

זיהום אוויר מתחבורה

אמיר זלצברג
המשרד להגנת הסביבה
אגף איכות אוויר ושינוי אקלים



זיהום אוויר מתחבורה

מעל גוש דן ביום וקר



אירוע זיהום אוויר בגוש דן – 7.1.03



גיא שחר
guydance@zahav.net.il

אירוע ערפיח מעל מטרופולין תל אביב - 7 בינואר 2003
במקרה זה הארובה של תחנת הכוח "רדינג" היא לא האשמה היחידה.
מספיקים כלי הרכב שנעים באזור תל אביב, לסדר לנו עוד בוקר נפלא...

הרכבה הטבעי של האטמוספירה:

- 78% חנקן
- 21% חמצן
- 1% גזים אחרים (ארגון, פחמן דו חמצני, מתאן, אוזון ועוד)

זיהום אוויר ← שינוי ההרכב הטבעי

זיהום אוויר משפיע על:

- בריאות האדם
- החי והצומח
- הסביבה



מי הם מזהמי האוויר השונים?

מה מקורותיהם?

ומה השפעתם על הבריאות?

מזהמי האוויר השונים

מקורות והשפעה על הבריאות

פחמן חד חמצני - CO:

מאפיינים: גז חסר ריח וצבע. תוצר בעירה לא מושלמת

מקורות עיקריים: רכבי בנזין, שריפת עצי הסקה.

השפעות: קצרות טווח – קושי בהעברת חמצן לרקמות, נמנום, כאבי ראש ובריכוז גבוה – חנק.

ארוכות טווח - מעלה את השכיחות להתקפי לב.

חלקיקים נשימים PM_{10} ונשימים עדינים $PM_{2.5}$:

מאפיינים: מורכבים בין היתר מפיוח ושאריות דלק בלתי שרופות. מרכיבים את העשן השחור הנפלט מכלי רכב בלתי תקינים.

מקורות עיקריים: שריפה לא מבוקרת, תעשייה, ייצור חשמל, רכבי דיזל.

השפעות: חודרים לעומק מערכת הנשימה ופוגעים בה.

מזהמי האוויר השונים

מאפיינים, מקורות והשפעה על הבריאות

תחמוצות חנקן:

מאפיינים: קבוצה זו כוללת את חד תחמוצת החנקן ודו תחמוצת החנקן. תוצר של כל שריפה בטמפרטורה גבוהה בנוכחות אוויר.

מקורות עיקריים: ייצור חשמל, תעשייה, רכבי דיזל כבדים.

השפעות: גורמות לעליה ברגישות הריאה למחלות שונות של דרכי הנשימה, ומחריפות את השפעתן של מחלות אלו על החולה. אחד המרכיבים העיקריים ליצירת אוזון

פחמימנים:

מאפיינים: קבוצת תרכובות כימיות וחומרי דלק המורכבת מפחמן ומימן.

מקורות עיקריים: רכבי בנזין, אידוי דלק, שריפה לא מלאה

השפעות: קבוצה גדולה של חומרים, חלקם רעילים, וחלקם מסרטנים. אחד המרכיבים העיקריים ליצירת אוזון.

מזהמי האוויר השונים

מאפיינים, מקורות והשפעה על הבריאות

אוזון – O₃:

מאפיינים: גז בעל ריח חריף, חסר צבע, מורכב משלושה אטומי חמצן.

מקורות עיקריים: מזהם שניוני הנוצר מתגובה של פחמימנים נדיפים ותחמוצות חנקן בנוכחות קרינת השמש. האוזון נוצר במורד הרוח של מקורות הפליטה

השפעות: גירוי ניכר בעיניים ובאף, מחמצן חזק מאוד הפוגע בכל החומרים האורגנים ובכלל זה ברקמות תאי הריאה (בדומה לנזק הנוצר מעישון)

פחמן דו חמצני – CO₂:

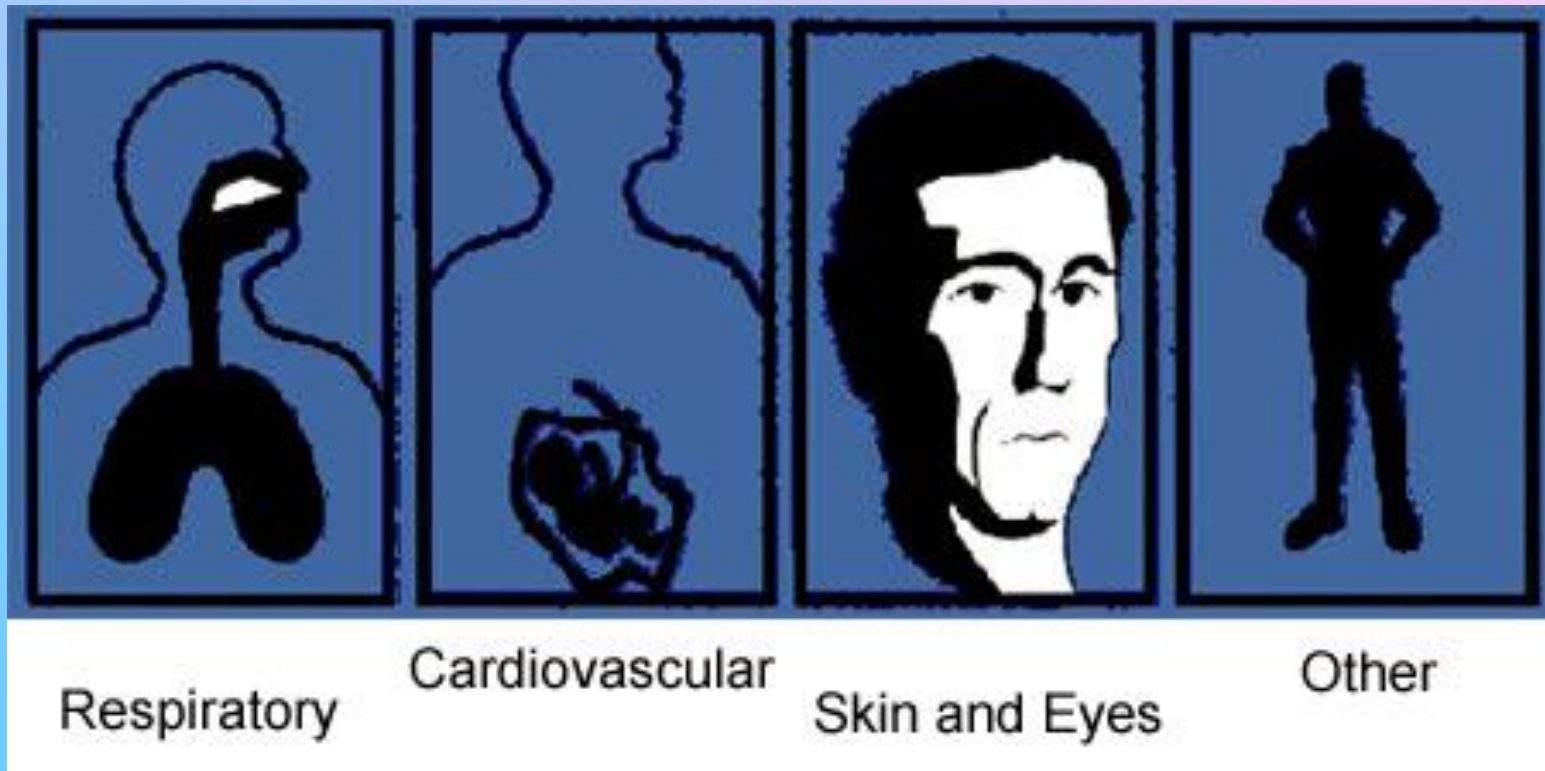
מאפיינים: תוצר סופי מכל תהליך בעירה

מקורות עיקריים: ייצור חשמל, תעשייה, כלי רכב, נשימה ועוד

השפעות: משפיע על הבריאות רק בריכוזים גבוהים מאוד. התורם הראשי להתחממות כדור הארץ

השפעות בריאותיות

מערכות הגוף המושפעות ע"י זיהום אוויר



סקר סיכונים בריאותי בת"א ואשדוד 1995-1999

חשיפה למזהמי אוויר קשורה ל:
כ- 14% ממקרי המוות בשנה

» 1100 מקרי מוות באזור תל-אביב

» 160 מקרי מוות באזור באשדוד

כ- 12% מהאשפוזים השנתיים בבתי חולים הקשורים עם בעיות לב ובעיות בדרכי הנשימה.

» כ- 1100 אשפוזים לשנה באזור תל-אביב

» כ- 180 לשנה באזור אשדוד

בתל אביב 1997-1999: 27,600 מקרים של סימפטומים נשימתיים בילדים בגילאי 7-14 (20% מאוכלוסיית הילדים שכללה 142,000 נפש).

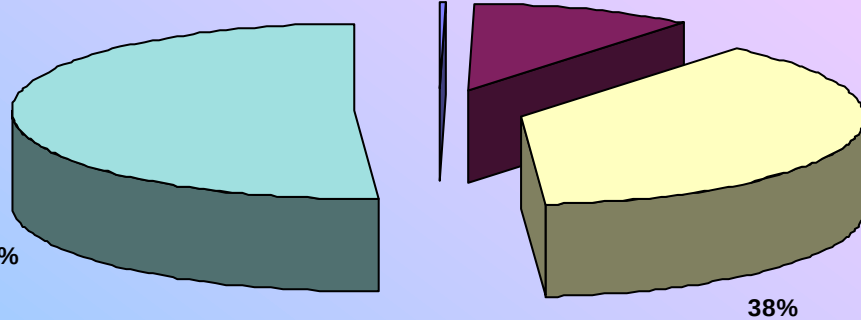
זיהום אוויר מכלי רכב



פליטת מזהמי אוויר לפי מגזר – למ"ס 2008

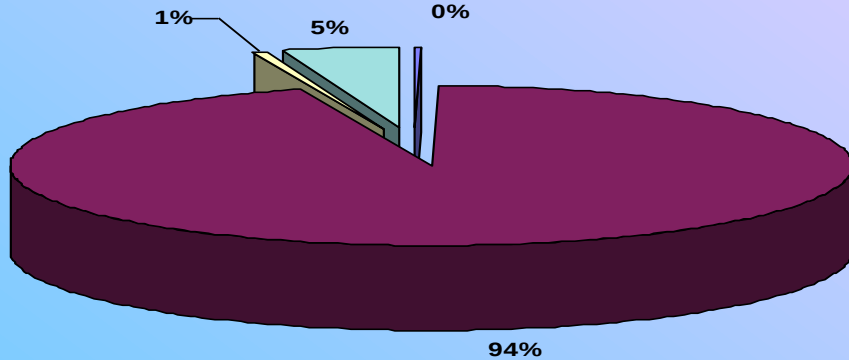
אבק מרחף - SPM

0% 11%



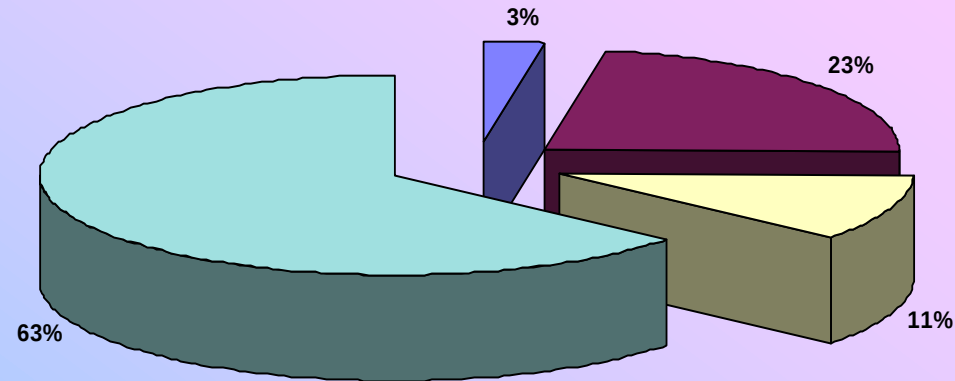
פחמן חד חמצני - CO

1% 5% 0%



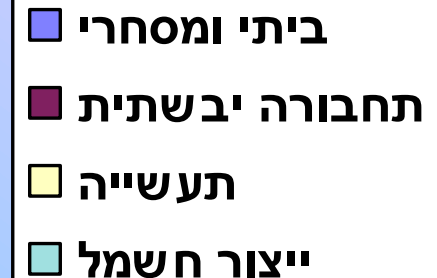
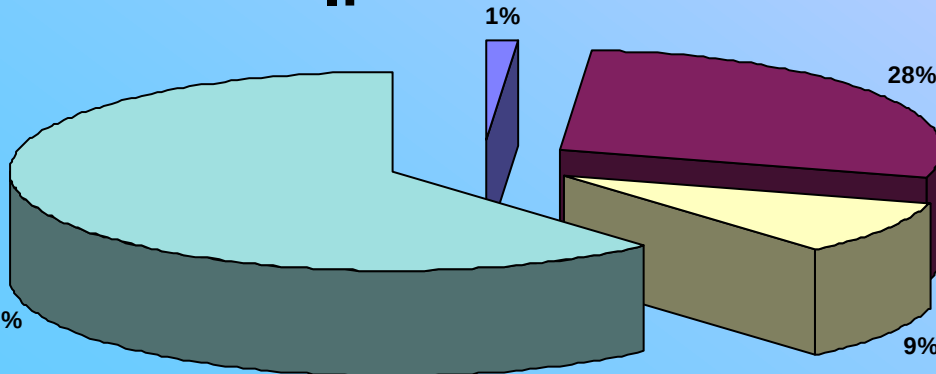
פחמן דו חמצני - CO2

3%



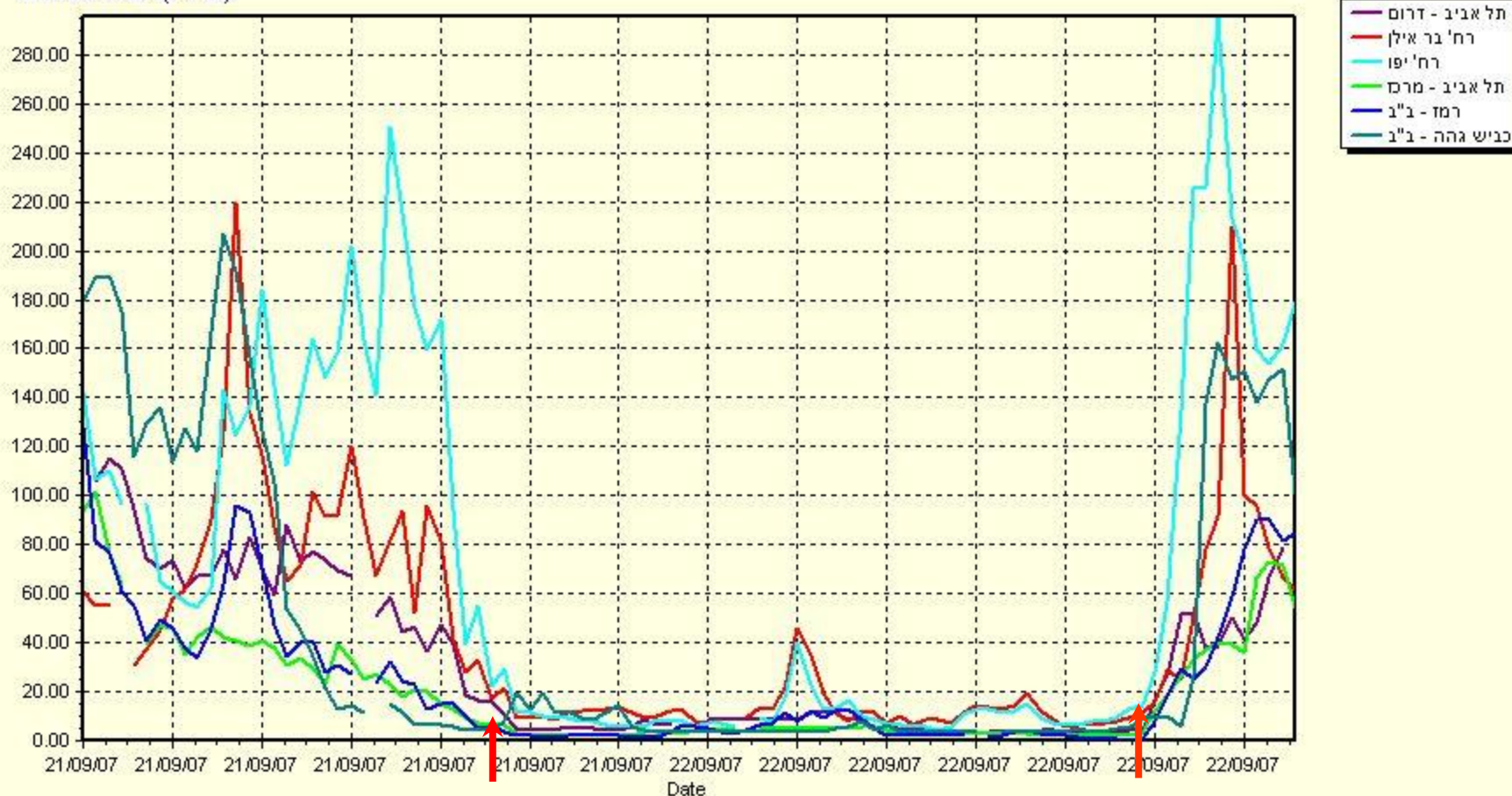
תחמוצות חנקן - NOx

1%



התחבורה הינה המקור העיקרי לזיהום האוויר במרכזי הערים

Periodic report from 21/09/2007 to 22/09/2007. Time Interval:30 Min.
Monitor:NOX(PPB)



Start

End

יום ללא זיהום אוויר מכלי רכב - יום כיפור 2007

עלות חיצונית מכלי רכב בישראל

קטגוריה	אומדן עלות (% מהתמ"ג)
תאונות	0.67
רעש	0.36
זיהום אוויר	2.08
שינוי אקלים	0.18
צפיפות	1.92
בניה ותחזוקת כבישים	0.34
ערך חניה חופשית	0.49
סה"כ	6.04

מקור: אומדן של המחלקה המדעית – משרד האוצר

עלויות זיהום האוויר וגזי החממה

הערכת עלויות נזקים כתוצאה מפליטת מזהמים מרכב
(יורו לכל טון של פליטה)

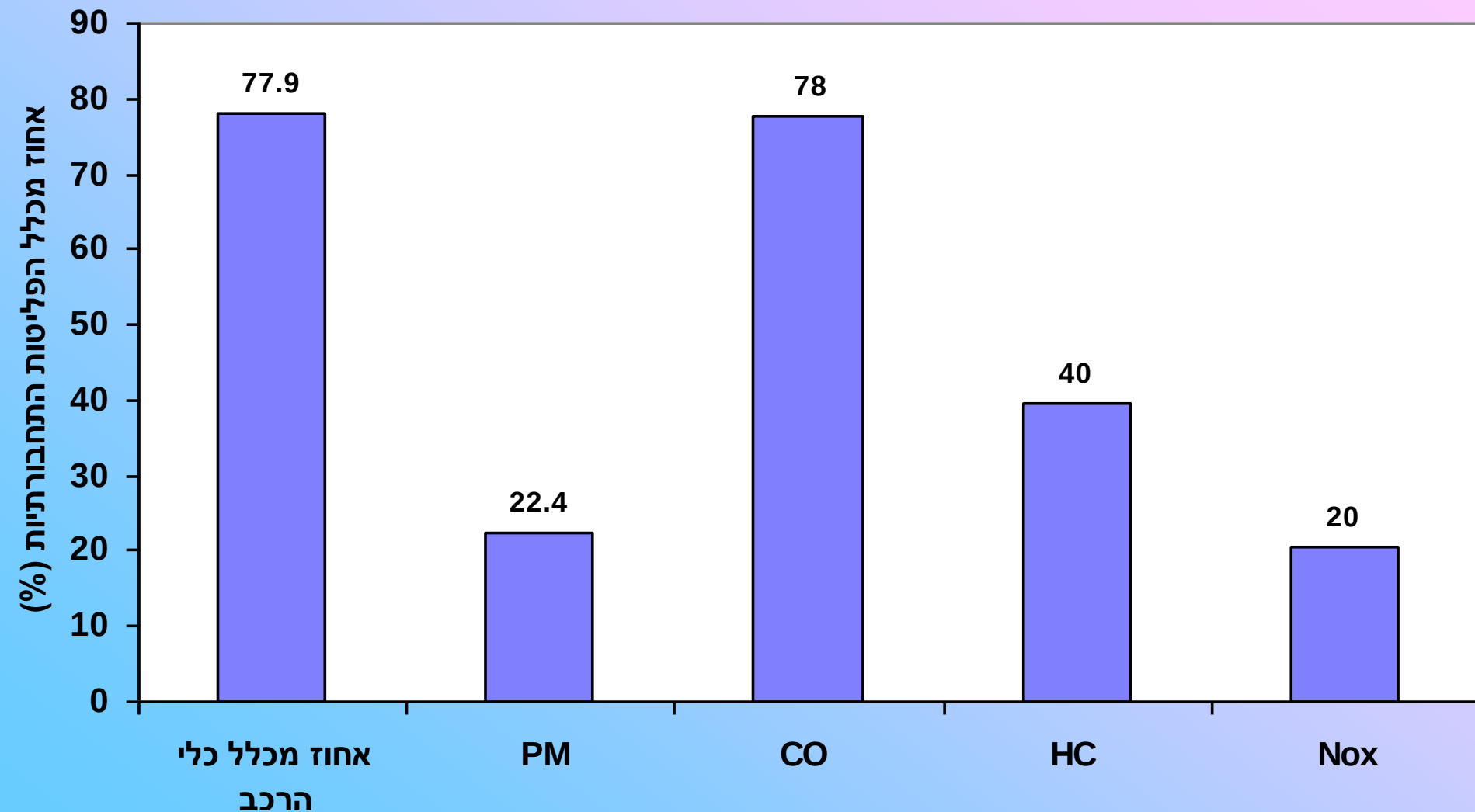
Exhaust emissions	Approximate costs
CO	500
HC	900
NO_x	10,000
PM_{10}	20,000
CO_2	30

מקור: הוועדה למיסוי ירוק

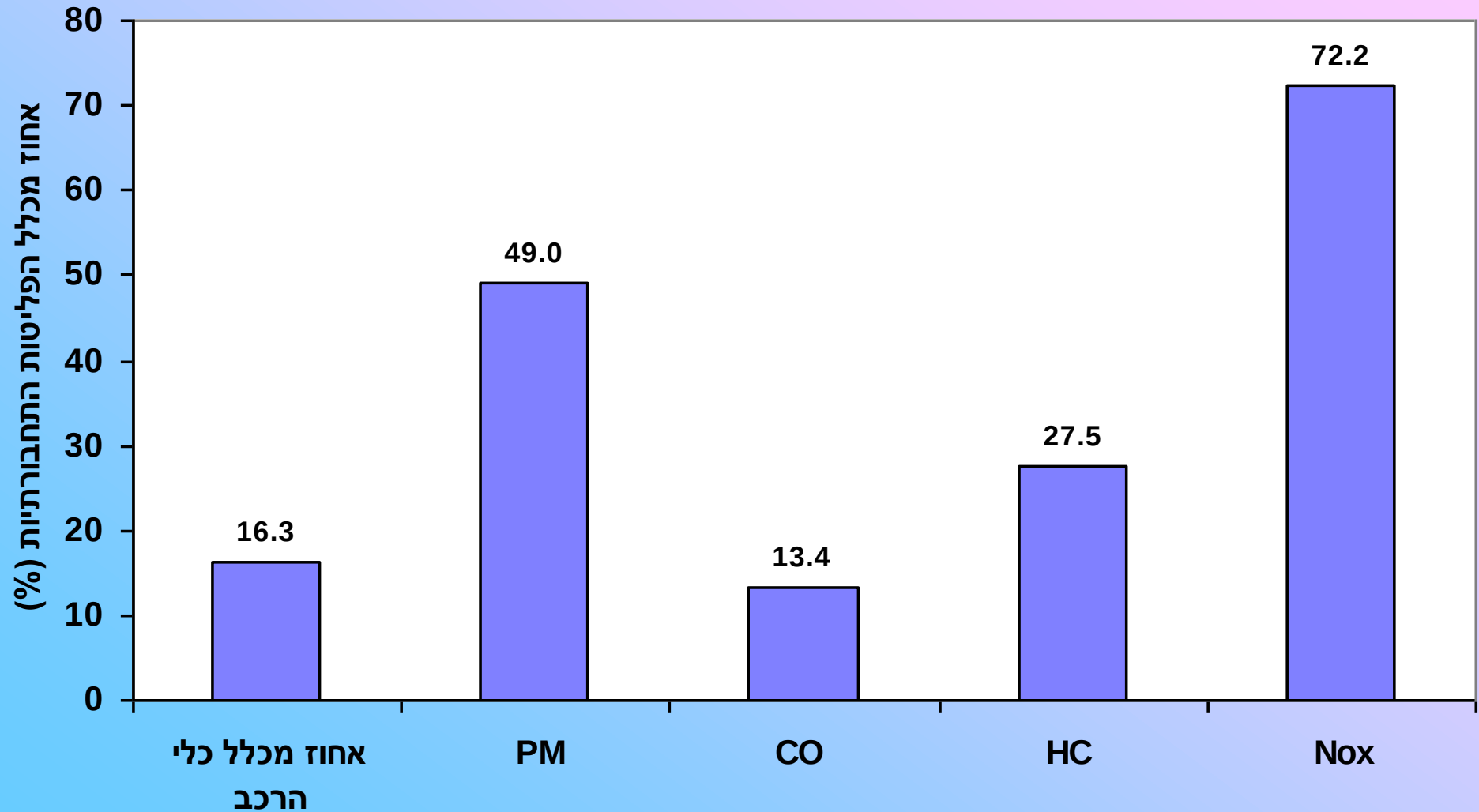
איזה כלי רכב מתאפיינים בפליטת זיהום גבוה?



פליטת מזהמי אוויר מכלי רכב פרטיים בישראל (למ"ס – 2007)



פליטת מזהמי אוויר ממשאיות ואוטובוסים בישראל (למ"ס – 2007)



בנזין לעומת דיזל

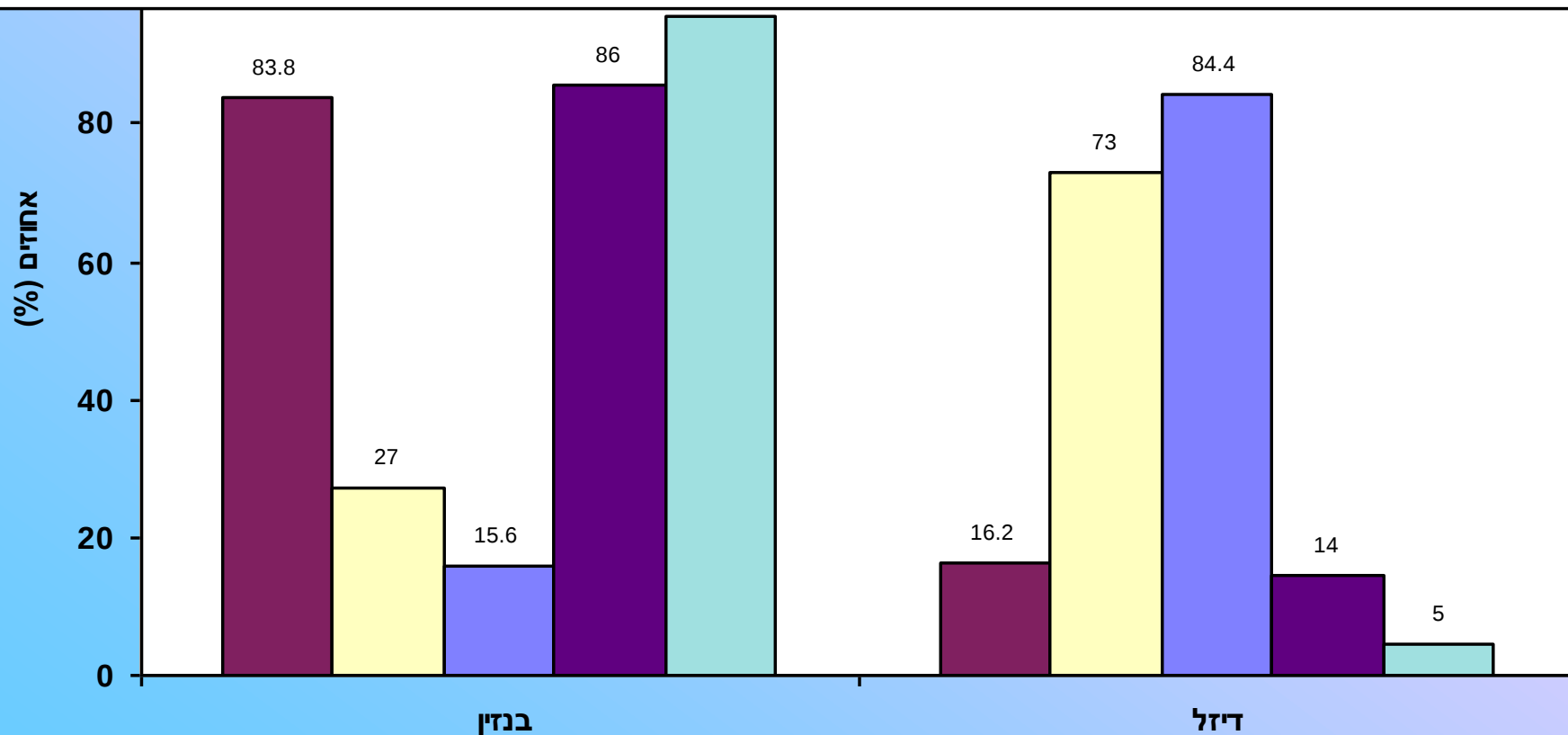
פליטת מזהמים בהשוואה למספר כלי הרכב לפי סוג (נתוני 2007)

■ אחוז מכלל כלי הרכב

■ אחוז מפליטת תחמוצות חנקן

■ אחוז מפליטת פחמימנים

■ אחוז מפליטת פחמן חד חמצני



שיטות להפחתת פליטות

- שינוי דפוסי התנהגות – הפחתת הנסועה, צמצום השימוש ברכב הפרטי, מעבר לתח"צ, אופניים, נסיעה משותפת וכד'
- בקרת פליטות – טכנולוגיות הנעה חלופיות, התקנים לבקרת פליטות, דלקים נקיים, בדיקות תקינות רכב וכד'

איך מחשבים את פליטות המזהמים מתחבורה?

מקדמי פליטה:

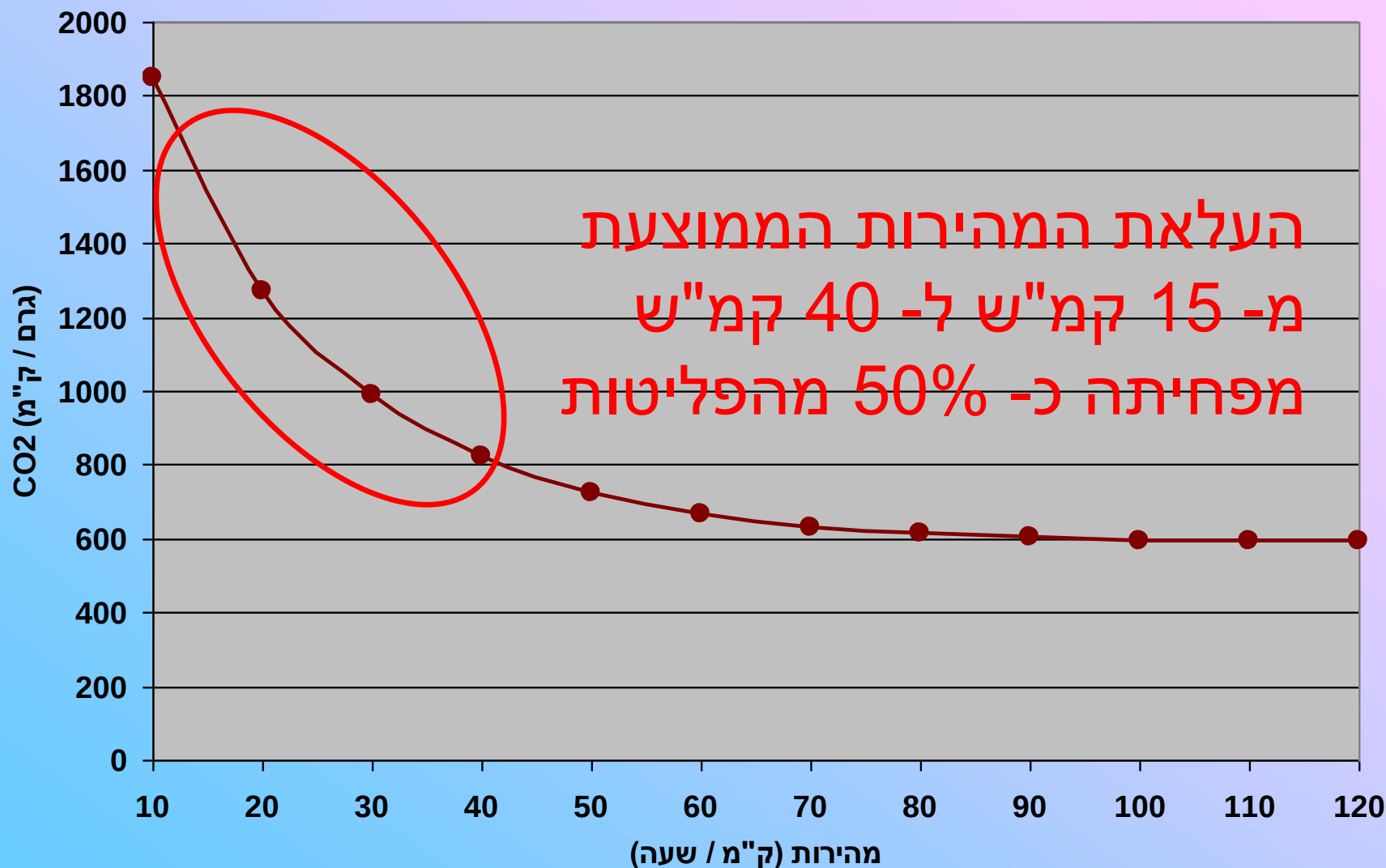
מסת מזהם הנפלטת מסוג רכב ליח' מרחק

דוגמאות:

- פליטת CO מרכב פרטי טיפוסי בישראל במהירות נסיעה של 50 קמ"ש בשיפוע $0\% = 1.93$ גרם לקילומטר
- פליטת PM מאוטובוס עירוני יורו 4 במשקל 15 – 18 טון במהירות נסיעה של 20 קמ"ש בשיפוע $0\% = 0.06$ גרם לקילומטר

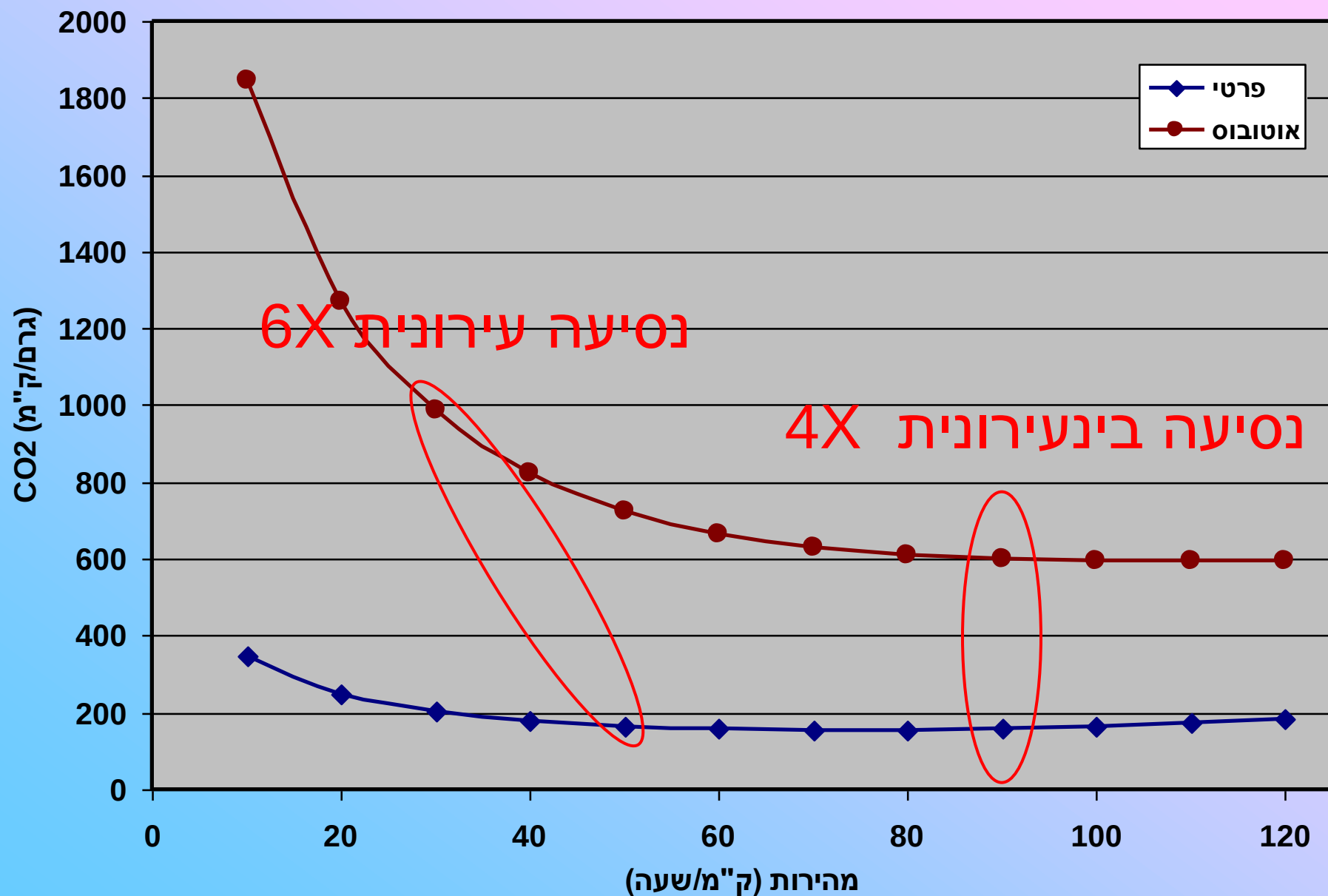
ועכשיו לדוגמאות מוחשיות יותר...

1. פליטת גזי חממה מאוטובוס עירוני – יתרון למתן זכויות דרך



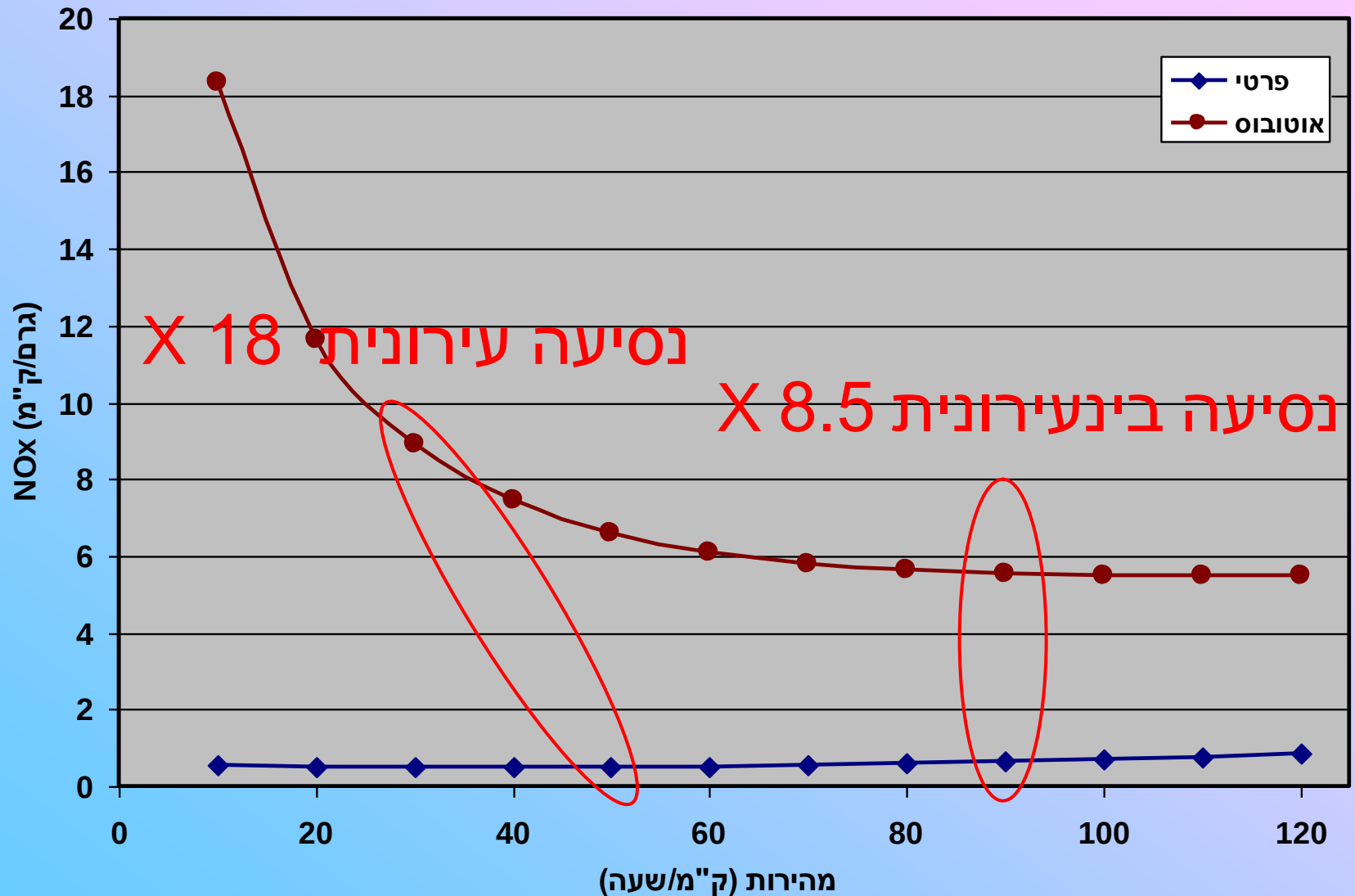
2. השוואת פרטי – אוטובוס: גזי חממה

יתרון לשימוש בתחבורה ציבורית

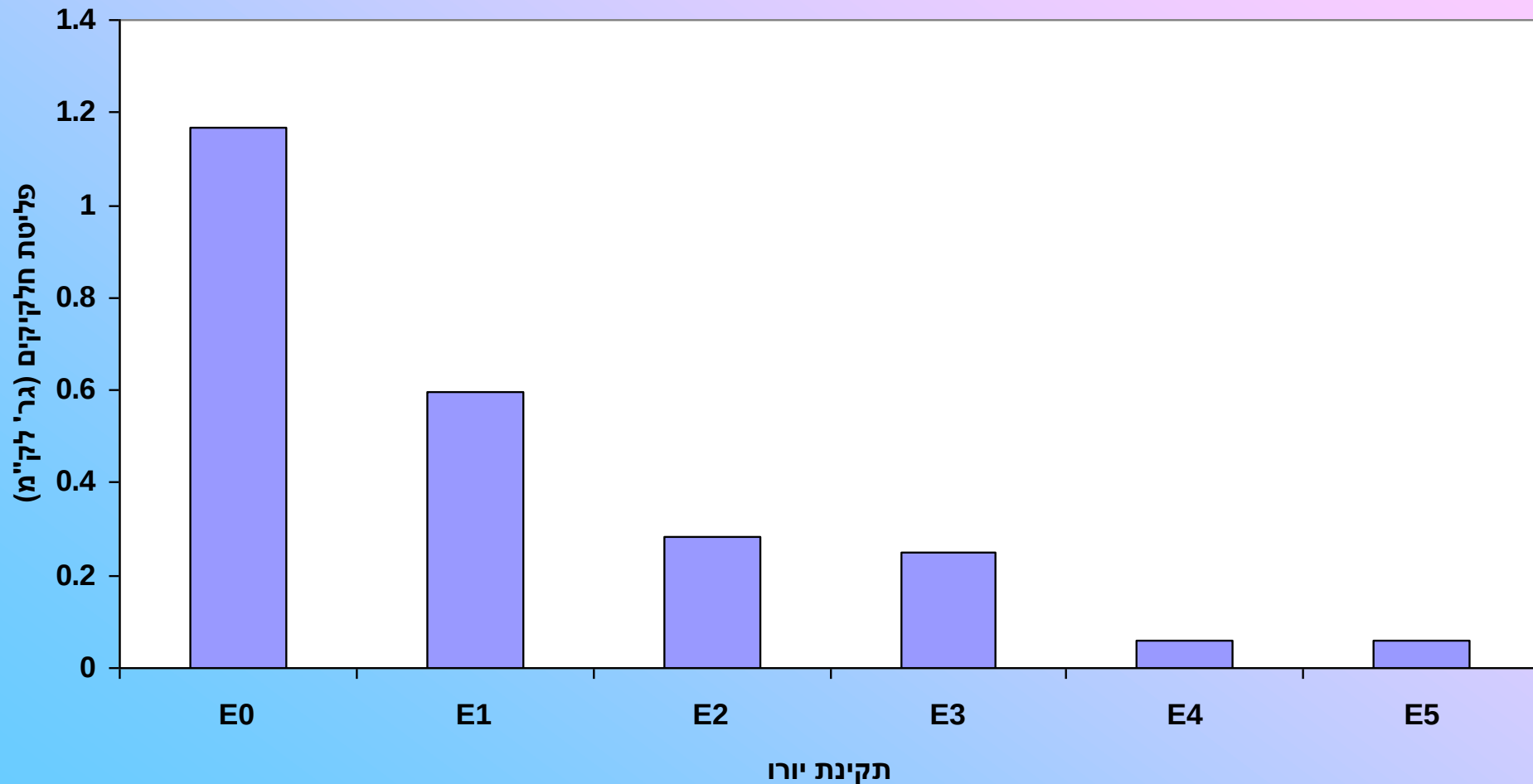


3. השוואת פרטי – אוטובוס: תחמוצות חנקן

יתרון לשימוש בתחבורה ציבורית



4. פליטת חלקיקים מאוטובוסים עירוניים מדורות שונים בנסיעה מישורית במהירות ממוצעת של 20 קמ"ש – יתרון להפעלת אוטובוסים חדישים



בקרת פליטות – דוגמאות

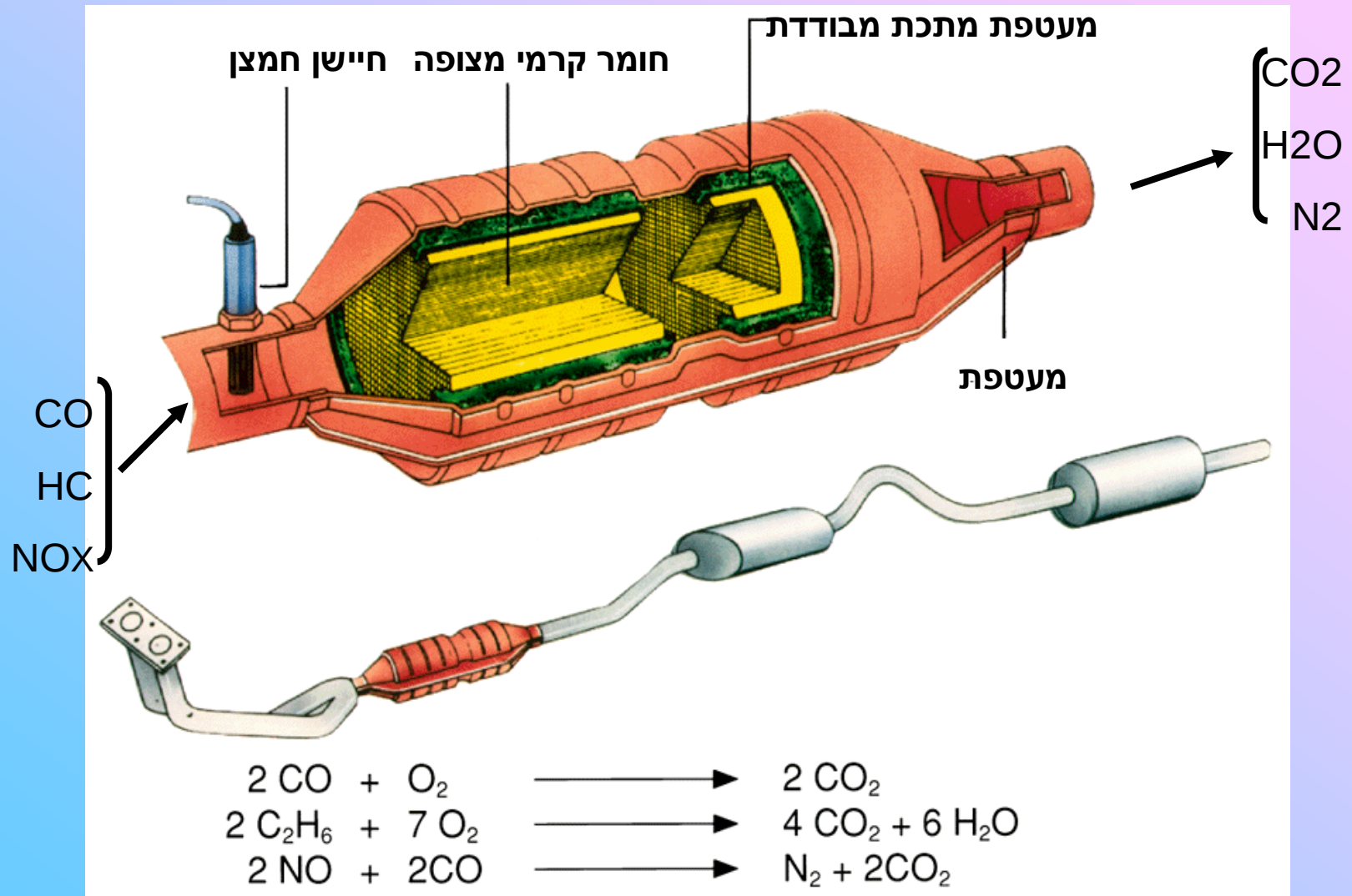
1. בדיקת תקינות כלי הרכב

- במבחן הרישוי השנתי
- בצד הדרך – ניידות אכיפת זיהום מרכב



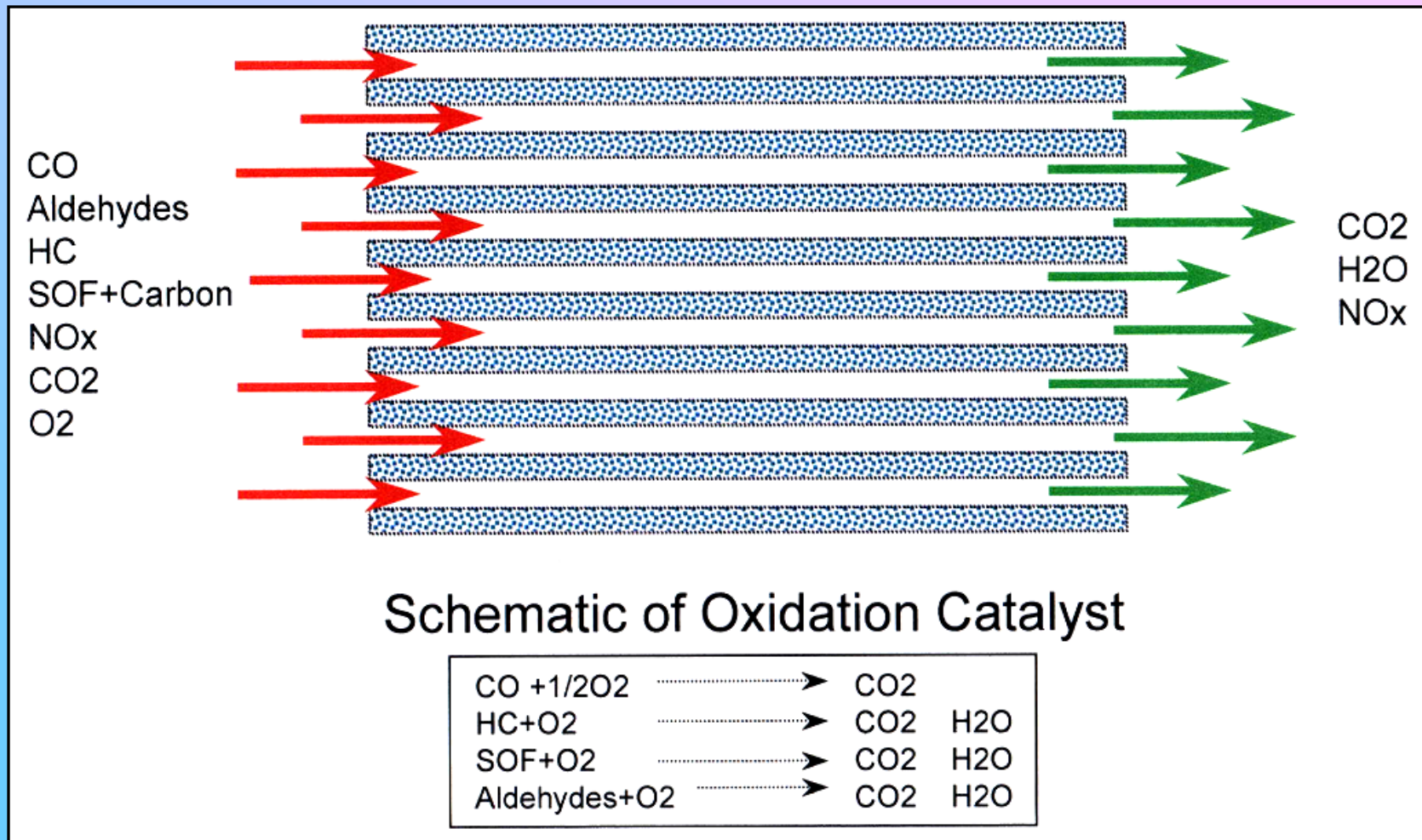
בקרת פליטות – דוגמאות

2. שימוש בהתקני קצה לבקרת פליטות – ממיר קטליטי



בקרת פליטות – דוגמאות

3. התקנת אמצעי הפחתה על כלי רכב כבדים קיימים



בקרת פליטות – דוגמאות

4. רכישת/הפעלת כלי רכב ידידותיים יותר לסביבה

הערכת עלויות נזקים כתוצאה מפליטת מזהמים מרכב
(יורד לכל טון של פליטה)

Exhaust emissions	Approximate costs
CO	500
HC	900
NO_x	10,000
PM_{10}	20,000
CO_2	30

מיסוי ירוק

גילוי נתוני זיהום



נתוני צריכת דלק בליטרים ל-100 ק"מ			
עירוני	10.0	בינעירוני	6.0
נתוני הידורן, על"י בדיקת מעבדה, חקק"ב			

בקרת פליטות – דוגמאות

5. גריטת כלי רכב ישנים

רכב ישן מזהם פי 20
ומעלה לעומת רכב
חדש



יש לך רכב בן 20 שנה ומעלה?
יש באפשרותך לקבל תמורתו 3,000 ₪ מהמדינה!
וז ההדמנות להצטרף לתוכנית הגריטה
ולגלות שמשולם להפסיק לזהם.

בקרת פליטות – דוגמאות

6. נהיגה חסכונית בדלק

באמצעות נהיגה נכונה ניתן לחסוך עד 15% מהדלק והזיהום



נהיגה נכונה

1. **נהיגה עדינה** – יש להימנע מהאצות מהירות ובלימות חזקות. אם מקפידים לשמור מרחק ומסתכלים רחוק קדימה, הזמן לתגובה גדל וניתן לשמור על מהירות קבועה ונהיגה חלקה יותר. במעבר ממצב עמידה לתנועה יש להימנע מהזנקה חדה אלא להאיץ באופן הדרגתי.
2. **נהיגה במהירות המותרת** – בכביש בינעירוני, נסיעה מהירה יותר מהמותר מבזבזת דלק. צריכת הדלק המינימלית ברוב כלי הרכב היא במהירות 80 – 90 קמ"ש. נסיעה ב- 90 קמ"ש במקום ב- 110 קמ"ש חוסכת כ- 15% מהדלק.
3. **יוצאים מיד לדרך** - לאחר ההתנעה כדאי להתחיל בנסיעה מיד, אין צורך לחכות שהמנוע "יתחמם".
4. **ידני מול אוטומטי** - רכב בעל תיבת הילוכים ידנית עדיין חסכוני בדלק לעומת רכב אוטומטי.

איסור הנעת רכב ציבורי/הסעת נוסעים בסרק

עם זאת יש להקפיד לה
5. **מכבים את המנוע** -
מאשר להישאר בהילוך סרק.

שינוי דפוסי התנהגות – דוגמאות

6. מגבלות תנועה עירוניות

דוגמאות מהעולם:

- מוניות היברידיות – ניו יורק

- אגרת זיהום – מילאנו

- אגרת גודש – לונדון

- איסור כניסת משאיות כבדות
למרכז העירוני - פראג

- אזור מופחת זיהום - ברלין



Stage 1 from 1.1. 2008:
Vehicles (lorries and passenger cars) must at least meet the requirements of Pollutant Class 2 of the recently adopted national vehicle marking scheme. Therefore, vehicles with red, yellow and green stickers are allowed.

Stage 2 from 1.1.2010:
Only vehicles in Pollutant Class 4—thus, only vehicles with green stickers—can drive in the zone.

רשויות מקומיות

- אחריות למניעה וצמצום הזיהום
- סמכות לניהול תחבורה (פקודת התעבורה)
- הכרזת איזור מוכה זיהום (ע"י השר) והכנת תכנית ע"י הרשות הרלוונטית או במשותף ע"י רשויות סמוכות.
- ביצוע תכניות לצמצום הזיהום.

סיכום – פעולות עיקריות לבקרת פליטות הניתנות ליישום ברמה העירונית:

- נידודת אכיפה בצד הדרך (תקינות כל הרכב)
- הטמעת דרישות רכב נקי במכרזים
- התקנת אמצעי הפחתה על כלי רכב ציבוריים
כבדים
- איסור הפעלת רכב בחנייה
- קביעת מגבלות תנועה עירוניות
- הנחות חנייה/אגרה לרכב נקי

טכנולוגיות רכב- השפעה על הזיהום

הטכנולוגיה	יתרונות	חסרונות
דיזל	ניצולת גבוהה – פליטת CO ₂ נמוכה. מומנט גבוה	פליטת חלקיקים ותחמוצות חנקן
בנזין (אוטו)	זיהום בינוני -נמוך (בטכנולוגיות החדשות)	פליטת פחמימנים, CO ותחמוצות חנקן
גפ"מ (אוטו)	מזהם פחות מדיזל. חסכוני יותר מבנזין	בטכנולוגיות חדשות היתרון מצטמצם
היברידי דיזל	ניצולת גבוהה מאוד הרחקת הזיהום אם הפעולה בעיר חשמלית בלבד	פליטת חלקיקים ותחמוצות חנקן עלות גבוהה מאוד
היברידי בנזין	ניצולת גבוהה זיהום נמוך עד נמוך מאוד	עלות גבוהה
גז טבעי	זיהום נמוך מאוד	העדר תשתית, טווח נסיעה מוגבל
חשמל	זיהום מבוקר בתחנות כח	טווח נסיעה מוגבל, מהירות מוגבלת

כלי רכב מזהמים ואופן התמודדות מולם

- כלי רכב בלתי תקינים:

בדיקות תקינות בטסט השנתי ובצד הדרך

- כלי רכב ישנים:

עידוד גריטה, בדיקת תקינות אחת לחצי שנה

- כלי רכב דיזל כבדים:

התקנת אמצעי קצה, צווים אישיים

סיכום

- התחבורה הינה המקור העיקרי לזיהום האוויר במרכזי הערים ובריכוזי האוכלוסין
- מגזר התחבורה אחראי לפליטה של כ 20% מגזי החממה בישראל
- ניתן להפחית פליטות באמצעות שינוי התנהגותי ובאמצעות בקרת פליטות

תודה על ההקשבה

שקפים נוספים

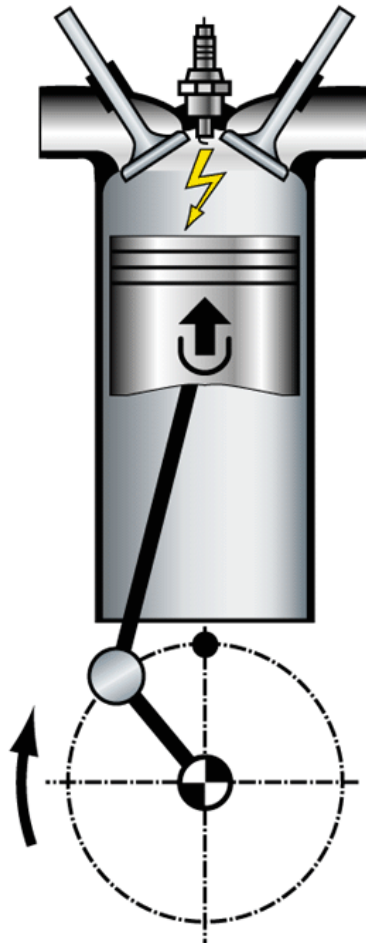
סוגי דלק לתחבורה והשפעה על הזיהום

סוג הדלק	יתרונות	חסרונות
סולר תחבורה	נדיפות נמוכה זיהום נמוך יחסית בתעשייה	פליטה גבוהה: חלקיקים וNOX בכלי רכב
בנזין	זיהום בינוני-נמוך בטכנולוגיות החדשות	נדיפות גבוהה
ביואתנול	הפחתה חלקית של זיהום מבנזין	זמינות נמוכה בישראל של מרכיבי הייצור
ביודיזל	זיהום נמוך יותר מסולר הפחתת גזי חממה	אפשרות שימוש נרחב בריכוז נמוך בלבד עלות ייצור גבוהה
גפ"מ	זיהום נמוך	תשתית בעייתית;
גז טבעי	זיהום נמוך מאוד	טווח נסיעה מוגבל; תשתית חסרה
מימן	זיהום אפסי	תשתית קשה לביצוע

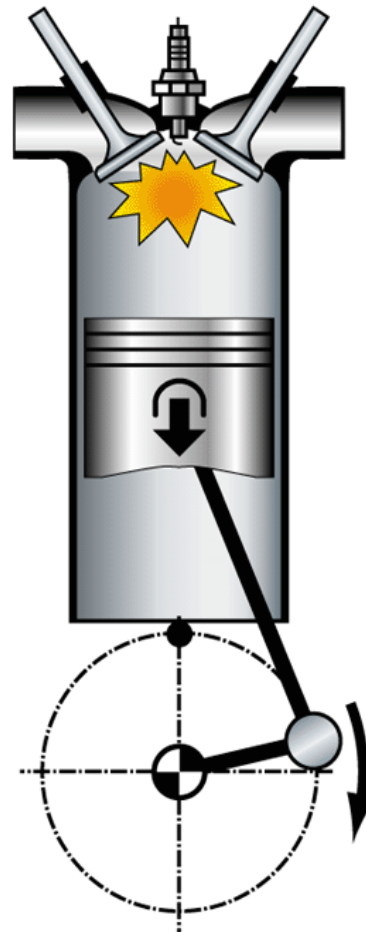
עקרון פעולה מנוע בנזין 4 פעימות



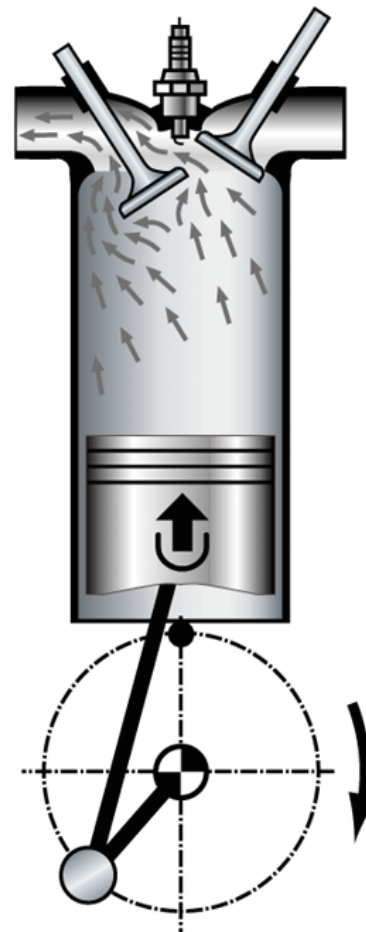
פעימת
יניקה



פעימת
דחיסה



פעימת
עבודה



פעימת
פליטה

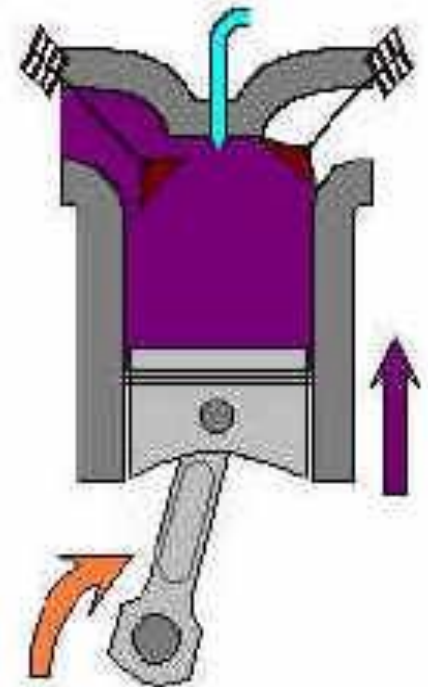
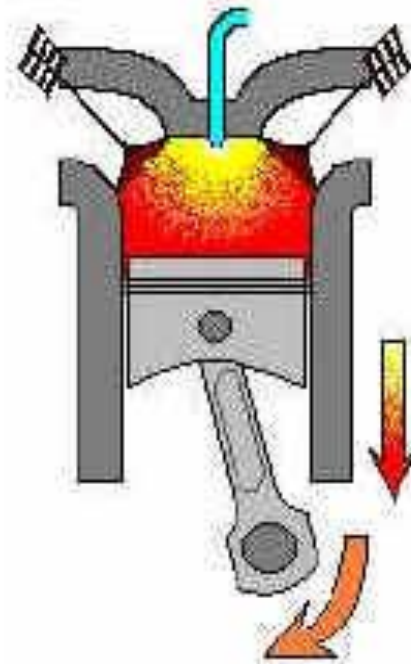
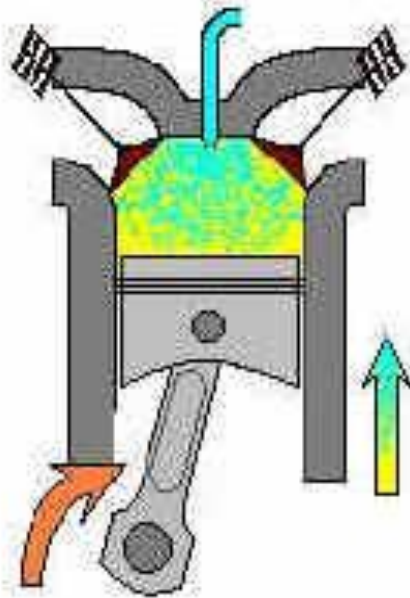
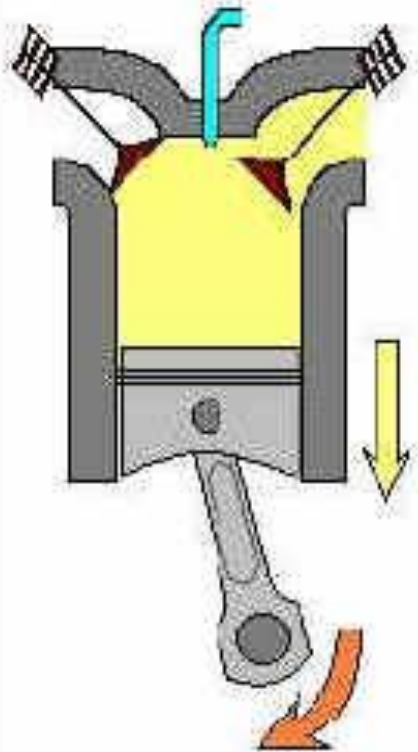
מנוע דיזל 4 פעימות

יניקה

דחיסה

עבודה

פליטה



INDUCTION

COMPRESSION

IGNITION

EXHAUST

רמת המזהמים ממנועי בנזין (מ"ג לק"מ)

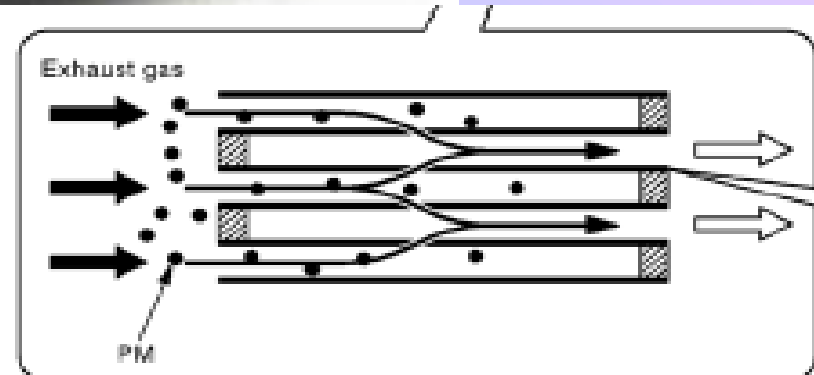
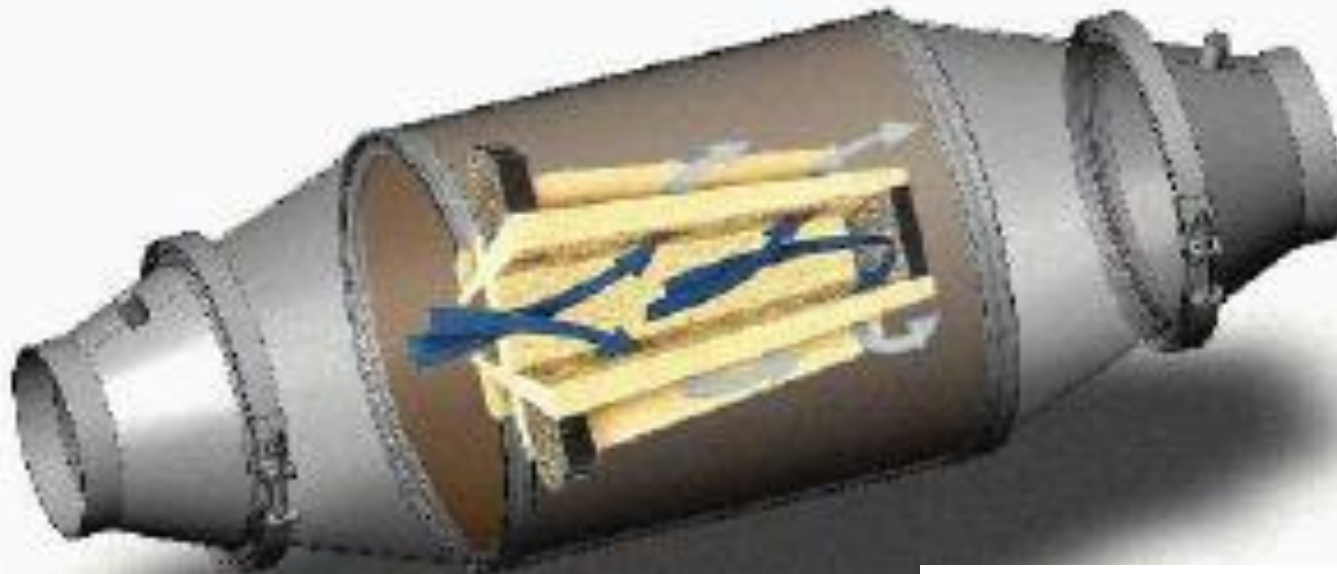
תכולת גפרית (חל"מ)	PM	NOX	HC	CO	החל ב-	תקן
1,000	אין מגבלה	אין מגבלה	אין מגבלה	2,720	10/1994	Euro 1
500	אין מגבלה	אין מגבלה	אין מגבלה	2,200	10/1999	Euro 2
150	אין מגבלה	150	200	2,300	1/2000	Euro 3
50	אין מגבלה	80	100	1,000	1/2005	Euro 4
10	5	60	100	1,000	1/2009	Euro 5

רמת המזהמים ממנועי דיזל (גרם לקו"ש)

תכולת גפרית (חל"מ)	PM	NOX	HC	CO	החל ב-	תקן
2000	0.61	8	1.1	4.5	10/1994	Euro 1
500	0.25	7	1.1	4	10/1999	Euro 2
350	0.10	5	0.66	2.1	1/2000	Euro 3
50	0.02	3.5	0.46	1.5	1/2005	Euro 4
10	0.02	2	0.46	1.5	1/2009	Euro 5

Diesel Particules Filter

טמפ' הבעירה נמוכה, רמת פליטת החלקיקים PM עולה
מסנן החלקיקים DPF ו/או ממיר קטליטי.



ניטור איכות אוויר בישראל

מערך ניטור אוויר מורכב מ:

- 23 תחנות ניטור קבועות
- שתי תחנות ניטור ניידות
- נתונים מכ-80 תחנות של איגודי ערים וחברת חשמל
- נתונים מניטור רציף בארובות מרכז בקרה
- כ-40 משתמשי רשת



איך עובדת תחנת ניטור:



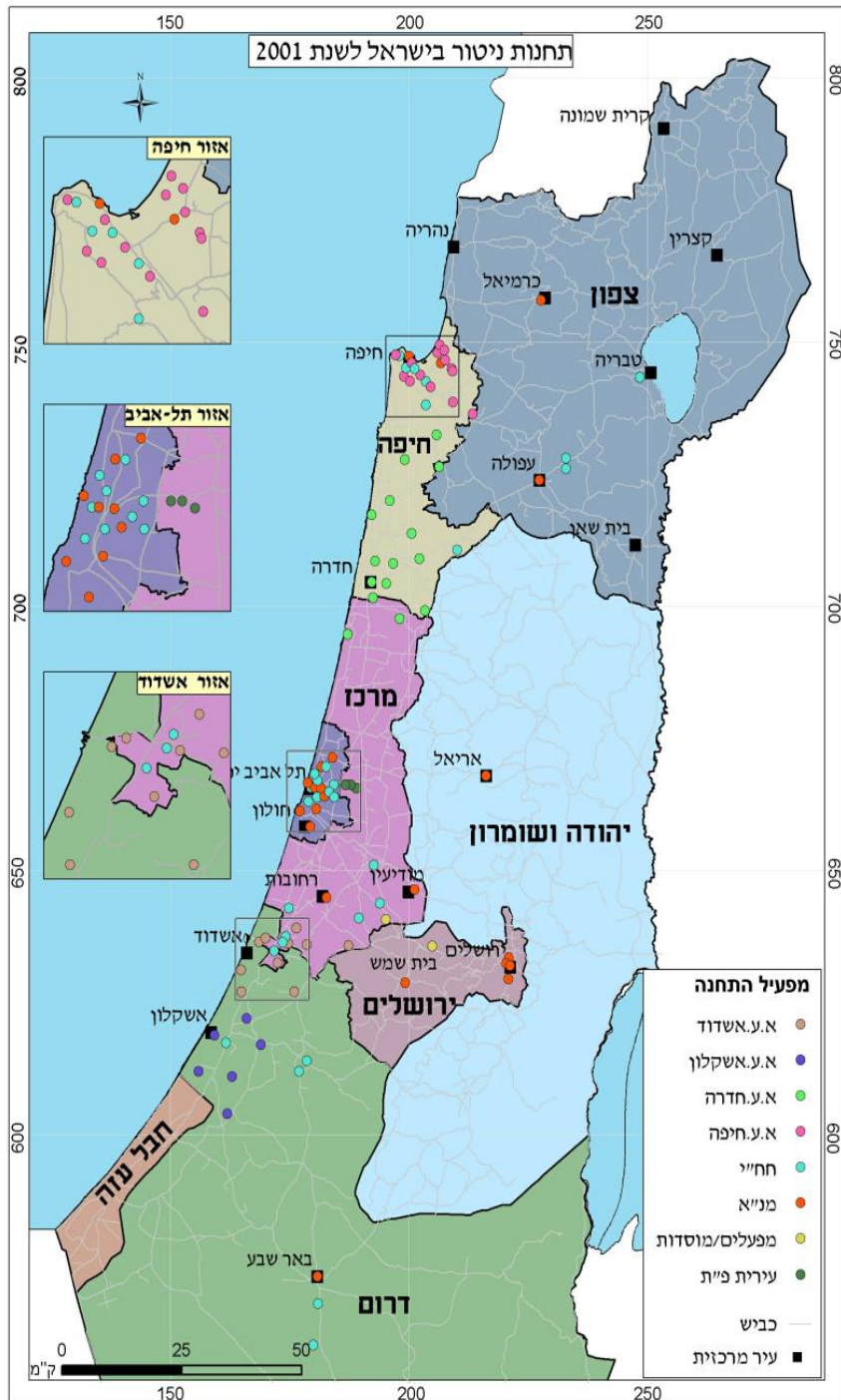
תחנת ניטור תחבורתית



תחנת ניטור כללית

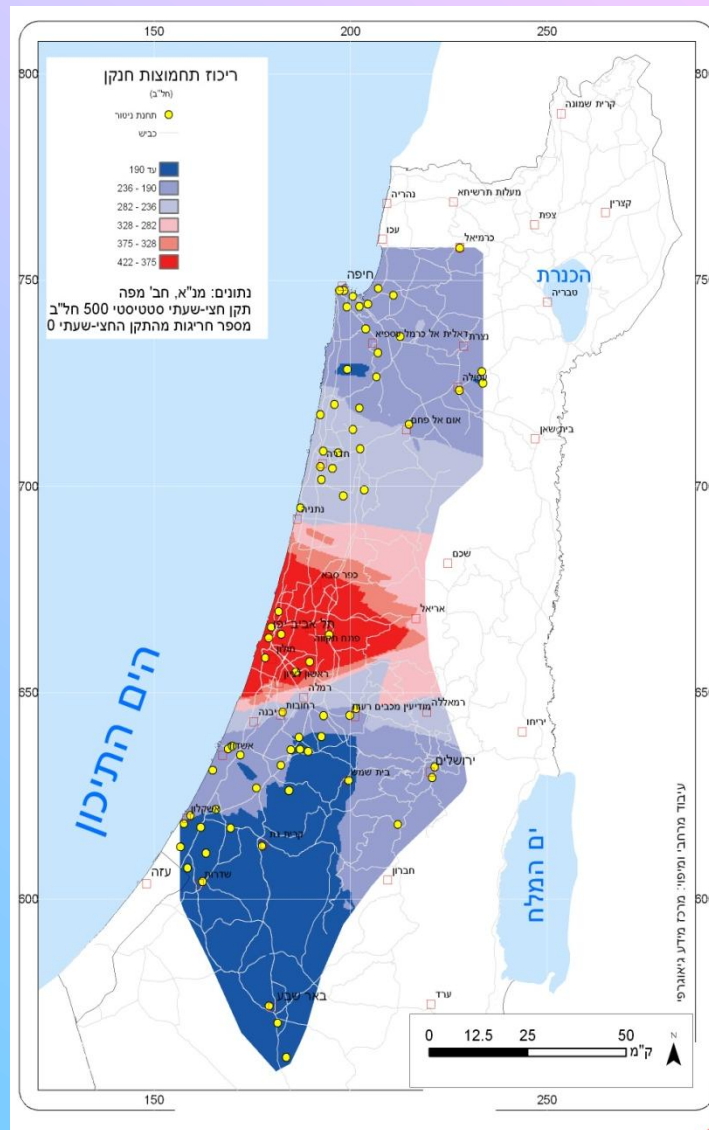


מפת תחנות הניטור בישראל



ממוצע שנתי של תחמוצות חנקן

לשנת 2007



ריכוזים שמונה-שעתיים מרביים של אוזון בשנת 2007

