



קבוצת קוואנטום – Quantum Group

דו"ח ניטור רמת שדה מגנטי
בתחום תדר רשת החשמל

ELF – Extremely Low Frequency

פרטים כלליים

אבי מלכי – מנכ"ל קבוצת קוואנטום – פיסיקאי גרעיני

פיסיקאים מומחים בייעוץ, חיזוי ומדידות קרינה

פיסיקאים מומחים במיגון מפני שדות מגנטיים מרשת החשמל

אופן יצירת קשר

טלפון שירות לקוחות: 052 – 2681834

מספר פקס: 077 – 4448686

כתובת דוא"ל: info@quantum-group.co.il

תחומי התמחות

תחום קרינה בלתי מייננת www.quantum-group.co.il

תחום קרינה מייננת www.nuclear.co.il

שיווק גלאי ראדון www.proton.co.il

עבור: עיריית ראש העין

הנדון: בית ספר הצומח

תאריך: 1 – 3 – 2022

גרסה: 2

קבוצת קוואנטום – שירותי החברה

- יעוץ בנייה ירוקה
- ייעוץ קרינה
- חיזוי קרינה
- מיגון קרינה
- בדיקות גז ראדון
- בדיקות רמת שדה מגנטי
- בדיקות רמת קרינה סלולרית
- בדיקות תרמוגרפיות
- בדיקות זיהום אוויר
- בדיקות רעש סביבתיות
- בדיקות רעש תעסוקתיות

קבוצת קוואנטום – שירותי החברה

- בדיקות קרינה סביבתיות
- בדיקות קרינה תעסוקתיות
- בדיקות קרינה מחומרים רדיואקטיביים
- בדיקות קרינה ממכונות רנטגן
- בדיקות קרינה ממאצים
- הכנת סקר הערכות סיכונים
- ייעוץ בקרינה מייננת
- תכנון מיגון לקרינה מייננת
- מתן הרצאות בקרינה מייננת



Quantum Group
Professional Radiation Physicists

קבוצת קוואנטום
פיסיקאים מומחים בקרינה

לכבוד,

דני גולבארי – מנהל מדור תברואה, מחלקת איכות הסביבה,
רחוב שילה 21, ראש העין.

שלום רב,

הנדון: בית ספר הצומח – ראש העין,

דו"ח ניטור רמת שדה מגנטי בתחום תדר רשת החשמל (ELF)

תוכן עניינים

3	הקדמה
4	תוצאות ניטור רמת שדה מגנטי
6	סיכום דו"ח
7	נספח א': המלצות
8	נספח ב': תמונות ממקום המדידה
9	נספח ג': שדה מגנטי – סיכונים, תקנות והמלצות
10	נספח ד': שדה מגנטי – מדיניות המשרד להגנת הסביבה
14	נספח ה': נתוני מכשיר המדידה
15	קבוצת קוואנטום – פרופיל חברה
16	קבוצת קוואנטום – אופן יצירת קשר

הקדמה

מטרת הדו"ח

- ניטור רמת שדה מגנטי בבית ספר הצומח.
- ניטור רמת שדה מגנטי הנובע מקווי מתח עליון ועל עליון.
- השוואת רמת שדה מגנטי ביחס להמלצות המשרד להגנת הסביבה למקום חינוך.

אופן ביצוע המדידות

- מדידת רמת שדה מגנטי בוצעה לפי נוהל המשרד להגנת הסביבה.
- מדידת רמת שדה מגנטי בוצעה בתחום תדר רשת החשמל – 50Hz.

פרטי מזמין הבדיקה

שם מבקש המדידות	דני גולבארי
מספר טלפון	054 – 4940233
כתובת דוא"ל	dani-g@rosh.org.il
תאריך ביצוע המדידות	ראה טבלה
כתובת מקום המדידות	רחוב שי עגנון 2, ראש העין
המדידות נערכו בנוכחות	דני גולבארי

היתרים ואישורים

שם מבצע המדידות	M.Sc מלכי אבי – פיסיקאי גרעיני
סוג המדידות	מדידת רמת שדה מגנטי הנובעת מרשת החשמל
מספר היתר מטעם המשרד להגנת הסביבה	4 – 01 – 3004
תוקף היתר	3 – 3 – 2025

תיאור מקום המדידות ותנאי מזג האוויר

תיאור מקום המדידות	ניטור רמת שדה מגנטי בקומה ראשונה בבית ספר הממוקם בסמוך לקווי מתח עליון ועל עליון
תנאי ביצוע המדידות	מזג אופייני לעונה

תוצאות מדידות רמת שדה מגנטי

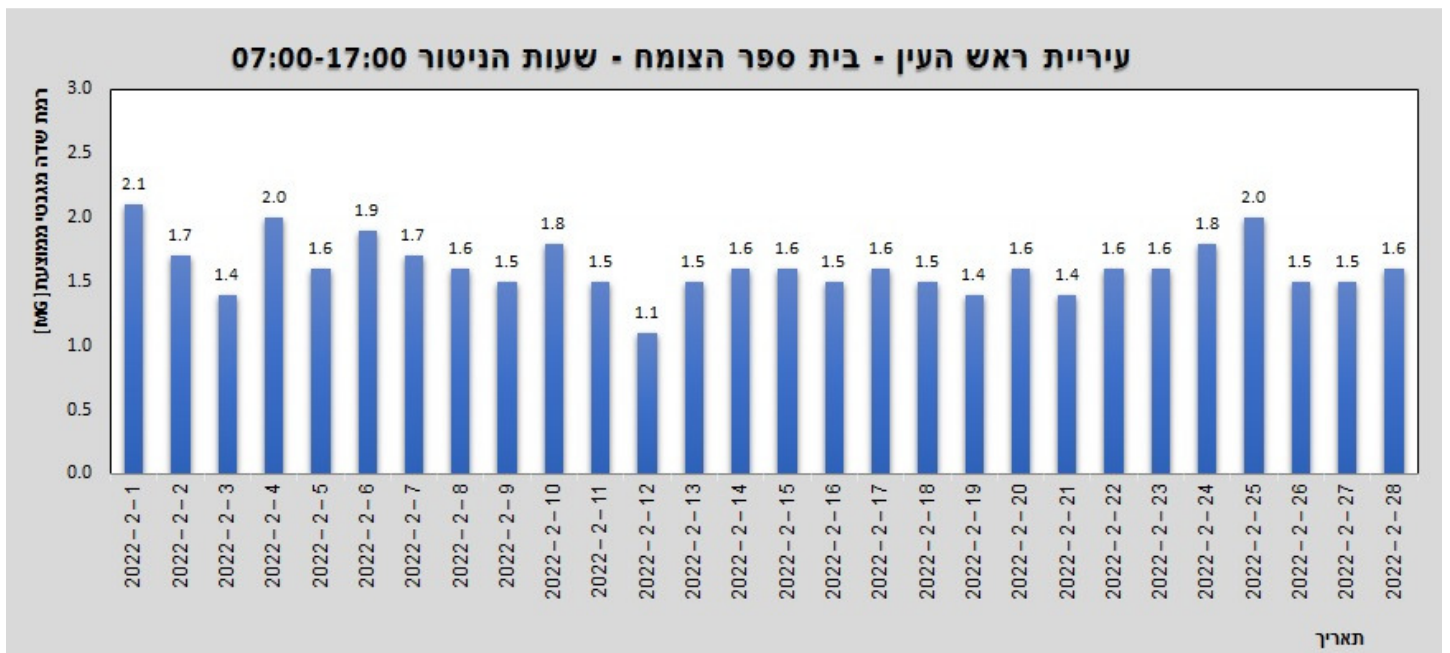
ריכוז תוצאות ניטור רמת שדה מגנטי עבור שעות פעילויות אופייניות בבית הספר.

להלן תוצאות המדידות

מספר מדידה	תאריך הניטור	יום הניטור	רמת שדה מגנטי [mG] זמני מדידה [07:00 – 14:00]	רמת שדה מגנטי [mG] זמני מדידה [07:00 – 17:00]	תיאור המצב תקין / לא תקין
1	2022-2-1	שלישי	2	2.1	תקין
2	2022-2-2	רביעי	1.7	1.7	תקין
3	2022-2-3	חמישי	1.5	1.4	תקין
4	2022-2-4	שישי	2	2	תקין
5	2022-2-5	שבת	1.6	1.6	תקין
6	2022-2-6	ראשון	1.8	1.9	תקין
7	2022-2-7	שני	1.7	1.7	תקין
8	2022-2-8	שלישי	1.7	1.6	תקין
9	2022-2-9	רביעי	1.4	1.5	תקין
10	2022-2-10	חמישי	1.7	1.8	תקין
11	2022-2-11	שישי	1.5	1.5	תקין
12	2022-2-12	שבת	1.1	1.1	תקין
13	2022-2-13	ראשון	1.5	1.5	תקין
14	2022-2-14	שני	1.5	1.6	תקין
15	2022-2-15	שלישי	1.7	1.6	תקין
16	2022-2-16	רביעי	1.4	1.5	תקין
17	2022-2-17	חמישי	1.6	1.6	תקין
18	2022-2-18	שישי	1.5	1.5	תקין
19	2022-2-19	שבת	1.2	1.4	תקין
20	2022-2-20	ראשון	1.6	1.6	תקין
21	2022-2-21	שני	1.3	1.4	תקין
22	2022-2-22	שלישי	1.6	1.6	תקין
23	2022-2-23	רביעי	1.6	1.6	תקין
24	2022-2-24	חמישי	1.8	1.8	תקין
25	2022-2-25	שישי	1.9	2	תקין
26	2022-2-26	שבת	1.4	1.5	תקין
27	2022-2-27	ראשון	1.5	1.5	תקין
28	2022-2-28	שני	1.6	1.6	תקין

- תוצאות המדידות נכונות למקום וזמן המדידה.
- ערכי השדה המגנטי עשויים להשתנות כפונקציה של העומס על הרשת החשמל.

איור 1: ממוצע רמת השדה המגנטי היומית עבור חודש פברואר 2022



סיכום דו"ח

קבוצת קוואנטום התבקשה לנטר את רמות השדה המגנטי בבית ספר הצומח בראש העין בחדר מספר 16. רמות השדה המגנטי שנמדדו הושאו ביחס להמלצות המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות למקום חינוך.

להלן ממצאי הדו"ח כפי שמשתקפים מתוצאות המדידות

- **מדיניות המשרד להגנת הסביבה:** המשרד להגנת הסביבה ממליץ שהחשיפה השנתית הממוצעת של אדם לשדה מגנטי בתדר רשת החשמל לא תעלה על 2 מיליגאוס. לפי עקרון הממוצע של 2 מיליגאוס, מדיניות המשרד להגנת הסביבה היא שבמוסד חינוך (בית ספר וגן ילדים) מומלץ שילדים לא יחשפו לשדה מגנטי העולה בעוצמתו על 4 מיליגאוס רגעי עבור מקום שהייה קבוע (כיתה, מעבדה, ספרייה וכו') ולא יותר מ-4 מיליגאוס ממוצע יומי עבור מקום שהייה לא קבוע (חצר, מסדרון, שירותים וכו'), ראה נספח ד'.
- **מקורות השדה המגנטי:** רמות השדה המגנטי שנמדדו נובעות בעיקר מקווי מתח עליון ועל עליון.
- **מדידה רגעית:** ערכי השדה המגנטי משתנים כפונקציה של הזרם ברשת החשמל. לכן, ערכי השדה המגנטי שימדדו בתאריכים וזמנים שונים בהכרח לא יהיו זהים בגלל העומס על רשת החשמל המקומית והאזורית.
- **צריכת חשמל:** בזמן ביצוע הניטור לא ניתן היה לדעת את צריכת הזרמים דרך קווי המתח.
- **מצאים ומסקנות**
 - היה חשש שקווי המתח עליון ועל עליון משרים שדה מגנטי גבוה על בית הספר, חשש זה הופרך.
 - בכל רגע נתון לא נמדד ערך שמעל 4 mG, אשר מהווה מדד למדידה חריגה במוסד חינוך במקום שהייה קבוע.
 - רמת השדה המגנטי הממוצעת עבור חודש פברואר בין השעות 07:00-17:00: 1.61 מיליגאוס.
 - רמות השדה המגנטי שנמדדו תקינות ועומדות בהמלצות המשרד להגנת הסביבה למקום חינוך.

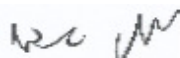
קבוצת קוואנטום תשמח לעמוד לשירותכם במידת הצורך.

בכבוד רב,

M.Sc אבי מלכי

מספר היתר למדידות, חיזוי ויעוץ קרינה

4 – 01 – 3004



סוף דו"ח

נספח א': המלצות

המשרד להגנת הסביבה מתוקף היותו הגוף הממשלתי האחראי על מתן היתרים לביצוע מדידות רמת שדה מגנטי מרשת החשמל אוסר על בעל ההיתר לרשום המלצות בגוף הדו"ח. לכן, המלצות אלו מובאות בנספח זה ואינן מהוות חלק מהדו"ח הנ"ל.

להלן ההמלצות

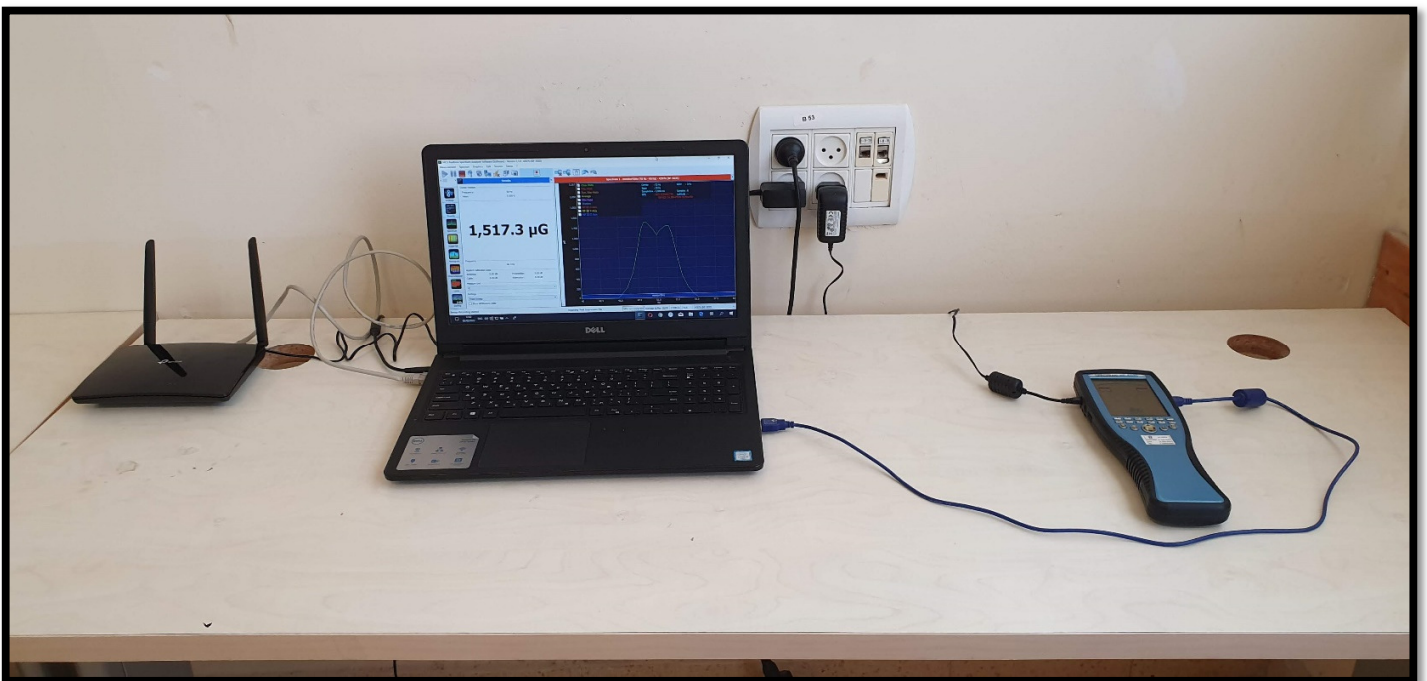
- המצב תקין, אין המלצות.

נספח ב': תמונות ממקום המדידה

תמונה 1: בית ספר הצומח על רקע מערכת המיגון האקטיבית וקווי מתח עליון ועל עליון



תמונה 2: מערכת הניטור הממוקמת בחדר מספר 16



נספח ג': שדה מגנטי – סיכונים, תקנות והמלצות

- ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת **החשיפה הרגעית** המרבית המותרת של בני-אדם לשדה מגנטי משתנה בתדר 50 הרץ הינה **2000 מיליגאוס**. קביעה זאת מסתמכת על המלצות ICNIRP (ועדה בינלאומית מקצועית להגנה מקרינה בלתי מייננת) משנת 2010 שקבעו ערכי סף לחשיפת הציבור לשדה מגנטי בתדר נמוך. יש לציין כי הקביעה של ICNIRP אינה מבדילה בין חשיפה רגעית לחשיפה ממושכת (המלצות אלו מעדכנות את ההמלצה לסף של 1000 מיליגאוס משנת 1998). זוהי גם ההמלצה של המשרד להגנת הסביבה בישראל עבור חשיפה רגעית.
- הארגון הבינלאומי לחקר הסרטן (IARC) קבע בשנת 2001 כי מתקני חשמל החושפים את הציבור **לאורך זמן** (חשיפה ממושכת) לשדה מגנטי ממוצע (על פני 24 שעות) העולה על **2 מיליגאוס** הינם גורם אפשרי לסרטן (Possible Carcinogenic). קביעה זאת מבוססת על מחקרים שהראו כי בקרב ילדים החשופים **לאורך זמן** לשדה מגנטי שמעל 3-4 מיליגאוס, אחוז החולים בלוקמיה (סרטן הדם) היה גבוה פי **אחד וחצי** מאשר בקרב ילדים החשופים לשדה מגנטי בעוצמה נמוכה יותר.
- ממחקרים שבוצעו בנושא זה בעולם ומהניסיון שנצבר לאחר ביצוע מדידות ברחבי הארץ, ניתן ללמוד שהחשיפה הממוצעת בתוך מרבית בתי המגורים בארץ ובעולם, היא בין 0.4 מיליגאוס ל-1 מיליגאוס.
- ניתן למצוא הסברים נוספים בנושא זה באתר האינטרנט של קבוצת קוואנטום,

www.quantum-group.co.il

נספח ד': שדה מגנטי – מדיניות המשרד להגנת הסביבה

כ"א טבת תשע"ד
24 דצמבר 2013

האגף למניעת רעש וקרינה – המשרד להגנת הסביבה

הגבלת החשיפה לשדה מגנטי כתלות 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 וכדומה נחשבים מקומות שהחשיפה בקרבם היא 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 ובסף הקרינה שחברות החשמל במדינות המפותחות מתחייבות לו באופן וולונטרי, הציעו משרדי הבריאות והגנת הסביבה את הערך של **4 mG 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 והסטיסטיקה המראה שהיחס בין הזרם הממוצע ביום בשעת צריכת שיא הוא גבוה פי 2 מזרם בממוצע השנתי.

ביום של צריכת שיא טיפוסית קיים ניצול של 60% מיכולת מערכת החשמל (יש מתקנים שהאחוז בהם 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 אפשר למדוד או להעריך את הזרם העובר במתקן בזמן ביצוע מדידה של החשיפה לשדה מגנטי. בהעדר נתון זה, כאשר מקור החשיפה הוא מתקן בתוך בניין, הפעלת כל מתקני החשמל העיקריים בבניין, כגון מערכת מיזוג האוויר, תהווה ייצוג מספיק לקיום התנאי של עומס מרבי בעת המדידה.

יש מקומות שהחשיפה בהם היא בהגדרה חשיפה על פני 24 שעות ביממה, כמו החשיפה בבית. עם זאת, יש מקומות שהחשיפה בהם היא 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 את עקרון הזהירות המונעת (Precautionary principle) ולהניח שקיים קשר ישיר וליניארי בין משך החשיפה לעצמתה. בהנחה זו ניתן להשתמש במדד של 4 mG בממוצע ביממה בה הצריכה מרבית, לצורך הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה.

ההצעה להלן משמשת מידע 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 שלומדים בהם ילדים שמתחת לגיל 15**. במקרה זה יש לתכנן כך שבכיתות הלימוד הקרינה לא תעלה באף מקום ישיבה על 4 מיליגאוס.

אם אדם נמצא בסמוך למתקן חשמל זמן של T שעות מידי יום, החשיפה בסמוך למתקן החשמל הינה B_W והחשיפה בשאר הזמן ביממה הינה B_0 . סך 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 1 mG בממוצע. לכן:

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:

$$B_0 = 1 \text{ mG} \quad , \quad B_{\text{ממוצע}} < 4 \text{ mG}$$

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:

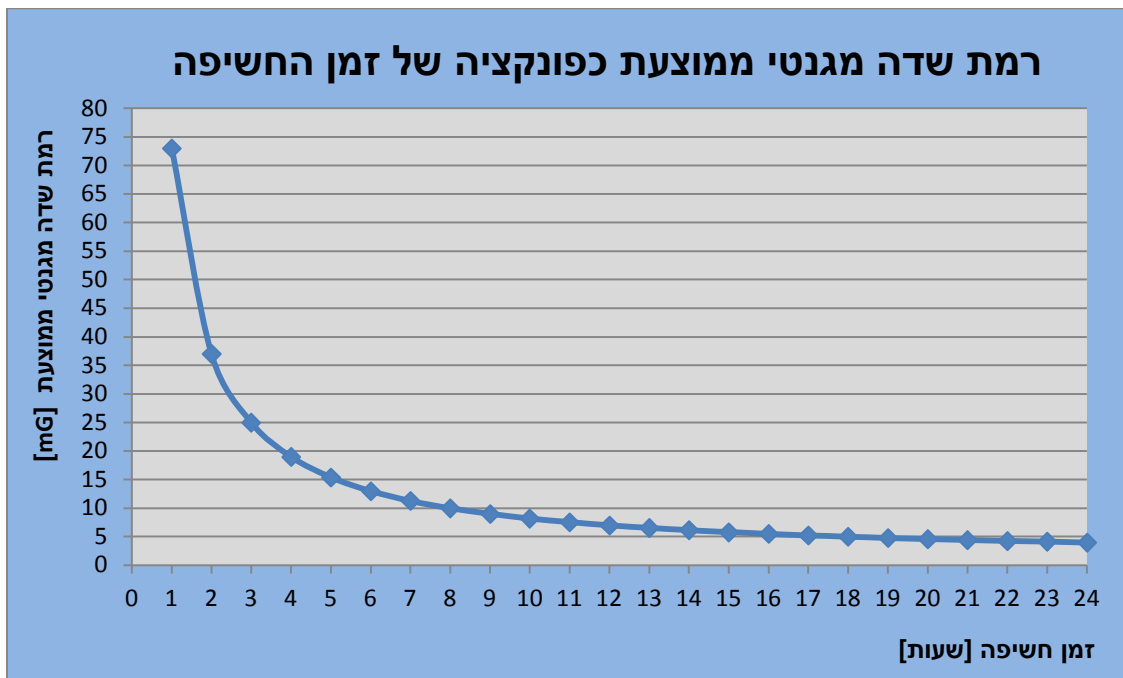
$$T < \frac{72}{B_W - 1}$$

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

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

גרף: רמת שדה מגנטי ממוצעת מומלצת כפונקציה של זמן החשיפה



טבלה: רמת שדה מגנטי ממוצעת מומלצת כפונקציה של זמן החשיפה

רמת שדה מגנטי ממוצעת [mG]	זמן חשיפה [שעות]
73.0	1
37.0	2
25.0	3
19.0	4
15.4	5
13.0	6
11.3	7
10.0	8
9.0	9
8.2	10
7.5	11
7.0	12
6.5	13
6.1	14
5.8	15
5.5	16
5.2	17
5.0	18
4.8	19
4.6	20
4.4	21
4.3	22
4.1	23
4.0	24

נספח ה': נתוני מכשיר המדידה



נתוני המכשיר	
AARONIA	תוצרת חברת
NF – 5035	סוג מכשיר
S.N – 43076	מספר סידורי
21 – 9 – 2022	תוקף כיוול
1Hz – 1MHz	טווח תדרי המדידה
1pT – 2mT	טווח מדידת השדה המגנטי
0.1V/m – 20KV/m	טווח מדידת השדה החשמלי



Quantum Group
Professional Radiation Physicists

קבוצת קוואנטום
פיסיקאים מומחים בקרינה

קבוצת קוואנטום – פרופיל חברה

קבוצת קוואנטום הוקמה ע"י קבוצת פיסיקאים מומחים בקרינה ומנהלת ע"י מלכי אבי – פיסיקאי גרעיני בהכשרתו מאוניברסיטת תל-אביב ובר אילן. הקבוצה משלבת ידע תיאורטי מעמיק עם ניסיון מעשי רב שנים שאין מקביל לו בנוף הישראלי ועומדת בסטנדרטים גבוהים ברמה בינלאומית. אנשי הקבוצה השתתפו במחקרים בנושא גז ראדון אשר הוצגו בכנסים ישראליים ובינלאומיים.

קבוצת קוואנטום מהמובילות בתחום הקרינה בישראל. הקבוצה בעלת ניסיון רב בבדיקות ומדידות קרינה, ייעוץ קרינה, חיזוי קרינה, מתן פתרונות לבעיות קרינה ומתמחה בהתקנת מיגון מפני קרינה. לרשות הקבוצה עומדים מכשירי מדידה חדשים ומדויקים שעברו כיולים ואישורים במעבדות מוסמכות.

קבוצת קוואנטום בעלת היתרים מהמשרד להגנת הסביבה:

- מדידת קרינה מייננת – מדידת ריכוז רמת גז ראדון הנובעת מהקרקע, מחומרי בנייה וממים.
- מדידת קרינה בלתי מייננת – מדידת רמת שדה מגנטי הנובעת מרשת החשמל ומדידת רמת הקרינה הנובעת מהרשת הסלולרית.

קבוצת קוואנטום פועלת במגזר הפרטי, הציבורי והביטחוני, ומספקת שירותים מקיפים בנושא הקרינה. כל פרויקט מבוצע ע"י צוות מקצועי ומלווה ביחס אישי ואדיב.

קבוצת קוואנטום מתכננת עבור לקוחותיה פיתוחים ייחודיים המותאמים במיוחד עבורם. מדיניות זו הופכת את קבוצת קוואנטום לשותף אסטרטגי ללקוחותיה ותורמת להצלחתם.

קבוצת קוואנטום תשמח לעמוד לרשותכם במידת הצורך.

בכבוד רב,

מלכי אבי – מנכ"ל קבוצת קוואנטום



Quantum Group
Professional Radiation Physicists

קבוצת קוואנטום
פיסיקאים מומחים בקרינה

קבוצת קוואנטום – אופן יצירת קשר

כתובת ראשית: רחוב התנופה 6ג', חריש, 3761412

כתובת ראשית: רחוב היובל 4א', רעננה, 4340103

טלפון שירות לקוחות: 052 – 2681834

מספר פקס: 077 – 4448686

כתובת דוא"ל: info@quantum-group.co.il

תחום קרינה בלתי מייננת: קישור לאתר האינטרנט: www.quantum-group.co.il

תחום קרינה מייננת: קישור לאתר האינטרנט: www.nuclear.co.il

שיווק גלאי ראדון: קישור לאתר האינטרנט: www.proton.co.il