



המשרד להגנת הסביבה

## הוראת לקביעת שיטת חישוב מיטבית

### לפליטות והעברות לסביבה

הוראות ראשיות

לפי הוראות סעיף 6(ב)

לחוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה – חובות דיווח

ומרשם), התשע"ב - 2012

גרסה : 1.0  
תאריך : ספטמבר 2012

מכח סמכותי לפי סעיף 6(ב) לחוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה – חובות דיווח ומרשם), התשע"ב – 2012 (להלן – "החוק"), הריני להורות על שיטת חישוב מיטבית לעניין חישוב כמויות החומרים המזהמים, כמויות הפסולת, צריכת המים וצריכת האנרגיה של המפעל, שיש לדווח עליהם לפי הוראות סעיף 3(ב)(1), (2), (5) ו-6 לחוק;

מועד כניסת הוראות אלה לתוקף הוא 1.9.2012.

אורי שלהב

רשם על פי חוק הגנת הסביבה  
(פליטות והעברות לסביבה – חובות  
דיווח ומרשם), התשע"ב – 2012

**תוכן:**

4.....	כללי	1
6.....	סוגי פליטות והעברות לדיווח	2
7.....	שלבי חישוב הכמויות המדווחות לפי סעיף 3 לחוק	3
7.....	פירוט תהליכי המפעל ועריכת תרשים זרימה	4
8.....	זיהוי מקורות פליטה/העברה וזיהוי מזהמים/פסולת	5
8.....	הוראות לקביעת שיטות חישוב מיטביות	6
9.....	פירוט והסבר שח"מ	7
9.....	מדידה ישירה (דיגום או ניטור רציף)	7.1
10.....	חישוב פליטות לאוויר מתוצאות דיגום	7.1.1
12.....	חישוב פליטה לאוויר מנתוני ניטור רציף	7.1.2
13.....	חישוב פליטות והעברות לשפכים מנתוני דיגום	7.1.3
13.....	נתוני מדידה בשילוב שח"מ אחרת	7.2
13.....	דליפות לאוויר מרכיבי ציוד	7.2.1
14.....	מדידה לא ישירה	7.3
14.....	חישובים	7.4
15.....	מקדמי פליטה	7.5
16.....	חישוב פליטות לאוויר באמצעות מקדמי פליטה	7.5.1
16.....	חישוב פליטות לאוויר מרכיבי ציוד באמצעות מקדמי פליטה	7.5.2
17.....	חישוב פליטות/העברות של שפכים באמצעות מקדמי פליטה	7.5.3
17.....	הערכות הנדסיות	7.6
17.....	כימות פליטות בלתי שגרתיות	7.7
18.....	חישוב כמויות העברת פסולת	7.8
18.....	חישוב באמצעות נתוני אצירה ופינוי פסולת	7.8.1
19.....	חישוב פליטות גזי חממה	7.9
20.....	חישוב נתוני צריכת אנרגיה ומים	7.10
21.....	אודות המסמך	

## 1 כללי

הוראות אלה מפרטות את שיטת החישוב המיטבית (להלן "שח"מ"), על פיה נדרש בעל מפעל לחשב את כמות החומרים המזהמים והפסולת שיש לדווח עליהם לפי הוראות סעיף 3(ב)(1), (2), (5) ו- (6) לחוק הגנת הסביבה (פליטות והעברות לסביבה – חובות דיווח ומרשם), התשע"ב – 2012 (להלן "החוק").

חישוב הכמויות כאמור בסעיף 3(ב)(1), (2), (5) ו- (6) לחוק, יתבצע לפי ההוראות המפורטות במסמך זה. ולפי **הוראות נוספות** לעניין שיטת חישוב מיטבית שנקבעו עבור חלק מתחומי או סוגי הפעילות הקבועים בתוספת השנייה לחוק (כמפורט בטבלה 1).

חלק מההוראות מנחות בעל מפעל להשתמש בכלי חישוב (להלן "מחשבוניס"), לחישוב כמות פליטות והעברות של חומרים מזהמים או פסולת. רשימת המחשבוניס מפורטות בטבלה 2.

ההוראות הנוספות לפי סוג פעילות וכן המחשבוניס, מפורסמים באתר המשרד להגנת הסביבה ([www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il)), וכן ניתן לקבלם בפניה לכתובת דוא"ל: [mirsham@sviva.gov.il](mailto:mirsham@sviva.gov.il).

יודגש כי הוראות סעיף 9 לחוק קובעות בין השאר, כי על בעל מפעל לשמור מידע, נתון או חישוב עליו התבסס לשם עריכת הדיווחים, למשך 5 שנים.

טבלה 1 - רשימת סוגי פעילויות עבורם קיימות הוראות נוספות לקביעת שיטת חישוב מיטבית

מס' פריט בתוספת השנייה לחוק	תחום או סוג פעילות	מס'
6	שריפת דלקים – לייצור חשמל	1.
12	יישום גלוון או ציפוי מתכת (fused metal coats)	2.
15	התכה, כולל סגסוגות (alloyage), של מתכות לא ברזיליות, כולל מוצרים מוחזרים והפעלת בתי יציקה למתכות לא ברזליות	3.
16	טיפול פני השטח של מתכות וחומרים פלסטיים על ידי תהליך כימי או אלקטרוליטי	4.
18	חציבה וכרייה	5.
19	ייצור אספלט	6.
27-46	ייצור חומרים אורגניים או אנאורגניים, בקנה מידה תעשייתי על ידי עיבוד כימי או ביולוגי, וייצור חומרים כימיים בקנה מידה תעשייתי	7.
53	תפעול מטמנות	8.
54	תחנת מעבר לפסולת	9.
56	טיפול או סילוק של שפכים	10.
68	התפלת מים	11.
69	מתקנים לגידול אינטנסיבי של חזירים או חזירות	12.
70	מתקנים לגידול עופות	13.

מס' פריט בתוספת השנייה לחוק	תחום או סוג פעילות	מס'
71	מתקנים לגידול דגים או רכיכות	.14
72	שחיטה של בעלי חיים	.15
73	ייצור מוצרי מזון, משקאות או מזון לבעלי חיים - טיפול ועיבוד של חומרי גלם מהחי ומהצומח	.16
74	טיפול ועיבוד חלב	.17
	פליטות מפעילות אחסון ושינוע	.18

טבלה 2: רשימת מחשבוני

שם המחשבון	מס'
מחשבון פליטות משריפת דלקים במתקני חברת החשמל	.1
מחשבון פליטות משריפת דלקים – דודי קיטור	.2
מחשבון פליטות מנסועה בדרכים לא סלולות	.3
מחשבון פליטת חלקיקים מערימות על יד סחיפה של רוח	.4
מחשבון פליטות של חומרים נדיפים לאוויר מפעילות התעשייה הכימית	.5
מחשבון פליטת גזי חממה	.6
מחשבון פליטות ממילוי/אחסון מכלים תת קרקעיים	.7
מחשבון פליטות מניקוי מכליות	.8
מחשבון פליטות ממילוי/ריקון מכלי אחסון	.9
מחשבון פליטות ממילוי מכליות	.10
מחשבון פליטות מניקוי חביות ומכלי קובייה	.11
מחשבון פליטות מנתוני דיגום פליטות לאוויר	.12
מחשבון פליטות מנתוני ניטור רציף של פליטות לאוויר	.13
מחשבון פליטות מתהליכי חציבה	.14
מחשבון פליטות והעברות מגידול עופות אינטנסיבי	.15
מחשבון העברות פסולת	.16

## 2 סוגי פליטות והעברות לדיווח

דיווח לפי סעיף 3(ב), (1), (2) ו- (5) לחוק יתייחס לפליטות והעברות כמפורט בטבלה 3. יודגש כי טבלה 3 הנה טבלת עזר שנועדה לסייע לגורם המדווח לזהות פליטות והעברות. ככל שישנם פליטות והעברות מסוגים נוספים יש לדווח עליהם גם כן.

טבלה 3. סוגי הפליטות וההעברות עליהן יש לדווח

סוג פליטות והעברות	פרוט
מוקדיות	פליטות לסביבה שמתועלות דרך צינור בר דיגום, כגון ארובה, סקרבר, פילטר שקים או צנרת שפכים, ללא קשר לחתך או צורת הצינור. באנגלית: Channeled, point source releases או Stack emissions.
בלתי מוקדיות	פליטות שאינן מוקדיות, כגון פליטות הנגרמות ממגע ישיר בין חומרים נדיפים (לחץ אדים חלקי גבוה מ 0.3 kPa בתנאים סטנדרטיים) או חומר חלקיקי לסביבה. יכולות להיות תוצאה של תכנון המתקן ורכיבו, תנאי הפעלה (רכיבי ציוד ומתקנים, מגדלי קירור), אחסון (כגון מיכלים, חביות, צוברים, מערומים, סילואים, בריכות ונשמים), פריקת וטעינת חומרים, שינוע בדרכים לא סלולות בתוך שטח המפעל ושריפה פתוחה כגון בלפיד. יכולות להגיע ממקורות נקודתיים, מקורות שטח, או מקורות בעלי נפח. באנגלית: Diffuse emissions או Fugitive.
פליטה מרכיבי ציוד	תת סוג של פליטות בלתי מוקדיות. פליטות הנובעות מדליפה מתמשכת של חומר מרכיב ציוד המכיל נוזל או גז, לדוגמה - מכלים, משאבות, מחברים וכו'. באנגלית: Fugitive releases.
בלתי שגרתיות	פליטות הנוצרות מתנאים החורגים מתנאי הפעלה רגילים כגון: שינוי בחומרי הגלם, שינוי בתנאי התהליך, התנעות, השבתות, הפסקות זמניות, תחזוקה, תקלות או תאונות. הפליטות הבלתי שגרתיות יכולות להיווצר תחת תנאים צפויים או בלתי צפויים. באנגלית: Exceptional releases.
בלתי שגרתיות שאינן צפויות	תת סוג של פליטות בלתי שגרתיות. פליטות הנוצרות באירועים לא צפויים כגון תאונה או תקלה. באנגלית: Accidental releases.
העברות	פינוי פסולת או הזרמת שפכים אל מחוץ לתחום המפעל לשם סילוק או טיפול. לרבות פסולות מפעילות שאינה תעשייתית (כגון חדר אוכל, משרדים), ושפכים שאינם תעשייתיים (כגון שפכים סניטריים ומזהמים שמקורם במי אספקה).
אחר	פליטות או העברות של חומרים מזהמים או פסולת שאינם נכללים בסיווגים לעיל.

### 3 שלבי חישוב הכמויות המדווחות לפי סעיף 3 לחוק

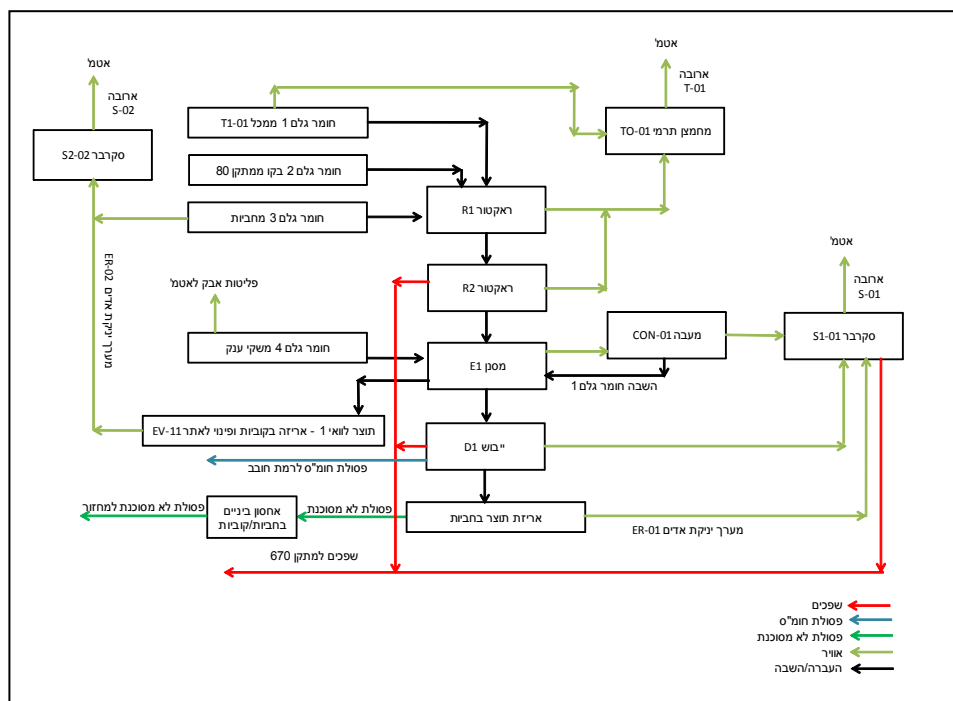
- לשם חישוב הכמויות המדווחות לפי סעיף 3 לחוק, יש לבצע את הפעולות הבאות:
- מיפוי התהליכים המתבצעים במפעל, ועריכת תרשים זרימה של תהליכים אלה.
  - זיהוי מקורות פליטה או העברה, על בסיס המיפוי שנעשה כאמור בסעיף א', וזיהוי החומרים המזהמים והפסולת, הנפלטים או מועברים ממקורות אלה.
  - קביעת שיטת חישוב מיטבית לכל חומר מזהם הנפלט או מועבר או פסולת המועברת, וזאת לפי האמור בפרק 6 להוראות אלה.
  - חישוב כמות החומר המזהם או הפסולת, הנפלטים או מועברים, לפי שיטת החישוב המיטבית שנקבעה.

### 4 פירוט תהליכי המפעל ועריכת תרשים זרימה

בעל מפעל יכין פירוט מתקנים ותהליכים של פעולות המתבצעות במפעל מהן צפויות פליטות או העברות, באופן הבא: לכל תהליך או מתקן יפורט סוג התהליך או המתקן, חומרים המשמשים בו (תוצרים, תוצרי לוואי, חומרי גלם וחומרי ביניים), נקודות ההזנה, פריקת החומרים, נקודות הפליטה והחיבור למערכות קצה, מקורות הפליטה (לאוויר, קרקע, ים, מקור מים) או העברה ומתקני הטיפול הרלוונטיים לו. לכל האמור יצורף תרשים זרימה של התהליך שיכלול את כל מקורות הפליטה או העברה.

מיפוי התהליכים ותרשים הזרימה ייעשו עבור מקורות לפליטה או להעברה. אין צורך למפות שלבים בתהליך מהם אין כל פליטה למרכיבי הסביבה או העברה של פסולת או שפכים.

איור 1 – דוגמת תרשים זרימה



## 5 זיהוי מקורות פליטה/העברה וזיהוי מזהמים/פסולת

על בסיס מיפוי התהליכים לפי פרק 4, בעל מפעל יכין טבלה, במתכונת טבלה 4 להלן, המפרטת את מקורות הפליטה או העברה השונים. עבור כל מקור פליטה או העברה, יפורטו החומרים המזהמים (כהגדרתם בחוק), הנפלטים או מועברים ממנו, וכן הפסולת המועברת ממנו.

טבלה 4. פירוט מקורות הפליטות או ההעברות במפעל

סיווג פסולות ע"פ קטלוג הפסולות האירופאי	חומר מזהם בתוספת הראשונה					תיוג המקור	שם מקור	תהליך
	העברה של שפכים למט"ש *	פליטה לקרקע	פליטה למקור מים	פליטה לים	פליטה לאוויר			
					מזהם x מזהם y	.1		
סיווג א' סיווג ב' וכ"ו						.2		

\* יובהר כי לפי סעיף 2 לחוק, הזרמה של שפכים למט"ש מהווה העברה ולא פליטה, ולכן תדווח כקטגוריה נפרדת.

## 6 הוראות לקביעת שיטות חישוב מיטביות

קביעת שח"מ המתאימה לכל מקור פליטה או העברה, ועבור כל חומר מזהם או פסולת, תתבצע לפי התיעודף המוצג בטבלה 5. לפירוט והסבר על השח"מ השונות ראה פרק 7. בעל מפעל יקבע שח"מ על פי העדיפות הגבוהה ביותר כמוצג בטבלה (כאשר עדיפות 1 היא העדיפות הגבוהה ביותר, ועדיפות 9 היא הנמוכה ביותר). בעל מפעל רשאי לקבוע שח"מ שונה מהתיעודף המוצג בטבלה 5, במקרים הבאים:

- א. **אין אפשרות הנדסית-טכנית ליישם את השח"מ.** כך לדוגמה, בפליטת חומרים נדיפים ממיכל מדידה ישירה אינה אפשרית.
- ב. **קיימת שיטה מדויקת יותר** - השח"מ המדורג בעדיפות נמוכה יותר צפוי לחשב, עבור אותו מקור פליטה או חומר מזהם כמות מדויקת יותר. כך לדוגמה, כמות פליטת תחמוצות גופרית לאוויר ממתקני שריפה, תלויה במספר פרמטרים ידועים - תכולת הגופרית בדלק ותהליך השריפה, ולכן ביצוע מאזן מסה לחישוב פליטה זו יהיה מדויק יותר מחישוב על בסיס נתוני דיגום.
- ג. **לא קיימים בידי המפעל נתוני מדידה** (שורות 1 עד 3 בטבלה 5) - מדידה אינה נדרשת על פי כל דין, נכון לתחילת השנה אודותיה מדווח המפעל, ונתוני מדידה אינם קיימים בידי בעל המפעל (למעט האמור בפרק 7.1.1 (חישוב NMVOC – סעיף ג')).



טבלה 5: תעודף שח"מ

עדיפות	שח"מ	דוגמאות
1	מדידה - נתוני דיגום/ ניטור	פליטות מוקדיות לאוויר, הזרמות שפכים, עבורן קיימים נתוני דיגום/ניטור
2	מדידה בשילוב עם שח"מ אחרת	רכיבי ציוד ומתקנים (סקר LDAR - Leak Detection and Repair)
3	מדידות לא ישירות בשילוב עם שח"מ אחרת	נתוני ספיקה, טמפי'
4	מאזן מסה	פליטות בלתי שגרתיות צפויות, פליטות לא מוקדיות
5	מודל ייעודי או מחשבון	אחסון חומרים נדיפים במכלים, פליטת מתאן ממטמנות, מחשבוניס מפורטים בטבלה 2
6	יכולת חישוב על פי קשר פיזיקו-כימי מוכח בין התהליך לפליטות או העברות	
7	מקדם פליטה ספציפי למקור הפליטה	
8	מקדמי פליטה אחרים	רכיבי ציוד ומתקנים ( Protocol for Equipment Leak ) (Emissions Estimates)
9	הערכות הנדסיות	פליטות בלתי שגרתיות שאינן צפויות

בעל מפעל יציין את השח"מ שנקבעה לכל מקור פליטה/העברה בטבלה 4.

## 7 פירוט והסבר שח"מ

חישובי פליטות והעברות מזהמים יבוצעו לפי ההוראות בפרק זה. לעניין מפעל המבצע פעילויות כאמור בפרטים 1, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ו-4.6 לתוספת השלישית לחוק אוויר נקי, התשס"ח – 2008, ושאינן בידו מידע אודות כמות החומרים המזהמים הנפלטים מכל מקור פליטה לא מוקדי, רשאי בעל מפעל לערוך את דיווחו לעניין מקורות פליטה אלה, על בסיס חישוב סטטיסטי מייצג של מקורות אלה ובלבד שהוא מתבסס על נתונים מייצגים (כגון חישוב עבור מיכל אחד בתוכנת Tanks, עבור מספר מכלים בעלי מאפיינים דומים), וכל זאת ככל שלא קיימים בידו חישובים מפורטים.

### 7.1 מדידה ישירה (דיגום או ניטור רציף)

מדידה ישירה נחלקת לשני סוגים עיקריים:

- דיגום רגעי או מתמשך לפרק זמן מוגדר (בארובה, במוצא השפכים וכד')
- ניטור רציף במקור הפליטה (Continuous Emission Monitoring)

שיטת חישוב זו מספקת לרוב את התוצאות האמינות והמדויקות ביותר, בהנחה שהציוד עומד בסטנדרטים מקובלים, תקין, מכויל לטווח הפליטה הנכון, מתאים לפליטה הנמדדת ובמידה והדיגום מתבצע בתדירות הראויה ולפי דרישות כל דין. תדירות זו צריכה להיקבע לגופו של מקרה ולייצג נאמנה את תנאי המתקן והשונות בפליטות. יש להשתמש בכל נתוני הדיגום הרלוונטיים שבידי המפעל. כל דיגום יתבצע על פי ההנחיות המקצועיות שניתנו על ידי המשרד להגנת הסביבה.

במקרה בו תוצאת מדידה של חומר מזהם נמוכה מסף רגישות שיטת הבדיקה, אך סביר כי קיימת בפועל פליטה של חומר מזהם זה ממקור הפליטה, יש לדווח על קיומה של פליטת החומר המזהם ללא ציון כמות הפליטה השנתית, וזאת לפי הוראות סעיף 3(ב)(3) לחוק.

### 7.1.1 חישוב פליטות לאוויר מתוצאות דיגום

#### חישוב פליטות לאוויר מתוצאות דיגום על ידי יצירת מקדם פליטה

חישוב כמות פליטה לכל חומר מזהם תבוצע על ידי יצירת מקדם פליטה אופייני לתהליך הייצור, ויתבסס על תוצאות דגימות הארובה, באופן הבא:

א. חישוב ממוצע קצב פליטה לחומר מזהם על בסיס מיוצע תוצאות דיגומי ארובה שנערכו בתנאי תפעול אופייניים מארבע השנים האחרונות ולכל הפחות שני דיגומים המאפיינים את התהליך (דהיינו - שלא נערכו בו שינויים מהותיים, כגון הוספת/החלפת מתקן טיפול, שינוי בחומרי הגלם וכד' מאז ביצוע הדיגומים).

ב. חישוב מקדם פליטה אופייני לחומר מזהם בתהליך, תתבצע באמצעות יחס קצב הפליטה של החומר המזהם, לקצב הייצור בפרק הזמן בו נערך הדיגום.

ג. חישוב כמות הפליטות השנתיות מתהליך הייצור, יתבצע באמצעות הכפלה של מקדם הפליטה האופייני בכמות התוצר השנתית במפעל.

משוואה 1 מציגה את אופן חישוב מקדם הפליטה הסגולי (לתוצר) מתוצאות הדיגום, ומשוואה 2 מציגה את אופן יישום חישוב הפליטות באמצעות מקדם פליטה.

משוואה 1: חישוב מקדם פליטה סגולי מתוצאות דיגום

$$EF_i = \frac{Si}{Ah}$$

כאשר:

$$E_{Fi} = \text{מקדם הפליטה לתהליך הייצור, עבור חומר מזהם } i \text{ (ק"ג חומר מזהם/ק"ג תוצר).}$$

$$S_i = \text{ממוצע קצב הפליטה לחומר מזהם, המחושב מתוך תוצאות הדיגום (ק"ג/שעה).}$$

$$A_h = \text{ממוצע קצב הייצור השעתי, המחושב מתוך נתוני הייצור בפרק הזמן בו נערך הדיגום (ק"ג תוצר/שעת פעילות).}$$

משוואה 2: חישוב פליטות לאוויר באמצעות מקדם פליטה סגולי שמקורו בתוצאות דיגום

$$E_i = E_{Fi} * A$$

כאשר:

$$E_i = \text{פליטה שנתית של חומר מזהם } i \text{ (ק"ג/שנה).}$$

$$E_{Fi} = \text{מקדם הפליטה של חומר מזהם } i \text{ (ק"ג חומר מזהם/ק"ג תוצר), מחושב באמצעות משוואה 1.}$$

$$A = \text{סך כל ייצור שנתי לאותו מתקן/ים (ק"ג/שנה)}$$

לביצוע החישוב ניתן להיעזר במחשבון לחישוב פליטות שנתיות מנתוני דיגום (מחשבון 12 בטבלה 2).

### חישוב פליטות לאוויר מתוצאות דיגום לפי שעות פעילות

בארובות המנקזות פליטות ממספר מתקני ייצור ותהליכים, יכול להתקיים מצב בו לא ניתן ליצור מקדם אמין עבור קצב פליטת מזהם לקצב ייצור, כאמור לעיל. במקרה זה יש לחשב את כמות פליטת החומר מזהם על בסיס תוצאות דיגום הארובה לפי משוואה 3.

לשם חישוב קצב פליטת חומר מזהם יש להסתמך על מיצוע דיגומי ארובה מארבע השנים האחרונות ולכל הפחות שני דיגומים המאפיינים את התהליך (דהיינו - שלא נערכו בו שינויים מהותיים כגון הוספת/החלפת מתקן טיפול, שינוי בחומרי הגלם וכד').

משוואה 3: חישוב פליטות לאוויר באמצעות נתוני דיגום

$$E_i = S_i * \left(\frac{1}{10^6}\right) * OpHrs_i$$

כאשר:

$$E_i = \text{פליטה שנתית של חומר מזהם } i \text{ (ק"ג/שנה)}$$

$$S_i = \text{קצב פליטת החומר המזהם (מ"ג/שעה)}$$

$$10^6 = \text{מקדם מעבר מ"ג לק"ג}$$

$$OpHrs_i = \text{מספר שעות פעילות בשנה בהן נפלט חומר מזהם } i$$

### חישוב פליטה לאוויר של NMVOC ומזהמים אחרים מנתוני TOC

מפעל הנדרש לבצע דיגום ואנליזה של TOC, כמדד לפליטת חומרים אורגניים נדיפים, ישתמש במידע זה בכדי לחשב ולדווח על פליטת NMVOC ומזהמים אורגניים נדיפים פרטניים המופיעים בתוספת הראשונה לחוק:

- א. ריכוז ה-TOC יומר לריכוז חומר מזהם אורגני נדיף, על בסיס המשקל המולקולרי של החומר האורגני הנדיף המצוי בפליטה מהארובה. במקרה של יותר מחומר אורגני נדיף אחד בפליטה, תחושב הפליטה לפי חלקו היחסי של החומר המזהם בגזי הפליטה בארובה.
- ב. ריכוז ה-TOC יומר ל-NMVOC על בסיס המשקל המולקולרי של החומרים האורגניים הנדיפים העיקריים, המאפיינים את הפליטה מהארובה.
- ג. על אף האמור בפרק 6 (ג), במידה והרכב החומרים האורגניים של ה-TOC אינו ידוע, נדרשת אנליזה חד פעמית לאפיון הרכב החומרים. על פי ממצאי אנליזה זו יבוצע הדיווח בעתיד, כל זמן שלא נעשה שינוי משמעותי בתהליך.

### **7.1.2 חישוב פליטה לאוויר מנתוני ניטור רציף**

חישוב פליטות לאוויר מנתוני ניטור רציף יעשה בעזרת המחשבון לחישוב פליטות שנתיות מנתוני ניטור רציף (מחשבון 13 בטבלה 2). לשימוש במחשבון יש להעתיק את נתוני הניטור לתוך מחשבון הניטור הרציף, מגיליון אקסל אחר, ובלבד שנתוני המקור הם באותו פורמט כמו במחשבון (דהיינו, אותם הטורים). על הנתונים להיות ברזולוציה שעתית. לדוגמא- אם הניטור נעשה מידי חמש דקות, אזי יש להמיר את הנתונים לרזולוציה שעתית, לפני הכנסתם למחשבון (ע"י חישוב ממוצע משוקלל של נתוני הריכוז עם נתוני הספיקה). בנוסף לתוצאות הניטור יש לציין בעמודה הייעודית לכך, אם המתקן ומכשירי הניטור פעילים בכל תקופה מדווחת. לשם הקלה על הכנסת הנתונים, המחשבון מעריך אם המתקן/אמצעי הניטור הינם פעילים, על פי תוצאות הניטור באופן אוטומטי, בעת הכנסת הנתונים. יחד עם זאת, באחריות בעל המפעל לבדוק את נכונות הסימון של אמצעי הניטור כפעיל או מושבת.

### 7.1.3 חישוב פליטות והעברות לשפכים מנתוני דיגום

חישוב הפליטות וההעברות לשפכים על ידי תוצאות דיגום שפכים יתבצע באמצעות משוואה 4.

משוואה 4: חישוב פליטות בשפכים באמצעות תוצאות דיגום

$$E_i = C_i * V * \frac{OpHrs}{10^6}$$

כאשר:

$E_i$  = פליטת חומר מזהם  $i$ , (ק"ג/שנה)

$C_i$  = ריכוז חומר מזהם  $i$  בשפכים (מ"ג/ליטר)

$V$  = ספיקה שעתית של השפכים, (ליטר/שעה)

$OpHrs$  = שעות פעילות הייצור, (שעות/שנה)

$10^6$  = מקדם המרה, (מ"ג/ק"ג)

בחישוב הפליטות וההעברות לשפכים, יש להשתמש בכל הדיגומים משנת הדיווח שבידי המפעל. במידה וישנם פחות משלושה דיגומים משנת הדיווח, יש להשתמש בלפחות שלושה דיגומים מן השנתיים האחרונות, ובלבד שהם מאפיינים את תהליך הייצור, ושלא נערכו בו שינויים מהותיים (כגון החלפת מתקן טיפול, שינוי בחומרי הגלם וכדו'). לשם החישוב יש לבצע מיצוע של תוצאות הדיגומים בהם נעשה שימוש.

## 7.2 נתוני מדידה בשילוב שח"מ אחרת

### 7.2.1 דליפות לאוויר מרכיבי ציוד

חישוב פליטות לא מוקדיות של חומרים אורגניים נדיפים לאוויר (מלחץ אדים חלקי של מעל 0.3 kPa בתנאים סטנדרטיים), מרכיבי הציוד במתקן הייצור ובהם: מחברים ופלנגים (אוגנים), שסתומים וברזים, מדחסים, משאבות, ציוד ערבוב, נקודות דיגום, שסתומי פריקת לחץ (PRD).

מפעל, אשר נדרש על פי כל דין, לבצע הערכת פליטות מרכיבי ציוד כמפורט ב"נוהל ביצוע תכנית לאיתור וטיפול בדליפות מרכיבי ציוד (LDAR)", יחשב את כמות פליטת NMVOC או חומר מזהם נדיף פרטני, על פי הנדרש ב"נוהל זה.

מפעל אשר אינו נדרש לביצוע תכנית לאיתור וטיפול בפליטות מרכיבי ציוד, יחשב כמות פליטת NMVOC או חומר מזהם נדיף פרטני, כמפורט בפרק 7.5.2.

### 7.3 מדידה לא ישירה

מדידה לא ישירה (Indirect Monitoring) מבוססת על קשר בין מאפייני התהליך התעשייתי לבין הפליטות. שיטה זו עשויה להתגלות כמדויקת במקרים בהם המאפיינים הדרושים לצורך הערכת הפליטה כבר מנוטרים לצורך בקרת התהליך.

ניתן ליישם שיטה זו בתהליך בו הפליטות תלויות ישירות בתנאי התהליך לגביהם מתבצעת מדידה. פליטות והעברות לשפכים מתהליכים תעשייתיים הן בדרך כלל פונקציה של מאפייני תהליך כמו טמפרטורה, לחץ, או חומציות; ולכן מהוות מועמד לחישוב הכמות באמצעות נתוני מדידה לא ישירה. בכל מקרה בו משתמשים במדידה לא ישירה לוודא את הקשר בין הפרמטר המנוטר לפליטה.

### 7.4 חישובים

חישובים נחלקים למספר סוגים:

- **מאזני מסה (Mass Balance)** – במאזן מאסה הפליטות מחושבות על סמך כמויות החומרים הנכנסות והיוצאות מהתהליך. גישה זו נסמכת על חוק שימור המסה הקובע כי כמות של חומר הנכנסת לתוך מערכת חייבת לצאת בתור מוצר או בתור פליטה או העברה, או להשתנות בתגובה כימית עם חומר אחר. משוואה 5 מציגה באופן כללי את אופן יישום חישוב הפליטות באמצעות מאזן מסה.

משוואה 5. מאזן מסה

$$VOL_{in} + VOL_{generated} = VOL_{out} + VOL_{destroyed}$$

- **מודלים** – מבוססים על ידע נרחב ומפורט לגבי מכלול הקשרים בתוך המערכת. מקורו של ידע זה בצירוף של משוואות פיזיקו-כימיות ונתונים אמפיריים. מפעיל המודל נדרש גם הוא לידע נרחב על המערכת והתהליכים בתוכה. דוגמא למודל כזה היא תוכנת TANKS של ה-EPA לחישוב פליטות ממכלי אחסון.
- **חוקים פיסיקו-כימיים** – חוקים הנגזרים ממדעי הכימיה והפיזיקה ומבוססים על תכונות ספציפיות של החומר הנדון. חוקים ידועים לדוגמא הם חוק הנרי (Henry's Law), חוק הגזים האידיאליים, משוואת אנתוני (Antonie's Equation) ועוד.
- **חישובים הנדסיים** – מבוססים על משוואות אמפיריות המיוחסות לסדרה של פרמטרים נצפים או מדודים.

## 7.5 מקדמי פליטה

מקדמי פליטה (Emission Factors) הם מספרים הניתנים להכפלה בקצב פעילות או קצב יצור של מתקן כלשהו (כגון יצור אנרגיה, צריכת מים, צריכת דלק וכו'). השיטה פועלת תחת ההנחה, שקצב העבודה נמצא בטווח שמקיים קשר ליניארי בינו לבין הפליטות. המקדמים מבוטאים בדרך כלל כמשקל חומר נפלט חלקי יחידת מידה (משקל, נפח, מרחק, או זמן) של הפעילות הגורמת לפליטה.

השימוש במקדמי פליטה אפשרי כאשר הקשר בין מאפייני התהליך והפליטות הוא ישיר ופשוט באופן יחסי. מקדמי פליטה בדרך כלל מפותחים על ידי חישוב הממוצע של מדידות רבות לאורך זמן, ממתקנים דומים ובתנאי הפעלה מוגדרים. לאחר שפותח המקדם, ניתן להשתמש בו לחישוב פליטות ממקורות דומים.

החיסרון בשיטת חישוב זו הוא שמתקנים שונים מתוכננים ומופעלים בדרכים שונות ולכן מקדם פליטה שמתאים לאחד, עלול שלא להתאים למתקן אחר בעל אותה המטרה ומאותו סוג פעילות. לאור זאת, יש לבחון היטב את המקדם בו משתמשים ולבדוק אם הוא מתאים ואם לא קיים מקדם טוב ממנו. ככל שהמקדם מיועד לתחום צר יותר (מבחינת סוג מתקן, דלק, אזור גיאוגרפי וכו') כך הוא נוטה להיות מדויק יותר.

**מקדמי פליטה להערכת פליטות לאוויר יהיו המקדמים שהוגדרו על ידי ה-EPA: Compilation of Air Pollutant Emission Factors בגרסתם העדכנית באתר ה-EPA (להלן: "AP-42").** בהוראות הנוספות לקביעת שח"מ אשר נקבעו לסוגי או תחומי פעילות שונים, מפורטים מקדמי פליטה רלוונטיים עבור כל תחום או סוג פעילות, מתוך ה-AP-42 או מקורות אחרים.

ב-AP-42 מדורגת מהימנות המקדם מ-A (המדויק ביותר) עד ל-E (הפחות מדויק). מקדם בעל דירוג A הוא מקדם אמין שפותח על סמך מתודולוגיה אמינה תוך שימוש בדיגומים רבים ממספר מתקנים, אשר נדגמו בשיטה אחידה ומקובלת. דירוג E ניתן למקדם פחות אמין, אשר פותח על סמך בסיס נתונים קטן ולכן ניתן להעריך באמצעותו סדרי גודל בלבד.

בעל מפעל רשאי להשתמש במקדמי פליטה אחרים מהמקדמים המופיעים ב-AP-42 כאשר ראה שהם מתאימים יותר או מהימנים יותר, ביחס לפליטה מסוימת, מאשר מקדמי הפליטה המופיעים ב-AP-42.

**אמצעי הפחתה**- המקדמים שבמחשבוני אינם כוללים הפחתת פליטות באמצעות אמצעי הפחתה. ולכן אם קיים אמצעי הפחתה על בעל המפעל להפחית את הכמות המחושבת, בהתאם ליעילות אמצעי הפחתה. בחלק מהמחשבוני נמצא שדה ייעודי לקלט יעילות אמצעי הפחתה, במקרים אלו אין צורך לשנות את הכמות המחושבת.

במקרים בהם בעל המפעל משתמש במקדמי פליטה שלא במסגרת המחשבון, יש לוודא האם מקדם הפליטה כולל אמצעי הפחתה. במידה ומקדם הפליטה אינו כולל את יעילות אמצעי הפחתה, יש להפחית את הכמות המחושבת בהתאם ליעילות אמצעי הפחתה.

### 7.5.1 חישוב פליטות לאוויר באמצעות מקדמי פליטה

חישוב פליטות לאוויר באמצעות מקדמי פליטה יבוצע באמצעות משוואה 6 להלן.

משוואה 6: חישוב פליטות לאוויר באמצעות מקדמי פליטה

$$E_i = [A * OpHrs] * EFi * \left[1 - \left(\frac{CE_i}{100}\right)\right]$$

כאשר:

$E_i$  = פליטה שנתית של חומר מזהם  $i$ , (ק"ג/שנה)

$A$  = פעילות הייצור, (טון/שעה)

$OpHrs$  = שעות פעילות הייצור, (שעות/שנה)

$EF_i$  = מקדם פליטה לא מבוקרת של חומר מזהם  $i$ , (ק"ג/טון)

$CE_i$  = יעילות ההפחתה הכוללת של מתקן הטיפול לחומר מזהם  $i$ , (%)

### 7.5.2 חישוב פליטות לאוויר מרכיבי ציוד באמצעות מקדמי פליטה

חישוב פליטות לא מוקדיות של חומרים אורגניים נדיפים לאוויר (לחץ אדים חלקי של מעל 0.3 kPa בתנאים סטנדרטיים), מרכיבי הציוד במתקן הייצור ובהם: מחברים ופלנגים (אוגנים), שסתומים וברזים, מדחסים, משאבות, ציוד ערבוב, נקודות דיגום, שסתומי פריקת לחץ (PRD).

מפעל אשר אינו נדרש לביצוע תכנית לאיתור וטיפול בפליטות מרכיבי ציוד, כמפורט ב"נוהל ביצוע תכנית לאיתור וטיפול בדליפות מרכיבי ציוד (LDAR)", ייחשב כמות פליטת NMVOC או חומר מזהם נדיף אחר, כמפורט בפרוטוקול ה EPA להערכת פליטות מרכיבי ציוד ( Protocol for Equipment Leak Emissions Estimates), בגרסתו העדכנית המפורסמת בכתובת: [www.epa.gov/ttn/chieff/efdocs/equiplks.pdf](http://www.epa.gov/ttn/chieff/efdocs/equiplks.pdf). מבין השיטות לחישוב פליטות המופיעות בפרוטוקול האמור, יש לבצע את החישוב לפי שיטת Average emission factors (פרק 2.3.1), אשר הינה השיטה היחידה שאינה מסתמכת על תוצאות מדידה. השיטה מחשבת פליטות לאוויר מרכיבי ציוד על פי מקדמי פליטה לכלל חומרים אורגניים נדיפים (Total Volatile Organic Compounds, TVOC). הדיווח ייעשה ל-NMVOC בהנחה שאין פוטנציאל לפליטות מתאן מרכיבי הציוד, או לאחר חיסורו במידה וקיימת פליטה כזו.

אם ידוע כי ברכיבי הציוד במפעל זורם חומר מזהם יחיד בכל רגע נתון, וחומר מזהם זה מופיע ברשימת המזהמים לדיווח בתוספת הראשונה לחוק, אזי יש להשתמש בתוצאות החישוב לשם דיווח פליטה של אותו חומר מזהם ולא על פליטת NMVOC. כמו כן, יש לשים לב כי על פי החישוב בפרק 2.3.1 בפרוטוקול, מתקבלת פליטת חומר מזהם ביחידות ק"ג/שעה, וכדי לקבל פליטה שנתית יש להכפיל תוצאה זו במספר שעות העבודה השנתיות בהן נעשה שימוש ברכיבי הציוד.



שלב ראשון של שימוש בשיטת Average emission factors, הוא ספירה וסיווג של רכיבי הציוד במתקן בהתאם להנחיות המפורטות בפרק 3.3 של הפרוטוקול.

### 7.5.3 חישוב פליטות/העברות של שפכים באמצעות מקדמי פליטה

חישוב פליטות/העברות לשפכים באמצעות מקדמי פליטה נערך על ידי הכפלה של מקדם הפליטה בכמות התוצר או בכמות החומר בשימוש בתהליך, תוך התחשבות ביעילות מתקן קדם לטיפול בשפכים במידה וקיים במפעל, כמובא במשוואה 7 להלן.

משוואה 7: חישוב פליטות/העברות של שפכים באמצעות מקדמי פליטה

$$E_i = EFi * A * \left(1 - \frac{CE_i}{100}\right)$$

כאשר:

$E_i$  = כמות הפליטה/העברה לחומר מזהם  $i$ , ק"ג/שנה

$EF_i$  = מקדם הפליטה/העברה עבור חומר מזהם  $i$ , מתוך טבלאות מקדמי הפליטה, ק"ג/טון

$A$  = כמות תוצר או כמות חומר לשימוש בתהליך בשנה, טון/שנה

$CE_i$  = אחוז יעילות ההפחתה הכוללת של מתקן קדם לטיפול בשפכים לחומר מזהם  $i$ .

### 7.6 הערכות הנדסיות

הערכה הנדסית (Engineering Judgment) היא שח"מ הנסמכת על הניסיון והידע המקצועי של בעל המפעל, לגבי מתקן או תהליך מסוים. שיטות חישוב אלו הן בעדיפות אחרונה והשימוש בהן יעשה רק במקרים בהם לא ניתן להשתמש באף אחת משיטות החישוב האחרות.

### 7.7 כימות פליטות בלתי שגרתיות

קיימת הבחנה בין פליטות בלתי שגרתיות צפויות, דוגמת ניקוי מכלים או פעילות תחזוקה של מתקן לבין פליטות בלתי שגרתיות בלתי צפויות ובלתי מבוקרות דוגמת גלישת מכל איסוף, דליפה מצנרת תת"ק או תקלה אחרת.

מאפיין של פליטות בלתי שגרתיות הוא, שהן יוצרות נקודת שיא לא ליניארית בגרף הפליטות השנתית. בנוסף, טכנולוגיות הפחתת הפליטות עלולות שלא לתפקד או להיעקף בזמן אירוע. לדוגמה פליטות

ממפחית לחץ בחרום (Emergency depressurization) המופנות ישירות לאטמוספירה (כדי להימנע ממקרים של חסימת מסלול הפליטה כתוצאה מסתימה או קורוזיה ולהקטנת סכנת פיצוץ).

כאשר ניתן לעשות שימוש בנתוני ניטור רציף, אם קצב הפליטה אינו עולה על טווח המדידה של הציוד, יש לעשות שימוש בנתונים אלו. במידה ואין נתוני ניטור או שלא ניתן לעשות בהם שימוש, יש להיעזר בנתונים ממערכת הבקרה. לשם כך יש לבסס קשר בין מאפייני התהליך (כמו טמפרטורה) לפליטות. אם לא ניתן לכמת פליטות מאירועים אלה במדידות ומקדמי הפליטות, ניתן לכמתן בעזרת מאזני מאסה והערכות הנדסיות.

כאשר אופי הפליטה הוא פסולת מוצקה או במצב יציב אחר, יש לאמוד את הפליטות הבלתי שגרתיות באמצעות שקילה.

## 7.8 חישוב כמויות העברת פסולות

חישוב כמויות הפסולת יבוצע על פי נתוני שקילה. אם אין בידי המפעל נתוני שקילה של הפסולת יש לחשב את כמות הפסולת באמצעות מאזן מסה. במידה ולא ניתן להשתמש באחת משיטות חישוב אלה, יש לחשב את כמות הפסולת על פי פרק 7.8.1.

סיווג הפסולת (מסוכנת ולא מסוכנת) יעשה על פי התרגום העברי של קטלוג סיווג הפסולות האירופאי כפי שמפורסם באתר המשרד. בנוסף לכך, פסולת מסוכנת תסווג לפי התרגום העברי של סיווג הפסולת שבאמנת באזל המפורסם באתר המשרד.

שפכים המועברים לטיפול במכלים ידווחו כהעברת פסולת.

חישוב כמויות הפסולת המועברת מהמפעל, יעשה עבור כל פסולת הנוצרת בתחומי המפעל, בין אם מקורה בתהליכים תעשייתיים ובין אם מקורה בפעילויות לא תעשייתיות, כגון פעילות משרדית או חדר אוכל.

עבור כל פסולת ידווח בעל מפעל על סוג הטיפול וסוג הסילוק ביעד אליו היא מועברת.

### 7.8.1 חישוב באמצעות נתוני אצירה ופינוי פסולת

בשיטה זו מבוצע חישוב כמות פסולת שנתית, על פי נתוני מערך אצירת פסולת ותדירות פינוי עבור מפעל, בשילוב נתוני צפיפות של מרכיבי פסולת שונים. לצורך כך יש להשתמש במחשבון "חישוב כמות פסולת שנתית", המתבסס על משוואה 8 להלן ונתוני קטלוג הפסולת האירופאי.

משוואה 8. חישוב כמות פסולת שנתית מנתוני אצירה ופינוי פסולת

$$Q_w = 12 * F * X_i * V_i * D_i * C * 1,000$$

כאשר:

$$\begin{aligned}
 Qw &= \text{כמות שנתית של פסולת מסוג } w \text{ (ק"ג/שנה)} \\
 F &= \text{תדירות פינוי חודשית} \\
 Xi &= \text{מספר פחים מסוג } i \\
 Vi &= \text{נפח פח מסוג } i \text{ (מ"ק)} \\
 Di &= \text{צפיפות פסולת מסוג } i \text{ (טון/מ"ק)} \text{ (נתון קיים במחשבון חישוב כמות פסולת שנתית)} \\
 C &= \text{ממוצע אחוז מילוי פח } i \text{ בזמן הפינוי (הערכה כללית על סמך תצפיות (ערך ברירת מחדל 75\%))} \\
 &= 1,000 \text{ מעבר יחידות מטון לק"ג}
 \end{aligned}$$

## 7.9 חישוב פליטות גזי חממה

הבהרה – פרק זה עוסק בחובת דיווח על פליטת גזי חממה על פי החוק, ואינו עוסק ב'מנגנון רישום ודיווח פליטות גזי חממה'.

גזי חממה עליהם חלה חובת דיווח בחוק הם: פחמן דו-חמצני ( $\text{CO}_2$ ), מתאן ( $\text{CH}_4$ ), ניטרס אוקסיד ( $\text{N}_2\text{O}$ ), פחמנים הידרופלואורים (HFCs), פחמנים רב-פלואורים (PFCs) וגופרית שש פלואורית ( $\text{SF}_6$ ). בעל מפעל דיווח על פליטות גזי חממה מפעילות המפעל, על פי הוראות מסמך זה ועל פי הוראות נוספות לפי סוג פעילות ומחשבוני הרלוונטיים. ואולם כאשר מדובר בפעילויות המפורטות בטבלה 6 יש להשתמש ב"מחשבון לדיווח פליטות גזי חממה". השימוש במחשבון ייעשה במידה וקיימת התאמה בין הפעילות במפעל לסוג הפליטה שבמחשבון.

טבלה 6. שימוש במחשבון לדיווח פליטות גזי חממה

מספר גיליון במחשבון לדיווח פליטות גזי חממה	פעילות
4	<b>ייצור:</b> סיד, מוליכים למחצה, חומצה אדיפית, אמוניה, קלינקר, מימן (מגז טבעי), ברזל, פלדה, מתאן, חומצה ניטרית, אפר סודה, מגנזיום, פחמן שחור, אתילן, אתילן דיכלוריד, סטירן <b>שימוש:</b> גבס, אפר סודה
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>זיקוק גז ודלקים</li> <li>הפקת דלקים במצב צבירה גז, נוזל או מוצק</li> <li>מתקני ניזול או גזיפיקציה של פחם או דלקים אחרים</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>מיזוג אויר תעשייתי (צילרים ומשאבות חום 201kW-1MW)</li> <li>קירור תעשייתי (חדרי קירור, מרכזי אחסון וכד')</li> </ul>

כמות הפליטות של ששת גזי החממה תופיע בסעיף 5 בגיליון "טופס דיווח" של "מחשבון לדיווח פליטות גזי חממה". הפליטות מחושבות על בסיס הנתונים שהוזנו בגיליונות הקלט. יש לשים לב כי הכמות המחושבת מוצגת ביחידות טון/שנה.

### 7.10 חישוב נתוני צריכת אנרגיה ומים

בהתאם להוראות פרק 6 במסמך זה, יש לחשב את צריכת האנרגיה והמים באמצעות מדידה ישירה, לדוגמה קריאות מונה חשמל/מים או נתוני משקל דלקים.

יש לדווח צריכת אנרגיה ביחידות Ton Oil Equivalent (TOE). מקדמי המרה של צריכת אנרגיה מכמות דלק/חשמל ליחידות TOE מפורטים בטבלה 7. החישוב יבוצע על ידי הכפלת כמות הדלק/חשמל שנצרכו במקדם ההמרה המתאים.

טבלה 7. מקדמי המרת יחידות ל-TOE

מקדם המרה לצריכת אנרגיה ב TOE (טון)	סוג דלק חשמל
0.00021	חשמל (קוט"ש)
0.63	פחם (טון)
1.02	סולר (טון)
0.98	מזוט קל (טון)
0.96	מזוט כבד (טון)
0.95	מזוט על כבד (טון)
0.91	גז טבעי (טון)
1	נפט גולמי (טון)
1.05	בנזין (טון)
1.03	קרוסין (טון)
1.06	נפטא (טון)
1.08	גפ"ם (טון)
1.04	דלק סילוני (טון)
0.79	פטקוק (טון)
0.0638	קיטור

## אודות המסמך

---

מרשם פליטות והעברות לסביבה (PRTR)

טלפון : 03-7634511  
דוא"ל : [mirsham@sviva.gov.il](mailto:mirsham@sviva.gov.il)  
תאריך : 1 לספטמבר 2012  
גרסה : 1.0  
מפרסם : המשרד להגנת הסביבה

---