



כ"ה ניסן, תשפ"ב  
26 אפריל 22

לכבוד:  
מר אהרון ציקורל  
שלום רב

**הנדון: תוצאות מדידת עוצמת צפיפות שטף השדה המגנטי**

**קרינה בתדרי רשת החשמל**

1. בתאריך, 26/4/2022, בשעות 11:30-12:15, בוצעו מדידות של עוצמות צפיפות שטף השדה המגנטי, הנפלט ממקורות חשמל, **לאחר התקנת מערכת לייצור חשמל בשיטה הפוטו וולטאית**, בתיכון אומנויות קריית אונו.
2. ממצאי הדו"ח משקפים את עוצמות צפיפות שטף השדה המגנטי הרגעי, נכון למקום, לזמן ולתנאים בהם נערכו המדידות.
3. ממצאי המדידה עולה כי עצמת צפיפות שטף השדה המגנטי, אינה חורגת, מהערכים המומלצים על ידי המשרד להגנת הסביבה, חוק ותקנות הקרינה הבלתי מייננת (קריטריון הזהירות המונעת בחשיפה לצפיפות שטף השדה המגנטי).
4. עצמת צפיפות שטף השדה המגנטי, מושווה לערך היעד לחשיפת אדם לשדה מגנטי 4mG (ראה גם נספח מצורף).
5. המדידות בוצעו לפי הנחיות המשרד להגנת הסביבה והתוצאות הרשומות בדו"ח הינן התוצאות הגבוהות ביותר שנמדדו באזורי המדידה.

**6. פרטי ההזמנה**

נתון	פרטים
שם הפונה	אהרון
תאריך הבקשה	12/4/2022
כתובת הפונה	
טלפון, פקס	
מספר נייד	050-5760510
דוא"ל	<a href="mailto:aharon@kiryatono.muni.il">aharon@kiryatono.muni.il</a>
תאריך הסיור לביצוע מדידות	26/4/2022
כתובת מקום המדידות	תיכון אומנויות שלמה המלך 31 קריית אונו
תנאי מזג האוויר	אביב, חם ובהיר
נוכחים בזמן המדידה	עופר 050-7203204



### 7. פרטי המודד

נתון	פרטים
שם מבצע המדידה	מהנדס שמואל דוארי
מספר היתר	5156.01.04-היתר שרות ELF
תוקף ההיתר	1/2/2027

### 8. אפיון מכשיר המדידה

ציון	דגם	מספר סידורי	תוקף כיוול עד :	תדרי עבודה
מכשיר	GIGAHERZ NFA400	035000001123	19.5.2022	5HZ-400HZ
גלאי	תלת צירי X,Y,Z	035000001123	19.5.2022	5HZ-400HZ

### 9. סימוכין

- א. ICNIRP GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (1HZ – 100 kHz) PUBLISHED IN: HEALTH PHYSICS 99(6): 818-836; 2010
- ב. ARPANSA (2002), "Measurements of Residential Power Frequency Magnetic Fields", Technical Report 134, ISSN 0157-1400.
- ג. EN 50366 Household and similar electrical appliances – Electromagnetic fields – Methods for evaluation and measurement, March 2005

ד. נוהל מדידת שדות מגנטיים בתחום תדרי ELF מתאריך 25.11.2020.

ה. משרד העבודה, תקנה 5 לתקנות ארגון הפיקוח על העבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים), 1990.

### 10. נרמול וחישוב התוצאות: ביום של צריכת שיא אופיינית קיים ניצול של 60% מיכולת מערכת החשמל

(יש מתקנים שרמת הניצול בהם שונה). אם זרם החשמל בזמן המדידה ידוע או נמדד, יש לנרמל את התוצאה של מדידת החשיפה לפי היחס בין הזרם האופייני היכול לעבור דרך המתקן, לזרם שעבר בו בזמן המדידה. יצוין, כי לא ניתן באופן קבוע למדוד או להעריך את הזרם העובר במתקן בזמן ביצוע מדידת החשיפה לשדה מגנטי. בהעדר נתון זה, או כאשר מקור החשיפה הוא מתקן בתוך בניין, יש להפעיל טרם ביצוע המדידה את כל צרכני החשמל העיקריים במבנה, כגון מערכת מיזוג האוויר, דוד לחימום מים וכד' - מדידה זו תהווה ייצוג מספיק לקיום התנאי של עומס מרבי בעת המדידה.



**11. נתוני מקורות הקרינה**

נתון	פרטים
סוג מתקן החשמל	מערכת P.V להמרת אנרגיה-מונה ייצור-קיר ממירים, ארונות חשמל, כבלי חשמל
שייך ל -	למקום
תנאי ביצוע המדידה	בעומס מלא, מזג אויר אביבי, סביבה עירונית
שיטת המדידה	המדידות בוצעו באמצעות מד עוצמת שדה מכויל למדידה רגעית, על פי נוהל המשרד להגנת הסביבה למדידת צפיפות השטף המגנטי בתדרי החשמל. עוצמות הקרינה נמדדו בגבהים שבין 0.3 עד 1 מטר מהקרקע בדגש על גובה שהייה רציפה. בנקודה בה נמדדה הקרינה הגבוה ביותר, נערכה מדידה מדויקת ונרשם הערך הגבוה ביותר.
הערות	המדידה בוצעה לאחר התקנת מערכת להמרת אנרגית השמש לחשמל בטכנולוגיית PV. פנלים סולאריים מותקנים בגג. קיר ממירים מותקן בגג מעל חדר מדרגות, מונה ייצור מותקן בצמוד לארון חשמל ראשי בגבו כלפי חוץ.

**12. דו"ח מדידות שדה מגנטי**

מס	תיאור מיקום המדידה	סוג האכלוס ברציפות/לא ברציפות	מרחק ממקור הקרינה [במטרים]	גובה נקודת המדידה [במטרים]	צפיפות השטף המגנטי הנמדד [mG]	הערות
1.	מונה ייצור בחדר מדרגות בצמוד לארון חשמל בגבו כלפי חוץ.	לא ברציפות	0.3	1-0.3	47.55	-
2.	מונה ייצור בחדר מדרגות בצמוד לארון חשמל בגבו כלפי חוץ.	לא ברציפות	0.5	1-0.3	29.75	-
3.	מונה ייצור בחדר מדרגות בצמוד לארון חשמל בגבו כלפי חוץ.	לא ברציפות	0.7	1-0.3	16.33	-
4.	מונה ייצור בחדר מדרגות בצמוד לארון חשמל בגבו כלפי חוץ.	לא ברציפות	1	1-0.3	11.72	-
5.	מונה ייצור בחדר מדרגות בצמוד לארון חשמל בגבו כלפי חוץ.	לא ברציפות	1.2	1-0.3	6.18	-
6.	ארון חשמל ראשי בחדר מדרגות בגבו כלפי חוץ	לא ברציפות	0.3	1-0.3	55.20	-
7.	ארון חשמל ראשי בחדר מדרגות בגבו כלפי חוץ	לא ברציפות	0.5	1-0.3	35.44	-
8.	ארון חשמל ראשי בחדר מדרגות בגבו כלפי חוץ	לא ברציפות	0.7	1-0.3	25.46	-



מס	תיאור מיקום המדידה	סוג האכלוס ברציפות/לא ברציפות	מרחק ממקור הקרינה [במטרים]	גובה נקודת המדידה [במטרים]	צפיפות המגנטי הנמדד [mG]	הערות
9.	ארון חשמל ראשי בחדר מדרגות בגבו כלפי חוץ	לא ברציפות	1	1-0.3	14.90	-
10.	ארון חשמל ראשי בחדר מדרגות בגבו כלפי חוץ	לא ברציפות	1.2	1-0.3	6.83	-
11.	קיר ממירים בגג מעל חדר מדרגות	לא ברציפות	0.3	1-0.3	57.67	-
12.	קיר ממירים בגג מעל חדר מדרגות	לא ברציפות	0.5	1-0.3	26.97	-
13.	קיר ממירים בגג מעל חדר מדרגות	לא ברציפות	0.7	1-0.3	15.08	-
14.	קיר ממירים בגג מעל חדר מדרגות	לא ברציפות	1	1-0.3	7.18	-
15.	קיר ממירים בגג מעל חדר מדרגות	לא ברציפות	1.2	1-0.3	3.37	-
16.	מתחת לקיר הממירים בגג על הרצפה	לא ברציפות	-	1-0.3	0.38	-

- ❖ תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה
- ❖ רמות הקרינה האלקטרומגנטית עשויות להשתנות כפונקציה של צריכת הזרם ושימוש במכשירי חשמל.
- ❖ מקדם הנרמול מגורמים חיצוניים- כגון קווי מתח ומתקני חברת החשמל - 1 .
- ❖ ככל שמתרחקים ממקור הקרינה עוצמתה יורדת בריבוע . כלומר , אם התרחקנו מהמקור למרחק שגדול פי שלושה מהמרחק הקודם , עוצמת הקרינה תיחלש בערך פי תשע.



שמוליק דוארי  
יעוץ, מדידה ומיגון קרינה  
בבית ובעבודה  
050-6776638  
Raditech4u@gmail.com



www.raditech.co.il

### 13. תמונות





שמוליק דוארי  
ייעוץ, מדידה ומיגון קרינה  
בבית ובעבודה  
050-6776638  
Raditech4u@gmail.com



www.raditech.co.il



ראדיטק: ייעוץ, מדידה ומיגון קרינה [www.raditech.co.il](http://www.raditech.co.il)  
שמוליק דוארי : פלאפון 050-6776638 טלפון 03-5030920 דואר אלקטרוני – [raditech4u@gmail.com](mailto:raditech4u@gmail.com)



שמוליק דוארי  
ייעוץ, מדידה ומיגון קרינה  
בבית ובעבודה  
050-6776638  
Raditech4u@gmail.com

  
www.raditech.co.il

#### 14. ניתוח תוצאות

תוצאות המדידות עומדות בערכים המומלצים על ידי המשרד להגנת הסביבה, חוק ותקנות הקרינה הבלתי מייננת (קריטריון הזהירות המונעת בחשיפה לצפיפות שטף השדה המגנטי).

המדידות עומדות בהמלצת המשרד להגנת הסביבה. לא נמצאו חריגות.

כל המדידות נמוכות מ- 4 מיליגאוס, הסף המקסימאלי שנקבע ע"י משרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות בישראל לשהייה רציפה וממושכת של 24 שעות ביממה.

#### 15. הסבר לתוצאות

- ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה הרגעית המרבית המותרת של בני-אדם לשדה מגנטי משתנה בתדר 50 הרץ הינה **1000 מיליגאוס**.
- ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי מתקני חשמל החושפים את הציבור לאורך זמן לשדה מגנטי העולה על **4 מיליגאוס** בממוצע שנתי, הינם "גורם אפשרי לסרטן" (Possible Carcinogenic).
- משרד הבריאות בישראל קבע כי חשיפה ממושכת לשדה מגנטי, שאינה עולה על ממוצע יומי של 4 מיליגאוס אינה מהווה סיכון בריאותי. ממוצע יומי זה מחושב על-פי המדידות ביום בו צריכת החשמל הינה צריכת שיא.
- חשיפה לשדה מגנטי של 4 מיליגאוס בממוצע יממתי ביום בו צריכת החשמל בשיאה הינה שוות ערך לחשיפה לשדה מגנטי של 2 מיליגאוס בממוצע שנתי.
- ממחקרים שבוצעו בנושא זה בעולם ומהניסיון שנצבר לאחר ביצוע אלפי מדידות ברחבי הארץ, ניתן ללמוד שהחשיפה הממוצעת ביממה במעל 90% מבתי המגורים אינה עולה על 0.4 מיליגאוס.
- המשרד להגנת הסביבה ממליץ שמתקני חשמל יתוכננו ויופעלו בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, לשם הפחתה ככל האפשר של השדות המגנטיים אליהם נחשף הציבור בישראל ממרכיבים שונים של רשת החשמל.



## 16. המלצות המשרד להגנת הסביבה לגבי רמות חשיפה בתלות זמן חשיפה ביממה

במקומות בהם החשיפה היא בהגדרה על פני 24 שעות ביממה (כמו החשיפה בבית) ובמוסדות חינוך לילדים מתחת לגיל 15 הקרינה לא תעלה על 4 מילי גאוס באף מקום ישיבה / לינה .  
במקום עבודה של 8 שעות רמת החשיפה המקסימאלית המותרת עד 10 מיליגאוס .

1	2	4	6	8	10	12	24	זמן שהייה ממושכת (בשעות)
73mG	37mG	19mG	13mG	10mG	8.2mG	7mG	4mG	רמת החשיפה המותרת

סימוכין – מסמך "הגבלת החשיפה לשדה מגנטי כתלות במשך החשיפה" מיום ה- 24.12.2013

המשרד להגנת הסביבה ממליץ שמתקני חשמל יתוכננו ויופעלו בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, לשם הפחתה ככל האפשר של השדות המגנטיים אליהם נחשף הציבור ממרכיבים של רשת החשמל .

## 17. הגבלת החשיפה לשדה מגנטי כתלות במשך החשיפה

סביב מתקני חשמל נוצר שדה מגנטי. סוג זה של קרינה הוגדר על ידי ארגון 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 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 4mG 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 תוצאה 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



שמוליק דוארי  
ייעוץ, מדידה ומיגון קרינה  
בבית ובעבודה  
050-6776638  
Raditech4u@gmail.com

  
www.raditech.co.il

עקרון הזהירות המונעת ולהניח שקיים קשר ישיר וליניארי בין משך החשיפה לעוצמתה. 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.

אם אדם נמצא בסמוך למתקן חשמל זמן של T שעות מידי יום, החשיפה בסמוך למתקן החשמל הינה Bw והחשיפה בשאר הזמן ביממה הינה B<sub>0</sub> סך כל החשיפה הממוצעת שלו לאורך כל היממה הינה:

$$B = \frac{B_w * T + B_0 * (24 - T)}{24}$$

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:

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

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

$$B_w < 72/T + 1$$

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

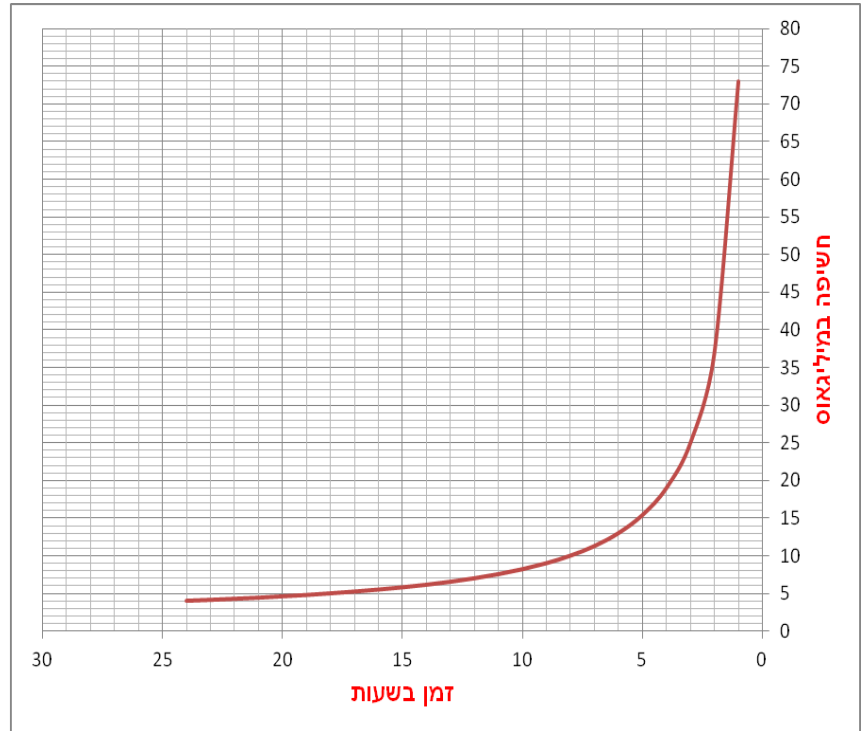
$$T < 72/(B_w - 1)$$

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



שמוליק דוארי  
ייעוץ, מדידה ומיגון קרינה  
בבית ובעבודה  
050-6776638  
Raditech4u@gmail.com

  
www.raditech.co.il



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

### 18. קישורים

- [הגבלת החשיפה לשדה מגנטי בתלות במשך החשיפה](#)
- [הדוח המסכם של ועדת המומחים לעניין שדות מגנטיים](#)
- [מדריך להפחתת החשיפה לשדה מגנטי סביב מתקני חשמל](#)

בכבוד רב  
מהנדס שמוליק דוארי  
יועץ ובודק קרינה מוסמך  
רישיון ELF מס' 5156.01.04  
רישיון RF מס' 5156.01.06

- סוף דוח -