

האבולוציה של שריפת פסולת לאורך 120 שנה

פורום אנרגיה – מוסד נאמן

28.1.2019

ד"ר ניצן לוי
מנכ"ל
איגוד ערים לאיכות
הסביבה יהודה

מה בסקירה?

- התפתחות שריפת פסולת ואח"כ שריפת פסולת לאנרגיה, או טיפול תרמי בפסולת מהצגת הטכנולוגיה ועד היום בעולם המפותח
- השיקולים, וההתפתחויות התעשייתיות, הטכנולוגיות, הבריאותיות, הסביבתיות, החוקתיות והציבוריות, שהביאו אותנו עד מתקני הפסולת לאנרגיה דהיום

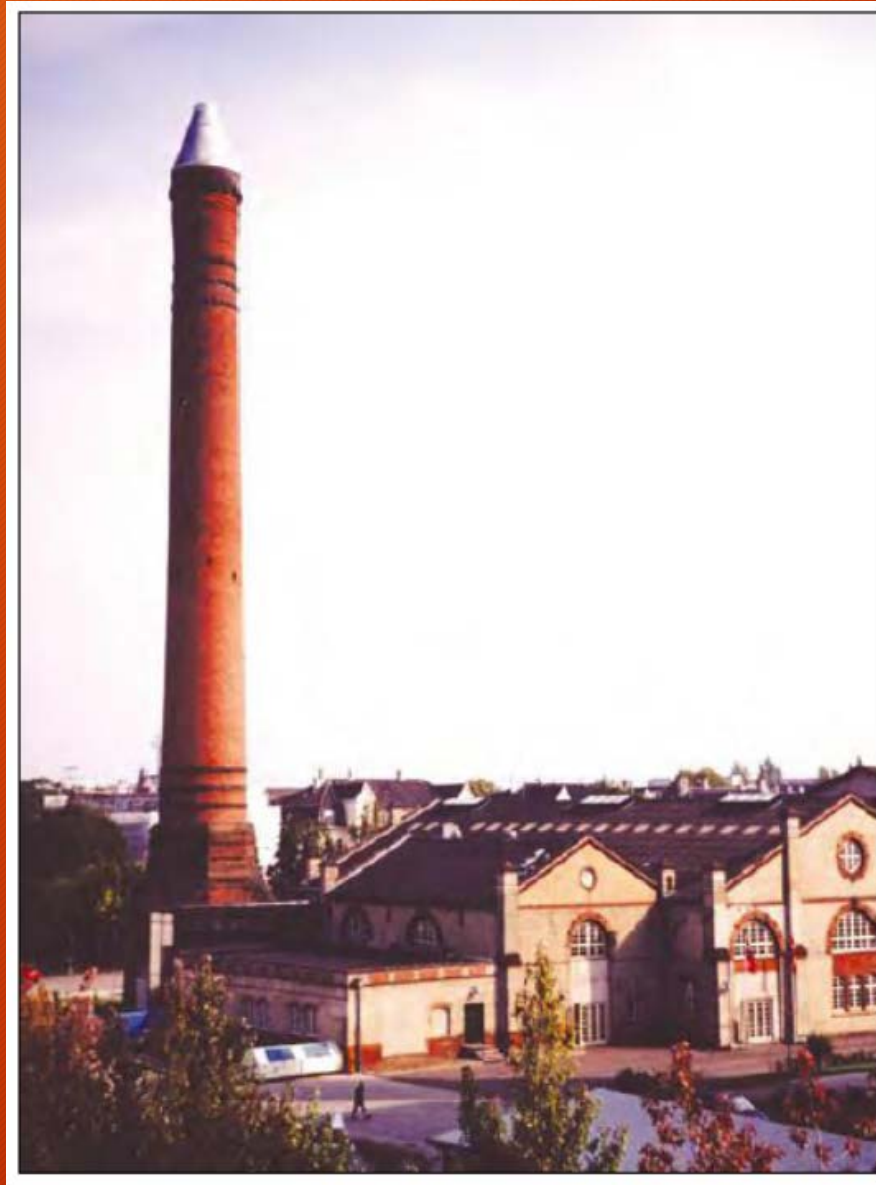
שלב ראשון: שלב התמימות

- מתקן ראשון בבריטניה 1877 (מנצ'סטר). בניו יורק ב-1885 וב-1898. המבורג - 1894
- בתחילת המאה ה-20 עלייה בעיור, סילוק פסולת בהטמנה, ולמעשה שריפה פתוחה - < איתור אתרים להטמנה נעשה בעייתי, והפתרון היה הקמת מתקן שריפה "מבוקר" שיתן פתרון גם לחימום עירוני.
- קלות תפעול ואי רצון לשנע (בשל עלויות הדלק הגבוהות)
- אין ידע על משמעויות השריפה מבחינת מפגעים בכלל, ופליטות בפרט
- כבר מתחילת המאה ה-20 מייצרים חום ובהמשך – קוגנרציה.

מתקני השלב הראשון



אחד המתקנים הראשונים בקנדה



מתקן שריפת פסולת ראשון בדנמרק
Frideriksberg - 1903

מתקני הדור הראשון מול מתקנים מודרניים



1904: MSWI Josefstrasse (Zurich)
A modern plant



2007: MSWI Josefstrasse (Zurich)
The First

שלב שני: שלב השתנות הרכב הפסולת ואימוץ שיטת ההטמנה הלא מוסדרת כשיטה עיקרית לסילוק פסולת

- המהפכה הכימית השנייה – השתנות דרמטית של הרכב הפסולת לפסולת כימית – עלייה משמעותית בערך ההיסק
- התפתחות אורבנית מהירה וגידול אוכלוסייה
- שלב נוסף בבעיית השלכה של פסולת בריכוזים מחוץ לעיר שהופכים במהרה למרכז העיר.
- כתוצאה מכך תחילת עלייה מתונה בבניית מתקני פלי"א

תהליך הפוך בניו יורק קודם שריפה – אח"כ הטמנה

- 32 מתקני שריפה ב-24 אתרים הוקמו בין 1909 ל-1962
- כ-17,000 משרפות ביתיות הותקנו בבתי דירות בין 1920 ל-1968, ששרפו כ-33 מיליון טון בין 1910 ל-1993
- כ-70% מהפסולת נשרפו במשרפות הגדולות
- מ-1960 אף משרפה גדולה לא הוקמה בשל חוסר מקום
- ב-1964 היו 11 משרפות פעילות, 7- ב-1972, 3- ב-1990, 0- ב-1994
- בנוסף, היו לניו יורק 89 אתרי הטמנה, רובם באזור הביצות שלא נחשב לקרקע "מועילה". כולם התמלאו ונסגרו עד 1990, והשאירו את העיר עם האתר הגדול בסטייטן איילנד (Fresh Kills), וכשהוא נסגר ב-2001, ניו יורק התחילה להוביל...

שלב שלישי: שלב העלייה המטאורית

שנות ה-70 וה-80 של המאה ה-20, ועד תחילת-אמצע שנות ה-90

- משבר האנרגיה בתחילת שנות ה-70
- הקמת המוסדות הרגולטוריים העיקריים באירופה ובארצות הברית, והידוק הרגולציה על הטמנה בתחילת שנות ה-70
- המשך שילוב של צרכי הסקה עירונית עם כמויות הפסולת ההולכות וגדלות, ותוספת מתקנים לשם כך ברחבי אירופה, בעיקר במדינות הצפון הקרות.
- התחלת הכרה בבעיות שינויי אקלים
- תחילת חדירת פלי"א לעולם המתפתח, בעיקר באסיה, שבה תכולה גבוהה של פסולת פריקה ביולוגית. השיא באזור זה עדיין ממתין לנו אי שם בעתיד...

שלב רביעי: שלב ההתפכחות וחישוב מסלול מחדש...

- ב-EU מתחילים להבין את השפעת ניהול הפסולת על האקלים...
- 1997 – פרוטוקול קיוטו.
- התמורות הרגולטוריות של ה-EU בתחום הפסולת כמעדיפות שריפה באופן מידתי, ורק לפסולת מופרדת.
- הכרה שפליטות מתקני WtE מזיקות לבריאות ויש לצמצמן לרמת התקנים המודרניים
- הכרה ששריפה היא ברירת מחדל למתקנים קיימים, אינה פתרון בר קיימא לטיפול בפסולת, אינה פתרון בר קיימא ליצור אנרגיה, אך עדיפה על הטמנה
- התנגדות ציבור מוגברת למתקני פלי"א (כולל פעילויות אקטיביסטיים), ובמקביל עדכון והחמרת תקני פליטה
- מלכודת המתקנים הקיימים נגד מיחזור
- התמודדות עם Over Capacity כאפיון עיקרי של מתקני פלי"א באירופה המתקדמת
- כבר בתחילת התקופה, שתי מגמות שיפור:
 - שיפור טכנולוגי משמעותי במניעת פליטות – מתחילת שנות ה-2000 דור חדש של מתקנים.
 - שיפור טכנולוגי לשיפור היעילות האנרגטית של שריפת פסולת וטכנולוגיות חדשות
- מציאת פתרונות סבירים, סביבתיים ולא יקרים לטיפול בפסולת הפריקה ביולוגית

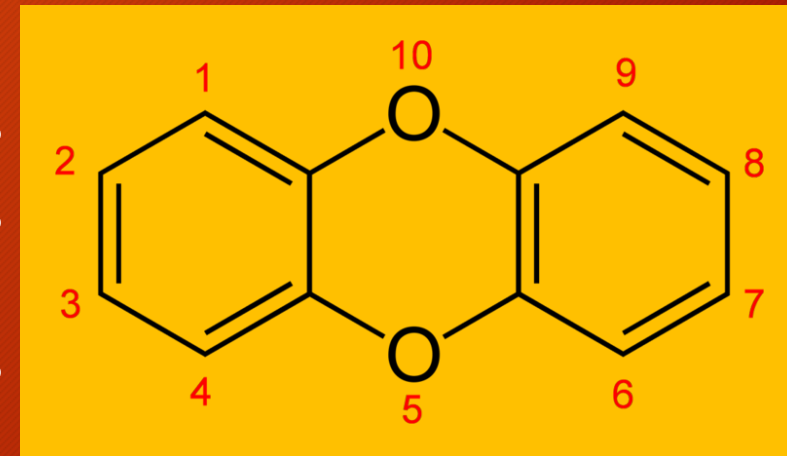
הכרה במפגעים סביבתיים הנובעים משריפה (LCA)



- סמוג קיץ
- אסידיפיקציה
- אאוטריפיקציה
- רעילות אקווטית
- רעילות לאדם (זיהום אוויר)
- פליטות GHG
- התדלדלות שכבת האוזון
- רדיואקטיביות
- בזבוז חום

הכרה במזהמי אוויר בלתי ידועים

- דיוקסינים ופוראנים מתגלים לראשונה במשרפות בהולנד בתחילת שנות ה-70
- בשנות ה-80 מתגלה ההשפעה המסרטנת בריכוזים נמוכים מאד
- מספר מחקרים בסוף שנות ה-90 ותחילת שנות ה-2000 מבררים את התחלואה בסביבות מתקני שריפת פסולת בצרפת, בבריטניה.
- רוב המחקרים מצביעים על קשר הדוק לסוגי סרטן מסוימים ושכיחותם באוכלוסייה הדרה בסמיכות למתקנים.
- וגם... שכעת הפליטות ממתקני שריפת פסולת הן אפסיות, ושמקור הדיוקסין העיקרי בריכוזים גבוהים בהרבה ממה שפלטו המשרפות, בא משאר המקורות: כבשני מלט, תחנות כח, ובעיקר ממקורות לא נקודתיים כגון תחבורה וקמיני עץ
- מזהמי אוויר נוספים כגון כספית, ו-POPs נוספים



**מאז, דעת הציבור השלילית
קובעה לשנים רבות**

פרוטוקול קיוטו – דצמבר 1997 (עד מרץ 1999)

- באמנת UNFCC אין התייחסות ספציפית לשריפת פסולת, אך באופן כללי מובעת דאגה.
- באמנת LRTAP – 8 אמנות מ-1984 עד 1999. ב-1998 סיכומים לגבי POPs

התובנה: טיפול תרמי נוגד מיחזור?

- כמות גדולה של יצור פסולת לנפש
- מובילה בהיקף השריפה לנפש (שורפת יותר מהיקף יצור הפסולת בציכיה, אסטוניה, בולגריה ופולין).
- אין הפרדה במקור. שורפים גם פריקה ביולוגית המכילה 90% מים.
- אחוז המיחזור 22%
- מלכודת כלכלית: בכל עיר מתקן השייך לציבור, וכשמפחיתים, הציבור מפסיד... (כי יש פחות פסולת לשריפה - פחות חום זמין לחימום העיר...)
- 20% מהחום ו-5% מהחשמל מיוצרים מפסולת. יש Over Capacity כדי לתת מענה לחורף קר
- בתחילת שנות ה-90, וביתר שאת אחרי קיוטו 1997, עולה התובנה:
 - שריפת פסולת היא המכשול העיקרי בשאיפה להיות Carbon Natural Country
 - אפשר להחליף את החום והחשמל באנרגיה גיאותרמית, רוח, ביוגז מפסולת מופרדת במקור

תוצאה:

דנמרק

נוטשת את

רעיון

השריפה,

ומוכרת את

הטכנולוגיה

לאסיה...

מתכוונת

להשתחרר

מדלק פוסילי

עד 2050.

הפרטה של

המתקנים

Burn or Bury?

(Dijkgraaf & Vollebergh, 2004)

במהלך
שנות ה-
90

**כל זאת בהנחה ששורפים אחרי הפרדה
(במקור או על ידי מתקני MBT/MRF)**

עם זאת, שריפה אינה פתרון :
לשינויי אקלים (לפליטות GHG)
לבעיית הפסולת (30% מוטמנים בסוף התהליך)
אינה פתרון לבעיית האנרגיה

Jofra Sora, 2013

- מבחינת עלויות משולבות (ישירות וחיצוניות)
 - ס"ה אנרגיה מיוצרת
 - סך הכל פליטות GHG
 - ס"ה פליטות לאוויר (קונבנציונליות)
- Funk et al, 2013

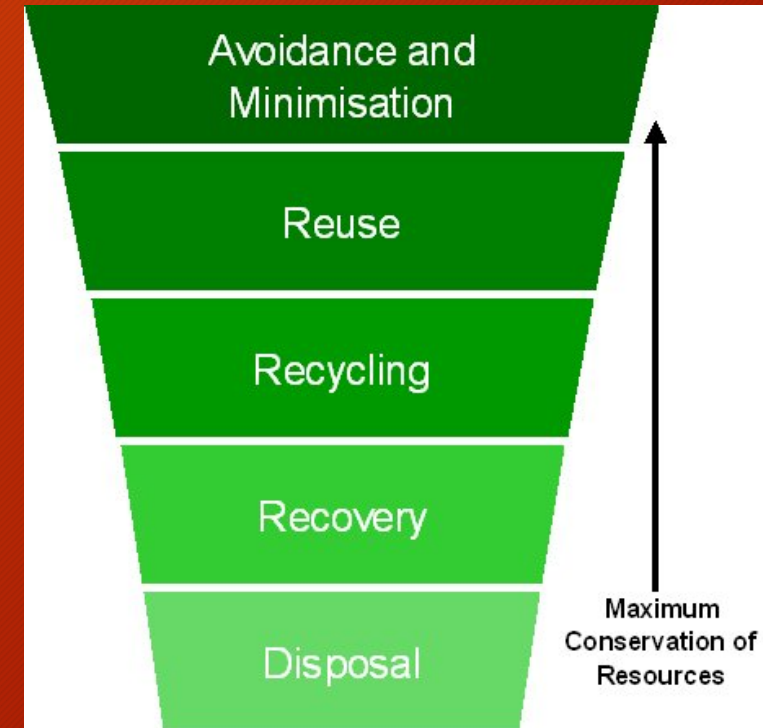
**מיחזור יחד עם קומפוסטציה
ועיכול אנארובי - עדיפים**

התמורות הרגולטוריות הגדולות ב-EU מאמצע שנות ה-90 עד 2008

- 1994 – דירקטיבת האריזות (מחייבת מיחזור 55% אריזות עד 2008)
- 1996 – היררכיית הפסולת מחייבת במסמך לא סטטוטורי של EU
- 1999 – דירקטיבת ההטמנה (המחייבת ירידה ל-35% הטמנה עד 2016)
- 2000 – דירקטיבת שריפת פסולת (טכנולוגיה והוראות מניעת זיהום כולל תקנים), הוחלפה ב-2014 בדירקטיבת IED
- 2002 – דירקטיבת ה-WEEE (המחייבת 50% מיחזור עד 2006)
- 2008 – דירקטיבת המסגרת לפסולת, הקובעת את היררכיית הפסולת ככלי רגולטיבי, קובעת את עיקרון העצמאות ועיקרון הסמיכות, וקובעת ששריפה היא סילוק שאינו מועדף ברמות יעילות אנרגטית מסוימות.

כל זאת, בתוספת חקיקת אחריות יצרן נוספת, יוצרת מצב רגולטורי ברור שבו מועדפת שריפה יעילה על הטמנה, בתנאי ששורפים רק אחרי הפרדה, והוצאה מהזרם לשריפה את החומרים הניתנים למיחזור

מה חסר? רגולציה לגבי פסולת פריקה ביולוגית



שלב חמישי: שלב ההסדרה, מידתיות וחזון

- הפרטה למניעת מלכודת הדבש של פלי"א – מיחזור
 - הקטנת מתקנים לשיפור מיצוי עיקרון הסמיכות, מניעת שינוע, אבל TO עם NIMBY
 - בחירה קפדנית יותר של זרם הפסולת לשריפה (ונטייה ל-RDF)
 - שיפור טכנולוגיות בהיבטי סביבה ויעילות אנרגטית (טכנולוגיות מתקדמות)
 - צמצום פליטות (מזהמים ופד"ח)
- מצב נוכחי: באירופה שורפים רק פסולת שאינה למיחזור, אחרי מיון. בארה"ב – שורפים פסולת מעורבת

בעולם המפותח –
דעיכה והתמקצעות.
בעולם המתפתח רק
בשלב זה מתחילה
עלייה מטאורית.
בסין ב-2007 – 47
מתקנים ששורפים
5% מהפסולת.
ב-2013 – 166
מתקנים, השורפים
30% מהפסולת.
שורפים הכל

חזון לעתיד

- מסמך החזון לטיפול בפסולת של האיחוד האירופי ל-2050

RoadMap to a Resource Efficient Europe (2011)

החזון ל-2050: הפיכת הפסולת למשאב, ויותר מיחזור, כך שהשריפה תתמקד בפסולת שאינה מיועדת, ואינה ניתנת למיחזור

סיכום: מה היו הכוחות, המגמות והדילמות שהניעו את האבולוציה במהלך 50 השנים האחרונות?

- שיקולי אנרגיה – רק בהתחלה, אך התקדמות במיזעור השפעות סביבתיות ושיפור יעילות אנרגטית
- האם שריפת פסולת היא כלי לניהול פסולת/חומרים? או מקור אנרגיה? (חום, חשמל או CHP)
- האם הפליטות משפיעות על הבריאות והאם ניתן לצמצמן כך שתהיה השפעה מזערית (נסבלת?)
- השאלה הנצחית? Burn or Bury? הוכרעה? (אצל אנשי סביבה? או כלכלנים?)
- היררכיית הפסולת, והשאלה אם היא גמישה? ועד כמה?
- שאלת משנה: ה-TO בין שריפה למיחזור, ואיזו שריפה היא אכן השבה?
- האם המתקנים הם גמישים לשינויים בכמות והרכב הפסולת
- שאלת משנה: האם המתקנים מאלצים את היררכיית הפסולת או מאפשרים לדחוף פסולת במעלה ההיררכיה?
- השאלה? Resources or Energy? הוכרעה?
- עיקרון הסמיכות? האם הוא עדיין שיקול רלוונטי. מה ה-TO עם יתרון לגודל, גמישות, יעילות אקולוגית, ויעילות כלכלית ואנרגטית?
- תמיכה ממשלתית חייבת לתת ערך לכסף ולגרום לתרומה סביבתית ויחסי עלות-תועלת בהקשר הסביבתי והאנרגטי

ומה בישראל?

- אין אבולוציה, כי אין מתקנים.
- השאלה הגדולה: היכן האבולוציה תתחיל?
- האם היא תחקה את העולם באיחור של 40 שנה? או תמשיך את האבולוציה של העולם המפותח, תפנים ותיישם את תובנותיו?
- החשש הוא: "כלכלנים" קצרי ראות לתקופה של "קדנציה" ישראלית קצרה....



האוניברסיטה העברית בירושלים
THE HEBREW UNIVERSITY OF JERUSALEM



שאלות, הערות...!

תודה על תשומת הלב והסבלנות...!

ד"ר ניצן לוי

nitsan@enviosh.org.il

054-787-9227