



כ"ב אב תשע"ז
14 אוגוסט 2017

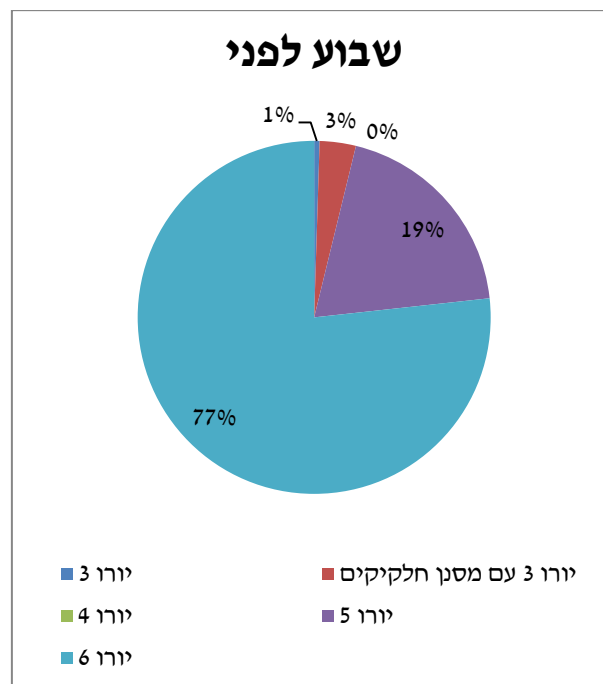
דוח מסכם – ניסוי יורו VI בתחנה המרכזית בירושלים

רקע

בתחנה המרכזית בירושלים הנוסעים עולים על האוטובוסים באולם סגור שאינו מאוורר באופן טבעי. מדידות רבות של איכות אוויר ברציפי עליית הנוסעים לאוטובוסים מצביעות על חריגות גבוהות ומתמשכות מערכי הסביבה הקבועים בחוק אוויר נקי. מקור המזהמים הינו הפליטות מאוטובוסי הדיזל שפועלים בתוך התחנה, המוגדרות ע"י הארגון הבריאות העולמי (WHO) כגורמות למגוון רחב של מחלות לב, ריאה ואף סרטן. כתוצאה מכך, עשרות אלפי אנשים נחשפים באופן יומי לזיהום אוויר מוגבר. על מנת לבחון את הפוטנציאל לעמידה בערכי הסביבה על ידי שימוש באוטובוסים העומדים בתקן זיהום אוויר המתקדם ביותר כיום (יורו VI), נערך ניסוי.

עקרון הניסוי

במשך 3 ימים (17-19 ביולי, 2017 – ימי ב' ג' ד') נכנסו אל התחנה המרכזית רק אוטובוסים מתקן זיהום אוויר יורו VI. בתקופת הניסוי נכנסו לתחנה במוצע 479 אוטובוסים מחברת אגד (הגדולה בתחנה) ביום כאשר 99% מהם היו בתקן יורו VI. בתקופה מקבילה (שבוע לפני) נכנסו לתחנה במוצע 473 אוטובוסים ליום כאשר 77% מהם היו בתקן יורו VI (התפלגות האוטובוסים לפי תקן יורו באיור 1).



איור 1: התפלגות האוטובוסים הנכנסים לתחנה לפי תקן יורו

ממצאים

תחמוצות חנקן (NO_x), חנקן דו חמצני (NO₂) וחנקן חד חמצני (NO)

הערכים שנמדדו בשבוע הניסוי לעומת התקופה המקבילה (3 שבועות לפני) מופיעים כממוצעים חצי שעתיים באופן גרפי באיור 2 וכנתונים שבועיים ממוצעים בשעות פעילות האוטובוסים בתחנה (05:00 – 24:00) בטבלה 1. כמו כן הממוצעים השעתיים של NO₂ בתקופה זו מוצגים באיור 3.



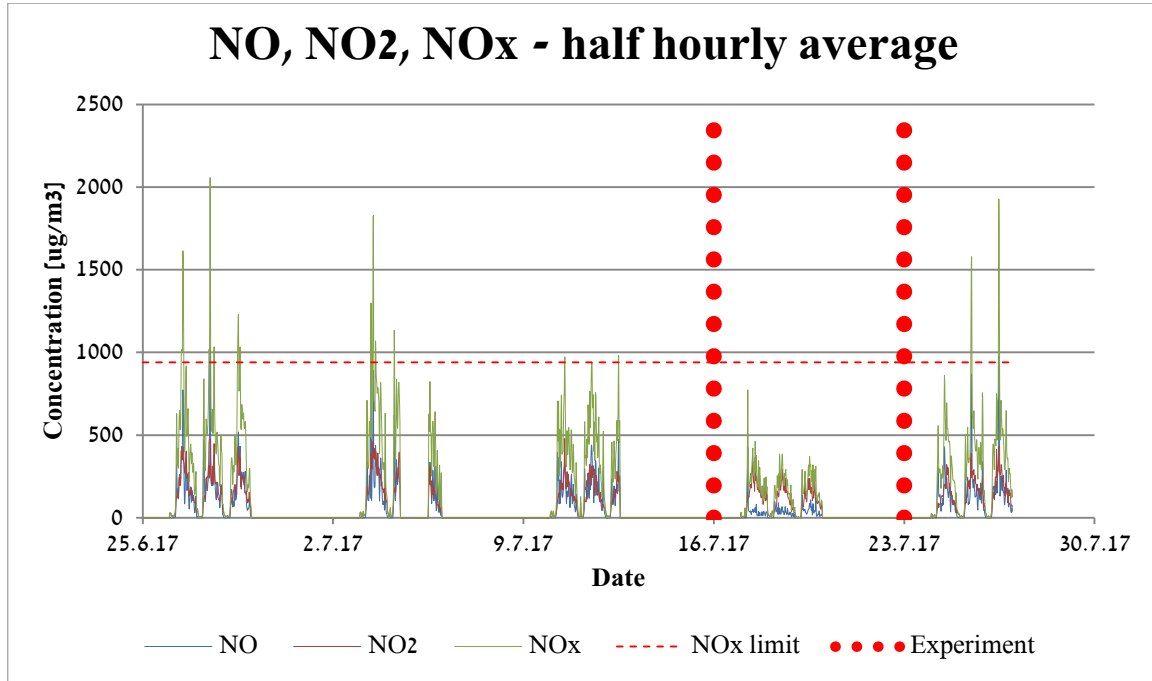
ריכוזי סך תחמוצות החנקן ירדו ב 57% בימי הניסוי לעומת בתקופה המקבילה (ממוצע של 3 השבועות שלפני הניסוי). כמו כן, בימי הניסוי לא נמדדה אך לא חריגה אחת מערך הסביבה החצי שעי למזהם זה ובתקופה המקבילה נמדדו 20 חריגות חצי שעתיות מערך הסביבה (ממוצע של 2.2 חריגות ביום). כמו כן, ניתן לראות כי שבוע אחרי הניסוי, ריכוז המזהמים שוב עלה לרמות דומות לאלו שהיו לפניו. כניסה של אוטובוסים מתקן נמוך מיורו VI מסביר את הפיק הגבוה שהתקבל בבוקר של היום הראשון של הניסוי.

ריכוזי החנקן הדו חמצני ירדו ב 25% בימי הניסוי לעומת בתקופה המקבילה. עם זאת, כמעט ולא היה שינוי במספר החריגות מערך הסביבה השעתי. נרשמו בממוצע 4 חריגות שעתיות ביום בתקופת הניסוי לעומת 4.8 בתקופה המקבילה.

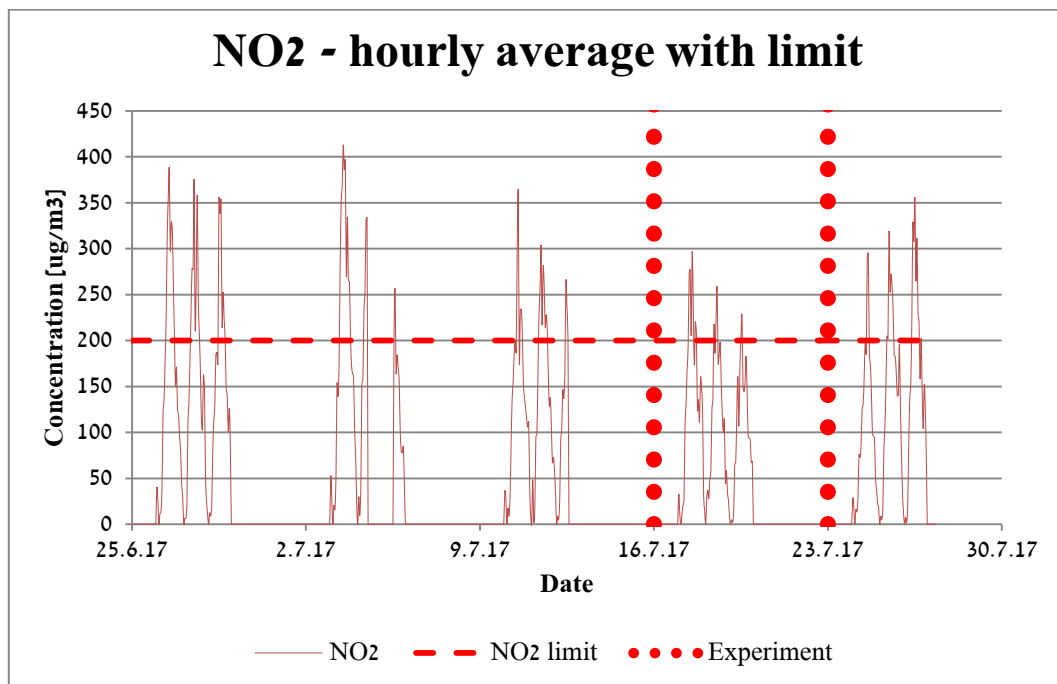
הירידה המשמעותית בריכוזי כלל תחמוצות החנקן מתבטאת בעיקר בהפחתה בריכוזי ה NO ופחות בריכוזי NO₂. חוק אוויר נקי אינו קובע ערך ל NO אך חשוב להבהיר שבאטמוספירה ה NO מתחמצן ל NO₂ ו NO₂ (ו- NO₂ הוא המזהם המזיק לבריאות בקבוצת ה- NO_x) על כן על כן חשוב לעקוב גם אחר חומר זה.

טבלה 1: ממוצע של ריכוזי NO, NO₂, NO_x בימי ב'-ד' בשעות הפעולה של התחנה

[µg/m ³] NO _x	[µg/m ³] NO ₂	[µg/m ³] NO	
503	193	202	3 שבועות לפני
531	209	209	2 שבועות לפני
435	170	173	שבוע לפני
208	143	42	שבוע הניסוי
412	166	160	שבוע אחרי
57	25	78	הפחתה ממוצעת [%]



איור 2: ריכוז חצי שעתי של NO, NO₂, NO_x



איור 3: ריכוז שעתי של NO₂

חלקיקים PM_{2.5} ופחמן שחור (Black Carbon)

הריכוזים הממוצעים של חלקיקים נשימים PM_{2.5} מוצגים בטבלה 2 ובאיור 4. מהמדידות עולה שריכוזי חלקיקי PM_{2.5} כמעט ולא הושפעו בימי הניסוי לעומת בתקופה המקבילה ואף עלו ב 17%, כתוצאה מריכוזי רקע גבוהים יותר. ריכוזי PM_{2.5} מתחנת הניטור הממוקמת בתוך אולם הרציפים הושוּו עם אלו מתחנה הממוקמת בגג התחנה



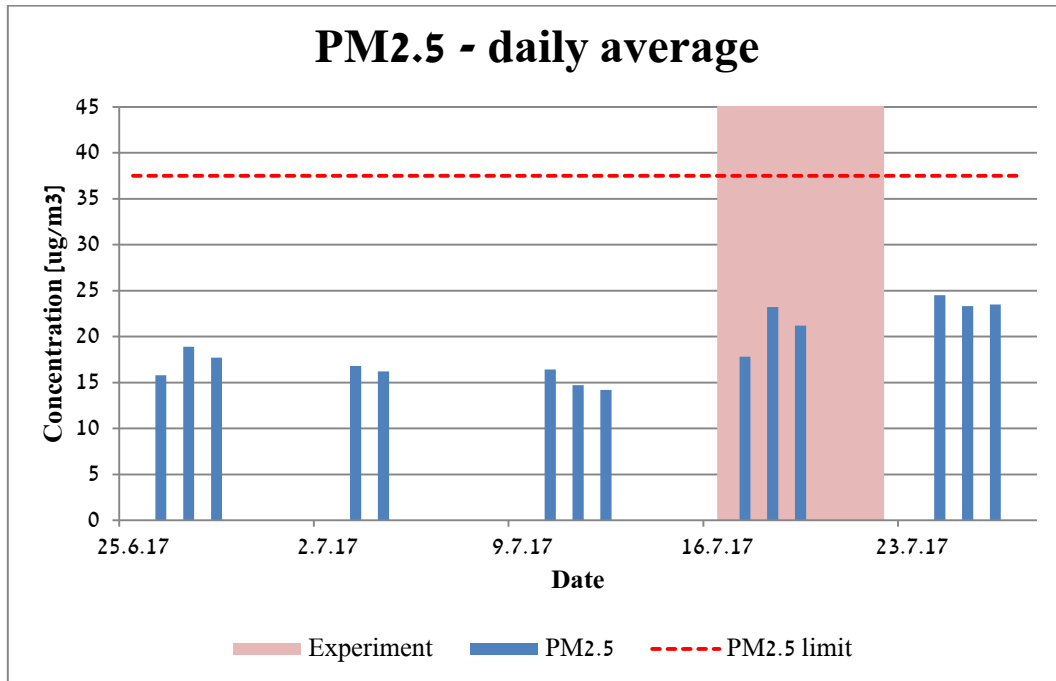


המרכזית. מהתוצאות שהתקבלו, עולה כי ריכוזי חלקיקי PM2.5 בתוך התחנה מושפעים באופן דומיננטי מריכוזי הרקע מוחץ לתחנה.

טבלה 2: ממוצע שבועי של ריכוזי PM2.5

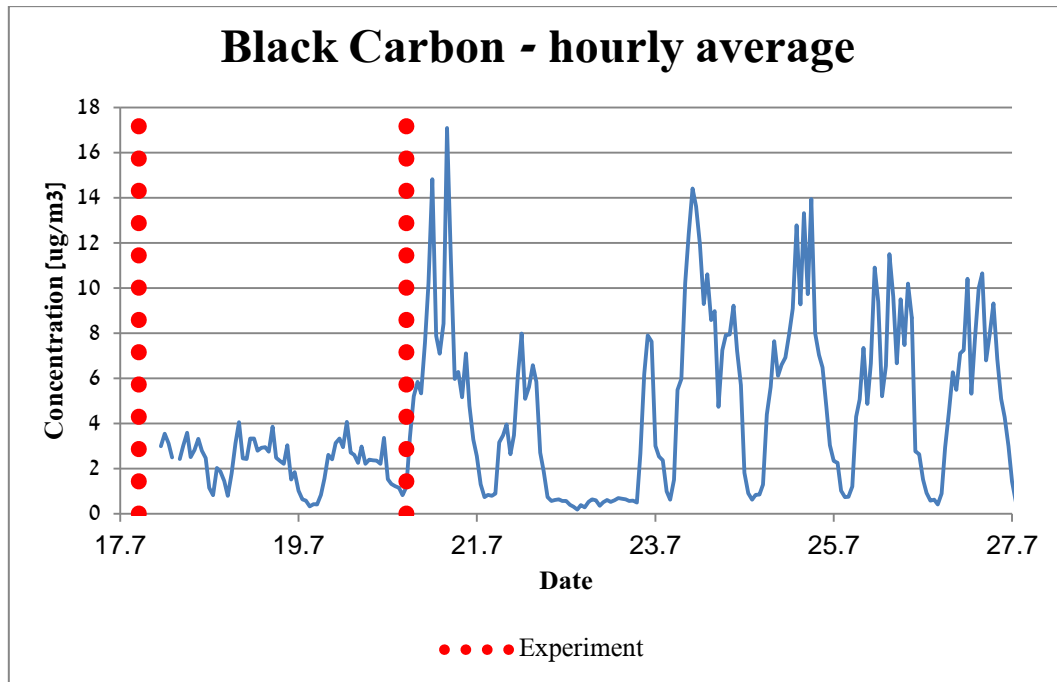
PM2.5 בתוך התחנה [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM2.5 בגג התחנה (רקע) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
19.4	17.8	3 שבועות לפני
19.4	19.5	2 שבועות לפני
15.9	13.3	שבוע לפני
21.4	22.4	שבוע הניסוי

לא נרשמו חריגות מתקן הסביבה לחלקיקי PM2.5 הן בתקופת הניסוי והן בתקופה המקבילה.



איור 4: ריכוז יומי של PM2.5

ריכוזי הפחמן השחור שנמדדו באולם רציפי האוטובוסים מופיעים באיור 5. ריכוזי הפחמן השחור בתקופת הניסוי היו נמוכים ב 62% לעומת התקופה המקבילה (שבוע אחרי הניסוי). נתונים אלו מצביעים על יעילות להפחתת פליטות הפיח של מסנני החלקיקים (DPF) המותקנים ברכבי יורו VI. החקיקה הסביבתית בארץ ובעולם טרם קבעה ערך סף לפחמן שחור אך בשנים האחרונות ידוע כי הינו גורם משמעותי המשפיע על בריאות האדם.



איור 5: ריכוז שעותי של פחמן שחור

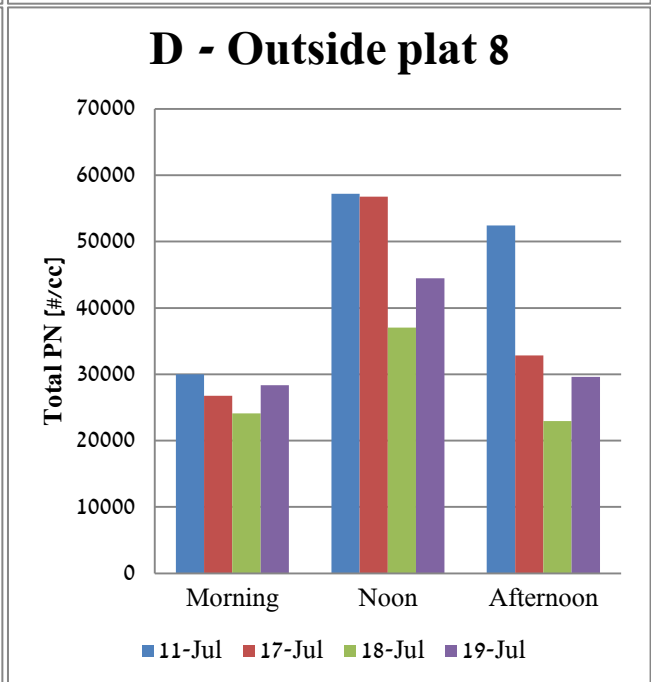
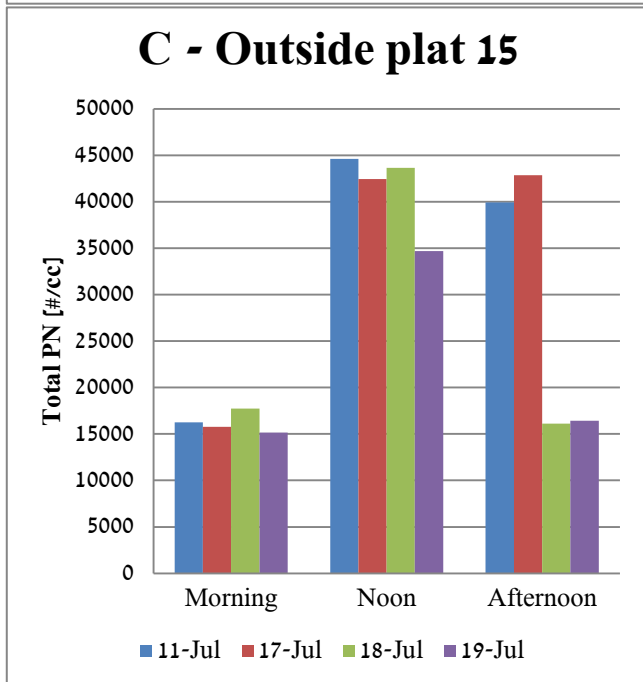
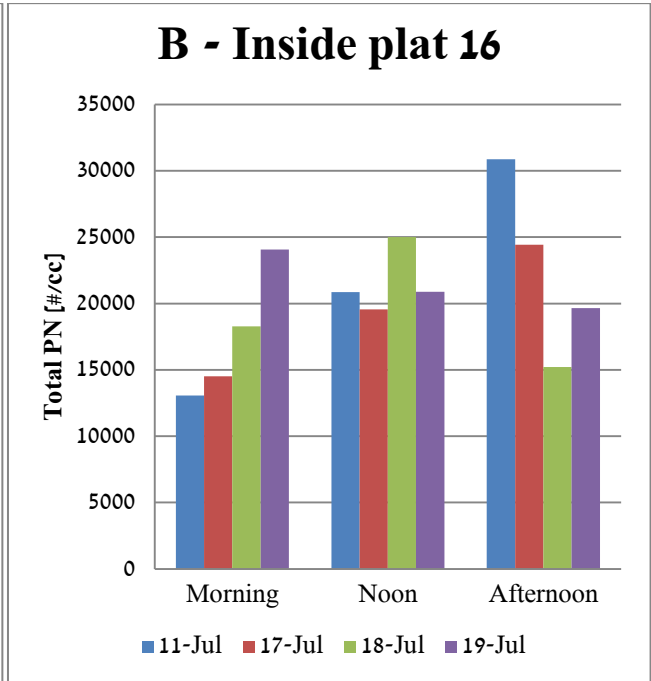
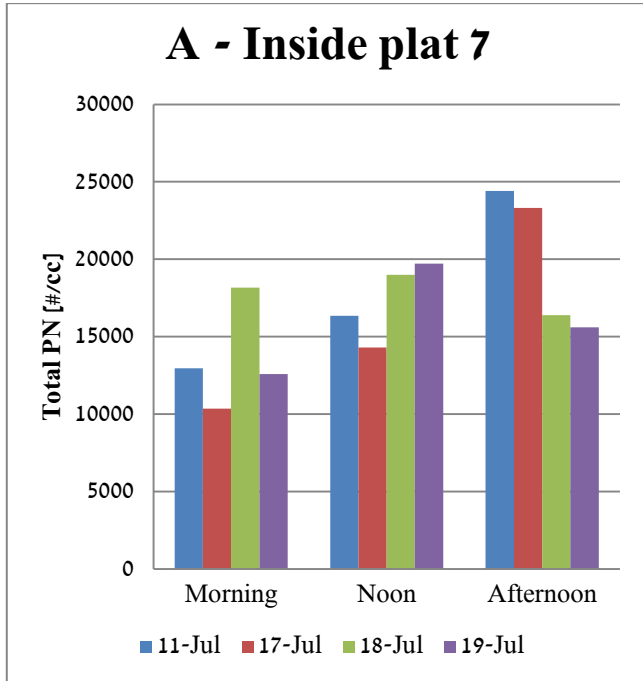
מספר חלקיקים (PN)

ריכוז מספר החלקיקים נמדד ב 4 מקומות בתחנה :

- A. בתוך אולם ההמתנה – מול רציף 7
- B. בתוך אולם ההמתנה – מול רציף 16
- C. מחוץ לאולם ההמתנה – ברציף 15
- D. מחוץ לאולם ההמתנה – ברציף 8

לא נמצאה מגמה ברורה בריכוזי מספר חלקיקים בתקופת הניסוי. אמנם בממוצע נמדדה ירידה של 18% בריכוזי מספר החלקיקים לעומת התקופה המקבילה (יום בשבוע לפני), אבל במקרים מסוימים נמדדו עליות של עד 80% בריכוז מספר חלקיקים (איור 6).

למרות זאת, נמצא כי בתוך אולם ההמתנה הממוזג הריכוזים נמוכים בממוצע ב 43% מאשר ברציפי האוטובוסים. בנוסף, נמצא כי הריכוזים בתוך אולם ההמתנה יציבים יותר, ואילו ברציפים הם משתנים משמעותית, וזאת בעקבות הגעה או יציאה של אוטובוס. הריכוז הגבוה ביותר נמדד ברציף 8, בערך של כ 133 אלף חלקיקים לסמ"ק.



איור 6: ממוצע ריכוזי מספר חלקיקים

סיכום

ממצאי הניסוי מצביעים על כך שבתחנה המרכזית ניתן לעמוד בערכי הסביבה של תחמוצות חנקן באמצעות שימוש באוטובוסים יורו VI. כמו כן, השימוש באוטובוסי יורו VI הובילה להפחתה של 57% בריכוזי תחמוצות החנקן ו- 62% בריכוזי הפחמן השחור (מרכיב עקרי של חלקיקי בעירה). לאור האמור, ישנה חשיבות בריאותית להגברת השימוש באוטובוסי יורו VI.

עם זאת, השימוש באוטובוסי יורו VI אינו מבטיח עמידה בכלל ערכי הסביבה (ובפרט למזהם NO_2) וישנם מזהמים אשר ריכוזם לא השתנה באופן מובהק בעת הניסוי (כגון $\text{PM}_{2.5}$). לאור זאת, אנו מחזיקים בדעה לפיה יש להימנע מהקמת מתחמי תחבורה סגורים בהם שווה אוכלוסיה בסמוך למנועי דיזל.

