



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

לכבוד:
חברת טלדור
לידי מנחם אהרונב
רכז פרויקט בטיחות - מוקד בקרה

שלום רב,

**הנדון: דו"ח מדידת צפיפות שטף השדה המגנטי בתדרי ELF (רשת חשמל)
ורמת צפיפות הספק שידורי הרדיו סלולר בתדרי RF**

בהתאם לפנייתך, בתאריך 15.12.14 ביצענו בבי"ס דרור סמל מוסד: 310482 שבכתובת רחוב דרור 19, חיפה מדידת שדות מגנטיים בתחום ELF וקרינה אלמ"ג בתחומי הרדיו והסלולר RF.

להלן, פירוט הבדיקות שבוצעו, תוצאות המדידות וסיכום הנתונים שהתקבלו.

1. פרטי מזמין הבדיקה:

שם המבקש	חברת טלדור לידי מנחם אהרונב רכז פרויקט בטיחות - מוקד בקרה
כתובת	אפעל 3, פתח תקווה
טלפון	03-7762925
דואר אלקטרוני	menachema@taldor.co.il
נייד	054-4220183
כתובת מקום המדידות	בי"ס דרור- רחוב דרור 19, חיפה
סוג המדידות	- מדידות רמה של צפיפות שטף שדה מגנטי בתחום תדרי ELF - מדידות רמה של צפיפות הספק שידורי הרדיו סלולר בתחום תדרי RF

2. פרטי מבצע המדידות:

שם מבצע המדידה	ראובן ודש
מס' היתר ELF	5059-01-4
תוקף היתר ELF	30.11.2019
מס' היתר RF	5059-01-6
תוקף היתר RF	30.11.2019



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

3. פרטי מכשיר המדידה:

Aaronia NF- 1010E #33499	מכשיר ELF
27.01.16	תוקף כולל
Aaronia , Germany	מעבדת כולל
10Hz-10khz	טווח מדידה
Aaronia HF-60105#56489	מכשיר RF
19.02.15	תוקף כולל
Aaronia , Germany	מעבדת כולל
1M-9.6GhZ	טווח מדידה

4. אפיון שיטה ומיקום המדידה:

תנאי הסביבה של ביצוע המדידות	קר ובהיר
תיאור מקור שדה ELF	רשת החשמל
תיאור מקור שדה RF	רשת הסלולר
תהליך המדידה	סריקה איטית בגובה משתנה בין 100 ס"מ לגובה השהייה ובסמוך למקורות הקרינה.



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

5. תוצאות מדידת רמות שדה מגנטי ELF:

מס'	נקודת מדידה	אכלוס	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור השדה המגנטי (בס"מ)	גובה המדידה (בס"מ)	עוצמת השדה המגנטי שנמדדה [mG]	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	הטיפול המומלץ
1	חדר מורים	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.2-0.4	לא	-
2	אולם ספורט	אין שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.5	לא	-
3	לוח חשמל ראשי	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	-	-	5-19	לא	-
4	כיתת אולפן	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	-	-	0.2-2.5	לא	-
5	חדר אב בית	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.1-0.3	לא	-
6	ב'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.4-0.6	לא	-
7	ו'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.6	לא	-
8	ה'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.5	לא	-
9	ג'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.2-0.4	לא	-
10	ג'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.5-0.3	לא	-
11	לוח חשמל קומה ב'	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	-	-	7-10	לא	-
12	ב'2 קיר גובל בלוח חשמל	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	-	-	7	כן	יש להזיז את השולחן הקרוב לקיר הגובל עם לוח חשמל
13	ב'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.8-1	לא	-
14	לוח חשמל קומה ג'	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	-	-	1-3.3	לא	-
15	מעבדה	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.5-1	לא	-
16	ד'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.5	לא	-
17	ד'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.5	לא	-
18	א'3	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.5	לא	-
19	מזכירות	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.5-0.6	לא	-



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

מס'	נקודת מדידה	אכלוס	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור השדה המגנטי (בס"מ)	גובה המדידה (בס"מ)	עוצמת השדה המגנטי שנמדדה [mG]	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	הטיפול המומלץ
20	מנהלת	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.4	לא	-
21	מקלט	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.5	לא	-
22	א'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.6	לא	-
23	לוח חשמל	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	-	-	4-7	לא	-
24	גן דולפין	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
25	לוח חשמל קומה ב'	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	-	-	0.5-1	לא	-
26	גן דולפין ב'	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.4-0.6	לא	-
27	א'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.3-0.5	לא	-
28	חדר מועדונית	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.4	לא	-
29	חדר יועצת	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.4	לא	-
30	חדר מחשבים	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	-	0.8-1	לא	-

• תוצאות המדידה נכונות למקום וזמן הבדיקה

6. מרחקי בטיחות שנקבעו בין מתקני חשמל לבניינים ומבנים:

- קו מתח נמוך: 2 מטר ממוליך הפאזה הקרוב.
- קו מתח גבוה (22, 33, 13 קילו-וולט): 3 מטר ממוליך הפאזה הקרוב.
- קו מתח עליון (161 קילו-וולט): 20 מטר מציר הקו.
- קו מתח על (400 קילו-וולט): 35 מטר מציר הקו.
- שנאי חלוקה: 3 מטר מכל חלק של השנאי ושל החוטים היוצאים ממנו.



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

7. הגבלת החשיפה לשדה מגנטי כתלות במשך החשיפה

סביב מתקני חשמל נוצר שדה מגנטי. סוג זה של קרינה הוגדר ע"י ארגון הבריאות העולמי כ"מסרטן אפשרי". ככל שהזרם העובר במתקן גבוה כן גדל השדה המגנטי שנוצר 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 יומה ומעל 5 ימים בשבוע. מגורים, משרדים, מוסדות חינוך, מבני מסחר ותעשייה וכו' נחשבים למקומות בהם החשיפה הינה חשיפה כרונית. קביעת מדד כמותי לסף החשיפה הכרונית חיונית לצורך תכנון הנדסי של מערכות חשמל בסביבת שימושי קרקע לשהות ממושכת, למתן היתרי הקמה והפעלה למתקני חשמל ולשם פרשנות של תוצאות מדידות סביב מתקני חשמל ועוד.

בהתחשב במידע הקיים בתחום במדינות מפותחות ובספים אליהם מתחייבות באופן וולונטארי חברות החשמל במדינות אלה, משרדי הבריאות והגנת הסביבה בישראל הציעו את הערך של 4MG כ- סף המתייחס לממוצע ביממה עם צריכת חשמל מרבית אופיינית.

ערך זה מתבסס על העדר חשש לתחלואה בחשיפה לשדה מגנטי שבממוצע שנתי אינו עולה על 2 מיליגאוס ועל הסטטיסטיקה המראה שהיחס בין הזרם הממוצע ביום עם צריכת שיא הינו פי 2 גבוה יותר מזרם בממוצע השנתי.

בצריכת שיא יומית אופיינית ישנו ניצול של כ-60% מיכולת מערכת החשמל (ישנם מתקנים בהם האחוז 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 ניתן למדוד או להעריך את הזרם העובר במתקן בזמן ביצוע מדידה של החשיפה לשדה מגנטי. בהיעדר נתון זה, כאשר מקור החשיפה הינו מתקן בתוך בניין- הפעלת כל הצרכנים העיקריים בבניין, כגון: מערכת מיזוג האוויר, תהווה ייצוג מספק לקיום התנאי של עומס מרבי בעת המדידה.

ישנם מקומות בהם החשיפה מוגדרת כחשיפה של 24 שעות ביממה, כמו החשיפה בבתי מגורים. עם זאת ישנם מקומות בהם החשיפה מוגבלת וזמן החשיפה מוגדר, כגון: מקומות עבודה, אמצעי תחבורה ציבורית ופרטית, אזורי מעבר וכו'. למרות שאין עדות מובהקת לסוג הקשר בין זמן החשיפה להשפעת החשיפה על הבריאות, מוצע לנקוט בעקרון הזהירות המונעת (principle precautionary) ולהניח כי ישנו קשר ישיר בין משך החשיפה לרמת (מידת) החשיפה. על בסיס הנחה זו, ניתן להשתמש במדד של 4mG בממוצע ביממה, בה הצריכה מרבית, לצורך הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה.

מידע מנחה לתכנון קרבה בין אזור מאוכלס למתקן חשמל

ההצעה המובאת להלן משמשת כמידע מנחה, ומחייבת הפעלת שיקול שעת של כל מי שמתכנן קרבה בין אזור מאוכלס למתקן חשמל- כל מקרה לגופו. לדוגמא, מומלץ שלא להשתמש בסוג זה של ממוצע בכל הקשור לחשיפה במוסדות חינוך בהם לומדים ילדים מתחת לגיל 15.

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

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

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:

$$B_0 = 1mG$$



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

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:

$$B_{\text{ממוצע}} < 4mG$$

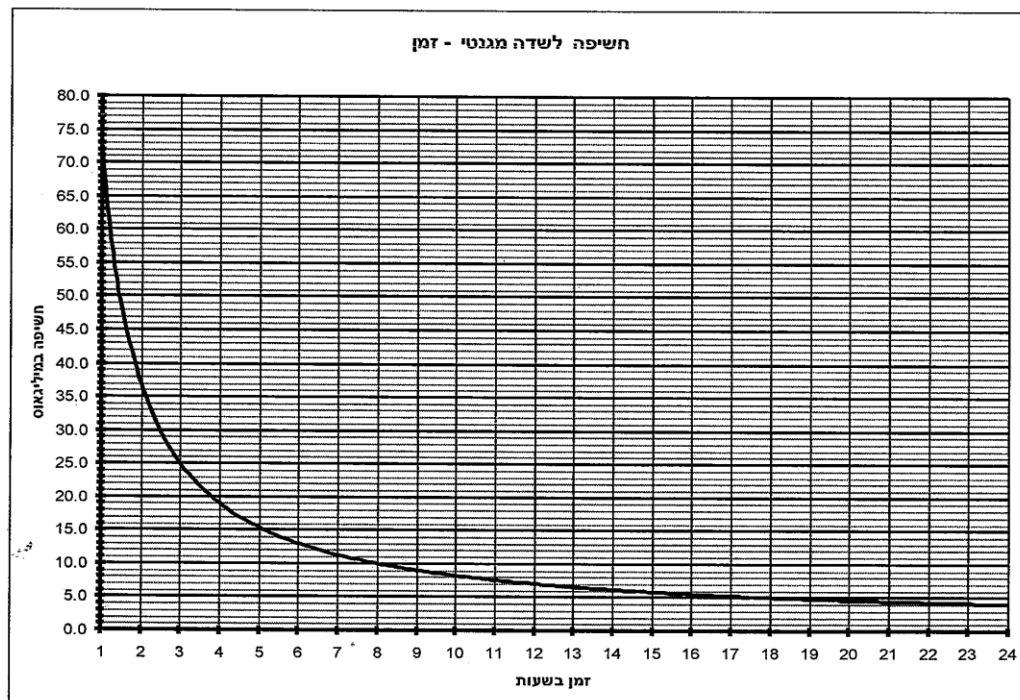
לכן אם ידוע זמן שהייה בשעות ביממה בסמוך למתקן חשמל, יש להגביל את החשיפה, במיליגאוס, ל:

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

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

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

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



ערכים אלו הינם בסיס בקביעת הצורך לטפל בהפחתת החשיפה סביב מתקנים קיימים.

אזהרה: אין להשתמש בנוסחאות אלו עבור זמן שהייה נמוך משעה ביממה ועבור חשיפה של פחות מ-1 מיליגאוס.



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

8. תוצאות מדידת רמות צפיפות ההספק RF:

מס'	נקודת מדידה	אכלוס	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור השדה המגנטי (במטר)	גובה המדידה (בס"מ)	עוצמת הקרינה שנמדדה $[\mu W/cm^2]$	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	הטיפול המומלץ
1	חדר מורים	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.5	לא	-
2	אולם ספורט	אין שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.3	לא	-
3	כיתת אולפן	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.3	לא	-
4	חדר אב בית	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	1	לא	-
5	ב'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	1	לא	-
6	ו'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.8	לא	-
7	ה'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.7	לא	-
8	ג'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.6	לא	-
9	ג'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.8	לא	-
10	ב'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.8	לא	-
11	מעבדה	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	3.5	לא	-
12	ד'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.7	לא	-
13	ד'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	2	לא	-
14	א'3	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.7	לא	-
15	מזכירות	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.6	לא	-
16	מנהלת	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.5	לא	-
17	מקלט	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.8	לא	-
18	א'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.8	לא	-
19	גן דולפין	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.6	לא	-
20	גן דולפין ב'	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.7	לא	-



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

מס'	נקודת מדידה	אכלוס	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור השדה המגנטי (במטר)	גובה המדידה (בס"מ)	עוצמת הקרינה שנמדדה [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$]	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	הטיפול המומלץ
21	א'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	1.5	לא	-
22	חדר מועדונים	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.7	לא	-
23	חדר יועצת	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.3	לא	-
24	חדר מחשבים	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	1	לא	-

• תוצאות המדידה נכונות למקום וזמן הבדיקה.

9. רמות חשיפה מרביות מותרות לקרינה:

רמות חשיפה מרביות מותרות לחשיפה רצופה וממושכת 10% מסך החשיפה הבריאותי			רמות חשיפה מרביות מותרות 30% מסך החשיפה הבריאותי			הקרינה הנוצרת ממקור הקרינה תחום התדרים • $1\text{W}/\text{m}^2 = 100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$
צפיפות הספק (W/m^2)	שדה מגנטי (A/m)	שדה חשמלי (V/m)	צפיפות הספק (W/m^2)	שדה מגנטי (A/m)	שדה חשמלי (V/m)	
$f/2000$	$0.00115\sqrt{f}$	$0.435\sqrt{f}$	$3f/2000$	$0.002\sqrt{f}$	$0.753\sqrt{f}$	400MHz- 2000MHz
1	0.051	19.29	3	0.0885	33.37	מעל 2 GHz

"סף חשיפה בריאותי" - רמות חשיפה מרביות מותרות לחשיפה קצרת מועד של בני אדם לשדות חשמליים, מגנטיים או אלקטרומגנטיים משתנים. בהנחות של הוועדה הבין לאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת לעניין רמות הייחוס לחשיפת הציבור הרחב, לעניין זה, "הנחות הוועדה הבינלאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת"

כפי שאימץ ארגון הבריאות העולמי (WHO - World Health Organization) במהדורה המעודכנת ביותר, ושהעתק מהן ומעדכוניהן יופקד לעיון הציבור במשרדי הממונה ובאתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה.



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

10. הסבר לתקנות הקרינה בתחום הרדיו והסלולאר RF:

ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה המרבית המותרת של בני אדם לקרינה בתחום תדרי הרדיו:

- בתחומי התקשורת הסלולארית דור ראשון (900MHz) ערך הסף $40\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שני (1800MHz) ערך הסף $90\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שלישי (2100MHz) ערך הסף $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- ספים אלו אומצו ע"י המשרד להגנת הסביבה כ-**ספים בריאותיים**.
- קרינת הרקע בבית מגורים טיפוסי בסביבה עירונית אינה עולה על 5 מיקרו וואט לסמ"ר.
- המשרד להגנת הסביבה קבע **סף סביבתי לחשיפה במקומות בהם שוהים אנשים ברציפות לאורך זמן כגון בתוך בתים, משרדים וכד'.** סף זה עומד על עשירית 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 להגנת הסביבה www.sviva.gov.il

11. סיכום ומסקנות:

במדידות שדות מגנטים בתחום ה-ELF **נמצאו חריגות** מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה. רצוי לפעול עפ"י ההמלצות הבאות:

כיתה ב'2- קיר גובל בלוח חשמל: יש להזיז את השולחן הקרוב לקיר הגובל עם לוח חשמל.

במדידות קרינה בתחום ה-RF **לא נמצאו חריגות** מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה.



תאריך: 16.12.14
מס' דו"ח: TL310482

12. המלצות כלליות:

- מומלץ לבצע מדידות קרינה אחת לשנה.
- הרחיקו את מכשיר הסלולר מהגוף ע"י אחזקתו בתיק נפרד או בנרתיק חוסם קרינה.
- הרחיקו את מכשיר הסלולר מהראש ע"י שימוש באוזניות אוויר המרחיקות קרינה.
- צמצמו את כמות ומשך השיחות בסלולר.
- באזורים עם קליטה חלשה המעיטו בשיחות.
- הקפידו שהדיבורית ברכב הינה קבועה בעלת אנטנה חיצונית.
- שימרו על רדיוס של 2 מטר ממיקרוגל בעת הפעלתו.
- שימרו על מרחק בטיחות של $1 <$ מטר משנאים ביתיים, מפזרי חום, אל-פסק, וארונות חשמל.
- בעלי מיטות חשמליות, ריצפת חימום ובית חכם מומלץ לבצע בדיקת קרינה לפני שימוש ראשוני.

בכבוד רב

ראובן ודש