

לכבוד  
אנרגיה סולרית לישראל בע"מ

שלום רב,

הנדון: מדידת שדה מגנטי בתחום תדרי רשת החשמל (ELF)

1. מצ"ב פרוטוקול המדידות של השדה המגנטי

שם המבקש	אנרגיה סולרית לישראל בע"מ
כתובת	רח' בן גוריון 1, רמת גן
טלפון	073-7803786
נייד	
פקס/ email	info@israelse.com
תאריך ביצוע המדידות	06.04.2021
כתובת מקום המדידות	בית הספר אילן רמון, רח' אז"ר 18, כפר סבא
המדידות נערכו בנוכחות	טל- חברה כלכלית כפר סבא
סוג המדידות	מדידות שדה מגנטי מרשת החשמל

שם מבצע המדידה	דן צ'קוליב
מס' ההיתר	2030-01-4
תוקף ההיתר	29/07/2024

### אפיון שיטה, מיקום המדידה

מוסד חינוך	תאור מקום המדידה
גובה המבנה מעל רצפה 1 מ'	תנאי ביצוע מדידה
תנאי מזג אוויר: בהיר, עומס מרבי אופייני	
מערכת סולרית	המקור השדה

### אפיון מכשיר המדידה

Aaronia AG, Spectran NF-5020 S/n 05839	מכשיר תוצרת חברת דגם:
16/07/2021	תוקף הכיול של המכשיר

### שיטת מדידת הקרינה

מערכות הפאנלים הסולריים ממוקמות בגגות המבנה מעל הכיתות. אין גישה לתלמידים לגגות, ולכן נערכו בדיקות באזורים הנגישים לתלמידים וסמוכים לפאנלים. כלומר: בקומות העליונות של המבנים. בנקודה בה נמדדה הקרינה הגבוהה ביותר, נערכה מדידה מדויקת ונרשם הערך הגבוה ביותר.

תוצאות המדידות נבחנו ביחס להנחיות המומלצות כיום ע"י המשרד להגנת הסביבה. כמו כן מצויים הסברים ותקנות בנספחים שבדו"ח המצורף, ויש גם אפשרות למצוא הסברים נוספים בנושא זה באתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה [www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il)

### דו"ח מדידות שדה מגנטי בניין 3 מערבי

מס'	שם הנקודה	מאוכלס ברציפות	שדה מגנטי	מרחק הנקודה ממקור	גובה נקודת המדידה
			mG	m	m
מקומות אחרים					
1	מסדרון ליד לוח חשמל סולארי	לא	1.1	רקע	0
2	מחסן ליד קיר גובל עם לוח חשמל	לא	8.5	רקע	0
3	מסדרון מתחת לממירים	לא	0.1	רקע	-3
חדר אחות מתחת לממירים					
4	אזור צפוני	כן	0.1	רקע	-3
5	אזור דרומי	כן	0.1	רקע	-3
6	אזור מזרחי	כן	0.1	רקע	-3
7	אזור מערבי	כן	0.1	רקע	-3
8	מרכז החדר	כן	0.1	רקע	-3
כיטה ט'-1					
9	אזור צפוני	כן	0.1	רקע	-3
10	אזור דרומי	כן	0.1	רקע	-3
11	אזור מזרחי	כן	0.2	רקע	-3
12	אזור מערבי	כן	0.1	רקע	-3
13	מרכז החדר	כן	0.2	רקע	-3
כיטה ט'-2					
14	אזור צפוני	כן	0.1	רקע	0
15	אזור דרומי	כן	0.1	רקע	0
16	אזור מזרחי	כן	0.1	רקע	0
17	אזור מערבי קרוב ללוח חשמל סולארי	כן	0.6	רקע	0
18	מרכז החדר	כן	0.1	רקע	0

❖ תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה.

## דו"ח מדידות שדה מגנטי בניין 5 מזרחי

מס'	שם הנקודה	מאוכלס ברציפות	שדה מגנטי	מרחק הנקודה ממקור	גובה נקודת המדידה
			mG	m	m
מקומות אחרים					
1	מסדרון ליד לוח חשמל סולארי	לא	1.4	רקע	0
2	מחסן ליד קיר גובל עם לוח חשמל	לא	1.7	רקע	0
3	מסדרון מתחת לממירים	לא	0.2	רקע	-3
ממ"ד מעבדה 1 קרוב ללוח חשמל סולארי					
4	אזור צפוני	כן	0.8	רקע	0
5	אזור דרומי	כן	0.7	רקע	0
6	אזור מזרחי	כן	0.2	רקע	0
7	אזור מערבי	כן	1.2	רקע	0
8	מרכז החדר	כן	0.6	רקע	0
מעבדה 2 מתחת לממירים					
9	אזור צפוני	כן	1.3	רקע	-3
10	אזור דרומי	כן	0.5	רקע	-3
11	אזור מזרחי	כן	0.8	רקע	-3
12	אזור מערבי	כן	0.5	רקע	-3
13	מרכז החדר	כן	0.7	רקע	-3
חדר 40 הכנה					
14	אזור צפוני	כן	0.2	רקע	-3
15	אזור דרומי	כן	0.7	רקע	-3
16	אזור מזרחי	כן	1.3	רקע	-3
17	אזור מערבי	כן	0.2	רקע	-3
18	מרכז החדר	כן	0.5	רקע	-3

❖ תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה.

## דו"ח מדידות שדה מגנטי בניין 6 דרומי

מס'	שם הנקודה	מאוכלס ברציפוס	שדה מגנטי	מרחק הנקודה ממקור	גובה נקודת המדידה
			mG	m	m
מקומות אחרים					
1	חדר חשמל 80 ליד לוח חשמל סולארי 0.5 מ'	לא	27.8	0.5	0
2	חדר חשמל 80 ליד לוח חשמל סולארי 1 מ'	לא	13.1	1	0
3	מסדרון ליד קיר גובל עם לוח חשמל סולארי 0.5 מ'	לא	16.6	0.5	0
4	מסדרון ליד קיר גובל עם לוח חשמל סולארי 1 מ'	לא	3.8	1	0
5	שירותים ליד ברזייה	לא	3.0	0.5	0
6	שירותים ליד כיור	לא	4.5	0.5	0
7	מסדרון מתחת לממירים	לא	0.4	רקע	-3
כיתה חדרי-5 קרוב לחדר חשמל					
8	אזור צפוני	כן	0.1	רקע	0
9	אזור דרומי	כן	0.1	רקע	0
10	אזור מזרחי	כן	0.3	רקע	0
11	אזור מערבי	כן	0.2	רקע	0
12	מרכז החדר	כן	0.2	רקע	0

❖ תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה.

### תמונות מאתר המדידה





## הסבר לתוצאות המדידה

- ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת **החשיפה הרגעית** המרבית המותרת של בני-אדם לשדה מגנטי משתנה בתדר 50 הרץ, הינה **2000 מיליגאוס**, לשדה חשמלי **5000 V/m**.
- הארגון הבינלאומי לחקר הסרטן (IARC) קבע כי מתקני חשמל החושפים את הציבור **לאורך זמן** לשדה מגנטי ממוצע (על פני 24 שעות) העולה על **2 מיליגאוס** הינם "גורם אפשרי לסרטן" (Possible Carcinogenic).
- ממחקרים שבוצעו בנושא זה בעולם ומהניסיון שנצבר לאחר ביצוע מאות מדידות ברחבי הארץ, ניתן ללמוד שהחשיפה הממוצעת **בתוך מרבית בתי המגורים** בארץ ובעולם, היא **בין 0.4 ל 2.0 מיליגאוס**.
- לפי המלצות של משרד להגנת הסביבה, שדה מגנטי במקומות שהות אנשים 8 שעות לא צריך לעבור **10 מיליגאוס**.
- משרדי הבריאות והגנת הסביבה הציעו את הערך **4 מיליגאוס** כ-50 המתייחס לממוצע ביממה עם צריחת חשמל מרבית אופיינית.
- במקרה מוסדות חינוך שלומדים בהם ילדים מתחת לגיל 15 יש לתכנן כך שבכיתות הלימוד הקרינה לא תעלה באף מקום ישיבה על **4 מיליגאוס**.
- המשרד לאיכות הסביבה ממליץ שמתקני חשמל יתוכננו ויופעלו בהתאם לעקרון הזהירות המונעת, לשם הפחתה ככל האפשר של השדות המגנטיים אליהם נחשף הציבור ממרכיבים השונים של רשת החשמל.

## סיכום הבדיקה

מסקנות והמלצות

1. ההסבר לתוצאות המדידה ניתן ע"י המשרד להגנת הסביבה בפרק ניתוח תוצאות המדידה.
2. רמת הקרינה המומלצת לחשיפת האוכלוסייה ע"פ ארגון הבריאות לחקר הסרטן (IARC) (והמשרד להגנת הסביבה בישראל הינו **4 מיליגאוס** בחשיפה ל 8 שעות לאדם ביממה).
3. בכל החדרים שנבדקו נמדדו ערכים נמוכים ביחס למה שקובע המשרד להגנת הסביבה כערך סף, וזאת על סמך המלצות ארגון הבריאות העולמי (ראה דוח תוצאות).
4. לאור תוצאות הבדיקות ניתן לקבוע כי המערכות הסולריות אינן מגבירות את עוצמת הקרינה מעל רמת הרקע המקובלת.

באפשרותך למצוא הסברים נוספים בנושא באתר האינטרנט של המשרד לאיכות הסביבה

[www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il)

אשמח לעמוד לרשותך במידת הצורך.

בכבוד רב,

דן צ'קולייב .

גלוריה  
בדיקות קרינה  
834081423

## נספח א'

### קרינה ממתקנים פוטו-וולטאיים

טכנולוגיה פוטו-וולטאית מאפשרת המרת קרינת אור לחשמל. עקב הגדרתן של שדות אלקטרומגנטיים כגורם מסרטן אפשרי, קובע המשרד להגנת הסביבה קריטריונים על מנת להפחית את החשיפה להם.

טכנולוגיה פוטו-וולטאית מאפשרת המרת קרינת אור לחשמל. מערכת פוטו-וולטאית כוללת תא, מודול, ממיר, מצבר ובקר.

- **התא** כולל שתי שכבות דקות של מוליך למחצה, לרוב סיליקון. שכבה אחת טעונה חיובית ושכבה אחת טעונה שלילית. כאשר המוליכים למחצה מוארים נוצר שדה חשמלי הגורם לתנועת אלקטרונים ול"חורים" בין שתי השכבות, ונוצר זרם חשמלי ישר. ככל שהאור חזק יותר נוצר זרם גבוה יותר.
- **המודול** מחבר כמה תאים ליחידה אחת לייצור זרם חשמלי גבוה המספיק להפעלת מכשירים חשמליים ביתיים. מספר המודולים נקבע לפי כושר הייצור של המערכת המתוכננת.
- **הממיר** הופך את הזרם הישר לזרם חילופי בתדר שמספקת רשת החשמל הארצית – 50 הרץ.
- **המצבר** אוגר את האנרגיה המיוצרת בשעת האור, כדי שאפשר יהיה להשתמש בחשמל שנוצר גם בשעות החושך.
- **הבקר** מגן על המצבר מפני טעינת יתר או חוסר טעינה, ומודד את כמות החשמל שיוצרה או נוצלה.

מבין כל הרכיבים שכוללת המערכת הפוטו-וולטאית, הרכיב היחיד המייצר שדה אלקטרומגנטי הוא הממיר. מכיוון שארגון הבריאות העולמי (WHO) הגדיר שדות אלקטרומגנטיים כגורם מסרטן אפשרי, יש להגביל את החשיפה לשדות כאלה. עמדת המשרד להגנת הסביבה היא כי קרינה בלתי מייננת הנפלטת ממתקן פוטו-וולטאי אינה מסכנת את בריאות הציבור כל עוד הממיר מותקן במרחק של 4 מטר לפחות מאזור שבו שוהים אנשים באופן קבוע.

נכון להיום הממירים החדשים משוכללים יותר והרכבי האלקטרוניים שבהם מבטיחים עוצמות שטף מגנטי נמוכות. כדוגמה, עבור ממיר בעל הספק בין 4-10 KW, המרחק בטיחותי הינו 0.5 מ'.

## נספח ב'

מדינת ישראל  
המשרד להגנת הסביבה



אגף מניעת רעש וקרינה

ז' תשרי תשע"ד  
11 ספטמבר 2013

### הגבלת החשיפה לשדה מגנטי כתלות במשך החשיפה

#### האגף למניעת רעש וקרינה - המשרד להגנת הסביבה

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 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 4 mG 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. בהעדר 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 (Precautionary principle) ולהניח כי ישנו יחס 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.

המשרד להגנת הסביבה  
وزارة حماية البيئة  
Ministry of Environmental Protection



שלום עם הסביבה

כנפי נשרים 5, גבעת שאול, ת.ד. 34033 ירושלים, מיקוד 95464  
טלפון 02-6495869 פקס 02-6495868

[www.sviva.gov.il](http://www.sviva.gov.il)

אתרי המשרד להגנת הסביבה  
• עברית • אנגלית • ערבית • לילדים: gov



### מידע מנחה לתכנון קרבה בין אזור מאוכלס למתקן חשמל

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

$$B_0 = 1mG$$

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:

$$B_{\text{ממוצע}} < 4mG$$

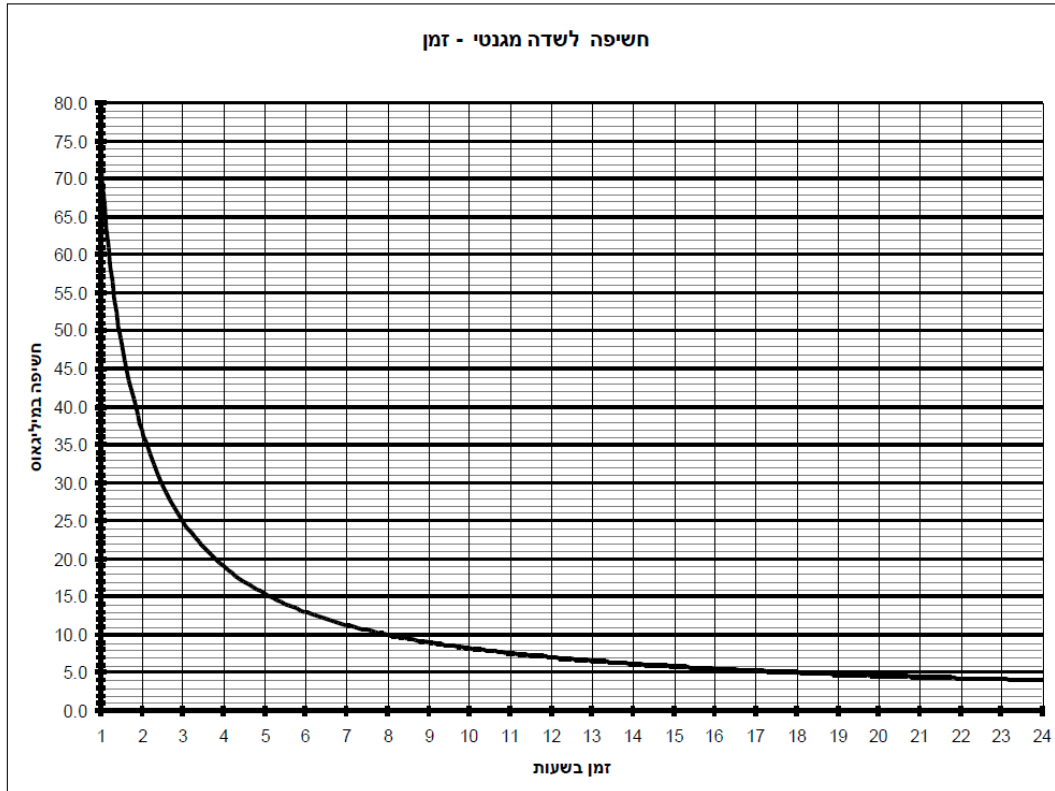
לכן, אם ידוע זמן השהייה, בשעות ביממה בסמוך למתקן חשמל, יש להגביל את החשיפה, במיליגאוס, ל:

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

אם ידועה רמת הקרינה  $B_w$ , בעקבות חישוב או בעקבות 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.



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.

# נספח ג'



מדינת ישראל  
STATE OF ISRAEL

משרד הבריאות, ירושלים  
Ministry of Health  
Jerusalem

המנהל הכללי  
Director General

י"ב אייר תשע"א  
16 מאי, 2011  
אסמכתא: 13 - 103/255824 (מ)  
(במסגרת: ציין אסמכתא)

לכבוד  
עוזי אמונה שפר (קארן)  
מנכ"לית המשרד להגנת הסביבה

שלום רב,

הנדון: אמדת משרד הבריאות בנוגע לקרינת ELF מרשת החשמל

קיימתי דיון עם אנשי המקצוע בנושא זה. ההבדלים בין הדו"ח שהציג ד"ר שטרן לבין ההמלצות עליהן הוחלט בשיתוף פנויה בין משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה (כפי שמשתקפות במכתב המשותף שלכתב עם ד"ר יוסי נגבר בתאריך 24/1/2011, מצורפים).

ההבדל העיקרי, הינו בכך שהוועדה ממליצה על שאיפה לנרד "למך ככל האפשר" ואילו אנו החלטנו על המלצה לקביעת תקן מספרי. אנו סבורים כי אין לשנות את המלצות משרד הבריאות כפי שצוינו במכתב. (זאת מהנימוקים הבאים:

1. אין אפשרות פנויה ללא קביעת תקן מספרי.
2. לאחר שקיבלת הנדויות המדויקות הקיימות עד כה, אנו נומדים מאחורי ההמלצה לרמת חשיפה מרבית מתחת של 4 מיליגאוס לבו חשיפה רצופה וממושכת, ושל 2,000 מיליגאוס לבו חשיפה קצרת מועד.
3. יש להגדיר במפורש כל חשיפה של אדם בדירת מגורים, מוסד חינוך, מוסד לקשישים, בית חולים, משרד או שטח ציבורי פתוח המשמש כגן משחקים תחשב כחשיפה רצופה וממושכת, ללא קשר למשך זמן החשיפה היומית או השבועי.
4. כיוון שהמלצותינו מבוססות על שיקולים רפואיים, לא ייתכן לקבוע תקן שונה למתקנים קיימים (חדשים). נשמא זה יסופל במסגרת קביעת מרחות הזמנים, כפי שיוצג לתוך התחשבות בשיקולי ישומות).

לפיכך אני מציע להפוך מחדש (בחתימה משותפת את נמדתנו, כפי שלכתבה בנכר ביום 24.1.11

לכבוד רב,

פרופ' רוני גונן

הערת: ד"ר בנז לב, המנהל למנכ"ל  
פרופ' איתמר גרוסו, ראש שירותי בריאות הציבור  
פרופ' סיגל סדצקי, מנהלת היחידה לאפידמיולוגיה של סרטן ושל קרינה, מכון גרטנר