

תקציר מנהלים

מסמך זה הוכן על פי הזמנת המשרד להגנת הסביבה - לשכת מדען ראשי (הסכם מס' 3000008113 מיום 01.01.2011 – מחקר מס' 103-4-1) לביצוע עבודת מחקר בנושא: "סקר על פליטות מזהמי אוויר וגזי חממה מרכבות בישראל".

רכבות מונעות באמצעות סולר ומטבע הדברים מהוות מקורות פליטה של שורת תוצרי שריפה ובעיקר תחמוצות חנקן.

להלן מזהמי האוויר, אשר נותחו במסגרת עבודה זו:

- כלל תחמוצות החנקן (NO_x)
- חד תחמוצת הפחמן (CO)
- חלקיקים (TSP , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$)
- תרכובות אורגניות נדיפות (NMVOC)
- תחמוצת הגופרית (SO_2)
- דו תחמוצת הפחמן (CO_2) – גז חממה
- חנקן תת חמצני (N_2O) – גז חממה
- מתאן (CH_4) – גז חממה

אומדני הפליטות, אשר תוצאותיהם מפורטות בעבודה זו, הוכנו עבור השנים 2009-2011. בנוסף, בוצעה הערכת פליטות במצב העתידי, עבור השנים 2012-2019.

העבודה בוצעה במספר שלבים, כדלהלן:

- נאספו נתונים לגבי היקף הפעילות של הרכבות בישראל במצב הנוכחי ונעשתה הערכה לגבי היקף הפעילות העתידי, לפי התוכנית של רכבת ישראל עד לשנת 2019, כולל תוכנית חשמול הרכבת. הנתונים התקבלו מרכבת ישראל.
- נאספו נתונים לגבי הסוגים והכמויות של הקטרים/הרכבות, אשר נמצאים בשימוש בישראל במצב הנוכחי, בשנת 2011.
- נאספו נתונים לגבי צריכת הדלק ע"י רכבות בישראל במצב הנוכחי, בשנים 2009-2011, בהתאם לחלוקה לסוגים שונים של הציוד הנייד.
- נאספו נתונים לגבי צריכת הדלק הכוללת המשוערת ע"י רכבות בישראל במצב עתידי, לשנים 2012-2014.
- נעשתה הערכה לגבי צריכת הדלק ע"י רכבות בישראל במצב עתידי, לשנים 2015-2019.
- הוכן מצאי פליטת מזהמים (כולל גזי החממה) מרכבות נוסעים ומטענים בישראל במצב הנוכחי.
- הוכן מצאי פליטת מזהמים (כולל גזי החממה) מרכבות בישראל במצב עתידי בשנים 2012-2019, עפ"י התכנית התפעולית של רכבת ישראל לשנים 2012-2019.

- בוצעה בקרת איכות לתוצאות המצאי.
 - נערכו ניתוחים שונים של תוצאות אומדני הפליטות ובין היתר הוערכה התרומה של פליטות מרכבות לפליטות הכוללות של מזהמי אוויר בארץ.
 - הוערכו רמות של מזהמים שניוניים, הנוצרים עקב הפליטות מרכבות.
 - הוערכה התרומה של פליטות מרכבות לפליטה הכוללת של גזי חממה בישראל.
 - הוסקו מסקנות והמלצות הנובעות מתוצאות העבודה.
- תוצאות האומדן של פליטות מזהמי האוויר, הנוצרים כתוצאה מפעילות הרכבות בארץ, מצביעות כי פליטות אלו אינן גדולות לעומת פליטות המזהמים הכוללות מכל מגזרי המשק. ריכוז תוצאות אומדן הפליטות מרכבות בארץ, עבור השנים 2009-2011, מוצג בטבלה מס' 1.

טבלה מס' 1: תוצאות מצאי הפליטות מרכבות, עבור השנים 2009-2011

פליטות מזהמי אוויר [טון/שנה]			סוג המזהם
2011	2010	2009	
2638.1	2683.0	2491.6	NO _x
749.4	760.7	705.8	CO
213.0	220.6	206.5	NM VOC
445.3	461.6	432.4	NH ₃
78.0	80.2	74.8	TSP
52.7	54.4	50.9	PM ₁₀
48.3	49.8	46.6	PM _{2.5}
1.1	1.1	1.0	N ₂ O
139830.6	144957.1	135768.2	CO ₂
8.1	8.4	7.8	CH ₄
0.4	0.5	0.4	SO ₂

כאמור לעיל, תרומת הפעילות של הרכבות בישראל לפליטה הכוללת של מזהמי אוויר בקנה מידה ארצי הינה מינורית בלבד והינה נמוכה מ- 1% עבור כל אחד מהמזהמים המנותחים, פרט לתחמוצות החנקן. להלן תרומת המזהמים מפעילות הרכבות, אשר נותחו במסגרת העבודה הנוכחית, לסך פליטות המזהמים בארץ, נכון בשנת 2009:

1.35 %	-	NO _x	*
<0.01 %	-	SO ₂	*
0.35 %	-	CO	*
0.08 %	-	NM VOC	*
0.11 %	-	CH ₄	*

0.04 % - N₂O *

.0.21 % - CO₂ *

השוואה בין פליטות הסגוליות, המחושבות עבור פעילות הרכבות בישראל ובמדינות שונות בעולם מצביעה, כי פליטות המחושבות עבור ישראל ברוב המקרים נמצאות ברמה בינונית או נמוכה, פרט לפליטות הסגוליות המבוטאות כחס לשטח המדינה, אשר נמצאות ברמה בינונית עד גבוהה, וזאת כתוצאה מהשטח הקטן של ישראל. הפליטות הסגוליות המחושבות כחס למספר התושבים ולתמ"ג נמצאות ברמות נמוכות עד בינוניות.

הפוטנציאל להיווצרות מזהמים שניוניים, עקב פליטת המזהמים הראשוניים מרכבות בישראל (המבוטא באמצעות מדדי Acid Equivalent ו- NMVOC סגוליים), נמצא ברמה נמוכה יחסית בהשוואה עם המדדים הסגוליים עבור המדינות שונות בעולם, מלבד המדדים הסגוליים ליחידת שטח.

התרומה של הרכבות לפליטה הכוללת של גזי חממה הינה מינורית מאוד והינה עומדת על פחות מ-1% עבור מתאן, פחמן דו חמצני וחנקן תת חמצני.

לסיכום, לפליטת מזהמי האוויר מפעילות של הרכבות בישראל במצב הנוכחי השפעה מינורית בלבד על מאזן זיהום האוויר בקנה מידה ארצי. יחד עם זאת, רכבות עלולות לגרום, במידה מסוימת, לזיהום אוויר ומטרדי ריח מקומיים, בעיקר בסביבה של תחנות רכבת גדולות.

בוצעה הערכת פליטת מזהמי אוויר מהרכבות בארץ לשנים 2012-2019 ותוצאות הערכה זו מוצגות בטבלה מס' 2.

טבלה מס' 2 : ערכי הפליטות, אשר הוערכו עבור שנים 2012-2019

פליטות מזהמי אוויר [טון/שנה]						סוג המזהם
2019	2017	2015	2014	2013	2012	
277.1	3542.3	3993.4	3929.9	3505.0	3142.8	NO _x
75.0	1007.9	1136.8	1118.7	997.3	893.8	CO
32.6	281.4	315.8	310.9	278.6	251.0	NMVOC
69.4	587.7	659.3	649.3	581.8	524.3	NH ₃
10.4	103.7	116.6	114.8	102.6	92.3	TSP
7.6	69.8	78.4	77.2	69.1	62.2	PM ₁₀
6.9	64.0	71.8	70.7	63.3	57.0	PM _{2.5}
0.2	1.4	1.6	1.6	1.4	1.3	N ₂ O
21804.0	184549.0	207031.7	203865.5	182689.5	164633.8	CO ₂
1.2	10.7	12.0	11.8	10.6	9.5	CH ₄
0.1	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	SO ₂

פליטות המזהמים לאוויר מהרכבות בישראל צפויות לגדול עד שנת 2015 ובשנה זו צפויות פליטות מקסימאליות מהרכבות. החל משנת 2017, צפויה ירידה חדה בפליטות הכוללות של כל המזהמים. הירידה הינה כתוצאה מירידה בכמות של ציוד הנייד בהינע דיזל לטובת הציוד בהינע חשמלי. בשנת 2019 צפויה רמת פליטות של מזהמי אוויר מרכבות נמוכה מאוד לעומת הפליטה בשנת 2015 (של כ- 7 % עבור תחמוצות החנקן ושל כ- 10 % עבור פחמן דו חמצני), וזאת כתוצאה מיישום תכנית החשמול של ציוד הרכבות.

Abstract

The basic goal of the present work is the inventory of the air emissions created by railways activities as well as the evaluation of their contribution to the total air emissions in Israel.

The inventory has been prepared for the following pollutants: Nitrogen oxides (NO_x), Sulfur dioxide (SO₂), Carbon monoxide (CO), Non-methane volatile organic compounds (NMVOC), Methane (CH₄), Particles (TSP, PM₁₀, PM_{2.5}) and Carbon dioxide (CO₂). The inventory has been prepared for the period of 2009 – 2011 (the “existing state”). Furthermore, the future emissions for the period of 2012 – 2019 have been estimated. The estimation includes, among others, the railway electrification program, which will begin in 2015.

The data concerning railway activities as well as the fuel consumption has been collected.

The results of this study indicate that the emissions from the railway activities are not significant. The total emissions caused by railway activities in Israel in 2011 were as follows: NO_x – 2,638 ton/year; SO₂ – 0.4 ton/year; CO – 749.4 ton/year; NMVOC – 213 ton/year, TSP – 78 ton/year, PM₁₀– 52.7 ton/year, PM_{2.5} – 48.3 ton/year,; CH₄ – 8.1 ton/year and CO₂ – 139,830 ton/year.

The railway emissions inventory indicates that the railway contributes around 1.35 % to the total emissions of Nitrogen oxides in Israel and much less than 1% to the total emissions of other pollutants.

Based on the emissions estimation for the railway activities in Israel during the period of 2012 – 2019, the emissions will increase gradually till 2015. The maximal emissions level will be achieved in 2015 and will constitute around 150 % of the railway emissions in 2011. Afterwards, the emissions will decrease quickly as the result of the mentioned electrification program. In 2019, the railway emissions of Nitrogen oxides (NO_x) will constitute only 7 % of the Nitrogen oxides emissions in 2015.

מילות מפתח (Keywords)

3. גזי חממה	2. רכבות	1. מצאי פליטות
		4. מזהמים שניוניים

תודות

במהלך עבודה זו בוצע סקר מקיף לאיסוף נתוני הרכבות. אנו מודים מאוד למר דניאל פיקאלי, אחראי איכות הסביבה ברכבת ישראל, על עזרתו הרבה באיסוף נתוני הרכבות. אנו מודים מאוד לגב' אלונה אריה, סמנכ"לית חברת מטאו-טק, על עזרתה החשובה במהלך הכנת עבודה זו.