

תאריך: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912

לכבוד:
חברת טלדור
לידי מנחם אהרונוב
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 16.12.14 ביצענו בבי"ס אלון יזרעאל סמל מוסד: 211912 שבכתובת רחוב הגן 13, עפולה 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 אהרונוב רכז פרויקט בטיחות - מוקד בקרה
כתובת	אפעל 3, פתח תקווה
טלפון	03-7762925
דואר אלקטרוני	menachema@taldor.co.il
נייד	
כתובת מקום המדידות	בי"ס אלון יזרעאל- רחוב הגן 13, עפולה
סוג המדידות	<ul style="list-style-type: none">מדידות רמה של צפיפות שטף שדה מגנטי בתחום תדרי ELFמדידות רמה של צפיפות הספק שידורי הרדיו סלולר בתחום תדרי RF

2. פרטי מבצע המדידות:

שם מבצע המדידה	יאיר בן-עזרא
מס' היתר ELF	5020-01-4
תוקף היתר ELF	12.9.17
מס' היתר RF	5020-01-6
תוקף היתר RF	13.1.18



תאריך: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912

3. פרטי מכשיר המדידה:

Aaronia NF -1010 #31470	מכשיר ELF
12.05.2016	תוקף כיוול
Aaronia , Germany	מעבדת כיוול
1Hz – 1Mhz	טווח מדידה
Aaronia hf-4040 #25121	מכשיר מדידה RF
01.01.2015	תוקף כיוול
Aaronia , Germany	מעבדת כיוול
10Mhz – 4Ghz	טווח מדידה

4. אפיון שיטה ומיקום המדידה:

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



תאריך: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912

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 מחשבים	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	2-3.5	לא	-
2	ה'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	2.6	לא	-
3	ב'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.8-2.2	לא	-
4	ה'4	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.6-1.8	לא	-
5	א'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.3	לא	-
6	א'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	2.5-3.6	לא	-
7	ג'3	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	4-6	כן	טיפול תאימות אלמ"ג
8	ב'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.8	לא	-
9	ו'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	4.2-4.7	כן	טיפול תאימות אלמ"ג
10	ג'3 גב לוח חשמל	יש שהייה רציפה	רמות רקע/לוח חשמל	-	60	5.5-7.2	כן	מיגון בגב לוח חשמל
11	ו'3	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	2.6-3.2	לא	-
12	ג'4	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.6-2.9	לא	-
13	ו'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	2.5-4.2	כן	טיפול תאימות אלמ"ג
14	ד'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	3.5-4.7	כן	טיפול תאימות אלמ"ג
15	כיתת ספח	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.8-2.6	לא	-
16	ד'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.6-2.2	לא	-
17	ג'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.8-2.1	לא	-
18	ה'2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	1.8-2.4	לא	-
19	ג'1	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	60	0.5-1	לא	-

• תוצאות המדידה נכונות למקום וזמן הבדיקה

3/9



תאריך: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912

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.

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 יממה 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.



תאריך: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912

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:

$$B_0 \approx 1mG$$

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 השהייה בשעות ביממה בסמוך למתקן חשמל, יש להגביל את החשיפה, במיליגאוס, ל:

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

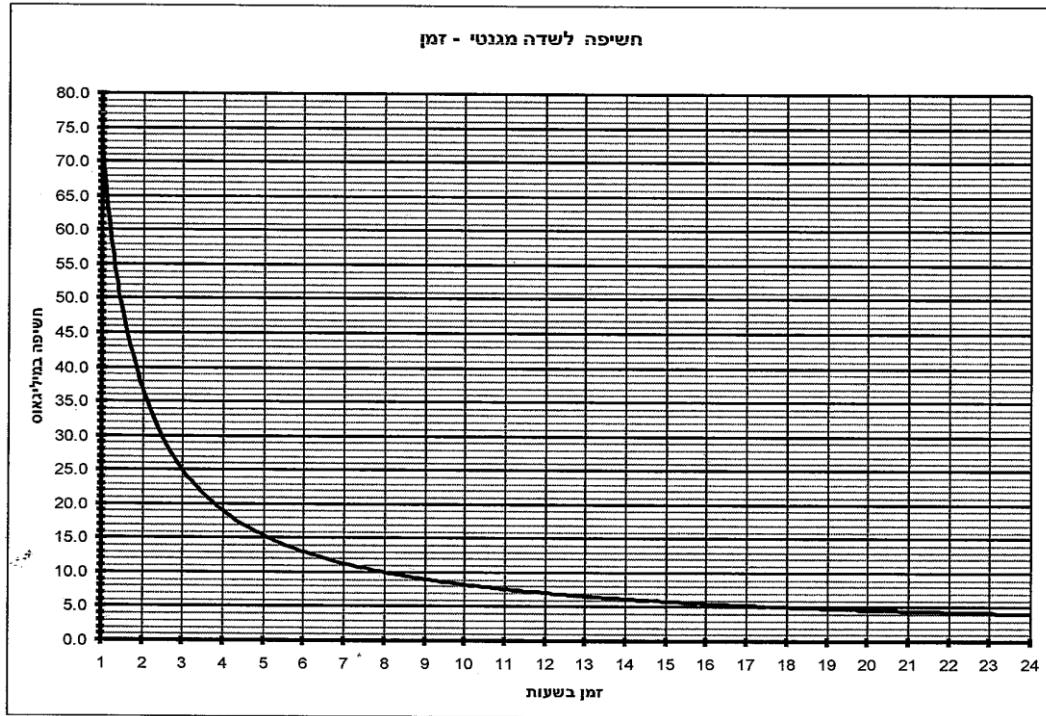
אם ידועה רמת הקרינה B_W , בעקבות חישוב או העקבות מדידה ונרמול לזרם מרבי, יש להגביל את זמן השהייה ל:

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

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



תאריך: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912



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: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912

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 $[\mu\text{W}/\text{cm}^2]$	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	הטיפול המומלץ
1	חדר מחשבים	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.01	לא	-
2	ה'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.02	לא	-
3	ב'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.07	לא	-
4	ה'4	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.03	לא	-
5	א'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.02	לא	-
6	א'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.01	לא	-
7	ג'3	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.07	לא	-
8	ב'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.02	לא	-
9	ו'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.02	לא	-
10	ו'3	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.01	לא	-
11	ג'4	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.02	לא	-
12	ו'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.03	לא	-
13	ד'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.04	לא	-
14	כיתת ספח	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.01	לא	-
15	ד'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.01	לא	-
16	ג'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.01	לא	-
17	ה'2	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.01	לא	-
18	ג'1	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.01	לא	-

• תוצאות המדידה נכונות למקום וזמן הבדיקה.



תאריך: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912

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 $1W/m^2 = 100 \mu W/cm^2$
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. בהנחיות של הוועדה הבין לאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת לעניין רמות הייחוס לחשיפת הציבור הרחב, לעניין זה, "הנחיות 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.

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 $40\mu W/cm^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שני (1800MHz) ערך הסף $90\mu W/cm^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שלישי (2100MHz) ערך הסף $100\mu W/cm^2$
- ספים אלו אומצו ע"י המשרד להגנת הסביבה כ-**ספים בריאותיים**.
- קרינת הרקע בבית מגורים טיפוסי בסביבה עירונית אינה עולה על 5 מיקרו ואט 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



תאריך: 17.12.14
מס' דו"ח: TL211912

11. סיכום ומסקנות:

במדידות שדות מגנטים בתחום ה-ELF נמצאו חריגות מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה. רצוי לפעול עפ"י המלצות הבאות:
ישנם ערכי רקע גבוהים מהמקובל בכל הכיתות בית הספר.
מומלץ לבצע טיפול תאימות אלמ"ג בכיתות: ג'3, ו'2, ו'1, ד'1, וכמו כן מומלץ לבצע מיגון בגב לוח חשמל בכיתה ג'3.

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

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,
יאיר בן-עזרא
יועץ קרינה מוסמך