

## דו"ח מדידות

**צפיפות שטף שדה מגנטי בתדר רשת החשמל - ELF  
שמקורו במערכות סולאריות של חברת גרינקו  
אנרג'י אשר הורכבה בבית ספר מקיף שש  
שנתית ע"ש אליעזר בן יהודה,  
רח' ישראל שמיד 26, נס ציונה**



תאריך: 23.09.2022

מס. דו"ח: 220921-3

# מדידות קרינה אמינות = שמירת בטיחות

תאריך: 23.09.2022  
דו"ח מספר: 220921-3

לכבוד:  
מר' רן גסבו  
חברת גרינקו אנרג'י

## הנדון: דו"ח מדידות צפיפות שטף שדה מגנטי בתדר רשת החשמל-ELF

בהתאם לפנייתך, בתאריך 21.09.2022, בין שעה 10:45 לשעה 11:30, ביצענו בבית ספר מקיף שש שנתית ע"ש אליעזר בן יהודה אשר בנס ציונה, רח' ישראל שמיד 26 מדידות צפיפות שטף שדה מגנטי בתדר רשת החשמל – ELF. שמקורו ב מערכת סולארית של חברת גרינקו אנרג'י. להלן, פירוט הבדיקות שבוצעו, תוצאות המדידות וסיכום הנתונים שהתקבלו.

### 1. פרטי מזמין הבדיקה:

|                       |                                                     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| שם המבקש              | מר' רן גבסו בשם הנהלת חברת גרינקו אנרג'י            |
| כתובת                 | רח' רפפורט 3, כפר סבא                               |
| טלפון                 | -----                                               |
| טלפון נייד            | רן - 0529212107                                     |
| דואר אלקטרוני         | ran@greenco-energy.com                              |
| כתובת מקום המדידות    | רח' ישראל שמיד 26 נס ציונה                          |
| סוג המדידות           | מדידות של צפיפות שטף שדה מגנטי בתדר רשת החשמל – ELF |
| המדידות נערכו בנוכחות | מר' רן גסבו                                         |

### 2. פרטי מבצע המדידות:

|                |            |
|----------------|------------|
| שם מבצע המדידה | יוסף יצחק  |
| מס' היתר ELF   | 5044-01-4  |
| תוקף היתר ELF  | 26.01.2024 |

### 3. פרטי מכשירי המדידה:

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| מכשיר ELF  | LANTEX MG2000-TD s.n. 170400110 |
| תוקף כיול  | 22.09.2023                      |
| מעבדת כיול | Hermon Lab. , Israel            |
| טווח מדידה | 30Hz-2Khz                       |

### 4. אפיון שיטה ומיקום המדידה:

|                              |                                                                                                        |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| מיקום המדידות                | בקרבת חלקי מערכת הסולרית (גג בית הספר, חדר חשמל)                                                       |
| תנאי הסביבה של ביצוע המדידות | מעונן חלקית, טמפרטורה 25°C                                                                             |
| תיאור מקור שדה ELF           | ממירים, ארונות של מנתקי מערכת הסולארית, ארון מונה, כבלים חשמליים, קרינת רקע (קרינה ממקורות לא מוגדרים) |
| תהליך המדידה ELF             | סריקה איטית בגובה משתנה בין 100 ס"מ ל-30 ס"מ                                                           |

# מדידות קרינה אמינות = שמירת בטיחות

תאריך: 23.09.2022  
דו"ח מספר: 3-220921

## 5. תוצאות המדידה של צפיפות שטף שדה מגנטי בתדר רשת החשמל - ELF

| # | נקודת מדידה                                                             | תיאור מקור שדה המגנטי העיקרי                      | איכלוס          | מרחק ממקור השדה המגנטי (בס"מ) | גובה המדידה (בס"מ) | צפיפות שטף שדה המגנטי שנמדדה [mG] | צ. שטף שדה המגנטי אחרי נרמול [mG] | האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה? |
|---|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|
| 1 | על גג מבנה בית הספר<br>נ.צ. ITM : N648515<br>E182351. ראה תמונה מס. 1.  | ממיר 1 של מערכת סולארית ג. אנרג'י ראה תמונה מס. 1 | אין שהייה רציפה | 60                            | 100                | 8.5                               | 12.8                              | לא                                       |
| 2 | על גג מבנה בית הספר<br>נ.צ. ITM : N648516<br>E182349. ראה תמונה מס. 1.  | ממיר 1 של מערכת סולארית ג. אנרג'י ראה תמונה מס. 1 | אין שהייה רציפה | 170                           | 100                | 1.8                               | 2.7                               | לא                                       |
| 3 | על גג מבנה בית הספר<br>נ.צ. ITM : N648519<br>E182355. ראה תמונה מס. 1.  | ממיר 2 של מערכת סולארית ג. אנרג'י ראה תמונה מס. 1 | אין שהייה רציפה | 60                            | 100                | 12.5                              | 18.8                              | לא                                       |
| 4 | על גג מבנה בית הספר<br>נ.צ. ITM : N648518<br>E182353. ראה תמונה מס. 1.  | ממיר 2 של מערכת סולארית ג. אנרג'י ראה תמונה מס. 1 | אין שהייה רציפה | 140                           | 100                | 3.0                               | 4.5                               | לא                                       |
| 5 | בחדר חשמל. 0.6 מ' מקיר הדרומי, 2.7 מ' מקיר המערבי ראה תמונה מס. 2       | ארון מנתק אחרי המונה של חח"י ראה תמונה מס. 2      | אין שהייה רציפה | 30                            | 100                | 150.2                             | 225.3                             | לא                                       |
| 6 | בחדר חשמל. 0.9 מ' מקיר הדרומי, 1.5 מ' מקיר המערבי ראה תמונה מס. 2       | ארון המונה של חח"י ושל מ. הסולארי ראה תמונה מס. 2 | אין שהייה רציפה | 30                            | 100                | 57.5                              | 86.3                              | לא                                       |
| 7 | בחדר חשמל. 0.6 מ' מקיר הדרומי, 0.5 מ' מקיר המערבי ראה תמונה מס. 2       | ארון מנתק לפני המונה של חח"י ראה תמונה מס. 2      | אין שהייה רציפה | 30                            | 100                | 62.6                              | 93.9                              | לא                                       |
| 8 | בחדר חשמל באמצע. 1.8 מ' מקיר הדרומי, 2.0 מ' מקיר המערבי ראה תמונה מס. 2 | קרינת רקע                                         | אין שהייה רציפה | ---                           | 100                | 20.5                              | 30.8                              | לא                                       |

• תוצאות המדידה נכונות למקום וזמן הבדיקה.

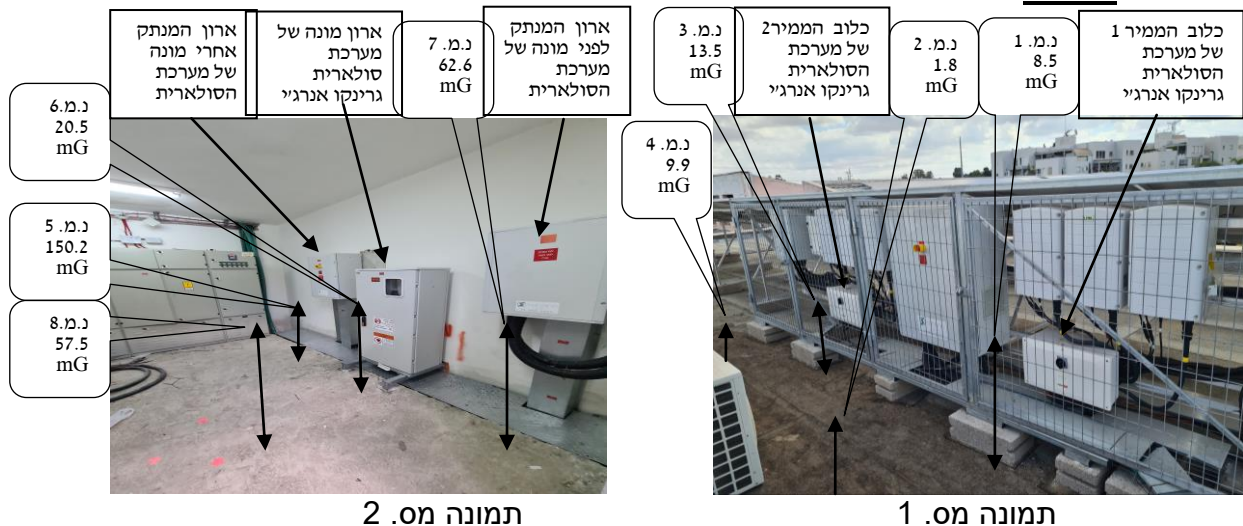
יצחק יוסף  
מודד קרינה מוסמך



# מדידות קרינה אמינות = שמירת בטיחות

תאריך: 23.09.2022  
דו"ח מספר: 3-220921

## 6. תמונות



נספח הסברים וסיכום לדו"ח מדידות צפיפות שטף שדה מגנטי ELF אשר מקורו במערכת סולארית מתוצרת גרין אנרג'י שהורכבה בבית ספר מקיף שש שנתית ע"ש אליעזר בן יהודה, רח' ישראל שמיד 26, נס ציונה

## 1. הגבלת החשיפה לשדה מגנטי בתדר רשת החשמל כתלות במשך החשיפה

סביבת 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. המונח "קרינה בלתי מייננת (non-ionizing radiation – NIR) מתייחס לקרינה אלקטרומגנטית בעלת אנרגיה שאינה מספיקה כדי לייצא אטומים או מולקולות. הספקטרום של קרינה בלתי מייננת כולל את האור האולטרה-סגול, (ultraviolet – UV) את האור הנראה (visible light) ואת הקרינה התת-אדומה (IR- infrared) , גלי מיקרו (microwave – MW) , תדרי רדיו (radio frequency – RF) כולל הקרינה ממתקני תקשורת אלחוטיים, ובכלל זה טלפונים סלולריים ורשתות סלולריות וקרינה בתדרים נמוכים מאוד (extremely low frequency – ELF) הסוכנות הבין-לאומית לחקר הסרטן (International Agency for Research on Cancer – IARC) סיווגה שדות מגנטיים בתחום ה- ELF ושדות אלקטרומגנטיים בתחום ה- RF כמחוללי סרטן אפשריים לאדם (קטגוריה 2B) .

המחקרים האפידמיולוגיים מצביעים על כך, שבחשיפה ממוצעת של 4 מיליגאוס יש פי שניים יותר מקרי לוקמיה אצל ילדים מאשר בחשיפות נמוכות יותר. כמו כן יש ראיות מוגבלות לקיומו של סיכון מוגבר להתפתחות גידולי מוח ממאירים (גליומה) וגידולים שפירים של עצב השמיעה (ניורומה אקוסטית) בקרב המשתמשים בטלפונים סלולריים. מספר מוגבל של מחקרים בחנו את הקשר האפשרי בין חשיפה ל RF-ובין תוצאים בריאותיים שליליים, כגון בעיות פוריות, פגיעה בתפקודי המוח, שיבושים בתפקוד הלב ומחזור הדם, אובדן שמיעה, שינויים בהפרשת הרוק, בהרכבו ובזרימתו, וכן מחלות ניווניות של מערכת העצבים. תוצאות המחקרים שבחנו את השפעת ה RF-על מדדים שונים של איכות הזרע לא היו חד-משמעיות.

## מדידות קרינה אמינות = שמירת בטיחות

תאריך: 23.09.2022

דו"ח מספר: 3-220921

ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה הרגעית המרבית המותרת של בני-אדם לשדה מגנטי משתנה בתדר 50 הרץ הינה **1000 מיליגאוס**.

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 – שהייה של בני אדם דרך קבע במבנה מאוכלס שהוקם כדין, במשך 4 שעות לפחות ביממה, במהלך 5 ימים לפחות בשבוע..

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.

**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 בדירה (מערכות מיזוג אוויר), 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**. ההצעה המובאת להלן משמשת למידע מנחה מתוך 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 שבהם לומדים ילדים מתחת לגיל 15. במקרה זה יש לתכנן שהקרינה בכיתות הלימוד לא תעלה על 4 מיליגאוס בשום מקום ישיבה של הילדים. בשאר האזורים של מוסדות חינוך (מסדרונות, חצרות וכדומה) יש להשתמש במדד של 4 mG בממוצע ביממה שבה צריכת חשמל אופיינית מרבית, לצורך הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה

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:

## מדידות קרינה אמינות = שמירת בטיחות

תאריך: 23.09.2022  
דו"ח מספר: 3-220921

$$B_0 = 1mG$$

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:

$$B_{\text{ממוצע}} < 4mG$$

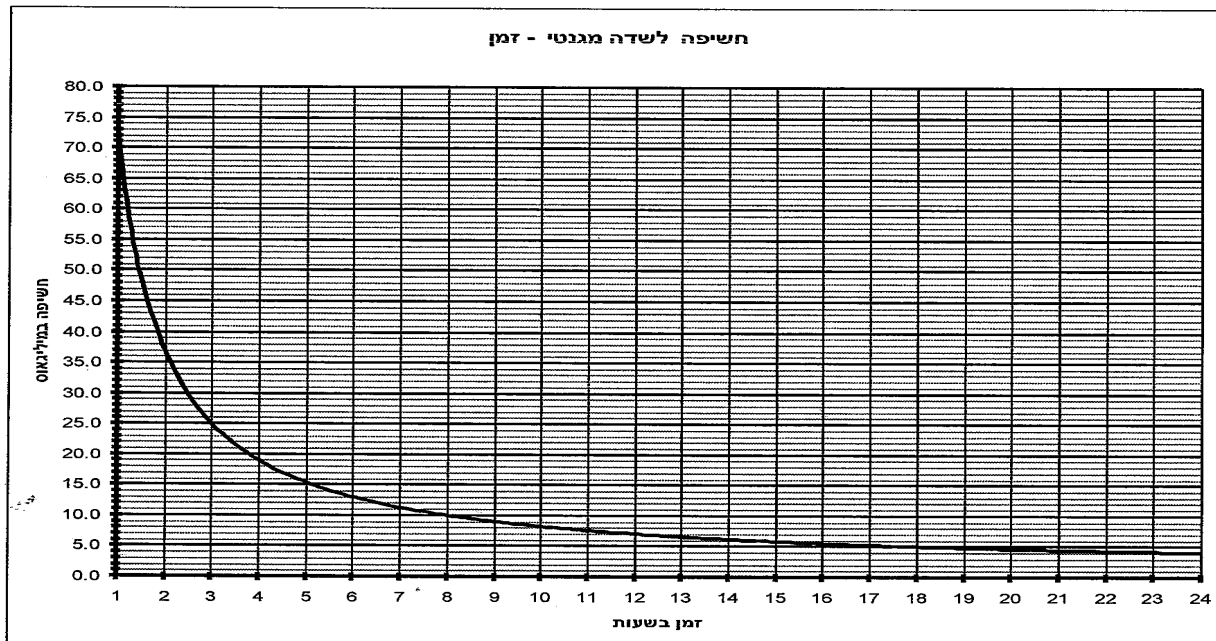
לכן אם ידוע זמן שהייה בשעות ביממה בסמוך למתקן חשמל, יש להגביל את החשיפה, במיליגאוס, ל:

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

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.

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

## מדידות קרינה אמינות = שמירת בטיחות

תאריך: 23.09.2022  
דו"ח מספר: 3-220921

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.

### 2. סיכום ומסקנות:

- נסרקו אזורים סביב הממירים, הכבלים החשמליים של מערכות הסולאריות וארונות החשמל אליהם המערכות הסולאריות מחוברות לצורך מציאת חריגות מהמלצות המשרד להגנת הסביבה.
- המשרד להגנת הסביבה ממליץ שהממיר של מערכת סולרית צריך להיות ממוקם במרחק של 4 מ' מאיזור איפה אנשים שוהים ברציפות וכבלים החשמליים דרכם עובר זרם חילופין בתדר רשת החשמל יעברו במרחק של 0.5 מ' מאזורים הנ"ל.
- בזמן ביצוע המדידות, צרכני החשמל העיקריים (המזגנים) בבית הספר פעלו אבל מזג אוויר היה מעונן חלקית ולכן מערכת הסולארית לא עבדה בעומם מלא ויש צורך בנרמול תוצאות המדידה. אחרי התייעצות עם מר' ארטור קולנגייב, ממונה קרינה בלתי מייננת ממתקני חשמל במשרד להגנת הסביבה, נקבע ערך מקדם נרמול עבור המדידות הנ"ל: 1.5.
- לגבי החשיפה של האוכלוסייה לשדה מגנטי בתדר רשת החשמל (ELF) המשרד להגנת הסביבה ממליץ:
  - א. הרמה המותרת של החשיפה הרגעית המרבית עבור בני אדם, לשדה מגנטי משתנה בתדר רשת החשמל-ELF הינה 1000 mG.
  - ב. בבית מגורים ובכיתות הלימוד, במקומות איפה ילדים תחת גיל 15 שנה שוהים רצוף, החשיפה לא תעלה על 4 mG ( מיליגאוס )
  - ג. במקומות איפה אין שהייה רציפה של ילדים תחת גיל 15 ( מקומות עבודה, משרדים, פרודורים, חצרות וכו' ), יש להשתמש בממד של 4 מיליגאוס בממוצע ביממה שבה צריכת חשמל אופיינית מרבית, לצורך הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה. לדוגמה:
    - בנ.מ. 8 (אמצע חדר החשמל) לא מומלץ לשהות יותר מ- 2.4 שעות ביממה. לפי:  $T=72/(30.8 - 1)= 2.4 \text{ hours}$
- במדידות צפיפות שטף שדה מגנטי בתדר רשת החשמל-ELF לא נמצאו חריגות מהמלצות המשרד להגנת הסביבה ולכן אין צורך לבצע פעולות להפחתת צפיפות שטף שדה המגנטי.

### 3. המלצות כלליות:

אם רוצים להנמיך כמה שאפשר את החשיפה לשדה מגנטי בתדר רשת החשמל-ELF רצוי לפעול על פי ההמלצות הבאות:

- שימרו על מרחק בטיחות של יותר ממטר מארונות חשמל, משנאים ביתיים, מפזרי חום, ספקי אל-פסק וממערכת להגברת הקול בעמדות מחשב.
- שימרו על רדיוס של 2 מטר ממיקרוגל בעת פעולתו.
- בעלי מיטות חשמליות, ריצפת חימום ובית חכם מומלץ לבצע בדיקת קרינה לפני שימוש ראשוני.

יוסף יצחק  
מודד קרינה מוסמך

