



נכונות הציבור בישראל להקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת

Public Willingness to Establish Waste-to-Energy Plants in Israel

מחקר במסגרת תואר שני בחוג לניהול משאבי טבע וסביבה

המוגש כמילוי חלק מהדרישות

לקבלת תואר "מוסמך" אוניברסיטה חיפה.

מגישות:

יעל משיח

טליה בקר

זוהר אביגד

בהנחיית:

פרופ' אופירה אילון וד"ר תמר טרופ

אוניברסיטת חיפה

דצמבר 2024

תקציר

משבר הפסולת בישראל מחייב פתרונות חדשניים ויעילים. הקמה של מתקני השבת אנרגיה מפסולת (WTE - Waste to Energy) טומנת בחובה פוטנציאל רב להפחתת כמויות הפסולת המוטמנות ולהפקת אנרגיה נקייה, אך התנגדות ציבורית מהווה מחסום משמעותי להקמתם. כדי לקדם הקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת בישראל, חיוני להבין לעומק את עמדת הציבור כלפי טכנולוגיה זו.

המחקר סוקר את מדיניות הטיפול בפסולת בישראל בהשוואה למדינות אחרות, תוך התמקדות במתקני WTE וביתרונותיהם הסביבתיים והכלכליים. הספרות המחקרית מצביעה על גורמים שונים המשפיעים על נכונות הציבור לקבלת מתקנים אלו באזור המגורים, ביניהם מרחק המתקן ממקום המגורים, מידת האמון בשלטון מקומי או מרכזי, מידת השיתוף של הציבור והעברת מידע, וחששות של הציבור מפגיעה בתחומי הבריאות, בטיחות, סביבה וכלכלה.

דור חדש של מתקני השבה קטנים, כגון אלו המפותחים על ידי חברת "Zohar Cleantech" מציע פוטנציאל רב להפחתת התנגדות הציבור. גודלם הקטן, הפתרון המקומי המשולב בבינוי והפוטנציאל לצמצם את מטרדי פינוי הפסולת עשויים להפוך אותם למקובלים יותר על תושבים. עם זאת, מדובר בטכנולוגיה הנמצאת בשלבי פיתוח ומיושמת רק כפיילוט, וטרם נבחנה עמדת הציבור כלפי מתקנים אלו.

מטרת המחקר היא לבדוק מהי מידת הנכונות של הציבור לקבל הקמת מתקני WTE גדולים וקטנים בקרבת אזור המגורים, ומהם הגורמים המשפיעים על עמדת הציבור בקשר למתקנים.

תוצאות המחקר מראות כי קיימת נכונות של הציבור לקבל הקמת מתקני WTE, וכי למתקנים הקטנים ישנה עדיפות על פני מתקנים גדולים. נמצא כי למרחק ההצבה ממקום המגורים ישנה השפעה על עמדת הציבור, וככל שהמרחק גדל, גדלה גם הנכונות לקבלת הקמת מתקן WTE. לגבי חששות הציבור, נמצא כי במקרה של מתקן גדול הציבור מוטרד בעיקר מירידת ערך נדל"ן, סיכונים בטיחותיים, וסיכון של בריאות האדם וסביבתו. במקרה של מתקן קטן החששות הם מירידת ערך הנדל"ן ופגיעה במראה המקום. מידת האמון של הציבור בגורמי שלטון עלתה כנושא המשפיע באופן משמעותי על עמדת הציבור כלפי מתקני WTE, וככל שמידת האמון עולה, כך גם הנכונות לקבל את הקמת המתקנים. לא נמצא קשר בין גישה פרו סביבתית לבין עמדת הציבור כלפי המתקנים. התועלות הסביבתיות והכלכליות שבהקמת מתקני WTE, שהוצגו למשתתפים בסקר, השפיעו על עמדתם וככל שהזדהו יותר עם יתרונות המתקנים, כך עמדתם הייתה חיובית יותר. בבחינת ההשפעה של המדדים הסוציודמוגרפיים של המשתתפים בסקר נמצא כי בגילאים צעירים התקבלה עמדה חיובית יותר כלפי המתקנים הקטנים, ובקרב בעלי השכלה גבוהה מידת הנכונות לקבלת המתקנים נמוכה יותר. ממצאים איכותניים של הסקר הציגו צורך של הציבור במידע מקיף ומהימן על מנת לגבש עמדה.

מסקנות המחקר הן כי הנושאים העיקריים איתם נדרש להתמודד בהעלאת הנכונות הציבורית להקמת מתקני WTE הם אמון הציבור בגורמי השלטון והתמודדות עם חששות של סיכונים בריאות, בטיחות ופגיעה בערכי נדל"ן. לפיכך נדרש לפעול בשקיפות מול הציבור, ולהציג מידע מקיף ומהימן בנושאים של בריאות, בטיחות ונראות המתקנים, ולמקד את המידע לפי קבוצות של גיל והשכלה. כמו כן, ישנה עדיפות להקמת מתקני WTE קטנים על פני גדולים מבחינת עמדת הציבור, ועל כן בהיבט זה, יש מקום לקדם הקמת מתקנים כאלה.

Abstract

Israel's waste crisis necessitates innovative and effective solutions. The construction of Waste-to-Energy (WTE) plants holds significant potential for reducing landfill waste and generating clean energy. However, public opposition poses a substantial barrier to their establishment. To promote the construction of WTE plants in Israel, it is crucial to deeply understand public attitudes toward this technology.

This research examines Israel's waste management policy in comparison to other countries, focusing on WTE plants and their environmental and economic benefits. The scientific literature indicates various factors influencing public acceptance of these facilities in residential areas, including the plant's distance from residential areas, trust in local or central government, public participation and information dissemination, and public concerns about health, safety, environmental, and economic impacts.

A new generation of small-scale WTE facilities, such as those developed by "Zohar Cleantech", offers significant potential to reduce public opposition. Their smaller size, integrated local solutions, and potential to reduce waste disposal nuisances may make them more acceptable to residents. However, this technology is still under development and has only been implemented as a pilot, and public opinion regarding these facilities has not yet been examined.

The research aims to determine the extent of public willingness to accept the construction of large and small WTE plants near residential areas, and to identify the factors influencing public opinion regarding these facilities.

The results show that there is a willingness among the public to accept the construction of WTE plants, and that small plants are preferred over large ones. The distance from residential areas was found to influence public opinion, with greater willingness to accept WTE plants as the distance increases. Regarding public concerns, in the case of a large plant, the public is primarily concerned about declining property values, safety risks, and risks to human health and the environment. In the case of a small facility, concerns are about declining property values and damage to the local appearance. The level of public trust in government authorities emerged as a significant factor influencing public opinion toward WTE plants, and as trust increases, so does the willingness to accept the facilities. No correlation was found between a pro-environmental attitude and public opinion toward the facilities. The environmental and economic benefits of constructing WTE

facilities, presented to survey participants, influenced their attitudes, and the more they identified with the advantages of the facilities, the more positive their attitude. An examination of the sociodemographic indicators of survey participants found that younger age groups held a more positive attitude toward small facilities, and among those with higher education, the willingness to accept the facilities was lower. Qualitative findings from the survey indicated a public need for comprehensive and reliable information to form an opinion.

Conclusions

The research indicates that the main issues to be addressed in increasing public willingness to accept the construction of WTE plants are public trust in government authorities and addressing concerns about health risks, safety, and damage to property values. Therefore, it is necessary to act transparently with the public, to present comprehensive and reliable information on health, safety, and the appearance of the facilities, and to target the information according to age and education groups. Additionally, there is a preference for the construction of small-scale WTE facilities over large ones in terms of public opinion, and therefore, in this aspect, there is room to promote the construction of such facilities.

מושגים:

Waste to Energy Plant	1. מתקן להשבת אנרגיה מפסולת
Public willingness / Public acceptance	2. עמדת הציבור / נכונות הציבור
NIMBY	3. נימב"י

קיצורים:

Municipal Solid Waste	MSW
Not in my back yard	NIMBY
Refuse Derived Fuel	RDF
Waste-to-energy	WTE

תוכן עניינים

2	תקציר
3	Abstract
8	1. מבוא
9	2. סקירת ספרות
9	2.1 הפקת אנרגיה מפסולת בעולם
9	2.1.1 מתקן WTE - סקירה כללית
10	2.1.2 טכנולוגיה של מתקני WTE
11	2.1.3 מיקום מתקני WTE
13	2.2 מתקנים קטנים להשבת אנרגיה מפסולת
15	2.3 התנגדויות ציבוריות להקמת מתקני WTE
15	2.3.1 יחס הציבור בעולם להקמת מתקני WTE
15	2.3.2 גורמים המשפיעים על עמדת הציבור
17	2.3.3 שיתוף הציבור ורתימתו לטובת הקמת מתקני WTE
18	2.4 מתקני השבה בישראל
18	2.4.1 תמונת מצב קיים - פסולת בישראל
21	2.4.2 הקמת מתקני WTE
21	2.4.3 מיקום מתקני WTE
24	2.4.4 תכנון ארצי, רגולציה, אסטרטגיה
26	2.4.5 יתרונות של מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת בישראל
27	2.4.6 חסמים ואתגרים להצבת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת בישראל
28	2.4.7 יחס הציבור בישראל להקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת
29	3. מטרות המחקר ותרומתו הצפויה
29	3.1 שאלות המחקר
29	3.2 הנחות והשערות המחקר
30	3.4 שיטת המחקר
30	4. תוצאות
30	4.1 אוכלוסייה ומדגם - איפיון
32	4.2 נכונות להקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת
32	4.3 השפעת משתנים סוציו-דמוגרפיים

35	4.4 השפעת מרחק ההצבה ממקום המגורים
35	4.5 השפעת חששות הציבור מהקמת מתקני WTE - ניתוח גורמים
37	4.6 גישה פרו סביבתית
37	4.7 גורמים נוספים העשויים להשפיע על הנכונות לקבלת הקמת מתקני WTE
40	4.8 ניתוח איכותני
40	4.9 הצעות שהועלו :
41	5. דיון
42	6. סיכום ומסקנות
42	7. המלצות
44	8. ביבליוגרפיה
46	נספח מס' 1 : שאלון לציבור

רשימת איורים

10	איור 1 : היררכית הטיפול בפסולת בהתאם להשפעה על הסביבה
11	איור 2 : תיאור הפקת אנרגיה מפסולת במתקן WTE
13	איור 3 : מתקן השבת אנרגיה Copenhill קופנהגן, דנמרק
13	איור 4 : מתקן השבת אנרגיה Spittelau ווינה, אוסטריה
14	איור 5 : מתקן השבה קטן של חברת "זוהר טק"
17	איור 6 : תפיסות סיכון של הציבור בנושאים הקשורים במתקני WTE
19	איור 7 : משקל הפסולת הממוצע לנפש במדינות מפותחות בשנת 2019 (בק"ג)
19	איור 8 : שיעור הטמנה, מחזור והשבה במדינות אירופה
21	איור 9 : גידול הפסולת הביתית בישראל והרכבה

רשימת טבלאות

20	טבלה 1 : מבנה מאזני של חשבון הלווין לפסולת
22	טבלה 2 : הערכת כמויות הפסולת ומספר המתקנים הנדרשים במחוזות השונים עד 2030
24	טבלה 3 : בסיס נתונים לגדלי מתקני השבה פוטנציאליים בישראל
31	טבלה 4 : התפלגות המשיבים לפי משתנין סוציו דמוגרפיים
36	טבלה 5 : תוצאות ניתוח גורמים - חששות הציבור
37	טבלה 6 : גורמים נוספים העשויים להשפיע על עמדת הציבור

רשימת גרפים

32	גרף 1 : נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE גדול וקטן
33	גרף 2 : נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE גדול בעיר או בסביבה כפרית

- גרף 3 : נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE קטן בעיר או בסביבה כפרית.....33
- גרף 4 : נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE גדול כתלות ברמת ההשכלה34
- גרף 5 : נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE קטן כתלות בגיל.....34
- גרף 6 : נכונות הנשאלים לקבלת מתקן WTE גדול ביחס למרחק ההצבה.....34
- גרף 7 : השפעת מידת האמון בגורמי שלטון מקומי \ ארצי בנושא הקמה ותפעול של מתקן WTE.....38
- גרף 8 : עמדת הציבור בנושאים שונים הקשורים למתקן WTE גדול.....39
- גרף 9 : עמדת הנשאלים לגבי נושאים שונים הקשורים במתקן WTE קטן.....39

1. מבוא

הצטברות הפסולת בישראל מהווה אתגר סביבתי וכלכלי משמעותי. הטיפול המסורתי בפסולת, המתבסס בעיקר על הטמנה, אינו בר קיימא לאורך זמן. כתוצאה מכך, עולה הצורך בחיפוש אחר פתרונות חדשניים ויעילים יותר. אחת האפשרויות המבטיחות לטיפול בפסולת היא הקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת (Waste to Energy- WTE) טכנולוגיה זו מאפשרת הפקת אנרגיה חשמלית וחום מפסולת, ובכך מצמצמת את כמות הפסולת המוטמנת ומספקת מקור אנרגיה חלופי. למרות היתרונות הרבים של טכנולוגיית WTE, יישומה בישראל נתקל בהתנגדות ציבורית.

מחקר זה נועד לבחון לעומק את הגורמים המשפיעים על עמדות הציבור הישראלי בנושא הקמת מתקני WTE. בחנו את הגורמים המעצבים את תפיסת הציבור לטכנולוגיה הזו. בנוסף, בחנו כיצד השוואה למחקרים שנעשו במדינות אחרות יכולה לסייע לנו להבין טוב יותר את ההתנגדויות הקיימות בישראל, ומהן ההשלכות של עמדות הציבור על קידום מתקני השבת אנרגיה מפסולת.

במסגרת המחקר, סקרנו את הספרות המדעית העוסקת בעמדות הציבור כלפי מתקני WTE וניתחנו את הגורמים המשפיעים על קבלת הציבור את הטכנולוגיה הזו, כגון חששות סביבתיים, בריאותיים, כלכליים וחברתיים. כמו כן, השונו בין הממצאים ממחקרים שנעשו במדינות שונות כדי להבין את הייחודיות של ההקשר הישראלי.

בסופו של דבר, ביקשנו לספק תובנות עבור גורמי קבלת ההחלטות, לתעשייה ולציבור הרחב, ועל ידי כך לסייע בקידום שיח פורה ומושכל סביב נושא רגיש זה.

2. סקירת ספרות

2.1 הפקת אנרגיה מפסולת בעולם

2.1.1 מתקן WTE - סקירה כללית

לפי הערכות הבנק העולמי בשנת 2022 העולם ייצר 2.24 מיליארד טון של פסולת עירונית מוצקה, וההערכות הן שעד 2025 הכמויות יגדלו ל-3.88 מיליארד טון לשנה. בעוד שישראל מתמודדת עם משבר פסולת הולך וגובר, מדינות רבות בעולם כבר אימצו את טכנולוגיית השבת אנרגיה מפסולת (WTE - Waste To Energy) כפתרון יעיל לטיפול בפסולת שאריתית (פסולת שאיננה ניתנת למחזור). כיום, במערב אירופה ישנן מדינות כגון צרפת וגרמניה שבשטחן פועלים כ-100 מתקני WTE. מתקני WTE מאפשרים להפיק אנרגיה חשמלית וחום מפסולת, ובכך לצמצם את כמות הפסולת המוטמנת ולספק מקור אנרגיה חלופי. באירופה הטיפול בפסולת מתבסס על מערכת רגולטורית מחמירה, המקדמת מחזור והשבת אנרגיה ומגבילה את הטמנת הפסולת. מדינות רבות באירופה מפעילות מתקני WTE מתקדמים העומדים בסטנדרטים סביבתיים מחמירים בהתאם לדירקטיבה האירופית (רביב, 2018). הדירקטיבה האירופית מחייבת לעמוד בסטנדרטים של טכנולוגיה זמינה מיטבית BAT, על ידי שימוש באמצעים המתקדמים ביותר לצמצום זיהום והפחתת פליטות (לביא וחובי, 2023).

מתקני WTE מצמצמים משמעותית את כמות הפסולת המוטמנת, ומאריכים את חיי השירות של אתרי ההטמנה. בנוסף, האנרגיה המופקת מפסולת יכולה לשמש לייצור חשמל וחום, ותורמת לאבטחת אנרגיה. תרומה נוספת של מתקני WTE - תמיכה בעקרונות הכלכלה המעגלית, על ידי ניצול משאבים קיימים והפחתת התלות במשאבי טבע. אילון ודסקל (2020) מעריכות כי "הפתרון היעיל ביותר כלכלית וסביבתית כחלופה להטמנה הוא הפקה של אנרגיה מפסולת", וכי לפתרונות של הפקת אנרגיה מפסולת יש ערך כפול של צמצום הפסולת המוטמנת ותשתית להפקת אנרגיה, שהביקוש אליו הולך וגדל משנה לשנה. על פי ISWA, אחד מארגוני הפסולת המקצועיים העולמיים, ללא מפעלי השבת אנרגיה, לא נוכל לצמצם את כמות הפסולת המוטמנת ביותר מ-50% (ענבר וחובי, 2020).

במחקר שנעשה במדינות עם רמת הכנסה בינונית עד נמוכה נמצא, כי מתקני WTE מהווים פתרון בר קיימא יעיל עבור מדינות עם כמות הולכת וגדלה של פסולת עירונית מוצקה – MSW (Municipal Solid Waste) כתוצאה משיפור מתמיד ברמת החיים, תוך ניצול האנרגיה, הפחתת פליטות וחיסכון במשאבים. נמצא כי השריפה תורמת רבות גם בתחום הכלכלה המעגלית (Qianqian et al., 2022). הדירקטיבה האירופית מגדירה את העקרונות והיעדים לטיפול בפסולת, ומעודדת את המדינות החברות לאמץ פתרונות חדשניים ויעילים כגון: פיתוח שווקים כלכליים חדשים ויצירת מקומות עבודה, אספקת חומרי גלם לתעשייה ופיתוח טכנולוגיות ירוקות. בשנת 2015, כחלק מאג'נדה 2030 לפיתוח בר-קיימא, אימץ האיחוד האירופי תוכנית פעולה מקיפה לקידום כלכלה מעגלית (European Commission, 2017). התוכנית שמה דגש על מחזור חיי המוצר השלם, החל משלב הייצור וכלה בטיפול בסוף חייו, במטרה לצמצם משמעותית את כמות הפסולת המיוצרת. היא מגדירה סדרה של פעולות לטיפול בפסולת, לרבות מניעה במקור, שימוש חוזר ומחזור. בנוסף, מציעה מסגרת מקיפה לייעול תהליכי השבת אנרגיה מפסולת, תוך התמקדות בהיבטים כלכליים, רגולטוריים ובחירת הטכנולוגיות המתאימות. על פי התוכנית, הפחתת פליטות גזי חממה תושג בעיקר באמצעות צמצום כמות הפסולת המיוצרת, כאשר שריפה תשמש כאופציה אחרונה, לתוצרים שאינם ניתנים למחזור או להשבה.

בהתאם להמלצות האיחוד האירופי, אחת הטכניקות המקובלות להפקת אנרגיה מפסולת שאריתית, היא שריפת פסולת מעורבת במתקנים ייעודיים להפקת חום וחשמל. למרות הנחיות ברורות אלו, משאירה הדירקטיבה גמישות למדינות בהחלטות הקשורות באופן הטיפול בפסולת, בגלל השוני הקיים בין מדינה למדינה (דו"ח מבקר המדינה, 2022).

באזור הבא, ניתן לראות את היררכיית הטיפול בפסולת בהתאם להשפעה על הסביבה, כפי שנקבע בתקנות הדירקטיבה האירופית. תחום ההשבה מטפל רק בפסולת השאריתית לאחר מניעה, הכנה לשימוש חוזר חוזר והפניית חומרים למחזור.



איור 1: היררכיית הטיפול בפסולת בהתאם להשפעה על הסביבה

מקור: דו"ח מבקר המדינה (2022)

2.1.2 טכנולוגיה של מתקני WTE

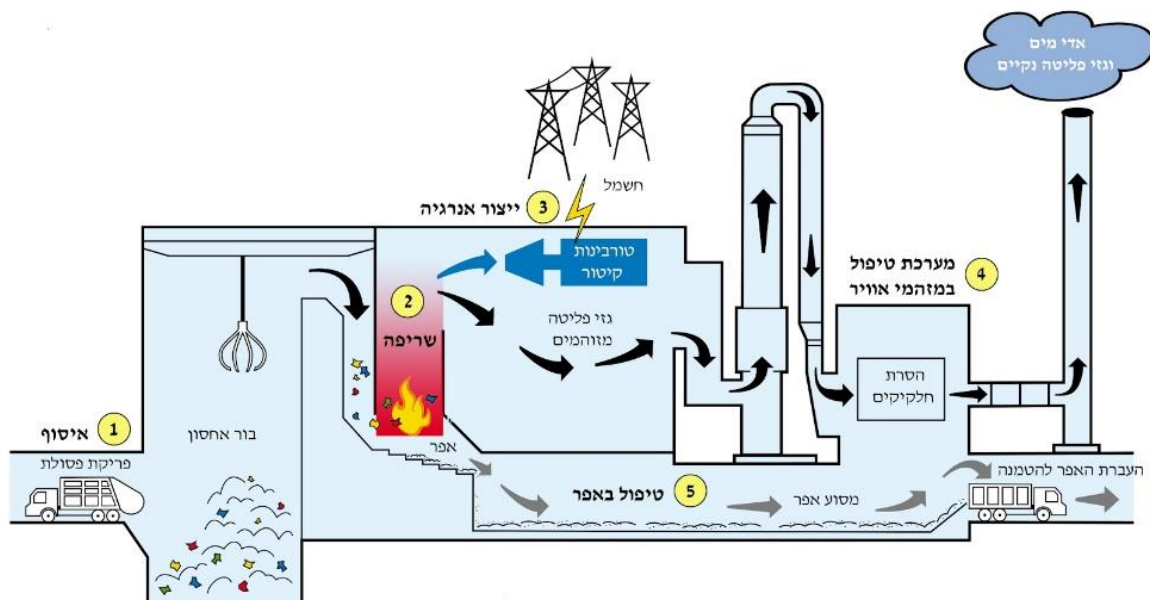
טכנולוגיית השריפה (Incineration) היא תהליך טכנולוגי מתקדם לטיפול בפסולת מוצקה עירונית. בתהליך זה, פסולת שאינה ניתנת למחזור נשרפת בטמפרטורות גבוהות (800-1200 מעלות צלזיוס) בתנורים תעשייתיים מיוחדים. החום העצום הנוצר בתהליך משמש להרתחת מים ולייצור קיטור, אשר בתורו מפעיל טורבינות חשמל לייצור חשמל (רביב, 2018). טכנולוגיה זו היא היעילה ביותר בתחום הטיפול התרמי בכמויות פסולת גדולות - מעל 1500 טון (לביא וחוב', 2023). בתהליך השריפה, נשרף כל החומר היבש לעומת טכנולוגיות אחרות (שבהן נשאר חומר לאחר הטיפול (Mashrur et al, 2024).

תהליך השריפה:

1. הפסולת עוברת מיון ראשוני להפרדת חומרים מסוכנים, מתכות וחומרים בעלי ערך אנרגטי גבוה יותר, כגון פלסטיק. ניתן לקלוט בתהליך השריפה פסולת אורגאנית ופסולת מעורבת, ולהשתמש בתוצרי הלוואי – האפר, כחומר לתשתיות. המתכות נאספות למחזור, ומזהמי אוויר עוברים דרך מערכות סינון וטיפול לצורך נטרול ועמידה בתקנים (לביא וחוב', 2023).

2. הפסולת המוכנה מועברת לתא השריפה, שם היא נשרפת בטמפרטורה גבוהה ובנוכחות חמצן עודף. במהלך השריפה, החומר האורגני מתפרק לחומרים בסיסיים יותר, כגון פחמן דו-חמצני ואדי מים (רביב, 2018).
3. גזי הפליטה הנוצרים בתהליך השריפה עוברים דרך מערכות סינון וטיפול מורכבות. מערכות אלו מסירות מהגזים מזהמים שונים, כגון חומצות, חלקיקים, מתכות כבדות ודיוקסין, ומבטיחות עמידה בתקנים הסביבתיים המחמירים (לביא וחוב', 2023). נדרש לשלב במפעלי WTE טכנולוגיות לבקרת זיהום אוויר (Mashrur et al., 2024).
4. החום העצום הנוצר בתהליך השריפה משמש להרתחת מים וליצור קיטור, אשר בתורו מפעיל טורבינה לייצור חשמל. בסיום התהליך הפסולת שהוכנסה מצטמצמת לכדי 10% מנפחה וכ-20% ממשקלה (לביא וחוב', 2023).

איור מספר 2 מציג את שלבי התהליך של שרפת הפסולת במתקן WTE :



איור 2 : תיאור הפקת אנרגיה מפסולת במתקן WTE

מקור : אתר אינטרנט [/https://www.ecomaine.org/our-facility/waste-to-energy-plant](https://www.ecomaine.org/our-facility/waste-to-energy-plant)

2.1.3 מיקום מתקני WTE

בחירת מיקום מתקני השבת אנרגיה מפסולת (WTE) הוא נושא קריטי המשפיע על היעילות הסביבתית והכלכלית של הפרויקט, כמו גם על נכונות הציבור לקבל את המתקן. באירופה, שבה קיים ניסיון רב בתחום זה, התגבשו מספר גישות למיקום מתקנים אלו. מתקני WTE קיימים באירופה כבר למעלה ממאה שנה, כאשר הטכנולוגיות והתקנים הסביבתיים השתכללו משמעותית עם השנים. באירופה פועלים כ-500 מתקנים תרמיים המטפלים בכ-30% מהפסולת הביתית (ענבר וחוב', 2020). קיים מגוון רחב של מיקומים למתקני WTE באירופה, החל ממרכזי ערים ועד לאזורי תעשייה. המתקנים ממוקמים במקומות בהם הפסולת מיוצרת (Mashrur et al., 2024).

מדינות כמו שווייץ, גרמניה והולנד, שהן בעלות מודעות סביבתית גבוהה, מטמינות פחות מ-5% מהפסולת שלהן ומסתמכות במידה רבה על מתקני WTE (ענבר וחוב', 2020). לעומת זאת, במזרח אירופה, שיעור ההטמנה עדיין גבוה (European Commission, 2017).

שיקולים בקביעת מיקום המתקנים באירופה:

- **קרבה למקורות הפסולת:** מיקום המתקן בסמוך לאזורים עירוניים צפופים או לאזורי תעשייה יכול לצמצם את עלויות ההובלה ולהגדיל את היעילות הכלכלית (Mashrur et al, 2024).
 - **שיקולים סביבתיים:** מיקום המתקן צריך להתחשב בכיוון ועוצמת הרוחות, במבנה הקרקע ובקרבת מקורות מים, כדי למזער את ההשפעה הסביבתית. המתקנים מוצבים בסמוך לאזורים אורבאניים צפופים כחלק ממדיניות (ענבר וחוב', 2020). במקרים אלו, יש להימנע מיצירת מטרדים סביבתיים ונדרש לעמוד בתקינה (לביא וחוב', 2023). בחלק מהמדינות האתרים מוקמים בסמוך לאזורי תעשייה, נמל או בשולי העיר. (רביב, 2018).
 - **תכנון עירוני:** באירופה, מתקני WTE רבים משולבים בנוף העירוני, ואף משמשים כאתרי תיירות, הודות לעיצוב אדריכלי מרשים (ענבר וחוב', 2020). במדינות כגון הולנד וגרמניה, מתקני WTE ממוקמים לעיתים קרובות במרכזי ערים צפופים, תוך הקפדה על עיצוב אדריכלי משולב בנוף העירוני. (לביא וחוב', 2023)
 - **תשתיות קיימות:** קיומן של תשתיות כגון כבישים, מסילות רכבת ומערכות אנרגיה קיימות יכול להשפיע על בחירת המיקום (Mashrur et al., 2024).
- מיקום מתקני WTE הוא החלטה מורכבת המשלבת שיקולים טכניים, כלכליים וסביבתיים. באירופה, הניסיון הרב בתחום הוביל למגוון רחב של פתרונות, החל משילוב המתקנים בנוף העירוני ועד להקמתם באזורים תעשייתיים. הבחירה במיקום המתאים תלויה בגורמים רבים, כגון גודל העיר, סוג הפסולת, זמינות תשתיות והעדפות מקומיות.

דוגמאות למתקני השבת אנרגיה בעולם מעל 1500 טון פסולת אשפה ביום:

מתקן השבת אנרגיה, CopenHill קופנהגן, דנמרק

המתקן מטפל בכ- 600,000 טונות של פסולת בשנה של העיר קופנהגן וחמש ערים שכנות. המתקן מספק חשמל עבור כ-80 אלף בתי אב, ואנרגיית חום עבור 90 אלף בתי אב. בנוסף, המתקן משמש כפארק ציבורי לטובת התושבים והמבקרים, כולל מרכז מבקרים, אתר סקי יבש ומתקני ספורט.



Figure 6. Copenhill recreational area in the roof top. Source: ARC website, Ehrhorn/Hummerston

איור 3 : מתקן השבת אנרגיה Copenhill קופנהגן, דנמרק

מקור : ענבר וחוב' (2020)

מתקן השבת אנרגיה Spittelau ווינה, אוסטריה

המתקן מטפל בכ-250 אלף טונות של פסולת ביתית מוצקה בשנה, ומספק אנרגיית חום עבור כ-60 אלף בתי אב, ואנרגיית חשמל עבור כ-50 אלף בתי אב. עיצובו הייחודי מהווה אבן דרך אדריכלית בעיר ומוקד תיירותי.



איור 4 : מתקן השבת אנרגיה Spittelau ווינה, אוסטריה

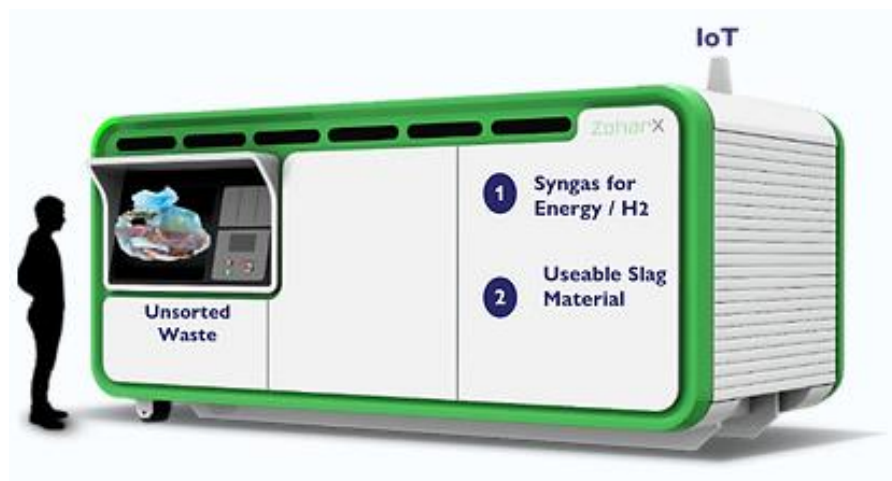
מקור : ענבר וחוב' (2020)

2.2 מתקנים קטנים להשבת אנרגיה מפסולת

במקביל למתקני השבת אנרגיה מפסולת (WTE) בקנה מידה גדול, צומח עניין גובר במתקנים קטנים יותר, המיועדים לטפל בכמויות פסולת מצומצמות יחסית. מתקנים אלו, המבוססים על טכנולוגיות מתקדמות, מציעים פתרונות מקומיים ויעילים לבעיית הפסולת, תוך התמודדות עם אתגרים כמו עלויות שינוע, פליטות גזי חממה והשפעה סביבתית. מאחר ומדובר בטכנולוגיה הנמצאת בשלבי פיילוט ועדיין לא ממומשת, לא נמצאה ספרות מחקרית הבוחנת את עמדת הציבור למתקנים מסוג זה.

בחרנו לבחון את עמדת הציבור כלפי מתקנים קטנים, המיועדים לכמות פסולת של כ-500-750 ק"ג ביום. חברת Zohar Cleantech מציעה פתרון חדשני לטיפול בפסולת ביתית באמצעות טכנולוגיית גזיפיקציה. מתקני הגזיפיקציה הקטנים והניידים של החברה, בגודל של כ- 8X2 מטרים, מסוגלים לטפל בכל סוגי הפסולת הביתית ולהפיק מהם אנרגיה חשמלית המשמשת להפעלת המתקן. תהליך הגזיפיקציה מתבצע בטמפרטורות גבוהות, ותוצריו הם 90% גז סינתטי (סינגז) המשמש לייצור מגוון מוצרי צריכה, ו-10% חומר לשימוש חוזר. כיום המתקנים נמצאים בשלבי מחקר ופיתוח, והוצבו כפיילוט בכפר סבא והרצליה. להערכת היזמים כ-70% מעלות הטיפול בפסולת נובע כתוצאה מאיסוף ושינוע של הפסולת מאזורים אורבניים. מטרת המיזם לצמצם באופן משמעותי פליטת גזי חממה, תנועת כלי רכב בערים והטמנה תוך כדי ייצור אנרגיה. בשל גודלם, ניתן להציבם בבנייני מגורים, מבני ציבור, בתי מלון, בתי חולים וכדומה. המתקן מייצר אנרגיה שמשמשת להפעלתו. שימוש עתידי במתקני גזיפיקציה קטנים מגלם בתוכו פוטנציאל גדול לשיפור ניהול הפסולת בישראל על ידי טיפול מקומי בפסולת, צמצום פליטות גזי חממה והפקת אנרגיה נקייה. עם זאת, יש צורך במדיניות תומכת, בהשקעות ובחינוך הציבור כדי לממש את הפוטנציאל המלא של טכנולוגיה זו, ובנוסף, יש לציין כי עד היום המשרד להגנת הסביבה לא עסק בהליכי רגולציה של מתקני השבה מסוג זה.

איור מספר 5 מציג הדמיה של המתקן המיועד להצבה בניין, שכונה, מתחם או ישוב קטן.



איור 5 : מתקן השבה קטן של חברת "זוהר טק"

מקור : אתר ZCT Zohar Cleantech Smart Waste Systems

2.3 התנגדויות ציבוריות להקמת מתקני WTE

2.3.1 יחס הציבור בעולם להקמת מתקני WTE

הקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת (WTE) עלולה לגרום לעתים קרובות להתנגדות ציבורית, תופעה המכונה "תסמונת NIMBY" (Not In My Backyard) - לא בחצר האחורית שלי. התנגדות זו נובעת מחששות לגבי השפעות סביבתיות ובריאותיות פוטנציאליות, וכן עקב חוסר אמון של הציבור בממשל ובחברות המפעילות את המתקנים.

חששות הציבור נובעים לעיתים מניהול כושל שהובילו לתוצאות שליליות, כאשר ניהול פסולת עולה לעיתים כנושא טכנולוגי ופוליטי. הפקת אנרגיה מפסולת דורשת טכנולוגיה בשלה ורצון פוליטי כדי להתגבר על התנגדות הציבור (Caferra et al., 2023). מחקרים כמו זה של Zhou et al. (2022) מדגישים את החשיבות של הבנת הפסיכולוגיה של התושבים והגורמים המשפיעים על התנגדותם. הבנה זו תאפשר לפתח אסטרטגיות תקשורת יעילות יותר ולהגביר את הנכונות הציבורית.

התנגדות ציבורית היא אתגר משמעותי בהקמת מתקני WTE. על מנת להתגבר על אתגר זה, נדרשת גישה מקיפה המשלבת תקשורת שקופה, שיתוף פעולה עם הקהילה, והתייחסות לחששות הציבור באופן ישיר ומקצועי.

2.3.2 גורמים המשפיעים על עמדת הציבור

עמדת הציבור כלפי הקמת מתקני WTE היא מורכבת ומשתנה בהתאם למגוון רחב של גורמים. להלן סקירה של הגורמים העיקריים המשפיעים על עמדת הציבור, כפי שעולה ממחקרים שונים:

מרחק ממתקן הטיפול: מחקרים מצאו כי הקשר בין מרחק הצבת המתקן ממקום המגורים למידת

התנגדות הציבור אינו חד משמעי. בעוד שחלק מהמחקרים מצאו כי מרחק גדול יותר מקטין את ההתנגדות, מחקרים אחרים מצאו כי גם תושבים המתגוררים במרחק ניכר מהמתקן עלולים להתנגד, במיוחד אם הם מודעים לסיכונים הסביבתיים (Zhou et al., 2022). מחקר, שנערך בסין ובחן נכונות לקבלת מתקני WTE בשתי קבוצות של תושבים – במרחק גדול מ-10 ק"מ ובמרחק קטן מ-10 ק"מ, מצא כי תפיסת המרחק משמעותית עד 3000 מ', ומעבר לכך הגדלת המרחק אינה משפיעה על התוצאות. נמצא כי מרחק מרחבי משפיע משמעותית על תפיסת הציבור של משרפות, אך בדרכים מורכבות המשתנות עבור היבטים שונים של התפיסה WTE. למשל נמצא כי תושבים במרחק 6000 מ' היו בעלי תפיסת סיכון גבוהה יותר, מאחר והיו בעלי רמת השכלה גבוהה יותר ומודעות ודאגה גדולה יותר לסביבה וסיכונים בריאותיים הקשורים לפרויקט (Zhou et al., 2022).

חשש מפגיעה בריאותית: כל המחקרים שנסקרו מצביעים על חששות הציבור מפגיעה בריאותית וסביבתית כגורם משמעותי בהתנגדות למתקני WTE. במחקר שנערך בספרד נבדקו תפיסות הציבור לגבי מתקן WTE הקיים בעיר Gipuzkoa. מידת הנכונות לקבלת המתקן שהתקבלה הייתה נמוכה. לנשאלים הוצגו נושאים שעשויים להיתפס כסיכון לפי קטגוריות, ועליהם היה לדרגם לפי מידת החששות שלהן מהקמת המתקן. הדאגות שנבחרו בשכיחות גבוהה היו של סכנות בריאותיות ממחלות כגון סרטן, זיהום כימי, מחלות בדרכי הנשימה והפליות (Subiza-Pérez et al., 2023).

אמון במוסדות ממשלה: רמת האמון בממשל, ברשויות המקומיות ובחברות המפעילות את המתקנים משפיעה באופן משמעותי על נכונות הציבור לקבל את המתקן, בעוד שחוסר אמון נובע לעיתים מחוסר שקיפות, ניהול כושל של פרויקטים דומים בעבר, או חוסר הסכמה על התועלות של המתקן. (Caferra et al., 2023)

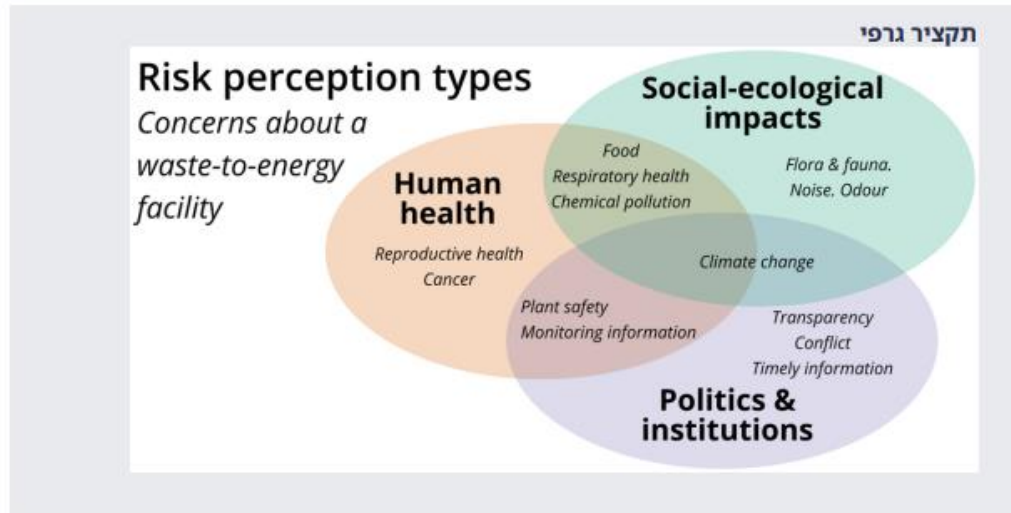
ידע ומידע: מידת הידע והבנה של הציבור לגבי טכנולוגיית השריפה והיתרונות הסביבתיים שלה משפיעים על עמדתו. מספר מחקרים מצאו כי מידת קבלת הציבור של מתקני ה-WTE מושפעת ממידת הידע ואופן העברתו לציבור. מחקר שנערך באוסטרליה, הראה כי התנגדות הציבור למתקן WTE מושפעת משמעותית מהליך שיתוף ציבור לקוי. הנשאלים טענו לתקשורת גרועה מצד הרשויות, הצגת ידע ברמה נמוכה, שימוש בשפה שאינה ברורה ובתצלומים לא מעודכנים שגרמו להם לתחושת חוסר מהימנות לגבי המידע שהוצג להם. (Ghafoor et al., 2022)

גישה פרו סביבתית: למרות התפיסה הרווחת כי גישה סביבתית חזקה תוביל לתמיכה במתקני WTE, מחקרים מעמיקים חושפים תמונה מורכבת יותר. בעוד חלק מהאנשים בעלי מודעות סביבתית גבוהה תומכים במתקנים אלו כפתרון יעיל לבעיית הפסולת, אחרים מתנגדים להם עקב חששות סביבתיים. מחקר שנערך באיטליה מדגיש את העובדה כי גישה סביבתית אינה מנבאת באופן חד משמעי את מידת התמיכה במתקנים אלו. תומכים ומתנגדים כאחד עשויים לחלוק גישה סביבתית דומה, אך להחזיק בהשקפות שונות לגבי ההשפעות של מתקני WTE על הסביבה (Caferra et al., 2023). מחקר זה מדגיש את הצורך בנייתו מעמיק של הגורמים המשפיעים על תמיכה או התנגדות למתקני WTE. מעבר לגישה הסביבתית הכללית, חשוב להבין איך תופסים אנשים שונים את הטכנולוגיה, את החששות הסביבתיים שלהם, וכן השפעות חברתיות-כלכליות נוספות. רק באמצעות הבנה מעמיקה זו ניתן לפתח אסטרטגיות תקשורת יעילות יותר, ולהתמודד עם התנגדויות בצורה מוצלחת יותר. בקופנהגן, דנמרק ההתנגדות להקמת מתקן WTE Copenhagen הייתה בעיקר של גופים ירוקים. הפרויקט תוכנן בהיקף גדול של כ-600,000 טון פסולת בשנה ובעלות של כ-500 מיליון אירו. המתנגדים טענו כי הפעלת המתקן בהיקפים כה גדולים, פוגעת בתהליכי כלכלה מעגלית של צמצום צריכה ומחזור, ובנוסף, המתקן מייצר פליטות בכמויות גבוהות של גזי חממה המתנגשות עם היעדים של איפוס פליטות עד שנת 2030 (Kohl & Andersen, 2022).

שיקולי עלות/ תועלת: תושבים עשויים לתמוך במתקנים אם הם רואים בהם מקור אנרגיה זולה ויציבה, או אם הם מאמינים שהם יביאו צמיחה כלכלית לאזור. למשל, באזור בו תיירות היא מקור הפרנסה העיקרי, תושבים חששו שמתקן שריפה יפגע בתועלת הכלכלית (Zhou et al., 2022). נמצא כי לתומכים בהקמת המתקנים ישנה נכונות להשקעה כלכלית בצורת תמיכה ממשלתית ב-WTE ונכונות לשאת בעלות דרך מיסים גבוהים יותר או חשבון חשמל גבוה יותר (Caferra et al., 2023). במסמך המתאר את הקמת מתקן WTE Copenhagen בקופנהגן, דנמרק, מוסבר כי עמדת הציבור בארצות סקנדינביה כלפי מתקני WTE היא חיובית, מאחר ומערכת החימום הבתים היא חלק מהתשתית העירונית ומתקני השבת אנרגיה מספקים חום במחיר נמוך יחסית (Edo, 2021). מחקרים מצאו כי אנשים מבוגרים נוטים להיות סקפטיים יותר כלפי טכנולוגיות חדשות ולכן מתנגדים יותר למתקני WTE (Caferra et al., 2023). השוואה בין העלות הכלכלית של המתקן לבין התועלות הסביבתיות והכלכליות שלו משפיעה על עמדת הציבור. עם זאת, מאחר ונושא זה רחב מאוד ונדרש לחקור אותו בנפרד, לא נעסוק בתחום עלות תועלת של הציבור בעבודה זו.

עמדת הציבור כלפי מתקני WTE היא תוצאה של אינטראקציה מורכבת בין גורמים שונים, כולל חששות סביבתיים, אמון במוסדות, ידע, ערכים סביבתיים ושיקולים כלכליים. הבנה מעמיקה של הגורמים הללו חיונית לפיתוח אסטרטגיות תקשורת יעילות והגדלת הקבלה הציבורית למתקנים אלו.

איור מספר 6 מציג את תחומי ההשפעה של השבת האנרגיה ומראה את האתגרים שמדאיגים את הציבור בנוגע להצבת מתקני WTE, בחלוקה לקטגוריות.



איור 6: תפיסות סיכון של הציבור בנושאים הקשורים במתקני WTE

מקור: (2023). Waste to energy risk perception typology health politics and environmental impacts. *Journal of Risk Research*

2.3.3 שיתוף הציבור ורתימתו לטובת הקמת מתקני WTE

הצלחה בהקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת (WTE) תלויה במידה רבה בשיתוף פעולה עם הציבור. מחקרים מראים כי התנגדות ציבורית עשויה לעכב או למנוע את הקמת המתקנים, ולכן חיוני לפתח אסטרטגיות תקשורת יעילות ושיתוף פעולה פעיל עם הקהילות. הדרך הטובה לפיתוח תקשורת טובה יותר של הגורמים המקדמים את הקמת המתקנים עם הציבור, היא בטיפוח טיפולוגיות של הגורמים השונים המשפיעים על תפיסת הסיכון (רביב, 2018):

טיפולוגיות של הקהל: חלוקת הקהל לקבוצות שונות על פי עמדותיהן והחששות שלהן (למשל, "מודאגים בריאותיים", "מקבלי סיכון טכנולוגיים", "מתנגדים פוליטיים"). לכל קבוצה יש להתאים מסרים ותוכניות תקשורת ייעודיות (Subiza-Pérez et al., 2023).

שלבים מוקדמים: חשוב לערב את הציבור כבר בשלבים המוקדמים של התכנון, תוך יצירת תכנית אסטרטגית לשיתוף פעולה שתוכנן בקפידה (Ghafoor et al., 2022). יש להתאים את המסרים והשפה לקהילה הספציפית, תוך התחשבות ברמת ההשכלה, התרבות והערכים המקומיים, ובהתאם לאופי הקהילה. חברות עשויות להרוויח מכך שיאמצו שיטות פעולה מיטיבות בנושאים של שיפור רמת השירות לציבור, באופן שייתן מענה טוב יותר ברמת הידע של הציבור על הסיכונים הסביבתיים והבריאותיים שעשויים להיווצר כתוצאה מהקמה ותפעול של מתקני NIMBY (Zhou et al., 2022).

מידע אמין ושקוף: אספקת מידע מדויק ומפורט על הטכנולוגיה, היתרונות הסביבתיים והכלכליים, בשלבים השונים של הפרויקט. חשוב לתת מקום ולאשש חששות בריאותיים של "המודאגים הבריאותיים". נדרש לתת הסבר מקיף ואמין על היתרונות הסביבתיים והכלכליים עבור "מקבלי הסיכון הטכנולוגיים", ולטפל בחששות הפוליטיים של "המתנגדים הפוליטיים" (Subiza-Pérez M. et al., 2023).

תמריצים והיבטים כלכליים: הצעת תמריצים לתושבים, כגון הטבות מס, השקעה בתשתיות מקומיות או שיפור השירותים הציבוריים. מומלץ להטיל את ההסברה על היזמים כחלק מתנאי המכרז או ליישם מודל משותף של היזם עם הרשות. רצוי לספק משאבים עבור פיתוח ומחקר בתחום פסולת עירונית מוצקה, עידוד פורום חשיבה משותף של נציגי השלטון המקומי והמרכזי, והקמת מערך ארצי נגיש וקל לריכוז כלל הנתונים. בנוסף, לפתח מנגנוני בקרה עצמית של המאסדר בכל הנושאים הללו (אילון ודסקל, 2020). במחקר שעסק בניתוח נתוני מחירי דירות לפני ואחרי שיפוץ של מתקן WTE בסין, עולה כי שיפוץ המתקנים צמצם את הפער במחירי דירות בין בתים קרובים ורחוקים מהמתקן, דבר העשוי להעיד על שיפור בתפיסת האזור בעיני הציבור בעקבות השיפוץ. לפיכך שדרוג טכנולוגי יכול להוות נדבך כלכלי נוסף להפחתת התנגדות הציבור (Song et al., 2023).

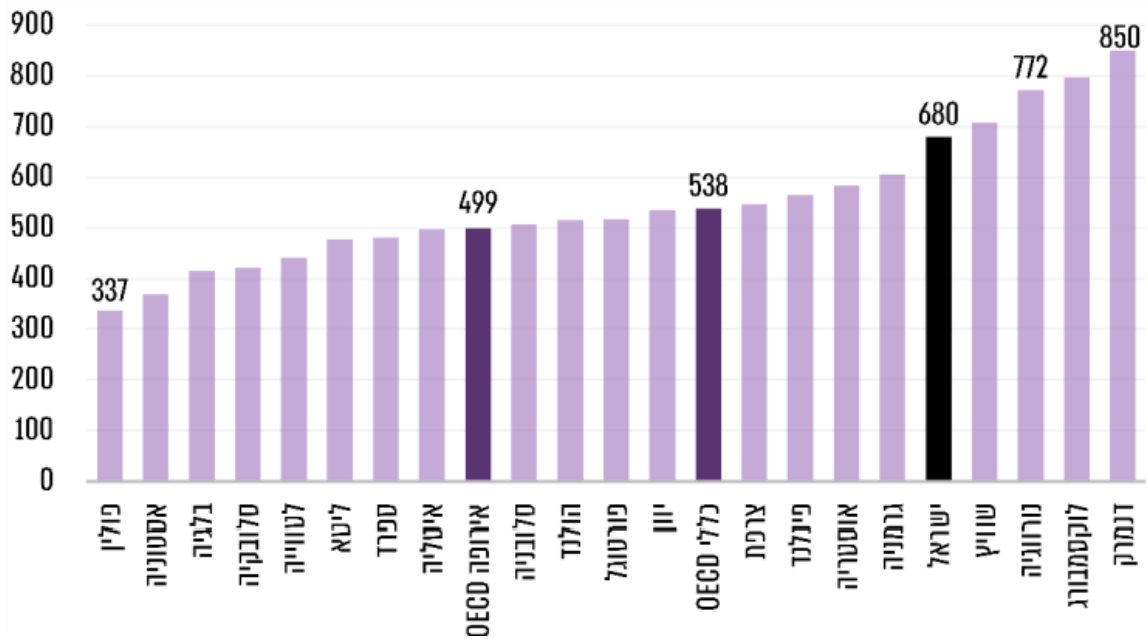
בניית אמון: רצוי לערב את הציבור בשלבים מוקדמים של פיתוח המתקן, ולפתח תכנית אסטרטגית לשיתוף ציבור, כדי לזכות בתמיכת בעלי העניין. התהליך צריך להתאים לאופי הקהילה, וישנה חשיבות לאופן הצגת המידע כך שיהיה ברור ורלוונטי לאותה קהילה (Ghafoor, et al., 2022). מחקרים שונים מראים שההשפעה של מדיניות לא נסמכת רק על המדיניות עצמה, אלא גם על מערכת היחסים בין שלטון מקומי לתושבים. פרסום של תועלות הטכנולוגיה בצורה רחבה תצמצם התנגדות ציבורית, כמו גם טיפוח של בטחון הציבור במערכות ציבוריות וחיזוק מעורבות ומחויבות אזרחית לטכנולוגיית ההשבה (Caferra et al., 2023). חוסר האמון ברשויות מוצג במחקרים כבעיה מרכזית, הדורשת עבודה לטווח זמן ארוך יותר על מנת להשיג את אמון הציבור (Subiza-Pérez et al., 2023). נמצא כי ניהול טוב יקדם אמון בממסד ויקדם תמיכה במתקנים.

שיתוף הציבור הוא מרכיב קריטי בהצלחה של פרויקטים בתחום WTE על ידי יישום אסטרטגיות תקשורת יעילות, בניית אמון, והתייחסות לחששות הציבור, ניתן להפוך את ההתנגדות לתמיכה ולהבטיח את הקמת מתקנים בטוחים וסביבתיים.

2.4. מתקני השבה בישראל

2.4.1 תמונת מצב קיים - פסולת בישראל

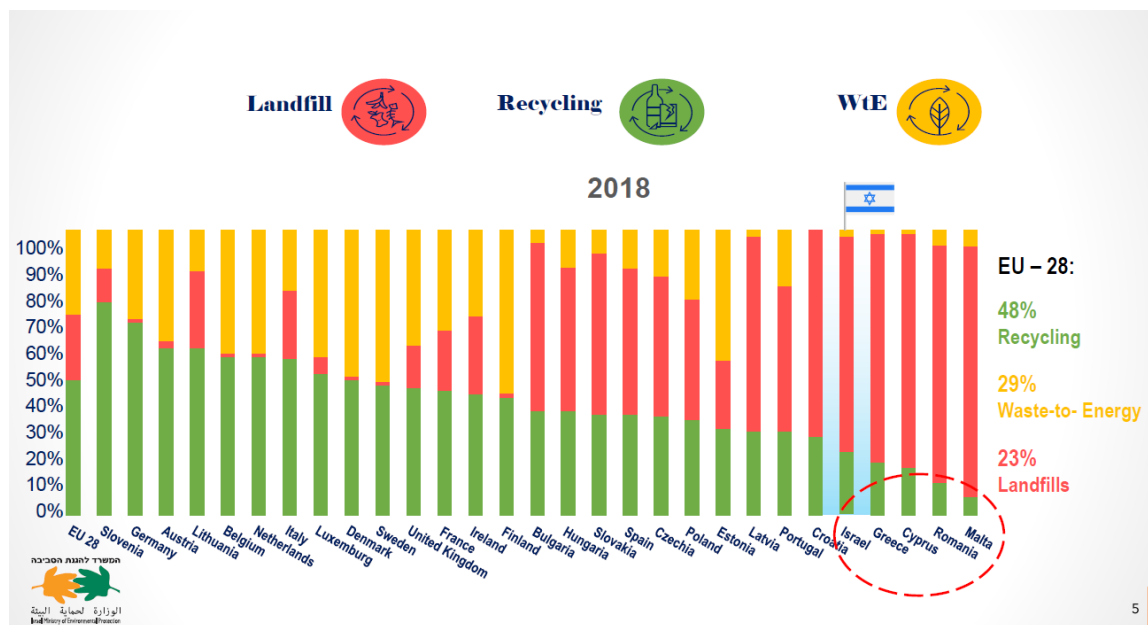
ישראל מתמודדת עם אתגר הולך וגובר של ניהול פסולת, המאופיין בכמות פסולת עירונית גבוהה יחסית למדינות ה-OECD, ושיעור הטמנה גבוה במיוחד. בישראל מיוצרים כ-1.79 ק"ג פסולת עירונית מוצקה לנפש ביום, שיעור הגבוה מהמוצע במדינות ה-OECD. כ-80% מהפסולת בישראל מוטמנת, לעומת כ-50% במדינות ה-OECD (המשרד להגנת הסביבה, 2024), וקצב הגידול של הפסולת לשנה לאדם בישראל עומד על כ-2.6% בשנה כתוצאה מגידול האוכלוסייה ועליה ברמת החיים (דו"ח מבקר המדינה, 2022). ישראל שמה לה למטרה להגיע לשיעור מחזור של 50% ושיעור הטמנה של 20% עד שנת 2030, אך נכון להיום היא רחוקה מהשגת יעדים אלו (ענבר וחוב'ו, 2020). ישראל נמצאת במקום החמישי בדו"ח של ה-OECD בממדד הפסולת בק"ג לנפש בשנת 2019 כפי שניתן לראות באיור מספר 7:



איור 7 : משקל הפסולת הממוצע לנפש במדינות מפותחות בשנת 2019 (בק"ג)

מקור : דוח מבקר המדינה (2022)

לביא וחוב' (2023) מעריכים כי שטח ההטמנה בישראל עשוי להסתיים בשנים הקרובות, וכי אין היום פתרון מספק לבעיית הפסולת. אתגר נוסף הוא פליטות גזי החממה - כ-10% מפליטות גזי חממה נובעים ישירות מהטמנה של פסולת. באיור מספר 8 ניתן לראות שרוב הפסולת בישראל מוטמנת, לעומת המצב במדינות ה-OECD שבהן שיעור המחזור וההשבה עולה באופן מובהק לעומת הטמנה.



איור 8 : שיעור הטמנה, מחזור והשבה במדינות אירופה

מקור : (לינדמן, 2024)

על סמך נתוני "מחשבון לווין" שפותח על ידי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בישראל, שמטרתו להוות מסגרת חשבונאית משלימה לטובת חישוב התוצר הלאומי, נמצא כי מדי שנה מוטמנים בישראל כארבעה מיליון טון של פסולת מעורבת, וכי תוך מספר שנים לא ייותר שטח הטמנה באתרים הקיימים כיום. שיטת "מחשבון לווין" תואמת את שיטת המדידה המקובלת בעולם (System of SEEA - Environmental-Economic Accounting). נתוני המחשבון מציגים תמונה של ייצור הפסולת בישראל – מעורבת, יבשה ומסוכנת. בטבלה המצורפת ניתן לראות את נתוני מקור ייצור הפסולת, והטיפול הרצוי בה. המחשבון הוא כלי עזר לשיפור בסיס הנתונים בנושא הפסולת בישראל.

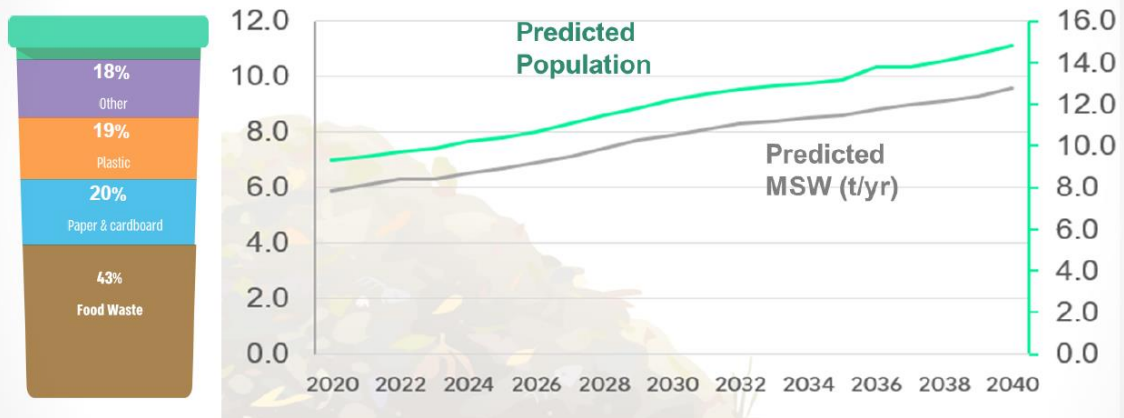
טבלה 1: מבנה מאזני של חשבון הלווין לפסולת

טיפול בפסולת לפי סוג טיפול				ייצור פסולת במגזרים השונים			סוג פסולת
הטמנה מוסדרת	מחזור	שרפה	סילוק לסביבה	חקלאות	תעשייה	מקשי בית ומסחר	
✓	✓	✓ (עם השבת אנרגיה ובלעדיה)	✓ (פסולת ממגזר החקלאות)	פרש ופגרי בעלי חיים, גזם וגדמים, פלסטיק ושאריות אורגניות	פסולת המופרדת במקור ופסולת שאינה מופרדת במקור (כגון: חומר אורגני, נייר, קרטון, פלסטיק, עץ זכוכית, ומתכות)	פסולת המופרדת במקור ופסולת שאינה מופרדת במקור (כגון: חומר אורגני, גזם, נייר, קרטון, פלסטיק, זכוכית ומכלי פיקודון)	מעורבת
✓	✓	X	✓ (השלה לא חוקית של פסולת מבנייה חדשה ומשיפוצים)		אפר פחם, פסולת תרופות ומחצבים, פסולת מינרלית	פסולת תרופות חדשה ומשיפוצים	יבשה
✓	✓	✓ (ללא השבת אנרגיה)	X	אריזות חומרי הדברה	אמולסיות, שמנים, ממיסים, חומצות, פסולת רפואית ועוד	סוללות ומצברים	מסוכנת

מקור: ינאי וחוב', (2020).

המפגעים הסביבתיים העלולים להיווצר כתוצאה מטיפול לא נכון בפסולת, ובפרט הטמנה בקרקע גדולים, וגורמים לפגיעה בסביבת החיים של האדם, כפי שמוצג במאמרה של נתניהו (2017): "הטמנה של פסולת גוזלת משאבי קרקע יקרים המהווים משאב במחסור, מחייבת שינוע למרחקים גדולים, גורמת לזיהום אוויר לרבות פליטת גזי חממה, לריחות, לזיהום קרקע ומי תהום ובעלת השלכות בריאותיות וכלכליות". לכן שיטת הטיפול בפסולת מתחילה בהפחתה במקור של ייצור הפסולת, והפחתה של ההטמנה, כמו גם עידוד שימוש חוזר. דסקל (2018) טוענת, כי השיטה הרווחת ביותר בעולם כיום והזולה יחסית לסילוק פסולת עירונית מוצקה היא שיטת ההטמנה, שנתפסת כשיטה שאינה בת-קיימא ומייצרת מפגעים סביבתיים קשים, בפרט לאור כמות הפסולת ההולכת וגדלה משנה לשנה כתוצאה מגידול האוכלוסייה ועלייה ברמת החיים. הרכב הפסולת בישראל לפי משקל הוא כ-43% פסולת אורגנית, 20% נייר וקרטון, 19% פלסטיק ו-18% פסולת מעורבת. באיור מספר 9 ניתן לראות את קצב גידול האוכלוסייה הצפוי, התואם לקצב גידול הפסולת בישראל. מצב הפסולת בישראל מצביע על הצורך הדחוף בשינוי בגישת הטיפול בפסולת. מתקני WTE יכולים להוות חלק מהפתרון, אך יש להתמודד עם האתגרים הקשורים להקמתם ותפעולם. שילוב של מתקני WTE עם מדיניות של הפחתת פסולת, מחזור ושיפור ההפרדה במקור, יכול להוביל לניהול פסולת בר-קיימא בישראל.

MSW in Israel



איור 9: גידול הפסולת הביתית בישראל והרכבה

מקור: (לינדמן, 2024)

2.4.2 הקמת מתקני WTE

בישראל, למרות הפוטנציאל הגלום בטכנולוגיה זו, קיימים רק מעט מאוד פרויקטים בתחום. שריפת מסה והפקת אנרגיה היא הטכנולוגיה המועדפת על המשרד להגנת הסביבה לטיפול בפסולת בישראל לאור יתרונותיה (רביב, 2018). מפעל RDF (Refuse Derived Fuel) - דלק המיוצר מתוצרי פסולת אורגנית בחירייה, המספק דלק מפסולת למפעל המלט בנשר, הוא דוגמה בודדת לפעילות מסוג זה.

ממשלות ישראל ניסו לקדם בתחילת שנות ה-90 אתרי השבה גדולים מאוד בדרום - באורון, ובאשדוד, חירייה, וצומת מורשה, עד כה ללא הצלחה. בשנת 2017 הוחלט על הקמת מתקן להשבת אנרגיה מפסולת בשטחי פארק המחזור במישור אדומים. בעקבות התנגדויות התושבים הקמת המתקן בוטלה. (המשרד להגנת הסביבה, 2021). באתר חירייה מתוכנן מתקן השבה בהיקף של 1500 טון פסולת ביום, כחלק משלים למתקני המיזן. בשנת 2019 פורסם מכרז ראשון, שעודכן ופורסם שוב ב-2023, לאחר שהחברות שהגישו לא עמדו בתנאי הסף (INFO SPOT, 2024). ענבר וחוב' (2020) מצינים, כי על מנת להימנע משינוע כמות אדירה של פסולת בכבישים למרחק 150 ק"מ דרומה, ומהטמנתה בקרקע, נדרש להקים מתקן השבה לאנרגיה בשטחי פארק המחזור.

בשנת 2023 הממשלה קידמה מכרז להקמת מתקן גדול להשבת אנרגיה בנאות חובב – תת"ל 107, בהיקף של 250,000-300,000 טונות בשנה של פסולת שאריתית ממוינת (לביא וחוב', 2023), כאשר בסמוך אליו מתוכנן להיבנות מתקן למיזן פסולת מעורבת עירונית. המתקן צפוי לקלוט פסולת של העיר באר שבע ויישובי הסביבה (INFO SPOT, 2023).

2.4.3 מיקום מתקני WTE

בחירת מיקום מתאים למתקני השבת אנרגיה מפסולת (WTE) בישראל היא משימה מורכבת, המשלבת שיקולים טכניים, כלכליים, סביבתיים וחברתיים. בישראל, לעומת אירופה, האנרגיה שתופק

עתידה להיות מנוצלת לטובת הפקת חשמל ולא לטובת הפקה של חום. אי לכך, הקמת מפעלים בתוך הערים בישראל איננה נחוצה כמו באירופה, ולכן עדיף להקים אותם בסמוך לאזורי תעשייה או במחצבות ישנות (ענבר וחוב' 2020). לביא וחוב' (2023) מציינים שמומלץ להתקין מתקנים גדולים בסמוך לאזורי ביקוש לטובת פתרונות לטיפול בפסולת, זאת על מנת לחסוך בתחנות מעבר לדחיסה ועל מנת להימנע משינוע. בנוסף, מומלץ שלרשויות תהיה אפשרות חוקית לתת רישיונות ליזמים להקמת המתקנים בתחומי הרשות. בהקשר למיקום המתקן, יש עדיפות לניצול שטח המטמנות הקיימות להקמת מפעלי ההשבה, ועל ידי כך לנצל שטח מופר, וכן את מערך איסוף הפסולת הקיים ממילא ואת הפסולת הזמינה באתר לטובת הפקת האנרגיה (לביא וחוב' 2023).

רביב (2018) מגדירה את העקרונות המרכזיים לקביעת מיקום לאתרי השבת אנרגיה מפסולת: איתור שטח של כ-50 דונם פנוי המוגדרת בבעלות המדינה (במידה והמדינה היא המקימה), הקמה בסמוך למקור ייצור הפסולת – עד 30 ק"מ מתחנת מעבר. מתן עדיפות להקמת המפעל בסמוך לאזורי תעשייה, ובסמיכות למתקני מיון פסולת קיימים או מתוכננים, וסמוך לצרכני חום וקיטור ורצוי לא בסמיכות לאזורי מגורים. בטבלה מספר 2 מפורטים מספר המתקנים הרצוי בהתאם לאזורים השונים בישראל וכמויות פסולת המיוצרות בהם, וכן הערכה של כמויות פסולת בהתאם לצמיחה דמוגרפית צפויה בצפון, מרכז ודרום הארץ, ובהתאמה - כמות מתקני ההשבה הרצויים עד לשנת 2030 בכל אזור.

טבלה 2: הערכת כמויות הפסולת ומספר המתקנים הנדרשים במחוזות השונים עד 2030

מס' מתקנים	כמות פסולת להשבה 2030**	סה"כ צפי פסולת טון/שנה * לשנת 2030	פסולת שנה/טון 2016	יחידות דיור תכנון עד 2030	
1	450,000	1,750,457	1,505,990	216,000	צפון
				150,000	חיפה
2	650,000	2,562,099	2,208,980	312,000	מרכז
				198,000	תל אביב
1-2	210,000	840,053	655,075	144,000	ירושלים
				250,000	דרום

מקור: רביב וחוב' (2018) מסמך מדיניות לקידום הקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת עירונית בישראל. המשרד להגנת הסביבה

ראש מועצת זיכרון יעקב לשעבר ויו"ר ועדת איכות הסביבה במרכז השלטון המקומי לשעבר, זיו דשא, מייחס חשיבות רבה לבחירת מיקום מתקני ההשבה, וטוען כי יש יתרון בהקמת מתקני ההשבה במסגרת אשכולות של רשויות מקומיות. בנוסף, מצביע על הצורך לשלב את הציבור בתהליך קבלת ההחלטות בנושא, מתוך הבנה כי מדובר בנושא רגיש. ענבר וחוב' (2020) מציינים כי, למרות הקשיים הפוליטיים בישראל, הקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת היא אפשרית. עם זאת, הם מדגישים כי נושא זה נתקל במכשולים שונים לאורך השנים, ביניהם:

- **חוסר שטח פנוי:** הצפיפות האוכלוסייה הגוברת מקשה על מציאת מיקום מתאים למתקנים.
- **חוסר שקיפות:** תהליכי קבלת ההחלטות הממשלתיים בנושא אינם מספיק שקופים, מה שמוביל לחוסר אמון מצד הציבור.

- **התנגדות ציבורית:** התופעה של "לא בחצר האחורית שלי" (NIMBY) מעכבת את הקמת המתקנים.

אילון ודסקל (2020) מציינות עוד כי נדרשת הקמה של מערך מתקני השבת אנרגיה מפסולת, כחלק מתהליך כולל של מדיניות הטיפול בפסולת, כאשר הרשויות יהיו אלו שינהלו את הפסולת בתחומן. ענבר וחוב' (2020) מצטטים את ד"ר ניצן לוי, מנכ"ל איגוד ערים לאיכות סביבה ויו"ר הפורום היחידות והאיגודים לאיכות הסביבה בישראל, הטוען כי השבת אנרגיה מפסולת מהווה חלופה סביבתית עדיפה באופן משמעותי על פני הטמנה. לוי מדגיש כי "נדרש ליצור מדיניות קוהרנטית, סבירה והגיונית לאורך זמן, יציבה ובעלת מסרים עקרוניים קבועים, תוך דרישות ברורות מהציבור" (ענבר וחוב', 2020). לטענתו, יציבות מדינית היא קריטית לבניית אמון ציבורי, במיוחד בהקשר של נושאים סביבתיים מורכבים. לוי מצביע על האיחוד האירופי כדוגמה למדיניות פסולת מוצלחת, המציגה מסגרת רגולטורית ברורה ומעודדת השבת אנרגיה מפסולת. הוא טוען כי ישראל יכולה ללמוד מהניסיון האירופי ולהקים מפעלים להשבת אנרגיה מפסולת לאחר תהליך מיון מקדים, תוך ניצול הידע והטכנולוגיות הקיימים (ענבר וחוב', 2020).

בנוסף לסקירת ספרות זו, קיימנו שיחות עם גורמים מחברת "ורדיס" ומחברת "אקופארק". אלו ציינו, כי הקמת מתקנים גדולים של 1500 טון פסולת ביום לפחות, הם המתקנים המתאימים ביותר לישראל ברמה הכלכלית, כאשר לוקחים בחשבון עלות מול תועלת. העלויות הגבוהות נובעות בעיקר מהמתקנים לסינון הפלטות ולכן המדינה תהיה חייבת לסייע על ידי מתן מענקים להקמתם. עוד אומרים כי למפעלי ההשבה יתרונות גדולים על פני הטמנה הן ברמת הזיהום הסביבתי והן ברמת הנראות והריחות הנפלטות לסביבה. כפי שמציינים גם ענבר וחוב' (2020), "כ-50% מעלות המתקן מוקדשים לאסדרה של המתקן בטיפול בפלטות מזהמים" זאת בגלל שטח קרקע יקר ועלויות הקמה גבוהות. הם משערים שיקומו מספר מוגבל של מפעלים בישראל, אך אלו יעשו מהפכה בתחום הטיפול בפסולת בישראל.

בחירת מיקום מתאים למתקני WTE בישראל הוא תהליך מורכב הדורש תכנון מדוקדק ושיתוף פעולה בין גורמים שונים, כולל ממשלה, רשויות מקומיות, יזמים וציבור. על ידי התמודדות עם האתגרים וניצול ההזדמנויות, ניתן לקדם את הקמת מתקני WTE בישראל ולהתקדם לעבר ניהול פסולת בר-קיימא. עוד מדגישים כי יישום טכנולוגיות השבת אנרגיה מפסולת (WTE) בישראל מצריך התייחסות למאפיינים ייחודיים למדינה. התכולה הגבוהה של חומר אורגני בפסולת הישראלית דורשת השקעת אנרגיה משמעותית יותר בתהליך השריפה, בהשוואה למדינות אירופיות. בנוסף, החוקרים מדגישים את הצורך הקריטי בשיפור מערכות מיון הפסולת והפרדת החומר האורגני לפני העברתו למתקני WTE. ממצא נוסף במחקר הוא ההתייחסות לכדאיות הכלכלית של המתקנים, אשר מושפעת באופן ישיר מניצול מרבי של האנרגיה המופקת. על כן, ענבר וחוב' מציעים להימנע מהפרדת חומרים בעלי ערך קלורי גבוה, כגון פלסטיק וקרטון, לפני השריפה. טבלה מספר 3, מספקת הערכה ראשונית לגבי גודל המתקנים הנדרש, מרחקי הובלה ועלויות ההשקעה, תוך הנחה כי הפסולת המועברת למתקנים עברה מיון והפרדה מראש. עם זאת חשוב להדגיש כי למרות שמדובר ב-1.7 ק"ג פסולת ליום לאדם, המתקנים המיועדים הם לאחר מיון ולאחר הפרדת חומר אורגני ומחזור ולכן ניתן לשער כי ההערכות גבוהות יחסית.

טבלה 3 : בסיס נתונים לגדלי מתקני השבה פוטנציאליים בישראל

גודל מתקן	גדול	בינוני	קטן	זעיר
פסולת מטופלת בשנה, אלפי טון	520	150	50	20
פסולת מטופלת ליום בטון, לפי 350 ימים בשנה	1,500	450	150	60
היקף האוכלוסייה שהמתקן משרת לפי 1.7 ק"ג פסולת לאדם ליום, באלפי נפש	850	245	80	30
מרחק נסיעה ממוצע למתקן, ק"מ	85	50	25	10
עלות השקעה אינדיקטיבית, מלש"ח	1,000	365	140	65

עלות ההשקעה האינדיקטיבית בטבלה למעלה נלקחה מהנחות המשרד להגנת הסביבה ו - Waste

to Energy International, Cost of incineration plant

מקור : לביא וחוב' (2023)

2.4.4 תכנון ארצי, רגולציה, אסטרטגיה

הבעיה הסביבתית של ניהול פסולת בישראל היא מורכבת ומחייבת גישה רב-תחומית ומקיפה. לאורך השנים, ישראל התמודדה עם אתגרים רבים בניסיון למצוא פתרונות יעילים ובר-קיימא לטיפול בפסולת, תוך התמודדות עם אינטרסים מגוונים של גורמים שונים כגון: יצרנים, צרכנים, רשויות מקומיות וארגוני סביבה. כולל גם תחלופה גבוהה של שרים ומנכ"לים במשרד להגנת הסביבה, דבר אשר הקשה על החלת מדיניות סדורה וברורה בקרב הגורמים המאסדרים (רגולטורים) בשוק הפסולת בישראל - המשרד להגנת הסביבה והרשויות המקומיות (דסקל, 2018). חוק הניקיון משנת 1984 היווה אבן דרך חשובה בהסדרת תחום ניהול הפסולת בישראל. החוק הטיל על הרשויות המקומיות את האחריות לטיפול בפסולת המיוצרת בתחומן, וקבע עקרונות כלליים לניהול פסולת, כגון ההיררכיה של הטיפול בפסולת (הפחתה, מחזור, השבה, והטמנה כאופציה אחרונה). עם זאת, לאורך השנים התגלו מספר אתגרים ביישום החוק, ביניהם: חילופי שלטון תכופים והיעדר אסטרטגיה ארוכת טווח הובילו לחוסר עקביות במדיניות בתחום הפסולת, קונפליקטים בין אינטרסים כלכליים, סביבתיים וחברתיים אשר הקשו על קבלת החלטות, קושי בהשגת הסכמה ציבורית להקמת מתקני טיפול בפסולת, בעיקר של מתקני השבה, תקציבים מוגבלים והיעדר תמיכה מספקת במחקר ופיתוח בתחום. בישראל רוב הקרקעות הן קרקעות מדינה (לעומת אירופה שבה רוב הקרקעות פרטיות), וכיום הזים נדרש לקבל היתר לבניה מהמדינה. פרק הפסולת בתמ"א 1, שעודכן עם אישורה בשנת 2020, מסדיר את מכלול ההיבטים הקשורים להקמת מתקנים לטיפול בפסולת. התמ"א מסדירה את תחום הטיפול בפסולת בישראל על ידי השבתה (מחזור, קומפוסטציה והפקת אנרגיה) או סילוקה, וקובעת הוראות להקמת אתרי פסולת, מיקום האתרים וסוגי הפסולת שיטופלו בכל אתר. כמו כן, מתייחסת לתחום מתקנים להשבת פסולת על כל ההיבטים הנדרשים לקיומם בהתאם לדירקטיבה האירופית (רביב, 2018).

בנוסף, פרק פסולת 6.1.1 בתמ"א 1 כולל תיאור של אתרי הפסולת המאושרים ברמה הארצית, וכן מצוין שלכל רשות יש אישור להוסיף מתקני פסולת בשטחה בתאום מול משרדי הממשלה בהתאם לחוק. בהתאם לחוק התכנון והבניה התשכ"ה 1965, בהגדרות "מתקן תשתית מקומי", מתקן שמייצר חשמל לרשות מקומית נחשב כמתקן תשתית מקומי, ולכן תוכנית המתאר יכולה להיות בסמכות מקומית. להלן הפעולות השונות הקשורות לתהליך שנעשה על ידי הממשלות השונות לאורך השנים, עם התמקדות בתחום השבת האנרגיה:

- 1984 : חוק חוק שמירת ניקיון הכולל הקמת מטמנות מוסדרות.
- 1989 : תוכנית מתאר ארצית לסילוק אשפה (תמ"א 16) : קובעת את ההליך התכנוני הנדרש להקמת אתרי פסולת וסטנדרטים להקמת תשתיות טיפול בפסולת, וסגירת אתרים שלא עומדים בסטנדרט שנקבע.
- 1993 : סגירת כל המטמנות הלא מוסדרות בישראל. תיקונים לתמ"א 16 קבעו מיקום למטמנות מרכזיות בארץ. הרשויות המקומיות קיבלו סיוע כספי להובלת הפסולת לאתרים אלו.
- 2006 : תוכנית אב לטיפול בפסולת מוצקה בישראל. התוכנית קבעה מדיניות לטיפול משולב בפסולת הדומה למדינות אחרות ב-OECD והגדירה מטרות חדשות להטמנה ולמחזור בארץ.
- 2007 : נכנס היטל הטמנה לתוקף- תיקון מס' 9 לחוק שמירת הניקיון. ההיטל נועד לשקף את המחיר האמיתי של ההטמנה ולאפשר תחרות הוגנת לשיטות הטיפול המתקדמות כגון מחזור והפקת אנרגיה מפסולת.
- 2012 : פורסמו תוכניות מתאר מחוזיות למתקני קצה לטיפול בפסולת מעורבת. התוכניות הקנו כלי תכנון לרשויות המקומיות ולחברות פרטיות שביקשו להקים אתרי הטמנה בסטנדרטים גבוהים.
- 2017 : החלטת ממשלה להקמת מתקן להשבת אנרגיה מפסולת בשטחי פארק המחזור שתוכנן לקום במישור אדומים. בשנה זו הוקמה מערכת מידע פסולת (ממ"פ) הקולטת מידע על כמויות הפסולת העוברות בתחנות מעבר ומגיעות לאתרי הטמנה. איסוף הנתונים סייע להוצאתה לפועל של תוכנית מדיניות הטיפול בפסולת 2030.
- 2018 : אושרה התוכנית האסטרטגית לטיפול בפסולת עד לשנת 2030. התוכנית צפויה לייעל את שוק הפסולת, לצמצם את הטמנת הפסולת, להגביר את שיעורי המחזור ולהפחית זיהום וסיכונים סביבתיים.
- 2020 : המשרד להגנת הסביבה מפרסם מסמך אסטרטגיה למשק פסולת בר קיימא לשנת 2030. מוקם אגף לקידום השבת אנרגיה מפסולת, תחת אשכול שלטון מקומי. מפורסמת תוכנית להקמת שלושה מתקני השבה – במורשה, חירייה ובאשדוד. עם כניסת השרה גמליאל למשרד במאי 2020 הוקפא המיזם להקמת מתקני השבה.
- 2021 : השרה גילה גמליאל מבטלת את המיזם להקמת מתקן השבה באתר "השומרוני הטוב" במעלה אדומים, שנחתם ב-2017.
- 2022 : החלטת ממשלה להקים מתקן השבת פסולת באתר נאות חובב. בנוסף, מתפרסם לראשונה כי המשרד להגנת הסביבה ומשרד האנרגיה ישתפו פעולה בתחום השבת אנרגיה מפסולת, כאשר המשרדים מבקשים להעניק 15 מיליון ₪ למיזמים בתחום השבת פסולת שאריתית. מקור : אתר המשרד להגנת הסביבה (2024).

סקירה היסטורית זו, מלמדת על שינויים במדיניות המשרד להגנת הסביבה לאורך השנים. בשנים האחרונות חלה עלייה משמעותית במודעות לנושא, והוקצו משאבים רבים יותר לפיתוח פתרונות חדשניים ויעילים. תהליך זה כלל, בין היתר, הסדרה מחמירה של אתרי ההטמנה, אימוץ גישה פרואקטיבית לתכנון הטיפול בפסולת תוך התייחסות לטווח הארוך, והתאמה לדירקטיבות אירופיות מחמירות. בנוסף, נבחנים כיום באופן מעמיק פוטנציאל השבת האנרגיה מפסולת כמרכיב מרכזי באסטרטגיה כוללת לקיימות אנרגטית וסביבתית.

2.4.5 יתרונות של מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת בישראל

הטיפול בפסולת בישראל מהווה אתגר סביבתי וכלכלי משמעותי. עם הגידול באוכלוסייה ובהיקף הצריכה, כמות הפסולת המיוצרת עולה באופן מתמיד. מתקני השבת אנרגיה מפסולת (WTE) מציעים פתרון חדשני ויעיל לטיפול בפסולת, המשלב בין צמצום נפח הפסולת להפקת אנרגיה חשמלית וחום. טכנולוגיות אלו טומנות בחובן פוטנציאל רב לשיפור איכות הסביבה, לחיזוק הביטחון האנרגטי ולעידוד צמיחה כלכלית. בפרק זה נסקור את היתרונות המרכזיים של מתקני WTE בישראל, תוך התמקדות בהיבטים הכלכליים, הסביבתיים והחברתיים:

היבטים כלכליים:

- מתקני WTE מאפשרים צמצום משמעותי בעלויות הטיפול בפסולת, הכוללות איסוף, שינוע והטמנה. צמצום זה נובע הן מהקטנת נפח הפסולת והן מהכנסות הנובעות ממכירת האנרגיה המופקת (אילון וחוב, 2020).
- מיקום מתקן השבה בסמוך למקום היווצרות הפסולת בערים ובאזורי התעשייה מאפשר חיסכון משמעותי בעלויות שינוע הפסולת (רביב, 2018).
- מכירת האנרגיה החשמלית והחום המופקים ממתקני WTE מהווה מקור הכנסה משמעותי לרשויות המקומיות, המסייע במימון שירותים ציבוריים נוספים (Mashrur et al., 2024).
- אפר התוצר משריפת הפסולת יכול לשמש כחומר גלם בתעשיות שונות, כגון ייצור בטון ובנייה (לביא וחוב, 2024). בנוסף ניתן להשתמש במתכות שנשארות בתהליך כחומר גלם לתעשייה (רביב, 2018).
- הקמת מתקני WTE יוצרת מקומות עבודה חדשים בתחומי ההנדסה, התפעול והתחזוקה, ומעודדת התפתחות תעשייתית מקומית (Mashrur et al., 2024).
- ככל שהמתקן גדול יותר, כך עולות יעילותו ועוצמת האנרגיה המופקת, ומנגד יורדות עלויות ההקמה ליחידת פסולת מטופלת (ענבר וחוב, 2020).

היבטים סביבתיים:

- מתקני WTE מצמצמים את נפח הפסולת המוטמנת בכ-90%-70%, ובכך משמרים את משאבי הקרקע ומפחיתים את הסיכון לזיהום מי תהום ואדמה (לביא וחוב, 2024).
- שריפת פסולת במתקני WTE מודרניים מלווה בפליטות נמוכות יחסית של גזי חממה בהשוואה להטמנה, ותורמת להפחתת ההשפעה על שינויי האקלים (לביא וחוב, 2024).
- הפחתה משמעותית בפליטות מזהמים לאוויר כתוצאה משינוע פסולת במכוניות אשפה. (לביא וחוב, 2024)
- מתקני השבה ביחס למטמנות תופסים שטח קטן בהרבה (רביב, 2018).

היבטים חברתיים:

- הטיפול בפסולת המיוצרת ברשות המקומית תורם לצמצום תופעת ה-NIMBY ומגביר את השקיפות וההשתתפות הציבורית בתהליכי קבלת ההחלטות (דסקל, 2018, ענבר וחובי, 2020).
- מתקני WTE תורמים לעצמאות אנרגטית ומפחיתים את התלות בדלקים מאובנים (ענבר וחובי, 2020).
- תרומה לכלכלה על ידי הוספת משרות "ירוקות" וכוח אדם מוכשר כגון מהנדסים ואנשים בעלי התמחות טכנולוגית (רביב, 2018).

מתקני טיפול תרמי בפסולת הם פתרון נחוץ ומתאים לבעיית הטיפול בפסולת בישראל. נכונות הציבור לקבל את המתקנים חשובה להקמתם ותפעולם, אך לא ברורה מהי עמדת הציבור בישראל, שטרם הוקמו בה מתקנים. מחקר זה אמור להשלים את הידע החסר.

2.4.6 חסמים ואתגרים להצבת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת בישראל

הקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת (WTE) בישראל מהווה פתרון פוטנציאלי לבעיית ההטמנה הגוברת ולצורך בהפקת אנרגיה נקייה. עם זאת, יישום טכנולוגיות אלו כרוך במספר אתגרים משמעותיים, הן ברמה הטכנית והן ברמה המדינית והחברתית. אתגרים אלו נובעים מגורמים שונים, כגון מאפייני הפסולת המקומית, החקיקה הסביבתית, התנגדות ציבורית והיעדר תכנון אסטרטגי ארוך טווח (ענבר וחובי, 2024). בפרק זה נסקור את החסמים והאתגרים העיקריים העומדים בפני הקמת מתקני WTE בישראל, תוך התמקדות בהיבטים הכלכליים, הסביבתיים והחברתיים:

היבטים כלכליים

- הקמת ותפעול של מתקני WTE כרוכים בהשקעות כספיות משמעותיות, הן בשלב התכנון והבנייה והן בשלב התפעול השוטף. (רביב, 2018).
- הכדאיות הכלכלית של מתקני WTE תלויה בכמות הפסולת המתקבלת ובאיכותה. שינויים בהרכב הפסולת או ירידה בכמותה עלולים לפגוע ברווחיות המתקן (רביב, 2018).
- כדי להבטיח יעילות אנרגטית גבוהה, נדרשת הפרדה מוקדמת של הפסולת, לרבות הפרדת חומר אורגני, אשר מעלה את עלויות הטיפול בפסולת (רביב, 2018).
- יש צורך לספק באופן קבוע פסולת למתקן ההשבה בעל ערך קלורי של 6-7 MJ/Kg (בישראל הערך הקלורי של הפסולת מתאים לכך) (רביב, 2018).

היבטים סביבתיים

- תהליך השריפה במתקני WTE עלול לגרום לפליטת מזהמים לאוויר, כגון תחמוצות חנקן וגופרית, וחלקיקים עדינים. האפר שנוצר בתהליך השריפה מכיל חומרים מזהמים ודורש טיפול ופינוי בטוחים. בנוסף, קיים חשש מהשפעה שלילית על בריאות האדם בצורת מחלות כגון סרטן ובעיות נשימה, עקב הפליטות שעלולות להיווצר בתהליך השרפה (Subiza-Pérez et al., 2023).
- הקמת מתקני WTE דורשת שטחים נרחבים, אשר עשויים להיתקל בהתנגדות ציבורית (רביב, 2018).

היבטים חברתיים

- תופעת ה NIMBY מהווה אתגר משמעותי להקמת מתקני WTE שכן תושבים רבים מתנגדים להקמתם בסמוך למקום מגוריהם מחשש לפגיעה באיכות החיים ובערך הנכסים (אילון ודסקל, 2020).
- נדרש כוח אדם מיומן לטובת תפעול ותחזוקה של המתקנים (רביב, 2018).
- חוסר יציבות רגולטורית והיעדר מסגרת רגולטורית ברורה מקשים על יזמים להשקיע בהקמת מתקני WTE (אילון ודסקל, 2020).
- קיים חוסר תיאום בין הממשלה, הרשויות המקומיות והציבור, מה שמקשה על קידום פרויקטים בתחום (אילון ודסקל, 2020).
- נדרשת מעורבות רבה והתאגדות של רשויות אזוריות לטובת הקמה ותפעול של המתקנים והבטחת אספקה של הפסולת באופן קבוע למתקנים (רביב, 2018).

הקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת בישראל כרוכה במספר אתגרים משמעותיים, הדורשים התייחסות מקיפה ומולטי-דיסציפלינרית. על מנת להתמודד עם אתגרים אלו, נדרשת גיבוש מדיניות ברורה ויציבה, שיתוף פעולה בין כל הגורמים הרלוונטיים, והשקעה משמעותית במחקר ופיתוח.

2.4.7 יחס הציבור בישראל להקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת

דסקל (2018) טוענת, כי "חסם מרכזי בישראל להקמת מתקנים לקליטה וטיפול בפסולת הוא התנגדויות תושבים (NIMBY) להקמת מתקני WTE, ולשם כך יש לפעול לשיתוף הציבור על ידי הסברה, הנגשת מידע לציבור ומתן תמריצים". היא ממליצה להטיל את האחריות לכך על היזם, או ליישם מודל בשיתוף עם הרשויות המקומיות. בנוסף, נראה כי החסם המרכזי להקמת מתקני WTE היה המשרד להגנת הסביבה שלא אימץ או קידם פתרונות של השבת אנרגיה מפסולת. בשנת 2017 התקבלה החלטת ממשלה בישראל להקמת מתקן להשבת אנרגיה מפסולת בשטחי פארק המחזור שתוכנן לקום במישור אדומים. בעקבות התנגדות תושבי האזור והגשת עתירה לבג"צ, ראש עיריית מעלה אדומים הפסיק את תמיכתו בקידום המתקן. בהמשך, המשרד להגנת הסביבה ביטל את המכרז הקיים עד להשלמת תכנית מפורטת של אסטרטגיה לאפיון מתקני ההשבה הנדרשים ואפיון גאוגרפי בהתאם לצרכים, והחלטת הממשלה בעניין זה בוטלה (המשרד להגנת הסביבה 2021, אתר INFO SPOT 2021).

במסמך אסטרטגיה למשק פסולת בר קיימא 2021-2030 מעבר לכלכלה מעגלית בשנת 2050 מצוין כי "שקיפות במידע ושיתוף עם בעלי העניין", "אסדרת הרישוי, הפיקוח והאכיפה ויצירת תשתיות מידע מתקדמות" ו" הובלת השוק על ידי מתן דוגמא במגזר הציבורי" הם שלוש מתוך עשר אבני יסוד להקמת מפעלי WTE (לסטר וקרני, 2020). רצוי וניתן להפחית את התנגדויות הציבור על ידי פרסומים מפורטים ושקופים על הקמת מפעלי WTE באתרים ממשלתיים. למשל באתר המשרד להגנת הסביבה, ובאתר INFO SPOT – יש תיאור מפורט של המתקן העתיד לקום בנאות חובב כולל הטיפול בנושא זיהום הסביבה ומפגעים.

לסיכום הסקירה הספרותית, מסתמן כי מתקני טיפול תרמי בפסולת הם פתרון נחוץ ומתאים לבעיית הטיפול בפסולת בישראל. נכונות הציבור לקבל את המתקנים חשובה להקמתם ותפעולם, אך לא

ברורה מהי עמדת הציבור בישראל, שטרם הוקמו בה מתקנים כאלו. קיים כיום פתרון טכנולוגי חדש של מתקן קטן עבור בניין או שכונה, אך פתרון זה עדיין לא מיושם וטרם נחקרה עמדת הציבור כלפיו. מחקר זה אמור להשלים את הידע החסר.

3. מטרת המחקר ותרומתו הצפויה

מטרת המחקר היא לבחון את מידת הנכונות של הציבור לקבל הקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת, ולבדוק מהם הגורמים העיקריים המשפיעים על התנגדות הציבור למתקנים.

תרומת המחקר תהיה בהבנה של הגורמים המשפיעים על עמדת הציבור ומידת האפשרות להשפיע על אותם גורמים. מידע זה יוכל לשמש את מקבלי ההחלטות בגופים המקדמים הקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת, ויתרום לניהול יעיל של תהליך שיתוף ציבור, בעת תכנון והקמת המתקנים.

3.1 שאלות המחקר

שאלה ראשית:

מהי מידת הנכונות של הציבור בישראל לקבל הקמת מתקני WTE גדולים ומרכזיים?

האם ישנה נכונות ציבורית לקבל מתקן WTE קטן בבניין או שכונה?

שאלות משניות:

- האם למרחק הצבת מתקן גדול ממקום המגורים יש השפעה על הנכונות?
- מהם הנושאים העיקריים מהם חושש הציבור?
- האם מידת האמון של הציבור בשלטון המקומי והמרכזי משפיעה על עמדתם לגבי המתקנים?
- האם גישה פרו סביבתית משפיעה על רמת הנכונות לקבל הקמת מתקן השבת אנרגיה מפסולת?

3.2 הנחות והשערות המחקר

הנחות:

• כמויות הפסולת בישראל גדלות, ובמצב הנוכחי לא ניתן לטפל בכמויות הצפויות ללא הכנסת טכנולוגיות חדשות.

• מתקני השבת אנרגיה מפסולת הם נדבך חיוני כחלק מהפתרון לבעיית הפסולת בישראל.

השערות (בהתאם לסקר הספרות):

- קיימת נכונות של הציבור לקבל מתקני WTE, כולל מתקנים קטנים.
- ככל שמרחק ההצבה יגדל.
- החששות העיקריים של הציבור עשויים להיות בנושאים הקשורים בבריאות האדם.

- ככל שהאמון במוסדות השלטון המקומי / ארצי גדול יותר הנכונות לקבל את המתקנים תהיה גדולה יותר.
- גישה פרו סביבתית אינה משפיעה על הנכונות לקבל הקמת מתקן השבה.

3.4 שיטת המחקר

המחקר הוא מחקר כמותי, והתבצע באמצעות הפצת שאלון שהופץ דרך רשתות החברתיות וקבוצות וואצאפ, לאוכלוסייה כללית מעל גיל 18. השאלון כלל שלושה חלקים עם שאלות והסברים (מצורף כנספח מס. 1):

חלק א' - נתונים סוציודמוגרפיים ומעורבות סביבתית
 חלק ב' – הסבר על משבר הפסולת ופתרון של השבת אנרגיה מפסולת, כולל הסבר על מתקן השבה גדול ומתקן השבה קטן.
 חלק ג' – שאלות לגבי מידת הנכונות לקבלת מתקן השבת אנרגיה מפסולת גדול / קטן והגורמים המשפיעים על מידת הנכונות.

המחקר מבקש לבדוק האם לנשאלים גישה פרו סביבתית והאם קיים קשר למידת הנכונות לקבלת מתקני WTE. הנשאלים התבקשו לסמן מסכים/לא מסכים לגבי חמישה היגדים הבודקים את עמדתם לגבי נושאים סביבתיים כגון שימוש במוצרי פלסטיק ונקיטת פעולה נגד משבר האקלים, ובודקים את מידת הנכונות לפעול בנושאי סביבה, לדוגמא האם יהיו מוכנים לשנות הרגלים או לקחת חלק בפעילות סביבתית. בארבע מהשאלות התקבלה הסכמה כמעט מלאה עם ההיגדים (פחות -13% לא הסכימו), בשאלה לגבי מוכונות להתנדב בפעילות הקשורות להגנת הסביבה כגון ניקון חופים התקבלו התוצאות: לא מסכים 33%, מסכים 67%, ועל כן נבחרה שאלה זו לייצג עמדה פרו-סביבתית של הנשאלים.

היתרונות בהפצת השאלון דרך רשתות חברתיות קבוצות וואצאפ הם הנוחות והאפשרות להגיע לטווח רחב של נשאלים. החיסרון הוא שהתקבלה אוכלוסייה נדגמת דומה יחסית במאפייניה, וחלק מהאוכלוסיות אינן מקבלות ייצוג במדגם.

4. תוצאות

4.1 אוכלוסייה ומדגם - איפיון

את השאלון מילאו 279 משיבים. מתוכם מרבית המשיבים הינם נשים (56%), יהודיות (93.5%), בעליות השכלה אקדמית של תואר שני ומעלה (42%), בגילאי 46-60 (39%), גרים/ות בבית פרטי (60%) וביישוב כפרי (42%). פירוט התפלגות המשיבים מוצגת בטבלה מס. 4.

טבלה 4 : התפלגות המשיבים לפי משתנים סוציו-דמוגרפיים

%	n	משתנים סוציו-דמוגרפיים	
56.3	157	אישה	מין
43.4	121	גבר	
12.5	35	18-30	גיל
24	67	31-45	
39.4	110	46-60	
24	60	60 ומעלה	
7.2	20	עד 12 שנות לימוד	השכלה
12.9	36	מקצועית	
37.6	105	תואר ראשון	
42.3	118	תואר שני ומעלה	
2.2	6	חייל/ת	עיסוק
6.1	17	סטודנט/ית	
55.2	154	שכירה	
17.6	49	עצמאית	
15.8	44	פנסיונר/ית	
13.3	37	רווק/ה	מצב משפחתי
75.3	210	נשוי/ נשואה	
8.2	23	גרוש / ה	
2.2	6	אלמן/ה	
1	2	אחר	
17.3	48	0	מספר ילדים
7.9	22	1	
24.5	68	2	
34.9	97	3	
10.4	29	4	
5	14	+5	
93.5	261	יהודי/ה	דת ולאום
1.4	4	ערבי/ה	
2.9	8	מוסלמי/ה	
0.4	1	נוצרי/ה	
0.7	2	דרוזי/ה	
0.7	3	אחר	
73.8	206	חילוני	דת ולאום
15.4	43	מסורתי	
10	28	דתי/ת וחרד/ית	
0.8	2	אחר	
42.2	117	כפר / קיבוץ	סביבת מגורים
24.5	68	מועצה מקומית	
33.2	92	עיר	
60.1	137	פרטי	בית מגורים
25	57	משותף עד 10 משפחות	
10.5	24	משותף 10-40 משפחות	
4.4	10	משותף מעל 40 משפחות	

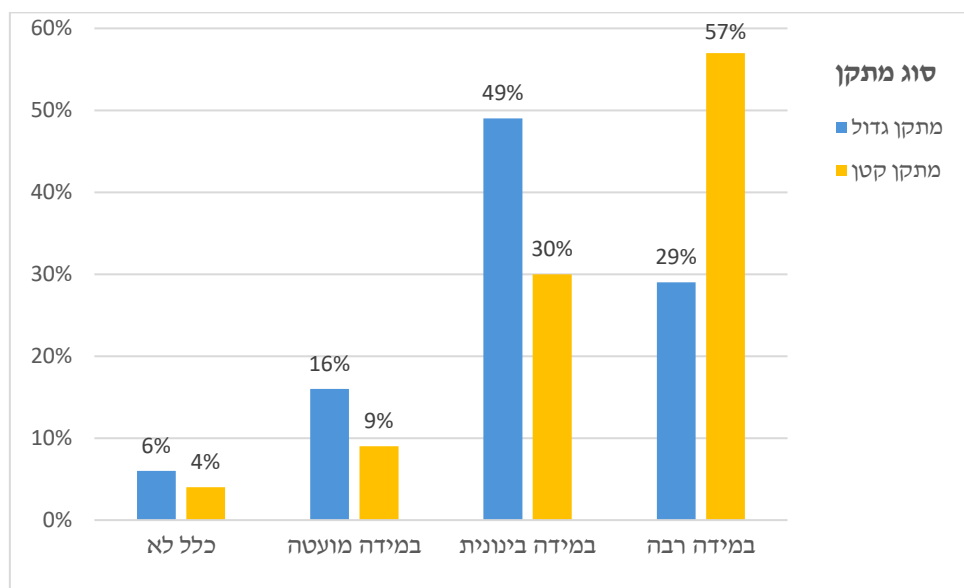
67.1	186	כן	מוכנות להתנדב בפעילות להגנת הסביבה
32.9	91	לא	

4.2 נכונות להקמת מתקני השבת אנרגיה מפסולת

הנשאלים התבקשו לדרג באיזו מידה יהיו מוכנים לכך שמתקן WTE גדול או קטן יוקם בקרבת מקום מגוריהם. לגבי מתקן גדול מרבית הנשאלים (49%) השיבו כי יהיו מוכנים לקבל הקמת המתקן ברמה בינונית (ממוצע 3.00 בסולם מ-1 עד 4). 6.2% השיבו כי לא יהיו מוכנים.

לגבי מתקן קטן, מרבית הנשאלים (57%) השיבו כי יהיו מוכנים לקבלת הקמת המתקן בקרבת מקום מגוריהם במידה רבה (ממוצע 3.41 בסולם מ-1 עד 4). 3.5% השיבו כי לא יהיו מוכנים.

גרף מספר 1 מראה את התפלגות התשובות לגבי מידת הנכונות להקמת מתקן גדול/ קטן :

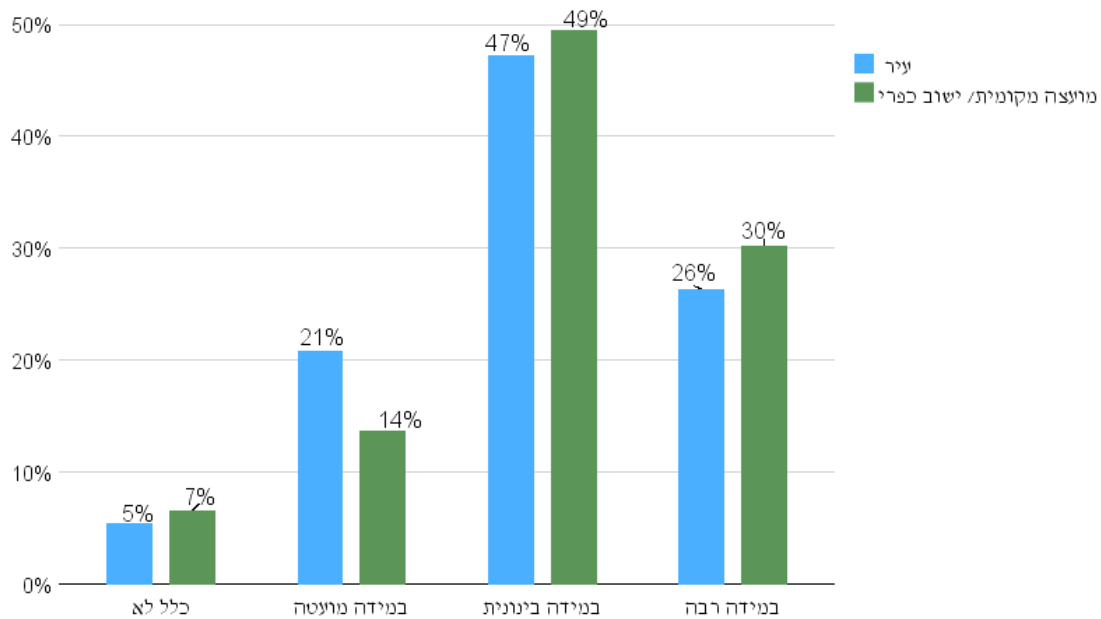


גרף 1: נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE גדול וקטן

4.3 השפעת משתנים סוציו-דמוגרפיים

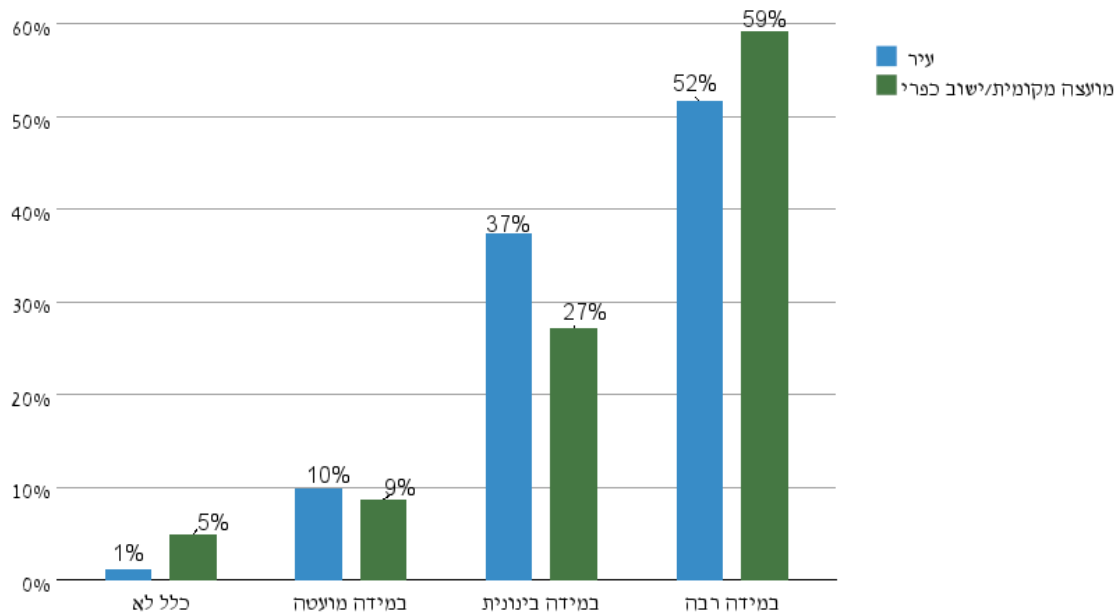
נבדק הקשר בין מידת המוכנות לקבלת מתקן גדול / קטן לבין המדדים הסוציו-דמוגרפיים (מין, גיל, השכלה, דת ולאום, סביבת מגורים, בית מגורים). ערכנו מבחני חי בריבוע למשתנים הבאים: מין, דת ולאום. לא נמצא קשר מובהק בין המשתנים למידת המוכנות לקבלת מתקני WTE (גדול או קטן).

ערכנו מבחני חי בריבוע לבדיקת ההבדלים בין תושבי העיר לתושבים בסביבה כפרית, וכן בין המתגוררים בבית פרטי לבין המשיבים הגרים בבתים משותפים. בשני המקרים לא נמצאו הבדלים מובהקים בין תושבי העיר לתושבי הכפר/ מועצה מקומית במידת הנכונות לקבלת מתקנים גדולים או קטנים. גרפים 2 ו-3 מציגים את מידת הנכונות להקמת מתקן גדול וקטן בקרב תושבי העיר לעומת תושבי מועצה מקומית או ישוב כפרי. התוצאות דומות לתוצאות הנכונות הכללית להקמת מתקני WTE כפי שמופיע בגרף מספר 1.



נכונות להקמת מתקן WTE גדול

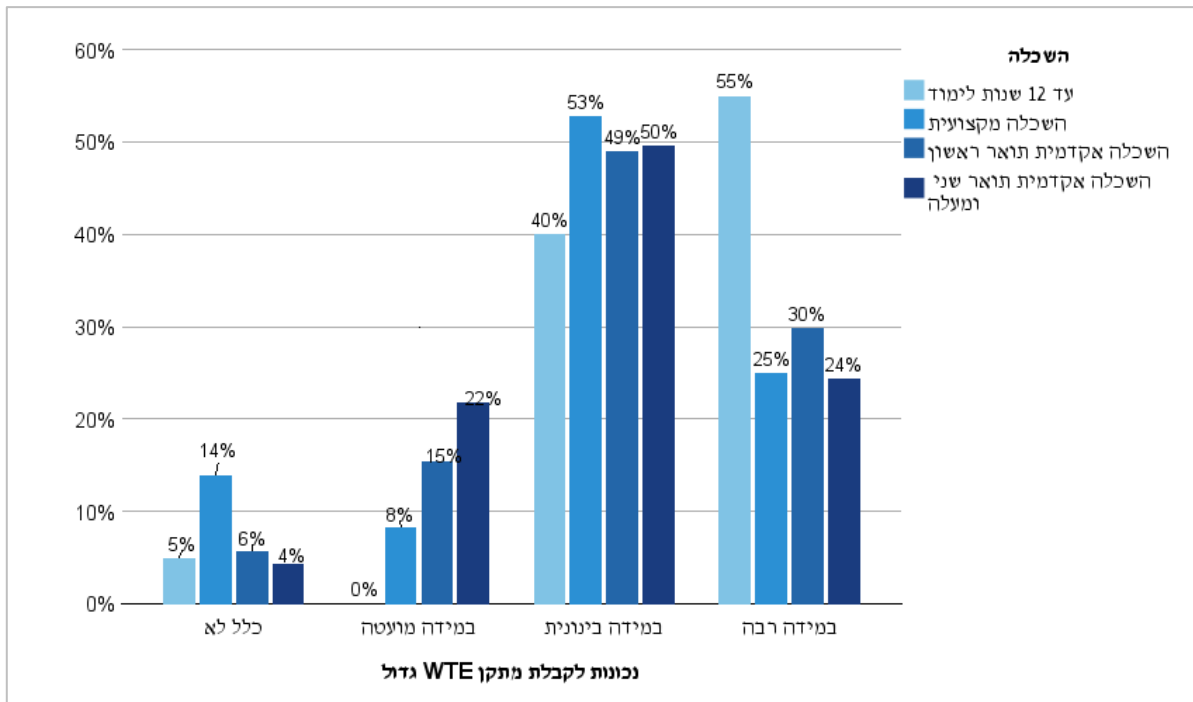
גרף 2: נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE גדול בעיר או בסביבה כפרית



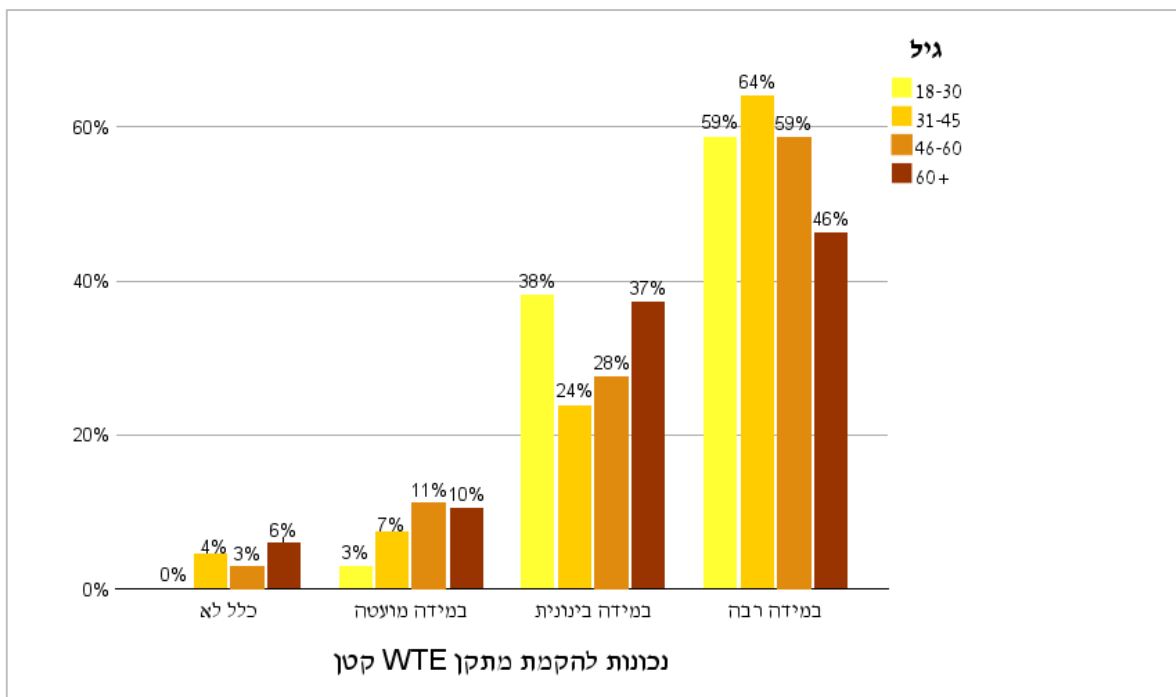
נכונות להקמת מתקן WTE קטן

גרף 3: נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE קטן בעיר או בסביבה כפרית

בבדיקת הקשר בין רמת ההשכלה למידת הנכונות לקבלת מתקן גדול באמצעות מבחן חי בריבוע נמצא קשר מובהק ($\chi^2=17.305, df=9, Pvalue=.044$). בבדיקה באמצעות מבחן ספירמן נמצא קשר שלילי שאינו מובהק ($Correlation\ Coefficient=-.111, Pvalue=.066$). גרף מספר 4 מראה את התוצאות המציגות מידת נכונות גבוהה לקבלת מתקן גדול בקרב בעלי השכלה יסודית.



גרף 4: נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE גדול כתלות ברמת ההשכלה



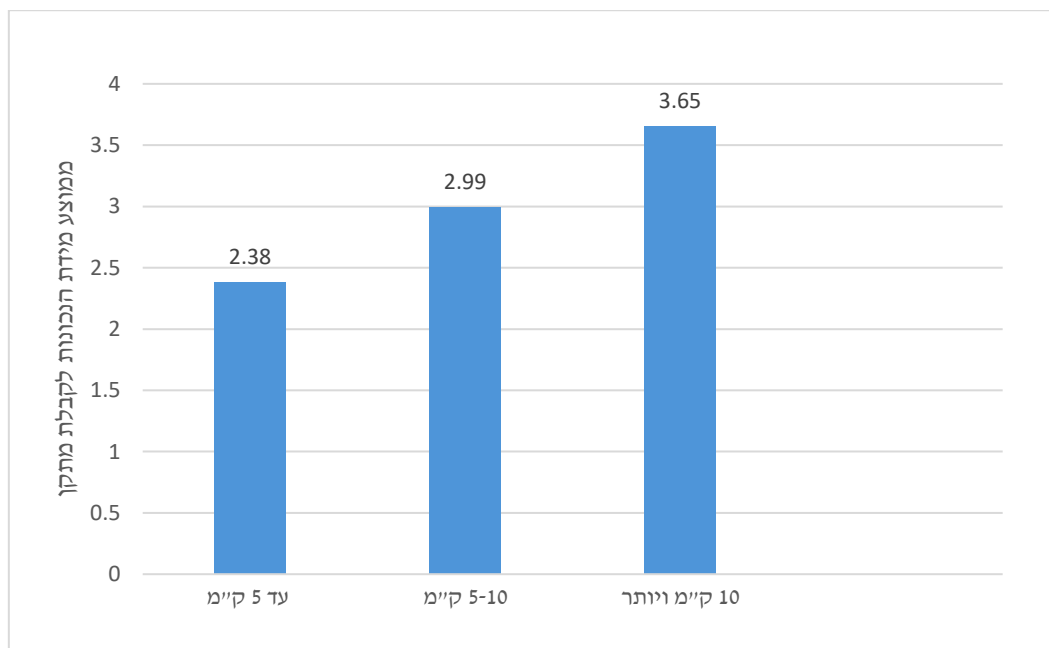
גרף 5: נכונות הנשאלים להקמת מתקן WTE קטן כתלות בגיל

בבדיקת הקשר בין גיל לרמת נכונות לקבלת מתקן קטן באמצעות מבחן ספירמן נמצא קשר מובהק שלילי ($P\text{value}=.043$, $\text{Correlation Coefficient}=-.121$). גרף מס' 5 מציג את התוצאות לפיהן בגילאים הצעירים מידת הנכונות לקבלת מתקן WTE גבוהה לא נמצא קשר בין נכונות לקבלת מתקן WTE גדול לבין גיל המשיבים, כמוצג בגרף 5.

4.4 השפעת מרחק ההצבה ממקום המגורים

הנשאלים התבקשו לדרג את מידת הנכונות שלהם לקבל הקמת מתקן WTE גדול במרחקים שונים ממקום מגוריהם: במרחק של עד 5 ק"מ, 5-10 ק"מ ומעל 10 ק"מ. לגבי מתקנים קטנים לא נבדקה השפעת המרחק, מאחר והם משמשים צרכנים מקומיים, ולכן ממוקמים בסמיכות למקור הפסולת ללא צורך בשינוע.

גרף מספר 6 מציג את ממוצע מידת הנכונות של הנשאלים, העולה ככל שמרחק ההצבה ממקום המגורים גדל, מממוצע של 2.38 עבור מרחק של עד 5 ק"מ ועד לממוצע של 3.6 עבור מרחק של 10 ק"מ ויותר.



גרף 6: נכונות הנשאלים לקבלת מתקן WTE גדול ביחס למרחק ההצבה

בבדיקת הקשר בין התוצאות שהתקבלו עבור מידת המוכנות לקבלת מתקן גדול והמרחק ממקום המגורים, באמצעות מבחן ספירמן, התגלה קשר מובהק חיובי ($Pvalue < .001$). התוצאות מראות כי ככל שמרחק ההצבה ממקום המגורים גדל, מידת הנכונות של הציבור לקבלת הקמת מתקן WTE גדול עולה.

בבדיקת הקשר בין המרחק ממקום המגורים לבין המדדים הסוציו-דמוגרפיים לא נמצא אף קשר מובהק.

4.5 השפעת חששות הציבור מהקמת מתקני WTE - ניתוח גורמים

בנושא חששות הציבור לגבי הקמת מתקן גדול ערכנו ניתוח גורמים באמצעות מבחן רגרסיה מרובה. נמצא כי גורמי החששות מסבירים כ-17% מהשונות במידת הנכונות לקבלת מתקן WTE גדול וכ-18% מהשונות במידת הנכונות לקבלת מתקן קטן. טבלה מס' 5 מציגה את תוצאות הניתוח

מתקן WTE קטן	מתקן WTE גדול	
.458	.91	מפגעי ריח
.148	.612	מפגעי רעש
.281	.872	זיהום אוויר
-	.872	זיהום מים וקרקע
.742	.049	סיכון מוגבר למחלות הקשורות למערכת הנשימה, מערכת הרבייה, סרטן וכיוב'
	.014	פגיעה בחי ובצומח
.022	.456	פגיעה במראה המקום
.018	.007	פגיעה בערכי נדל"ן
-	.611	חשש מהשפעת תנועת משאיות פינוי הפסולת. (תאונות, עומסי תנועה, זיהום אוויר וכיוב')
.624	.014	סיכונים בטיחותיים הנובעים משליטה ובקרה (פיצוצים, תאונות וכיוב')
.830	.499	מתח חברתי ומחלוקות בין תושבים סביב הקמת ותפעול המתקן
.965	.844	חוסר שקיפות של הרשויות המוסדות המעורבים באישור ופיקוח על המתקן
.177	.168	R²

נמצאו ארבעה גורמים (חששות) אשר הם באופן מובהק בעלי תרומה ייחודית לניבוי רמת ההסכמה לקבלת מתקן WTE גדול: סיכון מוגבר למחלות, פגיעה בחי ובצומח, פגיעה בערכי נדל"ן וסיכונים בטיחותיים הנובעים משליטה ובקרה. בבדיקה פרטנית באמצעות מבחן ספירמן נמצא קשר שלילי מובהק בין נכונות לקבלת מתקן גדול לבין חשש מריחות (Pvalue<.001, Correlation Coefficient=-).244, אך קשר זה לא הצליח להיות מנבא מובהק. למתקן WTE קטן נמצאו שני גורמים עם קשר מובהק: פגיעה במראה המקום ופגיעה בערכי נדל"ן. נבחן הקשר בין מדדים סוציו-דמוגרפיים של מין, גיל והשכלה לחששות העיקריים של הנשאלים באמצעות מבחן ספירמן.

נמצא קשר שלילי מובהק בין גיל הנשאלים לבין חשש מסיכון מוגבר למחלות
 Correlation Coefficient=-.245), ובין גיל לבין חשש מזיהום אויר (Pvalue <0.001,
 Coefficient=-.189). (Pvalue =0.02

4.6 גישה פרו-סביבתית

בבדיקת באמצעות מבחן חי בריבוע של הקשר בין גישה פרו-סביבתית לבין מוכנות לקבלת מתקן גדול
 או קטן לא נמצא קשר מובהק.

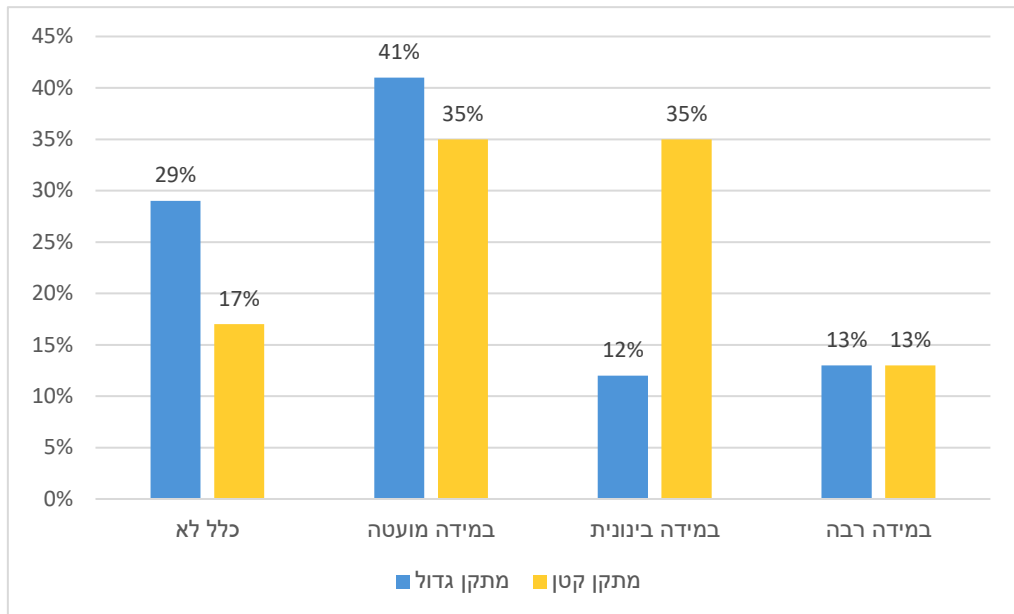
4.7 גורמים נוספים העשויים להשפיע על הנכונות לקבלת הקמת מקני WTE

המחקר בודק השפעתם של נושאים נוספים על מידת הנכונות לקבלת הקמת מתקני WTE.
 לבדיקת מידת השפעתם ערכנו מבחני ספירמן, התוצאות מוצגות בטבלה מס' 6.

טבלה 6 : גורמים נוספים העשויים להשפיע על עמדת הציבור

נכונות למתקן קטן		נכונות למתקן גדול		
Sig. (2-tailed)	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)	Correlation Coefficient	
.193	-.081	.012	.154	אמון בגורמי שלטון מקומי / ארצי
-	-	>0.001	.267	שילוב פעילות ציבורית ופנאי
>0.001	.417	>0.001	.359	חיזוק חוסן ועצמאות אנרגטית
>0.001	.311	>0.001	.319	תועלת כלכלית ביצירת אנרגיה ומקומות תעסוקה
>0.001	.515	>0.001	.217	פתרון לצמצום הטמנה והשלכה בשטח הפתוח

בבדיקת הקשר בין מידת האמון בגורמי שלטון ומידת הנכונות לקבלת מתקן גדול התגלה קשר מובהק,
 המצביע על כך שככל שמידת האמון בשלטון גדלה, גדלה גם רמת הנכונות להקמת מתקן גדול. בבדיקת
 הקשר עבור מתקן קטן לא נמצא קשר מובהק.
 לגבי אמון הנשאלים בגורמי השלטון המקומי והארצי בנושא הקמה ותפעול המתקן, מרבית המשיבים
 ענו כי הם סומכים על השלטון במידה מועטה או כלל לא. הממוצע שהתקבל עבור מתקן גדול-2.34,
 ממוצע עבור מתקן קטן – 2.44. גרף מספר 7 מציג את התוצאות.

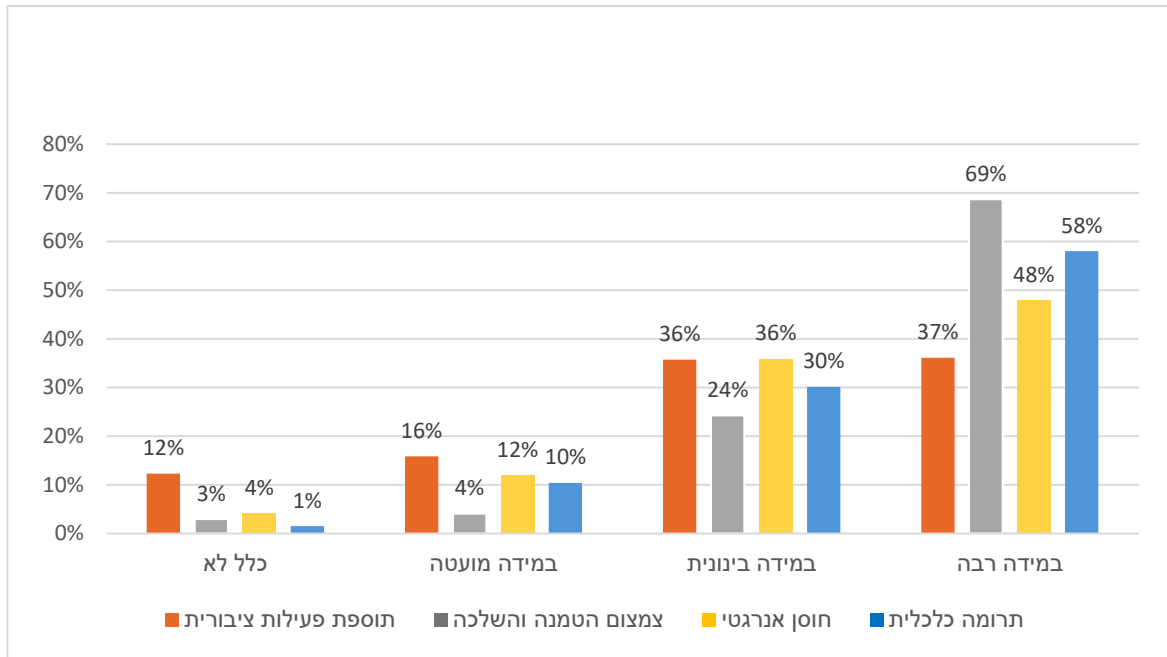


גרף 7: השפעת מידת האמון בגורמי שלטון מקומי | ארצי בנושא הקמה ותפעול של מתקן WTE

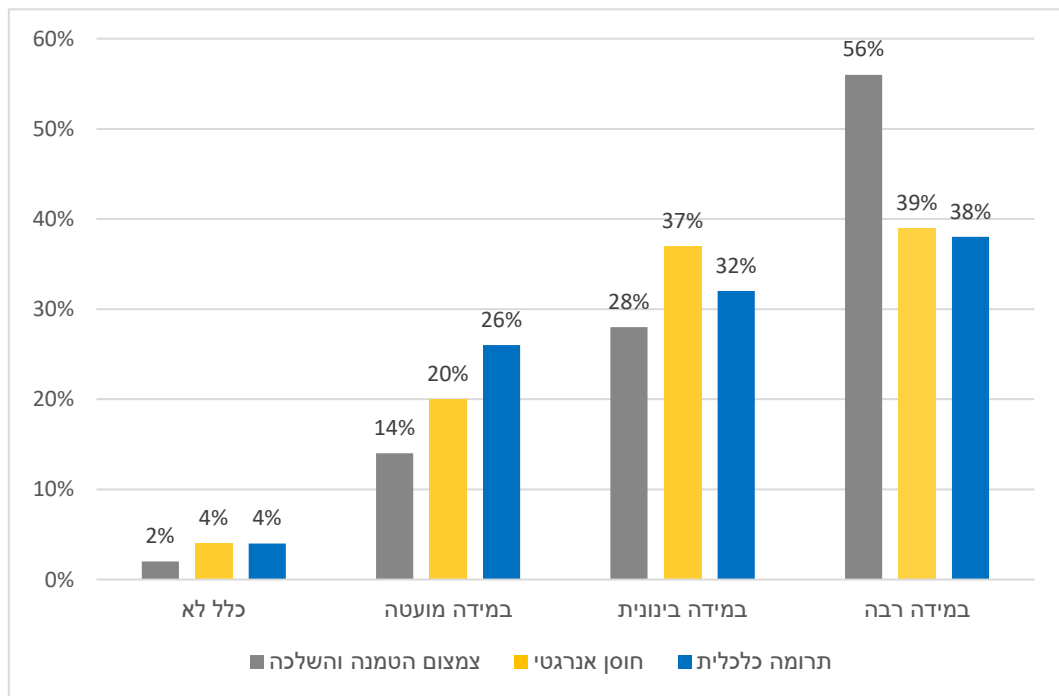
בהתאם לתוצאות שהתקבלו ומוצגות בטבלה מספר 6, לנושאים הנוספים של תרומה כלכלית, צמצום הטמנה והשלכה, ותרומה לחוסן אנרגטי קשר מובהק חיובי למידת הנכונות של המשיבים לקבל הקמת מתקני WTE גדולים וקטנים. גרפים 8 ו-9 מראים כי מרבית המשיבים רואים במתקנים הגדולים והקטנים פתרון לצמצום הטמנה ומניעת השלכת פסולת בשטחים פתוחים (69% למתקן גדול ו-56% למתקן קטן). מרבית המשיבים (58%) רואים בהקמת מתקן גדול תרומה כלכלית לתעשייה ביצירת מקורות אנרגיה ושימוש חוזר באנרגיה.

נשאל האם שילוב מתחמי פעילויות ציבוריות ופנאי במתקן ההשבה (כדוגמת מתקן CoppenHill בקופנהגן) ישפיעו על הנכונות להקמת מתקן גדול, ומרבית המשיבים ענו כי במידה רבה (37%) או במידה בינונית (36%).

רוב הנשאלים מאמינים כי מתקני WTE יתרמו לחיזוק החוסן והעצמאות האנרגטית ויועילו בהיבט הכלכלי ביצירת אנרגיה ומקומות עבודה. כמו כן המשיבים רואים במתקנים במידה רבה פתרון לצמצום הטמנת פסולת וזריקת פסולת בשטחים פתוחים.



גרף 8: עמדת הציבור בנושאים שונים הקשורים למתקן WTE גדול



גרף 9: עמדת הנשאלים לגבי נושאים שונים הקשורים במתקן WTE קטן

4.8 ניתוח איכותני

השאלון כלל שאלה פתוחה שבה התבקשו הנשאלים לפרט היבטים נוספים המטרידים או מחזקים את דעתם בנושא הצבת מתקני WTE ומתקנים קטנים כפי שהוצג בחלק הראשון : לחלק זה הגיבו 57 נסקרים.

הנושאים שעלו בתשובות :

- חוסר אמון ביכולת הרשויות לתפעל את המתקנים ובתשתיות – עלה ב- 8 מהתשובות
- השתלטות של גורמים פליליים על המתקנים - עלה ב-4 מהתשובות
- חשש מפליטת גזים וזיהום אויר
- חוסר במידע לגבי המתקן הקטן
- חוסר שקיפות
- רמת מוכנות למקרי קיצון שואפת לאפס
- רמה נמוכה של אכיפה
- חוסר משמעת של הציבור
- חסם פסיכולוגי

בנוסף, עלו בקשות להשלמת מידע בנושאים הבאים :

- אילו הטבות יקבל תושב שישתמש במתקן
- מה עלות המתקנים, תקציב להקמתם, אחראיות לטיפול, האם ישפיע על מחירי השמל, מה משך זמן ההקמה ושנות פעילות צפויות למתקן
- פירוט לגבי המפגעים – רעש ריח זיהום אויר וכו'
- סרטון תדמית שימחיש כיצד נראה המתקן והיכן יוצב.

4.9 הצעות שהועלו:

- להפקיד את הניהול בידי תאגיד מסחרי הנתון לפיקוח ואכיפה קפדניים של הרשויות.
- לפעול במקביל להקטנת הצריכה ולעודד את האוכלוסייה למחזר.
- להקים מתקן גדול עדיף כי פחות מזהם - הזיהום ממוקד באזור אחד, לעומת הרבה תחנות קטנות הפורסות את הזיהום ודורשות צוות גדול יותר לתחזוקה .

לסיכום, בתשובות הנשאלים עולה פעמים רבות חוסר האמון ביכולת הרשויות לתפעל את המתקנים, לאכוף ולהתנהל בשקיפות ולמנוע השתלטות גורמים פליליים. כמו כן, עולה הצורך לקבל מידע מפורט ומקיף יותר לגבי ההשפעות האפשריות של המתקנים.

פתרון משבר הפסולת בו נמצאת מדינת ישראל כרוך בהקמה של מתקני השבת אנרגיה מפסולת WTE, בהם נעשה שימוש ברחבי העולם מזה עשרות שנים. התנגדות ציבורית למתקנים אלו מהווה חסם משמעותי להקמתם ותפעולם. הבנת עמדת הציבור כלפי המתקנים, וברור הנושאים המטרידים או מחזקים את הציבור בהקשר של הקמת המתקנים, יכולה לסייע בקידום הקמת מתקני WTE תוך הסכמה ציבורית, וכך להתמודד עם חסם זה.

מחקר זה בוחן את נכונות הציבור לקבל הקמת מתקני WTE נבדקה גם עמדת הציבור כלפי מתקן קטן בטכנולוגיה מתפתחת, המיועד לבניין בודד או שכונה, במטרה לבחון האם יש למתקן קטן יתרון מבחינת עמדת הציבור להקמתו.

השערת המחקר הראשונה היא כי קיימת נכונות בקרב הציבור בישראל להקמת מתקנים גדולים וקטנים. שיערנו לאור הידע הקיים של המשתתפים בסקר וההסבר בשאלון לגבי חומרת משבר הפסולת והיתרונות שבהקמת מתקני WTE, תתקבל עמדה חיובית כלפי הקמת המתקנים בישראל. התוצאות מאששות השערה זו, ונמצא כי עמדת הציבור היא חיובית בעיקרה, וישנה נכונות במידה בינונית (ממוצע 3 מתוך 4) להקמת מתקנים גדולים, ונכונות במידה רבה (ממוצע 3.4 מתוך 4) להקמת מתקנים קטנים. הספרות המחקרית מציגה תמונת מצב מורכבת כאשר לרוב נבחנת עמדת הציבור כלפי מתקנים קיימים ופועלים באירופה או אסיה. מצב זה שונה מהמצב בישראל, בו הציבור טרם נחשף למציאות בה קיימים מתקני WTE, ועל כן הניסיון והידע של הציבור הישראלי בנושא הם מועטים.

החסרונות והיתרונות עבור הציבור הישראלי להקמת מתקני WTE בישראל עשויים להיות שונים מאלו של הציבור האירופאי. באירופה אספקת חימום זול לבתים על ידי השבת אנרגיה מפסולת מהווה יתרון שאינו משמעותי באקלים של ישראל. בישראל זמינות נמוכה של שטחים שיכולים לשמש פתרון לטיפול בפסולת, וחוסר יציבות רגולטורית הקיימת בארץ, עשויים להיות גורמים משפיעים. מתקן WTE קטן הנסקר במחקר, נמצא בשלבי פיתוח וטרם מיושם בארץ או בעולם. לא נמצאו מחקרים קודמים בנושא, וזהו להבנתנו מחקר ייחודי בנושא זה, המציג עמדה חיובית של הציבור לשילובו בסביבת המגורים הקרובה.

ההשערה השנייה בחנה את מידת הנכונות לקבלת המתקנים ביחס למרחק ההצבה שלהם ממקום המגורים. התוצאות אוששו את ההשערה, ומראות כי מידת הנכונות לקבל מתקן השבה גדול גדלה ככל שגדל מרחק הצבתו ממקום המגורים. לפי הספרות המחקרית, הקשר בין המרחק למידת ההתנגדות אינו חד משמעי. נציין שוב כי בשונה ממקומות אחרים בעולם, בישראל עדיין לא הוקמו מתקני WTE, כשבמרבית המחקרים שנסקרו מתייחסים לעמדת הציבור כלפי מתקן WTE קיים.

ההשערה השלישית עוסקת בחששות הציבור, והאם נושאים הקשורים לבריאות האדם הם המשפיעים ביותר על מידת הנכונות לקבל מתקני WTE, כפי שמשקף בסקירת הספרות. תוצאות המחקר מראות כי אכן קיים קשר מובהק בין מידת הנכונות לקבלת מתקן WTE גדול לבין חשש מפגיעה בריאותית, אך ישנם חששות נוספים ואף משמעותיים יותר מבחינת הציבור: ירידת ערך נדל"ן, סיכונים בטיחותיים, ריחות ופגיעה בחי ובצומח. לגבי מתקני WTE קטנים נמצא כי החששות המשפיעים על עמדת הציבור הם ירידת ערך הנדל"ן, ופגיעה במראה המקום.

נושא נוסף שנבדק, ונמצא משמעותי בסקירת הספרות, הוא מידת האמון של הציבור בגורמי השלטון המקומי או המרכזי/ ארצי. ההשערה בנושא זה אוששה כאשר ממצאי המחקר, הן הכמותי והן האיכותני, מראים כי קשר מובהק, וככל שמידת האמון של הציבור בשלטון גבוהה, כך גם יגדל האמון של

הציבור במתקני WTE גדולים או קטנים. לגבי גישה פרו סביבתית של הציבור, נמצא כי אינה משפיעה על מידת הנכונות למתקני WTE, ותוצאה זו תומכת בממצאי סקר הספרות.

בנוסף, המחקר בוחן האם הציבור מושפע מהצגת היתרונות העיקריים של מתקני WTE: צמצום הטמנה והשלכת פסולת בשטחים פתוחים, חוסן אנרגטי, שימוש חוזר באנרגיה, יצירת מקומות עבודה, ואפשרות לכלול שימושים ציבוריים במתקן. נמצא כי ככל שגדלה האמונה ביתרונות שהוצגו לשימוש במתקני WTE כך גם גדלה הנכונות לקבלת המתקנים הגדולים והקטנים. למדדים סוציודמוגרפיים נמצאה השפעה מצומצמת על הנכונות להקמת המתקנים. נמצא כי השכלה גבוהה מעלה את רמת ההתנגדות למתקנים הגדולים הנתפסים כפוגעניים יותר, וכי בגילאים הצעירים יש נכונות רבה יותר לקבל מתקני WTE קטנים.

6. סיכום ומסקנות

ממצאי המחקר מצביעים על נכונות ציבורית בינונית עד גבוהה להקמת מתקני WTE, כאשר מתקנים קטנים זוכים להיענות חיובית יותר. נמצא, כי הגורמים המשפיעים ביותר על עמדת הציבור הם המרחק הפיזי מהמתקן, רמת האמון בממשל המקומי או הארצי, וחששות בנושא בטיחות, בריאות, סביבה וערכי נדל"ן. האמון בממשל עולה כגורם מרכזי, במיוחד בהקשר למתקנים גדולים, ומשקף את החשש מחוסר שקיפות, ניהול לקוי ואכיפה בלתי מספקת. לעומת זאת, מתקנים קטנים נתפסים כבעלי פוטנציאל נמוך יותר לסיכונים סביבתיים, בריאותיים ובטיחותיים ומקושרים פחות לאמון בממשל. בקרב צעירים התגלתה נכונות גבוהה יותר לקבלת מתקנים קטנים, דבר שניתן לייחס לפתיחותם לחידושים טכנולוגיים. הקשר בין מודעות הציבור לתועלות הכלכליות והסביבתיות של מתקני WTE לבין נכונותם לקבלתם מדגיש את החשיבות של הסברה ציבורית מקיפה. יתרה מכך, רמת ההשכלה משפיעה על רמת המודעות והחשש, ועל כן הצורך לספק מידע מדויק ומקיף יותר עבור בעלי השכלה גבוהה. המחקר מצביע על פוטנציאל להקמת מתקני WTE בישראל, אך מדגיש את הצורך במדיניות שקופה, במעורבות ציבורית ובמתן מידע אמין ומקיף. בנוסף, יש לחקור לעומק את ההשפעה של הסברה ציבורית על עמדות הציבור כלפי טכנולוגיה זו.

7. המלצות

לאור הנכונות הציבורית להקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת, מומלץ לקדם במקביל פיתוח ויישום של מתקנים קטנים וגדולים. מתקנים קטנים יכולים לתת מענה לצרכים שונים כגון יישובים מרוחקים ובמקרים של בינוי מתוכנן בו ניתן לשלב את המתקנים, ויכולים לספק פתרון מהיר יותר, עד להשלמת התהליכים הנדרשים להקמת מתקנים גדולים. כדי לקדם את קבלת המתקנים, יש להשקיע בשיתוף פעולה עם הציבור, תוך מתן מידע שקוף ומקיף אודות הטכנולוגיות, היתרונות והסיכונים הכרוכים בהקמתם. חשוב להדגיש את החשיבות של מתקני ההשבה בהתמודדות עם משבר הפסולת, תוך התייחסות לחששות הציבור באופן ישיר וענייני. מומלץ להתמקד במתן מידע מותאם לאוכלוסיות שונות, לרבות קבוצות משכילות ובוגרות, תוך הדגשת היתרונות הסביבתיים והכלכליים של מתקני ההשבה, במיוחד אלה הקשורים למתקנים קטנים.

מגבלות המחקר: אוכלוסיית המדגם חסרה נציגות של חלק מהמגזרים, ולכן האפשרות להכליל את הממצאים על כלל האוכלוסייה היא מוגבלת. בנוסף, ניתן הסבר תמציתי בגוף השאלון, אך בנושא מורכב

זה נדרש לספק מידע מפורט יותר, ורצוי לשקול שימוש בהסברה פרונטלית או סרטונים. כדי להתגבר על מגבלות אלו, מומלץ לבצע מחקרים עתידיים שיתבססו על מדגמים מייצגים יותר ולשלב הסברה מקיפה.

הצעות למחקרי המשך: כדי להרחיב את ההבנה בנושא, מוצע לבצע מחקרים נוספים שיתמקדו

באוכלוסיות שלא קיבלו ייצוג מספק במחקר זה, כגון המגזרים הערבי הדתי והחרדי, ותושבי ערים גדולות. בנוסף, יהיה מעניין לבחון את הקשר בין חומרת בעיית הפסולת ברשות המקומית לבין נכונות התושבים לקבל פתרונות. כדי להעריך את השפעת ההסברה על עמדות הציבור, מומלץ לערוך מחקרים השוואתיים שיבחנו את השפעת סוגים שונים של הסברה, כגון הסברים כתובים, הסברים פרונטליים ומפגשי שיתוף ציבור. מוצע לבחון אילו גורמים המשפיעים על עמדת הציבור הם בעלי משקל רב יותר- האם החששות או הבנת היתרונות והתועלות, על מנת למקד את אופן ההסברה ושיתוף הציבור בהצגת הנושא לתושבים.

8. ביבליוגרפיה

- אילון א. ודסקל ש. (2023). רטרוספקטיבה על המדיניות הלאומית לטיפול בפסולת עירונית מוצקה בשנים 2007-2022
- אילון א. ודסקל ש. (2020). הטיפול בפסולת עירונית מוצקה בישראל: חסמים, הסרתם ומאיצי דרך. *אקולוגיה וסביבה* כרך 11 (4) 6-12
- בוטל המכרז להקמת מתקן ההשבה "השומרוני הטוב". (2021, 2 ביוני). אתר infospot
https://infospot.co.il/n/Energy_recovery_facility_from_waste
- דו"ח מבקר המדינה מאי 2022. (2022, 10 במאי). אתר משרד מבקר המדינה ונציבות תלונות הציבור
<https://www.mevaker.gov.il/sites/DigitalLibrary/Pages/Publications/868.aspx>
- דסקל ש. (2018). ניתוח והערכת השפעות הרגולציה על שוק הפסולת העירונית המוצקה בישראל
- ינאי מ. וכחן ת. (2020). *חשבון לווין לפסולת* — מאזן זרמי הפסולת בישראל. *אקולוגיה וסביבה* כרך 11 (4) 19-21
- לביא ז. הרצוג ח. ערמון י. (2023). *השבת פסולת לאנרגיה בישראל מפת דרכים*. Energycom
- לינדמן י. (2014). *הפיכת זבל לזהב*. המשרד להגנת הסביבה (מצגת מתוך הכנס השנתי השביעי לטיפול בפסולת ע"ש דני שטנברג)
- לסטר י. וד"ר קרני א. (2020). *אסטרטגיה למשק פסולת בר קיימא 2030-2021, מעבר לכלכה מעגלית בשנת 2050*. המשרד להגנת הסביבה
- משרד האוצר (2023, 23 בנובמבר). *מתקן השבת אנרגיה מפסולת עירונית - נאות חובב*. אתר משרד האוצר
<https://www.gov.il/he/pages/project-municipal-waste-energy>
- המשרד להגנת הסביבה (2019, 3 באפריל). *נתוני הפסולת בישראל*. אתר המשרד להגנת הסביבה
https://www.gov.il/he/pages/waste_facts_and_figures
- המשרד להגנת הסביבה (2019, 3 באפריל). *טיפול בפסולת מעורבת*. אתר המשרד להגנת הסביבה
https://www.gov.il/he/pages/landfilling_in_israel
- נתניהו ס. (2017). *זוח מצב הסביבה בישראל נתונים ומדדים ומגמות*. המשרד להגנת הסביבה
- ענבר י. לפידות ע. לוי נ. ליבנה ג. דסקל ש. שדה ז. (2020). *לשרוף או לא לשרוף? רב-שיח בנושא פתרון הקצה הראוי לפסולת – המשך הטמנה או הקמת מתקני שרפת פסולת להפקת אנרגיה*. *אקולוגיה וסביבה* כרך 11 (4) 78-85
- פורסם המכרז להקמת מתקן ההשבה הראשון בישראל (2023, 14 במאי). אתר infospot
https://infospot.co.il/n/_Energy_recovery_facility_from_waste
- רביב ת. (2018) *מסמך מדיניות לקידום הקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת עירונית בישראל (Waste to energy)*. המשרד להגנת הסביבה. מוגש לאישור המועצה הארצית לתכנון ולבניה.

[/https://www.zohartech.com](https://www.zohartech.com) ZCT Zohar Cleantech Smart Waste Systems אתר

- Caferra, R., D'Adamo, I., & Morone, P. (2023). Wasting energy or energizing waste? The public acceptance of waste-to-energy technology. *Energy*, *263*, 126123
- Edo, M. (2021). Waste-to-Energy and Social Acceptance: Copenhill Waste-to-Energy plant in Copenhagen. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1761374&dswid=1060>
- Kohl, U., & Andersen, J. (2022). Copenhagen's struggle to become the world's first carbon neutral capital: How corporatist power beats sustainability. *Urban Planning*, *73*, 230-241.
- Mashrur Ahmed M., Nahid Hossan M., Hasan Masud M. (2024). Prospect of waste-to-energy technologies in selected regions of lower and lower-middle-income countries of the world. *Journal of Cleaner Production* *450* 142006
- Zhou, Q., Xu, M., Liu, Y., Cui, C., Xia, B., Ke, Y., & Skitmore, M. (2022). Exploring the effects of spatial distance on public perception of waste-to-energy incineration projects. *Waste Management*, *143*, 168-176.
- Song, J., Nie, R., Yuan, H., & Gao, J. (2023). Does the renovation of waste-to-energy incineration plants attenuate the housing price gradient? Evidence from a quasi-natural experiment in Shenzhen, China. *Energy Economics*, *120*, 106633.
- Subiza-Pérez, M., Zabala, A., Groten, D., Vozmediano, L., Juan, C. S., & Ibarluzea, J. (2023). Waste-to-energy risk perception typology: health, politics and environmental impacts. *Journal of risk research*, *24*(10), 1101-1118.
- European Commission (2017). Communication from the commission European Parliament, the council, the European Economic and Social committee, and the Committee of the regions. The role of waste-to-energy in the circular economy
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A52017DC0034>



אוניברסיטת חיפה
UNIVERSITY OF HAIFA
جامعة حيفا

שאלון זה נערך כחלק ממחקר, במסגרת לימודי תואר שני בחוג לניהול משאבי טבע וסביבה באוניברסיטת חיפה.

המחקר בודק את נכונות הציבור בישראל להקמת מתקנים להשבת אנרגיה מפסולת במרחב הציבורי.

בשאלון שלהלן אנו מבקשות לדעת את דעתך ביחס למספר נושאים בתחום מחקר זה.

נדגיש שהשאלון הוא אנונימי לחלוטין ופרסום הממצאים לא יכלול את זהות המשתתפים. התשובות שתסמן/י יגיעו ישירות לחוקרות.

הזמן המוערך למילוי השאלון הוא כ-5 דקות. באפשרותך להפסיק את השתתפותך במילוי השאלון בכל שלב אם זהו רצונך, אך אנו מבקשות ממך לעשות מאמץ ולהשיב על השאלון במלואו, בכדי שנוכל לקבל תמונה שלמה ורחבה המשקפת את נטיות הציבור בעניין זה.

בבקשה ענה/י על השאלון בכנות. אין תשובות נכונות או לא נכונות – השאלות נוגעות לדעותיך האישיות בלבד.

אנחנו מודות לך מאד על נכונותך להשתתף במחקר חשוב זה.

לפרטים ושאלות ניתן לפנות אלינו במייל: yaelminke@gmail.com

בברכה,

יעל משיח, טליה בקר וזהר אביגד

חלק א' – מאפיינים אישיים:

בבקשה בחר/י את התשובה המייצגת אותך בסדרת השאלות שלהלן:

מין

- זכר
- נקבה
- מעדיפה לא לציין

גיל

- 18-30
- 31-45

- 46-60
- 60+

השכלה

- עד 12 שנות לימוד.
- השכלה מקצועית
- השכלה אקדמאית - תואר ראשון
- השכלה אקדמאית - תואר שני ומעלה

עיסוק

- חייל/ת
- סטודנט/ית
- שכיר/ה
- עצמאית
- פנסיונר/ית
- אחר...

מצב משפחתי

- רווק/ה
- נשוי / נשואה
- גרושה
- אלמן /ה
- אחר...

מספר ילדים

- ללא ילדים
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5+

דת ולאום

- יהודי/ה
- ערבי/ה
- מוסלמי/ת
- נוצרי/ת
- דרוזי/ת
- אחר...

דת ולאום

- חילונית
- דתית
- מסורתית
- אחר...

סביבת מגורים

- גר/ה בכפר / בקיבוץ
- גר/ה במועצה מקומית
- גר/ה בעיר גדולה

במידה ואת/ה גר/ה במועצה מקומית או עיר

- גר/ה בבית פרטי
- גר/ה בבית משותף עד 10 משפחות
- גר/ה בבית משותף 10-40 משפחות
- גר/ה בבית משותף מעל 40 משפחות

מעורבות סביבתית

- לפינך רשימת היגדים בנושא שמירה על הסביבה.
בבקשה ענה/י לגבי כל היגד - מסכים או לא מסכים :
- תחום הקיימות וההגנה על הסביבה הוא היבט שחשוב לי באופן אישי ומהווה חלק ממערכת השיקולים שלי בקבלת החלטות בחיי היום יום.
מסכים לא מסכים
- בכדי להקטין את ההשפעה שלי על הסביבה, אני מוכן לשנות את ההרגלים שלי.
מסכים לא מסכים
- אני מוכן/ה להתנדב בפעילויות הקשורות להגנת הסביבה, במסגרת מקצועית או התנדבותית.
לדוגמה- ניקיון חופים וניקיון שטחים פתוחים.
מסכים לא מסכים
- אני חושב/ת שיש להפחית את השימוש במוצרי פלסטיק חד-פעמיים ולהחליפם במוצרים רב פעמיים או מתכלים.
מסכים לא מסכים
- אני חושב/ת ששינויי האקלים הם בעיה שמאיימת על האנושות והסביבה ויש לנקוט פעולות מיידיות להתמודדות עם הבעיה.
מסכים לא מסכים

חלק ב' - הסבר על פינוי פסולת:

משבר הפסולת בישראל

- ישראל נמצאת במשבר פסולת חמור. מדי שנה מיוצרים בארץ כ-6 מיליון טונות של פסולת.
- היקף הפסולת גדל בשיעור של כ-2% בשנה, בהתאם לצמיחת האוכלוסייה.
- כ-80% מהפסולת בישראל מטופלת בשיטה של הטמנה בקרקע.

כתוצאה מכך, נגרמים נזקים סביבתיים ובריאותיים חמורים כגון: זיהום קרקע ומים, פליטת גזי חממה, מפגעי ריח וניצול יתר של שטחי קרקע. רוב המטמנות ממוקמות הרחק ממרכזי האוכלוסייה, עקב כך נדרש שינוע של הפסולת למרחקים גדולים ובעלויות גבוהות, אשר מגביר את הפגיעה בסביבה.

שטח המטמנות הולך ואוזל, נדרש למצוא פתרונות נוספים לטיפול בפסולת.

טיפול בפסולת במטמנה, מטמנת עברון:



אחד הפתרונות למשבר הוא שרפת הפסולת לייצור אנרגיה (השבת אנרגיה). שיטה זו מקובלת במדינות רבות בעולם, מתקנים בהיקפים שונים פועלים באירופה כבר כ-100 שנה.

הסבר על תהליך השבת אנרגיה מפסולת:

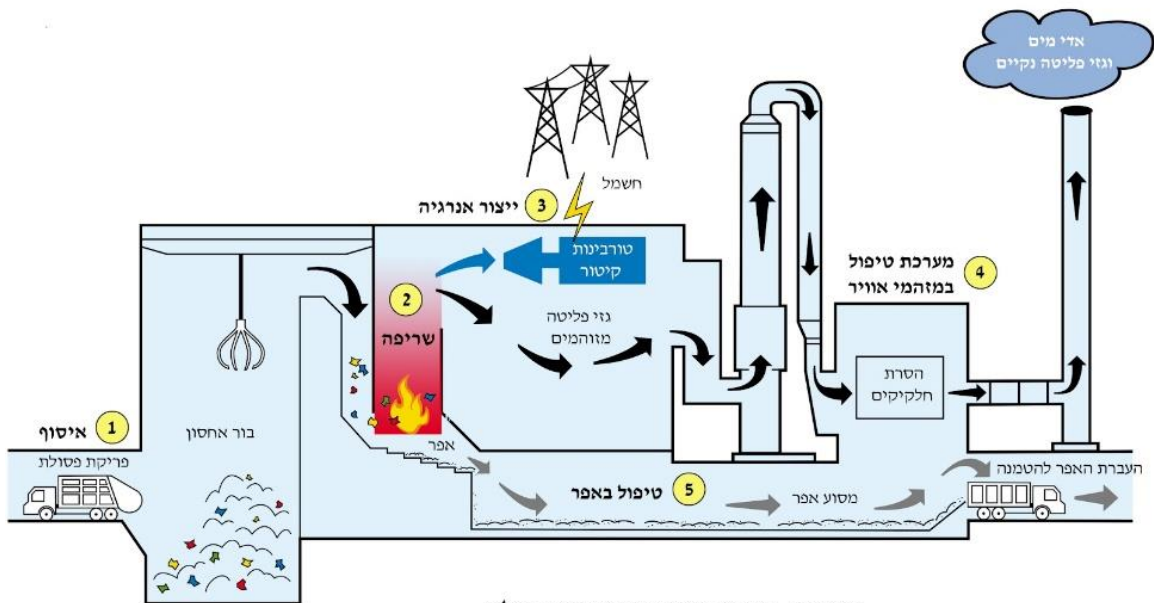
1. **איסוף:** הפסולת ממוינת ומועברת למתקן.
2. **שריפה:** הפסולת נשרפת בתנורים בטמפרטורות גבוהות ומתפרקת לחום, אפר וגזים שונים.
3. **ייצור אנרגיה:** החום שנוצר בתהליך השריפה, מחמם קיטור לייצור חשמל. החשמל משמש להפעלת המתקן עצמו ולאספקת חשמל לרשת החשמל.
4. **טיפול בגזים:** הגזים הנפלטים מהשריפה עוברים תהליך סינון וטיפול להסרת מזהמים שונים. בסופו של התהליך, מתבצע מבחן בקרת זיהום כדי לוודא שהגזים הנפלטים עומדים בתקנים סביבתיים.
5. **טיפול באפר:** האפר הנותר משריפת הפסולת מועבר לשימוש בתעשיות שונות או לאתר הטמנה ייעודי.

הפקת אנרגיה מפסולת מציעה פתרון יעיל, הן מבחינה כלכלית והן מבחינה סביבתית לבעיית הפסולת, מסייעת בצמצום כמות הפסולת המוטמנת ובייצור אנרגיה.

בהשוואה למטמנות, מתקני השבת אנרגיה מפחיתים משמעותית את פליטת המזהמים וגזי החממה.

ניסיון להקמת מתקן השבה ראשון בישראל לא צלח עד כה, בעיקר בשל התנגדות ציבורית.

מתקן השבת אנרגיה מפסולת:



סכמה: מתקן השבת אנרגיה מפסולת

חלק ג': שאלות בנושא מתקני השבה:

מתקני השבת אנרגיה בינוניים וגדולים

הסבר קצר על מתקנים קיימים בעולם:

איור מס' 1: מתקן השבת אנרגיה עירוני CopenHill, קופנהגן, דנמרק

- מטפל בכ- 600,000 טון פסולת בשנה.
- מפיק חשמל לתצרוכת של כ-80,000 בתי אב.
- מפיק חום עבור 90,000 בתי אב.

המבנה משמש כפארק ציבורי לטובת התושבים וכולל אתר סקי יבש ומתקני ספורט, ממוקם כ-100 מ' מבתי תושבים.

המתקן מטפל בפסולת העיר קופנהגן ו-5 ערים שכנות.



Figure 6. Copenhill recreational area in the roof top. Source: ARC website, Ehrhorn/Hummerston

איור מס' 2 : מתקן השבת אנרגיה עירוני Spittelau ווינה, אוסטריה

- מטפל בכ- 250,000 טון פסולת בשנה.
 - מפיק חשמל לתצרוכת של כ-50,000 בתי אב.
 - מפיק חום עבור כ- 60,000 בתי אב.
- עיצובו הייחודי מהווה אבן דרך אדריכלית בעיר.



בשאלות הבאות נבקש לדעת את יחסך לנושא מתקני השבת אנרגיה מפסולת בינונים / גדולים, כדוגמת איורים 1,2

ביחס לכל אחד מההיגדים להלן, בחר באיזו מידה הוא משקף את עמדתך :

באיזו מידה תהיה/י מוכנה/ה לכך שמתקן מסוג זה, יוקם בקרבת מקום מגוריך?

- כלל לא
- במידה מועטה
- במידה בינונית
- במידה רבה

באיזה מרחק ממקום מגוריך תהיה/י מוכנה/ה שיוקם המתקן?

כלל לא	במידה מועטה	במידה בינונית	במידה רבה
○	○	○	○
○	○	○	○
○	○	○	○

עד 5 ק"מ
5 עד 10 ק"מ
10 ק"מ ויותר

האם שילוב מתחמי פעילויות ציבוריות ופנאי במתקן השבה, ישפיע על נכונותך להקמת מתקן מסוג זה בסמיכות לאזור מגוריך?

- כלל לא

- במידה מועטה
- במידה בינונית
- במידה רבה

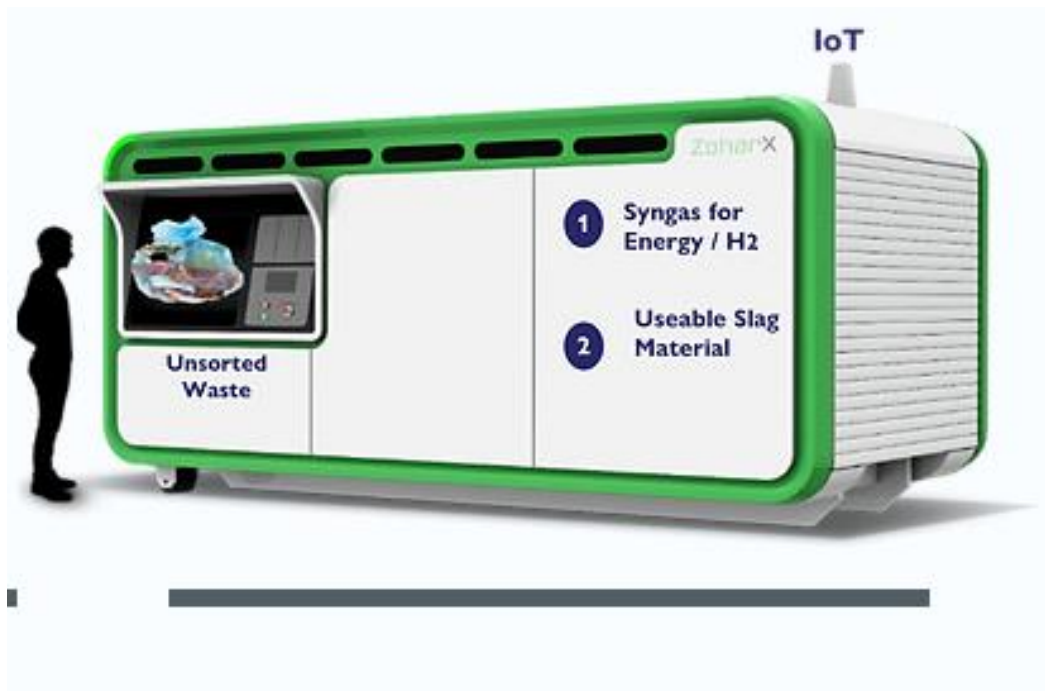
מתקן השבת אנרגיה קטן:

איור מס' 3 : מתקן השבת אנרגיה קטן *

לשימוש בניין מגורים או שכונה.

- מטפל בכ- 500 ק"ג פסולת ביתית ביום. בהתאם, יכול לשרת בניין או שכונה.
- מבוסס טכנולוגיה שהתוצר שלה הוא סינגז המשמש לייצור מגוון מוצרי צריכה.
- האנרגיה המופקת משמשת להפעלת המתקן עצמו.
- חוסך את עלויות השינוע והטיפול המקדים בפסולת.

*נמצא בשלבי פיתוח



באיזו מידה תהיה/י מוכנה/ה שמתקן השבת קטן, כדוגמת המתקן באיור 3, יוצב בבניין מגורים או בשכונתך?

- כלל לא
- במידה מועטה
- במידה בינונית
- במידה רבה

בשאלות הבאות נבקש את התייחסותך לנושא מתקני השבת אנרגיה מפסולת בגדלים שונים.

ביחס לכל אחד מההיגדים להלן, בחר באיזו מידה הוא משקף את עמדתך :

באיזו מידה אתה מסכים/ה לרעיון כי מתקני השבת אנרגיה מפסולת יכולים להוות פתרון לצמצום היקפי הטמנת פסולת והשלכת פסולת בשטחים פתוחים?

במידה רבה	במידה בינונית	במידה מועטה	כלל לא	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן גדול
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן קטן

באיזו מידה אתה סומך/ת על גורמי שלטון מקומי / ארצי לגבי הקמה ותפעול המתקן?

במידה רבה	במידה בינונית	במידה מועטה	כלל לא	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן גדול
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן קטן

באיזו מידה אתה מאמין שמתקני השבת אנרגיה מפסולת יתרמו לחיזוק החוסן והעצמאות האנרגטית של סביבת מגוריך?

במידה רבה	במידה בינונית	במידה מועטה	כלל לא	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן גדול
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן קטן

באיזו מידה אתה מאמין שמתקני השבת אנרגיה מפסולת יכולים להועיל כלכלית לתעשייה בשימוש חוזר באנרגיה וביצירת מקומות עבודה?

במידה רבה	במידה בינונית	במידה מועטה	כלל לא	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן גדול
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן קטן

במקרה של הקמת מתקן גדול באזור מגוריך, באיזו מידה את/ה חושש/ת מהנושאים הבאים?

במידה רבה	במידה בינונית	במידה מועטה	כלל לא	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מפגעי ריח
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מפגעי רעש
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	זיהום אויר
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	זיהום מים וקרקע
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	סיכון מוגבר למחלות הקשורות למערכת הנשימה, מערכת הרבייה, סרטן וכיוב'
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	פגיעה בחי ובצומח
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	השפעה לרעה על שינויי האקלים
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	פגיעה במראה המקום
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	פגיעה בתדמית הישוב
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	פגיעה בערכי נדל"ן
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	חשש מהשפעת תנועת משאיות פינוי הפסולת. (תאונות, עומסי תנועה, זיהום אוויר וכיוב')
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	סיכונים בטיחותיים הנובעים משליטה ובקרה (פיצוצים, תאונות וכיוב')
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתח חברתי ומחלוקות בין תושבים סביב הקמת ותפעול המתקן
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	חוסר שקיפות של הרשויות המוסדות המעורבים באישור ופיקוח על המתקן

במקרה של הקמת מתקן קטן באזור מגוריך, באיזו מידה את/ה חושש/ת מהנושאים הבאים?

במידה רבה	במידה בינונית	במידה מועטה	כלל לא	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מפגעי ריח
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מפגעי רעש
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	זיהום אויר
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	סיכון מוגבר למחלות הקשורות למערכת הנשימה, מערכת הרבייה, סרטן וכיוב'
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	השפעה לרעה על שינויי האקלים
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	פגיעה במראה המקום
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	פגיעה בתדמית הישוב
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	פגיעה בערכי נדל"ן
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	סיכונים בטיחותיים הנובעים משליטה ובקרה (פיצוצים, תאונות וכיוב')

<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתח חברתי ומחלוקות בין תושבים סביב הקמת ותפעול המתקן
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	חוסר שקיפות של הרשויות המוסדות המעורבים באישור ופיקוח על המתקן

באיזו מידה המידע שהוצג בתחילת השאלון סייע לך בקבלת החלטה לגבי הקמת מתקן בקרבת מקום מגורידך?

במידה רבה	במידה בינונית	במידה מועטה	כלל לא	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקנים בינוניים וגדולים
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	מתקן קטן

אם קיימים היבטים נוספים המטרידים או מחזקים את דעתך בנושא זה, נשמח שתפרט אותם כאן:

תודה שהקדשת מזמנך למילוי השאלון!

לחיצתך על כפתור "שליחה" תשלם את מילוי השאלון ותהווה אישור של טופס זה.