



תאריך:  
 30.09.2015

לכבוד:

עיריית תל-אביב  
 אתר: ביה"ס אילנות

שלום רב,

**הנדון: מדידת קרינה בלתי מייננת בתחום תדרי רשת החשמל (ELF) ובתחום תדרי הרדיו (RF)**

בעקבות פנייתכם בצענו ביום שלישי, ו' תמוז התשע"ה (23.06.2015), מדידת קרינה אלקטרומגנטית של השדות החשמליים והמגנטיים בתדר הרשת (ELF – 50HZ) ממקורות חשמל, ומדידת קרינה אלקטרומגנטית בתדרי רדיו (RF) להלן דו"ח המדידות ובו תאור המקום, ציוד המדידה, ניתוח התוצאות ומשמעותן.

שם המבקש	עיריית תל אביב
תאריך הבקשה	23.06.2015
כתובת	רחוב גרונימן 11, תל-אביב.
תאריך ביצוע המדידות	23.06.2015
כתובת מקום המדידות	רחוב גרונימן 11, תל-אביב.
טלפון	--
פקס	--
סוג המדידות	1. ELF - מדידות שדה מגנטי מרשת החשמל. 2. RF - מדידות צפיפות הספק קרינה אלקטרומגנטית.

**מבצע המדידות:**

שם מבצע המדידה	זאביחי איציק
מס' ההיתר	2190-01-4 - היתר שרות ELF – המשרד להגנת הסביבה
תוקף ההיתר	01.10.2019
מס' ההיתר	2190-01-6 – היתר שרות RF – המשרד להגנת הסביבה.
תוקף ההיתר	01.10.2019

## אפיון שיטה, מיקום המדידה

<p>א. המדידות התבצעו בשעה 12:15 בעומס מלא.</p> <p>ב. המדידות נערכו ע"י מדידות השדות בזמן סריקה איטית בכל אזור ב-3 צירים X,Y,Z בנקודת כל מדידה.</p> <p>ג. כמו כן, בבדיקות WIFI המדידות התבצעו במצב בו מורידים נתונים דרך הרשת האלחוטית המותקנת בבית הספר, המדידות התבצעו במספר נקודות בכל כיתה.</p> <p>ד. המדידות התבצעו בליווי אנשי מחשב.</p> <p>ה. הבדיקה שבוצעה הינה מדידה רגעית ומשקפת את הרמה ברגע המדידה, התרשמות לגבי רמת חשיפה ניתן לקבל ע"י ביצוע בדיקה אוטומאטית ממושכת.</p>	<b>תאור מקום המדידה</b>
<p style="text-align: right;">מזג אויר: בהיר. סביבה: עירונית.</p>	<b>תנאי ביצוע מדידה</b>
<p>1. אנטנות לתקשורת אלחוטית בתדר 2.4 גיגהרץ.</p> <p>2. עגלות מטענים למחשבים ניידים.</p> <p>3. ארונות תקשורת.</p>	<b>המקור השדה</b>

## אפיון מכשיר המדידה (ELF)

<p>1. Electromagnetic field Strength Meter: TENMARS. Model Number: TM-192D S.N :130603234</p> <p>2. Electromagnetic field Strength Meter: HOLADAY INDUSTRIES Model Number: HI – 3604 S.N : 00050888</p>	<b>סוג המכשיר:</b>
<p>1. Frequency range :30-2000HZ Sensitivity :Magnetic fields: 0.01 mG – 2 G</p> <p>2. Frequency range :30-2000HZ Sensitivity :Electric fields: 1V/m – 200KV/ m Magnetic fields: 0.1 mG – 20 G</p>	<b>מאפייני החיישן:</b>
<p>23.06.2016</p>	<b>תוקף הכיול של המכשיר:</b>

## אפיון מכשיר המדידה (RF)

<p>Electromagnetic field Strength Meter: TES Model Number: TES-593 S.N : I.01546</p>	<b>סוג המכשיר:</b>
<p>Electric field probe model: TES-593 Frequency range: 10MHZ-8GHZ. Probe Input Impedance: 50ohm. Level range:0 – 10mW/cm<sup>2</sup> Sensitivity: 0.0001mW/cm<sup>2</sup> Temperature error : 51°c</p>	<b>מאפייני החיישן:</b>
<p>10.11.2015</p>	<b>תוקף הכיול של המכשיר:</b>

**תוצאות מדידת צפיפות הספק קרינה אלקטרומגנטית (RF) – אנטנות בתדר 2.4 גיגהרץ.**

עפ"י המשרד להגנת הסביבה הסף לחשיפה סביבתית מאנטנות המשדרות בתחום תדר 2450 מגה-הרץ הנו  $100 \mu W/cm^2$

מס'	תאור נקודת המדידה	המרחק מהמקור (m)	גובה נקודת המדידה ביחס למוקד השידור (m)	עוצמת השדה הנמדד ( $\mu W/cm^2$ )
1	חדר מורים	--	1	0.1
2	כיתה ו-2	--	1	0.1
3	כיתה 22	--	1	0.1
4	גן דקל	--	1	0.02
5	כיתה א-2	--	1	0.2
6	גן אורן	--	1	0.02
7	כיתה א-1 (34)	--	1	0.3
8	כיתה ד-2	--	1	0.2
9	כיתה ד-1	--	1	0.05
10	כיתה ה-1	--	1	0.1
11	כיתה א-3	--	1	0.1
12	כיתה ג-2	--	1	0.1
13	כיתה ב-1	--	1	0.1
14	כיתה ו-1	--	1	0.05
15	כיתה ו-2	--	1	0.2
16	כיתת מחשבים	--	1	0.2
17	כיתה ה-2	--	1	0.1
18	ספרייה	--	1	0.1
26	ארונות תקשורת	--	1	0.02

- תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה.

## הסבר לתוצאות המדידה :

- ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה המרבית המותרת של בני אדם לקרינה בתחום הרדיו, באזור התדרים 2GHZ היא  $1\text{mw}/\text{cm}^2$ .
- קרינת הרקע בבית מגורים טיפוסי בסביבה עירונית אינה עולה על 5 מיקרו-ואט לסמ"ר.
- המשרד להגנת הסביבה קבע סף סביבתי לחשיפה במקומות בהם שוהים אנשים ברציפות לאורך זמן כגון בתוך בתים, משרדים וכדו'. סף זה עומד על עשירית מהסף שקבע ארגון הבריאות העולמי. לגבי האזורים שאינם מאוכלסים ברציפות לאורך זמן, הסף הסביבתי הינו 30% מהסף שנקבע ע"י ארגון הבריאות העולמי.

### מסקנות והמלצות:

- מתוך תוצאות המדידות של צפיפות ההספק הקרינה האלקטרומגנטית מאנטנות תקשורת אלחוטית (RF), שהתבצעו באתר המדידה, מתקבל שתוצאות המדידה הן נמוכות מהסף הסביבתי כפי שנקבע ע"י המשרד להגנת הסביבה, ואינן עולות מעל 0.3% מערך סף זה.
- תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידות.

**תמונות מאתר המדידות:**

**בדיקת בכיתות מרשת WIFI:**



## רשת החשמל - ELF

### דו"ח מדידות שדה מגנטי מרשת החשמל - ELF

בדיקת עגלות הטענה למחשבים ניידים:

**עפ"י נציג ביה"ס: העגלות אינן פעילות במשך היום, הפעלת העגלות לצורך בדיקת קרינה בלבד.**

מס'	תאור נקודת המדידה	אכלוס עפ"י המצב הקיים	המרחק מהמקור (m)	גובה נקודת המדידה (m)	עוצמת השדה המגנטי (mG)
1	חדר מורים	מדידה במרחק 30 ס"מ מדופן ימני של העגלה.	--	1	7.0
2		מדידה במרחק 1 מ' מדופן ימני של העגלה.	--	1	1.9
3		מדידה במרחק 30 ס"מ מחזית העגלה.	--	1	1.2
4		מדידה במרחק 30 ס"מ מדופן שמאלי של העגלה.	--	1	0.9
5	קומה 1	מדידה במרחק 30 ס"מ מדופן ימני של העגלה.	--	1	7.9
6		מדידה במרחק 1 מ' מדופן ימני של העגלה.	--	1	1.0
7		מדידה במרחק 30 ס"מ מחזית העגלה.	--	1	1.9
8		מדידה במרחק 30 ס"מ מדופן שמאלי של העגלה.	--	1	0.9
9	קומה 2	מדידה במרחק 30 ס"מ מדופן ימני של העגלה.	--	1	11.0
10		מדידה במרחק 1 מ' מדופן ימני של העגלה.	--	1	0.9
12		מדידה במרחק 30 ס"מ מחזית העגלה.	--	1	1.3
13		מדידה במרחק 30 ס"מ מדופן שמאלי של העגלה.	--	1	0.6
14	ארונות תקשורת	שהייה זמנית	--	1	0.5

#### הערות:

1. תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה.
2. יש לקחת בחשבון כי רמות השדות המגנטיים עשויות להשתנות כפונקציה של העומס ברשתות ואחוז השימוש (מקדם ביקוש).



## א. הסבר לתוצאות המדידה עפ"י המשרד להגנת הסביבה:

- ערך הסף האפקטיבי של 2000 מיליגאוס מיועד למנוע אפקטים בריאותיים מיידים מחשיפות אקוטיות קצרות טווח בלבד, לערך זה אין משמעות כאשר מדובר על חשיפה כרונית ארוכת טווח.
- במקום בו החשיפה לשדה מגנטי הממוצע על-פני 24 שעות אינה עולה מעל 2 מיליגאוס, אין צורך בפעולות נוספות להורדתו.
- הארגון הבינלאומי לחקר הסרטן (IARC) קבע כי מתקני חשמל החושפים את הציבור לאורך זמן לשדה מגנטי שמעל 3-4 מיליגאוס יש פי שתיים מקרי לויקמיית ילדים מאשר בקרב הילדים החשופים לשדה מגנטי בעוצמה נמוכה יותר.
- ממחקרים שבוצעו בנושא זה בעולם ומהניסיון שנצבר לאחר ביצוע אלפי מדידות ברחבי הארץ, ניתן ללמוד שהחשיפה הממוצעת לשדה מגנטי בתדר רשת החשמל בתוך מרבית בתי המגורים בארץ ובעולם אין השפעות מגורמים חיצוניים כגון קווים ומתקני רשת החשמל (רקע אורבאנית) היא בין 0.4 ל-2 מיליגאוס.
- המשרד להגנת הסביבה ממליץ שמתקני חשמל יתוכננו ויופעלו בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, לשם הפחתה ככל האפשר של השדות המגנטיים אליהם נחשף הציבור ממרכיבים השונים של רשת החשמל.

## ב. הסבר כללי על קרינה מרשת החשמל:

- נכון לתחילת שנת 2014 אין תקן שקובע סף לעוצמת השדה המגנטי. קיימות המלצות לסף של 2000 מיליגאוס לחשיפה אקוטית קצרת טווח (חשיפה רגעית). קיימת המלצה לתכנון של מתקני חשמל חדשים לפי סף לחשיפה ממושכת ממוצעת של עד 4 מיליגאוס.
- המשרד להגנת הסביבה פועל על פי עיקרון הזהירות המונעת ואחת ממטרותיו העיקריות היא למזער ככל האפשר, באמצעים הטכנולוגיים הקיימות ובעלות סבירה, את חשיפת הציבור לקרינה אלקטרומגנטית ולצמצם את השטח שבו חלות מגבלות בניה בגלל הקרינה.
- נכון לתחילת שנת 2014 המשרד ממליץ על נקיטת הפעולות הדרושות להשגת הפחתה משמעותית של מספר התושבים בכלל וילדים בפרט החשופים דרך קבע ואף באורח זמני לעוצמות ממוצעות של שדה מגנטי מרשת החשמל הגבוהות מהערכים שהוזכרו בספרות המקצועית כעלולים לגרום לתוספות סיכון בריאותיות.
- תחנות השנאה (טרנספורמציה) רבות נבנות בקרבת בתי מגורים: המשרד להגנת הסביבה אינו קובע מיקום של מתקני השנאה, אלא ממליץ לתכנן ולהפעילן בהתאם לעקרונות שנקבעו על ידי וועדת המומחים.

## ג. המלצות משרד הבריאות:

- חשיפה מרבית מותרת של 4 מיליגאוס לגבי חשיפה רציפה וממושכת (דירת מגורים, מוסד חינוך, מוסד לקשישים, בית חולים, משרד או שטח ציבורי פתוח המשמש כגן משחקים), וסף של 2000 מיליגאוס לגבי חשיפה קצרת מועד.

## ד. חישובי רמות שדה מגנטי ביחס לזמן החשיפה:

### ערכי הקרינה המומלצים המבוססים עפ"י ה-IARC:

א.רמה ממוצעת של 2mG בחשיפה רציפה לאורך 24 שעות ביממה.

ב.רמה ממוצעת של 3mG בחשיפה רציפה לאורך 12 שעות ביממה.

ג.רמה ממוצעת של 4mG בחשיפה רציפה לאורך 8 שעות ביממה.

חייבים לקחת בחשבון שמחוץ לשעות העבודה החשיפה אינה 0 אלא בהחמרה 1מיליגאוס ולכן עם T זהו זמן החשיפה ו-X החשיפה:

$$T \cdot X + (24 - T) \cdot 1/24 = 2mG$$

$$X = 24/T + 1$$

זמן שהייה (שעות) T	החשיפה המותרת X (mG)
24	2
12	3
8	4
6	5
4	7
2	13
1	25

## ה. המלצות לחשיפה מרבית כסף לממוצע בתנאים של צריכת חשמל אופיינית מרבית עפ"י

### המשרד להגנת הסביבה לעובדים כלליים:

זמן שהייה (שעות) T	החשיפה המותרת X (mG)
24	4
12	6.9
10	8.3
8	10.4
6	13.9
4	20.8
2	41.6
1	83.2

## ז. אזורי שהייה לזמן קצר לעובדים כלליים / כלל האוכלוסייה:

בהם נקבעת סף חשיפה לחשיפה אקוטית של 2000mG עפ"י המשרד לאיכות הסביבה כמו שמוזכר לעיל.



כ"א טבת תשע"ד  
24 דצמבר 2013

### הגבלת החשיפה לשדה מגנטי כתלות במשך החשיפה

סביב מתקני חשמל נוצר שדה מגנטי. סוג זה של קרינה הוגדר על ידי ארגון הבריאות העולמי כ"מסרטן אפשרי". ככל שהזרם העובר במתקן גבוה יותר כך גדל השדה המגנטי הנוצר סביב המתקן.

בישראל, כמו במדינות רבות אחרות, לא נקבע עדיין בחקיקה סף מחייב לחשיפה כרונית לשדה מגנטי שמקורו במתקני חשמל. חשיפה כרונית, או חשיפה רצופה וממושכת, **מוגדרת** כחשיפה של מעל 4 שעות בכל יממה ומעל 5 ימים בשבוע. מגורים, משרדים, מוסדות חינוך, מבני מסחר ותעשייה וכדומה נחשבים מקומות שהחשיפה בקרבם היא חשיפה כרונית.

לצורך תכנון הנדסי של מערכות חשמל בסביבת שימושי קרקע לשהות ממושכת, לצורך מתן היתר הקמה והפעלה למתקני חשמל, לצורך פרשנות של תוצאות מדידות סביב מתקני חשמל וכו', יש לקבוע מדד כמותי. בהתחשב במידע הקיים, בפרקטיקה במדינות מפותחות ובסף הקרינה שחברות החשמל במדינות המפותחות מתחייבות לו באופן וולונטרי, הציעו **משרדי הבריאות והגנת הסביבה את הערך של 4 mG כסף למוצע ביממה בתנאים של צריכת חשמל אופיינית מרבית.**

הערך הזה מתבסס על העדר חשש לתחלואה בחשיפה לשדה מגנטי שבמוצע שנתי אינו עולה על 2 מיליגאוס והסטיסטיקה המראה שהיחס בין הזרם הממוצע ביום בשעת צריכת שיא הוא גבוה פי 2 מזרם במוצע השנתי.

**ביום של צריכת שיא טיפוסית קיים ניצול של 60% מיכולת מערכת החשמל** (יש מתקנים שהאחוז בהם שונה). אם זרם החשמל בזמן המדידה ידוע או נמדד, יש לנרמל את התוצאה של מדידת החשיפה לפי היחס בין הזרם המרבי היכול לעבור דרך המתקן, לזרם שעבר בו בזמן המדידה. לא תמיד אפשר למדוד או להעריך את הזרם העובר במתקן בזמן ביצוע מדידה של החשיפה לשדה מגנטי. בהעדר נתון זה, כאשר מקור החשיפה הוא מתקן בתוך בניין, הפעלת כל מתקני החשמל העיקריים בבניין, כגון מערכת מיזוג האוויר, תהווה ייצוג מספיק לקיום התנאי של עומס מרבי בעת המדידה.

יש מקומות שהחשיפה בהם היא בהגדרה חשיפה על פני 24 שעות ביממה, כמו החשיפה בבית. עם זאת, יש מקומות שהחשיפה בהם היא מוגבלת וזמן החשיפה מוגדר, כמו מקומות עבודה, אמצעי תחבורה ציבורית ופרטית, אזורי מעבר וכו'. למרות שאין עדות מובהקת לסוג הקשר בין זמן החשיפה להשפעת החשיפה על הבריאות, מוצע לנקוט את עקרון הזהירות המונעת ולהניח שקיים קשר ישיר וליניארי בין משך החשיפה לעצמתה. בהנחה זו ניתן להשתמש במדד של 4mG במוצע ביממה בה הצריכה מרבית, לצורך הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה.

ההצעה להלן משמשת מידע מנחה, תוך הפעלת שיקול דעת של כל מי שמתכנן קרבה בין אזור מאוכלס למתקן חשמל, בכל מקרה לגופו. לדוגמה, מומלץ לא להשתמש בסוג זה של ממוצע בכל הקשור לחשיפה במוסדות חינוך שלומדים בהם ילדים מתחת לגיל 15. במקרה זה יש לתכנן כך שבכיתות הלימוד הקרינה לא תעלה באף מקום ישיבה על 4 מיליגאוס.



אגף מניעת רעש וקרינה

אם אדם נמצא בסמוך למתקן חשמל זמן של T שעות מידי יום, החשיפה בסמוך למתקן החשמל הינה  $B_w$  והחשיפה בשאר הזמן ביממה הינה  $B_0$  סך כל החשיפה הממוצעת שלו לאורך כל היממה הינה:

$$B_{\text{avg}} = \frac{B_w \cdot T + B_0 \cdot (24 - T)}{24}$$

למרות שהחשיפה של אדם שלא נמצא בסמוך למתקן חשמל אינה עולה לרוב על 0.4 מיליגאוס, יש לקחת בחשבון שחשיפה זו הינה 1mG בממוצע. לכן:

אם יש מדידה אמינה של קרינת הרקע, וזו עולה על 1mG, יש להשתמש בתוצאת המדידה. לפי המלצה משותפת של משרדי הבריאות והגנת הסביבה, החשיפה הממוצעת ביום עם צריכת חשמל טיפוסית מרבית חייבת להיות נמוכה מ-4 מיליגאוס:

$$B_0 = 1mG \quad B_{\text{avg}} < 4mG$$

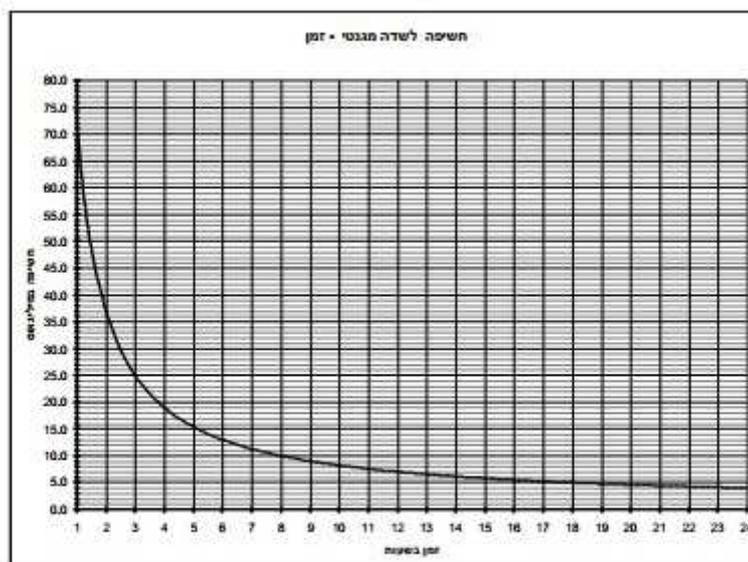
לכן, אם ידוע זמן השהיה, בשעות ביממה, בסמוך למתקן חשמל, יש להגביל את החשיפה, במיליגאוס, ל:

$$B_w < \frac{72}{T} + 1$$

אם ידועה רמת הקרינה  $B_w$ , בעקבות חישוב או בעקבות מדידה ונרמול לזרם מרבי, יש להגביל את זמן השהיה ל:

$$T < \frac{72}{B_w - 1}$$

בשיקולים אלו ההתייחסות היא לחומרה, מבלי להביא בחשבון את החשיפה הנמוכה בימי המנוחה בסופי השבוע וזאת כדי לקיים את עקרון ההיזהרות.



ערכים אלו הינם בסיס בקביעת הצורך לטפל בהפחתת החשיפה סביב מתקנים קיימים. אזהרה: אין להשתמש בנוסחאות אלו עבור זמן שהיה נמוך משעה ביממה ועבור חשיפה של פחות מ-1 מיליגאוס.

## מסקנות והמלצות:

1. הערכים שנמדדו אינם חורגים מהערך הרגעי המרבי המותר לחשיפת בני אדם כפי שפורסם ע"י המשרד להגנת הסביבה, לפי המלצת ארגון הבריאות העולמי WHO.

2. כמו-כן, עפ"י המלצות המשרד להגנת הסביבה לחשיפה ארוכת טווח, תוצאות המדידות שנמדדו באזורי השהייה הרציפה והקבועה, הן נמוכות מהערך המומלץ עפ"י המשרד להגנת הסביבה לחשיפה מרבית לשהייה לעובדים ל- 8 שעות (10.4 מיליגאוס) ולתלמידים במוסדות חינוך (4 מיליגאוס).

3. דרישת המשרד לאיכות הסביבה מגדיר ערך ממוצע לחשיפה, יש להתייחס ליציבות השדה המגנטי לאורך זמן. כלומר, השדה המגנטי תלוי בעומס של המתקן החשמלי ולכן צפויים שינויים בעוצמת השדה המגנטי לאורך שעות היממה וחודשי השנה כתלות בצריכת הזרם, התרשמות לגבי רמת חשיפה לאורך זמן ניתן לקבל ע"י ביצוע בדיקה אוטומטית ממושכת אשר תמדוד את השדות על פני תקופה ממושכת, במקרים ובהם קיים צורך לאמת הנחה זו, ניתן לבצע מדידה רציפה על פני 24 שעות ביממה ולאורך תקופה ממושכת.

4. עקב השינויים בעומסים ברשת החשמל, מומלץ לחזור על הבדיקה אחת לשנה.

• באפשרותך למצוא הסברים נוספים בנושא באתר האינטרנט של המשרד לאיכות הסביבה: [www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il) ובאתרנו: [www.rad-test.co.il](http://www.rad-test.co.il), באם יידרשו הבהרות והסברים נשמח לעמוד לרשותך במידת הצורך בכל עת.

בכבוד רב,

  
איציק זאמיר  
RAD TEST  
המכון לבדיקות קרינה סביבתית