



07.01.2025

לכבוד :
עיריית הוד השרון
שלום רב,

**הנדון: דו"ח מדידת צפיפות הספק שידורי סלולר בתדרי RF
ורמת מדידת צפיפות שטף השדה המגנטי בתדרי ELF (רשת חשמל)**

בהתאם לפנייתך, בתאריך **07.01.2025** בצעתי סיור מדידות קרינה, בבית הספר המגן ברחוב המגן 32 בהוד השרון. להלן, פירוט הבדיקות שבוצעו, תוצאות המדידות וסיכום הנתונים, מערכות ביה"ס פועלות באופן שגרתי הופעלו מערכות מיזוג ותאורה. רמות צפיפות הספק בתחומי שידור אלחוטי RF. ורמת מדידת צפיפות שטף השדה המגנטי בתדרי ELF.

1. פרטי מזמין המדידה:

שם המבקש	עיריית הוד השרון
כתובת מקום המדידה	בבית הספר המגן ברחוב המגן 32 בהוד השרון.
תאריך ביצוע המדידות	07/01/2025
שם המלווה	אם הבית
סוג המדידות	מדידות רמה של צפיפות הספק שידורי סלולר בתחום תדרי RF מדידת צפיפות שטף השדה המגנטי בתדרי ELF (רשת חשמל).

2. פרטי מבצע המדידה:

שם מבצע המדידה	ליאור ברסלר
מס' היתר RF	5215-01-6
תוקף היתר RF	23.07.2028
מס' היתר ELF	5215-01-4
תוקף ההיתר ELF	04.05.2028



3. פרטי מכשיר המדידה:

TENMARS TM-192D	סוג ודגם המכשיר המדידה - ELF
210301111	מספר סידורי
14.11.2026	תוקף כיוול
חרמון מעבדות	מעבדת כיוול
30HZ-2000HZ	טווח מדידה ELF

TENMARS TM-196	סוג ודגם המכשיר המדידה - RF
230300159	מספר סידורי
14.11.2026	תוקף כיוול
חרמון מעבדות	מעבדת כיוול
10MHz~8GHz	טווח מדידה RF

4. אפיון שיטה ומיקום המדידה:

מבנה בה"ס, מזג אוויר בהיר, 21 מעלות	תיאור הסביבה של ביצוע המדידות
שידור אלחוטי ורשת החשמל	תיאור מקור שדה ELF, RF
סריקה איטית בגובה משתנה בין 1 מ' לגובה השהייה ומול מקורות הקרינה. הערך הגבוהה המתקבל הינו התוצאה.	תהליך המדידה



תוצאות מדידת רמות שדה מגנטי ממקורות חשמל (ELF)

מבנה הנהלה

תיאור נקודת מדידה	סוג האכלוס (ברציפות/לא ברציפות)	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור השדה המגנטי במטרים (m)	גובה במטרים (m)	צפיפות השטף המגנטי הנמדד (mG)	האם חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?
קומת קרקע						
1.	לא ברציפות	לוח חשמל	0.3-2	1	18-2	לא
2.	לא ברציפות	גב לוח חשמל	0.3-1.4	1	13-2	לא
3.	לא ברציפות	לוח חשמל	0.3-1.1	1	12-2	לא
4.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.5	לא
5.	לא ברציפות	גב לוח חשמל	0.3	1	2.5	לא
6.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.5	לא
7.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא
8.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.5	לא
9.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.5	לא
קומה 1						
10.	לא ברציפות	לוח חשמל	0.3	1	4	לא
11.	לא ברציפות	גב לוח חשמל	0.3	1	1.5	לא
12.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא
13.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא
14.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא



מבנה כיתות ה-1

תיאור נקודת מדידה	סוג האכלוס (ברציפות/לא ברציפות)	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור השדה המגנטי במטרים (m)	גובה במטרים (m)	צפיפות השטף המגנטי הנמדד (mG)	האם חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?
קומת קרקע						
1.	לא ברציפות	לוח חשמל	0.3-0.7	1	8-4	לא
2.	לא ברציפות	גב לוח חשמל	0.3-1	1	10-2	לא
3.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.6	לא
4.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא
5.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא
6.	ברציפות	רמות רקע	-	1	1.5	לא
קומה 1						
7.	לא ברציפות	לוח חשמל	0.3-0.7	1	6-2	לא
8.	לא ברציפות	גב לוח חשמל	0.3-1	1	9-2	לא
9.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא
10.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא
11.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.3	לא
12.	ברציפות	רמות רקע	-	1	0.5	לא



מבנה כיתות ג-ד

האם חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	צפיפות השטף המגנטי הנמדד (mG)	גובה במטרים (m)	מרחק ממקור השדה המגנטי במטרים (m)	תיאור מקור הקרינה העיקרי	סוג האכלוס (ברציפות/לא ברציפות)	תיאור נקודת מדידה	
						קומת קרקע	
לא	14-4	1	0.3-1.4	לוח חשמל	לא ברציפות	מבואת שירותים	13.
לא	12-2	1	0.3-2	גב לוח חשמל	לא ברציפות	מבואת כניסה	14.
לא	2	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ג'3	15.
לא	1.5	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ג'2	16.
לא	0.7	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ג'1	17.
לא	0.5	1	-	רמות רקע	ברציפות	מרחב מוגן	18.
						קומה 1	
לא	10-2	1	0.3-1	לוח חשמל	לא ברציפות	מבואת שירותים	19.
לא	4-2	1	0.3-0.5	גב לוח חשמל	לא ברציפות	מבואת כניסה	20.
לא	1	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ד'3	21.
לא	1	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ד'2	22.
לא	1	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ד'1	23.
לא	1	1	-	רמות רקע	ברציפות	מרחב מוגן	24.



מבנה חטיבה צעירה

האם חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	צפיפות השטף המגנטי הנמדד (mG)	גובה במטרים (m)	מרחק ממקור השדה המגנטי במטרים (m)	תיאור מקור הקרינה העיקרי	סוג האכלוס (ברציפות/לא ברציפות)	תיאור נקודת מדידה	
לא	4	1	1	לוחות חשמל	לא ברציפות	חדר חשמל	.1
לא	0.3	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה 2	.2
לא	0.3	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה 4	.3
לא	0.3	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה 6	.4
לא	0.3	1	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה 7	.5
לא	0.3	1	-	רמות רקע	ברציפות	מרחב מוגן	.6

- התוצאות נכונות למקום המדידה וזמן הבדיקה.



תוצאות מדידת רמות צפיפות ההספק (RF)

מבנה הנהלה

תיאור מיקום המדידה	סוג האכלוס (ברציפות/לא ברציפות)	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור הקרינה במטרים (m)	גובה המדידה במטרים (m)	עוצמת קרינה מקסימלית [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$]	האם חורג מהמלצות המשורז להגנת הסביבה?
						קומת קרקע
.1	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
.2	ברציפות	נתב אלחוטי	1.5	1.5	0.2	לא
.3	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
.4	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
.5	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
						קומה 1
.6	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
.7	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
.8	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא



מבנה כיתות ה-1

האם חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	עוצמת קרינה מקסימלית [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$]	גובה המדידה במטרים (m)	מרחק ממקור הקרינה במטרים (m)	תיאור מקור הקרינה העיקרי	סוג האכלוס (ברציפות/לא ברציפות)	תיאור מיקום המדידה	
						קומת קרקע	
לא	0.1	1.5	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ה'3	.1
לא	0.1	1.5	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ה'2	.2
לא	0.1	1.5	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ה'1	.3
לא	0.2	1.5	1.5	נתב אלחוטי	ברציפות	מרחב מוגן	.4
						קומה 1	
לא	0.1	1.5	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ו'3	.5
לא	0.2	1.5	1.5	נתב אלחוטי	ברציפות	כיתה ו'2	.6
לא	0.1	1.5	-	רמות רקע	ברציפות	כיתה ו'1	.7
לא	0.1	1.5	-	רמות רקע	ברציפות	מרחב מוגן	.8



מבנה כיתות ג-ד

תיאור המדידה	סוג האכלוס (ברציפות/לא ברציפות)	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור הקרינה במטרים (m)	גובה המדידה במטרים (m)	עוצמת קרינה מקסימלית [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$]	האם חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	
קומת קרקע							
1.	כיתה ג'3	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
2.	כיתה ג'2	ברציפות	נתב אלחוטי	1.5	1.5	0.2	לא
3.	כיתה ג'1	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
4.	מרחב מוגן	ברציפות	נתב אלחוטי	1.5	1.5	0.2	לא
קומה 1							
5.	כיתה ד'3	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
6.	כיתה ד'2	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
7.	כיתה ד'1	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
8.	מרחב מוגן	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא

מבנה כיתות ג-ד

תיאור המדידה	סוג האכלוס (ברציפות/לא ברציפות)	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור הקרינה במטרים (m)	גובה המדידה במטרים (m)	עוצמת קרינה מקסימלית [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$]	האם חורג מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	
1.	כיתה 2	ברציפות	נתב אלחוטי	1.5	1.5	0.2	לא
2.	כיתה 4	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
3.	כיתה 6	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
4.	כיתה 7	ברציפות	רמות רקע	-	1.5	0.1	לא
5.	מרחב מוגן	ברציפות	נתב אלחוטי	1.5	1.5	0.2	לא

• התוצאות נכונות למקום המדידה וזמן הבדיקה.

תמונות ממקום המדידה

ערך מתקבל בכיתה ג'2



לוח חשמל במזכירות



הסבר לתוצאות המדידה בתחום RF:

ארגון הבריאות העולמי (WHO) אשר אימץ את המלצות הועדה הבינלאומית לקרינה בלתי מייננת (ICNIRP) קבע כי רמת החשיפה המרבית אשר מותרת לבני האדם בתחום תדרי הרדיו (סלולר) הינה:

נתוני סף הבריאות העולמי אשר אומץ ע"י המשרד להגנת הסביבה-

- בתחומי התקשורת הסלולארית דור ראשון (800MHz) ערך הסף $400\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שני (1800MHz) ערך הסף $900\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שלישי (2100MHz) ערך הסף $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$

המשרד להגנת הסביבה אף החמיר וקבע סף חשיפה סביבתי:

1. סף חשיפה סביבתי לאזורים שאינם מאוכלסים ברציפות:

המשרד להגנת הסביבה קבע כי אזורים שאינם מאוכלסים ברציפות לאורך זמן כגון: מדרכות, חצרות, פארקים וגגות. סף זה עומד על 30% מהסף הבריאותי שקבע ארגון הבריאות העולמי.

נתוני סף סביבתי באזורים שאינם מאוכלסים ברציפות-

- בתחומי התקשורת הסלולארית דור ראשון (800MHz) ערך הסף $120\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שני (1800MHz) ערך הסף $270\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שלישי (2100MHz) ערך הסף $300\mu\text{W}/\text{cm}^2$

2. סף סביבתי באזורים המאוכלסים ברציפות:

הגדרתו בחוק הקרינה הינו- חשיפה במשך 4 שעות לפחות ביממה במשך 5 ימים בשבוע. לרבות דירת מגורים, מוסדות חינוך, בתי חולים, משרדים. סף זה עומד על 10% מהסף הבריאותי שקבע ארגון הבריאות העולמי.

נתוני סף סביבתי באזורים המאוכלסים ברציפות-

- בתחומי התקשורת הסלולארית דור ראשון (800MHz) ערך הסף $40\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שני (1800MHz) ערך הסף $90\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שלישי (2100MHz) ערך הסף $100\mu\text{W}/\text{cm}^2$

כמקדם בטחון, נהוג לאמץ את הסף המחמיר ביותר(הנמוך ביותר) שהוא $40\mu\text{W}/\text{cm}^2$

קרינת הרקע בבתי מגורים טיפוסי בסביבה עירונית אינה עולה על $5\mu\text{W}/\text{cm}^2$



הסבר לתוצאות המדידה בתחום ELF:

1. מרחק בין מתקני חשמל חדשים למבנים קיימים:

המרחקים בין מתקן חשמל לקו בניין מוסדרים בהיתרים שניתנים למתקני החשמל והם:
קו מתח נמוך: 2 מטר ממוליך הפאזה הקרוב.
קו מתח גבוה (33, 22, 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.
חדר שנאים עם שנאי אחד: 3 מטר מכל חלק של חדר השנאים.
חדר שנאים עם 2 שנאים: 5 מטר מכל חלק של חדר השנאים.
חדר שנאים עם 3 שנאים: 6 מטר מכל חלק של חדר השנאים.

מרחק בין מבנים חדשים למתקני חשמל קיימים:

מתכנן שימושי קרקע רגישים חייב למנוע מצב שבו המרחק בין אזורים שנועדו לשהייה ממושכת יהיו כאלה שעלולים לגרום לחשיפה לשדה מגנטי העולה על 4 מיליגאוס בממוצע ביממה שבה צריכת חשמל אופיינית מרבית. לרוב המרחקים הנדרשים הם:

קו מתח נמוך: 3 מטר ממוליך הפאזה הקרוב.
קו מתח גבוה (33, 22, 13 קילו-וולט): 6 מטר ממוליך הפאזה הקרוב.
קו מתח עליון (161 קילו-וולט): 50 מטר מציר הקו.
קו מתח על (400 קילו-וולט): 60 מטר מציר הקו.
חדר שנאים: 10 מטר מכל חלק של החדר.

אפשר לצמצם מרחקים אלו על ידי הפעולות האלה:

ביצוע מדידות ונרמול התוצאות לפי הזרם האופייני המרבי למתקן.
ביצוע חיזוי לפי המאפיינים הספציפיים של המתקן.
תיאום עם בעל המתקן לנקיטת אמצעים להפחתת החשיפה.



2. 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, 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. 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 mGauss כסף 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 (principle precautionary) ולהניח כי ישנו קשר ישיר בין משך החשיפה לרמת (מידת) החשיפה. על בסיס הנחה זו, ניתן להשתמש במדד של 4 mGauss בממוצע ביממה, בה הצריכה מרבית, לצורך

הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה.

3. 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_{AVG}

$$B_{AVG} = \frac{B_W \cdot T + B_0 \cdot (24 - T)}{24}$$

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 1 mG 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:

$$B_{AVG} < 4$$

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

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

T - זמן בשעות
B_W - רמת הקרינה

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

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

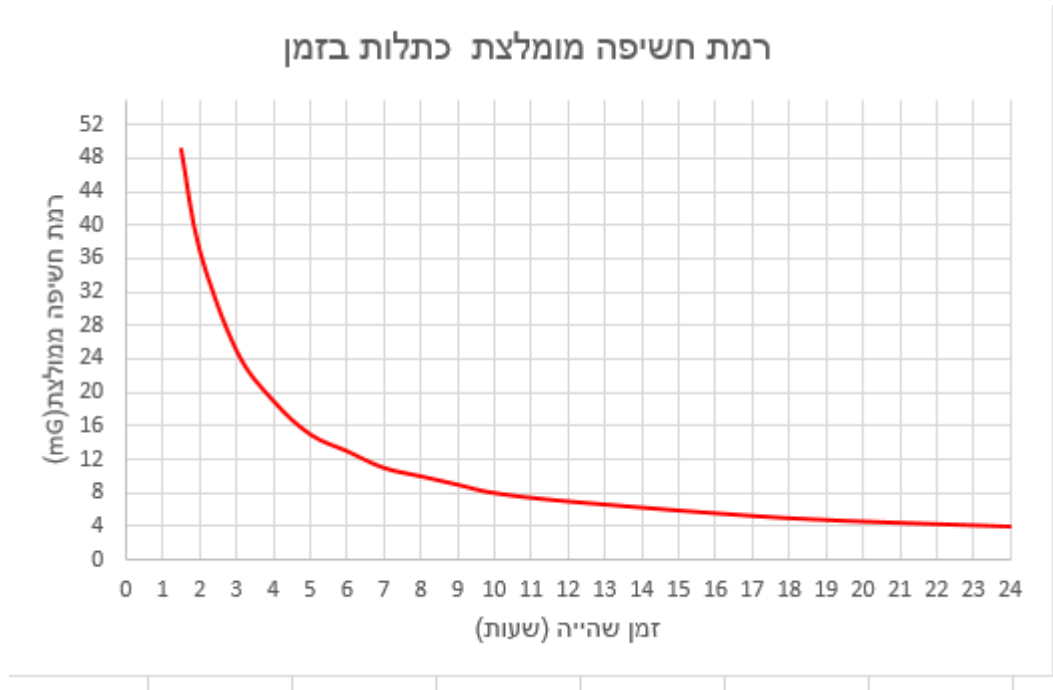
T - זמן בשעות
B_W - רמת הקרינה

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

אין להשתמש בנוסחאות אלו עבור זמן שהיה נמוך משעה ביממה ועבור חשיפה של לפחות 1 מיליגאוס.



רמת חשיפה מומלצת כתלות בזמן



זמן שהייה (שעות)	רמת חשיפה (mG)
1.5	49
2	37
3	25
4	19
5	15
6	13
7	11
8	10
9	9
10	8
12	7
18	5
24	4

*עבור בתי מגורים ומוסדות חינוך יש להניח חשיפה של 24 שעות, כלומר ממוצע יומי של 4mG

ניתן למצוא הסברים נוספים בנושא באתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה www.sviva.gov.il



סיכום ומסקנות:

1. במדידות שדות מגנטים בתחום ה- ELF **לא נמצאו חריגות** מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה.
2. במדידות צפיפות ההספק בתחום ה- RF **לא נמצאו חריגות** מסף החשיפה המומלץ של המשרד להגנת הסביבה.

בכבוד רב,
מהנדס ליאור ברסלר
מודד קרינה אלמ"ג מוסמך
מס' היתר: 5215-01-4/6