

דו"ח תוצאות מבדק סביבתי לגורמי הכתמת רכבים חונים
ברחוב פרנקל 4 שבשכונת רמת אביב בת"א

Meir Sharabani

December 2013



Measurements of:

1. Industrial hygiene
2. Ambient air
3. Environmental audit
4. Quality assurance in air monitoring stations
5. Mobile Environmental Lab.

מדידות ובדיקות של:

הגיינה תעסוקתית

ניטור אוויר הסביבה

מבדק סביבתי

אבטחת איכות ואמינות מערכות תחנות ניטור

מעבדה ניידת לניטור חומרים באוויר

Tel. 972-3-5374850 Fax. 972-3-5374860

E-mail: meir@escil.co.il

www.enviro-services.co.il

טל. 5374850-03 פקס. 5374860-03

דואר: meir@escil.co.il

אתר: www.enviro-services.co.il



15 דצמבר, 2013

לכבוד
מר יוסף באזיס
אחראי משאבי אוויר
הרשות לאיכות הסביבה
עיריית תל אביב – יפו
רח' דיזינגוף 200
תל אביב

שלום רב,

**הנדון: מבדק סביבתי לזיהוי ואפיון חומרים על רכבים מוכתמים
בסביבת רחוב פרנקל 4 ו-6 בשכונת רמת אביב בתל אביב**

1. בהמשך להזמנתכם מתאריך 22.11.12 ובהתאם להצעתנו מתאריך 19.11.12, ביצענו בתאריך 13.8.13 בדיקות לזיהוי ואפיון החומר הזר אשר שקע על הרכבים המוכתמים (בצבע חום כהה) החונים ברח' פרנקל בשכונת רמת אביב בתל אביב.

חניית הרכבים הינה במרחב פתוח באזור לא מקורה ומאוורר אוורור טבעי. טמפי הסביבה בזמן ביצוע מלאכת הדיגום מהרכבים הייתה 30.6°C והלחות היחסית הייתה בטווח 61% - 58%. בסביבת הרכבים ובסביבת שכונת המגורים לא נראו תהליכי ייצור /או תהליכי עיבוד /או תהליכי אריזה ואחסון /או שינוע של חומרי גלם. במרחק כ- 300 מ' מבתי המגורים ממוקם שדה תעופה דב: מערבית להם.

2. מטרת העבודה:

בירור טיבו ואופיו של החומר החלקיקי אשר שקע ע"ג הרכבים. מאחר ולא ניתן ליטול את הרכיב המותקף למעבדה, דגמנו את החומר הזר שמאזור כתמי הרכבים לצורך זיהוי האלמנטים המרכיבים אותו ואשר היו מצויים ע"ג הרכבים.

3. שיטות העבודה:

א. נערך סיור מקדים בשכונה ללימוד התהליכים בה ובסביבתה.
ב. איסוף דוגמאות - נאספו דוגמאות אבק מהרכבים השונים שנראו מוכתמים לשם השוואה. להלן דוגמאות אבק:

1. מעל גג רחוב פרנקל מס' 6 – מקולט שמש של גבי ג'ולי. הקולט ממוקם בצד הצפוני של הגג. דגימה לביקורת. דגימה ל-SLIDE המיקרוסקופ.

2. מעל גג רחוב פרנקל מס' 6 – מקולט שמש של גבי ג'ולי. דגימה ע"ג נייר /מגבון whatman שמימדיו 10 ס"מ X 10 ס"מ.

3. דגימת אויר לפילטר פולי קרבונט שחציו מצופה זהב מרכב הגבי צפרייה אומנותי. רכב מסוג פיגיו 307 שמספרו 74-531-50.
4. דגימת אבק שוקע באמצעות נייר דביק למשטח מיקרוסקופ מרכב הגבי צפרייה אומנותי אשר ממוקם בפינה הדרום מזרחית של החניון – סמוך לכלוב מחזור הבקבוקים.
5. דגימת ייחוס לסריקת חומרים אורגניים נדיפים ו"בלתי ידועים" ממזגן הממוקם ברחוב צמחי היהודים 13 פינת רחוב פרנקל 2.
- ג. הדוגמאות השונות נשלחו לאנליזה. בוצעו סוגי אנליזות:
- בדיקת מדגמים של האבק השוקע על הרכבים באזור הכתמים וגם אלו שניטלו מאזורי הביקורת נבדקו במיקרוסקופ אלקטרוני סורק הכולל קרני X לקביעת נוכחות יסודות כימיים.
- המדגמים שנשלחו לאנליזה של סריקת חומרים (365,000 ספקטרומים) אורגניים נדיפים ו"בלתי ידועים" כדי לברר את הרכבם של סולבנטים שיתכן ובאו במגע עם הרכבים המותקפים. האנליזה התבצעה במכשיר מס-גז ספקטרוגרף המאסות.
- המדגמים נשלחו לאנליזה של סריקת אניונים במכשיר יון כרומוטוגרף כדי לברר הרכב החומר הזר המתקפי: האם הותקף מחמת נוכחותם של אניונים שהינם קורוזיביים ואשר הינם רדיקלים של חומצות אנאורגאניות?
- סריקת מתכות ובדיקת נוכחות גופרה באבק השוקע באמצעות מכשיר יון כרומוטוגרף.
- בדיקת כלורידים באמצעות ספקטרופוטומטר.

4. תוצאות הבדיקות

- 4.1.1. האבק שנאסף והצטבר ברכבה של הגבי צפרייה אומנותי שמספרו 74-531-50 רובו ככולו ממקור חומרי בנייה אשר הכילו כנראה אבקת סיד כבוי (CaO) אשר הינו חומר הגרוסקופי שבמרוצת הזמן הפך כנראה לסידן הדרט או סידן הדרוקסיד Ca(OH)_2 .
- 4.1.2. דגימה מס' 13081315
- דגימה מס' 13081315 שניטלה למשטח מיקרוסקופ אלקטרוני סורק – ממרכז הדופן האחורי משטח אשר נראה לנו כמותקף עי"י החומר הזר (לפי נוכחות כתמים חומים) ניתן היה לראות בפרוטומיקרוגרפיה של דגימה מס' 6-13081315 גביש של סידן אוקסיד גדול, כ- 90 מיקרומטר אורכו וגם רוחבו.
- במיקרוסקופ האלקטרוני לא ניתן לזהות מימן אבל בדיקות של מס' דגימות שניטלו מדגימה זו הראו שהיחס הסטכיומטרי בין הסידן (53.49%) לחמצן (25.0%) הינו 1:2 ומורפולוגית החלקיק הינה כגביש אשר ספח אליו מים ועל כן סביר להניח שמדובר בנוכחות חלקיקי Ca(OH)_2 – סיד כבוי שנוצרו מחלקיקי סיד שהינו חומר פעיל מאוד שביכולתו לחמצן ולתקוף חזק מאוד אלומיניום, ברזל ומתכות אחרות. סביב הגביש ניתן להבחין בחלקיקים מוזוטים המכילים סיליקה (1.24%), נתרן (1.45%) וכלור (0.65%) אשר הינם כנראה חלקיקי אדמה.

4.1.3 דגימה מס' 13081310

דגימה מס' 13081310 ניטלה למשטח מיקרוסקופ אלקטרוני סורק – מצד ימין בקרבת הכנף של רכבה של הגב' צפריה אומנותי שמספרו 74-531-50. בפוטומיקרוגרפיה שמספרה 13081310-05 נראה חלקיק גבישי 31.25×43.35 מיקרון, קוטר גדול שהינו כנראה של סיד גבישי $\text{Ca}(\text{OH})_2$ כי סביר להניח שמדובר בסיד שהינו קלציום אוקסיד שבא במגע עם הרכב ותפש לתוכו מים מהאוויר בהיותו היגרוסקופי. בדגימה זו היה ניתן לראות גם חלקיקים שחלקם משוטחים וחלקם גבישיים והינם של דולומיט כי תכולתם היא CaMgO - סידן, מגנזיום, חמצן וכמו כן סיליקטים. ספקטרום יסודות דגימות/תמונות 13081310-5-16 או 130813-4-15 הם סיד כלור וברזל.

4.1.4 דגימה מס' 13081306

דגימה מס' 13081306 ניטלה מקולט סולארי (דוד שמש) שממוקם מעל גג בניין ברח' פרנקל מס' 6. בדגימה זו נמצאו בעיקר חלקיקי דולומיט $\text{Mg}; \text{CaCO}_3$ ביחסים שהינם 1;1, חלקיקי סיליקה הקשורה בחמצן – יתכן ואלו חלקיקי קוורץ (SiO_2), חלקיקי צמנט $\text{Ca}, \text{Al}, \text{Si}$ – סידן, אלומיניום, סיליקטים והחלקיקים הללו נראים כחלקיקים מוצקים שספחו מים. בדגימה זו נמצאה נוכחות נמוכה של כלור (0.32%) וגם נוכחות נמוכה של $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – סיד כבוי.

תוצאות בדיקות חומרים אורגנים נדיפים**4.1.5 דגימה מס' 13081314**

דגימה מס' 13081314 הינה דגימת Smear Test שניטלה מצד שמאל של רכבה של הגב' צפריה אומנותי שהינו מסוג פיגו 307 ומספרו 74-531-50. בסריקה של חומרים אורגניים נדיפים התגלו שני חומרים המשתייכים למשפחת הפחמימנים ההלוגנים וליתר דיוק משתייכים למשפחת הפחמימנים הכלוריים. החומרים זהו בסבירות המצאות גבוהה (87%) ושמותיהם: מתילן כלוריד וטריכלורומתאן. החומרים הללו משמשים להסרת צבעים בתעשייה הכימית. בתעשיית המתכת החומרים משמשים לניקוי (דגריזינג) מתכות בזכות היותם ממיסים ייחודיים לשמנים, שומנים, שעווה וצבעים מסוימים. חומרים אלו נמצאים באוויר החופשי מבלי שימצא מקור זיהום ממנו יפלטו.



4.1.6. דגימה מס' 13081316

דגימה מס' 13081316 הינה דגימת ייחוס לאנליזת מס-גו ספקטרוגרף המסות אשר נטלתה ממזגן המותקן ברח' נצחי היהודים מס' 13 פינת רח' פרנקל מס' 2. דגימה זו הכילה גם היא את החומרים מתילן כלוריד וטריכלורומתאן בלבד כבדגימה שניטלה מהרכב המותקף.

4.1.7. דגימה 13081307

דגימה מקולט דוד שממוקם מעל גג קומה 3 ברח' פרנקל מס' 6 אשר תכולתה נבדקה במעבדת החברה לשרותי איכות הסביבה בע"מ והיא הראתה נוכחותם של חומרים מחמצנים שמקורם יתכן בחומצות אנאורגאניות ו/או במלחיהם, כדלהלן:
כלוריד (18.4 מ"ג/לי), סולפט (5.4 מ"ג/לי), ניטרת (5.0 מ"ג/לי).

4.1.8. דגימה 13081308

דגימה נוספת מקולט דוד ניטלה מאזור שונה בשטח קולט הדוד בה ניטלה דגימה מס' 13081307 המתוארת לעיל. תוצאות בדיקתה בשיטת כרומטוגרפיה יונית הראו שוב נוכחותם של חומרים מחמצנים כדלהלן:
כלוריד (8.4 מ"ג/לי), סולפט (3.6 מ"ג/לי), ניטרת (5.0 מ"ג/לי).
תוצאות בדיקה זו זהה איכותית לתוצאת בדיקת דגימה נוספת שניטלה מקולט הדוד. לפיכך ניתן ללמוד על הדירות תוצאת הבדיקה.

4.1.9. דגימה 13081308

הדגימה נמסרה אף למעבדה חיצונית "בלתי תלויה" לבדיקת כלורידים בשיטת ספקטרופוטומטריה. אף בדיקה זו הראתה נוכחותם של כלורידים: 6.06 מ"ג/לי.

4.2.0. דגימה 13081313

דגימה 13081313 הינה דגימת ממרח שנטלנו מצד שמאל של רכב הגבי צפרייה אומנותי אשר מותקף בכתמים. באנליזה בשיטת כרומטוגרפיה יונית שבמעבדת החברה לשרותי איכות הסביבה בע"מ נמצאה נוכחותם של חומרים מחמצנים כדלהלן:
כלוריד (13.8 מ"ג/לי), סולפט (4.8 מ"ג/לי), ניטרת (7.9 מ"ג/לי), פוספט (0.8 מ"ג/לי).
בבדיקה מרכב מוכתם בכתמים נמצאה נוכחותם של אותם חומרים שנמצאו בדגימות שניטלו בסביבת הרכב ושלא ממשטחים שנראו מוכתמים ובנוסף לחומרים הללו נמצא גם פוספט אשר הינו חומר מחמצן שאפשרי שימצא בחומרי דישון ו/או חומצה זרחתית ולא התגלה בדגימות האחרות.

4.2.1. דגימה 13081312

דגימה 13081312 הינה דגימת ממרח שנטלנו מצד מין של רכב הגבי צפרירה. לדגימה התבצעה בדיקת כלורידים בשיטה ספקטרופוטומטרית במעבדה חיצונית ויבלתי תלויה". בדגימה לא התגלו כלורידים ($5 < \text{מ"ג/לי}$) במגבלות שיטת הבדיקה הקיימת.

4.2.2. סריקת מתכות

תוצאות סריקת יסודות מתכתיים וגופרית בדגימה 13081307 שנטלנו מקולט דוד גג קומה 3 ברחוב פרנקל מס' 6 בת"א מוצגות בטבלה מס' 6.

4.2.2. תוצאות סריקת יסודות מתכתיים וגופרית בדגימה מס' 13081308 שנטלנו מקולט דוד קומה מס' 3 ברחוב פרנקל 6 בת"א מוצגות בטבלה מס' 7.

4.2.3. תוצאות סריקת יסודות מתכתיים וגופרית בדגימה מס' 13081311 שנטלנו מצד ימין (קרוב לכנף אחורי) של רכב הגבי צפרירה אומנותי מוצגות בטבלה מס' 8. עפ"י תוצאות הבדיקות ניתן להניח שבאוויר מצויות רמות מרביות של ברזל ואלומיניום, שמהוות כמות גבוהה, בהשוואה ליסודות הנותרים שהתגלו. כמו כן תיתכן גופרית שמקורה מתחבורה או מתעשייה. בכל מקרה לא מצאנו הבדל מהותי איכותי בתוצאות היסודות שזוהו ונמדדו בדגימות הביקורת שניטלו מקולטן הדוד לבין הדגימה שנטלנו מהרכב. לפיכך ניתן לשער שדגימת ביקורת הייתה צריכה להילקח מנקודה מרוחקת יותר מסביבת הרכבים החונים.

5. מסקנות וסיכום

5.1. הרכב החומר "הזר" אשר שקע ע"ג הרכב המוכתם והמותקף של הגבי צפרירה אומנותי הינו, כנראה, אבקת סיד (CaO) ומכונה גם בשם "סיד חי". במגע של אבקת סיד עם מים נוצרת משחה רכה המכונה מימת הסידן או – "סיד כבוי" Ca(OH)_2 – והוא זה אשר זוהה במיקרוסקופ האלקטרוני באמצעותו התבצעו בדיקותינו. כנראה שה- CaO הגיב עם הלחות.

5.2. סביר להניח שהסיד כבוי הוא החומר אשר גרם לתקיפת הרכבים, מאחר ועפ"י המידע שברשותנו (Wiley Guide to Chemical Incompatibilities) הוא תוקף ציפויים ומתכות דוגמת אלומיניום, בדיל, אבץ ועוד תוך ייצור גז מימן דליק. החומר מגיב בעוצמה עם מים, לחות ועם חומצות. במציאות ידוע לנו שצנרת מים העשויה מברזל מגולוון הותקפה ע"י טיח שהכיל סיד כבוי וכמו כן גם בספרות המקצועית מוצג החומר כתוקף מספר מתכות וציפויים דוגמת אלומיניום ומתכות מגולוונות.



- 5.3. סידן אוקסיד שמקורו עלול להימצא בחומרי בנייה וכן עלול להתפזר לאוויר בעבודות של הכנת מלט וטיח הינו חומר קורוזיבי בספקטרום הבסיסי (PH=10) והינו ריאקטיבי עם חומרים אורגניים, חומצות ו/או חומרים מחמצנים וגם עם לחות הוא היה מצוי בעיקר ברכב המותקף בכתמים.
- 5.4. סביבת הרכבים נמצאה אופטימאלית לפעילות של תגובת הסיד הכבוי ופגיעה ברכב מאחר וזוהו בה:
- א. חומרים אורגניים: מתילן כלוריד וטריכלורומתאן שמקורם בתעשייה בגין ניקוי מתכת ו/או הסרת שמנים ושומנים ממנה.
- ב. חומרים מחמצנים: כלורידים, סולפטים, ניטרתים וברכב המותקף בלבד - זוהה גם פוספט.
- ע"פ התרשמותנו הסולפט אינו נוצר מהתעבות SO_3 בארובה ל- SO_4 . לא התוודענו אודות שריפת מזוט בסביבת הרכבים שנבדקו.
- ג. הלחות היחסית ששררה באוויר הסביבה בעת ביצוע הדיגום ברחוב פרנקל הייתה גבוהה: 61%. נוכחותם של החומרים המחמצנים (כלורידים וסולפטים) וקיומה של לחות יחסית גבוהה עלולים לנבוע מקרבת שכונת רמת אביב לים.
- 5.5. יתכן ומקור הפוספט בחומרי דישון או בחומצה זרחתית שמקורה במקרה דנן אינו ידוע לנו.
- 5.6. אפשרי שהכתמים החומים הם תוצרי חמצון מתכת הרכב העשויה אף היא מברזל.
6. אין החברה לשרותי איכות הסביבה נושאת באחריות לשימוש או פרשנות שיעשו בתוצאות הבדיקות ע"י המזמין או כל גורם אחר.
7. נשמח להשיב לכל שאלה ו/או הבהרה שתידרש, תודה על פנייתכם.

ערן

מאיר שרבני

B.Sc., בטיחות תעסוקתית
וטכנולוגיה של בריאות
ובודק מעבדתי מוסמך

העתק: מר משה בלסנהיים – מנהל הרשות לאיכות הסביבה, עיריית תל אביב.



טבלה מס' 1

תוצאות בדיקה איכותית ובדיקה חצי כמותית של חומרים אורגניים נדיפים ו"בלתי ידועים" בדגימה מס' 13081314 – דגימת משטח מרכב מס' 50-531-74 בצד שמאל.

מס"ד	שם החומר	סבירות המצאות (%)	כמות נמדדת (מק"ג/דגימה)
1	Methylene Chloride	87	0.028
2	Trichloromethane	87	0.009

טבלה מס' 2

תוצאות בדיקה איכותית ובדיקה חצי כמותית של חומרים אורגניים נדיפים ו"בלתי ידועים" בדגימה מס' 13081316 – דגימת משטח מיחידת מיזוג המותקנת ברח' צמחי היהודים 13 פינת רחוב פרנקל מס' 2.

מס"ד	שם החומר	סבירות המצאות (%)	כמות נמדדת (מק"ג/דגימה)
1	Methylene Chloride	87	0.03
2	Trichloromethane	87	0.01

טבלה מס' 3

תוצאות בדיקה איכותית ובדיקה כמותית של אניונים בדגימה מס' 13081307 – דגימה מקולט דוד גג בניין ברחוב פרנקל מס' 6 (קומה 3).

מס"ד	פרמטר נבדק	יחידה	תוצאה
1	פוספט	מיליגרם/ליטר	< 0.5
2	סולפט	מיליגרם/ליטר	5.4
3	ניטראט	מיליגרם/ליטר	5.0
4	ניטריט	מיליגרם/ליטר	< 0.5
5	ברומיד	מיליגרם/ליטר	< 1
6	כלוריד	מיליגרם/ליטר	18.4
7	פלואוריד	מיליגרם/ליטר	< 0.1



טבלה מס' 4

תוצאות בדיקה איכותית ובדיקה כמותית של אניונים בדגימה מס' 13081308 – דגימה מקולט דוד גג בניין ברחוב פרנקל מס' 6 (קומה 3).

מס"ד	פרמטר נבדק	יחידה	תוצאה
1	פוספט	מיליגרם/ליטר	< 0.5
2	סולפט	מיליגרם/ליטר	3.6
3	ניטראט	מיליגרם/ליטר	3.0
4	ניטריט	מיליגרם/ליטר	< 0.5
5	ברומיד	מיליגרם/ליטר	< 1
6	כלוריד	מיליגרם/ליטר	8.4
7	פלואוריד	מיליגרם/ליטר	< 0.1

טבלה מס' 5

תוצאות בדיקה איכותית ובדיקה כמותית של אניונים בדגימה מס' 13081313 – דגימה מצד שמאל של רכב מס' 74-531-50 (פיזיו 307 של הגבי צפריירה אומנותי).

מס"ד	פרמטר נבדק	יחידה	תוצאה
1	פוספט	מיליגרם/ליטר	0.8
2	סולפט	מיליגרם/ליטר	4.8
3	ניטראט	מיליגרם/ליטר	7.9
4	ניטריט	מיליגרם/ליטר	< 0.5
5	ברומיד	מיליגרם/ליטר	< 1
6	כלוריד	מיליגרם/ליטר	13.8
7	פלואוריד	מיליגרם/ליטר	< 0.1



טבלה מס' 6

תוצאות מדידת יסודות מתכתיים וגופרית בדגימה מס' 13081307 – דגימה מקולט דוד גג בניין
 ברחוב פרנקל מס' 6 (קומה 3).

תוצאות המדידה מבוטאות ביחידות מק"ג/דגימה

תוצאה	גורם נבדק
80.86	אלומניום
< 0.25	ארסן
3.34	בורון
< 0.003	בריליום
0.15	קדמיום
< 0.021	קובלט
0.66	כרום
3.78	נחושת
94.34	ברזל
117.67	מגנזיום
2.01	מנגן
< 0.042	מוליבדן
0.87	ניקל
1.30	עופרת
45.47	גופרית
< 0.05	סלניום
< 0.25	בדיל
1.48	סטרוונדיום
1.15	טיטניום
0.007	תליום
< 0.034	ונדיום
< 0.178	טונגסטן
17.98	אבץ



טבלה מס' 7

תוצאות מדידת יסודות מתכתיים וגופרית בדגימה מס' 13081308 – דגימה מקולט דוד גג בניין
ברחוב פרנקל מס' 6 (קומה 3).

תוצאות המדידה מבוטאות ביחידות מק"ג/דגימה

תוצאה	גורם נבדק
89.26	אלומניום
< 0.25	ארסן
2.80	בורון
< 0.003	בריליום
0.12	קדמיום
< 0.021	קובלט
0.61	כרום
2.31	נחושת
110.39	ברזל
118.41	מגנזיום
2.34	מנגן
< 0.042	מוליבדן
0.51	ניקל
0.68	עופרת
16.09	גופרית
< 0.05	סלניום
< 0.25	בדיל
1.20	סטרוונדיום
1.40	טיטניום
< 0.007	תליום
0.13	ונדיום
< 0.178	טונגסטן
14.48	אבץ



טבלה מס' 8

תוצאות מדידת יסודות מתכתיים וגופרית בדגימה מס' 13081311 – דגימה מרכב הגב' צפרירה
אומנותי: צד ימין של כנף אחורי.

תוצאות המדידה מבוטאות ביחידות מק"ג/דגימה

תוצאה	גורם נבדק
61.13	אלומניום
0.43	ארסן
2.95	בורון
< 0.003	בריליום
0.17	קדמיום
< 0.021	קובלט
0.90	כרום
6.32	נחושת
86.24	ברזל
141.46	מגנזיום
1.67	מנגן
< 0.042	מוליבדן
0.87	ניקל
1.07	עופרת
21.38	גופרית
< 0.05	סלניום
< 0.25	בדיל
1.67	סטרונדיום
1.51	טיטניום
< 0.007	תליום
< 0.034	ונדיום
< 0.178	טונגסטן
15.34	אבץ