



# אסטרטגיות לצמצום פליטות בגוש דן

ד"ר נועם גרסל, עפר בן-דב – אסיף-אסטרטגיות בע"מ

ד"ר אופירה איילון – מוסד שמואל נאמן

מר דורון לביא – פארטו הנדסה

# אסטרטגיות לצמצום פליטות בגוש דן

## אסיף-אסטרטגיות בע"מ –

חברה ליזמות ופיתוח המתמחה בהטמעה  
של מחויבות לסביבה באסטרטגיות עסקיות

### ראשי פרקים

– מה משיגה המדיניות הנוכחית?

– מה הניסיון שנצבר בעולם?

– עקרונות לתחילתו של תהליך

## מה משיגה המדיניות הנוכחית?

**מגמות וצעדים לשיפור איכות האוויר בשנים 2000-2004:**

- אכיפה על מזהמי אוויר.
- מעבר על המשק לדלק דל-דל גופרית (50 חל"מ).
- צווים אישיים על חברות התחבורה הציבורית.
- מעבר לתקני "יורו 3" במנועי דיזל.



# נתוני ניטור NOx בגוש דן 2000 - 2004

$$y = 0.0068x + 86.389$$

$$R^2 = 0.0044$$

$$y = -0.014x + 99.598$$

$$R^2 = 0.015$$

$$y = -0.0068x + 83.381$$

$$R^2 = 0.0039$$

$$y = 0.0029x + 38.344$$

$$R^2 = 0.0017$$

$$y = -0.0106x + 101.1$$

$$R^2 = 0.0071$$

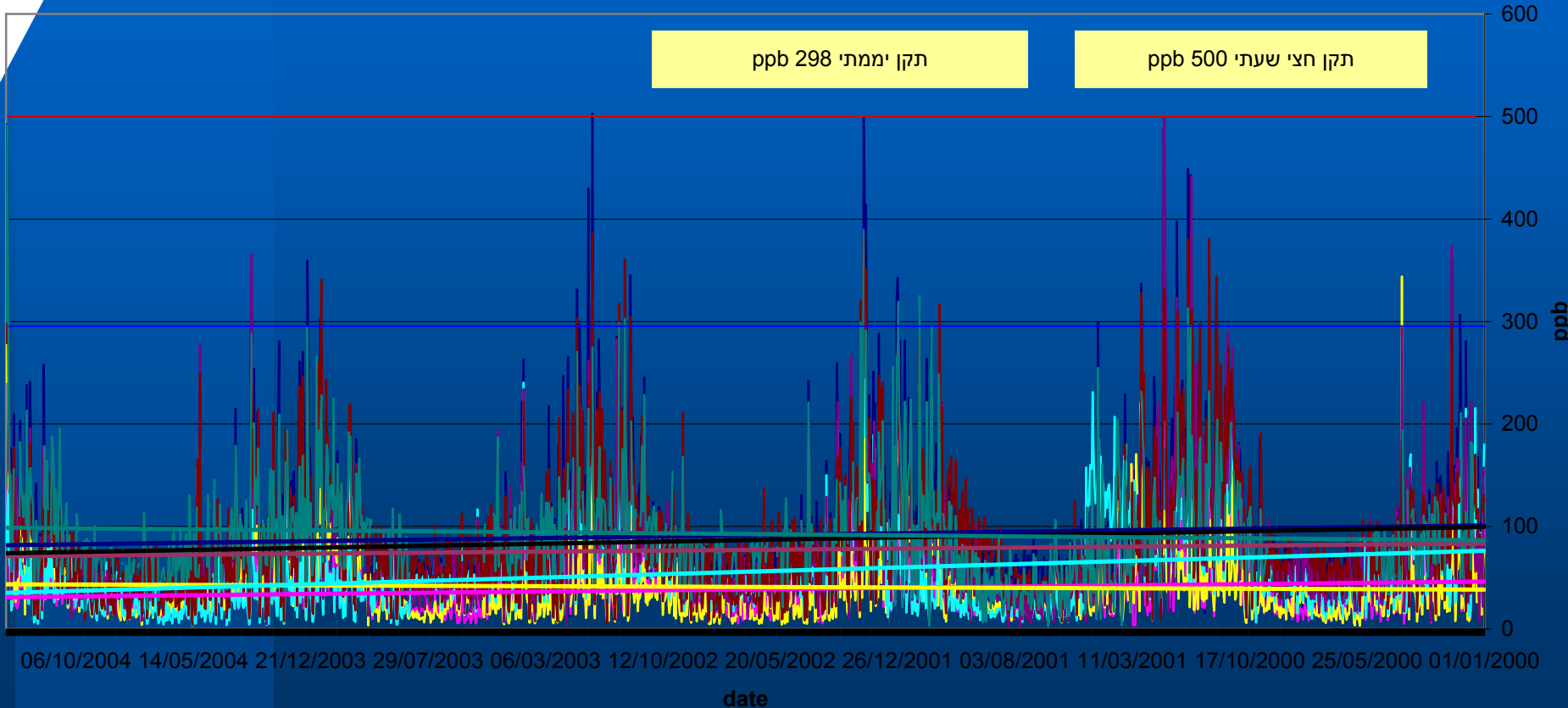
$$y = -0.0225x + 76.271$$

$$R^2 = 0.0655$$

$$y = -0.0083x + 46.37$$

$$R^2 = 0.0164$$

NOx



- |                                    |                                       |                               |                                     |
|------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| — בני ברק - דרך ז'בוטינסקי         | — גבעתיים                             | — חולון                       | — יד אבנר - רמת אביב                |
| — תחנה ניידת - בני ברק             | — תל אביב - רחוב בן יהודה             | — תל אביב - רחוב יהודה המכבי  | — Linear (בני ברק - דרך ז'בוטינסקי) |
| — Linear (גבעתיים)                 | — Linear (חולון)                      | — Linear (יד אבנר - רמת אביב) | — Linear (תחנה ניידת - בני ברק)     |
| — Linear (תל אביב - רחוב בן יהודה) | — Linear (תל אביב - רחוב יהודה המכבי) |                               |                                     |

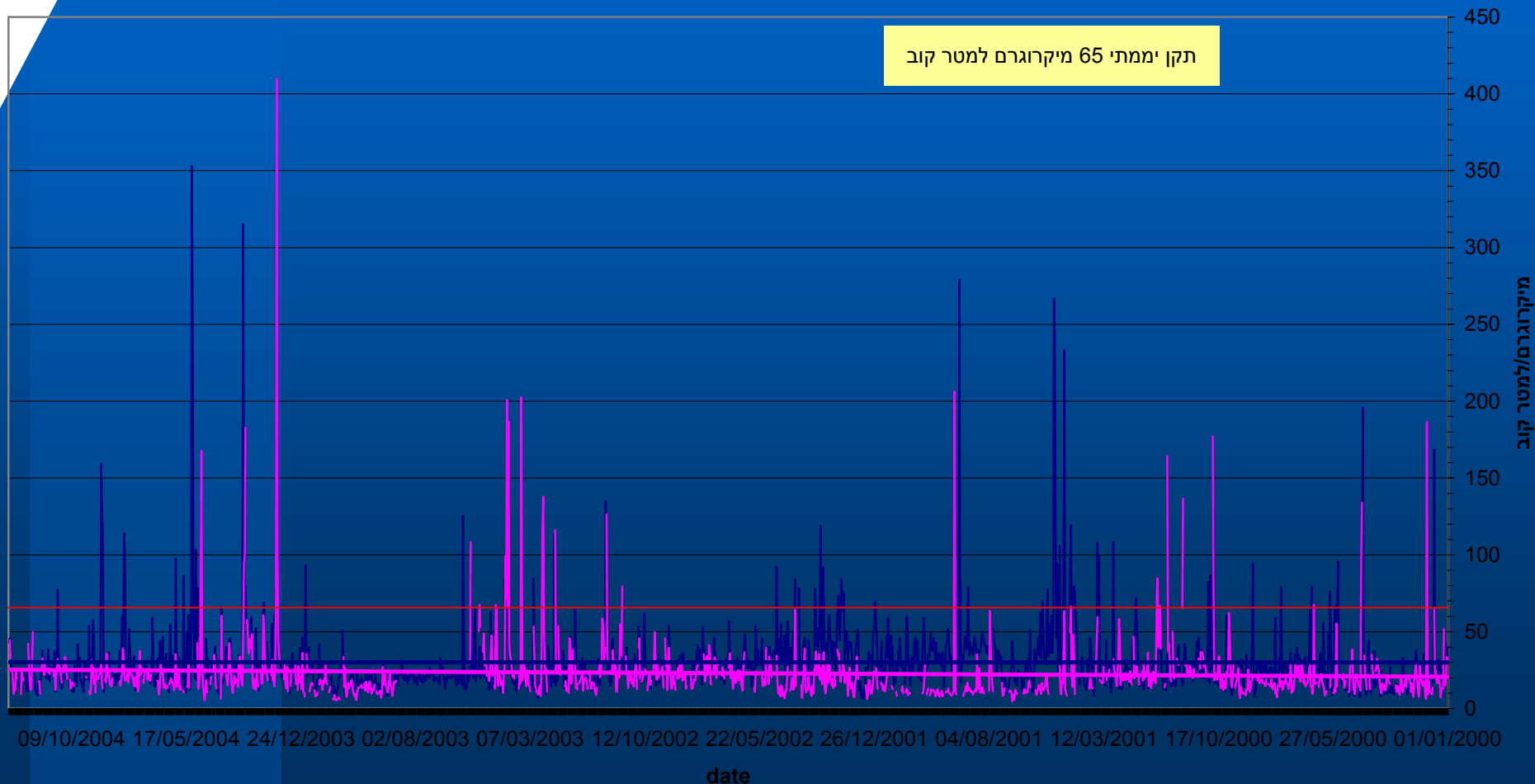
# נתוני ניטור חלקיקים PM2.5 בגוש דן 2000 - 2004

$$y = 0.0025x + 20.877 = 5E-05x + 30.127$$

$$R^2 = 0.0032 \quad R^2 = 9E-07$$

PM2.5

תקן יממתי 65 מיקרוגרם למטר קוב



— בני ברק - דרך ז'בוטינסקי — חולון — Linear (חולון) — Linear (בני ברק - דרך ז'בוטינסקי)

## ובכן, מה משיגה המדיניות הנוכחית?

- היא איננה משיגה הקלה בעומס המזהמים הכרוני.

בזכות שיפורים טכנולוגיים בכלי הרכב ובאיכות הדלק:  
קצב הגידול בכלי הרכב איננו גורם להחמרה באיכות האוויר.

בזכות רצף של שנים עם חורף קל יחסית:  
מספר החריגות מהתקן (העומס האקוטי) קטן.

בזכות הכאוטיות הטבעית של אקלים:  
אחת לשנתיים בממוצע: החמרה באיכות האוויר  
ובכל שנה שנייה בממוצע: שיפור באיכות האוויר  
(... והודעה חיובית לעיתונות)



## מה הניסיון שנצבר בעולם? מספר עקרונות

**שימוש במספר כלים במשולב:**

**אמצעים טכנולוגיים**

**תכנון אורבני ותחבורתי**

**הגבלת חניה והשקטת תנועה במרכזי הערים**

**אגרות כניסה למרכזי ערים**

**תשתית לתחבורה ציבורית מהירה וזולה**

**ניצול כח הקנייה של הרשות המקומית למען איכות אוויר**

**מרחבי פעולה מדורגים – שכונה/מרכז עיר, כלל העיר,**

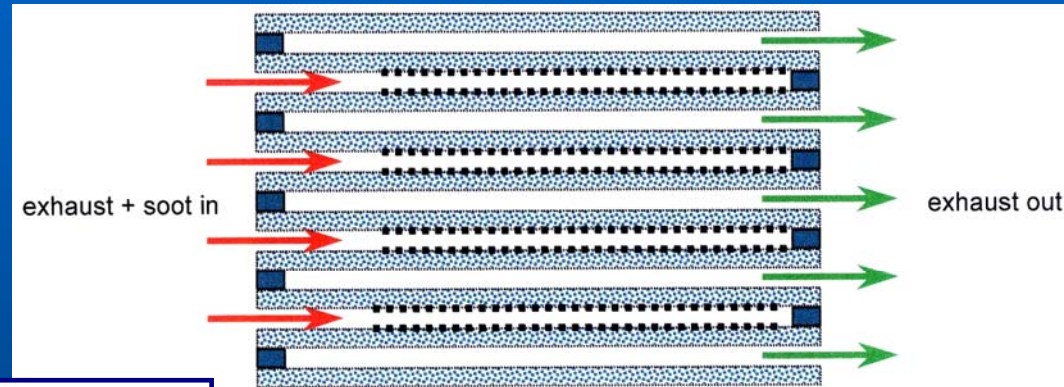
**המטרופולין**

**תמיכה לאומית, ניהול, בקרה ושליטה מטרופולינים**

**Adaptive Management – ניהול מסתגל (ניסוי וטעייה)**

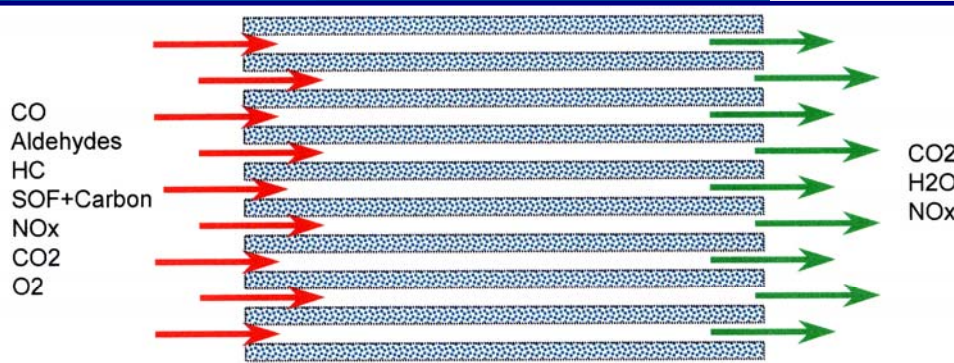
# אמצעים טכנולוגיים – אמצעי קצה

## מלכודת חלקיקים

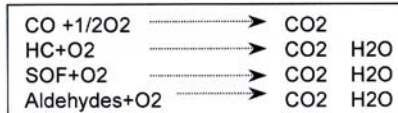


Schematic of Particulate Filter/Trap

## ממיר מחמצן



Schematic of Oxidation Catalyst



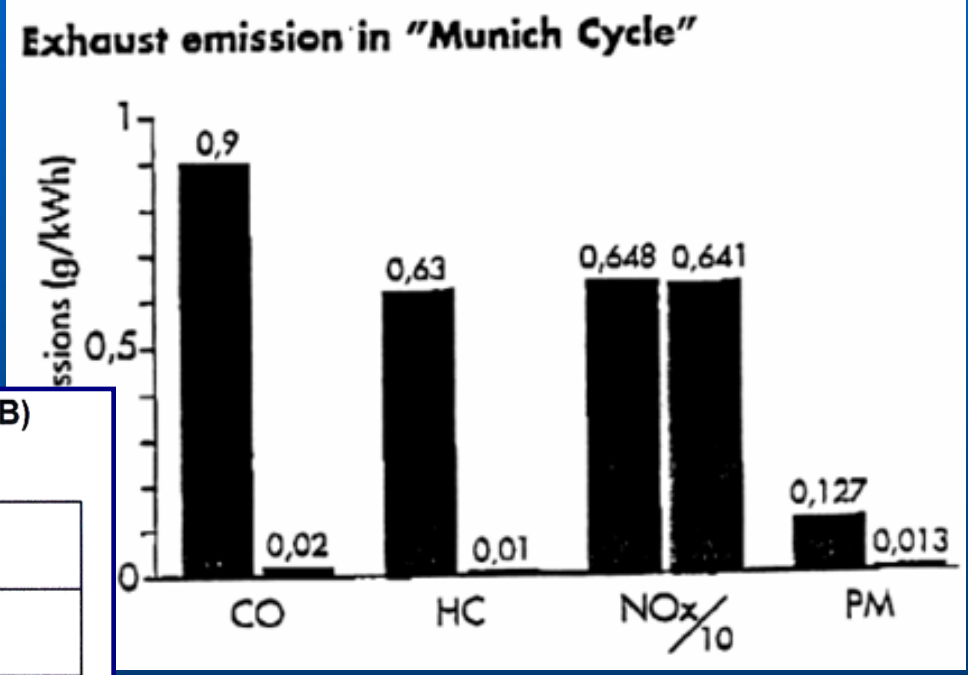




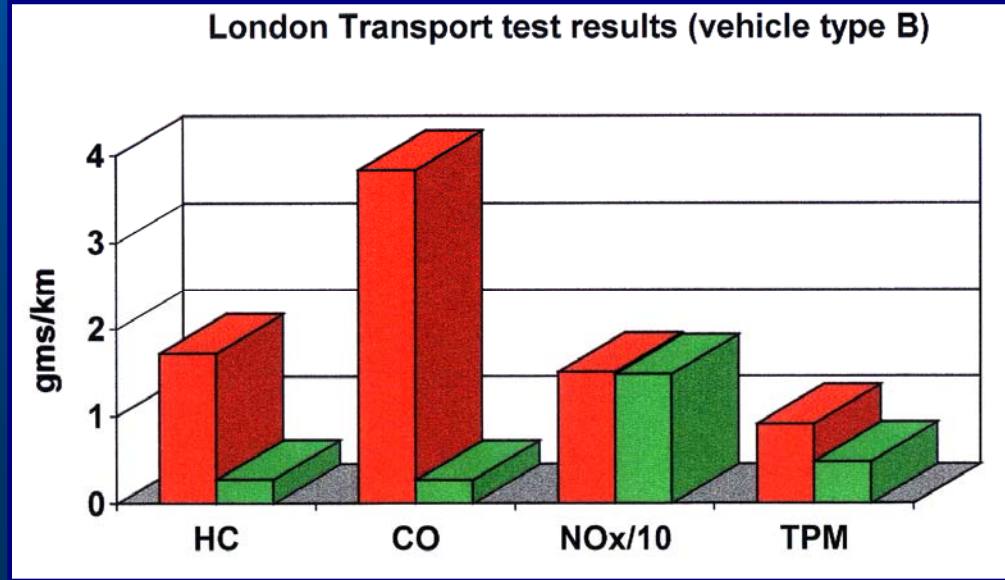
# אמצעים טכנולוגיים – אמצעי קצה

מלכודת חלקיקים - 90% יעילות

ממיר מחמצן – 35% לחלקיקים



Source: HJS



# אמצעים טכנולוגיים – אמצעי קצה

עם לוכד חלקיקים



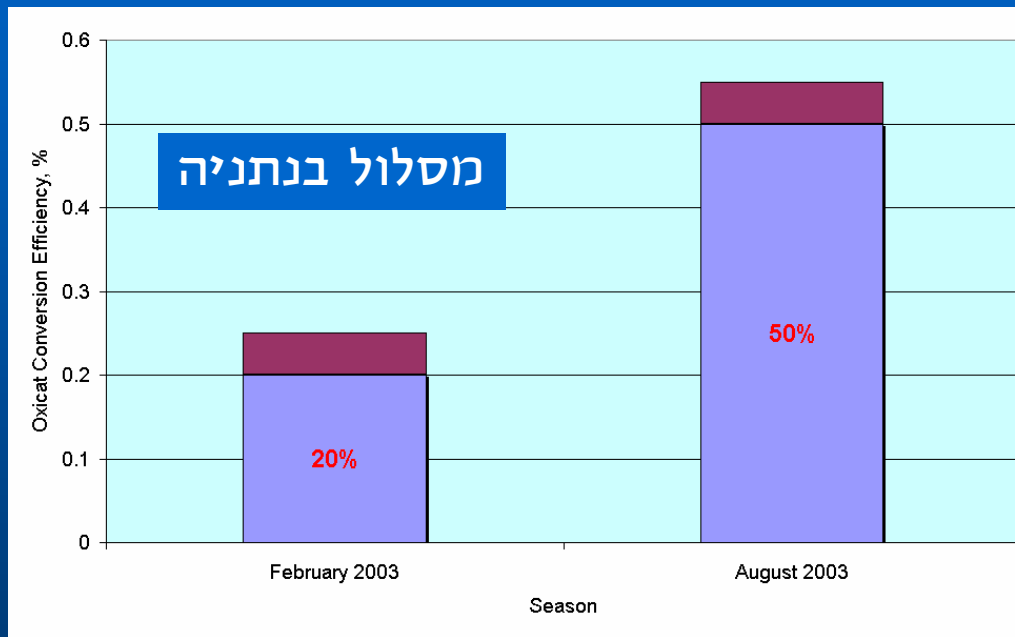
מפלט אוטובוס - בלי



מקור: המעבדה למנועי שריפה פנימית, הטכניון

# אמצעים טכנולוגיים – אמצעי קצה

## בעיה 1 : יעילות נמוכה בחורף



## בעיה 2 : יחס תועלת-עלות > 1

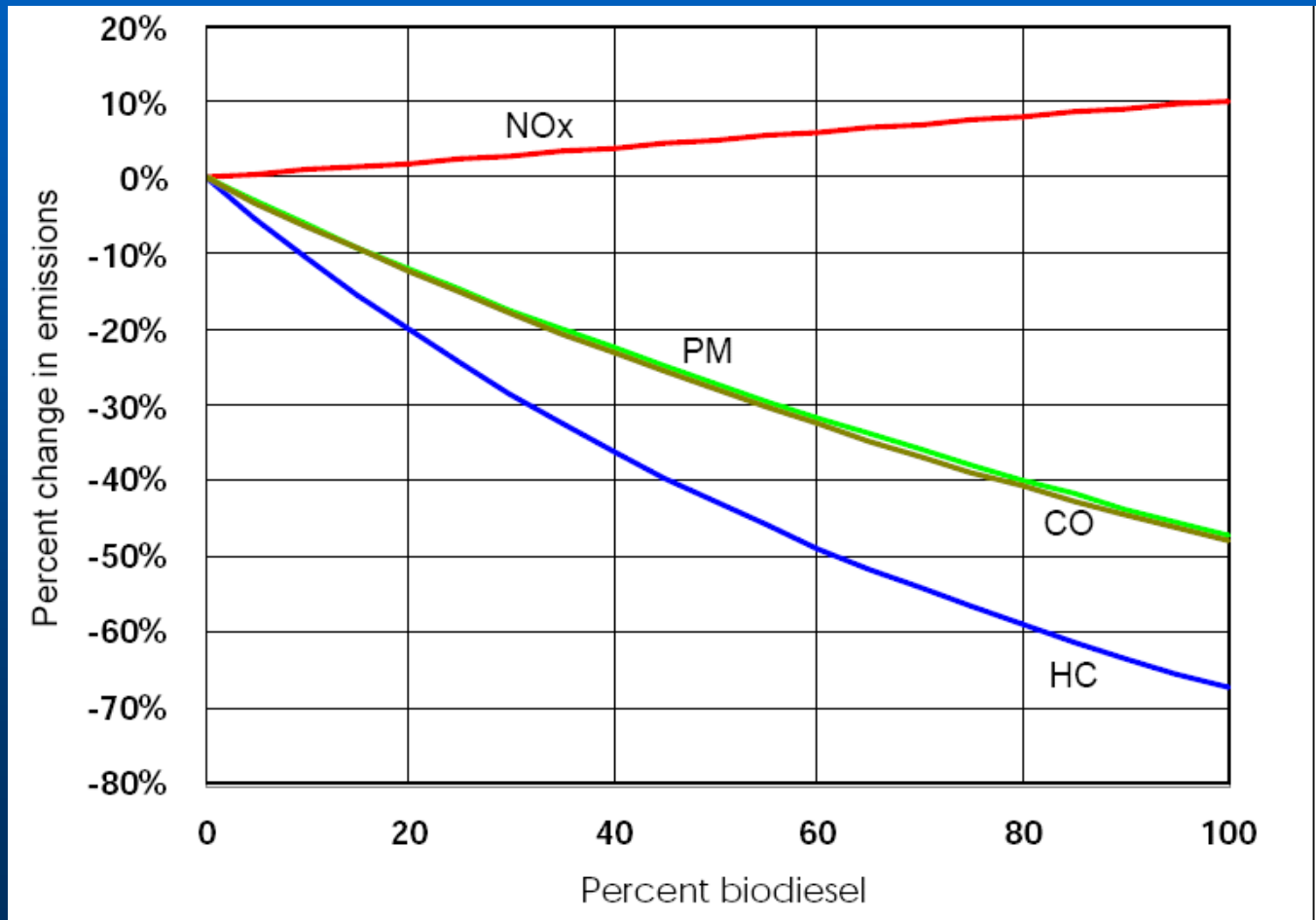
תועלת: צמצום נזק למשק לאורך חיי הציוד  
עלות: ציוד והתקנה

תועלת-עלות ללוכד חלקיקים: 0.05-0.19  
תועלת-עלות לממיר מחמצן:  
0.06-0.22

מקור: המעבדה למנועי שריפה פנימית, הטכניון

# אמצעים טכנולוגיים – דלקים נקיים

## ביודיזל בתמהיל הסולר



## הגבלת חניה והשקטת תנועה

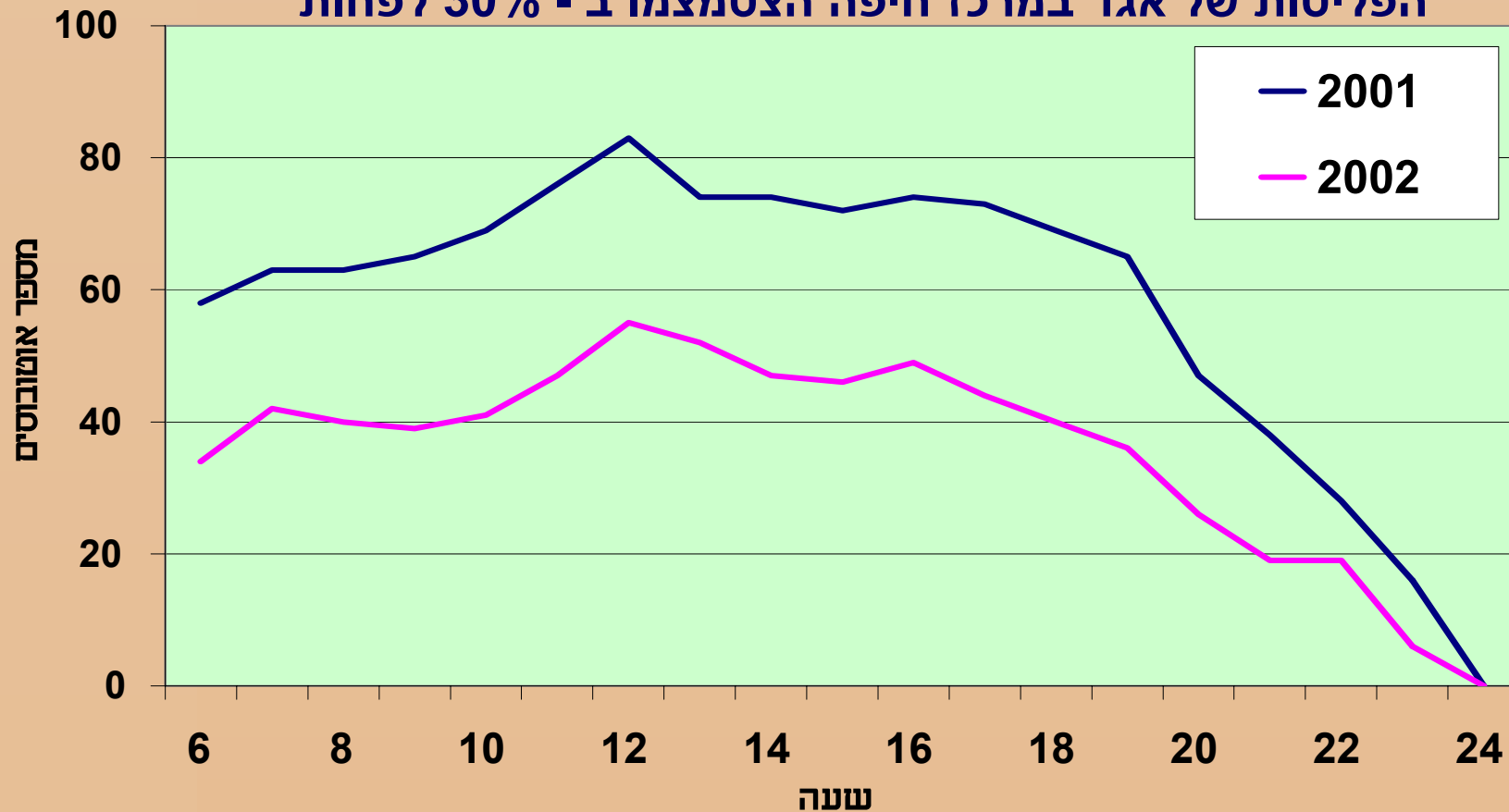
- **מדיניות חניה – כלי אפקטיבי לצמצום תנועה וזיהום אוויר.**
- **שני תרחישים:**
  - הקטנת היצע החניה במרכזי הערים
  - העלאת מחירים במרכז העיר והקטנה בחנה-וסע
- **בשני המקרים:**
  - יחס תועלת-עלות <<< 1

# תשתית לתחבורה ציבורית – דוגמאות מארה"ב

- פתיחת נת"צ בכביש המהיר I-64 בהמפטון, וירג'יניה : עליה של 3,000 נוסעים בשעת שיא מול ירידה של 711 כלי רכב.
- נת"צ ב- 4 כבישים ביוסטון, טקסס: מהירות האוטובוסים בשעות השיא עלתה מ- 26 מייל לשעה ל- 54 מייל לשעה.
- נת"צ מזרחי בפיטסבורג: זמן הנסיעה של אוטובוסים פחת ב- 40-50%.
- מערכת הנת"צים באוטווה, קנדה: חסכה קנייה של 260 אוטובוסים נוספים שהיו נדרשים לספק את אותו השירות.
- מערכת נת"צים בניו-יורק: חיסכון בזמן הנסיעה של אוטובוס ועליה של 15-25% במהירות הנסיעה. עבור שאר התנועה: עליה של 10-20% במהירות הנסיעה.
- נת"צים בכביש I-395 בורג'יניה ובכביש I-10 בלוס-אנג'לס: צמצום פליטות המזהמים ב- 10-21%.

# תשתית לתחבורה ציבורית – נת"צ חיפה

הפליטות של אגד במרכז חיפה הצטמצמו ב - 30% לפחות



# תשתית לתחבורה ציבורית – גם בגוש דן?

- **רחוב קינג ג'ורג' בתל-אביב:**
  - בשעות העומס (7:00-8:00, 16:00-17:00) - 184 אוטובוסים
  - העומס גורם עיכוב של כ- 8 דקות לכל אוטובוס.
- **נת"צ ברחוב קינג ג'ורג' בתל-אביב בשעות העומס בלבד:**
  - קיצור זמן הנסיעה לכולם ב- 8 דקות והפחתה שנתית של:
    - 400 ק"ג חומרים אורגנים נדיפים,
    - 5 טון תחמוצות חנקן,
    - 136 ק"ג חלקיקים מרחפים.



## סבסוד נוסעים בתחבורה ציבורית – הפחתת גודש וזיהום

– אזור נסיעה חופשית במרכז סיאטל:  
הפחתה של 2-4% בגודש.

– נסיעה חופשית בשעות השפל בדנבר, קולורדו:  
עליה של 50% בנסועה בתח"צ במהלך השבוע  
ו- 100% בסופי שבוע.

– הנחה בחגים בלונג ביטש:  
עליה של 30-40% בנסועה בתח"צ.

– נסיעה חופשית בושינגטון:  
עליה של 40% בנסועה בתח"צ.

# ניצול כח הקניה של הרשות המקומית

הטמעה במכרזים להסעות והובלות –  
דרישות מינימום לגיל/תקן הרכב  
או שימוש באמצעים טכנולוגיים (אמצעי קצה או דלקים)

## משמעויות:

- שיפור מיידית בסביבה הקרובה של אוכלוסיות רגישות – בעיקר ילדים.
- עלות נוספת – אפסית, אם בכלל לרשות המקומית.
- ההשקעה של המפעיל היא חלק מאסטרטגית גידול ולא מצריכה חוקים ותקנות.
- השפעה מעבר להיקף המכרז כאשר אותו הרכב מספק שירות במסגרת אחרת.

טוב להולך הרגל = טוב לעיר ✓

בהצלחה ✓



# נתוני ניטור חלקיקים PM10 בגוש דן 2004 - 2000

$$y = -0.0113x + 66.8050096x + 66.737$$

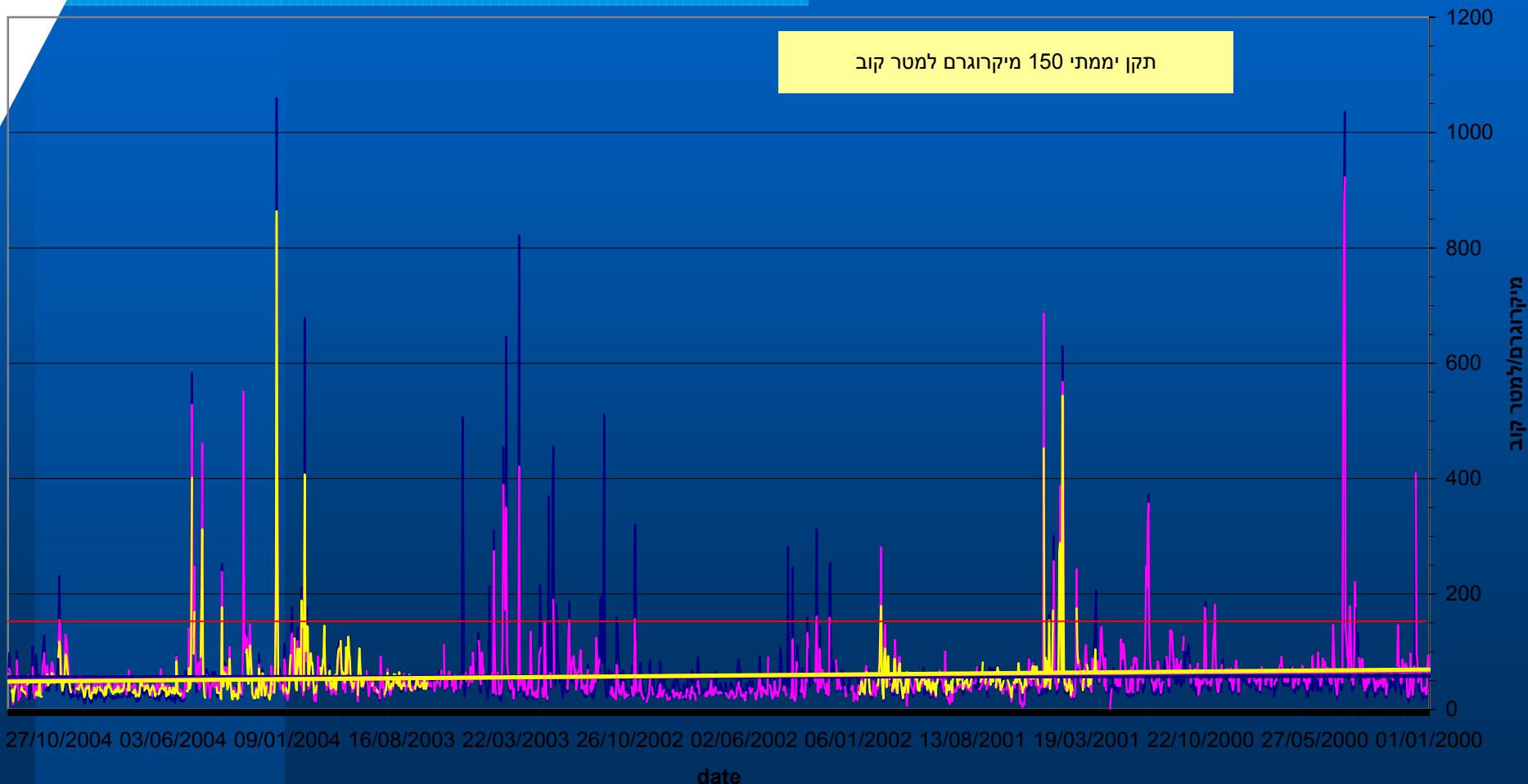
$$R^2 = 0.0089 \quad R^2 = 0.0066$$

$$y = -0.0016x + 58.135$$

$$R^2 = 0.0001$$

PM10

תקן יממתי 150 מיקרוגרם למטר קוב



— גבעתיים   
 — חולון   
 — יד אבנר - רמת אביב   
 — Linear (גבעתיים)   
 — Linear (חולון)   
 — Linear (יד אבנר - רמת אביב)

## סיכום

✓ זיהום האוויר בגוש דן – העומס משמעותי ואיננו פוחת  
קיימים אמצעים טכנולוגיים – חלקם מיידיים וישימים כלכלית  
מדיניות חניה ותחבורה ציבורית משולבת - ישימה  
ניצול כח הקנייה של הרשות המקומית – טרם נוסה בישראל  
נדרשת תמיכה לאומית, ניהול ובקרה מטרופולינים, אבל –  
לרשות המקומית יכולת משמעותית בייזום התהליכים

**בהצלחה**