



להנשים את העיר

זיהום אוויר בגוש דן בשנת 2004 - תמונת מצב

דר' אריה ונגר

סיכום תוצאות הניטור מתחנות הניטור של המשרד לאיכות הסביבה

כלל תחמוצות החנקן (NOx):

תחנה:	רמז	טיפת חלב	עמיאל	עירוני ד	חולון	יד אבנר	גבעתיים
ממוצע שנתי (ppb)	81.0	66.0	89.4	73.8	47.0	28.2	31.6
ערך חצי שעתי מקסימאלי (ppb)	1173.4	894.3	969.2	1188.6	858.9	390.6	292.6
מספר חריגות מהתקן החצי שעתי (500 ppb)	131	86	50	73	44	0	0
מספר חריגות מהתקן היממתי (298 ppb)	4	1	3	4	1	0	0

חנקן דו חמצני (NO₂):

תחנה:	רמז	טיפת חלב	עמיאל	עירוני ד	חולון	יד אבנר	גבעתיים
ממוצע שנתי (ppb)	28.4	18.8	34.5	31.0	22.4	14.4	20.4
ערך שעתי מקסימאלי (ppb)	139.2	106.9	127.2	125.9	124.1	72.7	97.7
מספר חריגות מהתקן השעתי של ארגון הבריאות העולמי (110 ppb)	3	0	8	5	2	0	0

סיכום תוצאות הניטור מתחנות הניטור של המשרד לאיכות הסביבה

פחמן חד חמצני (CO):

תחנה	רמז	טיפת חלב	עמיאל	עירוני ד	יד אבנר	גבעתיים
ממוצע שנתי (ppm)	0.99	0.95	1.43	1.01	0.64	1.02
ערך חצי שעתי מקסימאלי (ppm)	12.05	11.75	9.82	13.47	3.48	4.82
מספר חריגות מהתקן החצי שעתי (52 ppm)	0	0	0	0	0	0
מספר חריגות מהתקן השמונה שעתי (9.6 ppm)	0	0	0	0	0	0

חלקיקים נשימיים (PM10):

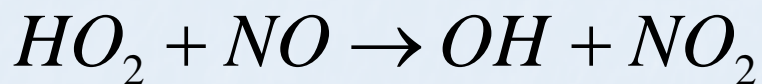
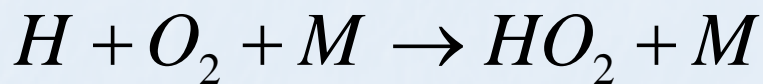
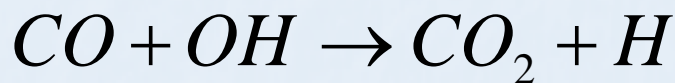
תחנה	עמיאל	יד אבנר	גבעתיים
ממוצע שנתי (מיקרוגרם למ"ק)	48.4	59.4	53.0
ערך יומתי מקסימאלי (מיקרוגרם למ"ק)	863.9	840.6	1060.2
מספר חריגות מהתקן היממתי (150 מיקרוגרם למ"ק)	9	11	14

חלקיקים נשימיים עדינים (PM2.5):

תחנה	רמז	חולון
ממוצע שנתי (מיקרוגרם למ"ק)	36.0	25.0
ערך יומתי מקסימאלי (מיקרוגרם למ"ק)	401	410
מספר חריגות מהתקן היעד היממתי המומלץ (65 מיקרוגרם למ"ק)	24	9

בעיית הפחמן החד חמצני

- נפלט מכלי רכב בעלי מנוע בנזין
- תוצר של שריפה בלתי שלימה במנוע
- ריכוזיו גבוהים פי 10-50 מריכוזי תחמוצות החנקן
- בעל זמן חיים אטמוספרי של חודש, ועל כן מפוזר בצורה הומוגנית במרחב
- תורם חשוב לבעיית הערפיח העירוני:



בעיית החלקיקים

- נמנים עם מזהמי האוויר המסוכנים ביותר לבריאות האדם. בעלי חדירות גבוהה למערכת הנשימה וחסרי סף בטוח.

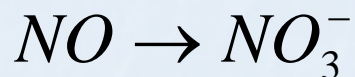
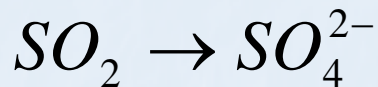
- מרחפים באוויר ושוהים בו זמן רב (זמן חיים של ימים). בזמן זה הם מתפזרים במרחב בצורה הומוגנית למדי, ומוסעים לעיתים למרחקים ארוכים.

- מקורותיהם רבים:

פליטה ראשונית מתחבורה, ייצור חשמל ותעשייה

הסעה מרחוק

חמצון אטמוספרי:



- ניטור החלקיקים מעיד רק על ריכוזם באוויר ולא על הרכבם הכימי. מידע זה נחוץ ביותר לזיהוי מקור החלקיקים ותרומתם היחסית ("שיוך מקורות").

- לסיכום: קיים קושי בזיהוי מקור החלקיקים, והם מהווים בעיה מרחבית, ולא מקומית.

ערפיח בגוש דן



צולם ע"י דר' אלי גנור מהמשרד לאיכות הסביבה ב- 28/12/1998, מתוך אתר
המשרד לאיכות"ס

מאפייני הערפיח

• מכיל תערובת של מזהמים, ובעיקר מזהמים שניוניים כגון אוזון, חנקן דו חמצני, חלקיקים, פורמאלדהיד, ועוד.

• מזהמי האוויר השניוניים המרכיבים אותו מזיקים לבריאות, עפ"י רוב, יותר ממזהמי האוויר הראשוניים.

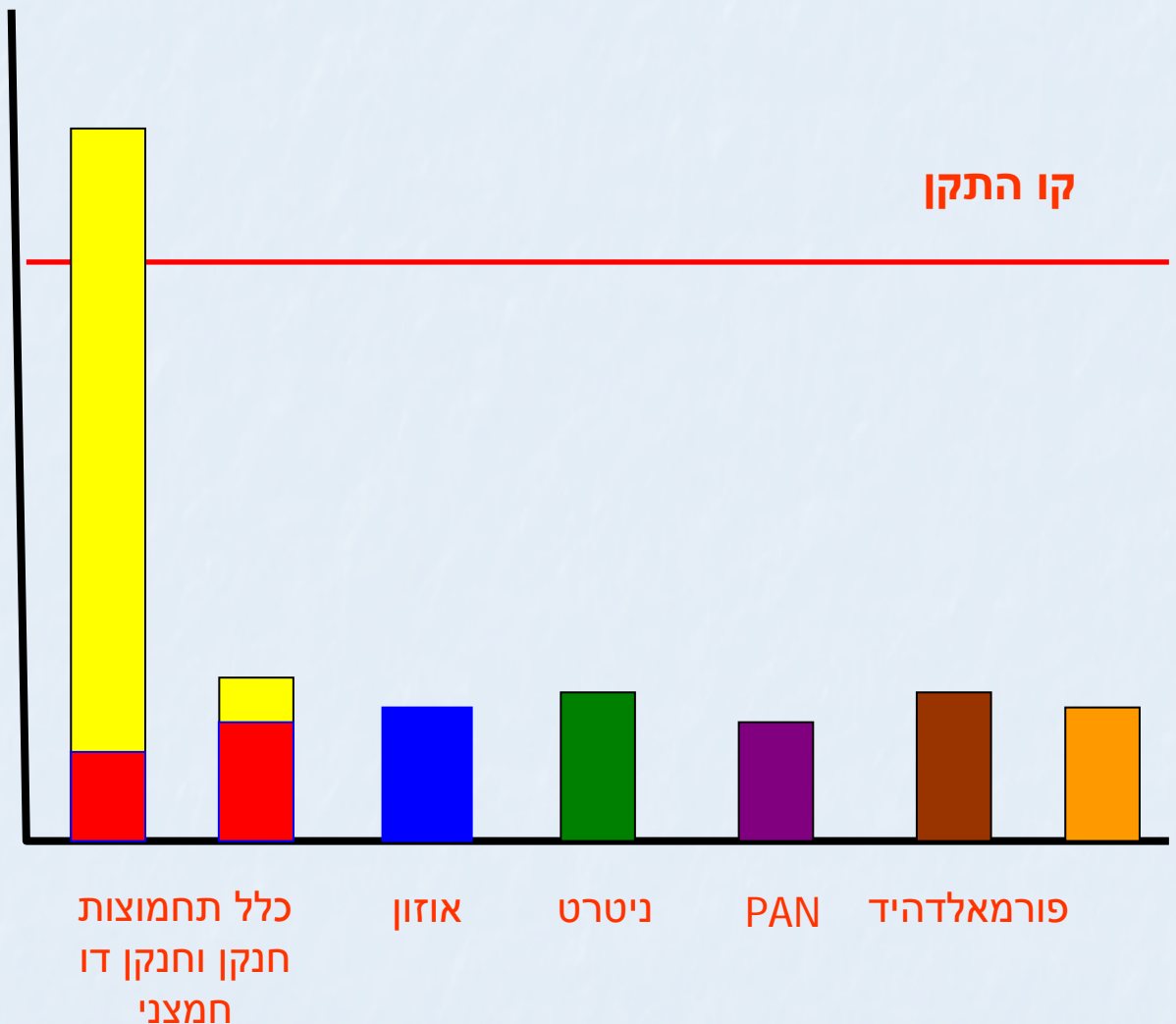
• הוא מפוזר בטווח של קילומטרים עד עשרות קילומטרים, ועל כן מהווה בעיה עירונית-אזורית, ולא נקודתית.

• הוא מכיל תערובת של מזהמים, שייתכן שכל אחד בפני עצמו אינו חורג מהתקן שנקבע לו, אך כשכולם נמצאים יחד הם מהווים בעיה בריאותית חמורה ביותר.

• הוא אופף את העיר חלק גדול מימי השנה, ולא רק במספר ימים בודדים שבהם נרשם זיהום אוויר גבוה.

מרכיבי הערפיח

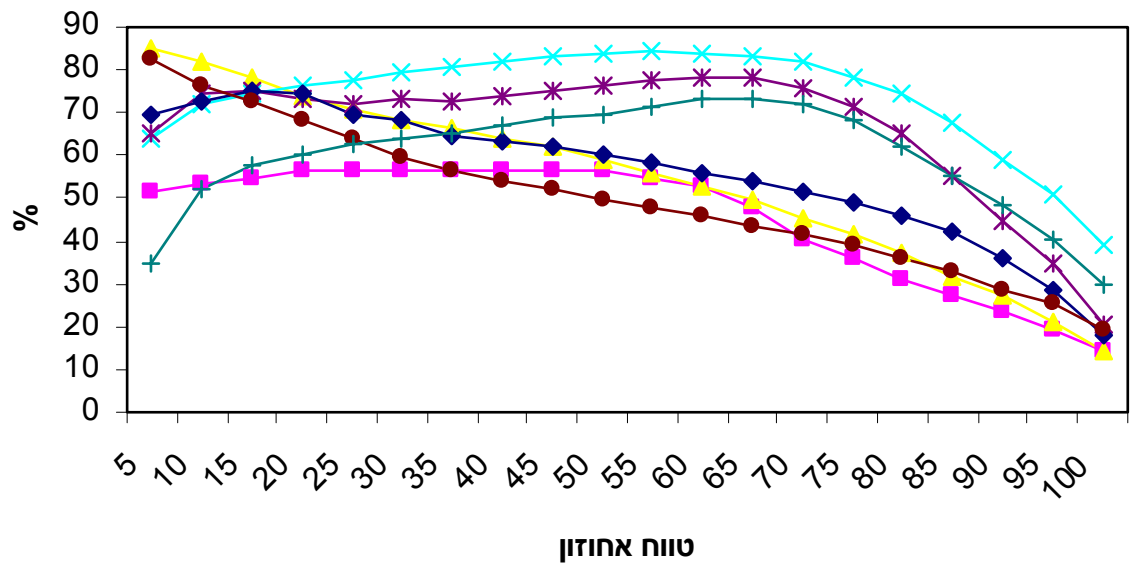
מדוע חריגות מהתקנים נמדדות עבור כלל תחמוצות חנקן פחות מאחוז אחד מהזמן, בעוד שהערפיח נראה ימים רבים בשנה?



בהיעדר מדידה ישירה של כל מרכיבי הערפיח משמש היחס בין חנקן דו חמצני וכלל תחמוצות החנקן מדד ל"בשלות" האוויר ולפעילות הפוטוכימית, כלומר מדד לערפיח!

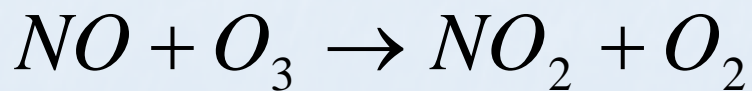
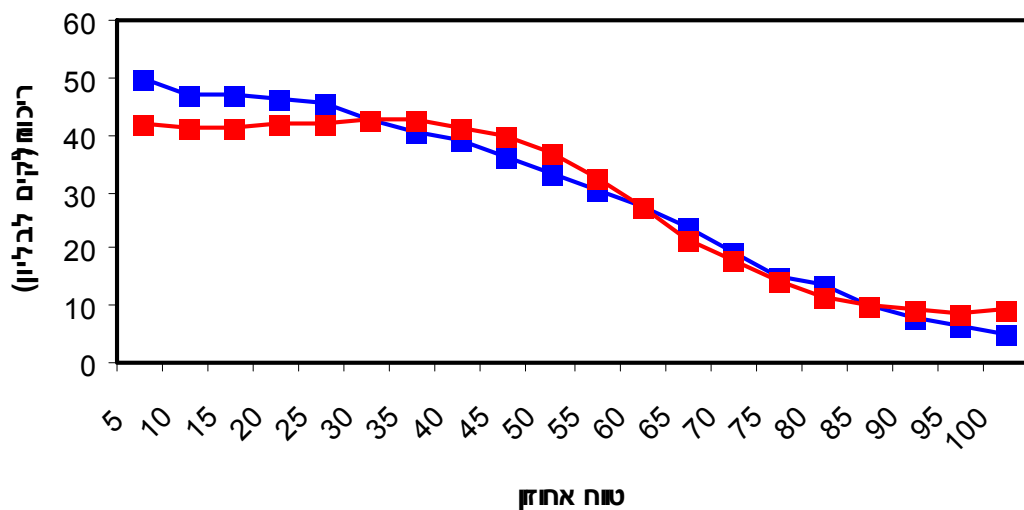
ערפיח בגוש דן, 2004

אחוז חנקן דו חמצני מתוך כלל תחמוצות חנקן לפי אחוזונים



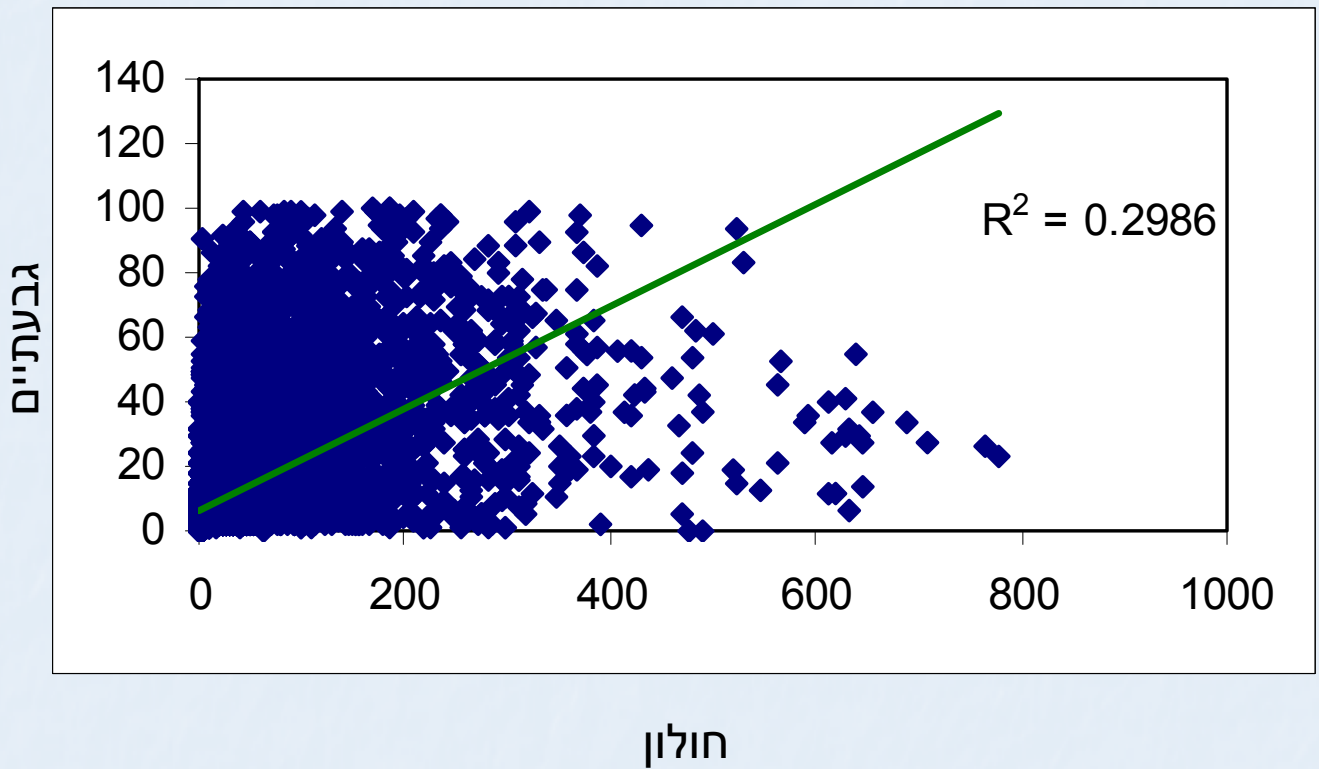
ערפיח בגוש דן, 2004

ריסד ממוצע של אוזן לפי אחוזים

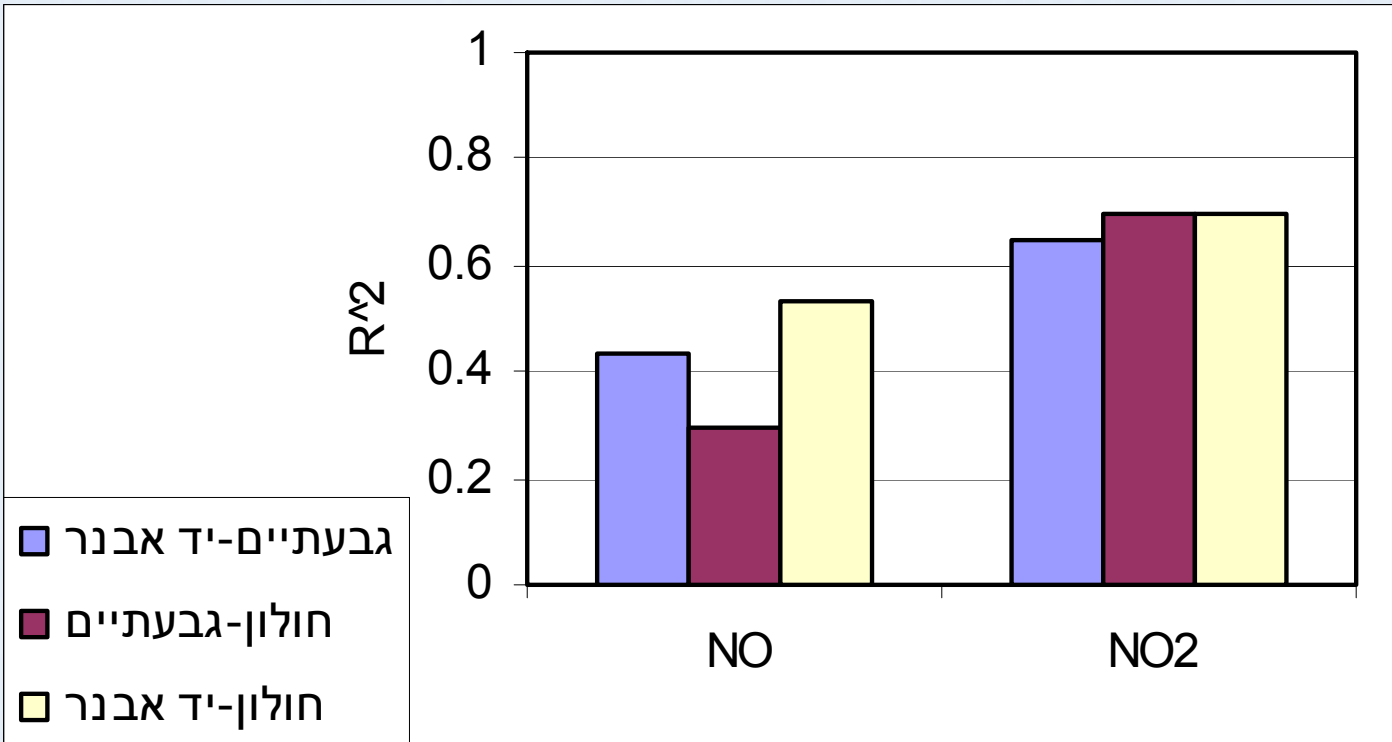


הומוגניות המרחב

קורלוגרמה של ריכוזי NO (חל"ב)

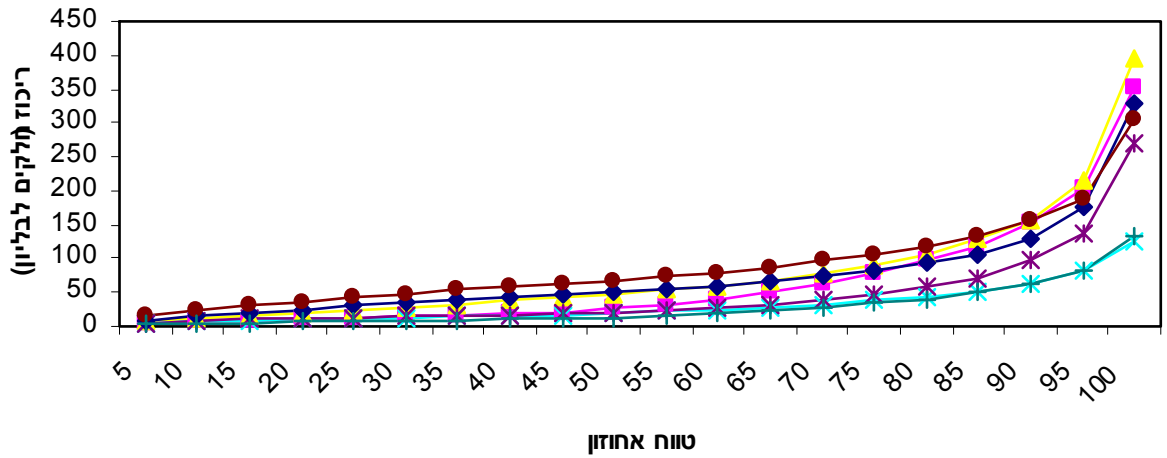


הומוגניות המרחב



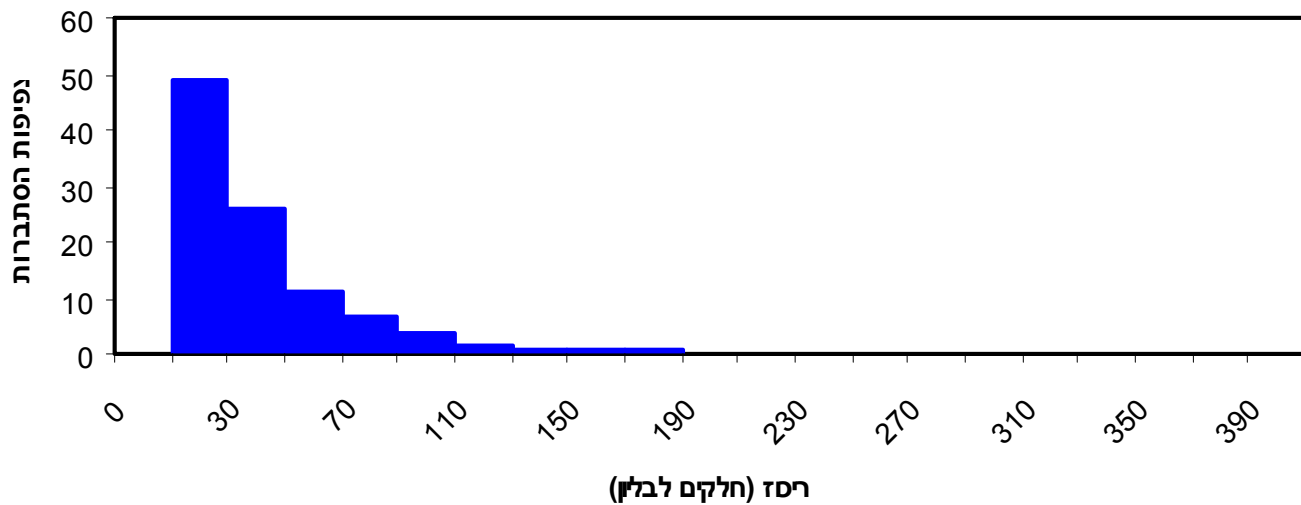
התפלגות המזהמים בזמן

ריכוז ממוצע של כלל תחמוצות חנקן לפי אחוזנים



התפלגות המזהמים בזמן

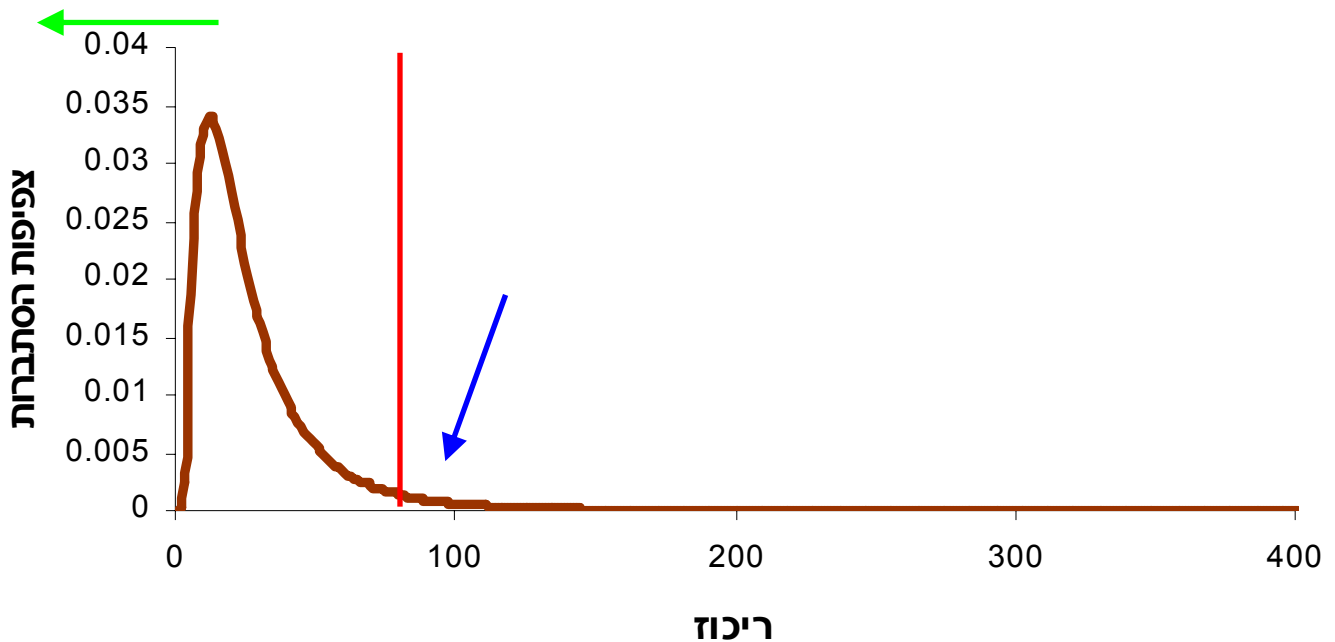
התפלגת ריכוז כלל תחמוצת חנקן, גבעתיים, 2004



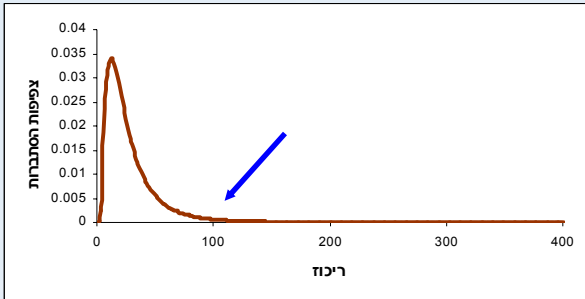
התפלגות המזהמים בזמן

חריגות מהתקנים נמדדות רק כ- 0.5-1% מהזמן. מה קורה בשאר הזמן?

התפלגות לוג-נורמאלית של זיהום אוויר:



שני תסריטים לפעולה



תסריט א: צעדי חרום

בתחנת הניטור עמיאל נמדדו 50 חריגות מהתקן החצי שעתי עבור כלל תחמוצות החנקן. 16 חריגות מתוכן התרחשו ביום אחד בלבד: ה- 30/12/04

אילו באותו יום נקטנו צעד חירום מסוג סגירת הרחובות בסמוך לתחנת הניטור לתחבורה, באופן שהריכוזים הנמדדים ירדו מרמתם שמעל לתקן, ל- 499 חל"ב אז:

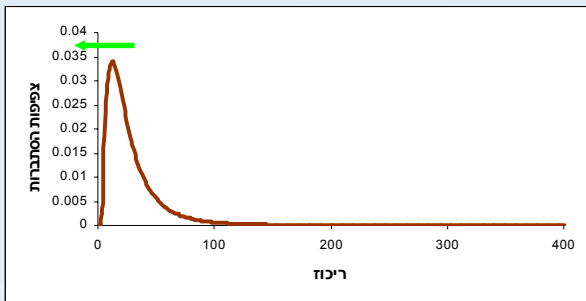
• מספר החריגות היה יורד ב- 16

• הממוצע השנתי של ריכוז NOx בתחנה היה יורד מ- 89.41 (שנמדד בפועל) ל- 89.18, כלומר ירידה ב- 0.257%

• הירידה בריכוז הממוצע השנתי של חנקן דו חמצני הייתה מ- 34.48 חל"ב ל- 34.47 (ב- 8% חנקן דו חמצני מתוך כלל תחמוצות החנקן)

• הסיכון הבריאותי לאוכלוסיה היה קטן ב- 0.013% בלבד (אם ניקח כמדד בריאותי את הנתון של ארגון הבריאות העולמי שכל עליה ב- 15 חל"ב בממוצע השנתי של ריכוז החנקן הדו חמצני מגדילה ב- 20% את הסיכויים לחלות במחלות בדרכי הנשימה התחתונות, בשל אפקטים כרוניים)

שני תסריטים לפעולה



תסריט ב: שיפור קבוע

אילו צמצמנו באופן קבוע בכל ימות השנה ובכל מרחב המטרופולין את כמות כלי הרכב הפרטיים הנכנסים, באופן שיקטין את הממוצע השנתי של כלל תחמוצות חנקן ב- 5% אז:

• מספר החריגות היה יורד ב- 16

• הריכוז הממוצע של כלל תחמוצות חנקן היה יורד מ- 89.41 ל- 84.94 חל"ב .

• הריכוז הממוצע של חנקן דו חמצני היה יורד בהתאמה מ- 34.48 חל"ב ל- 32 חל"ב .

• הסיכוי לתחלואה בדרכי הנשימה התחתונות היה יורד ב- 3.31%

מסקנות לגבי איכות האוויר בגוש דן

1. האוויר בגוש דן אינו עומד בתקני הסביבה, וחריגות רבות נמדדות.
2. עם זאת, במרבית ימי השנה ישנו עומס זיהום שגרתי וכרוני בגוש דן, בעיקר של מרכיבי ערפיח, ולא רק כשיש חריגות מהתקנים.
3. מרכיבי הערפיח מפוזרים במרחב באופן הומוגני.
4. ריכוז החלקיקים בגוש דן גבוה ומזיק ביותר עפ"י כל מדד: גם יומי וגם שנתי. עם זאת, חוסר במידע לגבי הרכב החלקיקים מקשה על זיהוי מקורותיהם ועל ניתוח מדויק של האמצעים הדרושים להפחתתם.
5. בעיית הערפיח ובעיית החלקיקים סומנו ע"י המשרד לאיכות הסביבה האמריקאי כשתי בעיות זיהום האוויר החשובות ביותר שצריך לפתור. מטרופולין גוש סובל משתי בעיות אלה באופן כרוני!

מסקנות לגבי לגבי המשך הניטור והמעקב

1. יש צורך להמשיך לנטר, לעקוב ולאפיין את זיהום האוויר בגוש דן: מרכיביו, מקורותיו, מאפייניו במרחב ובזמן, ומגמותיו.
2. אפיון מלא של בעיית הערפיח ובעיית החלקיקים מצריך מדידה וניטור של מרכיבים נוספים שנתונים לגביהם אינם זמינים כיום. לדוגמא: פורמאלדהיד, פחמימנים, מלחי גופרה, ועוד.
3. יש צורך לאפיין בצורה מקיפה וכוללת את ההרכב הכימי של החלקיקים בגוש דן, ולא רק את ריכוזיהם.
4. אפיון נתוני הזיהום בגוש דן ראוי שיתבסס בעיקר על תחנות ניטור כלליות, ופחות על תחבורתיות בהיותו מאפיין בצורה טובה יותר את מרכיבי הערפיח, מאפיין בצורה טובה יותר את הפיזור במרחב ומושפע פחות משינויים נקודתיים במקורות הפליטה.
5. ניתוח חריגות מתקני איכות האוויר בלבד הוא שטחי, מטעה ובלתי מספק. אפיון נתוני הזיהום בגוש דן ראוי שיכלול התייחסות מעמיקה גם לריכוזים נמוכים מהתקנים.

לא ליפול לבור...

- יש צורך לטפל בכל המרחב ולא רק בצירים שנראים לכאורה בעייתיים.
- יש צורך לטפל בכל זמן, ולא רק בזמנים שבהן מתגלות חריגות מהתקנים.
- יש לטפל בכל גורמי הזיהום ולא רק באחד (לדוגמא, גם ברכבי בנזין, ולא רק ברכבי דיזל).
- פתרונות חלקיים ונקודתיים במרחב, בזמן ובמזהמים פשוט לא יעבדו!