

הלשכה המרכזית  
לסטטיסטיקה



# חישוב מצאי פליטות גזי חממה בישראל

רואי עבודי,  
ד"ר משה ינאי  
צבי פופר

תחום חקלאות וסביבה, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה



# היסטוריה

- מצאי ראשון נערך ע"י ד"ר זאן קוך (המרכז למחקר גרעיני, נחל שורק) עבור המשרד להגנת הסביבה
- חושב מצאי פליטות גזי החממה עבור השנים 1996 ו- 2000
- חישוב מצאי פליטות שנתי שוטף ע"י הלמ"ס החל בשנת 2005 (מצאי זמין עבור 7-2003)



# מתודולוגיה

○ הנחיות ה IPCC 1996

IPCC - Intergovernmental Panel on  
Climate Change

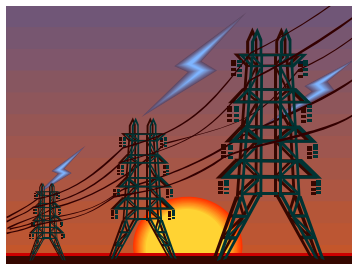
- דיווח וולונטארי- מדינת ישראל מוגדרת כמדינה לא מפותחת בפרוטוקול קיוטו ולא מחויבת בדיווח שנתי (non-annex I)
- מצאי הפליטות מחושב ברמה הארצית וכולל נתונים אגרגטיביים שבמרבית המקרים לא ניתן להתאימם למערכת נתוני פליטות המחושבת ברמת המפעל



## הגזים המחושבים

- פחמן דו-חמצני ( $\text{CO}_2$ )
- מתאן ( $\text{CH}_4$ ) GWP-21
- חנקן תת-חמצני ( $\text{N}_2\text{O}$ ) GWP-310
  
- חומרי מוצא לאוזון -  $\text{NMVOC}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$
- גופרית דו-חמצנית  $\text{SO}_2$  - חומר מוצא לאירוסולים
  
- הרחבת החישוב עבור גזים נוספים: PFC'S, HFC'S,  $\text{SF}_6$  (130 – 23,000 GWP)

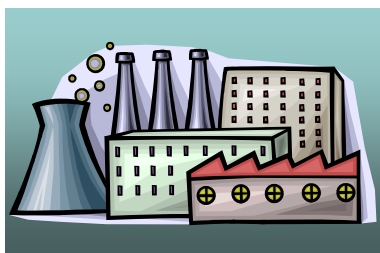
# קטגוריות פליטה/ קליטה עדיפויות למדידה ברמה הלאומית (IPCC)



○ אנרגיה (שריפת דלקים)

● CO<sub>2</sub>

● CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O



○ תהליכים תעשייתיים

● CO<sub>2</sub> מייצור צמנט

● N<sub>2</sub>O מייצור חומצה חנקתית



○ חקלאות

● N<sub>2</sub>O מפליטות מהקרקע, דשנים, טיפול בזבל

● CH<sub>4</sub> מגידול בע"ח כגון כבשים

# קטגוריות פליטה/ קליטה עדיפויות למדידה ברמה הלאומית (IPCC) המשך



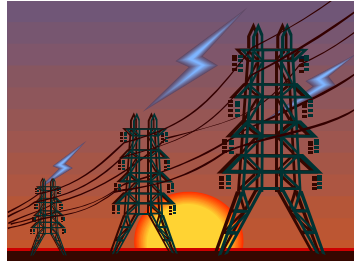
## ○ שימושי קרקע ויעור

- קליטות  $\text{CO}_2$  מצמיחת יערות
- פליטות  $\text{CO}_2$  מקרקעות אורגניות

## ○ פסולת ושפכים

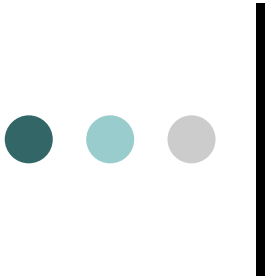
- פליטות  $\text{CH}_4$  מטיפול בפסולת מוצקה
- פליטות  $\text{CH}_4$  מטיפול במי שפכים





## אופן החישוב – אנרגיה (שריפת דלקים)

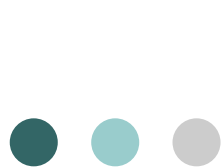
- כמות הדלקים הנצרכת בכל סקטור (Energy) - מתקבל ממנהל הדלק ומגף אנרגיה בלמ"ס
  - הסקטורים הנכללים: ייצור חשמל, זיקוק נפט, תעשייה, תחבורה, ביתי, מסחרי וחקלאות.
  - מקדם פליטה לפי פרמטרים (Factor) - ערכי ברירת מחדל וערכים הידועים בישראל
  - תכולת הפחמן, ערך קלורי, חלק מהפחמן המחומצן, מקדם כימי לחישוב פחמן דו חמצני
- $Emissions = Energy \times Factor$



# דוגמא לחישוב: פליטות משריפת בנזין

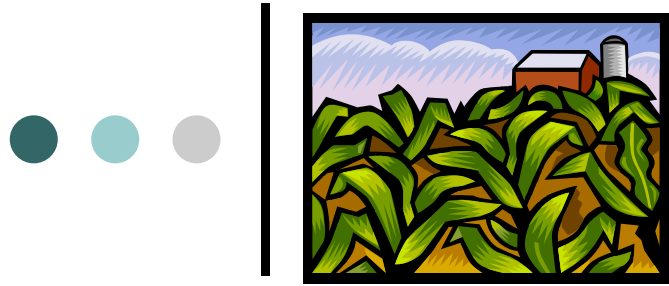
- Gasoline Consumption = 20,000 ton
- Convert to TJ
  - Conversion Factor (TJ/1000 ton) = 44.8
  - Energy Consumption (TJ) = 896
- Carbon Content
  - Carbon Emission Factor (t C/TJ) = 18.9
  - Carbon Content (ton C) = 16,934
- Fraction of Carbon Oxidised = 0.99
  - Actual Carbon Emissions (ton C) = 16,765
- Stoichiometry - to CO<sub>2</sub> - [44/12]
- **Actual CO<sub>2</sub> Emissions = 61,472 ton**





# אופן החישוב - תהליכים תעשייתיים

- כמות הייצור של חומרים שונים - (Production)
- מקדם פליטה פרטני לפי פרמטרים (Factor) - ערכי ברירת מחדל וערכים הידועים בישראל
  - פרמטרים בייצור ובחומרים, יחס כימי וכדו'
- $Emissions = Production \times Factor$



## אופן החישוב - חקלאות

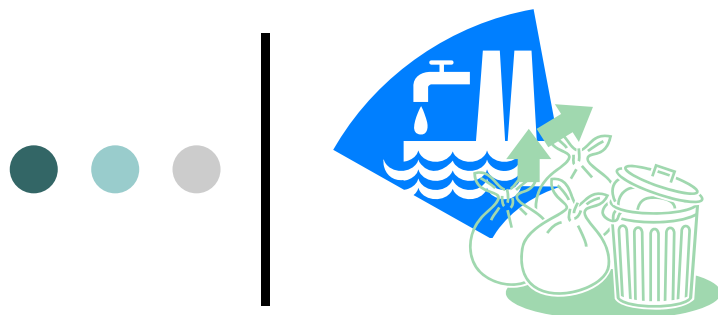
- נתוני גלם: מס' בע"ח, כמויות דשן, שאריות גידולים בשדה, גידולים קושרי חנקן, קרקעות אורגניות - (Amount)
- מקדם פליטה לפי פרמטרים (Factor) - ערכי ברירת מחדל וערכים הידועים בישראל
  - התפלגות הטיפול בזבל, וכדו'
- $Emissions = Amount \times Factor$



## אופן החישוב – שימושי קרקע ויעור

- שטח היערות, כריתה וגיזום, שטח הקרקעות האורגניות - (Amount)
- מקדם פליטה לפי סוגי עץ וקרקע (Factor) - ערכי ברירת מחדל וערכים הידועים בישראל
- חלק הפחמן האגור, קצב הגדילה השנתי, מקדם השחרור של פחמן מקרקעות ועוד.

$$\text{Emissions} = \text{Amount} \times \text{Factor}$$

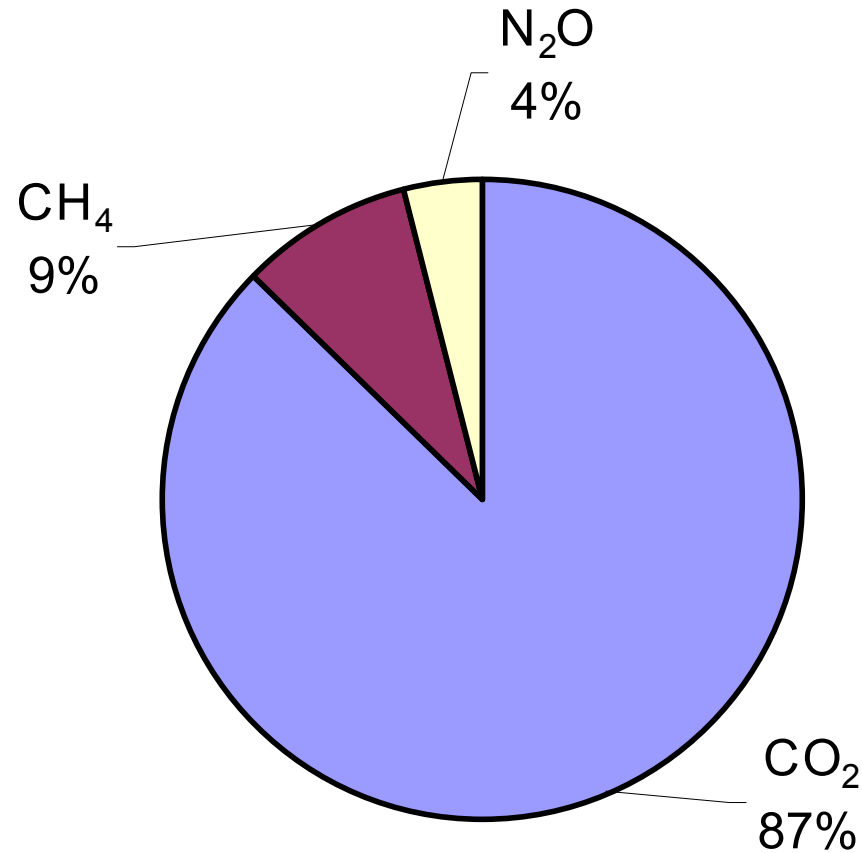


## אופן החישוב – פסולת ושפכים

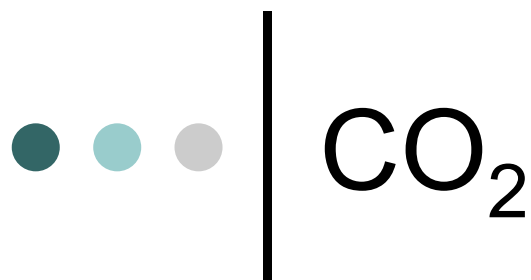
- כמויות פסולת מוצקה שהוטמנו, כמויות הייצור של מוצרים אורגנים (שפכים תעשייתיים), אוכלוסיה (שפכים ביתיים) - (Amount)
- מקדם פליטה לפי פרמטרים (Factor) - ערכי ברירת מחדל וערכים הידועים בישראל
- הרכב פסולת, החלק הפחמן האורגני הניתן לפירוק, צריכת חלבון, ועוד.

$$\text{Emissions} = \text{Amount} \times \text{Factor}$$

התפלגות הפליטות לפי גז  
מצאי 2007 (CO<sub>2</sub> Eq.)

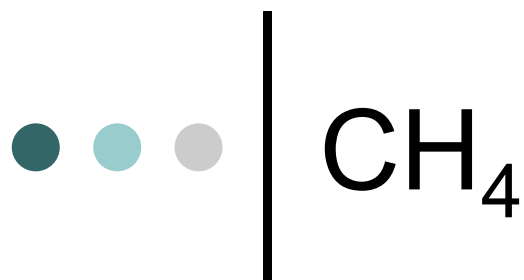


סה"כ: 76.77 מיליון טון



### טונות, אלא אם כן צוין אחרת

2007	2006	2005	2004	2003	2000	1996	מקור
							<b>גדי חממה ישירים</b>
76,770	74,650	73,512	72,683	72,136	72,438	62,705	<b>סך הכל (אלפי טונות)(1)</b>
10.69	10.58	10.61	10.67	10.78	11.52	11.03	<b>סך הכל לנפש (1)</b>
66,978	65,102	64,242	63,882	63,841	61,007	51,862	<b>פחמן דו-חמצני (CO<sub>2</sub>) (אלפי טונות)</b>
64,934	63,078	62,304	62,037	62,071	58,917	50,344	<i>משריפת דלקים</i>
							מזה:
42,514	41,353	40,890	40,658	40,155	38,412	28,466	תעשיות האנרגיה
6,124	6,032	6,112	5,901	6,125	6,912	6,720	תעשיות ייצור ובנייה
15,198	14,549	14,117	14,320	14,626	14,018	11,031	תחבורה
2,045	2,024	1,938	1,844	1,770	2,090	1,518	ממקורות אחרים



### טונות, אלא אם כן צוין אחרת

2007	2006	2005	2004	2003	2000	1996	מקור
							<b>גזי חממה ישירים</b>
325,774	322,926	311,124	288,938	270,947	439,311	425,970	מתאן (CH <sub>4</sub> )
3,528	3,411	3,341	3,316	3,362	3,466	3,551	משריפת דלקים
							מזה:
678	685	687	676	717	728	570	תעשיות האנרגיה
156	152	156	151	158	253	229	תעשיות ייצור ובנייה
2,528	2,402	2,321	2,316	2,315	2,255	2,177	תחבורה
322,245	319,515	307,783	285,622	267,585	435,845	422,419	ממקורות אחרים
249,500	247,774	238,640	218,438	201,193	381,840	370,000	מזה: סילוק פסולת מוצקה



### טונות, אלא אם כן צוין אחרת

2007	2006	2005	2004	2003	2000	1996	מקור
							<b>גזי חממה ישירים</b>
							<b>חנקן תת-חמצני (N<sub>2</sub>O)</b>
9,519	8,927	8,829	8,819	8,405	7,114	6,120	משריפת דלקים
730	709	713	720	734	693	580	מזה:
							תעשיות האנרגיה
528	513	519	527	534	465	383	תעשיות ייצור ובנייה
46	45	46	45	47	75	68	תחבורה
146	140	137	138	142	139	115	ממקורות אחרים
8,789	8,218	8,116	8,100	7,672	6,421	5,540	מזה: חקלאות
5,161	4,825	4,608	4,602	4,444	4,192	3,805	





# חומרי מוצא לגזי חממה

## CO, NO<sub>x</sub>

טונות, אלא אם כן צוין אחרת

Tons, unless otherwise stated

מקור	1998	2000	2003	2004	2005	2006	2007	Source
<b>חומרי מוצא לגזי חממה</b>								<b>GREENHOUSE GASES PRECURSORS</b>
<b>פחמן חד-חמצני (CO)</b>	478,177	375,902	283,547	263,408	257,372	237,509	226,119	<b>CARBON MONOXIDE (CO)</b>
משריפת דלקים	477,693	375,902	283,547	263,408	257,372	237,509	226,119	From fuel combustion
מזה:								Thereof:
תעשיות האנרגיה	5,960	7,638	8,469	8,947	9,129	9,423	9,805	Energy Industries
תעשיות ייצור ובנייה	1,145	1,268	789	756	779	762	782	Manufacturing Industries and construction
תחבורה	469,437	366,537	273,556	253,039	246,745	226,672	215,050	Transportation
ממקורות אחרים	484	-	-	-	-	-	-	From other sources
<b>תחמוצות חנקן (NO<sub>x</sub>)</b>	219,898	237,177	209,304	202,074	204,253	201,811	201,819	<b>NITROGEN OXIDES (NO<sub>x</sub>)</b>
משריפת דלקים	214,737	232,307	208,284	200,899	203,089	200,692	200,582	From fuel combustion
מזה:								Thereof:
תעשיות האנרגיה	86,381	110,719	114,824	116,448	117,600	118,360	121,946	Energy Industries
תעשיות ייצור ובנייה	22,681	25,189	15,652	15,001	15,469	15,155	15,397	Manufacturing Industries and construction
תחבורה	99,919	94,105	76,058	67,713	68,235	65,441	61,573	Transportation
ממקורות אחרים	5,101	4,870	1,020	1,175	1,164	1,120	1,237	From other sources

# חומרי מוצא לגזי חממה - NMVOC

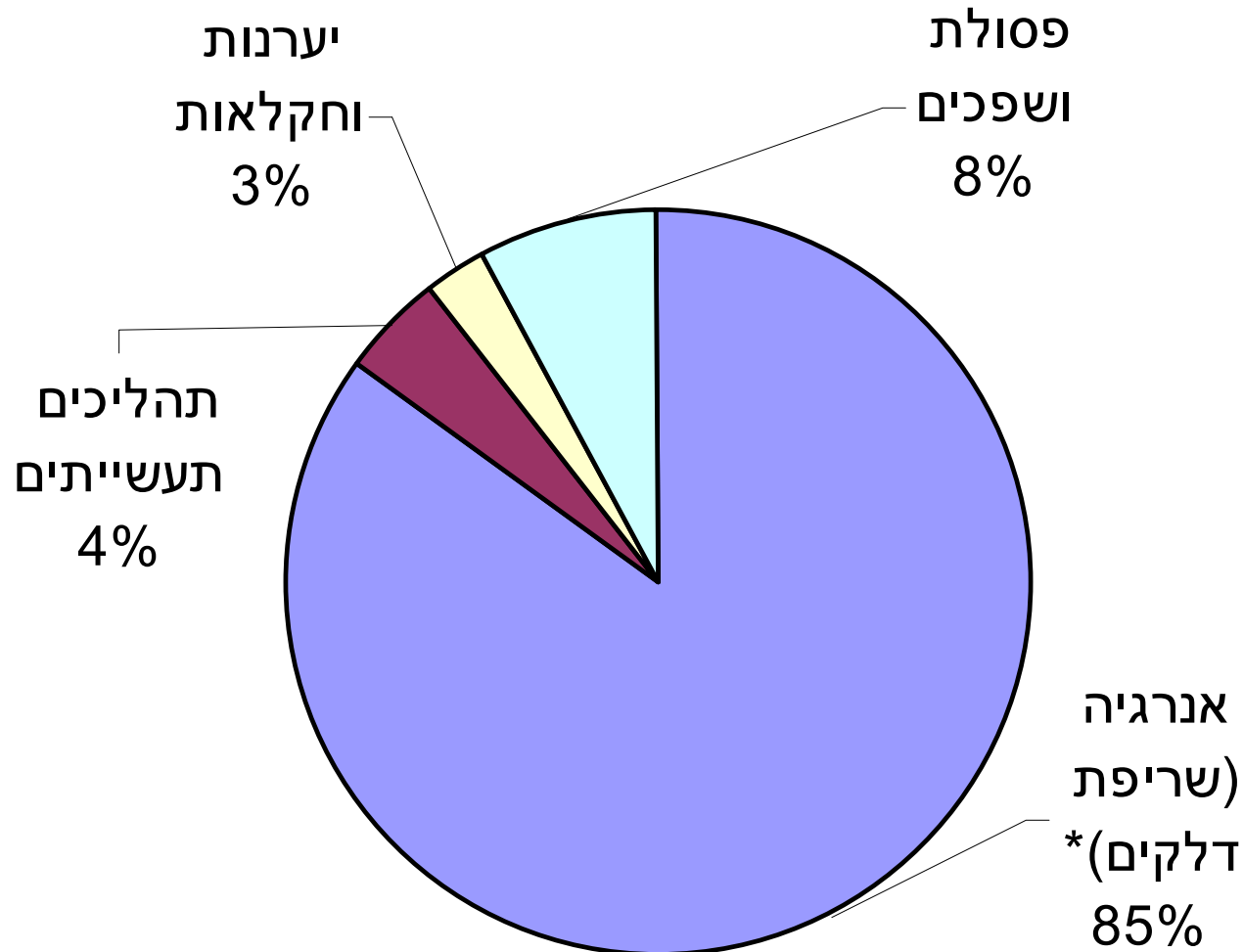
## חומר מוצא לאירוסולים - SO<sub>2</sub>

טונות, אלא אם כן צוין אחרת

Tons, unless otherwise stated

מקור	1996	2000	2003	2004	2005	2006	2007	Source
<b>תרכובת אורגניות נדיפות (לא מתאן (NMVOCs))</b>	247,421	239,200	247,092	228,794	233,084	237,936	248,440	NON-METHANE VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (NMVOCs)
משריפת דלקים	157,981	155,095	158,070	150,041	160,097	166,320	175,190	From fuel combustion
מזה:								Thereof:
תעשיות האנרגיה	1,641	2,102	2,280	2,364	2,411	2,475	2,556	Energy industries
תעשיות ייצור ובנייה	568	630	392	375	387	379	386	Manufacturing industries and construction
תחבורה	155,484	152,848	155,841	156,752	157,738	163,319	172,141	Transportation
ממקורות אחרים	80,440	83,505	88,410	69,153	72,387	71,617	73,245	From other sources
<b>גפרית דו-חמצנית (SO<sub>2</sub>)</b>	279,532	282,308	272,103	254,360	233,751	224,610	212,984	SULPHUR DIOXIDE (SO <sub>2</sub> )
משריפת דלקים	260,393	262,813	237,829	221,879	200,230	190,149	176,603	From fuel combustion
מזה:								Thereof:
תעשיות האנרגיה	190,705	209,137	192,757	179,466	160,251	154,793	146,800	Energy industries
תעשיות ייצור ובנייה	45,572	46,391	40,975	38,972	36,920	32,657	26,862	Manufacturing industries and construction
תחבורה	11,002	3,132	1,759	978	763	775	801	Transportation
ממקורות אחרים	19,139	10,495	34,274	32,480	33,521	34,461	30,381	From other sources

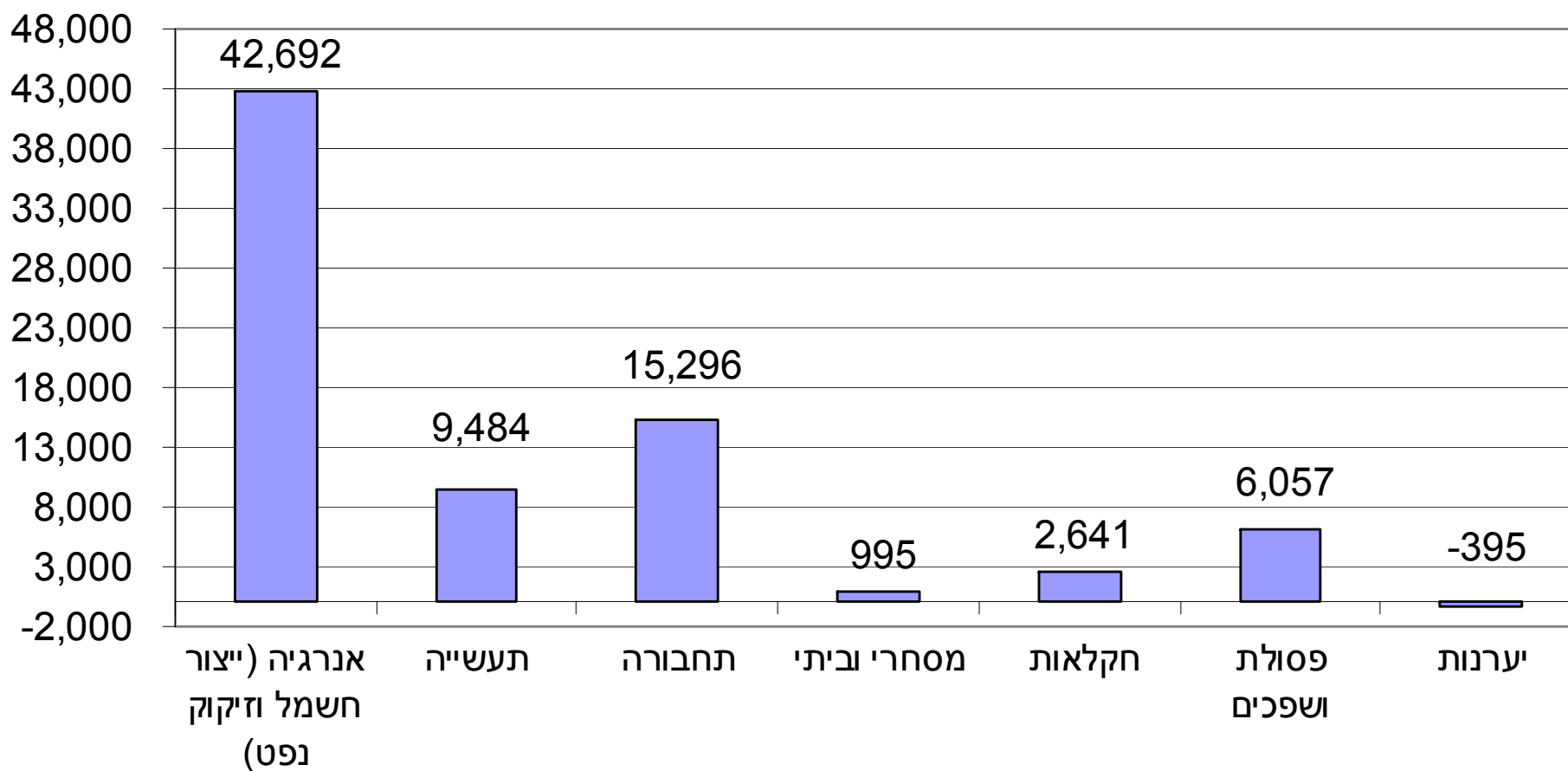
# התפלגות הפליטות לפי מקור (תהליך) מצאי 2007 (CO<sub>2</sub> Eq.)



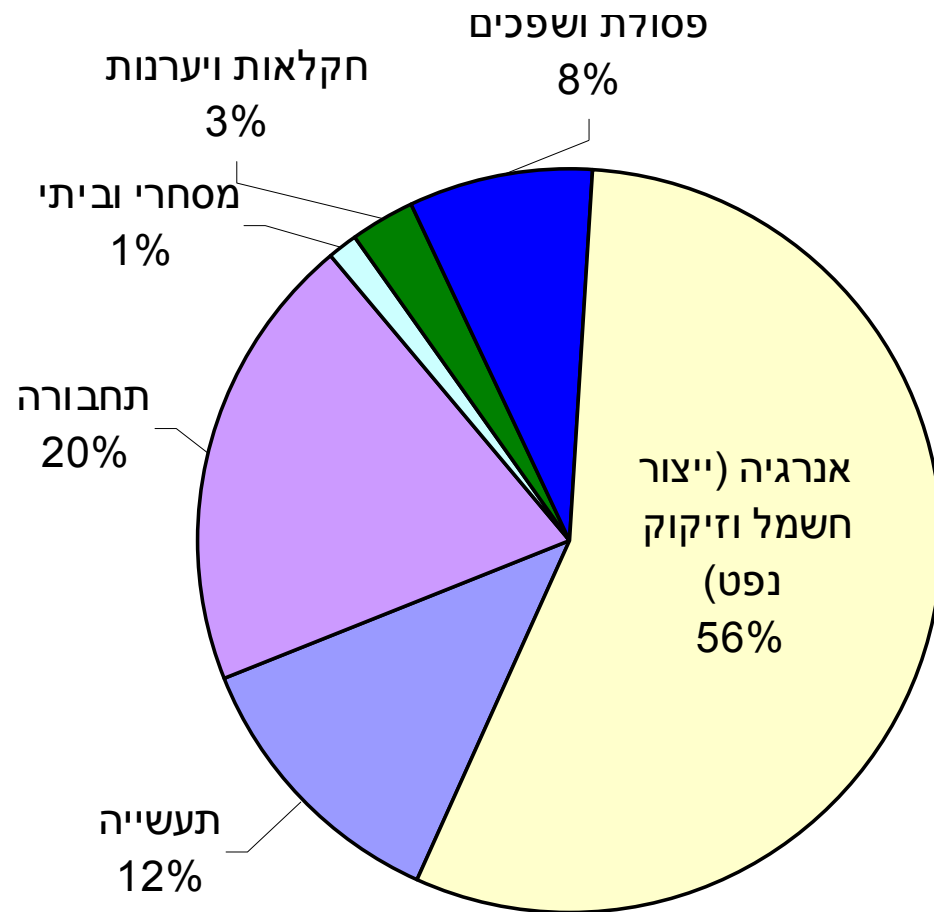
\* אנרגיה כולל חשמל, תעשייה ותחבורה וכדו'

# התפלגות הפליטות לפי סקטור 2007 מצאי (CO<sub>2</sub> Eq. 1000 ton)

סה"כ 76,770



# התפלגות הפליטות לפי סקטור מצאי 2007

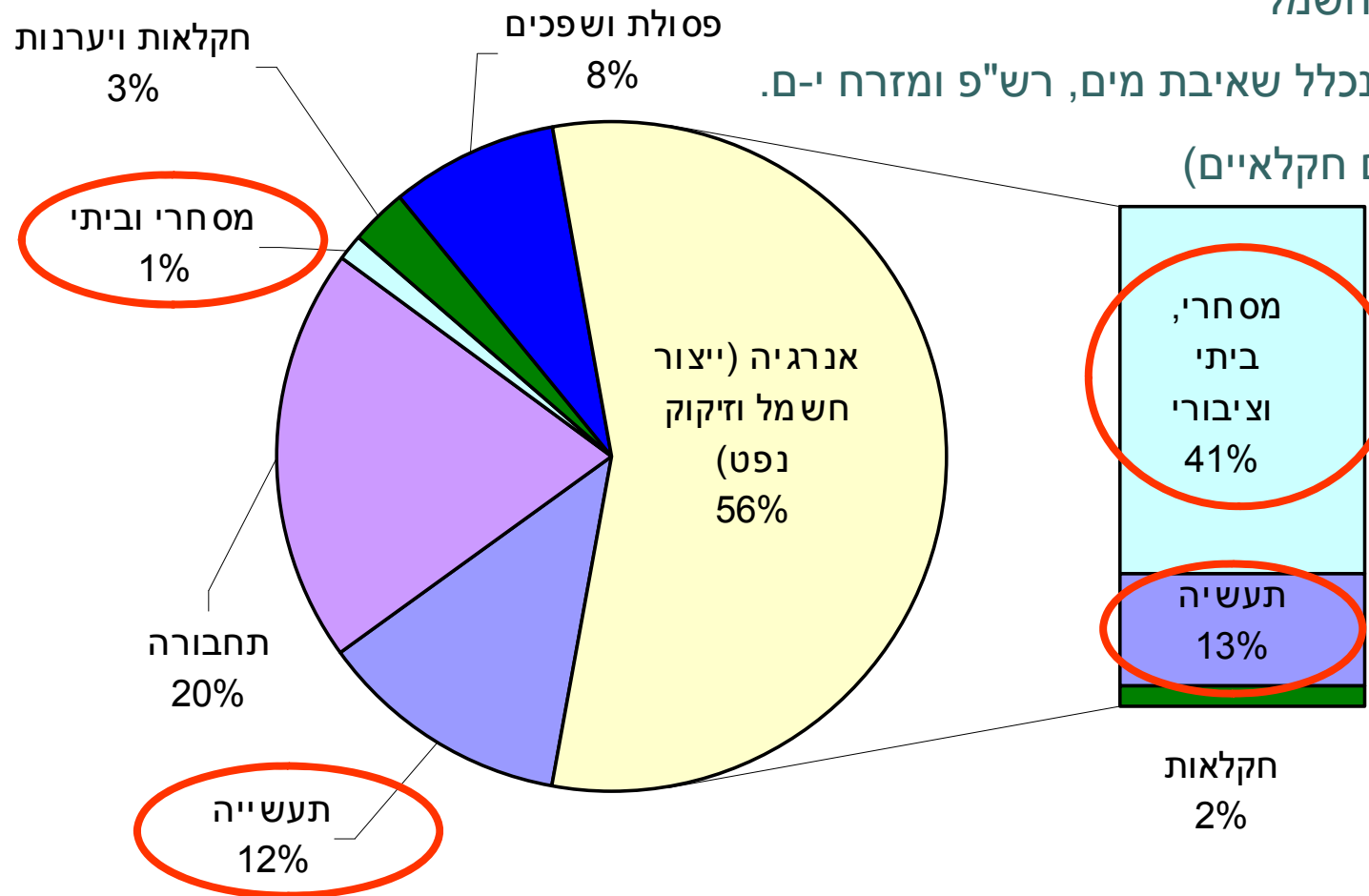


# התפלגות הפליטות לפי סקטור (צריכה), מצאי 2007

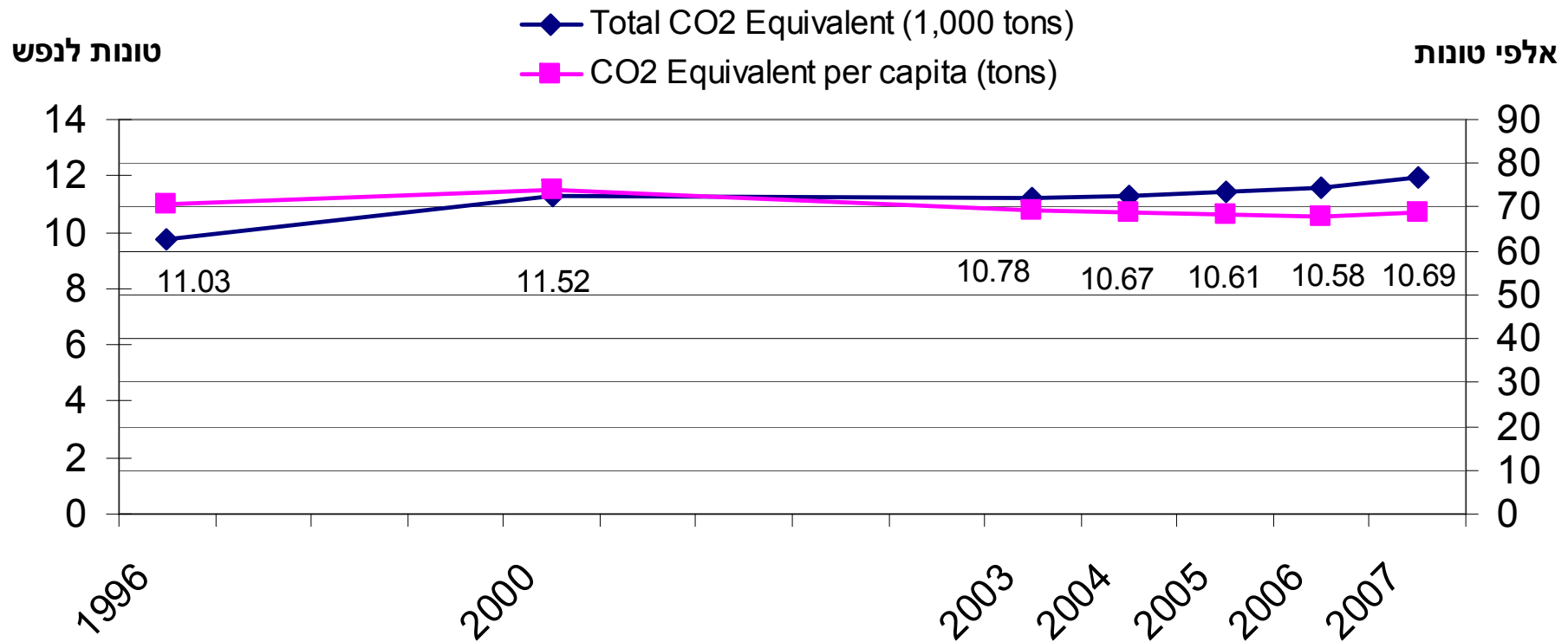
מתוך נתוני חברת החשמל

(תחת מסחרי וביתי נכלל שאיבת מים, רש"פ ומזרח י-ם.

חקלאות כולל ישובים חקלאיים)



# סך פליטות ופליטות לפי נפש (CO<sub>2</sub> EQ)

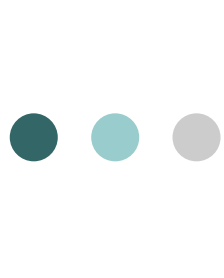




# הרחבת מצאי הפליטות עבור F-Gases

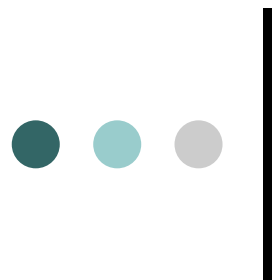
שימושים עיקריים בגזים	GWP (לאופק של 100 שנה)	סוגי הגזים
קירור, מיזוג אוויר וכיבוי אש.	140-11,700	HFCs
תעשיית מוליכים למחצה, כיבוי אש	6,500-9,200	PFCs
יצור מגנזיום, מערכות GIS ותעשיית מוליכים למחצה	23,900	SF <sub>6</sub>





# הרחבת מצאי הפליטות עבור F-Gases. מקורות הפליטה:

- מקורות עיקריים
  - תהליכי ייצור מוליכים למחצה (ETCHING/CVD)
  - תהליך ייצור מגנזיום
  - מערכות חשמל הפועלות בטכנולוגיית GIS
  - מערכות קירור ניח ונייד
  - מערכות מיזוג אוויר ניח ונייד
  - מערכות ניחות לכיבוי אש
  - גזי דחף לאירוסולים ולמשאפים מסוג MDI



# הרחבת מצאי הפליטות עבור F-Gases. מקורות הפליטה:

## ○ מקורות אחרים

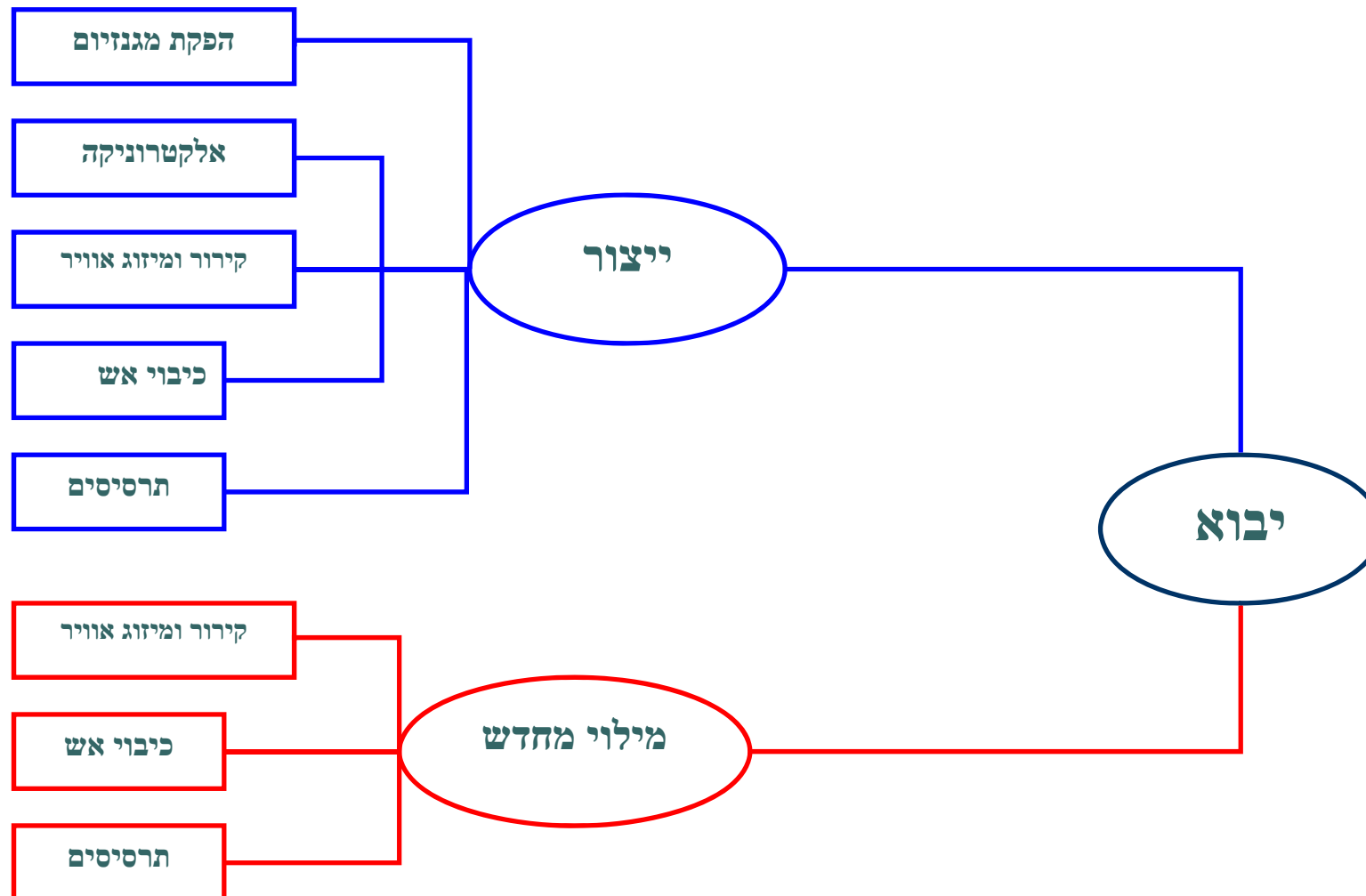
- חומרי קצף למילוי ואיטום

- חומרים ממיסים

- מקורות שונים כגון: ציוד צבאי, ציוד ספורט וחלונות אקוסטיים



# הרחבת מצאי הפליטות מתודולוגית חישוב – PFC'S, HFC'S, SF<sub>6</sub>





תודה על ההקשבה