

אלמוג שירותי יעוץ



ד"ר שלמה אלמוג Ph.D

מנהל מעבדה (בדימוס) לטוקסיקולוגיה ופרמקולוגיה קלינית
מרצה בכיר בפקולטה לרפואה באוניברסיטת ת"א

חוות דעת טוקסיקולוגית

בעניין:

המשמעויות הבריאותיות של ממצאי הניטור בבית הספר
איילון, ברחוב נחלת יצחק בתל-אביב, במהלך שנת 2011.

(הזמנת עבודה מס' 11/11/1429 מה- 14.06.2011)

מטעם:

הרשות לאיכות הסביבה בעיריית תל-אביב - יפו

04 לינואר 2012

ט' בטבת ה'תשע"ב

salmog@post.tau.ac.il

נייד: 052-6666750

רח' הסחלב 25, ת.ד. 1505, רעות 71908.

טלפון: 08-9264564

תוכן עניינים

סעיפים	עמודים	ראשי פרקים	#
	3-4	פרטי השכלה, ניסיון מקצועי, נתונים ומסמכים	1
1-4	5-6	פרטי השכלה, ניסיון מקצועי, נתונים ומסמכים	2
5-12	6-8	רקע ומטלות העבודה	3
13-15 16-18	9-10 10-14	תכנון הניסוי פריסת נקוות הניטור	4
19	14-28	תוצאות הניטור 2011	5
20-24 25-39 40-55 56-62	29-30 30-39 39-46 46-48	הערכת סיכונים טוקסיקולוגית: האספקטים המעבדתיים הערכת סיכונים בריאותיים על בסיס השפעות לא-מסרטנות של הפאמ"ן הערכת סיכונים בריאותיים על בסיס השפעות מסרטנות של הפאמ"ן אינטראקציה טוקסיקולוגית בין הפאמ"ן השונים	6
63-69	48-50	מהם מקורות הפליטה לפאמ"ן בבי"ס איילון?	7
70-76	50-52	סיכום ומסקנות	8
77-79	52-53	המלצות	9
	54-56	נספחים	10

הצהרה:

אני הח"מ, ד"ר שלמה אלמוג, נותן בזאת, לבקשת מר משה בלסנהיים, מנהל הרשות לאיכות הסביבה בעיריית תל-אביב, חוות דעת מקצועית בסוגיית המשמעויות הבריאותיות הנגזרות מחשיפה נשימתית של ציבור תלמידי בית הספר איילון וצוות עובדיו לחומרים כימיים באוויר מקבוצת הכלורו-פחמימנים, בריכוזים שנמדדו במהלך הניטור התקופתי בשנת 2011.

ואלה פרטי השכלתי וניסיוני המקצועי:

השכלה

Ph.D לפרמקולוגיה ופיזיולוגיה, הפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל - אביב (1990).

סטטוס אקדמי

מרצה בכיר בחוג לפרמקולוגיה ופיזיולוגיה בבית"ס לרפואה באוניברסיטת תל-אביב מאז שנת 2000.

ניסיון מקצועי

- א. טוקסיקולוג, ביוכימאי וכימאי אנליטי משנת 1968.
- ב. מנהל המעבדה לטוקסיקולוגיה ופרמקולוגיה קלינית במרכז הרפואי שיבא בתל השומר משנת 1975 עד 2010 (פרישה לגימלאות).
- ג. חוקר בכיר (בחלקיות משרה) במכון לטוקסיקולוגיה ופרמקולוגיה קלינית במרכז הרפואי שיבא בתל השומר משנת 2010 ואילך.
- ד. יועץ עצמאי בטוקסיקולוגיה משנת 2010 ואילך.
- ה. מפקד היחידה לטוקסיקולוגיה של חיל הרפואה בצה"ל בדרגת סגן-אלוף בשנים 1988-1993.
- ו. מנהל אגף המעבדות במרכז הרפואי שיבא בתל השומר בשנים 1996-2000.
- ז. מחבר של 86 פרסומים מדעיים בספרות המדעית/רפואית הבינלאומית.

רשימות מקצועיים:

- א. משרד הבריאות – תעודת הכרה במעמד "עובד מעבדה רפואית אקדמאי". רישיון מס' 9074.
- ב. משרד הבריאות - תעודת הכרה במעמד "עובד מעבדה רפואית בכיר". רישיון מס' 31-94486.
- ג. משרד הבריאות – היתר ניהול מעבדה רפואית. רישיון מס' 17-98541

- ד. היתר ביצוע בדיקות מעבדה טוקסיקולוגיות ופרשנותם:
משרד הבריאות – "תעודת רישום מעבדה רפואית מס' 060001 – פרמקולוגיה
קלינית וטוקסיקולוגיה (טוקסיקולוגיה אבחנתית, משפטית, תעסוקתית וסביבתית):
בדיקות ופרשנותן. ד"ר שלמה אלמוג, מנהל המעבדה".

פעילות מקצועית לאומית בשנים האחרונות

- א. יו"ר הוועדה לקביעת ערכי יחוס סביבתיים למזהמים כימיים באוויר של המשרד להגנת הסביבה.
- ב. יו"ר-רעמית הוועדה המקצועית של מערכת הביטחון לקביעת תקני איכות מי ים לצלילה צבאית.
- ג. יו"ר הוועדה להערכת סיכוני חשיפה נשימתית סביבתית באזורי יצור פחם (מפחמות).
- ד. חבר הוועדה המייעצת למשרד לאיכות הסביבה בקביעת ערכי איכות אוויר ל"חוק אוויר נקי".
- ה. חבר צוות חשיבה לגיבוש תכנית לאומית על התועלות הבריאותיות בהגנה על הסביבה.
- ו. יו"ר הוועדה הבין-משרדית (משרדי הבריאות, התחבורה, המשפטים ובטחון-פנים) להערכה טכנולוגית של בדיקה סמים ברוק נהגים בזירת האירוע.
- ז. יו"ר הוועדה הבין-משרדית (משרדי הבריאות, התחבורה, המשפטים ובטחון-פנים) לתיקון תקנות התעבורה בעניין נהיגה תחת השפעת אלכוהול וסמים.
- ח. יועץ קצין רפואה ראשי בנושאים טוקסיקולוגיים סביבתיים.
- ט. חבר המועצה הלאומית לבריאות העובד של משרדי הבריאות והתמ"ת.
- י. יו"ר ועדת התקינה של המועצה הלאומית לבריאות העובד.
- יא. חבר המועצה הלאומית למעבדות רפואיות של משרד הבריאות.
- יב. חבר הוועדה המייעצת למעבדות רפואיות של הרשות הלאומית להסמכת מעבדות.
- יג. חבר וועדת מומחים להערכת איכות האוויר במטוסי F-16 והשפעתו על בריאות הטייסים בחיל האוויר.

פרסי הצטיינות

חתן פרס שיבא על הצטיינות ומצוינות לשנת 2008, המרכז הרפואי שיבא, תל השומר.

המסמכים שהוצגו בפני:

1. דו"חות ניטור תוך-מבני בבית ספר איילון:

- א. החברה לשירותי איכות הסביבה בע"מ. דו"ח ניטור סביבתי לפחמימנים מוכלרים באוויר בחלל מבנה ב"ס איילון בתל-אביב. מועד הניטור: 2011.11.22-21. המזמינה: עיריית ת"א.
- ב. החברה לשירותי איכות הסביבה בע"מ. דו"ח ניטור סביבתי לפחמימנים מוכלרים באוויר בחלל מבנה ב"ס איילון בתל-אביב. מועד הניטור: 2011.06.21-20. המזמינה: עיריית ת"א.
- ג. מעבדת בקטוכם. תעודת בדיקה מס' 66/2274. תוצאות בדיקת שפופרות דיגום מה- 04.11.2010 מבית הספר איילון בתל-אביב. המזמין: המשרד להגנת הסביבה, מחוז תל-אביב.
- ד. החברה לשירותי איכות הסביבה בע"מ. דו"ח ניטור סביבתי לפחמימנים מוכלרים באוויר בחלל מבנה ב"ס איילון בתל-אביב. מועד הניטור: 2010.09.21-20. המזמינה: עיריית ת"א.
- ה. אקוטסט בע"מ. דו"ח ניטור סביבתי לפחמימנים מוכלרים באוויר בחלל מבנה ב"ס איילון ובי"ס בלוך (ביצרון 19) בתל-אביב. מועד הניטור: 2010.05.26-25. המזמינה: עיריית ת"א.

2. דו"חות ניטור רקע:

- א. המשרד להגנת הסביבה: סיכום בדיקות אוויר תוך-מיבני לנוכחות פחמימנים מוכלרים (עובדי מחוז תל-אוויר). סימוכין 6-11 (א.אוויר) מה- 2011.01.05. בצירוף: תעודת בדיקה מס' 66/2369 של מעבדת בקטוכם מה- 2011.01.03. המזמין: המשרד להגנת הסביבה, מחוז תל-אביב.
- ב. המשרד להגנת הסביבה: תוצאות דיגום אינדיקטיביות לפחמימנים מוכלרים בב"ס איילון, ת"א. ינואר 2011. בדיקת נידוף מחומרי ניקוי, מכלי כתיבה, משטיח קיר ומחומרי ניקוי בבית בגבעתיים. המזמין: המשרד לאיכות הסביבה מחוז המרכז. מתוך: "בדיקות אוויר תוך-מבני ובדיקות גאז קרקע (פסיבית) במבנה בית הספר איילון בת"א 2001-2011 – דו"ח ביניים" מחברים: צחי אסא ועמיר אשד. פברואר 2011.
- ג. מעבדת בקטוכם. תעודת בדיקה מס' 66/2321. תוצאות בדיקת שפופרות דיגום מה- 23.11.2010 מרחוב עמק ברכה בתל-אביב. המזמין: המשרד להגנת הסביבה, מחוז תל-אביב.
- ד. החברה לשירותי איכות הסביבה בע"מ. תוצאות ריכוזי חומרים ממסים פחמימנים כלוריים באוויר בחללי מבנה עיריית ת"א ברח' דיזנגוף 200 ומעל

גג החברה לשירותי איכות הסביבה ברחוב יצחק שדה 40 ת"א. תאריכי דיגום:
20-21.09.2010. המזמינה: עיריית ת"א.

3. דו"חות ניטור גאזי קרקע בבית ספר איילון:

- א. אקוטסט בע"מ. דו"ח ניטור מימסים פחמימניים מוכלרים בגאזי קרקע בבית ספר איילון. סימוכין: R-5931 מה- 07.11.2011. תאריך דיגום: 17.10.2011. הגורם המזמין: עיריית ת"א.
- ב. אקוטסט בע"מ. דו"ח ניטור מימסים פחמימניים מוכלרים בגאזי קרקע בבית ספר איילון. סימוכין: R-5785 מה- 31.07.2011. תאריך דיגום: 04.07.2011. הגורם המזמין: עיריית ת"א.
- ג. אקוטסט בע"מ. דו"ח ניטור מימסים פחמימניים מוכלרים בגאזי קרקע בבית ספר איילון ובחלל מחסן הצבעים. סימוכין: R-5673/3 מה- 12.05.2011. תאריך דיגום: 14.04.2011. הגורם המזמין: עיריית ת"א.
- ד. המשרד להגנת הסביבה: תוצאות דיגום אינדיקטיביות לפחמימנים מוכלרים בבית ספר איילון, ת"א. ינואר 2011. המזמין: המשרד לאיכות הסביבה מחוז המרכז. מתוך: "בדיקות אוויר תוך-מבני ובדיקות גאז קרקע (פסיבית) במבנה בית הספר איילון בת"א 2001-2011 – דו"ח ביניים" מחברים: צחי אסא ועמיר אשד. פברואר 2011.

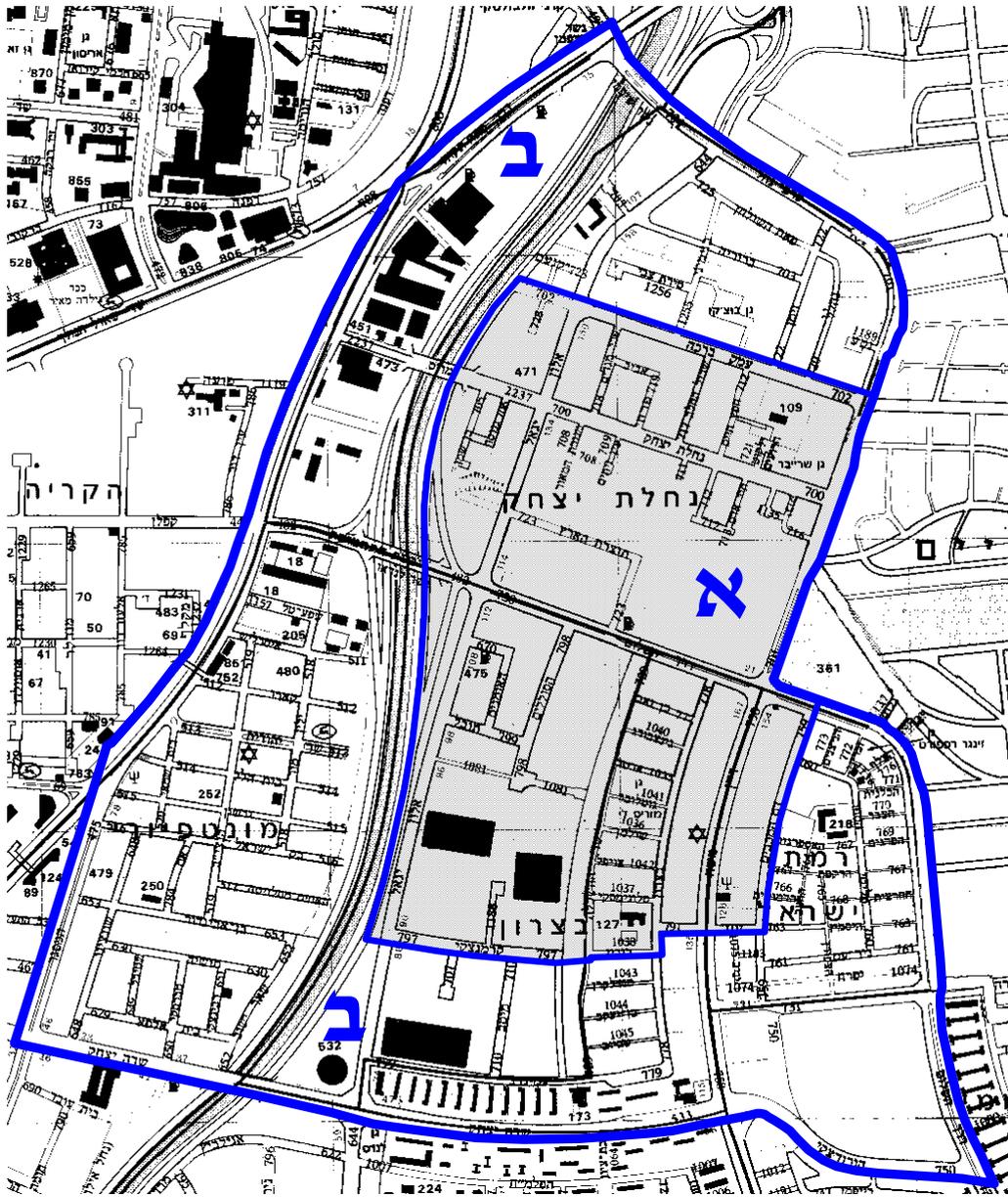
4. איסוף מידע:

- א. ב- 13.03.2011 קיימתי סיור בבית הספר איילון בתל-אביב אליו נתלו מר אהרון שטרול, אחראי קרקע, מים ואיכות אוויר ברשות לאיכות הסביבה של עיריית ת"א ונציג בית-הספר. בסיור זה עמדנו מקרוב אחר מבנה בית הספר, מיקומו במרחב, פריסת חדריו, איורור חלליו, סוגי הפעילות בהם, סוגי הריהוט במקום, הכנסת ריהוט חדש או מתוכנן בשנה הקרובה, חיפוש אחר מקורות פליטה גלויים, קבלת מידע לגבי שיפוצים עכשוויים וכאלה המתוכננים לתקופה הקרובה, ביקור בחצר והתרשמות מפתחי הביוב.

רקע

5. 1997 נתגלו בימי תהום ובדגימות גאזי קרקע באזור נחלת יצחק בתל-אביב, בסמיכות לתע"ש "מגן", שאריות של פחמימנים מוכלרים נדיפים (להלן: פאמ"ן). תרשים מס' 1 מפרט את מפת האזור.

תרשים מס' 1: תיחום שטח אזור נחלת יצחק



6. בעקבות זאת, ערכה הרשות לאיכות הסביבה של עיריית תל-אביב (להלן: הרשות לאיכות הסביבה) ניטור פאמ"ן בחללים תת-קרקעיים באזור, ובכלל זה במקלט בי"ס איילון.

7. כפועל יוצא מכך, הוציאה הרשות העירונית, לגורמי התכנון והפיקוח על הבנייה העירוניים, הנחיות מקצועיות מפורטות לטיפול, מניעה, מיגון ושימוש בחללים תת-קרקעיים במרחב תע"ש "מגן"¹.
8. במקלט בית-הספר איילון (להלן: "בית הספר") נתגלו בזמנו מרכיבי פאמ"ן. עוד בטרם נבדק ואותר מקור הפליטה של הפאמ"ן, ולמען הזהירות המונעת, הותקנו במקום ונטות לאוורור וסילוק אקטיבי שלהם מחלל המקלט ולמניעת הצטברותם.
9. על פי דיווחי הרשות לאיכות הסביבה, בשנים שלאחר מכן ועד שנת 2008 בוצעו בדיקות מעקב לפאמ"ן בבית הספר ולא נמצאו ממצאים חריגים.
10. הנושא עלה מחדש בעקבות פנייה של הורי תלמידי בית הספר באוגוסט 2010. על פי דיווחי העירייה בוצעו בדיקות נוספות בבית-הספר ובסביבתו שבהם לא נמצאו ממצאים חריגים המחייבים נקיטת צעדים אופרטיביים. הממצאים דווחו לנציגי ההורים בפגישה משותפת ב- 22.11.2010 במינהל החינוך, התרבות והספורט של העירייה².
11. בדו"ח ביניים הסוקר את הממצאים בשנים 2001-2011 של המשרד לאיכות הסביבה מחוז מרכז, המליץ המשרד, בין היתר, לשקול פנייה לגורם מקצועי אשר יעריך את הסיכון הבריאותי הכולל מהחשיפה הנשימתית של כלל תערובת מרכיבי הפאמ"ן³.

מטלות העבודה

12. על רקע זה, נתבקשתי על ידי הרשות לאיכות הסביבה:
 - א. לתכנן דיגום תוך- וחוף-מבני וגאזי-קרקע במטרה להעריך את מקורות הפליטה של פאמ"ן בבית הספר (אם וכאשר יאותרו מקורות אלה).
 - ב. להעריך, על בסיס ממצאי הניטור שיבוצע את הסיכון הבריאותי הכולל לתלמידי בית הספר וצוות העובדים השוהים במקום.

¹ הרשות לאיכות הסביבה: מתן מידע ותנאים בהליכי תכנון ובנייה במרחב תע"ש מגן. אי"ס-1/3-511 מתאריך 11.10.2001. אל: יו"ר הוועדה המקומית לתכנון ובנייה, מהנדס העיר ומנהל אגף רישוי ופיקוח בנייה. מאת: משה בלסנהיים, מנהל הרשות.

² מינהל החינוך, התרבות והספורט: סיכום פגישה עם נציגי ההורים והנהלת בית-הספר איילון. סימוכין: 34239310 מה- 23.11.2010.

³ המשרד לאיכות הסביבה מחוז מרכז: בדיקות אוויר תוך-מבני ובדיקות גז-קרקע (פסיבית) במבנה בית הספר איילון בתל-אביב 2001-2011 – דו"ח ביניים. מאת: צחי אסא ועמיר אשד. תאריך: פברואר 2011.

תכנון הניטור

13. הצורך בביצוע מחדש של ניטור הפאמ"ן בבית הספר נבע מהקושי המתודולוגי לערוך בדיקות השוואתיות מושכלות בין ממצאי הניטור שבוצע במקומות שונים בבית הספר ביום נתון, בימים שונים ובתקופות שונות:
- א. בתקופות שונות, נדגמו חללים תוך-מבניים שונים, הממוקמים במרחקים שונים ממקורות פליטה פוטנציאליים.
 - ב. תנאי הדיגום היו שונים: חדרים מאווררים באמצעות דלתות, חלונות, ונטות ומזגנים מול חדרים סגורים ללא כל אוורור.
 - ג. מיקום משתנה של הצבת נקודת הדגימה בחלל הנבדק (גובה מהרצפה/מהקרקע).
 - ד. היה צורך בהקפדה מלאה לגבי המשמעות של פעילויות שוטפות שונות בבית הספר על איכות הדיגום (שיפוצים, גם אם הם מוגבלים במקום ובזמן; צביעה; תיקוני קירות; תיקוני צבע; תיקוני ריצוף; הכנסת ריהוט חדש; שטיחים חדשים; שימוש בחומרי ניקוי מיצרנים שונים וכו').
 - ה. שיטות דיגום שונות: קניסטרים מול שפופרות פחם.
 - ו. אנליזה במעבדות שונות בעלי ביצועים אנליטיים שונים (הבדלים רנדומלים וסיסטמטיים).
14. לצורך תכנון הדיגום, לקחנו בחשבון כי המקור לפאמ"ן בבית הספר יכול להיות מאחד או יותר ממקורות הפליטה הפוטנציאליים הבאים:
- א. מקור זיהום סביבתי כללי: המגיע דרך האוויר ומקורו יכול להיות תעשייתי או תחבורתי.
 - ב. מקור של גזי קרקע: הנובע מזיהום של פאמ"ן שהתפשט באמצעות אקוויפר החוף.
 - ג. מקור בית ספרי (indoor): חומרי ניקוי, צבעים, טינרים, דבקים, שטיחים, מקורות ביוב, וכד'.
15. תכנון הדיגום התבסס על העקרונות הבאים:
- א. דיגום בשתי תקופות: פעם אחת בעונת החורף כשהקרקע קרה. פעם שנייה מייד עם תום עונת הקיץ כשהקרקע חמה.
 - ב. דיגום לאיתור מקורות פליטה בית-ספריים באמצעות דיגום בחדרי כיתות שונים, מחסנים, פתחי ביוב וכד'.
 - ג. לצורך הערכת סיכונים בריאותיים, אין זה נכון לבצע ניטור בתנאים של worst-case scenario. הדיגום בכיתות התבצע במצב של כיתה לומדת כפי שהיא (as is) קרי: חלונות ומזגנים פתוחים לפי המצב וכנהוג ביום

- לימודים רגיל. זאת, על מנת שנוכל להתחקות ככל האפשר אחרי החשיפה האמיתית של תלמידי בית הספר למזהמים הסביבתיים השונים. הדיגום התבצע בגובה פה-אף של תלמיד במצב ישיבה, שכן החשיפה היא נשימתית.
- ד. שיטת הדיגום בכיתות היתה אחידה - בשפופרות פחם פעיל בלבד.
- ה. הדיגום לאיתור מקור של גאזי קרקע היה אקטיבי והתבצע באמצעות קידוח ידני לעומק אחיד. מיקום הקידוחים לא יהיה בקרבת צינורות מים או פתחי ביוב. זאת על מנת להכניס מינימום של רעשים לממצאי הניטור (תסיסה מיקרוביאלית תוך שחרור VOCs או פעילות כלור-נותר במים הגורמת לשחרור כלורופורם ופאמ"ן אחרים).
- ו. דיגום במפלסים השונים של בביה"ס: מקומת המרתף לקומת קרקע, קומה 1 וקומה 2, כאמצעי עקיף להערכת מקור פליטה מגאזי קרקע.
- ז. דיגום לאיתור מקור זיהום סביבתי בחצר היה בגובה 1 מ' מעל הקרקע וכמו כן נערך דיגום מעל הגג, להערכת מקור פאמ"ן מחוץ לגבולות בית-הספר.
- ח. מקצועית, הייתה היצמדות לאותם הדוגמים ולאותן מעבדות הבדיקה לאורך כל הפרויקט. זאת על מנת למזער גורמים מערפלים (co-founders) התורמים לשונות הבין-מעבדתית (inter-laboratory variations).
- ט. דגימות האוויר השונות נבדקו ל- VOCs בשיטת GC-FID (במקום בשיטת GS/MS, על פי התכנון, שאמורה הייתה לבטל את אי-הוודאות בזיהוי החומרים הנבדקים).
- י. מעבדת הבדיקה הייתה מעבדה מוסמכת על ידי הרשות הלאומית להסמכת מעבדות על מנת להגביר את אמינות הממצאים.

פריסת נקודות הדיגום בבי"ס איילון

16. תכנית קומת קרקע, קומה 1 ו-2 של בנין בית הספר מפורטת בנספחים מס' 1, 2 ו-3, בהתאמה.
17. נקודות הדיגום במתחם בית הספר מוצגות בתרשים מס' 6.

תרשים מס' 6: נקודות הדיגום במתחם בית-הספר.

מס'	מיקום	איפיון והערות
1	מקלט מסיבות	קומת מרתף- יש ונטות הפועלות רק כאשר המקום מאוייש. משמש למסיבות. הדיגום יהיה ללא ונטות, במרכז החדר ובגובה של 120 ס"מ מהרצפה.
2	מקלט גדול	קומה מרתף אשר בה יש פתח מכוסה ברצפה המנקז את מי שטיפת הרצפות אל בריכת ניקוז (תרשים מס' 2). יש ונטות הפועלות רק כאשר המקום מאוייש. הדיגום יהיה ללא ונטות, במרחק של כ- 2 מטר מפתח נקודת הניקוז ובגובה של 120 ס"מ מהרצפה.
3	חדר סגנית	קומת קרקע. ריהוט משרדי סטנדרטי. הדיגום ממרכז החדר בגובה 120 ס"מ מהרצפה.
4	מועדונית	קומת קרקע. ריהוט כיתה סטנדרטי.
5	מחסן צבעים	קומת קרקע, בדיקת מקור פוטנציאלי של פאמ"ן (תרשים מס' 3).
6	חדר מוסיקה	קומת קרקע. ריהוט כיתה סטנדרטי.
7	כתה ה'	קומה 1. ריהוט כיתה סטנדרטי (תרשים מס' 4).
8	כתה א'	קומה 1. ריהוט כיתה סטנדרטי.
9	כתה ו'	קומה 1. ריהוט כיתה סטנדרטי.
10	כתה א'	קומה 2. ריהוט כיתה סטנדרטי.
11	כתה ב'	קומה 2. ריהוט כיתה סטנדרטי.
12	כתה ד'	קומה 2. ריהוט כיתה סטנדרטי.
13	חצר דרומית	הדיגום יהיה בצמוד לגדר שבין מגרש הכדור-סל של בית הספר וגן הילדים. בדיקת אוויר סביבתי בגובה 120 ס"מ מעל פני הקרקע.
14	חצר צפונית	אזור הכניסה לביה"ס, בדיקת אוויר סביבתי בגובה 120 ס"מ מעל פני הקרקע (תרשים מס' 5).
15	גג בית הספר	דיגום מעל לגג, בדיקת אוויר סביבתי עם תרומה מינימאלית של גאזי קרקע. מודעות לפליטת VOCs מיריעות ביטומן לאיטום הגג אשר עלול להכנס רעשים משמעותיים לממצאי הדיגום. לכן, הדיגום יהיה בנקודה גבוהה ככל האפשר משטח פני הגג.
16	חצר דרומית	בדיקת גז קרקע, קדוח לעומק 1.2-1.5
17	חצר מזרחית	בדיקת גז קרקע, קדוח לעומק 1.2
18	חצר צפונית	בדיקת גז קרקע, קדוח לעומק 1.2
19	חצר מערבית	בדיקת גז קרקע, קדוח לעומק 1.2

מקומות וחומרים מיוחדים החשודים כמקורות פאמ"ן שאותרו בבית הספר.

תרשים מס' 2: נקודת בריכת ניקוז למי שטיפת רצפות במקלט גדול שבקומת המרתף.



תרשים מס' 3: מחסן בית ספרי בקומת קרקע. מכיל חומרי ניקוי וצבעים



תרשים מס' 4: כיתת לימוד אופיינית המכילה ריהוט סטנדרטי.



שיתוף פעולה בין הקיר הסינטיטי המכסימ חלק גדול מקירות הכיתה והמחשבים כליחות מודעות.

תרשים מס' 5: חצר בית הספר לכיוון מגדל המים



18. בפועל, הניטור הראשון בעבודה זו התבצע בסוף יוני 2011 אחרי שבחדשי השנה הראשונים בוצעו פעולות שונות שהייתה יכולה להיות להם השפעה משמעותית על ממצאי הניטור:

א. שיפוץ חדרי השירותים וחלק מהפרוזדור של קומה 2, כולל: החלפת צנרת וכלים סניטרים, החלקת קירות, הדבקות וצביעה. שיפוץ זה הסתיים בסוף מרץ 2011.

ב. שיפוץ חצר בית הספר לכיוון מגדל המים.

ג. שיפוץ במספר חדרים בבית הספר הכולל קילוף שטיחי רצפה ישנים, הנחת רצפת PVC, תיקוני קירות ועבודות צבע. השיפוץ הסתיים במהלך אפריל 2011.

פרק הזמן של חודשיים שחלף בין תום פעולות השיפוץ ותחילת הניטור צפוי היה להספיק לאורור מלא של המקום ולחזרה למצב של שיווי משקל סביבתי עמיד, נקי ככל האפשר מרעשים של זיהומים חיצוניים חולפים.

תוצאות הניטור 2011

19. תוצאות הניטור מפורטות בתרשימים 15-6. מאחר וכל פאמ"ן הוא עולם טוקסיקולוגי בפני עצמו, ההתייחסות היא פרטנית לכל אחד ואחד. בכל תרשים מוצגים ממצאי 2 הניטורים שבוצעו, של יוני ושל נובמבר 2011. להשלמת התמונה הכוללת הוצגו פרטי המידע הבאים:

א. הסיווג הקרצינוגני של החומר לפי IARC⁴ שהיא הסוכנות הבינלאומית לחקר הסרטן של ארגון הבריאות העולמי

ב. ערכי הייחוס של החומר באוויר הסביבתי, בחשיפה נשימתית קצרת טווח וכרונית (70 שנה), ככל שיש נתונים זמינים על כך, לפי:

(1) תקנות אוויר נקי – ערכי איכות אוויר (הוראת שעה), התשע"א

(2) דו"ח ועדת אלמוג⁵

(3) הרשות להגנת הסביבה של ארה"ב (US-EPA\IRIS)⁶

(4) ארגון הבריאות העולמי⁷

(5) הרשות להגנת הסביבה של מדינת קליפורניה (OEHHA-CAL)⁸

(6) הרשות להגנת הסביבה של מדינת טקסס (TCEQ)⁹

⁴ IARC. International Agency for Research on Cancer. <http://www.iarc.fr/>

⁵ דין וחשבון הוועדה לקביעת ערכי יחוס סביבתיים למזהמים כימיים באוויר.

http://www.sviva.gov.il/Environment/Static/Binaries/index_pirsumim/p0396_1.pdf

⁶ EPA. Integrated Risk Information System. <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?IRIS>

⁷ World Health Organization. Air Quality Guidelines for Europe. 2nd edition, 2000. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf

⁸ California. Office of Environmental Health Hazard Assessment.

<http://www.oehha.ca.gov/air.html>

⁹ Texas Commission on Environmental Quality.

http://www.tceq.texas.gov/toxicology/esl/list_main.html#esl_1

1,1,1 trichloroethane ממצאי ניטור מס' 6:

ספט' 10	דצמ' 10	יוני. 11	נובמ' 11	נקודת הדיגום	קומה באתר	אתר
		~0.54	~0.25	מקלט מסיבות	מרתף	בי"ס איילון
		<0.22	~0.21	מקלט גדול		
		<0.18	~0.98	סגנית מנהלת	קרקע	
		<0.22	~0.71	מועדונית 108		
		<0.17	~0.10	חדר מוזיקה		
		<0.22	~0.10	מחסן אב- הבית		
<1.02				כיתה ה-2		
<1.73				כיתה א-3		
				חדר מנהלת		
		<0.20	~0.09	כיתה ו-2	קומה 1	
		<0.22	<0.16	כיתה ה-2		
		<0.21	~0.20	כיתה א' ח"מ		
<2.07				כיתה ה-1	קומה 2	
		<0.19	~0.29	כיתה ב-1		
		<0.14	~0.13	כיתה ד-1		
		<0.21	~0.18	כיתה א-1		
<1.04				כיתה ג-3		
<2.23				כיתת מדעים	חוץ מבני	
		<0.23	<0.09	חצר דרומית		
		<0.08	<0.10	גגון צפוני		
		<0.25	~0.09	גג בי"ס		
				כיתת מחשבים	מרתף	בי"ס בלוק ביצרון 19 תל- אביב
				כיתת ספריה		
				מקלט גדול		
				כיתה ד	קומה 2	
<1.85				משרד	קרקע	דיזנגוף 200 ת"א
<2.27				ארכיון	מרתף	
<1.07					גג מבנה	יצחק שדה 40 ת"א
	<2.73			חדר מגורים	קומה 2 ומעלה	מגורי עובדי מחוז ת"א
	<2.73			חדר מגורים		
	<2.73			חדר מגורים		
	<2.73			מטבח		

	<2.73			מטבח		
	<2.73			מטבח		
	<2.73			אמבטיה		
	<2.73			אמבטיה		
	<2.73			אמבטיה		
	<2.73					סביבה
	<2.73					
	<2.73					

הערה: ממצאים המסומנים ב- ~ הם ערכים בתחום שבין "סף הגילוי" ל"סף הכימות"

תרשים מס' 7: ממצאי ניטור tetrachloroethylene

אתר	קומה באתר	נקודת הדיגום	נובמ' 11	יוני. 11	דצמ' 10	נובמ' 10	ספט' 10	מאי. 10	
בי"ס איילון	מרתף	מקלט מסיבות	~0.23	<0.28				<3.40	
		מקלט גדול	~0.71	<0.27		<4.00		<3.50	
	קרקע	סגנית מנהלת	<0.06	<0.22					
		מועדונית 108	<0.09	<0.26					<3.50
		חדר מוזיקה	~0.42	<0.21		<4.00			
		מחסן אב-הבית	~0.38	<0.27					
		כיתה ה-2					<0.98		
		כיתה א-3						<2.13	<5.10
		חדר מנהלת							<3.50
		קומה 1	כיתה ו-2	~0.40	<0.25				
	כיתה ה-2		<0.20	~1.93					
	כיתה א' ח"מ		<0.12	<0.26					
	כיתה ה-1						<2.54		
	קומה 2	כיתה ב-1	~0.40	<0.24					
		כיתה ד-1	~0.42	<0.18					
		כיתה א-1	~0.63	<0.26					
		כיתה ג-3					>4.00	0.69	
	חוץ מבני	כיתת מדעים						<2.74	
		חצר דרומית	~0.54	<0.29					
		גגון צפוני	<0.08	<0.10					
גג בי"ס		<0.08	<0.31						

<3.50					כיתת מחשבים	מרתף	בי"ס בלוך ביצרון 19 תל-אביב
<3.40					כיתת ספריה		
<3.90					מקלט גדול		
<4.00					כיתה ד	קומה 2	
13.18					משרד	קרקע	דיזנגוף 200 ת"א
3.65					ארכיון	מרתף	
2.67						גג מבנה	יצחק שדה 40 ת"א
			<3.40		חדר מגורים	קומה 2 ומעלה	מגורי עובדי מחוז ת"א
			<3.40		חדר מגורים		
			<3.40		חדר מגורים		
			<3.40		מטבח		
			<3.40		מטבח		
			<3.40		מטבח		
			<3.40		אמבטיה		
			<3.40		אמבטיה		
			<3.40		אמבטיה		
			<3.40			סביבה	
			<3.40				
			<3.40				
		<4.00					עמק ברכה ת"א
		<4.00					
		<4.00					

הערה: ממצאים המסומנים ב- ~ הם ערכים בתחום שבין "סף הגילוי" ל"סף הכימות"

תרשים מס' 8: ממצאי ניטור trichloroethylene

אתר	קומה באתר	נקודת הדיגום	נובמ' 2011	יוני. 2011	דצמ' 2010	נובמ' 2010	ספט' 2010	מאי. 2010	
בי"ס איילון	מרתף	מקלט מסיבות	<0.06	<0.25				<3.40	
		מקלט גדול	<0.07	<0.25		<4.00		<3.50	
	קרקע	סגנית מנהלת	~0.43	<0.20					
		מועדונית 108	~0.23	<0.24					<3.50
		חדר מוזיקה	<0.10	<0.19		<4.00			
		מחסן אב-הבית	<0.10	~1.28					
		כיתה ה-2							
		כיתה א-3						1.49	25.6
		חדר מנהלת							10.4
	קומה 1	כיתה ו-2	<0.09	<0.23					
		כיתה ה-2	<0.20	<0.25				0.65	
		כיתה א' ח"מ	~0.32	<0.23					
		כיתה ה-1						<2.29	
	קומה 2	כיתה ב-1	<0.15	~0.86					
		כיתה ד-1	<0.11	<0.16					
		כיתה א-1	<0.08	<0.24					
		כיתה ג-3				<4.00		2.86	
		כיתת מדעים						<2.47	
	חוץ מבני	חצר דרומית	<0.10	<0.26					
		גגון צפוני	<0.11	<0.09					
גג בי"ס		~0.30	<0.28						
בי"ס בלורן ביצרון 19 תל-אביב	מרתף	כיתת מחשבים						<3.50	
		כיתת ספריה						<3.40	
	קומה 2	מקלט גדול						<3.90	
		כיתה ד						<4.00	
דיזנגוף 200 ת"א	קרקע	משרד						3.57	
	מרתף	ארכיון						<2.52	
יצחק שדה 40 ת"א	גג מבנה							0.86	
מגורי עובדי מחוז ת"א	קומה 2 ומעלה	חדר מגורים			<2.69				
		חדר מגורים			<2.69				
		חדר מגורים			<2.69				

			<2.69			מטבח		
			<2.69			מטבח		
			<2.69			מטבח		
			<2.69			אמבטיה		
			<2.69			אמבטיה		
			<2.69			אמבטיה		
			<2.69					
			<2.69					סביבה
			<2.69					
			<2.69					
		<4.00						עמק
		6.20						ברכה
		<4.00						ת"א

הערה: ממצאים המסומנים ב- ~ הם ערכים בתחום שבין "סף הגילוי" ל"סף הכימות"

תרשים מס' 9: ממצאי ניטור carbon tetrachloride

אתר	קומה באתר	נקודת הדיגום	נובמ' 2011	יוני. 2011	דצמ' 2010	נובמ' 2010	ספט' 2010	מאי. 2010	
בי"ס איילון	מרתף	מקלט מסיבות	<0.07	~0.43				<3.40	
		מקלט גדול	<0.08	~0.61		<4.00		<3.50	
	קרקע	סגנית מנהלת	1.23	0.22					
		מועדונית 108	<0.09	<0.26					<3.50
		חדר מוזיקה	<0.10	<0.21		<4.00			
		מחסן אב- הבית	<0.10	<0.27					
		כיתה ה-2							
		כיתה א-3						<2.07	<5.10
		חדר מנהלת							<3.50
		קומה 1	כיתה ו-2	<0.09	~1.02				
	כיתה ה-2		<0.19	<0.27			<1.22		
	כיתה א' ח"מ		<0.11	<0.25					
	כיתה ה-1						<2.48		
	קומה 2	כיתה ב-1	6.62	<0.23					
		כיתה ד-1	<0.11	<0.17					
		כיתה א-1	<0.09	<0.25					
		כיתה ג-3				<4.00	<1.24		
		כיתת מדעים					<1.51		

				~0.53	<0.10	חצר דרומית	חוץ מבני	
				<0.10	<0.11	גגון צפוני		
				<0.30	<0.11	גג בי"ס		
<3.50						כיתת מחשבים	מרתף	בי"ס בלוך ביצרון 19 תל-אביב
<3.40						כיתת ספריה		
<3.90						מקלט גדול		
<4.00						כיתה ד	קומה 2	
<2.22						משרד	קרקע	דיזנגוף 200 ת"א
<2.72						ארכיון	מרתף	
<1.29							גג מבנה	יצחק שדה 40 ת"א
			<3.15			חדר מגורים	קומה 2 ומעלה	מגורי עובדי מחוז ת"א
			<3.15			חדר מגורים		
			<3.15			חדר מגורים		
			<3.15			מטבח		
			<3.15			מטבח		
			<3.15			מטבח		
			<3.15			אמבטיה		
			<3.15			אמבטיה		
			<3.15			אמבטיה		
			<3.15				סביבה	
			<3.15					
			<3.15					
		<4.00						עמק ברכה ת"א
		8.40						
		12.80						

תרשים מס' 10: ממצאי ניטור chloroform

אתר	קומה באתר	נקודת הדיגום	נובמ' 2011	יוני. 2011	דצמ' 2010	נובמ' 2010	ספט' 2010	מאי. 2010	
בי"ס איילון	מרתף	מקלט מסיבות	<0.06	<0.25				<3.40	
		מקלט גדול	<0.07	<0.24		<4.00		<3.50	
	קרקע	סגנית מנהלת	<0.06	<0.20					
		מועדונית 108	<0.08	<0.24					<3.50
		חדר מוזיקה	<0.10	<0.19		<4.00			
		מחסן אב-הבית	<0.09	<0.24					
		כיתה ה-2					54.67		
		כיתה א-3						92.68	<5.10
		חדר מנהלת							<3.50
		כיתה ו-2	<0.08	<0.22					
	קומה 1	כיתה ה-2	<0.18	<0.24					
		כיתה א' ח"מ	<0.11	<0.23					
		כיתה ה-1					46.3		
	קומה 2	כיתה ב-1	<0.15	<0.21					
		כיתה ד-1	<0.11	<0.16					
		כיתה א-1	<0.08	<0.23					
		כיתה ג-3				>4.00	27.27		
		כיתת מדעים					39.81		
	חוץ מבני	חצר דרומית	<0.09	<0.25					
		גגון צפוני	<0.10	<0.09					
גג בי"ס		<0.10	<0.28						
בי"ס בלוך ביצרון 19 תל-אביב	מרתף	כיתת מחשבים						<3.50	
		כיתת ספריה						<3.40	
		מקלט גדול						<3.90	
	קומה 2	כיתה ד						<4.00	
דיזנגוף 200 ת"א	קרקע	משרד						48.25	
	מרתף	ארכיון						57.84	
יצחק שדה 40 ת"א	גג מבנה							28.32	
מגורי עובדי מחוז ת"א	קומה 2 ומעלה	חדר מגורים			<2.45				
		חדר מגורים			<2.45				
		חדר מגורים			<2.45				

			<2.45			מטבח		
			<2.45			מטבח		
			<2.45			מטבח		
			<2.45			אמבטיה		
			<2.45			אמבטיה		
			<2.45			אמבטיה		
			<2.45					
			<2.45					סביבה
			<2.45					
		<4.00						
		<4.00						עמק ברכה ת"א
		<4.00						

תרשים מס' 11: ממצאי ניטור 1,2 dichloroethane

אתר	קומה באתר	נקודת הדיגום	נובמ' 2011	יוני. 2011	דצמ' 2010	נובמ' 2010	ספט' 2010	מאי. 2010	
בי"ס איילון	מרתף	מקלט מסיבות	4.21	<0.22				<3.40	
		מקלט גדול	6.22	<0.21		<4.00		<3.50	
	קרקע	סגנית מנהלת	4.65	<0.17					
		מועדונית 108	4.54	<0.21					<3.50
		חדר מוזיקה	3.65	2.02		<4.00			
		מחסן אב-הבית	4.71	0.07					
		כיתה ה-2							
		כיתה א-3						5.07	<5.10
		חדר מנהלת							<3.50
		כיתה ו-2	4.32	<0.19					
	קומה 1	כיתה ה-2	~0.70	<0.21				4.29	
		כיתה א' ח"מ	2.87	<0.20					
		כיתה ה-1						<1.97	
	קומה 2	כיתה ב-1	4.06	<0.19					
		כיתה ד-1	1.56	0.28					
		כיתה א-1	4.77	<0.20					
		כיתה ג-3					<4.00	<0.99	
		כיתת מדעים						<2.13	
	חוץ מבני	חצר דרומית	3.37	<0.22					

				<0.08	~0.43	גגון צפוני		
				<0.24	2.70	גג בי"ס		
<3.50						כיתת מחשבים	מרתף	בי"ס בלוך ביצרון 19 תל-אביב
<3.40					כיתת ספריה			
<3.90					מקלט גדול			
<4.00					כיתה ד	קומה 2		
1.6					משרד	קרקע		דיזנגוף 200 ת"א
<2.17					ארכיון	מרתף		
2.12							גג מבנה	יצחק שדה 40 ת"א
			<2.03			חדר מגורים	קומה 2 ומעלה	מגורי עובדי מחוז ת"א
			<2.03			חדר מגורים		
			<2.03			חדר מגורים		
			<2.03			מטבח		
			<2.03			מטבח		
			<2.03			מטבח		
			<2.03			אמבטיה		
			<2.03			אמבטיה		
			<2.03			אמבטיה		
			<2.03				סביבה	
			<2.03					
			<2.03					
		<4.00						עמק ברכה ת"א
		13						
		18.2						

הערה: ממצאים המסומנים ב- ~ הם ערכים בתחום שבין "סף הגילוי" ל"סף הכימות"

תרשים מס' 12: ממצאי ניטור cis 1,2 dichloroethylene

אתר	קומה באתר	נקודת הדיגום	נובמ' 2011	יוני. 2011	דצמ' 2010	נובמ' 2010	ספט' 2010	מאי. 2010	
בי"ס איילון	מרתף	מקלט מסיבות	<0.06	<0.22				<3.40	
		מקלט גדול	<0.06	<0.22		<4.00		<3.50	
	קרקע	סגנית מנהלת	<0.05	<0.18					
		מועדונית 108	<0.07	<0.21					<3.50
		חדר מוזיקה	<0.08	<0.17		<4.00			
		מחסן אב-הבית	<0.08	<0.22					
		כיתה ה-2					<0.99		
		כיתה א-3						<1.68	<5.10
		חדר מנהלת							<3.50
		קומה 1	כיתה ו-2	<0.08	<0.20				
	כיתה ה-2		<0.16	<0.22					
	כיתה א' ח"מ		<0.09	<0.20					
	כיתה ה-1						<2.00		
	קומה 2	כיתה ב-1	<0.13	<0.29					
		כיתה ד-1	<0.09	<0.14					
		כיתה א-1	<0.07	<0.21					
		כיתה ג-3					>4.00	<1.00	
	חוץ מבני	כיתת מדעים						<2.16	
		חצר דרומית	<0.08	<0.23					
		גגון צפוני	<0.09	<0.08					
		גג בי"ס	<0.09	<0.25					
בי"ס בלוך ביצרון 19 תל-אביב	מרתף	כיתת מחשבים						<3.50	
		כיתת ספריה						<3.40	
		מקלט גדול						<3.90	
	קומה 2	כיתה ד						<4.00	
דיזנגוף 200 ת"א	קרקע	משרד						<1.79	
	מרתף	ארכיון						<2.20	
יצחק שדה 40 ת"א	גג מבנה							<1.04	
מגורי עובדי מחוז ת"א	קומה 2 ומעלה	חדר מגורים			<1.99				
		חדר מגורים			<1.99				
		חדר מגורים			<1.99				

			<1.99			מטבח			
			<1.99			מטבח			
			<1.99			מטבח			
			<1.99			אמבטיה			
			<1.99			אמבטיה			
			<1.99			אמבטיה			
			<1.99					סביבה	
			<1.99						
			<1.99						
		<4.00						עמק ברכה ת"א	
		<4.00							
		<4.00							

תרשים מס' 13: ממצאי ניטור 1,1 dichloroethylene

אתר	קומה באתר	נקודת הדיגום	נובמ' 2011	יוני. 2011	דצמ' 2010	נובמ' 2010	ספט' 2010	מאי. 2010	
בי"ס איילון	מרתף	מקלט מסיבות	<0.05	<0.20				<3.40	
		מקלט גדול	<0.06	<0.20		<4.00		<3.50	
	קרקע	סגנית מנהלת	<0.16	<0.16					
		מועדונית 108	<0.07	<0.19					<3.50
		חדר מוזיקה	<0.08	<0.15		<4.00			
		מחסן אב-הבית	<0.08	<0.20					
		כיתה ה-2					<0.91		
		כיתה א-3						<1.55	<5.10
		חדר מנהלת							<3.50
		קומה 1	כיתה ו-2	<0.07	<0.18				
	כיתה ה-2		<0.14	<0.20					
	כיתה א' ח"מ		<0.09	<0.19					
	כיתה ה-1						<1.85		
	קומה 2	כיתה ב-1	<0.12	<0.18					
		כיתה ד-1	<0.09	<0.13					
		כיתה א-1	<0.06	<0.19					
		כיתה ג-3				<4.00		<0.93	
		כיתת מדעים						<1.99	
	חוץ מבני		<0.08	<0.21					

				<0.07	<0.07	גגון צפוני		
				<0.23	<0.08	גג בי"ס		
<3.50						כיתת מחשבים	מרתף	בי"ס בלוך ביצרון 19 תל-אביב
<3.40					כיתת ספריה			
<3.90					מקלט גדול			
<4.00					כיתה ד	קומה 2		
<1.65					משרד	קרקע		דיזנגוף 200 ת"א
<2.03					ארכיון	מרתף		
<0.96							גג מבנה	יצחק שדה 40 ת"א
			<1.99			חדר מגורים	קומה 2 ומעלה	מגורי עובדי מחוז ת"א
			<1.99			חדר מגורים		
			<1.99			חדר מגורים		
			<1.99			מטבח		
			<1.99			מטבח		
			<1.99			מטבח		
			<1.99			אמבטיה		
			<1.99			אמבטיה		
			<1.99			אמבטיה		
			<1.99				סביבה	
			<1.99					
			<1.99					
		<4.00						עמק ברכה ת"א
		<4.00						
		5						

תרשים מס' 14: ממצאי ניטור Vinyl chloride

אתר	קומה באתר	נקודת הדיגום	נובמ' 11	יוני' 11	דצמ' 10	נובמ' 10	ספט' 10	מאי' 10	
בי"ס איילון	מרתף	מקלט מסיבות	<0.12	<0.45				<3.40	
		מקלט גדול	<0.13	<0.45		<4.00		<3.50	
	קרקע	סגנית מנהלת	<0.10	<0.36					
		מועדונית 108	<0.15	<0.43					<3.50
		חדר מוזיקה	<0.17	<0.34		<4.00			
		מחסן אב- הבית	<0.17	<0.44					
		כיתה ה-2					<2.01		
		כיתה א-3						<3.41	<5.10
		חדר מנהלת							<3.50
		כיתה ו-2	<0.15	<0.40					
	קומה 1	כיתה ה-2	<0.24	<0.44					
		כיתה א' ח"מ	<0.19	<0.41					
		כיתה ה-1					<3.45		
		כיתה ב-1	<0.27	<0.39					
	קומה 2	כיתה ד-1	<0.19	<0.28					
		כיתה א-1	<0.14	<0.42					
		כיתה ג-3					<4.0	<2.04	
		כיתת מדעים						<4.40	
	חוץ מבני	חצר דרומית	<0.17	<0.46					
		גגון צפוני	<0.19	<0.16					
גג בי"ס		<0.18	<0.50						
מרתף	כיתת מחשבים							<3.50	
	כיתת ספריה							<3.40	
	מקלט גדול							<3.90	

<4.00						כיתה ד	קומה 2	
<3.65						משרד	קרקע	דיזנגוף 200 ת"א
<4.48						ארכיון	מרתף	
<2.12							גג מבנה	יצחק שדה 40 ת"א
			<1.28			חדר מגורים	קומה 2 ומעלה	מגורי עובדי מחוז ת"א
			<1.28			חדר מגורים		
			<1.28			חדר מגורים		
			<1.28			מטבח		
			<1.28			מטבח		
			<1.28			מטבח		
			<1.28			אמבטיה		
			<1.28			אמבטיה		
			<1.28			אמבטיה		
			<1.28				סביבה	
			<1.28					
			<1.28					

הערכת סיכונים טוקסיקולוגית

האספקטים המעבדתיים – כבסיס להערכת הסיכונים הבריאותיים:

20. מדידות הדיגום הסביבתי בוצעו במעבדת Envirolab של החברה לשירותי איכות הסביבה ברמת חובב.

21. סף הדיווח של המעבדה (limit of reporting; LOR) הוא הריכוז הנמוך ביותר שהמעבדה מדווחת עליו כמותית ברמת אי-ודאות סבירה.

22. ה-LOR מורכב מ-3 אלמנטים:

א. סיגנל שמקורו מרעש הרקע של מערכת הבדיקה ואשר אין לו שום קשר לחומר הנבדק. ערך הסף העליון של סיגנל זה הוא "סף הגילוי" (limit of detection; LOD).

ב. סיגנל שמקורו מהחומר הנבדק (Limit of quantitation; LOQ). סיגנל זה הוא מספיק גדול על מנת להסיק על נוכחותו של החומר הנבדק אולם הוא מספיק קטן על מנת למדוד אותו כמותית ברמת אי-ודאות סבירה. אופרטיבית, סיגנל ה-LOQ גדול פי 3.3 לפחות מהסיגנל האקוויולנטי לערך ה-LOD.

$$LOQ \geq 3.3 LOD$$

ג. סיגנל שמקורו בחומר הנבדק. הוא גדול יותר מה-LOQ והוא בא למזער את הסיכון בדיווח ממצא חיובי כוזב (false positive) על חשבון העלאת הסיכון לממצא שלילי כוזב (false negative).

$$LOR > LOQ$$

23. כלומר: כאשר המעבדה מדווחת שריכוז חומר נתון A באוויר הוא $[A] \leq LOR$, משמעות הדבר היא:

א. אין כל הוכחה מעבדתית פוזיטיבית שבאוויר הנדגם נמצא החומר הנבדק A. במקרה הספציפי שלנו, הדבר בולט במיוחד לאור העובדה שהמעבדה בדקה את דגימות האוויר בשיטה גאז-כרומטוגרפית עם גלאי יוניזציה-להבה (GC-FID) שהיכולת שלה לזהות ספציפית את החומר הנבדק A, בתחום ריכוזים שמתחת לסף הדיווח, היא מוגבלת.

ב. אם אכן האוויר הנדגם מכיל את החומר הנבדק A, אזי ריכוזו של A באוויר הוא נמוך יותר מאשר הריכוז המדווח (ה-LOR).

גישה זו מקנה למעבדה בטחון רב בדיווח על ממצאים חיוביים (cutoff = LOR), אך מצד שני - מקשה על היכולת בהערכת המשמעויות הבריאותיות הנגזרות מכך,

בעיקר בכל מה שקשור לחשיפה לחומרים מסרטנים. לפיכך, קיימנו מספר שיחות עם במעבדה במטרה לקבל פירוט יתר על תחום הריכוזים שמתחת לסף הדיווח (<LOR). נסענו לרמת חובב ובקרנו במעבדה במטרה להתרשם מקרוב מהחומר המעבדתי הגולמי שעל בסיסו חושבו תוצאות הבדיקות. הרושם הבולט שקבלנו מעיון בכל הכרומטוגרמות שהופקו במהלך בדיקת דגימות האוויר מבית הספר הוא שסף הדיווח הוא peak מורם הרבה מעל ה-baseline, פי 10 לפחות.

24. על פי בקשתנו, קבלנו את הפירוט של הערכים מתחת לסף הדיווח כדלקמן:

פיקים ששטחם קטן מ- 10% משטח פיק של ריכוז ה-LOR. אנו נתייחס לממצאים אלה כאל ממצאים שמתחת ל-LOD. כלומר: ממצאים, שלכל צורך מעשי, אין בהם כדי להוכיח מעבדתית את קיומו של החומר הנבדק באוויר.

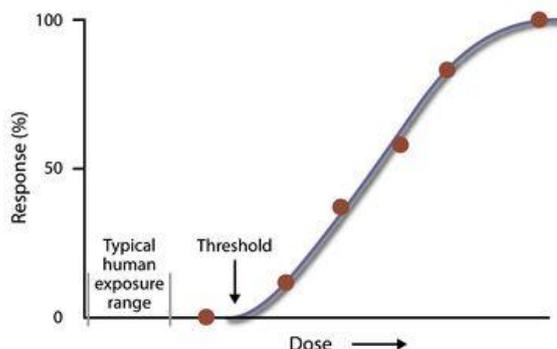
פיקים ששטחם בתחום הביניים שבין 10% לבין 100% משטח פיק ריכוז ה-LOR. אנו נתייחס לממצאים אלה כאל ממצאים חצי-כמותיים (semi-quantitative) המספקים לנו עדות מעבדתית לקיומו של החומר באוויר אך בכמות קטנה מדי על מנת לכמתו ברמת אי-וודאות מקובלת.

הערכת סיכונים בריאותיים על בסיס ההשפעות הלא-מסרטנות של

הפחמימנים המוכלרים שנבדקו:

25. הערכת הסיכונים להשפעות לא-מסרטנות, דוגמת אלה של הפחמימנים המוכלרים, מבוססת על ההנחה, כי בחשיפה לכל החיים, קיים סף מסוים של חשיפה לחומר אשר מתחתיו לא סביר שתתפתחנה תופעות לוואי מזיקות לבריאות. מעל לסף זה (threshold), עצמת ההשפעה ודרגת חומרתה עולים בתלות בריכוז החומר, כמפורט בתרשים מספר 15

תרשים מס' 15: עקומת מנה-תגובה בחשיפה נשימתית למזהם כימי סביבתי באוויר



Adapted by CILT from Principles of Toxicology: Environmental & Industrial Application, 2nd ed. Williams, James & Roberts, eds, John Wiley & Sons, Inc., NY, 2000.

©115711

26. ערכי הייחוס, קצרי- וארוכי טווח, לחשיפה נשימתית של פחמימנים מוכלרים, המבוססים על השפעות לא-מסרטנות, מפורטים בתרשימים מס' 16-25. ערכים אלה

מבוססים על ערכים בריאותיים תוך שהם לוקחים בחשבון את ערכי ה- NOAEL (no observed adverse effect level) מוכפלים בפקטורי אי-וודאות של 100-10,000. לכל אחד מהפחמימנים המוכלרים יש את ערך ה- NOAEL משלו המבטא את הריכוז שמתחתיו לא נצפתה עלייה משמעותית בשכיחות או בחומרה של תופעות לוואי מזיקות לבריאות באוכלוסייה הכללית החשופה לעומת אוכלוסיית ביקורת. פקטור אי-הוודאות בו מוכפל ה- NOAEL לוקח בחשבון, בין היתר, את ההטרוגניות של האוכלוסייה הכללית ואת המעבר מחשיפה של חיות מעבדה לבני-אדם (רובם הגדול של הנתונים הנדרשים לבניית ערך הייחוס נלקחים מניסויים מבוקרים בבעלי חיים, בתנאי מעבדה מבוקרים).

27. ערכי הייחוס המבוססים על השפעות לא-מסרטנות מגינות מפני תופעות לוואי מזיקות לבריאות גם על הקבוצות הפגיעות באוכלוסייה, כולל ילדים, נשים בהריון, זקנים וחולים אסטמטיים.

28. למרות העובדה שהניטור הוא יממתי, אין זה נכון להשוות את ממצאיו לערכי יחוס קצרי טווח (שעתיים, יממתיים). ההשוואה הנכונה היא לערכי יחוס שנתיים. זאת משום שממצאי הניטור היממתי שבוצעו משקפים להערכתי את חיי בית הספר לאורך כל שנת הלימודים (ניטורי יוני ונובמבר 1011 אינם שונים מאלה של מאי, ספטמבר, נובמבר ודצמבר 2010, כמפורט בטבלאות 6-12). השימוש בערכי ייחוס יממתיים היה נכון לו היה מדובר בפליטה חריגה של פחמימנים מוכלרים באותו יום שהניטור התבצע. אין כל סיבה להניח שדווקא בימים שבהם התבצעו הניטורים בבית הספר, הייתה איזושהי פליטה חריגה. יתרה מכך, הכללים הרגולטורים קובעים כי קיימים 2 תנאים מצטברים ליישום נכון של ערכי ייחוס יומיים:

א. תכיפות החריגה עד לערך הייחוס קצר הטווח לא תעלה על המידה המותרת (אחת ל- 14 יום לגבי חומרים לא-קרצינוגנים; אחת לשנה לגבי חומרים קרצינוגנים; אחת לתקופת הריון, לגבי חומרים טרטוגניים).

ב. חריגות עד לערך יחוס סביבתי קצר טווח המתרחשות לאורך תקופה של שנה אחת אפשריות כל עוד אין חריגה מערך הייחוס השנתי המשוקלל, קרי: כל עוד מנת החשיפה המצטברת השנתית (cumulative yearly dose) נשמרת.

להערכת, בתנאי החשיפה הקיימים בבית הספר, לא מתקיימים שני התנאים גם יחד. לפיכך, אמת המידה לבחינת ממצאי הניטור הסביבתי שבוצע תהיה ערכי הייחוס השנתיים.

29. להשלמת התמונה חשוב לזכור כי ערכי הייחוס השנתיים נגזרים מחשיפה קבועה לריכוזי סף אלה למשך כל החיים (70 שנה). ילדי בית הספר לומדים בבית ספר זה במשך 6 שנים (כיתות א' – ו'), מתוכם הם שוהים בין כתליו במשך כ- 3 שנים נטו בלבד. לכן, הגישה בה אנו ננקוט של השוואת ערכי הניטור בפועל לערכי הייחוס

השנתיים היא גישה בעלת אופי שמרני מאד עם נטייה לפרשנות-יתר של ממצאי הניטור לטובת ילדי בית הספר.

30. כאן המקום לציין כי לא כל חריגה מערך הייחוס גוררת בהכרח בעקבותיה השפעה בריאותית מזיקה. זאת בשל מרחב הביטחון הרחב המוטמע בערך הייחוס הסביבתי כתוצאה מהמכפלה בפקטורי אי-הוודאות. לכן, כאשר יש חריגה מערך הייחוס, ההחלטה על קשר סיבתי בין החשיפה החריגה לנזק בריאותי נקבעת בכל מקרה לגופו. הדבר תלוי, בין היתר, בגודל החריגה, בתנאי החשיפה, בסוג האוכלוסייה הנחשפת ובסוג הנזק הבריאותי הצפוי.

תרשים מס' 16: ערכי ייחוס סביבתיים ל-1,1,1 trichloroethane

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
EPA / ATSDR 2006	יממתי: 10,920	ירידה בביצועים פסיכומטוריים
	תת-כרוני: 3,820	astrogliosis במוח של חיות מעבדה (מכרסם gerbil)
Texas - ESL 2011	שעתי: 2,800	ירידה בזמן התגובה וירידה בביצועים פסיכומטוריים
	כרוני: 1,500	שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
California / REL 2008	שעתי: 68,000	ירידה בזמן התגובה וירידה בביצועים פסיכומטוריים
	שנתי: 1,000	astrogliosis במוח של חיות מעבדה (מכרסם gerbil)
EPA / IRIS 2007	שעתי: 9000	ירידה בזמן התגובה וירידה בביצועים פסיכומטוריים
	4-שעתי: 7000	
	8-שעתי: 7000	
	יממתי: 6000	
	שנתי: 5000	שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
ועדת אלמוג 2006	יממתי: 10,900	ירידה בביצועים פסיכומטוריים
	שנתי: 1,000	astrogliosis במוח של חיות מעבדה (מכרסם gerbil)

31. סיכום:

א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית ל-1,1,1 trichloroethane הן בעיקר נוירולוגיות (האטה בפעילויות עצביות באזורים שונים במוח). אלה מתרחשות בפועל בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.

ב. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו מתחת לסף הדיווח של עד 0.98 מיקרוגרם למ"ק, אזי לא סביר שחשיפה ל- 1,1,1 trichloroethane תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית

תרשים מס' 17: ערכי ייחוס סביבתיים ל- tetrachloroethylene

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
EPA / ATSDR 1997	יממתי: 1,356	איחור בהתעוררות פוטנציאל חשמלי במוח בתגובה לגירוי ראייתי. ירידה בביצועים של קואורדינציה אצבע-עין
	כרוני: 271	עלייה בזמן התגובה
WHO 2010	יממתי: 250	שינויים התנהגותיים ושינויים כלייתיים מוקדמים
	כרוני: 250	שינויים התנהגותיים ושינויים כלייתיים מוקדמים
Texas - ESL 2008	שעתי: 2,000	איחור בהתעוררות פוטנציאל חשמלי במוח בתגובה לגירוי ראייתי. ירידה בביצועים של קואורדינציה אצבע-עין
	כרוני: 110	ירידה בהמוגלובין וספירת תאי-דם אדומים בחיות מעבדה
California / REL 2008 / 1991	שעתי: 20,000	ירידה בביצועים של קואורדינציה אצבע-עין, גירוי דרכי הנשימה העליונות וכאבי ראש.
	שנתי: 35	שינויים כלייתיים וכבדיים מוקדמים

32. סיכום:

א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית ל- tetrachloroethylene הן בעיקר נוירולוגיות (האטה בפעילויות עצביות באזורים שונים במוח). אלה מתרחשות בפועל בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.

ב. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו מתחת לסף הדיווח של עד 0.71 מיקרוגרם למ"ק, אזי לא סביר שחשיפה ל- tetrachloroethylene תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית הספר.

תרשים מס' 18: ערכי ייחוס סביבתיים ל- trichloroethylene

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
EPA / ATSDR 1997	יממתי: 10,920	מאמץ מנטלי מוגבר לבצע מבחנים קוגניטיביים ופסיכומטוריים
	תת-כרוני: 546	ירידה בעירנות של חיות מעבדה
California / REL 2000	שנתי: 600	סחרחורת, כאבי ראש וצריבה בעיניים
Texas - ESL 2008/2000	שעתי: 540	
	שנתי: 54	
תקנות אוויר נקי 2011	סביבה: 1000	

33. סיכום:

- א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית ל- tetrachloroethylene הן בעיקר נוירולוגיות (האטה בפעילויות עצביות באזורים שונים במוח). אלה מתרחשות בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.
- ב. ה- trichloroethylene היה בשימוש רפואי כגאז הרדמה בריכוז 1000 ppm (5,460,000 מיקרוגרם למ"ק) בשילוב עם nitrous oxide.
- ג. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו מתחת לסף הדיווח (עד 1.28 מיקרוגרם למ"ק) והרבה מתחת לערכי הייחוס, אזי לא סביר שחשיפה ל- tetrachloroethylene תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית הספר.

תרשים מס' 19: ערכי ייחוס בסיבתיים ל- carbon tetrachloride

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
EPA / ATSDR 2005	קצר טווח: 192	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
	כרוני: 192	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
California / REL 2008	7 שעתי: 1900	פיגור גדילה של עוברי חולדות מעבדה
	שנתי: 40	כבד שומני בחזירי ים
Texas - ESL 2008/2000	שעתי: 130	
	שנתי: 13	

34. סיכום:

- א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית של carbon tetrachloride קשורות בעיקר לרעילות הכבד. אלה מתבטאות בעלייה באנזימי כבד, הגדלה של הכבד, כבד שומני, שחמת (צירוזיס) והתנוונות נקודתיות של תאי-כבד. כל אלה קורים בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.
- ב. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו מתחת לסף הדיווח (עד 1.02 מיקרוגרם למ"ק), הרבה מתחת לערכי הייחוס, אזי לא סביר שחשיפה ל-carbon tetrachloride תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית הספר.

תרשים מס' 20: ערכי ייחוס סביבתיים ל- chloroform

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
EPA / ATSDR 1997	יממתי: 496	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
	תת-כרוני: 248	בחילות, הקאות ורעילות כבדית בעובדי תעשיית כלורופורם
California / REL 2000/2008	7 שעות: 150	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
	שנתי: 300	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
Texas - ESL 2008/2000	שעות: 100	
	שנתי: 10	

35. סיכום:

- א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית של chloroform קשורות בעיקר לרעילות הכבד. אלה מתבטאות בעלייה באנזימי כבד, הגדלה של הכבד, כבד שומני, שחמת (צירוזיס) הכבד והתנוונות נקודתיות של תאי-כבד. כל אלה קורים בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.
- ב. בשל היותו של chloroform חומר המאיט פעילות מוחית, הוא היה בשימוש רפואי כחומר הרדמה.
- ג. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו מתחת לסף הדיווח (עד 0.28 מיקרוגרם למ"ק) והרבה מתחת לערכי הייחוס, אזי לא סביר שחשיפה ל-

chloroform תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית הספר.

תרשים מס' 21: ערכי ייחוס סביבתיים ל- 1,2 dichloroethane

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
WHO 2000	יממתי: 700	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
EPA / ATSDR 2001	כרוני: 2430	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחולדות מעבדה
California / REL 2000/2008	שנתי: 400	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
Texas - ESL 2008/2000	שעתי: 160	
	שנתי: 400	

36. סיכום:

- א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית של 1,2 dichloroethane קשורות בעיקר לרעילות הכבד. אלה מתבטאות בעלייה באנזימי כבד, הגדלה של הכבד, כבד שומני, שחמת (צירוזיס) הכבד והתנוונות נקודתיות של תאי-כבד. כל אלה קורים בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.
- ב. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו הרבה מתחת לערכי הייחוס (בדיגום נובמבר 2010 – 0.43-6.22 מיקרוגרם למ"ק; בדיגום יוני 2011 – 0.07-2.02 מיקרוגרם למ"ק), אזי לא סביר שחשיפה ל- 1,2 dichloroethane תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית הספר.

תרשים מס' 22: ערכי ייחוס סביבתיים ל- cis 1,2 dichloroethylene

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
EPA / ATSDR 2001	קצר טווח: 792	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחולדות מעבדה
Texas - ESL 2008/2000	שעתי: 7900	
	שנתי: 790	
ועדת אלמוג 2006	יממתי: 794	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחולדות מעבדה
	שנתי: 794	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחולדות מעבדה

37. סיכום:

- א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית של 1,2 dichloroethylene קשורות בעיקר לרעילות הכבד. אלה מתבטאות בעלייה באנזימי כבד, הגדלה של הכבד, כבד שומני, שחמת (צירוזיס) הכבד והתנוונות נקודתיות של תאי-כבד. כל אלה קורים בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.
- ב. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו מתחת לסף הדיווח (0.25 מיקרוגרם למ"ק), הרבה מתחת לערכי הייחוס, אזי לא סביר שחשיפה ל- 1,2 dichloroethylene תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית הספר.

תרשים מס' 23: ערכי ייחוס בסיבתיים ל- 1,1 dichloroethylene

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
EPA / ATSDR 2001	תת-כרוני: 792	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחזיריים
Texas - ESL 2008/2000	שעתי: 210	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
	שנתי: 100	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
California / REL 2008	שנתי: 794	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
EPA / IRIS 2002	שנתי: 200	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
ועדת אלמוג	שנתי: 200	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה

38. סיכום:

- א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית של 1,1 dichloroethylene קשורות בעיקר לרעילות הכבד. אלה מתבטאות בעלייה באנזימי כבד, הגדלה של הכבד, כבד שומני, שחמת (צירוזיס) הכבד והתנוונות נקודתיות של תאי-כבד. כל אלה קורים בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.
- ב. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו הרבה מתחת לסף הדיווח (עד 0.23 מיקרוגרם למ"ק) והרבה מתחת לערכי הייחוס, אזי לא סביר שחשיפה ל- 1,1 dichloroethylene תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית הספר.

תרשים מס' 24: ערכי ייחוס בסיבתיים ל- vinyl chloride

על בסיס השפעות לא-מסרטנות. (כל הערכים במיקרוגרם לליטר)

המקור	ערך הייחוס	הבסיס לערך הייחוס
EPA / ATSDR 2006	קצר טווח: 1300	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
	תת-כרוני: 78	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה
California / REL 2008	שעתי: 180,000	כאבי ראש ויובש בעיניים ובריריות האף במתנדבים בריאים
Texas - ESL 2008/2000	שעתי: 20,000	כאבי ראש ויובש בעיניים ובריריות האף במתנדבים בריאים
	שנתי: 18	עלייה באנזימי כבד ובמשקל הכבד. שינויים היסטופתולוגים בכבד בחיות מעבדה

39. סיכום:

- א. ההשפעות הלא-מסרטנות הרגישות ביותר לחשיפה נשימתית של vinyl chloride קשורות בעיקר לרעילות הכבד. אלה מתבטאות בעלייה באנזימי כבד, הגדלה של הכבד, כבד שומני, שחמת (צירוזיס) הכבד והתנוונות נקודתיות של תאי-כבד. כל אלה קורים בחשיפה לריכוזים גבוהים בסדרי גודל מעל ערכי הייחוס.
- ב. מאחר והריכוזים שנמדדו בבית הספר היו הרבה מתחת לסף הדיווח (עד 0.5 מיקרוגרם למ"ק) והרבה מתחת לערכי הייחוס, אזי לא סביר שחשיפה ל-vinyl chloride תגרום לתופעות לוואי בלתי-מסרטנות מזיקות לבריאות דיירי בית הספר.

הערכת סיכונים בריאותיים על בסיס ההשפעות מסרטנות של

הפחמימנים המוכרים שנבדקו:

40. הסוכנות הבינלאומית לחקר הסרטן (International Agency For Research on Cancer, IARC) הפועלת מטעם ארגון הבריאות העולמי (WHO) מפרסמת ומעדכנת באופן שוטף רשימות של חומרים מסרטנים הממוינים לקבוצות הבאות:

קבוצה 1: חומרים מסרטנים בבני אדם (carcinogenic to humans): הרשימה מבוססת על מחקרים אפידמיולוגים בבני אדם שעל פיהם ניתן להפיק ראיות מספקות על קשר נסיבתי בין החשיפה לבין התחלואה.

קבוצה 2A: חומרים שכנראה מסרטנים בבני אדם (probably carcinogenic to humans): הרשימה מבוססת על חומרים שיש עליהם הוכחות מספקות לקרצינוגניות בניסויים בבעלי חיים, הוכחות מוגבלות בבני אדם וכן הוכחה מוצקה כי הקרצינוגניזם שנצפתה בבעלי חיים מתווכת על ידי מנגנון ביולוגי שקיים ופועל גם בבני אדם. "הוכחות מספקות" בניסויים בבעלי חיים מוגדרות כהוכחות שבהם נמצא שהחומר קרצינוגני במינונים, בדרכי חשיפה, באתר הפגיעה, בהיסטולוגיה או במנגנון פגיעה הרלוונטיים לבני אדם. הוכחות מוגדרות כ"מוגבלות בבני אדם" כאשר בסיס הידע על הקרצינוגניות של החומרים, שהופק במחקרים אפידמיולוגיים בבני אדם, הוא באיכות טובה אך הוא אינו מספיק על מנת לבסס את הקביעה כי החומר הוא מסרטן בצורה ודאית, או כאשר הנתונים אינם עולים בקנה אחד עם מחקרים מקבילים אחרים.

קבוצה 2B: חומרים שיתכן והם מסרטנים בבני אדם (possibly carcinogenic to humans): הרשימה מכילה חומרים עליהם יש הוכחות מוגבלות לקרצינוגניות בבני אדם והוכחות פחות ממספקות לקרצינוגניות בבעלי חיים. הרשימה מבוססת על ממצאים של מחקרים אפידמיולוגיים אשר אינם מאשרים עליה בסיכון לתחלואה סרטנית בחשיפה של בני אדם, אלא אם כן מדובר בריכוזים ודרכי חשיפה בלתי מקובלים. הרשימה אף מבוססת על הוכחות מספיקות לקרצינוגניות בבעלי חיים אולם במינונים חריגים ובדרכי חשיפה לא רלוונטיות לבני אדם.

קבוצה 3: חומרים שלא ניתן לסווגם על בסיס הקרצינוגניות שלהם בבני אדם (not classifiable as to its carcinogenicity to humans): הרשימה מכילה חומרים עליהם המידע על קרצינוגניות בבני אדם ובעלי חיים הוא בלתי מספק. הרשימה מבוססת על ניסויים בבעלי חיים המראים כי החומר הנתון הוא קרצינוגני במינונים גבוהים יחסית, בדרכי חשיפה, באתר הפגיעה בגוף, בהיסטולוגיה או במנגנון פגיעה אשר עשויים להיות לא רלוונטיים לבני אדם. מחקרים אפידמיולוגיים בבני אדם אינם מאשרים עליה בתחלואה בסרטן באוכלוסיה החשופה. ההוכחות הקיימות אינן מצביעות על כך שהחומר הנתון עשוי לגרום לסרטן בבני אדם אלא בדרכי חשיפה ובמינונים לא רגילים.

קבוצה 4: חומרים שכנראה אינם מסרטנים בבני אדם (probably not carcinogenic to humans): הרשימה מבוססת על מחקרים אפידמיולוגיים בבני אדם אשר הראו, בעוצמה סטטיסטית מספקת, כי במינוני חשיפה מספיק גבוהים למשך זמן ארוך, אין עליה משמעותית בסיכון למחלה ממארת. בנוסף, בניסויים בבעלי חיים, אין עדות כי החומר מסרטן.

41. הסיווג הקרצינוגני של הפחמימנים המוכלרים שנוטרו בבית ספר איילון מפורטים בתרשים מס' 25.

תרשים מס' 25: סיווג פחמימנים מוכלרים לפי IARC

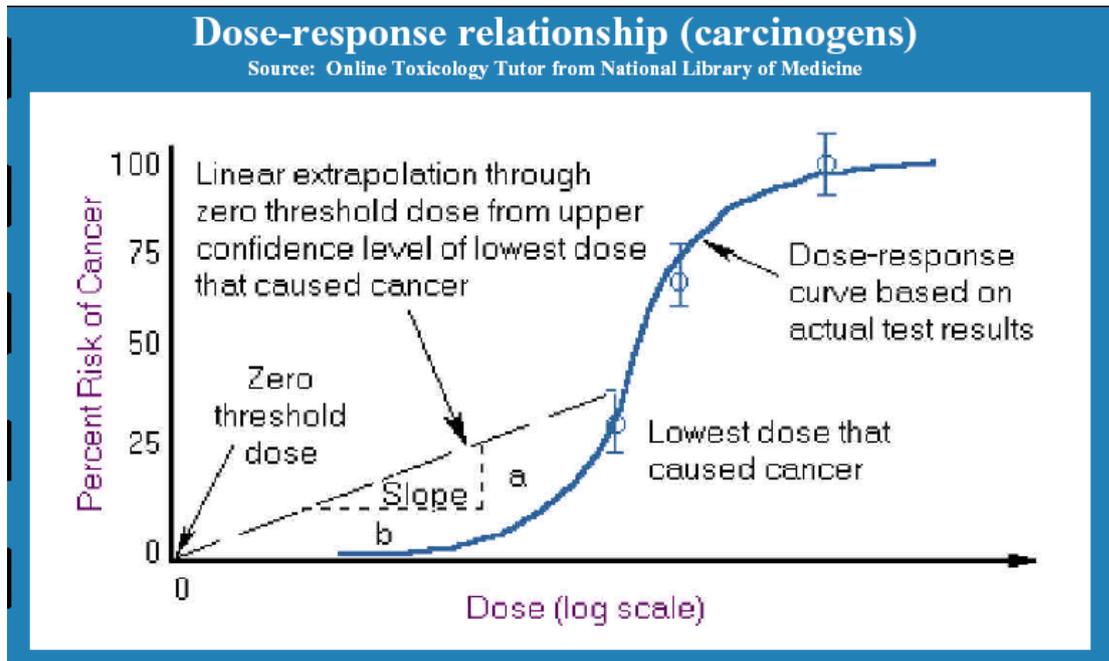
החומרים	הגדרת הסיווג	קבוצת סיווג לפי IARC
vinyl chloride	חומרים מסרטנים בבני אדם	Group 1
tetrachloroethylene	חומרים שכנראה מסרטנים בבני אדם	Group 2A
trichloroethylene		
carbon tetrachloride	חומרים שיתכן והם מסרטנים בבני אדם	Group 2B
chloroform		
1,2 dichloroethane		
1,1,1 trichloroethane	חומרים שלא ניתן לסווגם על בסיס הקרצינוגניות שלהם בבני אדם	Group 3
(-)	חומרים שכנראה אינם מסרטנים בבני אדם	Group 4
1,2 dichloroethylene	ללא סיווג קרצינוגני	(-)
1,1 dichloroethylene		

42. הסיווג הקרצינוגני של המזהמים הכימיים סביבתיים אינו נקבע על פי רמת הסיכון שלהם לגרום למחלה ממארת אלא על פי הפוטנציאל הביולוגי שלהם לעשות זאת. כלומר: חשיפה נשימתית ל- vinyl chloride, המסווג כחומר מסרטן בבני-אדם, אינה ערובה לכך שבכל תנאי היא תגרום למחלת סרטנית ("נחשפת – חלית"). ל- vinyl chloride יש היכולת הביולוגית המיוחדת (שאין להרבה אחרים) להשפיע על קצב ההתרבות של התא הנורמאלי ולהפוך אותו לתא ממאיר. אולם, אם יכולת ביולוגית זו תתמש הלכה למעשה אם לאו, תלוי הדבר בעוצמת החשיפה, בתנאי החשיפה ובמשך החשיפה. IARC מסווג מזהם כימי סביבתי כחומר מסרטן בבני אדם גם אם רמת הסיכון לממאירות, בתנאי חשיפה נתונים, הוא מזערי.

43. עקומת מנה-תגובה, המתארת את יחסי הגומלין שבין עוצמת החשיפה לחומר המסווג כמסרטן בבני אדם לבין רמת הסיכון לחלות במחלת הסרטן במהלך החיים, מוצגת בתרשים מס' 26. בריכוזי חשיפה נמוכים מאד, רמת הסיכון היא נמוכה (אם בכלל). זאת משום שבריקוזים אלה מצליח הגוף להפעיל מנגנונים טבעיים הבאים

לתקן את הנזק שגרם החומר המסרטן ל-DNA של התא או לקטול בצורה מתוכננת את התא הפתולוגי שנוצר. בעוצמות חשיפה גבוהות יותר, רמת הסיכון עולה בצורה חדה יותר. זהו ביטוי להתמוטטות מערכות ההגנה של הגוף וחוסר יכולת לשליטה ובקרה קפדניים על קצב ההתחלקות וההתמיינות של התא הנפגע.

תרשים מס' 26: יחסי הגומלין מנה-תגובה בחשיפה נשימתית לחומרים מסרטנים



44. לצורך הערכת סיכונים הבריאותיים בחשיפה לחומרים מסרטנים, פותחו מודלים מתמטיים. הרגולטורים המובילים בעולם, כדוגמת ה-EPA האמריקאי וארגון הבריאות העולמי (WHO), השתמשו בעבר (וממשיכים במידה פחותה יותר להשתמש עד היום) במודל ליניארי (Linear No-Threshold Hypothesis) המניח כי במעבר מחשיפה לריכוזים גבוהים לחשיפה בריכוזים נמוכים של חומרים מסרטנים, תוספת הסיכון לחלות בסרטן במהלך החיים יורדת ליניארית עם הריכוז ומגיעה לאפס כאשר הריכוז מגיע גם כן לאפס. כלומר, המודל הליניארי מניח כי אין סף חשיפה בטוח לחומרים מסרטנים וכי, באופן תיאורטי, כמות כלשהי של חומר מסרטן, אפילו הקטנה ביותר, עלולה לגרום בעתיד להתפתחות מחלה ממארת. היתרון של "המודל הליניארי" הוא הפשטות שלו. הוא מתמודד עם פונקציות מתמטיות ליניאריות במקום עם פונקציות לא-ליניאריות מסובכות המאפיינות את התהליך הביולוגי של הקרצינוגניות. המודל המתמטי הליניארי, על פיו מבוססים רובם המכריע של ערכי הייחוס הקיימים כיום לחומרים מסרטנים, הוא אם כן, מודל מחמיר אשר אומדני הסיכון שהוא מחשב בריכוז החשיפה הנמוכים מוטים כלפי מעלה (פועל לטובת הנחשף).

45. ערכי הייחוס הסביבתיים לאיכות אוויר של חומרים מסרטנים (בדרך כלל מקבוצות 1 ו-2A ברשימת IARC) מבוססים על יחידת סיכון (unit risk) המוגדרת כתוספת הסיכון לחלות בסרטן באוכלוסייה שבה כל פרטיה חשופים במשך כל שנות חייהם לריכוז של $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ של החומר המסרטן לדוגמא: יחידת הסיכון של vinyl chloride היא $4.4 \cdot 10^{-6}/(\mu\text{g}/\text{m}^3)$. המשמעות היא שחשיפה באופן קבוע במשך 70 שנה לאידי vinyl chloride באוויר בריכוז של $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ תעלה את שיעור חולי הלאוקמיה בקרב האוכלוסייה ב-4.4 מקרים לכל מליון בני אדם. ערכי ייחוס סביבתיים לאיכות אוויר של חומרים מסרטנים נקבעו במדינות השונות של העולם המערבי על פי גובה תוספת הסיכון המחושב שהם מוכנים לקחת עבור האוכלוסייה שלהם. ערכי הייחוס לחומרים מזהמים באוויר בישראל, כמו גם במדינות מערביות רבות, כולל ארה"ב (US/CFR - RSD), מבוססים על רמת סיכון של 1:100,000. באשר לדוגמה של vinyl chloride שתוארה לעיל, יחידת הסיכון היא כאמור $4.4 \cdot 10^{-6}/(\mu\text{g}/\text{m}^3)$. לפיכך, ערך הייחוס הסביבתי לאיכות אוויר של vinyl chloride יהיה $2.27\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($10^{-5} / 4.4 \cdot 10^{-6}$).

תרשים מס' 27: ערכי ייחוס ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) לפחמיממנים מוכלרים המבוססים על אפקטים מסרטנים בחשיפה כרונית לכל החיים

ערכי ייחוס (מיקרוגרם למ"ק)			סיווג IARC	שם החומר
WHO	US-EPA	ועדת אלמוג		
10	2.3	2.3	Group 1	vinyl chloride
(-)	21	21	Group 2A	tetrachloroethylene
23	7.7	7.7	Group 2A	trichloroethylene
(-)	0.67	0.67	Group 2B	carbon tetrachloride
24	0.43	0.43	Group 2B	chloroform
(-)	0.38	0.38	Group 2B	1,2 dichloroethane

Vinyl chloride

46. מבין כל הפחמימנים המוכרים שנבדקו בבית הספר איילון בתל-אביב, החומר היחיד בעל פוטנציאל קרצינוגני מוכח בבני אדם הוא ה- vinyl chloride. הפוטנציאל הביולוגי שלו לגרום לסרטן כבד מסוג liver angiosarcoma ו- hepatocellular carcinoma הוכח הן במחקרים אפידמיולוגיים והן בניסויים בבעלי חיים בתנאי מעבדה מבוקרים שנחשפו לריכוזים גבוהים מאד של vinyl chloride (בתחום של 0-15,600,000 מיקרוגרם למ"ק).
47. ערך הייחוס הסביבתי ל- vinyl chloride, לפי דו"ח ועדת אלמוג, הוא 2.3 מיקרוגרם למ"ק והוא תואם את זה של ה- EPA האמריקאי. המשמעות של ערך זה היא: בחשיפה נשימתית לכל החיים ל- vinyl chloride בריכוז של 2.3 מיקרוגרם למ"ק, יש תוספת סיכון מחושב של 1:100,000 לחלות בסרטן כבד לאורך תקופה של 70 שנה. מאחר ובמדינת ישראל שכיחות הסרטן באוכלוסייה הכללית היא 38,000 מקרים ל- 100,000 תושבים, הרי שהחשיפה לתחום ריכוזים של 2.3 מיקרוגרם למ"ק לכל החיים תגרום למקרה אחד נוסף של סרטן על ה- 38,000 מקרי הסרטן הצפויים לכל 100,000 תושבי המדינה לאורך החיים.
48. על פי תוצאות הניטור המפורטים בתרשים מס' 14, ריכוזי ה- vinyl chloride המדווחים היו מתחת לסף הגילוי (פחות 0.1-0.5 מיקרוגרם למ"ק). משמעות הדבר:
- אין כל הוכחה מעבדתית להימצאותו של vinyl chloride במתחם בית הספר איילון בתל-אביב.
 - גם אם נלך למקרה הקיצוני ביותר והשמרני ביותר ונניח הנחה (שאין לה כל בסיס עובדתי) כי קיים vinyl chloride במתחם בית הספר, וכי ריכוזו למשך כל החיים היה ברמת סף הגילוי המעבדתי (0.1-0.5 מיקרוגרם למ"ק אוויר), וכי דיירי בית הספר היו נושמים אותו בריכוז זה במשך כל החיים, אזי רמת הסיכון שלהם לפתח בעתיד סרטן בכבד היא זניחה ובלתי מדידה (סיכון של פחות מ- 0.44-2.20 מקרים ל- 1,000,000 תושבים).

Tetrachloroethylene

49. ה- tetrachloroethylene מסווג בקבוצה 2A של IARC. הפוטנציאל הביולוגי שלו לגרום לסרטן כבד (hepatocellular adenoma and carcinoma) וללויקמיה (mononuclear cell leukemia) הוכח בניסויים בבעלי חיים בתנאי מעבדה מבוקרים שנחשפו לריכוזים גבוהים מאד של tetrachloroethylene (עכברים): 680,000-1,360,000 מיקרוגרם למ"ק; חולדות (1,360,000-4,070,000 מיקרוגרם למ"ק). יש הוכחות מוגבלות לסרטן הוושט והרחם וללימפומה

- (non-Hodgkin's lymphoma) בקרב עובדים במכבסות לניקוי יבש החשופים לריכוזים גבוהים מאד של tetrachloroethylene (70,000-700,000 מיקרוגרם למ"ק).
50. ערך הייחוס הסביבתי ל- tetrachloroethylene, לפי דו"ח ועדת אלמוג, הוא 21 מיקרוגרם למ"ק והוא תואם את זה של ה- EPA האמריקאי. המשמעות של ערך זה היא: בחשיפה נשימתית לכל החיים ל- tetrachloroethylene בריכוז של 21 מיקרוגרם למ"ק, יש תוספת סיכון מחושב של 1:100,000 לחלות בסרטן לאורך תקופה של 70 שנה. מאחר ובמדינת ישראל שכיחות הסרטן באוכלוסייה הכללית היא 38,000 מקרים ל- 100,000 תושבים, הרי שהחשיפה לתחום ריכוזים של 21 מיקרוגרם למ"ק לכל החיים תגרום למקרה אחד נוסף של סרטן על ה- 38,000 מקרי הסרטן הצפויים לכל 100,000 תושבי המדינה לאורך החיים.
51. על פי תוצאות הניטור המפורטים בתרשים מס' 7, ריכוזי ה- tetrachloroethylene המדווחים ברובם (20/30) היו מתחת לסף הגילוי וחלקם בין סף-הגילוי לסף הדיווח (10/30) (0.06-0.29 מיקרוגרם למ"ק). משמעות הדבר:
- ג. לגבי רוב נקודות הדיגום בבית הספר, אין כל הוכחה מעבדתית להימצאותו של tetrachloroethylene במתחם בית הספר איילון בתל-אביב.
- ד. גם אם נלך למקרה הקיצוני ביותר והשמרני ביותר ונניח הנחה (שהמידע לגביה מוגבל) כי tetrachloroethylene יכול לגרום לסרטן בבני-אדם, וכי ריכוזו בתחום בית הספר במשך כל החיים הינו 0.06-0.29 מיקרוגרם למ"ק אוויר, וכי דיירי בית הספר נושמים אותו בריכוז זה במשך כל החיים, אזי רמת הסיכון שלהם לפתח בעתיד סרטן היא זניחה ובלתי מדידה (סיכון של פחות מ- 0.2-1.0 מקרים ל- 1,000,000 תושבים).

Trichloroethylene

52. ה- trichloroethylene מסווג בקבוצה 2A של IARC. הפוטנציאל הביולוגי שלו לגרום לסרטן כבד, ריאות, אשכים ולימפומה הוכח בניסויים בבעלי חיים בתנאי מעבדה מבוקרים שנחשפו לריכוזים גבוהים מאד של trichloroethylene (בין 819,000 ל- 3,276,000 מיקרוגרם למ"ק). במתארי חשיפה תעסוקתית לריכוזים גבוהים מאד של trichloroethylene (100,000 מיקרוגרם למ"ק ומעלה) יש הוכחות מוגבלות לסרטן כבד, ריאה, כליות וללימפומה (non-Hodgkin's lymphoma).
53. ערך הייחוס הסביבתי ל- trichloroethylene, לפי דו"ח ועדת אלמוג, הוא 7.7 מיקרוגרם למ"ק והוא תואם את זה של ה- EPA האמריקאי. המשמעות של ערך זה היא: בחשיפה נשימתית לכל החיים ל- trichloroethylene בריכוז של 7.7 מיקרוגרם למ"ק, יש תוספת סיכון מחושב של 1:100,000 לחלות בסרטן לאורך תקופה של 70

שנה. מאחר ובמדינת ישראל שכיחות הסרטן באוכלוסייה הכללית היא 38,000 מקרים ל-100,000 תושבים, הרי שהחשיפה לתחום ריכוזים של 7.7 מיקרוגרם למ"ק לכל החיים תגרום למקרה אחד נוסף של סרטן על ה-38,000 מקרי הסרטן הצפויים לכל 100,000 תושבי המדינה לאורך החיים.

54. על פי תוצאות הניטור המפורטים בתרשים מס' 8, ריכוזי ה-trichloroethylene המדווחים ברובם (25/30) היו מתחת לסף הגילוי וחלקם בין סף-הגילוי לסף הדיווח (5/30) (0.06-1.28 מיקרוגרם למ"ק). משמעות הדבר:

- א. לגבי רוב נקודות הדיגום בבית הספר, אין כל הוכחה מעבדתית להימצאותו של trichloroethylene במתחם בית הספר איילון בתל-אביב.
- ב. גם אם נלך למקרה הקיצוני ביותר והשמרני ביותר ונניח הנחה (שהמידע לגביה מוגבל) כי trichloroethylene יכול לגרום לסרטן בבני-אדם, וכי ריכוזו בתחום בית הספר במשך כל החיים הינו 0.06-1.28 מיקרוגרם למ"ק אוויר, וכי דיירי בית הספר נושמים אותו בריכוז זה במשך כל החיים, אזי רמת הסיכון שלהם לפתח בעתיד סרטן היא זניחה ובלתי מדידה (סיכון של פחות מ-0.08-1.7 מקרים ל-1,000,000 תושבים).

Carbon tetrachloride, chloroform, 1,2 dichloroethane

55. שלושת חומרים אלו מסווגים על ידי ה-IARC כשייכים לקבוצה 2B. לגבי קבוצה זו, ההוכחות לפוטנציאל הקרצינוגני בבני אדם הן מוגבלות והוכחות לקרצינוגניות בבעלי חיים הן פחות ממספקות. משום כך, לא מקובל לבצע לחומרים אלה הערכה טוקסיקולוגית בריאותית המבוססת על אפקטים קרצינוגניים.

אינטראקציה טוקסיקולוגית בין הפאמ"ן השונים

56. אינטראקציה טוקסיקולוגית נשימתית בין חומרים שונים עולה על הפרק כאשר האדם נחשף בו-זמנית לחומרים שונים הנמצאים בתערובת באותו חלל סביבתי.

57. הממצאים הראויים לציון מניטור יוני ונובמבר 2011 הם:

- א. 1,2 dichloroethane שנתגלה ברוב אתרי הדיגום של נובמבר 2011 בבית הספר בטווח ריכוזים של 1.56-6.22 מיקרוגרם למ"ק.
- ב. פחמן טרה-כלורי בחדר סגנית המנהלת בדיגום יוני 2011 (0.22 מיקרוגרם למ"ק) ובדיגום נובמבר 2011 (1.23 מיקרוגרם למ"ק).
58. מצאנו כי השילוב של 1,2 dichloroethane (בריכוז של 4.65 מיקרוגרם למ"ק) ושל פחמן טרה-כלורי (בריכוז של 1.23 מיקרוגרם למ"ק) התקיים בו-זמנית בחדר סגנית המנהלת בדיגום נובמבר 2011..

59. למיטב ידיעתך, לא פורסמו מחקרים טוקסיקולוגיים בדבר האינטראקציה בין 2 החומרים בחשיפה נשימתית בבני-אדם.

60. לשני החומרים יש אפקט טוקסי בכבד וערכי הייחוס הסביבתיים השנתיים לגבי שניהם נקבעו על בסיס השפעתם הכבדית. ההשפעה הקרצינוגנית והכבדית של שני החומרים מבוססת על אותו מנגנון פעולה מטבולי. שניהם עוברים שיפעול מטבולי הכבד על ידי חמצון, בעיקר בתיווך האנזים CYP2E1 תוך יצירה של רדיקאלים חופשיים (CCL_3^* trichloromethyl radical ו- $\text{trimethyl-peroxy radical}$ CCL_3OO^* במקרה של פחמן טטרה-כלורי ו- $2\text{-chloro ethyl radical}$ במקרה של $1,2\text{ dichloroethane}$). מטבוליטים אלה הם ראקטיבים מאד והם מגיבים עם מולקולות ביולוגיות גדולות בתא. כך למשל רדיקאלים חופשיים אלה מגיבים עם חומצות הגרעין של ה-DNA תוך יצירת adducts שהם חלק מתחילת התהליך הקרצינוגני. רדיקאלים חופשיים אלה מחמצנים שומנים חיוניים השזורים בממברנות ביולוגיות בתא ובכך הם גורמים לדליפת הממברנות ולשיבוש תהליכים חיוניים לחיים.

61. מנגנון הפעולה המשותף לשני החומרים ואיבר המטרה המשותף (כבד), מובילים אותנו לחשוב שהאינטראקציה ביניהם הינה, קרוב לוודאי, אדטיבית. על פי המודל האדטיבי המוצע, הן על ידי ה-EPA והן על ידי ה-ACGIH האמריקאי, יש חריגה מערך הייחוס המשוקלל כאשר הביטוי שלהלן גדול מ-1.

$$C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots + C_n/T_n$$

כאשר: C_1, C_2, \dots, C_n הם ריכוזי החומרים הנמדדים באוויר ו- T_1, T_2, \dots, T_n הם ערכי הייחוס של חומרים אלה.

62. במקרה שלנו:

לגבי אפקטים לא-קרצינוגניים:

:1,2 dichloroethane

$$C1 = 4.65 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ (ראה תרשים 11)}$$

$T1 = 2430 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ראה תרשים 21). ערך הייחוס של ה-EPA-ATSDR נבחר על פי כללי ההיררכיה בין גופי הרגולציה השונים, על פי דו"ח ועדת אלמוג).

:Carbon tetrachloride

$$C2 = 1.23 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ (ראה תרשים 9)}$$

$T2 = 192 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ראה תרשים 19). ערך הייחוס של ה-EPA-ATSDR נבחר על פי כללי ההיררכיה בין גופי הרגולציה השונים, על פי דו"ח ועדת אלמוג).

$$4.65/2430 + 1.23/192 = 0.00832$$

המסקנה:

האינטראקציה בין פחמן הטטרה-כלורי וה-1,2 dichloroethane על בסיס האפקט הלא-קרצינוגני (בכבד), בריכוזים שנמדדו בבית הספר, היא מזערית ואינה מובילה לחריגה בערכי הייחוס השנתיים.

לגבי אפקטים קרצינוגניים:

מאחר והמדובר בשני חומרים המסווגים בקבוצה 2B בסיווג IARC אין מקום לבצע חישובי אינטראקציה כי אין קשר נסיבתי בין חשיפה לחומרים אלה לבין ממאירות בבני-אדם.

מהם מקורות הפליטה לפאמ"ן בבית ספר איילון?

גאזי קרקע

63. לאזור נחלת יצחק בתל-אביב יש היסטוריה של פליטת גאזי קרקע מסוג פאמ"ן, ככל הנראה, ממפעל תע"ש מגן. בוצעו קידוחים בחצר בית הספר בתאריכים 17.10.11 (דו"ח אקוטסט R-5931 מה- 07.11.11), ב- 04.07.11 (דו"ח אקוטסט R-5785 מה- 31.07.11) וב- 14.04.11 (דוח אקוטסט R-5673/3 מה- 12.05.11). נערך דיגום פסיבי של הגאזים הנפלטים מקידוחים אלה. הממצאים מפורטים בדו"חות הניטור של חברת אקוטסט.

64. כל ממצאי הדיגום הם מתחת לסף הגילוי/הכימות של הבדיקה.

לתשומת לב:

בדו"ח אקוטסט R-5785 מה- 31.07.11 בעמוד 3 נפלה טעות. כל ערכי הריכוזים באוויר הנדגם מהקידוח קטנים מהערכים הנקובים בטבלא (חסר הסימן < לפני ערכי הריכוז. השווה לדו"ח המקור של מעבדת אמינולאב מס' C-7439 מה- 20.07.11 המצורף לדו"ח אקוטסט).

65. פרשנות ממצאי בדיקות גאזי הקרקע:

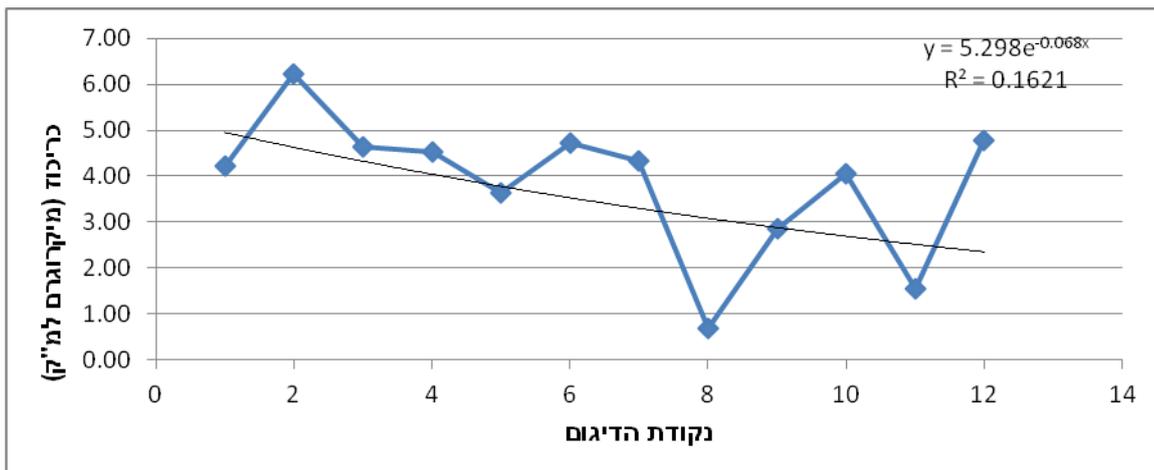
א. אין עדות מעבדתית לפליטת גאזי קרקע מקבוצת הפאמ"ן שנבדקו.

ב. ממצאים אלה אינם שוללים לחלוטין אפיזודות של פליטת פאמ"ן באזור למרות שאין לנו ממצאים עובדתיים התומכים בכך. זאת משום שתיאורטית, אם יש זיהום תת-קרקעי של פאמ"ן באזור, יתכן והוא יפלט במקומות שונים באזור ובתקופות שונות, בתלות בלחץ החלקי של הגאזים במעמקי הקרקע ובמסלולי פליטה בעלי ההתנגדות הנמוכה ביותר.

66. גישה אחרת לניבוי פליטה של גאזי קרקע היא בדיקת גרדיאנט הריכוזים שבין קומת המרתף/קומת קרקע לבין קומה 2. תרשים מס' 28 מציג את הנתונים לגבי בדיקת

- 1,2 dichloroethane מדיגום נובמבר 2011. למרות העובדה שניתן לשרטט קו מגמה אקספוננציאלי, בכיוון המתאים, טיעון זה אינו משכנע מהסיבות הבאות:
- מידת ההתאמה בין הממצאים האקספרימנטליים לבין קו המגמה היא נמוכה מאד ($R^2 = 0.1621$).
 - ממוצע הריכוזים בקומה 2 גדול יותר מאשר של קומה 1. זה אינו מתיישב עם פליטת גאזי קרקע.
 - נקודה מס' 8 בקומה 1 היא נמוכה באופן חריג והיא מושכת את קו המגמה כלפי מטה.
 - קיים הסבר חלופי סביר למימצא הגבוה יחסית של נקודה מס' 2 במרתף. 1,2 dichloroethane הוא חומר כבד מהאוויר ומשום כך, הוא נוטה לשקוע ולהצטבר בחללים כלואים כמו במרתף.

תרשים מס' 28: גרדיאנט הריכוזים של 1,2 dichloroethane בין מפלסי בית הספר



ריכוז	נקודת דיגום	
4.21	1	מרתף
6.22	2	
4.65	3	קרקע
4.54	4	
3.65	5	
4.71	6	
4.32	7	קומה 1
0.70	8	
2.87	9	קומה 2
4.06	10	
1.56	11	
4.77	12	

מחסן אב-הבית של בית הספר:

67. במחסן אב-הבית שבקומת הקרקע מאוכסנים צבעים, כמיקאליים וחומרי ניקוי (ראה תרשים מס' 3). לא סביר כי תכולת המחסן היוותה מקור פליטה של פאמ"ן משום שבניטורים שנעשו בתוך המחסן בנובמבר וביוני 2011 לא נמצאה עדות לנוכחות פאמ"ן.

פליטות סביבתיות מחוץ-לבית-הספר

68. בתרשימים 6-14 מוצגים ממצאי הדיגום בבית ספר איילון בהשוואה לממצאי דיגום של אזורים אחרים, מחוץ למתחם בית הספר (בית ספר בלוך בביצרון, קומת המרתף והקרקע במשרדי הרשות לאיכות הסביבה של עיריית ת"א בדיזינגוף 200, בתי מגורים של אחדים מעובדי מחוז ת"א, רחוב עמק ברכה ורחוב יצחק שדה 40). בית ספר איילון אינו חריג לרעה בהשוואה לאחרים, ובחלק מהמקרים הוא חריג לטובה [השווה את ממצאי בית ספר איילון לאלה של רחוב עמק ברכה בפרמטרים: פחמן טרה-כלורי (תרשים מס' 9), 1,2 dichloroethane (תרשים מס' 11) ו- 1,1 dichloroethylene (תרשים מס' 13). כמו כן, השווה אל דיזינגוף 200 בפרמטר: כלורופורם].

69. אשר על כן, מאחר ולא נתגלה מקור פליטה לפאמ"ן במתחם-בית הספר, ומאחר וממצאי הניטור לפאמ"ן בבית הספר, ככל שנתגלו ובריכוזים שנמדדו, לא היו שונים מהותית מאלה שנמדדו באזורים אחרים באזור תל-אביב, מתבקשת המסקנה כי ממצאי הניטור בבית הספר מבטאים, ככל הנראה, את קריאות הרקע באזור.

סיכום ומסקנות

70. ניטורי יוני ונובמבר 2011 נעשו אחרי תכנון קפדני, תוך ירידה עד הפרטים הקטנים, ואלימינציה ככל האפשר של גורמים מערפלים (cofounders) אשר עלולים היו להשפיע על הממצאים, להגדיל את הווריאביליות שלהם ולעוות את המסקנות. הערכת הסיכונים הטוקסיקולוגית שנערכה, התבססה על 2 ניטורים אלה.

71. ההערכה הטוקסיקולוגית שנעשתה לגבי אפקטים לא-קרצינוגנים של הפאמ"ן, כל אחד בנפרד, מעלה כי בריכוזים שנמדדו, אין זה סביר שתגרמנה תופעות לוואי מזיקות לבריאות לדיירי בית הספר.

72. ההערכה הטוקסיקולוגית שנערכה לגבי האינטראקציה שבין 1,2 dichloroethane לבין פחמן טרה-כלורי, שנוכחותם המשולבת נתגלתה בחדר סגנית המנהלת שבקומת הקרקע, מעלה כי האינטראקציה היא, ככל הנראה, אדטיבית¹⁰ וכי אין לה

¹⁰ אינטראקציה אדטיבית בין מזהמים סביבתיים A ו-B משמעה שהשפעה המשולבת של שניהם שווה להשפעה של A + ההשפעה של B.

משמעות מעשית. היא מזערית ואינה גורמת לחריגה מערך הייחוס המשוקלל של שניהם.

73. ההערכה הטוקסיקולוגית שנעשתה לגבי אפקטים קרצינוגנים של הפאמ"ן, כל אחד בנפרד, מעלה כי מבין הפאמ"ן שנמדדו, ה- vinyl chloride הוא החומר היחיד שיש לו פוטנציאל ביולוגי מוכח לגרום לסרטן בבני אדם. על בסיס ממצאי הניטור, אין כל הוכחה מעבדתית להימצאותו של vinyl chloride במתחם בית הספר איילון בתל-אביב. אם היה vinyl chloride באוויר, אזי ריכוזו היה נמוך מסף הגילוי של הבדיקה המעבדתית.

גם אם נלך למקרה הקיצוני ביותר והשמרני ביותר ונניח הנחה (שאין לה כל בסיס עובדתי) כי קיים vinyl chloride במתחם בית הספר, וכי ריכוזו למשך כל החיים היה ברמת סף הגילוי המעבדתי (0.1-0.5 מיקרוגרם למ"ק אוויר), וכי דיירי בית הספר היו נושמים אותו בריכוז זה במשך כל החיים, 24 שעות ביממה, 7 ימים בשבוע, אזי רמת הסיכון שלהם לפתח בעתיד סרטן בכבד היא זניחה ובלתי מדידה (סיכון של פחות מ- 0.44-2.20 מקרים ל- 1,000,000 תושבים).

74. ל- tetrachloroethylene ו ל- trichloroethylene יש פוטנציאל ביולוגי מוכח לגרום לסרטן בחיות מעבדה אולם ההוכחות לגבי קיומו של פוטנציאל זה בבני אדם הם מוגבלות. על בסיס ממצאי הניטור, אין כל הוכחה מעבדתית להימצאותם של 2 חומרים אלה במתחם בית הספר איילון בתל-אביב. אם הם היו באוויר, אזי ריכוזם היה נמוך מסף הגילוי של הבדיקה המעבדתית.

אם נלך למקרה הקיצוני ביותר והשמרני ביותר ונניח הנחה (שהמידע לגביה מוגבל) כי tetrachloroethylene וה- trichloroethylene יכולים לגרום לסרטן בבני-אדם, וכי ריכוזם בתחום בית הספר במשך כל החיים הינם 0.06-0.29 ו- 0.06-1.28 מיקרוגרם למ"ק אוויר, בהתאמה וכי דיירי בית הספר נושמים אותם בריכוז זה במשך כל החיים, אזי רמת הסיכון שלהם לפתח בעתיד סרטן היא זניחה ובלתי מדידה (סיכון של פחות מ- 0.2-1.0 מקרים ל- 1,000,000 תושבים עבור tetrachloroethylene וסיכון של פחות מ- 0.08-1.7 מקרים ל- 1,000,000 תושבים עבור trichloroethylene).

75. מבדיקת גאזי קרקע ומחסן אב-הבית אשר בו מאוכסנים צבעים, כמיקאליים וחומרי ניקוי – לא מצאנו עדות למקור פליטה של פאמ"ן. ריכוזי הפאמ"ן שנמדדו בבית הספר, באותם המקרים המעטים שהגיעו לסף המדידה המעבדתית, לא היו שונים מאלה שנמדדו באזורים אחרים באזור המרכז. ריכוזים גבוהים יותר של מספר פאמ"ן נמדדו ברחוב סמוך לבית הספר (עמק ברכה).

76. לעבודה זו מספר מגבלות:

- א. מסקנות העבודה מתבססות על 2 ניטורים תקופתיים לאורך תקופה של חצי שנה. מומלץ לבצע מעקב תקופתי ארוך יותר על מנת לקבל תמונה מלאה והערכה טוקסיקולוגית מבוססת יותר.
- ב. כחלק מתהליך השיפור המתמיד, מומלץ לשפר את שיטת הבדיקה המעבדתית של דגימות האוויר שידגמו בעתיד. השיטה המקובלת, שהייתה נהוגה כאן, כמו גם בהרבה מקומות אחרים, המבוססת על טכנולוגיה גאז כרומטוגרפית עם גלאי יוניזציה להבה. שיטת בדיקה זו אינה מספיק ספציפית ואינה מספיק רגישה לפאמ"ן. הטכנולוגיה המתאימה יותר למקרים מסוג זה, היא זו המבוססת על גאז-כרומטוגרפיה / מס ספקטרומטריה.

המלצות

77. איסוף נתונים:

- א. מומלץ להמשיך במעקב של ניטור תוך-מבני וסביבתי בבית הספר, במתכונת המוצגת בעבודה זו, אחת ל- 6 חדשים בשנת 2012. אם הממצאים ימשיכו להיות תקינים, אפשר להוריד את תכיפות הניטור לאחת בשנה ל- 3 שנים נוספות.
- ב. מומלץ שאחות בית הספר תתעד, על בסיס פורמט מובנה, אירועים רלוונטים חריגים, אם וכאשר יתרחשו בבית הספר, כגון: תלונות על ריחות רעים במתחם בית הספר, סימפטומים שונים, גם אם הם שכיחים באוכלוסייה הכללית ובלתי ספציפיים כגון: כאבי ראש, בחילות, חולשה, הרגשה רעה וכו'. כל זאת בתנאי שהסימפטומים אינם מתייחסים למקרים בודדים אלא מופיעים, בו-זמנית, בקבוצה של דיירי בית הספר. יובהר כי המלצה זו אינה מבוססת על חששות לבריאות הציבור במקום, אלא כצעד מושכל לאיסוף סיסטמטי של נתונים אפידמיולוגיים לצרכי הערכה בריאותית מושכלת בשנים הבאות, אשר תהא מקיפה יותר ומבוססת לא רק על ניטור סביבתי אלא גם על נתונים אפידמיולוגיים.

78. על בסיס הבדיקות העדכניות שערכנו ב- 2011, אינני רואה, סיבה בריאותית המצדיקה השקעת משאבים בתכנון ואיטום בית הספר מפני גאזי-קרקע.

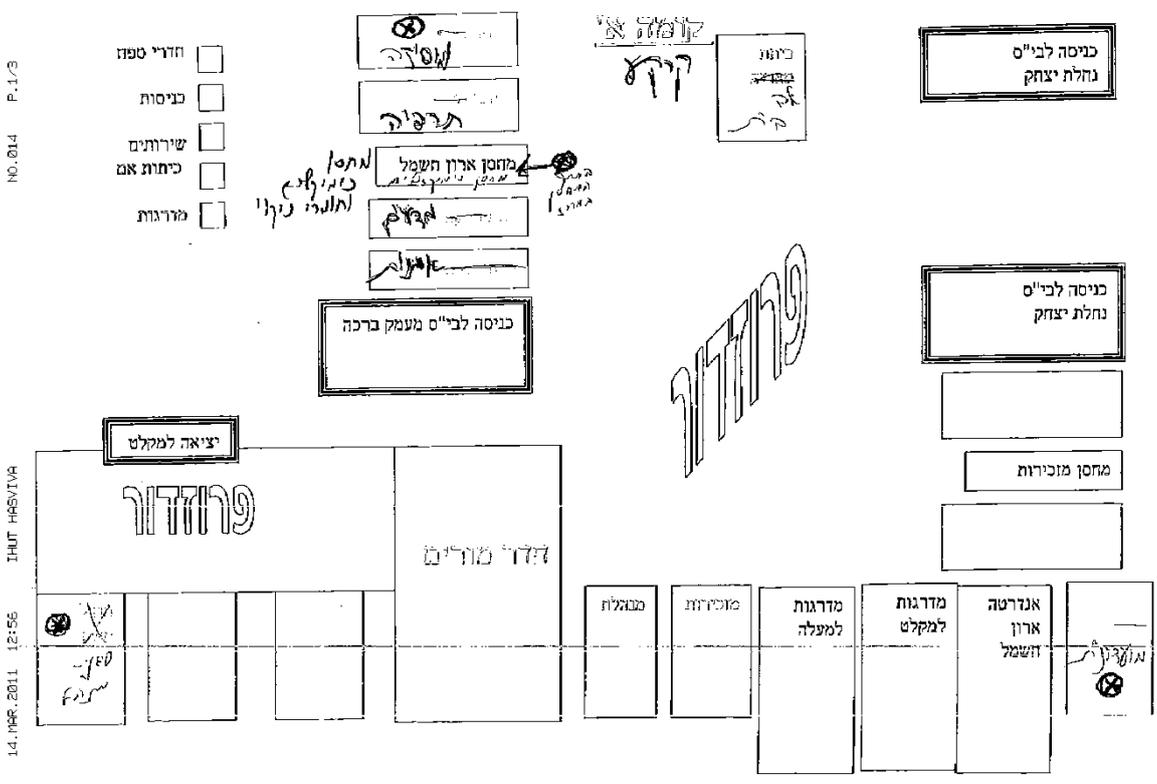
79. על בסיס הבדיקות העדכניות שערכנו ב- 2011, אינני רואה, סיבה בריאותית המצדיקה השקעת משאבים בתכנון וברכש מערכת אוורור חדשה שמטרתה תהא הגדלת קצב החלפות האוויר בכיתות בית הספר ובחדריו.

- יחד עם זאת, על פי עקרון הזהירות המונעת, אני ממליץ להמשיך בהפעלה רציפה של הוונטות הקיימות במקלט בית הספר, כאמור בסעיף 8.
80. אינני רואה סיבה מקצועית להעביר את תלמידי הכיתות הנמוכות ללמוד בקומות שמעל הקרקע ואת תלמידי הכיתות הגבוהות ללמוד בקומת הקרקע. זאת מ- 3 סיבות:
- א. לא אובחנה בעיה של פליטת גאזי קרקע בבית הספרהן בניטור יוני והן בניטור נובמבר 2011.
 - ב. אין הבדלים משמעותיים בין רמות הפאמ"ן באוויר התוך-מבני בקומת קרקע בהשוואה לקומות עליונות יותר.
 - ג. לא צפוי כי ילדים בכיתות א-ב יהיו רגישים יותר לפאמ"ן בהשוואה לילדים בכיתות ד-ה.



ד"ר שלמה אלמוג

נספח מס' 1: תכנית פריסת חדרים בקומת קרקע וסימון נקודות הדיגום



NO. 014 P. 1/3

IHUT HASVIVA

14. MAR. 2011 12:56

נספח מס' 2: תכנית פריסת חדרים בקומה 1 וסימון נקודות הדיגום המוצעות

16.MAR.2011 12:15

IHUT HASVIVA

NO.044

P.1/1

קומה 1

שירותי בנות
מחסן
שירותי בנים

קומה 1

פריסת חדרים

3

מדינת ישראל

כיתה
מחשב
קטן

מדרגות
למטה
ארון
חשמל

מחשבים

שמש

מדרגות למעלה, ארון חשמל

מדרגות למטה

כיתה

כיתה

פריסת חדרים

מדרגות

כיתה

כיתה

כיתה אם
 מדרגות
 חדרי ספון
 שירותים

ספרייה

כיתה מיכל

תקשורת

נספח מס' 3: תכנית פריסת חדרים בקומה 2 וסימון נקודות הדיגום

16.MAR.2011 12:16

IHUT HASVIVA

No.045 P.1/1

