



בדיקות רעש וגז ראדון | מכשירי מדידת קרינה | מכרסם הנדסי למיגון קרינה | חיזוי ואומדן קרינה | בדיקות קרינה חשמל וסולר | יעוץ קרינה וליוי פרויקטים

תאריך: 26.03.2017
מס' דוח: SO17000104

לכבוד:
עיריית תל אביב

שלום רב,

הנדון: דו"ח מדידת שדה מגנטי ELF (רשת חשמל)

בהתאם לפנייתך, בתאריך 23.03.2017 ביצענו בבי"ס בבלי- ירושלמי שבכתובת אונקלוס 8, תל אביב, מדידות שדה מגנטי ELF. להלן, פירוט הבדיקות שבוצעו, תוצאות המדידות וסיכום הנתונים שהתקבלו.

1. פרטי מזמין הבדיקה:

שם המבקש	עיריית תל אביב לידי חיים נשיא
כתובת	עיריית תל אביב
טלפון	-
דואר אלקטרוני	nasi_h@mail.tel-aviv.gov.il
נייד	057-2503548
כתובת מקום המדידות	אונקלוס 8, תל אביב
סוג המדידות	מדידות רמה של שדה מגנטי – ELF

2. פרטי מבצע המדידות:

שם מבצע המדידה	גל עוז
מס' היתר ELF	5050-01-4
תוקף היתר ELF	05.11.2018

3. פרטי מכשיר המדידה:

מכשיר ELF	TM-192 s.n 160201560
תוקף כיול	04.01.2018
מעבדת כיול	TENMARS
טווח מדידה	30hz-2000Hz



תאריך: 26.03.2017
מס' דוח: SO17000104

4. תוצאות מדידת רמות שדה מגנטי ELF:

מס'	נקודת מדידה	אכלוס	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור השדה המגנטי (בס"מ)	גובה המדידה (בס"מ)	עוצמת השדה המגנטי שנמדדה (mG)	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	הטיפול המומלץ
1	חדר מורים	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
2	מזכירות	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.5	לא	-
3	מנהלת	יש שהייה רציפה	קיר גובל עם ארון חשמל	30	100	1-3	לא	-
4	מקלט	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
5	4'א'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
6	5'א'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
7	3'ב'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
8	מקלט	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
9	סגנית	יש שהייה רציפה	קיר גובל עם ארון חשמל	30	100	2-3	לא	-
10	3'ד'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
11	3'ה'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
12	2'א'	יש שהייה רציפה	קיר גובל עם ארון חשמל	30	100	2-3	לא	-
13	2'א'	יש שהייה רציפה	קיר גובל עם ארון חשמל	60	100	0.5-1	לא	-
14	1'א'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
15	3'א'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
16	חדר 16	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
17	34	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
18	2'ג'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
19	2'ב'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
20	1'ב'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
21	יועצת	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
22	1'ג'	יש שהייה רציפה	קיר גובל עם ארון חשמל	30	100	2-3	לא	-
23	1'ג'	יש שהייה רציפה	קיר גובל עם ארון חשמל	60	100	1-2	לא	-
24	3'ג'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
25	1'ד'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
26	2'ד'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
27	מקלט הרצוג	אין שהייה רציפה	ארון חשמל	30	100	10-50	לא	במידה ויש שהייה- יש לשמור על מרחק של 120 ס"מ לפחות מארון החשמל במידה ולא ניתן יש למגן
28	מקלט הרצוג	אין שהייה רציפה	ארון חשמל	60	100	10-20	לא	
29	מקלט הרצוג	אין שהייה רציפה	ארון חשמל	100	100	3-5	לא	
30	2'ה'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
31	2'ו'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
32	1'ו'	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-
33	ספריה	יש שהייה רציפה	רקע	-	-	0.3-0.4	לא	-



בדיקות רעש
וגז ראדון

מכשירי
מדידת קרינה

מפרט הנדסי
למיגון קרינה

חיווי
ואומדן קרינה

בדיקות קרינה
חשמל וסלולר

יעוץ קרינה
וליווי פרויקטים

תאריך: 26.03.2017
מס' דוח: SO17000104

הערות לתוצאות המדידה:

- תוצאות המדידה נכונות למקום וזמן הבדיקה

טבלת רמת החשיפה המותרת ביחס לזמן החשיפה עבור הציבור הרחב												
חשוב לקחת בחשבון שמחוץ לשעות העבודה החשיפה אינה 0, אלא רמה בסיסית של												
1 מיליגאוס ולכן תחושב החשיפה המותרת על פי הנוסחה הבאה: $B = \frac{72}{T} + 1$												
1	2	3	4	6	8	9	10	12	16	18	24	שעות T
73	37	25	19	13	10	9	8	7	6	5	4	B[mG]



תאריך: 26.03.2017
מס' דוח: SO17000104

5. 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 ולהפעילן 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 טכנוניות 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'. מתקן 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.

מרחקים בין מתקני חשמל לבניינים ומבנים (מרחקי בטיחות קרינה)

המרחקים בין מתקן חשמל לקו בניין הינם:

- קו מתח נמוך - 2 מטר ממוליך הפאזה הקרוב, אם מדובר בתיל חשוף 3 מטר.
- קו מתח גבוה - (33, 22, 13kV): 3 מטר ממוליך הפאזה הקרוב.
- קו מתח עליון - (161kV): 20 מטר מציר הקו.
- קו מתח על - (400kV): 35 מטר מציר הקו.
- שנאי חלוקה - 3 מטר מכל חלק של השנאי ושל החוטים היוצאים ממנו.



תאריך: 26.03.2017
מס' דוח: SO17000104

6. 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

והחשיפה בשאר הזמן ביממה הינה B_0 ומכאן 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,

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

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

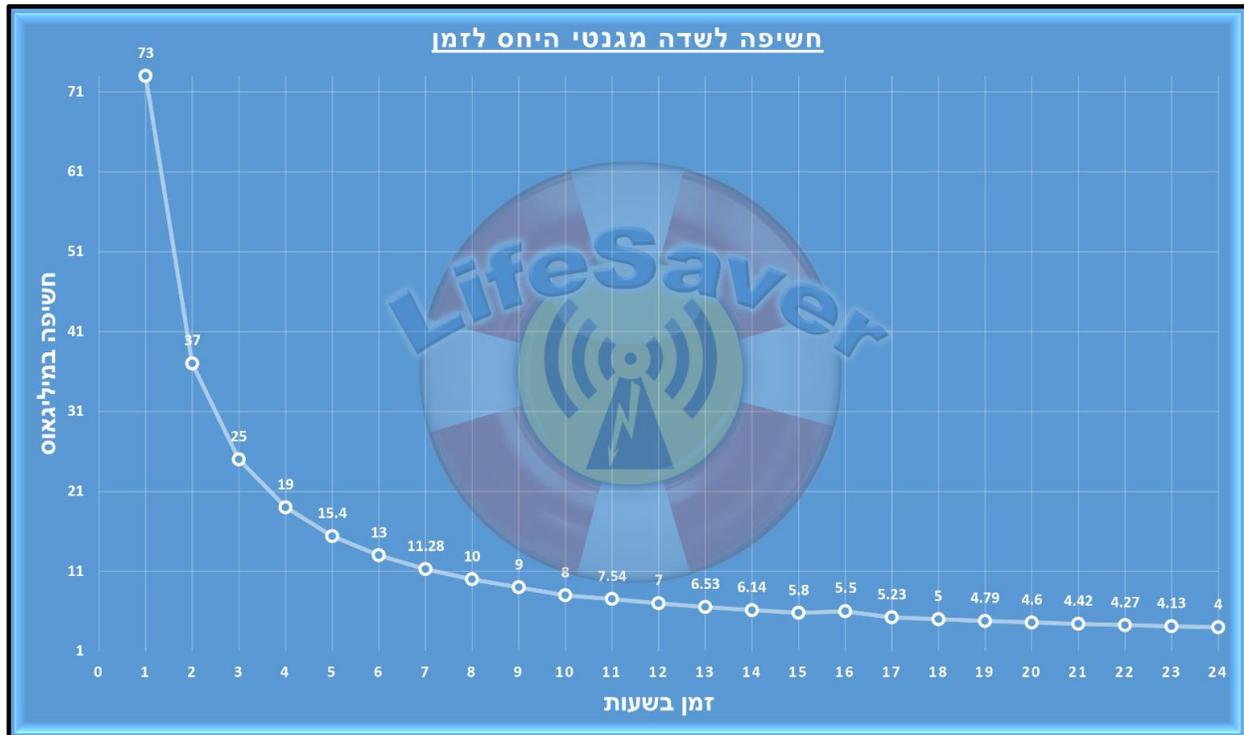
$$T < \frac{72}{B_W - 1}$$



תאריך: 26.03.2017
מס' דוח: SO17000104

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

גרף רמות חשיפה מותרות



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.



תאריך: 26.03.2017
מס' דוח: SO17000104

7. סיכום ומסקנות:

במדידות שדות מגנטים בתחום ה-ELF לא נמצאו חריגות מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה.



בכבוד רב
גל עוז
בודק קרינה מוסמך - המשרד הגנת הסביבה
מספר היתר 5050-01-6 / 5050-01-4