

תאריך: 12.09.2022
מס' דוח: 2220449



דוח מדידת שדה המגנטי ELF וקרינה אלמ"ג בתחומי תדרי RF (רשת החשמל ורדיו, סלולר) מרכז חדשנות בית ברל

לכבוד:	ארז ציטון
חברה:	החברה הכלכלית לפיתוח דרום השרון
תפקיד:	-
מספר נייד:	03-9000546
כתובת מקום המדידה:	בית ברל
דוא"ל:	erez@ds Sharon.org.il

1. פרטי הבדיקה:

בהתאם לפנייתך בתאריך 11.09.2022 בשעה 10:00 ביצענו במרכז חדשנות שבבית ברל, מדידת שדה מגנטי בתדר רשת החשמל (ELF) וקרינה אלמ"ג בתחומי תדרי ב-RF (רדיו, הסלולר).

1.1 פרטי מבצע המדידה:

שם מבצע המדידה:	גל עוז
מספר היתר ELF:	5050-01-4
תוקף היתר ELF:	07.11.2023
מס' היתר RF	5050-01-6
תוקף היתר RF	07.11.2023

1.2 פרטי מכשיר המדידה:

שם מכשיר ELF:	Gigaertz Solutions -NFA 1000
תוקף כיול המכשיר:	15.12.2022
מס' סידורי:	035000001066
טווח תדרי מדידה:	5Hz-1000Hz
שם מכשיר RF:	NARDA EF 1891
תוקף כיול המכשיר:	16.12.2023
מס' סידורי:	G-0106
טווח תדרי מדידה:	3Mhz-18GHz

1.3 אפיון שיטה ומיקום המדידה:

חם ובהיר 28°	תנאי סביבה בזמן המדידה:
50Hz	תחום תדר ELF:
לוחות חשמל, רקע של חלל החדרים	תיאור מקור הקרינה (ELF):
רקע סלולרי	תיאור מקור הקרינה (RF):
ביצוע סריקה איטית בגבהים משתנים בין 30 ס"מ ל-100 ס"מ בדגש על גובה שהייה הרציפה, בסמוך למקורות הקרינה ואזורי שהייה רציפה.	אופן ביצוע המדידה (ELF):
- ביצוע סריקה כאשר המכשיר מראה את התוצאה הרגעית - מדידה ראשונית מס' שניות עד לקבלת תוצאה יציבה - ביצוע סריקה איטית בגבהים משתנים, בדגש על גובה שהייה הרציפה, בסמוך למקורות הקרינה ואזורי שהייה רציפה. - אם נמדד בין $4-10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ יש לבצע מדידה ממוצעת למשך דקה - אם נמדד מעל $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ יש לבצע מדידה ממוצעת למשך 6 דקות - אם התקבלה תוצאת מדידה העולה על $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, הדו"ח ישלח מיידית למשרד להגנת הסביבה.	אופן ביצוע המדידה (RF):

2. תוצאות מדידת רמות שדה המגנטי בתדר רשת החשמל ELF:

מס'	נקודת המדידה	אכלוס	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור הקרינה (בס"מ)	גובה המדידה (בס"מ)	צפיפות השדה המגנטי (mG)	חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?
1	רחבת כניסה	כן	רקע	-	100	0.3-0.4	לא
2	ארון חשמל	לא	ארון חשמל	30	100	6-8	לא
3	ארון חשמל	לא	ארון חשמל	60	100	3-4	לא
4	חדר עיצוב דיגיטלי	כן	רקע	-	100	0.2-0.5	לא
5	סדנה רב תכליתית	כן	רקע	-	100	0.1-0.2	לא

הערה: תוצאות הבדיקה נכונה אך ורק למקום ולזמן המדידה.

3. תוצאות מדידת רמות צפיפות ההספק קרינת RF:

מס'	נקודת המדידה	אכלוס	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור הקרינה (בס"מ)	גובה המדידה (בס"מ)	עוצמת הקרינה שנמדדה ($\mu W/cm^2$)	חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?
1	רחבת כניסה	כן	רקע סלולרי	-	100	0.01	לא
2	ארון חשמל	לא	רקע סלולרי	-	100	0.01	לא
3	חדר עיצוב דיגיטלי	כן	רקע סלולרי	-	100	0.01	לא
4	סדנה רב תכליתית	כן	רקע סלולרי	-	100	0.01	לא

הערה: תוצאות הבדיקה נכונה אך ורק למקום ולזמן המדידה.

4. סיכום ומסקנות:

- בתחום מדידת שדות מגנטיים בתדר רשת החשמל (ELF) לא נמצאו חריגות מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה.
- בתחום תדרי ה-RF לא נמצאו חריגות מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה.

בתחום מדידת שדות מגנטיים בתדר רשת החשמל ELF:

- החשיפה המקסימלית באזורים שמיועדים לשהייה ממושכת של אנשים היא 0.5mG , ערך זה נמדד בחדר עיצוב דיגיטלי, ועומד בהמלצות של המשרד להג"ס לחשיפה ממושכת של אנשים.

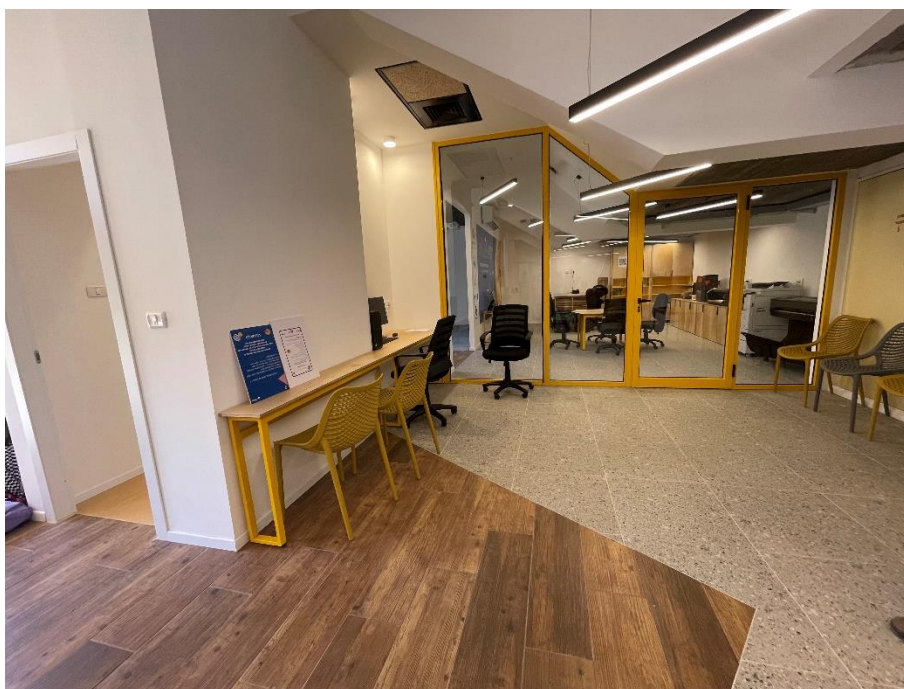
בתחום תדרי ה-RF:

- בתחום תדרי RF רמות הקרינה המרביות שנמדדו בזמן המדידה בתחומי המגרש $0.01\mu\text{W}/\text{cm}^2$, רמות אלו אינן חורגות מהמלצות של המשרד להגנת הסביבה לחשיפה ממושכת (10% מהסף בריאותי).

5. המלצות:

- אין צורך לנקוט בשום אמצעי היות ואין חריגות מהמלצות של המשרד להגנת הסביבה.

6. צילומים במקום המדידה:



7. הסבר לתוצאות המדידה רשת סלולר RF :

- ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה המרבית המותרת של בני אדם לקרינה בתחום תדרי הרדיו, בתדרים 800-2000MHz היא $400-1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ לפי הנוסחה $f/2$. סף זה אומץ ע"י המשרד להגנת הסביבה כסף בריאותי.
- קרינת הרקע בבית מגורים טיפוסי בסביבה עירונית אינה עולה על $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.
- המשרד להגנת הסביבה קבע סף סביבתי לחשיפה במקומות בהם שוהים ברציפות לאורך זמן כגון בתים, משרדים וכדומה. סף זה עומד על עשירית מהסף שקבע ארגון הבריאות העולמי.

8. חשיפה לקרינה אלקטרומגנטית בתדר ELF רשת החשמל:

המשרד להגנת הסביבה פועל על פי עיקרון הזהירות המונעת, ואחת ממטרותיו העיקריות היא למזער ככל האפשר, באמצעים הטכנולוגיים הקיימים ובעלות סבירה, את חשיפת הציבור לקרינה אלקטרומגנטית ולצמצם את השטח שבו חלות מגבלות בנייה בגלל הקרינה. רמת השדה האופיינית אינה עולה על 0.4 מיליגאוס.

המשרד להגנת הסביבה פועל על פי "עיקרון הזהירות המונעת". אחת ממטרותיו העיקריות היא למזער ככל האפשר, באמצעים הטכנולוגיים הקיימים ובעלות סבירה, את חשיפת הציבור לקרינה אלקטרומגנטית ולצמצם את השטח שבו חלות מגבלות בנייה בגלל החשיפה לקרינה. רמת השדה המגנטי האופיינית אינה עולה על 0.4 מיליגאוס. בשנת 2005 דנה ועדת מומחים בנושא חשיפת הציבור לקרינת שדות מגנטיים מרשת החשמל. בעקבות מסקנות הוועדה, פרסם המשרד להגנת הסביבה [המלצות](#), שמטרתן הפחתה של חשיפה לקרינה מרשת החשמל, זמנית או קבועה, של הציבור בכלל וילדים בפרט, לקרינת שדות מגנטיים מרשת החשמל. המלצות הוועדה התייחסו לחשיפה לערכים ממוצעים של עוצמת קרינת שדה מגנטי מרשת החשמל, הגבוהים מהערכים שהוזכרו בספרות המקצועית כעלולים להגביר את הסיכון לבריאות. נכון להיום, אין תקנות מכוח חוק הקרינה הבלתי מייננת הקובעות סף לעוצמת השדה המגנטי. קיימות המלצות לסף של 1000 מיליגאוס לחשיפה אקוטית קצרת טווח ([חשיפה רגעית](#)). כן קיימת המלצה לתכנון של מתקני חשמל לפי סף לחשיפה ממושכת של 2 מיליגאוס ממוצעת על פני שנה, או 4 מיליגאוס ממוצע ביום בו החשיפה היא הגבוהה ביותר. בשלב זה מטפלים במתקני חשמל קיימים כאשר בראש סדר העדיפויות עומדים מתקנים הגורמים לחשיפה ממוצעת מעל 4 מיליגאוס.

תחנות השנאה (טרנספורמציה)

תחנות השנאה רבות נבנות בקרבת בתי מגורים. המשרד להגנת הסביבה אינו קובע מיקום של מתקני השנאה, אלא ממליץ לתכנן ולהפעיל בהתאם לעקרונות שקבעה ועדת המומחים. המשרד ממליץ לגורמי תכנון ולחברת החשמל לבצע, לפני הפעלת המתקן, הערכת סיכונים ולחשב רמות השדה המגנטי הצפויות ממתקן השנאה או לבצע מדידות שדה מגנטי עוד לפני אכלוס המבנים. לפניכם קובץ הנחיות תכנוניות לחדרי שנאים.

הקריטריונים למרחק בין מתקני חשמל ובנייני מגורים

מרחקי ההפרדה בין מתקני חשמל ושימושי קרקע רגישים, כמו מגורים, מוסדות חינוך וכו', תלויים במספר רב של גורמים כמו סוג המתקן, הזרם החשמלי שזורם דרכו, גובה שימושי הקרקע ביחס לחוטים שדרכם עובר הזרם, סידור החוטים וכו'. מתקין מתקן החשמל חייב לשמור בין המתקן לקו בניין מרחק שמטרתו למנוע סיכון להתחשמלות ובנוסף לתכנן את המתקן כך שהשדה המגנטי הנוצר סביבו יהיה הנמוך ביותר שהטכנולוגיה הקיימת, בעלות סבירה, מאפשרת.

9. היתרים והנחיות קרינה בלתי מייננת:

המשרד להגנת הסביבה נותן היתרי קרינה מכוח חוק הקרינה הבלתי מייננת. כל מקור קרינה חייב לעמוד בדרישות המקצועיות של המשרד ולא לגרום בתנאי הפעלה מרביים, לחשיפת הציבור לרמות קרינה מעל הרמות המותרות שנקבעו.

על פי חוק הקרינה הבלתי מייננת התשס"ו - 2006, לא יקים אדם מקור קרינה, לא יפעיל מקור קרינה ולא יתן שירות למדידת קרינה, אלא אם כן בידו היתר הקמה, היתר הפעלה או היתר למתן שירות, לפי העניין, שנתן לו ממונה לפי הוראות חוק זה, ובהתאם לתנאיו.

"היתר הקמה" – בקשת ההיתר צריכה להישלח עוד בשלב התכנוני של מתקן החשמל בליווי חוות דעת וסקר מקיף של האזור המיועד להקמת המתקן לשם קבלת צפי חשיפה של האזורים הסמוכים לשדות מגנטיים ממתקן זה.

"היתר הפעלה" – לאחר קבלת היתר ההקמה והקמת המתקן בפועל והפעלתו יש להגיש בקשה להיתר הפעלה קבוע.

היתרי הקמה והפעלת מתקנים

היתרי הקמה והפעלת מתקנים מתייחסים למקורות קרינה או סוג מסוים של מקורות קרינה קבלת היתר קרינה בלתי מייננת מותנה בכך שמולאו כל התנאים שצוינו בהיתר הקמה, ובאישור הממונה במשרד להגנת הסביבה, אשר בדק ואשר את דוח מדידות הקרינה סביב מקור הקרינה תוקף ההיתרים נקבע בתקנות והוא משתנה בין 5 ל-25 שנים בהתאם לסוג המקור ופרמטרים נוספים.

הערכה של רמות החשיפה לקרינה ומדידות של רמות קרינה סביב מקור קרינה מבוצעות על ידי **בעלי היתר למתן שירות בדיקות קרינה בלתי מייננת** שקיבלו היתר לכך מהמשרד להגנת הסביבה ובאופן מדגמי על ידי המשרד להגנת הסביבה בעצמו.

בתכנון מתקן חשמל חדש כגון חדר שנאים על מתקן החשמל, האדריכל ויועץ הקרינה להפעיל שיקול דעת לשם מניעת חשיפת אוכלוסייה או עובדים לרמות שטף מגנטי מעבר ל 2 מיליגאוס ממוצע שנתי (4 מיליגאוס ממוצע בצריכת שיא) ובעמדות עבודה חשיפה של פחות מ 5.2 מיליגאוס חשיפה שנתית ל 8 שעות עבודה.

על פי עיקרון הזהירות המונעת התכנון הטוב ביותר הינו למנוע קרבה בין אזור מאוכלס למתקן חשמל. באזורי עבודה יש לתכנן כי מקום עבודה שבו עובדים 5 ימים בשבוע, וישנה שהייה רצופה של מעל 4 שעות.

לא ייחשף עובד בעמדה זו לרמת ממוצע שנתית של 5.4mG (מיליגאוס).

10. הגבלת החשיפה לשדה מגנטי במשך החשיפה:

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.

לצורך תכנון הנדסי של מערכות חשמל בסביבת שימושי קרקע לשהות ממושכת, לצורך מתן היתרי הקמה והפעלה למתקני חשמל, לצורך פרשנות של תוצאות מדידות סביב מתקני חשמל וכו' יש לקבוע מדד כמותי. בהתחשב במידע הקיים, בפרקטיקה במדינות מפותחות ובספים אליהם מתחייבות באופן וולונטארי חברות חשמל במדינות מפותחות, משרדי הבריאות והגנת הסביבה הציעו את הערך של 4mG כסף לממוצע ביממה עם צריכת חשמל אופיינית מרבית.

הערך הזה מתבסס על העדר חשש לתחלואה בחשיפה לשדה מגנטי שבממוצע שנתי אינו עולה על 2mG והסטטיסטיקה המראה שהיחס בין הזרם הממוצע ביום עם צריכת שיא הינו פי 2 גבוה יותר מזרם בממוצע השנתי.

ביום עם צריכת שיא טיפוסית קיים ניצול של 60% מיכולת מערכת החשמל (יש 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 מספיק לקיום התנאי של עומס מרבי בעת המדידה.

יש מקומות בהם החשיפה הינה בהגדרה חשיפה של 24 שעות ביממה, כמו החשיפה בבית. יחד עם זאת יש מקומות בהם החשיפה הינה 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 בעקרון ההיזהרות ולהניח קשר ישיר וליניארי בין משך החשיפה לעצמתה. בהנחה זו ניתן להשתמש במדד של 4mG בממוצע ביממה בה הצריכה מרבית, לצורך הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה.

ההצעה להלן משמשת למידע 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 בהם לומדים ילדים שמתחת לגיל 15.

במקרה זה יש לתכנן כך שבכיתות הלימוד הקרינה לא תעלה באף מקום ישיבה על 4mG.

אם אדם נמצא בסמוך למתקן חשמל שקורן בתדר ELF לזמן של T שעות מידי יום, החשיפה בסמוך למתקן החשמל הינה B_w והחשיפה בשאר הזמן ביממה הינה B_0 מכאן נובע שסך כל החשיפה הממוצעת שלו לאורך כל היממה הינה:

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

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 השהיה, בשעות ביממה, בסמוך למתקן חשמל, יש להגביל את החשיפה, במיליגאוס,

$$B_w < \frac{72}{T} + 1 - \text{ל-}$$

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

$$T < \frac{72}{B_w - 1} - \text{ל-}$$

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

טבלת רמות החשיפה המותרת ביחס לזמן החשיפה – במקומות עבודה עבור הציבור הרחב

חשוב לקחת בחשבון שמחוץ לשעות העבודה החשיפה אינה 0, אלא רמה בסיסית של **1[mG]** ולכן תחושב החשיפה על פי הנוסחה הבאה $B=72\backslash T+2$

שעות	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
B[mG]	4	4.1	4.2	4.4	4.6	4.7	5	5.2	5.5	5.8	6.1	6.5	7	7.5	8	9	10	11.2	13	15.4	19	25	37	72

11. רמות חשיפה מרביות מותרות לקרינה עפ"י המשרד להגנת הסביבה קרינה סלולרית RF:

למידע נוסף ניתן להיכנס לאתר המשרד להגנת הסביבה בלינק המצורף:

<http://www.sviva.gov.il/subjectsEnv/Radiation/Radiation/non-ionising/Documents/radiation%20exposure%20levels%20chart.pdf>

תוספת ראשונה

(סעיף 2)

רמות חשיפה מרביות מותרות לקרינה

רמות חשיפה מרביות מותרות לחשיפה רצופה וממושכת (10% מסך החשיפה הבריאות)			רמות חשיפה מרביות מותרות (30% מסך החשיפה הבריאות)			
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)	הקרינה הנוצרת ממקור הקרינה תחום התדרים
-	0.5	8.7	-	1.5	26.1	100kHz – 150kHz
-	0.073/f	8.7	-	0.219/f	26.1	0.15MHz – 1MHz
-	0.073/f	8.7/√f	-	0.219/f	26.1/√f	1MHz – 10MHz
0.2	0.023	8.85	0.6	0.04	15.33	10MHz – 400MHz
f/2000	0.00115√f	0.435√f	3f/2000	0.002√f	0.753√f	400MHz–2000MHz
1	0.051	19.29	3	0.0885	33.37	2GHz– 300GHz

בתוספת זו –

"צפיפות הספק" – שטף (flux) אנרגיה הנמדד ביחידת שטח מוגדרת, במשך יחידת זמן;

"f" – תדר השידור ביחידות המצוינות בטור א'.

$$1 \text{ W/m}^2 = 100 \mu\text{W/cm}^2$$

רשת סלולר	תדרי עבודה	עוצמת הקרינה מרבית מותרת (צפיפות הספק)
סף סביבתי – אזורים מאוכלסים ברציפות (10% מהסך הבריאות)		
דור 1	800 MHz	40μW/cm ²
דור 2	1800 MHz	90μW/cm ²
דור 3	2100 MHz	100μW/cm ²
סף סביבתי – אזורים שאינם מאוכלסים ברציפות (30% מהסך הבריאות)		
דור 1	800 MHz	120μW/cm ²
דור 2	1800 MHz	270μW/cm ²
דור 3	2100 MHz	300μW/cm ²