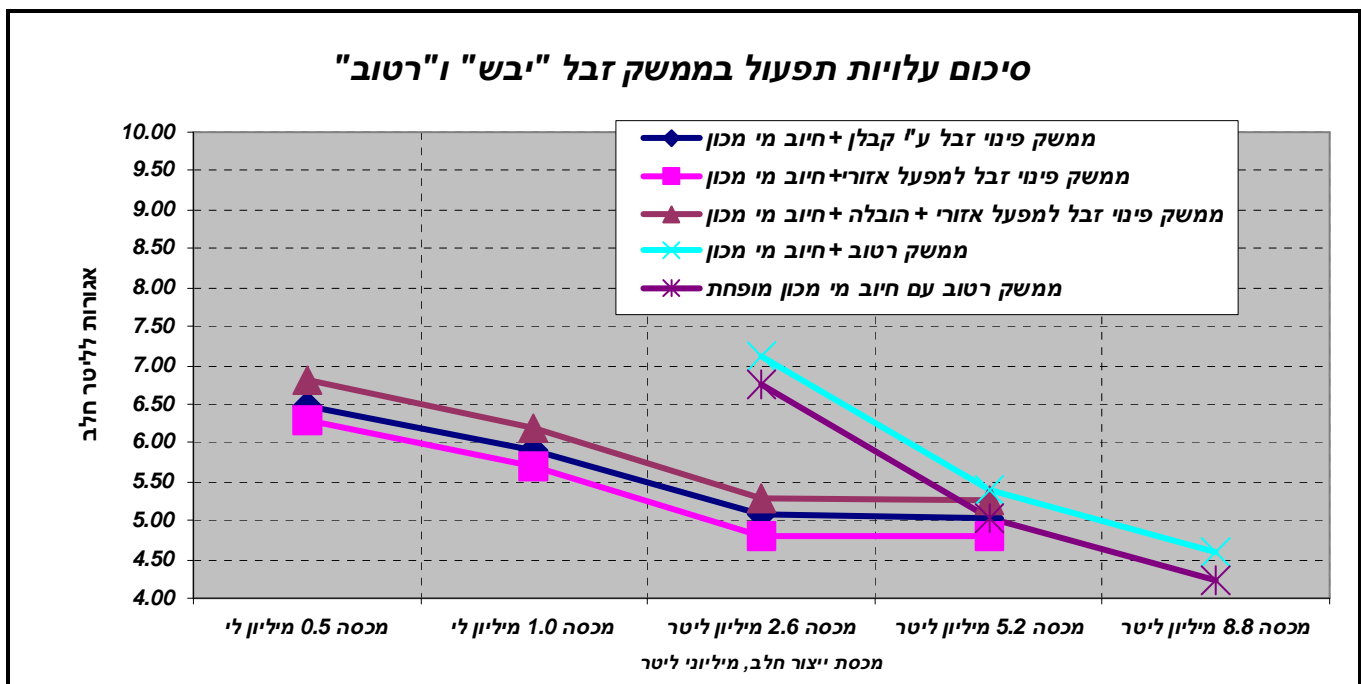
בתחום גודל הרפת נבחנו 4 מקבצי מיכסות חלב: עד 1.0 מיליון ליטר חלב, 2.5-2.8 מיליון, 5.2-5.5 מיליון ורפת של 8.8 מיליון ליטר חלב. בתחום החלוקה לאזורים גיאוגרפים נבחנו 5 אזורים: צפון (רמה"ג), עמקים צפוניים, אזור שפלה, אזור הדרום והעמקים המזרחיים יחד עם הערבה. לצורך כימות עלויות התפעול הובאו בחשבון המשתנים הבאים: עלות פינוי גירוד זבל בסככות/שטיפה במקרה ממשק רטוב, עלויות תפעול ואנרגיה של אמצעי שאיבה, עלות אגרות הביוב למטש"ים, עלות אגרות זבל בגין מפעל מרכזי לקליטת פרש, ועלות תפעול כלים בכל חלופה. להלן עיקרי הממצאים:

1. עבור הרפתות הקטנות – מכסת חלב עד 1 מיליון ליטר – מחושבת עלות תפעול כללית של 6.1-5.6 אג"ל/ליטר חלב. עלות זו מושפעת בעיקר מאופיו של פתרון הקצה לזבל (מתקן אזורי או קבלן פינוי). השינוי במגמת העלות ניכר במעבר ממכסה של 1.0 מיליון ליטר למכסה של 2.6 מיליון ליטר. גם כאן, הממשק היבש, בצירוף פינוי זבל למפעל מרכזי/אזורי, הוא הפתרון המיטבי. העלות המחושבת היא כ-4.8 אג"ל/ליטר. עקב כמות הזבל הרבה יותר הצפויה מרפת זו, עלות ההובלה בחשבון הכללי מסתכמת ב-0.5 אג"ל/ליטר חלב.
2. לאיחוד רפתות – במכסת יצור של כ-5.2 מיליון ליטר – מתקבלות עלויות תפעול דומות ביותר לאלו שבמכסת יצור 2.6 מיליון ליטר. מקורן של העלויות הדומות ביחס הזהה שבין עלות פינוי הזבל (מפעל אזורי או קבלן) ובין היקף מכסת החלב ומספר החולבות. ככלל, ניתן לומר שבמעבר ממכסת יצור של 2.6 מיליון ל-5.2 מיליון – גידול התשומות בהפעלת המערכת עומד ביחס כמעט ישר (לינארי), לגידול במכסה, ולכן העלויות דומות. העלויות המתקבלות הן של 4.787 אג"ל/ליטר בחלופת מפעל אזורי + חיוב מי מכון וכנ"ל כולל הובלה 5.26 אג"ל/ליטר חלב.
3. מכסת יצור חלב בהיקף של 5.2 מיליון ליטר – מהווה את אזור "המעבר" לכדאיות תפעול הרפת בממשק רטוב.

4. במעבר למכסות החלב הגדולות – 5.8 מליון ו 8.8 מליון – ניכרת מגמה של שיפור העלות לליטר חלב עבור הפעלת המערכת בממשק זבל רטוב (איור 1). השיפור חד יותר בחלקו הראשון – במעבר ממכסת חלב של 2.6 מליון למכסת יצור של 5.2 מליון, ומתמתן בהמשך עד למכסה הגדולה של 8.8 מליון ליטר חלב שנה. עבור רפת משולשת – מתקבלות עלויות תפעול ואחזקת מערכות בשעור 4.59-4.23 אגורות לליטר חלב.

עיקרי הממצאים מצורפים בטבלה ובגרף שלהלן.

					מכסת חלב, מיליון ליטר ←	ממשק זבל יבש
כ - 8.8 מיליון	כ - 5.5 מיליון	עד 2.7 מיליון	עד 1.0 מיליון	עד 0.5 מיליון		
	5.0264	5.0928	5.893	6.475	פינוי ע"י קבלן + חיוב מי מכון	
	4.7877	4.8058	5.691	6.294	פינוי למפעל אזורי + חיוב מי מכון	
	5.2685	5.2865	6.191	6.794	פינוי למפעל אזורי + הובלה + חיוב מי מכון	
					ממשק זבל רטוב	
4.5981	5.3995	7.1059			ממשק זבל רטוב + חיוב מי מכון	
4.2331	5.0345	6.7549			ממשק זבל רטוב עם חיוב מי מכון חלקי	



איור 1 - סיכום: עלות תפעול מערכות איכות הסביבה על פי גודל הרפת והממשק, אג' / ליטר חלב

### 3. מטרת המחקר

#### 3.1 מטרה ראשית.

מטרת מחקר זה לבחון:

- א. מהי עלות התפעול המוטלת על הרפתן במסגרת פתרונות הקצה לשפכים ולזבל, אליהם הוא מחויב.
- ב. מהם הגורמים המשפיעים על עלות זו.
- ג. עד כמה מושפעת עלות זו ממיקומה הגיאוגרפי של הרפת.

### 4. תיאור הפעלת המחקר

#### 4.1 רפתות המחקר

גודל מכסת החלב בעדר חולקה לשלוש רמות:

עד 2.5 מיליון ליטר,

עד 5.5 מיליון

עד 9.0 מיליון.

לא הובאה בחשבון מכסה של עד 1.0 מיליון ליטר (רפת משפחתית). מכסה זו כלולה במדרגה הראשונה.

האזורים האקלימיים בארץ חולקו ל 5 קבוצות: צפון, עמקים צפוניים, דרום, עמקים מזרחיים וערבה.

מספר המשקים הכולל במדגם: 28.

#### 4.2 מהלך העבודה

מהלך העבודה כלל את השלבים הבאים:

**שלב א'** - הכנת השאלות הכלולות במחקר לידי שאלון ובירור הנתונים. שליחת הטופס לרפתנים.

**שלב ב'** - איסוף ועימות הנתונים בשטח, על בסיס טופס השאלון באמצעות פגישות.

**שלב ג'** - סיכום ועיבוד הנתונים. מציאת המשתנים המשפיעים על עלות התפעול ומשקלם.

**שלב ד'** - השוואת התוצאות המתקבלות בחתך של גודל העדר, סוג ממשק הזבל בסככת הגידול וכדומה.

**שלב ה'** - הכנת דו"ח הסיכום והעברתו למנהלת ענף הבקר.

### 4.3 אמצעי איסוף ועיבוד הנתונים

אמצעי איסוף ועיבוד הנתונים התבססו במלואם בעבודה זו על נתוני אמת מהרפתות וצוות הרפתנים בכל אתר ואתר. מול החוקרים בעבודה, עמדה החלופה להכין ולחשב את עלויות התפעול על סמך נתונים מחושבים ולהגיע כדי כך להערכה לגבי היקף העלות. יחד עם זה, ברור היה כי תחשיב מסוג זה עלול להיות "מנותק" ממצאות השטח, וכי על מנת לתת לעבודה גוון מציאותי המייצג את התרחיש האמיתי ככל האפשר, יש לתת דגש ומשקל רב לנתוני האמת גם אם אלו יצטרכו בסופו של יום עיבוד זה או אחר. ואכן עם תחילת שלב איסוף וליקוט הנתונים נמצא כי אלו האחרונים מכילים מעט מאוד מידע על העלות הישירה לרפתן בכל הקשור למערכות איכות הסביבה.

חלקם הראשון של השאלונים התמקד במבנה הרפת, הסככות ממשקי העבודה השונים, אופן ההרטבה של העטינים (אם בכלל), צורת הצינון ומאפיינים נוספים של הממשק ברפת שיש בהם להשפיע על כמות הזבל ורטיבותו. בחלק זה של השאלונים, נמצא כי ההיענות והמידע אשר מסרו הרפתנים לחוקר היו מלאים ואפשרו תמונה טובה על מציאות התפעול. בחלק השני של השאלונים נתבקשו הרפתנים המייצגים את הרפתות אשר עלו במדגם המחקר להעלות ערכים כספיים של עלויות הזבל ומערכות איכות הסביבה בין אם מדובר בזרם מי מכון החליבה ו/או בעלות פינוי פרש שמקורו במדרכי הפרות. כאן, נמצא כי קיים חוסר משמעותי בידע ובנתוני אמת על העלות אותה משלמת כל רפת.

ככלל ניתן לאמר כי באותם רפתות הקשורות למפעלי זבל אזוריים ואשר כנגד העברת הזבל למפעל האזורי קיים חוזה חתום בין הרפת ובין המפעל/מפעל – קיימים נתונים מסודרים על העלות השנתית לכל חולבת (להלן: אגרת הביוב לחולבת) וכן מהי תכולת השירותים ו/או הפינוי המכוסה תחת עלות זו. במקרה אלו לא אותרו "חוסרים" משמעותיים בידיעת העלות של פעילות זו, אם כי יש לאמר כי עבור מי מכון החליבה עדיין דווחו ערכים חלקיים בלבד או לא דווחו בכלל.

ברפתות המבוססות על פתרונות זבל עצמיים ושאינן קשורות למפעלי זבל אזוריים, מולאו במסגרת השאלונים פרטים מעטים בלבד לגבי העלות הישירה לרפת בגין תפעול מערכות איכות הסביבה. גם כאן ניתן לאמר כי נמצא מאפיין חוזר במירב השאלונים: בעוד העלויות החיצוניות בגין אספקת שירותים כגון מכלית ביוב ו/או עבודות שונות לשאיבת מוצקים היו ידועות בד"כ, עלויות שוטפות של אגרות מי ביוב ואגרות שונות לא ידועות למרבית הרפתנים. בחלק מהמקרים אף נמסרו נתונים כי עלות זו לא חלה על הרפת והיא כלולה בהסדר כלשהו שבין הרפת למשק.

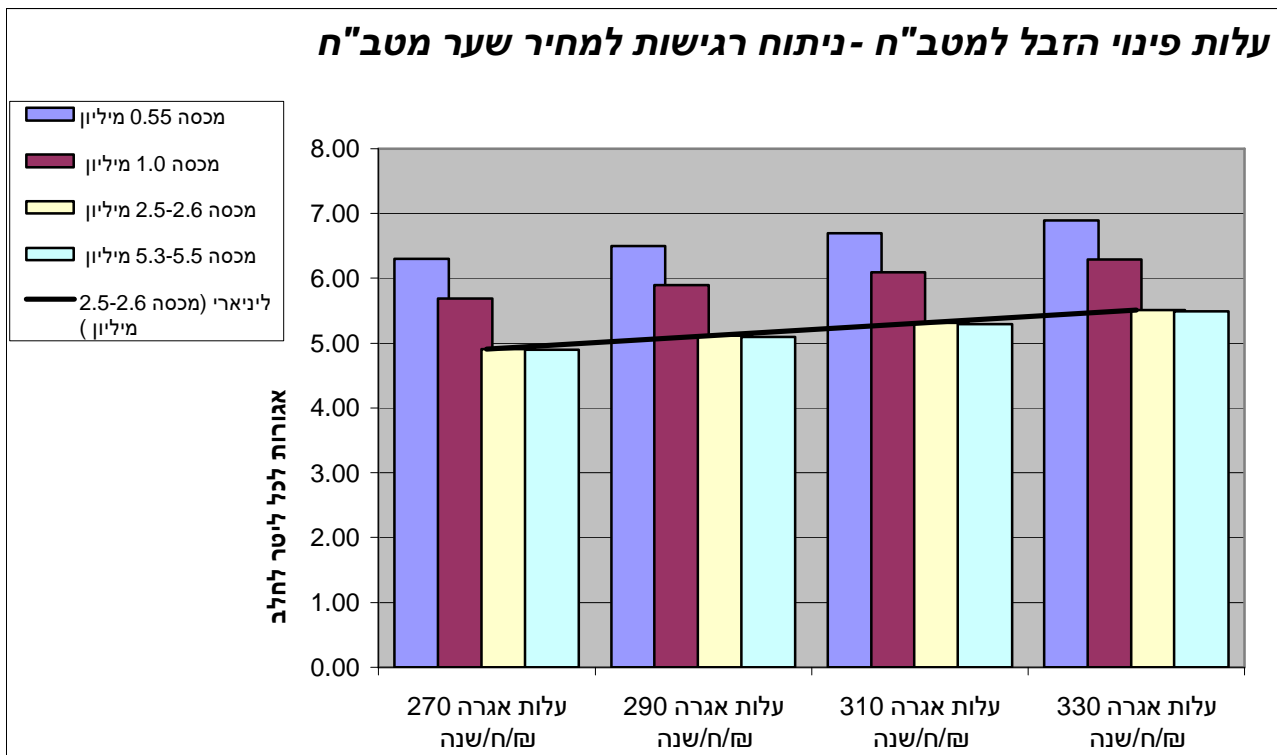
מצב זה חייב את צוות המחקר להשלים לא פעם נתונים מחושבים ממערכי מידע כאלו ואחרים, בין היתר באמצעות חישובים והערכות, אשר הוכנו במסגרת עבודת ההכנה למחקר. כל עוד ניתן היה הדבר, עשינו מאמץ לעשות שימוש בנתונים קיימים ולהשלים על פי מיטב הבנתנו והיכרותנו עם התשומות לפעילויות אלו בממשק הסביבתי.

עיבוד הנתונים לפיכך נעשה תוך שילוב המידע שנמסר בשאלונים יחד עם נתוני העלות ומשתנים נוספים שחושבו הוערכו בכל הקשור לעלויות תפעול ישירות ועקיפות של מערכות איכות הסביבה.

## 5. תוצאות המחקר

### 5.1 זבל ופרש החצרות

ההבנה כי פרש החצרות וזבל המידרכים מהווה יס את עיקר עומס הזיהום שמקורו ברפת, וכי מרכיב העלות העיקרי ברפת הוא בגין פינוי זבל זה, מחייב את ניתוח עלות זרם זה תחילה. איור מספר 3 בוחן את השפעת מחיר השער לפינוי הזבל למפעל אזורי (במונחי שר/חולבת לשנה) על העלות לליטר חלב בתנובת הרפת. מהגרף ניכר כי השונות בעלות לליטר חלב אינה רק על פי מחיר השער, אלא תלויה גם בגודל המכסה עם מגמה ברורה של ייעול העלות עם גודל המכסה. לגרף מצורף קו מגמה עבור מכסה של 2.5-2.6 מיליון ליטר.

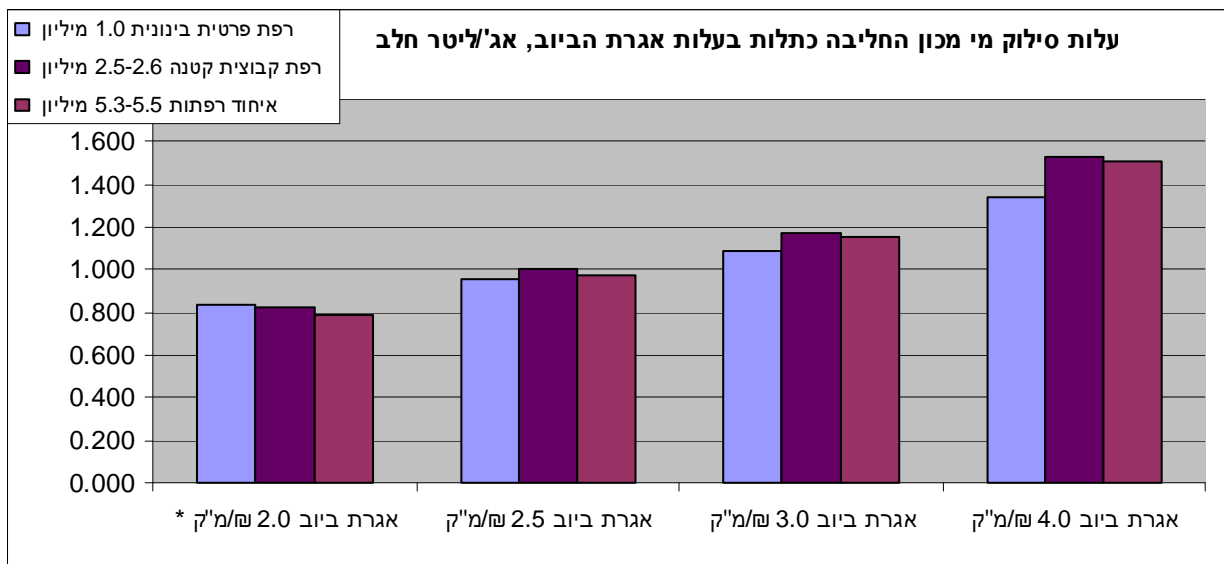


איור 2 עלות פינוי זבל הפרות למתקן מרכזי, אג' ליטר חלב כתלות בעלות שער

## 5.2 מי מכוני החליבה

ניתוח עלויות תפעול מערכות איכות הסביבה ברפת, מעלה בצורה ברורה כי העלות המוטלת על הרפתן בגין מי מכון החליבה מייצגת דה פקטו רק חלק קטן מהעלות הכללית לרפתן. נמצא כי גם תובנה זו קשורה בגדול הרפת ובודאי בממשק השימוש במים במכון החליבה, לרבות ממשק הצינן.

איור מספר 5 מציג את העלות לרפתן, במונחי אג"ליטר חלב בגין הזרמת השפכים ממכון החליבה אל מפעל המט"ש האזורי (או הרשות המוניציפאלית המזרימה את השפכים למט"ש). מחיר הבסיס נקבע לפי 2.0 ש"מ/מ"ק הכולל את עלות הטיפול במט"ש (ממוצע ארצי בסביבות 1.0 ש"מ/מ"ק) ועוד עלות דומה הגובה הרשות בגין תפעול ואחזקת מערכות הביוב האזוריות.



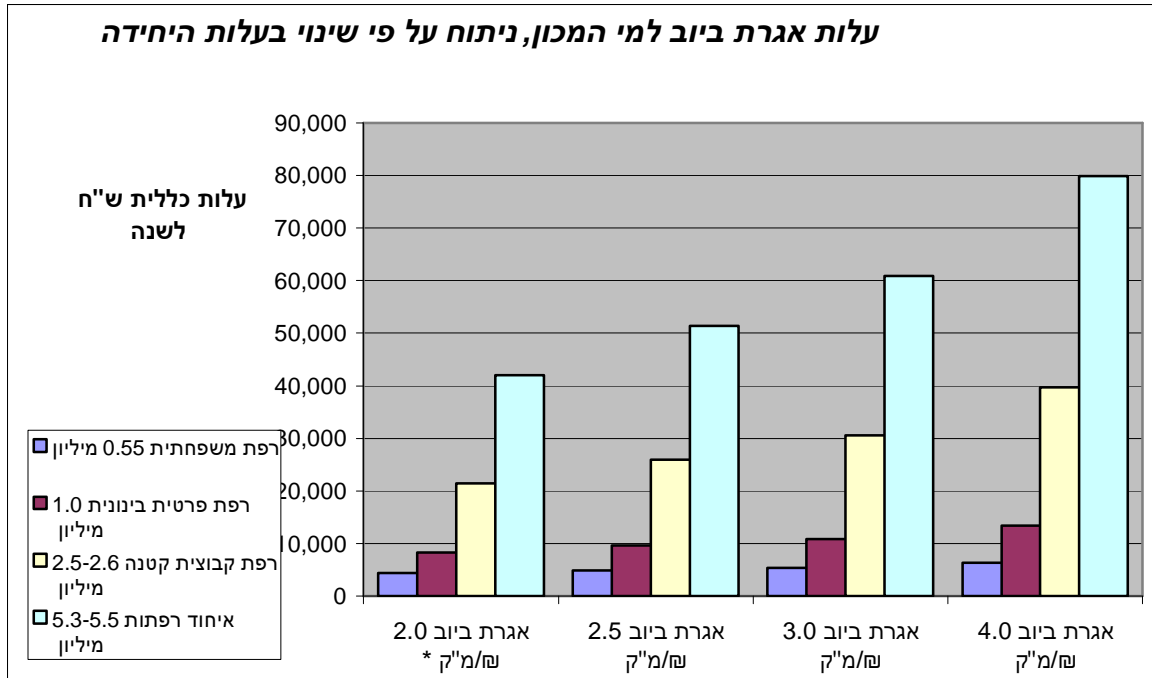
**איור 3 עלות סילוק מי מכון החליבה, אג"ליטר/חלב כתלות בגודל הרפת**

מניתוח הגרף עולה כי קיימים הפרשים לא משמעותיים בעלות זו כתלות בגודל הרפת. תופעה זו מוסברת בכך שעיקר השימוש במים במכוני החליבה הוא עבור שטיפת מערכות החלב ורחיצת מכון החליבה. מעבר לכמויות המים לעיל נוספות עוד כמויות מים לצינן פרות ברפתות הגדולות (מכסה של 2.5 מיליון ומעלה). כמות מים נוספת זו במכון החליבה מעלה את העלות בתחום זה (מים + ביוב), אולם עם הגידול בתנובת החלב ברפתות הגדולות העלות הסגולית הנוספת – אג"ליטר חלב בגין שימוש נוסף במים למערכות צינן במכון החליבה – אינה משמעותית.

עיקר ההשפעה בתחום העלות היא עבור המחיר הסגולי למ"ק. "הגזמנו" ובדקנו את העלות לרפתן עד מחיר מ"ק של 4.0 ש"מ. לאור ההנחה שמחיר של 2.8-3.0 ש"מ/מ"ק עבור הזרמת שפכים למערכות אזוריות נראה כיום סביר בהחלט.

עלות הבסיס 2.0 ש"מ/מ"ק – כוללת עלות של 4 הפעלות ביובית לשנה עבור שאיבת בור השיקוע.

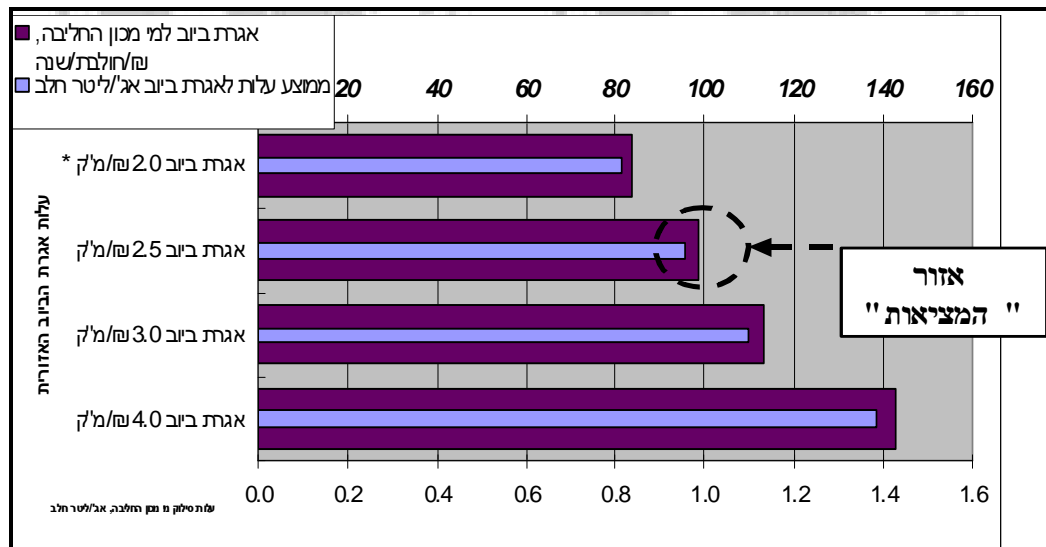
### עלות אגרת ביוב למי המכון, ניתוח על פי שינוי בעלות היחידה



איור 4 עלות אגרת מי מכון החליבה ש"ח/שנה כתלות בעלות היחידה ש"ח/מ"ק

איור מספר 4 מסכם את העלות הכוללת לרפת עבור סילוק מי מכון החליבה, בהתאם לגודל הרפת (יחסי לתרומת השפכים) ולמחיר הבסיס של ש"ח/מ"ק עבור אגרות ביוב. מהאיור עולה כי העלות הכוללת לרפת במכסת חלב של 2.5-2.6 מיליון ליטר תהיה כ-26,000 ש"ח/שנה (מחיר בסיס 2.5 ש"ח/מ"ק, תרומת ביוב לחולבת כ-100 ליטר/פרה/יממה) בעוד עבור נתוני בסיס זהים (מחיר למ"ק, תרומת ביוב לחולבת) ומכסת חלב של 5.5-5.3 מיליון ליטר תהיה העלות השנתית כ-52,000 ש"ח.

איור מספר 5 כולל קשר משולש בין העלות הסגולית לליטר חלב (אג' / ליטר חלב), מחיר הבסיס לסילוק שפכי מכון חליבה (מחיר העברה לרשות) והעלות השנתית שוות הערך לחולבת. בציר האופקי הנמוך, ניתן לראות את העלות לסילוק מי מכון החליבה במונחי אג' / ליטר חלב. בציר האנכי השמאלי נתון מחיר הבסיס למ"ק עבור סילוק מי מכון החליבה למפעל ביוב האזורי. בציר העליון, נתון מחיר שיווי משקל של העלות השנתית לכל חולבת עבור מי כמון החליבה.



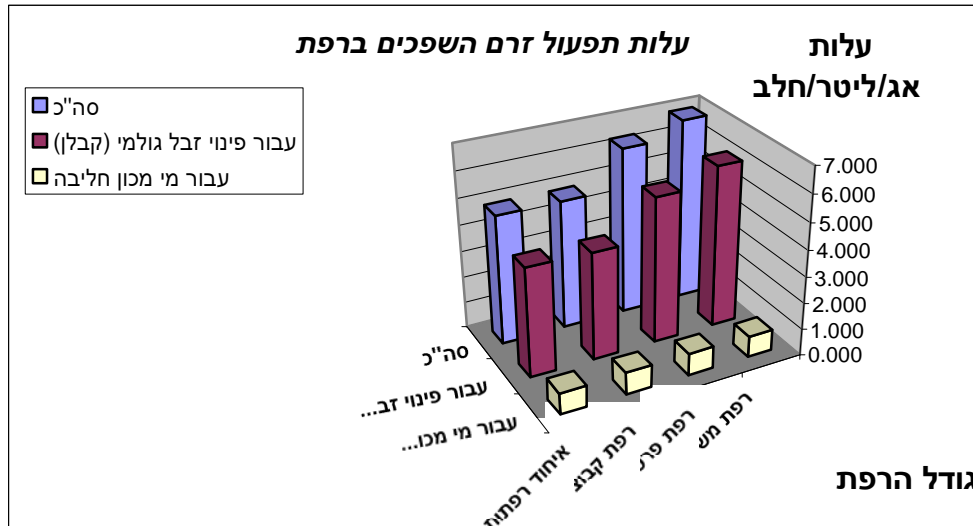
איור 5 עלות סילוק מי מכון החליבה - עלות ש"מ אג' / ליטר חלב מול אגרה שנתית

מהאיור עולה, כחי בתנאי "אגרת ביוב של כ 2.5 ש/מ"ק העלות הסגולית לליטר חלב בהנחת תרומת ביוב של כ 100 ליטר חולבת/יממה תהיה כ 1 אג' / ליטר חלב, ובתחשיב שנתי כ 100 ש/חולבת.

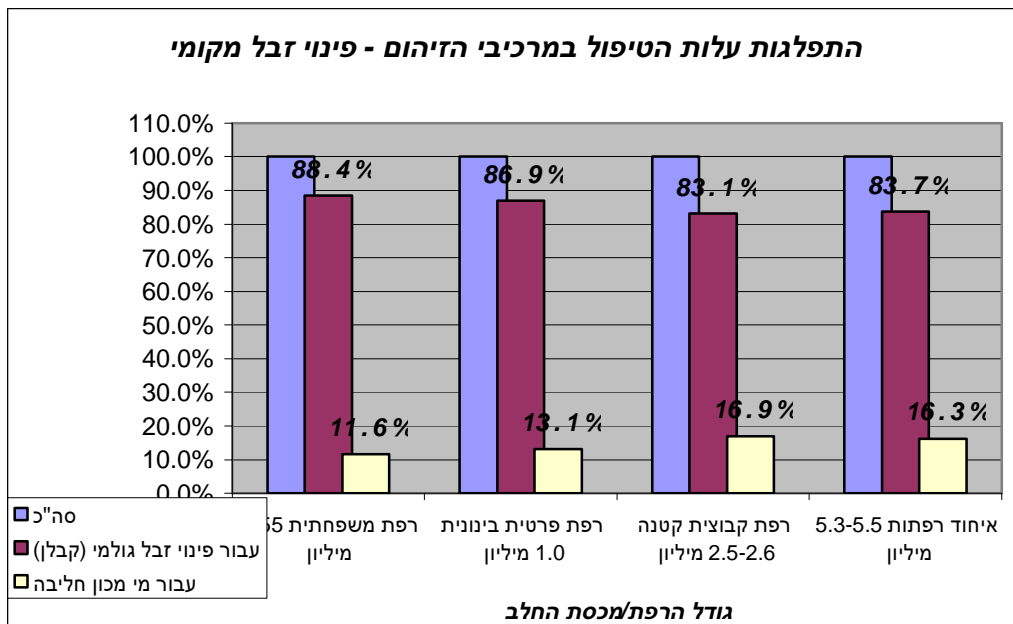
רפת במכסת חלב של כ 2.6 מיליון ליטר ובה כ 250 חולבות (לדוגמא) תתמודד עם עלות שנתית כוללת של סילוק מי מכון חליבה של כ 25,000 ש/שנה 26,000 ש/שנה לפי איור מספר 4).

### 5.3 עלות כוללת

העלות הכוללת עבור טיפול במערכות איכות הסביבה (א"ג/ליטר חלב) –מתייחסת לסילוק של זבל ופרש מדרכים וכן לסילוק מי מכון החליבה למערכות הביוב האזוריות. עלות זו הולכת ויורדת ככל שמכסת החלב הולכת ועולה (איור 6).



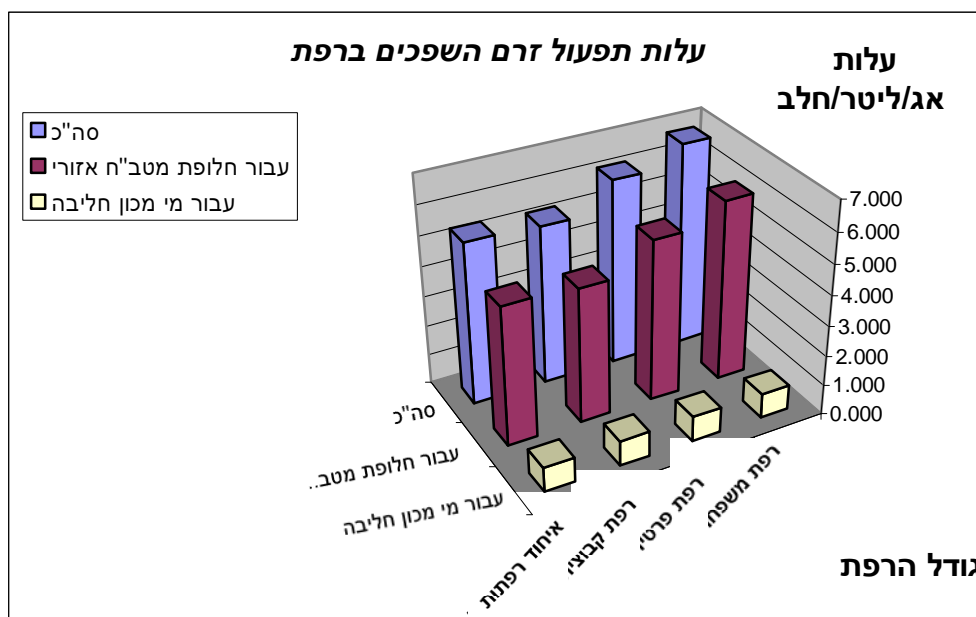
איור 6 העלות הכוללת, אג/ליטר חלב במצב פינוי ע"י קבלן זבל



איור 7 התפלגות העלות לסילוק הפרש ומי מכון החליבה

ללא קשר לגודל הרפת מרכיב פינוי הזבל מהווה כ 80% ויותר מסך העלות השנתית לסילוק וטיפול בזיהום הנוצר ברפת. ממצא זה נכון גם כאשר מפונה הזבל אל מפעל אזורי.

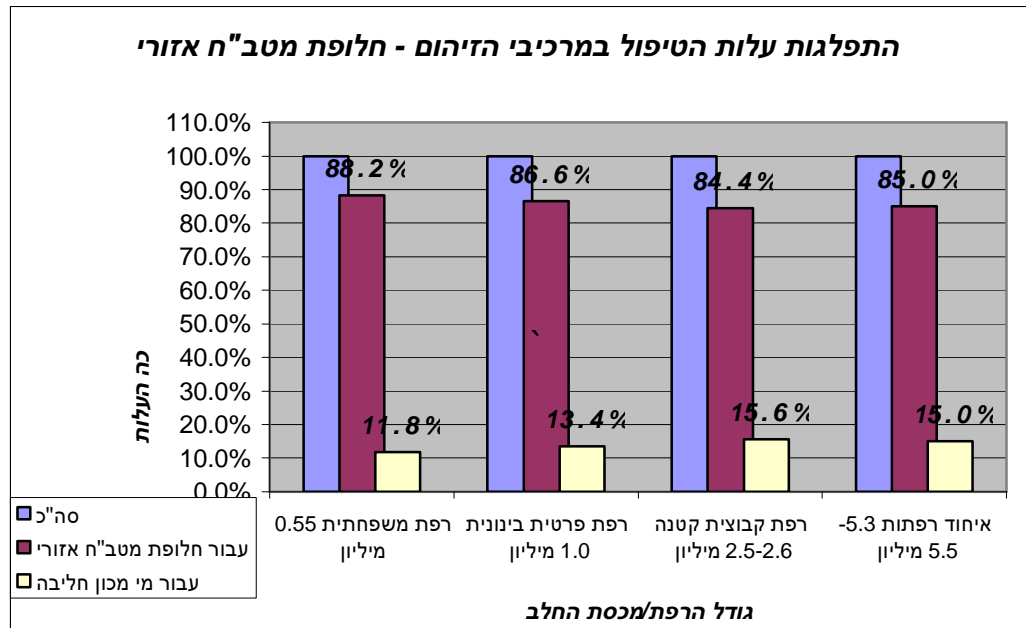
איור מספר 8 מציג את העלות הכוללת לסילוק זבל ומי מכון החליבה בחלופת סילוק מול מפעל זבלים אזורי (פתרון אזורי) ניכר כי העלות הכללית לסילוק תרומות הזיהום מהרפת למפעל אזורי גבוהה מעט מזו של חלופת פינוי זבל עצמי. אם ניקח לדוגמא רפת במכסת חלב של 5.5 מיליון – בחלופת הפינוי העצמי העלות הכוללת עומדת על כ 4.7 אג/ליטר חלב, בעוד בחלופת המפעל האזורי עומדת עלות זו על 5.0 אג/ליטר חלב.



איור 8 העלות הכוללת, אג/ליטר חלב במצב פינוי למפעל אזורי (מטב"ח)

העלות הכללית לסילוק תרומות הזיהום מהרפת בחלופת "מפעל אזורי" גבוהות מעט מאלו של העלות הכללית בחלופת פינוי זבל עצמי. אם ניקח לדוגמא רפת במכסת חלב של 5.5 מיליון – בחלופת הפינוי העצמי העלות הכוללת עומדת על כ 4.7 אג/ליטר חלב, בעוד בחלופת המפעל האזורי עומדת עלות זו על 5.0 אג/ליטר חלב.

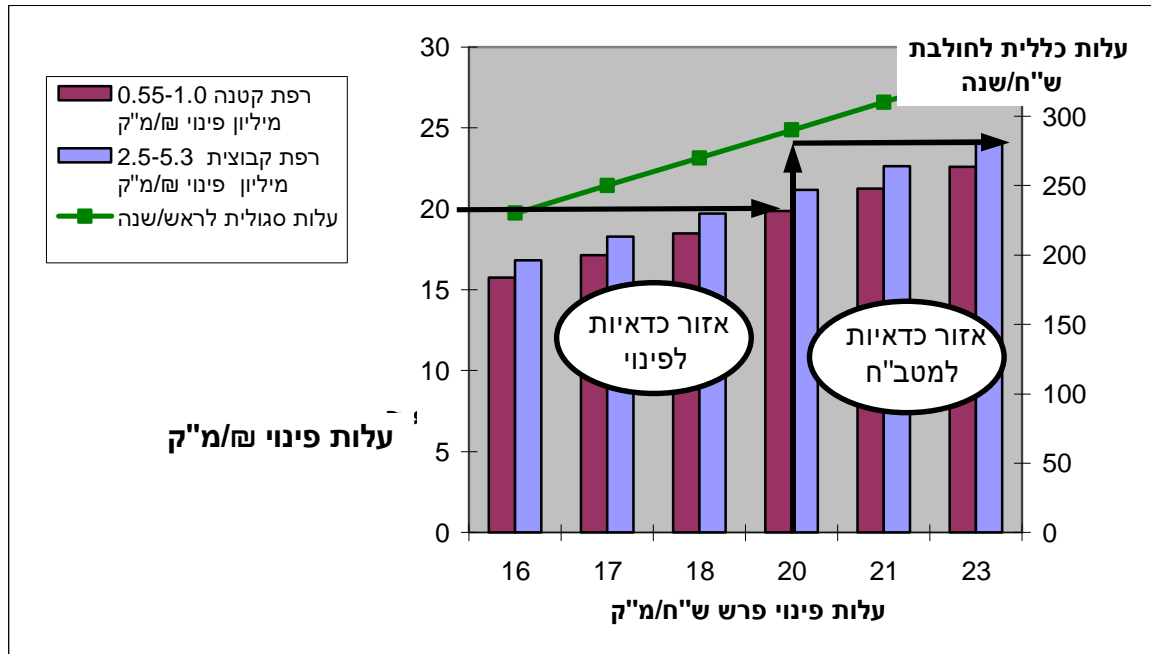
הפרש קטן זה, עוד בטרם ניתוח רגישות לכל אחד מהמסלולים – מראה כי העלויות בגין פינוי זבל המדרכים – כאמור המרכיב העיקרי בעלות – למפעל אזורי או פינוי באמצעות קבלן דומות מאוד. בהעדר נתונים מבוססים הושלמו נתונים העלות כך שפינוי באמצעות קבלן חושב עם מחיר בסיס של 25 ש"ח/מ"ק, בעוד אגרת חולבת שנתית במתקן אזורי חושבה לפי 290 ש"ח/חולבת פרה. שינוי בכל אחד ממרכיבים אלו, מטה את נקודת שיווי המשקל ואמור לתת בידי הרפתן כלים להערכת המסלול המיטבי מבחינת העלות, כל עוד המסלול בו בחר עונה במלואו לקריטריונים הסביבתיים.



**איור 9 התפלגות העלות לטיפול במרכיבי הזיהום, אג/ליטר חלב, בפינוי זבל עצמי על פי מקורות הזיהום**

איור מספר 9 מציג את התפלגות העלות הכללית. חלקו של פינוי הזבל נא בתחום של 85-88 אחוז מכלל העלות. בהשוואה לחלופה של פינוי זבל על ידי קבלן – ניתן להסיק כי בשתי החלופות – 80% ויותר מהעלות הכללית מוקדשת עבור פינוי הזבל.

איור מספר 10 כולל את נקודת האיזון הכלכלית של פינוי למפעל מול חלופת זבל מקומית על ידי קבלן



איור 10 עלות ש"מ של פינוי זבל מדרכים - עלות פינוי קבלן מול עלות מפעל אזורי

איור מספר 10 מציין את אזור הכדאיות הכלכלית של כל אחת מחלופות פינוי הזבל שנבחנו בעבודה זו : נקודת האיזון חושבה לפי עלות פינוי זבל באמצעות קבלן של 20 ש"ח/מ"ק. האזור שמשמאל לעלות זו – קרי עלות פינוי זבל באמצעות קבלן הזולה מ 20 ש"ח/מ"ק – שוות ערך בעלות שנתית לאגרה משולמת למפעל אזורי של 280 ש"ח ומטה. רפת לה חלופת פינוי זבל עצמי בעלות הנמוכה מ 20 ש"ח/מ"ק (עבור כל הכמות או חלקה) – יש בפתרון זה להיות כלכלי יותר מאשר פינוי למפעל האזורי. רפת בה עלות הסילוק היא לדוגמא 23 ש"ח/מ"ק – עלות זו ש"ע לעלות שנתית של כ 330 ש"ח/שנה. קרי אם לרפת אפשרות לפינוי זבל למפעל האזורי בעלות של כ 300 ש"ח/שנה (אגרה לחולבת) – הרי שמפעל המטב"ח האזורי הוא הפתרון המיטבי לרפת בסיטואציה זו.

#### 5.4 האם קיים פוטנציאל חסכון

עם גמר הבחינה לגבי העלות הסגולית של פינוי תרומות הזיהום, והעלות הכללית, מחויבת השאלה לגבי פוטנציאל החסכון.

תחילה נבדק שיעור החסכון האפשרי עבור זרם מי מכון החליבה. יחד עם זה יש להדגיש ולציין כי העלות הכללית בגין סילוק מי מכון החליבה מהווה כ-15% בממוצע מהעלות הכללית – הרי ששיעור חסכון מסוים במרכיב זה יש בו בכדי לשנות אך במעט את העלות הכללית לרפת.

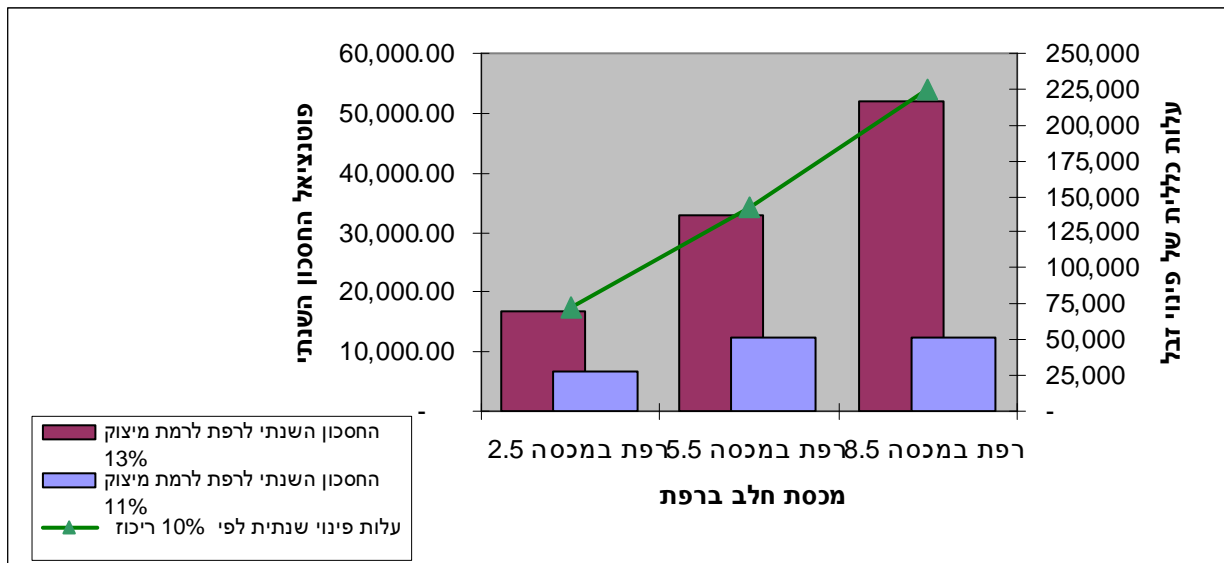
עבור שימוש במים במכון החליבה נבדק שיעור חסכון במים ברמות של 5%, 10%, 20%. עבור כל אחד משיעורי חסכון אלו חושב היקף החסכון בעלות המים (לפי מחירי חקלאות) ועלות הביוב (לפי מחיר בסיס 2.5 ש"מ/מ"ק). מסה"כ העלות לכל רפת ורפת חושב פוטנציאל החסכון לרפת. לדוגמא – עבור רפת דו (איחוד רפתות) במכסת חלב של כ-5.3-5.5 מיליון ליטר חלב, וללא חסכון במים (100 ליטר חולבת/יממה) היקף העלות השנתית המחושבת לרפת הוא כ-75,000 ש"מ/שנה. עבור חסכון של 10% בכמות המים הנצרכת ברפת ושיעור דומה של חסכון בתרומת הביוב, העלות הכוללת תהיה כ-67,000 ש"מ, קרי חסכון שנתי של כ-8,000 ש"מ. עבור מכסת חלב זו (5.5 מיליון ליטר) חסכון זה מבטא שיפור של כ-0.15 אג' ליטר חלב. ניתן לחשב רווח זה כנטו, מאחר וחסכון במים במכון החליבה לא דורש השקעות.

הטבלה הבאה מסכמת את החסכון בעלות עבור שיעור חסכון במים לכל גודל מכסת חלב

היקף העלות הכללית עבור מי מכון החליבה ושיעור השינוי עם רמת החסכון וגודל הרפת

רפת משולשת 8.8-8.5 מיליון	איחוד רפתות 5.3 5.5- מיליון	רפת קיבוצית קטנה 2.6-2.5 מיליון	רפת פרטית בינונית 1.0 מיליון	רפת משפחתית 0.55 מיליון	עלויות ש"מ/שנה
124,558	74,648	37,165	12,710	6,136	ללא חסכון לפי 100 לנ"י בסיס
118,580	71,115	35,467	12,235	5,949	חסכון ב-5% בכמות המים
112,602	67,583	33,769	11,759	5,763	חסכון ב-10% בכמות המים
100,646	60,518	30,372	10,808	5,389	חסכון ב-20% בכמות המים

כצפוי, עבור זרם המדרכים ופינוי הזבל הגולמי מהרפת, פעילות המהווה כ-80% ויותר מסך העלות, חבוי פוטנציאל חסכון רב יותר. אולם, במציאות בה מחיר הפינוי אינו תלוי ברפת, נשאלת השאלה – מהו המנגנון בו יכול הרפתן ליצור מנוף חסכון בתחום זה?  
 התשובה – צמצום בנפח הזבל ישית על הרפתן פחות עלויות פינוי (פחות מ"ק בשורה התחתונה) ובעקבות כך הקטנת האגרה השנתית לפרה.



איור 11 פוטנציאל החסכון במיצוק זבל ברפת

מיצוק הזבל נבחן על פי שלוש רמות:

1. רמת מוצקים של 10% חומר יבש (ללא מיצוק) בסד"ג של פרש גולמי
2. מיצוק לרמה של 11% חומר יבש.
3. מיצוק לרמה של 13% חומר יבש.

עבור כל אחת מרמות מיצוק אלו – נפח הפרש הכללי קטן, והכמות הכללית המסולקת קטנה גם כן. עבור אותם מחירי יחידה מול המפעל האזורי, קיים פוטנציאל חסכון לרפתן. כצפוי, פוטנציאל החסכון יחסי ישר לגודל הרפת ולכמות הזבל הנוצרת בה.

לדוגמא, עבור רפת במיכסת חלב של 5.5 מיליון ליטר חלב, ומיצוק לרמה גבוהה של 13% חומר יבש בזבל הגולמי, פוטנציאל החסכון עומד על כ-33,000 ש"ח, ובמונחי עלות לליטר חלב 0.6 אגורות לליטר חלב.

אין בידינו בשלב זה כלים לקבוע מהי העלות הנוספת החלה על הרפת בביצוע עבודת המיצוק, נושא זה יש לבדוק במסגרת עבודת המשך לעבודה זו.

מניתוח זה עולה כי מיצוק הזבל בחצר הרפת (=צמצום נפח הפרש הכללי) יוכל להוות פתרון משמעותי לחיסכון בעלות השנתית.

## 6 מסקנות מעבודת המחקר

- א. עבור הרפתות הקטנות – עם מכסת יצור חלב עד 1.0 מליון ליטר – ממשיק זבל יבש הכולל פינוי זבל למתקן טיפול אזורי היא החלופה המיטבית. בממשק זה - העלות היא כ 6.29 אג/ליטר. בתחשיב, ממשיק זבל יבש בפינוי על ידי קבלן יקר אך במעט, אולם יש לקחת בחשבון כי הידוק הפיקוח על קבלני הזבל יביא לעליית מחיר הפינוי ועימו ההוצאה לליטר חלב.
- עבור רפתות אלו ניתן להניח כי החיוב עבור חולבת במסלול מתקן טיפול אזורי, הוא המיטבי. מספר זה גבוה בכ – 50% מהערכות שונות אשר חושבו בעבר בנושא עלות התפעול לליטר חלב.
- ב. עבור הרפתות הקטנות – נראה כי ממשיק יבש המלווה בהוצאת זבל ע"י קבלן, יסתיים בעלות תפעול יקרה יותר לרפתן. יחד עם זה, בחלופת פינוי הזבל ע"י קבלן, שינוי במחיר תשומה זו, בעיקר כתלות באופי האזור בארץ – צפון, אגן היקוות כנרת, עמקים, מרכז או דרום יכול להביא להוזלה משמעותית בהוצאה. לדוגמא, בהפחתת 50% בעלות קבלן פינוי זבל – 12 ש/מ"ק במקום 24 ש/מ"ק, יורדת העלות הכללית בחלופת פינוי קבלן + חיוב מי מכון ל 5.478 אג/ליטר, כ 16% זול יותר מאשר במסלול עם מחרי מלא.
- ג. השינוי במגמת העלות ניכר בגרף במעבר ממכסה של 1.0 מליון ליטר למכסת יצור של 2.6 מליון ליטר. גם כאן, עולה כי הממשק היבש, בצירוף פינוי זבל למפעל מרכזי/אזורי, הוא הפתרון המיטבי. העלות המחושבת היא כ 4.8 אג/ליטר, עקב כמות הזבל הרבה יותר הצפויה מרפת זו. בחשבון הכללי מסתכמת עלות ההובלה ב 0.5 אג/ ליטר חלב. במסלול פינוי על ידי קבלן מתקבלת עלות סופית של 5.09 אג/ליטר חלב, קרי רק כ 4% פחות מאשר עלות מפעל האזורי היקר (מפעל אזורי + הובלה). הפרש זה הינו בתחום טעות החישוב ונדרשת בדיקה מדוייקת נוספת.
- ד. בבדיקת רגישות לרפת עם מכסת יצור זו – 2.6 מיליון - בה עלות פינוי זבל כללית חושבה לפי 12 ש/מ"ק במקום 24 ש/מ"ק בתחשיב המקורי – מתקבלת עלות כללית של 3.98 אג/ליטר, כלומר כ 18% זול יותר מאשר בחלופת פינוי למפעל מרכזי. (קרי יתרון מובהק לפינוי במחיר 12 ש/מ"ק).
- ה. עבור הרפתות בעלות מכסה של כ 2.5-2.6 מיליון ליטר, עלות של כ 20 ש/מ"ק עבור פינוי זבל על ידי קבלן פינוי שקולה לעלות סילוק הזבל למפעל האזורי עם אגרה שנתית של 270-280 ש/שנה. שני מסלולים אלו בעלויות הנ"ל מטילים עלות של כ 4.8-5.2 אג/ ליטר חלב. יש לבחון מרכיבים נוספים כגון יציבות המחיר ואורך חוזה אפשרי על מנת לקבל החלטנה מיטבית בהיבט כלכלי.
- ו. לאיחוד רפתות – במכסת יצור של כ 5.2 מליון ליטר – מתקבלות עלויות תפעול איכות סביבה דומות ביותר לאלו שבמכסת יצור 2.6 מליון ליטר. מקורן של העלויות הדומות ביחס הזהה שבין עלות פינוי הזבל – למפעל אזורי או ע"י קבלן – לבין היקף מכסת החלב ומספר החולבות. ככלל, ניתן לומר שבמעבר ממכסת יצור של 2.6 מליון ל 5.2 מליון – גידול התשומות בהפעלת המערכת עומד ביחס ישר לגידול במכסה ולכן העלויות דומות, גם כאן ניכר יתרון לפינוי זבל למפעל אזורי, על פני פינוי באמצעות קבלן. העלויות המתקבלות הן של 4.787 אג/ליטר בחלופת מפעל אזורי + חיוב מי מכון וכנ"ל כולל הובלה 5.26 אג/ליטר חלב.
- ז. בהיבט של פינוי זבל הרפת למפעל האזורי – איחוד רפתות במכסה של 2.6 מיליון ליטר לרפת דו עם מכסה של 5.3-5.5 מיליון – אין יתרון מובהק לגודל הרפת והעלות לכל ליטר חלב דומה מאוד.

ההפרשים שהתקבלו של אחוזים בודדים בכל מסלול ולכל גודל מעידים כי נדרש ניתוח רגישות נוסף וברזולוציה עדינה יותר.

ח. ברפתות המושביות והקיבוציות אשר לא עברו תהליך איחוד - נראה כי קיומו של מפעל אזורי לקליטה של זבלי רפתות יהפוך ויהיה מרכיב "הכרחי" בקיומה של הרפת. נראה כי פתרון זה לא יהיה בהכרח הזול ביותר. מאידך, אם נניח כי קבלני פינוי הזבל הפועלים כיום יחוייבו להעביר את חומר הגלם ישירות למפעלי עיבוד זבל אזוריים - והצעה כזו כבר מונחת על שולחן הרשויות - הרי שחלופת "קבלן הפינוי" הכלולה במאמר זה לא תהיה עוד והרפתן יחוייב בפינוי זבל למפעל אזורי..

ט. מכסת יצור חלב בהיקף של 5.2 מליון ליטר - מהווה את אזור "המעבר" לכדאיות תפעול הרפת בממשק רטוב. מגרף העלות הכללית עולה שבמכסת יצור זו - עלות התפעול בממשק יבש דומה לזו שבממשק רטוב ועומדת בתחום של 4.8-5.2 אגורות לליטר/חלב. חלופת ממשק הזבל הרטוב מורכבת יותר בהיבט המקצועי מהממשק היבש, ודורשת בין השאר כוח אדם מיומן ומקצועי יותר, ומשימות אחזקה מורכבות יותר. משימות אלו באות לידי ביטוי בעלות

י. עבור ממשק הזבל הרטוב נבחנו כאמור 2 אופציות מייצגות - עם חיוב עבור הזרמת הנוזלים לאחר הטיפול במפעל טיפול בשפכים (מט"ש) אזורי, ועם חיוב מופחת. ההפרש בין 2 חלופות אלו, כמעט וקבוע ונמצא בסד"ג של 0.3 אגורה לליטר/חלב. לא בכל הרפתות המפעילות ממשק רטוב מוזרמים השפכים המטופלים למערכת המקומית (שבבעלות אותו גורם כמו הרפת) אלא קיימים מקרים בהם הנוזלים מוזרמים למט"ש, ועל הרפת לשאת בעלות אגרת הביוב לכל הכמות. בתחשיב עבור רפת בממשק רטוב הובאה בחשבון תוספת הנפח לתרומה הכללית שמקורה בשטיפה/גריפת הזבל הגולמי, והנוזלים שעומו.

יא. במעבר למכסות החלב הגדולות - 5.8 מליון ו 8.8 מליון - ניכר בגרף מגמה של שיפור העלות לליטר חלב עבור הפעלת המערכת בממשק זבל רטוב. השיפור חד יותר בחלקו הראשון - במעבר ממכסת חלב של 2.6 מליון למכסת יצור של 5.2 מליון, ומתמתן בהמשך עד למכסה הגדולה של 8.8 מליון ליטר חלב שנה. עבור המכסה הגדולה - רפת משולשת בד"כ - מתקבלות עלויות תפעול ואחזקת מערכות בשעור 4.23-4.59 אגורות לליטר חלב, עם חיוב מי המכון או חיוב מופחת (הפרש 0.3 אג.).

יב. ההסבר לירידה בעלות תפעול נובע להערכתנו מ 2 מנגנונים :

הראשון : עלויות תפעול ואחזקת מערכות הטיפול בשפכים - הן אלו של הפרדת המוצקים והן אלו של טיפולי הקדם עד לרמת ביוב סניטרי - המועבר למט"ש האזורי, אינן לינאריות. צריכת האנרגיה, המבוססת על משך הפעלת המערכות ביממה אינה גדלה ביחס ישר לגודל הרפת וכך גם עלויות האחזקה והתפעול. כתוצאה, ניכרת עליה בהוצאות אולם בשעור נמוך מהגידול במכסה.

השני : ברפתות הגדולות ממכסת חלב של 2.6 ומעלה - עיקר העלות מקורה בפינוי וטיפול בזבל. ככל שגדלה הרפת גדל מרכיב הוצאה זה באופן לינארי, והעלות מגיעה עד כדי 5.5-6.0 אגורות לליטר. בממשק הרטוב, מפונה הזבל בגירוד ו/או בשטיפה ודחיפה למערכת הטיפול. הזבל עובר הפרדת מוצקים כך שנפחו בפועל קטן משמעותית. כמות הזבל לפינוי אינה גדלה עם גידול העדר ביחס ישר אלא בשיעור קטן בהרבה. כמויות רבות יותר זורמות למערך הביוב אך כאן העלות ליחידה (2.5 ש/מ"ק) נמוכה כדי פי 10 מעלות סילוק של פרש (כ 25 ש/מ"ק) ועל כן הגידול בכמות השפכים ועלותם אינה משמעותית (הגידול בכמות השפכים זניח יחסית להפחתה בכמות הזבל).

## 7. מגמות עתידיות

האם ניתן להעריך כיום כיצד יתנהג מחיר הטיפול בזבל ובשפכים בעתיד, מהן המשמעויות של שינויים אלו על תפעול הרפתות, וכיצד ישפיעו מנגנונים אלו על רוחיות הרפת בהיבט של הוצאות תפעול מערכות איכות הסביבה ?

שאלה זו קשה, שכן התשובה אליה מושפעת לא רק מהתנאים המשתנים של משק החלב, בעקבות הרפורמה, אלא גם ממשתנים נוספים הקשורים למשק החלב ולדרישות רשויות איכות הסביבה. טבען של אלו להשתנות ולהשתפר עם השנים. מרכיב דינאמי נוסף הוא התמקצעות מתקני הקצה לשפכים וזבלים בהם צפויים שפורים טכנולוגיים הנושאים עימם עלות גם כן.

כיום, מוקדם להעריך האם מחיר הטיפול בזבל החולבות, באותם אזורים בהם הוקמו מפעלים מרכזיים – יהיה יציב על פני השנים הקרובות (בטווח הקצר, כ 5 שנים) - או שמא האגרה השנתית תעלה באופן הדרגתי, עקב מורכבות התהליכים והתשומות שעימם (חשמל, כ"א, כימיקלים, טכנולוגיה וכדומה).

נוכל להתייחס לשאלה זו בהיבט מתקני הקצה בלבד, לזבל ולשפכים. כיום מופעלים בישראל 4-5 מפעלים אזוריים לקליטת פרש חולבות בטכנולוגיות שונות ובמידת מורכבות שונה. על הפרק עומדים מספר מתקנים נוספים שתפעולם צפוי בשנה שנתיים הקרובות. השונות שבטכנולוגיית המתקנים הינה המקור להפרש העלויות שבין המפעלים השונים, אם כי יש להניח שההפרש אינו עולה על כ 15%-20%. במקביל, מקודמים ע"י המשרד להגנת הסביבה מספר פרויקטים אזוריים נוספים המבוססים על גישת המפעל האזורי. ראיית המשרד כי בסופו של יום ותהליך, מירב הרפתות יהיו מחוברות למתקני קצה, שונים בטכנולוגיה המאפיינת אותם, אולם בעלי מוצרי קצה העונים לדרישות הסביבה.

בראייה רוחבית, נכונה להערכתנו הגישה התומכת בריכוז כל הזבלים במפעל אזורי, גם אם בסופו של יום מודל אזורי זה יהיה יקר לרפתן יחסית לפתרונות אחרים. ראינו כי טווחי העלויות אינם שונים בעשרות אחוזים. בפועל, נראה שכיום יותר ויותר אזוריים מתכנסים למהלך של פתרון אזורי. להערכתנו גישה זו חיובית למשק החלב ולסביבה

שינוי הקריטריונים והמדדים לאיכות מוצרי הקצה שידרשו ממפעלי המתקנים בשנים הקרובות – עלולים להביא את המפעלים להשקעות נוספות כבר בטווח הקצר (3-5 שנים). השקעות אלו, ישפיעו להערכתנו ישירות על האגרה לחולבת במפעל האזורי, וזו צפויה להעלות. תופעה זו עלולה להקצין כתוצאה מההתפלגות האזורית, קרי: באזורים רגישים דוגמת אגן היקוות הכנרת, בה לדרישות הסביבתיות נוספות עוד דרישות הנובעות מהמיקום הגיאוגרפי, יש להניח כי ידרשו השקעות נוספות בתשתית ממפעלי המתקנים, אשר יבואו לידי ביטוי בעלות לרפתן.

בהערותיו למאמר שפורסם בנושא, מציין ד"ר אילן צדיקוב, ראש ענף אגרואקולוגיה במשרד, כי הדרישות הסביבתיות ממפעלי המתקנים לא ישונו וכי מה שנדרש ע"י המשרד להגנת הסביבה ישמר וינוהל באמצעות פיקוח מתאים בראייה ארצית רחבה. יחד עם זאת, יש להניח כי מפעל קליטה ועיבוד זבל באזור דרום הארץ יחוייב בתפעול מערכות הגנה ואיטום ברמה פחותה מזו של מתקן דומה בצפון

הארץ, קל וחומר בתחום אגן היקוות הכנרת (מפעל שזרים כדוגמא). כל שינוי שידרש ממפעילי המתקן בטכנולוגיה או בתשתית ימצא את ביטויו הכלכלי בעלות האגרה השנתית לחולבת. להערכתנו, מוקדם לאמר אם אכן תתפתח מציאות זו ודרישות התפעול יהיו אחידות מכל המפעילים.

על בסיס הנסיון המצטבר במפעלי הזבל האזוריים – גם באותם מקומות בהם חלו שיפורים בתהליך והתייעלות בהפעלתו - לא נראה כיום באופק כי התייעלות זו תביא להפחתה במחיר עם השנים. יתרה, בחינה של מספר מפעלים בתחום הזבל האזורי, ומהותיקים בישראל, מלמדת כי הפקת אנרגיה מהתהליך ומכירתו לגורמי חוץ אכן מגדילה את הכנסתו של המפעיל, אולם אין בכך כל ערבות כי הכנסות אלו ישמשו מנוף להפחתת עלות האגרה לרפתן בגין כל חולבת.

בהיבט מי מכון החליבה וחיובי אגרת הביוב, יתכן וצפויה יציבות טובה יותר בטווח הקצר ובטווח הבינוני (עד 10 שנים). מדוע -?

מתקני טיפול בשפכים רבים – הקולטים שפכים מישובים ומקיבוצים הכוללים את זרם מי מכון החליבה – הוקמו בישראל בעשור האחרון באמצעות זכינות מסוג B.O.T. במודל זה, מקבל היזם זיכיון להקמה הרצה ותפעול המערכת לתקופה של כ 15 שנים ויותר, ומחייב לספק את מלוא השרותים לטיפול בשפכים והשגת תוצרי הקצה הנדרשים במחיר שנקב בעת זכיתו במכרז. מכאן, שאגרת הביוב לרשות המוניציפאלית – כל עוד זרם השפכים עומד בתנאי הסף מבחינת איכותו ותחולת חומרי הזיהום שבו - תהיה קבועה על פני תקופת הזכינות.

לכן, ניתן לשער כי אגרת החיוב בגין מי מכון החליבה תשתנה אך במעט בטווח הקצר והבינוני. אולם מניתוח ההוצאות לליטר חלב, עולה כי המרכיב הדומיננטי בהוצאה הוא סילוק ועיבוד הזבל. במוצע, 80%-85% מההוצאה המשוערת לליטר חלב הינה בגין סילוק הזבל והפרש, בעוד היתר הינו עבור המקטע הנוזלי. מציאות זו אינה שונה בהרבה ממציאות מתקני הטיפול בשפכים סניטריים בהם עלות הטיפול בבוצה מהווה כ 65% ממחיר הטיפול לכל מ"ק שפכים.

תובנה זו הביאה לבדיקת פוטנציאל החסכון הקיים בעלות פינוי פרש הרפת למפעל האזורי. כיוון שמחיר היחידה לחולבת לשנה נתון על ידי המפעל האזורי, בידי של הרפתן לצמצם את נפח הפרש המועבר מהרפת למפעל ולהביא בכדי כך לצמצום הכמות ועימה הפחתת העלות. נבדקה ההשפעה של צמצום נפח הזבל על ידי מיצוקו ברפת מרמת מוצקים של 10% לרמת מוצקים של 13%. התחשיב מראה כי צמצום נפח הזבל, עבור מכסה של 5.5 מיליון ליטר חלב יביא לחסכון שנתי של כ 30,000 ₪ מתוך הוצאה של כ 150,000 ₪ עבור אגרת חולבות שנתית. משמע, מיצוק הזבל לרמה של 13% יביא לחסכון של עד כדי 20% בהוצאה לזבל למתקן האזורי. נציין, כי אין בידינו כיום כלים מספיקים לבחון את כלל תועלתו של התהליך, מאחר והעלות הנדרשת לצורך ביצוע המיצוק אינה ברורה דיה ומשתנה מרפת לרפת ובתנאי תפעול הרפת.

בהיבט האזורי סביבתי, קיים יתרון נוסף למפעלי הזבל האזוריים: אלו יאפשרו למשקים החברים במפעל לנצל דשן אורגני חזרה מתהליך העיכול של המפעל בשדות כחומר קומפסט/דשן. לחומרים אלו

אפקט סביבתי עדיף על אלו של הדשנים הכימיים. כאן יש מקום להמשך מחקר ובדיקה לגבי הערך הכלכלי של הדשן האורגני אותו יכול המשק לנצל ואשר מקורותיו ברפת המשק. יש לציין כי במפעלי עיבוד הזבל האזוריים עדיין קיימת פרקציה (מקטא) נוזלי המחייבים טיפול בטרם השבה לסביבה (וטיפול יקר ככל הנראה) אולם טיפול זה הינו באחריות מפעיל המתקן והעלות לא תחול על הרפתן בכל מקרה. על כן עלות זו אינה משפיעה למאמרינו.

### סוף דבר -

העיסוק בתחום עלויות התפעול ושעור הנטל על מחיר הליטר חלב – חשוב להערכתנו מעבר למספרים ולערכים הנקובים במאמר זה.

קיומן של מערכות טיפול בשפכים בכלל, וטיפול בשפכים מרוכזים בעלי סכנה לסביבה בפרט – תלוי בתפעול נכון ורציף של המתקנים לאורך זמן, תוך הפעלת גורמים מקצועיים נכונים. השמירה על רמת אחזקה נאותה, כמו גם המשך לימוד, ורכישת מידע, והבנת התהליכים ועלותם - הינם חיוניים. לכן, עם תום מרבית שלבי הביצוע של תוכנית הרפורמה והתחזקות הדיון בעלויות השוטפות של מערכות איכות הסביבה – סוף 2006 – יש לתת כיום משקל נוסף לדיון ולימוד סוגיות התפעול ועלותן.

חסכון בעלויות התפעול, ושחיקת אחזקת המערכות תביא לידי קריסה של מערכות הטיפול וכתוצאה – לפגיעה במטרה העיקרית – מניעת זיהום סביבה. מתפקידם של העוסקים בנושא - ולא דוקא מתחום הרפתות – להדגיש את החשיבות שבתפעול נכון של המערכות. ללא תפעול הולם, ידרשו בתוך שנים, לא רבות, תקציבים חדשים לשדרוג מערכות ותיקון נזקים שמקורם בחוסר אחזקה ותפעול נכון.

על קברניטי הרפת ומשק החלב להיות עירניים ומודעים לנושא עלות איכות הסביבה ברפת, שכן, אזי יהיה בידי הרפתנים כלי לבחון כלכלית את הדרישות הסביבתיות החדשות שיחולו עליהם (ויש להניח שאכן יחולו). קיומה של רפת בת קיימא יגזר משילוב של עמידה בדרישות הסביבתיות, ויחד עם זאת קיום מפעל כלכלי רווחי המאפשר לבעליו הכנסה ופרנסה.

8 רשימת ספרות מקצועית ומקורות מידע

*Manure Managements*, Treatment Strategies for Sustainable Agriculture,

C.H. Burton , C. Turner and others , ISBN#: 0 9531282 6 1 , Silsoe, Bedford, UK