

הסבב הראשון של היתרי פליטת מזהמים
למפעלי תעשייה וייצור האנרגיה

בחינת העלויות והתועלות

הדוח הוכן על ידי חברת DHVMED עבור המשרד להגנת הסביבה
דצמבר 2017

תוכן עניינים:

5	.....	תקציר מנהלים
14	.....	1 תהליך האסדרה וקבוצת ההתייחסות
15	.....	1.1 דירקטיבת ה- IED
15	.....	1.2 תיאור תהליך האסדרה ערב החוק
15	.....	1.3 חוק אוויר נקי, הוראת המעבר ומגזרי הפעילות
18	.....	1.4 תהליך קבלת היתר הפליטה
20	.....	2 חלק א' - עלויות החלת מדיניות היתרי הפליטה
21	.....	2.1 אומדן עלויות בראיית מקבלי ההיתר - מגזרי התעשייה והאנרגיה
28	.....	2.2 אומדן עלויות – תחנות הכוח הפחמיות
30	.....	2.3 אומדן עלויות כלכליות בראיית המשרד להגנ"ס
31	.....	3 חלק ב' - תועלות משקיות הצפויות מיישום ההנחיות של היתרי הפליטה
32	.....	3.1 בניית מצאי הפחתות
33	.....	3.2 הערכת היקף ההפחתה הצפויה
33	.....	3.3 הפחתת מזהמים ותועלות כלכליות במגזרי התעשייה והאנרגיה
36	.....	3.4 אומדן עלויות חיצוניות
40	.....	3.5 הפחתת מזהמים ותועלות כלכליות בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל
45	.....	3.6 אומדן עלויות חיצוניות
47	.....	4 ניתוח עלות – תועלת
48	.....	4.1 ניתוח עלות-תועלת למגזרי התעשייה וייצור האנרגיה
64	.....	4.2 בחינת עלות-תועלת לתחנות הכוח הפחמיות
66	.....	5 סיכום ומסקנות
69	.....	6 מגבלות העבודה

71	7 בקרת נתונים לנתוני פליטות מזהמים לאוויר
73	8 נקודת מידוד (בנצ'מרק) לשיטת העבודה והממצאים
82	נספח 1- שיטת העבודה
91	נספח 2 – שאלון עלויות למפעלים

רשימת טבלאות:

8	טבלה 1: סיכום אומדן עלויות (מלש"ח, מהוון)
10	טבלה 2: עלויות חיצוניות לפליטות מזהמים (ש/טונה)
23	טבלה 3: תיאור סכמטי של מחירון עלויות לעמידה בדרישות היתר הפליטה והכנתו
30	טבלה 4: עלויות התקנת אמצעים להפחתת פליטות בתחנות הכוח הפחמיות, מיליוני ש"ח, מהוון
35	טבלה 5: היקף ההפחתה הצפוי בפליטות מזהמים בעקבות יישום הדרישות בהיתר (טונה/שנה)
36	טבלה 6: עלויות חיצוניות לפליטות מזהמים למגזרי התעשייה וייצור האנרגיה (למעט תחנות הכוח הפחמיות), (ש/טונה)
42	טבלה 7: תקני פליטה שנתיים למזהמים ביחידות 5-6 אורות רבין במצב הנוכחי והעתידי (מ"ג/מק"ט)
42	טבלה 8: תקני פליטה שנתיים למזהמים בתחנת רוטנברג במצב הנוכחי והעתידי (מ"ג/מק"ט)
44	טבלה 9: הפחתת פליטות בתחנות הכוח הפחמיות בעקבות יישום דרישות ההיתר (טונה/שנה)
45	טבלה 10: עלויות חיצוניות לפליטות מזהמים בתחנות הכוח הפחמיות (ש/טונה)
47	טבלה 11: תועלות מהתקנת אמצעים להפחתת פליטות בתחנות הכוח הפחמיות, מיליוני ש"ח, מהוון
49	טבלה 12: בחינת עלות-תועלת למגזרי התעשייה וייצור האנרגיה ומכפיל תשואה מגזרי (מלש"ח, מהוון)
50	טבלה 13: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר האנרגיה (אלש"ח, מהוון)
50	טבלה 14: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה במגזר האנרגיה (טונה/שנה)
51	טבלה 15: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר המתכת (אלש"ח, מהוון)
52	טבלה 16: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה במגזר המתכת (טונה/שנה)
52	טבלה 17: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר התעשייה המינרלית (אלש"ח, מהוון)
53	טבלה 18: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה התעשייה המינרלית (טונה/שנה)
53	טבלה 19: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר התעשייה המינרלית (אלש"ח, מהוון)
55	טבלה 20: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה מגזר הכימיה (טונה/שנה)
55	טבלה 21: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר התעשייה המינרלית (אלש"ח, מהוון)
56	טבלה 22: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה במגזר הפסולת (טונה/שנה)
56	טבלה 23: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר "אחר" (אלש"ח, מהוון)
57	טבלה 24: פליטות מזהמים מתקן לדוגמה מגזר "אחר" (טונה/שנה)
59	טבלה 25: יחס עלות תועלת לתתי פעילויות בכל מגזר
62	טבלה 26: פעילויות שלא עברו מבחן עלות-תועלת
65	טבלה 27: אומדן עלויות ותועלות תחנות הכוח הפחמיות חברת החשמל (מלש"ח, מהוון)
68	טבלה 28: סיכום אומדן עלויות ותועלות ומכפיל תשואה במגזרי הפעילות (מלש"ח, מהוון)



המשרד להגנת הסביבה

- טבלה 29 : פוטנציאל הפחתה בפליטות מזהמים ממצאי מחקר האיחוד האירופי והשוואה מקומית 76
טבלה 30 : אומדן עלויות למפעל בחתך מגזרי במחקר המקומי (מלש"ח, מהוון)..... 79

רשימת איורים:

- איור 1 : אוכלוסיית מקבלי ההיתר בחתך מגזרי 6
איור 2 : אומדן הפחתות מזהמים עקב דרישות ההיתר ביחס למצב הקיים (טונה/שנה) 9
איור 3 : אומדן תועלות עקב יישום דרישות היתרי הפליטה לאוויר (מיליוני ₪, ערך מהוון) 11
איור 4 : סיכום אומדן עלויות ותועלות בחתך מגזרי (מלש"ח, מהוון) 12
איור 5 : אוכלוסיית מקבלי ההיתר בחתך מגזרי 17
איור 6 : התפלגות אוכלוסיית מקבלי היתר פליטה בחתך גיאוגרפי 18
איור 7 : תהליך קבלת היתר פליטה 19
איור 8 : סך אומדן עלויות לעמידה בדרישות ההיתר במפעלי התעשייה ובמתקני האנרגיה (למעט תחנות הכוח הפחמיות), מיליוני ₪, מהוון 25
איור 9 : אומדן עלויות למפעל בחתך מגזרי (מיליוני ₪, מהוון) 26
איור 10 : פליטות מזהמים במצב הנוכחי בחתך מגזרי (טונה/שנה) 26
איור 11 : פילוח עלויות הטיפול בתעשייה לפי סיווג ההשקעה 27
איור 12 : מספר מקורות הפליטה שנבחנו בחתך מגזרי 33
איור 13 : אומדן הפחתות מזהמים ביחס לתרחיש "עסקים כרגיל" (טונה/שנה, שיעור יחסי) 34
איור 14 : הפחתה צפויה בפליטות מזהמים בעקבות יישום הדרישות להיתרי הפליטה בחתך מגזרי (טונה/שנה) 35
איור 15 : סך תועלות מהוונות מהפחתת פליטות מזהמי אוויר במגזרי התעשייה וייצור האנרגיה (מלש"ח, מהוון) 37
איור 16 : אומדן תועלות מהפחתת מזהמי אוויר בחתך מגזרי (מלש"ח, מהוון) 38
איור 17 : תועלות ממעבר לגז טבעי בתעשייה (מלש"ח, מהוון) ומספר מפעלים בהם צפוי המעבר בכל מגזר 40
איור 18 : אומדן הפחתות מזהמים ביחס לתרחיש "עסקים כרגיל" (טונה/שנה, שיעור יחסי) 44
איור 19 : סך תועלות מהפחתת הפליטות של מזהמי אוויר בתחנות הכוח הפחמיות (מלש"ח, מהוון) 46
איור 20 : אומדן כלכלי עלות/תועלת בעקבות מיישום המדיניות של היתרי פליטה (מיליארדי ₪ מהוון) 48
איור 21 : נתוני מפל"ס למפעלים מקבלי היתר פליטה לשנים 2012-2016 (טונה/שנה), ללא תחנות הכוח הפחמיות 71
איור 22 : השוואת דיווחי מפל"ס 2013 לבקשות להיתרי פליטה 72
איור 23 : סיווג שיטות הערכה במחקר האיחוד האירופי 75
איור 24 : אומדן עלויות למפעלים מיישום דירקטיבת ה- IPPC במחקר הבריטי 77
איור 25 : עלות הנזק לבריאות הציבור ולסביבה בפילוח מגזרי 79

תקציר מנהלים

מסמך זה מציג בחינה כלכלית סביבתית שנערכה ליישום חוק אוויר נקי התשס"ח-2008 (להלן "חוק אוויר נקי" או "החוק") במקורות טעוני היתר פליטה לאוויר. החוק מאמץ בין היתר את דירקטיבת ה-Industrial IED¹ (Emissions Directive) (להלן: "הדירקטיבה") האירופית לאסדרה סביבתית של זיהום האוויר ממקורות תעשייתיים באמצעות מנגנון היתרים ופיקוח על פליטות והעברות מזהמים לסביבה. מנגנון ההיתרים קובע תנאים סביבתיים לפעילויות תעשייתיות בעלות השפעה סביבתית ניכרת כדי להשיג רמת הגנה גבוהה לבריאות האדם ולסביבה. מטרה זו מושגת על ידי אימוץ טכניקות הפחתה מיטביות (Best Available Technique), הנקבעות בשים לב לשימויות הטכנולוגיות והכלכליות של אימוץ טכניקות אלה. הטכניקות משמשות את הרגולטור בקביעת תקני הפליטה המותרים מתקני התעשייה המעוגנים בהיתרי הפליטה לאוויר. לפי הוראת המעבר לחוק התקין המשרד להגנת הסביבה (להלן: "המשרד") היתרי פליטה לכ-175 מקורות טעוני היתר בין השנים 2012-2016. ההיתרים ניתנו לתקופה של שבע שנים ועיגנו את הדרישות הסביבתיות למדיית האוויר². ההיתרים ניתנו למפעלים במגזרי התעשייה וייצור האנרגיה ובהם: תחנות הכוח הפחמיות, מפעלי התעשייה הכימית, המינרלית ועוד.

מטרת העבודה

המשרד מעוניין לבחון את ההשפעה המשקית של הפעלת מנגנון היתרי הפליטה לאוויר בכלים סביבתיים וכלכליים. מסקנות הבדיקה יאפשרו לטייב את המשך הפעילות לשיפור איכות האוויר ממקורות תעשייתיים לקראת סבב עדכון היתרי הפליטה הצפוי בתחילת שנת 2018.

שיטת המחקר

הבחינה הכוללת היא בעיקרה כימות של עלות ההשקעה של מפעלי התעשייה ומתקני האנרגיה לטובת עמידה ביעדי איכות האוויר, וכן עלויות החלת הרגולציה בראיית המשרד; אל מול התועלת הסביבתית-כלכלית הצפויה משיפור רמת איכות האוויר בישראל. בפתח הדברים חשוב לציין כי הבחינה צופה פני עתיד וחלק מההשקעות שיוצגו להלן טרם בוצעו על המפעלים ומכאן גם השיפור הצפוי בזיהום האוויר והתועלת החזויה. אומדן העלויות נסמך על דיווחי המפעלים שנאספו באמצעות שאלונים ייעודיים, מסמכי הבקשות להיתר הפליטה וכן ממידע מלווה ממסמכי הייחוס (BREF). לצורך כימות התועלות הצפויות חושבו תחילה ההפחתות הצפויות בפליטות מזהמי האוויר בעקבות יישום הדרישות הסביבתיות בהיתרי הפליטה. בשלב השני בוצעה הערכה לאומדן התועלת למשק בשיטת "עלות הנזק" (Damage cost) באמצעות מקדמי עלויות חיצוניות לפליטת מזהמים לסביבה. שיטות האמידה שבהן השתמשו במחקר הנדון תואמות להנחיות הנהלת הנציבות האירופית לסביבה כפי שפורסמו במחקר **Methodologies for cost-benefit assessment of BAT conclusions**, המציג שיטות הערכה שונות לעריכת בחינה סביבתית-כלכלית ליישום דירקטיבת IED בתעשייה.

¹ דירקטיבה EU/75/2010 אומצה בשנת 2010 ומבוססת על הנחיות קודמות ובפרט הנחיות דירקטיבת ה-Integrated IPPC (pollution prevention and control)

² בהמשך נקבעו לחלק מהמתקנים תנאים משלימים ליתר המדיות הסביבתיות: שפכים, קרקע, רעש וכיוצא ב.

קבוצת ההתייחסות

חובת היתרי הפליטה הושתה על כ-175 מפעלים במגזרי התעשייה וייצור האנרגיה. התוספת השלישית לחוק מסווגת את אוכלוסיית מקבלי ההיתר לפי סוגי פעילויות תעשייתיות שונות. איור 1 מטה מציג את קבוצת האוכלוסייה לפי פילוח זה.

איור 1: אוכלוסיית מקבלי ההיתר בחתך מגזרי

תעשייה מינראלית ייצור אנרגיה תעשייה כימית פחמיות
 ניהול פסולות ייצור ועיבוד מתכות אחר



מזהמי אוויר

מזהמי האוויר שהתייחסנו אליהם בעבודה הם תחמוצת גופרית (SO_2), תחמוצות חנקן (NO_x), חלקיקים (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$), תרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC) וכן אמוניה (NH_3) ובנזן (C_6H_6). קבוצת המזהמים הראשונה, המכונה גם "מזהמי קריטריה", מצויה במוקד עיסוקו של המשרד בגלל נוכחותם הנרחבת במקורות פליטה תעשייתיים ובשל עדויות מדעיות מבוססות להשפעתם השלילית על בריאות הציבור. כמו כן נמצא לנכון לתת את הדעת גם לשני מזהמים נוספים - אמוניה ובנזן – לנוכח ההשפעה הסביבתית בפליטתם עקב יישום המדיניות של היתרי הפליטה לצד השפעתם על בריאות הציבור.

אומדן עלויות

עלויות לבעלי מתקנים טעוני היתר- מגזרי התעשייה והאנרגיה

אומדן העלויות שהשקיעה התעשייה לעמידה בדרישות הסביבתיות אינו מידע המצוי בידי המשרד, ולכן נדרשו לבנות מסד נתונים ייעודי לרכיב זה. מטבע הדברים התעורר קושי לפנות לכל המפעלים מקבלי היתר - ולכן הוחלט להבחין בין שלוש קבוצות מפעלים. תחילה נאסף מידע פרטני מ-27 מפעלים משמעותיים באמצעות שאלונים ופגישות פרונטליות. מפעלים אלה נבחרו מסך האוכלוסייה לפי פרמטרים שונים. בין אלה: היקף הפעילות, סוגי המזהמים הנפלטים, רמת המורכבות הפנימית ומידת הייצוג של מפעלים אלה למפעלים אחרים במגזרי הפעילות למיניהם. בשאלונים שקיבלו המפעלים הם התבקשו לדווח על היקף ההשקעות שביצעו כדי לעמוד בדרישות הסביבתיות שנקבעו להם בהיתרי הפליטה. על בסיס המידע שהתקבל ומידע נוסף שנאסף ממסמכי הייחוס וממקורות נוספים נבנה מחירון עלויות ליישום טכניקות ההפחתה השונות ולעלויות הנלוות. בשלב השני אותרו 15 מפעלים נוספים שבהם נעשו השקעות ניכרות. למפעלים אלה נעשתה בחינה פרטנית לדרישות הסביבתיות שנקבעו בהיתרי הפליטה ובאמצעות מחירון העלויות זוהתה העלות הצפויה ליישום הדרישות בשים לב לגודל המפעל, להיקפי פעילותו ולשיוכו המגזרי. אומדן העלויות בעבור יתר המפעלים נעשה באמצעות "מכפילי ייחוס" למפעלים מקבוצה א' וב' שלהם בוצעה בדיקה פרטנית. בדומה להתאמת העלויות בשלב ב' לעיל, מכפיל העלויות התבסס על מאפייניו של המפעל הנדון ביחס למפעל המייצג ועל השוואת היקפי הפליטות וההפחתות הצפויות. חריגים לשיטה שתוארה לעיל הן תחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל, אורות רבין בחדרה ורוטנברג באשקלון. אומדן העלויות של התקנת אמצעי טיפול במפעלים אלה התקבל מהדוח הכספי של חברת החשמל לשנת 2015 ובו פירטה החברה את אומדן העלויות הסביבתיות בהתייחס לדרישות, וכן מדוח ייעודי שנערך להפסקת פעילות יחידות 1-4 בתחנת אורות רבין והקמת תחנת כוח במחזור משולב (מחז"מ)³.

בסיכומו של חלק זה חושב אומדן עלויות לכלל המפעלים לעמידה בדרישות הסביבתיות שנקבעו בהיתרי הפליטה. לצורך הצגה אחידה בוצע היוון לעלויות השוטפות לפי אורך חיי מתקן הטיפול (20-40 שנה) וערכיהן הותאמו למועד ביצוע העבודה. טבלה 1 להלן מציגה את סיכום אומדן העלויות בחתך לפי מגזרי הפעילות. סך העלות נאמדת ב- **38.2 מיליארד ₪**, מהם 34.6 מיליארד מיוחסים להשקעות בתחנות הכוח הפחמיות והיתר בענפי התעשייה והאנרגיה.

³ בחינת חלופות להשבתת יחידות 1-4 באורות רבין אוגוסט 2016

<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Documents/2016/Orot-Rabin-1-4-082016.pdf>

טבלה 1: סיכום אומדן עלויות (מלש"ח, מהוון)

מגזר	עלויות
תעשיות אנרגיה	429
ייצור ועיבוד מתכות	185
תעשייה מינרלית	222
תעשיית כימית	2,225
ניהול פסולת	56
פעילויות אחרות*	460
תחנות הכוח הפחמיות	34,661
ס"ה	38,238

*מגזר הכולל את מפעלי המזון, הפסדים ושימוש בממסים

עלויות לרגולטור

רכיב נוסף שחשוב במאזן העלויות הוא עלויות בראיית המשרד להגנת הסביבה שנדרש בהשקעת תשומות לטובת מתן ההיתרים. העלויות חושבו לפי נתונים שהתקבלו מהגורמים המקצועיים במשרד וכללו תוספת כוח אדם לצוות ההיתרים, עלויות משפטיות וקבלת ייעוץ מקצועי מלווה. העלות הכוללת נאמדת ב- **25 מלש"ח**.

אומדן תועלות

תחזית הפחתת פליטות

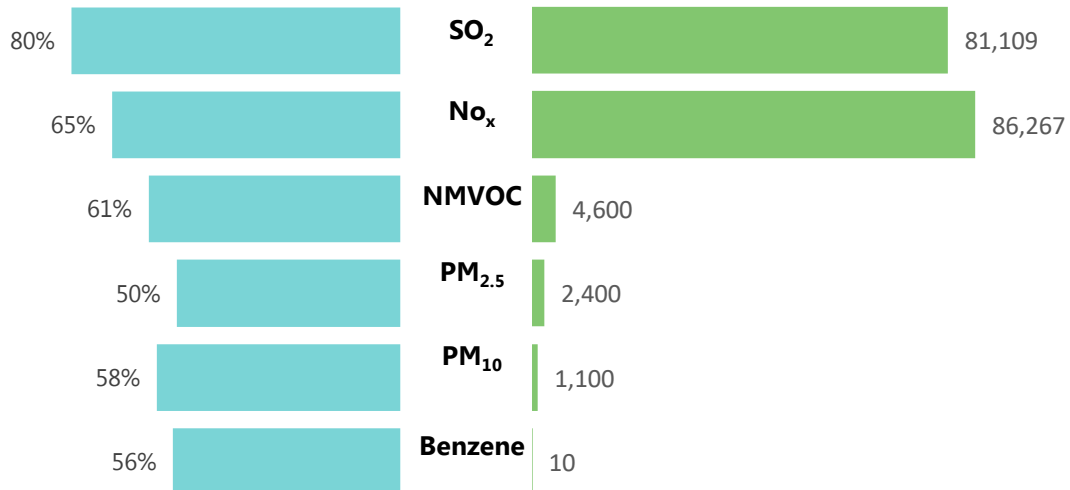
קביעת קו הבסיס להפחתת פליטות מזהמי אוויר היא השלב הראשון בחישוב התועלות הצפויות ממנגנון היתרי הפליטה. מצאי ההפחתות נבנה תוך כדי השוואת פליטות המזהמים טרם החלת הדרישות הסביבתיות (להלן: **"המצב הקיים"**) לפליטות הצפויות לאחר יישום דרישות אלה.

המידע לצורך בניית מצאי ההפחתות נלקח ממסמכי הבקשות להיתר פליטה שהגישו המפעלים למשרד. בניית המצאי כללה מיפוי של כלל מקורות הפליטה בכל מפעל ושל צעדי ההפחתה הצפויים בהם לקראת יישום דרישות ההיתר. בין צעדים אלה ניתן למנות: הקמת מתקני טיפול, הסבת דלקים, קירוי ואיטום וכן אימוץ פרוטוקול להפחתת פליטות ממקורות לא מוקדדים. בסופו של שלב זה מופו כ-2,100 מקורות פליטה, ובעבור כל אחד מהם תועד קצב הפליטה מזהמי האוויר במונחי ריכוז וקצב פליטה לשנה. ביחס לכל מקור נבחן האם צפויה הפחתה בפליטתו בעקבות יישום דרישות ההיתר ואם כן - נעשתה הערכה לפליטה הצפויה לאחר יישום הנחיות ההיתר.

נציין כי המצב הקיים משקף את פני הדברים במועד הכנת מסמכי הבקשה על ידי המפעלים והוא מייצג את היקפי הפעילות בין השנים 2011-2014. הערה נוספת מתייחסת לאופן שקלול הדרישות. פעמים רבות היתרי הפליטה קבעו דרישות סביבתיות שנכנסו לתוקפן לאורך שנות ההיתר, ככל הנראה מתוך שיקולים שעניינם: תעדוף סביבתי, צורך בבחינת אמצעי הפחתה, תקופת הקמה וכיוצ"ב. במקרים אלה נבחנה ההפחתה המרבית הצפויה לפי שנת היישום המאוחרת שנקבעה בהיתר. איור 2 מציג את סך אומדן ההפחתה הצפויה בפליטות המזהמים שנבחנו בעקבות

יישום הדרישות להיתרי הפליטה לאוויר במונחי טונה/שנה. לצד היקף הפחתה מוצג גם שיעור ההפחתה של המזהם ביחס למצב ערב מסירת ההיתר.

איור 2 : אומדן הפחתות מזהמים עקב דרישות ההיתר ביחס למצב הקיים (טונה/שנה)



ניתן לראות כי המזהמים שבהם צפויה ההפחתה הניכרת ביותר הם תחמוצת גופרית (SO₂) ותחמוצות חנקן (NO_x). הפחתה זו גבוהה גם במונחי פליטה מוחלטת וגם בשיעורה ביחס למצב הקיים. עיקר ההפחתה נובעת מהתקנת מתקני טיפול בתחנות הכוח הפחמיות ומעבר לדלקים נקיים במקורות טעוני היתר.

עלויות חיצוניות לפליטת מזהמים

כדי לתת ערך כלכלי להפחתה הצפויה בפליטות המזהמים נעשתה בשלב השני הכפלה של מצאי ההפחתות בערכי עלויות חיצוניות למזהמים (Shadow Prices), המקובלים לשימוש במוצרים שאינם נסחרים במשק. העלות החיצונית לפליטת מזהמים היא תוצר של מחקרים אפידמיולוגיים המאפיינים את הקשר הסטטיסטי בין נתוני תחלואה ותמותה באוכלוסייה ובין נוכחות מזהמים באוויר. הגידול המובהק בנתוני התחלואה והתמותה באוכלוסייה בסביבת מקור הפליטה בעקבות עלייה בפליטות המזהמים מתורגם לעלויות כלכליות למשק. באמצעות שיטה זו ניתן לייחס ערך כלכלי להפחתת הפליטה של מזהמי אוויר לסביבה ולשקלל אותה בניתוח עלות-תועלת. העלויות למזהמי הקריטריה נלקחו מפרסומו הרשמי של המשרד למגזרי התעשייה וייצור האנרגיה לשנת 2016. ערך העלות החיצונית להפחתת פליטות אמוניה ובנזן נלקחו מארגון (The European Environment EEA Agency) והומרו למונחי המשק המקומי באמצעות פרמטרים כלכליים-משקיים ובהם : צפיפות אוכלוסין, כוח

הקנייה במשק ומידת הנכונות לשלם (WTP). טבלה 2 מציגה את ערכי העלויות החיצוניות במונחי שו/טונה פליטה לענפי התעשייה והאנרגיה ששימשו בביצוע התחשיב הכלכלי.

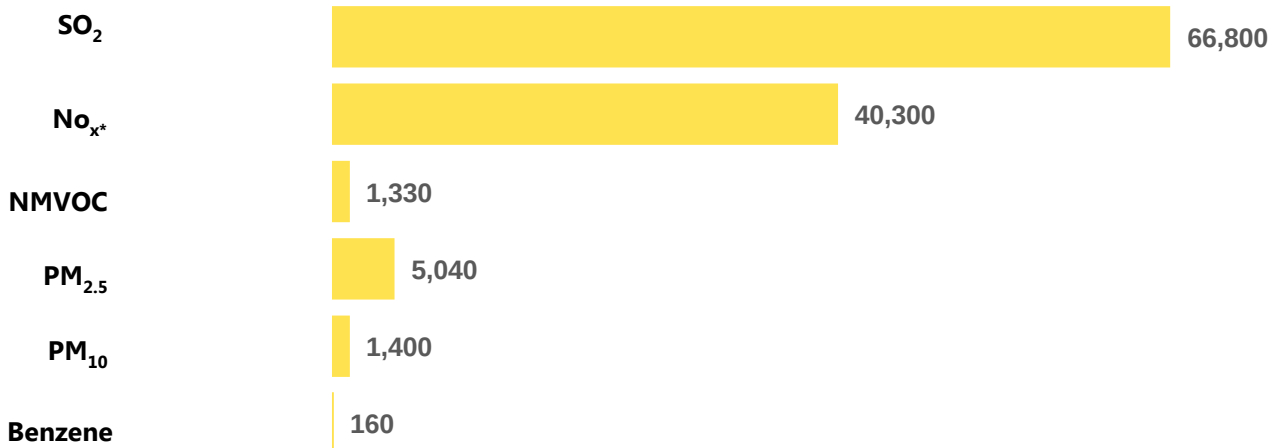
טבלה 2: עלויות חיצוניות לפליטת מזהמים (שו/טונה)

מזהם	מגזרי התעשייה	ייצור אנרגיה	מקור מידע
SO ₂	52,322	40,776	המשרד להגנת הסביבה
NO _x	37,189	23,615	
PM _{2.5}	139,799	81,643	
PM ₁₀	90,431	58,201	
NMVOC	19,477		
NH ₃	371,830	371,830	ערכי EEA לאחר התאמתם למונחי המשק המקומי ⁴
בנון	1,366,228		

בשלב הבא הוכפלה ההפחתה הצפויה בכל אחד ממקורות הפליטה במקדמי העלות החיצונית של כל מזהם, כדי לחשב את הערכת התועלת בעקבות יישום דרישות ההיתר תוך אבחנה בין מגזרי התעשייה לייצור אנרגיה. בדומה לתחשיב העלויות, בסיכמו של חלק זה חושב אומדן התועלות לכלל המפעלים. לצורך הצגה אחידה בוצע היוון לתועלות הצפויות לפי אורך חיי מתקן הטיפול (20-40 שנה) וערכיהן הותאמו למועד ביצוע העבודה. איור 3 מציג את אומדן התועלת בפילוח לפי מזהמי האוויר שנבחנו.

⁴ <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>

איור 3: אומדן תועלות בעקבות יישום דרישות היתרי הפליטה לאוויר (מיליוני ₪, ערך מהוון)



* בניקוי 2,200 מלש"ח מעלייה בפליטת אמוניה

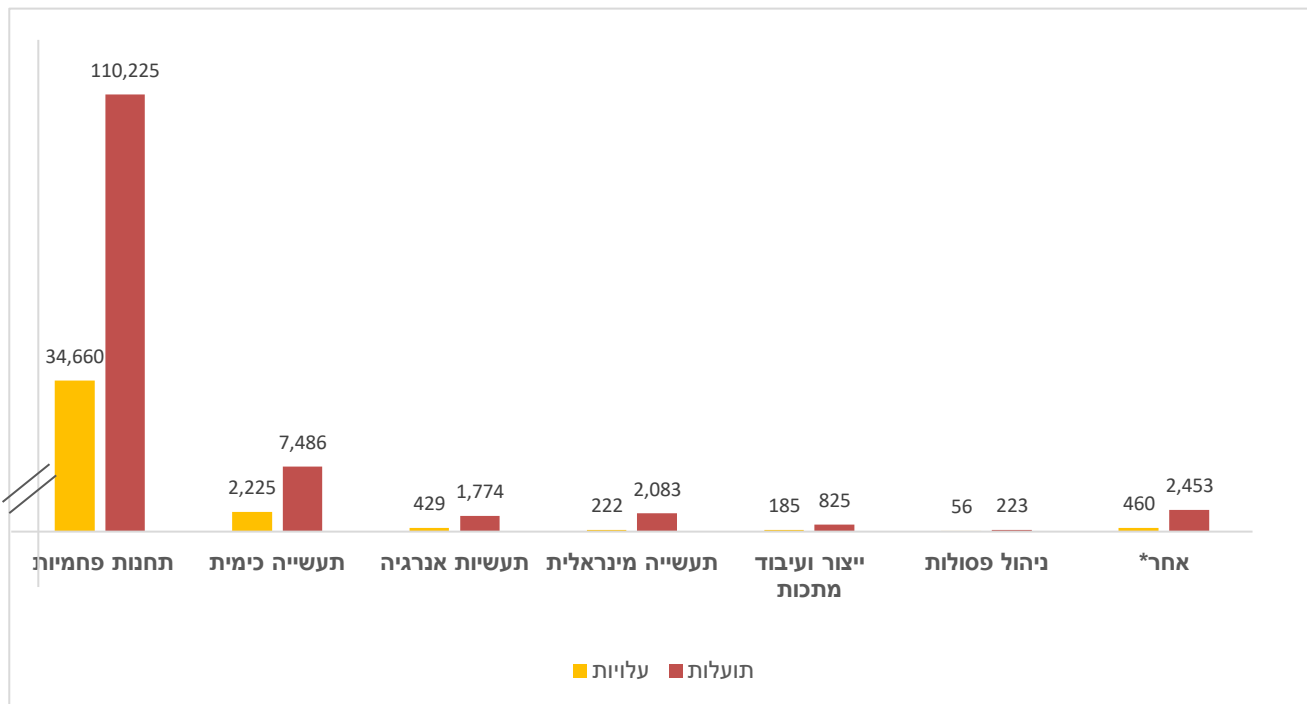
בדומה להפחתת מזהמי האוויר כפי שהוצגו באיור 2 לעיל, ניתן לראות כי התועלת הגבוהה ביותר מושגת מהפחתות הצפויים בתחמוצת גופרית (SO₂) ותחמוצות החנקן (NO_x). ההפחתה הצפויה בפליטות החלקיקים (PM_{2.5}) אומנם נמוכה למדי במונחי טונה/פליטה, אך התרומה היחסית של מזהם זה לתועלת הכלכלית גבוהה לנוכח העלות החיצונית הניכרת המיוחסת לפליטת מזהם זה. סך התועלת הצפויה מיישום מדיניות ההיתרים בכלל המפעלים נאמדת ב-115 מיליארד ₪. כ-100 מיליארד ₪ מהם צפויים מהפחתת מזהמי אוויר בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל והיתר במפעלי התעשייה וייצור האנרגיה.

אומדן עלות – תועלת

סיכום אומדן העלויות והתועלות בחתך מגזרי מוצג באיור 4. חלוקת התועלת המשקית בעלות ההשקעה מציגה את התשואה הצפויה מההשקעה הכספית. מכפיל גבוה מ-1 יעיד על תרומה חיובית למשק ומכאן על כדאיות ההשקעה ולהיפך. חלוקת התועלת הצפויה בסך העלויות מביאה למכפיל חיובי של 3. כלומר כל השקעה של 1 ₪ שביצעו המפעלים מיתרגמת ל-3 ₪ תועלת למשק בעקבות הפחתת מזהמים והטבה לבריאות הציבור. מהבדיקה שנערכה נמצא כי כלל מגזרי התעשייה ובהם ייצור אנרגיה ומתכות חוצים את מבחן הכדאיות הכלכלית והם בעלי תשואה חיובית למשק. סיכום אומדן העלויות והתועלות מובא באיור 4.

בחינה נוספת נערכה לתתי פעילויות במגזרי העשייה ונמצא כי יש פעילויות בעלי כדאיות כלכלית גבולית במאזן העלויות אל מול התועלות. בעבור פעילויות אלה מוצע לערוך עבודת המשך ולבחון את מידת התאמתן לאסדרה. בין חלופות האסדרה ניתן להציע קביעת תנאים סביבתיים באמצעות תנאי מסגרת ייעודיים וכן טיוב הגדרת המפעלים הנדרשים בקבלת היתר לפי ספי פעילות.

איור 4: סיכום אומדן עלויות ותועלות בחתך מגזרי (מלש"ח, מהוון)



עיקרי ממצאים והמלצות להמשך

1. הליך האסדרה למזהמי האוויר נמצא יעיל מבחינה כלכלית למשק. על כל שקל שהשקיעה התעשייה התקבל רווח של 3 ₪ למשק המקומי בעקבות שיפור איכות האוויר והפחתת ההשפעות הבריאותיות השליליות על הציבור בישראל.
2. סיכום האומדן מצביע על השקעה צפויה של כ-38 מיליארד ₪. 34.6 מיליארד מהם מיוחסים להשקעות בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל והיתר לאמצעי הפחתה במפעלי התעשייה למיניהם.
3. פילוח ההוצאות מראה כי כ-96% מהן הושקעו ברכש טכניקות להפחתת פליטות מזהמים במקורות מוקדיים ובלתי מוקדיים. כ-2% הושקעו בפעולות דיגום ובקרת מזהמים ו-2% נוספים בעלויות נלוות להכנה של בקשת היתר הפליטה ותשלום אגרות.
4. המזהמים שבהם צפויה ההפחתה הניכרת ביותר הם תחמוצת גופרית (SO_2) ותחמוצות החנקן (NO_x). הפחתה זו גבוהה גם במונחי פליטה מוחלטים וגם בשיעורה ביחס למצב הקיים. עיקר ההפחתה במזהמים אלה נובעת מהתקנת מתקני טיפול והסבת דלקים בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל.

5. סיכום אומדן התועלות מראה כי התועלת למשק היא כ-115 מיליארד ₪ בעקבות הפחתת מזהמים, ומהם 100.2 מיליארד ₪ מיוחסים לתועלות מהתקנת אמצעי הפחתה והסבת דלקים בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל, והיתר לאמצעי הפחתה במפעלי התעשייה.

6. מגזרי התעשייה והאנרגיה (ללא תחנות הכוח הפחמיות):

- מכפיל התועלת למפעלי התעשייה וייצור האנרגיה (ללא תחנות הכוח הפחמיות) נאמד ב-4.2, כלומר על כל שקל שהשקיעה התעשייה התקבל רווח של 4.2 ₪ למשק המקומי בעקבות שיפור איכות האוויר. בבחינה מגזרית נמצא כי כל המגזרים חוצים את מבחן התועלת הכלכלית, כך שסך התועלות הצפויות גבוהות מסך ההשקעות.
- לצד זאת נמצאו כמה תתי פעילויות שלא חצו אף סף הכדאיות הכלכלית ובהם: ייצור אנרגיה, עיבוד מתכות, שימוש בממסים וניהול פסולות. למתקנים אלה נעשתה בחינה כמותית ואיכותית על מנת לגבש המלצה בדבר מידת התאמתם לאסדרה הקיימת. בין חלופות האסדרה הוצעו קביעת תנאים סביבתיים באמצעות תנאי מסגרת ייעודיים וכן טיוב הגדרת המפעלים הנדרשים בקבלת היתר לפי ספי פעילות.

7. תחנות הכוח הפחמיות:

- התורמות המשמעותיות ביותר להפחתת הפליטות הן תחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל. משקלם היחסי של מתקנים אלה מסך העלות והתועלת עומד על 88% מסך האומדן הכלכלי. צעדי ההפחתה שלהם נדרשה חברת החשמל הן התקנת טכנולוגיות להפחתת זיהום אוויר וכן גרט יחידות 1-4 בתחנת "אורות רבין" והקמת תחנת כוח במחזור משולב (מחז"מ), שעתידה לפעול בגז טבעי בשנת 2022.
- חלוקת אומדן התועלות הצפויות בעלויות ההשקעה מציגה מכפיל תשואה חיובי של 2.89. כלומר השקעה של 1 ₪ באמצעים להפחתת זיהום אוויר צפויה להניב תועלת של 2.89 ₪ לציבור בעקבות הפחתת פליטות מזהמים ושיפור איכות האוויר.
- נמצא כי יש כדאיות כלכלית גבוהה יותר למעבר לשימוש בדלק חלופי ונקי יותר לעומת המשך הפעלה בפחם והתקנת אמצעי קצה להפחתת מזהמים.

המלצות להמשך:

1. **בחינת מדיניות האסדרה** - מוצע לבחון את מידת ההתאמה של הליך האסדרה באמצעות היתר פליטה בתתי המגזרים שבהם נמצאה כדאיות כלכלית נמוכה. לצד הפרמטר הכלכלי יש להתחשב גם במידת הנזק הסביבתי של תתי המגזרים וכן ברמת מורכבותם התעשייתית.
2. **אגרת בקשת היתר** – נמצא כי העלויות הנלוות להכנת ההיתר ותשלומי האגרה מהווים כ-2% מסך ההוצאה של המפעלים. עם זאת בראייה מצרפית סך האגרות ששילמו המתקנים גבוה ביחס להוצאה הכספית בראיית המשרד להגנת הסביבה ליישום מדיניות ההיתרים. כמו כן במקרים רבים נמצא כי לעלויות אלה משקל יחסי גבוה, בייחוד במפעלים שכבר עמדו בדרישות הסביבתיות עוד לפני קביעת ההיתר ולכן לא נדרשו בהשקעות

- גדולות להתקנת אמצעים להפחתת פליטות. על כן מוצע לפעול לטיוב סכום האגרה של בקשת היתר ולבחון את אופן החישוב של יחידות החיוב למקורות פליטה במגזרי הפעילות למיניהם.
3. **קידום מעבר לדלקים נקיים בתעשייה** – הסבת דלקים במתקני ייצור אנרגיה נמצאה כבעלת כדאיות כלכלית גבוהה. ברוב המקרים של המקרים עברו המפעלים משימוש בדלק מסוג מזוט לגז טבעי. לצד התועלת הסביבתית נרשמה תועלת נוספת מחיסכון בעלות השוטפת של המפעל ברכישת הדלק במחיר נמוך יותר. יש אפוא להמשיך ולפעול להסרת חסמים רגולטוריים ותכנוניים בפריסת רשת חלוקת הגז הטבעי, ובד בבד להפעיל מנגנון מענקים כספיים למפעלים לביצוע ההסבה.
4. **נקיטת פעולות אכיפה ובקרה** – התועלות הסביבתיות והכלכליות נסמכות על הנחה כי הדרישות הסביבתיות שעוגנו בהיתר הפליטה – אכן ייושמו. השקעות אלה כוללת רכישת טכנולוגיות טיפול, הפחתות במקור, פעולות לניטור ודיגום מקורות פליטה בעלות כספית ניכרת. על מנת לוודא כי התועלות שנאמדו בעבודה זו אכן יבוצעו במלואן ובמועדן מוצע להמשיך ולבצע פעולות בקרה במחוזות המשרד לקידום היעדים שנקבעו ולהשתמש בסמכויות העומדות לרשותם, לרבות אמצעי אכיפה.
5. **תוכנית תמיכה בהשקעות סביבתיות** – הדוח שלפנינו עוסק בהשקעות סביבתיות שעיקרן שיפור איכות האוויר לכלל הציבור. עם זאת בנטל ההוצאה נושאים מפעלי התעשייה ותחנות ייצור האנרגיה. נציין כי צעדי ההפחתה שבהם נדרשים המפעלים יכולים לייעל את השימוש במשאבים ולשפר את איכות חומרי הגלם, אולם ככלל שיפורים אלה מושגים לאורך זמן ואינם מחזירים את ההשקעה הנדרשת בראייתו הכלכלית של המפעל. על כן מוצע לפעול לקידום תוכנית ממשלתית לסיוע במימון ההוצאה או לפריסת תשלומים נוחה יותר, על מנת לסייע למפעל להשקיע את הסכום הנדרש בלוחות הזמנים שנקבעו.

1 תהליך האסדרה וקבוצת ההתייחסות

חוק אוויר נקי, התשס"ח-2008 (להלן "**חוק אוויר נקי**" או "**החוק**") שנכנס לתוקפו בשנת 2011, נועד לשפר את איכות האוויר בישראל וכן למנוע ולצמצם את זיהום האוויר, באמצעות חוק כולל המאגד את ההסדרים המרכזיים הנוגעים לפליטות לאוויר. בין הסדרים אלה ניתן למצוא: פליטות של מזהמים לאוויר ממקורות פליטה נייחים וניידים; איסור על גרימת זיהום אוויר חזק או בלתי סביר; הגדרת ערכי איכות אוויר – ערכי יעד, סביבה, התרעה וייחוס; חובת הכנה ואישור תוכנית לאומית למניעה וצמצום של זיהום אוויר, על-ידי הממשלה; הקמת מערך ניטור אוויר ארצי; פרסום נתוני איכות האוויר בישראל; נקבעו כלים לפיקוח ואכיפה – לרבות הטלת עיצומים כספיים על מפרי הוראות לפי החוק וקביעת עבירות פליליות וניתנו כלים של שימוש בצווים מנהלתיים לצורך הסרת מפגעים.

בסעיף 17 לחוק הוגדר מהם מקורות פליטה טעוני היתר ונקבעה החובה של בעל מתקן שכזה בקבלת היתר פליטה המתאים לפעילותו.

17. (א) לא יתקין אדם מקור פליטה טעון היתר, לא יחזיקו, לא יפעילו ולא ישתמש בו, ולא ירשה לאחר לעשות כן, אלא אם כן יש לו היתר פליטה תקף ובהתאם לתנאיו.

(ב) היתר פליטה יכול שיינתן לגבי כמה מקורות פליטה טעוני היתר ובלבד שמקורות הפליטה נמצאים באתר אחד; היתר פליטה כאמור יכול שיחול גם על מקור פליטה אחר באותו אתר, אף אם אותו מקור אינו טעון היתר.

(ג) השר, באישור הוועדה, רשאי, בצו, לשנות את התוספת השלישית.

1.1 דירקטיבה ה- IED

1. לאסדרת מתקנים טעוני היתר פליטה מאמץ החוק את הדירקטיבה האירופית IED⁵ (Emissions Directive) (להלן: "הדירקטיבה") לאסדרה סביבתית של זיהום האוויר ממקורות תעשייתיים. הדירקטיבה מציגה מנגנון היתרים ופיקוח על פליטות העברות מזהמים לסביבה. מנגנון זה מסייע בקביעת תנאים סביבתיים לפעילויות תעשייתיות בעלות השפעה סביבתית ניכרת, כדי להשיג רמת הגנה גבוהה לבריאות האדם ולסביבה. מטרה זו מושגת על ידי אימוץ טכניקות הפחתה מיטביות (BAT-Best Available Technique) הנקבעות בשים לב לשימויות הטכנולוגיות והכלכליות. בין עקרונות הדירקטיבה: (1) גישה אינטגרטיבית להפחתת פליטות לסביבה מכלל המדיות הסביבתיות (2) קביעת משטר היתרים המבוסס על אימוץ טכניקות ההפחתה המיטבית הזמינה (BAT) המובאות במסמכי הייחוס (BREF) של סוגי הפעילויות. (3) שיקולים כלכליים ויכולת היישום – טכנולוגיית ההפחתה צריכה להיות בת יישום. עלויות ההשקעות לא יהיו גבוהות מהתועלות, כי אז ניתן לבחור טכנולוגיה חלופית. (4) היתר פרטני מותאם למפעל - מורכבות המפעלים מחייבת ירידה לפרטים והכנת היתר פליטה פרטני לכל ענף (סקטור) ולכל מפעל. (5) שיתוף הציבור הן בידעה והן בקבלת הערות לעניין הדרישות בהיתרים תיאור תהליך האסדרה ערב החוק אסדרת הפליטות לאוויר ממקורות פליטה נייחים בטרם כניסת חוק אוויר נקי לתוקף בוצעה באמצעות הסדרי רישוי ובראשם תנאים סביבתיים ברישיון העסק מכוח חוק רישוי עסקים, התשכ"ח-1968 והוראות אישיות מכוח החוק למניעת מפגעים, התשכ"א-1961. התנאים הסביבתיים התבססו בעיקרם על תנאים רוחביים למפעלי תעשייה וכן על מסמכי מדיניות ובהם אמנת התעשיינים ומסמכי ההנחיה הגרמניים T.A. Luft 2002.

1.2 חוק אוויר נקי, הוראת המעבר ומגזרי הפעילות

מקורות הפליטה המחויבים בקבלת היתר מוגדרים בתוספת השלישית לחוק ומסווגים לפי שש קבוצות פעילות. בחוק נקבעה הוראת מעבר ובה המועדים שבהם נדרשו המגזרים השונים להגיש בקשות להיתר הפליטה בהדרגה: מ-11/3/2011 ועד 1/3/2015. כן נקבע כי מיום 30/9/2016 כל מקורות הפליטה טעוני ההיתר יעבדו בהתאם לתנאי ההיתר. תוקף ההיתר הוא שבע שנים. בתהליך העבודה של המשרד מופו כ-175 מתקנים הנדרשים בהיתר פליטה בהתאם להגדרות אלה. להלן תיאור תמציתי של מגזרי הפעילויות:

תעשיות אנרגיה

מגזר זה כולל יצרני אנרגיה בעלי הספק תרמי גבוה מ-50 MW ובהם: תחנות הכוח הפחמיות, תחנות קיטוריות, טורבינות במחזור משולב ומחזור פתוח. עוד מכיל המגזר מתקנים המבצעים פעילויות זיקוק גז ונפט. מגזר זה נכנס לגדר החוק בשנת 2015 ומשויכים אליו 36 מתקנים בעלי היתר.

⁵ דירקטיבה EU/75/2010 אומצה בשנת 2010 ומבוססת על הנחיות קודמות ובפרט הנחיות דירקטיבת ה- IPPC (Integrated pollution prevention and control)

ייצור ועיבוד מתכות

למגזר המתכת משתייכים מפעלים המבצעים פעילויות בתחומי המתכת. בין אלה: ציפוי מתכות וכן עיבוד מתכות ברזליות ולא ברזליות ויציקת מתכות. התוספת השלישית לחוק מגדירה ספי פעילות שמעליהם נדרשים בעלי המתקנים בהיתר פליטה בסוגי הפעילויות השונים. מגזר זה נכנס לגדר החוק בין השנים 2011-2012 ומשויכים אליו 40 מתקנים בעלי היתר.

תעשייה מינרלית

מגזר זה כולל פעילויות מתקני ייצור המשתמשים במוצרים שמקורם במינרלים ובהם: ייצור של זכוכית ומוצריה, מוצרי קרמיקה, רצפות ומוצרי שיש וכן מלט וטיח. התוספת השלישית לחוק מגדירה ספי פעילות שמעליהם נדרשים בעלי המתקנים בהיתר פליטה בסוגי הפעילויות השונים. מגזר זה נכנס לגדר החוק בשנת 2012 ומשויכים אליו 8 מתקנים בעלי היתר.

תעשיית כימית

מגזר זה מאופיין במגוון רחב של פעילויות תעשייתיות ובהן: כימיה אורגנית ואי-אורגנית, פרמצבטיקה, ייצור דשנים וייצור ביוצידים. למגזר לא מוגדרים ספי פעילויות כך שכלל מתקנים המבצעים את הפעילויות המנויות בתוספת השלישית לחוק נדרשים בקבלת היתר פליטה. המגזר נכנס לגדר החוק בשנת 2014 ומשויכים אליו 42 מתקנים בעלי היתר.

ניהול פסולת

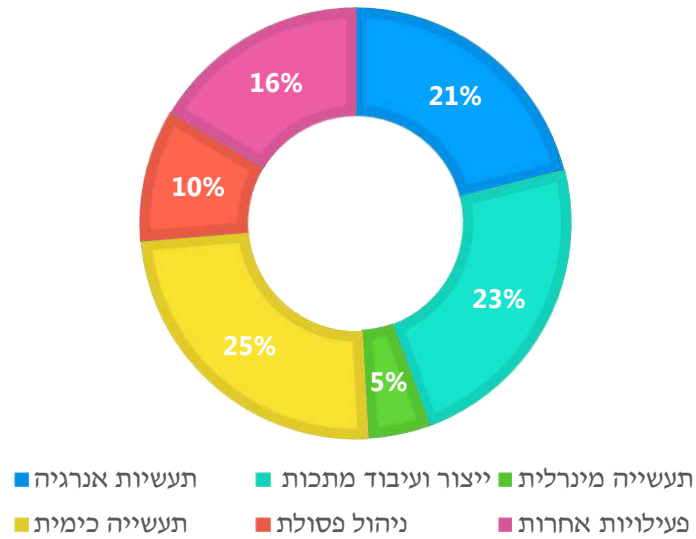
למגזר זה משתייכים מתקנים משתי קטגוריות: מתקנים המבצעים פעולות השבה וסילוק של פסולת מסוכנת וטיפול תרמי בפסולת מוצקה שאינה מסוכנת. התוספת השלישית לחוק מגדירה ספי פעילות שמעליהם נדרשים בעלי המתקנים בהיתר פליטה בפעילויות אלה. המגזר נכנס לגדר החוק בשנת 2013 ומשויכים אליו 17 מתקנים בעלי היתר.

פעילויות אחרות

מגזר זה מאגד תחתיו שלושה תתי פעילות: עיבוד חומרי גלם לתעשיית המזון וטיפול בהם, כילוי או עיבוד פגרי בעל חיים וטיפול בחומרים בעזרת ממסים אורגניים בעיקר לשימושי הדפסה, צביעה וניקוי. המגזר נכנס לגדר החוק בשנת 2013 ומשויכים אליו 28 מתקנים בעלי היתר.

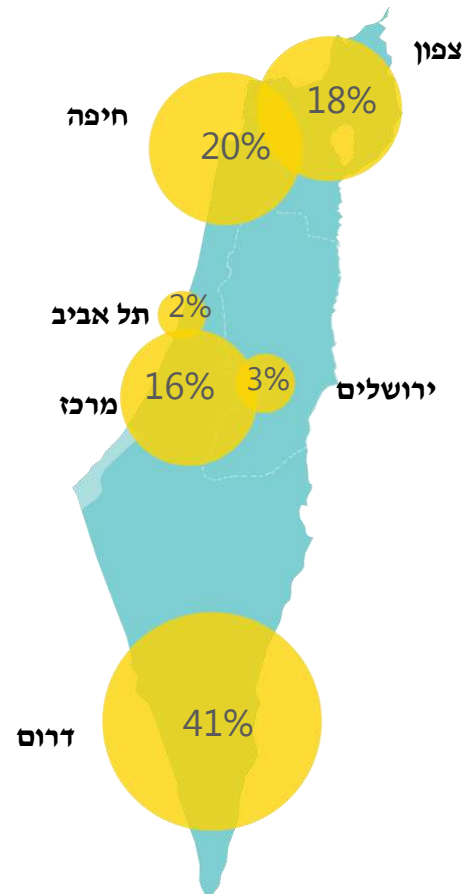
אוכלוסיית מקבלי ההיתר בחתך מגזרי מוצגת באיור 5 מטה.

איור 5: אוכלוסיית מקבלי ההיתר בחתך מגזרי



איור 6 מציג את המתקנים בפילוח גיאוגרפי לפי מחוזות המשרד. אפשר לראות שמרבית מפעלי האסדרה שוכנים במחוזות דרום וחיפה של המשרד להגנת הסביבה.

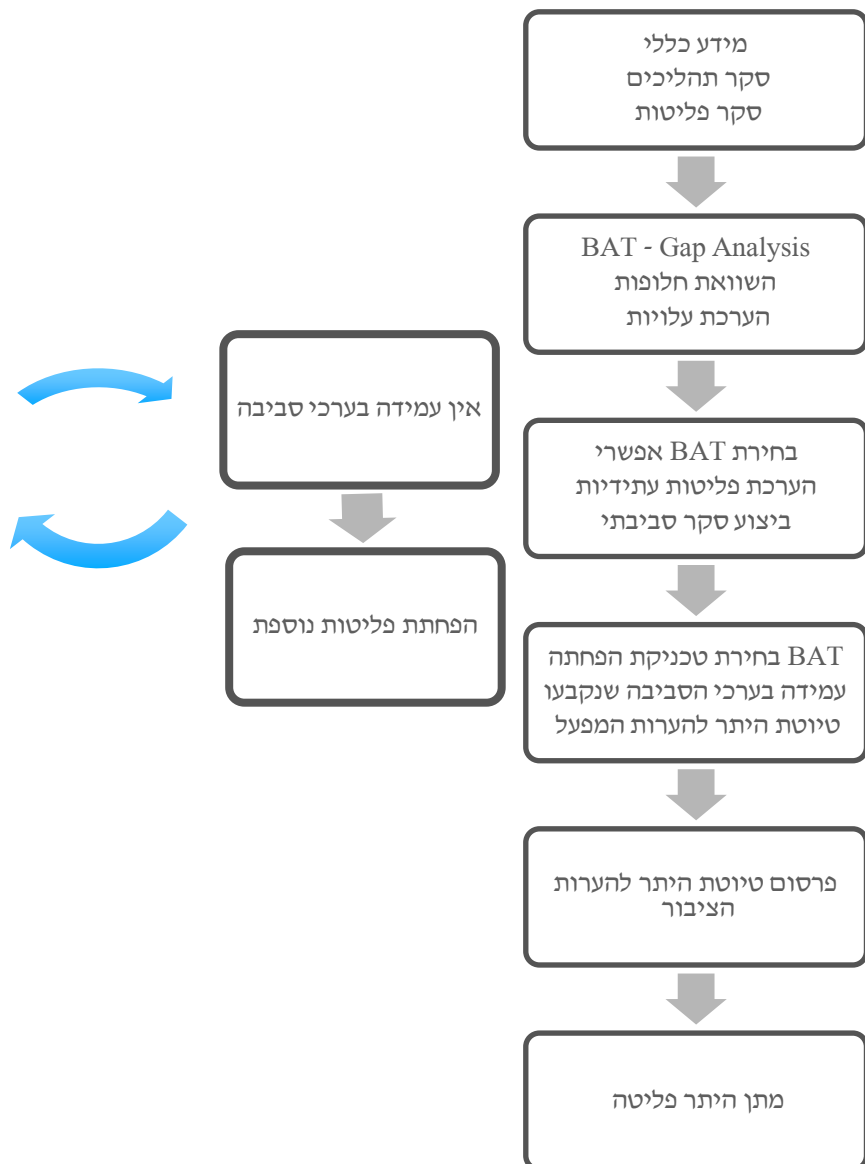
איור 6 : התפלגות אוכלוסיית מקבלי היתר פליטה בחתך גיאוגרפי



1.3 תהליך קבלת היתר הפליטה

עמידה בביצועים סביבתיים בהתאם לטכניקת ההפחתה המיטבית, וקביעת ערכי פליטה המבוססים עליה, הם עקרונות יסוד בדירקטיבת IED. על פי עיקרון זה מבוצע רישוי של הפעילויות לפי סטנדרטים שנבדקו מבחינה מקצועית וכלכלית ונמצא שהם זמינים ליישום מעשי בתעשייה, וגורמים לשיפור בביצועים הסביבתיים. בתהליך קבלת ההיתר המפעל נדרש להציג מידע לממונה ובכלל זאת: סקר תהליכים, סקר פליטות, סקר פערים מהטכניקה המיטבית הזמינה, תוכנית לסגירת פערים וסקר פיזור מזהמים סביבתי. היתר הפליטה ניתן למתקן או למקור הפליטה לאחר שהגיש בקשה להיתר ונבחנו עמידתו ביישום הטכניקה המיטבית הזמינה, עמידה בערכי פליטה לאוויר ובערכי איכות האוויר הקבועים בחוק ומכלול נושאים נוספים, לאחר שנבחנו בידי ממונה היתר הפליטה. ברמת התהליכית, בקשות להיתר שהתקבלו במשרד להגנת הסביבה נבדקו בדיקה ראשונית לבחינת שלמות המסמכים ולקבלת אישור הגשה לפי חוק, ולאחר מכן נבדקו בדיקה מעמיקה, בדיקת מהות, ועל בסיסה נכתבו הדרישות בהיתר הפליטה. לפני הוצאה סופית של היתר הפליטה, הועברה טיוטת ההיתר למפעל לקבלת הערות ולאחר מכן פורסמה להערות הציבור. איור 7 מציג את תהליך מתן היתר הפליטה למתקנים טעוני היתר.

איור 7: תהליך קבלת היתר פליטה



בחלקים הבאים של העבודה יוצגו שיטת הבדיקה ואומדן העלויות והתועלת של המתקנים שנבחנו. נבקש להקדים ולהביא כמה הערות ביחס לאוכלוסיית המחקר:

1. **אבחנה בין מגזרי התעשייה והאנרגיה לתחנות הכוח הפחמיות:** בתהליך העבודה נמצא כי יש להבחין בין תחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל ליתר המתקנים בענפי התעשייה והאנרגיה. מקורה של ההבחנה בתרומתן היחסית הגבוהה של תחנות הכוח הפחמיות לאומדן הפחתת פליטות המזהמים, לצד ההשקעות הכספיות הגבוהות הצפויות במתקני ההפחתה ובמעבר לגז טבעי. השקעות אלה מיתרגמות ל"חיים ארוכים" יותר של מתקני ההפחתה ולמאזן תועלות ועלויות עם הנחות עבודה שונות במקצת כפי שיוצג בפרקים הבאים.
2. **רמת ההתייחסות לאוכלוסיית המפעלים:** ההתייחסות למפעלים תוצג עד לרמת סיווג המגזרי ולא תובא ההתייחסות פרטנית למתקן זה או אחר בענפי התעשייה וייצור האנרגיה. הטעם לכך נעוץ בשמירה על סודיות המידע שנאסף מהמפעלים בתהליך העבודה.
3. **אבחנה בין מפעלים קיימים לחדשים:** בתהליך העבודה נמצא כי מרבית המפעלים פעלו ערב כניסת החוק ונדרשו להשקעות כספיות ניכרות על מנת לעמוד בדרישות הסביבתיות שנקבעו בהיתרי הפליטה. לצד זאת נמצאו כמה מתקנים חדשים שלא נדרשו בהשקעות הוניות, כיוון שפעילותם כבר עמדה בתקנים הסביבתיים הנדרשים. למפעלים אלה כומתו עלויות הרגולציה בלבד, שעיקרה עלויות הכנת בקשת ההיתר ותשלום אגרה.

2 חלק א' - עלויות החלת מדיניות היתרי הפליטה

העלויות שהושקעו לטובת עמידה בהנחיות היתרי הפליטה נחלקות לשני מרכיבים עיקריים: ההשקעות שהשקיעו מתקנים טעוני היתר פליטה, שהם הרוב המכריע של העלויות, וההשקעות שהשקיע המשרד להגנת הסביבה להחלת הרגולציה האמורה.

יודגש כי העלויות שהובאו בחשבון מתייחסות להוצאות כספיות המתחייבות מיישום הנחיות ההיתר באופן ישיר, בשונה מעלויות שהיו המפעל או המשרד משקיעים במצב "עסקים כרגיל" או שבוצעו טרם כניסת ההנחיות לתוקף. נציין כי בכמה מקרים היה קושי להבדיל בין השקעות סביבתיות שעשה המפעל בעקבות דרישות ההיתר ובין השקעות סביבתיות שנעשו מתוקף הנחיות אחרות או במסגרת היערכות מוקדמת של המפעל לשלב בקשת ההיתר. לפיכך ככלל נקבע כי דרישות שעוגנו בהיתר ממועד כניסתו לתוקף ואילך נכללו בתחשיב הכלכלי של המפעל. כפי שצוין לעיל, נמצא כי יש להבחין בין תחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל ליתר קבוצת מקבלי ההיתר. בפרק זה נציג תחילה את שיטת העבודה והממצאים ביחס לקבוצת המפעלים בענפי התעשייה וייצור האנרגיה ובהמשך יוצגו נתונים אלה ביחס לתחנות הכוח הפחמיות.

פירוט מלא של שיטת העבודה לאומדן העלויות לעמידה בדרישות הסביבתיות בהיתרי הפליטה מובא בנספח המתודולוגיה המצורף למסמך זה.

2.1 אומדן עלויות בראיית מקבלי ההיתר - מגזרי התעשייה והאנרגיה

2.1.1 שיטת העבודה

ככלל, אומדן העלויות שהשקיעה התעשייה ליישום דרישות היתרי הפליטה אינו מצוין בפרסומים רשמיים או במידע שהוגש לרגולטור⁶, ולפיכך נדרשנו בבניית מסד נתונים ייעודי לעבודה זו. לנוכח לוחות הזמנים להשלמת העבודה התעורר קושי לפנות באופן פרטני לכלל אוכלוסיית מקבלי ההיתר, ולכן הוחלט לאסוף את המידע ולהבחין בין שלוש קבוצות אוכלוסייה: קבוצת סיווג א', ב' וג'.

קבוצה א' – איסוף מידע באמצעות סקר

קבוצה זו מתייחסת ל-27 מפעלים ממגזרים שונים שלהם הוחלט להעביר שאלון ייעודי לקבלת אומדן עלויות פרטני ביחס לדרישות היתר הפליטה, להלן: "קבוצה א'". לשם גיבוש רשימת המפעלים מופו תחילה כמה קריטריונים לבחירתם, ובהם: היקף הדרישות הסביבתיות מהמפעל ורמת מורכבותן, כמות המפעלים השייכים לסקטור/תת סקטור הנדון, מידת ייצוגו של המפעל הנדון למפעלים אחרים במגזר הפעילות שאליו הוא משתייך וכן היעדר הליכי אכיפה פעילים. רשימת המפעלים בקבוצה זו גובשה בהתייעצות עם רכזי איכות האוויר במחוזות המשרד.

באיסוף המידע מקבוצה זו היו כמה שלבי עבודה:

1. הכנת שאלון לאיסוף נתוני עלויות. השאלון התייחס בין היתר לעלויות הכנת הבקשה, ולעלויות יישום היתר הפליטה לרבות: עלויות רכישה ויישום של טכנולוגיות ואמצעים להפחתת פליטות, הוצאות תפעול שוטפות, עלויות ניטור ודיגום וכיוצ"ב. השאלון מצורף כנספח ב' למסמך זה.
2. העברת השאלון למפעלים וקבלת המידע מהם. הליך זה התקיים בשיתוף רכזי איכות האוויר במשרד באמצעות פגישות פרונטליות וטלפוניות.
3. ניתוח המידע בשאלונים המלאים שנתקבלו כלל הצלבת מידע מול הדרישות שנקבעו למפעל בהיתר פליטה, זאת על מנת:
 - א. לוודא כי המידע שהועבר כולל ככל הניתן עלויות ישירות ותוספתיות שמקורן בדרישות שנקבעו בהיתר הפליטה בלבד.
 - ב. למפות ולאתר דפוסים ביחס שבין הדרישות שנקבעו בהיתר הפליטה לטכניקת ההפחתה שאומצה על ידי המפעלים. יצוין כי במקרים רבים היתרי הפליטה לא קבעו מהי טכניקת ההפחתה הספציפית שבעל מקור הפליטה נדרש לאמץ וההנחיה כללה קביעת תקן עתידי בלבד שהמפעל נדרש לעמוד בו. מיפוי זה סייע בהבנה מהם אמצעי ההפחתה שאומצו על ידי המפעלים על מנת לעמוד בתקן הנדרש במגזרי

⁶ נציין כי כמה מפעלים בחרו להגיש בחינה טכנו-כלכלית לעמידה בדרישות הסביבתיות כחלק ממסמכי בקשת ההיתר. נתונים אלה שימשו את צוות העבודה בגיבוש האומדן ומחירון העלויות

הפעילות למיניהם, למשל: כיצד טופלו מקרים של ריבוי מקורות פליטה לא מוקדדים, באילו מקרים ננקטו פעולות להפחתה במקור והיכן הותקנו אמצעים שניוניים⁷.

ג. לגבש מחירון עלויות לטכניקות ההפחתה השכיחות. על בסיס המידע שנאסף מהמפעלים וממסמכי הייחוס נבנה מחירון עלויות לטכניקות ההפחתה כמפורט מטה.

בניית מחירון עלויות ליישום דרישות סביבתיות

במקביל לאיסוף המידע מקבוצת המפעלים הראשונה, נעשה איתור של עלויות טכניקות הטיפול בפליטות מזהמים ממקורות נוספים, כדי להרחיב את בסיס המידע ולבנות מחירון עלויות לעמידה בדרישות הסביבתיות. מקורות המידע לגיבוש המחירון האמור כללו את מסמכי הייחוס (BREF) לענפי התעשייה למיניהם, פנייה ייעודית לספקי ציוד, שימוש במחירונים המצוטטים בפרק הטכנו-כלכלי (פרק 5) במסמכי בקשות להיתר פליטה וכן המידע שהתקבל מהשאלונים בשלב א' לעיל. המחירון כלל התייחסות לטכניקות ההפחתה המרכזיות ובהן: פחם פעיל, מעבים, בתי שקים, סקראברים, מחמצן תרמי וכו'. מערך העלויות שהוכן התייחס לעלויות ההשקעה, עלויות תפעול ובמידת הצורך לעלויות נגזרות דוגמת גידול בצריכת החשמל או שימוש בחומרי גלם וכן עלויות דיגום, ניטור ובקרה.

בניית המחירון גם סייע באפיון טכניקות ההפחתה השכיחות לפי מזהמי האוויר השונים. כך למשל הפחתת פליטות תחמוצת גופרית (SO_2) הושגה על פי רוב באמצעות התקנת מערכות ספיגה. הפחתת פליטות תחמוצות חנקן (NO_x) הושגה באמצעות התקנת מערכת SCR/SNCR ושדרוג מבערים במתקנים להפקת האנרגיה. ביחס לחלקיקים (PM) נמצאה אבחנה בין טכניקות טיפול ממקורות מוקדדים ובראשן התקנת מערכות לסינון אבק (Dust Collector) וממקורות שאינם מוקדדים, שם הושגה הפחתה באמצעות קירוי, התקנת מערכות יניקה והרטבת משטחים. פליטות תרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC) אובחנו גם הן לפי פליטה ממקורות מוקדדים וממקורות שאינם מוקדדים. הראשונים טופלו באמצעות התקנת מחמצן תרמי (RTO) ו/או מערכות פחם פעיל. להפחתת פליטות ממקורות שאינם מוקדדים נעשה שימוש במערכת לאיתור דליפות מרכיבי ציוד (LDAR) וטיפול בהן וכן לשיפור מערכי ההזנה והפריקה. כמו כן מעבר המפעלים לשימוש בדלקים נקיים יותר, ובראשם הסבה מדלק מסוג מזוט לגז טבעי/גפ"מ, הוא צעד נוסף שהפחית מאוד פליטות מזהמים ובהם תחמוצת גופרית, תחמוצות חנקן וחלקיקים.

על בסיס המידע שנאסף גובשה הנחה בדבר אורך חיי מתקן הטיפול, על מנת שזו תשמש בשלב הניתוח הכלכלי הכולל כפי שיפורט בהמשך. כן כלל המחירון מידע בדבר עלויות נלוות ליישום דרישות ההיתר, עלויות הכנת הבקשה לקבלת היתר ועלויות הקמת מערך ניהול סביבתי. בסופו של שלב זה התקבל מחירון דרישות וטכנולוגיות, שכלל טווח רחב של דרישות סביבתיות המופיעות בהיתרי הפליטה אל מול הערכה כספית מקובלת. רשימת מרכיבי העלות המרכזיים שמופו במחירון מובאים בטבלה 3 מטה.

⁷ בהקשר לכך יש לציין כי פעמים רבות היתרי הפליטה לא קבעו מהי טכניקת ההפחתה הספציפית שבעל מקור הפליטה נדרש לאמץ וההנחיה כללה קביעת תקן עתידי בלבד. במקרים אלה נעשתה הערכה מושכלת לטכניקת הטיפול שתינקט בהתאם למקרים דומים בתעשייה וכן בהתייחס לטכניקות המובאות במסמכי BREF הייחוס (

טבלה 3: תיאור סכמטי של מחירון עלויות לעמידה בדרישות היתר הפליטה והכנתו

מרכיב עלות	תיאור
טכנולוגיות להפחתת פליטות	נתוני עלויות התקנה ותפעול של אמצעים לטיפול בפליטות מזהמים
התאמת ארובות לנוהל דיגום	גובה הארובה ועמידה בנוהל דיגום ארובות
סקרים ודיגומים	עלויות ביצוע סקרים כגון סקר ריח, דיגומי ארובות וניטור רציף בארובה
הסבת דלקים	עלויות שינוי השימוש בדלקים כבדים לשימוש בגז טבעי, גפ"מ
עלויות כוח אדם	עלויות תוספת ניהול סביבתי
עלויות הכנת בקשה	עלויות ייעוץ, כוח אדם ואגרה

קבוצת סיווג ב' – תמחור פרטני של דרישות היתר הפליטה

עם קבוצה זו נמנים 15 מפעלים נוספים שבעבורם בוצע מיפוי מלא של דרישות היתר הפליטה והתאמת עלויות לעמידה בדרישות אלה לפי מחירון העלויות. המפעלים בקבוצה זו נבחרו לפי הדרישות הסביבתיות שנקבעו בעבורם בהיתר:

- (א) עלויות הגשת הבקשה וכן עלויות פיקוח ובקרה חושבו לפי מחירון העלויות.
- (ב) תשלום אגרות חושב לפי מידע שהתקבל מהמשרד להגנת הסביבה.
- (ג) עלויות הכנת הבקשה חושבו לפי המחירון בשים לב לסיווגו המגזרי של המתקן, מידת מורכבותו וגודלו.
- (ד) עלויות טיפול במקורות פליטה מוקדיים: בעבור כל מתקן מופו המקורות המוקדיים שנדרשו בהפחתת פליטות לפי המידע שנמסר בבקשה להיתר פליטה. במתקנים ו/או במקורות פליטה שבהם צוינה הטכנולוגיה להפחתת פליטות במסגרת היתר הפליטה – נקבע אומדן העלויות לפי מחירון העלויות. במתקנים ו/או במקורות פליטה שבהם הטכנולוגיה להפחתת פליטות לא הוגדרה במסגרת ההיתר, הונח אמצעי הטיפול השכיח לצורך טיפול במזהמים הרלוונטיים, בהתאם למיטב הידע ולניסיון שנצבר בצוות העבודה.
- (ה) עלויות טיפול במקורות פליטה שאינם מוקדיים: בעבור כל מתקן מופו מקורות הפליטה הבלתי מוקדיים שנדרשו בהפחתת פליטות לפי המידע שנמסר בבקשה להיתר פליטה. במידת הצורך נעשתה הערכה למשתנים המשפיעים על אומדן העלויות ובהם שטח שעליו משתרעים מקורות הפליטה הלא מוקדיים והאם נדרש קירוי בלבד או קירוי וגם הפניה לטיפול משלים.

קבוצת סיווג ג' – מכפילי עלויות

הערכת עלויות ליתר המפעלים נעשתה על ידי חישוב מכפילי עלויות ביחס למתקנים שבעבורם נעשה תחשיב עלויות פרטני מקבוצות א' וב'. כלומר לכל מפעל מקבוצה זו חושב שיעור עלויות שאפשר לייחס למפעל הנדון ביחס לאחד מהמפעלים שלהם נעשתה בחינה פרטנית. קביעת מכפיל העלויות נקבע לפי השיקולים האלה:

1. שיוך מגזרי של המפעל הנדון לפי התוספת השלישית לחוק אוויר נקי;
2. השוואת היקף ייצור שנתי של המפעל מול המפעל המייצג על בסיס טופסי הבקשה להיתר הפליטה;
3. השוואת היקף הפליטות לאוויר של המפעל מול המפעל המייצג על בסיס טופסי הבקשה להיתר פליטה;
4. השוואת היקף הפחתת הפליטות הצפוי מהמפעל עפ"י הדרישות בהיתר הפליטה, ביחס להיקף ההפחתה שחושבה בעבור המתקן המייצג;
5. במידת הצורך בוצעה השוואת הדרישות הסביבתיות בהיתרי הפליטה שנקבעו למפעל הנדון ביחס למפעל המייצג.

2.1.2 תחשיב כלכלי

העלויות שנמצאו במגזרי הפעילות השונים סווגו לשלוש קבוצות הוצאה: עלויות השקעה הוניות לרכש טכנולוגיות להפחתת פליטות, עלויות שוטפות שחלקן בעלויות תפעול הטכנולוגיות וחלקן בעלויות לביצוע בקרה לפליטות מזהמי אוויר. לקבוצה השלישית שויכו העלויות הנלוות להיתר הפליטה ובכלל זאת: עלויות הכנת ההיתר ותשלום אגרה, תוספת כוח אדם לניהול סביבתי וכיוצ"ב.

לצורך הצגת העלויות במונחים רב שנתיים אחידים נכון למועד ביצוע העבודה נבנה תחשיב כלכלי בהתבסס על הנחות העבודה שלהלן. נזכיר כי ההנחות מתייחסות למפעלי התעשייה והאנרגיה ללא תחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל.

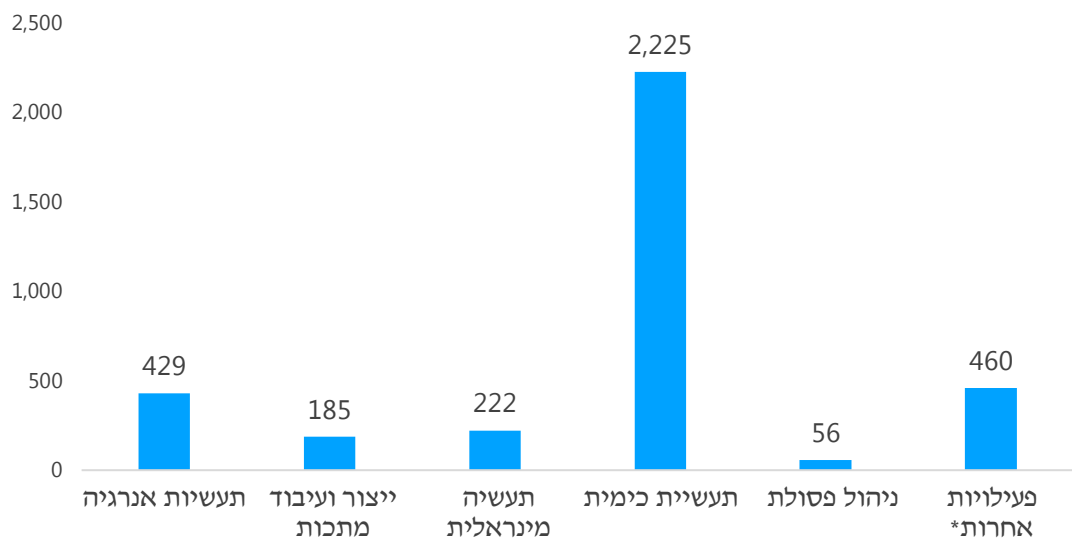
- פרק הזמן לפריסת תזרים העלויות והתועלות הונח לפי 20 שנה. הנחה זו התבססה על אורך חיים ממוצע של טכנולוגיות להפחתת פליטות מזהמים. המידע התקבל מתוך נתוני השאלונים של קבוצה א' לעיל ומאנשי מקצוע מומחים בתחום.
- עלויות תפעול לטכנולוגיות ההפחתה הונחו לפי 15% מעלות הרכישה. הנחה זו התבססה גם היא על נתוני השאלונים ומידע שהתקבל מאנשי מקצוע מומחים בתחום.
- עלויות נלוות - הונח אורך חיים של 7 שנים כפרק זמן ההיתר. הנחה זו מתייחסת בעיקרה לעלויות רישוי, כ"א לניהול סביבתי ומערכות בקרה.
- שיעור ההיוון לתזרים ההוצאה חושב לפי 3% מתוך שיעורי אג"ח ממשלתי חסר סיכון לתקופה הנבחנת⁸.

⁸ שיעור ההיוון נלקח מפרסומי בנק ישראל לתשואה ריאלית על אגרות חוב ממשלתיות לתקופת ההשקעה שהונחה בתחשיב הכלכלי

2.1.3 ממצאים – עלויות במגזרי התעשייה והאנרגיה

סך העלויות המהוונות ליישום מדיניות היתרי הפליטה במגזרי התעשייה והאנרגיה נאמדו ב-3,576 מיליון ₪ בערך מהוון. עלות זו מגלמת את סך העלויות ברכישה ותפעול של טכנולוגיות ואמצעים להפחתת מזהמים בכלל ענפי התעשייה וייצור האנרגיה, למעט תחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל. איור 8 מציג את מאזן העלויות בחלוקה לפי מגזרי הפעילות המרכזיים כהגדרתם בתוספת השלישית לחוק אוויר נקי.

איור 8: סך אומדן עלויות לעמידה בדרישות ההיתר במפעלי התעשייה ובמתקני האנרגיה (למעט תחנות הכוח הפחמיות), מיליוני ₪, מהוון



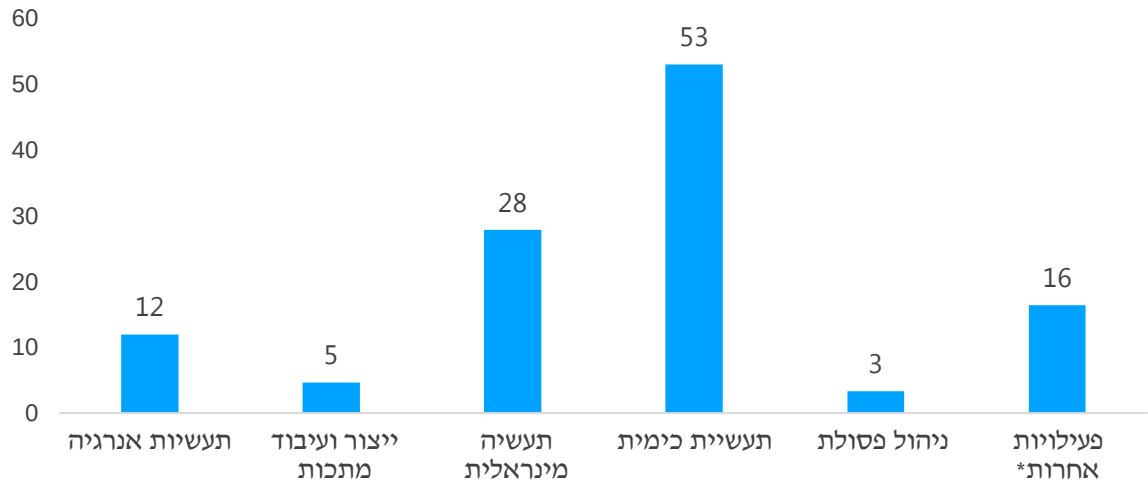
* מגזר הכולל את מפעלי המזון, הפסדים ושימוש בממסים

ניתן לראות כי מגזר הכימיה ביצע את מירב ההשקעות (62%). אחריו נמצאות פעילויות אחרות ותעשיות האנרגיה בסך הוצאה ממוצעת של 460 ו-429 מלש"ח בהתאמה.

אומדן עלויות למפעל בחתך מגזרי

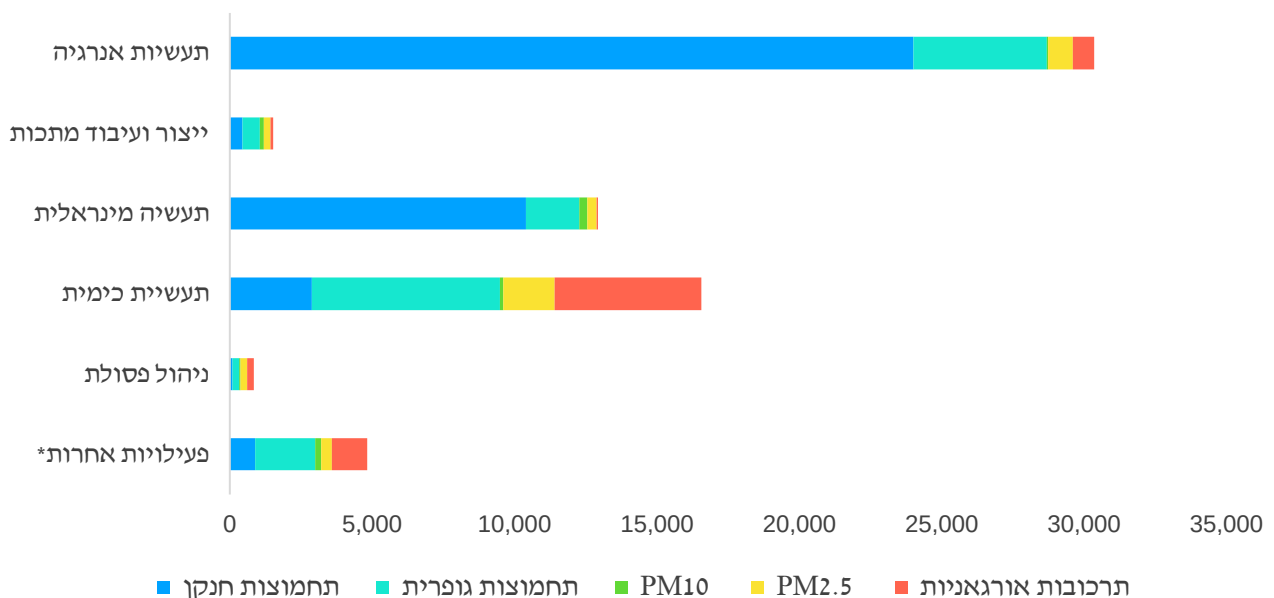
על מנת לבחון האם יחידת ההשקעה שונה בין ענפי התעשייה נעשתה חלוקה של אומדן העלויות במספר המפעלים בכל מגזר פעילות. כך למשל במגזר הכימיה סך ההוצאה 2,225 חולקה ב-42 מפעלים, וההוצאה למפעל נאמדת ב-53 מלש"ח בערך מהוון. באופן דומה חושב אומדן העלות לכל מפעל במגזרי הפעילות השונים.

איור 9: אומדן עלויות למפעל בחתך מגזרי (מיליוני ₪, מהוון)



ניתן לראות כי העלות הגבוהה ביותר הושקעה במגזר התעשייה הכימית בשווי של 53 מיליון ₪ למפעל. אחריו נמצאות התעשייה המינרלית ופעילויות אחרות בהשקעה ממוצעת של 28 ו-16 מלש"ח בהתאמה. על מנת להעמיק את הסבר הממצאים מובא באיור 10 מטה אומדן פליטות של מזהמי האוויר לכל מגזר במצב הקיים, טרם החלת הדרישות הסביבתיות.

איור 10: פליטות מזהמים במצב הקיים בחתך מגזרי (טונה/שנה)



אפשר לראות כי יש מתאם בין היקפי הפליטות ובין ההשקעה הכספית החזויה במגזרי התעשייה למיניהם. בולטים במיוחד, בשני הגרפים היקף ההוצאה והפליטה של התעשייה הכימית המינרלית וכן של הענפים הכלולים ב"פעילויות אחרות". משמעות הדבר היא שבמגזרי פעילות שיש בהם רמה גבוהה של פליטות במצב הקיים נמצא גם פוטנציאל גבוה להפחתת מזהמים, פוטנציאל זה מתורגם לעלות השקעה גבוהה ברכש טכניקות להפחתת מזהמים.

חריגה למסקנה זו תעשיית האנרגיה, המאופיינת ברמת הוצאה נמוכה ביחס למפעל וזאת כיוון שמקורות פליטה רבים במגזר זה כבר עמדו בטכניקה המיטבית הזמינה טרם כניסת היתר הפליטה, ולכן לא נדרשו להשקעות גדולות. את תרומתם הגבוהה היחסית לפליטת המזהמים ניתן להסביר במספרם הרב של המפעלים ובאופי הפעילות שמייצר פליטות רבות לסביבה.

סיווג אומדן העלויות

את המידע בדבר העלויות שהושקעו ניתן לנתח גם לפי סוג ההשקעה של המפעלים. אומדן העלויות חולק לשלוש קטגוריות מרכזיות: רכש ותפעול ציוד להפחתת פליטות ממקורות מוקדניים וממקורות שאינם מוקדניים, עלויות ניטור ובקרה ועלויות נוספות המייצגות עלויות ניהול, אגרה ועלויות רגולציה. התרשים מציג את אומדן העלויות לפי סיווג זה.

איור 11: פילוח עלויות הטיפול בתעשייה לפי סיווג ההשקעה



ניתן לראות כי רובה המכריע של ההוצאה הייתה לטובת רכש טכנולוגיות או אימוץ פרוטוקולים להפחתת פליטות מזהמים. 62% הושקעו בהפחתת פליטות ממקורות מוקדניים ו-34% במקורות שאינם מוקדניים. יתר העלויות נחלקות בין רכיבי בקרה וניטור סביבתי ו-2% עלויות נלוות להכנת ההיתר ותשלומי אגרה.

2.2 אומדן עלויות – תחנות הכוח הפחמיות

2.2.1 שיטת העבודה

כללי

תחנות הכוח הפחמיות הן מקורות פליטה בעלי תרומה עיקרית לפליטת מזהמי אוויר וכפועל יוצא מכך גם מידת ההשקעה שהשקיעה חברת החשמל ועוד עתידה להשקיע בשיפור הביצועים הסביבתיים של מתקני הייצור. בדומה לקבוצות סיווג א' וב' גם אומדן העלויות בעבור מקורות אלה התגבש תוך כדי בחינה פרטנית של הדרישות הסביבתיות שעוגנו בהיתרי הפליטה ובראשן התקנת אמצעי טיפול והסבה לגז טבעי.

להלן צעדי ההפחתה שנקבעו למתקנים אלה בהיתרי הפליטה:

1. תחנת רוטנברג:

יחידות 1-2 – התקנת אמצעים ראשוניים, מערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן (Selective Catalytic Reduction) וטכנולוגיות להפחתת פליטות תחמוצת גופרית (Flue-gas desulfurization) FGD המביאה גם לצמצום בפליטת חלקיקים.

יחידות 3-4 – התקנת אמצעים ראשוניים ומערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן SCR.

2. תחנת אורות רבין:

יחידות 5-6 – התקנת אמצעים ראשוניים, מערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן SCR וטכנולוגיות להפחתת פליטות תחמוצת גופרית FGD המביאה גם לצמצום בפליטת חלקיקים.

יחידות 1-4 – סגירת היחידות ביוני 2022 והקמת 1,200 מגוואט בגז טבעי, במקומם.

3. הגבלת ייצור בפחם: הגבלת ייצור בפחם להיקף שווה ערך להפחתה של 19% ביחס לייצור בפחם בשנת 2015 עד לסגירת יחידות 1-4.

יש לציין כי הוראה להתקנת אמצעים להפחתת פליטות למקורות אלה ניתנה לראשונה במסגרת הוראות אישיות למניעת מפגעים מתחנות הכוח לפי סעיף 8 לחוק מניעת מפגעים, התשכ"א⁹ 1951. צו זה הוחל ב- 26.12.2010 והתייחס לכלל יחידות הייצור בחברת החשמל. במסגרת העבודה הוחלט לכלול את אמצעי ההפחתה כפי שעוגנו בהיתרי הפליטה שכן, במסגרת זו נקבעו הוראות מחמירות יותר.

מקור נתונים לאומדן עלויות

אומדן העלויות להתקנת אמצעי ההפחתה בתחנות הכוח רוטנברג וביחידות 5-6 באורות רבין נלקח מתוך הדוח הכספי של חברת החשמל לשנת 2015 בו דיווחה החברה על היקפי ההשקעה הצפויה ברכש טכנולוגיות להפחתת פליטות¹⁰.

⁹ https://www.nevo.co.il/law_html/Law01/251_001.htm

¹⁰ <https://www.iec.co.il/investors/DocLib1/ISA2015.pdf>

בהתייחס ליחידות 4-1 באורות רבין, ס' 4 בהיתר הפליטה קובע כי:

"לצורך הפחתת פליטות ממקור הפליטה יפסיק בעל מקור הפליטה את הפעלת יחידות הייצור MD1, MD2, MD3 ו-MD4, לא יאוחר מיום 01.06.2022."

המשמעויות הכלכליות והסביבתיות של הפסקת פעילויות היחידות בשנת היעד נבחנה בהתבסס על דוח שנערך במשרד להגנת הסביבה. הדוח מצא כי החלופה המיטבית להפסקת פעילותן של יחידות 4-1 בשנת היעד היא השבתת היחידות והקמת תחנת כוח במחזור משולב (מחז"מ)¹¹ בעלות השקעה של כ- 5,368 מיליארד ₪.

בנוסף לעלויות ההשקעה שצוינו לעיל, הובאו בחשבון גם עלויות הכנת המסמכים של בקשת היתרי הפליטה לפי המחירון שנבנה בשביל מגזרי התעשייה והאנרגיה בהתאם להיקף מורכבותם התפעולית של המתקנים. כמו כן חושבו עלויות תשלום האגרות בהתאם למידע שהתקבל מהמשרד להגנת הסביבה.

2.2.2 ממצאים – אומדן עלויות בתחנות הכוח הפחמיות

התקנת אמצעי טיפול בתחנת רוטנברג וביחידות 5-6 באורות רבין

כאמור עלויות התקנת טכניקות ההפחתה נלקחו מדיווחה הכספי של חברת החשמל לשנת 2015. במסמך זה החברה מדווחת על סך השקעה מוערכת של כ-7,774 מיליוני ₪ בתחנת רוטנברג וביחידות 5-6 באורות רבין. לצורך הצגת העלויות במונחים רב שנתיים אחידים נכון למועד ביצוע העבודה, נבנה תחשיב כלכלי מרכז בהתבסס על הנחות העבודה האלה:

- אורך חיי טכנולוגיות להפחתת פליטות (SCR, PGD ואמצעים ראשוניים): פרק הזמן לפריסת עלויות התפעול הונח לפי אורך חיי מתקן הפחתה ממוצע ל-25 שנה. נתון נסמך על פרק הזמן שקבעה רשות החשמל להכרה בהוצאה זו.
- עלויות תפעול שנתיות הונחו לפי שיעור של 15% מסך עלות ההקמה לכל מתקן.
- שיעור ההיוון לתזרים ההוצאה חושב לפי 3% מתוך שיעורי אג"ח ממשלתי חסר סיכון לתקופה הנבחנת¹².

העלויות המהוונות להתקנת אמצעי טיפול בתחנות הכוח הפחמיות נאמדו ב-28,034 מיליוני ₪ לערך כמוצג בטבלה להלן. עלויות אלה כוללות את עלויות ההשקעה המובאות לעיל וכן את היוון עלויות התפעול לאורך תקופת ההשקעה.

¹¹ בחינת חלופות להשבתת יחידות 4-1 באורות רבין אוגוסט 2016

<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Documents/2016/Orot-Rabin-1-4-082016.pdf>

¹² שיעור ההיוון נלקח מפרסומי בנק ישראל לתשואה ריאלית על אגרות חוב ממשלתיות לתקופת ההשקעה

טבלה 4: עלויות התקנת אמצעים להפחתת פליטות בתחנות הכוח הפחמיות, מיליוני ₪, מהוון

שם המתקן	אמצעי הפחתה	עלויות (מלש"ח, מהוון)
תחנת רוטנברג		
יחידות 2-1	התקנת אמצעים ראשוניים FGD, SCR ,	10,995
יחידות 4-3	התקנת אמצעים ראשוניים, -SCR	6,376
אורות רבין		
יחידות 6-5	התקנת אמצעים ראשוניים, SCR	10,663

השבתת יחידות 4-1 בתחנת אורות רבין משנת 2022 והקמת מחז"מ חלופי

כאמור, עלויות הפחתת זיהום האוויר מיחידות 4-1 בתחנת אורות רבין נלקחו מדוח שפרסם המשרד להגנ"ס. עלויות ההשקעה להקמת המחז"מ והעברת היחידות לשימור נאמדות ב-5,368 מיליוני ₪. לעלויות אלה התווספו עלויות תפעול שנתיות בהתאם להנחות עורכי הדוח וכן הונח כי לפי הנחות אלה אורך חיי המחז"מ הוא 40 שנה. עלות חלופה זו נאמדת ב-6,616 מיליוני ₪ בערך מהוון למועד עריכת המחקר. עלות זו כוללת את עלויות ההשקעה המובאות לעיל וכן את הוון עלויות התפעול לאורך תקופת ההשקעה.

עלויות נלוות

עלויות אלה מתייחסות בעיקרן לתשלומי אגרה ועלות הכנת הבקשה להיתר פליטה. עלות האגרה נפרסה בהתאם לקבוע בתקנות חוק אוויר נקי (אגרות) לאורך שבע שנות ההיתר. עלות מרכיב זה היא 6.7 מלש"ח בערך מהוון.

2.3 אומדן עלויות כלכליות בראיית המשרד להגנ"ס

רכיב זה מתייחס לעלויות שהשקיע המשרד להגנת הסביבה ביישום הנחיות הדיקטיבה ובמתן היתרי פליטה למפעלים. רכיב זה כולל הוצאות שונות שעיקרן: כוח אדם מלווה, הדרכות, שעות ייעוץ לבחינת הבקשות להיתרי הפליטה ואישורן.

המידע התקבל מנתוני המשרד לשנים 2011-2017. לפי נתונים שהתקבלו נדרשה תוספת של 11 משרות הנאמדת ב-13.7 מלש"ח. כמו כן חושבו עלויות יועצים בשווי 11 מלש"ח שהוצאו בין השנים 2011-2016.

סך עלויות רגולציה: 24.8 מלש"ח בערך מהוון.

3 חלק ב' - תועלות משקיות הצפויות מיישום הנחיות היתרי הפליטה

בחלק זה נאמדו התועלות הכלכליות הצפויות למשק מצמצום בפליטות מזהמי האוויר בעקבות יישום הדרישות בהיתרי הפליטה. כימות התועלות נעשה תוך שימוש בעלויות חיצוניות לפליטת מזהמים ממגזרי התעשייה וייצור האנרגיה לפי פרסומי המשרד להגנת הסביבה והסוכנות האירופית לסביבה (EEA – European environment agency). עלויות אלה מכמתות את ההטבה הכלכלית המושגת לפרטים במשק בעקבות הפחתת הנזקים הנגרמים מזיהום אוויר ובראשם נזקים בריאותיים מסוג תמותה ותחלואה בקרב אוכלוסיות רגישות. נציין כי יש גישות שונות לביצוע הערכה זו ובהן בחינת נכונותו של הפרט לשלם בעבור הימנעות מנזקים אלה Pay to Willingness (WTP), הערכת חיי אדם למשק (value of a statistical life - VSL) וגישת עלות הנזק הבוחנת את העלות הישירה של נזקים אלה. להרחבה בעניין ראה דוח המשרד: **חישוב העלויות החיצוניות של זיהום אוויר מתחבורה ומתעשייה בישראל שפורסם בשנת 2012**.¹³

כאמור, מזהמי האוויר ששנבחנו בעבודה הם: תחמוצת גופרית (SO_2), תחמוצות חנקן (NO_x), חלקיקים (PM_{10}), $\text{PM}_{2.5}$), תרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC). קבוצת המזהמים הראשונה, המכונה גם "מזהמי קריטריה", היא במוקד עיסוקו של המשרד בשל נוכחותם הנרחבת במקורות פליטה תעשייתיים, בצד עדויות מדעיות מבוססות להשפעתם השלילית על בריאות הציבור. כמו כן נמצא לנכון לתת את הדעת גם לשני מזהמים אחרים - אמוניה (NH_3) ובנזן (C_6H_6) - לנוכח ההשפעה הסביבתית בפליטתם בעקבות יישום מדיניות היתרי הפליטה והשפעתם השלילית על בריאות הציבור.

מזהמי אוויר

להלן תיאור תמציתי של מזהמי האוויר העיקריים לצד הנזקים הבריאותיים המיוחסים לעלייה בריכוזם בסביבה.

חלקיקים ($\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}):

בישראל הם מגיעים הן ממקורות טבעיים, ובעיקר מאבק מדברי, והן ממקורות אנתרופוגניים, עקב פעולות האדם. הטופוגרפיה, התנאים האטמוספריים ובעיקר גודל החלקיקים הם שקובעים את משך שהותם של החלקיקים באוויר. מקובל להבחין בין שני גדלים של חלקיקים: PM_{10} - חלקיקים הקטנים מקוטר אווירודינמי של 10 מיקרומטר; $\text{PM}_{2.5}$ - חלקיקים הקטנים מקוטר אווירודינמי של 2.5 מיקרומטר. החלקיקים נפלטם לסביבה בעקבות כל מיני תהליכים. בין התהליכים התעשייתיים בולטים פעילות שריפת דלקים, עיבוד קרקע בחקלאות, גריסת חומרי חציבה ובנייה וערמות אחסון של חומרים אבקתיים. השפעה הבריאותית של החשיפה לחלקיקים קשורה למקור החלקיקים ולגודלם. לפי נתוני ארגון הבריאות העולמי, חלקיקים נשימים עדינים הם מזהם האוויר בעל ההשפעה הגדולה ביותר על בריאות הציבור. חלקיקים אלה עלולים לחדור לעומק דרכי הנשימה ואף למערכת הלב וכלי הדם. על-פי סקרים אפידמיולוגיים, אפילו חשיפה נשימתית קצרת טווח לחלקיקים אלה עלולה לגרום לעלייה בתחלואה ואף בתמותה בקרב אוכלוסיות רגישות כמו אנשים מבוגרים וילדים. חשיפה נשימתית ארוכת טווח לרמות גבוהות של חלקיקים נשימים עדינים תשפיע על מערכות נוספות מלבד מערכות הלב והריאה, כמו מערכת החיסון.

¹³ http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/svivaair/documents/airexternalcost/airnirb_1.pdf

תחמוצת גופרית (SO_2)

קבוצת תחמוצות גופרית היא קבוצה של מזהמים גזיים, המורכבת בעיקר מהמזהם גופרית דו-חמצנית (SO_2) ומזהמים נוספים. אנו מתייחסים רק למזהם העיקרי SO_2 תחמוצת גופרית נוצרות כאשר גופרית מתחמצנת בעת שריפתה ונפלטת לסביבה. המקורות לגופרית דו-חמצנית הם תהליכים תעשייתיים שבהם מתרחשת שריפת דלקים עם תכולת גופרית גבוהה (פחם ומזוט) כמו במתקני אנרגיה, בתי זיקוק לנפט ובדודי קיטור בתעשייה. במחקרים בריאותיים נמצא כי ההשפעה העיקרית של גופרית דו-חמצנית על הבריאות היא בקרב קבוצות סיכון: ילדים ומבוגרים וכן בקרב חולים כרוניים במחלות ריאה.

תחמוצות חנקן (NO_x)

תחמוצות חנקן היא קבוצה של מזהמים גזיים, המורכבת בעיקר מחנקן חד חמצני (NO) ומחנקן דו חמצני (NO_2). מכלל תחמוצות החנקן, חנקן דו חמצני הוא הבעייתי ביותר מבחינה בריאותית וסביבתית. תחמוצות חנקן נפלטות לסביבה כאשר גז החנקן, הנמצא באופן טבעי באוויר, מתחמצן בעת השריפה בטמפרטורות גבוהות. גזים אלה נפלטים מכל תהליך שריפה בטמפרטורות גבוהות כמו דודי קיטור וארובות של תחנות כוח לייצור אנרגיה. על-פי סקרים אפידמיולוגיים, חשיפה נשימתית לתחמוצות חנקן עלולה לגרום לעלייה בתחלואה ואף בתמותה בקרב אוכלוסיות רגישות כגון אנשים מבוגרים וילדים, וזאת על רקע מחלות לב ונשימה. קבוצת תרכובות זו תורמת ליצירת מזהם נוסף, אוזון (O_3) קרקעי, הנוצר באופן שניוני בהשפעת קרינת השמש ופוגע באזורים במורד הרוח, כלומר הרחק ממוקדי הפליטה של תחמוצות החנקן.

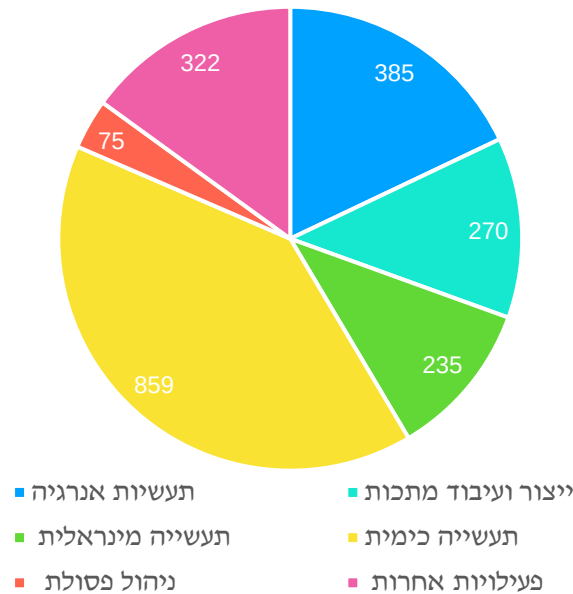
חומרים אורגניים נדיפים שאינם מתאן (NMVOC)

קבוצה זו היא אסופה גדולה ומגוונת של חומרים אורגניים (המכילים אטומי פחמן), המתנדפים ונמצאים במצב גזי בטמפרטורת הסביבה. לחומרים אלה שימושים רבים כמרכיבים במוצרים שונים בתעשייה, בתחבורה ובתחנות דלק וכן בסביבה התוך-מבנית. על אף השונות הגדולה בין חומרים אלה, רובם תורמים להיווצרות אוזון (O_3), שהוא מזהם הפוגע בתפקוד הריאות. חומרים אלה נפלטים ממגוון מקורות בתעשייה ובהם: תהליכי שריפה של דלקים, שימוש בממסים, זיקוק דלקים, מכלי אחסון של דלקים, חומר גלם, תוצרי ביניים ותוצרים המורכבים או מכילים חומרים אורגניים. מקורות הפליטה יכולים להיות מוקדיים, כגון ארובות וונטים וגם לא מוקדיים כגון מכלי אחסון ורכיבי צנרת.

3.1 בניית מצאי הפחתות

לצורך תחשיב התועלות נבנה בשלב הראשון מצאי לחישוב ההפחתה הצפויה במזהמי האוויר בעקבות יישום הדרישות בהיתר הפליטה. הערכת הפליטות במצב הקיים נבנתה על בסיס המידע שהתקבל מהמפעלים במסמכי הבקשה להיתר פליטה. הנתונים מציגים את הפליטה המרבית מהמפעל ומבוססים על דיגומים שערך המפעל או על אומדנים דוגמת מקדמי פליטה מקובלים למקור הנדון. בביצוע התחשיב נעשתה הבחנה בין מקורות פליטה מוקדיים למקורות שאינם מוקדיים וכן בין מתקנים שבהם הייתה או עתידה להיות הסבת דלקים לפי הנחיות היתר הפליטה. בסופו של שלב זה מופו כ-2,100 מקורות פליטה ועבור כל אחד מהם תועד קצב הפליטה של כל אחד ממזהמי האוויר, שנבחנו בעבודה, במונחי ריכוז וקצב פליטה לשנה. איור 12 מציג את מספר מקורות הפליטה שנבחנו בכל אחד ממגזרי הפעילות התעשייתיים.

איור 12 : מספר מקורות הפליטה שנבחנו בחתך מגזרי



3.2 הערכת היקף ההפחתה הצפויה

ההפחתה הצפויה בפליטות המזהמים היא ההפרש שבין המצב הקיים ובין הפליטות לאחר יישום תנאי היתר הפליטה לאוויר. בעבור כל מקור נבחן האם צפויה הפחתה בפליטתו עקב יישום דרישות ההיתר ואם כן נעשתה הערכה לפליטה הצפויה לאחר יישום הנחיות ההיתר. ככלל, הפחתת הפליטות במקורות מוקדדיים חושבה לפי השיפור הצפוי בתקני הפליטה בהתחשב באופי פעילות המתקן (ספיקה ושעות פעילות בשנה). בעבור מקורות שאינם מוקדדיים, כגון משטחים, תחנות משלוח ופליטות מרכיבי ציוד, נעשתה הערכת הפחתה לפי מסמכי הייחוס המגזרי (BREF) לטכניקה שאומצה במפעל. אם לא נמצאה התייחסות במסמכי הייחוס לטכניקה זו הונחה היעילות מתוך מסמך CWW BREF¹⁴ או על בסיס המידע הקיים.

יודגש כי אם לא נדרשו בהיתר הפליטה אמצעים להפחתת הפליטות במקור מסוים, הונח כי קצב הפליטה במצב עתידי שווה לקצב הפליטה במצב קיים. פירוט מערך ההנחות ששימש בבניית מצאי ההפחתות מובא בנספח המתודולוגיה למסמך זה.

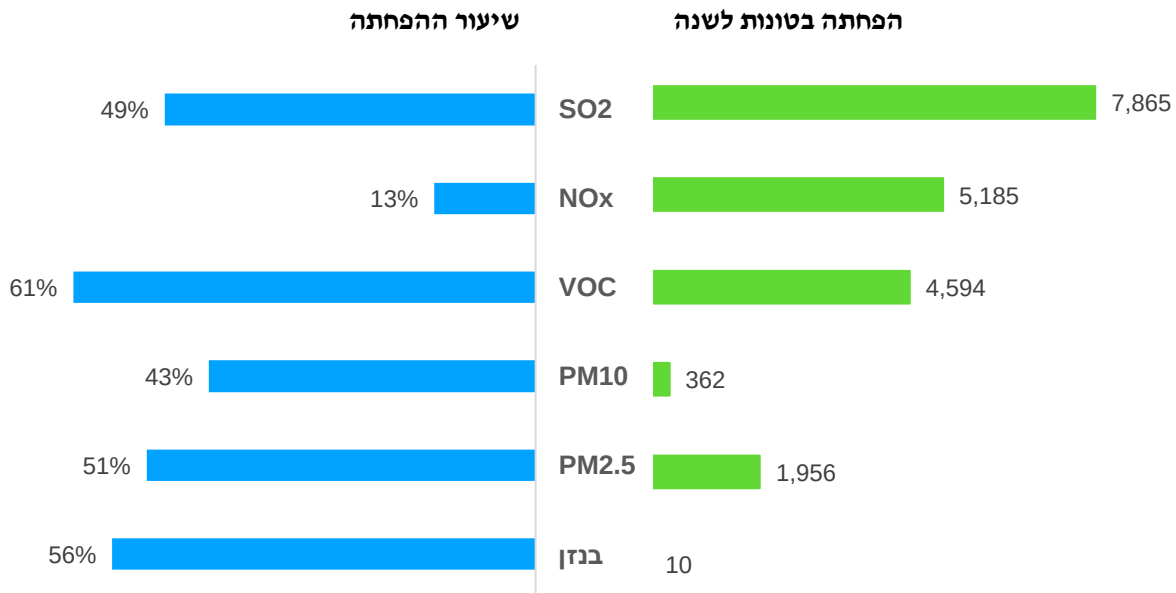
בדומה לפרק אומדן העלויות לעיל, גם פרק זה יציג את תחשיב התועלות שהתקבלו תוך אבחנה בין תחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל ליתר מפעלי התעשייה ומתקני ייצור האנרגיה.

3.3 הפחתת מזהמים ותועלות כלכליות במגזרי התעשייה והאנרגיה

איור 13 מציג את אומדן הפחתת הפליטות במונחי טונה/שנה ושיעור ההפחתה לכל מזהם ביחס לתרחיש מצב קיים בעקבות יישום דרישות היתרי הפליטה בכלל המפעלים.

¹⁴ <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/cww.html>

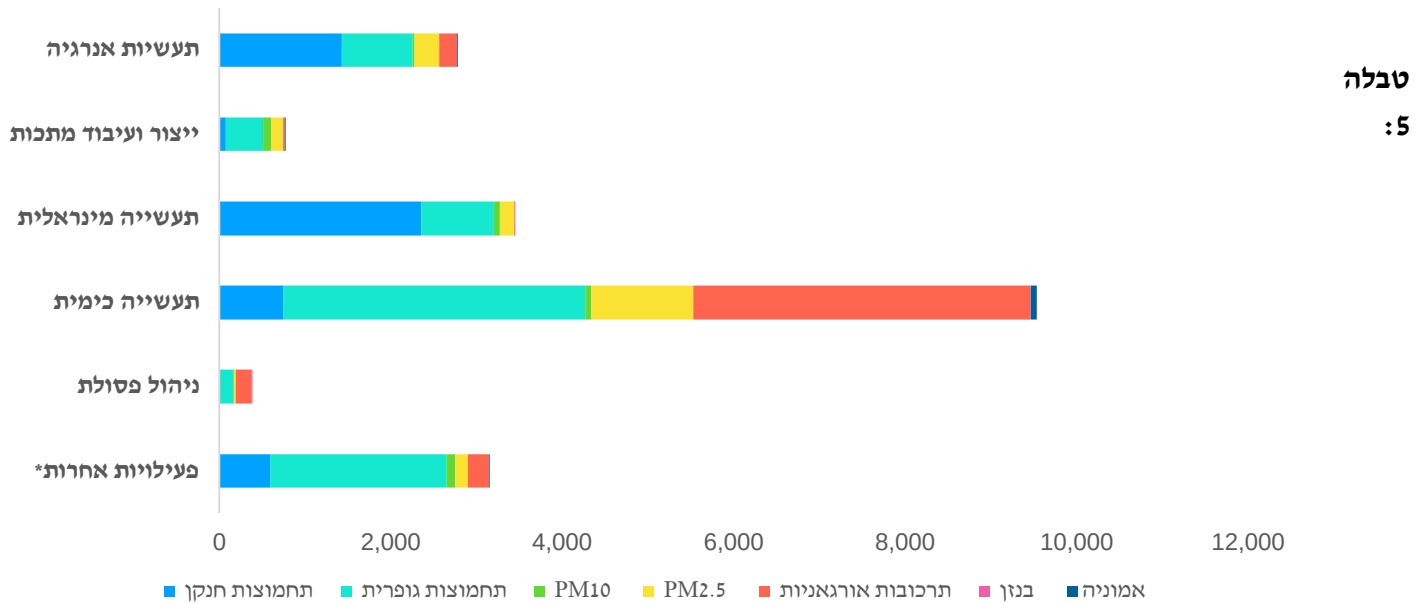
איור 13: אומדן הפחתת מזהמים ביחס לתרחיש "עסקים כרגיל" (טונה/שנה, שיעור יחסי)¹⁵



ניתן לראות כי היקף ההפחתה הגדול ביותר צפוי בפליטות תחמוצת גופרית (SO_2) ותחמוצות החנקן (NO_x) וכן בפליטות החלקיקים העדינים ובתרכובות האורגניות הנדיפות. לצד ההפחתות צפויה עלייה בפליטות האמוניה, שמקורה באימוץ טכניקות הפחתה לטיפול בתחמוצות חנקן המבוססות על שימוש בתמיסות אמוניה. איור 14 וטבלה 5 מציגים את ההפחתה הצפויה בפליטות המזהמים בעקבות יישום הדרישות בחתך מגזרי. אפשר לראות כי ההפחתה הניכרת ביותר צפויה בתעשיית הכימיה ובתעשייה המינרלית.

¹⁵ בניכוי עלות חיצונית של 121 מלש"ח מעלייה בפליטות אמוניה

איור 14: ההפחתה הצפויה בפליטות מזהמים בעקבות יישום דרישות היתרי הפליטה בחתך מגזרי (טונה/שנה)



ההפחתה הצפויה בפליטת מזהמים בעקבות יישום הדרישות בהיתר (טונה/שנה)

מגזר	NO _x	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	VOC	בנזן	אמוניה
ייצור אנרגיה	1,431	825	21	289	210	1	2
מתכת	72	441	92	143	17	0	3
מינראלית	2,352	852	73	170	0	2	-58
כימיה	748	3,525	69	1,189	3,927	6	74
פסולת	-15	167	2	20	190	0	0
אחר	596	2,056	104	146	249	0	4
ס"ה הפחתה	5,185	7,865	362	1,956	4,594	10	-26

3.4 אומדן עלויות חיצוניות

המרת ההפחתה הצפויה בפליטות המזהמים לתועלת משקית נעשתה באמצעות מקדמי עלויות חיצוניות לפליטות מזהמי אוויר ממגזר התעשייה והאנרגיה. השימוש בעלויות חיצוניות משמש כשיטת הערכה מקובלת למתן ערך כלכלי למוצר שאינו נסחר בשוק, אולם לנוכחותו יש ערך בראיית הפרטים במשק (במונחי תחלואה ותמותה) קרי מתן "תג מחיר" לזיהום האוויר. שיטות ההערכה פותחו תוך שימוש בכלים סטטיסטיים האומדים את הקשר שבין נוכחות המזהם באוויר להשפעות בריאותיות. בפרסומי המשרד להגנת הסביבה ניתן למצוא ערכים למזהמי הקריטריה שבהם נעשה שימוש בעבודה זו ונכונים למועד ביצוע העבודה¹⁶. בעבור המזהמים בנזן ואמוניה נעשה שימוש בערכי העלויות החיצוניות שפורסמו מטעם הסוכנות האירופית לסביבה (EEA – European environment agency). לאחר התאמתם למונחי המשק המקומי נעשתה ההתאמה לפי הפרמטרים הכלכליים האלה: שינוי ברמת המחירים, מידת הנכונות לשלם (WTP) וצפיפות אוכלוסין. פירוט מלא של שיטת ההמרה מובא בנספח המתודולוגיה. טבלה 6 מציגה את ערכי העלויות החיצוניות לכימות התועלת הכלכלית להפחתת פליטות מזהמים במשק המקומי.

טבלה 6 : עלויות חיצוניות לפליטת מזהמים למגזרי התעשייה וייצור האנרגיה (למעט תחנות הכוח הפחמיות), (ש/טונה)

מזהם	מגזר תעשייה (ש/טונה)	מקור
SO ₂	52,322	הגנ"ס, עלויות חיצוניות לתעשייה (2016)
NO _x	37,189	
PM _{2.5}	139,799	
PM ₁₀	90,431	
VOC	19,477	
NH ₃	371,830	המרת ערכים EEA
בנזן	1,366,228	

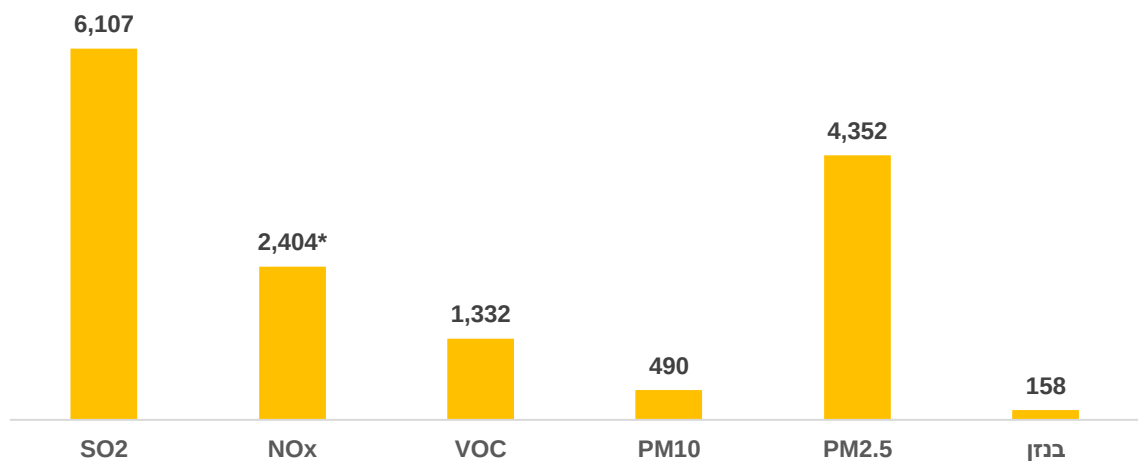
הכפלה של ערכי תחזית ההפחתות בערכי התועלות החיצוניות של כל אחד מהמזהמים נותנת את אומדן התועלת הכלכלית הצפויה מיישום מדיניות היתרי הפליטה. כדי ליצור תשתית בת השוואה בין תזרימי העלויות והתועלות נדרשנו להציג את התועלת במונחים רב-שנתיים אחידים בהתבסס על הנחות העבודה האלה:

¹⁶ <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/Pages/AirExternalCost.aspx>

- בדומה לאומדן העלויות, פרק הזמן לפריסת התועלות הונח לפי אורך חיי מתקן הפחתה ממוצע ל-20 שנה. כפי שצוין לעיל, נתון זה נלקח מממוצע הדיווחים שהתקבלו מדיווחי המפעלים ומאנשי מקצוע בתחום.
- בדומה לאומדן העלויות, שיעור ההיוון לתזרים ההוצאה חושב לפי 3% מתוך שיעורי אג"ח ממשלתי חסר סיכון לתקופה הנבחנת¹⁷.

איור 15 מטה מציג את סך התועלת הכלכלית הצפויה מהפחתת פליטות מזהמי האוויר בעקבות יישום דרישות היתרי הפליטה. ערכי התועלת מוצגים לאחר היוון התזרים לאורך תקופת ההפחתה במונחי מועד ביצוע העבודה.

איור 15: סך תועלות מהוונות מהפחתת פליטות מזהמי אוויר במגזרי התעשייה וייצור האנרגיה (מלש"ח, מהוון)

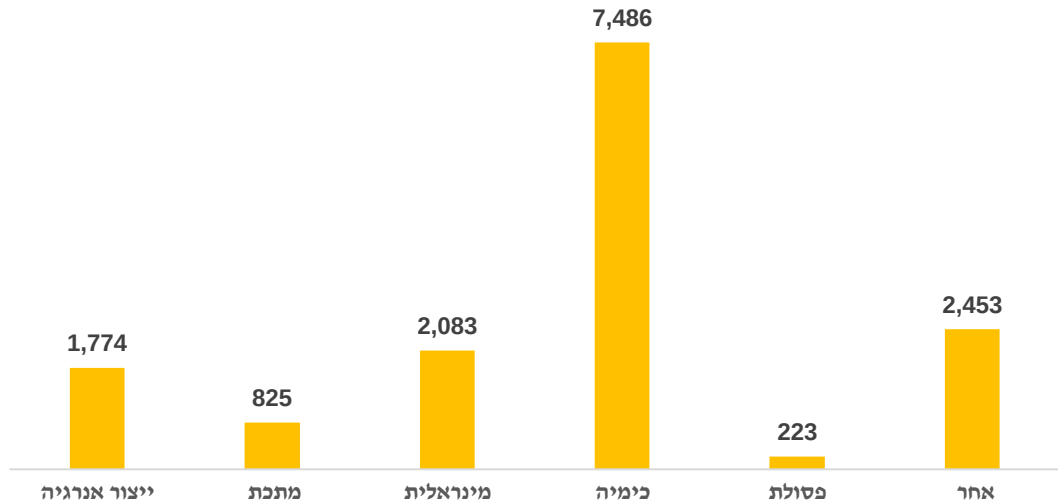


* בניכוי עלייה של 121 מלש"ח מעלייה בפליטות האמוניה

בדומה לתחזית ההפחתה שהוצגה באיור 13 לעיל, אפשר לראות כי עיקר התועלת צפויה מהפחתת פליטות תחמוצת גופרית (SO₂SO₂), חלקיקים עדינים (PM_{2.5}) ותחמוצות חנקן (NO_x). הגידול בתרומה החלקיקים לתועלת הכלכלית ביחס לפליטתם נובעת מערך עלות חיצונית גבוה למזהם זה בשל ההשפעות הבריאותיות הניכרות המיוחסות לנוכחותו באוויר. התועלת המשקית נאמדת ב-**15 מיליארד ₪**. אומדן תועלות בחתך מגזרי מוצג באיור 16.

¹⁷ שיעור ההיוון נלקח מפרסומי בנק ישראל לתשואה ריאלית על אגרות חוב ממשלתיות

איור 16: אומדן תועלות מהפחתת מזהמי אוויר בחתך מגזרי (מלש"ח, מהוון)



נראה כי טכניקות הטיפול שאומצו במגזר הכימיה צפויות להניב את התועלות הגבוהות ביותר למשק ביחס ליתר מגזרי התעשייה ללא תחנות הכוח הפחמיות. לאחריו בולטים מגזרי התעשייה המינרלית ומגזר "אחר" שבו נמצאים מפעלים בתעשיית המזון, פסדים ושימוש בממסים. את ההפחתות והתועלות הצפויות בכל מגזר אפשר להסביר באמצעות המרכיבים הסביבתיים המייחדים אותו כמפורט להלן:

- מגזר האנרגיה, ללא תחנות הכוח הפחמיות, כולל את כל יצרני האנרגיה בעלי הספק תרמי גבוה מ-MW50 וכן את מגזר זיקוק הדלקים. הפחתת המזהמים המרכזית ממגזר זה צפויה בעקבות טכניקות טיפול במפעלי זיקוק הדלקים ובהם משקע אלקטרוסטטי, אמצעים לשיפור תהליכי בעירה וטיפול בפליטות ממקורות שאינם מוקדיים. לצד זאת צפויה הפחתה מסוימת במתקנים לייצור אנרגיה בעקבות אימוץ טכניקות הפחתה שונות ובהן בתי שקים וסקראברים.
- למגזר המתכת משתייכים מפעלים המבצעים פעילויות בתחומי המתכות ובהן: ציפוי, עיבוד וציקה. ההפחתות העיקריות צפויות בתחמוצת גופרית (SO_2) ובתחמוצות חנקן (NO_x) עקב מעבר לשימוש בגז טבעי במתקני האנרגיה במפעל. כמו כן הפחתת פליטה של מזהמים נוספים צפויה עקב אימוץ טכניקות הפחתה שונות ובהן בתי שקים, משקע אלקטרוסטטי וטיפול בפליטות ממקורות שאינם מוקדיים באמצעות סגירה וקירוי.
- התעשייה המינרלית היא מגזר המאופיין בפליטות לאוויר עקב ייצור אנרגיה הנדרשת לתהליך. בהתאם, ההפחתות הניכרות ביותר הצפויות הן של תחמוצות חנקן באמצעות התקנת מתקנים מסוג SCR או SNCR. מתקנים אלה מתבססים על שימוש בתמיסות אמוניה לצורך חיזור תחמוצות החנקן לחנקן גזי, ולכן צפויה פליטה מסוימת של אמוניה בעקבות טכניקת הטיפול.
- מגזר הכימיה מאופיין במגוון רחב של פעילויות תעשייתיות ובהן: כימיה אורגנית ואנאורגנית, פרמצבטיקה, ייצור דשנים וייצור ביוצידים. כפי שהוצג לעיל, במגזר זה צפויות רוב הפחתות זיהום האוויר והתועלות למשק בעקבות יישום דרישות היתרי הפליטה. ההפחתות המרכזיות במגזר זה צפויות בתחמוצת גופרית (SO_2) ותחמוצות חנקן (NO_x) הנובעות בעיקרן מהתקנת מבערים מיוחדים מתקני SCR וכן ממעבר לשימוש בגז

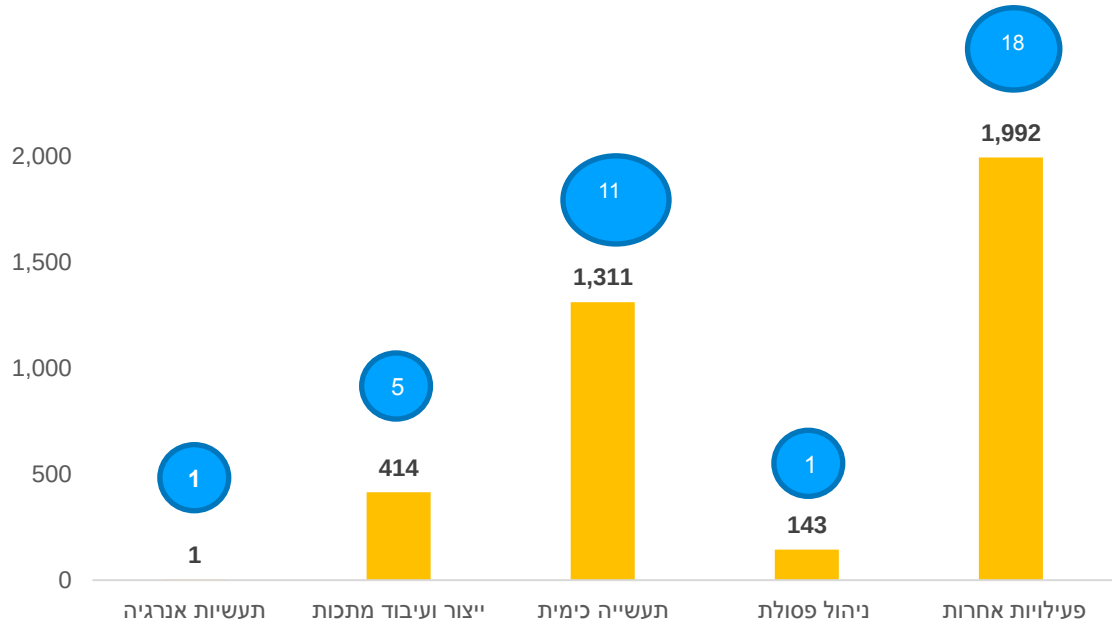
טבעי במתקני האנרגיה בכמה מפעלים. הפחתת פליטות החלקיקים העיקרית מקורה במפעלים לייצור דשנים באמצעות מניעה וטיפול במקורות הפליטה. הפחתת פליטות תרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC) מקורה בדרישות טיפול ממספר רב של מפעלים להתקנת מתקני טיפול לחמצון תרמי ובתי שקים.

- מגזר הטיפול בפסולות הוא מגזר מגוון, הכולל מפעלים המבצעים פעולות השבה וסילוק של פסולת מסוכנת וטיפול תרמי בפסולת מוצקה שאינה מסוכנת. ההפחתה הניכרת במגזר זה צפויה בעקבות צמצום פליטות תחמוצת גופרית (SO_2) עקב מעבר לשימוש בגז טבעי במתקני האנרגיה בכמה מפעלים במגזר זה וכן בעקבות טיפול פליטות בתרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC), בעיקר במפעלים הממחזרים חומרים אלה.
- במגזר "אחר" הכולל את מפעלי ייצור המזון, מתקני הטיפול בפסדי בע"ח ומפעלים שבהם נעשים טיפולי שטח באמצעות ממסים צפוייה (כגון בתי דפוס), צפוייה הפחתה גבוהה של תחמוצת גופרית (SO_2), תחמוצות חנקן (NO_x) וחלקיקים (PM), בעיקר עקב מעבר לשימוש בגז טבעי במתקני האנרגיה בכמה מפעלים במגזר זה וכן הפחתת מזהמים עקב התקנת מתקני קצה. ההפחתה הצפויה בתרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC) מבטאת את ההפחתות הצפויות במפעלי ייצור שמני מאכל וממפעלים שבהם מבוצעים טיפולי שטח באמצעות ממסים.

3.4.1 הסבת דלקים במגזרי התעשייה וייצור האנרגיה

כפי שצוין לעיל, אסדרת מפעלי תעשייה כללה במקרים רבים דרישה לעמידה בתקני פליטה במתקני האנרגיה המוסקים בדלק מסוג מזוט. על מנת לעמוד בדרישה זו עמדו בפני המפעלים שתי חלופות עקרוניות: (1) התקנת אמצעי טיפול במתקן קיים להפחתת פליטות מזהמים (2) הסבת המערכת לדלק נקי יותר מסוג גז טבעי וגפ"מ. ככלל, במפעלים שהיו בהם היתכנות הנדסית ונגישות לקווי חלוקת הגז הטבעי נבחרה חלופה זו, שהיא כדאית בראייה כלכלית למפעל ומביאה לידי חיסכון כספי בטווח הארוך כ מחיסכון בעלויות הדלק. ההסבה דרשה מהמפעלים השקעה ראשונית בהסבה של מערכות שריפה וכן התקשרות עם חברת חלוקה אזורית, חיבור למערכת ההולכה של הגז והקמת מערך הפחתת לחץ ומניה (PRMS). עלות ההסבה נעה בין 2 ל-5 מלש"ח. איור 17 מציג את התועלות הצפויות ממעבר לשימוש בגז טבעי בחתך מגזרי בעקבות הפחתת פליטות מזהמים לאוויר. מעל כל עמודה מוצגים מספר המפעלים בכל מגזר שבהם בוצעה או צפויה להתבצע הסבת מערכות השריפה לשימוש בגז טבעי.

איור 17: תועלות ממעבר לגז טבעי בתעשייה (מלש"ח, מהוון) ומספר המפעלים שבהם צפוי המעבר בכל מגזר



סך התועלת הצפויה ממעבר לגז טבעי של 36 מפעלים נאמדת ב-3,861 מלש"ח בערך מהוון. הערכה זה מהווה כ-25% מסך התועלת הצפויה מיישום הנחיות היתרי הפליטה בכלל מפעלי התעשייה וייצור האנרגיה, למעט תחנות הכוח הפחמיות. אפשר לראות כי עיקר התועלות צפויות ממפעלי מגזר "אחר", בעיקר מפעלי מזון. יצוין כי התועלות המוצגות בטבלה לעיל הן בעבור הפחתת הפליטות בלבד ואינן כוללות תועלות אפשריות נוספות למפעל עקב הפחתה בעלויות מחירי הדלק והוזלה בעלויות התפעול בעקבות מעבר לדלק נקי יותר. מכאן כי אומדן התועלת הוא הערכה שמרנית, כלומר הערכת חוסר, לתועלת הצפויה למפעל בפרט ולמשק בכלל.

3.5 הפחתת מזהמים ותועלות כלכליות בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל

3.5.1 שיטת העבודה

3.5.1.1 כללי

תחנות הכוח הפחמיות הן מקורות פליטה בעלי תרומה עיקרית לפליטת מזהמי אוויר וכפועל יוצא מכך גם ההשקעה שהשקיעה חברת החשמל ועוד עתידה להשקיע בשיפור הביצועים הסביבתיים של מתקני הייצור. אומדן התועלות חושב לפי ההנחיות הסביבתיות שנקבעו למקורות אלה בהיתרי הפליטה, ובהן התקנת אמצעי טיפול ומעבר לשימוש בגז טבעי. להלן אמצעי ההפחתה המרכזיים שנקבעו למתקנים אלה בהיתרי הפליטה.

1. תחנת רוטנברג:

יחידות 1-2 – התקנת אמצעים ראשוניים, מערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן (Selective SCR) המביאה גם לצמצום בפליטת חלקיקים. (Catalytic Reduction) וטכנולוגיות להפחתת פליטות תחמוצת גופרית (Flue-gas desulfurization) FGD, **יחידות 3-4** – התקנת אמצעים ראשוניים ומערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן SCR.

2. תחנת אורות רבין:

יחידות 5-6 – התקנת אמצעים ראשוניים, מערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן SCR וטכנולוגיות להפחתת פליטות תחמוצת גופרית FGD, המביאה גם לצמצום בפליטת חלקיקים. **יחידות 1-4** - סגירת היחידות ביוני 2022 והקמת 1,200 מגוואט בגז טבעי, במקומם.

3. **הגבלת ייצור בפחם:** הגבלת ייצור בפחם להיקף שווה ערך להפחתה של 19% ביחס לייצור בפחם בשנת 2015 עד לסגירת יחידות 1-4.

3.5.1.2 בניית מצאי הפחתות

תחנות הכוח רוטנברג ויחידות 5-6 באורות רבין

אומדן התועלות מהתקנת אמצעי ההפחתה בתחנות הכוח רוטנברג וביחידות 5-6 באורות רבין חושבו לפי תקני הפליטה שלפיהם פעלו יחידות הייצור, ביחס לתקנים העדכניים שנקבעו בהיתרי הפליטה. טבלאות 7 ו-8 מציגות את תקני הפליטה בתחנת רוטנברג ואורות רבין בשני המצבים והיחס ביניהם.

טבלה 7: תקני פליטה שנתיים למזהמים ביחידות 5-6 אורות רבין במצב הקיים והעתידי (מ"ג/מק"ת)

תקן פליטה למזהמים יחידות 5-6 אורות רבין			
מזהם	קיים (צו)	עתידי (היתר פליטה)	יחס
SO ₂	1,380	150	11%
NO _x	1,300	150	12%
PM	50	20	40%

טבלה 8: תקני פליטה שנתיים למזהמים בתחנת רוטנברג במצב הקיים והעתידי (מ"ג/מק"ת)

תקן פליטה למזהמים			
מזהם	קיים (צו)	עתידי (היתר)	יחס
יחידות 1 ו-2			
SO ₂	2000	150	8%
NO _x	850	150	18%
PM	50	20	40%
יחידות 3 ו-4			
SO ₂	200	200	100%
NO _x	650	150	23%
PM	40	20	50%

לחישוב הפחתת המזהמים הצפויה, חושב ההפרש בין הפליטה הסגולית [ביחידות גר"/קוט"ש] במצב הקיים, (על בסיס דוח איכות אוויר של חברת החשמל ונתוני דיגום של היחידות בשנים 2013-2015) ובין הפליטה הסגולית לאחר התקנת אמצעי הטיפול כמוצג לעיל. שיעור השיפור בפליטות המזהמים בעקבות התקנת אמצעי הטיפול הוכפל בהיקף הפעילות השנתית של יחידות הייצור לקבלת ההפחתה הצפויה בפליטות המזהמים.

יחידות 1-4 באורות רבין

בהתייחס ליחידות 1-4 באורות רבין, ס' 4 בתנאי ההיתר קובעים כי:

"לצורך הפחתת פליטות ממקור הפליטה יפסיק בעל מקור הפליטה את הפעלת יחידות הייצור MD1, MD2, MD3 ו-MD4, לא יאוחר מיום 01.06.2022."

כפי שצוין לעיל, המשמעות הכלכלית והסביבתית של הפסקת פעילויות היחידות בשנת היעד נבחנה בהתבסס על דוח של המשרד להגנת הסביבה בנושא זה. הדוח מצא כי החלופה המיטבית להפסקת פעילותן של יחידות 1-4 בשנת היעד היא השבתת היחידות והקמת תחנת כוח במחזור משולב (מחז"מ)¹⁸. בדומה לחישוב שנערך ליחידות הייצור בתחנת רוטנברג וליחידות 5-6 באורות רבין חושב הפרש הפליטות הסגוליות במצב הקיים ובמצב העתידי ושיעור השיפור בפליטות המזהמים הוכפל בהיקף הפעילות השנתית הצפויה של יחידת המחז"מ בשנת היעד לפי הערכת מחברי הדוח.

מגבלת ייצור בפחם

בהתייחס למגבלת ייצור בפחם בהיקף שווה ערך להפחתה של 19% בייצור בפחם ביחס לזה בשנת 2015, נתון זה חושב לפי היקף הייצור בפועל מפחם לפי נתוני 2014-2015 שהוכפל ב-19%. אומדן ההפחתה נגזר מהפליטה הסגולית של גר"/קוט"ש בפחם כפי שהוצג לעיל.

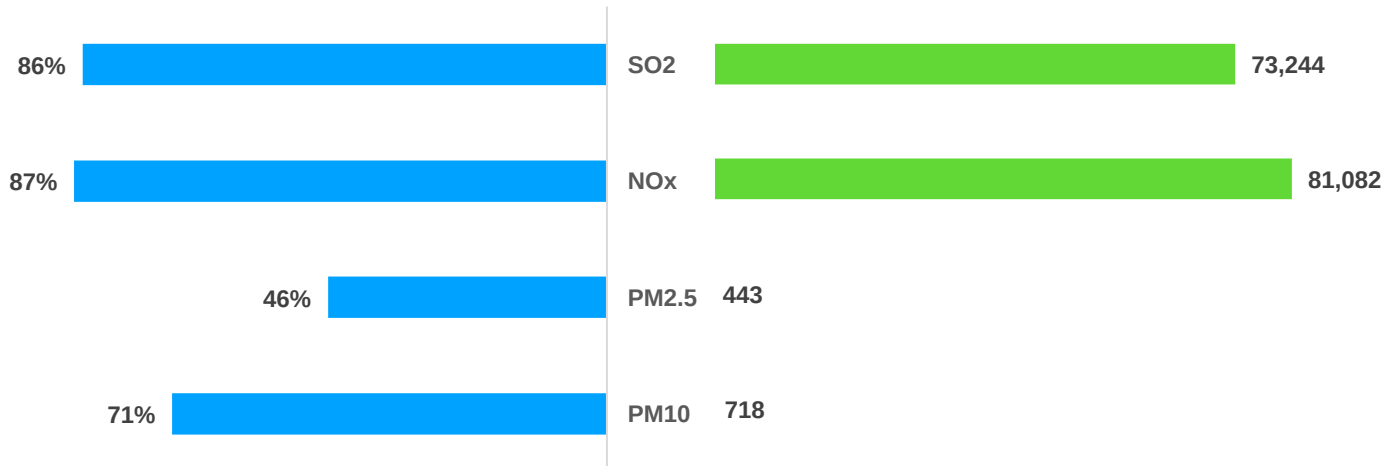
3.5.2 הערכת ההפחתה הצפויה

ההפחתה הצפויה בפליטות המזהמים היא ההפרש שבין ערכי הפליטה שהונחו במצב הקיים ובין ערכים אלה לאחר יישום תנאי היתר הפליטה לאוויר. כפי שהוצג לעיל, בעבור כל מקור נבחן מהי מידת ההפחתה הצפויה בפליטה בעקבות יישום דרישות היתר הפליטה. איור 18 מציג את אומדן הפחתת הפליטות במונחי טון/שנה ושיעור ההפחתה לכל מזהם ביחס לתרחיש מצב קיים. טבלה 9 מציגה את התפלגות ההפחתות ליחידות הייצור במונחי טון/שנה.

¹⁸ בחינת חלופות להשבתת יחידות 1-4 באורות רבין אוגוסט 2016

<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Documents/2016/Orot-Rabin-1-4-082016.pdf>

איור 18: אומדן הפחתת מזהמים ביחס לתרחיש "עסקים כרגיל" (טונה/שנה, שיעור יחסי)



טבלה 9: הפחתת פליטות בתחנות הכוח הפחמיות בעקבות יישום דרישות ההיתר (טונה/שנה)

הפחתה בפליטות טונה/שנה					
אמוניה	PM _{2.5}	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	יחידה/מזהם
0	66	326	22,300	33,988	אורות רבין יחידות 4-1
-95	59	61	27,617	21,740	אורות רבין יחידות 6-5
-95	125	387	49,917	55,728	סה"כ אורות רבין
-76	229	239	23,326	10,622	רוטנברג 2-1
-147	89	93	0	14,731	רוטנברג 4-3
-223	318	331	23,326	25,354	סה"כ רוטנברג
-318	443	718	73,244	81,082	סה"כ הפחתה

ניתן לראות כי ההפחתה הניכרת ביותר צפויה בפליטות תחמוצות גופרית (SO₂) ותחמוצות חנקן (NO_x) וכן בפליטות החלקיקים העדינים. לצד ההפחתות צפויה עלייה מסוימת בפליטות האמוניה, שמקורה ביישום טכניקת הפחתה לטיפול בתחמוצות חנקן המתבססות על שימוש בתמיסות אמוניה.

3.6 אומדן עלויות חיצוניות

בדומה לתחשיב שנערך למגזר התעשייה, המרת ההפחתה הצפויה בפליטות המזהמים לתועלת משקית נעשתה באמצעות מקדמי עלויות חיצוניות לפליטות מזהמי אוויר. נציין כי ערכי העלויות החיצוניות לפליטות מזהמים מייצור אנרגיה נמוכים במעט מהערכים למקורות פליטה תעשייתיים. הסיבה לכך נעוצה בסוגי מקורות ובגובה הפליטה. הרחבה לעניין זה ניתן למצוא בפרסומי המשרד להגנת הסביבה¹⁹. נזכיר כי העלויות החיצוניות לפליטות בנזן ואמוניה נלקחו מפרסומי הסוכנות האירופית לסביבה (EEA – European environment agency) ומוצגות לאחר התאמתן למונחי המשק המקומי למועד ביצוע העבודה. פירוט מלא של שיטת ההמרה מובא בנספח המתודולוגיה המצורף. טבלה 10 מציגה את ערכי העלויות החיצוניות לכימות התועלת הכלכלית להפחתת פליטות מזהמים בתחנות הכוח הפחמיות.

טבלה 10: עלויות חיצוניות לפליטת מזהמים בתחנות הכוח הפחמיות, (₪/טונה)

מזהם	ייצור אנרגיה	מקור מידע
SO ₂	40,776	המשרד להגנת הסביבה
NO _x	23,615	
PM _{2.5}	81,643	
PM ₁₀	58,201	
NH ₃	371,830	ערכי EEA

הכפלת אומדן תחזית ההפחתות בפליטות מזהמי האוויר בערכי התועלות החיצוניות של כל אחד מהמזהמים, נותנת את אומדן התועלת השנתית הצפויה מיישום מדיניות היתרי הפליטה בתחנות הכוח הפחמיות. ליצירת תשתית בת השוואה בין תזרימי העלויות והתועלות נדרשנו להציג את התועלת במונחים רב-שנתיים אחדים בהתבסס על הנחות העבודה האלה:

- אורך חיי טכנולוגיות להפחתת פליטות (PGD, SCR) ואמצעים ראשוניים) ופרק הזמן לפריסת עלויות התפעול הונחו לפי אורך חיי מתקן הפחתה ממוצע ל-25 שנה. הנתון נסמך על פרק הזמן שקבעה רשות החשמל להכרה בהוצאה זו.
- פרק הזמן לאורך חיי תחנות כוח במחזור משולב (מחז"מ) שעתידות להחליף את יחידות 1-4 באורות רבין הונח לפי 40 שנה. נתון זה נלקח מתוך הדוח הכלכלי שנערך לבחינת חלופות ליחידות אלה²⁰.

¹⁹ <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/Pages/AirExternalCost.aspx>

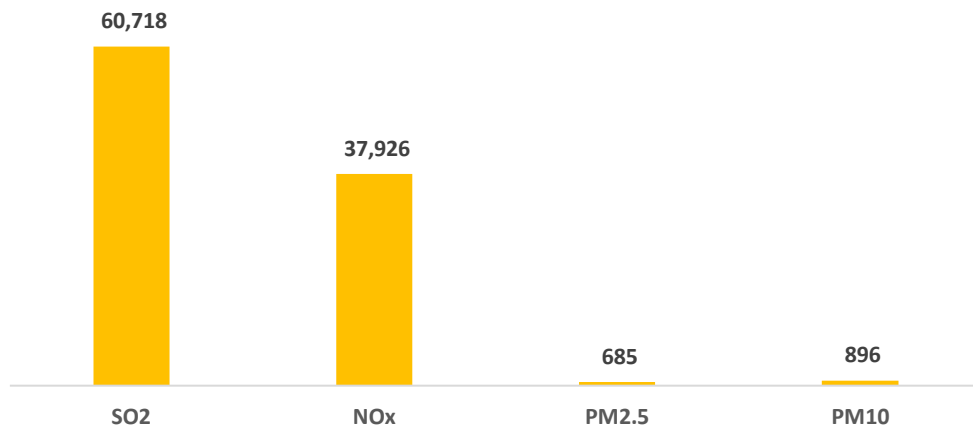
²⁰ בחינת חלופות להשבתת יחידות 1-4 באורות רבין אוגוסט 2016

<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Documents/2016/Orot-Rabin-1-4-082016.pdf>

- שיעור ההיוון לתזרים ההוצאה חושב לפי 3% מתוך שיעורי אג"ח ממשלתי חסר סיכון לתקופה הנבחנת²¹.

איור 19 מציג את סך התועלת הכלכלית הצפויה מהפחתת פליטות מזהמי האוויר בעקבות יישום הדרישות הסביבתיות. ערכי התועלת מוצגים לאחר היוון התזרים לאורך תקופת ההפחתה במונחי מועד ביצוע העבודה.

איור 19: סך תועלות מהפחתת פליטות מזהמי אוויר בתחנות הכוח הפחמיות (מלש"ח, מהוון)



* בניכוי עלייה של 121 מלש"ח מעלייה בפליטות האמוניה

בדומה לתחזית ההפחתה שהוצגה באיור 18 לעיל, ניתן לראות כי התועלת צפויה מהפחתת פליטות תחמוצות גופרית (SO₂), ותחמוצות חנקן (NO_x) וחלקיקים (PM). סך התועלות המהוונות להתקנת אמצעי טיפול והסבת דלקים בתחנות הכוח הפחמיות נאמדת ב-100,225 מיליון ₪ בערך מהוון.

טבלה 11 מציגה את התועלת הצפויה ביחידות הייצור. ניתן לראות כי התועלת המרכזית צפויה מגרט יחידות 1-4 והקמת תחנת כוח במחזור משולב (מחז"מ) תחתיה בשווי של 40,134 מיליון ₪. עוד נציין כי לצד ההפחתה הצפויה בעקבות התקנת אמצעי טיפול בתחנת רוטנברג וביחידות 5-6 באורות רבין צפויה עלייה בפליטות אמוניה (NH₃) כתוצר לוואי של תהליך הטיפול בפליטות תחמוצות חנקן, המפחיתה במעט את אומדן התועלת²².

²¹ שיעור ההיוון נלקח מפרסומי בנק ישראל לתשואה ריאלית על אגרות חוב ממשלתיות לתקופת ההשקעה

²² יצוין כי התועלת מהפחתת פליטות תחמוצות הגופרית באיור 19 לעיל מוצג בניכוי העלות הצפויה מגידול בפליטות האמוניה

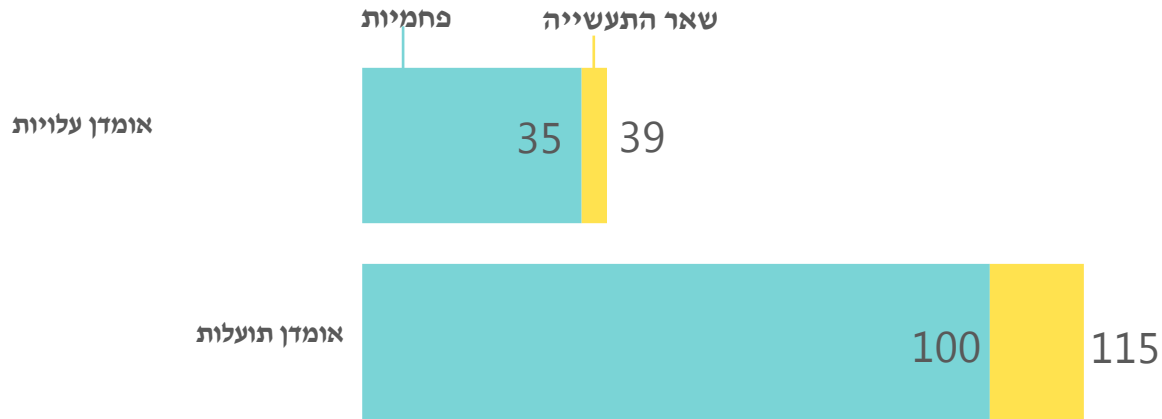
טבלה 11: תועלות מהתקנת אמצעים להפחתת פליטות בתחנות הכוח הפחמיות, מיליוני ₪, מהוון

תועלות מהוונות (מלש"ח)						יחידה/מזהם	
ס"ה	NH3	PM2.5	PM10	SO2	NOx		
40,134	0	124	438	21,018	18,553	יחידות 4-1	אורות רבין
28,073	-622	83	62	19,609	8,940	יחידות 6-5	
21,498	-499	326	242	16,562	4,368	יחידות 2-1	רוטנברג
6,728	-969	127	94	0	6,058	יחידות 4-3	
5,710		25	61	3,528	2,097	מגבלת ייצור בפחם (19%)	
100,225	-2,089	685	896	60,718	40,015	ס"ה	

4 ניתוח עלות – תועלת

פרק זה מציג את סיכום העלויות והתועלות בעקבות אימוץ מדיניות היתרי הפליטה לאוויר במפעלים למיניהם. בצד העלויות נאמדו סך ההשקעות שבוצעו על ידי מפעלי התעשייה ומתקני ייצור האנרגיה ליישום הדרישות הסביבתיות שנקבעו בהיתרים. בצד התועלות סוכמה ההפחתה הצפויה במזהמי אוויר ותורגמה להערכה כלכלית למשק באמצעות מקדמי עלויות חיצוניות למזהמי האוויר. כפי שהוצג לעיל, עלויות ההשקעה נאמדו ב-39.4 מיליארד ₪, ומהם 34.6 מיליארד ₪ הושקעו ועתידיים להיות מושקעים בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל. יתר ההשקעה, הנאמדת ב-3.5 מיליארד ₪, תהיה באמצעי הפחתה במפעלים במגזרי התעשייה וייצור האנרגיה. בצד התועלות למשק, סך האומדן מוערך ב-115 מיליארד ₪, מהם 100 מיליארד ₪ בתחנות הכוח הפחמיות והיתר בשאר המפעלים. איור 21 מציג את סיכום האומדן הכלכלי במונחי מיליארד ₪ מהוון למועד ביצוע העבודה.

איור 20 : אומדן כלכלי עלות/תועלת בעקבות יישום מדיניות היתרי פליטה (מיליארדי ₪ מהוון)



תשואה למשק

אם נחלק את אומדן התועלות בעלויות נקבל יחס חיובי של 3 ובמילים אחרות: **השקעה של 1 ₪ באמצעים להפחתת זיהום אוויר צפויה להניב תועלת של 3 ₪ לציבור בעקבות שיפור איכות האוויר**. מקדם זה נקרא גם מכפיל התשואה המשקי, כיוון שהוא מבטא את הרווח המתקבל מיישום הדרישות הסביבתיות ביחס לעלות ההשקעה.

נציין כי את ההשקעה הכספית עושים המפעלים, והתועלת משיפור איכות האוויר צפויה לכלל המשק. כלומר אין זהות בין הגורם המשקיע לגורם שנהנה מפירות ההשקעה. נעיר כי אמנם יש בצעדי ההפחתה כדי לייעל את השימוש במשאבים ולשפר את רמת התחרותיות של המפעל²³, ועם זאת שיפורים אלה מושגים לאורך זמן וככלל אינם מחזירים את ההשקעה הנדרשת בראייתו הכלכלית של המפעל. מסקנה זו מעידה על הצורך במנגנון פיקוח רגולטורי, כדי לוודא יישום של התנאים הסביבתיים שנקבעו בהעדר תמריץ כלכלי, לצד ההמלצה להקים מנגנון ממשלתי לתמיכה במפעלים בהשקעות הנדרשות. הרחבה בעניין זה תובא בפרק ההמלצות בהמשך המסמך.

4.1 ניתוח עלות-תועלת למגזרי התעשייה וייצור האנרגיה

העלויות שהשקיעו מגזרי התעשייה וייצור האנרגיה (ללא תחנות הכוח הפחמיות) נאמדו ב-3.5 מיליארד ₪ והתועלות מוערכות ב-14.8 מיליארד ₪. חלוקת התועלת בעלות הצפויה נותנת מכפיל תשואה של כ-4.2. משמעות הדבר היא שכל 1 ₪ שהשקיעו המפעלים צפוי להניב תועלת של 4.2 ₪.

²³ להרחבה ראה:

The impacts of environmental regulations on competitiveness Policy brief (November 2014)

בשלב הבא ביקשנו לבחון את התשואה הצפויה במובחן לכל אחד ממגזרי הפעילות התעשייתית: ייצור אנרגיה, מתכות וכו'. מסקנות הבדיקה מוצגות בטבלה 12.

טבלה 12: בחינת עלות-תועלת למגזרי התעשייה וייצור האנרגיה ומכפיל תשואה מגזרי (מלש"ח, מהוון)

מגזר	עלויות	תועלות	מכפיל תשואה מגזרי
ייצור אנרגיה	429	1,774	4.1
מתכת	185	825	4.5
מינרלית	222	2,083	9.4
כימיה	2,225	7,486	3.4
פסולת	56	223	4.0
אחר	460	2,453	5.3
ס"ה	3,576	14,844	4.2

אפשר לראות כי ההשקעה בכלל המגזרים מניבה תועלת חיובית. מכפיל התשואה המגזרי הגבוה ביותר מתקבל במגזר התעשייה המינרלי 9.4 ולאחריו מגזר ה"אחר" במכפיל של 5.3. מטבע הדברים יש תמהיל בין אמצעי הפחתה שונים במפעלים השונים ולכן קשה להצביע באופן גורף על הסיבה למכפיל גבוה במגזר זה או אחר. ככלל, ניתן להצביע על הסבת דלקים והתקנת אמצעי טיפול במקורות פליטה מוקדמים כגון: RTO ו-SCR כאמצעי הפחתה המסבים תועלת סביבתית גבוהה ביחס לעלויות ההשקעה. לצורך המחשת האומדן הכלכלי, יוצגו בסעיף מטה כמה דוגמאות למפעלים במגזרי הפעילות השונים. לכל מפעל יוצגו אמצעי הפחתה והעלויות לצד ההפחתה הצפויה בפליטות מזהמים ותועלות צפויות. נציין כי אמנם המפעלים מאופיינים בשונות רבה ואין במתקן הנדון לייצג את כלל המקרים שנבחנו. עם זאת נעשה ניסיון להציג את מאפייני המגזר ואת סוג ההשקעות שבוצעו בו להפחתת פליטות מזהמים בדוגמאות שלהלן.

4.1.1 הצגת ניתוח עלות-תועלת: מקרים לדוגמה במגזרי התעשייה וייצור האנרגיה (ללא תחנות הכוח הפחמיות)

4.1.1.1 מגזר האנרגיה

סוג הפעילות: מפעל שריפה בהספק גבוה מ-50 מגה וואט.
אמצעי הפחתה נדרשים ועלויות:

טבלה 13: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר האנרגיה (אלש"ח, מהוון)

מרכיב עלויות	מקור פליטה	אמצעי טיפול	אומדן עלויות (אלש"ח, מהוון)
הכנת בקשה, תשלומי אגרה ומערך ניהול סביבתי	-	-	1,307
טיפול במקור פליטה מוקדי	מתקן שריפה	מערכות ספיגה וסינון	82,000
טיפול בפליטות ממקורות לא מוקדיים	מתקני אחסון, מגרסות ומסועים	בתי שקים ופילטרים	100,297
פיקוח ובקרה	ארובות	התקנת מערכת לניטור רציף	1,028
ס"ה עלויות			184,632

טבלה 14: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה במגזר האנרגיה (טונה/שנה)

פליטת מזהמים (טונה/שנה)				תרחיש נבחן
PM2.5	PM10	SO2	NOx	
370	19	19	702	מצב קיים
107	6	2	93	לאחר יישום דרישות ההיתר

אומדן תועלות במתקן = 537,901 אלש"ח מהוון.

מכפיל תשואה להשקעה – 2.9

4.1.1.2 מגזר המתכת

סוג הפעילות: מפעל להתכת מתכות לא ברזליות

טבלה 15: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר המתכת (אלש"ח, מהוון)

מרכיב עלויות	מקור פליטה	אמצעי טיפול	אומדן עלויות (אלש"ח, מהוון)
הכנת בקשה, תשלומי אגרה ומערך ניהול סביבתי	-	-	1,144
טיפול במקורות פליטה מוקדיים	תנורים	התקנת מערכת הפחתת פליטות	48
טיפול בפליטות ממקורות לא מוקדיים	מתקני אחסון, דרכים וחצרות	התקנת מערכת איסוף ומערכות יניקה	64
פיקוח ובקרה	ארובות	התאמת ארובות לנוהל דיגום	175
סך עלויות			1,431

טבלה 16: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה במגזר המתכת (טונה/שנה):

פליטת מזהמים (טונה/שנה)				תרחיש נבחן
PM2.5	PM10	SO2	NOx	
2.4	1.6	2.9	0.6	מצב קיים
0.3	0.2	2.8	0.6	לאחר יישום דרישות ההיתר

אומדן תועלות = 6,490 אלש"ח.

מכפיל תשואה להשקעה – 4.5

4.1.1.3 מגזר התעשייה המינרלית

סוג הפעילות: מפעל לייצור מלט וסיד
אמצעי הפחתה נדרשים ועלויות התקנתם:

טבלה 17: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר התעשייה המינרלית (אלש"ח, מהוון)

מרכיב עלויות	מקור פליטה	אמצעי טיפול	אומדן עלויות (אלש"ח, מהוון)
הכנת בקשה, תשלומי אגרה ומערך ניהול סביבתי	-	-	4,000
טיפול במקורות פליטה מוקדיים	ארובה ומקורות נוספים	הקמת מתקן סינון וחיבור מקורות למתקני טיפול	14,240
טיפול בפליטות ממקורות לא מוקדיים	שרוול העמסה, מתחמי פריקה וטעינה	קירוי מסועים, התקנת מסננים	14,378
פיקוח ובקרה	ארובות	התקנת מערכת לניטור רציף, מערכת דיגום סביבתי ומערכות בקרה	2,718
ס"ה עלויות			35,336

טבלה 18: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה התעשייה המינרלית (טונה/שנה):

פליטת מזהמים (טונה/שנה)				תרחיש נבחן
PM2.5	PM10	SO2	NOx	
27.8	47.7	40.5	74.5	מצב קיים
8.5	14.6	40.5	74.5	לאחר יישום דרישות ההיתר

סך אומדן תועלות מהפחתת פליטות = **84,993** אלש"ח.

מכפיל תשואה להשקעה – **2.4**

4.1.1.4 מגזר הכימיה

סוג הפעילות: מפעל לייצור דשנים

אמצעי הפחתה נדרשים ועלויות

טבלה 19: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר התעשייה המינרלית (אלש"ח, מהוון)

מרכיב עלויות	מקור פליטה	אמצעי טיפול	אומדן עלויות (מלש"ח)
הכנת בקשה, תשלומי אגרה ומערך ניהול סביבתי	-	-	203,3
טיפול במקורות פליטה מוקדיים	ארובה ומקורות נוספים	התקנת SCR	9,770
טיפול בפליטות ממקורות לא מוקדיים	מתחמי פריקה והעמסה וצנרת	מתקן חמצון מרכזי, קירוי מסועים, התקנת מסננים, נוהל LDAR	192,000
פיקוח ובקרה	ארובות	התקנת מערכת לניטור רציף, מערכת דיגום סביבתי והתאמה לנוהל דיגום ארובות	1,813
ס"ה עלויות			206,903

טבלה 20: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה מגזר הכימיה (טונה/שנה):

פליטות מזהמים (טונה/שנה)					תרחיש נבחן
NMVOC	PM2.5	PM10	SO2	NOx	
548	61	3	2	194	מצב קיים
11	30	2	2	147	לאחר יישום דרישות ההיתר

אומדן תועלות מהפחתת פליטות = 247,100 אלש"ח.

מכפיל תשואה להשקעה – 1.2

4.1.1.5 מגזר הפסולת

סוג הפעילות: מפעל לטיפול בפסולת מסוכנת

אמצעי הפחתה נדרשים ועלויות:

טבלה 21: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר התעשייה המינרלית (אלש"ח, מהוון)

מרכיב עלויות	מקור פליטה	אמצעי טיפול	אומדן עלויות (אלש"ח, מהוון)
הכנת בקשה, תשלומי אגרה ומערך ניהול סביבתי	-	-	900
טיפול במקורות פליטה מוקדיים	ארובה	מתקני טיפול לעמידה בתקני שריפת דלקים	2,207
טיפול בפליטות ממקורות לא מוקדיים	מכלים ומעורמים	כיסוי מעורמים ומתקני סינון	630
פיקוח ובקרה	ארובות	התקנת מערכת לניטור רציף, התאמת ארובות לנוהל דיגום	222
ס"ה עלויות			3,959

טבלה 22: פליטות מזהמים מפעל לדוגמה מגזר הפסולת (טונה/שנה):

פליטת מזהמים (טונה/שנה)	תרחיש נבחן
NM VOC	NOx
58	1
1.3	1
	לאחר יישום דרישות ההיתר

סך אומדן תועלות מהפחתת פליטות = 16,400 אלש"ח.

מכפיל תשואה להשקעה – 4.1

4.1.1.6 מגזר "אחר" – מזון, שימוש בממסים ופסדים

סוג הפעילות: מפעל לטיפול בחומרי גלם לתעשיית המזון ולעיבודם

אמצעי הפחתה נדרשים ועלויות:

טבלה 23: אמצעי הפחתה ועלויות מפעל לדוגמה במגזר "אחר" (אלש"ח, מהוון)

מרכיב עלויות	מקור פליטה	אמצעי טיפול	אומדן עלויות (אלש"ח)
הכנת בקשה, תשלומי אגרה ומערך ניהול סביבתי	-	-	1,530
טיפול במקורות פליטה מוקדיים	דוד קיטור	הסבה לגז טבעי	900
טיפול בפליטות ממקורות לא מוקדיים	תחנות משלוח, מחסנים, מערכי אחסון	קירוי, כיסוי מערומים והתקנת מערכות יניקה ואיסוף	29,300
פיקוח ובקרה	ארובות	התאמת ארובות לנוהל דיגום	1,100
ס"ה עלויות			32,830

טבלה 24: פליטות מזהמים מתקן לדוגמה מגזר "אחר" (טונה/שנה):

פליטת מזהמים (טונה/שנה)					תרחיש נבחן
NM VOC	PM2.5	PM10	SO2	NOx	
4	20	13	80	34	מצב קיים
4	8	11	3	14	לאחר יישום דרישות ההיתר

אומדן תועלות מהפחתת פליטות = 16,400 אלש"ח.

מכפיל תשואה להשקעה – 4.1

4.1.2 בחינת עלות - תועלת תת-מגזרית

בהמשך להצגת מכפילי התשואה למגזרים בסעיף 4.1.1 לעיל, נערכה בחינה נוספת, ברמת הפעילויות לכל מגזר תעשייה וייצור אנרגיה (למעט תחנות הכוח הפחמיות). סוגי הפעילות לכל מגזר מוגדרים בתוספת השלישית לחוק אוויר נקי וניתן לזהות באמצעותם את אופי הפעילות התעשייתית בכל מפעל זיהוי ממוקד יותר. כך למשל מגזר המתכות נחלק לחמש פעילויות: ייצור ברזל וייצור פלדה, עיבוד מתכות, יציקת מתכות ברזליות ועיבוד מתכות לא ברזליות. למגזר האנרגיה משויכות הפעילויות: מתקני שריפה עם הספק תרמי של יותר מ-MW50 וזיקוק גז ודלק. לאחר סכימת העלויות והתועלת של כל פעילות חושב מכפיל התשואה להשקעה על מנת לקבל הערכה למידת הכדאיות הכלכלית של כל פעילות. טבלה 25 מטה מציגה את תוצאות הבדיקה. העמודות מציגות את התועלות, העלויות, מכפיל התשואה, מספר המפעלים בכל פעילות ושיעור המפעלים שבהם נמצא יחס תשואה חיובי (גבוה מ-1). לשם הדוגמה פעילות "מתקני שריפה" בשורה הראשונה משתייכת למגזר ייצור האנרגיה. מספר המפעלים המשויכים לפעילות זו הוא 33. התועלות והעלויות נאמדו ב-603 ו-219 מלש"ח מהוון ולכן מכפיל התשואה הוא 2.8.

טבלה 25: יחס עלות תועלת לתתי-פעילויות בכל מגזר

שם המגזר	מכפיל	תת מגזר	שם	מספר מפעלים	ס"ה תועלות	ס"ה עלויות	מכפיל תת מגזר	מספר מפעלים ביחס חיובי	שיעור מפעלים ביחס חיובי
ייצור אנרגיה	4.1	1.1	ייצור אנרגיה	32	603	219	2.8	5	16%
		1.2	זיקוק דלק	2	1,170	209	5.6	2	100%
מתכת	4.5	2.2	ייצור ברזל ופלדה	2	71	9	7.7	1	50%
		2.3	עיבוד מתכות	7	334	55	6.1	3	43%
		2.4	יציקת מתכות ברזליות	2	90	5	18.9	2	100%
		2.5	עיבוד מתכות לא ברזליות	14	284	41	7.0	4	29%
		2.6	ציפוי מתכות	17	47	75	0.6	4	24%
		3.1	ייצור מלט	4	729	151	4.8	3	75%
מינרלית	9.4	3.2	ייצור זכוכית	2	1,315	57	23.1	2	100%
		3.4	מוצרים קרמיים	2	38	14	2.7	2	100%
		4.1	כימיה אורגנית	17	1,384	162	8.5	7	41%
כימיה	3.4	4.2	כימיה אנאורגנית	9	69	38	1.8	3	33%
		4.3	ייצור דשנים	4	5,400	1,730	3.1	4	100%
		4.4	כימיה, ייצור ביוצידים	4	251	65	3.9	3	75%
		4.5	פרמצבטיקה	7	382	230	1.7	4	57%
		4.6	חומרי נפץ (ביטחוני)	2					

פסולת	4.0	5.1	ניהול פסולות	17	223	56	4.0	4	24%
אחר	5.3	6.1	מזון	17	1,932	292	6.6	15	88%
		6.2	כילוי או מחזור פגרי בע"ח	5	452	124	3.6	3	60%
		6.3	שימוש בממסים	6	69	44	1.6	2	33%

מהטבלה המוצגת לעיל ניתן לראות כי כל הפעילויות מציגות תשואה חיובית להשקעה במכפיל גבוה מ-1 למעט פעילות ציפוי המתכות במגזר המתכת. כלומר ההשקעה של המפעלים בפעילות נתונה הייתה נמוכה מהתועלת הצפויה בעקבות הפחתת פליטות זיהום אוויר. בפעילות ציפוי המתכות ההשקעה נאמדת ב-75 מלש"ח ואילו התועלת הצפויה נאמדת ב-46 מלש"ח בלבד, כלומר מכפיל התועלת הוא 0.6.

בשלב הבא ביקשנו לזהות באילו פעילויות נמצא שיעור גבוה של מפעלים שלא חצו את סף הכדאיות הכלכלית. אומנם נמצא מכפיל תשואה גבוה מ-1 בכל הפעילויות למעט ציפוי מתכות, ועם זאת בכמה פעילויות מכפיל זה נבע מכדאיות השקעה גבוהה במפעלים בקרב קבוצת הפעילות בזמן שביתר המפעלים נמצאה תשואה נמוכה. לצורך ההערכה הוחלט להתמקד בפעילויות שבהן יותר מ-50% מהמתקנים לא חצו את מבחן העלות-תועלת. נתון זה מסומן בעמודה השמאלית ביותר בטבלה מעלה.

כפי שניתן לראות הפעילויות הרלוונטיות להערכה זו הן:

1. **אנרגיה** - ייצור אנרגיה
2. **מתכות** - עיבוד מתכות, עיבוד מתכות לא-ברזליות וציפוי מתכות
3. **כימיה** - כימיה אורגנית וכימיה אנאורגנית
4. **פסולת** - ניהול פסולות
5. **אחר** - שימוש בממסים

בשלב הבא נבחנו מידת ההתאמה של פעילויות אלה לאסדרה סביבתית באמצעות היתר פליטה. תהליך מתן היתר הפליטה הוא תהליך ממוקד לקביעת תנאים סביבתיים לפליטות לאוויר מפעילות המפעל. בתהליך זה מבוצע מיפוי מדוקדק של כלל הפעילויות שנוקט המפעל ונבחנות המשמעויות הסביבתיות למדיית האוויר ולמדיות נוספות. על פי סוג הפעילות נקבעים תקני פליטה למזהמים הרלוונטיים והמפעל נדרש בביצוע ההשקעות המתאימות. הליך זה נמשך כשנה וחצי ונושא עלויות רגולטוריות גבוהות לבעלי המפעלים להכנת הבקשה, תשלומי האגרה הנלווים לצד עלויות יישום הדרישות והתקנת אמצעי הפחתת פליטות.

לנוכח הבחינה הכלכלית לעיל ובאמצעות קריטריונים איכותיים נוספים, מוצע לזהות באיזו קבוצת אוכלוסייה נדרש טיפול ממוקד באמצעות היתר פליטה ומהי קבוצת הפעילויות שבה ניתן להקל מעט את דרישות המידע ולהסדירה בתנאים סביבתיים רוחביים. לפיכך נבחנו הפעילויות לפי אבני הבוחן האלה:

1. **שיעור מפעלים בעלי יחס חיובי** - כפי שניתן לראות כלל תתי המגזרים, למעט ציפוי מתכות, חוצים את מבחן הכדאיות הכלכלית. קריטריון זה בוחן מה השיעור היחסי של המפעלים שחצו את מבחן העלות-תועלת בתת המגזר, על מנת לבחון האם התועלת מושגת ממספר נמוך של מתקנים המטים את הכדאיות הכלכלית כלפי מעלה או לחלופין מפיזור דומה של תועלת במפעלים.

2. **עלות חיצונית לפעילות** – פרמטר זה בוחן את מידת הנזק הכלכלי הנגרם במצב הקיים מפליטות מזהמי אוויר ממפעלים בקבוצת הפעילות. הפרמטר נועד לסייע בקביעת רמת התרומה השלילית של הפעילות הנדונה לאיכות האוויר ומשליך על הצורך בקביעת אסדרה ייעודית להפחתת פליטות ממפעלים אלה.
 3. **עלות חיצונית למתקן** – בהמשך לאומדן העלות החיצונית לפעילות הנדונה, נעשתה חלוקה של סך העלות החיצונית במספר המפעלים בכל תת-מגזר. זאת על מנת להבין האם הנזק הצפוי מבוזר בין מספר גבוה של מתקנים הנדרשים באסדרה או ממוקד במספר מצומצם של מפעלים.
 4. **רמת מסוכנות לסוג הפעילות** – פרמטר זה מעיד על שימוש המפעלים בחומרים מזהמים לפי הדיווח למרשם פליטות לסביבה – מפל"ס²⁴. שימוש בחומרים אלה מעיד על רמת הסיכון הסביבתי של הפעילות הנדונה ומשליך על הצורך בקביעת אסדרה ייעודית לפעילויות אלה.
 5. **מורכבות האסדרה הסביבתית** – פרמטר זה בוחן את מידת המורכבות של הפעילות התעשייתית הנדונה ומידת השונות בפעילות זו בין המפעלים השונים המשתייכים לה. רמת מורכבות גבוהה מגבירה את הצורך בהליך אסדרה ייעודי ומפורט, על מנת לספק מענה לצרכים סביבתיים ייחודיים. לחלופין, פעילות המאופיינת במתקנים בעלי רמת מורכבות נמוכה ו/או סוגי פעילות דומים ניתן לבחון את אסדרתה באמצעות תנאים רוחביים.
- לאחר השלמת התמונה באמצעות אבני הבוחן המוצגות לעיל, גובשה המלצה מסכמת בעניין אופן האסדרה המוצעת לכל אחד מתתי המגזרים שבהם נמצאה יעילות כלכלית נמוכה. טבלה 26 מציגה את ממצאי הבחינה ומסקנותיה.

²⁴ראה חוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה - חובות דיווח ומרשם) התשע"ב-2012

<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib/%D7%9B%D7%9C%D7%9C%D7%99%klali69.pdf>

טבלה 26: פעילויות שלא עברו מבחן עלות-תועלת

תת פעילות (מספר מפעלים)	ייצור אנרגיה (32)	עיבוד מתכות (7)	מתכות לא ברזליות (14)	ציפוי מתכות (17)	כימיה אורגנית (17)	כימיה אנאורגנית (9)	ניהול פסולת (17)	שימוש בממסים (6)
שיעור מפעלים בעלי יחס חיובי	16%	43%	29%	24%	41%	33%	24%	33%
עלות חיצונית למגזר (מלש"ח, מהוון)	1,058	28	40	7	165	52	59	40.8
עלות חיצונית למפעל (מלש"ח, מהוון)	33	5	3	0.5	12	6	3	7
פוטנציאל סיכון	נמוך	גבוה	גבוה	נמוך	גבוה	נמוך	גבוה	נמוך
מורכבות אסדרה	נמוכה	גבוהה	גבוהה	נמוכה	גבוהה	גבוהה	גבוהה	נמוכה
המלצת אסדרה	מנגנון אסדרה רוחבי	היתר פליטה	היתר פליטה	מנגנון אסדרה רוחבי	היתר פליטה	קביעת ספי פעילות למתן היתר	עדכון הגדרת סוגי פעילויות	מנגנון אסדרה רוחבי

להלן תיאור מסקנות הבחינה.

1. **תת-מגזר ייצור אנרגיה:** פעילות זו כוללת 32 יצרני אנרגיה בעלי הספק תרמי גבוה מ-MW50 ובהם: תחנות קיטוריות, טורבינות במחזור משולב ומחזור פתוח. מתקנים רבים בפעילות זו הם מסוג טורבינות גז קיימות וחדשות, שהוקמו עפ"י הטכנולוגיה המיטבית הזמינה ולכן לא נדרשו בהתקנת אמצעי טיפול שיביאו לידי תועלות סביבתיות. לצד זאת ניתוח העלות מראה עלויות רגולטוריות ניכרות להכנת היתר הפליטה ותשלומי אגרה. העלות החיצונית לתת המגזר אומנם גבוהה למדי, אך היא מחולקת בין מתקנים רבים. מאחר שאופי הפעילות של המתקנים דומה, נקבע כי מורכבות האסדרה של פעילות זו נמוכה ולכן מוצע להסדירם באמצעות מנגנון רוחבי, שיקבע תנאים סביבתיים אחידים למפעלים מקבוצת פעילות זו.
2. **עיבוד מתכות ברזליות ומתכות לא ברזליות:** פעילות זו כוללת 22 מפעלי תעשייה. אפשר לראות כי העלות החיצונית לפעילויות אלה נמוכה יחסית והיא נחלקת בין המפעלים בקבוצה, וכך מתקבלת רמת תרומה נמוכה של כל מפעל לנזק הסביבתי. לצד זאת פעילויות אלה מתאפיינות במגוון רחב של סוגי עיסוקים ושימוש בחומרים בעלי פוטנציאל סיכון גבוה. מוצע אפוא שלא לשנות את אופן אסדרת הפעילות באמצעות היתר פליטה.
3. **ציפוי מתכות:** פעילות זו כוללת 17 מפעלי תעשייה. אפשר לראות כי העלות החיצונית נמוכה הן ברמת הפעילות והן ברמת המתקן היחיד. לנוכח מורכבות האסדרה הנמוכה מוצע להסדירם באמצעות מנגנון רוחבי שיקבע תנאים סביבתיים אחידים למפעלים מקבוצת פעילות זו.
4. **כימיה אורגנית:** פעילות זו כוללת 17 מפעלי תעשייה. העלות החיצונית של הפעילות גבוהה יחסית הן ברמת תת המגזר והן ברמת המתקן היחיד. כמו כן רמת מורכבות האסדרה של פעילות זו גבוהה, ונובעת מסוגים שונים של פעילויות וכן ממורכבות הליך הייצור. עוד מתאפיינת הפעילות בשימוש נרחב בחומרים מזהמים. לכן מוצע שלא לשנות את אופן אסדרת הפעילות באמצעות היתר פליטה.
5. **כימיה אנאורגנית:** פעילות זו כוללת 9 מפעלי תעשייה. העלות החיצונית נמוכה הן ברמת תת המגזר והן ברמת המתקן היחיד. עם זאת רמת מורכבות האסדרה של פעילות זו גבוהה ונובעת מסוגים שונים של פעילויות לייצור חומרים אנאורגניים בסיסיים וכן ממורכבות הליך הייצור. עקב כך מוצע לתקן את הגדרות ערכי הסף בתוספת השלישית לחוק, כך שבאסדרת היתר הפליטה יכללו המתקנים בעלי היקפי הפעילות המשמעותיים בלבד.
6. **ניהול פסולת:** פעילות זו כוללת 17 מפעלי תעשייה ובהם מתקנים המבצעים פעולות השבה וסילוק של פסולת מסוכנת וטיפול תרמי בפסולת מוצקה שאינה מסוכנת. העלות החיצונית נמוכה הן ברמת סוג הפעילות והן ברמת המפעל היחיד. רמת מורכבות האסדרה של פעילות זו בינונית ונובעת מסוגים שונים של פעילויות לטיפול בפסולות. לאור זאת מוצע לתקן את הגדרות ערכי הסף בתוספת השלישית לחוק כך שייכללו באסדרת היתר הפליטה רק מתקני טיפול בפסולת שלהם היקפי פעילות משמעותיים בלבד.
7. **שימוש בממסים:** פעילות זו כוללת 6 מפעלי תעשייה. העלות החיצונית נמוכה הן ברמת סוג הפעילות והן ברמת המפעל היחיד. רמת מורכבות האסדרה של פעילות זו גם היא נמוכה ונובעת מאופי פעילות דומה של המפעלים. לאור זאת מוצע להסדיר מפעלים אלה במנגנון רוחבי, שיקבע תנאים סביבתיים אחידים למפעלים מקבוצת פעילות זו.

נציין כי בחינה זו מספקת הערכה למידת התאמת האסדרה לסוגי הפעילות שנמנים עמה. שיטת ההערכה נסמכה על פרמטרים כלכליים למידת הכדאיות של אסדרת המפעלים באמצעות מנגנון היתרי פליטה, בשים לב למידת הסיכון ומורכבות האסדרה של כל פעילות. לצד זאת יש לזכור כי לעבודה יש מגבלות מתודולוגיות שיכולות ליצור במקרים מסוימים אומדן חסר לתועלת הצפויה מהאסדרה הסביבתית. בין מגבלות אלה נציין כי המחקר מתייחס לרשימת מזהמי אוויר שאינה כוללת את כל המזהמים הנפלטים מהפעילויות התעשייתיות. פער זה מתבטא בעיקר במגזר המתכת, שנדרש בטיפול והפחתה של מזהמים נוספים ובראשם: תרכובות גזיות הלוגניות, מתכות ודיאוקסינים. להפחתת מזהמים אלה יש כדאיות כלכלית נוספת שלא נבחנה במסגרת העבודה. נוסף על כך במפעלים רבים צפוי ייעול בעקבות שימוש בחומרי גלם והפחתת עלויות תפעול בעקבות אימוץ אמצעי ההפחתה. עם זאת בהעדר מידע מפורט בנושא, לא כומתו תועלות אלה במסגרת הבחינה הכלכלית.

4.2 בחינת עלות-תועלת לתחנות הכוח הפחמיות

כפי שהוצג לעיל, תחנות הכוח הפחמיות הן מקורות פליטה בעלי תרומה עיקרית לפליטת מזהמי אוויר וכך גם מידת ההשקעה שהשקיעה חברת החשמל ועוד עתידה להשקיע בשיפור הביצועים הסביבתיים של מתקני הייצור. להלן צעדי ההפחתה המרכזיים שנקבעו למתקנים אלה בהיתרי הפליטה:

1. תחנת רוטנברג:

יחידות 2-1 – התקנת אמצעים ראשוניים, מערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן (Selective Catalytic Reduction) וטכנולוגיות להפחתת פליטות תחמוצת גופרית (Flue-gas desulfurization) FGD, המביאה גם לצמצום בפליטת חלקיקים.

יחידות 4-3 – התקנת אמצעים ראשוניים ומערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן SCR.

2. תחנת אורות רבין:

יחידות 6-5 – התקנת אמצעים ראשוניים, מערכת להפחתת פליטות תחמוצות חנקן SCR וטכנולוגיות להפחתת פליטות תחמוצת גופרית FGD, המביאה גם לצמצום בפליטת חלקיקים.

יחידות 4-1 – סגירת היחידות ביוני 2022 והקמת 1,200 מגוואט בגז טבעי, במקומם.

3. **הגבלת ייצור בפחם:** הגבלת ייצור בפחם להיקף שווה ערך להפחתה של 19% ביחס לייצור בפחם בשנת 2015 עד לסגירת יחידות 1-4.

סך אומדן העלויות והתועלות מהפחתת מזהמי האוויר מובא בטבלה 27 מטה.

טבלה 27 : אומדן עלויות ותועלות תחנות הכוח הפחמיות חברת החשמל (מלש"ח, מהוון)

שם המתקן	עלויות (מלש"ח, מהוון)	תועלות (מלש"ח, מהוון)
תחנת רוטנברג		
יחידות 2-1	10,994	21,498
יחידות 4-3	6,376	6,278
אורות רבין		
יחידות 4-1	6,616	40,133
יחידות 6-5	10,662	28,073
הגבלת ייצור בפחם (19%)		5,701
עלויות נלוות (אגרה והכנת בקשה)	10	
ס"ה	34,660	100,225

חלוקת סך אומדן התועלות הצפויות בעלויות ההשקעה נותנת מכפיל תשואה חיובי של 2.89. כלומר השקעה של 1 ₪ באמצעים להפחתת זיהום אוויר צפויה להניב תועלת של 2.89 ₪ לציבור בעקבות הפחתת פליטות מזהמים ושיפור איכות האוויר.

בהמשך לכך ניתן להבחין בין צעדי הפחתה שבהם הותקנו אמצעי קצה לטיפול בפליטות ובין הקמת מחז"מ וגרט היחידות הפחמיות. כאמור בתחנת רוטנברג וביחידות 6-5 באורות רבין צפויה השקעה בהתקנת אמצעי קצה לטיפול בפליטות מסוג FGD, SCR והתקנת אמצעים ראשוניים תוך כדי המשך הפעלת היחידות בפחם. חלוקת התועלות בעלויות של רכיבים אלה נותנת מכפיל תשואה של $2 = 55,849/28,034$. בהשוואה לכך לגרט יחידות 4-1 בתחנת אורות רבין והקמת מחז"מ שיפעל בגז טבעי צפויה תשואה במכפיל $40,133/6616 = 6$ כלומר יש כדאיות כלכלית גבוהה יותר למעבר לשימוש בדלק חלופי ונקי יותר ביחס למשך הפעלה בפחם והתקנת אמצעי קצה להפחתת מזהמים.

כללי

מסמך זה מציג בחינה כלכלית-סביבתית שנערכה לסבב א' של היתרי הפליטה לאוויר שניתנו מכוח חוק אוויר לכ-175 מתקני תעשייה וייצור אנרגיה בין השנים 2012-2016. מתן ההיתרים נסמך על אימוץ דירקטיבת IED (Industrial Emissions Directive) (להלן: "הדירקטיבה") האירופית לאסדרה סביבתית של זיהום האוויר ממקורות תעשייתיים, הקובעת תנאים לפעילויות תעשייתיות בעלות השפעה סביבתית ניכרת במטרה להשיג רמת הגנה גבוהה לבריאות האדם ולסביבה. מסמכי הייחוס Best available techniques Reference document (BAT-BREFs) למגזרי התעשייה שהותקנו מכוח הדירקטיבה מציגים טכניקות הפחתה מיטביות (Best Available Technique) והתקנים לפליטות מזהמים.²⁵ ההיתרים ניתנו למפעלים העוסקים בפעילויות שונות ובהם: תחנות הכוח הפחמיות, מפעלי התעשייה הכימית, המינרלית ועוד. תוקף ההיתרים הוא שבע שנים. עבודה זו נועדה לסכם את תהליך מתן היתרי הפליטה עד כה ולבחון את יעילות התהליך למשק בכלים סביבתיים וכלכליים. בצד העלויות נערך מיפוי של רכיבי ההשקעה בראיית המפעלים, לרבות עלויות רכש טכניקות להפחתת פליטות במקורות מוקדיים ושאינם מוקדיים, הסבת דלקים ופעולות פיקוח ובקרה. בצד התועלות חושבה תחילה ההפחתה הצפויה בפליטות שבעת המזהמים שנבחנו במסגרת העבודה: תחמוצות חנקן (NO_x), תחמוצת גופרית (SO_2), חלקיקים (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$), בנזן ואמוניה ובשלב השני תורגמה הפחתת המזהמים לתועלת משקית באמצעות מקדמי עלויות חיצוניות של מזהמים אלה. מסקנות הבדיקה נועדו לסייע בטיוב המשך הפעילות של האסדרה הסביבתית לשיפור איכות האוויר ממקורות תעשייתיים, לקראת תחילתו של סבב עדכון היתרי הפליטה הצפוי בתחילת שנת 2018. להלן עיקרי מסקנות העבודה והמלצות להמשך.

עיקרי ממצאים

8. הליך האסדרה למזהמי האוויר נמצא יעיל מבחינה כלכלית למשק. **על כל שקל שהשקיעה התעשייה התקבל רווח של 3 ₪ למשק המקומי** בעקבות שיפור איכות האוויר והפחתת ההשפעות הבריאותיות השליליות על הציבור בישראל.
9. סיכום האומדן מצביע על השקעה צפויה של כ-38 מיליארד ₪. מהם 34.6 מיליארד מיוחסים להשקעות בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל והיתר לאמצעי הפחתה במפעלי התעשייה למיניהם.
10. פילוח ההוצאות מראה כי כ-96% מהן הושקעו ברכש טכניקות להפחתת פליטות מזהמים במקורות מוקדיים ובלתי מוקדיים. כ-2% הושקעו בפעולות דיגום ובקרת מזהמים ו-2% נוספים הושקעו בעלויות נלוות להכנת בקשת היתר הפליטה ותשלום אגרות.
11. המזהמים שבהם צפויה ההפחתה הניכרת ביותר הם תחמוצת גופרית (SO_2) ותחמוצות החנקן (NO_x). הפחתה זו גבוהה גם במונחי פליטה מוחלטים וגם בשיעורה ביחס למצב הקיים. עיקר ההפחתה במזהמים אלה נובעת מהתקנת מתקני טיפול והסבת דלקים בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל.

²⁵ דירקטיבה EU/75/2010 אומצה בשנת 2010 ומבוססת על הנחיות קודמות ובפרט הנחיות דירקטיבת IPPC (Integrated pollution prevention and control)

²⁶ בהמשך נקבעו לחלק מהמתקנים תנאים משלימים ליתר המדיניות הסביבתיות: שפכים, קרקע, רעש וכיוצא ב.

12. סיכום אומדן התועלות מצביע על אומדן תועלת למשק של כ-115 מיליארד ₪ עקב הפחתת מזהמים, מהם 100.2 מיליארד ₪ מיוחסים לתועלות מהתקנת אמצעי הפחתה והסבת דלקים בתחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל, והיתר לאמצעי הפחתה במפעלי התעשייה השונים.

13. מגזרי התעשייה והאנרגיה (ללא תחנות הכוח הפחמיות):

- מכפיל התועלת למפעלי התעשייה וייצור האנרגיה (ללא תחנות הכוח הפחמיות) נאמד ב-4.2, כלומר על כל שקל שהשקיעה התעשייה התקבל רווח של 4.2 ₪ למשק המקומי בעקבות שיפור איכות האוויר. בבחינה מגזרית נמצא כי כל המגזרים חוצים את מבחן התועלת הכלכלית ולכן סך התועלות הצפויות עולות על אומדן ההשקעות.
- לצד זאת נמצאו כמה תתי-פעילויות שלא חצו אף סף הכדאיות הכלכלית ובהן: ייצור אנרגיה, עיבוד מתכות, שימוש בממסים וניהול פסולות. למתקנים אלה נעשתה בחינה כמותית ואיכותית על מנת לגבש המלצה בדבר מידת התאמתם לאסדרה הקיימת. בין חלופות האסדרה הוצעו קביעת תנאים סביבתיים באמצעות תנאי מסגרת ייעודיים וכן טיוב הגדרת המפעלים הנדרשים בקבלת היתר לפי ספי פעילות.

14. תחנות הכוח הפחמיות:

- התורמות הגדולות ביותר להפחתת הפליטות הן תחנות הכוח הפחמיות של חברת החשמל. משקלם היחסי של מתקנים אלה מסך העלות והתועלת עומד על 88% מסך האומדן הכלכלי. צעדי ההפחתה שלהם נדרשה חברת החשמל הן התקנת טכנולוגיות להפחתת זיהום אוויר וכן גרט יחידות 1-4 בתחנת "אורות רבין" והקמת תחנת כוח במחזור משולב (מחז"מ) שעתידה לפעול בגז טבעי בשנת 2022.
- חלוקת אומדן התועלות הצפויות בעלויות ההשקעה נותנת מכפיל תשואה חיובי של 2.89. כלומר השקעה של 1 ₪ באמצעים להפחתת זיהום אוויר צפויה להניב תועלת של 2.89 ₪ לציבור בעקבות הפחתת פליטות מזהמים ושיפור איכות האוויר.
- נמצא כי יש כדאיות כלכלית גבוהה יותר במעבר לשימוש בדלקים נקיים יותר, קרי גז טבעי, לעומת המשך הפעלה בפחם והתקנת אמצעי קצה להפחתת מזהמים.

טבלה 28: סיכום אומדן עלויות ותועלות ומכפיל תשואה במגזרי הפעילות (מלש"ח, מהוון)

מגזר	עלויות (מלש"ח, מהוון)	תועלות (מלש"ח, מהוון)	מכפיל תשואה מגזרי
תחנות הכוח הפחמיות	34,660	100,225	2.9
ייצור אנרגיה	429	1,774	4.1
מתכת	185	825	4.5
מינרלית	222	2,083	9.4
כימיה	2,225	7,486	3.4
פסולת	56	223	4.0
אחר*	460	2,453	5.3
ס"ה	38,237	115,069	3

*מגזר הכולל את מפעלי המזון, הפסדים ושימוש בממסים

המלצות להמשך:

- בחינת מדיניות האסדרה** - מוצע לבחון את מידת ההתאמה של הליך האסדרה באמצעות היתר פליטה בתתי המגזרים שבהם נמצאה כדאיות כלכלית נמוכה. לצד הפרמטר הכלכלי יש להתחשב גם במידת הנזק הסביבתי של תתי המגזרים וכן ברמת מורכבותם התעשייתית. במקרים שאפשר, מוצע להקל את דרישות המידע מבעלי המפעלים ולהסדיר את הדרישות הסביבתיות בתנאים רוחביים ייעודיים. צעד נוסף שנבחן הוא עדכון ספי הפעילות בתוספת השלישית כך שדרישות קבלת ההיתר יוחלו על מפעלים בהיקפי פעילות ניכרים יותר ביחס למצב כיום.
- אגרת בקשת היתר** – נמצא כי העלויות הנלוות להכנת ההיתר ותשלומי האגרה מהווים כ-2% מסך אומדן ההוצאה של המפעלים. עם זאת בראייה מצרפית סך תשלומי האגרות ששולמו על ידי המתקנים גבוה ביחס להוצאה הכספית בראיית המשרד להגנת הסביבה ליישום מדיניות ההיתרים. כמו כן במקרים רבים נמצא כי לעלויות אלה משקל יחסי גבוה, בייחוד במפעלים בהם הפליטות נמוכות או כאלה שכבר עמדו בדרישות הסביבתיות עוד לפני קביעת ההיתר, ולכן לא נדרשו בהשקעות משמעותיות להתקנת אמצעים להפחתת פליטות. לנוכח זאת מוצע לפעול לשינוי תמהיל האגרה של בקשת היתר ולבחינת אופן החישוב של יחידות החיוב למקורות פליטה במגזרי הפעילות.
- קידום מעבר לדלקים נקיים בתעשייה** – הסבת דלקים במתקני ייצור אנרגיה היא צעד שנמצא בעל כדאיות כלכלית גבוהה מאוד. ברוב המקרים עברו המפעלים משימוש בדלק מסוג מזוט לגז טבעי. לצד התועלת הסביבתית מתקבלת תועלת נוספת מחיסכון בעלות השוטפת - ברכישת הדלק במחיר נמוך יותר. יש

אפוא להמשיך ולפעול להסרת חסמים רגולטוריים ותכנוניים בפריסת רשת חלוקת הגז הטבעי, לצד המשך הפעלת מנגנון מענקים כספיים למפעלים לביצוע ההסבה.

4. **נקיטת פעולות אכיפה ובקרה** – התועלות הסביבתיות והכלכליות נסמכות על הנחה כי הדרישות הסביבתיות שעוגנו בהיתר הפליטה – אכן ייושמו. השקעות אלה כוללת רכישת טכנולוגיות טיפול, הפחתות במקור, פעולות לניטור ודיגום מקורות פליטה בעלות כספית ניכרת. על מנת לוודא כי העלויות והתועלות שנאמדו בעבודה זו אכן יבוצעו במלואן ובמועדן, מוצע להמשיך ולנקוט פעולות בקרה במחוזות המשרד לעמידה בקידום יעדיה של המדיניות שנקבעה, ולהשתמש בסמכויות העומדות לרשות המשרד להגנת הסביבה, לרבות אמצעי אכיפה.
5. **תוכנית תמיכה בהשקעות סביבתיות** – הדוח שלפנינו עוסק בהשקעות סביבתיות שעיקרן שיפור איכות האוויר לכלל הציבור. עם זאת בנטל ההוצאה נושאים מפעלי התעשייה ותחנות הכוח לייצור האנרגיה (לגביהן חלק מההשקעה מגולגל לציבור דרך תעריפי החשמל). נציין כי צעדי ההפחתה שבהם נדרשים המפעלים נועדו לייצל את השימוש במשאבים ולשפר את איכות חומרי הגלם, אולם שיפורים אלה מושגים לאורך זמן ואינם מחזירים את ההשקעה הנדרשת בראייתו הכלכלית של המפעל. משכך, מוצע לפעול לקידום תוכנית ממשלתית לסיוע במימון ההוצאה או לאפשר פריסת תשלומים נוחה יותר, על מנת לסייע למפעל לבצע את ההשקעה הכספית הנדרשת בלוחות הזמנים שנקבעו.

6 מגבלות העבודה

הדו"ח המובא לעיל מציג בחינה כלכלית-סביבתית שנערכה להחלת מדיניות היתרי פליטה במפעלי התעשייה וייצור האנרגיה מכוח חוק אוויר נקי. בחלק זה נבקש להציג כמה מגבלות שנמצאו בעבודה, שנבעו מפערי ידע, מקשיים מתודולוגיים וכיוצ"ב. להלן תיאור מגבלות המחקר והערכת ההשפעה של ממצאיו.

1. אומדן עלויות ותועלות:

- א. **אמצעי הפחתת מזהמים** – מגבלה מרכזית בעבודה זו נובעת מכך שבמועד ביצוע העבודה עדיין לא יושמו אמצעי הפחתה, מכיוון שהדרישות עדיין לא היו בתוקף לפי הנחיות היתרי הפליטה. דוגמה בולטת לכך היא גרט יחידות 1-4 והקמת מחז"מ בתחנת אורות רבין הנדרש לפי היתר הפליטה בשנת 2020. בהעדר מידע אחר הנחת העבודה היא כי המפעלים יעמדו בדרישות הסביבתיות כפי שנקבע בתנאי ההיתר הידועים במועד ביצוע המחקר. הנחה זו משליכה הן על אומדן העלויות והן על אומדן התועלת אם הדרישות לא תיושמה במלואן ובמועדן.
- ב. **בחינת ההשפעה הצפויה במדיית האוויר בלבד** – בחינת התועלות הצפויות מתייחסת להפחתות מזהמי האוויר בעקבות יישום טכניקות ההפחתה. עם זאת במקרים רבים, לצד ההשפעה הצפויה במדיית האוויר, תיתכן השפעה גם במדיות סביבתיות נוספות ובהן: שפכים, פסולת, קרקע וכיוצ"ב. ההשפעות במדיות אלה לא נבחנו במחקר זה. נציין כי בעקבות יישום הדרישות הסביבתיות ייתכנו השפעות חיוביות על מדיות אחרות כמו צמצום כמות השפכים או הפחתת הפסולת או השפעות שליליות של גידול בפליטה למדיות אחרות. הדבר תלוי בסוג טכניקת ההפחתה ומרכיביה.

2. אומדן עלויות במפעלי התעשייה וייצור האנרגיה (למעט תחנות הכוח הפחמיות):

כפי שהוצג לעיל, אומדן העלויות שהשקיעה התעשייה לעמידה בדרישות הסביבתיות אינו מידע המצוי בידי המשרד, ולכן נדרשנו בבניית מסד נתונים ייעודי לרכיב זה. מטבע הדברים היה קושי לפנות לכל המפעלים

מקבלי ההיתר - ולכן הוחלט להבחין בין שלוש קבוצות אוכלוסייה. מ-27 מפעלים התקבל מידע לסך ההוצאה הצפויה, ולקבוצה השנייה, שמנתה כ-15 מפעלים, בוצע ניתוח פרטני לדרישות הסביבתיות בהיתרי הפליטה וקביעת העלויות לפי מחירון ייעודי. בעבור הקבוצה השלישית, שבה נכללו יתר המפעלים, נעשה שימוש במכפילי ייחוס. מטבע הדברים הערכה זו מספקת אומדן אך לא נתון מדויק להערכת העלויות הצפויות במפעלי התעשייה. עם זאת, בחינת אומדן העלויות לפי שיטת איסוף המידע מראה כי 56% מהאומדן מקורם בדיווחי המפעלים ו-22% נסמכים על בחינה פרטנית של הדרישות. כ-22% הנותרים הם עלויות של יתר המפעלים בקבוצת מקבלי ההיתר. כלומר על אף המגבלה ניתן להצביע על רמת מהימנות גבוהה של אומדן העלויות במפעלים - 78% מסך אומדן ההוצאה נסמך על הערכות פרטניות ודיווחי המפעלים. להשלמת התמונה נדגיש כי הערכה זו מציגה את אומדן העלויות למפעלי התעשייה, למעט תחנות הכוח הפחמיות. אומדן העלויות לתחנות הכוח, המהוות 88% מסך אומדן העלויות, נסמך על דיווחי החברה ועל בחינה ייעודית שנערכה להקמת מחז"מ וגרט יחידות 1-4.

3. אומדן תועלות:

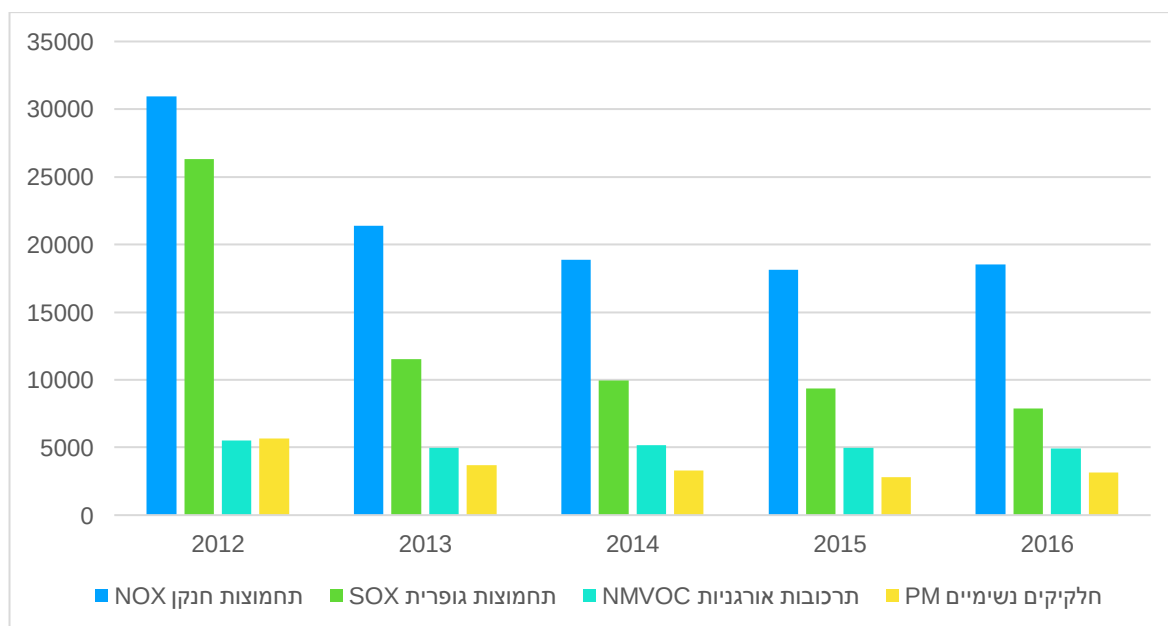
- א. בתהליך הבנייה של מתודולוגיית העבודה הוחלט להתמקד בבחינת ההפחתות הצפויות בפליטת המזהמים האלה: תחמוצת גופרית (SO_2), תחמוצות חנקן (NO_x), חלקיקים (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$), תרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC), אמוניה (NH_3) ובנון (C_6H_6). הבחירה במזהמים אלה התבססה על עדויות מדעיות מבוססות להשפעתם השלילית על בריאות הציבור וכן על השונות הסביבתית שנמצאה בפליטתם עקב מדיניות היתרי הפליטה. עם זאת חוק אוויר נקי ככלל והיתרי הפליטה בפרט הביאו לידי הפחתה של מזהמים נוספים ובהם מתכות, דיאוקסינים, פוראנים, הלוגנים ועוד, אך לנוכח מגבלות המידע והזמן הוחלט שלא לערוך בעבורם תחשיב הפחתה ואומדן כלכלי ייעודי. מגבלה זו גורמת למעשה לאומדן חסר של התועלות הצפויות בעקבות יישום היתרי הפליטה.
- ב. הערה נוספת בעניין אומדן חסר בכימות התועלות נוגעת לתועלות הצפויות בראיית המפעלים עקב עמידה בדרישות ההיתר. הדבר נכון בעיקר לאמצעים שהביאו לידי הפחתת פליטות במקור ולשינוי בתהליך הייצור. דוגמה בולטת לכך היא מעבר משריפת מזוט לגז טבעי - דלק זול יותר שאף צפוי להפחית עלויות בתפעול מתקני השריפה. תועלות נוספות המצוטטות בספרות המקצועית בהקשר זה הן הגברת יעילות השימוש בחומרי גלם, התייעלות אנרגטית, צמצום צריכת מים, וצמצום כמות הפסולות²⁷. עם זאת בהעדר מידע ברור על התועלת הצפויה ברמת כל מפעל וכן בשל התנודתיות במחירי הדלק הוחלט שלא לכמת רכיבים אלה באומדן התועלות.

²⁷ Mid-term review of the UK's implementation of the Pollution Prevention and Control Regulations, April 2007

פרק זה יציג השוואה שנערכה בין נתוני הפליטות של מזהמי האוויר כפי שדיווחו המפעלים במסמכי בקשת היתר הפליטה, ובין הדיווחים שהתקבלו במרשם פליטות לסביבה – מערכת המפל"ס של המשרד להגנת הסביבה (להלן: "המפל"ס"). חוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה - חובות דיווח ומרשם) התשע"ב-2012 מטיל על המפעלים חובת דיווח שנתית על פליטות מזהמים לסביבה ובהם גם למדיית האוויר. בדיווח זה המפעלים נדרשים להעביר מידע בעניין סך היקף הפליטה מהמפעל לכל אחד מסוגי החומרים המחויבים בדיווח לפי חוק. לפי מתודולוגיית העבודה, ההפחתה בפליטות המזהמים בעקבות יישום דרישות היתרי הפליטה מחושבת לפי השוואת הפליטות במצב הקיים, כלומר טרם החלת דרישות ההיתר, להערכת הפליטות לאחר יישום דרישות ההיתר והתקנת אמצעי הפחתת פליטות. מידע זה נלקח מדיווחי המפעלים במסמכי בקשת היתר הפליטה. אם כן השוואה זו נועדה לבחון את מידת ההתאמה של אומדן הפליטות כפי שהונח ב"מצב הקיים" בעבודה, לדיווח השנתי של המפעלים למערכת המפל"ס בשנים הנדונות. יודגש כי ההשוואה נערכה בין מפעלים בענפי התעשייה וייצור האנרגיה בלבד ללא תחנות הכוח הפחמיות, מאחר שנתוני הפליטה של תחנות הכוח נלקחו מדיווחי אמת של חברת החשמל, ולכן לא נדרשו לבצע השוואה עבור מקורות אלה.

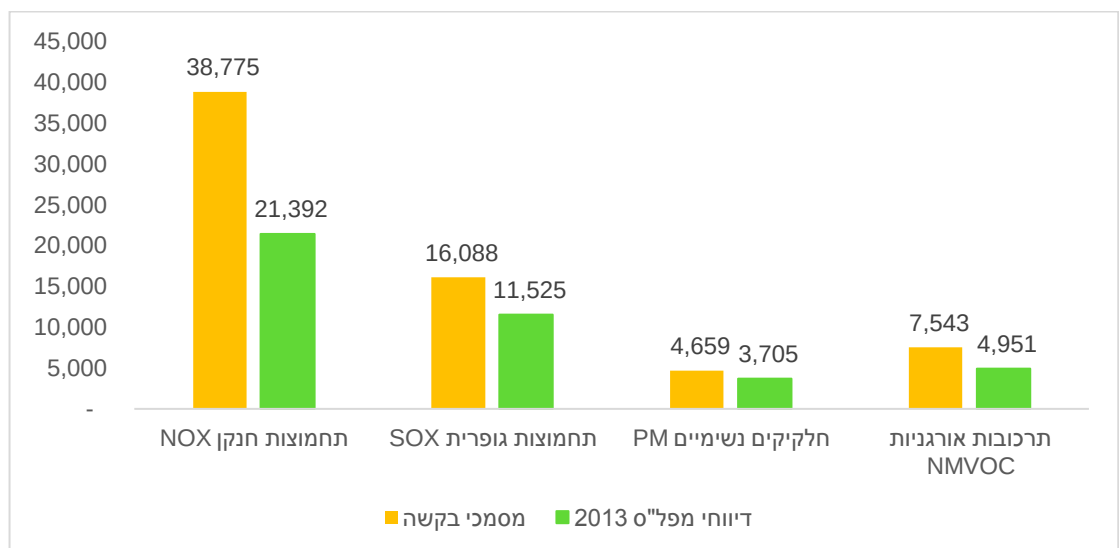
בשלב הראשון נעשתה השוואה פנימית של דיווח המפעלים למפל"ס לאורך השנים 2012-2016. נתונים אלה מוצגים באיור 21. ככלל, אפשר לראות מגמה של ירידה קלה לאורך השנים בדיווחי פליטות החומרים המזהמים: תחמוצות גופרית, תחמוצות חנקן וחלקיקים ורמת דיווח דומה בפליטות תרכובות אורגניות נדיפות.

איור 21: נתוני מפל"ס למפעלים מקבלי היתר פליטה לשנים 2012-2016 (טון/שנה), ללא תחנות הכוח הפחמיות



לשם ההשוואה הונח כי שנת 2013 תהיה שנה מייצגת לתמונת המצב טרם החלת דרישות ההיתר, וזאת מכיוון שאנו מעריכים שהיא השנה שלפיה חושבו מרבית הערכות הפליטה במצב הקיים ע"י מגישי בקשת ההיתר. ממצאי ההשוואה בין דיווחי המפעלים למפל"ס ובין עיבוד הפליטות ממסמכי בקשת היתרי הפליטה מוצגים באיור 22.

איור 22: השוואת דיווחי מפל"ס 2013 לבקשות להיתרי פליטה



אפשר לראות כי היקפי הפליטות דומים בסדרי הגודל בין שני מסדי הנתונים. המזהמים שבהם נמצאו פערים ברמה גבוהה יחסית הם תחמוצות חנקן, תחמוצות גופרית ותרכובות אורגניות נדיפות. ניתוח מקורות הפליטה הגורמים לפער זה בשני המזהמים הראשונים מראה כי יחידות ייצור החשמל המתאפיינות בתנודתיות תפעולית גבוהה מסבירות את מירב הפער המתועד. כמו כן ההשוואה בין מסדי הנתונים העלתה כמה פערים טבועים (אינהרנטיים), שמקורם במטרתו ובאופן הגדרתו של כל מסד, והם גורמים לכך שהערכת הפליטות לפי מסמכי בקשת היתר הפליטה גבוהות יותר מדיווח המפעלים למערכת המפל"ס.

1. **פליטה מרבית/פליטה בפועל** – מערכת המפל"ס נועדה להציג נתונים שנתיים על פליטת חומרים מזהמים לסביבה (לים, לאוויר, למים ולקרקע) וכן לספק מידע על הזרמות שפכים והעברות פסולת. מידע זה מתבסס על דיווחי המפעלים ונועד לשקף את תמונת המצב הסביבתית הכוללת לציבור מדי שנה בשנה. מנגד, נתוני פליטת המזהמים לאוויר, המועברים במסמכי בקשות ההיתר, נועדו לקביעת אסדרה סביבתית למקורות הפליטה. לפי ההנחיות נדרש המפעל להציג את הריכוזים והקצבים לכל מזהם בכל מקור פליטה על בסיס אפיון השתנות הפליטות לאורך זמן בהתאם למאפייני פעילות המקור הנדון (הספק, שעות פעילות וכדומה)²⁸. הנחיה זו נועדה

²⁸ להרחבה ראה: הנחיות להגשת מסמך מידע לצורך אסדרה סביבתית משולבת (אינטגרטיבית), ספטמבר 2014



המשרד להגנת הסביבה

- לכמת את הפליטה השנתית המרבית הצפויה ולסייע בקביעת אסדרה סביבתית מתאימה למקור זה. על כן נצפה כי דיווחי המפעלים במסמכי בקשת ההיתר יהיו גבוהים מדיווחי הפליטות השנתיות למערכת המפל"ס.
2. **תנודתיות תפעולית:** דיווח המפעל למערכת המפל"ס מתבסס על פעילותו בשנת הדיווח ועל היקפי הפליטות לסביבה כפועל יוצא מפעילות זו. מטבע הדברים, מפעלים מתאפיינים בתנודתיות תפעולית משיקולים עסקיים, מימוניים ואחרים, ונצפה כי ירידה בהיקף הפעילות במפעל מתואמת עם ירידה בהיקף פליטות החומרים המזהמים לסביבה. בדיווח המפעלים למפל"ס נצפה אפוא לשונות בהיקפי פליטות החומרים המזהמים לאורך שנות הדיווח, וככלל לערכי פליטה נמוכים ביחס למדווח במסמכי בקשות ההיתר לנוכח שיקוליו הפנימיים של המפעל.
3. **ערך סף לדיווח:** חוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה - חובות דיווח ומרשם) התשע"ב-2012 קובע את רשימת החומרים המזהמים הנדרשים בדיווח וכן את כמות הסף לכל חומר המחייבת את המפעל בדיווח. לעומת זאת, סקר הפליטות שבו נדרש מגיש בקשת היתר פליטה מחייב את המפעל לדווח על כל פליטה של חומר מזהם ללא קביעת ערך סף. השונות בהגדרות אלה היא טעם נוסף לכך שנצפה להערכת פליטות גבוהה יותר במסמכי בקשות ההיתר ביחס לדיווחי המפל"ס.
4. **אופן חישוב הפליטות:** פליטות המפעלים למפל"ס מציגות כאמור את היקף הפליטה של חומרים מזהמים לסביבה לכל שנת דיווח. לעומת זאת במסמכי הבקשה המפעלים מתבקשים לחשב את היקף פליטת המזהמים מכל מקור מוקדי בהתבסס על תוצאות דיגום משלוש השנים שקדמו למועד הגשת מסמכי הבקשה, וכן תוך שימוש במתודולוגיות חישוב לפי מקורות הפליטה.

8 נקודות מידוד (בנצ'מארק) לשיטת העבודה והממצאים

כחלק מתהליך העבודה נערכה סקירת ספרות לאיתור מחקרים ומסמכי מדיניות בנושא דומה לנושא המחקר המוצג במסמך זה. הסקירה נועדה לבחון האם שיטת העבודה והתוצאות שהתקבלו במחקר סבירות ועולות בקנה אחד עם מחקרים דומים. חשוב לציין כי בשל המאפיינים השונים של המדינות ובייחוד אופי התעשייה, שיטות הייצור, עלויות חיצוניות למזהמים וכו' - אין מקום לצפות להערכות זהות, אלא למידת התאמה כללית בין שיטות ההערכה והממצאים.

להלן תיאור המחקרים שנמצאו ונקודות השקה ביניהם ובין המחקר המקומי.

1. Methodologies for cost-benefit assessment of BAT conclusions (European Commission DG Environment, 2016)

מחקר זה פורסם מטעם הנהלת הנציבות האירופית לסביבה והוא סוקר שיטות הערכה שונות לעריכת בחינה סביבתית-כלכלית ליישום הנחיות מסמכי הייחוס BAT conclusions בתעשייה בהתאם לדירקטיבת IED. המחקר מתייחס לשלושת מרכיבי ההערכה האלה: הערכת ההעברות לסביבה, כימות עלויות לתעשייה ואומדן תועלות.

להלן הצגה תמציתית של שיטות ההערכה השונות בכל שלב בביצוע התחשיב.

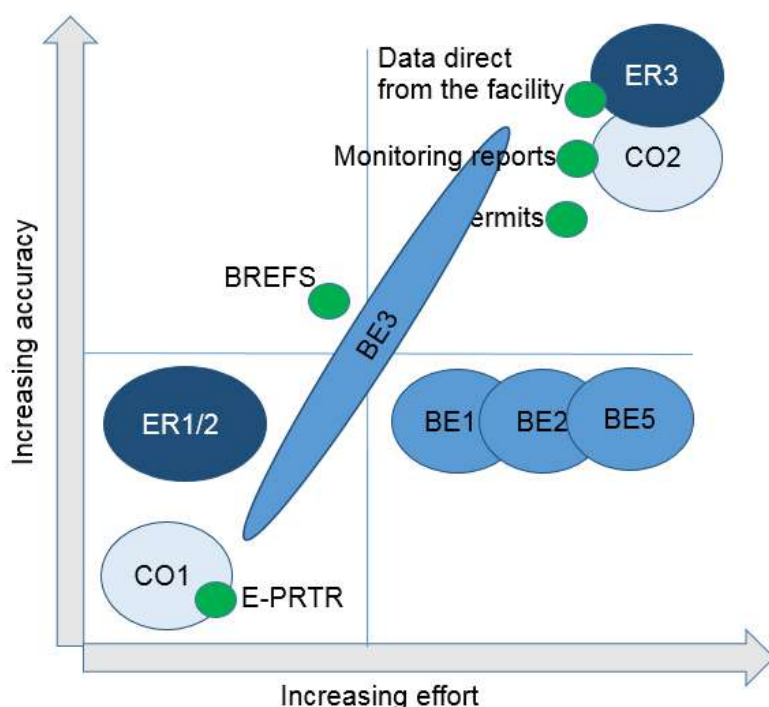
1. הערכת רמת הפליטות לסביבה

חישוב קו הבסיס להפחתה ("מצב קיים"/"Baseline emissions"): לשלב זה המחקר מציג שתי גישות עקרוניות לקביעת קו הבסיס להפחתה: שימוש במקדמי פליטה לפי המגזר או יחידות ייצור/מוצר והכפלתם ביחידות אלו לכל מפעל (BE1, BE2, BE5); גישה אחרת היא חישוב לפי דוח פליטות של כל מפעל בנתונים הקיימים (BE3).

אופן חישוב הפליטות העתידית וההפחתה הצפויה ("future emissions and emissions reductions"): בשלב זה המחקר מציע להשתמש בפרמטר במודל חיזוי להפחתה, כמו תחזית לשינוי במתקני הייצור, הערכת שינוי הפליטות בעקבות יישום ההנחיות (FE1) או לחלופין שימוש במאגר נתונים חישובי להערכת ההפחתה (FE2). באופן דומה את חישוב ההפחתה הצפויה בפליטות המזהמים ניתן לבצע לפי מקדמי הפחתה למגזר/היקף פעילות או לפי רמת ההפחתה לאחר אימוץ טכניקת ההפחתה הצפויה בכל מתקן ומפעל.

2. **אומדן עלויות לתעשייה:** את חישוב העלויות בראיית המפעלים מציעים כותבי המחקר לערוך באמצעות אחת משלוש השיטות האלה: הכפלת תחזית הפחתת הפליטות במקדמי עלויות מניעה (pollutant abated) לכל מזהם וסיכום העלות הכוללת (CO1); שיטה אחרת היא חישוב העלויות הישירות שנדרש להשקיע ברכש טכניקות ההפחתה ובכללן עלויות הון ותפעול (CO2); שיטה שלישית בוחנת את ההפחתה הצפויה בתזרים ההכנסות של המפעל בעקבות ביצוע ההשקעות הנדרשות (CO3).
3. **כימות תועלות – הפחתת מזהמים לאוויר:** ככלל, שיטת הערכת התועלות תלויה בזמינות הנתונים וכלי ההערכה הנתונים בידי עורך המחקר. עם הגישות השונות נמנו: בחינת מסלול ההשפעה (Impact pathway approach) - גישה זו דורשת זיהוי של מקור הפליטה ומודל חשיפת האוכלוסייה להשפעה הבריאותית של מזהמי האוויר (ABE1); הגישה השנייה אומדת את עלות הנזק לטון מזהם (ABE2) (Damage cost); הגישה השלישית מכמתת את העלויות שהמשק חוסך על מנת להגיע ליעדי ההפחתה באמצעים חלופיים (Abatement cost) (ABE4).
- בין מקורות המידע לאיסוף הנתונים מציינים החוקרים את היתרי הפליטה לסביבה, דוחות ניטור ודיגום, מסמכי הייחוס (BREFS), מסדי נתונים סטטיסטיים וספרות מקצועית.
- בפרק המסכם מסווגים את שיטות הערכה המוצעות לעיל לפי שני פרמטרים: הגברת רמת הדיוק (Increasing Accuracy) והגברת המשאבים לביצוע ההערכה (Increasing Effort). תרשים 23 מטה מציג את שיטות ההערכה לפי סיווג זה.

איור 23: סיווג שיטות הערכה במחקר האיחוד האירופי



השוואת שיטות הערכה שבהן נעשה שימוש במחקר המקומי לשיטות המובאות במחקר, מראה כי שיטות ההערכה המקומיות מקובלות ומומלצות במחקר זה. באופן פרטני שיטת הערכת הפליטות במצב הקיים נערכה לפי דוח הפליטות של כל מפעל. שיטת BE3 מסווגת ע"י עורכי המחקר כבעלת רמת דיוק והשקעה גבוהות. שלב הערכת הפליטות העתידיות נערך לפי שיטת הערכת ההשפעה הסביבתית לאחר אימוץ טכניקת הטיפול FE1. אומדן העלויות בראיית המפעלים נעשה בשיטת הערכת העלויות הישירות על ידי המפעלים CO₂, המסווגת ע"י עורכי המחקר כבעלת רמת דיוק והשקעה גבוהות. צד התועלות למשק הוערך לפי גישת עלות הנזק לטון מזהם (Damage cost) (ABE2).

2. Reducing air pollution from electricity-generating large combustion plants in the European Union (European Environment Agency, 2013)

מחקר זה מציג בחינה שנערכה להערכת פוטנציאל ההפחתה של פליטות מזהמים ממתקני ייצור אנרגיה גדולים (LCP) בעקבות יישום דירקטיבת IED. המחקר בחר במתקנים אלה בזכות תרומתם הניכרת לזיהום האוויר במדינות אירופה, והוא מתמקד בתחזית ההפחתה הצפויה בתחמוצת גופרית (SO₂), תחמוצות חנקן (NO_x), וחלקיקים (PM). אוכלוסיית המחקר כללה 1,595 מתקני שריפה במדינות האיחוד. אומדן ההפחתה הצפוי התבסס על השוואת נתוני פליטות המזהמים של אוכלוסיית המחקר בשנת 2009 לתקני הפליטה בהנחיות הדירקטיבה. כמו כן חושבה ההפחתה החזויה במקרה של עמידה בתקן הפליטה המיטבי (BAT AEL). הטבלה להלן מציגה את שיעורי ההפחתה החזויים.

טבלה 29: פוטנציאל הפחתה בפליטות מזהמים - ממצאי מחקר האיחוד האירופי והשוואה מקומית

	פוטנציאל הפחתה פליטות מיישום הנחיות דירקטיבת IED	פוטנציאל הפחתה פליטות מיישום תקני פליטה מיטביים (BAT AEL)	שיעור הפחתה במחקר המקומי
NO _x	36%	69%	70%
SO ₂	66%	94%	82%
PM	64%	79%	69%

לצד שיעורים אלה מובאת בעמודה השמאלית השוואה לשיעורי ההפחתה שחושבו במחקר המקומי למגזר האנרגיה. אפשר לראות כי היקף ההפחתה החזוי הולם את הערכת החוקרים ומצוי בטווח ההערכה של המחקר האירופי למזהמים השונים. כך למשל פוטנציאל ההפחתה בעבור תחמוצות גופרית מוערך בשיעור של 66%-94% ושיעור ההפחתה שנמצא בעבור מזהם זה נאמד ב-82%.

3. Mid-term review of the UK's implementation of the pollution Prevention and Control Regulation (DEFRA, 2007)

המחקר מציג בחינה כלכלית שנערכה ליישום דירקטיבת IPPC בשנת 2007 ע"י המשרד לסביבה, מזון וענייני הכפר של בריטניה (DEFRA).

שיטת המחקר

שיטת המחקר כללה איסוף נתונים משני מקורות מרכזיים:

1. אומדן עלויות נאסף מתוך שאלונים שנשלחו למפעלים אשר קיבלו היתר סביבתי והצטרפו ליישום

הדירקטיבה עד שנת 2005. באתרים היו שתי קבוצות:

א. אתרים שנכללו בדירקטיבת IPC או רגולציה דומה לפני.

ב. אתרים חדשים לרגולציה דומה.

2. איסוף נתונים ומחקר מבוסס על מידע שנמצא במערכת מרשם דיווחי הפליטות (PI) של בריטניה. מידע

נוסף על עלויות של אגרות נאסף ישירות מהרגולטור.

בראשית הדברים החוקרים מציינים אתגרים לביצוע ההערכה: (א) חלק מהאתרים החלו ליישם את הדירקטיבה זמן קצר לפני המחקר, ולכן לא היו נתונים מספקים להערכות משקפות. (ב) למפעלים שלא פעלו במסגרת רגולציה שחיבה דיווח למרשם הפליטות, לא היו נתונים מהתקופה המקדימה ליישום הדירקטיבה, ולכן לא היה אפשר לערוך השוואה והערכת ביצועים בתחום הפליטות (ג) שיעור המענה שהתקבל בשאלונים עמד על כ-12% מכלל האתרים שאליהם נשלחו הסקרים, ולכן התוצאות בחלק מההיבטים אינן מייצגות במהימנות את כלל האתרים.

הערכת עלויות ותועלות

בחישוב הכלכלי נעשתה התייחסות להיבטים האלה:

א. בצד העלויות חושבו עלויות ההקמה והתפעול ליישום הנחיות ההיתר והונו למועד המחקר. כמו כן חושבו

עלויות רגולטוריות ועלויות נלוות לפעולות בקרה ופיקוח.

ב. באתרים הרלוונטיים צורפו עלויות היישום של ה-IPPC לעלויות הקודמות של יישום ה-IPC. על מנת

להימנע מהערכת יתר צומצמה הערכת העלות ע"י הכפלה במקדם.

ג. הן העלויות והן התועלות מתייחסות לא רק להשפעה של יישום ה-IPPC, אלא גם לדירקטיבות נוספות

שיושמו באותו הזמן, בשל מורכבות בהתייחסות להשפעה של כל אחת מהדירקטיבות בנפרד.

סיכום אומדן העלויות מוצג בטבלה להלן תוך הבחנה בין קבוצות המפעלים, רגולציה קיימת וחדשה וסוג העלויות - חד פעמית ושנתית. כך למשל אפשר לראות כי עלויות ההקמה (Capital investment) מוערכת בטווח של 281,121-215,252 לירות שטרלינג ועלות שנתית הנעה בין 10,100-10,994 לירות שטרלינג לרכיב זה.

איור 24 : אומדן עלויות למפעלים מיישום דירקטיבת IPPC במחקר הבריטי

Table 6.1 - Comparison of average costs between previously regulated and sites new to integrated permitting (2001-2005)²⁴

			Average Cost (£)	
			Newly regulated sector	Previously regulated sector
Application Preparation	Your own staff cost	One off ²⁵	£13,483	£18,610
		Average Annual ²⁶	£11,967	£9,100
	3rd party consultant	One off	£14,500	£24,329
		Average Annual	£8,465	£6,581
	Other	One off	£7,397	£10,253
		Average Annual	£26,135	£7,136
Compliance	Capital Investment	One off	£215,252	£281,121
		Average Annual	£10,100	£10,944
	Management Time	One off	£6,500	£9,393
		Average Annual	£9,354	£9,473
	Monitoring	One off	£4,303	£15,666
		Average Annual	£4,958	£9,939
	Reporting	One off	£4,556	£10,417
		Average Annual	£2,680	£3,388
	Other	One off	£2,907	£50,000
		Average Annual	£5,217	£4,892

תועלות

תחשיב כלכלי של התועלות לא נערך לבסוף במחקר בשל שני קשיים מרכזיים :

- קושי לצפות רמות זיהום עתידיות, שכן המחקר נערך בשלב מוקדם ביישום הדירקטיבה.
- קושי להפריד בין ההשפעות הישירות של דירקטיבת IPPC לבין גורמים אחרים המשפיעים על הביצועים הסביבתיים של המפעלים.

עיקרי הממצאים בהיבט של התועלות שנבדקו במחקר הם :

- שינויים בפליטות – נעשתה הערכה של פליטות CO, PM, SO₂, NO₂, VOCs, ולא נמצאה מגמת שינוי בצמצום הפליטות בעקבות יישום הדירקטיבה. כמו כן לא היו נתונים שאפשרו נרמול ביחס לכמות התוצר, כך שגם באתרים חדשים שבהם נצפתה מגמת צמצום פליטות, לא ניתן לייחס את השינויים ליישום הדירקטיבות.
- שינויים ביעילות – נעשתה הערכה של צמצום פסולת ושימוש יעיל במשאבים ובחומרי הגלם. ממצא זה עלה הן בקבוצת המפעלים החדשים והן בקבוצת המפעלים שנמצאו תחת דירקטיבה קודמת.
- יותר מ-50% מהמפעלים דיווחו שעמידה בתנאי הדירקטיבה סייעה להם לגשת לשווקים חדשים.

השוואת ממצאי המחקר הנדון למחקר המקומי

ראשית נציין כי מדובר בהשוואה חלקית, מכיוון שניתן להשוות רק את אומדן העלויות בלבד. לכך נוסיף כי המחקר בחן את יישום דירקטיבת IPPC, שקדמה לדירקטיבת IED שנבחנה במחקר המקומי. לצורך ההשוואה נעשתה סכימה של העלויות המוצגות בטבלה לעיל מתוך המחקר הבריטי. לצורכי ההשוואה נסכמו העלויות החד-פעמיות והעלויות השנתיות הוכפלו ב-7 כתקופת היתר הפליטה במשק המקומי. תוצאות תחשיב זה מראה כי אומדן העלויות למפעל הוא 835,500 לירות שטרלינג שהם כ-4 מיליון ₪. בשלב השני נערכה השוואה בין נתון העלות במחקר הבריטי לנתוני העלויות שנמצאו במחקר המקומי. אומדן העלויות למפעל בחתך מגזרי המחקר המקומי מוצג בטבלה 30.

טבלה 30 : אומדן עלויות למפעל בחתך מגזרי במחקר המקומי (מלש"ח, מהוון)

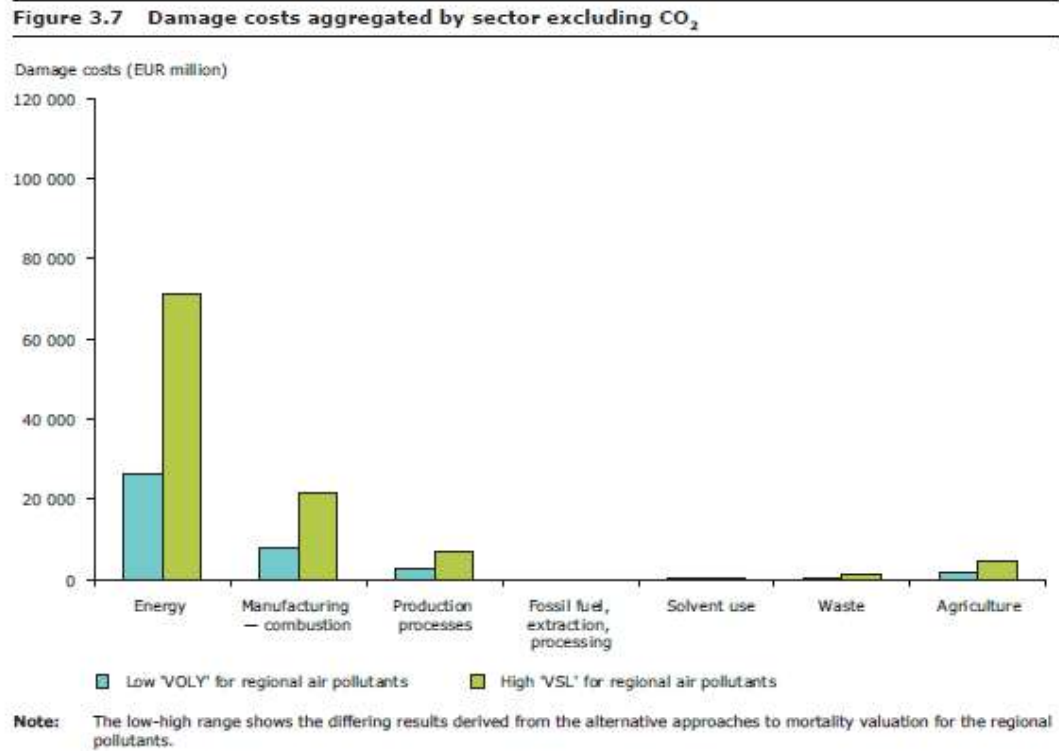
עלויות	מספר מפעלים	הוצאה למפעל
תעשיות אנרגיה	36	12
ייצור ועיבוד מתכות	40	5
תעשייה מינרלית	8	28
תעשיית כימית	42	53
ניהול פסולת	17	3
פעילויות אחרות*	28	16

אפשר לראות שהיקף אומדן העלויות במחקר הבריטי מצוי בטווח ההערכה התחתון של המחקר המקומי. אומדן ההוצאה למפעל נע בין 3 ל-53 מיליון ₪, ובתעשיות בעלות השפעה סביבתית ומורכבות גבוהה ובראשן תעשיית הכימיה והתעשייה המינרלית התקבל אומדן עלויות גבוה יותר.

4. Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe (European Environment Agency, 2011)

המחקר נערך ע"י הסוכנות האירופית לסביבה European Environment Agency (EEA) ונועד להעריך את עלות הנזק לבריאות הציבור ולסביבה בעקבות פעילות מתקני תעשייה באירופה. הדוח נערך על בסיס המרשם האירופי לפליטות והעברות חומרים לסביבה European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR) ובעיקרו כפל את ערכי הפליטות של המזהמים בעלויות החיצוניות של כל מזהם, על מנת לאמוד את עלות הנזק למשק מפעילות מתקנים אלה. בין ממצאי המחקר הבולטים רואים שהחומרים המזהמים המשפיעים ביותר הם: פחמן דו חמצני (CO_2), תחמוצת גופרית (SO_2), תחמוצות חנקן (NO_x), חלקיקים (PM_{10} ו- $\text{PM}_{2.5}$), תרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC) וכן אמוניה (NH_3). כמו כן נמצא כי המגזר בעל התרומה הסביבתית הגדולה ביותר הוא מגזר האנרגיה. איור 25 מציג את עלות הנזק בפילוח מגזרי. הממצאים תואמים את המזהמים שבהם הוחלט להתמקד בעבודה זו וכן את משקלה היחסי הגבוה של תעשיית האנרגיה בהפחתות הצפויות.

איור 25: עלות הנזק לבריאות הציבור ולסביבה בפילוח מגזרי



ביבליוגרפיה

- https://www.health.gov.il/Subjects/Environmental_Health/Environmental_contaminants/Pages/default.aspx
- <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/LicensesAndPermits/PermitEmission/Pages/default.aspx>
- <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Documents/2016/Ort-Rabin-1-4-082016.pdf>
- <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/Pages/AirExternalCost.aspx>
- <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>
- <https://www.iec.co.il/investors/DocLib1/ISA2015.pdf>
- https://www.nevo.co.il/law_html/Law01/251_001.htm
- הנחיות להגשת מסמך מידע לצורך אסדרה סביבתית משולבת (אינטגרטיבית), ספטמבר 2014
- חוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה - חובות דיווח ומרשם) התשע"ב-2012
- <http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/SvivaAir/Pages/AirExternalCost.aspx>
- <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib/%D7%9B%D7%9C%D7%9C%D7%99/kali69.pdf>
- Mid-term review of the UK's implementation of the Pollution Prevention and Control Regulations, April 2007
- The impacts of environmental regulations on competitiveness Policy brief, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment (November 2014)
- Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe
- <https://www.eea.europa.eu/publications/cost-of-air-pollution>

נספח 1- מתודולוגיה העבודה

שיטת העבודה נחלקת לשני צירי בדיקה מרכזיים:

1. אומדן עלויות כלכליות ליישום הנחיות דירקטיבת IED הנחלק ל:
 - אומדן השקעה לעמידת הדרישות הסביבתיות בהיתר הפליטה לאוכלוסייה הנבחרת
 - אומדן עלויות בראיית הרגולטור
2. אומדן תועלות למשק מהפחתת פליטות מזהמי האוויר הנחלק ל:
 - אומדן ההפחתה בפליטות מזהמי האוויר בעקבות יישום הדרישות הסביבתיות
 - המרת אומדן ההפחתה לתועלת למשק

שיטות האמידה במחקר הנדון תואמות להנחיות הנהלת הנציבות האירופית לסביבה כפי שפורסמו במחקר **Methodologies for cost-benefit assessment of BAT conclusions**, המציג שיטות הערכה שונות לעריכת בחינה סביבתית-כלכלית ליישום דירקטיבת IED בתעשייה. להלן תיאור שיטת העבודה.

חלק א' – אומדן עלויות כלכליות

1. אומדן עלויות בראיית המפעלים

המתודולוגיה לאומדן העלויות הכלכליות בראיית המפעלים מבוססת על איסוף מידע מקבוצת מפעלים באמצעות שאלונים ייעודיים, וכן על איתור עלויות ממקורות מידע חיצוניים. בהמשך עובד מידע זה והוחל על כלל האוכלוסייה הנבחרת. יודגש כי העלויות שהובאו בחשבון הן ההוצאות כספיות המתחייבות מיישום החוק **באופן ישיר ותוספתי**, זאת בשונה מהעלויות שהיה משקיע המפעל במצב "עסקים כרגיל" או עלויות שהשקיע המפעל בטרם כניסתו של החוק לתוקף ככל שאלה לא עוגנו במסגרת היתר הפליטה.

שלב א' - איסוף המידע ממפעלים מקבוצה א' באמצעות שאלונים:

איסוף המידע ממפעלים בקבוצה א' כלל את שלבי העבודה האלה:

1. הכנת שאלון לאיסוף נתוני עלויות מהמפעלים. השאלון התייחס בין היתר לעלויות הכנת הבקשה ולעלויות יישום היתר הפליטה לרבות: עלויות רכישה ויישום של טכנולוגיות ואמצעים להפחתת פליטות, הוצאות תפעול שוטפות, עלויות ניטור ודיגום וכיוצ"ב. השאלון מצורף כנספח ב' לדוח זה.
2. בשל לוחות הזמנים להשלמת העבודה, הוחלט שהשאלון יישלח לכמה מפעלים מרכזיים (להלן: "**מפעלים מקבוצה א'**") הפועלים במגזרי התעשייה וייצור האנרגיה. לשם כך, מופו המפעלים טעוני ההיתר (ראה טבלה 1 להלן) ומהם נבחרו 27 מפעלים. הקריטריונים לבחירת מפעלי המדגם היו: כמות המפעלים השייכים למגזר/תת מגזר, היתר פליטה בתוקף, היעדר הליכי אכיפה פעילים ופיזור גיאוגרפי. המפעלים בקבוצה זו נבחרו בהתייעצות עם רכזי איכות האוויר במחוזות המשרד.
3. איסוף הנתונים מהמפעלים ומילוי השאלונים נעשו בשיתוף רכזי איכות האוויר במשרד באמצעות פגישות פרונטליות וטלפוניות.

4. ניתוח המידע בשאלונים המלאים שנתקבלו כלל הצלבת מידע מול הדרישות שנקבעו למפעל בהיתר פליטה, זאת כדי:

(א) לוודא שהמידע שהועבר כולל ככל האפשר עלויות ישירות ותוספתיות שמקורן בהיתר הפליטה בלבד.

(ב) למפות ולאתר דפוסים ביחס שבין הדרישות שנקבעו בהיתר הפליטה לשיטה שנקטו המפעלים על מנת לעמוד בהן. כך למשל: באיזה אופן טופל מקרה של ריבוי מקורות פליטה לא מוקדדים, באילו מקרים ננקטו פעילויות הפחתה במקור ואיפה הותקנו אמצעים שניוניים.

5. ניתוח עלויות הטיפול של תחנות הכוח הפחמיות אורות רבין ורוטנברג נעשה לפי הדוח הכספי של ח"י לשנת 2015 ובסיוע אגף איכות אוויר. כמו כן בחירת חלופת הטיפול, ניתוח עלויות הטיפול והתועלות הסביבתיות בעבור יחידות הייצור 1-4 של אורות רבין בוצע על פי מסמך²⁹ שהוכן באגף איכות אוויר.

6. טבלה מס' 1- מגזר פעילות, מספר מפעלים וייצוג מפעלי המדגם

מס' מגזר	שם המגזר	סוג הפעילות	תת מגזר	סך מספר מפעלים בתת מגזר	מספר מפעלים שלהם בוצעה בחינה פרטנית
1	תעשיות אנרגיה	מתקני ייצור אנרגיה	1.1	34	4
		בתי זיקוק	1.2	2	2
2	ייצור ועיבוד מתכות	ייצור ברזל	2.2	2	0
		עיבוד מתכות אלברזליות, 3			
		תתי מגזרים	2.3	7	2
		יציקה של מתכות ברזליות	2.4	2	1
		התכה	2.5	14	2
		טיפול שטח	2.6	17	1
3	תעשייה מינרלית	מפעלי מלט, מחצבות	3.1	4	3
		מפעלי זכוכית	3.2	2	1
		ייצור מוצרים קרמיים	3.4	2	0
4	תעשייה כימית	חומרים אורגניים בסיסיים	4.1	17	8
		חומרים אנאורגניים בסיסיים	4.2	9	2
		ייצור דשנים	4.3	4	3

²⁹ בחינת חלופות להשבתת יחידות 1-4 באורות רבין, אוגוסט 2016.

מס' מגזר	שם המגזר	סוג הפעילות	תת מגזר	סך מספר מפעלים בתת מגזר	מספר מפעלים שלהם בוצעה בחינה פרטנית
		ביוצידים	4.4	4	2
		פרמצבטיקה	4.5	7	3
		חומרי נפץ (מפעלים ביטחוניים)	4.6	2	
5	ניהול פסולת	פסולת מסוכנת	5.1	17	4
	"פעילויות אחרות"	עיבוד תוצ"ג מן הצומח	6.1	17	4
6		פס"דים	6.2	5	1
		טיפול שטח בעזרת ממסים	6.3	6	1
סה"כ				174	42

שלב ב' – איתור עלויות המפעלים ממקורות מידע נוספים

בצד איסוף המידע ממפעלי קבוצה א', נעשתה בחינה בלתי תלויה של עלויות המפעלים לצורך הרחבת בסיס המידע וגיבוש התייחסות לנתונים שהתקבלו. בסופו של שלב זה נבנה מחירון דרישות וטכנולוגיות, הכולל אפיון של טווח רחב לדרישות סביבתיות בהיתרי הפליטה אל מול הערכה כספית מקובלת. מקורות המידע לגיבוש המחירון האמור הם: מסמכי הייחוס (BREF) למגזרים הרלוונטיים, פנייה ייעודית לספקי ציוד מקומיים ושימוש במחירונים המצוטטים בפרק הטכנו-כלכלי (פרק 5) כפי שהועברו על ידי המפעלים בשלב הגשת ההיתר.

שלב ג' - בניית מחירון לעלויות המפעלים

בשלב זה נעשו ניתוח והשוואה של העלויות שנאספו בשני שלבי העבודה הקודמים ליצירת מחירון אחיד לטכניקות ההפחתה השכיחות, לצד עלויות נלוות לעמידה בדרישות שנקבעו בהיתר הפליטה.

מחירון לטכניקות ההפחתה:

המחירון האמור כלל התייחסות לטכניקות ההפחתה השכיחות. בין אלה: פחם פעיל, מעבים, בתי שקים, סקראברים, RTO וכיו"ב. מערך העלויות שהוכן התייחס לעלויות השקעה, לעלויות אחזקה ובמידת הצורך לעלויות נגזרות דוגמת גידול בצריכת החשמל או שימוש בחומרי גלם. על בסיס המידע שנאסף גובשה הנחה בדבר אורך חי הטכנולוגיה, על מנת שזו תשמש בשלב הניתוח הכלכלי הכולל כפי שיפורט בהמשך.

מחירון לעלויות נלוות נוספות: מידע נוסף שנאסף ממפעלי המדגם הוא עלויות הכנת הבקשה לקבלת היתר, עלויות הקמת מערך ניהול סביבתי כנדרש בתנאי ההיתר, וכן עלויות דיגום, ניטור ובקרה.

שלב ד' – התאמת עלויות למפעלים משמעותיים נוספים באמצעות מחירון עלויות

לאחר ביצוע שלב ג' נעשה איתור נוסף של מפעלים שהמידע עליהם היה משמעותי לצורך הניתוח ("מפעלים משמעותיים") בקבוצת האוכלוסייה. בעבור מפעלים אלה נעשתה הערכת עלויות ליישום היתר הפליטה לפי מערך העלויות שגובש בשלב ג' לעיל. זאת כבסיס להחלת העלויות על כל המפעלים הנדרשים להיתר פליטה בהתאם לכללים ולקווים המנחים להלן:

- (א) תשלום אגרות חושב לפי מידע שהתקבל מהמשרד. ככלל הונח כי הבקשה להיתר הוגשה בהתאם למועדים הקבועים בחוק.
- (ב) עלויות הכנת הבקשה (ייעוץ + כוח אדם פנים-מפעלי): חושבו בהתאם למחירון תוך התייחסות למגזר שאליו מושתת המפעל, למידת מורכבותו ולגודלו. הונח כי התשלום בוצע בשנת הגשת הבקשה להיתר - שנת הגשת הבקשה להיתר היא בהתאם למועדים הקבועים בחוק לכל מגזר.
- (ג) עלויות טיפול במקורות פליטה מוקדמים:
- לכל מפעל מופו המקורות המוקדמים שנדרשו להפחתת פליטות, במסגרת הבקשה להיתר פליטה.
 - במפעלים שבהם הטכנולוגיה להפחתת פליטות מוגדרת במסגרת היתר הפליטה נקבע מחיר בהתאם למערך העלויות המוסכם. ההנחה היא שהטכנולוגיה תותקן בהתאם למועד הנקוב בהיתר.
 - במפעלים שבהם הטכנולוגיה להפחתת פליטות אינה מוגדרת במסגרת ההיתר, הונח שהטכנולוגיה שנבחרה היא הטכנולוגיה הנפוצה בקרב מפעלים בישראל לטיפול במזהמים הרלוונטיים, בהתאם לידע ולניסיון שנצבר בצוות העבודה.
- (ד) עלויות טיפול במקורות פליטה שאינם מוקדמים:
- בעבור כל מפעל מופו מקורות הפליטה הבלתי מוקדמים שנדרשו להפחתת פליטות במסגרת הבקשה להיתר פליטה ובוצע אומדן למשתנים, כגון שטח שעליו משתרעים מקורות הפליטה הלא מוקדמים והאם נדרש קירוי בלבד, או קירוי וגם הפניה לטיפול.
- (ה) עלויות בקרה ופיקוח: הונח כי מפעלים שעברו תהליך אסדרת פליטות לאוויר לפי מתודולוגיית חוק אוויר נקי (IPPC) עוד בטרם כניסתו של החוק לתוקף - לא יחושבו בעבורם עלויות תוספתיות לביצוע הנחיות ההיתר לדוגמה: ביצוע LDAR, דיגומי ארובות וניטור רציף.
- הניתוח שהוצג לעיל בוצע כאמור בעבור מפעלים שזוהו על ידי צוות העבודה כבעלי פוטנציאל הפחתה ומורכבות סביבתית ותפעולית גבוהה, ולכן נמצא לנכון לערוך גם בעבורם בחינה פרטנית לאומדן העלויות.

שלב ה' – התאמת עלויות לכל קבוצת האוכלוסייה

לאחר ביצוע השלבים לעיל בוצע עד כה מיפוי עלויות ל-42 מפעלים. המיפוי מספק הערכת עלויות למפעל ברמת ודאות גבוהה למפעלים שענו על השאלונים, וברמת ודאות בינונית ל-15 המפעלים שבעבורם נעשה ניתוח מפורט. הערכת עלויות יתר האוכלוסייה נעשתה על ידי יצירת מכפילי עלויות ביחס למפעלים מקבוצה א' ו-ב'. מכפילי העלויות נוצרו על פי השיקולים האלה:

6. שיוך מגזרי לפי התוספת השלישית לחוק אוויר נקי;
7. השוואת היקף הייצור השנתי של המפעל מול המפעל המייצג על בסיס טפסים 2.1.1 ו 2.1.2 במסמכי הבקשה להיתר הפליטה;



המשרד להגנת הסביבה

8. השוואת היקף הפליטות של המפעל מול המפעל המייצג על בסיס טופס 3.5 בבקשה להיתר פליטה;
9. השוואת היקף הפחתת הפליטות הצפוי מהמפעל עפ"י הדרישות בהיתר הפליטה, להיקף ההפחתה שחושבה בעבור מפעל המדגם;
10. במידת הצורך, השוואת הדרישות בהיתר הפליטה של המפעלים.
11. אומדן עלויות האגרה למפעלים אלה התקבל מהמשרד להגנ"ס.

אומדן עלויות כלכליות בראיית המשרד להגנת הסביבה

נוסף על איסוף נתוני העלויות בראיית המפעלים, נבחנו גם העלויות למתן היתרי הפליטה בראיית המשרד להגנ"ס. לשם כך אסף המשרד מידע על מרכיבי העלויות ליישום הרגולציה: עלויות של כ"א פנים-משרדי, הדרכות, שעות ייעוץ לבחינת היתרי הפליטה ואישורם, ייעוץ חיצוני מלווה. מידע זה נאסף מנתוני המשרד לשנים 2011-2016.

חלק ב' - אומדן תועלות סביבתיות-כלכליות מהפחתת פליטות מזהמי אוויר

תכליתו של חלק זה בעבודה היא לאמוד את התועלות הכלכליות למשק הנובעות מיישום האסדרה הסביבתית. התועלת המרכזית שנבחנה היא התועלת הצפויה לבריאות הציבור מצמצום פליטת מזהמי האוויר כפי שנאספו במסגרת בניית מצאי הפליטות של מזהמים לאוויר (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_x , SO_2 , $NM VOC$, NH_3 , $Benzene$) לשנים 2011-2015.

שלב א' - הערכת הפחתת פליטות המזהמים במצב "עסקים כרגיל"

הערכת הפליטות למזהמים ממקורות הפליטה במצב "עסקים כרגיל", דהיינו לפני יישום התוכנית להפחתת פליטות שנקבעה בהיתר הפליטה של המפעל, נעשתה על בסיס המידע שהוצג במסמכי הבקשה להיתר פליטה של המפעל, ופורסם באתר המשרד להגנת הסביבה.

נתוני ריכוזים וקצבי פליטה נלקחו מהטפסים האלה:

- 3.1.2 (הערכת פליטות ממקורות מוקדיים)
 - 3.2.1 (הערכת פליטות ממכלי אחסון)
 - 3.2.2 (הערכת פליטות ממסופי מילוי דלקים וכימיקלים)
 - 3.2.3 (הערכת פליטות ממקורות שטח)
 - 3.3 (הערכת פליטות מרכיבי ציוד)
 - 3.5 (סיכום פליטות לאתר מכלל המקורות, מוקדיים ולא מוקדיים).
- נתונים אלה מבוססים על דיגומים שערך המפעל או על אומדנים (לדוגמה – הערכת פליטות ממקור לא מוקדי על בסיס מקדמי פליטה). נתוני מצב קיים מבטאים את קצב הפליטה המרבי של המזהמים ממקור הפליטה. כאמור לעיל, במקרים שהטפסים האמורים לא כללו נתונים על פליטת מזהם מסוים ממקור הפליטה, או במקרה שקצב הפליטה היה קטן מ-0.1 טונה/שנה, מזהם זה לא נכלל בנייתו לאותו מקור פליטה, גם אם נקבע בעבורו ערך פליטה (ריכוז) בהיתר הפליטה.

חישוב הפחתה ל- $PM_{2.5}$

חישוב הפליטה היחסית של חומר חלקיקי עדין ($PM_{2.5}$) נגזר מתוך כלל החלקיקים הנפלטים לאוויר, עפ"י המדווה בבקשה להיתר פליטה. החישוב היחסי מבוסס על ידי מתודולוגיית המצאי³⁰ כפי שאומצה על ידי המשרד,

³⁰ South Coast Air Quality Management District. 2006. "Final Methodology to Calculate $PM_{2.5}$ and $PM_{2.5}$ Significance Thresholds".

מאחר שמזהם זה לא נדגם בארובות המפעלים. השיעור היחסי נגזר מהערך המינימלי לפליטת PM_{2.5} מתוך סך פליטות החלקיקים, על פי החלוקה לסיווגי הפעילות כמפורט בתוספת השלישית לחוק. טבלה 3 מטה מציגה את יחס ההמרה שיושם בעבור כל מקור פליטה בכל מגזר.

טבלה 2: חישוב פליטת PM_{2.5} מתוך סך פליטות החלקיקים

סעיף בתוספת	תיאור פעילות	יחס פליטת PM _{2.5} מכלל החלקיקים
1.1	מתקני שריפה בעלי הספק תרמי של יותר מ-50 MW- פחם ³¹	PM ₁₀ /TSP = 0.83 PM _{2.5} /PM ₁₀ = 0.49
1.1	מתקני שריפה בעלי הספק תרמי של יותר מ-50 MW-גז	1
1.1	מתקני שריפה בעלי הספק תרמי של יותר מ-50 MW- דלק נוזלי	0.967
1.2	זיקוק גז ונפט	0.93
2.1-2.5	ייצור ועיבוד מתכות	0.6
2.6	טיפול שטח של מתכות	0.925
3.1	ייצור מלט וסיד	0.3685
3.2	ייצור זכוכית	0.963
3.4	ייצור מוצרים קרמיים	0.513
4	תעשייה כימית - ייצור דשנים	0.95
4	תעשייה כימית אורגנית ואנאורגנית	0.89
5.1	השבה וסילוק של פסולת	0.89
5.2	טיפול תרמי של פסולת	0.722
6.1	מזון	0.4
6.2	כילוי ומחזור של פגרי בע"ח	0.42
6.3	טיפול שטח באמצעות ממסים	0.925
כללי	שריפת דלק גזי	1
כללי	שריפת דלק נוזלי	0.967

³¹ שיעור זה הותאם ליחס חלקיקים מקומי שהתקבל על ידי חברת החשמל במסגרת תהליך בחינת הבקשה להיתר הפליטה של תחנות הכוח הפחמיות.

שלב ב' – בניית מצאי הפחתות בפליטות מזהמי האוויר

הערכת הפליטות ממקורות הפליטה במצב עתידי, לאחר יישום התנאים בהיתר הפליטה, נעשתה על בסיס תנאי היתר הפליטה שניתן למפעל, או על בסיס טיוטת ההיתר כפי שפורסמה לציבור באתר המשרד במועד ביצוע המחקר. מתוך היתר הפליטה נלקחו ערכי הפליטה המרביים למקור פליטה בעבור כל אחד מהמזהמים הנבחנו וכן שנת היישום הצפויה.

הערכת פליטות המזהמים ממקורות מוקדיים

קצב הפליטה למקורות פליטה מוקדיים במצב עתידי חושב על ידי הכפלה של קצב הפליטה במצב קיים ביחס בין ריכוז הפליטה העתידי למצב קיים. לחלק מהדרישות לטיפול בפליטות תחמוצות חנקן בהיתרי הפליטה, נבחנה תוספת הפליטה המרבית המאושרת לפליטת אמוניה בעקבות התקנת מתקני טיפול בפליטות. קצב הפליטה חושב עפ"י יחס בין הריכוז המרבי המאושר לאמוניה ובין ריכוז תחמוצות חנקן מרבי ובהכפלתו בקצב הפליטה של תחמוצות חנקן.

הערכת פליטות המזהמים ממקורות לא מוקדיים

תחשיב זה בוצע על בסיס העקרונות הללו:

- 1) אם לא נדרשו בהיתר הפליטה אמצעים להפחתת הפליטות הלא מוקדיות, הונח כי קצב הפליטה במצב עתידי שווה לקצב הפליטה במצב קיים.
- 2) אם נדרשו בהיתר אמצעים להפחתת הפליטות - קצב הפליטה במצב עתידי חושב על בסיס יעילות ההפחתה המשוערת של אמצעי הפחתת הפליטות שנדרש בהיתר. יעילות ההפחתה נלקחה כיעילות לאמצעי הפחתה נתון עפ"י מסמכי הייחוס המגזרי (BREF). אם לא נמצאה התייחסות במקור זה הונחה היעילות מתוך מסמך CWW BREF או על בסיס המידע הקיים.
- 3) במקרים שהפליטה ממתקן נתון נעשתה באופן מוקדי ולא מוקדי במקביל והותקן מתקן טיפול שמרכז את הפליטות לארובה יחידה – חושבה ההפחתה מתוך סכום הפליטות המוקדיות והלא מוקדיות בניכוי הפליטות מהארובה, לאחר מתקן טיפול.
- 4) הערכת הפחתת פליטות ממרכיבי ציוד (LDAR): חישוב ההפחתה הוערך בשיעור של כ-50% ביחס לשנת הבסיס, בפרק זמן של 4 שנים מביצוע סבב הבדיקות הראשון (שנת הבסיס).
- 5) הנחות מרכזיות נוספות:
 - הספיקות הנפחיות בארובות (מ"ק/שעה) זהות במצב הקיים והעתידי.
 - אם הוגדרו בעבור יחידת שריפה דלק ראשי ומשני (לדוגמה, גז טבעי וסולר), חושבה ההפחתה בעבור שריפה בלעדית של הדלק הראשי לרבות ערכי הפליטה המתאימים לדלק זה.

שיעור ההפחתה בקצב הפליטה

שיעורי ההפחתה בפליטות לכל מזהם חושבו על בסיס ההנחה כי אלמלא התנאים בהיתר הפליטה, היה קצב הפליטה מהמפעל נותר כפי שהיה במצב הקיים. כלומר, ההפחתה בפליטות חושבה על פי ההפרש בין קצב הפליטה במצב עתידי בהתאם לקבוע בתנאים בהיתר הפליטה, ובין קצב הפליטה במצב הקיים.

ההפחתה בקצב הפליטה מוצגת ביחידות של טונה/שנה, בפרק זמן של 20 שנים ממועד קבלת ההיתר, כתלות באורך חיי מתקן הטיפול על פי נתונים ממוצעים שעלו בשאלוני המפעלים. יוצאות מהכלל הן ארובות תחנות הכוח הפחמיות, שבעבורן חושבו ההפחתות לפרק זמן של 25 שנה לפי תקופת ההכרה בהוצאה לצורך תעריפי חשמל של רשות החשמל, ויחידות 1-4 באורות רבין, שבעבורן חושבו ההפחתות לפרק זמן של 40 שנה עפ"י דוח בחינת החלופות שנערך על ידי אגף איכות אוויר.

הנחות לביצוע חישובי ההפחתות:

במקרים שריכוז הפליטה במצב קיים נמוך מריכוז הפליטה המרבי בהיתר הפליטה, הונח כי קצב הפליטה במצב עתידי שווה לקצב הפליטה במצב קיים. הנחה זו היא בהתאם להנחיות הכנת סקר הפליטות בבקשה להיתר הפליטה, המתייחס לפליטה מרבית מתהליך הייצור.

שלב ג' – כימות כלכלי להפחתת פליטות המזהמים

כדי לתת ערך כלכלי להפחתה הצפויה בפליטות המזהמים בוצעה בשלב השני הכפלה של מצאי ההפחתות בערכי עלויות חיצוניות למזהמים (Shadow Prices) המקובלים לשימוש בעבור מוצרים שאינם נסחרים במשק. העלות החיצונית לפליטת מזהמים היא תוצר של מחקרים אפידמיולוגיים המאפיינים את הקשר הסטטיסטי בין נתוני תחלואה ותמותה באוכלוסייה לנוכחותם של מזהמים באוויר. הגידול המובהק בנתוני התחלואה והתמותה באוכלוסייה בסביבת מקור הפליטה בעקבות עלייה בפליטות המזהמים מתורגם לעלויות כלכליות למשק. באמצעות שיטה זו אפשר לייחס ערך כלכלי להפחתת פליטת מזהמי אוויר לסביבה ולשקלל את העלות של המזהמים השונים בניתוח עלות-תועלת. העלויות למזהמי הקריטריה נלקחו מהפרסום הרשמי של המשרד למגזרי התעשייה וייצור האנרגיה לשנת 2016. בהעדר מקדמי עלויות חיצוניות לאמוניה ובנוזן בפרסומי המשרד, נערכה סקירת ספרות בנושא ונמצאו עלויות מקובלות למזהמים אלה בפרסומי האיחוד האירופי³².

המרת ערכי העלויות החיצוניות למונחי המשק המקומי במועד ביצוע העבודה נעשתה תוך שימוש בנוסחת ההמרה כפי שפורסמה על ידי המשרד:

$$P_1 = ((1 + M) * (1 + L) * (1 + 0.85 * K)) * P$$

$$M = ((1 + R) / (1 + S)) - 1$$

העלות החיצונית של מזהם מסוים, לאחר העדכון;

P - העלות החיצונית של מזהם מסוים, הידועה ביום העדכון.

M - מדד מחירי התוצר כהגדרתו לפי R ו-S להלן;

R - שיעור השינוי בין התמ"ג השנתי במחירים שוטפים הידוע ביום העדכון ובין התמ"ג השנתי במחירים שוטפים הידוע בשנה שלפני יום העדכון;

³² Cost of air pollution from European industrial facilities 2008-2012.

S - שיעור השינוי בין התמ"ג הריאלי השנתי הידוע ביום העדכון ובין התמ"ג הריאלי השנתי הידוע בשנה שלפני יום העדכון;

L - שיעור השינוי בהיקף האוכלוסייה הידוע ביום העדכון ובין היקף האוכלוסייה הידוע בשנה שלפני יום העדכון;

K - שיעור השינוי בין התמ"ג הריאלי לנפש הידוע ביום העדכון ובין התמ"ג הריאלי לנפש הידוע בשנה שלפני יום העדכון;

פרמטרים אלה נבחנו ביחס שבין נתוני האיחוד האירופי למדינת ישראל, תוך שימוש בנתונים סטטיסטיים ממאגרי האיחוד האירופי (Eurostat) והבנק העולמי (World Development Indicators). טבלה 2 מציגה את ערכי העלויות החיצוניות במונחי ₪/טונה פליטה בעבור ענפי התעשייה והאנרגיה ששימשו בביצוע התחשיב הכלכלי.

טבלה 2: עלויות חיצוניות לפליטת מזהמים (₪/טונה)

מזהם	מגזרי התעשייה	ייצור אנרגיה	מקור מידע
SO ₂	52,322	40,776	המשרד להגנת הסביבה
NO _x	37,189	23,615	
PM _{2.5}	139,799	81,643	
PM ₁₀	90,431	58,201	
NMVOC	19,477		
NH ₃	371,830	371,830	ערכי EEA לאחר התאמתם למונחי המשק המקומי ³³
בנוז	1,366,228		

בשלב הבא הוכפלה ההפחתה הצפויה בכל אחד ממקורות הפליטה במקדמי העלות החיצונית של כל מזהם, כדי לחשב את הערכת התועלת בעקבות יישום דרישות ההיתר. על מנת לייצג את התועלות הצפויות לאורך כל חיי מתקן הטיפול, הונח כי התועלת השנתית תתקבל לאורך תקופה המייצגת את אורך החיים של טכניקות ההפחתה. בעבור התעשייה הונח אורך חיי מתקן טיפול של 20 שנה. בעבור ההשקעות בתחנות הכוח הונח אורך חיים הנע בין 25 ל-40 שנים בהתאם לטכניקות ההפחתה השונות. סך התועלת שנמצאה הוונה באמצעות שיעור ריבית מתאים למונחי מועד עריכת הבדיקה.

³³ <https://www.eea.europa.eu/publications/costs-of-air-pollution-2008-2012>

הנדון: שאלון עלויות למפעלים, במסגרת דוח סיכום חוק אויר נקי

שלום רב,

חוק אוויר נקי, התשס"ח-2008 אשר נכנס לתוקף ב-1.1.2011 נועד להסדיר את הטיפול בגורמי זיהום האוויר השונים תחת מסגרת חוקית אחת. כעת מבקש המשרד להגנת הסביבה לאמוד את התועלות והעלויות הכלכליות של יישום החוק בתהליך הסדרת פליטות מזהמים ממפעלי התעשייה. בצד העלויות, נכללות עלויות שהושתו על המפעלים לצורך עמידה בדרישות החוק והיתרי הפליטה שיצאו מכוחו.

מטרת שאלון זה היא לאמוד את הוצאות כלל התעשייה **לצורכי עמידה בדרישות החוק, כלומר אשר נגזרות מהוצאת ויישום היתר הפליטה**. לשם כך אנו מבקשים להסתייע בנתונים הרלוונטיים למפעלך, תוך התייחסות לסקטור הרלוונטי, סוג וגודל המתקן, מזהמי האוויר בהם התבקשתם לטפל וטכנולוגיית הטיפול שנקטה. יובהר כי מדובר בעלויות ישירות ותוספתיות מיישום ההיתר וזאת בשונה מהעלויות השוטפות שאותן משקיע המפעל לצורכי איכות הסביבה.

אם בחברתכם קיימים מספר אתרים בהם מתבצעת פעילות תעשייתית הנדרשת בהיתר פליטה יש למלא את השאלון עבור כל היתר פליטה בנפרד. בשלב הבא ייעשה שימוש בנתונים אלה על מנת לייצר תמונת מצב כלל ארצית בהתבסס על המאפיינים השונים. אם טרם התקבל היתר פליטה סופי, יש למלא את הערכות העלות בהתאם לדרישות המשרד להגנת הסביבה בטיטת ההיתר.

יודגש כי כל הפרטים בשאלון זה ישמשו אך ורק לצורך הכנת הדוח, ולא ייעשה בהם שימוש נוסף מעבר למטרות עבודה זו. הנתונים יוצגו בדוח באופן מצרפי, כך שלא יהיה ניתן להסיק על זהות החברות שהעבירו נתונים. אנו מודים על זמנכם למילוי שאלון זה, ומקווים כי בעזרתו נוכל להביא לשיפור תהליכי הרישוי הסביבתי.

שאלון לתעשייה - עלויות הנובעות מיישום חוק אויר נקי

1. פרטים כלליים על החברה

א. שם החברה: _____

ב. שם המפעל: _____

ג. כתובת המפעל (לא משרד ראשי) _____

ד. מספר עובדים _____

ישירים _____

מיקור חוץ _____

ה. סקטור(מתוך רשימה של חוק אוויר נקי) _____

ו. תחום פעילות החברה (טקסט חופשי) _____

ז. מספר מתקנים (בהתאם לדיווח בבקשה להיתר פליטה) _____

2. עלויות כוללות להכנת בקשה להיתר פליטה

א. סך עלות פנימית להכנה וטיפול בבקשה להיתר פליטה – עלות כוח אדם (שח). ניתן לחשב על בסיס מספר ימי עבודה: _____

ב. סך עלות יועצים חיצוניים לצורך הכנה וטיפול בבקשה להיתר פליטה (שח). _____

3. אגרות

נא פרטי את סך האגרות ששולמו בבקשה להיתר _____

4. עלויות יישום הדרישות בהיתר הפליטה

4.1 נא פרטי את ההוצאות בגין השקעות/עלויות בטכנולוגיות שמטרתן הפחתת פליטות מוקדיות לאוויר. עלויות אלה כוללות את כל העלויות הכרוכות ברכישת הציוד, תכנון, בינוי והנדסה, ציוד, אבזור, עבודה וחומרים, התקנה, בחינה ואתחול.

מס'	סוג מתקן הטיפול/טכניקה לטיפול	ספיקת המתקן בארובה (מק"ת/שעה)	מזהם/ מזהמים שבהם מטפל המתקן	עלות רכישה והקמה (ש)	אורך חיי המתקן (שנה)	שנת הרכישה	הערות

4.2 נא פרטי את ההוצאות בגין תפעול/תחזוקה של הטכנולוגיה שמטרתן הפחתת פליטות מוקדיות לאוויר, כפי שפורטו בס' 4.1 לעיל. עלויות אלה כוללות עלויות תפעול משתנות: חומרי גלם, מקורות אנרגיה, טיפול בפסולת ושפכים, עבודות תפעול וכן עלויות תפעול קבועות: תקורות, ביטוח, רישיונות וכו'.

מס'	סוג מתקן הטיפול/טכניקה לטיפול	מזהם שבו מטפל המתקן	עלויות תפעול משתנות (ש/שנה)		עלויות תפעול קבועות (ש/שנה)	הערות
			צריכת אנרגיה תוספתית (קוט"ש/שנה)	עלויות תפעול נוספות (ש"ח/שנה)		

4.3 נא פרטי/י הוצאות של מתקני טיפול **שהושבתו** בעקבות דרישה להפעלת מתקני טיפול חדשים ועלויות התפעול השוטפות שלה:

מס'	סוג מתקן הטיפול/טכניקה לטיפול	ספיקת המתקן בארובה (מק"ת/שעה)	מזהם שבו מטפל המתקן	אורך חיי מתקן נותר (שנים)	עלות תפעול שנתית ⁽²⁾	הערות

4.4 נא פרטי/י את ההוצאות בגין פעולות והשקעות שמטרתן הפחתת פליטות לא מוקדיות לאוויר :

סוג הטיפול/ הפעולה	מזהם שבו מטפלת ההשקעה	עלות רכישה והקמה (שח)	שנת הרכישה	אורך חיי מתקן (שנים)	עלות תפעול שנתית	הערות

4.5 נא פרטי את ההוצאות הכרוכות ב**הסבת דלקים**, אם נעשתה הסבה כזו במפעל.

הדלק שהיה בשימוש	הדלק שאליו בוצעה ההסבה	הספק תרמי כולל של המתקנים שהוסבו	עלות ההסבה	שנת הביצוע	הערות

4.6 נא פרטי את ההוצאות הכרוכות בדרישות ניטור ודיגום **שנוספו** בעקבות יישום היתר פליטה

סוג המערכת דיגום/ניטור רציף	מס' ארובות לדיגום/ניטור	סוג מזהמים מנוטרים	עלות הקמת מערכת	שנת הקמה	עלות תפעול שנתית	הערות

4.7 אנא פרטי הוצאות הכרוכות בניהול סביבתי בעקבות יישום הדרישות בהיתר פליטה כגון: כוח אדם, הקמת מערכת ניהול סביבתי, דיווחים, כתיבה ויישום של נהלים, וכו'.

סוג ההוצאה	% משרה שנוסף	עלות (חד פעמי/שנתי)

4.8 אם וישנן, נא פרטי הוצאות נוספות שלא פורטו בסעיפים קודמים.

סוג ההוצאה	שנת הוצאה	אומדן עלויות (חד פעמי/שנתי)	הערות