

מוסד שמואל נאמן
בשיתוף אופט ישראל



שריפת אנפה
והפקת אנרגיה
משפכים תעשייתיים

עורך: אלכסנדר בורקט

שריפת אשפה והפקת אנרגיה משפכים תעשייתיים

עורך

אלכסנדר בורקט

**קובץ מאמרי יום עיון שנערך בינואר 1999 ע"י
מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה
בשיתוף אופט ישראל**

שרפת אשפה והפקת אנרגיה משפכים תעשייתיים

עורך: פרופ' אלכסנדר בורקט

הדיעות בפרסום זה אינן משקפות בהכרח את עמדתו של מוסד ש. נאמן

© כל הזכויות שמורות 1999,

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע ובטכנולוגיה

פורסם - אפריל 1999

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

קרית הטכניון, חיפה 32000

טל. 04-8237145, פקס 04-8231889

תוכן הענינים

דבר העורך

	פרופ' אלכסנדר בורקט, הפקולטה להנדסת
I	אווירונטיקה וחלל, טכניון.....
	סקירה על שרפת אשפה והפקת אנרגיה מפסולת
1	רגייס וונקרקווה - מומחה אופט מבליה.....
	ישימות פתרון שרפה/הפקת אנרגיה מאשפה
	במדינת ישראל
33	אופירה אילון - הפקולטה להנדסה חקלאית.....
	הפקת דלק משמנים משומשים
45	אבי בן ליש Green Oil Energy.....
	הצעות להקמת מתקנים לשרפת אשפה
57	עופר דרסלר Energy Horizons.....
	מערכות להפקת אנרגיה משפכים תעשייתיים
63	יחיאל מנוחים Enviromental Protection Technologies.....
	פנל שאלות ותשובות
	מנחה : פרופ' יורס אבנימלך, הפקולטה להנדסה
67	חקלאית, הטכניון.....

דבר העורך

ישראל עברה במהירות בשלושים השנים האחרונות ממצב של מדינה מתפתחת למצב של מדינה כמעט מפותחת. הדבר אמור הן לגבי צריכת האנרגיה והן לגבי "יצור" האשפה. הגענו למצב בו אין יותר מקומות להטמנת האשפה רגילה ועם צורך דחוף לסגור מזבלות שעלו על גדותיהן. למזבלות אלה אין אתרי תחליף.

מוסד שמואל נאמן יחד עם אופט-ישראל מציגים חוברת זו שהיא תוכן יום עיון שנערך בראשית שנת 1999 כדי להציג פתרונות חדשניים לטיפול באשפה באמצעות שריפה והפקת אנרגיה, כפי שהדבר מיושם באירופה וכן טיפול בשפכים תעשייתיים שונים כפי שזה מיושם בישראל.

בחוברת הרצאת אורח של מומחה בלגי לשרפת אשפה Regis Vankerkove שאת תרגומה אנו מביאים כאן ביחד עם הרצאות מקוריות שהוקלטו ונערכו לדפוס. בסוף יום העיון נשאלו שאלות וניתנו תשובות באנגלית, שבהן באו לביטוי החששות השונים הקיימים בציבור כלפי שיטת שרפת האשפה והפחד שמא תיהפך שיטה זו למטרד אקולוגי בגלל תכנון או תפעול לקויים של המערכות. כן נשמעו הרצאות על טיפול בשפכים תעשייתיים בישראל, וטיפול בשמני סיכה משומשים, שנותנים פתרון לשמנים המשומשים של מערכות התחבורה, אך שאינם נותנים פתרון למאגרי בוצת דלק-שמן המצויות בבתי הזיקוק ובאתר הפסולת ברמת חרב.

כל התרגומים בוצעו ע"י העורך בצורה חופשית מבלי להקפיד על תרגום המילולי, תוך ניסיון לתמצת את הרעיון המובא. כל ההרצאות נערכו ע"י העורך תוך ניסיון להשאיר את הדברים בצורה מוחשית תוך תיקוני תחביר מזעריים. אם ע"י כך נפגעה כוונת הדברים בדרך כלשהיא הרי כל האחריות חלה על העורך בלבד ולא על המרצים או משתתפי הדיון.

פרופ' אלכסנדר בורקט

הפקולטה להנדסת אוירונאוטיקה וחלל

הטכניון מ.ט.ל., חיפה

**INCINERATION and ENERGY RECOVERING FROM WASTE :
AN OVERVIEW**

Régis Vankerkove, 146 chaussée de Namur, B5030 Gembloux, Belgium
Tel : +32 / (0)81 61 25 01 Fax : +32/ (0)67 646 592 e-mail :
vankerkove@cragx.fgov.be

סקירה על שרפת אשפה והפקת אנרגיה מפסולת

רגיס ונקרקוה

מומחה טכני מטעם ארגון אופט של הקהיליה האירופית בבריסל

1) מבוא

האשפה העירונית המוצקה ניתנת לחלוקה לארבע קבוצות:

- אשפה ביתית: נייר, חומרים תוססים, אריגים, פלסטיק, עיתונים, מתכות, זכוכית, אשפה אורגנית, חומרים אחרים.
- אשפה ביתית רעילה: שמנים, סוללות, צבעים, לקה וחומרי הברקה, תרופות, ממיסים.
- אשפת גינון: ענפים ואשפה ירוקה אחרת.
- אשפה תעשייתית: אשפה של תעשייה, תעשייה זעירה וחנויות: נייר, קרטון, עץ, נייר או עץ דחוסים, חומר אורגני, מתכות, פלסטיק, זכוכית, גומי, חומרים מרוכבים.

חוץ מהאשפה הביתית הרעילה כל שאר האשפה ניתנת לשימוש להפקת אנרגיה. אפילו האשפה הרעילה ניתן לרוב למצוא פתרון לצורך שימושה כמקור אנרגיה, בעיקר לגבי שמנים, ממיסים, צבעים, לקה וחומרי הברקה. הפתרון לרוב מצוי ע"י שימוש בהם בתעשיית המלט.

בהרצאה זו יוצגו בתחילה הפתרונות האירופאים לבעית שרפת האשפה. אחר כך נדון בבעיות הנובעות משיטות השרפה השונות ופתרונות שאומצו. לבסוף נדון בהפרדה ומיון של האשפה, ושיטות אלטרנטיביות שונות.

2) היתרונות של הפקת אנרגיה מאשפה.

ניתן לציין שלושה יתרונות מהפקת אנרגיה מאשפה עירונית מוצקה:

- ביזור התלות בהפקת האנרגיה.
- המבט האקולוגי
- המבט הכלכלי

2.1) ביזור התלות בהפקת אנרגיה.

הפקת אנרגיה מאשפה, מאפשרת להקטין את כמות הדלק הנצרכת לצרכים אלו. ניתן להפיק בין 300 ל-700 קו"ש חשמל מכל טונה של אשפה כפונקציה של השיטה הטכנולוגית שבשימוש וסוג האשפה הנידונה. ככל שכמות החומר האורגני באשפה גבוהה יותר כך נחסוך יותר דלק.

2.2) המבט האקולוגי.

אפילו אם שרפת האנרגיה יוצרת CO_2 חלק מ- CO_2 זה מגיע ממקורות מתחדשים. לכן המאזן של ה- CO_2 ממקור זה יכול להיחשב כניטרלי. להבדיל אם קוברים את החומרים האורגניים באדמה, נוצר מתן גזי שמשפיע פי 20 יותר מדו-תחמוצת הפחמן באפקט החממה. [הערת המתרגם: הטענה הקודמת מבוססת על הנחה מוטעית שכאילו יש הבדל בסוג הדלק שמשמשים בו: דלק שמחדש עצמו, כלומר עץ, ובתוך כך צורך CO_2 לצורך התחדשותו, או דלק שאינו מחדש עצמו כגון נפט או פחם. למעשה מה שקובע את אפקט החממה זו הכמות הכללית של הדלק הנשרף ולא הסוג שלו.]

לבסוף שרפת אשפה מאפשרת להקטין את שטח המזבלות והבעיות האקולוגיות שהן גורמות.

2.3) היתרונות הכלכליים.

מבט זה חשוב משום שהפקת אנרגיה מאשפה יכול להיות רווחי.

הרווחיות מבוססת על:

- ההשקעה הבסיסית,
- העלות התפעולית הנוספת;
- רווחים ממכירת האנרגיה.

על כן חשוב ביותר לבצע מחקר כלכלי כדי להגדיר בבירור את שלושת מימדי הרווחיות הללו לפני שמתחילים בפרויקט כלשהו. הנקודות שיש לבדוק הן:

- האנרגיה הפוטנציאלית שניתן לספק על פי הנתונים הטכניים של המתקן וכן הכמות והסוג של האשפה המצויה.
- הלקוחות הפוטנציאליים לאנרגיה זו.
- סוג הלקוח; חשוב לדעת מהו המחיר שישולם ע"י הלקוח עבור האנרגיה, סוג האנרגיה המבוקשת (קיטור, חשמל או מים חמים), הכמות הכללית של אנרגיה הנדרשת והכמות העונתית של אנרגיה זו.

3) תכולת האנרגיה של האשפה

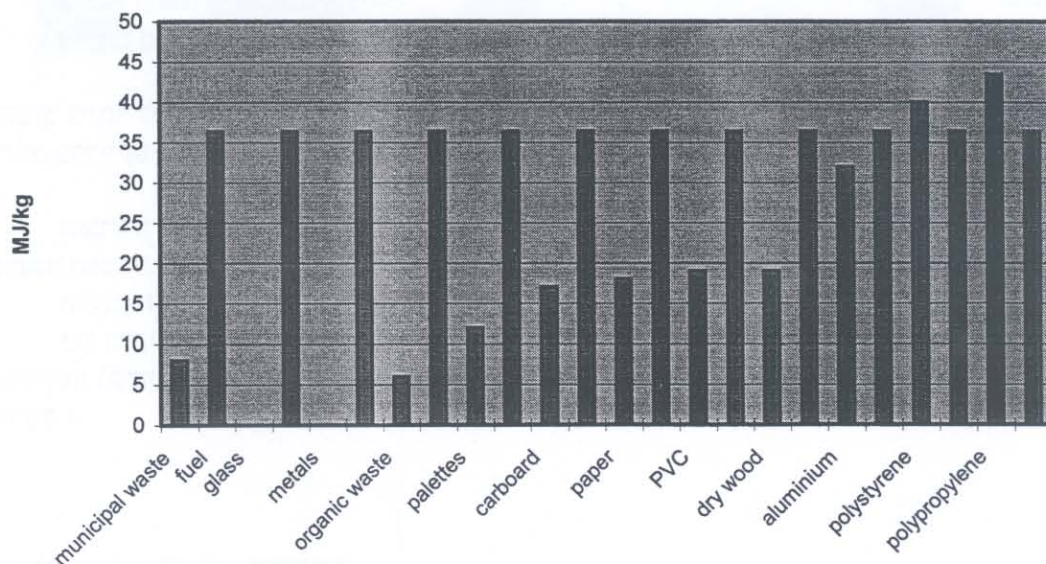
לפני שבוחנים את הפקת האנרגיה מהאשפה, חשוב שיהיה מידע טוב על כמות האנרגיה המופקת שניתן לצפות לה. ראשית כדאי לזכור שאשפה תעשייתית רגילה, הינה בעלת מרכיב אנרגטי גדול מאשפה ביתית, ומאשפת גינון, ושערך האנרגיה שניתן להפיק ממנה היא בערך פי שתיים.

שנית שהערך האנרגטי של האשפה נמצא בעליה מתמדת. בתחילת שנות ה-80 הערך הפוטנציאלי של הפקת אנרגיה (NCV, net conversion value) היה 1600 קקלוריות/קג (6700 קג'אול/קג). זה עלה ל-1800 ק'קלוריות/ק'ג (7500 קג'אול/קג') בתחילת שנות ה-90 ומגיע עתה ל-2000 קקל/ק'ג (8400 קג'אול/ק'ג). ערכים אלו משתנים ממדינה למדינה, למצב הכללי של המדינה ולמצבה הגיאוגרפי. ככל שהמדינה היא בעלת אוכלוסיה חקלאית, כך ה-NVC נמוך יותר, ואילו ככל שהתעשייה מפותחת יותר כך ה-NVC גבוהה יותר.

העליה בערך האנרגטי של האשפה ניתן להסבירו במיחזור. למעשה מרבית החומרים בעלי ערך אנרגטי נמוך עוברים מיחזור חלקי כגון זכוכית, מתכות וכו'. מיחזור פלסטיק מסוג פוליאאתילן ו-PVC מקטינות את ערך ה-NCV אך לא במידה שמבטלת את האפקט החיובי של המיחזור. לכן יש לראות בעליה המתמדת של הערך האנרגטי של האשפה עם השנים בגלל הגברת המיחזור.

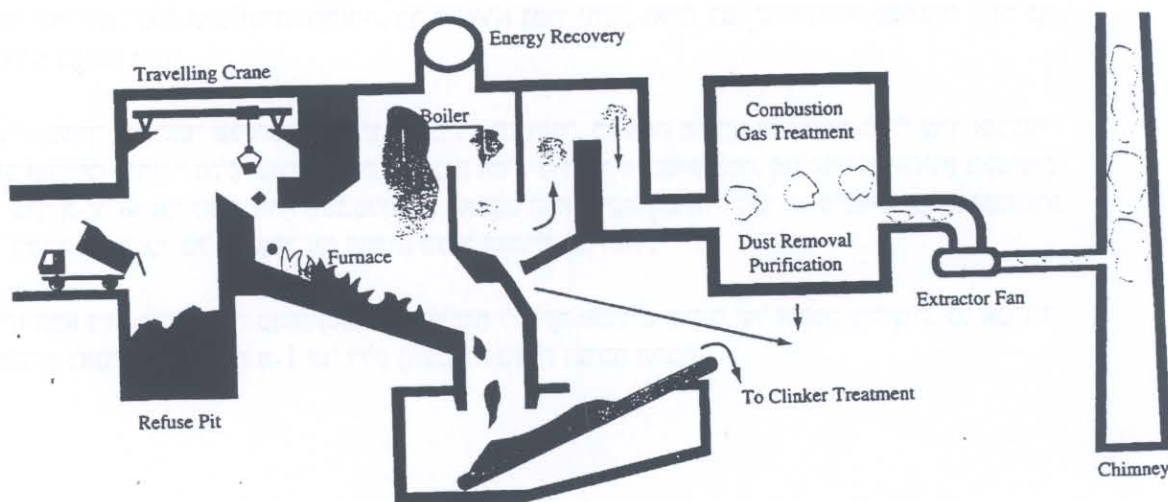
בגרף הבא ניתן לראות את כמות האנרגיה הניתנת להפקה מסוגים שונים של אשפה עירונית. כל אנרגיה משווית לאנרגיה המופקת מ-1 קג' דלק (העמודה בעלת הגובה הקבוע).

NCV of different wastes



4) שיטות אירופיות להפקת אנרגיה ע'י שרפת אשפה

4.1 שיטת קלסיות לשרפת אשפה עירונית ופסולת תעשייתית. באופן כללי מערכת שרפה כוללת את היחידות הבאות: איזור אכסון, טיפול והכנה של הפסולת. תנור ומבער סופי (afterburner). מערכת קירור לגזי הפליטה (עם או בלי מחליף חום). טיפול בעשן ופליטות אחרות. הוצאה וטיפול במשקעים.



ציור 1. מתקן שרפה בסיסי עם מחליף חום לניצול האנרגיה.

איזור האיכסון

איזור האיכסון הוא המקום בו מכוניות איסוף האשפה פורקות את תכולתן. הוא חייב להיות אטום למים, ומתוכנן כך שיכיל אשפה שנאספה משך לפחות יומיים. העירבוב להומוגניזציה של האשפה בתוך הבור והאכלת התנור נעשית בעזרתם של וו לוכד וגשרים נעים. איזור האיכסון חייב להיות מצויד במערכת למניעת מעוף של ניירות ואבק, ומניעת ריחות רעים. לצורך כך איזור האיכסון והבור הם סגורים ומצויים בשאיבה מתמדת. האויר הנשאב באיזור הסגור מוזרק לתנור כמחמצן.

התנור

התנור מתוכנן כך ש:

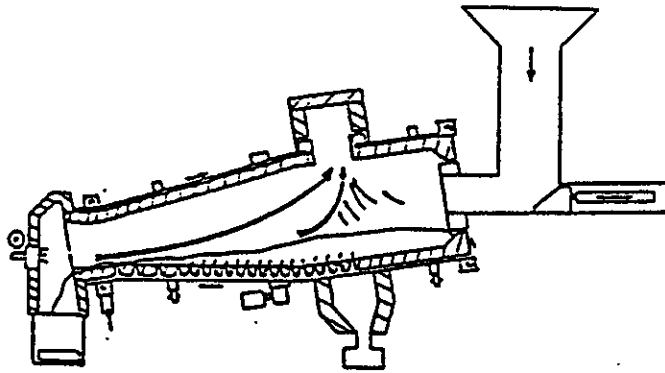
- יפזר בצורה יעילה את הפסולת על מתקן הבעירה
- יזיז ויערבב את הפסולת כדי לאפשר מגע טוב עם האויר לצורך השרפה
- יגיע לטמפרטורה מספקת כדי ליבש את הפסולת, יאייד את החומרים הנדיפים, יפרק את הפסולת למולקולות פשוטות וידליק את הגז.

הגז הבא מהתנור, עובר חימצון בחדר שרפה סופי שמיועד להגיע למצב הנדרש בחוק: שהייה של לפחות 2 דקות ב-850 מעלות צלסיוס.

ארבעה סוגים של מערכי תנור משמשים לשם שרפת פסולת מוצקה: התנור המתגלגל, תנור הרשת, התנור הסטטי, והמצע המרחף.

1. התנור הסובב

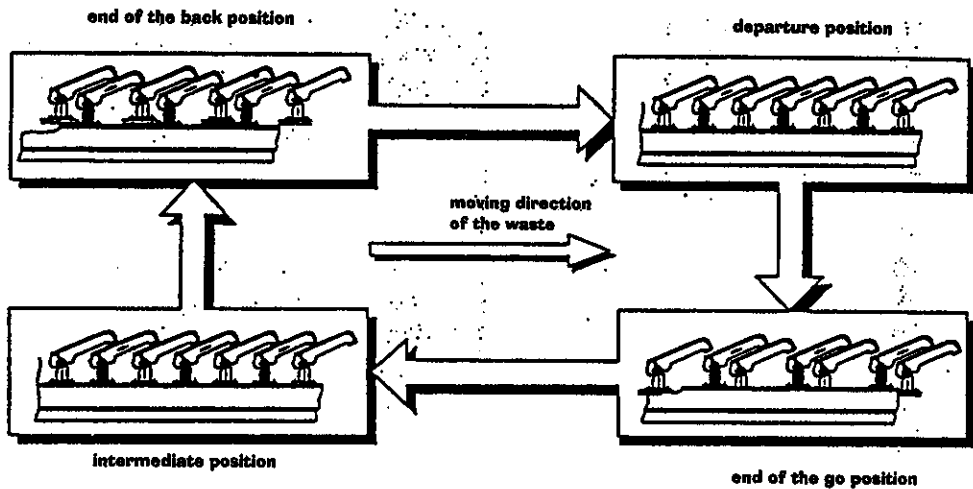
אלו תנורים גליליים כאשר הציפוי הפנימי שלהם מחומר עמיד בחום ומוצבים בזווית הטיה קלה כלפי מטה מהמאוזן. החלק הגבוהה הוא ראש התנור מקום בו מוכנסת הפסולת. ההטיה הקלה קלפי מטה וסיבוב התנור על צירו מאפשרים את זרימת הפסולת ועירבובה עם האויר המחמצן כדי להבטיח שרפה יעילה. החלק הנמוך של התנור מצוי ביציאה מהתנור מקום בו העשן יוצא למבער האחורי, ואילו השאריות המוצקות נשפחות למתקן קירור וסילוק. תנורים אלו מאפשרים שרפה של פסולת מוצקה, פסולת נוזלית או בוץ.



ציור 2. התנור הסובב.

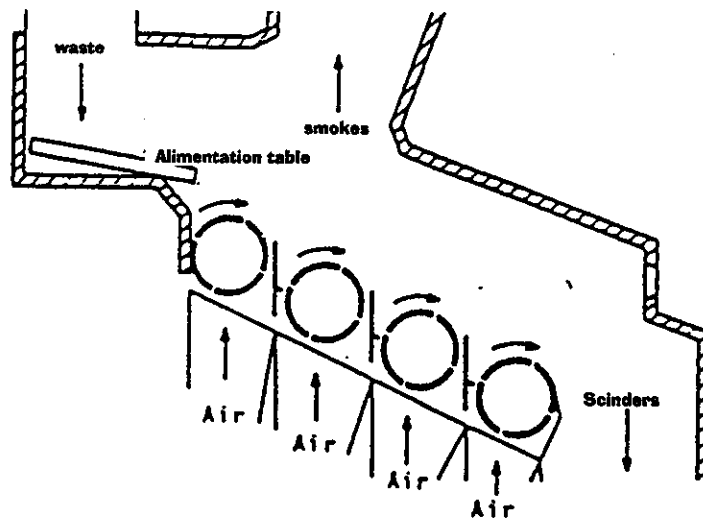
לרשת יש את התפקיד של מצע שרפה המאפשר את תהליך הערבוב הפסולת והכנסת האויר לשרפה. לתגור חלקי מתכת עשויים מסגסוגות מיוחדות העומדות בטמפרטורה. ישנם עקרונית שלושה סוגי רשת:

רשת בעלת תזוזה אופקית: רשת זו בנויה משלבים ומורכבת כך שהם לסרוגין עומדים ונעים. רשת זו יכולה להיות אופקית או נטויה.



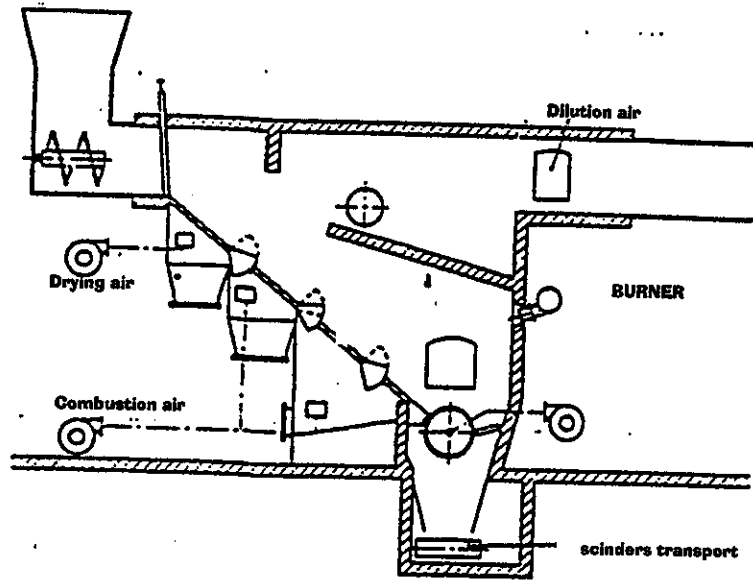
ציור 3. רשת עם תזוזה אופקית

רשת אין סופית: המצע של הפסולת הם גלילים מסתובבים. מרכיבים אלו מסודרים בשלבים.



ציור 4. רשת אין סופית

רשת עם מוטות אנכיים: התקדמות וערבוב התערובת נעשית ע"י סיבוב חלקי ולסרוגין של מרכיבי הרשת.



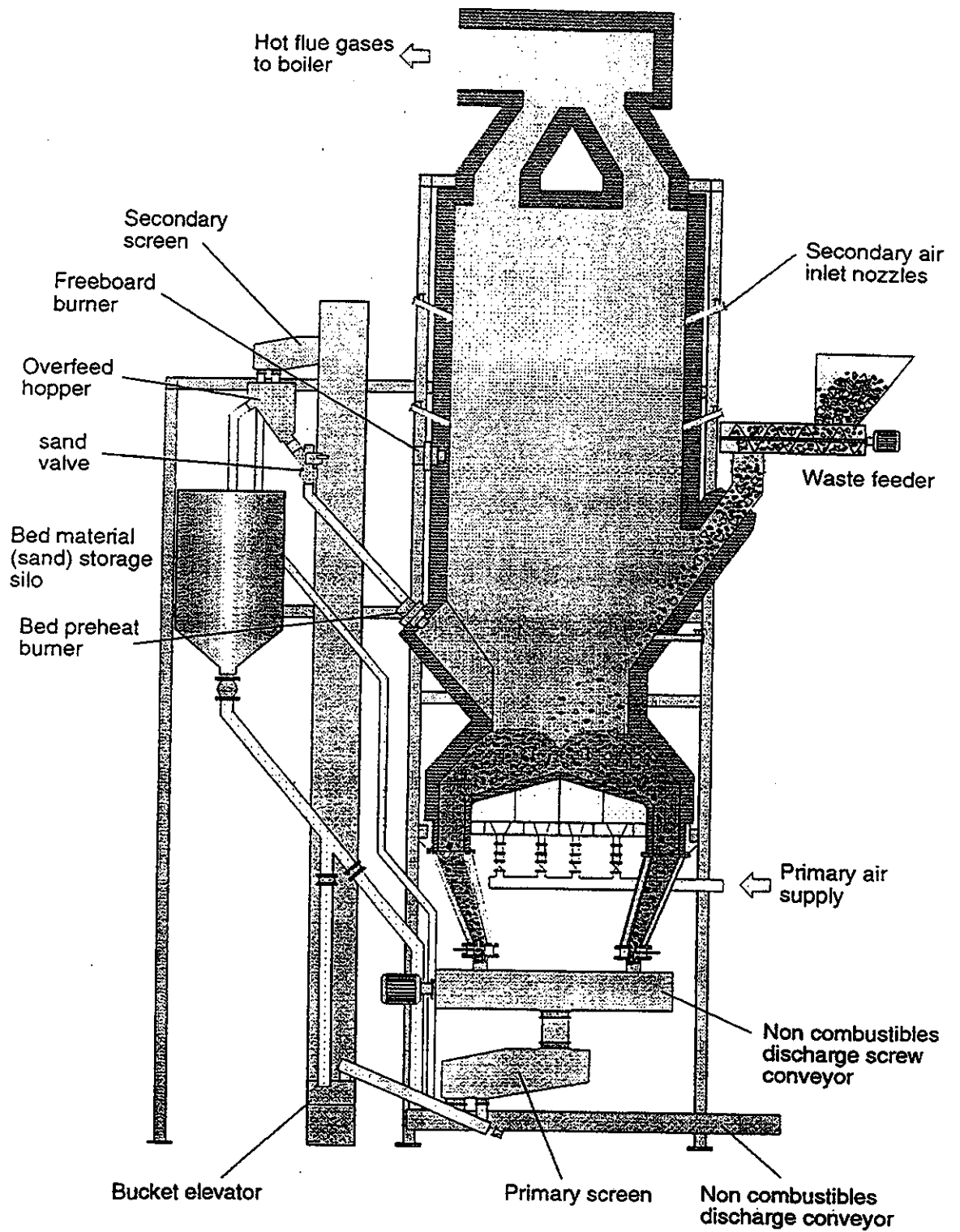
ציור 5: רשת עם מוטות נוטים כלפי מעלה.

3) תנור הלב או תנור המדרגות

בתנורים סטטים, המערכת המחזיקה את החומר הנשרף עשויה מבנה בטון ומצוידת בלב מסתחרר או במערכת מדרגות. טעינה ופריקה של האפר נעשית באופן ידני במתקנים קטנים ובאופן אוטמטי במתקנים גדולים ללא עזרת ברגי קצה או מנופים.

4) תנורי מצע מרחף.

תנורים אלו מתאימים לשרפת בוצה ופסולת מרוסקת בעלת דרגת גרעיניות מוגדרת. תנור מצע מרחף בנוי בצורת קיר אנכי הסוגר על מצע אינרטי חם מאוד בטמפרטורה של 750-850 מעלות צלסיוס. לקיר בדרך כלל צורה ומבנה קריטיים. המצע, מרחף הודות לזרם אוויר המזרם מתחתית המצע דרך רשת מפזרת. הפסולת נזרקת לתוך המצע באמצעות מוביל בורג או משאבת דחיסה, (ראה ציור 6) או שהוא נזרק מהחלק העליון של התנור. זרם האוויר צריך לגרום לריחוף המצע וגם לאספקת החמצן הנחוץ לשריפה. בהתאם לגודל ולתכנון המערכת, המצע מסתובב או נע.



ציור 6. תנור מצע מרחף.

הבטים כלכליים.

(1) השקעות.

ההשקעה עבור מתקן שרפת פסולת בסיסי הוא בין 2.5 ל-3 מיליון ECU לטון/שעה. עבור מתקנים קטנים מאוד מתחת ל-3 טון/שעה ההשקעה הרבה יותר גבוהה.

קיימים מספר רב של מרכיבים המשנים את גודל ההשקעה הנדרשת ואלו כמה מהם:

גודל המתקן קיימת תופעת הגודל. אבל דבר זה לא משמעותי מאוד משום שמערכות גדולות מאוד מורכבות ממספר קוים מקבילים שמפצים עבור תופעת הגודל. כמו כן במערכות גדולות יש מתקנים מיוחדים שאינם קיימים ביחידות קטנות כגון בעיות ארכיטקטוניות, אוטומציה וכו'.

סוג הפסולת הנשרפת סוגים שונים של פסולת עשויים לצרוך ציוד יקר יותר. למשל, הכנסת פסולת תעשייתית עתירת אנרגיה יכולה להצריך הכנסת ציוד כמו בוילרים, ציוד לטיפול בגז וכו'. או במתקנים בעלי הקיף גדול יש צורך בציוד מיוחד כמו מגזרות וכו'.

צפי מוקדם של הרחבות עתידיות: צפי מראש של הרחבת המערכת בעתיד והוספת מתקני שרפה נוספים עשויה ליקר את ההשקעה הבסיסית הראשונית מבחינת הבנין, אך כמובן תזיל את ההרחבות בעתיד.

טכנולוגיות לטיפול בעשן: יש קהילות הבוחרות במערכת טיפול סטנדרטית בגזי הפליטה שעומדת בסטנדרטים הקיימים בתוקף [שתמיד מפגרים אחר המציאות, הערת המתרגם], ויש קהילות המעונינות במערכות מתקדמות יותר לצורך הורדת רמות מינימליות של מזהמים, למשל מניעת פליטה של נזולים מזהמים, טיפול בתחמוצות חנקן וכו'. מערכות כאלו מצריכות השקעות רבות נוספות.

טיפול בתוצרי משנה: טיפול במשקעים מתוך העשן עשויים להיות יקרים אם יטופלו כחלק ממערכת השרפה. בדרך כלל חומרים מסוכנים אלו מסולקים ומטופלים במערכות אחרות.

בעיות הקשורות לקביעת האתר למשרפה: דרכי הגישה לאתר עשויים לעתים להיות יקרות.

(2) הוצאות תפעוליות.

נתונים על הוצאות תפעוליות יש לחשב בזהירות משום שמדיניות יכולה להשפיע על הוצאת התפעול.

גם אם מתן מספרים עשוי לא להיות עניני, אפשר להסתכל על דוגמאות אירופיות שונות ולקבל הערכה לגבי המחיר. כמו כן כדי לדייק יש להפריד בין הוצאות שונות.

המחיר הרגיל הכולל שכר עבודה, פיקוח, תחזוקה, חומרים מתכלים, ביטוח וכו' יעלו בין 23 ל-40 ECU לטון אשפה.

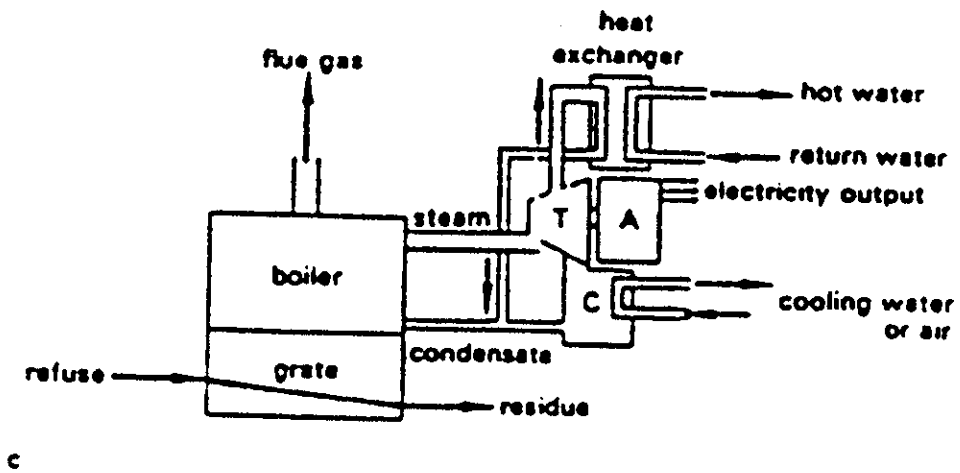
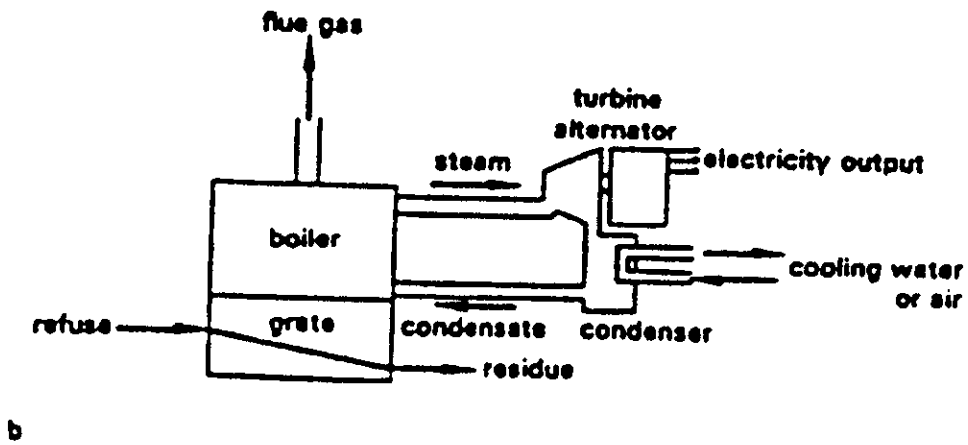
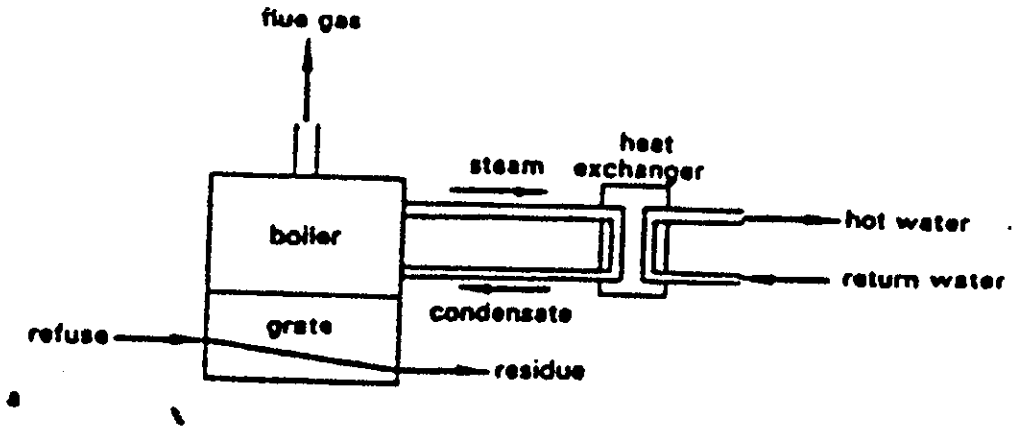
מחיר סילוק האפר משתנה מאוד ממקום למקום בין 3 ל-12 ECU לטון.

מחיר ניקוי העשן יעלה בין 3 ל-8 ECU לטונה.

ע"י חיבור נקבל מחיר תפעולי כולל בין 29 ל-60 ECU לטונה אשפה.

4.2 הפקת אנרגיה מפסולת

ישנן שלוש שיטות להפקת אנרגיה מפסולת. הפקת חום, הפקת חשמל, או הפקה משותפת חום וחשמל יחד.



ניתן לאמר מייד שהפתרון המהיר והכלכלי ביותר זה הספקת קיטור לצרכן קרוב. אבל פתרון זה מצריך משתמש גדול בקרבת מקום עם דרישות קבועות לאנרגיה במשך כל השנה. מכאן מובן מדוע רוב המתקנים מיצרים חשמל עבור הרשת.

השלב הראשון של הפקת האנרגיה היא הוצאת החום מגזי השרפה בבוילר. בוילר זה מכיל:

- מחליפי חום כדי לחמם את המים בבוילר
- מאייד כדי להפוך את המים לקיטור
- מחממי יתר כדי לגרום לקיטור להימצא במצב הנכון.

יש שתי שיטות אפשריות:

- להשתמש במים מחוממים ביתר כדי להוציא את החום
- להשתמש בקיטור רווי לצורך הוצאת החום.

הבחירה הראשונה היא החשובה ביותר הן מסיבות טכניות והן מסיבות כלכליות.

למעשה עם מים בחימום יתר קשה מאוד ואפילו בלתי אפשרי ליצר חשמל. האנרגיה במצב זה ניתנת לספקה כאנרגיית חום. כמו כן זרימת החום במקרה זה חייבת להיות קבועה משום שהאינרציה הטרמית של בוילר כזה נמוכה. אבל פתרון זה זול יותר מקיטור רווי.

לבוילרים המשתמשים בקיטור רווי יש גמישות רבה יותר מבחינת זרימת החום. בשיטה זו ניתן ליצר גם חשמל או לספק חום. אבל בוילרים של קיטור רווי מצריכים השקעה גדולה יותר בין 10% ל-50%.

היצרנים מאפשרים בדרך כלל מבחר: בוילר אופקי או אנכי. הבוילר האופקי פחות כלכלי אבל הוא פתרון טוב יותר. ראשית הוא אינו מצריך גובה למבנה וזה יתרון. אבל יש לו יתרון תפעולי חשוב: הוא מאפשר ניקוי בעזרת תהודה. מכות פשוטות על צנרת הבוילר מסלקת את האבק המצטבר בתוכם. הוא לא מצריך הפסקת הפעולה ולהשתמש בחלק מהאידיים כדי לשטוף בלחץ גבוהה את הצנרת כמקובל בבוילרים אנכיים.

האנרגיה המופקת מהבוילר יכולה לשמש להפקת חשמל או חום. אם משתמשים בחום כמות שהוא הוא מועבר לרשת באמצעות מחליף חום. באופן כללי היעילות של מחליפי חום הוא בין 65% ל-80%.

החשמל מופק בתהליך רנקין פשוט. הקיטור הרווי משוחרר בטורבינה המפעילה אלטרנטור. ביציאה מהטורבינה הקיטור עובר איבוי. אחרי כן הוא עובר זרימה באויר לפני שהוא מוחזר לבוילר. האויר משמש כמקור קר הבא מהחוף. הטורבינות המקובלות עובדות ב-380C ו-40 אטמוספירות.

היבטים כלכליים

יש לזכור מספרים אלו:

- טורבו-אלטרנטור של 5-MW עולה בערך 6 מיליון ECU.
- 1 ק"מ של צנרת כולל כל הציוד הדרוש עולה בין 0.5 מיליון למיליון ECU.

כדי להראות את השקעות היתר שיש לעשות לצורך הפקת אנרגיה מפסולת, מוצגים תוצאות ממספר מקרים קיימים וממגע עם משרדי תכנון הנדסי, וספקים. מספרים אלו יכולים לתת מושג טוב על ההשקעה, אך קיים בהם שוני רב ממקרה אחד לשני.

השקעות יתר להפקת אנרגיה × 10 ⁶ ECU	קיבול המתקן (טון פסולת/שעה)	
1.71	2X2	יצירת קיטור להפקת חום
2.87	4X2	
4.59	8X2	
6.35	8X3	
3.45	2X2	הפקת חשמל
5.75	4X2	
9.52	8X2	
13.37	8X3	
2.54	2X2	הפקה משולבת של חשמל וחום
4.25	4X2	
6.94	8X2	
9.90	8X3	
מקורות: UMH + מקרים קיימים + נתוני הספקים		

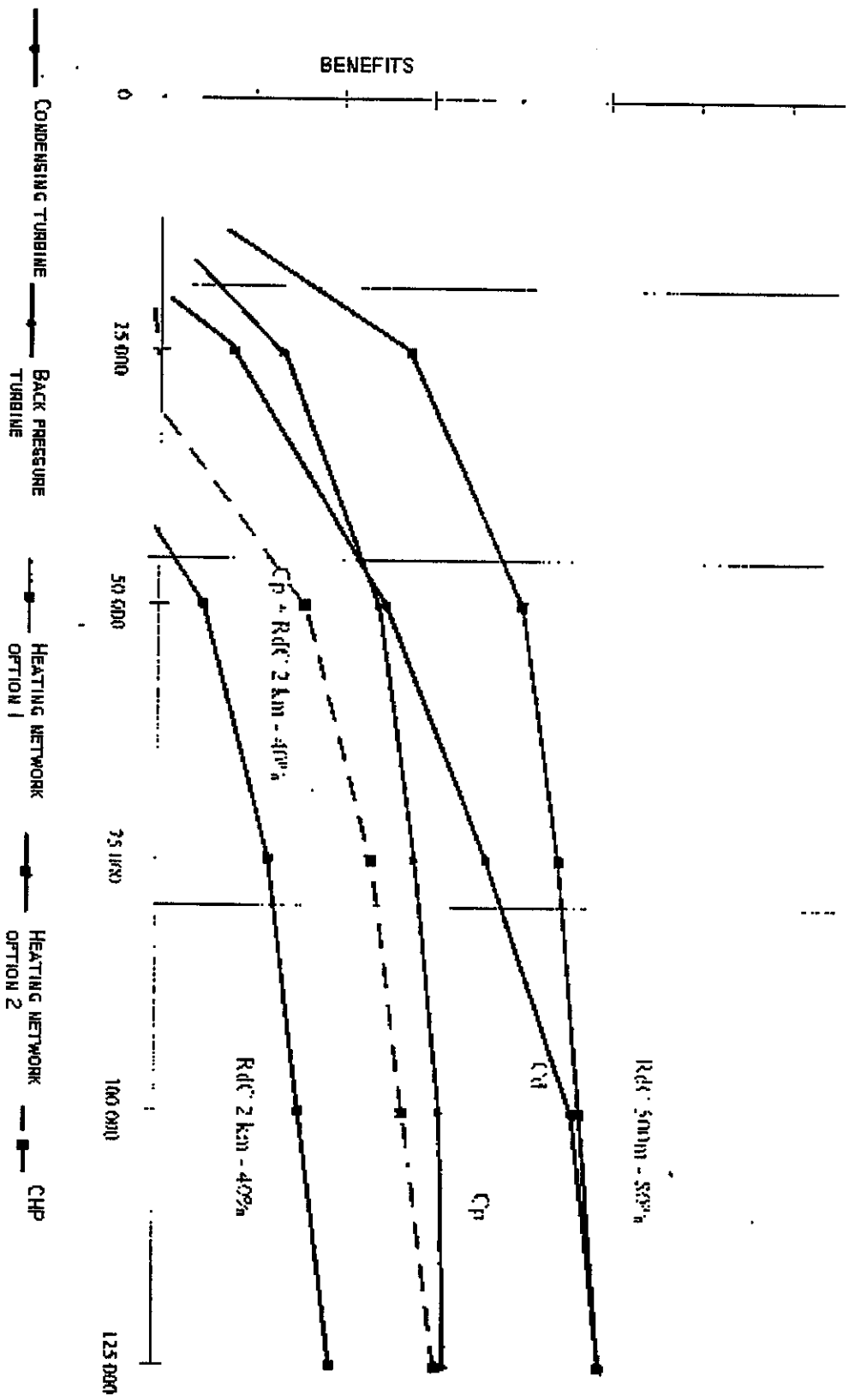
הגרפים הבאים מתארים את הרווח הכלכלי של פתרונות שונים:

- חימום רשת של 500 מ'
- חימום רשת של 2 ק"מ
- טורבינה עם לחץ אחורי
- טורבינה מעבה
- שילוב של הספקת חום והפקת אנרגיה.

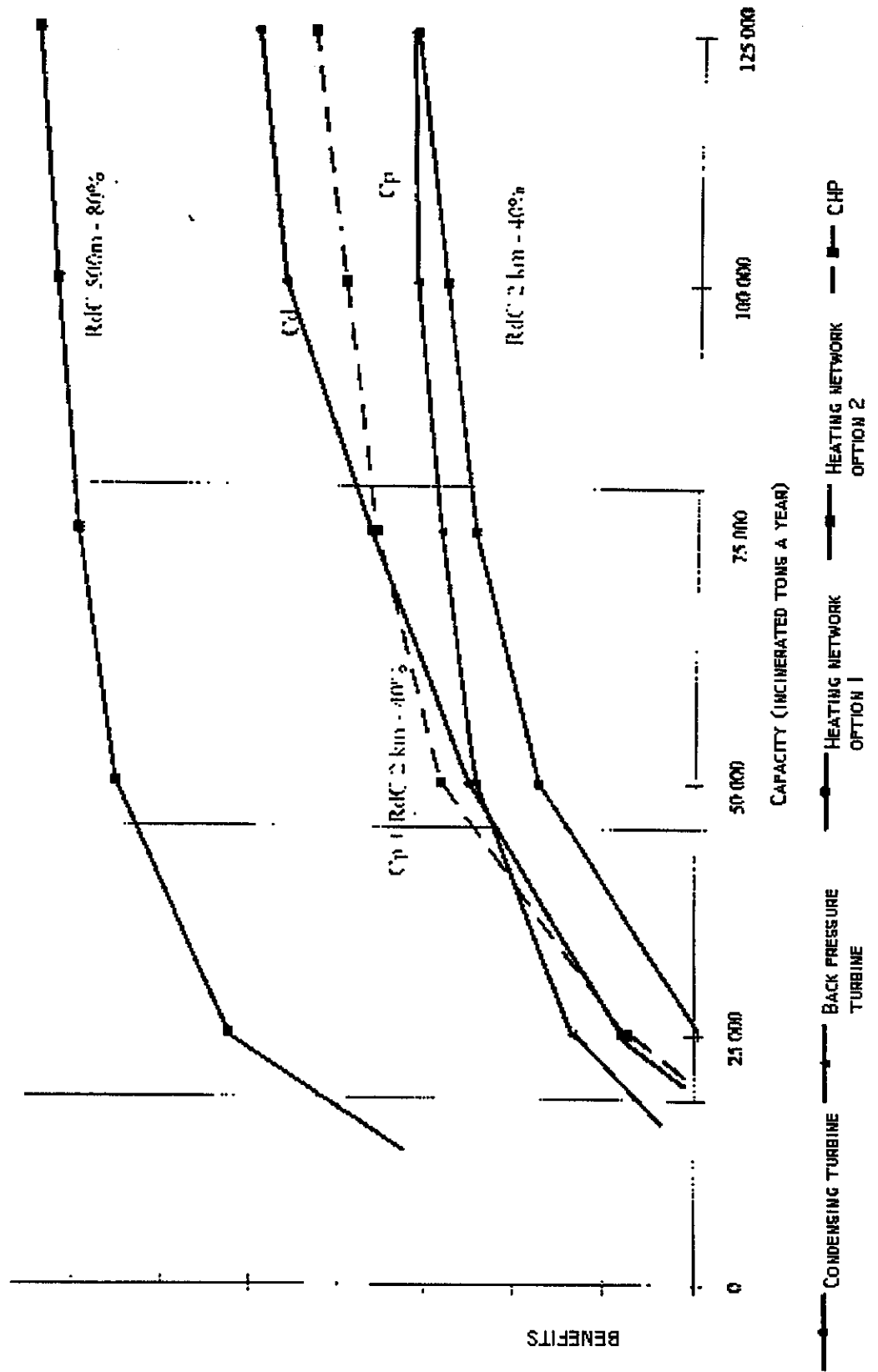
מה שמצויין כרווח אינו הרווח של כלל התשלובת אלא רק ההכנסה המתקבלת ממערכת הפקת האנרגיה. היא לוקחת בחשבון:

- (1) המחיר של תשלומי רבית השנתיים על השקעות היתר של מערכת הפקת האנרגיה
- (2) מחיר ההפעלה הנוסף כתוצאה מהפקת האנרגיה
- (3) הכנסה וחסכון הנובעים ממכירה ושימוש עצמי של אנרגיה.

HEAT IS SOLD AT 12.35 ECU



HEAT IS SOLD 18.5 ECU/MWH



4.3 מה עושים באירופה

שרפה היא אחת השיטות המקובלות ביותר לטיפול באשפה כפי שניתן לראות מהטבלה הבאה.

	recycling %	composting %	Incineration %	Landfilling %
Austria	23	15	14	48
Belgium	21	2	38	39
Germany	23	5	17	51
Denmark	9		79	12
Spain	1	11	5	83
France		7	46	47
Finland	30	3	2	65
Greece	7			93
Ireland	8			92
Italy			6	94
Luxembourg	26	3	43	28
Netherlands	28	18	31	23
Portugal		12		88
Sweden	16	3	42	39
United Kingdom	6	1	6	88

Source : European Waste Club 1997, compendium OCDE 1997 and IBGE

הפקת אנרגיה מפסולת אינה טכנולוגיה חדשה. ב-1986, 111 מתוך 369 משרפות בשוק המשותף יצרו חום, 24 יצרו חשמל ו-53 יצרו חשמל וחום במשולב. 51% מהמשרפות היו ספקי אנרגיה. הלוח הבא מציין את החלוקה במספר ארצות השוק המשותף ובארצות שלא בשוק המשותף.

INCINERATION PLANTS IN EEC

C O U N T R Y	Total Number of plants	Average quantity of incinerated waste per year/plant (x10 ³ T)	Without Heat Recovery	With Heat Recovery		
				Industrial use and heating	Electricity production	Electricity & heating or steam production
B	28	56.0	15	7	4	2
D (1)	47	183.0	3	7	7	30
DK (3)	40	42.5	4	36	-	-
ES (3)	8	415.0	5	-	2	1
F (2)	280	84.5	216	43	2	19
I (3)	94	26.0	78	12	4	
L	1	100.0	-	-	1	-
NL	11	158.2	5	2	3	1
PO (3)	-	-	-	-	-	-
UK	48	66.7	43	4	1	-
EEC	557	-	369	111	24	53
USA (4)	83	-	14	42	11	16

Notes

- (1) Year 1986
- (2) Year 1985
- (3) Year 1987 - Capacity = 1 t/h
- (4) Includes 5 operating Canadian mass burning plants.

DG XVII data

כרגע כ-60% של המשרפות מפיקות אנרגיה משרפת הפסולת. שלושת הברירות להפקת אנרגיה מצויות בשימוש. למשל צרפת, המדינה השנייה אחרי דנמרק ביחס הפסולת הנשרפת. 80 מתוך 107 משרפות מפיקות אנרגיה.

סקר של ADEME מראה את הפיזור של הספקת האנרגיה של 59 מתוך אותם 80 משרפות ב-1995:

- 32 מתקנים יצרו חום
- 17 מכרו חום לרשת חימום
- 11 מכרו חום לתעשייה
- 3 מכרו גם חום וגם חשמל לרשת חימום ולתעשייה
- 1 מוכר חום ליבוש בוץ.
- 3 מפעלים יצרו חשמל
- 24 יצרו חום וחשמל

27 המפעלים שיצרו חשמל מצוידים כדלקמן:
ל-21 יש טורבינות עם לחץ אחורי
extraction turbine ל-1 יש
ל-5 יש טורבינות מאבות.

לפחות 18 מפעלים חדשים להפקת אנרגיה מפסולת בתהליכי הקמה. 15 להספקת חשמל ושלושה משולבים לחשמל וחום.

משרפות המיצרות חשמל מפסולת הן טכניקות שנכנסות לשימוש מוגבר באירופה. לפי דו"ח שחובר בשנת 1995 ע"י חברת היעוץ ז'וניפר היחס של הפקת אנרגיה מפסולת אמור לגדול עד 2005 ממוצע של 60% לממוצע של 95%. הסיבות העיקריות הן סיבות של איכות הסביבה ואיסור על השלכת וקבורת האשפה. לשנת 2005 מתוכננות 233 משרפות חדשות, אם כי בגלל תקנות מניעת זיהום מחמירות יותר, 226 משרפות ישנות תיסגרנה.

5) בעיות של איכות הסביבה ופתרונות טכניים.

כמו בכל תהליך תעשייתי, הפקת אנרגיה מפסולת כוללת את הסיכוי ליצור זיהום. ואכן התהליכים יכולים לגרום לזיהום ניכר אם לא לוקחים בחשבון את התהליך ולא פועלים לפתרון הבעיה. בפרק זה נדון בבעיות ובפתרונות הטכניים שפותחו באירופה כדי להשיב על הבעיות.

5.1 בעיות זיהום

(1) זיהום אויר

זיהום אויר ממתקן משרפה הוא בלתי נמנע אלא אם פועלים לתיקון הבעיה.

ראשית אחסון האשפה בבור עשויה לגרום לבעיות ריח קשות. טיפול זהיר בפסולת נחוץ לשם ביטול מטרד זה. הפעולות הנדרשות:

- אחסון לזמן מינימלי ככל האפשר
- החזקת מקום האחסון מכוסה
- הקטנת כמות הפסולת המאוחסנת.

כפי שכבר צויין מקודם האמצעי היעיל ביותר להקטנת מטרד הריח הוא להקטין את לחץ האויר באיזור הטיפול באשפה ביחס ללחץ החיצוני.

שרפה לא מושלמת הגורמת ליצירת חומר מוצק בצורת פיח ועשן זו בעיה בעיקר במשרפות ישנות או אלו שמתוחזקות גרוע. לחלקיקים המוצקים הקטנים יש את התכונה שהם נושאים איתם מתכות כבדות: מספר מחקרים מראים ש-90% של המתכות מצויות בחלקיקים מוצקים בעלי קוטר קטן ביותר.

תחמוצות חנקן שתורמות לגשם חומצי וצורות שונות אחרות של זיהום, נוצרות גם הן בשעת שרפת פסולת באויר. החמצן שבאויר מתרכב עם חנקן מתוך הפסולת וגם כזה שבאויר בטמפרטורות גבוהות.

יסודות כמו כלור פלואור וגפרית מצויים בפסולת. נוכחותם גורמת ליצירת גזים מזיקים לסביבה שגם תורמים לקיצור זמן החיים של הציוד משום היותם מאכלים.

מתכות כבדות יכולות גם כן להיות בעיה. הן מוגדרות כמתכות בעלי צפיפות גבוהה מ-4.6 גרם לסמק'. לרובם נקודת רתיחה גבוהה מספיק כדי להישאר מוצקים, ולכן מתרכזים באפר. לארבעה מהם יש נקודות רתיחה נמוכות והם רעילים לאוכלוסיה. מתכות אלו הם זרניך (ארסן), אבץ, קדמיום, וכספית.

מתכת	צפיפות טונה/מטר מעוקב	נקודת רתיחה, מעלות C
זרניך (ארסן) As	5.778	613
אבץ Zn	7.133	907
קדמיום Cd	8.642	765
כספית Hg	13.546	356.5

כל הבעיות הללו נפתרו וכרגע באירופה, והמזהמים הבעייתיים ביותר הם הדיאוקסינים. אשפה המכילה כלורידים בתוכה מאפשרת את היווצרות הדיאוקסין. קיימת שורה ארוכה של דיאוקסינים, ומצינים אותם במיוחד משום היותם רעילים מאוד ועמידים במערכות הסביבתיות.

2) מזהמים מוצקים

יש לעשות הפרדה בין האפר של השרפה, אפר השוקע בצנרת או מעופף במתקן (fly-ash) ושאריות מוצקות מגזי הפליטה.

בין 200 ל-300 קג' אפר נשארים אחרי השרפה. הם כמעט תמיד אינרטיים, וניתן לקבור אותם באדמה ללא טיפול מיוחד.

לכל טונה של פסולת נוצרים בין 15 ל-50 ק'ג של שאריות (אבק, משקע בתוך הבוילר והצנרת ושאריות מטיפול בעשן). חומרים אלו לחלופין מכילים מזהמים רעילים ולא ניתן לקבור אותם או לפזר אותם.

5.2 מבט משפטי

המטרה של פרק זה הוא להציג מעט מידע על הסטנדרטים של פליטה מתהליכי שרפה המותרים באירופה.

1) סטנדרטים לפליטה מותרת.

הקהילה האירופית קבעה שורה של פליטות מוכרות עבור משרפה בעלת קיבול גבוהה מ-3 טון / לשעה. פליטות אלו מחושבות בהתאם לתנאים סטנדרטיים: עשן יבש ב-273 K לחץ של אטמוספירה, ו-11% חמצן. במספר ארצות התנאים חמורים יותר כפי שרשום בטבלה הבאה:

	CE 89/369	NDL 93	BimSch 17
HCl (mg/m ³)	50	10	10
HF (mg/m ³)	2	1	1
SO ₂ (mg/m ³)	300	40	50
NOx (mg/m ³)	-	70	200
CO (mg/m ³)	100	50	50
organic compounds (mg/m ³)	20	10	10
dust (mg/m ³)	30	5	10
Hg (mg/m ³)	0.1	0.05	0.05
Cd (mg/m ³)	0.1	0.05	0.05 (Cd+Tl)
As + Ni (mg/m ³)	1		
Pb + Cr + Cu + Mn (mg/m ³)	5		
		1 (total others)	0.5 (total others)
average	monthly	hourly	daily

NO_x עדיין אינם נבדקים בקהיליה האירופית, אך קיימת הצעה כדי להקטין את הפליטה עד 200 מ'ג/מ³

2 שרפה

שני חוקים חשובים במיוחד:

- 1) אסור שהאפר יכיל יותר מ-5% חומר לא שרוף.
- 2) תנאי השרפה צריכים להיות כאלה שעשן השרפה חייב לשהות לפחות שתי שניות ב-C 850 בנוכחות של 6% חמצן, לאחר הזרקה האויר האחרונה.

5.3 פתרונות טכניים

1 זיהום אויר

אין בעיות נוספות בשעת שרפת הפסולת. הבעיות עם גזי השרפה הם:

- חומצות (H₂S, HCl, HF)
 - האבק
 - דיאוקסינים
 - מתכות כבדות
- כל המזהמים הללו ניתנים לסילוק.

1) חומצות ע'י סתירה:

- תהליך רטוב: העשן מטופל ע'י מי סיד;
- תהליך חצי רטוב – חצי יבש: תערובת של סיד ומים עוברים גריסה לאבק במגדל שבו באים במגע עם העשן;
- תהליך יבש: אבקת סיד מוזרקת לתוך העשן.

2) האבק ע'י משקעים אלקטרוסטטיים או ע'י פילטרים.

- 3) הדיאוקסינים ניתנים לסילוק ע'י תנאים טובים לשרפה אבל גם ע'י פחם פעיל או סורבליט. סורבליט הוא פחם פעיל משופר, המתקבל מערבוב סיד עם פחם פעיל.

4) המתכות הכבדות מתרכזות בחלקיקי האבק הקטנים ביותר, וכך הם מסולקים יחד עם האבק הדק. שארית המתכות הכבדות ניתן לסלק ע"י פחם פעיל או סורבליט.

5) תחמוצות חנקן NO_x עדיין אינן מסולקות באופן שיטתי בארצות השוק המשותף, אבל זה יקרה כנראה בעתיד הקרוב. סילוק תחמוצות החנקן נעשה ע"י הזרקה אמוניה. קיימים שני תהליכים, התהליך הלא קטליטי והתהליך הקטליטי. כמה תהליכים קטליטיים מאפשרים להוריד את שניהם, הדיאוקסינים ואת תחמוצות החנקן. תהליך כזה הוא תהליך LURGI המותקן ב-SCHAWBACK וב-DARMSTAD בגרמניה.

1) מזהמים מוצקים

כפי שכבר הגדרנו המזהמים נחלקים ל

- אפר
- אפר השוקע בקרקעית המערכות והצנרת
- אפר מעופף במערכת fly-ash
- שאריות מוצקות מניקוי הגזים

האפר הוא החלק החשוב ביותר. אין צורך לטפל באפר לפני קבורתו באיזורי סילוק אשפה.

כל שאר המוצקים שנמנו חייבים בטיפול. הם נחשבים אינרטיים כאשר מידת ספיגת המים שלהם, חוזקם המכני והתסנין שלהם נבדק ועמד במבחן המתאים מבחינת שמירה על איכות הסביבה.

איפיונים של משקעים מוצקים

אפר מעופף (FLYING ASHES) הם בעלי גרעיניות משתנה וצפיפותם היא מחצית מזו של האפר הרגיל. יש להם יכולת רבה לספוג מים (בגלל תכולת מלח גבוהה) וניתכים בין 1300 ל-1500 מעלות C. הם מורכבים מהיסודות הבאים:

מרכיבים עיקריים (>1%) צורן, סידן, אלומיניום, כלור, נתרן, אשלגן, ברזל, מגנזיום, אבץ, פחמן, גופרית, חמצן.

מרכיבים משניים (0.1 עד 1%) טיטניום, עופרת, נחושת, זרחן, בריום, בדיל, פלור, בורון

עקבות (<0.1%) מגנז, אנטימון, וונדיום, מוליבדן, זרניך, סטרונציום, כרום, ניקל, קובלט, כסף, כספית. החלק המסיס שבתוך האפר המעופף נע בין 20 ל-40% בהתאם לריכוז הכלורידים והסולפטים.

מאחר והאפר המעופף יכול להתמוסס חלקית, אין לאפשר את פיזורו במזבלות או קבורתו באדמה.

ניקוי גזי הפליטה משאריות מוצקות.

השאריות המוצקות שכמותם כאמור בין 15 ל-50 קג' לטון פסולת נובעים מתערובת של אבק, תוצרים של ניטרול הגז מחומצות, ועודף מגיבים (סיד). שאריות אלו הן אבקיות. כמות הסידן בהם 20 עד 35% ואחוז הכלור 8 עד 25% כל כך גבוהה עד שהחלק המסיס בהם מגיע ל-60%. מבחינה מינרלית זוהה עודף סיד $\text{Ca}(\text{OH})_2$ וכמו כן: SiO_2 , KCl , NaCl , CaSO_4 , CaCl_2 , Fe_3O_4 . ומתכות כבדות מופיעות כתחמוצות, כהידרוקסידים, או שהם מצויים בחלקיקים זגוגיים.

שאריות אלו יש להם חלק מסיס בגלל תרכובות הכלור של המתכות האלקליות והסידן, בעוד המתכות הכבדות אינן מצויות בתמיסה המתקבלת, להוציא עופרת שמתמוססת בתנאים הבסיסיים של התמיסה.

לכן יש לשער שהחלק המסיס של שאריות אלו חשוב יותר, והתהליך המקובל לטיפול הוא בעזרת נתרן ביקרבונט.

תהליך היצוב - גיבוש

יצוב מתקבל כתוצאה מהחזקה כימית או פיזיקלית של המזהמים במטריצה מוצקת כדי להגביל את פיזורם בסביבה.

התמצקות הוא תוצאת תהליך של קבלת מוצק גרגרי או גבישי כתוצאה מתהליכים שונים של מיום, ציפוי החומר (הכנסתו למטריצה) או אפקטים טרמיים בחום בינוני או גבוה.

כל הטכניקות שפותחו ניתנות לסיכום בטבלאות הבאות.

תהליך בו השתמשו	מגיבים או מקשרים בשימוש	שם התהליך	
התמצקות וקיבוע	מקשרים הידראוליים + מגיבים שונים	התמצקות עם מקשרים הידראוליים	טמפרטורות נמוכות
התמצקות ללא קיבוע כימי	מקשרים אורגניים (ביטומן, פולימר)	ציפוי וכליאה בעזרת מקשרים אורגניים	
קיבוע כימי בלבד	מגיבים שונים: בסיסים, חומצות, מחמצנים, מחזרים, סופגים, וכו' מזגגים.	שלילת כושר התנועה	
התמצקות תרמית או קיבוע תרמי	זכוכית או חומרים מזגגים.	זיגוג	טמפרטורה גבוהה

יש להעיר מספר הערות בקשר ליתרונות ולחסרונות של השיטות השונות.

התמצקות בעזרת מקשרים הידראוליים:

תהליכים אלו קלים לישום, הם בעלי מחיר סביר, ונבדקו היטב. יעילותם פחותה ככל שכמות החומרים המסיסים היטב במים גדולה יותר וככל שיש בשרידים כמות גדולה ספציפית של מתכות כבדות.

התמצקות בעזרת מקשרים אורגניים:

ביטומן שימש בכל המחקרים. חומר מקשר זה מענין משום שהוא מחזיק היטב את המרכיבים המסיסים, אינו ספוגי ודוחה מים. הוא גם בעל מחיר סביר. אבל כמה מזהמים אינם מתאימים למקשרים אלו (חומרים אורגניים נדיפים, ממיסים, מחמצנים חזקים, פסולת מימית).

זיגוג

טכניקה זו גורמת להורדה חשובה בנפח, תוצר סופי יציב לכאורע, וכמו כן שחלק מהמזהמים ממש נמסים או שמוכללים בפזה הזגוגיתית. יש להתגבר על יכולת ההתנדפות של כמה מהמתכות הכבדות שמצריכה טיפול בפזה הגזית שמכילה תכולה מזהמת גבוהה. טיפול זה בדרך כלל יקר מאוד.

	HYDRAULIC BINDERS		
Characteristics of the gas cleaning solid residues	Cement	pozzuolana	Aluminate
Powdery character	very appropriate	Very appropriate	Very appropriate
High total soluble part (25 to 70 %)	Very strong disadvantage	Better	Much better
Sulphate content (from 2 to 16 %)	very strong disadvantage	Reduced problem	Very appropriate
High lime content High pH	Without major problem	Appropriate	Without major problem
Presence of cadmium and mercury	Without major problem	Without major problem	Without major problem
High zinc and lead content	Major disadvantage	Weakness of the technique	Weakness of the technique

Characteristics of the gas cleaning solid residues	BITUMEN	PLASTICS
Powdery character	Very appropriate	Very appropriate
High soluble part (25 to 75 %)	Very appropriate	Very appropriate
Sulphate content of 2 to 16 %	Very appropriate	Very appropriate
High lime content High pH	Weakness of the technique	Without major problem
Presence of cadmium and mercury	Without major problem	Without major problem
High zinc and lead content	Without major problem	Without major problem

Characteristics of the gas cleaning solid residues	VITRIFICATION
Powdery character	Appropriate
High total soluble part (25 to 70 %)	Main disadvantage (non integration of the salts in the glass)
Sulphate content (2 to 16 %)	Major disadvantage
High lime content (high pH)	Without major problem
Presence of Cadmium and mercury	Major disadvantage (very volatile)
High zinc and lead content	Major disadvantage (very volatile)

5.4 היבטים כלכליים
 מערכות יעילות ו-HIGH TECH שהותקנו באירופה מגבירות את מחירי ההקמה ואת מחירי התפעול של משרפות. למשל בהתאם להעלאת המחיר של ההשקעות ושל התפעול במקרה של מערכת יעילה לניקוי העשן, מעלה את מחיר שרפת הפסולת מ-6 ל-10 ECU טון.

6 מיון האשפה

מיון האשפה מיועד כדי לאפשר ביתר קלות את השימוש החוזר בחומרים שונים בפסולת. ראשית נדבר על השיטות והטכניקות, ואחר כך נדון בהשפעת המיון על הטיפול בפסולת.

6.1 מיון ע"י האזרחים.
 מיון זה קרוי גם איסוף סלקטיבי רב מרכיבי בבתים. מדובר על מיון מוקדם ע"י האזרחים בבתיהם של הפסולת, ואיסוף נפרד של הפסולת לשימוש חוזר מחזר ושל הפסולת להשמדה מאידך. מיון במקור היא הדרך המועדפת לשימוש חוזר בחומרים, והקטנה משמעותית של כמות הזבל שיש לטפל בו. מכירת החומרים אינה מכסה את ההוצאות, ולכן זו פעילות העולה כסף לקהילה.

ואלו השיטות המקובלות באיסוף הפסולת הממוינת:

- 1) פסולת למיחזור נאספת ומושלכת ביחד למיכל משותף ("המיכל הירוק").
- 2) פסולת למיחזור נאספת בנפרד לסוגיה.
- 3) האזרחים הולכים לגן של מיכלים עם הפסולת שלהם ומשליכים במקום כל פסולת למיכלים המיוחדים לה. זהו זהה לסעיף איסוף בנפרד אלא שהאיסוף לא נעשה מהבתים כי אם ממקומות מרכזיים שלשם מביאים האזרחים את הפסולת שלהם וממינים במקום.

מקרה הפח אשפה המשותף לפסולת למיחזור

המיכל המיועד לפסולת הניתנת למיחזור נאסף לפחות פעם בשבוע או אף יותר לפי החלטת הקהילה ולפי התחייבויות קיימות. האשפה הרגילה שאינה מיועדת למיחזור יכולה אם כן להיות מטופלת באופן פשוט כמו שרפה או הפיכה לקומפוסט.

חשוב לציין שבמקרה של איסוף סלקטיבי עם פח פסולת "ירוק", ניתן לאסוף בו חומרים רעילים או בטריות שיסולקו משם באופן סלקטיבי. זה עוזר להוריד בהרבה את תכולת המתכות הכבדות מהאשפה הביתית לשרפה.

איסוף ממויין

כאן המשפחה ממינת את הפסולת במיוחד ומציגה אותה בחוץ לצורך איסוף נפרד, במקום להשליך את כל הניתנים למיחזור יחד בפח אחד.

הפסולת מוצגת באופן ברור ונפרד לאיסוף במיכלים שונים או בשקיות צבעוניות שונות, ונאספות במכוננית שגם היא מחולקת למדורים שונים. האיסוף נעשה פעם בשבוע או בשבועיים. האוסף צריך לדאוג לשים כל סוג לסוגו ברכב האיסוף. צורה זאת של איסוף אינה מצריכה מיון מחדש. מתברר שקצב האיסוף איטי הרבה יותר מאשר במקרה של פח האשפה הירוק. נדרשת מכוננית מיוחדת. המעמס על בתי האזרחים בשיטה זו גבוהה יותר; מצד שני לא חל עירבוב בין סוגי הפסולת והאחד אינו מזהם את השני.

הפח עם הזבל הרגיל נאסף בנפרד מכל אלה לפחות פעם בשבוע.

מקומות מיון מרכזיים

האזרחים הולכים לבד למקום בו אוסף מיכלים המיועדים לסוגי פסולת שונים ומשליכים שם כל חומר לפח המיועד לו. יש שם אחראי העומד לשרות האזרח.

6.2 מיון ביחידה מיוחדת

מיון הפסולת אינה שיטת טיפול באשפה. יש ללוותה בפעולות נוספות. זו פעולת עזר בעלת שלוש מטרות:

- למחזר כמה סוגי חומרים שנאספו בתנאים מיוחדים (מיון במקור)
- להקטין את כמות האשפה להשמדה.
- לקבל תוצר נקי ככל האפשר שאינו "מזוהם" ע"י חומרים אחרים.

בשני המקרים הראשונים, המיון ניתן להפרידו מהטיפול המאוחר, בעוד במקרה השלישי המיון הוא חלק בלתי נפרד של תהליך הטיפול המאוחר.

למרות שהמתקנים נקראים "מתקני מיון אוטומטיים" חלק מתהליך המיון נעשה ביד, ברוב מתקני המיון.

טכניקות

מעריך המיון מורכב משורה של מסועים וחומרים המשמשים להפרדת חומרי פסולת שונים. לא קיימת דוגמה של מערך מיון אוניברסלי. קיימת התאמה מקומית למטרת ההפרדה. יש בכל זאת שני עקרונות אליהם יש לשים לב:

- אם המיון נעשה במקור, אזי אין מערכת מעיכה או גריסה של הפסולת, וזה יכול להיות עבור סוג מסוים של חומר כל זמן שהופרד.
- עבור השאר אין גריסה בתחילת מערך המיון אלא רק קריעה חלקית כדי לפרק קופסאות אשפה.

גורס ציר מסתובב עליו מצויים פטישים במרווחים ושהשפשוף ביניהם גורם לגריסה. לעתים הגורס הוא עם ציר אופקי. לגורס אין מחסומים בבסיס כדי לאפשר לחתיכות גדולות לעבור.

מועד זה יכול להיות אותו המתקן כמו הגורס אלא עם רוטור אחד או שניים, עם פטישים קרובים יותר ועם מחסומים בתחתית ליד המסוע כדי לאפשר מעבר לחלקים בגודל מסוים בלבד. המועד מקטין את הגודל של הפסולת והופך זכוכית לאבק: יש לכן להימנע מלהשתמש בהם לפני המיון.

- מתקנים להוצאת ברזל** הם מושכים חומרים מכילי ברזל ע"י מגנט. ישנם שני סוגי מתקנים:
- התוף המגנטי המצוי בסוף המסוע והוא מחזיק את החומרים הברזליים עד למעבר השני של המסוע.
 - המגנט העליון המצוי מעל המסוע בצורה אנכית לציר המסוע.

הנפות הרועדות הפסולת נעה במסלול משופע במקצת שבו מצויים רשתות בגודל חורים רצוי, והם מורעדים ע"י ויברטור. מבדילים בין:

- נפות המפל שבו ניתן לקבל חלקים בגדלים שונים
- הנפה הרגילה שמאפשרת קבלת עד גודל מסוים של חלקיקים

TROMMEL זהו גליל או הקסגון נטוי עם מהירות סיבוב משתנה ומצויד ברשתות בגודל רצוי. הפסולת יוצאת מהמכשיר מהצדדים בעוד הפסולת נכנסת במעלה הגליל. לעתים מכשיר זה מוכנס בתחילת מערך המיון כדי להפריד את החלקים הגדולים.

שולחן דנסימטרי מדובר ברשת נטויה ורוטטת כלפי מעלה (לא לצדדים). הפסולת מוכנסת בשליש העליון של הרשת. החלקים הקלים מורמים ע"י לחץ האויר שמתחת לרשת בצורה של מצע מרחף. בגלל תנועה מיוחדת של הרשת החלקים הקלים נאספים בחלק הנמוך יותר של הרשת בעוד החלקים הכבדים נשארים במגע עם הרשת שמושכת אותם באופן מדורג כלפי מעלה. מערכת זו יעילה במיוחד עבור חלקים כבדים בעלי גודל מעל-5 מ"מ.

מיון ע"י איוורור משמש להפרדת החלקים הקלים לשני סוגי תהליכים:

- הכנסת החלקים מעל למסוע
 - המפוח כאשר הפסולת נופלת מתחת לנפה רוטטת.
- שני התהליכים יכולים לשמש לשיפור יכולת הלכידה וההפרדה.

החזרה מיון ע"י והצמדה :

- ממשטח נע ומשופע, מיון ע"י החזרה או הצמדה מאפשר להפריד כדלקמן:
הפסולת המסוגלת לקפץ חזרה משום צפיפות החומרים (זכוכית, אבנים...) או משום צורתם (מכסים, פקקים...)
- חומרים נצמדים כגון חומרים שיכולים לתסוס. נייר, קרטון ופולסטיקים קלים.

טכנולוגיות שונות מצריכות את המערכות הבאות:

מיון אויפטי:

תא פוטואלקטרי מוציא קרן, ושכירת אותה הקרן מביא להוצאת החומר שגורם לשכירתה. מערכת זו משמשת בעיקר למיחזור זכוכית ובין בנאים שעובדים עם חומרים ממוחזרים.

זיהוי צורה:

מצלמה קולטת את צורת החומר ולפי צורתו החומר מנותב לכוון מסוים או לכוון שני. תהליך זה משמש למיון בקבוקים שלמים בפריו.

מיון ידני:

המיון הידני משמש בעיקר במקומות שבהם מתבצע "מיון במקור", והוא נפוץ יותר מכל שיטת מיון אחרת. במקרה המוזכר, המיון הידני משמש בתחילת שורת המיון, כדי להפריד את החלקים הגדולים או את הלא רצויים כגון צמיגים ובטריות.

המחקרים שנעשו נועדו להקטין ככל האפשר את העבודה הידנית, להקטין את מחיר המיון, ולהעלות את היעילות. אבל מסתבר שלפחות לגבי "מיון במקור" המיון הידני הוא היעיל והנחוץ ביותר.

ואולם במקרה זה יש להתאים את מקום העבודה לעבודה ידנית. יש לדאוג לבטיחות (חתכים ונפילות), ארגונומיה (קצב העבודה, הציוד, העמדות), ההיגיינה (אבק ומחלות), הרעש הנובע מהמכונות ופיזור או החזרת הרעש ע"י המבנה, והסביבה (תאורה וטמפרטורה).

היבטים כלכליים

(א) השקעות

- ההשקעות לקו מיון משתנים בהתאם לקיבולת המתקן, מספר המיונים והסיבוכיות של הציוד. אפשר להצביע על מספר מקרים:
- ליצירת קומפוסט לקומפלקס תעשייתי גדול מפסולת עירונית 0.5 עד 0.7 מיליון ECU למיון 10 טון לשעה
 - מיון חומרים שנאספו בנפרד או לפני שרפה 1.2 עד 2.4 מיליון ECU עבור כל 100 טון ליום.
 - יצור RDF, קומפוסט וחומרים שונים החל מ-5 מיליון ECU עבור 30 טון לשעה.

(א) תפעול

- מחיר התפעול משתנה בהתאם לאותם הפרמטרים עם הבדלים בין מין אוטומטי למיון ידני:
- 45 עד 60 ECU / טון למיון 100 טון ליום עם חלק גדול של מיון ידני
 - 30 עד 50 ECU לטונה של אשפה נכנסת במקרים אחרים.

6.3 תועלת סביבתית

התועלת הראשונה של איסוף ממוין הוא בחיסכון שנעשה ע"י אי הפצת החומרים כאשפה.

המיחזור מאפשר אי ביזבוז חומרי גלם ואנרגיה שהם עקרונית חשובים לשימור הסביבה.

המיון והאיסוף הנפרד של חומרים שונים יש להם השפעה חיובית על הטיפול בשאר האשפה. אם מוציאים את הזכוכית, הפלסטיק, המתכות, הנייר, הקרטון וחומרי עטיפה אזי:

- עושים חיסכון גדול ביחס לנפח: חומרים אלו מהווים כ-30% במשקל וכ-50% בנפח מכאן יש חיסכון בזמן שהייה של האשפה במקום הריכוז;
- ההרכב של שאר האשפה משתנה, אחוז החומרים האורגניים עולה במקצת, כמות הפלסטיק קטנה, כמות הזכוכית כמעט שנעלמת מכאן שיפור באיכות הקומפוסט של האשפה.

ה-PCI של הפסולת הביתית עולה מ-5% ל-10% שגורם לשרפה משופרת ולפליטת אנרגיה משופרת בתהליך השרפה.

לכן בלי שים לב לאיזו טיפול נעשה באשפה לפני שרפתה, המיון והאיסוף הנפרד המוקדמים יביאו ליתרונות ניכרים.

6.4 ההתאמה שבין מיון מוקדם של אשפה והפקת אנרגיה
כאמור איסוף ומיון האשפה למיחזור, מגדילים בממוצע את כמות האנרגיה המצויה באשפה המיועדת לשרפה. לכן יש התאמה בין שתי הפעילויות.
כמו כן המיון משפר את היעילות הסביבתית של השרפה ומקטינה את ההשקעות הדרושות ואת הוצאות התפעול. מיחזור או מיון וסילוק חומרים כמו בטריות מסלק את הצורך בהשקעות יקרות לצורך מניעת פליטה של חומרים משרפת בטריות אלו. זה מפזר ומשנה את כמות ההשקעות על ניקוי הגזים הנפלטים. כמו כן מוקטנים הוצאות התפעול בגלל שאין צורך להזריק חומרים יקרים כמו פחם פעיל או סורבליט.

7 פתרונות אלטרנטיביים

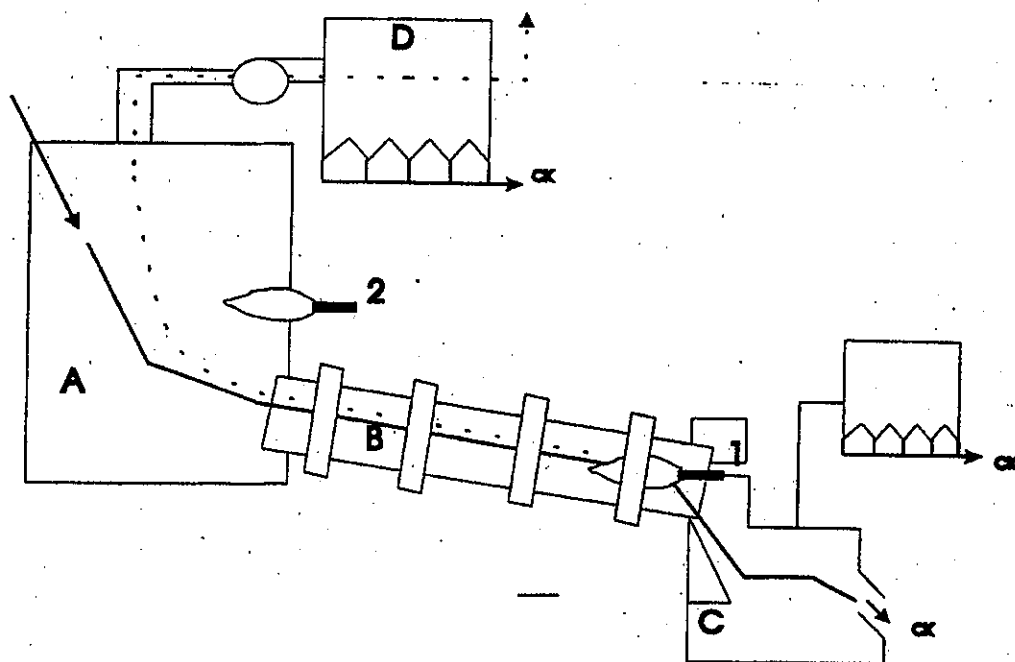
נמצאו הרבה פתרונות אלטרנטיביים, ונסקור כאן את הכי רלוונטיים ומקובלים בקנה מידה גדול.

7.1 הפקת אנרגיה מפסולת בתעשיית המלט.

המלט מיוצר ממרכיב בסיסי הקרוי קלינקר. אל הקלינקר מוסיפים אפר מרחף ותוצרי לווי של תעשיית המתכת.. התהליך הבסיסי של הקלינקר מחייב חימום התערובת ל-1450 מעלות צלסיוס. תהליך זה על כן הוא צרכן גדול של אנרגיה, תלוי בטיב התהליך כמות האנרגיה המושקעת נעה בין 3000 עד 6000 ק'גול עבור כל ק'ג של קלינקר שמיוצר. מסיבות אלו פותחו בתעשיית המלט תנורים מיוחדים כדי לקבל את האנרגיה המצויה בכמה סוגי פסולת.

הבטים טכניים

תעשיית המלט שורפת פסולת בכל התהליכים: פסולת רטובה, בתהליך חצי-יבש ובתהליך יבש. כרגע הפסולת מוחדרת בנקודות החימום 1 ו-2 בתרשים המוצג.



A = pre-heating B = kiln C = cooling D = gas treatment ck = clinker

תמונה 7. הפקת אנרגיה מפסולת בתעשיית המלט.

האמריקאים פיתחו טכנולוגיה של מחצית התנור, המאפשרת הכנסת חבילות גדולות של פסולת למרכז התנור. טכנולוגיה זו עדיין לא הוכיחה את עצמה. כרגע באירופה רק החברה Ciment d'Obourg מבגייה מתכננת להשתמש בטכנולוגיה זו.

היתרונות של הפקת אנרגיה מפסולת בתנורי מלט הם:

(1) יתרונות הנובעים מתנאי יצור המלט

- טמפרטורת להבה גבוהה
- שהיה ארוכה בטמפרטורה גבוהה
- עודף חמצן במשך ואחרי השרפה

(2) היתרונות משימוש בחומרים להפקת מלט,

- סתירה של הגזים החומציים, תחמוצות הגופרית ומימן כלורי. ההסבר הוא שסיד פעיל נמצא בעודף סטויכיומטרי במטען תנור המלט.
- קיבוע של מרכיבי המתכת בתוך הקלינקר. התוצאה היא שקיעה של המתכות הכבדות כהידרוקסידים בגלל ה-pH הגבוהה (בין 9 ל-13) בתוך מטריצת הצמנט.

דרישות ומיגבלות

כדי להפיק אנרגיה מכל סוגי הפסולת בשימוש יש צורך תמיד למיין לקבוצות ולבצע טיפול מוקדם. מתקני טיפול אלה מעבירים את הפסולת ממצבה המקורי למתקן המוציא "דלק" ממקור אשפה שמבוסס על החוקים המקומיים של שימור הסביבה מצד תעשיית המלט.

הדרישות הבסיסיות ליצירת דלק ממקור אשפה הן:

- האיכות הכימית של הפסולת צריכה להתאים לתקנות לאיכות הסביבה.
- התכונות האנרגטיות של האשפה חייבים להיות קבועים כדי להגיע להספקה הומוגנית של דלק ממקור אשפה.
- הצורה הפיזית של האשפה צריכה להיות מתאימה לצורך הכנסתה לתנור, כך שיאפשר זרימה קבועה הניתנת לשליטה של דלק-פסולת.

בשים לב למצב הטכני הנוכחי של טיפול מוקדם באשפה, הפעולות הבסיסיות שיש לבצע הן:

- העברת מיכלי האשפה לתוך מערך אכסון אשפה לצורך הכנה לשרפה
- תהליך השחיקה של הפסולת בעזרתם של מתקני גריסה מעיכה וערבול כדי ליצר אשפה במצב פיזי שיאפשר את הכנסת הפסולת לתנור המלט.
- הומוגניזציה של סוגי הפסולת השונים למסה בעלת תכונת איכות אנרגטית קבועה והרכב כימי נאות.

המגבלות העיקריות לטכנולוגיה זו היא תכולת הכלור וכמה מתכות כבדות.

הכלור אינו בעיה קשה משום שהוא מסולק הודות לכמות הגדולה של סיד במערכת, אך כמות הכור המותרת לשימוש אינה בלתי מוגבלת. יש להתחשב ביחסים הסטויכיומטריים של סיד בתנור ולדאוג שתמיד הסיד ישאר בעודף גדול.

המתכות הכבדות נספגות במלואן במטריצת המלט. אבל אלו שהן נדיפות בגון Hg, Cd, Tl ו-Pb אינן נכללות בקטגוריה זו. לכן יש להמנע מהשלכת חומרים המכילים את ארבעת היסודות הללו לתנורי מלט.

היבט כלכלי

כדי להראות את המחיר של תהליך כזה נלקח בחשבון מקרה קיים. מחיר הפרויקט ניתן לחלוקה לשניים: חלק ראשון מיצג פרויקט קלאסי והחלק השני מתיחס להתאמת פרויקט קיים לטכנולוגית הכנסת האשפה ב"אמצע התנור".

(1) הפרויקט המוגמר. Ciment d'Obourg משתמש כרגע באשפה עירונית ותעשייתית כדי להחליף דלק. קשה לומר כמה טובות אשפה נמצאות בשימוש כל שנה משום שההרכב האנרגטי של האשפה משתנה, אבל זה חוסך במדויק 30,000 טון נפט בשנה. ההשקעה היתה 10 מיליון ECU.

(2) פרויקט בתהליך התאמה. משום היותם מרוצים מאוד מתוצאות המערך Ciment d'Obourg מתכוונים להשקיע ECU 900000 במשך שנתיים כדי להתאים מערכת של "אמצע התנור" בתנורים הקיימים. הם ישתמשו בערך ב-50,000 טון אשפה בשנה.

(7.2) הפקת אנרגיה מהמרכיב האורגני באשפה במתקן ביאולוגי
מתקנים להפקת אנרגיה מאשפה עירונית מוצקה, נדירים. למרות זאת הטכנולוגיה קיימת וישנם מספר מתקנים הפועלים באירופה.

היבטים טכניים

מתחציה של הפסולת במיכל סגור הוא תהליך אנאירובי שבמהלכו הפסולת עוברת פירוק ע"י חיידקים. המפעל מספק ביוגז עם מתן (בין 50 ל-65%) ו- CO_2 . כמו כן נוצר במיכל מוצק תפוח היכול לשמש כקומפוסט ונוזל שיש לנקותו.

- הפרמטרים העיקריים הם:
- טמפרטורה בין 30 ל-60 מעלות צלסיוס לפי סוג התהליך
- pH בין 6.5 ל-8.5
- היחס בין פחמן לחנקן בין 16 ל-19

תהליכים אלו מבוססים רק על המרכיב האורגני של הזבל ולכן מצריך הפרדה ומיון מוקדם. השימוש בביוגז מאפשר מספר שימושים: יצירת חשמל, חימום, הספקה לרשת או אפשרויות אחרות. אבל לאחר המיון הראשוני שנעשה הביוגז מכיל פחות עקבות של מזהמים מאשר הגז הנפלט ממצבורי אשפה. חוץ מההתאידות הטבעית של המים בזמן שהחומר המעוכל מתייבש, חלק ממי הסחיטה לאחר העיכול עוברים מיחזור. כ-100 עד 300 ק"ג עודפי מים לטונה אשפה מצריכים טיפול. השיטות הנהוגות הן הזרמה למתקן לתייור ביוב או אוסמוזה הפוכה.

הבטים כלכליים

שני פרויקטים מוצגים כאחד כדי להראות את היכולת ליצירת חשמל והשני להראות את הספקת הגז הטבעי לצנרת גז עירונית.

תהליך VALORGA בהולנד.

למפעל יש קיבול של 52000 טון לשנה. הוא מכיל מתקן מיון ראשוני, לתקן למתנציה, מתקן לטיפול במים, מתקן לצבירת קומפוסט, מתקן לטיפול מוקדם בביוגז, והספקת הגז ברשת העירונית של העיר Tillburg. הוא מיצר כ-4,000,000 ניוטון מ³ ביוגז לשנה. לפי מחירי 1994, הערך של הטיפול (השקעה + מחירי תפעול - מחיר שהתקבל ממכירת הביוגז והקומפוסט) הם 50 ECU לטון אשפה.

תהליך DRANCO בעיר ברכט.

מתקן זה פעיל משנת 1992 הוא מטפל באשפה הניתנת לתסיסה של 75000 תושבים. הנפח של אשפה זאת הוא 10,000 טון לשנה. הביוגז משמש ליצור מקומי של קיטור, וכן מפיקים חשמל בעזרת גנרטור של 280 קילו-וואט. ההשקעה היתה 4.2 מיליון ECU. ב-1992 הם מכרו את הקומפוסט ב-8 ECU לטון ואת החשמל שלהם ב-65.6 ECU למגה-וט שעה.

7.3 תרמוליזה

זהו תהליך שעדיין לא הגיע לבגרות תעשייתית. ישנם מתקני פילוט ורק שני מתקנים ממשיים, האחד של סימנס בעיר Furth בגודל 10 X2 טון לשעה והמפעל בברמנהון של 6 טון לשעה.

תרמוליזה זה תהליך של פירוק תרמו-כימי של הפסולת. התהליך נערך בלחץ נמוך ובטמפרטורה נמוכה שבין 450 ל-650 מעלות צלסיוס, ובהיעדר חמצן. הפסולת חייבת גריסה לפני התהליך.

התהליך מפיק (לטון אשפה?)

- כ-150 עד 350 ק"ג של משקע פחמני
- כ-100 עד 200 ק"ג חומרים אינרטיים,
- 400 עד 650 ק"ג של גז

הגז של התרמוליזה ניתן לשימוש בקלות. חלק מן הגז משמש להסקת תנור התרמוליזה בעוד השאר משמש לחימום, קיטור ויצירת חשמל.

השאריות הפחמניות ניתנות להגדרה כפחם פחות ערך ויכול לשמש להסקת התנור במקום או בתעשית המלט והמתכת. ערכו האנרגטי הוא בין 4000 ל-6000 ק"קלוריות/ק"ג. יש לו הומוגניות טובה, וגרגריות טובה. הוא מקל על השרפה וניכרת ירידה בכמות ה-CO. היעילות האנרגטית מוגברת בגלל הגרעיניות

הגבוהה וההומוגניות שלו. אבל יש לו חסרון גדול הוא מכיל כלור מתכות כבדות וגופרית שהיו באשפה הראשונית.

8 סיכום

הפקת אנרגיה מפסולת הוא תהליך מקובל עם טכנולוגיה מוכחת. הוא הצליח מבחינה כלכלית וטכנית. זו טכנולוגיה השומרת על איכות הסביבה. כיום זו טכנולוגיה המובילה לגידול בעצמאות משק האנרגיה יתרונות כלכליים ויתרונות אקולוגיים.

במחירי האנרגיה הנוכחיים, והטכנולוגיה הקיימת, הפקת האנרגיה מפסולת אינה רווחית ואף לא בחינם. אבל בשים לב למצב המפעלים הנוכחיים, אפשר להוריד את מחיר הטיפול של האשפה ולממן שרפה נקיה. נחוצות השקעות גדולות אבל הן יכולות גם להביא תועלת. רווחים מהפקת האנרגיה מביטים זמן קצר לכיסוי ההשקעה.

כל היתרונות הללו הם הסיבה מדוע כיום כל הפרויקטים החדשים כוללים אוטומטית הפקת אנרגיה, והמתקנים הישנים מותאמים להפקת אנרגיה.

כפי שכבר צויין מיון והפרדת פסולת אינם מתנגשים עם מתקני שרפה והפקת אנרגיה, אלא להפך ההפרדה מעלה בדרך כלל את יעילות המערכת האחרת. לבסוף יש לציין שהטיפול באשפה במאה ה-21 יהיה מבוסס על שני ערוצים משלימים: הפקת אנרגיה משרפת הפסולת או באמצעות טכנולוגיות אחרות ומיחזור של חלק אחר של האשפה.

9 ביבליוגרפיה

- 1) Ecotec Research and Consulting Ltd, Energy from biomass and waste, office for official publications of the european Communities, 1991;
- 2) Brian Price, Energy from Waste, Financial Times Energy Publishing, 1996;
- 3) Rhônalpénergie Environnement, Improving the management of domestic and similar waste in Europe, European Commission DG XVII, 1995;
- 4) International Directory of Solid Waste Management, ISWA, 1997/8;
- 5) Patrick Mangin, Techniques d'incinération et de traitement des fumées : quelles techniques choisir ? Selon quels critères ?, EFE, 1997;
- 6) Jean - Michel Lecuyer, Comparatif technico-économique des filières de valorisation énergétique, EFE, 1997;
- 7) R. Vankerkove, P. Lemaire, Y. Schenkel : Quels déchets produisons nous ? Qu'en faire ? : quatre pistes à suivre, 1997;
- 8) ADEME, Guide pour le traitement des déchets solides urbains, Commission Européenne, DG XVII programme ALTENER;
- 9) Personnel technical studies and technico-commercial documentations

ישימות פתרון שריפה / הפקת אנרגיה מאשפה במדינת ישראל

אופירה אילון, MSc
 הטכניון, מכון טכנולוגי לישראל
 הפקולטה להנדסה חקלאית
 המעבדה למימשק מערכות סביבה
 קרית הטכניון, חיפה, 32000

1. הרכב אשפה שונה מכתוב פתרונו של שונים במדינות שונות ובאיזורים שונים.

כפי שניתן לראות בטבלה מס' 1, האשפה בישראל מכילה יותר חומרים אורגניים פריקים ביוֹגית (שאריות מטבח, גזם גינה קל ואף חיתולים חד פעמיים)

Waste composition (% by weight)

	Paper + cardboard	plastics	glass	metals	food + garden waste		Other
USA	38	8.3	6.7	8.3	6.7+		14.1
					17.9		
Germany [*]	24	8.8	8	5.6	31.6		22
	[17.9]	[5.4]	[9.2]	[3.2]	[44]		[20.3]
UK	34	11.3	9.1	7.3	19.8		17.7
Italy	23	7	6	3	47		14
Spain	20	7	8	4	49		12
Israel [**]	22.2	12.5	3.3	3.3	41.7	4.3 dis. diapers	12.7

(*קיימות הגדרות שונות ל"פסולת המוצקה", לעיתים בדיווח נכללת גם פסולת בנין וגרוטאות, לעיתים לא נכללת הפסולת המסחרית ולפיכך מקורות שונים יכולים להצביע על שינויים משמעותיים בשעורי המיחזור. בגרמניה, למשל, חומרים הנאספים וממוחזרים וכן אשפה העוברת קומפוסטציה אינם נחשבים "אשפה" (Baudry, 1998).

(**) הנתונים לגבי הרכב האשפה בישראל נלקחו מתוך הסקר שערכה חברת ביוטק בע"מ עבור המשרד לאיכות הסביבה בשנת 1995.

מגמות צפויות בשנוי הרכב האשפה

לא צפוי שנוי קיצוני בהרכב האשפה בארץ בתקופה 5-10 השנים הקרובות. לטווח ארוך יותר, ניתן להניח כי תהיה ירידה הדרגתית בשיעור פסולת המטבח האורגנית ועליה בשיעור אריזות וחומרים יבשים באשפה. מגמה זו נובעת בעיקר משום השנוי בהרגלי הצריכה: עליה בשימוש במוצרי נוחות, אריזת מזון כמעט מוכן או מוכן סופית המאפשר קיצור זמן שהיה במטבח ועוד. המגמה הנ"ל מצביעה על כך שהפסולות האורגניות מתרכזות במפעלי המזון ולא דווקא בבתיים, עובדה שיש בה יתרון, שכן מפעלי המזון מוכרים חומרים אלה לצרכנים נוספים, כגון האכלת בע"ח ועוד. גורם משמעותי שיכול לשנות את הרכב האשפה, הוא כניסה מסיבית של טוחני אשפה. לא כאן המקום לדון בהשלכות הסביבתיות של מכשיר זה (שימוש רב במים שפירים, הגדלת העומס על מתקני הטיפול בשפכים, הגדלת פוטנציאל המליחות של הקולחים וכו'), עם זאת, יש לציין כי נשקלות דרכים שונות לצמצום השימוש במכשיר זה. באם אכן, יוטל איסור או מיסוי כבד על ייבוא טוחני אשפה לארץ, סביר שלא יהיה שנוי ניכר בהרכב האשפה, גם בטווח של 10 שנים ויותר.

2. הטיפול באשפה באירופה וארה"ב וכן מגמות, תחיקה ויעדים לטיפול באשפה בעולם

בטבלה מס' 2 מוצגות שיטות הטיפול באשפה אירופאית

Coopers & Lybrand, 1996

מתוך:

Cost- benefit analysis of the different municipal solid waste management systems: objectives & Instruments for the year 2000. Final report to the European Commission, DGXI, 53 pp.

מדינה	ק"ג לנפש לשנה (1996)	חלופות טיפול עיקריות באשפה (1996)	% משקלי מכלל הפסולת
איטליה	346	הטמנה שריפה קומפוסטציה מיחזור	74.5 16 6.5 3
בריטניה	374	הטמנה שריפה קומפוסטציה מיחזור	89.5 5 0.5 5
גרמניה	417	הטמנה שריפה קומפוסטציה מיחזור	45.5 26.6 11.8 16
הולנד	380	הטמנה שריפה קומפוסטציה מיחזור	30.2 31 22.8 16
ספרד (מקור: חברת ASELIP)	357	הטמנה שריפה קומפוסטציה מיחזור	70-75 6 14 5-10
צרפת (מקור: חברת ADEME)	357	הטמנה שריפה קומפוסטציה מיחזור	59 31 6 4

פרט להולנד וגרמניה בהן שעורי המיחזור משמעותיים במיוחד, במרבית המדינות ההטמנה היא עדיין הפתרון העיקרי. הירידה, עם השנים, בחלופת ההטמנה, נובעת מהגברת השימוש במתקני פל"א (פסולת לאנרגיה). ניתן לראות כי בממוצע שעור השריפה במדינות אירופה הוא כשליש, בארה"ב שעור השריפה עומד על 10%.

מתקני שריפה/מבערות/ מתקני פל"א

20% מכלל המבערות בעולם המערבי- מתקנים שתכליתם לשרוף את האשפה לשם הקטנת נפחה בלבד.

20% נוספים משמשים לייצור קיטור או חשמל בלבד.

כ 60% מכלל המבערות בעולם עובדות בשיטת הקו-גנרציה, בה מפיקים חשמל וקיטור נחות המנוצל ע"י צרכנים סמוכים.

(הנצילות האנרגטית של תהליך הקו-גנרציה מגיע ל 65-85%, פי 2-3 מתהליך הפקת חשמל בלבד).

מגמות, תחיקה, יעדים

מדינה	
איטליה	<ul style="list-style-type: none"> ● פחות מחצית מהאשפה צריכה להשרף עד שנת 2000, ● הכפלת שיעור המיחזור הנוכחי מ 4% ל 8%. ● בהכנה- חוק לטיפול בארזיות מזון נוזלי (משקאות)
בריטניה	<ul style="list-style-type: none"> ● מס הטמנה בגובה 7 ליס"ט יעודד חלופות אחרות, פרט להטמנה. ● חוק הארזיה יביא להשבה (הפקת אנרגיה), הפחתה, שמוש חוזר ומיחזור של כ 40% מהארזיות עד שנת 2000 ולמעלה מ 50% עד 2001. ● יעד 25% מיחזור עד 2000 ● החמרת התקנים- החלפת מבערות לא תקניות בחדשות
גרמניה	<ul style="list-style-type: none"> ● שריפה תתפוס את החלק הארי של טיפול באשפה ● איסור הטמנת אשפה אם שיעור חומר אורגני גדול מ 3% אחרי 2005 ● עדכון חוק הארזיה משנת 1991
הולנד	<ul style="list-style-type: none"> ● יעד מיחזור, כולל קומפוסטציה, 60% עד 2005 ● חוק ארזיה - על בסיס התנדבות והסכמה בין היצרנים לרשויות סביבה
ספרד	<ul style="list-style-type: none"> ● בניית מבערות תפחית שיעור אשפה מוטמנת ● סגירת מזבלות פראיות ● הגברת מיחזור, בעיקר של ארזיות (כולל חוק ארזיה)
צרפת	<ul style="list-style-type: none"> ● סגירת 6,700 מזבלות פראיות עד 2002 ● חוק הארזיה יביא להפחתה, שמוש חוזר ומיחזור של מרבית הארזיות

<p>● הפרקים החדשים בדירקטיבת המטמנות האירופאית, European Report 1997, שתכנס לתוקפה בתחילת 1999, נוקטים בגישות חדשות לגבי אופי החומרים שיכנסו לאתרי הסלוק:</p> <p>☒ הפחתת כניסת חומרים אורגניים לאס"פ ע"מ להפחית פוטנציאל פליטת גזי חממה.</p> <p>☒ הפחתת נפחי אשפה ורעילותה</p> <p>☒ איסור כניסת צמיגים (שלמים או קצוצים)</p> <p>☒ העלאת עלות ההטמנה ע"י הפנמת עלויות חיצוניות</p> <p>☒ איסור הטמנת פסולת רגילה ופסולת מסוכנת יחד</p> <p>הדירקטיבה קובעת מסגרת בה עד 2006 תופחת כמות החומר ה"פריק ביולוגית" הנכנס לאתרי סלוק הפסולת, עד לשעור 75% מהכמות שיוצרה ב 1995, עד 2009 תושג הפחתה של 50% עד 2016 תושג הפחתה עד 35%.</p> <p>למדינות המטמנות למעלה מ 80% מהאשפה, תוכל להנתן הארכה של 4 שנים בל"ז.</p>	<p>כללי</p>
<p>● דירקטיבת האריזות מחייבת את המדינות החברות בקהיליה להגיע לחקיקה ארצית המחייבת השבת 50% לפחות מכלל האריזות עד 2002.</p> <p>מתוך שעור השבה זה חובה למחזר לפחות 25% (השאר יושג ע"י שריפה), כאשר מכל חומר אריזה יהיה היקף המיחזור לפחות 15%.</p>	

ההתייחסות הממוקדת להגבלת שעור החומר האורגני הנכנס לאתרי הסלוק נובעת מהעובדה שכניסת חומרים אלה גורמת למטרדים סביבתיים קשים:

משיכת מזיקים לאתרי הטיפול בפסולת.

משיכת זבובים, יתושים ונברנים העלולים גם לשמש כמעבירי מחלות. משיכת ציפורים, העלולות לסכן תעופה צבאית ואזרחית. משיכת כלבים, תנים וחתולים שוטים העלולים גם לשמש כמעבירי מחלות.

יצירת תשטיפים

החומר האורגני הרטוב גורם להוצרות תשטיפים, בעיקר בעת דחיסת האשפה. התשטיפים הנוצרים עשירים בחומר אורגני (BOD גבוה) וערך ההגבה (pH) שלהם נמוך, עובדה הגורמת להעשרת התשטיפים במתכות כבדות מסיסות.

כמות והרכב התשטיפים תלויים בהרכב האשפה ונתונים לשינויים בהתאם לעונות השנה (בחורף התשטיפים רבים יותר ומאופיינים בעומס ביולוגי גבוה יותר, ערך הגבה נמוך יותר ותכולת מתכות כבדות גבוהה יותר, בקיץ התשטיפים מועטים, יציבים יותר, תכולת מתכות כבדות נמוכה יותר ומלחים בריכוזים גבוהים).

בגלל הפעילות האנאירובית נוצרים באתר מטרדי ריח.

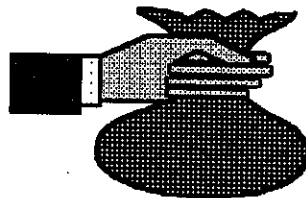
אולם, הסיבה העיקרית להתמקדות במקטע האורגני: יצירת גז מטמנות (מתן ופחמן דו חמצני) כתוצאה מתהליכים ביולוגיים באתר, החומר האורגני המשמש כסובסטרט לחיידקים המצויים באתר האשפה, משתחרר ביוגז המורכב בעיקר ממתן ומפחמן דו חמצני, ביחס נפחי דומה). המתן, גז פציע, בתנאים מסוימים, וגם גז חממה בעל השפעה חמורה. מתברר כי, סך פליטות המתן מאתרי סילוק הפסולת מהווה כ 25% מכלל פליטות גזי החממה בארץ. עובדה זו נובעת משום שהמתן הינו גז חממה "אפקטיבי" הרבה יותר מהפחמן הדו חמצני המשתחרר בעת שרפת דלקים. טיפול הולם במתן (בכל חלופה אפשרית) יכול להביא להפחתת השפעתו עד כדי אחוזים בודדים מכלל פליטות גזי החממה בישראל.

בבדיקות אחרונות שערך המשרד לאיכות הסביבה (ע"י חברות EMC, אנוש והלוי דואק שנדרשו לבחון את העלויות החיצוניות הנגרמות מטיפול בפע"מ) נמצא כי הפגיעה הסביבתית הנגרמת, כתוצאה מגזי חממה הנפלטים מאתרי אשפה (גם כאשר מדובר באתרים מוסדרים העומדים בתקנים החדשים) הינה משמעותית ביותר ומגיעה לנוזקים גלובליים בסך של למעלה מ \$5 לכל טון אשפה.

גם בארה"ב מקבל החומר האורגני הפריק המגיע לאתרי סלוק הפסולת תשומת לב רבה (למרות שבארה"ב מרבית שאריות המטבח מועברות דרך טוחני האשפה למכוני הביוב). במדינת נובה סקוטיה נאסרה כניסה מוחלטת של חומרים הניתנים לקומפוסטציה, לאתרי הסלוק או למשרפות. החוק נכנס לתוקפו ביום 30.11.98.

3. עלויות טיפול באשפה בכלל ושריפה בפרט בעולם

עלויות טיפול באשפה



Coopers & Lybrand, 1996

Cost- benefit analysis of the different municipal solid waste management systems: objectives & Instruments for the year 2000. Final report to the European Commission, DGXI, 53 pp.

מתוך:

צרפת ECU לטון	ספרד ECU לטון	הולנד ECU לטון	גרמניה ECU לטון	בריטניה ECU לטון	איטליה ECU לטון	
78	73	86	98	79	72	איסוף אשפה מעורבת- איזור כפרי
52	34	56	61	42	49	איסוף אשפה מעורבת- איזור עירוני
175	163	198	228	143	160	איסוף מתמחורים מעורבים
23	22	27	31	24	21	שנוע (ממוצע)
42	45	48	54	48	46	מיון והפרדה- עבוד ידני
79 (87)	35 (46)	127 (130)	93 (103)	43 (51)	30 (48)	שריפה עם (ללא) הפקת אנרגיה
14-20 (15-21)	16-24 (14-25)	21-36 (21-36)	28-51 (29-51)	18-25 (19-26)	16-24 (18-25)	הטמנה באס"פ (כפרי/עירוני) עם (ללא) הפקת אנרגיה מבויגז

ניתן לראות כי עלות ממוצעת לשריפה בערך כפולה מעלות ההטמנה

ארה"ב: מצב משק האשפה הכולל לשנת 1996 (מתוך GOLDSTEIN, 1997) נתונים מעודכנים
לשנת 1997 הופיעו ב BIOCYLE של חודש אפריל, 1998 והם מובאים בסוגריים מרובעים:

עלות הטמנה (\$ לטון)	אתרי מס' הטמנה	הטמנה (%)	עלות שריפה (\$ לטון)	שריפה (%)	מיחזור (%) (כולל קומפוסטציה)	
[32] 32	3,091	[61] 62	63	[9] 10	[30] 28	ממוצע כולל
32	1,155	69	43	4	27	מערב
20	381	83	25	2	15	הרי הרוקי
25	445	75	43	1	24	המערב התיכון
22	301	68	44	7	25	האגמים הגדולים
47	116	29	65	27	44	ניו אינגלנד
54	143	53	74	17	30	מיד-אטלנטיק
31	550	60	64	9	31	דרום

בבואנו לבחון את השריפה כאחד הפתרונות לטיפול באשפה בישראל עלינו לבחון את הנקודות הבאות:

האם ניתן, טכנית, לשרוף את האשפה בארץ?

*האם ניתן להפיק אנרגיה מאשפה רטובה כמו האשפה הישראלית?

*האם רטיבות האשפה תגרום לקשיים תפעוליים במשרפה, ל"כיסים" שלא אוכלו? קורוזיה?

בחינה כלכלית של התהליך:

*האם השריפה תשמש לצורך הפחתת כמויות או גם לשם ייצור אנרגיה?

*האם הערך הקלורי של האשפה שלנו יאפשר הפקת אנרגיה?

*אולי כדאי להפריד את האשפה בבית ולאסוף זרמים נפרדים ולשרוף רק את המקטע היבש?

* כמה תעלה השריפה בהשוואה לחלופות אחרות?

* מהם הגורמים המשפיעים על מחיר השריפה? (בין השאר ניתן למנות את תקני הפליטה הנדרשים, מחיר האנרגיה המופקת, הטיפול באפר וכו')

האם זה נכון, סביבתית, לשרוף את כל כמות האשפה המיוצרת?

*האם קיימת עדיפות סביבתית לשריפה על פני מיחזור או ההטמנה?

4. עלויות חיצוניות בשריפת אשפה

בשתי עבודות שנעשו עבור המשרד לאיכות הסביבה בשנת 1996 נבחנו העלויות והתועלות החיצוניות כתוצאה משריפת אשפה והפקת אנרגיה.

* אנוש- "תגובה - מנה"

קטר בין הפליטות ממשרפות למוקי יבול, בריאות, תמותה

* EMC- גישת ה CVM - שאלון לגבי נכונות לשלם

הבסיס לחישוב : ערך היסק מחושב לאשפה 2000 קק"ל לק"ג (= 0.468 Kwh לק"ג)

1. במחקר של חברת אנוש נמצא כי

העלות החיצונית בשריפת אשפה עומדת על \$19.82 לטון אשפה

"התמרת זהום"

החשמל הנוצר במתקן פל"א נמכר לחברת חשמל שתייצר פחות בתחנה השורפת מזוט כבד.

במחקר של חברת אנוש נמצא כי תועלות חיצוניות

בהתמרת זהום בעת שריפת טון אשפה:

התמרת הזהום בשריפת אשפה עומדת על \$12.13 לטון.

התמרת הזהום בקוגנרציה תביא לתועלת נוספת בסך \$8.02 לטון אשפה.

עפ"י אנוש:

שריפה רגילה- עלות חיצונית של \$7.69 לטון

קוגנרציה - תועלת נטו של \$0.33 לטון אשפה

● הערה: העלויות החיצוניות נובעות בעיקר מפליטת מזהמים הפוגעים בבריאות (מחלות ותמותה מוקדמת).

הערכים ה\$ שנלקחו בחשבון לחישוב הנוק הנגרם מכל מזהם נלקחו מהספרות העולמית והם בוודאי יהיו שונים אם המתקן יהיה ממוקם במקום בו יש פחות אוכלוסיה חשופה.

2. במחקר של חברת EMC

- עודף צרכן ממוצע לק"מ (התייקרות היפוטטית של ערך הדירה בגין התרחקות של 1 ק"מ ממתקן הטיפול באשפה)

\$7700 לק"מ

מטמנה

\$14,120 לק"מ

מתקן פל"א

- בגישת הערכת נזקים: העלות החיצונית בשריפת אשפה עומדת על \$6.41 לטון אשפה "התמרת זהום" - התועלת החיצונית בשריפת אשפה עומדת על \$ 8.55 לטון אשפה. בעתיד, כשיוחמרו תקני הפליטה של מתקני הפקת אנרגיה קונבנציונאליים תרד התועלת החיצונית ל \$5.35 לטון אשפה.

-EMC

במצב קיים: תועלת נטו של \$2.14 לטון אשפה

במצב עתידי: עלות סביבתית בסך \$1.06 לטון אשפה

3. בשיקול התוצאות (ע"י חברת הלוי דואק) נמצא כי

עלות חיצונית בקונגרציה	\$0.63 לטון
עלות חיצונית בהטמנה	\$6.53 לטון (בעיקר בגלל מתן)

הסיבה העיקרית הגורמת לכך שכיום יש לשריפת אשפה תועלת סביבתית, ואילו בעתיד תהיה לה עלות סביבתית היא משום שכיום אין למעשה תקני פליטה מתחנות כח (יש תקני סביבה בלבד). לשם הדגמה, על מנת להפיק את אותה כמות אנרגיה ממזוט לעומת מאשפה ייפלטו 0.538 גרם חלקיקים מתחנה מזוטית לעומת 0.051 גרם ממתקן פל"א. קדמיום יפלט בשעור של 0.036 גרם מתחנה מזוטית ואילו ממתקן פל"א ייפלט קדמיום בשני סדרי גודל פחות !! מוטב, אם כך לאכוף תקני פליטה מחמירים גם על תחנות כח קונבנציונאליות.

כאמור, בהשוואה שבין שריפת אשפה להטמנתה הוא נושא פליטות גזי חממה (מתן בעיקר) מאתרי הסלוק. ממתקני השריפה נפלט רק פחמן דו חמצני. במחקר שנעשה עבור המשרד לאיכות הסביבה ע"י צוות חוקרים מהטכניון ומאוניברסיטת חיפה, נמצא כי אתרי סלוק הפסולת תורמים 25% מכלל פליטות גזי החממה בישראל. בטבלה הבאה מובאת דוגמא לחישוב עלויות חלופות שונות לטיפול באשפה של עיר המייצרת מיליון טון אשפה לשנה (מטרופולין ת"א). החלופות לטיפול המוצגות: שריפת הביוגז הנוצר באתרי הסלוק, הפקת אנרגיה מביוגז, קומפוסטציה אירובית ושריפה.

Cost estimations for GHG mitigation from MSW.

Alternative	Investment per plant (10 ⁶ \$)	size of plant (tpd)	Total investment (10 ⁶ \$)	costs of reduction (\$/ ton CO ₂ Eq.)	payback investment only (\$/ ton CO ₂ Eq.) (15 years)
Landfilling-W LFG flare	2	400	14	10 (3)	0.65 (0.21)
Landfilling-W LFG- 100% energy recovery	5	400	34	24 (8)	1.62 (0.52)
Aerobic Composting	1	250	11	8 (3)	0.52 (0.17)
incineration	50	500	274	195 (63)	12.98 (4.18)

ניתן לראות כי החלופה הזולה ביותר להפחתת גזי חממה היא קומפוסטציה אירובית בעוד חלופת השריפה היא היקרה ביותר.

גז המתן הינו גז חממה אפקטיבי הרבה יותר מפחמן דו חמצני. מאחר והמתן נותר באטמוספירה בין 12-17 שנה, הפקטור של מתן בהשוואה לפחמן דו חמצני הוא 56 לטווח של 20 שנה ו 21 לטווח של 100 שנים. הנתונים בסוגריים הם לטווח 20 שנה. כאשר חישוב החזר ההון על ההשקעה הוא לטווח 20 שנה, ההשקעה נמוכה יותר לטון אקווילנטים של פחמן דו חמצני, כיוון שבאותה השקעה מגיעים להפחתה משמעותית הרבה יותר.

5. פתרונות אפשריים למדינת ישראל

- פתרון השריפה הינו פתרון מקובל לטיפול באשפה בעולם. פתרון זה מקובל במיוחד במדינות בהן קיים מחסור בשטחי קרקע להטמנה (וישראל בהחלט עונה על קריטריון זה).
- רצוי לשקול הפרדת חומרים רטובים מהאשפה בטרם שריפתה על מנת להעלות ערך קלורי ואף כדי להפחית היווצרות דיאוקסינים ופוראנים.
- יש להבטיח כי המבערות תעמודנה בתקנים המחמירים ביותר, דרישה שיש להעמיד גם בפני מטמנות, מתקני מיחזור ומתקני קומפוסטציה.
- יש להבטיח כי המחירים שנקבעים לשריפת האשפה, אכן יבטיחו טיפול נאות באשפה, בגזי הפליטה ובאפר הנוצר.

מפעל להפיכת שמנים משומשים לדלק

אבי בן לייש,

GREEN OIL ENERGY

שמי אבי בן לייש מנכ"ל GREEN OIL ENERGY, ואנחנו מתכוונים לאסוף את השמן המינרלי המשומש, מכל מדינת ישראל ולמחזר אותו לחומר דלק לשימוש התעשייה. ברשותכם אתן סקירה קצרה על נושא השמן המשומש ונעבור אחר כך לנושא היותר טכני מבחינת המיחזור והטיפול אצלנו במפעל. שמן משומש מגיע אלינו ממספר מקורות. אחד המקורות העיקריים של שמן משומש הוא תעשיית הרכב. צי כלי הרכב במדינה ישראל גדל בהתמדה וכפי שאתם רואים בגרף מס' 1 כמות כלי הרכב שנוספת למדינה מדי שנה היא עצומה. הגרף כאן הוא עד שנת 96, ואנחנו עומדים על מיליון מאה שבעים וארבע אלף כלי רכב. הנתונים האחרונים הם שהיום במדינת ישראל מסתובבים קרוב למיליון וחצי כלי רכב.



גרף מס' 1. מספר המכוניות הפרטיות בישראל מאז הקמת המדינה.

כמויות השמן המשמש שנפלטות מתעשיית הרכב הזו הן גדולות מאוד. מדובר על כמות של 60,000 טון שמן נקי שנמכר מדי שנה לשוק בארץ.

מתוך סטטיסטיקות שנעשו בעולם המערבי 42% מהשמן הנקי שנמכר לשוק אמור לחזור לצורך מיחזור. זאת אומרת שחלק גדול ממנו נשרף במנועים. אבל, אנחנו יודעים שכל רכב שנכנס למוסך, מרוקנים ממנו את השמן בכל 10,000 או 15,000 ק"מ, תלוי בטיב הרכב או בסוג הרכב, והשמן הזה אמור להיות מפונה לאיזה שהוא מקום.

שמן משומש זה חומר מסוכן כמו כל חומר מסוכן אחר שאנחנו מכירים. הוא מכיל מתכות כבדות כמו ונדיום, ניקל, כרום, אלומיניום, נחושת, כלור, גופרית וכו'. נתגלה בכל מיני מחקרים שנעשו שאחרי השריפה נוצרים חומרים שיש חשש כי הם מסרטנים. הסיבה שהוא לא הוגדר לפי הספר הכתום של האו"ם כ - U.N. NUMBER ולא נתנו לו סיווג של חומר מסוכן, זה כדי שאנחנו לא נצטרך להסתובב עם רשיון או היתר רעלים בכיס, האומר שהניל מוביל ברכב שלו את השמן המשומש שהוא חומר מסוכן.

זו הסיבה היחידה שלא הוגדר שמן משומש כחומר מסוכן על פי הגדרה, אבל, הוא עונה על כל הקריטריונים של חומר מסוכן וחומר רעיל, ופסולת רעילה.

בעולם שמן משומש מפונה מהתעשייה, מהמוסכים או מכל מחוללי השמן בדיוק כמו שמפונה כל פסולת אחרת. אם דיברנו קודם על נושא אשפה, אז אנחנו משלמים ארנונה ומשלמים לעירייה בשביל שיפנו מאתנו את האשפה. אם מפעל מייצר חומרים מסוכנים, והוא אמור להעביר אותם לאתר הפסולת הרעילה, במקרה שלנו לרמת חובב, אז הוא משלם גם עבור ההובלה וגם עבור הארזיה וגם עבור הטיפול לפי מחירון שאותו אתר קובע, וכולם מקבלים את זה אם בצורה טובה אם לא בצורה טובה, אבל, מקבלים ועומדים בזה.

שמן משומש כפי שאמרת הוא פסולת מסוכנת שמסיבה כלשהי לא נתנו את הדעת לתת שירות איסוף ופינוי מסודר ומאורגן כמו שמקובל על כל פסולת רעילה אחרת.

מדינת ישראל בשלב מסוים נתנה איזשהו מענה למיחזור של שמן, אבל, זה לא היה מיחזור ברמה שהפיקה מהשמן המשומש מוצר מוגמר חדש, אלא תהליך סינון ומיחזור השמן המשומש כשמן מדרגה נמוכה יותר. עד שנת 93' 92' המדינה ניסתה לעודד את תוצרת הארץ, והטילה הגבלים על יבוא של שמן נקי לארץ, וכתוצאה מכך לחברות הדלק היה משתלם לשלם למוסך כדי לקנות ממנו את השמן המשומש שהוא אסף, כי הם קיבלו סובסידיה או סיוע, תמריץ מהמדינה שעודדה אותם להגדיל את מחזור השמנים הממוחזרים במפעלים.

ברגע שפתחו את השוק לתחרות חופשית ואיפשרו יבוא של שמנים חדשים לשוק והתירו את ההגבלות על היבוא גם ביטלו את הסובסידיה ואת ההקלות שנתנו לאותן חברות הדלק, וירד להם הענין, או ירדה המוטיבציה לאסוף את השמנים תמורת תשלום.

ואז נוצר בארץ מצב שאף אחד לא טיפל בשמן משומש, והמשרד לאיכות הסביבה הקים צעקה גדולה.

חברת דלק, פז שמנים וכימיקלים מייצרים שמנים חדשים לתעשיית השמנים של חברת פז, וסונול מייצר שמן לסונול, אך אף אחד מהם לא כותב, לא מצהיר, וגם לא מייצר שמן משומש משומש.

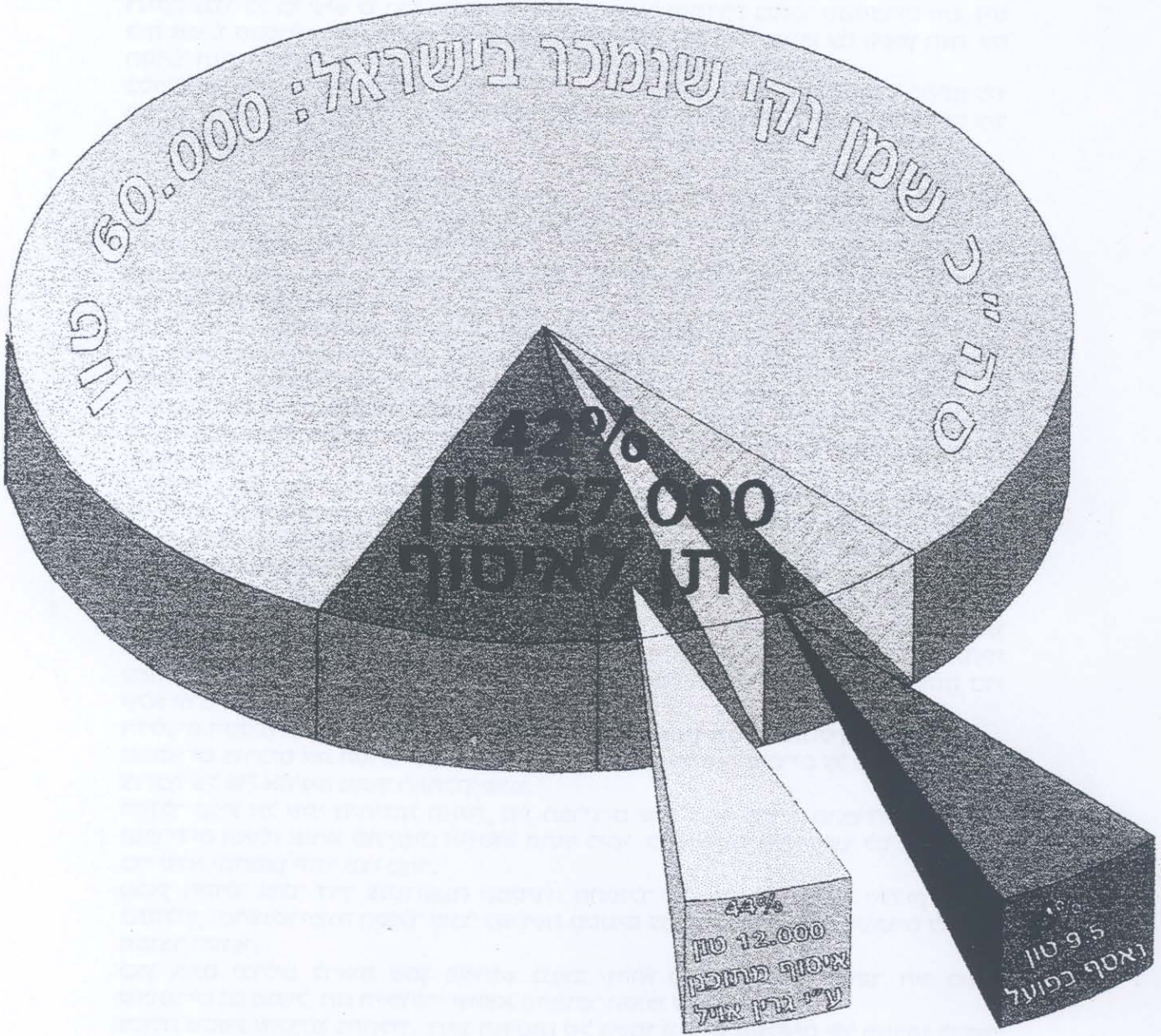
אם אתם תסתכלו בגרף מסי' 2, כמות השמן שהיום נאספת במדינת ישראל היא כ - 9,000 טון בשנה. פוטנציאל האיסוף במדינת ישראל הוא כ - 27,000 טון בשנה, זאת אומרת שאנחנו רחוקים מרחק עצום מכמויות האיסוף שהמדינה יכולה לאסוף ולטפל בפסולת הזאת.

כמויות גדולות מאוד של השמן הזה מוצאות ליצוא למדינות אחרות כמו יוון, או לשריפה בלתי חוקית ובלתי מבוקרת כתמהיל בתוך מזוט או חוצים את הקווים לכיוון רצועת עזה, שכם, טול כרם וכדומה ושם הם משמשים כחומר בעירה גם בתעשיית המזון ללא שום טיפול ללא שום תהליך מקדים כלשהו. הדבר הזה לדעתנו חייב להפסק.

בשנים האחרונות חל גידול עצום באיסוף שמן משומש. בסוף שנת 94' חברת דלקול הייתה האוסף הגדול ביותר של שמן משומש בארץ, כולל מכרזים לפינוי שמן מצהיל, בסך 2,400 טון שמן משומש בשנה.

ב - 95', עשיתי עסקה משותפת עם חברת דלקול, והגדלנו את כמויות האיסוף. בדצמבר 95' דלקול אספה 5,600 טון שמן משומש, שנה אחרי זה 6,000 טון, שנה אחרי זה 7,000. זאת אומרת, כמויות השמן המשומש שהמדינה התחילה לאסוף היו גדולות יותר כתוצאה מהתמקדות בהכרת גודל המפגע וכתוצאה מהאיסוף הנכון שלו.

איסוף שמן משומש בישראל



גרף מסי' 2 איסוף השמן המשומש בישראל.

ואז קמו יזמים שמצאו בענין הזה עסק כלכלי, כתוצאה מכך שבמדינה אין מענה למיחזור של השמן המשומש, והוא הלך או ליצוא או לשריפה, והקמו את חברת GREEN OIL ENERGY.

החברה קנתה טכנולוגיה שמוגדרת בעולם כ- B.A.T - Best Available Technologies למיחזור שמן משומש מחברה קנדית שנמצאת ב-בריטיש קולומביה. יש בעולם כ- 80 מתקנים עובדים כמו שאנחנו בנינו בארץ, בארה"ב, בקנדה, בקוריאה, בספרד, באוסטרליה, בפולין וכו'. הייתי בספרד, וכרגע הם עומדים להקים מפעל נוסף בגבול ספרד פורטוגל. בכל מדינה משתמשים במוצר הזה, הקרוי בפנינו "סולר" למטרה שונה. באוסטרליה זה משמש כדלק לכלי רכב, זאת אומרת יש בפתח המפעל שממחזר תחנת דלק. החברה שרכשה את המתקן זאת חברת שינוע שיש בבעלותה צי רכב ענק של מיכליות ומשאיות שהיא מתדלקת את המשאיות והמיכליות בסולר שהיא מייצרת בעצמה, מאיסוף השמן. זו גם תחנת דלק רגילה עבור כל מי שיש לו רכב עם מנוע דיזל בא ומוצר ומתדלק בסולר שמייצרים שם, ויש לזה אפילו סבסוד מטעם הממשלה. הם נותנים מדבקה לכל רכב שנוסע עם השמן הזה, עם הסולר הזה, והם מעודדים כמה שיותר את השימוש במוצר הממוחזר. בספרד לעומת זאת עם הסולר הזה שמייצרים כתוצאה ממיחזור של שמן משומש הקימו ליד המפעל תחנת כח שפועלת על גנרטור-דיזל שמספקת חשמל לאזור- התעשייה של אותה עיר ששם מיקמו את המפעל.

אציג עכשיו את התהליך משלב קליטת השמן, איך נעשה המיחזור, באיזה טכנולוגיה אנחנו עובדים, ואחר כך אנחנו בקיצור נעבור על דוגמא של ישום כמו שאמרתי של תחנת כח שיכולה להשתמש בדלק הממוחזר הזה. מה שאנחנו רואים כאן בגרף מס' 4 ו-5 זה תדפיס של התהליך כפי שנראה על מסך מחשב בקרת תהליך בתוך המפעל.

כאן אנחנו רואים את הציפון של כמות השמן באחוזים בחוות המיכלים שבה אנחנו מאחסנים את השמן המשומש. השמן עובר באמצעות גשר צנרת עילי אל אולם הייצור. באולם הייצור יש לנו את - המפצה, שאליו מזינים את השמן המשומש, הוא בנוי מדוד פנימי בתוך דוד חיצוני, כאשר שורת מבערים מחממים את הדוד הפנימי. השמן שבתוכו מגיע לטמפרטורה של כ- 400 מעלות והופך לאדים, ואז הוא עובר דרך הדיפלגמטור הזה ויורד למטה אל מחליף החום.

במחליף בחום כתוצאה משינוי הטמפרטורה ומשקלים סגוליים שונים של המרכיבים בשרשרות של השמן, שזה בעצם מיקטע מנפט גולמי שממנה גם מייצרים את הסולר וגם את השמן המינרלי. אנחנו מקבלים שלושה זרמים: זרם אחד שהוא מים עם דלקים קלים, הזרם השני שאנו מכנים סולר, והזרם האפור שזה הגזים הבלתי מתעבים. הגזים הבלתי מתעבים יוצאים החוצה והולכים אל המבער שבתוכו הם נשרפים. כמות הגזים שנפלטת בתהליכים שלנו היא כל כך קטנה שאין טעם לנצל את הגזים האלה אצלנו לבעירה, ואנחנו אפילו במתקן הזה של המבער התקנו בלוני גז שבמידה ולא יהיה מספיק לחץ גז או לא תהיה כמות גדולה של גז או הבעירה תפסק מכל סיבה שהיא, שתמיד תבער אש בלפיד הזה כדי שלא ייווצרו חס וחלילה גזים שיפלטו החוצה.

הדלקים הקלים הולכים למפריד מים - דלק, והסולר ממשיך הלאה בתהליך. המבערים צורכים את הסולר שאני מייצר אצלי במתקן. כלומר מדברים על משהו בסביבות צריכה של 7% אנרגיה מתוך התהליך שלנו.

הסולר מגיע אל שתי היחידות האלה, מין מפרידים שגם בהם נעשית ההפרדה מים דלק, ומפרידים האלה אנחנו מזרימים איזשהו תוסף כימי לדיאוקסידציה ומיצר לנו את הסולר כדי שלא יתחמצן יותר מדי מהר.

מכאן הסולר עובר דרך צנטריפוגה שמסירה מהסולר כל מיני מישקעים שעדיין נשארו בתהליך, ומהצנטריפוגה הסולר עובר לשלושה מסננים עם אלומיניום פעיל שנותנים לנו את המוצר הסופי.

כאן אתם יכולים לראות שמן משומש במצב שהוא נאסף מהשטח, שחור ויש כאלה שאומרים גם מגעיל, וזה "סולר" שיוצא מהמוצר הסופי שלנו, צלול.

נקודה נוספת שאצלנו בתהליך, בזמן החימום של השמן נוצרים משקעים של מתכות כבדות ושל אספלטנים וכל המשקעים שיש בשמן המשומש. המשקעים האלה מצטברים על תחתית המפצה. ככל שהשכבה של המשקעים האלה שאנחנו קוראים לה "קוק", גדלה נוצר לנו חיץ תרמי שמוריד את היעילות התרמית של המתקן ואנחנו חייבים לעצור את התהליך, להיכנס פנימה ולנקות.

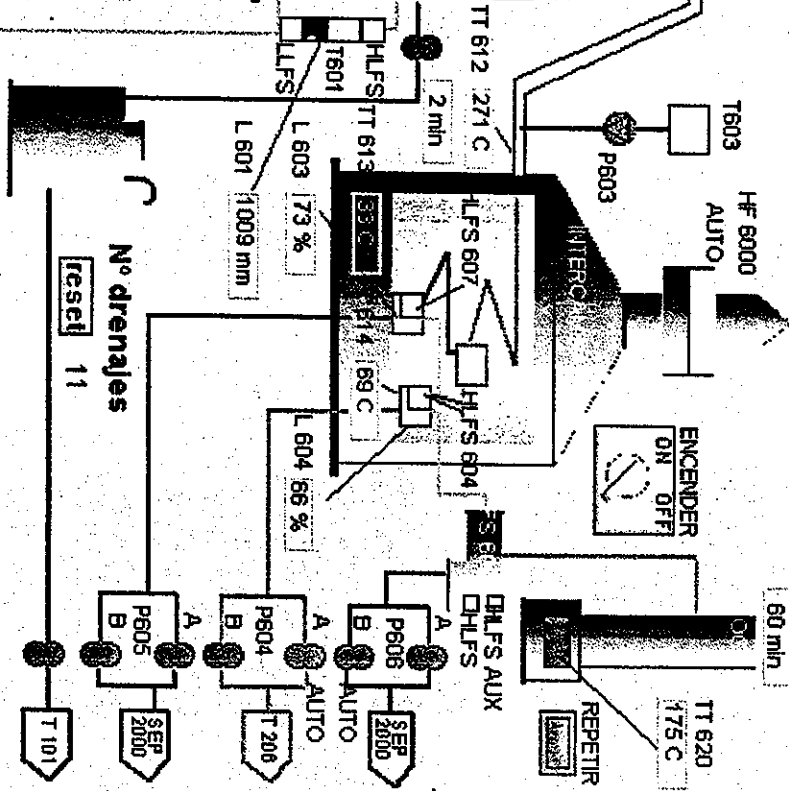
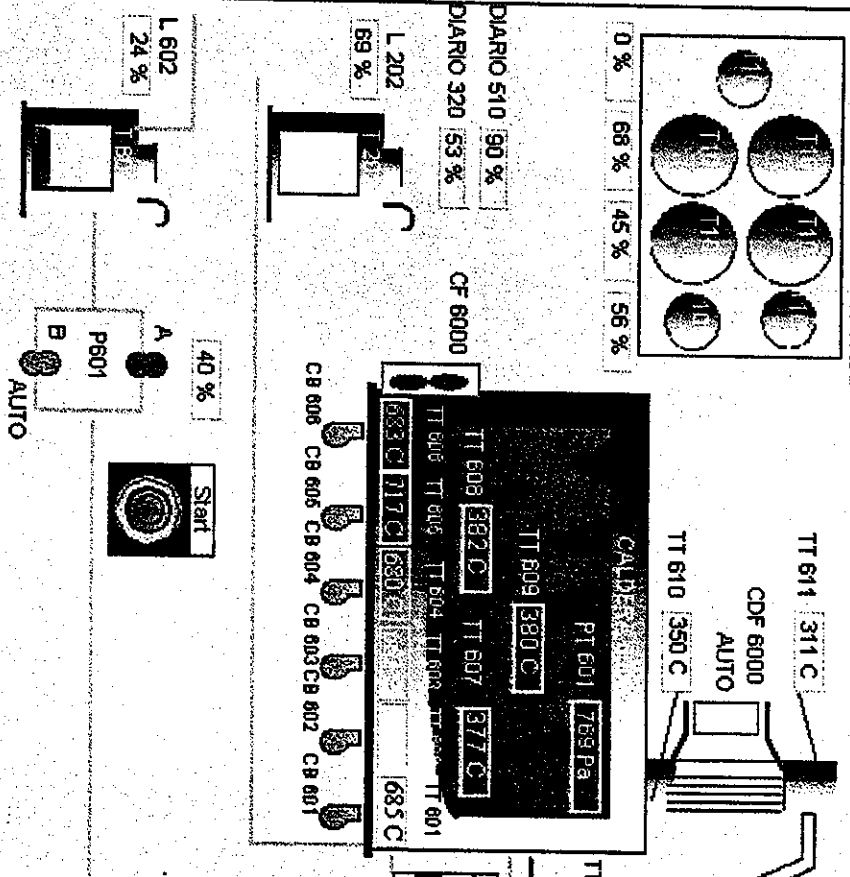
LINEA 6000 ENVIROIL VASCA S.A.

LLENADO PROCESO EVAPOR. COCIDO ENFRIAM.

60 ml/h

34 % 35 % 0 %

0 % 68 % 45 % 56 %



Nº drenajes

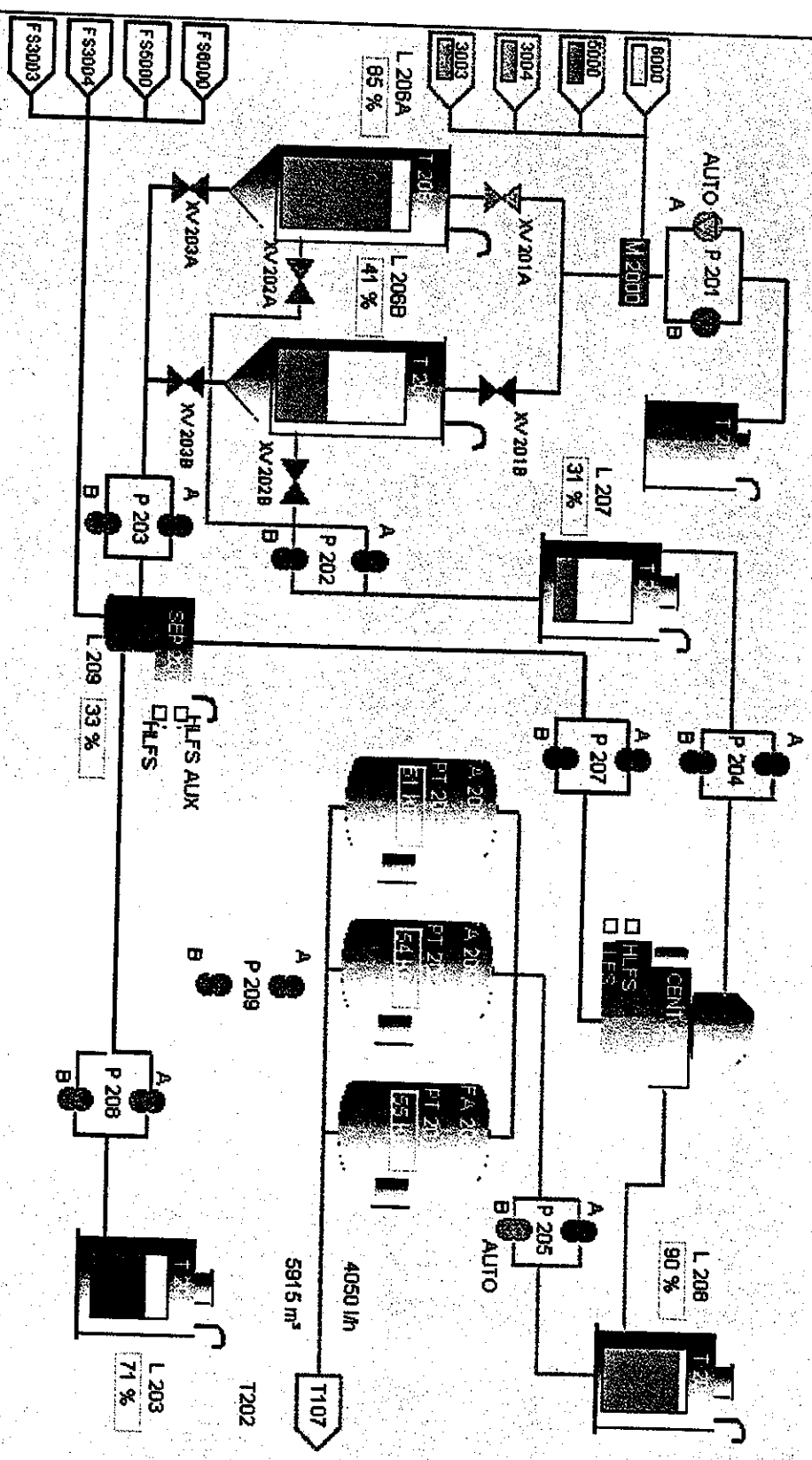
reset 11

Menú

- Línea 5000
- Línea 3004
- Línea 3003
- T. Cubeto
- Comunes
- Generación
- Seguridad
- Balances
- Históricos
- Tabla
- Consignas
- Alarmas

EQUIPOS COMUNES

ENVIROIL VASCA S.A.



- Menú
- Línea 6000
- Línea 5000
- Línea 3004
- Línea 3003
- T. Cubeto
- Generación
- Seguridad
- Alarmas

ENVIROIL VASCA

Historicos 6000

21/5/98

10.26.04

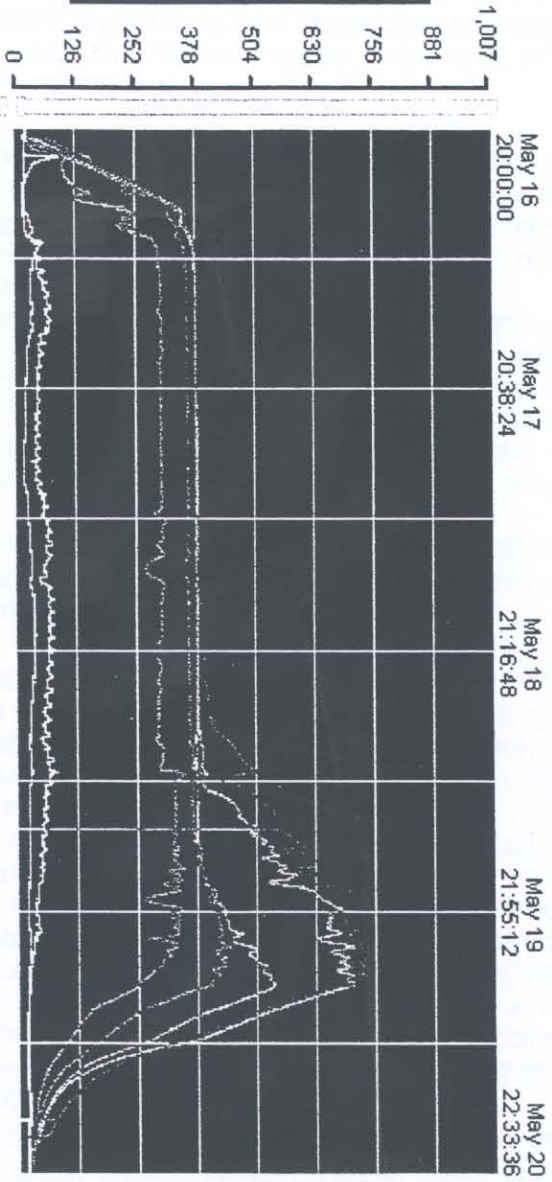
Zoom In

Tiempo representado (Máximo 45 días)

4d 2h 39m 36s

INDICE

COMIENZO	
Año:	1998
Mes:	5
Día:	16
Hora:	20
Minuto:	0



FINAL	
Año:	1998
Mes:	5
Día:	20
Hora:	22
Minuto:	33

Cursor horizontal 1
Cursor horizontal 2

20:00:00
22:33:36

Actualizar a la última HORA



TT_607	28	24	746.00	394.70	0.00
TT_608	29	25	712.00	377.18	0.00
TT_609	30	26	544.00	336.34	0.00
TT_610	27	25	450.00	312.52	0.00
TT_611	28	26	353.00	251.24	0.00
TT_613	19	15	95.00	25.19	0.00
TT_614	22	24	83.00	45.48	0.00
TT_601	560	562	1037.00	995.32	555.00

בזמן שאנחנו עוצרים את התהליך ולא מזרימים פנימה את השמן אנחנו מעלים את הטמפרטורה. זה גרף מס. 5 שמפקח לנו על התהליך. התהליך הנתון שאתם רואים כאן נמשך 4 ימים שעתיים ו 33 דקות ו- 36 שניות.

מה זה אומר?
מכאן התחלנו בתהליך מילוי השמן במפצח, עד השלב הזה נעשה מילוי ועליה בטמפרטורה, לוקח בערך 10 שעות לחמם את כמויות השמן בתוך המפצח. לטמפרטורת עבודה, מכאן ועד לכאן יש לנו את טווח העבודה, שאנחנו מחממים מבשלים, מוציאים את האדים של השמן כמו שהסברתי בתהליך. מהשלב שאנחנו מקבלים ירידה ביעילות התרמית אנחנו עוצרים את התהליך ואז לקוק שהצטבר בתחתית אנחנו נותנים עליה בטמפרטורה בסביבות 700 מעלות ומקבלים זיגוג של הקוק הזה. המתכות הכבדות האלה הופכות להיות במצב של כליאה או זיגוג אחרי צינון של התהליך וניקוי שלו החוצה.

הגוש השחור הזה אינו מוציא חומרים מסיסים בשטיפה (unleachable). הוא בלתי מסיס, אך מכיל מתכות כבדות במצב כלוא (Capsulated). הוא אנרטי, הוא לא פריק, הוא לא מזהם את הסביבה, הוא לא מזהם את האדמה. הדברים האלה נבדקו בכל המקומות שהמתקנים האלה עובדים בעולם וגם על ידי המשרד לאיכות הסביבה בארץ. ניתן לזרוק את הפסולת הזו באתר לפסולת רגילה, זו לא פסולת רעילה.

בעולם משתמשים בקוק הזה כתוסף למצעי כבישים, לאספלט וכתוסף לתעשית המלט. אנחנו מקווים מאוד שבתהליך המיחזור שלנו ניתן את המענה המקצועי ביותר והמקיף ביותר לבעיית השמן משומש במדינת ישראל, מבחינת מיחזור, ולהעביר אותו כמוצר עובר לסוחר שניתן להשתמש בו ולא לאפשר שריפה של הפסולת הזאת בצורה בלתי מבוקרת, בתור שריפה בדוודי קיטור או כתמהיל בתעשית הדלקים כפי שקורא היום, ובוודאי לא לגרום חלילה לעליה ברמת סיכון חופי הים כתוצאה מיצוא של הפסולת הזאת למדינה אחרת.

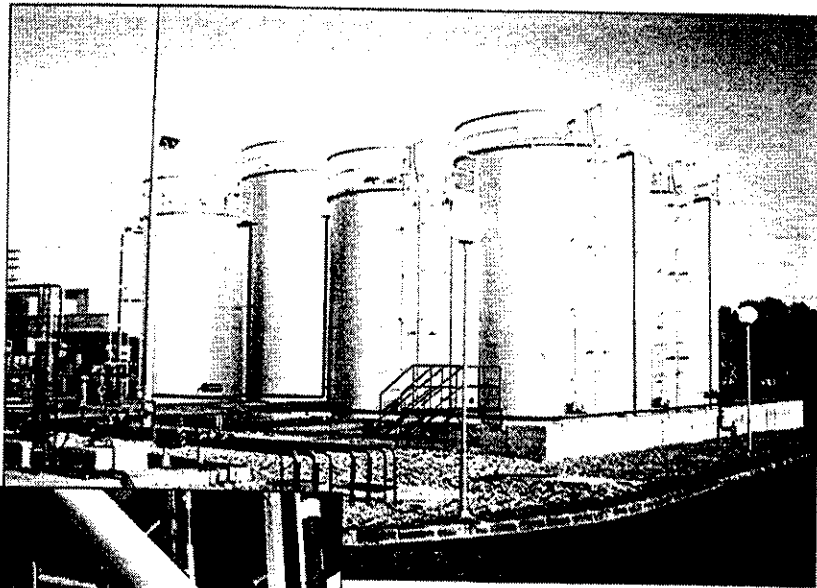
כפי שאמרתם לכם, המוצר הזה יש ערך קלורי, כמוצר הסופי, למה שאנחנו קוראים "סולר" יש ערך קלורי גבוה מאוד, מגיע ל - 10,700 קלוריות. זה הערך הקלורי של המוצר הסופי שהוא ברמה קצת יותר גבוה מסולר תיקני.

אנחנו לא עומדים בהתאמה לתקן ישראל 107 לסולר, משתי סיבות עיקריות, אחת מהן זה **FLASH POINT**. הפלאש פוינט שלנו הוא קצת יותר נמוך מסולר תיקני. כמו כן התקן הישראלי לסולר לתחבורה הוא 0.2% גופרית ואנחנו נהיה בסביבות 0.3 או 0.4% גופרית, כלומר אנחנו לא עומדים בתקן הישראלי לסולר. אלה שתי הסיבות העיקריות. לכן אני משתדל לא לקרוא לזה סולר, אנחנו קוראים לזה תחליף דלק.

מה שאנחנו רואים כאן בעצם זו חוות המיכלים, זה מפעל בספרד בויטוריה בתבל הבסקים, המפעל אצלנו באריאל הוא כרגע בשלבי סיום אז לא רציתי להביא תמונות של באמצע עבודה אבל, הוא נראה מאוד דומה לזה. זו חוות המיכלים עם כל ההיבט הסביבתי הבטיחותי של כיובי אש וכל ההגנות הדרושות לכך. כאן למטה רואים את אולם היצור, כל קוביה כזו זה בעצם מפצח. אתם רואים אולם יצור נקי. ככה זה בעבודה, זה לא לצורך הצילום, אני הייתי שם וצילמתי גם בוידאו גם בתמונות זה פשוט מדהים, אולם יצור נקי לחלוטין. כל אולם היצור הזה הוא על 12,000 טון שמן בשנה, צריכים במשמרת 2 אנשים. הכל מבוקר על ידי בקרה ממוחשבת. יש לנו בקרה מלאה על התהליך. על יד אולם יצור יש את האולם של גנרטורים דיזל שמייצרים את החשמל עבור אותו איזור.

אנחנו ביקשנו עכשיו בעקבות הקשר שלנו עם אנרו אנרגיה שהם השותפים של **GREEN OIL**, ביקשנו ממשרד התשתיות לאפשר לנו הקמת תחנת כח פרטית בסמוך למפעל שהקמנו באריאל כדי לספק חשמל לאזור התעשייה של אריאל ואולאי לאריאל בעצמה. ובכך לסייע לחברת חשמל באספקת חשמל פרטית באזור שאנחנו נמצאים בו. זאת התמונה שאתם רואים קודם בקשר למנועים, הכל נקי מצוחצח, הרבה מאוד רעש בתוך החדר, לא מחוץ לחדר, הכל נקי מסודר. יש מערכת אלטרנטורים של 16 מגה וואט. ככה נראים האלטרנטורים, הכל עובד עם שמן משומש ממוחזר.

זו אחת הנקודות שצריך להדגיש כאן, אנחנו גם נותנים פתרון הכי נקי, הכי אקולוגי הכי ידידותי לסביבה והכי ידידותי לתעשייה ולכן אנחנו צריכים היום ב- **Green Oil** להאבק בהחלטות או תקנות או היתרים שניתנו לפני שהמדינה דאגה להביא לארץ טכנולוגיה



Installation for
utilization of used oils by
the cracking and
distillation method



מתקדמת לטפל בפסולת הזו. אנחנו חושבים שכשהיתרים האלה ניתנו בתחילת שנות ה-90, ליצא אותו ליוון, (דרך אנג' לא ניתן אף פעם היתר לשרוף את השמן, זה שהיום שורפים זה כתוצאה מחוסר אכיפה של החוק), אבל היצוא של השמן הזה ליוון נובע כתוצאה מלחץ של אנשי עסקים, לגיטימי אבל, באכיפה של חוקים ותקנות כמו אמנת בזל, כמו אמנת הים התיכון שבעצם אוסרת על העברת פסולת ממדינה למדינה כשבאותה מדינה שמיצאת את הפסולת יש את התשתית הטובה ביותר לטפל בפסולת הזו. ולכן אנחנו במהלך כרגע של מגעים עם המשרד לאיכות הסביבה, עם משרד התחבורה, ועם התמי"ס בכל הנושא הזה שצריך לעצור מיד את יצוא השמן. ואסור לנו, אני חושב שזו תהיה בכייה לדורות במידה ויאפשרו את השריפה של השמן המשומש, מפני שבאותו רגע שיאפשרו את השריפה ואת הבעירה של שמן משומש הפיקוח והאיסוף והבקרה על כל תהליך הטיפול בפסולת הזו ילך לאיבוד. המדינה לא תוכל לדעת אם אותו יצרן שיש לו בחצר 5,000 או 2,000 ליטר של שמן משומש בחודש, אם הוא שרף את זה ללא טיפול מקדים או אם הוא עשה לזה טיפול מקדים. אנחנו לא ברמה שיש לנו עודף כוח אכיפה במדינה שיוכל להשתלט על כל תעשייה ותעשייה, על כל מפעל קטן כזה או אחר ברחבי המדינה ולשלוט על מה הוא עשה עם השמן המשומש שלו. כיום אסור לשרוף וכיום הייבים לפנות לממחזר מוסמך או לאתר הפסולת ברמת חובב. ברמת חובב מעט מאוד מפעלים, ובוודאי לא מוסכים שולחים שמן כפסולת אורגנית. לפי מחירון רמת חובב משלמים על פסולת אורגנית 426 דולר לטון, כך שאין שום סיבה לשלוח את זה למיחזור או לטיפול ברמת חובב, לכן אנחנו חושבים שאנחנו מביאים למדינה היום פתרון אולטימטיבי לטיפול בפסולת הזו שנקראת שמן משומש.

שאלת על הספקים, אז אנחנו מדברים על הספקים של 10,000 קילוואט, 6,300 וולט, זה ההספק שהתחנה הזאת מ-12,000 טון שמן משומש מספקת בספרד. מבחינה לוגיסטית ומבחינת היעילות של כל התהליך הזה, חשוב למקם את מפעל המיחזור ואת תחנת הכח בסמיכות אחת לשנייה, כי אחרת אנחנו משלמים על שינוע. כל תהליך ההזרמה עולה סכומים שמורידים את הכלכליות של הנושא הזה, וזו הסיבה שאנחנו מבקשים להקים סמוך למתקן שהקמנו באריאל את מפעל החשמל.

- ש. מה המחיר של של קילוואט חשמל שתיצרו, כמה אתם משלמים עבור השמן המשומש, כמה אתם תקבלו עבור הסולר?
- ת. זה מה שאני אמרתי קודם, אנחנו חושבים שנוכח יותר, כמו שבכל העולם, לדוגמה בספרד הממשלה מסבסדת את אוספי השמן, נותנת להם משהו בסביבות 5 סנט לק"ג, יש להם איזושהי הכנסה מהממשלה עבור האיסוף, וכל מי שמשתמש במוצר הסופי, במה שאנחנו קוראים סולר, מקבל פטור, או 10% פטור ממס הכנסה. כל מדינה קבעה לעצמה איזושהו תמריץ אחר כדי שישתמשו בשמן ממוחזר. קודם כל שיאספו כמה שיותר ושישתמשו כמה שיותר בחומר הממוחזר. אצלנו זה לא קורה. לכן אני אומר, אם אנחנו באים לשוק ואומרים, אנחנו נאסוף את השמן במחיר 0, זאת אומרת, לך יש שמן משומש בחצר, אני אפנה לך אותו, אל תשלם לי, או לחילופין אני באתי לאחד האנשים שהתעקש מאוד לקבל כסף, אמרתי בבקשה, קח 50 שקל עבור השמן, כמה יש לך? 1,000 ליטר? קח 50 שקל אבל, תשלם לי על ההובלה 1,000 שקל כי אני מחזיק עבורך מיכלית נהגים, מערכת טלפונים, פקסים, מזכירות, אני מוכן לפנות 24 שעות ביממה, המפעל שלי עובד 3 משמרות ביום.

- ש. האם במחיר 4 או 5 סנט לקילוואט שעה תוכל לכסות את ההוצאות.
- ת. ב-8 סנט לקילוואט שעה אנחנו נהיה כלכליים.

- ש. מאיפה ההנחה של 42% יכולת איסוף של השמן כי מנועי דיזל ובנזין באוטו הם לא שורפי שמן גדולים.
- ת. אנחנו לקחנו סטטיסטיקות מכמה מדינות בעולם: מגרמניה, מאנגליה, מצרפת, מקנדה, מארה"ב, בכל המקומות האלו הגיעו לסטטיסטיקה שזה יכולת האיסוף של השמן. שמן נשאר במנוע, בשעת ההחלפה, השמן נשאר על הצנרת, השמן הולך לאיבוד הוא מתאדה במצב כזה או אחר, זאת אומרת, הם לעולם לא הצליחו לקבל 100% של איסוף מהכמות הנמכרת.

- ש. אם אתה שם לך מטרה של 42.5% אתה טועה ב-100%, כי שמן לא מתאדה והוא לא מצטבר בצינוורות, פעם אחת הוא מתאדה וזהו, הוא לא יכול להתאסף במנוע כל פעם 5%.

ת. הראיתי לך את הגרף האחרון של צריכה, את הגידול העצום במספר כלי הרכב, אז אתה צורך יותר שמן על עוד צרכנים, לא על אותם צרכנים קיימים.

ש. איך אתה מבחין בין השמנים? יש הרבה מאוד שמנים סינטטיים בתוך המוסכים, אני מבין שהתהליך הזה לא בנוי לשמנים סינטטיים.

ת. אם אני מביא למפעל 100% שמן סינטטי, הוא לא בנוי לעבוד אתו, אבל, אם יהיה לי איזשהו תמהיל בפורפורציות קטנות של שמן סינטטי עם שמן מינרלי אני אוכל להעביר את זה. המיכלים שאנחנו בנינו במפעל יכולנו לשים מיכל אחד גדול של 1000 טון או 1,000 קוב ולהכניס את כל השמן אליו ולהשתמש במיכל אחד, אנחנו חילקנו את זה למספר מיכלים לקליטת שמן משומש. תהליך הקליטה של השמן הוא כזה: מגיעה מיכלית עם שמן משומש, היא עוצרת ליד מאזני הגשר בכניסה למפעל, 10 דקות של מנוחה כדי שהשמן עם המים בתוך המיכלית יגיעו למצב מנוחה, עושים ניקוז של מים ואז מוציאים דגימה של שמן, לוקחים את זה למעבדה בחצר המפעל, בודקים אחוזי מים אחוזי משקעים ואז אנחנו יודעים כמה אחוזי מים יש לנו, מה אחוזי המשקעים, אנחנו גם רואים לפי השמן שמגיע אם אנחנו מכניסים את זה למיכלים א', ב', ג', או ד'. אנחנו מקבלים ממקורות שונים איכויות שונות של שמן משומש. למרות שזה פסולת ולמרות שזה לא עקבי, ולמרות שאנחנו לא תמיד יודעים מאיפה מגיע השמן אבל, אם לדוגמה מקבלים שמן מצה"ל שבו מחליפים שמנים לפי מספר שעות מנוע באופן קבוע, אז יש קריטריון ברור לטיב השמן. או חברות גדולות כמו אגד או מפעלי תובלה ששם גם מחליפים שמנים לפי קריטריונים מאוד ברורים, אז אנחנו רואים שאיכות השמן המשומש היא יותר טובה מאשר איזשהו מוסך ביפו או באיזשהו מקום אחר ששם מגיעים לרמה של סוף קצה היכולת של השמן.

ואז אנחנו יודעים להבחין בהזרמה מאולם היצור אל מתקן הפיצוח שלנו, על פי איזה שהוא סטנדרט בין שמן ברמה טובה יותר לבין שמן ברמה נמוכה יותר ולמהול אותם כדי לקבל מוצר עקבי בסוף התהליך שלנו.

ש. מה אחוז המשקע הנותר לאחר שמיחזרתם את השמן, והאם יש איזה טסט לבדיקת טיב המוצר שלכם?

ת. אני יכול לומר שמדובר על בערך 4% מוצקים. בתעשייה האוטו מוטורית אני לא יכול להשתמש בסולר שלנו בגלל עודף גפרית, אבל, בהסקה, לייצור קיטור ולחמום ביתי אין שום בעיה להשתמש בסולר הזה.

ש. אחד הדברים שאתה לא ציינת, אולי החבאת מתחת לשטיח, אני מבין שאתה "מייצר" הרבה מים מלוכלכים בתהליך, מה אתה עושה איתם?

ת. קודם כל אנחנו לא מייצרים הרבה מים מלוכלכים. בתהליך אצלנו, משתמשים אולי ב - 150 ליטר לשעה מים בתהליך. זהו. אנחנו מזרימים את המים בשלב של הצנטריפוגה רק כדי לסלק מהסולר אם נשארו בו איזה שהם נקודות מוצקות או משהו שלא ניפרד בתהליך הסינון עד לשלב של הצנטריפוגה. אז אנחנו מזרימים מים כדי להוציא את החלקיקים האלה החוצה. את המים האלו אנחנו מזרימים למיכל בחוות המיכלים. את המים שאנחנו מנקזים מהמיכליות אנחנו אוגרים גם כן במיכל בחוות המיכלים, ואת המים מהמיכלים לשיקוע בחוות המיכלים אנחנו מנקזים גם כן. יש מיכל אחד שמנקז את כל המים מכל מה שאנחנו עושים במפעל שממנו המים זורמים אל מתקן טיפול בשפכים שהשקענו בו סכום עתק כשרכשנו מחברה בהולנד, המים עוברים תהליך של הפרדת מים משמן בצורה מכנית באמצעות מפריד. מהמתקן הזה המים עוברים לתהליך של בקרת pH, שיקוע מתכות, פלוקולציה, עוד פעם בקרת pH. במידה ומצאנו עדיין איזה שהם מתכות כמו כרומומים, אז עוד איזשהו פלוקולנט מופעל לשיקוע של הכרומומים האלה. המים האלו עוברים לבסוף דרך מערכת טיפול ביולוגית לסלק מהם אם נשארו איזה שהם זיהומים אורגנים, או שאריות של שמן, ורק לאחר שהמים יוצאים מהמתקן הביולוגי ברמה של מקסימום 15 PPM שמן כפי שהוגדר לנו על ידי איגוד ערים שומרון, מותר לנו להזרים אותם למערכת העירונית, ורק אז המים יוצאים למערכת הביוב העירונית. התוצאה היא שרק אחוזים מאוד קטנים מהמחזור הכללי של השמן נצטרך לפנות לרמת חובב.

הצעות להקמת מתקנים לשרפת אשפה

עופר זרסלר

Energy Horizons

אני מדבר בשם שותפות של חברת אופקי אנרגיה Energy Horizons, שבעלות יולי עופר ומשה כץ, לשעבר מנכ"ל חברת החשמל עם חברת "אורמט" יצרנית טורבינות להפקת חשמל.

צינתי את שמות החברות כי הנושא שאני הולך לדבר עליו, מתייחס לנסיון שאנחנו צברנו אבל, אני חושב שגם חברות אחרות והרבה חברות גדולות וטובות בנושא של שריפת אשפה הסתובבו בארץ, ניסו לקדם את הנושא הזה ולא הצליחו. ככה שאני מעלה גם משיחות שהיו לי איתם על כל מיני אמיתות או תגובות שקיבלנו מכל מיני גופים בארץ והייתי רוצה לבדוק אותם ברשותכם קצת יותר מקרוב ולהראות שאולי אנחנו מפסידים כאן ומחמיצים משהו גדול.

ראשית כל, ואני אתייחס לזה בקצרה כי אני לא כל כך חושב שזה הפריע לקידום הנושא אבל, זה בכל זאת עולה מדי פעם, אנשים אומרים מה אתה מדבר, שריפה כבר לא רוצים יותר לא באירופה ולא בארה"ב זה כבר pas .

המשפט הזה שמושמע על ידי הרבה אנשים, הוא בפירוש לא נכון, ולמעשה גם אופירה וגם האורח מבלגיה הציגו בשקפים יותר מפורטים ממני שפתרון השרפה הוא נפוץ יותר במונחים של טונות אשפה לשנה, מאשר כל פתרון אחר כמו קומפוסט, מיחזור, תסיסה, פיירוליזה או כל פתרון אחר.

בפתרון השרפה מטפלים ביותר טונות אשפה מאשר בכל פתרון אחר. בכל מדינה זה שונה, אבל, בסך הכל זה נכון.

אני הבאתי כאן נתונים מ - 94 והאורח הביא נתונים יותר מעודכנים מ - 96. אתם יכולים לראות מספר מדינות כמו ארה"ב, הולנד, שבדיה, צרפת ואיטליה, בשורה הראשונה אני מציין כמה טונות אשפה יש שם בשנה, בשורה השניה כמה מתוך הטונות האלה מטופלים על ידי שרפה, ובשורה השלישית, כמה מטופלים על ידי יצירת קומפוסט ומיחזור ביחד, אתם רואים שבסך הכל יותר טונות מטופלות על ידי שרפת אשפה יותר מאשר כל פתרון אחר, כך שאי אפשר להסתכל על זה כעל פתרון שאבד עליו הכל. זה בהחלט שלב חשוב במכלול הפתרונות של מדינה שמטפלת באשפה ולא רק הטמנה בלבד. זו בוודאי אחת הטכנולוגיות האפשריות היום והנפוצות ולכן אני לא חושב שאנחנו בישראל יכולים להתעלם ממנה.

סילוק פסולת ב-1994 במיליוני טונות

סח"כ פסולת	ארה"ב	הולנד	שוודיה	צרפת	איטליה
שרפה	170	7.5	3.5	17	17
מיחזור	18.5	2.8	1.9	6.5	3.3
וקומפוסט	18	0.8	0.3	3.0	6.5

הנתונים מ-OECD נתונים על איכות הסביבה.

נשאלת מצד שני השאלה למה מדינה כמו ישראל שבתוצר הלאומי לנפש כבר לא רחוקים, או כבר השוונו למדינות כמו איטליה, כמעט כמו צרפת. מצד שני משאבי הקרקע שלנו הרבה יותר מצומצמים מאשר באירופה. לכאורה היה מתבקש שכאן פתרון השרפה יאומץ הרבה יותר מהר מאשר במדינות אירופה.

הסיבה השניה שאני שומע כשאני מביא את ההצעה לרשויות או למשרדי ממשלה היא הסיבה הכלכלית שפתרון השרפה יקר יותר בצורה משמעותית מאשר פתרון ההטמנה. לגבי זה המצב הוא קצת מורכב, קודם כל אני רוצה להעלות נקודה שאני לא בטוח שנבחנה עד הסוף. אני חושב שהמדינה לא מתייחסת בצורה שווה לנושא של שרפה מול הטמנת אשפה מבחינת הדרישות האקולוגיות. למשל, יצא מכרז גדול למשרפה; אף אחד לא העלה על הדעת שמדינת ישראל תאשר להקים משרפה שלא לפי התקנים האירופאים, אלו התקנים הכי מחמירים בעולם.

האם המצב הזה דומה במטמנות?

אם נסקור את המטמנות שרוב אשפת ישראל הולכת אליהם, עברון, חיפה, טייבה, אשדוד, דודאים, אף אחת מהן לא עומדת בתקנים האירופאיים.

אם ניקח כמה פרמטרים כמו למשל איטום, רוב המטמנות שהזכרתי אין בהן בכלל איטום. נושא של טיפול בגז כמעט ולא קיים. נושא של מוניטורים. מה יקרה במטמנה הזאת 20 שנה אחרי שהיא תסגרי, האם האיטום לא יפגע שם ויהיו חלחולים? אף אחת מהמטמנות האלה לא מחויבת להקים מערכת מוניטורים כמו שקיימת כיום באירופה. חיישנים או גששים יקרים, שיכולים לחיות 100 שנה עמוק באדמה בלי טיפול, ויכולים לגלות דליפות. המטמנות לא מחויבות לעשות את זה.

אפילו דבר פשוט כמו קיצוץ גזם. ישנו חוק המחייב את קיצוץ גזם הגינות והיער. בפועל 95% מהגזם מגיע לא מקוצץ לאתרים, כלומר אף אחד מהתקנים, או רוב התקנים שאני מכיר מאירופה לא מיושמים בנושא של מטמנה.

עשיתי את החשבון בכמה זה היה מייקר את המטמנה לו נקטו כל הדרישות המקובלות באירופה. זה היה מייקר בעשרות דולרים לטון היישום של החוקים האקולוגיים במטמנות האלה.

ולכן נשאלת השאלה האם זה נכון לדרוש דווקא מפתרון השרפה לעמוד בתקנים החכמים ביותר, או המתקדמים ביותר, המחמירים ביותר, ולא לדרוש את זה מפתרון אחר. כמובן שזה יוצר עיוות. אבל, אני רוצה לשתף אתכם בעוד מילה אחת בנושא של התקנים.

יש כאן שקף שמתאר את מה שקרה בגרמניה. אני מדבר על השקף הימני, מה קרה לרמת הפליטות של תחמוצות חנקן, CO, SO₂ שמרחפים. תוך 20 שנה מהרגע שהם התחילו להתלבש על הנושא הזה תראו איזו ירידה דרמטית בחלק מסוגי המזהמים.

כמובן שזה עלה כסף, בגלל זה השרפה בגרמניה כמו שמישהו הצביע פה עולה 80 דולר או 70 דולר לטון, או 90 דולר לטון, אבל, את התוצאות בלי ספק אפשר לראות, וזה אולי כדאי לראות את הרקע של השקף השמאלי, אנחנו מדברים על שרפה, על תחנות כח, אנחנו מדברים למעשה על 100 השנים האחרונות.

מישהו זוכר מתי נמצא הנפט? אנחנו חושבים שתחנות הכח והנפט נמצאים איתנו כבר מאות שנים. הנפט נמצא בחצי השני של המאה הקודמת. אז נמצא הנפט לראשונה בפנסילבניה, כמה שנים, 10 או 15 שנה אחרי זה מר בניץ בגרמניה פיתח את המכונות, ובאותה תקופה אדיסון בניו-ג'רזי פיתח את החשמל. אנחנו מדברים על תקופה מאוד מאוד קצרה בהיסטוריה האנושית.

כל השינויים הדרסטיים חלו ב-100 השנים האחרונות. אם נסתכל על הציר של ההיסטוריה האנושית על כדור הארץ, אנחנו מדברים על 4 או 5 מיליארד שנים לפני זה.

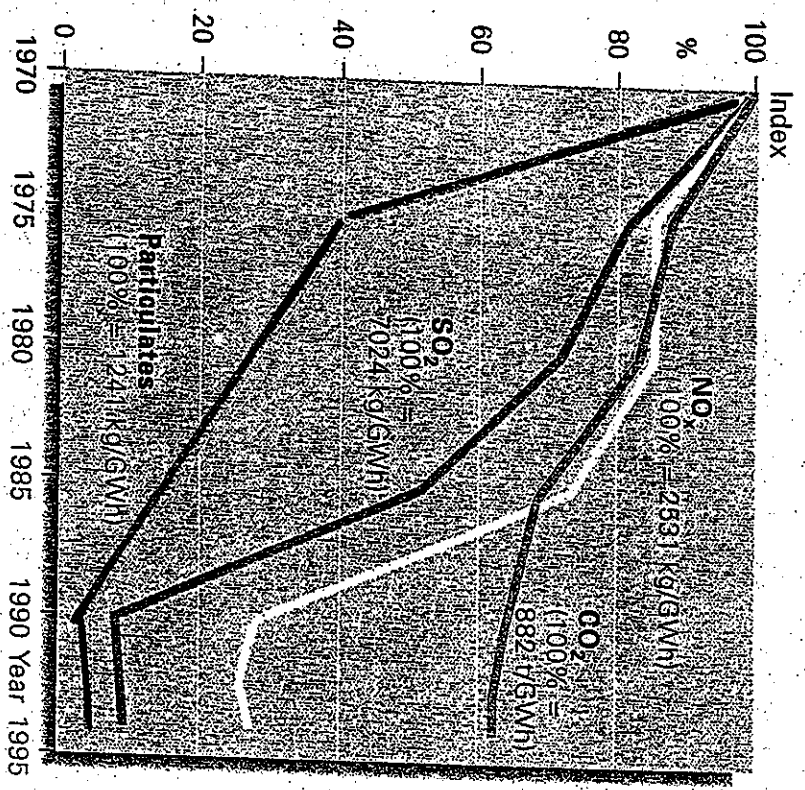
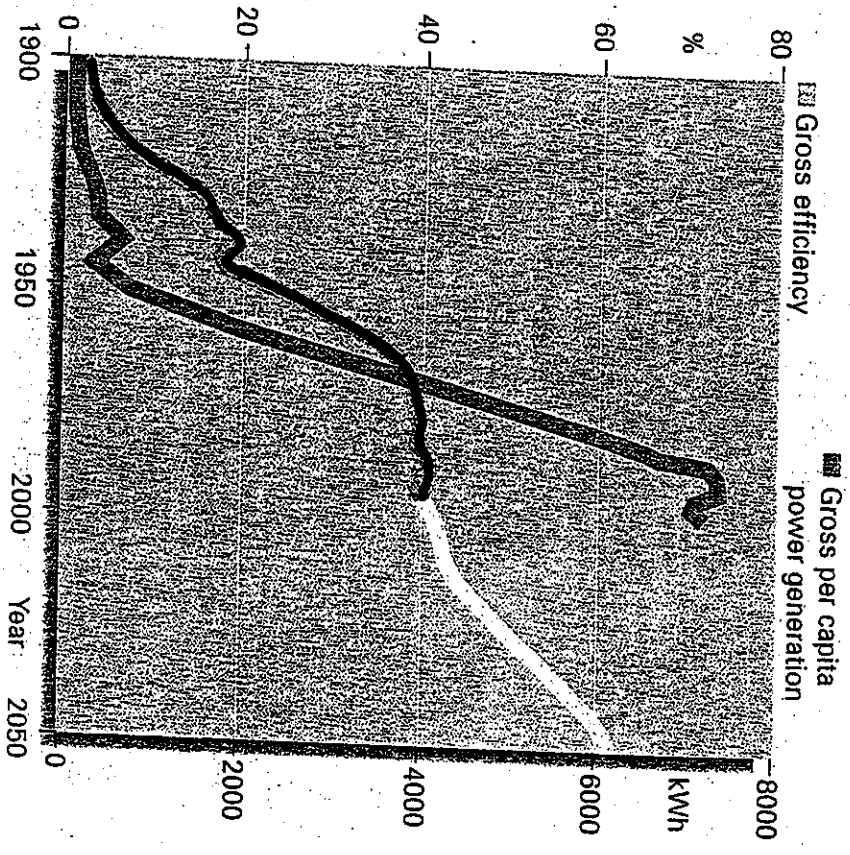
כל התופעות, כל הבעיות האלה שאנחנו מדברים הם תוצאה של פעילות של 100 שנים אחרונות, ולכן אולי אפשר להבין את שינוי הכיוון שהגרמנים עושים אולי בחריפות בשביל לתקן בחזרה ולהסיט את המערכת האקולוגית בחזרה. ואולי כתוצאה מזה יש להם לפעמים Over shooting אבל, בלי ספק אתם יכולים לראות שהם מחזירים את כיוון ההתפתחות האקולוגית השלילית לכיוון הנכון.

אני מעלה את כל זה כי מהמספרים שאני מביא בהמשך כי אני רוצה להראות שההזנחה של כמה משתנים כלכליים שנותנים עדיפות לפתרונות לא נכונים גרמו צרות קשות, ולמעשה מונעים כיום כניסה של פתרונות נכונים יותר, למרות שהמשק בסופו של דבר יצטרך לשלם את המחיר.

צויין כבר שמוסכם על כולם שלמדינה, פתרון הטמנה עולה יותר מ-20 או \$23 לטון, ויש עוד עלויות חיצוניות שהן 6 או 7 או 8 דולר, אפשר להתווכח על זה, שאמנם מקבלי ההחלטות בוועדת המכרזים בעירייה, הם לא משלמים את זה, הקבלן לא גובה להם בעבור זה שהכבישים נהרסים, והתרומה לאפקט החממה שעוד לא הובאו בחשבון. אבל, למשק זה עולה, ואם נביא בחשבון רק את המספר שכבר נמדד, שיצא עליו כבר דו"ח רשמי של 6 או 7 דולר לטון כפול כמות הטונות שיש לנו בישראל, מדובר בערך ב-30,000,000 עלות נוספת לשנה למשק, שזה בערך 8 מפעלי קומפוסט כמו בקיבוץ נעמן שאפשר להקים בסכום הזה כל שנה.

כלומר אנחנו מדברים על איזה שהם עיוותים שכולם יודעים שהם קיימים, מוכנים לחיות איתם ודווקא אנחנו אנשים שקוראים הרבה על נושא איכות הסביבה, איכשהו חיים בשקט. אולי ההכרזה הדרמטית לכאורה של מנכ"לית איכות הסביבה לפני יומיים של 1,500 איש שמתים כל שנה רק מנושאים שקשורים לזיהום אוויר עוררה אצל כמה אנשים איזשהו רעש, שמעתי על זה יום יומיים ואחרי זה כבר גווע לגמרי.

נושא שני שקשור לצד הכלכלי זה שגם אותו אנחנו מזניחים ושוב אני מתייחס כרגע רק להשוואה שבין שריפה לבין הטמנה, זה נושא של הקרקע עצמה. נכון שלאחרונה המכרזים נעשו משוכללים יותר ונותנים איזה ביטוי לערך הקרקע. היזם צריך לשלם את דמי החכירה של הקרקע. אבל, בפועל מהניסיון הקצר במדינת ישראל נסקור שני מקומות הטמנה, את



גרפים של יעילות המתקנים ליצור חשמל כנגד עליות השימוש בחשמל לנפש בגרמניה. בגרף השני מוצגת ירידת כמות המזהמים לאורך השנים תוך שימוש בנפט ופחם ליצור חשמל. הנתונים משנת 1997.

חיריה ואת חיפה. חיריה למי שהסתכל בעיתונות בזמן האחרון במאבק שהיה סביב ניסיון להפוך את הקרקעות של מקוה ישראל לבניה אז דובר שהקרקעות של חיריה שוות למעלה ממיליארד דולר שמדינת ישראל איבדה אותם, ממשלת ישראל הייתה יכולה לשווק את הקרקעות האלה ולקבל הכנסה של מיליארד דולר אם לא הייתה שם מטמנה. על מזבלת חיפה מדובר על רבע מיליארד דולר, וכאלה "פורונקלים" נמצאים בארץ עוד עשרות.

אף אחד לא יכל לצפות לאן המדינה תתפתח, וכיוון שרוב הקרקעות עדיין ניתנות לעירונית ולא ליוזמים בחינם, אמרו או.קי., כאן תקום מזבלה. את העלויות שאף אחד לא משלם, אלו עלויות שאנחנו בסופו של דבר כציבור משלמים. מכיוון שעלויות אלה לא עומדות במבחן בזמן המכרז לא פלא שפתרונות יקרים יותר שהולכים כבר באירופה במדינות כמו שאמרתי עם תל"ג דומה לשלנו, עם קרקע משופעת יותר מאשר לנו, שאין להם מחסור כזה בקרקע, כבר עברו לפתרונות שרפת האשפה. הדבר השלישי ששמעתי הרבה ששריפת האשפה עולה 50-60 דולר לטון ופה קשה להתווכח, זאת אומרת עד שלא יהיה מכרז ומישהו יבוא עם מספר אחר כל מספר זוכה. לפחות יש איזושהי אינדיקציה כבר מהמכרז היחיד שהיה בארץ בדרום יהודה, אני לפחות ממה שקראתי בעיתונות מדובר על מחירים של 30-35 דולר לטון ולא 50 דולר לטון. למספר הזה יש משמעות כי אם אנחנו מדברים היום על 30 דולר לטון כשעלות ההובלה לנגב היא 22-23 דולר לטון הפער הזה כבר דומה למספר שהוועדה מדדה. החברה שלנו הציעה בשנתיים האחרונות, פתרון של שרפה ב- 30 דולר לטון וביקשנו שתבחנו אותנו אבל, דבר לא יצא מזה.

ש. המחיר כולל יצור אנרגיה?

ת. עם יצור אנרגיה.

אתייחס אחר כך אולי יותר לענין הטכני של ההצעה למה זה באמת נמוך ממה שרגילים, לחשוב אך ללא פרוט יתר.

אני מציג את השקף של שני התקנים שהוצגו של פליטת מזהמים. העמודה השמאלית מציגה את התקן הקיים, והעמודה הימנית את התקן שעומד להיכנס או כבר אומץ ב- 2-3 מדינות. ואנחנו בישראל דנים אם לאמץ אותו או לא, או שאולי כבר החליטו.

בבדיקות שעשינו להקמת תחנת הכח, ראינו שהמשמעות שלעבור מהתקן הזה לתקן האחר היא עוד כ- 5 דולר לטון, במקום 30 דולר שנצענו זה מחייב אותנו להציע 35 דולר לטון.

התקן האירופאי הוא משנת - 89. דרישות ה - דיאוקסין אומצו אחר כך, אבל, זה התקן שמשתמשים איתו.

התקן שהשתמשו בו בישראל ובאירופה הוא התקן של 89 כשיותר מאוחר העלו את הדרישות של הדיאוקסין, אז אולי הייתי צריך להציג את זה בשתי עמודות נפרדות. ממשרד האיכות ביקשו להתייחס לתקן הימני.

במות ממוצעת מותרת של מזהמים ליממה.

מזהם	מזהמים בכניסה למערכת הניקוי של דלק	פליטה מקסימלית לאויר לפי תקן 1989	פליטה מוצעת לשנת 2000	מקסימלית
SO ₂	500	300	50	
HCl	1000	50	10	
HF	20	2	1	
אבק	1500	30	10	
Cd, Ti	8	0.1	0.1	
Hg	2	0.1	0.1	
As, Cr, Co, Cu, ...	41	1	1	
דיאוקסינים ופורנים	5	0.1	0.1	

הטענה שלי היא בדיוק, איך אנחנו רצים כל כך מהר קדימה בנושא של התקנים האלה ולגבי דברים בסיסיים בפתרונות אחרים אנחנו כרגע מתעלמים. זה יוצר איזושהו עיוות שהוא לדעתי הסיבה העיקרית שלמעשה מונעת היום את הכניסה של המשרפות לארץ. כל הדברים האחרים ניתן היה לפתור אותם, אבל, הנקודה הזאת יוצרת פער שלא ניתן לסגור אותו. היום ראש עיר אומר: זה מה שהמשרד לאיכות הסביבה קובע, אני לא רוצה לשלם אגורה יותר, לא מענין אותי אם זה יותר טוב, או שזה עוזר למדינה. אני צריך לנצל את הכספים של העירייה שלי בצורה המושכלת ביותר, אם המשרד לאיכות הסביבה מאשר את זה. ראש העיר מבחינתו צודק, אבל, בסך הכל אנחנו נגררים לכיוון שאני לא בטוח שאפילו מבחינה

כלכלית הוא נכון. אם יגמרו את כל התחשיבים, וישוו את כולם לאותו בסיס של תקנים אני בטוח שבמדינה שבה משאבי הקרקע מתחילים להיות כל כך יקרים, יצוצו משרפות. ואם לא יצוצו, אז סימן שלא הגיע זמנם. אבל, נדמה לי מכל המספרים שאני מקבל ומתרשם משיחות עם נציגים ממדינות אחרות ועם חברות אחרות, מדינת ישראל הייתה כבר צריכה להיות בעידן שחלק מהאשפה מטופלת על ידי שרפה. כל המאפיינים האלה קיימים. באשר להצעה שלנו אני אייחס לה שתי מילים, ואני אדבר מבלי להסגיר יותר מדי פרטים. אנחנו חושבים שהמפתח להורדת המחיר של שרפת האשפה בארץ נעוץ בהתייחסות טכנית שונה לנקודה שאופירה העלתה על הרכב האשפה בארץ שעדיין שונה מהרכב האשפה באירופה, בוודאי מגרמניה וארה"ב. הוא שונה במובן זה שהאשפה רטובה יותר בארץ. זה כבר לא אשפה שלפני 15 שנה, אבל, היא עדיין רטובה באופן משמעותי מאשפה בגרמניה או בארה"ב.

זה דורש שני שנויים של משרפות שעובדות באירופה כאשר באים לאמץ אותן בארץ: בד"כ רוב ההצעות שאני ראיתי החברות האירופאיות נוהגות לשים את מתקני השרפה כפי שהם רגילים וכפי שהם מכירים כמו שהן בארץ.

עם מאמץ ואולי עם קצת סיכון כי זה שינוי במפרט הטכני של התחנה ניתן להתאים את המתקן אחד על ידי טיפול מוקדם שיקטין את כמות האשפה הרטובה שמגיעה לשריפה, והקטנת כמות האשפה הרטובה יש לה השלכות לגבי יעילות השרפה. לגבי כמות החשמל שאתה מפיק מטון חומר שנשרף. יעילות הטיפול בגזי הפליטה, יש לה השלכות לגבי אורך כל התהליך שמוזילות את המשך הטיפול, כמובן שטיפול הקדם עולה כסף, וצריך רק לעשות את החשבון נכון שהסך הכל יוביל לחיסכון כלכלי.

הנושא השני הוא, וזה קיים בכל המשרפות האירופאיות והאמריקאיות, האשפה נזרקת מלמעלה בצורה אנכית אל הסבכות. התנועה מסבכה לסבכה היא גם כן תנועה אנכית, כאשר האוויר מוזרם מלמטה. אין רע בזה כשאתה שורף הרבה נייר ועץ, חומרים עם ערך קלורי גבוה. יש לזה חיסרון לא מבוטל כשאתה זורק חומרים שהם רטובים, שהאוויר לא חוזר בהם היטב ולכן מומלץ על פתרון שהאוויר לא יזרום באשפה רטובה כמו בישראל מלמטה אלא בזרימה אופקית. זה מחייב שינוי די בסיסי בדודי השרפה, ומייקר אולי קצת את דוד השרפה, אבל, נותן יתרון גדול כאשר מדובר בשרפה של אשפה רטובה כמו בישראל. אנחנו מאמינים שבעזרת שני השינויים האלה ניתן בישראל בתנאים של היום לשרוף אשפה ב - 30 דולר לטון בתנאי שתקני הפליטה הם תקני הפליטה הנוכחיים באירופה ולא המחמירים שגם אירופה עדיין לא אימצה.

ש. למה האשפה בארץ יותר רטובה, מה עושה אותה יותר רטובה?
ת. בד"כ בכנסים של אנשי אשפה זה אמירה טרוויאלית ולא דורשת הסבר, אבל, בקיצור, ככל שרמת החיים יותר נמוכה יש יותר מרכיבים אורגניים באשפה, ופחות נייר, פחות פלסטיק, אנשים מקבלים פחות מתנות, קוראים פחות עיתונים, באירופה, בארה"ב, בגרמניה שרמת החיים יותר גבוהה מאיתנו יש עדיין יותר חומרי אריזה יחסית נמאשר בישראל.
 גם בארץ אתה יכול לראות הבדל בין אשפה של כפר ערבי בגליל ואשפה של ת"א, האשפה בגליל היא הרבה יותר רטובה, מכילה יותר חומרים אורגניים ופחות חומרי אריזה.

ש. שרפה כזו מבוססת על איזשהו סינון מוקדם, איזשהו מחזור מוקדם של נגיד זכוכית או הפרדה, או שהכל בא נשפך פנימה.

ת. אתה לא חייב להוציא את הזכוכית קודם. עקרונית הם קוראים לזה Mass burning שכל מה שאתה מביא נשרף, כמובן שאם מגיע פריגיידר אתה לא תזרוק אותו לתוכו, אז זה איזשהו טיפול סלקטיבי, אתה מוציא את העצמים הגדולים, אבל, בעיקרון ה mass burning לא גורס ולא מטפל באשפה לפני השרפה, והמכרז שאני מבין שאתם טיפלתם בו היה מבוסס על Mass burning נכון?

ש. מה תוכנן לגבי האפר?
ת. יש שני סוגי אפר, יש אפר תחתי ואפר עליו.

האפר התחתי הולך הכל למטמנות, אין בארץ עדיין אישור אנחנו לא הצלחנו להשיג אישור לטפל בו ולהשתמש בו במצעים לכבישים. בתחשיבים הבאנו בחשבון שזה הולך למטמנה.

ש. כמה אחוזים יש אפר תחתי בכל התהליך.

- ת. זה תלוי בהרכב האשפה וקצת בעונות השנה, הסדר גודל של בין 15 ל - 20 אחוז ממשקל האשפה, לא מהנפח.
- ש. **ממשקל האשפה רטוב או יבש?**
- ת. ממשקל האשפה כמו שהיא, רטובה.
- ש. **איזה סוג של הטמנה של האפר צריך לבצע?**
- ת. את האפר התחתון! להטמנה במטמנה רגילה, מטמנה אטומה כמו עבלין או אחת מהמטמנות הסניטריות שמשרד האיכות כבר אישר, דודאים בקרוב.
- ש. **הוספנו בהנחיית המשרד לאיכות הסביבה, עלות טיפול יחודית לזה, הכוונה להקצות לזה תא מיוחד באותו תא מטמנה עם בקרה יותר הדוקה של אנשי המתמנה, אבל, אנחנו צריכים לממן אותה.**
- ש. **חייבים לעשות איזה שהם בדיקות של חומרים לוודא חריגות, התייחנו גם..**
- ת. כן. הבעיה היא יותר קשה דווקא לא עם האפר התחתני האפר העילי.
- ש. **תחנת כח, סדר גודל של בין 10 - 5 דונם כולל את כל העזרים מסביב, השקילה והאחסון של המכולות והכל.**
- ש. **השינוע מהוה מסרד לתושבים, השינוע של אשפה, משאיות שמביאות אשפה לאתר בקרבת עיר.**
- אני התייחסתי פה בהרצאה להבדל בין מטמנה למשרפה ולמה שרפה לא הצליחה בארץ, שינוע אשפה קיים בכל מקרה, להיפך, הוא בעייתי יותר אם צריך לנסוע לנגב איתנו, אבל, בעיקרון תחנת כח שצמודה לעיר חוסכת לפחות את קווי ההובלה הארוכים לצפון או לדרום, השינוע הוא כמו כיום, אם עד היום כל המשאיות בת"א היו גומרות בסוף היום את העבודה בחיריה ושמה פורקות את האשפה, הם יגמרו באיזשהו מתקן שבנוי בחיריה או במקום אחר ויפרקו שם.
- ש. **אם ליד עיר קטנה אתה מקים מתקן שאוסף אשפה לא רק מאותה עיר אלא מכל הסביבה אתה מעמיס משאיות על יחידת שטח קטנה, השאלה איך זה משתקף ברווחת התושבים? אין לך מטמנות שאוספות מאזור כל כך גדול.**
- ת. או, בוודאי שיש, ההפך, התכנית היום של המשרד לאיכות הסביבה שמתבצעת! לסגור את מאות המטמנות הקטנות, ומטמנה כמו אשדוד קולטת היום מהרצליה דרומה, או מטמנה בעברון ליד נהריה קולטת מחיפה וצפונה, כול הקריות ורשויות כמו טבעון, קרית אתא נוסעות עד נהריה.
- ש. **בכמה נקודות התייחסות לעובדה שהפסולת היא רטובה, מה מבחינת הטכנולוגיה שאתה משתמש בה, גם מבחינת הבעירה, למה אתם לא מתייחסים לאפשרות של הפרדה לפני השרפה?**
- ת. לנו אין שליטה על זה, האשפה היא לא שלנו, העירייה או המדינה תחליט איך היא רוצה לעשות את מערכות האיסוף, אנחנו צריכים לבוא עם פתרון שמתאים לסוג אשפה אי או סוג אשפה בי או סוג אשפה ג' או כמו שאני כן אמרתי לעשות איזשהו טיפול קדם במפעל עצמו. אז יש איזשהו טיפול מוקדם, אני לא רוצה לפרט אותו, יש איזשהו טיפול קדם שבאמת מקל על השרפה ויכול להקטין את העלויות.
- ש. **גם להקטין את המזהמים.**
- ת. הוא עוזר גם בנושא, הוא מגדיל את היעילות של הטיפול בפליטות, אבל, הטיפול הקדם שלנו לא מתחיל בבתים של התושבים, זה העירייה קובעת, אנחנו מקבלים את האשפה וממנה מתחילים לעשות.
- ש. **בהנחה שאתה מקבל את האשפה בלתי ממוינת.**
- ת. יש אפשרות, להפריד במפעל את כל החומר האורגני ולקחת אותו לקומופוסטציה, זו גם אפשרות.

מערכות להפקת אנרגיה משפכים תעשייתיים

יחיאל מנוחין

Environmental Protection Enterprise

כולם מדברים על איך לשפר את איכות הסביבה וכולם אומרים שצריך תמריצים אז אני רק רוצה לתת קודם הגדרה שהיא לא שלי מה זה תמריץ. בארה"ב אחד שרצח את אשתו נידון למוות בכיסא החשמלי. הגיע לגרדום, אומרים לו שב, הוא לא יכול לשבת כי הוא שמן מדי. שב! הוא לא מצליח. אומרים לו, "אתה תלך הביתה, יש לך חודש, בחודש הזה אתה תעשה דיאטה, הנה, נתנו לך חודש, תחזור ואז נבצע את פסק הדין, הרווחת חודש בחיים".

חזר אחרי חודש יותר שמן. אמרו לו "מה זה?" אמר: "לא היה לי תמריץ". אנחנו פה נדבר על אשפה שהיא נוזלית, ולכן אי אפשר לשרוף אותה, והתהליכים שאנחנו מדברים עליהם הם תהליכים ביולוגיים של תסיסה אנאירובית של שפכים תעשייתיים.

תעשיית המזון בעיקר ותעשיית הניר הן תעשיות ששופכות או משתמשות בכמויות גדולות מאוד של מים. ניקח לדוגמא, במבשלת בירה בינונית מצליחים לבזבז 7 כוסות של מים לשפכים על כל כוס בירה.

במחלבה על כל ליטר חלב שהמחלבה מטפלת נוצרים שני ליטר של מי שופכין. אפילו בשופס, שלא עושים שם כלום, רק לוקחים מים ומכניסים בתוכו סוכר ועוד משהו, אז היחס הוא 1 ל-1, על כל כוס משקה יש כוס של שפכים.

משתמשים במים בעיקר לנקיונות, על כל ליטר חלב שני ליטר של שפכים, זה לא קשור למי גבינה, מי גבינה זה צרה אחרת.

בקיצור, התעשייה הזאת היא צרכנית גדולה מאוד של מים. השפכים שהיא מייצרת הם שפכים שיש בהם ריכוז גבוה של חומר אורגני, בד"כ סדר גודל פי 10 יותר מאשר בשפכים סניטריים רגילים, יכול להיות גם יותר מזה, יכול להיות פי 20 או פי 30 וגם יותר.

דוגמא שהבאתי הוא מפעל ליצור מיץ.

זה מתקן שנבנה בפריגת, בקיבוץ גבעת חיים, שם עושים מיץ. וכשהם אומרים שהם נותנים לכם 100 אחוז פרי תאמינו להם. הם רק שוכחים להגיד שלא 100 אחוז מהמוצר הסופי הוא פרי אלא שבמוצר הסופי יש 100 אחוז מהפרי, זאת אומרת, קליפה והכל. גם חלקים מהקליפה, זאת אומרת 100% מהפרי שמגיע למוצר, חלקו אחר כך מגיע לשפכים, וזה נותן לנו מצב שבו שפכי היצור של המפעל, בערך 3,000 קוב מים בעונת ההדרים. בקיץ זה פחות. צריכת חמצן כימי, (המדד לרמת הזיהום הביאולוגי של השפכים) היא 6,000 מיליגרם לליטר, קרוב לפי 10 מאשר שפכים סניטריים אחרים, זאת אומרת שכל קוב של שפכים מייצג 10 קוב של שפכים סניטריים רגילים.

פרמטר אחר שבו מודדים את רמת הזיהום בשפכים, B.O.D. זה-4000 בשפכים של פריגת, בעוד שבשפכים סניטריים זה 400.

סך הכל מטפלים ב-18,000 קילוגרם פרי ביום או 18 טון, זה אקוילונטי לאוכלוסיה של 240,000 תושבים. מפעל אחד בגבעת חיים אקוילונטי לאוכלוסיה של 240,000 תושבים, חצי תל אביב.

אם היינו רוצים לטפל בזה בדרך קונבנציונלית, היינו צריכים לבנות שם מתקן שעלותו עשרות מיליוני דולרים, ועלות ההפעלה שלו מאוד גבוהה, לא בא בחשבון.

בהולנד בסוף שנות ה-70, תחילת שנות ה-80 פותחה טכנולוגיה שמבוססת על תהליך ידוע ומוכר של תסיסה אנאירובית. התהליך טבעי שהצליחה להכניס לתוך ריאקטור את השפכים בזמני שהייה קצרים יותר. ואז כשזמני השהייה של שעות בודדות אנחנו רואים שניתן לטפל בכמות של 3000 קוב מים ליום, נגיד 8 שעות שהייה בריאקטור, אז יש לנו שליש פסולת, אנחנו מדברים על ריאקטור של 1,000 קוב, 1,500 קוב, 2,000 קוב, אלה דברים שאפשר כבר להסתכל עליהם במערכת תעשייתית.

המתקן שאנחנו מדברים עליו, במפעל פריגת הריאקטור הוא בנפח של 1,300 קוב. זה מיכל ההכנה. השפכים נכנסים קודם כל למיכל הכנה. שם מתאימים את הפרמטרים הכימיים שמאפשרים אחר כך את תהליכי התסיסה, pH, כמות זרחן, חנקן, ברזל, חומרי מזון לבקטריות, טמפרטורה, ואחר כך זה מוזרם לתוך הריאקטור. בתוך הריאקטור יש לנו אוכלוסיה של חיידקים אנאירוביים שנמצאים בצורה של פתיתים. השפכים נכנסים למטה בתחתית הריאקטור, פוגשים את הביו-מסה הזאת ומתחיל להיווצר תהליך של פירוק שתוצריו הם קודם כל קולחין.

קולחין אנו קוראים לשפכים שבהם הצליחו להוריד 90% מה-B.O.D. ואז אם היה לנו לפני הטיפול אקיוולנט של 240,000 תושבים, אנחנו מגיעים לשוה-ערך של - 15,000 תושבים ביציאה מהמתקן. במי הקולחין הללו ניתן לטפל בדרכים קונבנציונליות עם מתקנים אירוביים רגילים.

במפרץ חיפה נמצא מפעל גדות ביוכימיה, מול בתי הזיקוק ומייצר חומצת לימון. למפעל הזה במשך שנים היו לו שפכים של 1,500 קוב ליום עם ריכוז C.O.D. מאוד גבוה, אקיוולנט אוכלוסיה של 300,000 תושבים. כל זה זרם למתקן הטיהור של חיפה. שכל זמן שהוא לא עבד כמו שצריך זה לא הטריד אף אחד. כשרוצים שמפעל טיהור המים יתחיל לעבוד, אז בודקים מה קורה במעלה הזרם. המפעל נדרש לטפל בשפכים שלו ולהביא אותם לרמה שמקובלת לפי התקנים של הזרמת שפכי תעשייה. לפני שבועיים גמרנו את ההרצה של המתקן הזה. אתם תראו מיכל כחול, רואים את זה מהכביש, ועליו שמנו במקרה הזה, את מיכל הביוגז. במקרה הזה הוא יושב על המשטח של המתקן. במקרה של גדות אתם תראו שהוא נמצא על הריאקטור עצמו. נראה מה קורה בביוגז. במתקן של גת, השפכים עוברים טיפול אנאירובי. תהליך שאסביר אותו. יוצאים קולחין בצד אחד ויוצא ביוגז שהוא תוצר לוואי של התהליך. כמו שאמרתי יש שם בעיה שאנחנו לוקחים את זרם קליפות של ההדרים. בקליפה יש חומר שנקרא שמן אתרי, ששומר על הפרי. אבל, מצד שני הוא רעיל לבקטריות ואי אפשר לגרום לתהליכי תסיסה כשהריכוז של החומר הזה גדול מדי.

במפעל הפרדנו זרמים. לקחנו את הזרם של עיבוד של הקליפות, והוא עובד קודם תהליך של זיקוק כדי להוציא את השמן האתרי. אחרי כן זה נכנס למתקן האנאירובי ומטופל שם.

כיחוש זה הזרמת האוויר אחרי הזיקוק. הפסולת נכנסת לאיזשהו מיכל שאנחנו מכניסים אוויר מלמטה.

זה הריאקטור, שפכים נכנסים בחלק התחתון, מתחיל תהליך של תסיסה, ואז מתחילות לעלות בועות של גז כלפי מעלה. כשהן עולות כלפי מעלה הבוצה טופסת טרמפ עם הבועות האלה ועולה גם כן כלפי מעלה כמו Air lift וזה מגיע בסוף לאיזה שהם בפלים שמשנים את כיוון הזרימה. הגז עולה כלפי מעלה, הבוצה שהפסידה את הטרמפ שלה כלפי מעלה נופלת חזרה, כי היא כבדה מן המים, ואז נוצר לנו תהליך של ערבול טבעי בתוך המיכל. מהחלק העליון שלו יוצא ביוגז, במקרה של גבעת חיים, זה הביוגז שנוצר במתקן. אנחנו מדברים על 5,000 קוב של ביוגז ביום, זה לא כל כך מעט. מתוכו 70 עד 75 אחוז מתן, 20-25 אחוז H_2S . CO_2 במקרה הזה נמוך, הוא 0.01%.

במקרה של גבעת חיים אנחנו מהגז הזה מייצרים חשמל, חצי מגוואט, בערך רבע מצריכת החשמל של המפעל, ובשביל לעשות את העסק קצת יותר מסובך אז את הקירור של המנוע אנחנו עושים עם השפכים כדי לשמור את הריאקטור מספיק חם, כיוון שהתהליך נעשה בטמפרטורה של 35 מעלות.

ש. מתי התחלתם עם הפרוייקט הזה?

ת. מתקן ראשון נבנה בארץ בשנת '92 במפעל השימרים פקא בבת ים. מאז נבנו כ-10 מתקנים כאלה. סך הכל אנחנו יצרנו הגז הגדולים בארץ, ומייצרים 5,000 או 4,000 קוב לשעה של גז. זה לא כל כך הרבה אבל זה הכי הרבה בארץ. ואנחנו מנצלים את הגז או ליצור של חשמל או ליצור של קיטור, או ליצור של מים חמים. כל מקרה לגופו, ועכשיו אנחנו בודקים אפשרות לנצל את הגז ליצור של מים קרים בתהליך של ספיגה, זאת אומרת, מהנדסים רוצים להשתולל במקום לעשות קיטור פשוט. כל פעם מנסים משהו עוד יותר מסובך כדי לראות אם זה עובד.

ש. יש פה איזו חכמה ישראלית בתוך התהליך או שזה הכל יבוא?
ת. הטכנולוגיה פותחה בהולנד. כשהתחלנו ביחד עם ההולנדים אז זה היה פחות או יותר תרשים. מזה לעשות מתקן עובד הדרך ארוכה. היום אם אתה הולך ורואה את המתקן שיש לנו בגדות ביוכימיה לעומת מתקן שעובד בארקנסו, אין קשר בין המתקנים. הם שונים לחלוטין, גם בניצולות, גם ביכולות, גם במבנה. אולי המבנה הסכמטי הפנימי של הריאקטור זהה, אבל, התהליכים, המתקנים שונים מאוד, כי טמפרטורות אחרות והשפכים מסוג אחר, והדרישות אחרות, והעלויות אחרות. ספציפית בענין שלנו ההדרים, המתקן הראשון שנבנה בעולם היה כאן, ולפני חודשיים היו פה אנשים מפלורידה, מ"טרופיקאנה", יצרן מיץ ההדרים הגדול ביותר בארה"ב כדי לבוא ולראות איך בונים מתקן שמתאים לתעשיית ההדרים. אז אני לא יכול להגיד שהמצאנו משהו אבל, לקחנו טכנולוגיה קיימת והלכנו איתה כברת דרך ארוכה מאוד.

ש. יש מה להציע לאירופאים בתחום הזה?
ת. אי אפשר להציע לאירופאים דברים שהם לא יודעים בנושאים האלה. אולי דברים מיוחדים כמו הדרים. ואכן למשל בספרד אנחנו עכשיו מתחרים על הקמה של מתקן, מכיוון שאנחנו היחידים שיש להם ניסיון בתעשיית ההדרים. אבל, אלו באמת נישות מיוחדות של התעשייה הזאת. בעיקרון ההולנדים יש 40 מתקנים כאלה, פה יש רק 10. בצפיפות אנחנו הכי חזקים, כי יש לנו הכי הרבה מתקנים פר אוכלוסייה.

ש. חוץ מתעשיית ההדרים איזה תעשיות אחרות משתמשות במתקנים?
ת. תעשיות שמשמשות בזה הן: "טמפר" שעושה בירה, "פיאורה" משקאות קלים, "קרלסברג" שגם כן עושה בירה באשקלון. המבשלת החדשה, תנובה ברחובות, "גלעם" זה פרוקטוזה וגלוקוזה, "צי'אס" זה מפעל שעושה אבקת ביצים בצומת מירון. זה מפעל ששובר בערך שני מיליון ביצים ביום, ויש לו בערך 5% פחת, וכל הפחת הזה מגיע לביוב. אז תעשו חשבון כמה ביצים צריך לטפל בכל יום בשביל להגיע למימדים כאלה?

זאת אומרת, כל תעשיית המזון. מפעל "פרי הגליל", "אוסס" גם כן, "עסיס", "פקא שמרים", פחות או יותר כל תעשיית המזון היא רלבנטית, בתנאי שאין כמויות גדולות של שומן בשפכים, כי השומן מתפרק לאט יותר ולא יכול להיכנס לריאקטורים של קצב אנאירובי גבוהה. הריאקטורים האלה נחשבים ריאקטורים של קצב גבוה, ולכן מה שמתפרק ב- 8-10 שעות, אפשר להכניס לתוכם, מה שלא, לא.

למשל מפעל "טבעול" יש שפכים שאף אחד עוד לא ראה כי זה גם מפעל מאוד יחודי. עכשיו עשינו בדיקה והתוצאות טובות מאוד. זאת אומרת השפכים, החומר האורגני התפרק בתנאים אנאירוביים, מהר.

ש. האם יש מזהמים בגז שאתם מיצרים ולמה טוב הגז הזה?
ת. 0.01% גופרית, אם אני מייצר חשמל וגז שיש בו 0.01% גופרית אז אני בטח יותר טוב מאשר כל הדלקים האחרים שקיימים.

ש. מבחינת הגופרית זה יותר ידירותי, עדיין האם זה בסדר להגיד ידירותי?
ת. השאלה מה האלטרנטיבה? בגבעת חיים המתקן הוא לא מתקן שהוא ידירותי או לא ידירותי לסביבה. המתקן הזה מאפשר טיפול בשפכים בעלויות שהן בערך עשירית מהעלות של מתקן אירובי, זאת אומרת הוא לא יותר או פחות ידירותי לסביבה מאשר מתקן אירובי. זו טכנולוגיה אחרת שלא גורמת שום רע לסביבה והיא מאפשרת טיפול בשפכים.

ש. מה עם שפכים ביתיים?
ת. שפכים ביתיים? תסיסה אנאירובית של שפכים ביתיים קשה לעשות בגלל הריכוזים הנמוכים יחסית של חומר אורגני. נעשו ניסיונות במרכז אמריקה, קולומביה אם איני טועה, ובברזיל. אבל, קשה מאוד לעבוד בטמפרטורות הנמוכות של 12-14-15 מעלות ששורר שם רוב השנה. תסיסה אנאירובית היא לא יעילה בטמפרטורות האלה ולכן באירופה בוודאי לא. וגם אצלנו יהיה קשה לעשות תסיסה אנאירובית של שפכים ביתיים, זה מיועד לשפכים בריכוזים גבוהים יותר.

ש. אבל, אפשר לאדות חלק מהמים לאותו ריכוז.
ת. אפשר לאדות רק שצריך הרבה אנרגיה בשביל זה. בשפכים צריך טכנולוגיה פשוטה, צריך מה שמתאים לבריכות פתוחות. עושים מתקן אירובי שהוא עובד מצוין ואין שום בעיה עם זה.

- ש. מה עלות תפעול של מתקן?
- ת. אבל, זה כמו חליפה ליתום, בערך שקל לקוב.
- ש. זה עלות תפעול?
- ת. זה עלות כולל החזר הון וכולל תפעול, כן.
- ש. מה מחיר ההקמה של מתקן?
- ת. תלוי לאיזה גודל, תלוי לאיזה מפעל.
- ש. אותו מפעל שאתה אמרת.

ת. מפעל של גת שמטפל ב - 3,000 קוב ליום, המתקן עלה בערך מיליון וחצי דולר. הטיפול האלטרנטיבי היה עולה פי 4 או פי 5. התפעול של המתקן הוא פשוט כי הוא לא צורך חשמל פרט לכמה משאבות שמכניסות את השפכים לתוך הריאקטור. מצד שני הוא מייצר ביוגז. הביוגז הוא יש לו ערך אנרגטי, לכן בסך הכל אם שילמת את עלות ההקמה אז בתפעול הוא חיובי. אין לו עלויות תפעול הוא מרוויח כסף בתפעול. זה כמוכן לא מספיק בשביל להחזיר את עלות ההשקעה. בוודאי לא במחירי האנרגיה של היום שהם מאוד מאוד מאוד נמוכים. אבל, השפכים שיוצאים משם צריכים להגיע למכון טיהור.

על התהליך פחות או יותר דיברתי, התהליך הוא בסך הכל תסיסה במיכלים סגורים, והבקטריות יש להן אופי מיוחד, אופי פיזי לא אופי בקטריאלי אלא האופי הפיזי שלהם שהן נוצרות בגרנולות ולכן הבקטריות לא בורחות מתוך הריאקטור. כל הרעיון הוא כאן לשמור כמה שיותר ביומאסה בריכוז גבוה בתוך מיכל. להזרים דרך הביומאסה הזאת שפכים, חומר אורגני, ואז כשנוצרת התסיסה לגרום לזה שהבקטריות לא תברחנה מתוך הריאקטור.

ש. זה תמיד אותן הבקטריות?

ת. הבקטריות הראשונות הגיעו מהולנד וזה לא היה פשוט להוציא אותן מהמכס, כי לך תגיד מה הבאת, ואין לזה שום פריט מכס בשום מקום. ולמרות שהמשרד לאיכות הסביבה ומשרד הבריאות כולם ידעו שזה מגיע, כי הם חיכו בכיליון עיניים שכבר יהיה המתקן הראשון. כשזה הגיע לנמל הם אמרו, אישורים אין. אבל, אתה כבר תמצא את הדרך. אז מצאנו את הדרך והבאנו את זה כפסולת מתעשיית הסוכר. כי לקחנו את הבקטריות האלה ממתקן שטיפל בשפכים בתעשיית הסוכר. ומאז גידלנו פה דורות רבים. העסק הזה גדל יפה, ואנחנו משתמשים בבקטריות האלה בשביל להתחיל מתקנים חדשים כל פעם.

כשיש עודפים, וזה לא קורה כל כך הרבה אז אנחנו מיצאים את ה"דרק" הזה. לא מזמן יצאו 4 קונטיינרים לקפריסין, עם בקטריות כאלה בתוך קונטיינר. נסעו לקפריסין וגם שמה היו בעיות להכניס את זה. יש מין בורסה כזאת בעולם. יש כאלה שמתעסקים ב High-Tech, ואנחנו לצערי בהי "דרק".

בסך הכל הפוטנציאל בארץ הוא לא גדול. יהיו עוד 4-5 מתקנים כאלה, אבל, כמות החומר האורגנית שמטופלת בשיטה הזאת היא גדולה מאוד. האלטרנטיבה הייתה להשקיע בחשמל, במתקנים אירוביים גדולים, בכמויות גדולות של חשמל ולכן מבחינה סביבתית אלו מתקנים שהם מתאימים מאוד למדינת ישראל.

פנל שאלות ותשובות

מנחה פרופ' יורם אבנימלך.

הפקולטה להנדסה חקלאית

דבר המנחה

חייבים לסכם את ההרצאות ששמענו כאן היום ויש להדגיש נקודות מסוימות, ואלו מחירי ההתייחסות של שיטות סילוק הזבל השונות. ברור לכולם שלא ניתן להתחרות או לתכנן שום דבר כאשר ראשי עיר משלמים \$10 לטונה במזבלת "דודאים". כולם יודעים וברור להם שזה לא מחיר ריאלי ושהוא מסובסד לא רק על ידינו אלא גם ע"י הדורות הבאים. אמנם את המחיר המלא ואולי עם רבית דרבית ישלמו הדורות הבאים אבל עלינו להתחשב בכך כבר עכשיו. ונראה שמחיר של \$30 לטון זה המחיר הריאלי האמיתי ואולי אפילו קצת יותר גבוהה זה מה שעולה לנו להתמין אשפה במזבלות.

נקודה שניה שיש לסכם ולהדגיש אותה היא ששיטת השרפה אינה שיטה בודדת אלא מערכת שלמה של שיטות הכוללות בין השאר גם הפרדה, גם הפרדה מלאה או חלקית וגם הפרדה בין סוגי הפסולת הלא מופרדת מראש כמו פסולת יבשה ורטובה.

נקודה שלישית שיש לשים לב אליה היא העובדה ששיטות העבודה והמנהל בישראל אינן אמינות ומסודרות ולכן כל אחד יודע כי תקנים לשמירת איכות הסביבה בישראל במתקני שרפה לא ישמרו כל כך טוב ובמהרה אלו יכולים להפוך למטרדים סביבתיים גדולים מחוסר תקציב לתפעול נכון או מחוסר רצון לשמור על התקנים או משניהם. כאשר נאמר לנו שניתן לשרוף אשפה בארץ במחירים מתחרים להתמנה דהינו \$30 לטונה, אנו מיד מודאגים שמא לא נקבל בשביל חצי מחיר את אותה איכות סחורה שאחרים מקבלים במחיר מלא. כלומר אם באירופה שרפת טון אשפה עולה \$60-70 לטונה ובארה"ב זה עולה \$100 לטונה, איך זה שאצלנו זה יעלה רק \$30?!

כלומר אנו מסוגלים לשלם \$30 לטון אשפה אבל אנו צריכים להבין בדיוק מה נקבל עבור כסף זה. וכמו כן מדובר כאן על מספר פרויקטים שונים, דרום יהודה, חיפה, נתניה, כפר טבור. האם לא כדאי להתרכז במערכת אחת, ליצור מערכת בדיקה אחת ולראות כיצד היא פועלת במקום לבנות מספר מערכות ולגלות שכולם עשו אותן טעויות. מדוע לפצל את מאמצינו?

ולבסוף הדרך הזולה ביותר לטפל בזבל היא לא ליצר אותו. ואכן היום באירופה חושבים על דרכים כיצד להרקטין את כמות הזבל, ועל דרכים להימנע מיצירת זבל. ראשית בחנויות אנו מבזבזים תהרבה על אריזות, מיכלים, סכיות וכו'. זה יוצר הרבה זבל שאחר כך קשה להיפטר ממנו.

שנית אין באירופה זבל שלא עבר טיפול לפני שהוא נזרק בין למשרפה או למזבלה. נראה לי שאלו נקודות שראויות לדיון וכמובן כל אחד רשאי להעלות שאלות משאלות שונות.

ש. השאלה מופנית למר וונקרקווה. כפי ששמענו בהרצאה לא כל ארצות אירופה משתמשות בשיטת שרפת האשפה. יש ארצות עשירות באירופה ויש ארצות עניות. היות ואנו מתקדמים לעבר אירופה במובן גובה ההכנסה לנפש, האם תוכל לאמר האם קיים ערך כלשהו מבחינת גובה ההכנסה לנפש שמתחתיו לא בא בחשבון לעסוק בשרפת אשפה כי זה יקר מדי, ואילו מעליו כבר ניתן לדבר על פתרון שרפת האשפה. הדבר חשוב במיוחד אצלנו משום שאנו מסובבים במדינות וישויות (כמו הרשות הפלסטינית) שבהם גובה ההכנסה לנפש היא עשירית משלנו.

ת. ראשית ברצוני לציין שרמת ההכנסה לנפש הוא רק גורם אחד ולא היחיד. לדוגמה פינלנד. פינלנד היא ארץ עשירה עם \$20000 הכנסה לנפש. מצד שני היא ארץ עם אוכלוסייה מעטה ושטח נרחב. יש להם הרבה מקום להטמנת אשפה והטמנת האשפה לא היוותה בעיה מעולם בפינלנד. לכן הם אינם נזקקים למצוא שיטת תחליף. מצד שני יש לנו ארץ עניה כמו פורטוגל עם הכנסה לנפש של \$15200 שגם בה לא מבוצעת שרפת אשפה. ישנם לפחות שלוש סיבות כדי לקיים שרפת אשפה: א) האם יש לכם את הכסף כדי לממן שרפת האשפה. ב) האם אתם באמת זקוקים לשרפת אשפה כי הנה פינלנד אינה זקוקה לכך, ואפילו לא למיחזור האשפה. יש לאמר בכנות, התמנת אשפה היתה ותהיה גם בעתיד השיטה הזולה ביותר לפתרון הבעיה. ג) והשאלה השלישית שיש להתחשב בה היא הרגשת התושבים. האם התושבים מרגישים צורך לשרוף את האשפה. ברור שבעית הכסף באה קודם. אחר כך בעית הצורך הממשי אבל בסוף יש גם בעית דעת הקהל. האם הקהל משוכנע שהוא מוכן להשקיע את הכסף למען שרפת האשפה.

נתוני ההכנסה הממוצעת לנפש בעולם בדולרים לשנת 1997 לפי פירסומי ה-C.I.A.

4800	ירדן	16400	ישראל	32200	ארה"ב
4700	רוסיה	16400	ספרד	23800	שוויץ
4400	מצרים	15200	פורטוגל	23200	בלגיה
4250	לטויה	13000	יוון	22700	דנמרק
3460	סין !!	10800	צ'כיה	22700	צרפת
2500	אוקרינה	10300	ערב הסעודית??	22300	כווייט
1600	הגדה המערבית	8600	סלובקיה	21400	אוסטריה
1370	אלבניה	7400	הונגריה	21200	בריטניה
1600	הודו	7250	פולין	20000	פינלנד
1100	עזה	6600	סוריה	19700	שוודיה
1070	הייטי	5500	קוסטה ריקה	19600	איטליה
530	אתיופיה	5300	רומניה	18600	אירלנד

ש. שמי רותי ואני מרשות שמירת הטבע, וברצוני לשאול גם כן את מר ונקרקווה. אתה ציינת בסוף הרצאתך על שיטות חדישות אחרות שאינן כוללות שרפת האשפה, ואני רוצה לשמוע האם הם אינם טובות יותר. אני מבינה שכמה מהן הן עדיין בשלבים ראשוניים, אבל האם אתה חושב שהן תוכלנה להחליף את שיטות השרפה כשיהיו זולות יותר, משום ששיטת השרפה נראית מסוכנת ולא אמינה במובן של שימור הסביבה, בתנאים הקיימים בישראל והשיטות האחרות אולי עושות פחות נזק לסביבה. הבעיה היא שאצלנו בישראל איננו רוצים להפריד את האשפה, ולכן אנו מפחדים משיטת השרפה, והנזקים הסביבתיים שהיא יכולה לגרום.

ת. חלק מהשיטות הטרמוליזה כבר בשימוש התחלתי, פירוש הדבר שהשיטות עברו את המבחן של כלכליות. אבל צריך להיות ברור שכמות הפסולת שניתן לטפל בה בשיטות אלו מוגבלת מאוד. הנקודה השניה היא שהשיטה נוחה אם יש ביקוש רב לקומפוסט, כי הקומפוסט הוא השארית המוצקה שנוצרת בתהליך. אם יש מה לעשות בקומפוסט ואם המחיר שניתן לקבל בשבילו סביר מבחינה כלכלית אז יש סיכוי לשיטה. כרגע באירופה השיטה אינה טובה כי יש למשל בהולנד עודף קומפוסט שלא ניתן למכירה. אישית אני מפקפק בטיב השיטה. הסיבה היא שהשיטה לא רלוונטית אם לא ניתן להשתמש בקומפוסט. כי אז הבעיה דומה לשאריות האפר ממפעל שרפה של הפסולת. גם באפר של תהליך השרפה אין מה לעשות, ואם גם בקומפוסט אין מה לעשות אז יש להעדיף את השרפה על טרמוליזה. חייבים להדגיש בכל אופן שלא קיימת שיטה אחת. ישנן שיטות רבות שיש להתאימן באופן מקומי לכל מקום ומקום. למשל עבור צמיגים ישנים אי אפשר לדבר על שרפת הצמיגים וכאן שיטת התרמוליזה יש לה עדיפות ברורה. מצד שני יש לזכור שיש להפעיל את אותם הקריטריונים על שיטת קבורת האשפה, וקבורת אשפה ללא אמצעי בטיחות וזהירות מסוכנת גם כן מבחינת איכות הסביבה.

מנחה: איתן הוא האיש שלנו באיזור דרום-יהודה, והם ה"מתקדמים" ביותר מבחינת הכנותיהם להקמת מתקן לשרפת אשפה. אז האם תוכל לאמר לנו לאור השאלות שהעליתי בהקדמה איפה אתם עומדים עם מתקן לשרפת זבל שלכם?

ת. התשובה לשאלה האחרונה היא פשוטה. אין לנו עדיין שום מתקן שרפה. כדי להסביר בקצרה לאלו שאינם יודעים: דרום-יהודה הוא איגוד ערים לשמירת הסביבה דרומית לתל-אביב. אנו אחראיים לסילוק הפסולת מכל הסוגים. מדובר בכל הערים והמועצות בין ראשון-לציון ואשדוד, אנו מתפעלים מפעל להתמנת פסולת צפונית לאשדוד באיתנים שמקבל כ-1.2 מיליון טונות של פסולת [לשנה]. אנו מקבלים כל יום פסולת מכל החלק המרכזי של ישראל, אפילו מחדרה. ידוע לנו שמתמנה זו תיסגר בעוד מספר שנים, לא ידוע בדיוק מתי. מאחר וזה פתרון זמני, אנו מחפשים אופציה אחרת. ברור שאנו מחפשים את השיטה הטובה ביותר מבחינה של איכות הסביבה. נראה שהקטנת נפח האשפה ב-90% זה דבר חיובי ורצוי ותהליך השרפה עשוי להתאים לכך. זה ברור ששרפה אינה פיתרון טוב אם רוצים לעסוק במיחזור חומרים, אבל עם המצב הנוכחי של התמנת אשפה במחיר של \$10 לטונה, הפתרון חייב להיות זול ככל האפשר, ומיחזור רק מוסיף למחיר. כדי שאפשר

יהיה לבצע תהליך שונה מהתמנת אשפה, הממשלה חייבת לעזור אבל היא אינה עושה זאת. לכן הדרך לטפל בבעיה היא להטיל מס עירוני מיוחד על האשפה. מאז 1996 ישנה חברת יעוץ בינלאומית שעוסקת בנושא הזה ועוזרת לנו להחליט, ישנן שתי הצעות קונקרטיות, האחת למתקן שרפה והשניה למקום מודרני להתמנת אשפה. המחירים שאנו פירסמנו בעתונות משתנים בין \$30 ל-\$75 לטונה. אין אנו צריכים לקבל את ההצעה הזולה ביותר אך נראה שלא נצליח לגייס כספים לפתרון שהוא מעבר למחיר של \$30. אנו בוחנים את ההצעות ונחליט כשנהיה משוכנעים בדיוק מה היתרונות והחסרונות של כל שיטה. השיטת שבהם אנו מעינים הם של חברות אירופאיות - אמריקאיות עם טכנולוגיה גרמנית-שווצרית ויצרני ציוד צרפתיים.

המתקנים שלנו יכילו שרפת גז. יש לזכור שהפסולת שמגיעה למתקן היא משלושה מקורות שונים.

1. אשפה עירונית של פסולת ביתית ופסולת עירונית.
 2. פסולת של תעשייה קלה
 3. פסולת ירוקה של גינון, גיזום שנאספת ביחד עם פסולת גדולה הנזרקת ברחוב.
- יש כאן מספיק פסולת מכל הסוגים, אך הדעות הן שונות: אחד רוצה לשרוף, השני למחזר, השלישי ליצר קומפוסט, ובעצם הזמן עובר ואנו לא עושים כלום רק מתווקחים. על פי התוכנית בשנת 2003 תחל שרפת האשפה וקיימת מחויבות ל-300,000 טון לשנה צורך השרפה, בעוד שכמות הכמות האמיתית של אשפה היא 450,000 טון. אנו מציעים אותו מחיר לאשפה ממוחזרת כמו לאשפה שרופה. זה יהיה ענינה של החברה לעשות את מה שרווחי לה ביותר. אמנם האשפה הממוחזרת שווה כסף אך מצד שני זה יקר מאד למחזר, ומבחינה סביבתית המיחזור מבזבז הרבה מים כך שהתועלת הסביבתית של המיחזור היא בסימן שאלה. לגבי האפר המעופף, יש לטפל בו כאילו הוא רעיל, יש לבצע בו בדיקות רעילות, וכנראה שיש להיה צורך לשנע אותו לרמת חובב. יהיה צורך לקבוע מהם בדיקות הרעילות שאנו רוצים להפעיל וכיצד להפעיל אותן.

יום עיון בנושא שריפת אשפה והפקת אנרגיה מפסולת

ישראל עברה במהירות בשלושים השנים האחרונות ממצב של מדינה מתפתחת למצב של מדינה כמעט מפותחת. הדבר אמור הן לגבי צריכת האנרגיה והן לגבי "יצור" האשפה. הגענו למצב בו אין יותר מקומות להטמנת האשפה רגילה ועם צורך דחוף לסגור מזבלות שעלו על גדותיהן. למזבלות אלה אין אתרי תחליף.

מוסד שמואל נאמן יחד עם אופט-ישראל מציגים חוברת זו שהיא תוכן יום עיון שנערך בראשית שנת 1999 כדי להביא פתרונות חדשניים לטיפול באשפה באמצעות שריפה והפקת אנרגיה, כפי שהדבר מיושם באירופה וכן טיפול בשפכים תעשייתיים שונים כפי שזה מיושם בישראל.

בחוברת הרצאת אורח של מומחה בלגי לשריפת אשפה Regis Vankerkove שאת תרגומה אנו מביאים כאן ביחד עם הרצאות מקוריות שהוקלטו ונערכו לדפוס. בסוף יום העיון נשאלו שאלות וניתנו תשובות, שבהן באו לביטוי החששות השונים הקיימים בציבור כלפי שיטת שריפת האשפה והפחד שמא תיהפך שיטה זו למטרד אקולוגי בגלל תכנון או תפעול לקויים של המערכות. כן נשמעו הרצאות על טיפול בשפכים תעשייתיים בישראל, וטיפול בשמני סיכה משומשים, שנותרים פתרון לשמנים המשומשים של מערכות התחבורה, אך שאינם נותרים פתרון למאגרי בוצת דלק-שמן המצויות בבתי הזיקוק ובאתר הפסולת ברמת חובב.

יום העיון נערך בשיתוף עם אופט ישראל שהוקמה כדי לקדם את החדירה של טכנולוגיות אנרגיה חדשות למדינות בהן היא פועלת.

החומר מיועד לקובעי המדיניות בשילטון המקומי ובמערכות המימשל המרכזי, לאנשי השילטון המקומי בעלי תיק תברואה, לממונים ביחידות לאיכות הסביבה, למומחים וכן ליועצים ועובדים בתחום איכות הסביבה, מיחזור אשפה והפקת אנרגיה.

יום העיון נערך ואורגן ע"י פרופ' אלכסנדר בורקט ואינג' דוד כהן.

