



DHV MED בע"מ

רח' גד מנלה 1 (מרכז אלרוד) ת.ד. 8058 אזור התעשייה החדש נתניה 42504

www.dhvmed.com

פקס : 09-8853901

טל : 09-8852312

עיריית חולון

סקר פליטות עירוני - חולון

יולי 2010

שם הקובץ : 229WT006.doc

גרסא : 1

תאריך : 18/07/10

תוכן:

5	מבוא	1
8	מצאי גזי חממה	2
8.....	רמת הרשות	2.1
9.....	בניינים ציבוריים ועירוניים	2.1.1
10.....	צי רכב עירוני	2.1.2
12.....	תאורת רחוב	2.1.3
13.....	מים ושפכים	2.1.4
15.....	פסולת	2.1.5
16.....	סיכום רשות	2.1.6
18.....	רמת תושבים	2.2
18.....	ביתי	2.2.1
19.....	מסחרי	2.2.2
20.....	תעשייתי	2.2.3
21.....	תחבורה	2.2.4
22.....	פסולת	2.2.5
25.....	סיכום תושבים	2.2.6
28.....	תחזית פליטות	3
33.....	מצאי פליטות לאוויר	4
35.....	תעשייה	4.1
35.....	מקורות מוקדיים	4.1.1
37.....	מקורות לא מוקדיים	4.1.2
38.....	תחבורה	4.2
39.....	תחנות דלק	4.3
42.....	מגורים	4.4
42.....	מוסדות	4.5
43.....	שימושים שאינם תעשייתיים בחומרים המכילים ממסים אורגנים	4.6

44.....	ניטור אוויר בחולון.....	5
47.....	סיכום תוצאות.....	6
52.....	תודות.....	7
53.....	אודות המסמך.....	8

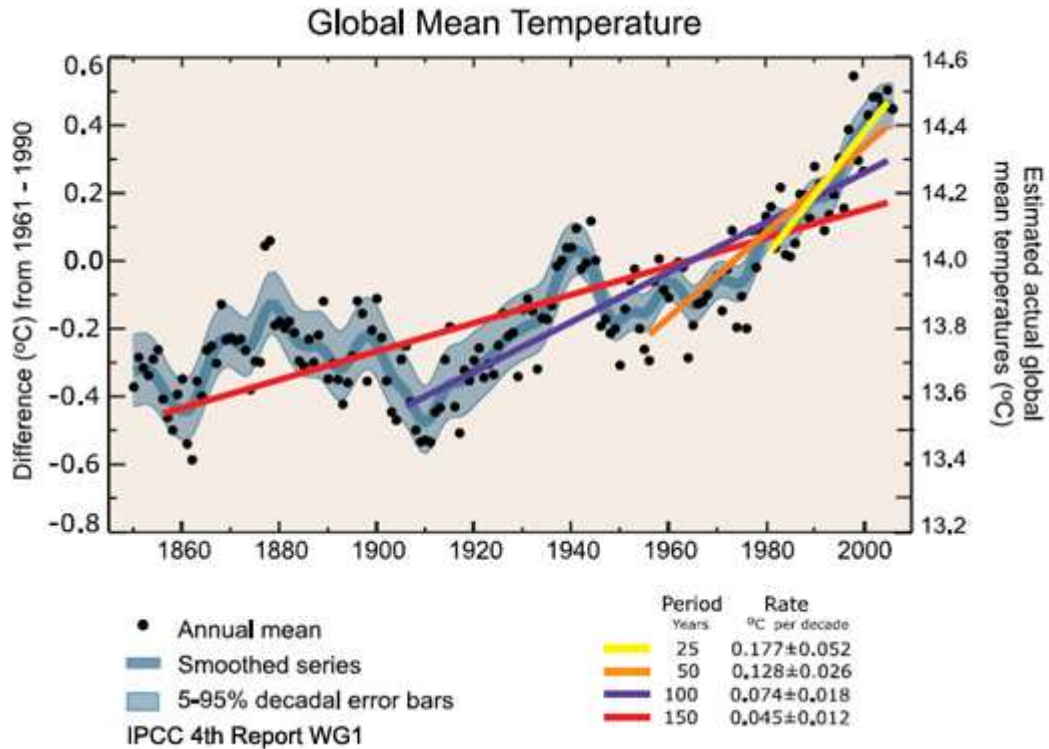
רשימת טבלאות ואיורים:

9.....	טבלה 1. סיכום נתוני מבני ציבור עירוניים.....	
11.....	טבלה 2. צי רכב עירוני 2002.....	
11.....	טבלה 3. צי רכב עירוני 2007.....	
12.....	טבלה 4. סיכום נתוני תאורת רחוב.....	
13.....	טבלה 5. סיכום נתוני שינוע וטיפול בשפכים.....	
14.....	טבלה 6. סיכום נתוני צריכת ופחת המים.....	
14.....	טבלה 7. סיכום נתוני צריכת החשמל עבור שינוע ואספקת המים.....	
14.....	טבלה 8. סיכום נתונים מאספקת מים, שינוע וטיפול בשפכים.....	
15.....	טבלה 9. סיכום נתונים משינוע והטמנת פסולת (3% ברמת הרשות).....	
18.....	טבלה 10. צריכת חשמל במכשירים ביתיים.....	
19.....	טבלה 11. סיכום נתונים לסקטור הביתי.....	
20.....	טבלה 12. סיכום נתונים לסקטור המסחרי.....	
20.....	טבלה 13. סיכום נתונים לסקטור התעשייתי.....	
21.....	טבלה 14. סיכום נתוני תחבורה, 2000.....	
21.....	טבלה 15. סיכום נתוני תחבורה, 2009.....	
22.....	טבלה 16. ריכוז נתוני פסולת להטמנה ומחזור פסולת.....	
24.....	טבלה 17. סיכום נתוני פליטת גזי חממה משינוע והטמנת פסולת.....	
35.....	טבלה 18. מקורות פליטה מוקדניים.....	
36.....	טבלה 19. סה"כ פליטת מזהמים ממקורות מוקדניים.....	
37.....	טבלה 20. פליטות VOC מצריכת ממסים, ק"ג לשנה.....	
38.....	טבלה 21. מזהמים עיקריים לפי סוג רכב.....	
38.....	טבלה 22. מקדמי פליטה לחישוב פליטות מתחבורה.....	
39.....	טבלה 23. פליטות שנתיות מתחבורה, 2009.....	
40.....	טבלה 24. פליטות VOC מתחנות דלק.....	
42.....	טבלה 25. פליטה שנתית בתת סקטור מגורים.....	
42.....	טבלה 26. פליטה שנתית בתת סקטור מוסדות.....	
48.....	טבלה 27. סיכום פליטות גזי חממה 2000 ו 2007.....	
49.....	טבלה 28. סיכום מצאי הפליטות לאוויר.....	

5.....	איור 1. שינוי בטמפרטורה הגלובלית הממוצעת לאורך השנים
6.....	איור 2. טמפרטורה ממוצעת בעולם מול ריכוזי ה CO ₂ באטמוספירה
6.....	איור 3. אפקט החממה
9.....	איור 4. התפלגות פליטות גזי חממה בבניינים ציבוריים
16.....	איור 5. פליטות גזי חממה לפי מקורות לשנת 2000, רמת הרשות
17.....	איור 6. פליטות גזי חממה לפי מקורות לשנת 2007, רמת הרשות
23.....	איור 7. תפרוסת מתקני מחזור בחולון
25.....	איור 8. פליטות גזי חממה לפי מקורות לשנת 2000, רמת תושבים
26.....	איור 9. פליטות גזי חממה לפי מקורות לשנת 2007, רמת תושבים
30.....	איור 10. תחזית פליטות גזי חממה לשנת 2020 על פי סקטורים
31.....	איור 11. תחזית פליטות גזי חממה, רמת הרשות
31.....	איור 12. תחזית פליטות גזי חממה, רמת התושבים
32.....	איור 13. תחזית פליטות גזי חממה, כללי
34.....	איור 14. תיאור סכמטי של בניית מצאי פליטות לאוויר
36.....	איור 15. תפרוסת מפעלים בעיר חולון
40.....	איור 16. תיאור סכמטי stage 1, stage 2
41.....	איור 17. תפרוסת תחנות דלק בחולון
44.....	איור 18. ממוצעים חודשיים ושנתיים של תחמוצות גופרית בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007
44.....	איור 19. ממוצעים חודשיים ושנתיים של תחמוצות חנקן בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007
45.....	איור 20. ממוצעים חודשיים ושנתיים של חלקיקים בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007
46.....	איור 21. ריכוזים מרביים של תחמוצות גופרית בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007
46.....	איור 22. ריכוזים מרביים של תחמוצות חנקן בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007
46.....	איור 23. ריכוזים מרביים של חלקיקים בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007
47.....	איור 24. פליטת גזי חממה על פי סקטורים, רמת התושבים
47.....	איור 25. פליטת גזי חממה על פי סקטורים, רמת הרשות
48.....	איור 26. התפלגות פליטת גזי חממה, 2000 ו 2007
51.....	איור 27. התפלגות פליטות המזהמים השונים על פי סקטורים

1 מבוא

אורך החיים המודרני בעשורים האחרונים הביא עימו עלייה משמעותית ברמות הפליטה של מזהמים שונים לאוויר. כיום כבר ברור לכל כי ההתחממות הגלובלית הינה אחת הבעיות המרכזיות שעל העולם להתמודד איתן בהווה ובעתיד הקרוב. במהלך השנים האחרונות חלה עליה משמעותית בטמפרטורה הממוצעת הגלובלית כפי שניתן לראות באיור 1.



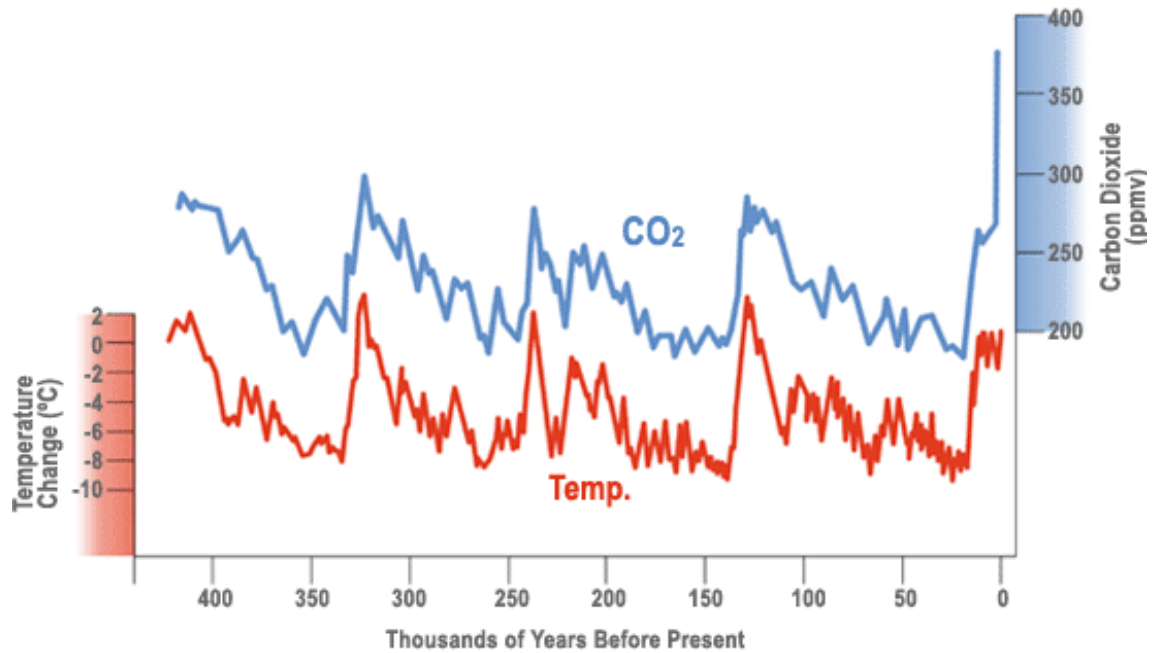
איור 1. שינוי בטמפרטורה הגלובלית הממוצעת לאורך השנים¹

מחקרים שונים מראים כי המניע העיקרי לעלייה הניכרת בטמפרטורה בשנים האחרונות הינו תהליך התיעוש הנרחב שחל באמצע המאה ה-19, דבר המלווה בפליטה מוגברת של גזי חממה לאטמוספירה כתוצאה מפעילות אנדרופוגנית. גזי החממה הנפוצים ואשר אליהם ישנה התייחסות בעבודה זו הינם:

- פחמן דו חמצני – CO₂ – נוצר בעיקר מייצור אנרגיה על ידי שריפת דלקים.
- חנקן תת חמצני – N₂O – נוצר בעיקר מתהליכים תעשייתיים ופעילות חקלאית.
- מתאן – CH₄ – נוצר בעיקר מטיפול והטמנת פסולת, טיפול בשפכים ופעילות חקלאית.

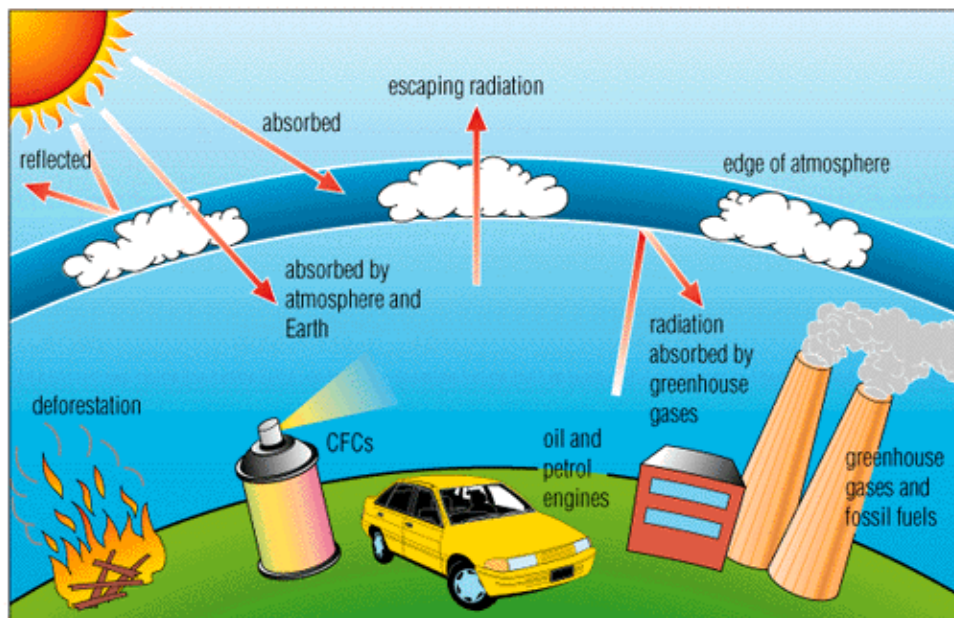
מחקרים רבים מראים את הקשר בין עליית הטמפרטורה הממוצעת בעולם לנוכחות ריכוזי גזי חממה באטמוספירה. האיור הבא מציג התאמה בין עליית הטמפרטורה הממוצעת וריכוזי CO₂ באטמוספירה לאורך השנים.

¹ <http://www.global-greenhouse-warming.com/global-temperature.html>



איור 2. טמפרטורה ממוצעת בעולם מול ריכוזי ה- CO_2 באטמוספירה

ראוי לציין כי גזים אלו מצויים באטמוספירה באופן טבעי ואף חיוניים ביותר לקיום החיים על פני כדור הארץ. הימצאותם הטבעית של גזים אלה שומרת על טמפרטורה גלובלית ממוצעת של כ- $15^{\circ}C$ וכפי צוין לעיל, מאפשרת את קיום החיים על פני כדור הארץ, בתהליך שקרוי "אפקט החממה". האיור הבא מציג מצב לא טבעי של אפקט החממה.



איור 3. אפקט החממה²

² http://www.arbeitsprache-englisch.com/environment/global_warming/global_warming.htm

כחלק מרצון לצמצם את ההשפעות הנלוות לפליטת גזי חממה ולמזהמי אוויר עיקריים נוספים, מבקשת עיריית חולון להבין את תרומת העיר, חולון, לפליטות לאוויר של מזהמי האוויר השונים. עבודה זו באה להציג סקר פליטות עירוני עבור העיר חולון, כחלק מהצטרפות העיר למסגרת פורום ה-15. סקר הפליטות מתייחס לכלל הפעילות בעיר חולון התורמת לפליטה של גזי חממה ולפליטות מזהמים עיקריים אחרים המשפיעים על איכות האוויר בעיר. חשוב לציין כי סקר הפליטות מציג הן את פליטות גזי החממה המתרחשות בתוך העיר (כגון פליטה מתחבורה) והן את התרומה של פעילות המתרחשת בתוך העיר ומשפיעה על פליטת גזי חממה במקומות אחרים כגון מצריכת חשמל, שינוע פסולת.

בנוסף לגזי חממה נותנת עבודה זו התייחסות להיבט נוסף של פליטות לאוויר במסגרת מצאי מזהמי אוויר הכולל את המזהמים:

- תחמוצות גופרית
- תחמוצות חנקן
- חלקיקים כ-PM10
- חומרים אורגניים נדיפים
- חד תחמוצת הפחמן

מצב איכות האוויר מושפע מגורמים רבים: מאפייני הפליטה של המזהמים, מאפייני הפיזור באטמוספירה, טופוגרפיה ועוד מאפיינים מקומיים ואזוריים. אפיון מצב איכות האוויר נעשה באמצעות נתוני תחנת ניטור המנטרת באופן רציף את האוויר במקום בו היא ממוקמת.

המצאי בנוי באופן מודולארי, כך שבהינתן נתונים שונים/נוספים בנוגע לנתוני ייצור וצריכה, ניתן יהיה לעדכן בהתאם.

העבודה מוצגת באופן הבא:

- פרק 2- מצאי גזי חממה
- פרק 3- תחזית פליטת גזי חממה עד שנת 2020
- פרק 4- מצאי פליטות לאוויר של המזהמים העיקריים
- פרק 5- תיאור נתוני הניטור בעיר חולון
- פרק 6- סיכום הנתונים

2 מצאי גזי חממה

סקר פליטות גזי חממה עירוני נעשה תוך חלוקה לשתי רמות: רמת הרשות ורמת התושבים. לכל רמה נבנה סקר פליטות מקיף עבור שנת הבסיס 2000, כפי שנקבע על ידי פורום ה-15 וכן סקר עבור שנת 2007 לתיאור מצב קיים.

גזי החממה העיקריים ואשר אליהם ניתנה התייחסות בסקר זה הינם:

- פחמן דו חמצני – CO_2
- חנקן תת חמצני – N_2O
- מתאן – CH_4

חישוב הפליטות הינו חישוב שנתי שנעשה על ידי שימוש במקדמי פליטה. אופן החישוב במקדמי פליטה הינו כמתואר בנוסחה הבאה:

$$\text{פליטה שנתית} = \text{מקדם פליטה} * \text{צריכה שנתית}$$

פוטנציאל התרומה של כל גז חממה להתחממות כדור הארץ שונה ומוצג כתרומה היחסית לתרומתו של פחמן דו חמצני. לצורך הצגת תוצאות הפליטות נעשה שקלול של פליטות הגזים השונים וההצגה הינה של $\text{Equivalent CO}_2 - \text{ECO}_2$. פוטנציאל התרומה של גזי החממה להתחממות כדור הארץ ביחס ל CO_2 הינו:

פוטנציאל התרומה להתחממות כדור הארץ	גז
1	CO_2
21	CH_4
310	N_2O

2.1 רמת הרשות

סקר פליטות ברמת הרשות מכיל פליטות מפעילות בסקטורים הבאים:

- בניינים ציבוריים עירוניים
 - צי הרכב העירוני
 - תאורת רחובות
 - מים ושפכים
 - פסולת הרשות
- להלן פירוט חישוב הפליטה מכל סקטור:

2.1.1 בניינים ציבוריים ועירוניים

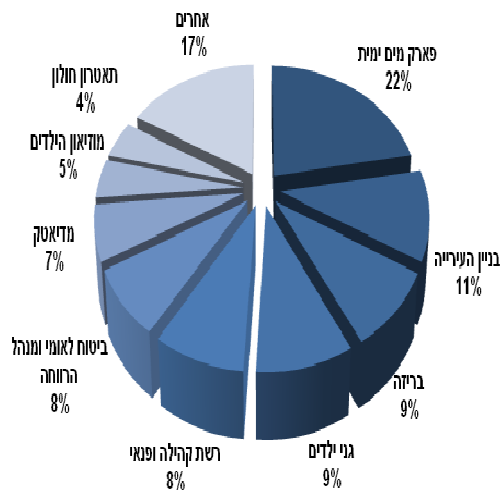
פליטות מסקטור זה כוללות את פליטות גזי החממה הנובעות מפעילות המתרחשת בבניינים שברשותה ובשליטתה של העירייה. הפליטות חושבו מצריכות שנתיות של חשמל ודלקים במבנים, כפי שהתקבלו מ"מחלקת פרויקטים והתקשרויות" בעירייה ומתברות הבת של העירייה. החל משנת 2004 בתי הספר מקבלים תקציב שנתי לצריכת חשמל וכל בית ספר מנהל לבדו את חשבון הצריכה שלו. בשל כך משנת 2004 אין נתונים מרוכזים עבור צריכות החשמל בבתי הספר ברחבי העיר. נתוני צריכות הדלקים, כפי שנדרשים על פי מתודולוגית פורום ה-15 הינם בליטר לשנה, צריכת הגפ"מ (גז פחממני מעובה) נרשמת לרוב בק"ג לשנה. לשם המרת היחידות הונחה צפיפות סגולית של 0.55 גרם לסמ"ק, כפי שמופיע בנתוני בתי הזיקוק. הטבלה הבאה מציגה את סיכום הצריכות והפליטות עבור השנים 2000 ו-2007 מבניינים ציבוריים עירוניים.

טבלה 1. סיכום נתוני מבני ציבור עירוניים

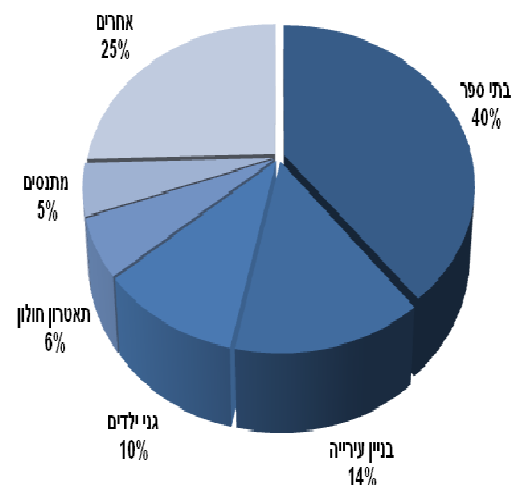
שנה	מספר מבנים	צריכת חשמל שנתית (קוט"ש)	צריכת גפ"מ שנתית (ליטר)	צריכת סולר שנתית (ליטר)	פליטת CO_2 (טון)
2000	292	10,441,979			8,780
2007	232	14,490,399	6182	221,876	12,074

התפלגות הפליטה מבניינים ציבוריים בשנים 2000 ו-2007 לפי מקורות הפליטה מופיעה להלן.

התפלגות פליטות גזי חממה מבניינים ציבוריים - 2007

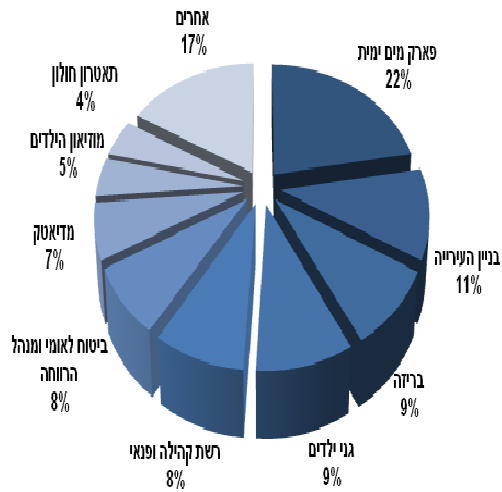


התפלגות פליטות גזי חממה מבניינים ציבוריים - 2000

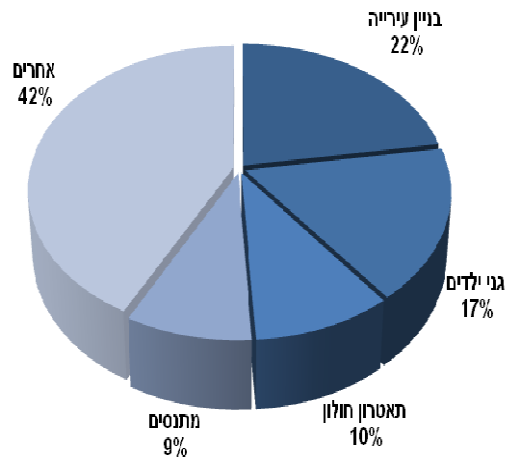

איור 4. התפלגות פליטות גזי חממה בבניינים ציבוריים

מכיוון שבשנת 2007 נתוני צריכת החשמל של בתי הספר כבר לא נמצאים תחת הרשות המקומית, אלא כל בית ספר מנוהל באופן עצמאי, נעשתה השוואה של הנתונים עבור השנים 2000 ו-2007 ללא תרומת בתי הספר בשנים אלו. התפלגות הפליטה מבניינים ציבוריים, ללא בתי ספר, בשנים 2000 ו-2007 מוצגת להלן.

התפלגות פליטות גזי חממה מביניים ציבוריים - 2007



התפלגות פליטות גזי חממה מביניים ציבוריים - 2000



2.1.2 צי רכב עירוני

פליטות מסקטור זה כוללות פליטות גזי חממה המשויכות לרכבי העירייה כתוצאה משריפת דלקים.

צי הרכב של העירייה כולל מספר רב של כלי רכב ומשאיות, כלי הרכב הפרטיים נכללים בסקטור זה בעוד משאיות לפינוי פסולת נכללות בסקטור הפסולת. נתוני הנסועה וצריכת הדלק התקבלו ממחלקת הרכב בעירייה. נתוני צריכת הדלק והנסועה עבור כלי רכב פרטיים וקטנועים התקבלו עבור סך כל הרכבים בכל סקטור. עבור הרכבים המסחריים הנתונים התקבלו באופן מדגמי ל 7 רכבים ומהם חושבו הנתונים הנדרשים להערכת הפליטה, עבור כלל הרכבים המסחריים השייכים לעירייה.

סיכום הנתונים עבור השנים 2002 ו 2007 בסקטור זה מוצגים להלן.

טבלה 2. צי רכב עירוני 2002

פליטת ECO ₂ (טון לשנה)	נסועה שנתית (ק"מ)	צריכה שנתית של דלק (ליטר)	סוג דלק	מספר כלי רכב		
19.1	50,090	6,636	בנזין	7	פרטי	פרטי
			סולר	25	טנדר	מסחרי
			סולר	9	מסחרי סגור	
430.2	777,557	150,524		34	סה"כ	
				6	טרקטור	אחר
				3	מנוף	
0.6	4,616	222	בנזין	7	קטנוע	
				1	גיפ	
450						סה"כ

טבלה 3. צי רכב עירוני 2007

פליטת ECO ₂ (טון לשנה)	נסועה שנתית (ק"מ)	צריכה שנתית של דלק (ליטר)	סוג דלק	מספר כלי רכב		
45.9	129,075	15,954	בנזין	7	פרטי	פרטי
			סולר	25	טנדר	מסחרי
			סולר	9	מסחרי סגור	
274.1	574,486	95,914		34	סה"כ	
				6	טרקטור	אחר
				3	מנוף	
4.5	29,075	1,565	בנזין	7	קטנוע	
				1	גיפ	
324.5						סה"כ

2.1.3 תאורת רחוב

סקטור זה כולל פליטות גזי חממה הנובעות מהפעלת תאורת רחוב ברחבי העיר חולון וכתוצאה מצריכת החשמל. חלוקת צריכת החשמל בסקטור זה הינה: מתאורת רחוב, רמזורים ופארקים (פארק פרס ופארק הנוער) כפי שהתקבלה לשנים 2000 ו 2007 מ"מחלקת פרויקטים והתקשרויות" בעיריית חולון. החלוקה לתתי הסקטורים פארקים, רמזורים ותאורת רחוב הינה על פי מוני חשמל. סיכום נתוני הצריכה וחישוב הפליטות מופיעים בטבלה הבאה.

טבלה 4. סיכום נתוני תאורת רחוב

פליטת CO_2 (טון)		צריכת חשמל שנתית (קוט"ש)		מספר מוני חשמל		
2007	2000	2007	2000	2007	2000	
600.1	469.5	760,809	558,324	45	32	רמזורים
8,553.4	8,213.9	10,843,173	9,768,762	148	134	תאורת רחוב
93.4	132.4	118,445	157,574	1	1	פארק הנוער
				לא התקבלו נתונים בנפרד		פארק פרס
9,247	8,816	11,722,427	10,484,580	194	167	סה"כ

2.1.4 מים ושפכים

סקטור זה כולל שני נושאים תתי סקטורים, שידונו בנפרד - טיפול בשפכים סניטריים ואספקת וצריכת מים.

טיפול בשפכים סניטריים

תת סקטור זה כולל פליטות גזי חממה כתוצאה משינוע וטיפול בשפכי העיר חולון ובבוצה הנוצרת בתהליך הטיפול. שינוע השפכים נעשה בצנרת גרוויטציונית בעיר וכן בעזרת תחנת שאיבה (הממוקמת ברחוב הלוחמים 20 בעיר). שפכי העיר חולון מועברים לטיפול בשפד"ן, מתקן הטיפול בשפכים של כל גוש דן, המטפל בכ 380 אלמ"ק ביום. השפד"ן מטפל בשפכים על ידי תהליך ביולוגי של בוצה משופעלת, בו מוחדר חמצן למים על מנת לתמוך בחיידקים ובקטריות, המעכלים את חומרי הפסולת. בתהליך זה היווצרות ושחרור מתאן הם מזעריים. בוצה היא הפאזה המוצקה, הנוצרת במהלך הטיפול בשפכים, שרובה מאסה מיקרוביאלית אשר נוצרת מפירוק החומר האורגני בשפכים. עודף הבוצה המשופעלת (בוצה ביולוגית שניונית בלבד) הנוצרת בשפד"ן מסולק לים.

נתוני צריכת האנרגיה לשינוע השפכים התקבלו מהעיריה. לצורך חישוב צריכת האנרגיה כתוצאה מטיפול בשפכי העיר חולון נתקבלו נתוני צריכת האנרגיה בשפד"ן (קילוואט למ"ק מטופל) והוכפלו בכמות השפכים השנתית של העיר, שהתקבלה מנתוני סקר אסוף שפכים וניצול קולחים לשנת 2007 ומאיגוד המים מי שקמה לשנת 2000. הירידה בכמות השפכים המטופלת יכולה לנבוע מהעובדה שהנתון עבור שנת 2000 הינו הערכה שניתנה מאיגוד המים מי שקמה בעוד שהנתון של שנת 2007 הינו נתון מסקר מקיף שנערך לאחרונה על ידי רשות הטבע והגנים. להלן ריכוז נתוני צריכת אנרגיה ופליטות גזי חממה, כתוצאה משינוע וטיפול בשפכים סניטריים.

טבלה 5. סיכום נתוני שינוע וטיפול בשפכים

פליטת CO ₂ (טון)			צריכת חשמל שנתית (קוט"ש)		כמות שפכים מטופלת שנתית (אלמ"ק)	שנה
סה"כ	טיפול	תחנת שאיבה	טיפול	תחנת שאיבה		
5,005.9	4,809.5	196.4	5,720,000	233,636	13,000	2000
4,175.8	3,922.4	253.4	4,972,380	321,276	11,839	2007

אספקת וצריכת מים

תת סקטור זה כולל פליטות גזי חממה כתוצאה מצריכת החשמל עבור שינוע ואספקת המים לעיר חולון. מקורות המים המסופקים לחולון הם המערכת הארצית (המוביל הארצי) וקידוחים מקומיים. רוב המים המסופקים לעיר הם מן המערכת הארצית (כ 70-80%) ומיעוטם מקידוחים מקומיים (20-30%). נתוני צריכות המים בעיר מחולקים לסקטורים של צריכת מים למגורים, לחינוך וספורט, לגינון ציבורי, לבנייה ולתעשייה וכן סך צריכת המים בעיר ופחת המים (על פי נתוני הלמ"ס).



נתוני צריכת החשמל לאספקת המים לעיר התקבלו מנתוני חברת חשמל, לשנים 2001 ו 2007 (לשנת 2000 לא נמצאו נתונים זמינים).

להלן ריכוז נתוני צריכת המים הכללית ובסקטורים השונים ופחת המים (טבלה 6) ונתוני פליטות גזי חממה כתוצאה מצריכת החשמל עבור שינוע ואספקת המים לעיר (טבלה 7).

טבלה 6. סיכום נתוני צריכת ופחת המים

2007	2001	פרמטר
17,097	15,691	תקבולי מים שנתיים (אלמ"ק)
15,735	14,532	צריכת מים כללית (אלמ"ק)
1,362	1,159	פחת מים (אלמ"ק)
8	7.4	פחת מים (%)
11,188	10,356	צריכת מים למגורים (אלמ"ק)
733	941	צריכת מים לחינוך וספורט (אלמ"ק)
1,877	1,400	צריכת מים לגינון ציבורי (אלמ"ק)
96	94	צריכת מים לבניה (אלמ"ק)
496	690	צריכת מים לתעשייה (אלמ"ק)

טבלה 7. סיכום נתוני צריכת החשמל עבור שינוע ואספקת המים

שנה	כמות מים מסופקת שנתית (אלמ"ק)	צריכת חשמל שנתית (קוט"ש)	פליטת ECO_2 (טון)
2001	16,697	2,238,859	1,882
2007	17,097	2,556,964	2,017

להלן טבלה המרכזת את נתוני הפליטות השנתיות של גזי חממה כתוצאה מאספקת מים לעיר, שינוע שפכי העיר לשפד"ן והטיפול בהם לשנים 2000/1 ו 2007.

טבלה 8. סיכום נתונים מאספקת מים, שינוע וטיפול בשפכים

2007		2000/1		
פליטת ECO_2 (טון לשנה)	צריכת חשמל שנתית (קוט"ש)	פליטת ECO_2 (טון לשנה)	צריכת חשמל שנתית (קוט"ש)	
253.4	321,276	196.4	233,636	שינוע שפכים
3,922.4	4,972,380	4,809.5	5,720,000	טיפול בשפכים
2,017	2,556,964	1,882.5	2,238,859	אספקת מים
6,193	5,549,620	6,889	8,192,495	סה"כ

2.1.5 פסולת

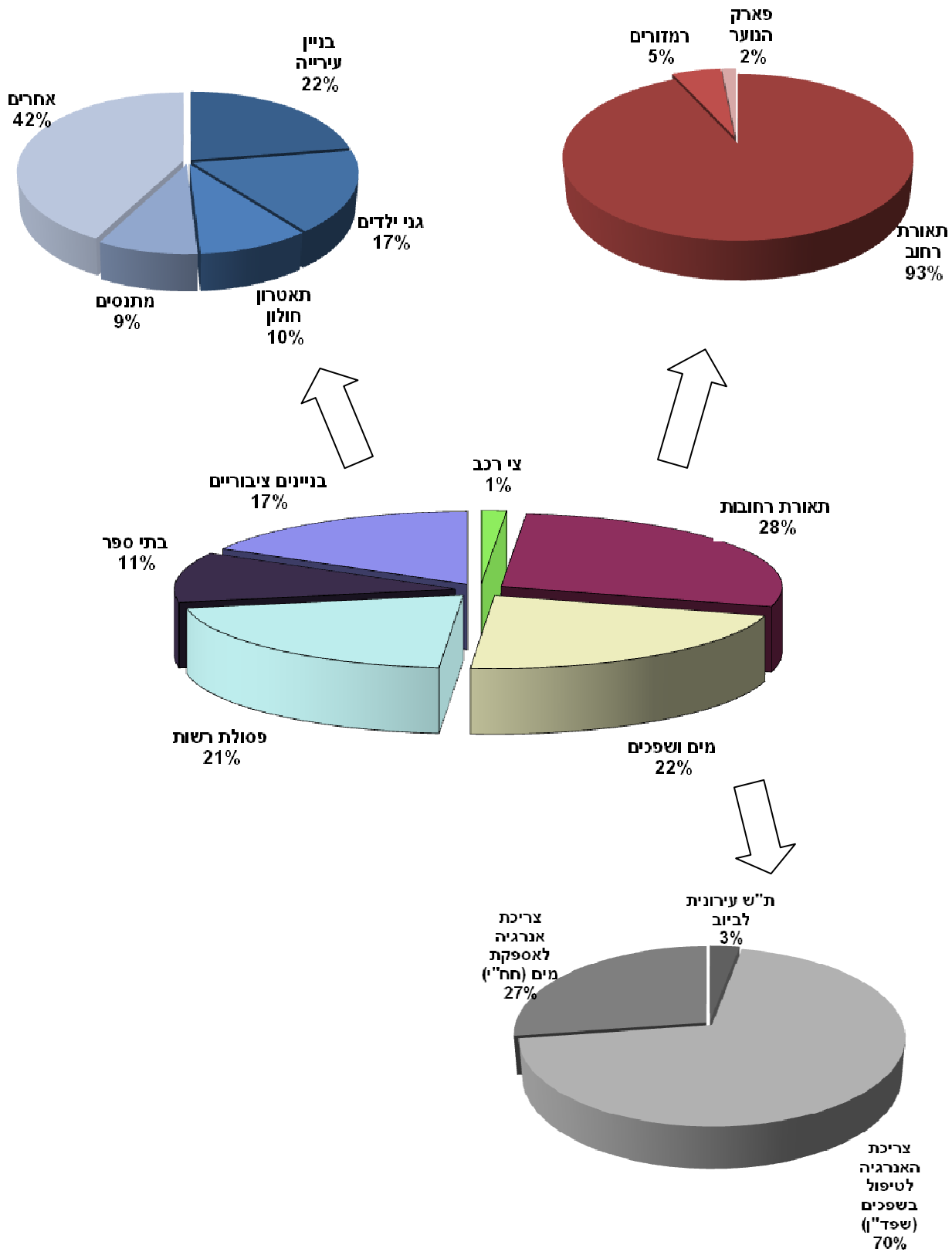
סקטור זה מתייחס לפליטות גזי חממה כתוצאה משינוע הפסולת והטמנתה ברמת הרשות. תיאור סקטור הפסולת מכיל את נתוני הפסולת המוטמנת והממוחזרת, שינוע הפסולת עד לחירייה וכן שינוע הפסולת מחירייה לאתרי ההטמנה. כיוון שלא קיימים נתונים נפרדים ברמת הרשות, חושבו הנתונים כ 3% מסך הפסולת והנסועה של העיר (ראה פסולת ומחזור ברמת התושבים) על פי הנחיות פורום ה 15. להלן טבלה עם נתונים המייצגים את אותם 3%.

טבלה 9. סיכום נתונים משינוע והטמנת פסולת (3% ברמת הרשות)

2007		2000		
פליטת ECO ₂ (טון)	צריכת סולר שנתית (ליטר/שנה)	פליטת ECO ₂ (טון)	צריכת סולר שנתית (ליטר/שנה)	
3,690.8		6,505.5		פסולת מוטמנת
0.3	89,000	0.3	89,000	שינוע פסולת עד תחנת מעבר בחיריה
0.1	28,000	0.1	30,000	שינוע פסולת מחיריה לאתרי הטמנה
3,691	117,000	6,506	119,000	סה"כ

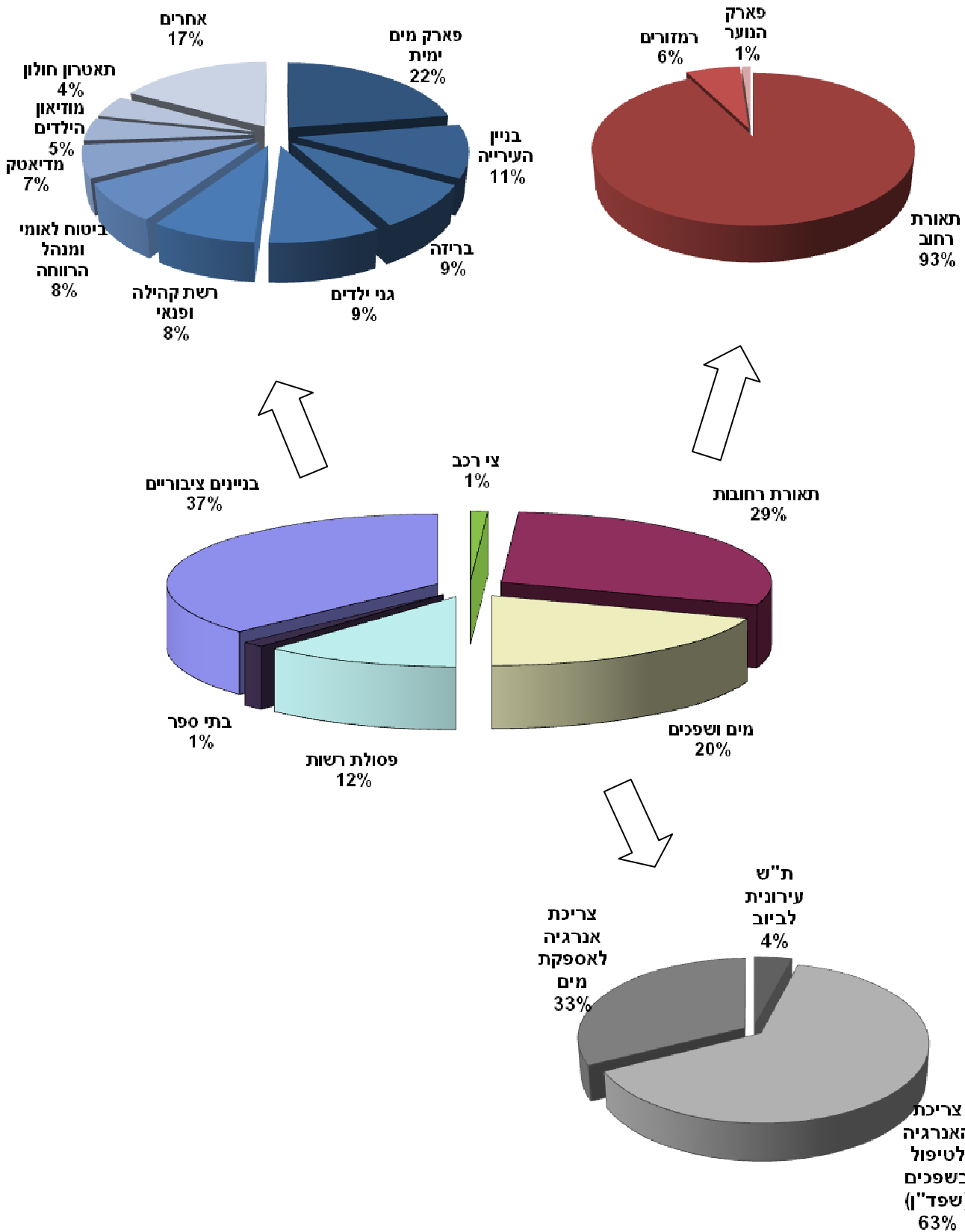
2.1.6 סיכום רשות

סיכום התפלגות פליטות גזי חממה ברמת הרשות לשנת 2000 מוצג באיור הבא.



איור 5. פליטות גזי חממה לפי מקורות לשנת 2000, רמת הרשות

סיכום התפלגות פליטות גזי חממה ברמת הרשות לשנת 2007 מוצג באיור הבא.



איור 6. פליטות גזי חממה לפי מקורות לשנת 2007, רמת הרשות

2.2 רמת תושבים

סקר פליטות ברמת התושבים כולל פליטות בחלוקה לסקטורים הבאים:

- ביתי
- מסחרי
- תעשייתי
- תחבורה
- פסולת

2.2.1 ביתי

הסקטור הביתי מאופיין בתרומה ניכרת לפליטת גזי חממה, כתוצאה מצריכת חשמל גבוהה לשימושים השונים בבתי מגורים. פירוט צריכת החשמל של מגוון מכשירים חשמליים ביתיים לדוגמא, מוצג בטבלה להלן:

טבלה 10. צריכת חשמל במכשירים ביתיים³

צריכת חשמל במכשירים ביתיים (קוט"ש)	
מקרר ללא הצטברות קרח	4.1-0.55 ליממה
דוד חימום מים	3-2 לשעה
פלטת חשמלית ("פלטת שבת")	0.4-0.33 לשעה
מדיח כלים "גדול"	2.2-1.5 לפעולה
תנור חימום	3.5-0.5 לשעה
מזגן מפוצל/מיני מרכזי	5.2-0.8 לשעה
מכונת כביסה	3.0-1.4 לפעולה
נורת ליבון	0.2-0.02 לשעה
טלוויזיה	0.15-0.04 לשעה
מחשב	0.15-0.11 לשעה

צריכת החשמל הביתית מהווה, לפי נתוני חברת חשמל לשנת 2007, 30.5% מהצריכה הכללית בישראל, והינה הסקטור הצרכני הגדול ביותר מבחינת תרומתה לפליטת גזי חממה.

נתוני צריכת החשמל מהסקטור הביתי התקבלו מחברת החשמל לישראל ומתייחסים לשנים 2001 ו 2007.

צריכות סולר וגפ"מ חושבו בהתאם להנחיות פורום ה 15, על פי הצריכה הארצית בסקטור המגורים, כפי שהתקבלו ממשד התשתיות ובהתאם לחלק היחסי של אוכלוסיית חולון מכלל אוכלוסיית ישראל. בשנים 2000 ו 2007 היוותה אוכלוסיית חולון כ 2.6% וכ 2.3% בהתאמה מכלל אוכלוסיית ישראל. המרת היחידות מטון דלק לשנה לליטר דלק לשנה, נעשתה ע"י הכפלה בצפיפות הסגולית של סולר וגפ"מ מנתוני בתי הזיקוק. הטבלה הבאה מציגה את סיכום הצריכות והפליטות מהסקטור הביתי עבור השנים 2000 ו 2007.

³ חברת חשמל לישראל - <http://www.israel-electric.co.il>



שנה	2000	2007
צריכת חשמל (קוט"ש)	303,304,652 ⁴	349,905,500
צריכת סולר (ליטר)	1,683,352	1,313,211
צריכת גפ"מ (ליטר)	6,338,302	7,291,824
סה"כ פליטה CO_2 (טון)	269,540	290,930

2.2.2 מסחרי

חולון מאופיינת במספר רב של עסקים, שחלקם אף ייחודים לעיר (בתי קירור למיניהם, מוסכים מורשים ועוד). נכון לאפריל 2009, על פי מחלקת רישוי עסקים, קיימים בחולון כ-3,104 עסקים המסווגים לסקטורים על פי החלוקה הבאה:

סוג העסק על פי רישוי עסקים	מספר עסקים
בריאות ורוקחות	387
דלק ואנרגיה	24
חקלאות	27
מזון	897
מים ופסולת	17
מסחר ושונות	358
עונג ציבורי	103
רכב ותחבורה	262
שירותי שמירה ואבטחה	9
תעשייה, מלאכה, כימיה ומחצבים	1020
סה"כ	3104

⁴ נתונים עבור שנת 2001

נתוני צריכת החשמל של הסקטור, התקבלו מחברת חשמל עבור השנים 2001 ו 2007 ככלל הצריכה בסקטור המסחרי והציבורי. לשם חישוב הפליטות מהסקטור זה ברמת התושבים הופחתה מהצריכה הכוללת צריכת החשמל של הבניינים הציבוריים העירוניים ברשות, כפי שהוצגה בפרקים הקודמים. בטבלה הבאה מוצגת צריכת החשמל והפליטה הנובעת מצריכה זו לסקטור המסחרי ברמת התושבים.

טבלה 12. סיכום נתונים לסקטור המסחרי

שנה	2001	2007
צריכת חשמל (קוט"ש)	146,860,080	182,046,685
סה"כ פליטה CO_2 (טון)	123,484	143,604

2.2.3 תעשייתי

נתוני צריכת החשמל מהסקטור התעשייתי התקבלו מחברת חשמל עבור השנים 2001 ו 2007. נתוני צריכת הדלקים בתעשייה עבור שנת 2000 התקבלו במרוכז ממשרד התשתיות כנתון כולל לכל התעשייה (ללא בית חולים וולפסון), ומבוססים על דיווחים המתקבלים באופן שוטף מהמפעלים. עבור שנת 2007 התקבלו נתוני צריכת דלקים מעודכנים מהמשרד להגנת הסביבה, מחוז תל אביב.

טבלה 13. סיכום נתונים לסקטור התעשייתי

שנה	2000	2007
צריכת חשמל (קוט"ש)	⁵ 72,525,733	87,834,262
צריכת סולר (ליטר)	21,000	4,594,282
צריכת גפ"מ (ליטר)	505,455	526,600
צריכת מזוט (ליטר)	441,935	2,835,417
סה"כ פליטה CO_2 (טון)	63,068	91,261

⁵ נתון לשנת 2001

2.2.4 תחבורה

סקטור זה כולל את פליטות גזי חממה מכלל כלי הרכב בחולון (ללא צי הרכב השייך לעירייה). הנתונים לפיהם חושבה הפליטה הינם נסועה כוללת שנתית בק"מ בתחומי הרשות על פי חלוקה לסוגי כלי רכב, צריכת דלק לכלי רכב ומספר רכבים על פי סוגים נתוני הנסועה התקבלו מנת"ע באמצעות פורום ה – 15 ומתייחסים לשנים 2000 ו 2009, כנתונים יומיים. לצורך הערכת נסועה שנתית הונחו 300 ימים בשנה (ללא שבתות וחגים). בנוסף, הונח כי כל כלי הרכב הפרטיים צורכים בנזין וכל האוטובוסים והמשאיות צורכים סולר. ייתכן ונתוני הנסועה של המשאיות כוללים את נתוני הנסועה של רכבי פינוי ושינוע פסולת. לעת עתה לא ניתן לבצע הפרדה בין השניים ולכן תיתכן כפילות בנתונים. בטבלאות הבאות מוצג סיכום נתוני התחבורה לשנים 2000 ו 2009.

טבלה 14. סיכום נתוני תחבורה, 2000

סוג כלי רכב	פרטי	משאית	אוטובוס
נסועה כוללת בתחומי הרשות (ק"מ)	378,388,200	12,986,100	4,329,900
צריכת סולר (ליטר)	-	5,064,579	1,385,568
צריכת בנזין (ליטר)	40,109,149	-	-
סה"כ פליטה CO_2 (טון)	115,375	14,476	3,960

טבלה 15. סיכום נתוני תחבורה, 2009

סוג רכב	פרטי	משאית	אוטובוס
נסועה כוללת ברשות (ק"מ)	474,828,000	20,353,200	4,760,700
צריכת סולר (ליטר)	-	7,937,748	1,523,424
צריכת בנזין (ליטר)	50,331,768	-	-
סה"כ פליטה CO_2 (טון)	144,781	22,688	4,354

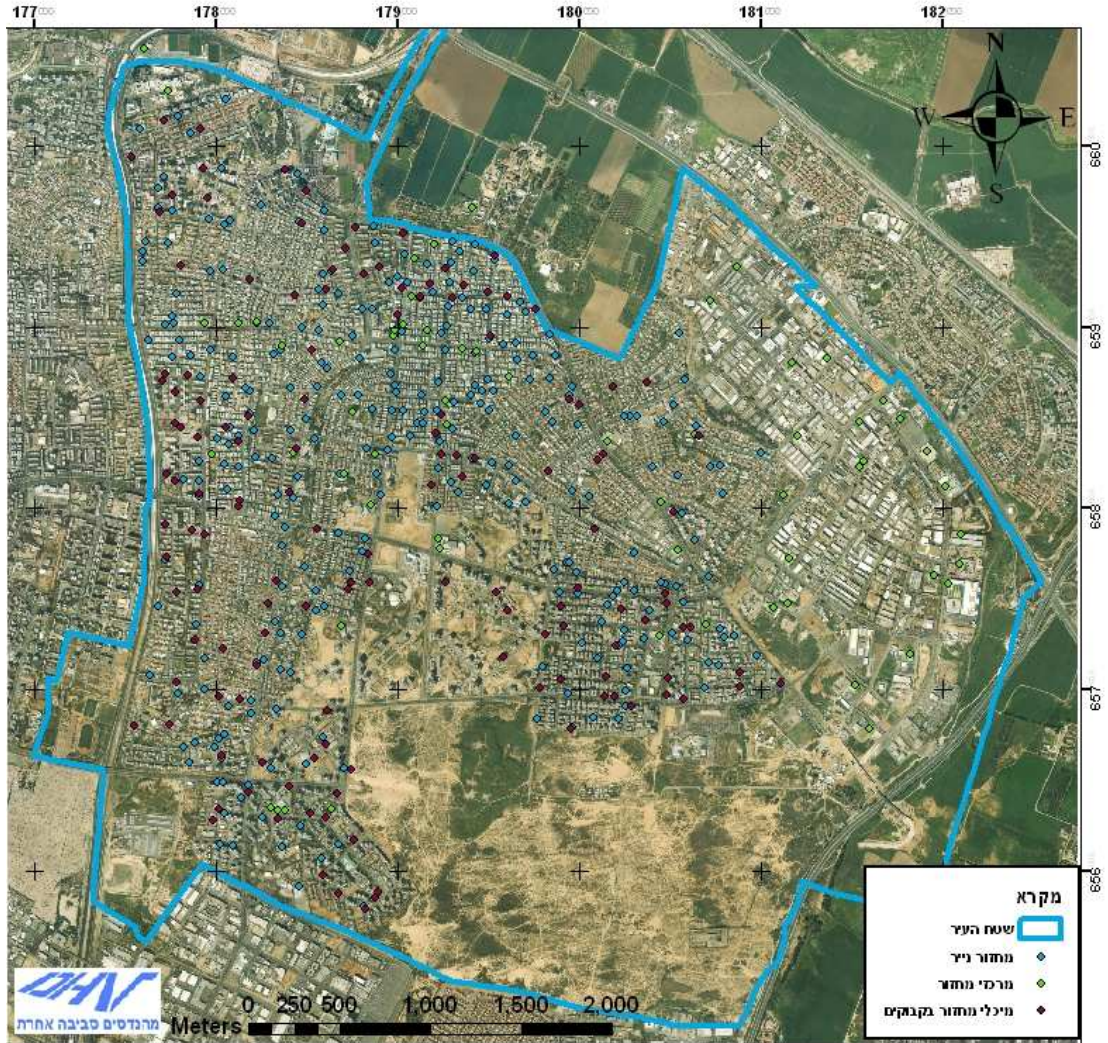
2.2.5 פסולת

סקטור זה מתייחס לפליטות גזי חממה כתוצאה משינוע הפסולת העירונית והטמנתה. פליטת גזי החממה כתוצאה מפסולת כוללת שני מרכיבים – האחד, פליטת גז מתאן כתוצאה מפירוק החומר האורגאני שבפסולת המוטמנת והשני כתוצאה משינוע הפסולת ושריפת סולר. הפסולת המיוצרת בעיר ממוחזרת בחלקה. המחזור נעשה לגזם, לקרטון ונייר, לפלסטיק (עד 1.5 ליטר ומעל 1.5 ליטר), לפחיות, לזכוכית, לסוללות ולעיתונים. בנוסף, נעשה מחזור של חלק מהפסולת הביתית המעורבת באתר חירייה על ידי חברת חץ אקולוגיה. נתוני המחזור והפסולת המוטמנת נתקבלו מהעירייה. להלן טבלה המסכמת את כמויות הפסולת המיוצרות, הממוחזרות והמועברות להטמנה (הפסולת הממוחזרת מסומנת ברקע ירקרק בטבלה).

טבלה 16. ריכוז נתוני פסולת להטמנה ומחזור פסולת

סוג הפסולת	מתקן קולט	כמות 2000 (טון/שנה)	2007/8 (טון/שנה)
פסולת להטמנה	חירייה ואפע/גני הדס	102,288	98,421
פסולת ביתית לחץ אקולוגיה	חירייה		647
גזם	חירייה	12,958	12,750
קרטון ונייר	חירייה		3
בקבוקי פלסטיק (מעל 1.5 ליטר)	חברת אביב	0	49
בקבוקי פלסטיק (עד 1.5 ליטר)	אלי"ה		101
פחיות	אלי"ה		95
זכוכית	אלי"ה		716
סוללות	א.ש תעשיות אקולוגיה ישראל		2
קרטון ונייר (מלקוחות פרטיים)	אמניר וטל-ניר	1,659	2,170
נייר עיתון	טל-אל	423	840
פסולת בנין מעורבת	אתר אקולוגי	10,592	7,357
סה"כ להטמנה (טון/שנה)		112,880	105,778
סה"כ מחזור (%)		11.76	13.46

האיור הבא מציג את תפרוסת מתקני המחזור על סוגיהם השונים בעיר חולון.



איור 7. תפרוסת מתקני מחזור בחולון

כל סוג פסולת שממוחזרת משונעת בנפרד, פרט לפסולת ביתית בחץ אקולוגיה, המשונעת עם שאר הפסולת לחירייה. שאר הפסולת המיוצרת בעיר משונעת לתחנת המעבר בחירייה ומשם לאתרי הטמנה באפעה וגני הדס. שינוע הפסולת נעשה על ידי מספר רכבי עירייה וכן על ידי מספר קבלנים חיצוניים (חברת צבי כהן, חברת מנוף לגזם, חברת טל-אל לניירות עיתון), עם סך כל 43 משאיות. נתוני שינוע הפסולת מאתר חירייה לאתרי ההטמנה באפעה וגני הדס חושבו על פי נתון של כ 30 טון למשאית, שהתקבל מאיגוד ערים דן. נתוני שינוע הפסולת התקבלו ממחלקת התברואה בעירייה. לא נמצאו נתוני שינוע פסולת עד חירייה לשנת 2000 ומפאת החוסר, הונחו נתוני שינוע זהים לאלו של שנת 2007.

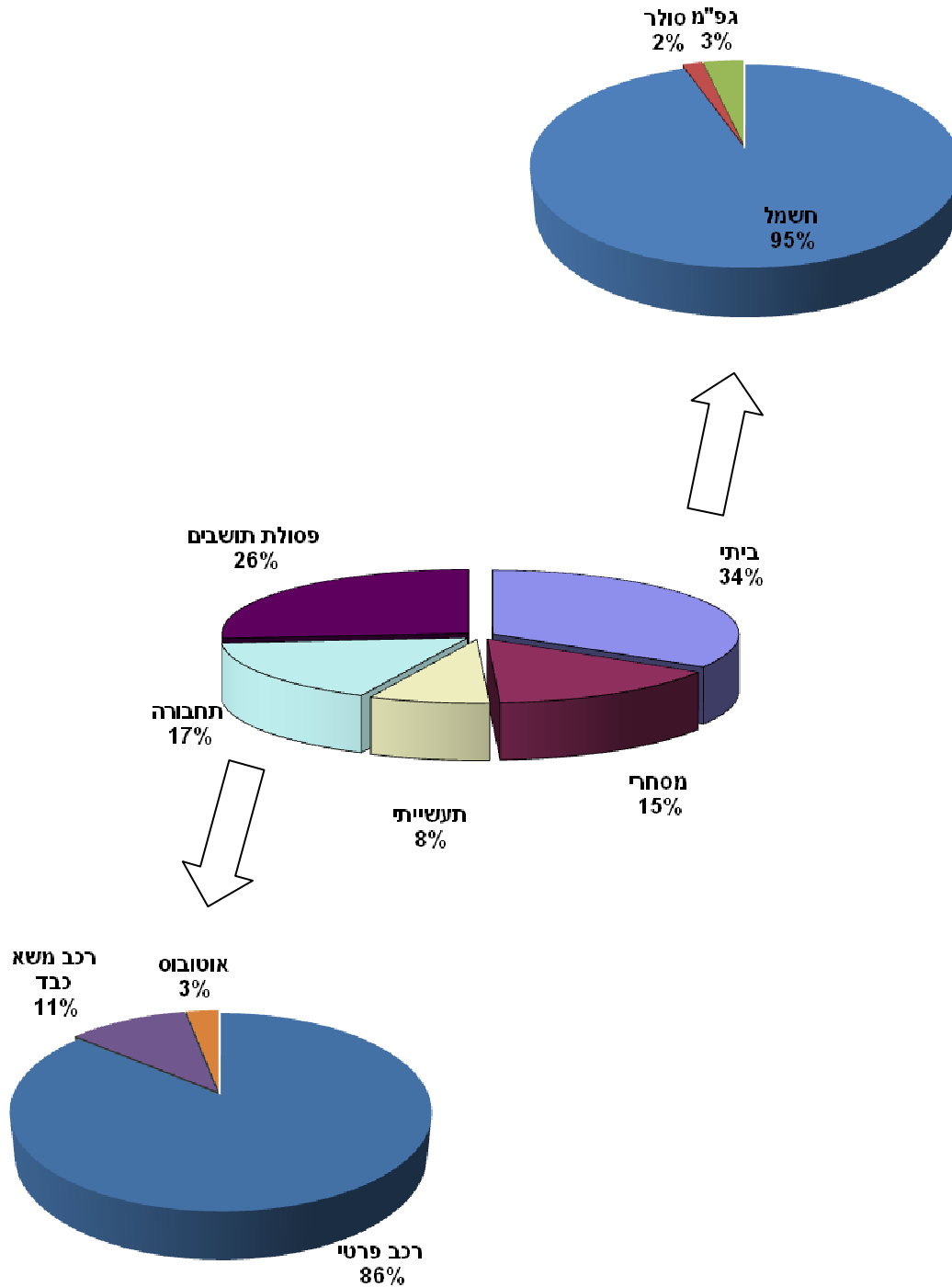
טבלה 17. סיכום נתוני פליטת גזי חממה משינוע והטמנת פסולת

2007		2000		
פליטת ECO ₂ (טון)	צריכת סולר שנתית (ליטר/שנה)	פליטת ECO ₂ (טון)	צריכת סולר שנתית (ליטר/שנה)	
98,421		210,345		פסולת מוטמנת
8.5	2,979,418	8.52	2,979,418	שינוע פסולת עד תחנת מעבר בחיריה
2.7	949,763	2.89	1,012,157	שינוע פסולת מחיריה לאתרי הטמנה
119,346	3,810,336	210,356	3,871,915	סה"כ

מתוך טבלה 17 ניתן לראות כי חלה ירידה ניכרת בפליטות בשנת 2007 ביחס לשנת 2000. הירידה נובעת מהפחתת כמות הפסולת המועברת להטמנה כפי שניתן לראות בטבלה 16, אך בעיקר כתוצאה מהגברת איסוף גז המתאן במטמנות, דבר המונע את פליטת גזי החממה לאוויר.

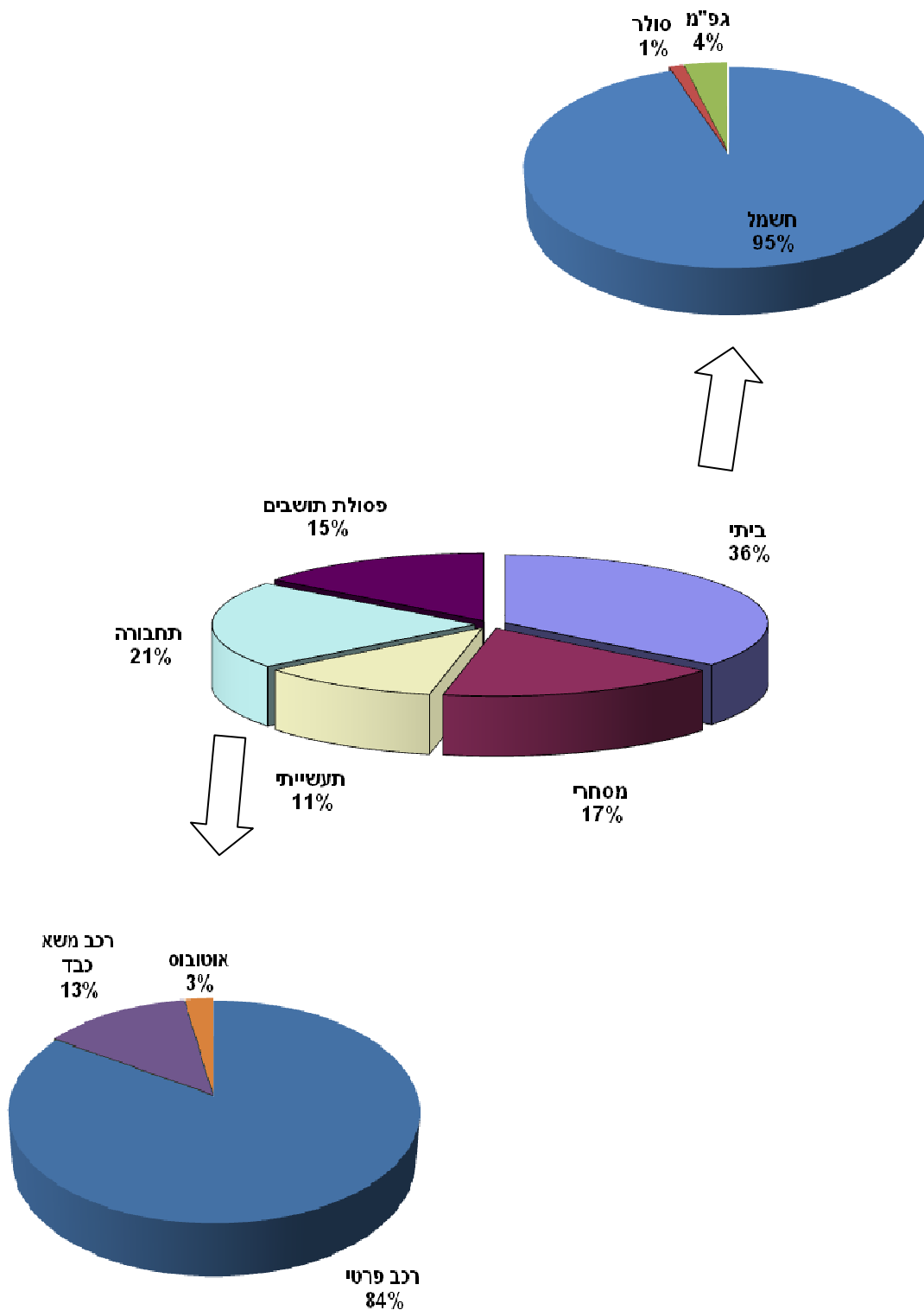
2.2.6 סיכום תושבים

התפלגות פליטות גזי חממה על פי הסקטורים ברמת התושבים לשנת 2000 מוצגת באיורים הבאים.



איור 8. פליטות גזי חממה לפי מקורות לשנת 2000, רמת תושבים

התפלגות פליטות גזי חממה על פי הסקטורים ברמת התושבים לשנת 2007 מוצגת באיורים הבאים.



איור 9. פליטות גזי חממה לפי מקורות לשנת 2007, רמת תושבים



השינויים בהתפלגות הפליטות בין השנים 2000 ו 2007 ברמת התושבים נובעים מהשינוי בסקטור הפסולת. בעקבות איסוף מוגבר של גז המתאן הנפלט במטמנות ישנה ירידה בפליטת גזי חממה מסקטור הפסולת, סקטור משמעותי ביותר בהיקף הפליטות. על כן כל שינוי בפליטות של סקטור זה משפיע באופן מיידי על התפלגות הפליטות בין הסקטורים השונים.

3 תחזית פליטות

תחזית פליטות גזי חממה מתבססת על עקרון "עסקים כרגיל". תרחיש זה מבוסס על המשך פעילות וגידול אופייני על פי מדדים שונים כפי שידועים כיום. תרחיש עסקים כרגיל אינו לוקח בחשבון שינויים דרסטיים ולא צפויים כגון סגירת מתקנים, שינויי אוכלוסיה גדולים, אסונות טבע וכדומה. תחזית הפליטות בנויה על פי סוגי הדלקים ומאפייניהם כפי שידועים היום. בשלב זה של העבודה נבנתה תחזית פליטות לשנת 2020 ונעשתה השוואה לפליטות המחושבות לשנת הבסיס, שנת 2000. תחזית הפליטות בנויה על פי תחזית גידול של האוכלוסייה (כולל שכונת מולדת) כפי שהתקבלה מאגף תכנון אסטרטגי בעירייה. עד שנת 2020 צפויה עליה של כ 13% ו 12% באוכלוסיית חולון ביחס לשנת 2000 ו 2007 בהתאמה. מתודולוגית חישוב תחזית הפליטות עבור כל סקטור מוצגת להלן.

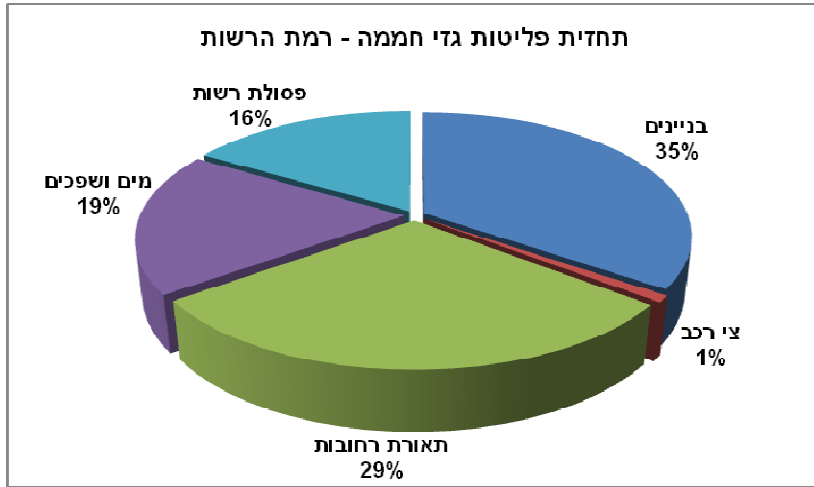
• רמת הרשות

- מבנים ציבוריים – המבנים הציבוריים באים לשרת את תושבי העיר ולכן חושבה עליה בצריכת החשמל של 12.5%, כפי שמתקבל מתחזית הגידול באוכלוסיה. צריכות הדלקים ב"ימית 2000" וב"בריזה" חושבו אף הן על פי הגידול באוכלוסיה תוך שימת דגש של מעבר מוחלט משימוש בסולר לגפ"מ, על פי תוכנית המעבר לשימוש בגפ"מ, כפי שהתקבלה מ"ימית 2000".
- צי רכב עירוני – על פי נתונים שהתקבלו ממחלקת תחבורה בעירייה, לא צפוי שינוי במצבת כלי הרכב של העירייה. לאורך השנים נעשית החלפה של כלי רכב ישנים בכלי רכב חדשים. בהתאם לזאת ולאור התרומה הנמוכה יחסית של סקטור זה לפליטות גזי חממה הוחלט בשלב זה לקבוע לשנת 2020 את הפליטות כפי שחושבו עבור שנת 2007.
- תאורת רחוב – על פי נתונים שהתקבלו מאגף ניהול הפרויקטים בעירייה בין השנים 2000-2007 נוספו בכל שנה בממוצע כ 2 מונים לרמזורים ו 2 גופי תאורה. על פי מדדים אלה הצפי עבור שנת 2020 הינו כ 174 מונים לתאורת רחוב וכ 69 מונים לרמזורים. מחישוב הפליטות עבור שנת 2007 עולה כי הפליטה הסגולית של ECO_2 לסוגי התאורה השונים הינה: 53.37 ECO_2 למונה בתאורת רחוב וכ 13.24 ECO_2 למונה ברמזורים. בהתאם לכך חושבה הפליטה עבור שנת התחזית 2020 מתאורת רחוב, כאשר הפליטה מתאורה בפארק הנוער נשארה זהה לשנת 2007 על פי הנחה כי פארק זה אינו צפוי להתרחב בעתיד.
- מים ושפכים – צריכת המים מושפעת מגודל האוכלוסייה בעיר, כתוצאה מכך פליטות מסקטור זה חושבו על פי תחזית הגידול באוכלוסיית העיר עד שנת 2020.
- פסולת – מחושב כ 3% מסך הפליטות המיוחסות לטיפול בפסולת כפי שמחושב ברמת התושבים.

• רמת התושבים

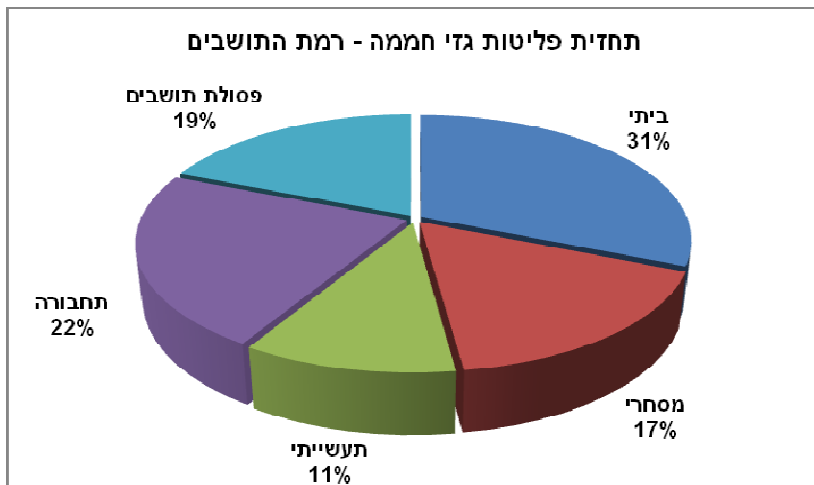
- **ביתי – פליטות גזי חממה מהסקטור הביתי מחושבות מצריכות החשמל והדלקים לשימושים הביתיים. התחזית חושבה על פי גידול הצריכה הן של הדלקים והן של החשמל בהתאם לגידול האוכלוסייה הצפוי עד שנת 2020.**
- **מסחרי – הסקטור המסחרי בא לתת מענה לצורכי תושבי העיר, לכן חישוב הפליטות של גזי חממה החזויות מסקטור זה נעשה בהתאם לגידול האוכלוסייה הצפוי בעיר עד שנת 2020.**
- **תעשייתי - פליטות גזי חממה בסקטור התעשייתי מקורם מצריכות חשמל ודלקים. לצורך התחזית חושב הגידול הממוצע בצריכות החשמל בין השנים 2001-2007, הונח כי הגידול הממוצע קבוע עד שנת 2020. צריכות הדלקים בשלב זה הושארו כפי שהתקבלו עבור שנת 2007 מהמשרד להגנת הסביבה.**
- **תחבורה – תחזית הפליטות מתחבורה עבור תרחיש עסקים כרגיל חושבה בעזרת מודל נת"ע להערכת נתוני נסועה. התרחיש מייצג גידולי נסועה ממוצעים בשנה של 3%, 5% ו1% לרכב פרטי, משאיות ואוטובוסים בהתאמה.**
- **פסולת – תחזית כמויות הפסולת היא לשנת 2018 והתקבלה מתוכנית האב לפסולת שהוגשה לעירייה.**

סיכום תחזית הפליטות מהסקטורים לשנת 2020 מוצג להלן.



פ"ח	סה"כ eCO2 (טון)
בניינים	12,951
צי רכב	325
תאורת רחובות	10,990
מים ושפכים	6,959
פסולת רשות	6,122
סה"כ	37,347

רמת הרשות

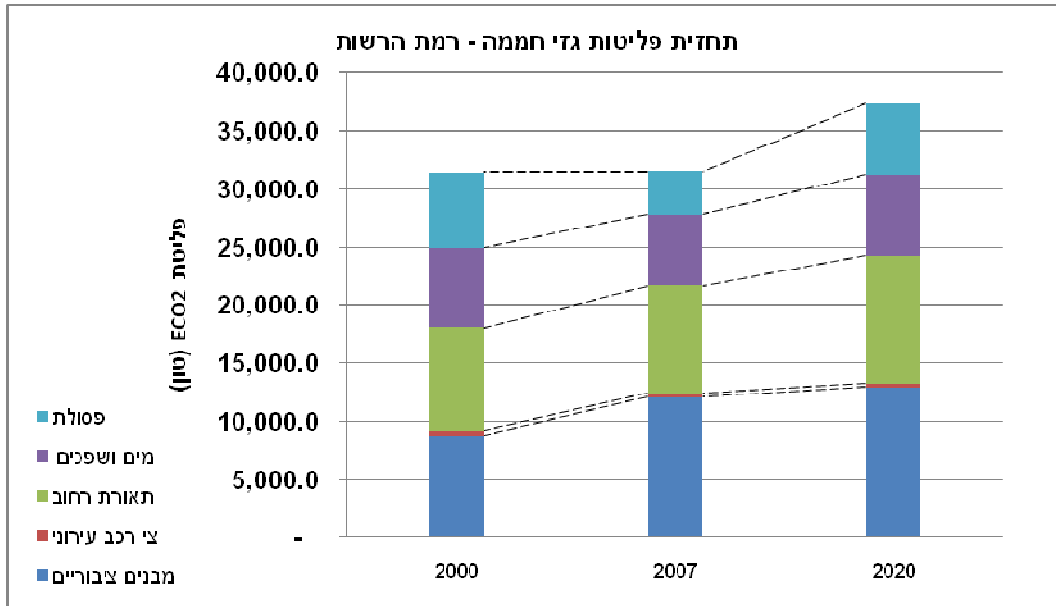


פ"ח	סה"כ eCO2 (טון)
ביתי	326,906
מסחרי	174,205
תעשייתי	112,298
תחבורה	235,264
פסולת תושבים	197,950
סה"כ	1,046,623

רמת התושבים

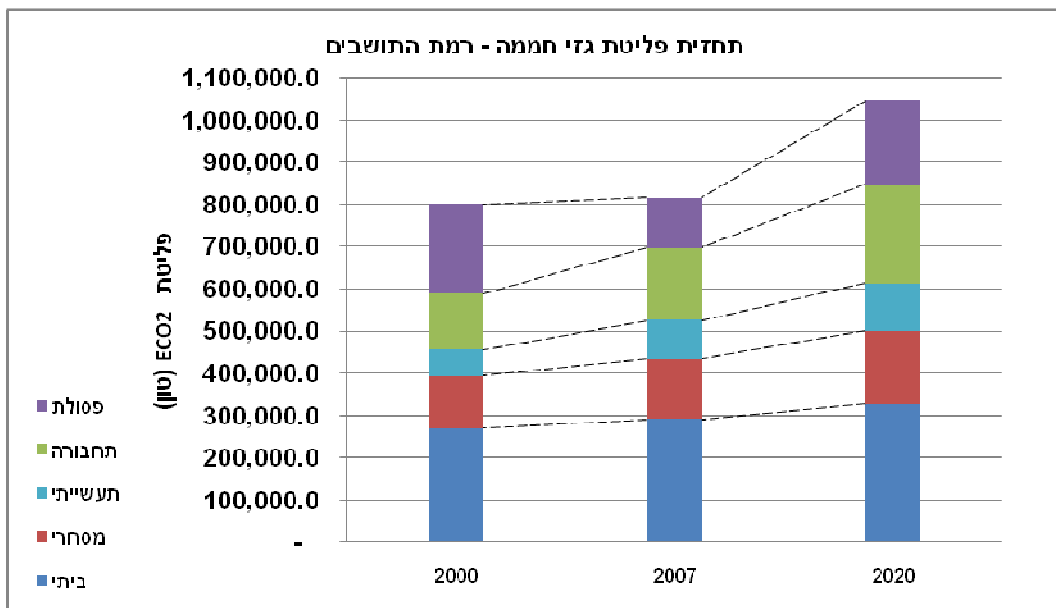
איור 10. תחזית פליטות גזי חממה לשנת 2020 על פי סקטורים

איור 11 מציג את תחזית הפליטה של גזי חממה ברמת הרשות לשנת 2020 על פי תרחיש עסקים כרגיל בחמשת הסקטורים.



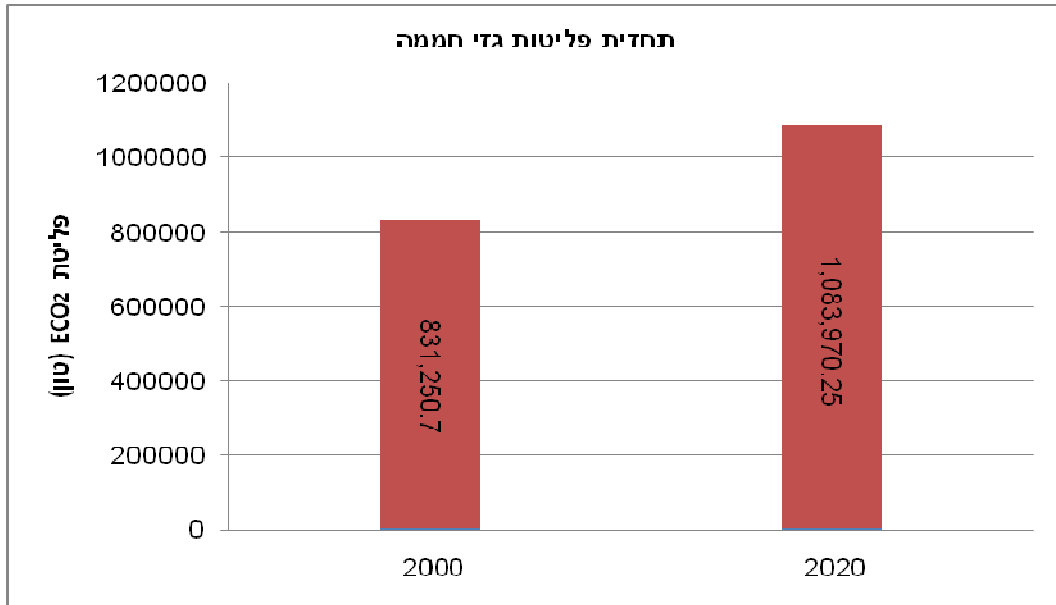
איור 11. תחזית פליטות גזי חממה, רמת הרשות

איור 12 מציג את תחזית הפליטה של גזי חממה ברמת התושבים בשנת 2020 על פי תרחיש עסקים כרגיל בחמשת הסקטורים.



איור 12. תחזית פליטות גזי חממה, רמת התושבים

האיור הבא מציג את תחזית הפליטה של גזי חממה לשנת 2020 בעיר חולון ואת הפליטה המחושבת לשנת 2000.



איור 13. תחזית פליטות גזי חממה, כללי

איורים 11-13 מציגים את תחזית פליטות גזי החממה שנסקרו במסמך זה, על פי תרחיש "עסקים כרגיל" עבור העיר חולון. האיורים מציגים את תחשיבי הפליטות בהתאם להנחיות ולחלוקה הסקטוריאלית של פורום ה-15. באיור 13 ניתן לראות כי על פי תחזית "עסקים כרגיל" בשנת 2020 צפויה, עליה של 30.4% בפליטות גזי חממה המשויכות לעיר חולון.

4 מצאי פליטות לאוויר

מצאי הפליטות הינו מצאי פליטות עירוני שנתי לחמישה מזהמים: תחמוצות גופרית (SO_2), תחמוצות חנקן (NO_x), חלקיקים (PM), מרכיבים אורגניים נדיפים (NMVOC) וחד תחמוצת הפחמן (CO). המצאי נעשה עבור שנת 2007 וכולל מקורות מוקדניים (פליטות מארובות) ומקורות שאינם מוקדניים (פליטות שטח) מסקטורים של תעשייה, מגורים, תחנות דלק, מוסדות ותחבורה.

מתודולוגיית הכנת מצאי הפליטות למקורות מוקדניים מבוססת על גישת $bottom\ up^6$ של ה EPA (הסוכנות האמריקאית הסביבתית).

מאפייני גישה זו, מפורטים להלן:

- הגישה אופיינית למצאי פליטות ממקורות מוקדניים, אולם ניתנת ליישום גם במצאי פליטות ממקורות שטח, אם קיימים נתוני פליטה על פי סקרים מקומיים.
- ליישום השיטה נדרשים משאבים רבים לאיסוף מידע מכל מקור על אופי הפעילות, הפליטה ומקדמי הפליטה.
- התוצאה הינה מצאי מדויק (לעומת גישת ה- top down), משום שהמידע נאסף מכל מקור בנפרד ולא מחושב מהערכות ברמה ארצית או אזורית.

השיטות המקובלות ביותר להערכת פליטות למטרות מצאי פליטה של מזהמים עיקריים (כגון: תחמוצות גופרית, תחמוצות חנקן, חלקיקים, CO), מוצגות להלן. דירוגן מ 1 עד 8 מציג את סדר עדיפותן לפי המלצות ה EPA:

1. נתוני ניטור רציף- ניטור רציף עם זמני מיצוע קצרים.
2. נתוני דיגום- ניתן לחשב פליטות בזמני מיצוע שונים באמצעות אקסטרפולציה.
3. מאזני מסה – חישובים הנדסיים של צריכות, איבודי חומר תהליכים וכו'.
4. מקדמי פליטה- יחס בין פליטה לפעילות המתרחשת במתקן/מפעל. מקדמי הפליטה מייצגים בדרך כלל פעילות תעשייתית מסוימת ולא מתקן או מפעל ספציפי.
5. אנליזת דלק- חישוב פליטות על בסיס חוק שימור אנרגיה, למשל לחישוב פליטות SO_2 .
6. מודלים להערכת פליטות- מודלים אמפיריים לדוגמא: LandGem, TANKS.
7. סקרים ושאלונים- בעיקר להבנת תהליכים ספציפיים (בעיקר לחישוב פליטות שטח).
8. שיקול דעת מקצועי- בשיטה זו נעשה שימוש כאשר הערכת פליטה לגבי מתקן ספציפי אינה אפשרית על בסיס הנתונים המתוארים לעיל. לרוב מבוסס על הכרות המומחה עם תהליך היצור והידע המצוי ברשותו.

⁶ Handbook for Criteria pollutant Inventory development, EPA

בקביעת מתודולוגיה לחישוב פליטות ממקורות נקודתיים בשיטת ה-bottom-up, יש להתחשב בגורמים הבאים:

1. זמינות נתונים איכותיים.
2. קביעת מתודולוגיה הניתנת ליישום למקורות הפליטה הרלוונטיים.
3. מטרות המצאי.

שקלול כל הדרישות ומאפייני השיטות השונות הוביל לקביעת המתודולוגיה למצאי זה, המתוארת באופן סכמטי באיור הבא:



איור 14. תיאור סכמטי של בניית מצאי פליטות לאוויר

בפרקים הבאים מפורט מקור הנתונים, אופן חישוב הפליטה השנתית מכל סקטור והפליטה המחושבת.

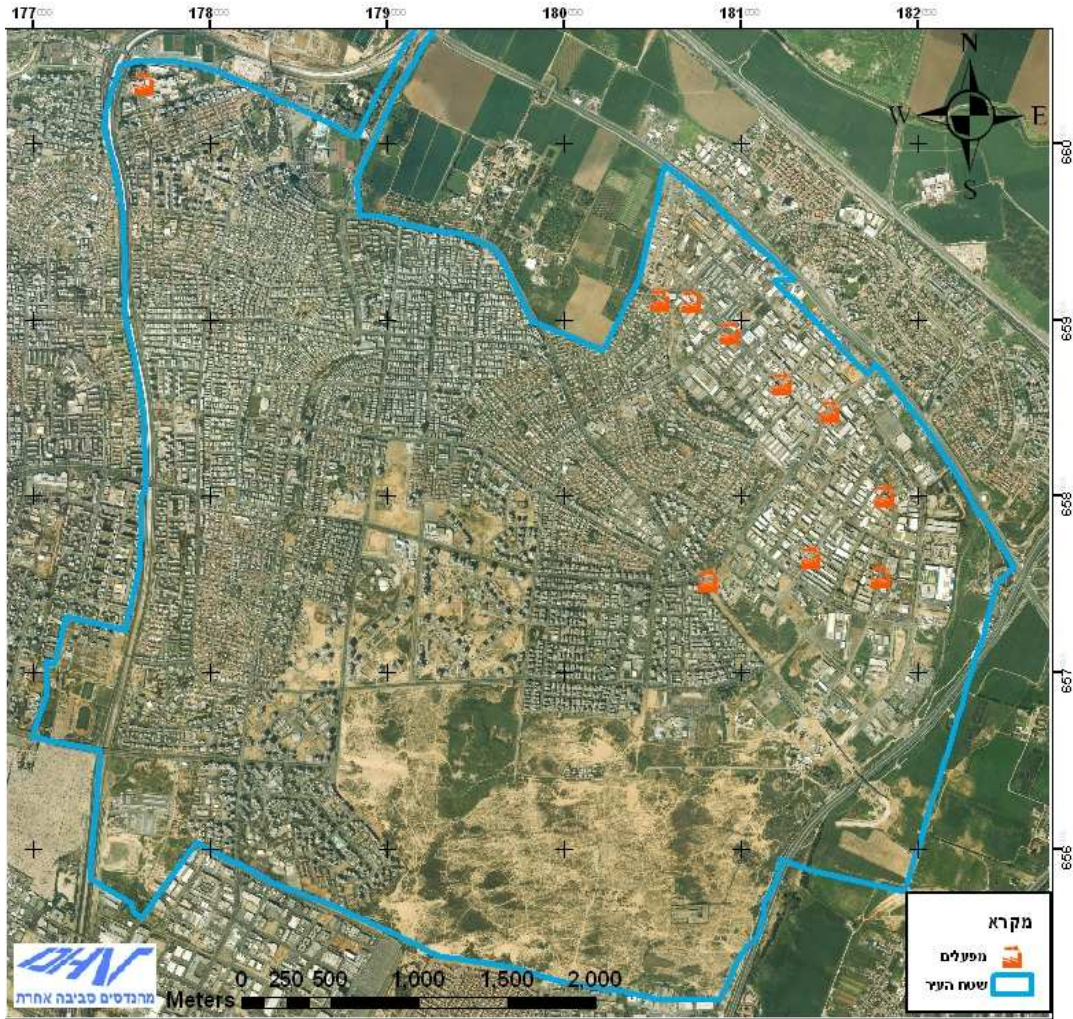
4.1 תעשייה
4.1.1 מקורות מוקדיים

מצאי פליטות מתעשייה מתייחס לפליטות מוקדיות ומבוסס על נתוני דיגום ארובות המבוצע הן על ידי המפעלים והן על ידי המשרד להגנת הסביבה. דיגומי ארובה של המפעלים התקבלו מהמשרד להגנת הסביבה, מחוז תל אביב. רשימת המקורות אשר כלולים במצאי לפי שם המקור ומספר הארובות מוצגת להלן.

טבלה 18. מקורות פליטה מוקדיים

מס"ד	שם מקור	מספר ארובות
1	א.ר.ן סיליקונים	1
2	אגד אגודה שיתופית	7
3	אוסם גבעול	3
4	אלומות	3
5	וולפסון	2
6	מכבסת המלבין	1
7	מצבעת חוטים	1
8	עטיפון	5
9	פיוניר גלופות	5
10	קפה לנדור	1

באיור הבא ניתן לראות את תפרוסת המפעלים לעיל בשטח העיר חולון.



איור 15. תפרוסת מפעלים בעיר חולון

נתוני הדיגומים כוללים ריכוזים וקצבי פליטה שעתיים של המזהמים הנדגמים. לצורך המצאי נקבע קצב פליטה שעתי מייצג לכל מזהם בכל ארובה, וזאת על פי הדיגומים שהתבצעו בה. לחישוב הפליטה השנתית הוכפל הערך השעתי במספר השעות בשנה (לפי 43 שעות שבועיות). עבור בית חולים וולפסון הונחה עבודה רציפה ללא הפסקה כל השנה.

טבלה 19. סה"כ פליטת מזהמים ממקורות מוקדיים

חומרים אורגניים נדיפים	פחמן חד חמצני	חלקיקים	תחמוצות חנקן	תחמוצות גופרית	
11.03	0.18	1.6	4.21	16.48	סה"כ פליטה ממקורות מוקדיים (ק"ג לשעה)
23,295	697	3,442	10,073	34,847	סה"כ פליטה ממקורות מוקדיים (ק"ג לשנה)

4.1.2 מקורות לא מוקדיים

שימוש בממסים בתעשייה תורם ברמות משתנות לפליטה של VOC לאוויר שלא מארובות, פליטות אלו נקראות פליטות לא מוקדיות. סוגי העסקים הרלוונטים ביותר לפליטה בלתי מוקדית של VOC משימוש בממסים בחולון, הינם בתי דפוס, מכוני ניקוי יבש וציפוי מתכות. חישוב הפליטות מבוסס על מקדמי פליטה הלקוחים מ-AP-42⁷. להלן מוצג סיכום הנתונים עבור הסקטורים הרלוונטים.

טבלה 20. פליטות VOC מצריכת ממסים, ק"ג לשנה

קצב פליטה (ק"ג לשנה)	מקדם פליטה	צריכת ממסים שנתית	סקטור	מקור
3,500	1000 ק"ג לטון	3.5 טון	בית דפוס	דפוס אידיאל
5,690	119 ק"ג למ"ק	47.8 מ"ק	בית דפוס	פיוניר גלופות
2,740	119 ק"ג למ"ק	23 מ"ק	בית דפוס	מיבא פלסט
16,000	1000 ק"ג לטון	16 טון	בית דפוס	כריכיית מאירי
8,000	1000 ק"ג לטון	8 טון	בית דפוס	חיש שרותי הדפסה
1,790	119 ק"ג למ"ק	15 מ"ק	בית דפוס	עטיפון
100	1000 ק"ג לטון	0.1 טון	ניקוי יבש	מכבסת המלבין
2,400	1000 ק"ג לטון	2.4	יצור	פוליון לגלופות 2000
22,000	1000 ק"ג לטון	22	ציפוי מתכת	פיוניר גלופות
62,200				סה"כ

⁷ Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, EPA

4.2 תחבורה

פליטות מזהמים מכלי רכב מהוות חלק נכבד מכלל הפליטות ברמה העירונית ומקור חשיפה עיקרי של האוכלוסייה לזיהום אוויר, בשל סמיכות הפליטה לאזרחים הן בגובה הפליטה והן במיקומה. רמת הפליטה משתנה בהתאם לסוג הרכב, מאפייני המנוע, סוג הדלק, שנתון הייצור, מהירות הנסיעה ורמת תחזוקת הרכב. המזהמים העיקריים הנפלטים לפי סוג כלי רכב הינם:

טבלה 21. מזהמים עיקריים לפי סוג רכב

מזהם	רכב בנזין	רכב סולר
חלקיקים		+
תחמוצות חנקן	+	+
חד תחמוצת הפחמן	+	+
חומרים אורגניים נדיפים	+	+

חישוב הפליטות במצאי מבוסס על נתוני הנסועה בק"מ, כפי שהתקבלו מנת"ע באמצעות פורום ה-15 ומתייחסים לנתוני שנת 2009. מקדמי הפליטה התקבלו מהמשרד להגנת הסביבה⁸. נתוני התחבורה כפי שהתקבלו מפורום ה-15 מציגים ק"מ נסיעה יממתי ללא פילוח לגיל כלי הרכב או סוג הדלק. לצורך סקר זה הונחו מספר הנחות, כדלקמן:

- כל כלי הרכב הפרטיים צורכים בנזין
- כל האוטובוסים והמשאיות צורכים סולר
- כל כלי הרכב הפרטיים בעלי ממיר קטליטי
- כל המשאיות הן מעל 4 טון
- נסועה שנתית מייצגת הינה פי 300 מנסועה יומית

הנחות אלו אלה משפיעות באופן ישיר על מקדמי הפליטה ולכן גם על הפליטה המחושבת של כל המזהמים. הנחות אלו הונחו מפאת חוסר נתונים.

טבלה 22. מקדמי פליטה לחישוב פליטות מתחבורה

PM	NO _x	HC	CO	
מקדם פליטה בגרם לק"מ נסיעה				
	0.107	1.18	15.5	כלי רכב פרטי (נסיעה עירונית)
1.87	20	4.87	6.25	אוטובוס
1.18	16.9	2.34	3.51	משאיות

⁸ מקדמים שהתקבלו בשנת 1996

פליטה PM ק"ג לשנה	פליטה NO _x ק"ג לשנה	פליטה HC ק"ג לשנה	פליטה CO ק"ג לשנה	נסועה שנתית (ק"מ)	נסועה יומית (ק"מ)	
	50,807	560,297	7,359,834	474,828,000	1,582,760	פרטי
8,902	95,214	23,185	29,754	4,760,700	15,869	אוטובוס
24,017	343,969	47,626	71,440	20,253,200	67,844	משאיות
32,919	489,990	691,567	7,508,693			סה"כ

4.3 תחנות דלק

תחנות דלק מאופיינות במספר מוקדים/פעילויות בתוך התחנה הפולטים חומרים אורגניים נדיפים (VOC) :

- מילוי מיכלי הדלק של תחנת הדלק
- תדלוק כלי הרכב
- נשמי מיכלים תת קרקעיים
- שפך בעת תדלוק כלי רכב

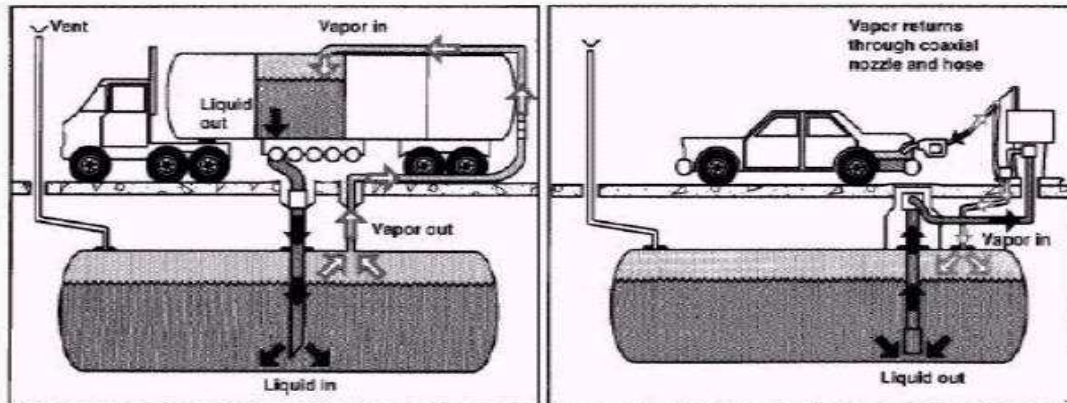
שני המוקדים העיקריים לפליטת VOC הינם מילוי מיכלי הדלק של התחנה ותדלוק כלי הרכב. תחנות דלק מאחסנות לרוב שני סוגי דלקים: בנזין וסולר. פליטה בלתי מוקדית VOC לאוויר מתרחשת מאידוי חומרים אלה מבנזין בלבד, וזאת מכיוון שסולר הינו בעל לחץ אדים נמוך. דרכי הפחתת הפליטות מחולקות על פי מקורות הפליטה ומאופיינים ביעילות הפחתה שונה כפי שמופרט להלן:

- STAGE 1 - מילוי מיכלי הדלק של תחנות הדלק (יעילות הפחתה של 85%)
- STAGE 2 - תדלוק כלי הרכב (יעילות הפחתה של 90%)

האיור הבא מציג את שני מקורות הפליטה באופן סכמטי:

STAGE 1

STAGE 2



איור 16. תיאור סכמטי stage 1, stage 2

בחולון קיימות כ 15 תחנות דלק, בעלות אישור מכירת דלק בהתאם לחוק. חלוקת התחנות על פי חברות הדלק הינה כדלקמן:

מספר תחנות	חברת דלק
2	דור
6	דלק
1	טן
2	סונול
4	פז
15	סה"כ

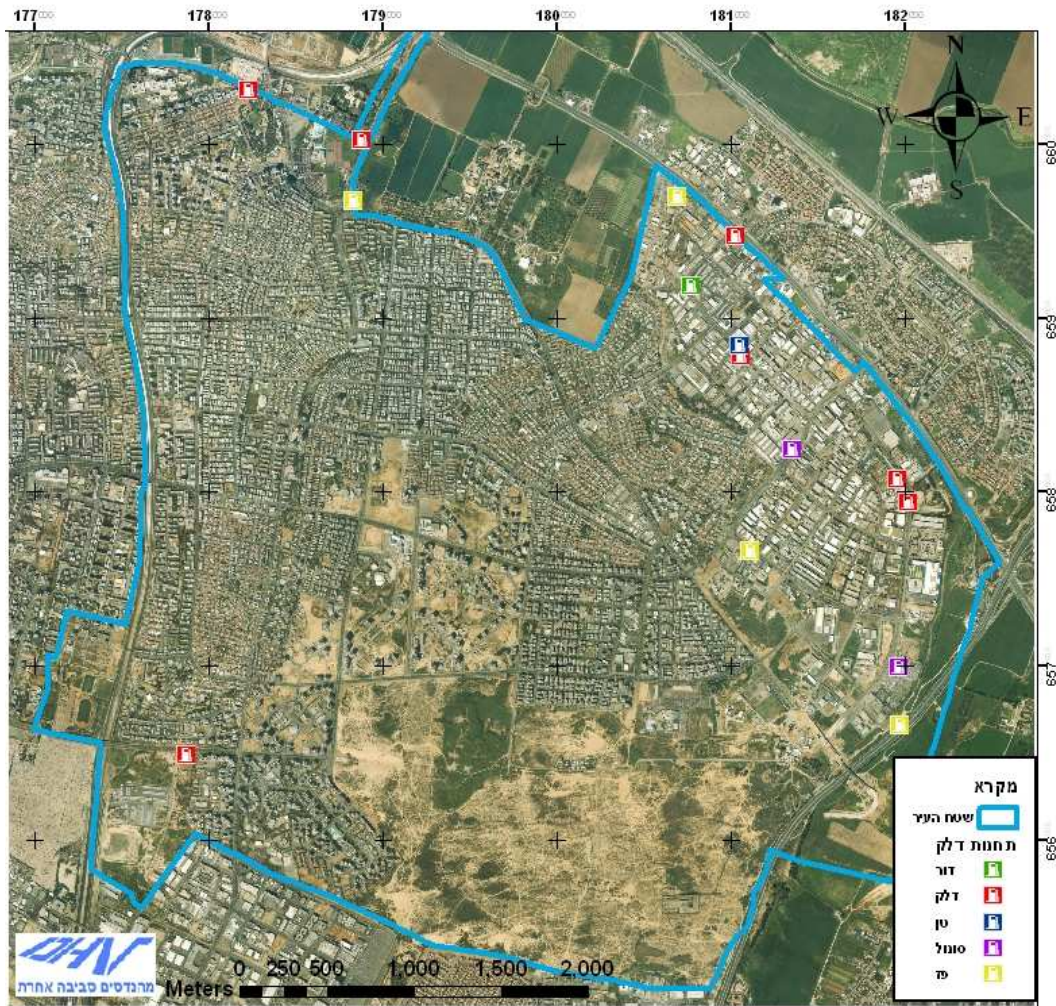
הנתון הנדרש עבור חישוב פליטות מסקטור זה הינו צריכת בנזין שנתית בתחנות הדלק. חישוב הפליטות נעשה באמצעות הכפלת מקדמי פליטה⁹ בצריכת הבנזין השנתית של כל תחנה, תוך התחשבות כי כל התחנות נמצאות תחת STAGE 1. צריכות שנתיות של דלק התקבלו רק מהחברות "פז", "סונול" ו"דלק" וכנתון כולל לכלל התחנות שברשותן בתחומי העיר חולון.

טבלה 24. פליטות VOC מתחנות דלק

הערות	פליטת VOC בשנה (טון)	צריכת בנזין שנתית (בתחנות ליטר)	
נתוני 2008	41	24,977,000	דלק
נתוני 2007	11	6,500,000	סונול
נתוני 2007	52	31,680,654	פז
	104	63,157,654	סה"כ

⁹ AP-42 chapter 5.2 - Transportation and Marketing of Petroleum Liquids

האיור הבא מציג את תפרוסת תחנות הדלק של חברות הדלק בעיר חולון.



איור 17. תפרוסת תחנות דלק בחולון

4.4 מגורים

שריפת דלקים לחימום בייתי תורמת לפליטת מזהמים לאוויר. צריכות הדלקים השנתיות לחימום בייתי חושבו על פי חלקה היחסי של אוכלוסיית חולון מכלל אוכלוסיית ישראל בשנת 2007, צריכות הדלקים השנתיות התקבלו ממשרד התשתיות ובעזרת מקדמי פליטה מה AP-42 חושבו הפליטות לאוויר.

טבלה 25. פליטה שנתית בתת סקטור מגורים

פחמן חד חמצני	חלקיקים	תחמוצות חנקן	תחמוצות גופרית	צריכה שנתית	צריכה שנתית	
ק"ג לשנה				אלף ליטר	טון	
788	63	2,836	4,474	1,313	1,116	סולר
1,199	96	4,315	2,042	1,997	1,678	קרוסין
4,376	350	15,752	6,213	7,293	4,011	גפ"מ
6,372	509	22,903	12,730			סה"כ

4.5 מוסדות

צריכת דלקים במוסדות מתבצעת לצרכים שונים כגון חימום. צריכה זו תורמת לפליטת מזהמים לאוויר. על מנת למנוע כפילות בחישובי הפליטות בסקטור זה לא נכללו המקורות אשר נלקחו בחשבון בסעיף 4.1. שני המקורות לגביהם התקבלו נתוני צריכת דלקים ואשר נכללים בסקטור זה הינם מרכז הספורט "בריזה" ופארק המים "ימית". הצריכה השנתית בשנת 2007 לפי סוג הדלק והפליטה המחושבת לכל מקור מוצגות להלן.

טבלה 26. פליטה שנתית בתת סקטור מוסדות

פחמן חד חמצני	חלקיקים	תחמוצות חנקן	תחמוצות גופרית	צריכת גפ"מ	צריכת סולר	
ק"ג לשנה				ליטר לשנה	ליטר לשנה	
0.11	0.01	0.4	0.16	185		"בריזה"
137	11	492	761	5996	221,876	"ימית"
137	11	493	761	6182	221,876	סה"כ

4.6 שימושים שאינם תעשייתיים בחומרים המכילים ממסים אורגנים

שימושים שונים של חומרים המכילים ממסים אורגנים בבית' תורמים אף הם לפליטת חומרים אורגנים נדיפים. להלן דוגמא לשימוש בחומרים אשר תורמים לפליטה:

- שימוש בתרסיסים (חומרי הדברה וניקיון וכדומה)
- שימוש בתמרוקים
- שימוש בדבקים
- שימוש בחומרי הדברה
- שימוש בתכשירי כביסה

ה EPA פיתח מקדם פליטה המאפשר לחשב פליטת ממסים אורגנים (NMVOC-) לנפש. מקדם הפליטה הינו:

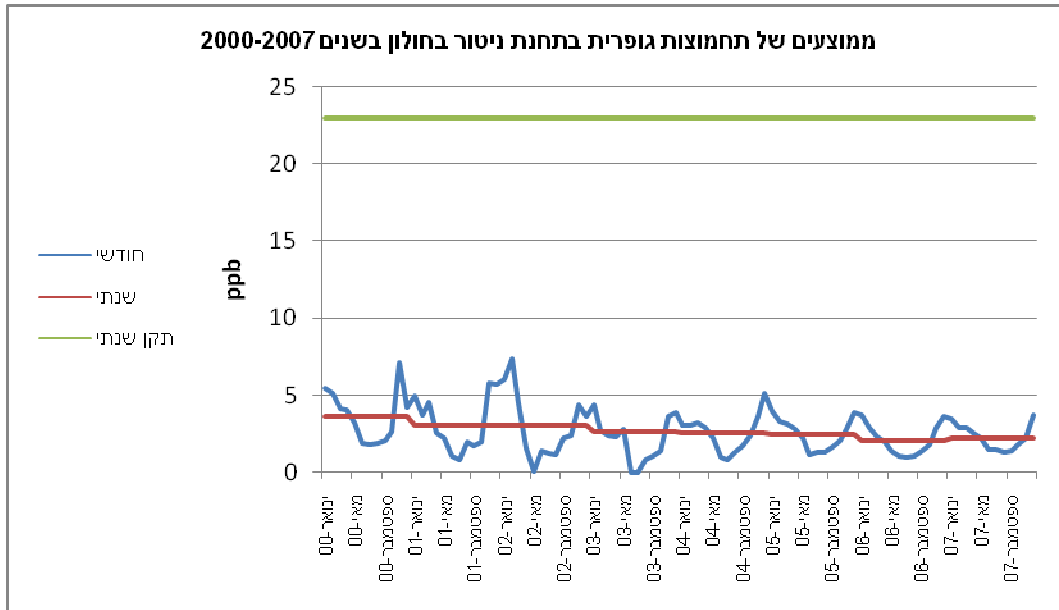
$$E \text{ (kg/cap/year)} = 4.2 * P$$

(P=אוכלוסיה באלפים)

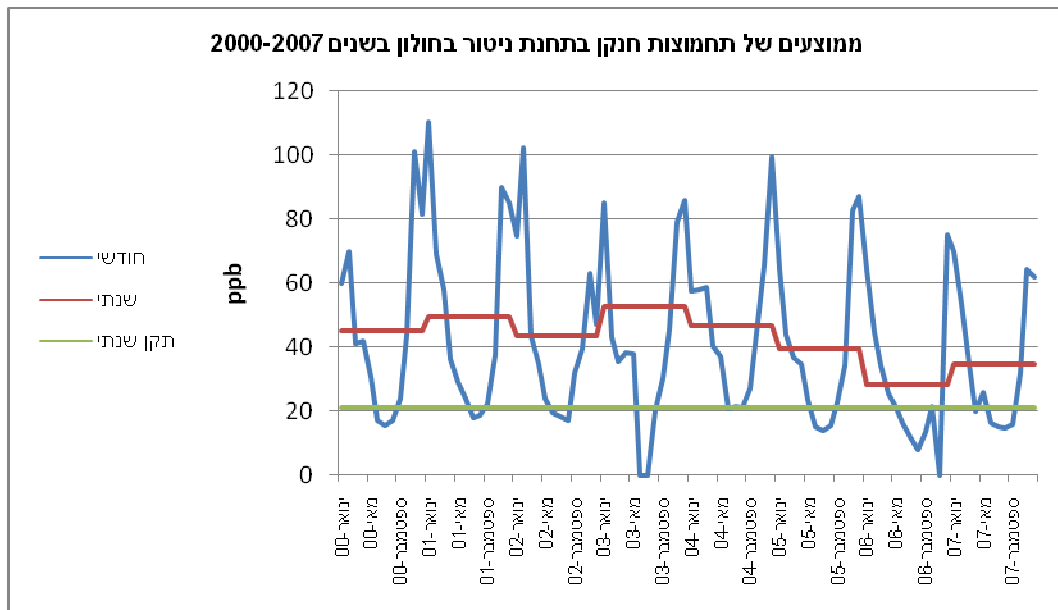
אוכלוסיית חולון בשנת 2007 מנתה כ 168,800 תושבים, על פי חישוב בעזרת מקדם הפליטה הנ"ל מתקבלת פליטה שנתית של 705.6 ק"ג של NMVOC.

5 ניטור אוויר בחולון

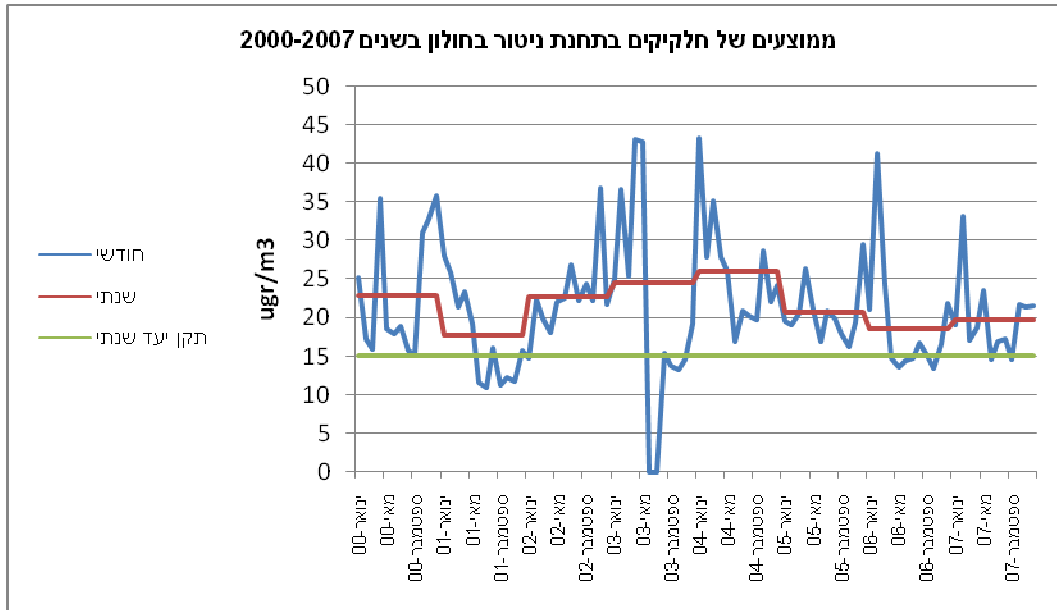
תחנת הניטור היחידה בעיר חולון ממוקמת בבית הספר קוגל. התחנה מתוחזקת ומופעלת על ידי המשרד להגנת הסביבה. תחנת הניטור פועלת משנת 1997 ומעבירה באופן רציף את נתוני החומרים הנמדדים והתנאים המטאורולוגיים למרכז הניטור הארצי של המשרד להגנת הסביבה בתל אביב. החומרים המנוטרים בתחנה הינם: $SO_x, NO_x, NO, NO_2, PM_{2.5}$. נתוני התחנה ברזולוציה חצי-שעתיית התקבלו עבור השנים 2000-2008 מהמשרד להגנת הסביבה. להלן מוצגים הניתוחים עבור תחמוצות גופרית (SO_x), תחמוצות חנקן (NO_x) וחלקיקים ($PM_{2.5}$).



איור 18. ממוצעים חודשיים ושנתיים של תחמוצות גופרית בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007



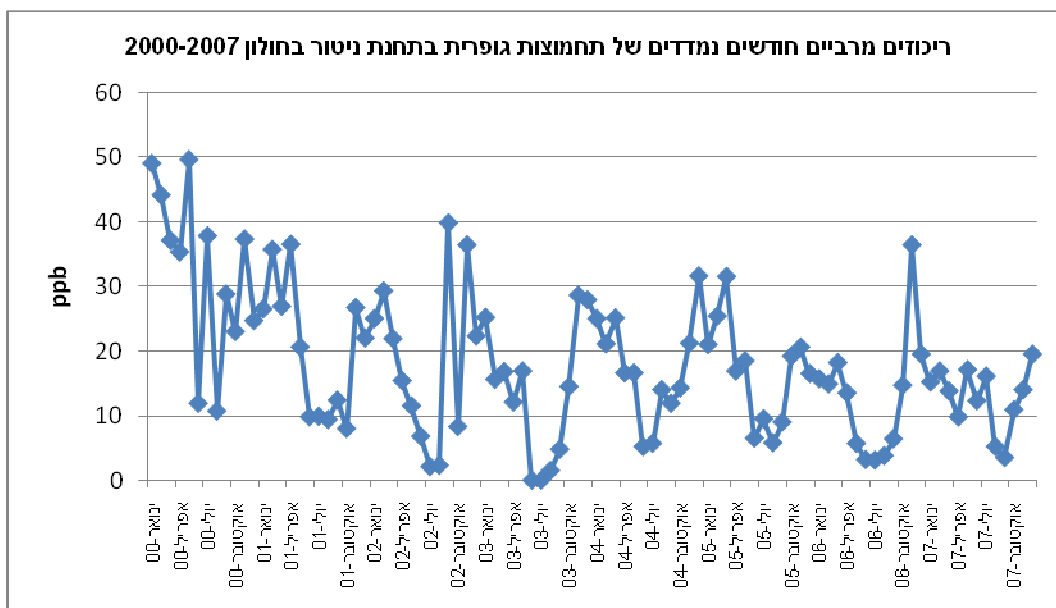
איור 19. ממוצעים חודשיים ושנתיים של תחמוצות חנקן בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007



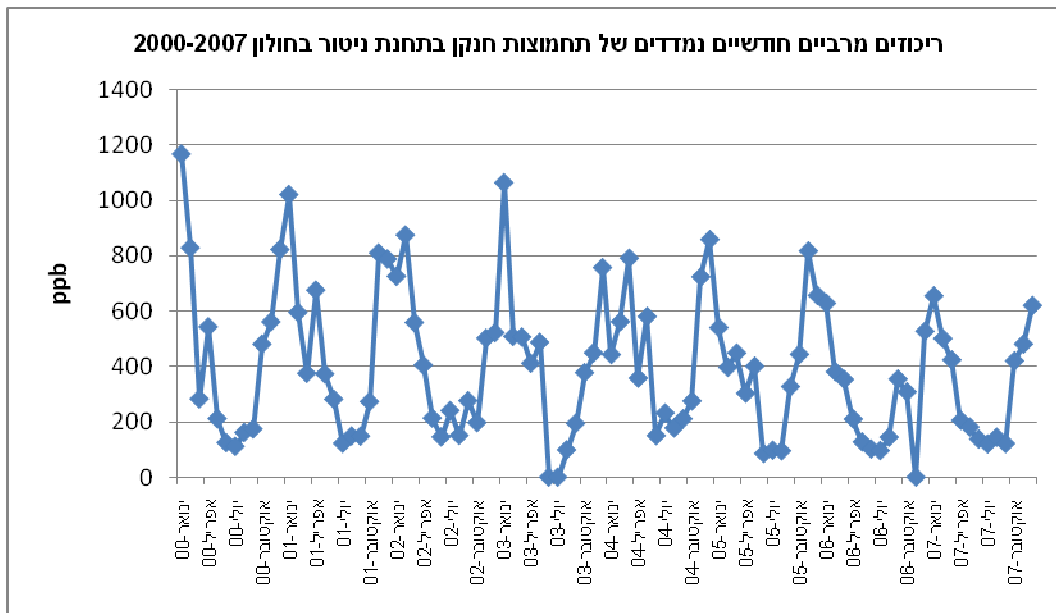
איור 20. ממוצעים חודשיים ושנתיים של חלקיקים בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007

ניתן לראות מהאיוורים לעיל כי חודשי החורף מאופיינים בריכוזים גבוהים יחסית לשאר חודשי השנה בכל המזהמים ולאורך כל התקופה המוצגת. כמו כן לא ניתן לראות שינוי משמעותי (שיפור או הרעה) או מגמתיות לאורך השנים, בריכוזים הנמדדים. הממוצעים השנתיים של תחמוצות גופרית נמוכים מהתקן שנקבע, בעוד בתחמוצות חנקן וחלקיקים הממוצעים השנתיים גבוהים מהתקן לאורך כל השנים הנבדקות. במהלך החודשים יוני עד אמצע אוגוסט בשנת 2003 לא התקבלו נתונים בתחנת הניטור וזאת כתוצאה מכיול ותחזוק התחנה.

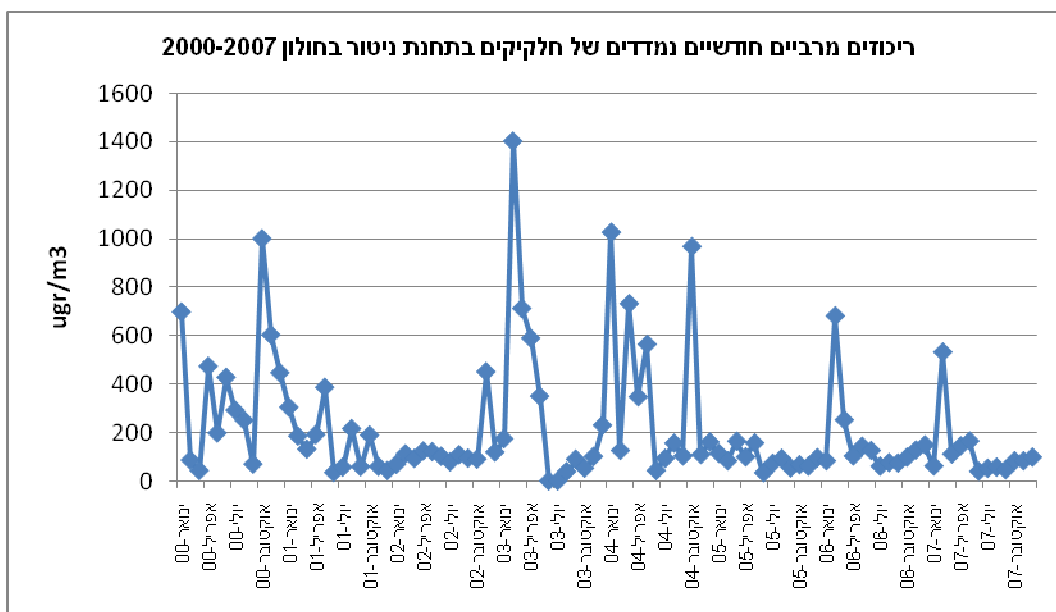
חשיפה לריכוזים גבוהים של מזהמים מסוימים לאורך זמן עלולה להזיק לבריאות. לצורך כך נבחנו הריכוזים המרביים החצי שעתיים המרביים של החומרים שנמדדו בכל חודש, לאורך התקופה. האיוורים הבאים מציגים את הריכוזים המרביים החצי שעתיים בכל חודש במהלך התקופה הנבדקת.



איור 21. ריכוזים מרביים של תחמוצות גופרית בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007



איור 22. ריכוזים מרביים של תחמוצות חנקן בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007



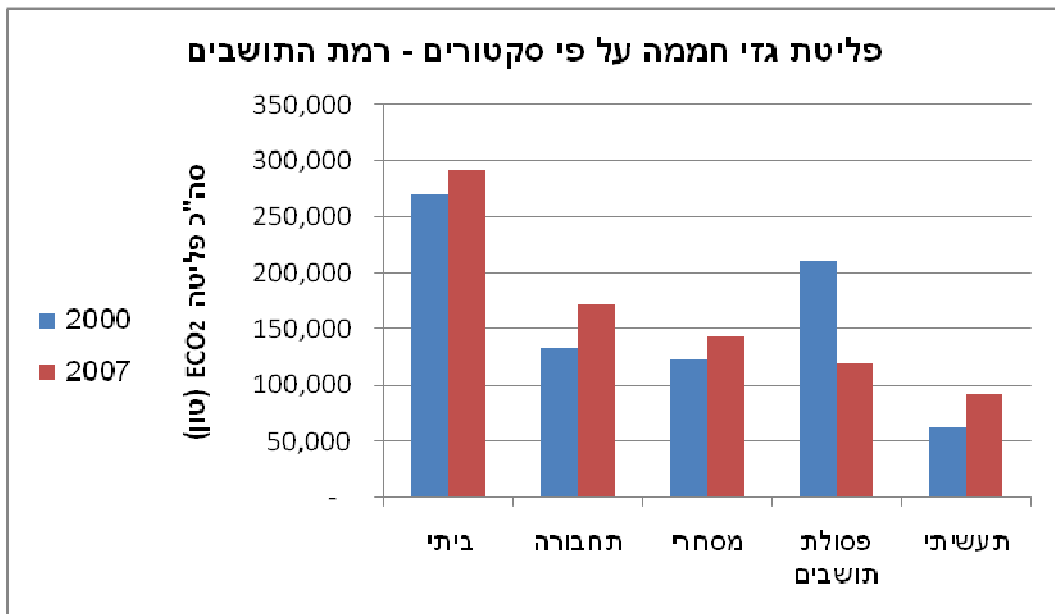
איור 23. ריכוזים מרביים של חלקיקים בתחנת ניטור בחולון, 2000-2007

למרות שלא קיימים תקנים חצי שעתיים לחומרים הנ"ל, הוחלט לבחון את הנתונים ברזולוציה חצי שעתית לצורך בחינה איכותית. ניתן לראות באיורים לעיל כי הריכוזים המרביים נמדדים בכל שנה בחודשי החורף. בריכוזים המרביים של חלקיקים חלה ירידה החל משנת 2003, בעוד שבריכוזים של תחמוצות חנקן ותחמוצות גופרית לא ניתן לראות שינוי משמעותי.

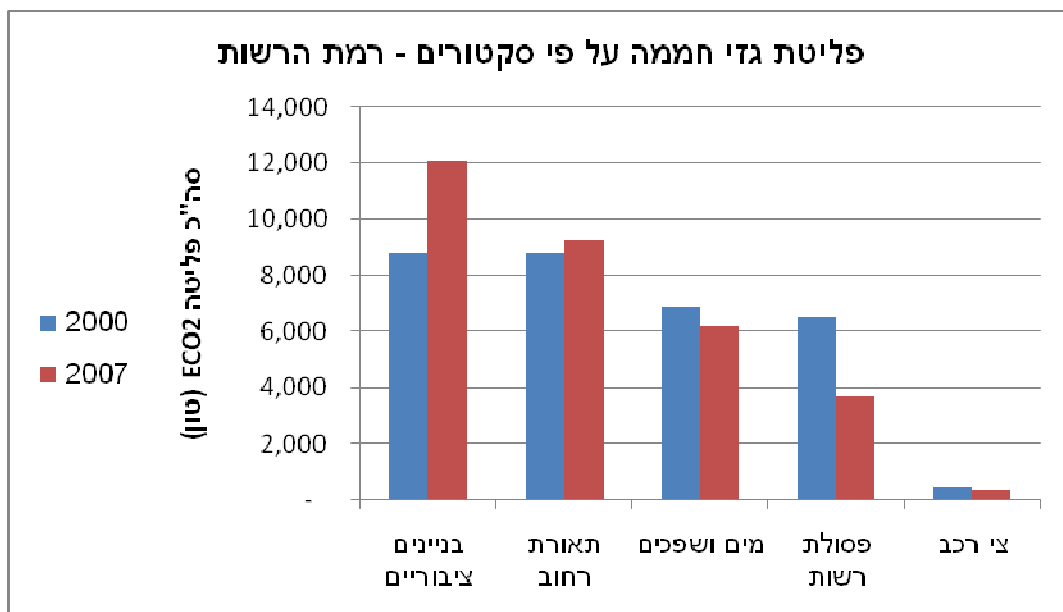
6 סיכום תוצאות

מסמך זה מציג את פליטת גזי החממה הנובעות מפעילות המשווייכת לעיר חולון עבור השנים 2000 ו 2007 כפי שחושבה על פי המתודולוגיה המפורטת של פרום ה 15, ותוך חלוקה לשתי רמות: רשות ותושבים.

סיכום נתוני הפליטה מוצג באיורים ובטבלה שלהלן:



איור 24. פליטת גזי חממה על פי סקטורים, רמת התושבים



איור 25. פליטת גזי חממה על פי סקטורים, רמת הרשות

איור מספר 24 מציג כי ברמת התושבים חלה עליה בפליטות של גזי חממה בין השנים 2000 ו 2007 בכל הסקטורים מלבד פסולת. ממצא זה מראה בתוכו את התפתחות העיר בשנים אלו והשינויים באורך החיים של התושבים. בסקטור הפסולת רואים ירידה גדולה בפליטה, וזאת כתוצאה שאיסוף הגזים הנפלטים במטמנות כפי שהוסבר קודם לכן.

איור 25 מציג כי חלה עליה גדולה בפליטה של גזי חממה מסקטור הבניינים הציבוריים וזאת למרות העובדה כי בשנת 2007 בתי הספר לא נכללים בסקטור זה. ממצא זה מתיישב עם העובדה כי במהלך התקופה נפתחו בחולון אתרי פעילות רבים כאשר עם המרכזיים בהם ניתן למנות את ימית 2000, מוזיאון הילדים, בריזה ומדיאטק.

טבלה 27 מציגה את פליטות גזי החממה שחושבה ביחס לאוכלוסיית חולון באותה תקופה.

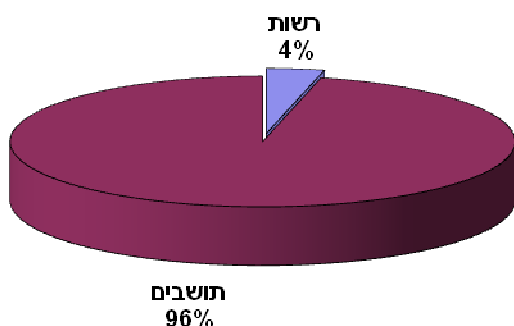
טבלה 27. סיכום פליטות גזי חממה 2000 ו 2007

2007		2000		מגזר
פליטה לתושב (טון)	סה"כ CO ₂ (טון)	פליטה לתושב (טון)	סה"כ CO ₂ (טון)	
0.2	31,530	0.2	31,440	רשות
4.9	816,640	4.8	799,810	תושבים
5.1	848,170	5.0	831,250	סה"כ

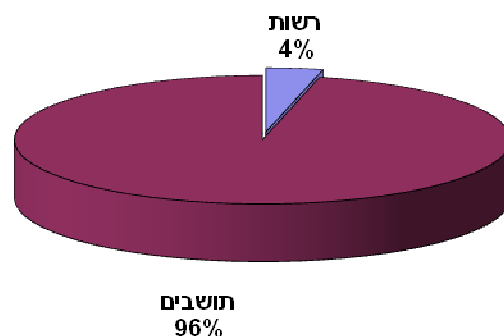
מסיכום הנתונים המוצגים לעיל ניתן לראות כי הגידול בפליטה בין השנים 2000 ל 2007 יכול להיות מיוחס לגידול באוכלוסייה. מסקנה זו נובעת מכך שהפליטה לתושב נשארה פחות או יותר קבועה.

האיורים הבאים מציגים את התפלגות הפליטות בשנים 2000 ו 2007, בין רמת הרשות ורמת התושבים.

פליטות גזי חממה כוללת לפי מגזרים - 2007



פליטות גזי חממה כוללת לפי מגזרים - 2000



איור 26. התפלגות פליטות גזי חממה, 2000 ו 2007

ניתן להסיק באופן ברור כי תרומת רמת התושבים לפליטת גזי חממה בחולון היא המשמעותית ביותר ומהווה כ 96% מסך כל הפליטה.

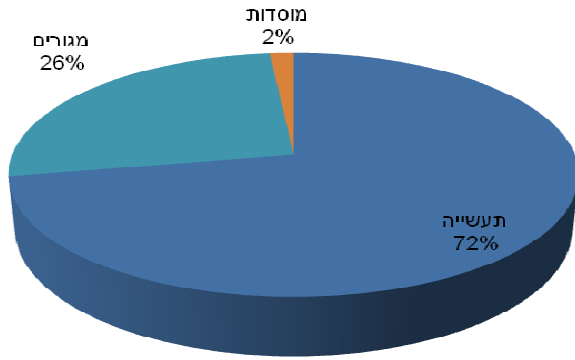
על פי נתוני הלמ"ס פליטות CO_2 בישראל בשנת 2007 עמדו על כ 76,770 אלף טון, על פי כך תרומתה של חולון לכלל פליטות גזי החממה בישראל מסתכם בכ 1% בלבד. חלקה של אוכלוסיית חולון מאוכלוסיית מדינת ישראל מהווה כ 2.3%. כלומר חלקם היחסי של תושבי חולון לפליטת גזי החממה בישראל נמוך מחלקם באוכלוסייה. עוד עולה מהנתונים, כי צריכת החשמל השנתית הסגולית לנפש בחולון בשנת 2007 הינה כ 2,083 קוט"ש, בעוד שעל פי נתוני חברת החשמל, הממוצע הארצי היה כ 6,332 קוט"ש לנפש בשנה. כלומר תושב חולון צורך כשליש מהחשמל שצורך צרכן ממוצע אחר בישראל.

סיכום ממצאי מצאי הפליטות לאוויר מוצג בטבלה הבאה על פי חלוקה לסקטורים ולמזהמים.

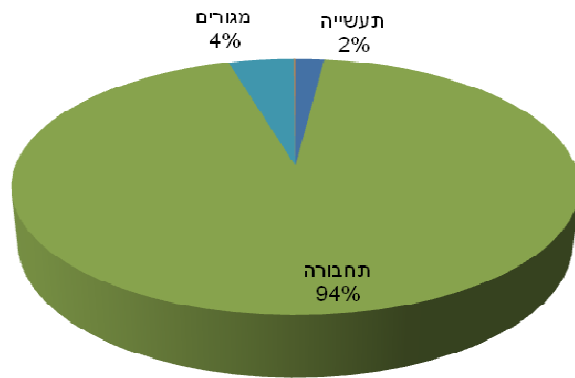
טבלה 28. סיכום מצאי הפליטות לאוויר

סיכום ממצאי מצאי הפליטות לאוויר					
NMVOC	CO	PM	NO _x	SO _x	
ק"ג לשנה					
23,295	697	3,442	10,073	34,847	תעשייה
62,200					לא מוקדי
631,108	7,461,028	32,919	489,990		תחבורה
104,000					תחנות דלק
	6,362	509	22,903	12,730	מגורים
	137	11	493	761	מוסדות
706					שימושים שאינם תעשייתיים
821,309	7,468,224	36,881	523,459	48,338	סה"כ

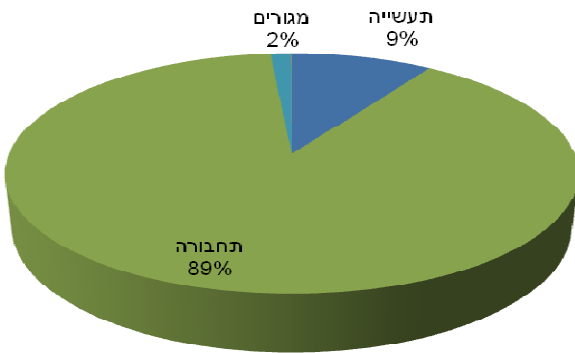
האיור הבא מציג את התפלגות הפליטה לאוויר לסקטורים השונים כפי ש לכל מזהם בנפרד.



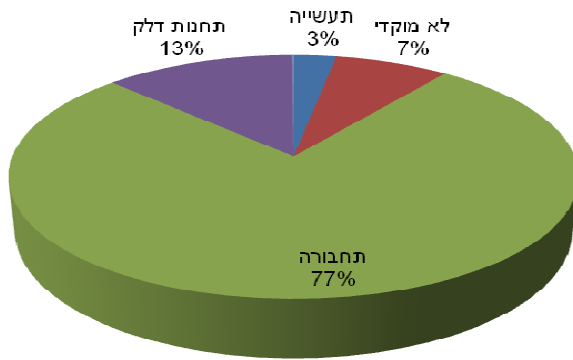
תחמוצות גופרית



תחמוצות חנקן



חלקיקים



חומרים אורגניים נדיפים

איור 27. התפלגות פליטות המזהמים השונים על פי סקטורים

מאיור זה עולה כי סקטור התחבורה הוא הסקטור המשפיע ביותר מבחינת תרומתו לפליטת מזהמים לאוויר, מלבד לגבי תחמוצות גופרית.

7 תודות

נופשונית	אבן גיל
המשרד להגנת הסביבה	אסא צחי
היחידה לאיכות הסביבה	אפיק איזבלה
מוזיאון הילדים	אשכנזי אבי
חינוך סביבתי, עיריית חולון	אתי
יוזמת האנרגיה הטובה	ביטרמן מיכל
אגף תברואה, עיריית חולון	בינשטוק יעל
מחלקת פרויקטים והתקשרויות, עיריית חולון	בכרמוב נטלי
מתכנן תוכנית האב לפסולת	גיל יצחק
מחלקת רישוי עסקים, עיריית חולון	גיספן שלמה
המשרד להגנת הסביבה	גלזמן לריסה
אגף תברואה וסביבה, עיריית חולון	דרורי-אביטל דורית
פורום ה 15	הוד עידית
רכזת תכנון אסטרטגי, עיריית חולון	ורדיאל רמה
חברת החשמל לישראל	חזקלוביץ יונה
החברה לבילוי ובידור	חן שמשון
מדיאטק	יצחקי אורן
מחלקת תנועה, עיריית חולון	כספית נורית
רשת קהילה ופנאי	לוי נאוה
תיאטרון חולון	ליסמן איציק
משרד התשתיות	מוגרמן מרינה
אגף תברואה, עיריית חולון	מור אבי
מקורות – חברת המים הלאומית	מיניס עומר
מחלקת רכב, עיריית חולון	פלום אורי
תאגיד מי שקמה	פרבמן יצחק
מחלקת פרויקטים והתקשרויות, עיריית חולון	צחי סיוון
המשרד להגנת הסביבה	קורדובה-ביזיונר לבנה
מחלקת GIS, עיריית חולון	קינן יואב
משרד התשתיות	רודיק דוד
פורום ה 15	שגיא לינור
אגף אסטרטגיה, עיריית חולון	שטרומן תמר



8 אודות המסמך

לקוח	:	עיריית חולון
פרויקט	:	פורום 15 - חולון
קובץ	:	229WT006.doc
תאריך	:	18/7/2010
גרסא	:	1
מספר עמודים	:	53
כותב	:	תומר בן אברהם
תרומה	:	מיכל אשכנזי, קרין טננצפ, ארי גולדפרב
