



25/07/2016

לכבוד : מנחם אהרונוב

שלום רב,

**הנדון: דו"ח מדידת קרינה בלתי מייננת בתחום תדרי החשמל (ELF)**  
**ובתחום תדרי הרדיו סלולר (RF)**

מספר מוסד: 212985  
שם מוסד: תבנית החינוך המוזהב

**1. פרטי מזמין הבדיקה:**

שם המבקש	מנחם אהרונוב
תאריך הבקשה	2/05/2016
כתובת	הרוקמים 26 חולון
טלפון	054-4220183
דואר אלקטרוני	menachema@taldor.co.il
תאריך ביצוע המדידות	5/07/2016
כתובת מקום המדידות	צביה
סוג המדידות	<ul style="list-style-type: none"><li>• מדידות רמה של צפיפות שטף שדה מגנטי בתחום תדרי ELF.</li><li>• מדידות רמה של צפיפות הספק רשת אלחוטית וסלולר בתחום תדרי RF.</li></ul>

**2. פרטי מבצע המדידות:**

שם מבצע המדידה	ציון מרציאנו
מס' היתר ELF	2060-13-4
תוקף היתר ELF	13/01/2021
מס' היתר RF	2060-13-6
תוקף היתר RF	13/01/2021



25/07/2016

### 3. פרטי מכשיר המדידה:

Magnetic field Strength Meter : TENMARS Model: TM - 192 s/n: 1150701155 Frequency range : 30Hz-2000Hz Sensitivity : 0.01 mG	מכשיר ELF תוצרת חברת TENMARS דגם: TM - 192
16/05/2017	תוקף הכיול של המכשיר
Electromagnetic field Strength Meter : MRC, Model: TES-593 s/n: 140905079	Mכשיר RF תוצרת חברת MRC דגם: TES-593
Electric field probe Model: MRC TES-593 s/n: 160306374 Frequency range : 10MHz-8GHz Sensitivity : 20mV/m	חיישן תוצרת חברה: MRC
16/05/2017	תוקף הכיול של המכשיר

### 4. אפיון שיטה ומיקום המדידה

במוסד חינוכי תבנית החינוך המוזהב מבנה חד קומתי	תיאור מקום המדידה
המדידות בוצעו בכיתות, משרדים וחצר. מזג האוויר נעים ובהיר.	תנאי ביצוע מדידות
רשת חשמל פנימית של המבנה.	תיאור מקור שדה ELF
רשת הסלולר החיצונית. רשת אינטרנט פנימית.	תיאור מקור שדה RF
המדידות התבצעו בשעה: 11:30, בסריקה איטית בגובה משתנה 0.3-1.8 מ' מעל פני הקרקע.	תהליך המדידה



25/07/2016

## **5. תקציר כללי**

1. מטרת הבדיקה היא לבדוק את רמות הקרינה בשטח בית הספר ביחס לרמות החשיפה המותרות על יד המשדד להגנת הסביבה.
2. הבדיקות בוצעו בתחום RF ו-ELF.
  - דוגמא למקורות קרינה ל-RF הינם: אינטרנט אלחוטי, אנטנות סלולריות, מיקרוגל, רדיו ועוד.
  - דוגמא למקורות קרינה ל-ELF הינם: מכשירי חשמל, קווי מתח, ארונות חשמל, ספקי מתח, שנאים ועוד.
3. לצורך הבדיקה הופעלו מכשירי חשמל עיקריים כגון : מזגנים מחשבים וכו'.
4. תוצאות המדידה ינורמלו לעומס מירבי על פי נספח ב'.
5. המדידות בוצעו בליווי מזמין הבדיקה ונציגיו בשטח בית הספר.
6. אזור בו מתקיימת שהייה מעל 4 שעות ביממה 5 ימים בשבוע יוגדר כאזור שהייה רצופה וממושכת.



25/07/2016

## 6. סיכום תוצאות

סיכום תוצאות ELF שנמדדו:

- **רמת הקרינה הנמדדת הגבוהה ביותר ותיאור הנקודה באזור שהייה רצופה:**  
0.82 [mG] רמה זו נמדדה במחברי הפסיפס ובגובה 1 מ' מהרצפה.
- **רמת הקרינה הנמדדת הגבוהה ביותר ותיאור הנקודה באזור שהייה לא רצופה:**  
0.44 [mG] רמה זו נמדדה בחצר ובגובה 1 מ' מהרצפה.

סיכום תוצאות ELF מנורמל:

- **רמת הקרינה המנורמלת הגבוהה ביותר ותיאור הנקודה באזור שהייה רצופה:**  
1.0 [mG] רמה זו נמדדה במחברי הפסיפס ובגובה 1 מ' מהרצפה.
- **רמת הקרינה המנורמלת הגבוהה ביותר ותיאור הנקודה באזור שהייה לא רצופה:**  
0.7 [mG] רמה זו נמדדה בחצר ובגובה 1 מ' מהרצפה.

סיכום תוצאות RF:

- **רמת הקרינה הנמדדת הגבוהה ביותר ותיאור הנקודה באזור שהייה רצופה:**  
 $0.225 \mu W/cm^2$  שהם 0.05% מהסך הבריאותי במוצאי העצמות.
- **רמת הקרינה הנמדדת הגבוהה ביותר ותיאור הנקודה באזור שהייה לא רצופה:**  
 $0.225 \mu W/cm^2$  שהם 0.05% מהסך הבריאותי בחצר.

25/07/2016

## 7. תוצאות מדידת רמות שדה מגנטי ELF:

מס'	תיאור נקודת המדידה	תיאור מקור הקרינה העיקרי	אכלוס	מרחק הנקודה ממקור השדה המגנטי [M]	גובה נקודת המדידה [M]	צפיפות השטף המגנטי הנמדדת [mG]	צפיפות השטף המגנטי לאחר הנרמול [mG]	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	הטיפול המומלץ
1	מעגל השותפות	רמות רקע	ברציפות	-	1	0.38	0.46	לא	-
2	מוצאי העצמיות	רמות רקע	ברציפות	-	1	0.44	0.53	לא	-
3	חבורת ברי לבב	רמות רקע	ברציפות	-	1	0.73	0.88	לא	-
4	מחברי הפסיפס	רמות רקע	ברציפות	-	1	0.82	0.98	לא	-
5	חדר ליד ברי לבב	רמות רקע	ברציפות	-	1	0.44	0.53	לא	-
6	מרחבי היכולת	רמות רקע	ברציפות	-	1	0.37	0.44	לא	-
7	חבורת האיתנים	רמות רקע	ברציפות	-	1	0.25	0.30	לא	-
8	משרד	רמות רקע	ברציפות	-	1	0.35	0.42	לא	-
9	חצר	רמות רקע	לא ברציפות	-	1	0.44	0.73	לא	-

\* תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה.  
\* לא נמצאו ערכים החורגים מסף החשיפה הרגעי המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה.  
\* מקדם הנרמול במקורות קרינה פנימיים 1.2 ובמקורות קרינה חיצוניים 1.67.

## 8. תוצאות מדידת רמות צפיפות ההספק RF:

מס'	תיאור מקום המדידה	אכלוס	עוצמת הקרינה הנמדדת [ $\mu W/cm^2$ ]	אחוז מסך הבריאותי	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?
1	מעגל השותפות	ברציפות	0.187	0.044	לא
2	מוצאי העצמיות	ברציפות	0.225	0.053	לא
3	חבורת ברי לבב	ברציפות	0.141	0.033	לא
4	מחברי הפסיפס	ברציפות	0.183	0.043	לא
5	חדר ליד ברי לבב	ברציפות	0.141	0.033	לא
6	מרחבי היכולת	ברציפות	0.178	0.042	לא
7	חבורת האיתנים	ברציפות	0.149	0.035	לא
8	משרד	ברציפות	0.205	0.048	לא
9	חצר	לא ברציפות	0.225	0.053	לא

\* תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה.  
\* לא נמצאו חריגות מסף החשיפה ממוצע ע"י המשרד להגנת הסביבה.

14 Hamelacha St,  
Afek Ind. Park, Rosh Ha'ayin  
Israel 48091  
T:+972-3-9032990  
F:+972-3-9032989  
Email: sales@rfcell.com



25/07/2016

## 9. תמונות ונספחים

### תמונה 1: תמונת המוסד





25/07/2016

### **נספח א' - הסבר לתוצאות המדידה ELF**

- סביב מתקני חשמל נוצר שדה מגנטי. סוג זה של קרינה הוגדר ע"י ארגון הבריאות העולמי כ"מסרטן אפשרי". ככל שהזרם העובר במתקן גבוה יותר כן גדל השדה המגנטי הנוצר סביב המתקן.
- ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה הרגעית המרבית המותרת של בני-אדם לשדה מגנטי משתנה בתדר 50 הרץ, הינה 1000 מיליגאוס (mG).
- 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.
- 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, איזורי מעבר וכו'. למרות שאין עדות מובהקת לסוג הקשר בין זמן החשיפה להשפעת החשיפה על הבריאות, מוצע לנקוט את עיקרון הזהירות המונעת ולהניח שקיים קשר ישיר וליניארי בין משך החשיפה לעוצמתה. בהנחה זו ניתן להשתמש במדד של 4mG בממוצע ביממה בה הצריכה מירבית, לצורך הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה.
- באפשרותך למצוא הסברים נוספים בנושא באתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה: [www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il)

25/07/2016

## נספח ב'

### 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 כן 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 היתרי 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 לממוצע ביממה בתנאים של צריכת חשמל אופיינית מרבית.

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

25/07/2016

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

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

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:

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

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

$$B_{\pi} < \frac{72}{T} + 1$$

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

$$T < \frac{72}{B_{\pi} - 1}$$

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

25/07/2016

**נספח ג' - טבלה המייצגת את רמת החשיפה המומלצת ביחס לזמן החשיפה ליום העמוס בשנה:**

מניחים שקרינת שהחשיפה של אדם שלא נמצא בסמוך למתקן חשמל אינה עולה לרוב על 1[mG], ולפיכך תחושב רמת החשיפה המותרת B[mG] במדידה בצריכה מרבית (או לאחר נרמול) בתלות זמן החשיפה T כממוצע יומי לפי הנוסחה הבאה :

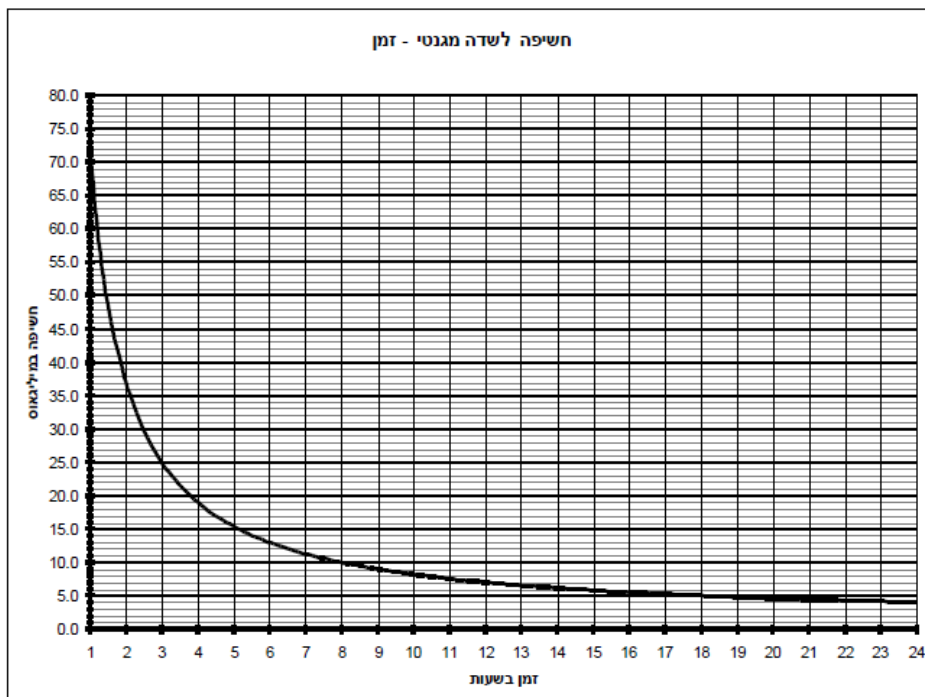
$$B=(72/T)+1 \rightarrow T=72/(B-1)$$

שעות חשיפה מותרות T	1	2	3	4	5	6	7	8	12	24
רמת חשיפה מותרת [mG]	73	37	25	19	15.4	13	11.3	10	7	4

**המלצות המשרד להגנת הסביבה ליום העמוס בשנה:**

- א. רמה ממוצעת של 4mG בחשיפה רציפה לאורך 24 שעות ביממה.
- ב. רמה ממוצעת של 5.5mG בחשיפה רציפה לאורך 16 שעות ביממה.
- ג. רמה ממוצעת של 7mG בחשיפה רציפה לאורך 12 שעות ביממה.
- ד. רמה ממוצעת של 8.2mG בחשיפה רציפה לאורך 10 שעות ביממה.
- ה. רמה ממוצעת של 10mG בחשיפה רציפה לאורך 8 שעות ביממה.

• טבלת רמת חשיפה מותרות ביחס לזמן החשיפה:



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.

25/07/2016

### **נספח ד - הסבר לתוצאות המדידה RF**

- ארגון הבריאות העולמי (WHO) אימץ את המלצות הוועדה הבינלאומית לקרינה לא מייננת – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP – וקבע כי רמת החשיפה המרבית המותרת של בני-אדם לקרינה בתחום תדרי הרדיו הינה:
  - א. בתחומי התקשורת הסלולארית (תחום 850MHz) ערך הסף  $0.45 \text{ mW/cm}^2$  ( $450 \mu\text{W/cm}^2$ ).
  - ב. בתחומי התקשורת הסלולארית (תחום 1800MHz) ערך הסף  $0.912 \text{ mW/cm}^2$  ( $912 \mu\text{W/cm}^2$ ).
  - ג. בתחומי התקשורת הסלולארית ורשת אלחוטית (מעל 2000MHz) ערך הסף  $1 \text{ mW/cm}^2$  ( $1000 \mu\text{W/cm}^2$ ).
- מטעמי זהירות יתר, באתר שבו ישנם שידורים ממקורות רבים, מקובל להניח את ערך הסף המחמיר (הנמוך ביותר), דהיינו  $0.45 \text{ mW/cm}^2$  ( $450 \mu\text{W/cm}^2$ ).
- קרינת הרקע בבית מגורים טיפוסי בסביבה עירונית אינה עולה על 5 מיקרו ואט לסמ"ר.
- המשרד לאיכות הסביבה קבע סף סביבתי לחשיפה במקומות בהם שוהים אנשים ברציפות לאורך זמן כגון בתוך בתים, משרדים וכד'. סף זה עומד על 10% מהסף שקבע ארגון הבריאות העולמי. לגבי אזורים שאינם מאוכלסים ברציפות לאורך זמן הסף הסביבתי הינו 30% מהסף שנקבע על ידי ארגון הבריאות העולמי.

באפשרותך למצוא הסברים נוספים בנושא  
באתר האינטרנט של המשרד לאיכות הסביבה: [www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il)



25/07/2016

**נספח ה' - טבלת רמות החשיפה בהתאם לתדר על פי ICNIRP (בריאותי) וסף המשרד להגנת הסביבה (סביבתי)**

סף חשיפה סביבתי			סף חשיפה בריאותי			תחום תדר
צפיפות הספק	שדה מגנטי	שדה חשמלי	צפיפות הספק	שדה מגנטי	שדה חשמלי	
(W/m <sup>2</sup> )	(A/m)	(V/m)	(W/m <sup>2</sup> )	(A/m)	(V/m)	
-	0.5	25/f	-	5	250/f	800Hz – 3KHz
-	0.5	8.7	-	5	87	3KHz – 150KHz
-	0.073/f	8.7	-	0.73/f	87	150KHz – 1MHz
-	0.073/f	8.7/√f	-	0.73/f	87/√f	1MHz – 10MHz*
0.2	0.023	8.7	2	0.073	27.5	10MHz – 400MHz**
f/2000	0.00117X√f	0.435X√f	f/200	0.0037X√f	1.375X√f	400Mhz– 2GHz***
1	0.052	19.4	10	0.16	61	2GHz– 300GHz****

f – מציין תדר.
* בתחום תדרים זה נכללים תדרי תחנות הרדיו AM.
** בתחום תדרים זה נכללים תדרי תחנות הרדיו FM.
*** בתחום תדרים זה נכללים תדרי הדור הראשון והשני של התקשורת הסלולארית
**** בתחום תדר זה נכללים תדרי הדור השלישי של התקשורת הסלולארית, שידורי מכ"מים ושידורי לוויינים.