



קבוצת קוואנטום – Quantum Group

דו"ח סימולציית שדה מגנטי
בתחום תדר רשת החשמל – 50 Hz

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: קבוצת תדורה בע"מ

הנדון: פרויקט מכללת קרית אונו

תאריך: 28 – 12 – 2020

גרסת דו"ח: 5

סטטוס: להגשה

קבוצת קוואנטום – שירותי החברה

- ייעוץ קרינה
- חיזוי קרינה
- מיגון קרינה
- בדיקות גז ראדון
- בדיקות רמת שדה מגנטי
- בדיקות רמת קרינה סולרית
- 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 ממאיצים
- 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:

אורלי ואטס – מנהלת תכנון הנדסי בכירה,
רחוב התדהר 14, רעננה, מיקוד 4366516.

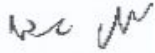

שלום רב,

הנדון: פרויקט מכללת קרית אונו,

דו"ח הערכת סיכוני חשיפה לשדות מגנטיים בתחום תדר רשת החשמל

היזם	שם הפרויקט	מיקום הפרויקט	גוש – מגרש – חלקות
קבוצת תדהר בע"מ	מכללת קרית אונו	קרית אונו	מספר גוש: 7348 מספר מגרש: 91 מספר חלקות: 22 – 23

החברה המזמינה	מנהלת הפרויקט	חברת האדריכלות	חברת יעוץ החשמל
קבוצת תדהר בע"מ	אורלי וטס	סקורקא אדריכלים בע"מ	טיקטין – תכנון חשמל בע"מ

החברה מבצעת הסימולציה	מבצע הסימולציה	כותב הדו"ח	פרטי הדו"ח
קבוצת קוואנטום	אבי מלכי	אבי מלכי	גרסת דו"ח: 1 2020 – 11 – 21
חתימה			גרסת דו"ח: 2 2020 – 11 – 22
			גרסת דו"ח: 3 2020 – 11 – 23
			גרסת דו"ח: 4 2020 – 12 – 24
			גרסת דו"ח: 5 2020 – 12 – 28

תוכן עניינים

5	מבוא	1.
5	הקדמה	1.1
6	איורים של הפרויקט	1.2
7	מסמכי מקורות	1.3
7	1.3.1 חברת החשמל – מסמכים רלוונטיים לדו"ח – הנחיות כלליות	
7	1.3.2 מסמכים רלוונטיים לדו"ח – תוכניות חשמל ואדריכליות	
8	1.4 חוק הקרינה הבלתי מייננת	
8	1.5 היתרי הקמה והפעלת מתקנים	
9	מקורות הקרינה	2.
9	2.1 מיקום מקורות החשמל הראשיים	
10	2.2 נתוני מקורות החשמל הראשיים	
12	שיטת סימולציית השדה המגנטי	3.
12	3.1 אופן ביצוע החישובים	
12	3.2 אופן הצגת תוצאות החישובים	
12	3.3 תוצאות החישובים	
13	בניין קמפוס	4.
13	4.1 תוכנית הסימולציה	
19	4.2 שטף השדה המגנטי החזוי	
33	4.3 תוצאות הסימולציה	
35	4.4 ממצאי הסימולציה	
36	בניין מעונות	5.
36	5.1 תוכנית הסימולציה	
42	5.2 שטף השדה המגנטי החזוי	
50	5.3 תוצאות הסימולציה	
52	5.4 ממצאי הסימולציה	

53	6. בניין משרדים
53	6.1 תוכנית הסימולציה
57	6.2 שטף השדה המגנטי החזוי
63	6.3 תוצאות הסימולציה
64	6.4 ממצאי הסימולציה
65	7. סיכום דו"ח
65	7.1 כללי
65	7.2 מסקנות
65	7.3 הנחיות
66	8. הערות
67	נספחים
67	נספח א': שדה מגנטי – סיכונים, תקנות והמלצות
68	נספח ב': שדה מגנטי – מדיניות המשרד להגנת הסביבה
72	פרטים כלליים
72	קבוצת קוואנטום – פרופיל חברה
73	קבוצת קוואנטום – אופן יצירת קשר

1. מבוא

1.1 הקדמה

קבוצת קוואנטום התבקשה ע"י קבוצת תדהר בע"מ להנפיק דו"ח הערכת סיכוני קרינה החזויים מרשת החשמל עבור פרויקט בניית מכללת קרית אונו.

דו"ח הערכת סיכוני הקרינה בוחן את מידת השפעת מקורות החשמל הראשיים שהפרויקט מכיל באזורים המיועדים להיות מאוכלסים באופן קבוע.

דו"ח הערכת סיכוני הקרינה בוצע בעזרת תוכנה של חברת נרדה: EFC-400. התוכנה מבצעת סימולציות חישוביות של רמות החשיפה לשדות מגנטיים בתדר רשת החשמל הנובעים ממתקני החשמל העיקריים שהפרויקט מכיל: **חדרי שנאים, חדרי חשמל, ארונות חשמל, פסי צבירה ותעלות חשמל.**

מטרת הדו"ח היא לייעץ בתחום הקרינה הלא מייננת על מנת למנוע חשיפה לשדות מגנטיים מעבר להמלצות המשרד להגנת הסביבה ולקבל מהרשויות הרלוונטיות היתר הקמה והיתר הפעלה עבור מקורות הקרינה הנ"ל.

התוכנית האדריכלית:

להלן פירוט התוכנית האדריכלית:

- שתי קומות מרתף משותפות.
- בניין קמפוס – שתי קומות מרתף, קומת קרקע, קומת גלריה ועוד חמש קומות, קומת גג.
- בניין מעונות – שתי קומות מרתף, קומת קרקע, קומת גלריה ועוד שש קומות, קומת גג.
- בניין משרדים – שתי קומות מרתף, קומת קרקע, קומת גלריה ועוד שלוש קומות, קומת גג.

1.2 איורים של הפרויקט

איור 1: תמונת אילוסטרציה של מכללת קרית אונו



איור 2: תמונת אילוסטרציה של המכללה



1.3 מסמכי מקורות

1.3.1 חברת החשמל – מסמכים רלוונטיים לדו"ח – הנחיות כלליות

מס"ד	שם התוכנית – תיאור פרטי המסמך	גרסה	תאריך הוצאה
הנחיות כלליות			
1	מגבלות בניה ממתקני חשמל ודרישות כלליות	1	01 – 09 – 19
2	מידע הנדסי לגורמי חוץ לגבי מרחקים מותרים מקווי מתח עיליים עליון ועל	1	01 – 09 – 19
הנחיות תכנון בנושא חיבורים במתח נמוך			
3	הנחיות ליועץ החשמל בנושא מערכות מניה	1	07 – 03 – 19
4	הנחיות ליועץ החשמל בנושא פיזור מונים	1	06 – 03 – 19
5	הנחיות ליועץ החשמל בנושא ריכוז מונים	1	05 – 03 – 19
הנחיות תכנון תחנות טרנספורמציה פנימיות			
6	נספח טכני לתכנון ובניית תחנות פנימיות למיתוג וטרנספורמציה (להלן "תחט"פ")	1	17 – 03 – 19
7	תרשימי תחט"פ וחדרי מיתוג	1	17 – 03 – 19

1.3.2 מסמכים רלוונטיים לדו"ח – תוכניות חשמל ואדריכליות

מס"ד	שם המסמך	תיאור פרטי המסמך	סוג המסמך	תאריך הוצאה
תוכניות חשמל				
1	ele-scem-H-2-9037	תוכנית חשמל ורטיקלית	PDF	9 – 8 – 2020
2	חדרי חשמל מרתף 1	תוכנית חדר השנאים וחדרי החשמל בבניין מעונות	PDF	7 – 10 – 2020
תוכניות אדריכליות				
1	ONO Garmoshka 2020-10-18	בקשת היתר ותוכניות קומות מרתף, קרקע, קומה ראשונה, קומה אופיינית	PDF	1 – 10 – 2020
2	A204-גליון חתכים ד	חתכים של הקומות	PDF	24 – 9 – 2020
3	A099- תכנית קומת חניון 1	תוכנית קומת מרתף 1	PDF	24 – 9 – 2020
4	A100- תכנית קומת קרקע	תוכנית קומת קרקע	PDF	24 – 9 – 2020
5	A101-תכנית קומה 01	תוכנית קומה 1	PDF	24 – 9 – 2020

1.4 חוק הקרינה הבלתי מייננת

על פי חוק הקרינה הבלתי מייננת התשס"ו – 2006, אשר נכנס לתוקפו ב-2007, לא יקים אדם מקור קרינה, לא יפעיל מקור קרינה ולא ייתן 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.

1.5 היתרי הקמה והפעלת מתקנים

היתרי הקמה והפעלת מתקנים מתייחסים למקורות קרינה או סוג מסויים 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 דו"ח 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. על מנת לקבל היתר מלא להפעלת המתקן, על המבקש לצרף לבקשה דו"ח בדיקת רמת הקרינה האלקטרומגנטית בפועל שמאמת עמידת המתקן בדרישות המשרד להגנת הסביבה בנושא הקרינה האלקטרומגנטית.

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.

2. מקורות הקרינה

2.1 מיקום מקורות החשמל הראשיים

מצ"ב מיקום מקורות הקרינה הראשיים אשר יכולים לגרום לשדה מגנטי מושרה מעבר להמלצות המשרד להגנת הסביבה באזורים המאוכלסים באופן קבוע, כגון דירות המגורים:

בניין קמפוס	
קומה	סוג מתקני החשמל
קומת מרתף 2	ארונות חשמל, תעלות חשמל
קומת מרתף 1	ארונות חשמל, תעלות חשמל
קומת קרקע	ארונות חשמל, תעלות חשמל
קומות 1-5	ארונות חשמל, תעלות חשמל
קומת גג	שנאים, ארונות חשמל, תעלות חשמל

בניין מעונות	
קומה	סוג מתקני החשמל
קומת מרתף 2	ארונות חשמל, תעלות חשמל
קומת מרתף 1	שנאים, ארונות חשמל, פסי צבירה, תעלות חשמל
קומת קרקע	ארונות חשמל, פסי צבירה, תעלות חשמל
קומות 1-7	ארונות חשמל, פסי צבירה, תעלות חשמל

בניין משרדים	
קומה	סוג מתקני החשמל
קומת מרתף 2	ארונות חשמל, תעלות חשמל
קומת מרתף 1	ארונות חשמל, תעלות חשמל
קומת קרקע	ארונות חשמל, פסי צבירה, תעלות חשמל
קומות 1-3	ארונות חשמל, פסי צבירה, תעלות חשמל
קומת גג	שנאים, ארונות חשמל, פסי צבירה, תעלות חשמל

2.2 נתוני מקורות החשמל הראשיים

נתוני מקורות החשמל הראשיים:

בניין קמפוס					
מספר	מיקום מקור הקרינה	סוג מקור הקרינה	זרם מקסימלי [A]	זרם הסימולציה [A]	הערות
1	קומת מרתף 2	ארון חשמל	200	140	לוח חשמל חניון
2	קומת מרתף 1	ארון חשמל	200	140	לוח חשמל חניון
3	גרעין A, קומת קרקע, קומות 1-5, חדר חשמל	ארון חשמל קומתי	50	35	לוח חשמל חיוני בכל קומה
4		ארון חשמל קומתי	250	175	לוח חשמל בלתי חיוני בכל קומה
5	גרעין B, קומת קרקע, קומות 1-5, חדר חשמל	ארון חשמל קומתי	50	35	לוח חשמל חיוני בכל קומה
6		ארון חשמל קומתי	250	175	לוח חשמל בלתי חיוני בכל קומה
7	גרעין C, קומת קרקע, קומות 1-5, חדר חשמל	ארון חשמל קומתי	50	35	לוח חשמל חיוני בכל קומה
8		ארון חשמל קומתי	250	175	לוח חשמל בלתי חיוני בכל קומה
9	קומת גג	ארון חשמל מתח גבוה	42	29	3 ארונות חשמל למתח גבוה
10		ארון חשמל מתח נמוך	2,309	1,616	3 ארונות חשמל למתח נמוך
11		שנאי יבש 1,600 KVA	2,309	1,616	3 שנאים

בניין מעונות					
מספר	מיקום מקור הקרינה	סוג מקור הקרינה	זרם מקסימלי [A]	זרם הסימולציה [A]	הערות
1	קומת מרתף 2	ארון חשמל חניון	200	140	
2	קומת מרתף 1	ארון חשמל ראשי חניון	1,600	1,120	
3		ארון חשמל ראשי מעונות	1,600	1,120	
4		ארון חשמל מתח גבוה	26	18	2 ארונות חשמל למתח גבוה
5		ארון חשמל מתח נמוך	1,443	1,010	2 ארונות חשמל למתח נמוך
6		שנאי יבש 1,000 KVA	1,443	1,010	2 שנאים
7	קומת קרקע	ארון חשמל	32	22	לוח חשמל חיוני
8		ארון חשמל	315	220	לוח חשמל בלתי חיוני
9	קומות 1-7	ארון חשמל קומתי	32	22	לוח חשמל חיוני בכל קומה
10		ארון חשמל קומתי	315	220	לוח חשמל בלתי חיוני בכל קומה

בניין משרדים					
מספר	מיקום מקור הקרינה	סוג מקור הקרינה	זרם מקסימלי [A]	זרם הסימולציה [A]	הערות
1	קומת מרתף 2	ארון חשמל	200	140	לוח חשמל חניון
2	קומת מרתף 1	ארון חשמל	200	140	לוח חשמל חניון
3	קומת קרקע	ארון חשמל קומתי	50	35	לוח חשמל חיוני
4		ארון חשמל קומתי	500	350	לוח חשמל בלתי חיוני
5	קומות 1-3	ארון חשמל קומתי	50	35	לוח חשמל חיוני בכל קומה
6		ארון חשמל קומתי	500	350	לוח חשמל בלתי חיוני בכל קומה
7	קומת גג	ארון חשמל מתח גבוה	42	29	2 ארונות חשמל למתח גבוה
8		ארון חשמל מתח נמוך	2,309	1,616	2 ארונות חשמל למתח נמוך
9		שנאי יבש 1,600 KVA	2,309	1,616	2 שנאים

3. שיטת סימולציית השדה המגנטי

3.1 אופן ביצוע החישובים

צפיפות השטף המגנטי הנובע ממקורות הקרינה חושב בעזרת תוכנה של חברת נרדה. האלגוריתם של התוכנה מחלק את המרחב לקטעים בעלי רזולוציה שנבחרת ע"י המשתמש. בכל קטע מחושב הערך, הפאזה והכיוון של גודל ווקטור השדה המגנטי הנגרם ע"י הזרמים במקורות החשמל ובכבלים הממוקמים בקרבת מקום. ווקטור השטף המגנטי בנקודה מסוימת מתקבל באמצעות סופרפוזיציה של כל ווקטורי השדות המגנטיים המחושבים ממקורות החשמל.

צפיפות השטף המגנטי חושבה עבור 70% מהזרם המקסימלי (אלא אם כן צוין אחרת). כמו כן, זרמי הזרם חולקו לארונות החשמל עפ"י תוכנית תכנון משרד יועץ החשמל.

3.2 אופן הצגת תוצאות החישובים

תוצאות חישובי ווקטור השדה המגנטי בכל נקודה במרחב מוצגות בצורה גרפית ומספרית. הצורה הגרפית מוצגת באמצעות קווים שווים צפיפות השטף המגנטי המאזורים על גבי קנה המידה של התוכנית האדריכלית.

3.3 תוצאות החישובים

החישובים המפורטים נעשו בהתבסס על תוכנת סימולציה ממוחשבת שבאמצעותה ניתן לאפיין את תצורת מערכת החשמל ולהציג אומדן יחסי לנתוני המבנה. החישובים בוצעו עבור גובה של 1 מטר יחסית לרצפה (אלא אם כן צוין אחרת). המסקנות וההמלצות חולקו לאזורי שהייה רציפה (כגון: עמדות עבודה, חדרי משרדים, דירות מגורים וכו') ולאזורי שהייה לא רציפה (כגון: לובי כניסה, מסדרונות, חצרות וכו') ועל סמך הנחיות והמלצות המשרד להגנת הסביבה.

דוגמאות לאזורי שהייה:

אזור שהייה קבוע/רציף	אזור שהייה לא קבוע/רציף
דירות מגורים	לובי כניסה
חדרי משרדים	מסדרונות
עמדות עבודה	חצרות

4. בניין קמפוס

4.1 תוכנית הסימולציה

בוצעה סימולציה של רמת השדה המגנטי עבור מקורות החשמל הראשיים הרשומים בסעיף 2.

בניין הקמפוס מורכב משלושה גרעינים (A, B, C). בקומה אופיינית בכל גרעין ישנו חדר חשמל. בקומת הגג באזור גרעין B ממוקמים חדר השנאים, חדר החשמל למתח נמוך ותעלות החשמל.

בקומה שמתחת לקומת הגג ממוקמים כיתות הלימוד וחדרי המשרדים, נבדקה השפעתם של מקורות החשמל הממוקמים בקומת הגג על הקומה שמתחת.

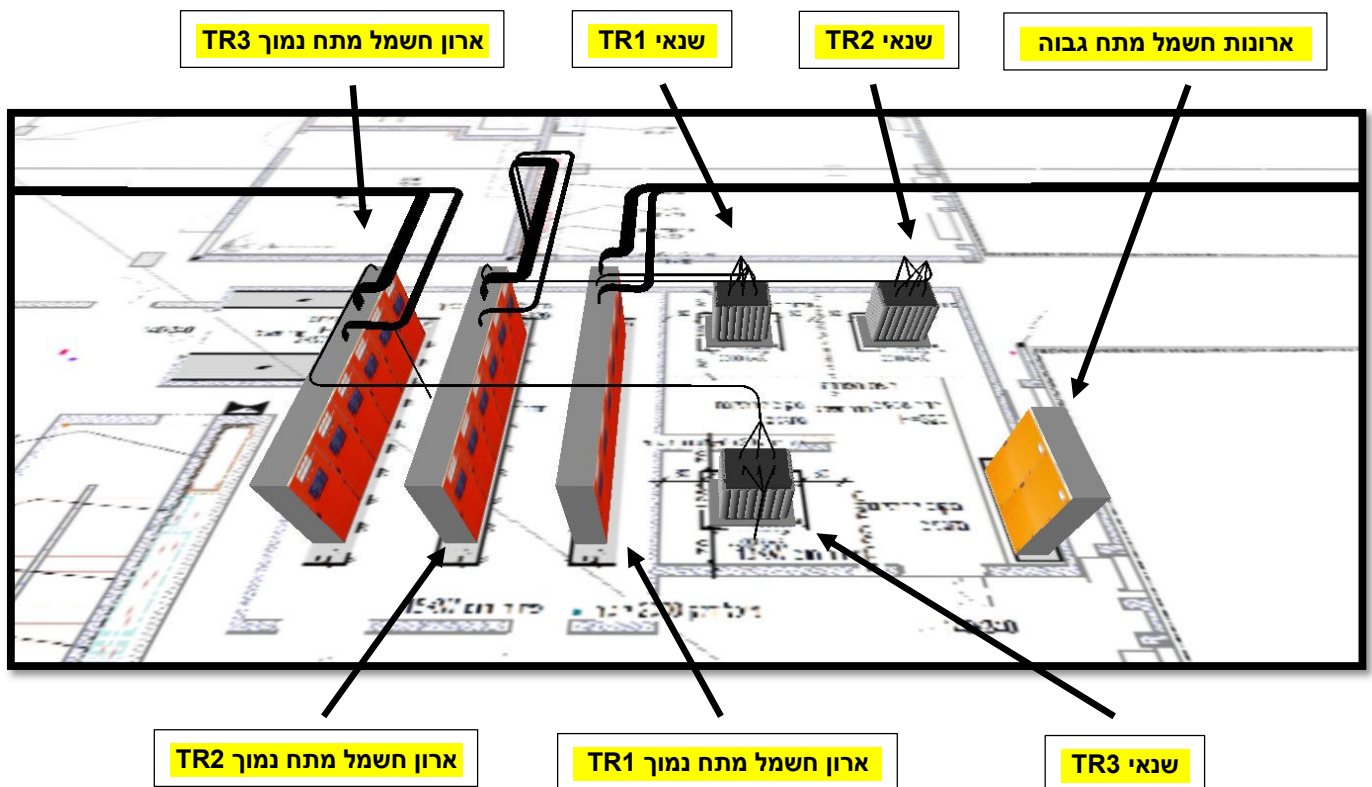
בחדר החשמל בקומה אופיינית בכל אחד משלושת הגרעינים ממוקם ארון חשמל 400 אמפר, ארון חשמל 50 אמפר וכבלי הזנה חיוני ובלתי חיוני.

להלן תוכנית הסימולציה ומיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית.

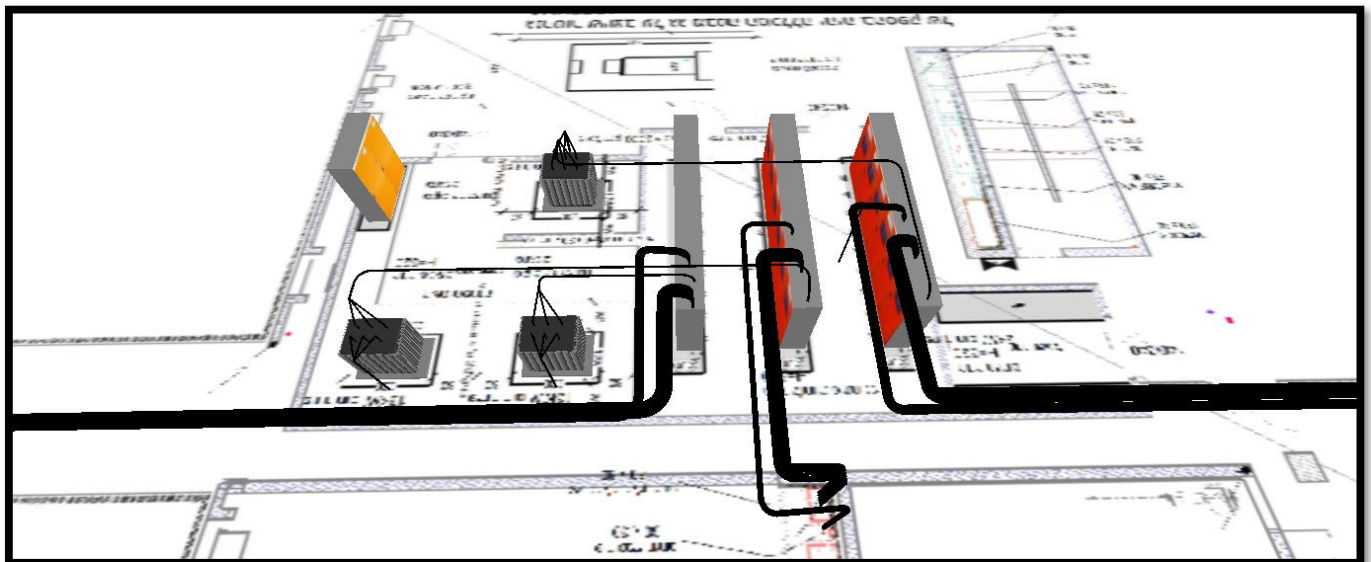
איור 3: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



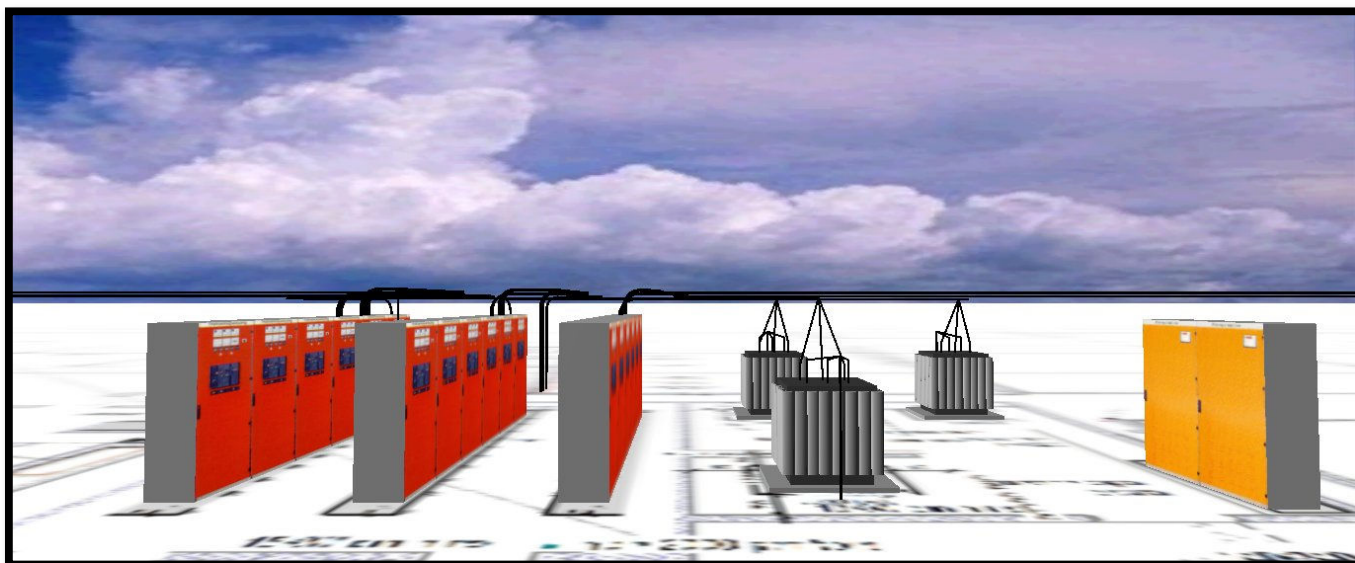
איור 4: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



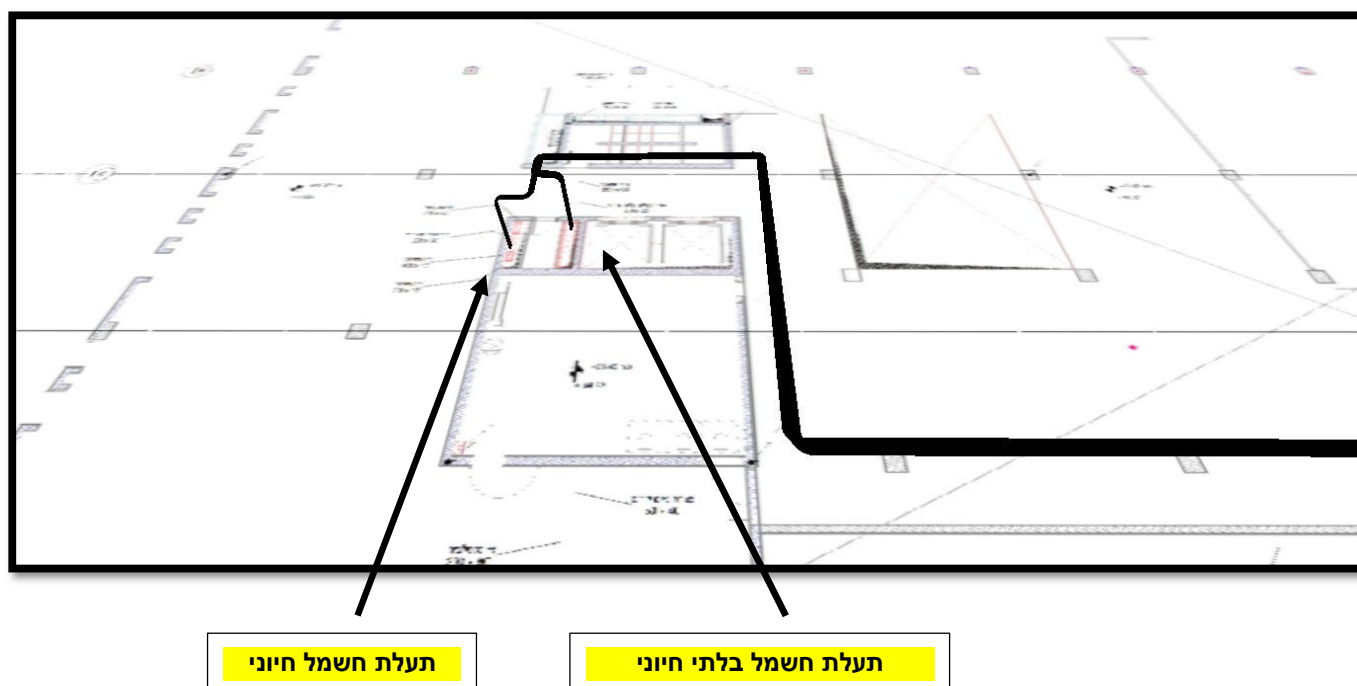
איור 5: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



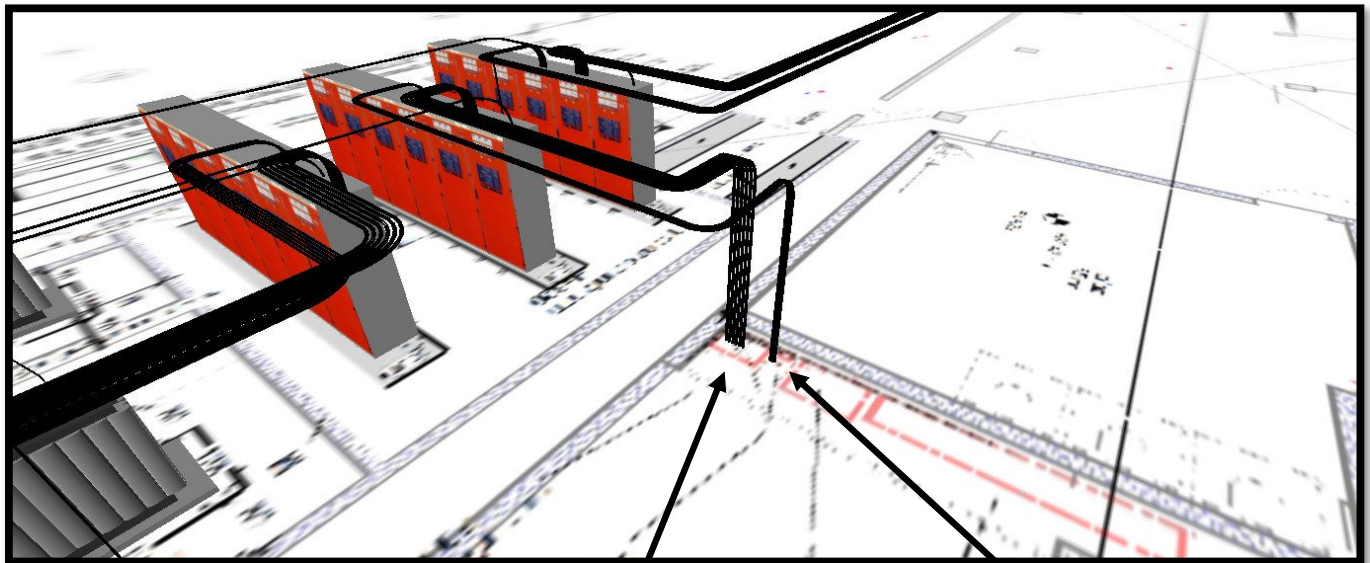
איור 6: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית



איור 7: קומת גג – גרעין A – תעלות החשמל חיוני והבלתי חיוני על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



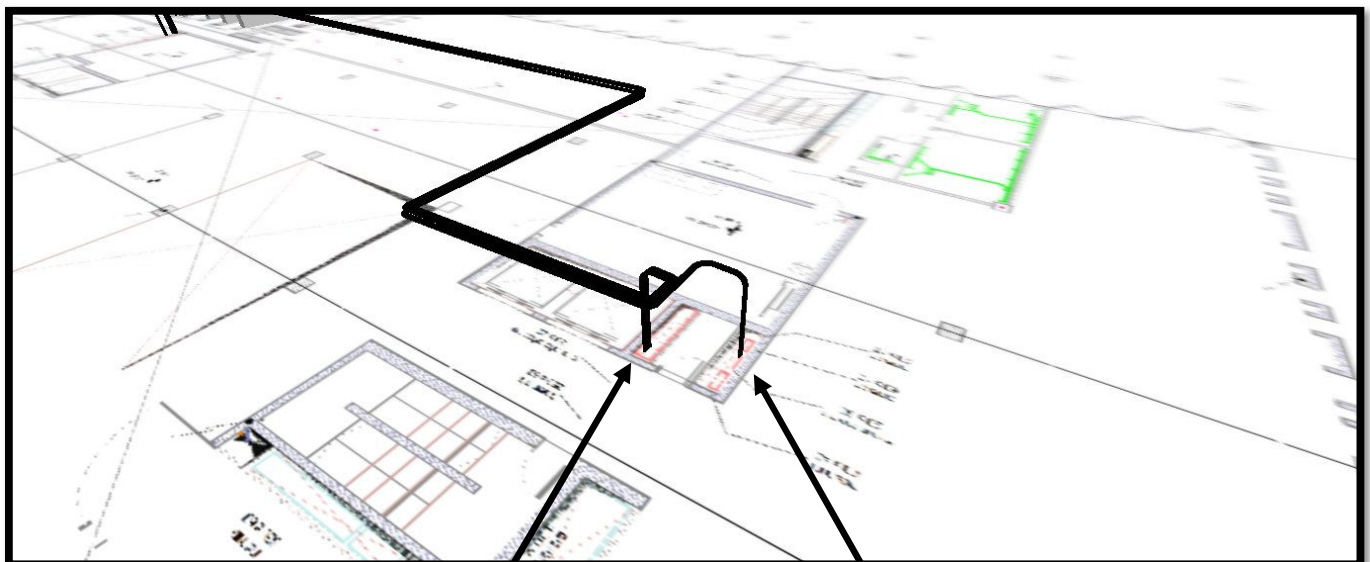
איור 8: קומת גג – גרעין B – תעלות החשמל חיוני והבלתי חיוני על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



תעלת חשמל בלתי חיוני

תעלת חשמל חיוני

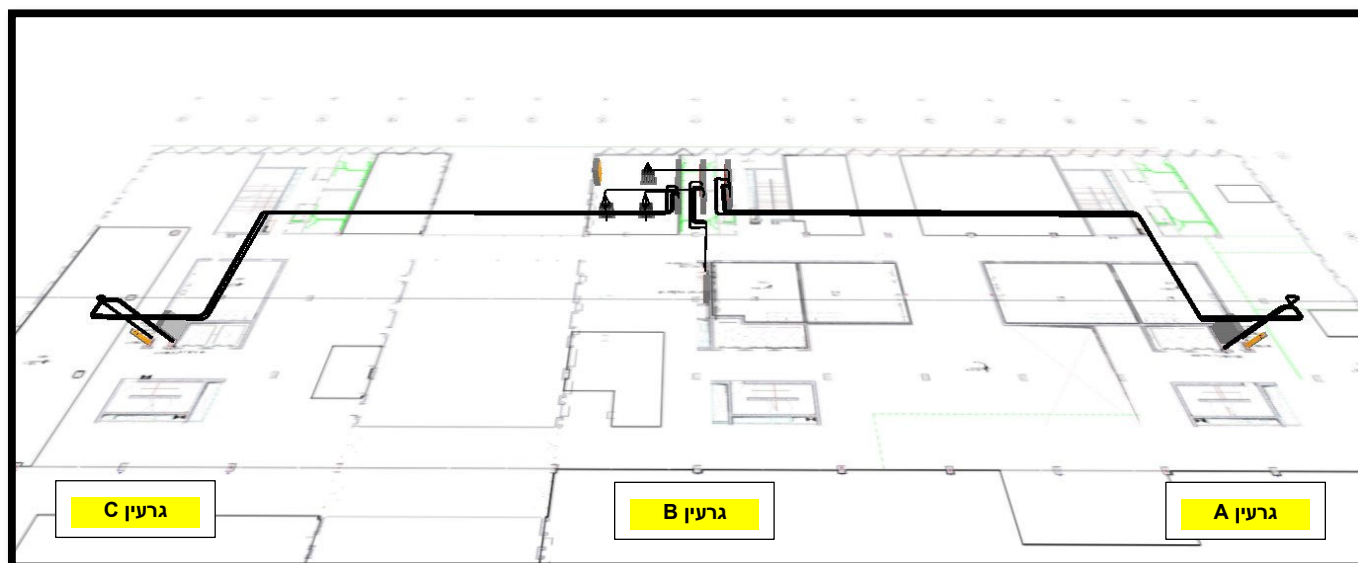
איור 9: קומת גג – גרעין C – תעלות החשמל חיוני והבלתי חיוני על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



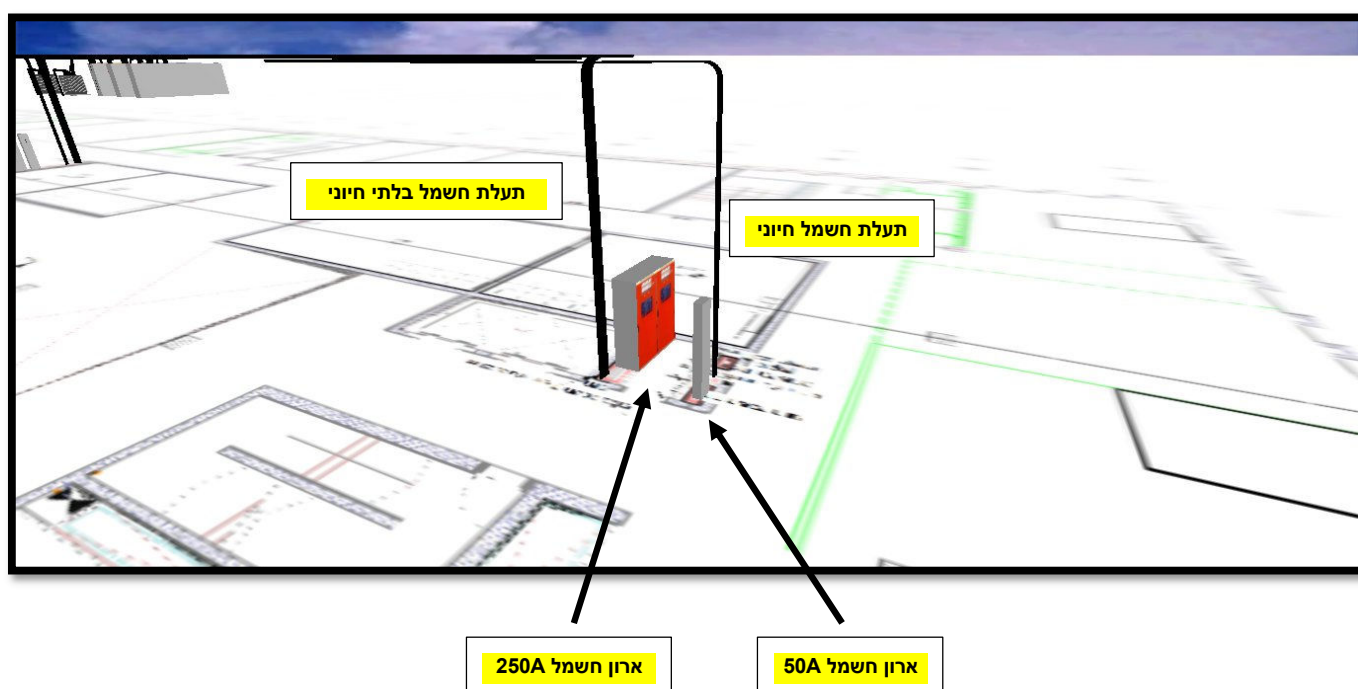
תעלת חשמל בלתי חיוני

תעלת חשמל חיוני

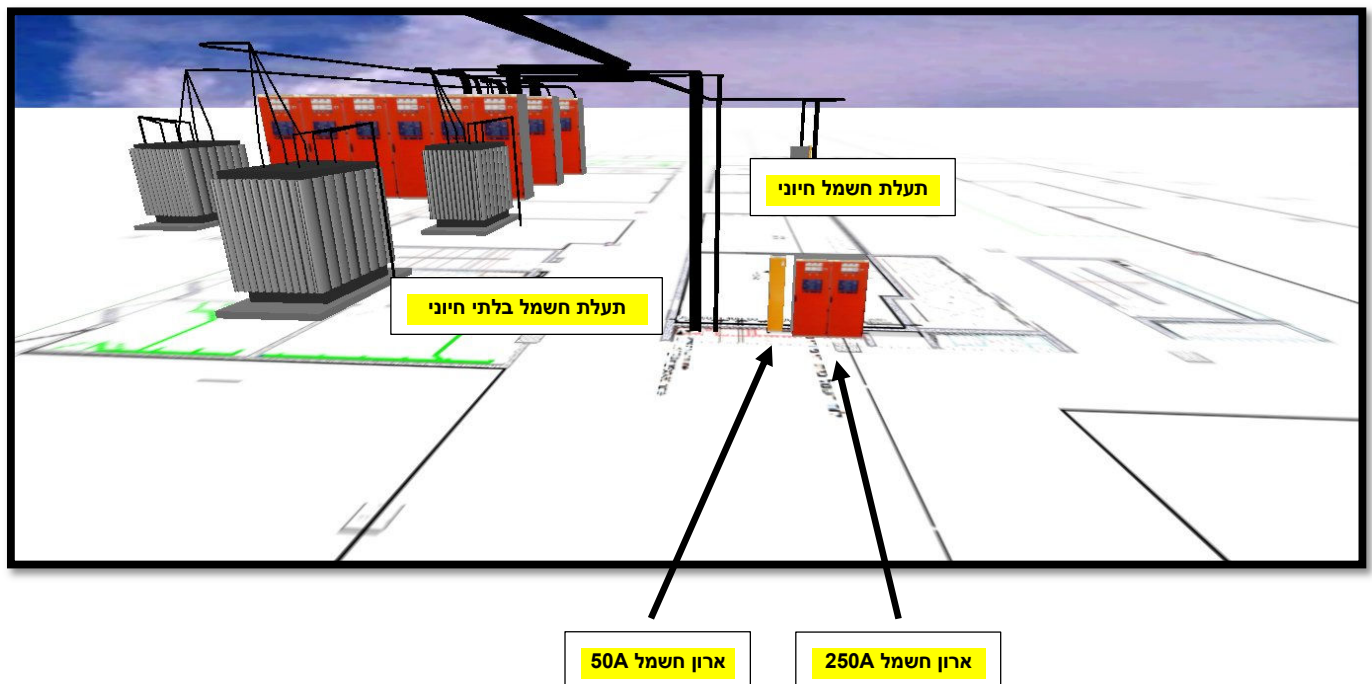
איור 10: קומה 5 – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



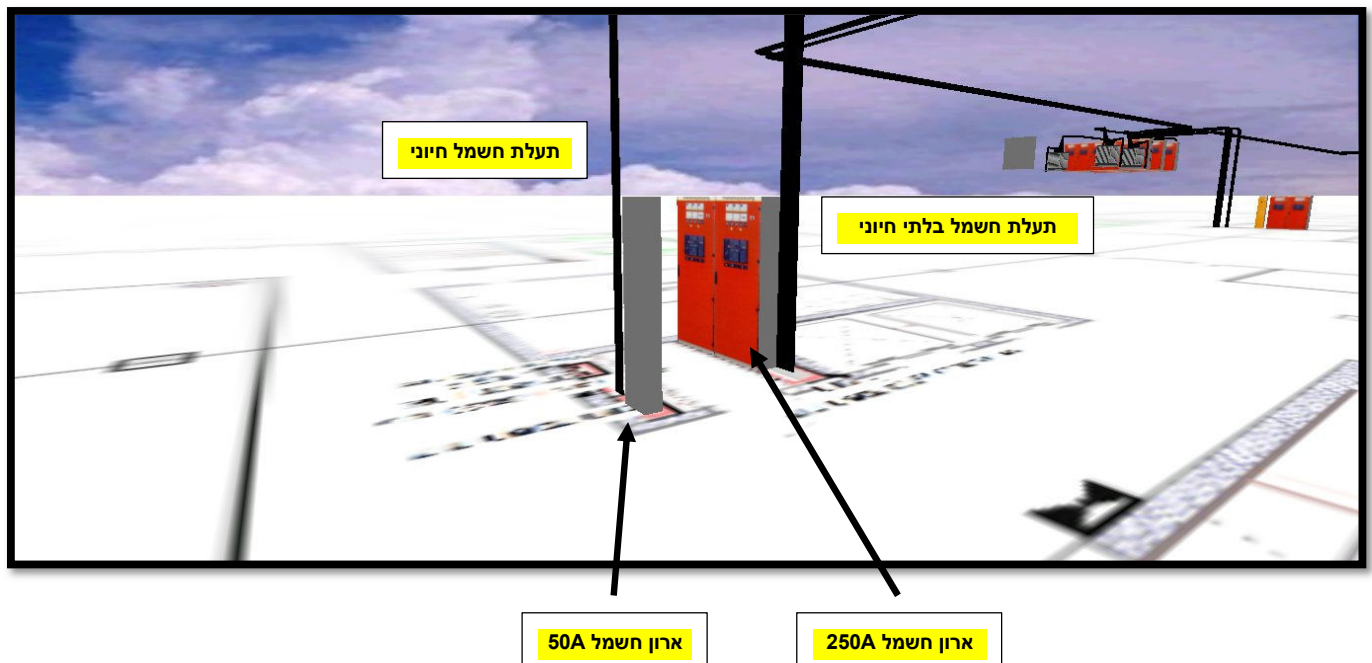
איור 11: קומה 5 – גרעין A – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



איור 12: קומה 5 – גרעין B – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על

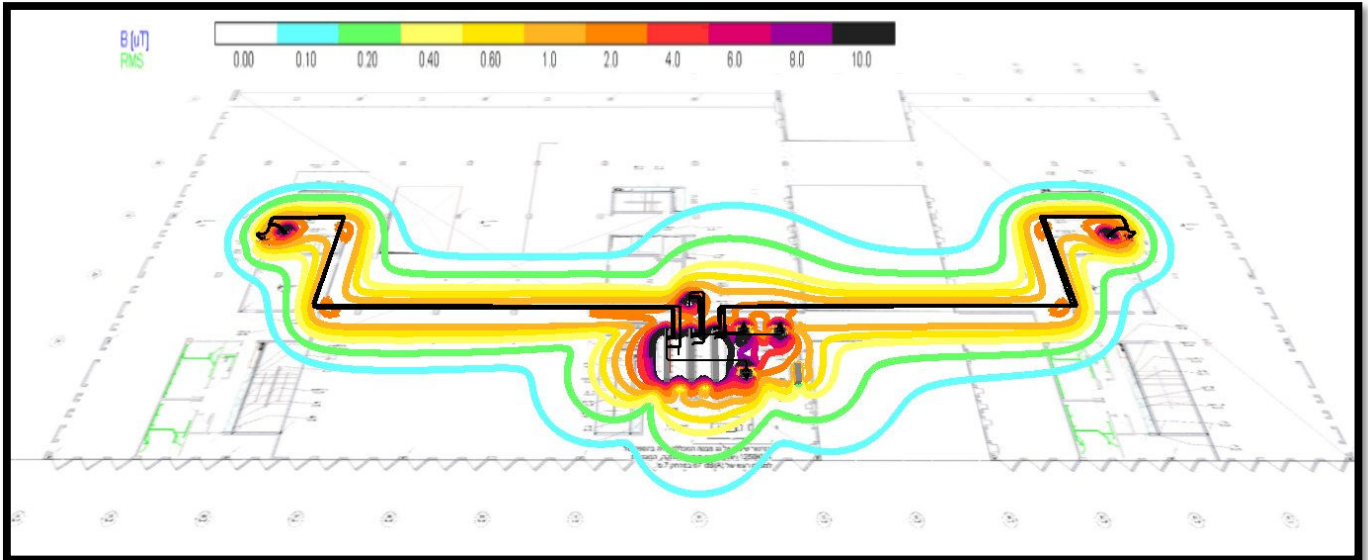


איור 13: קומה 5 – גרעין C – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על

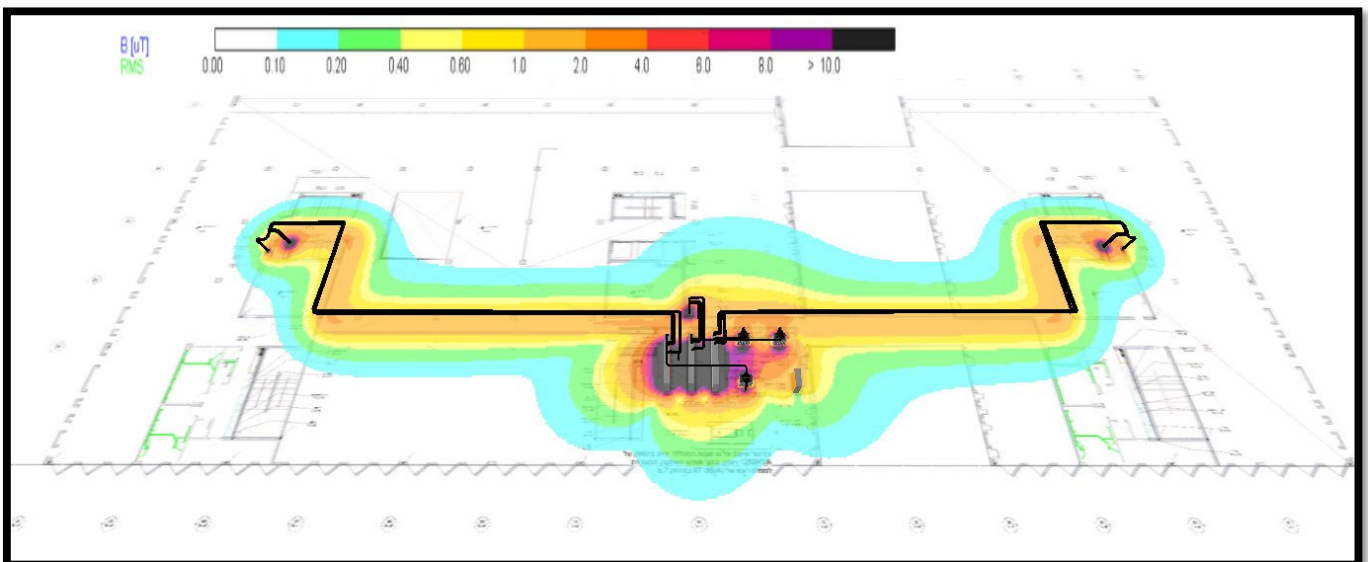


4.2 שטף השדה המגנטי החזוי

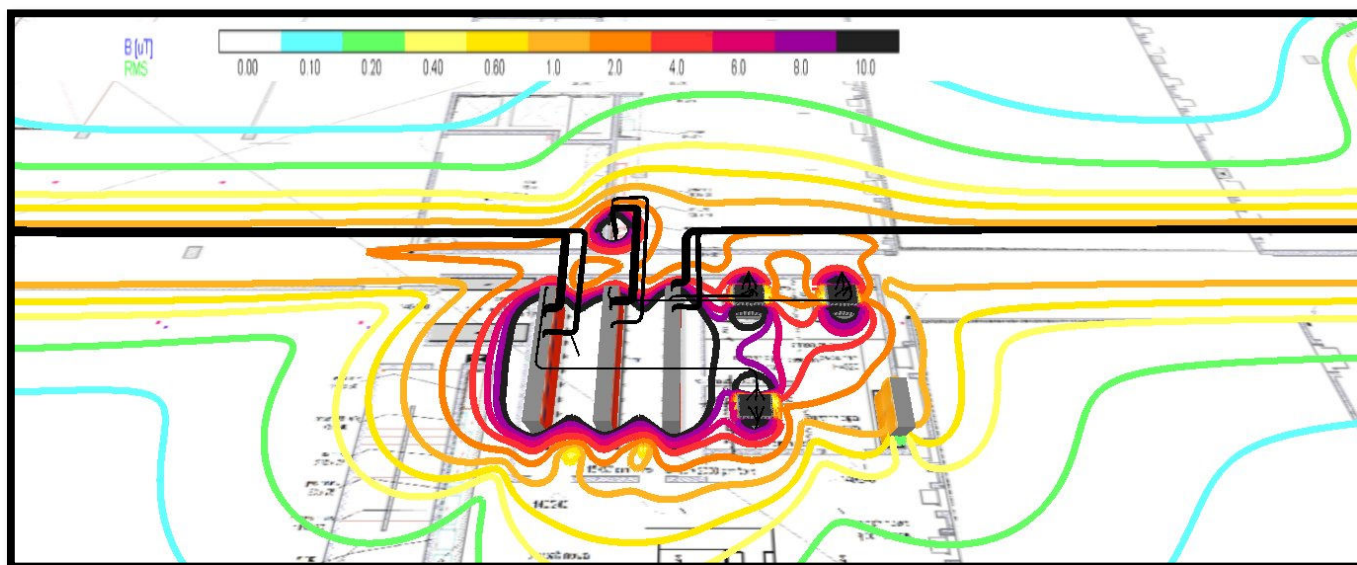
איור 14: קומת גג – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



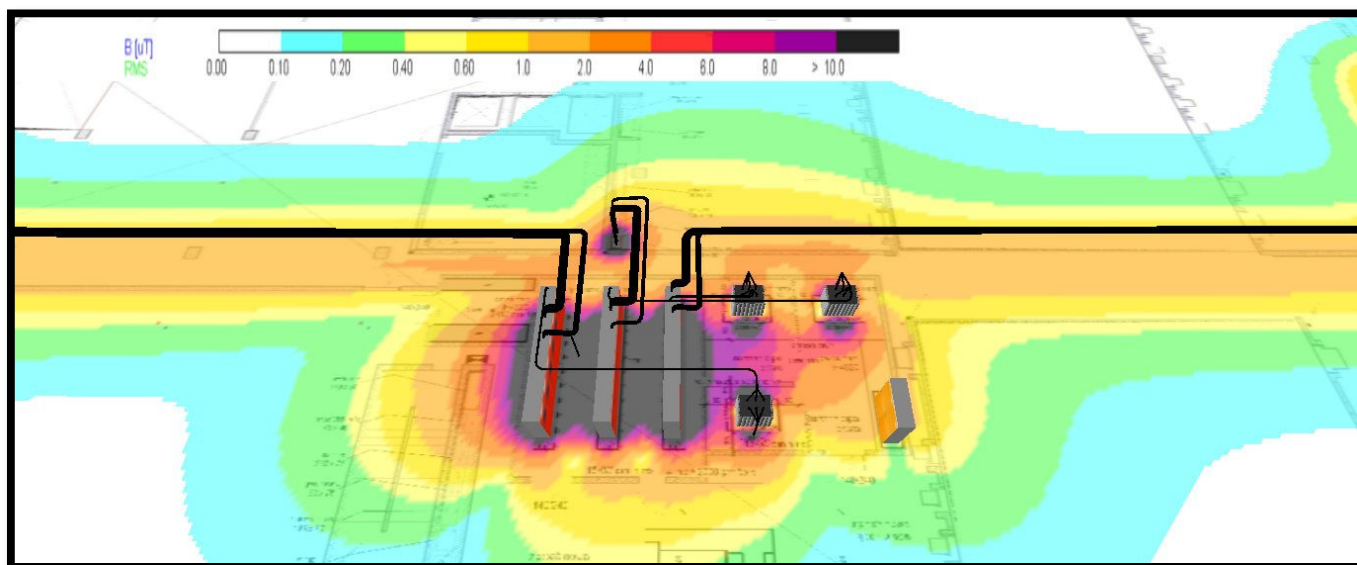
איור 15: קומת גג – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



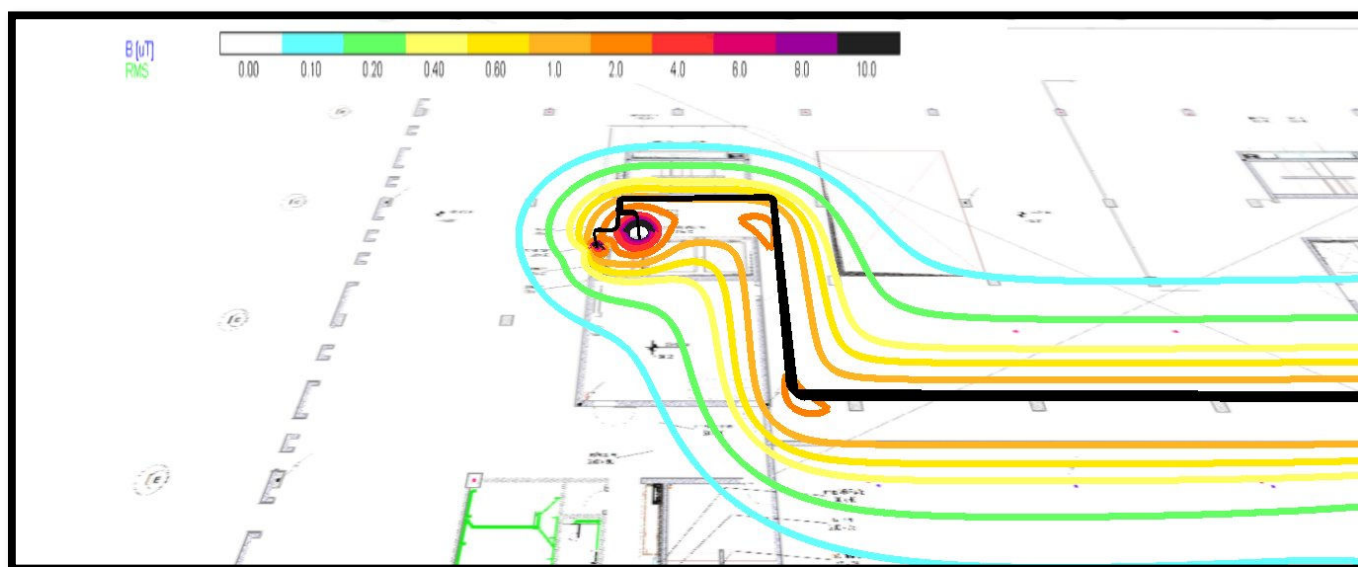
איור 16: קומת גג – גרעין B – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



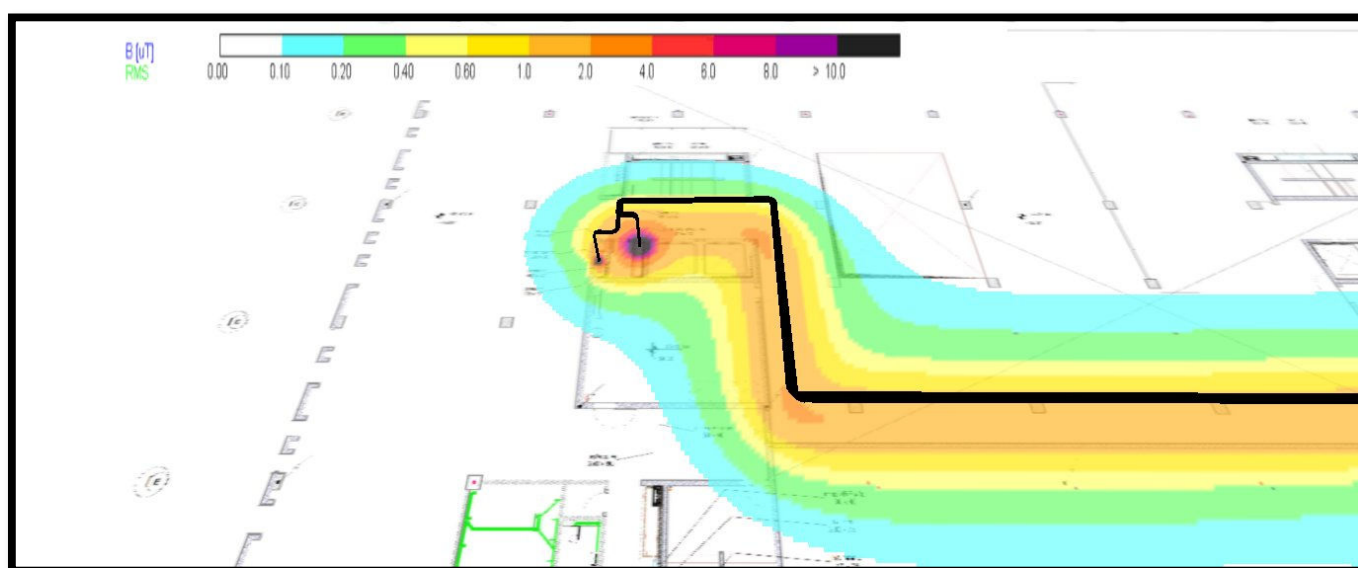
איור 17: קומת גג – גרעין B – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



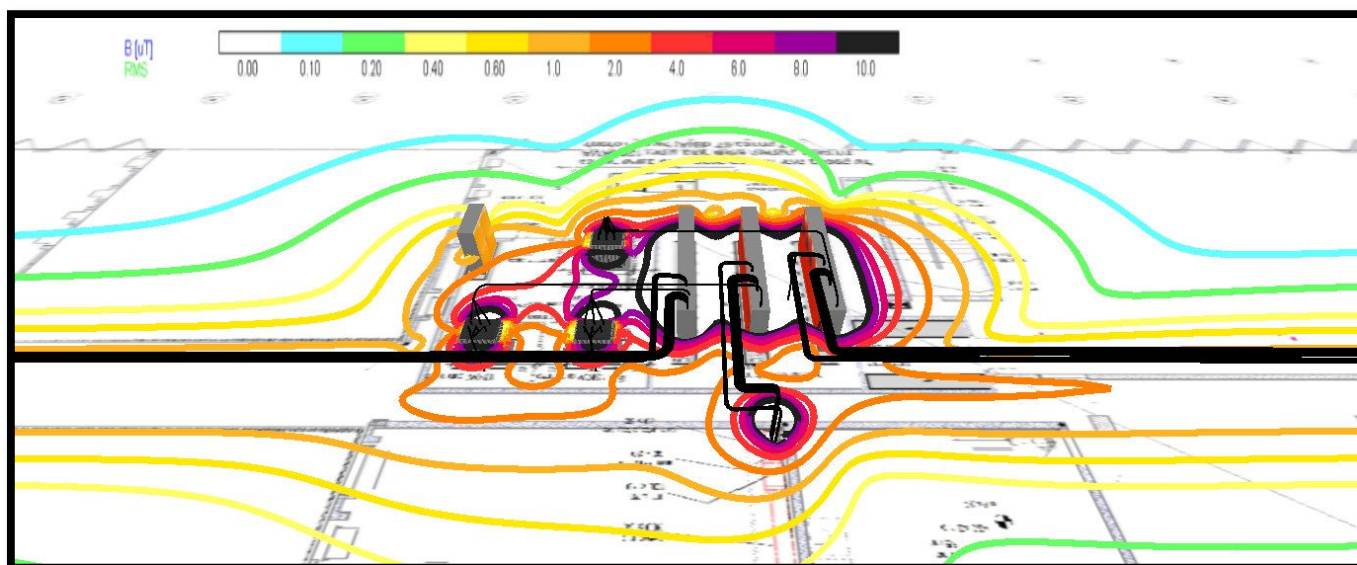
איור 18: קומת גג – גרעין A – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



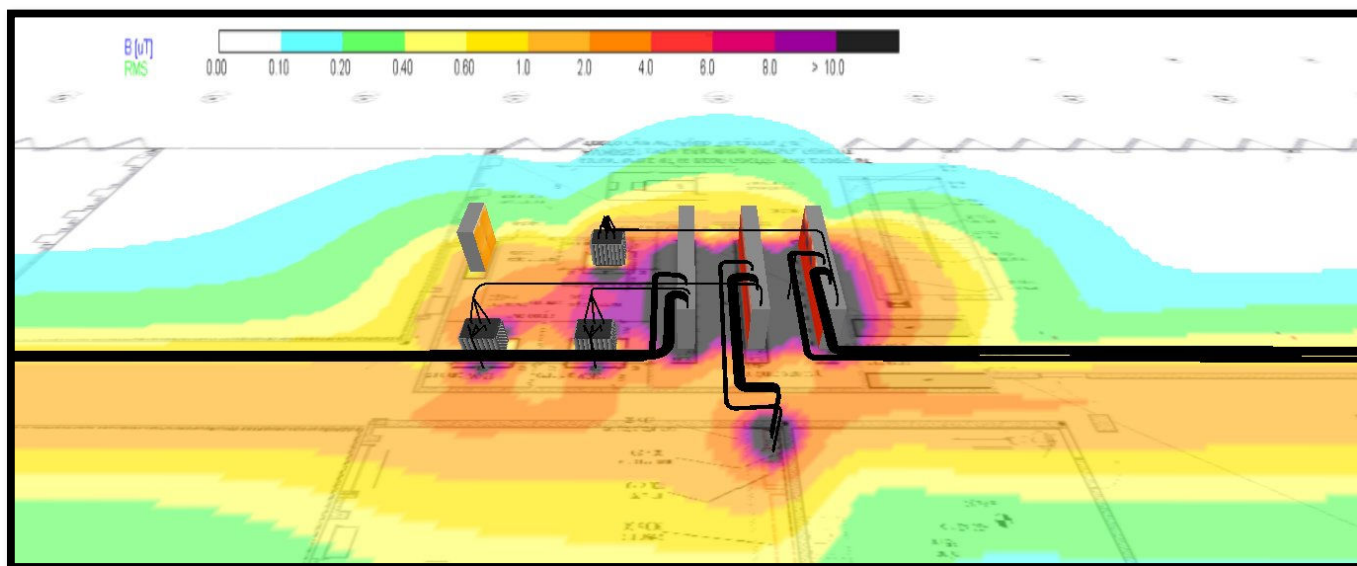
איור 19: קומת גג – גרעין A – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



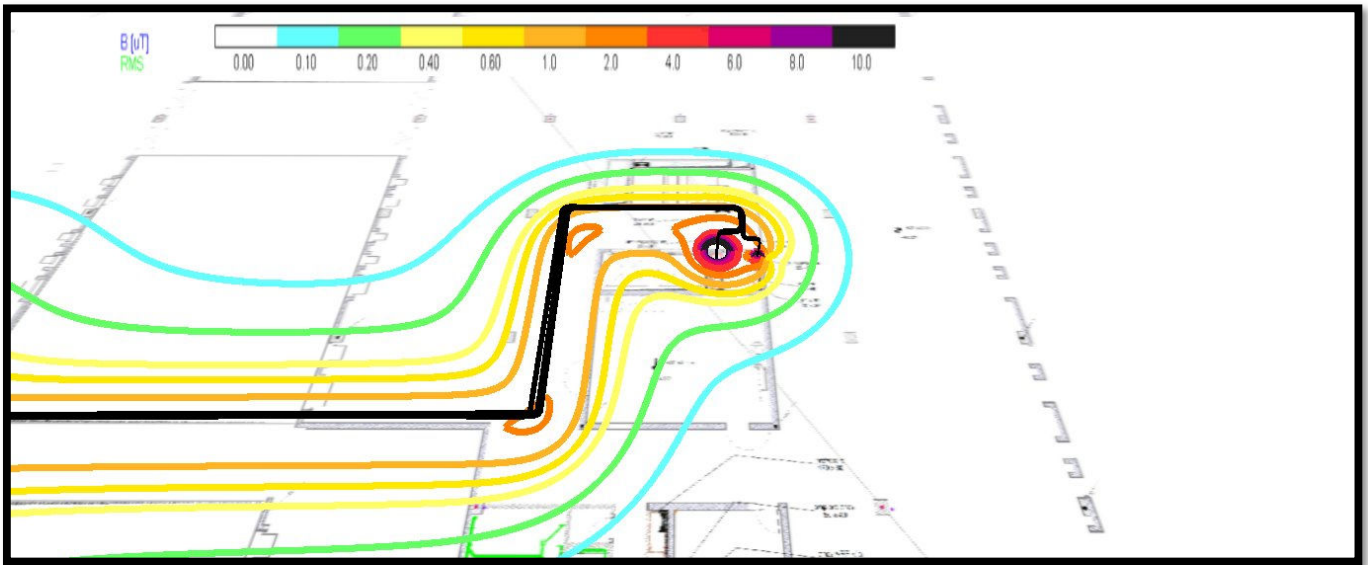
איור 20: קומת גג – גרעין B – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



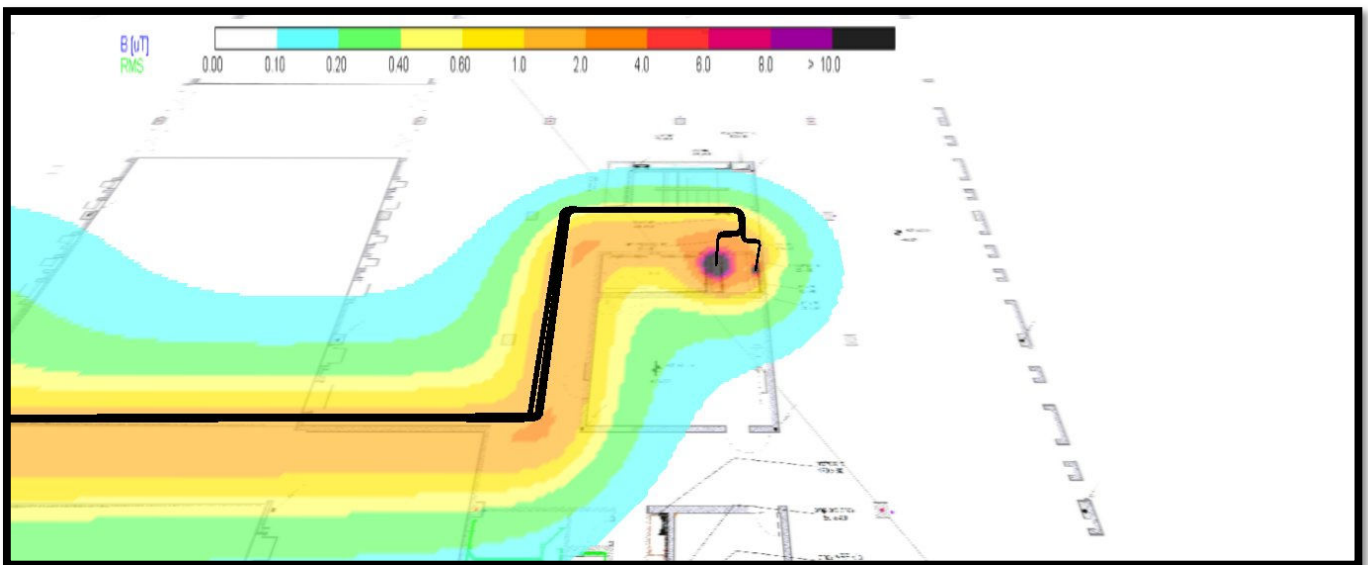
איור 21: קומת גג – גרעין B – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



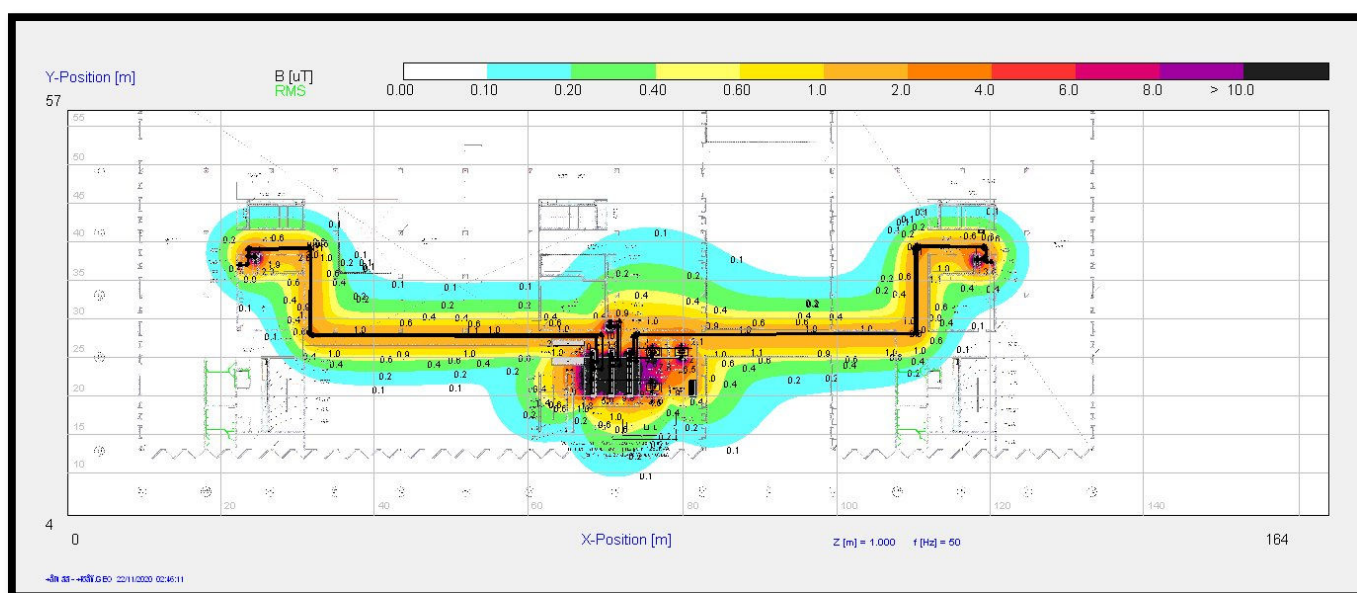
איור 22: קומת גג – גרעין C – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



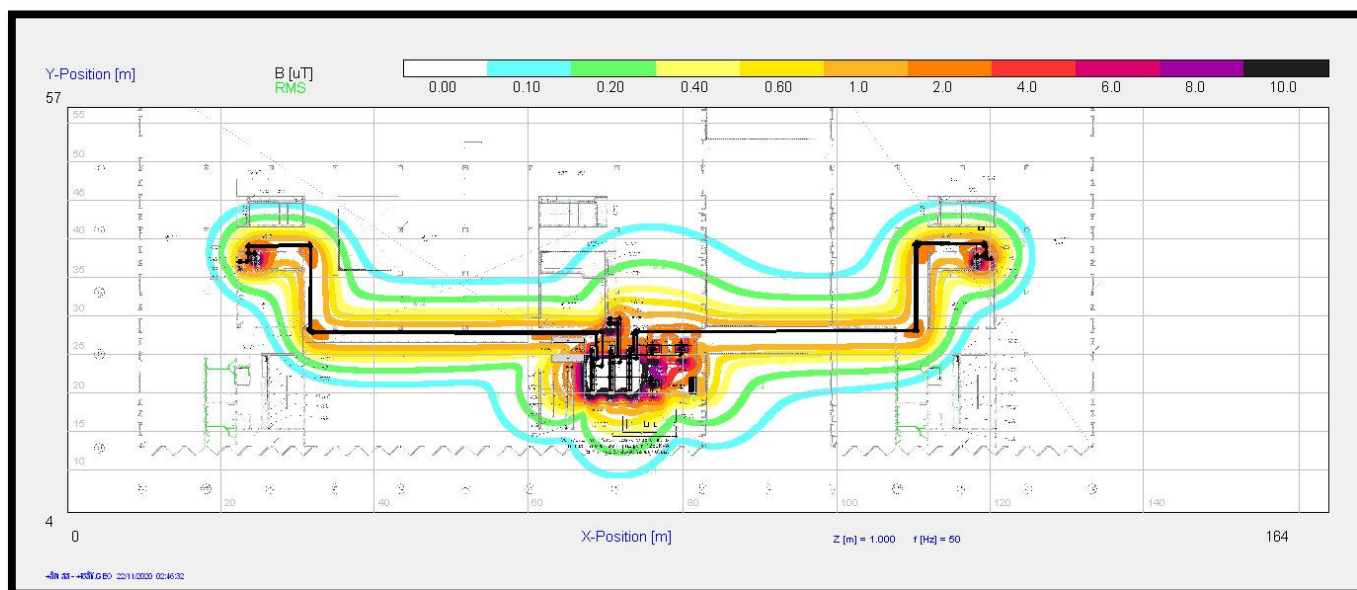
איור 23: קומת גג – גרעין C – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



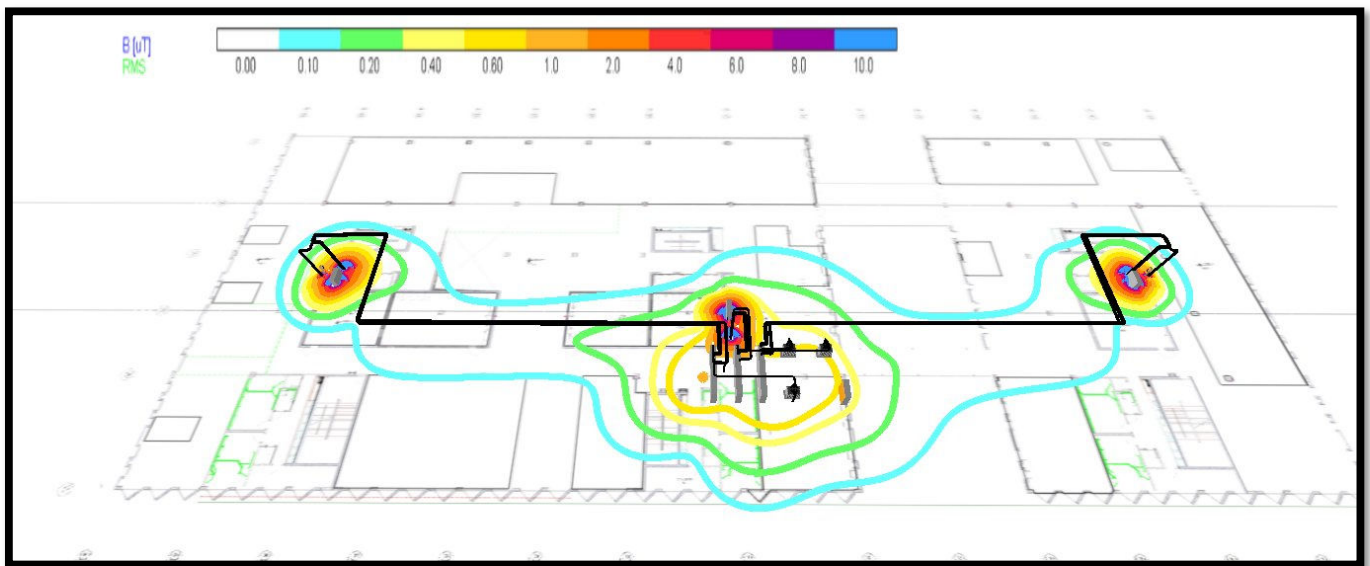
איור 24: קומת גג – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



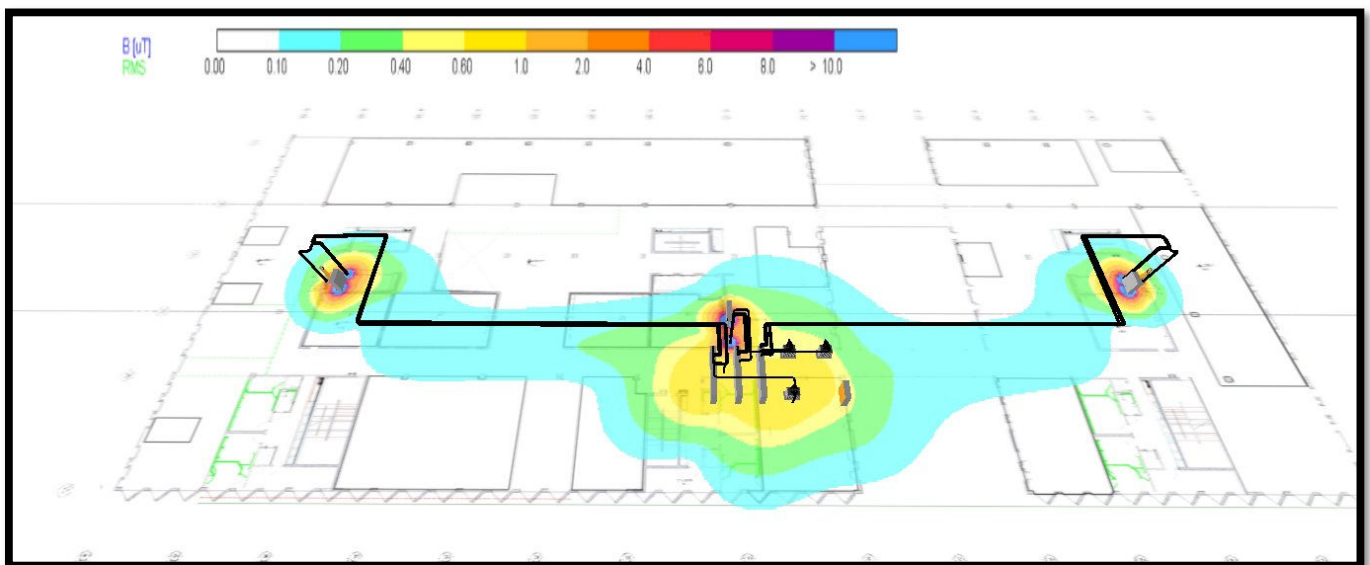
איור 25: קומת גג – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



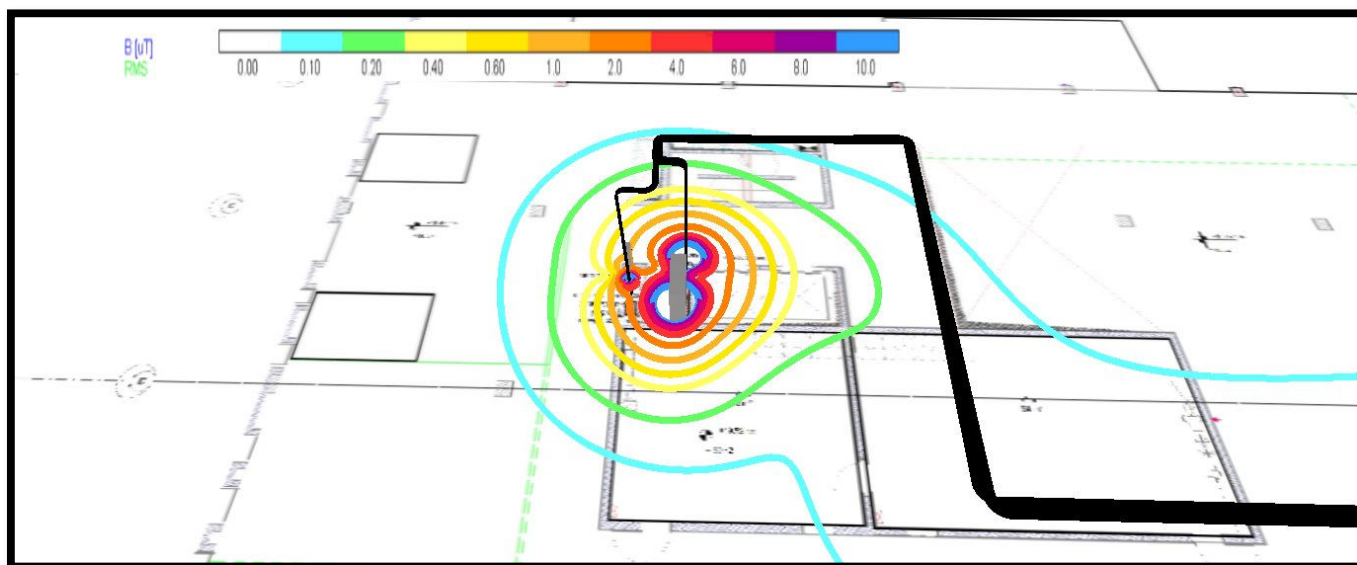
איור 26: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



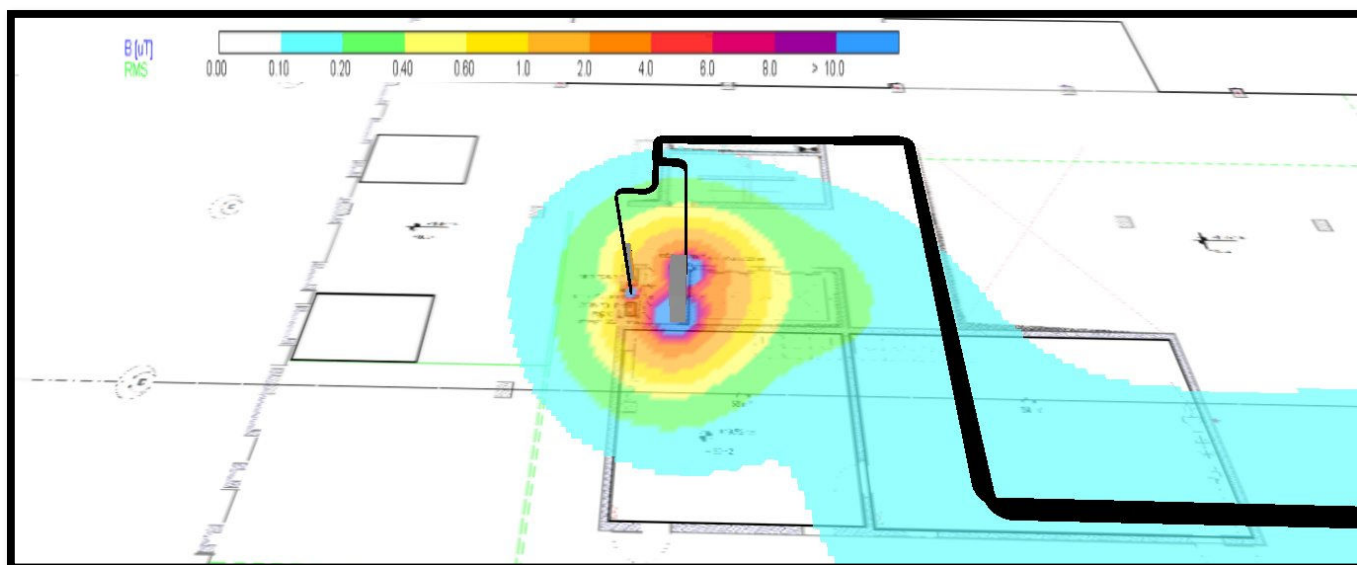
איור 27: קומה 5 – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



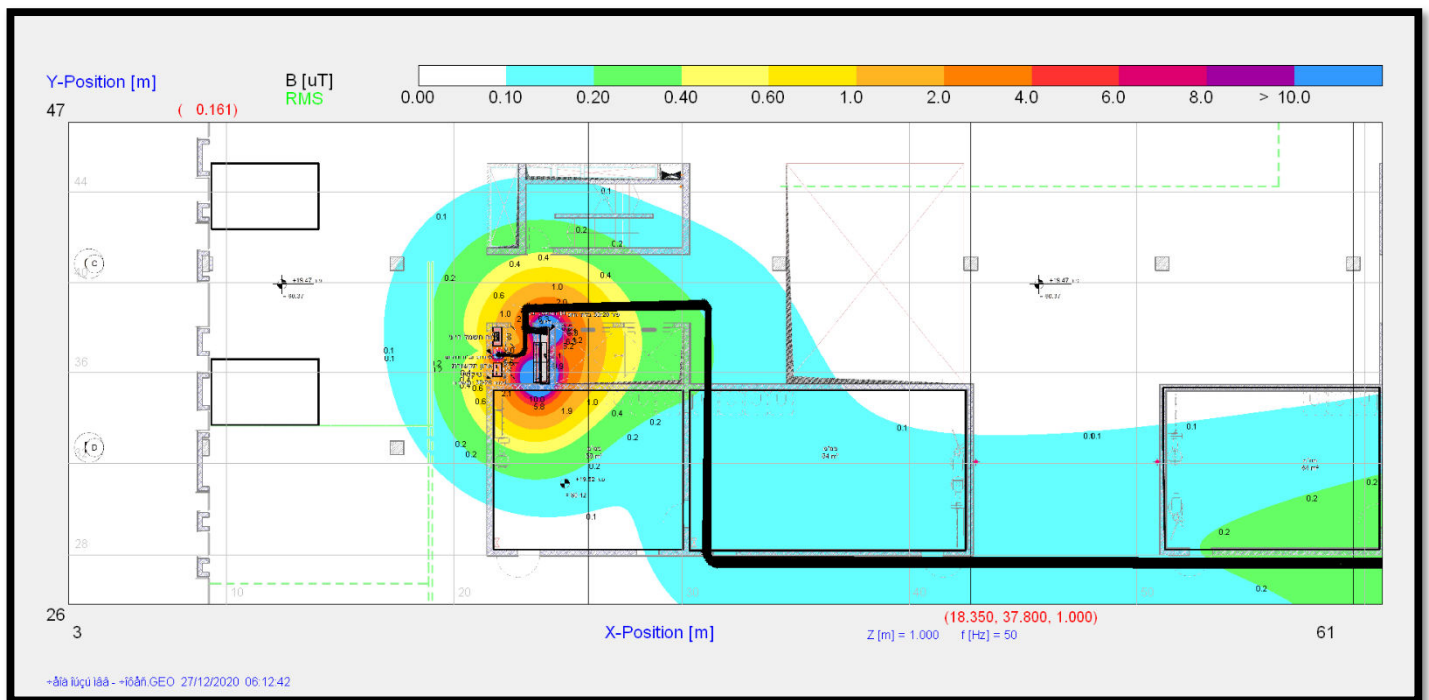
איור 28: קומה 5 – גרעין A – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



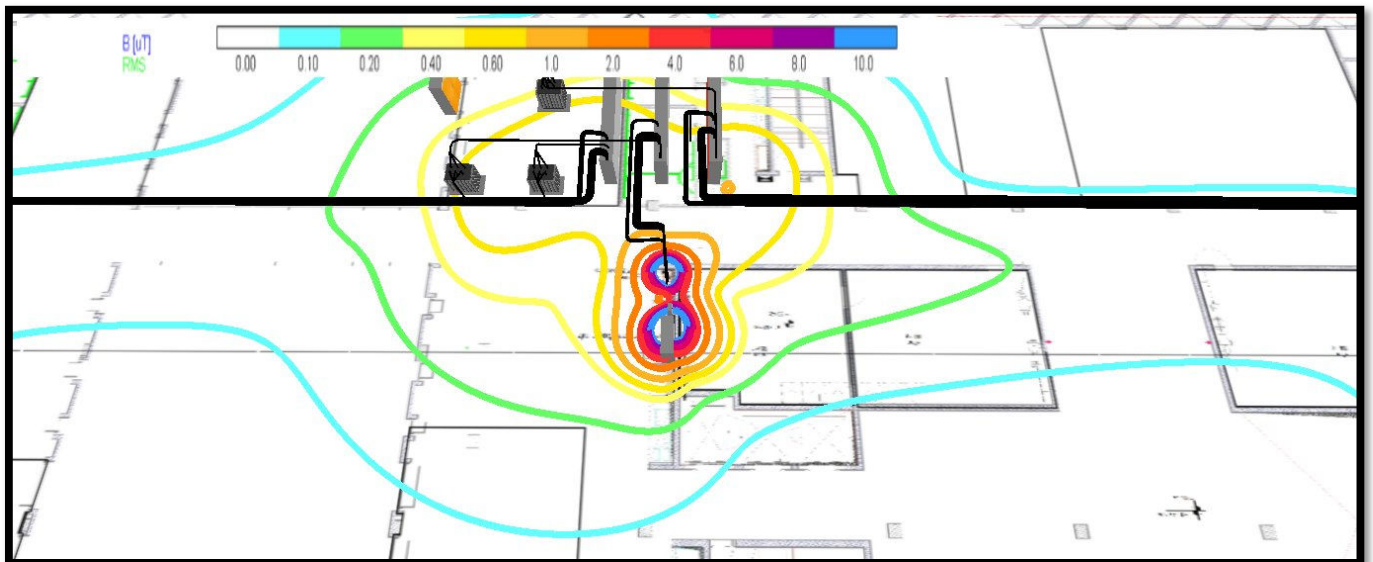
איור 29: קומה 5 – גרעין A – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



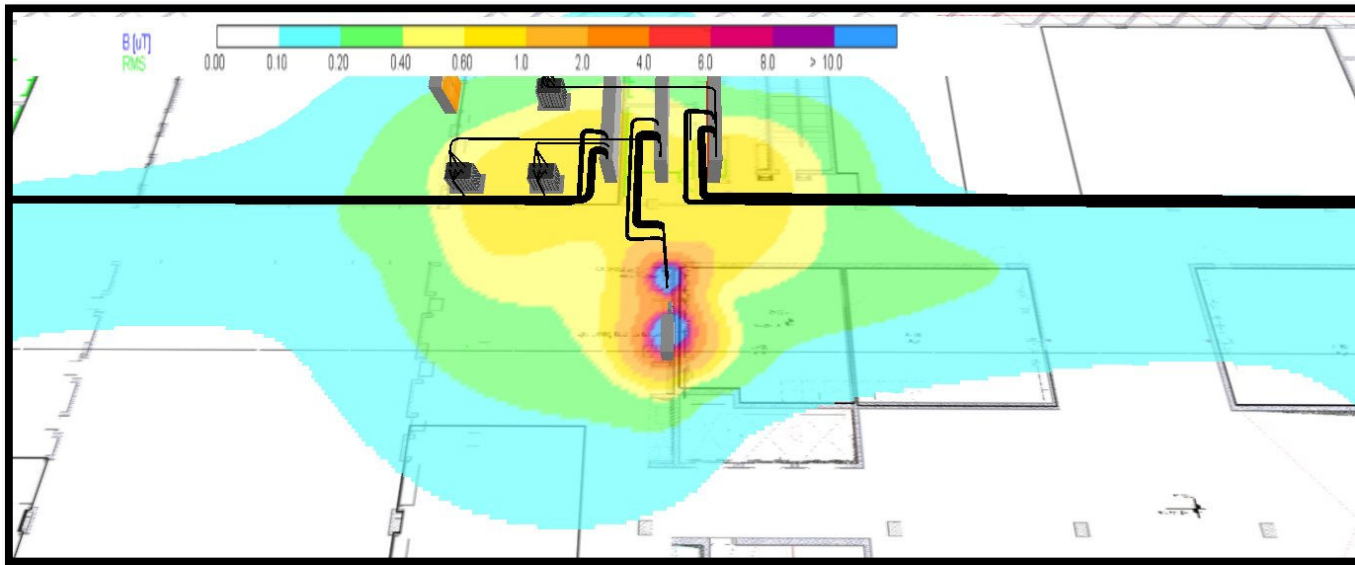
איור 30: גרעין A – קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



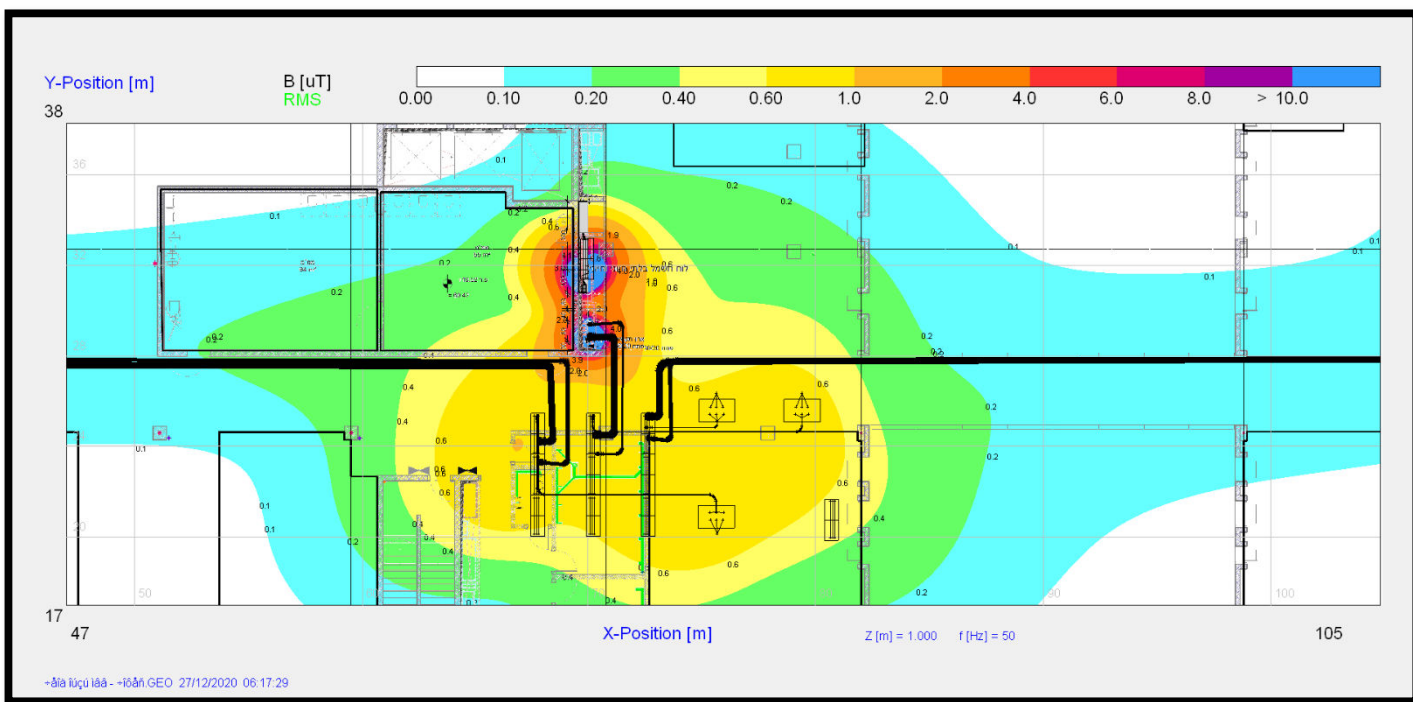
איור 31: קומה 5 – גרעין B – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



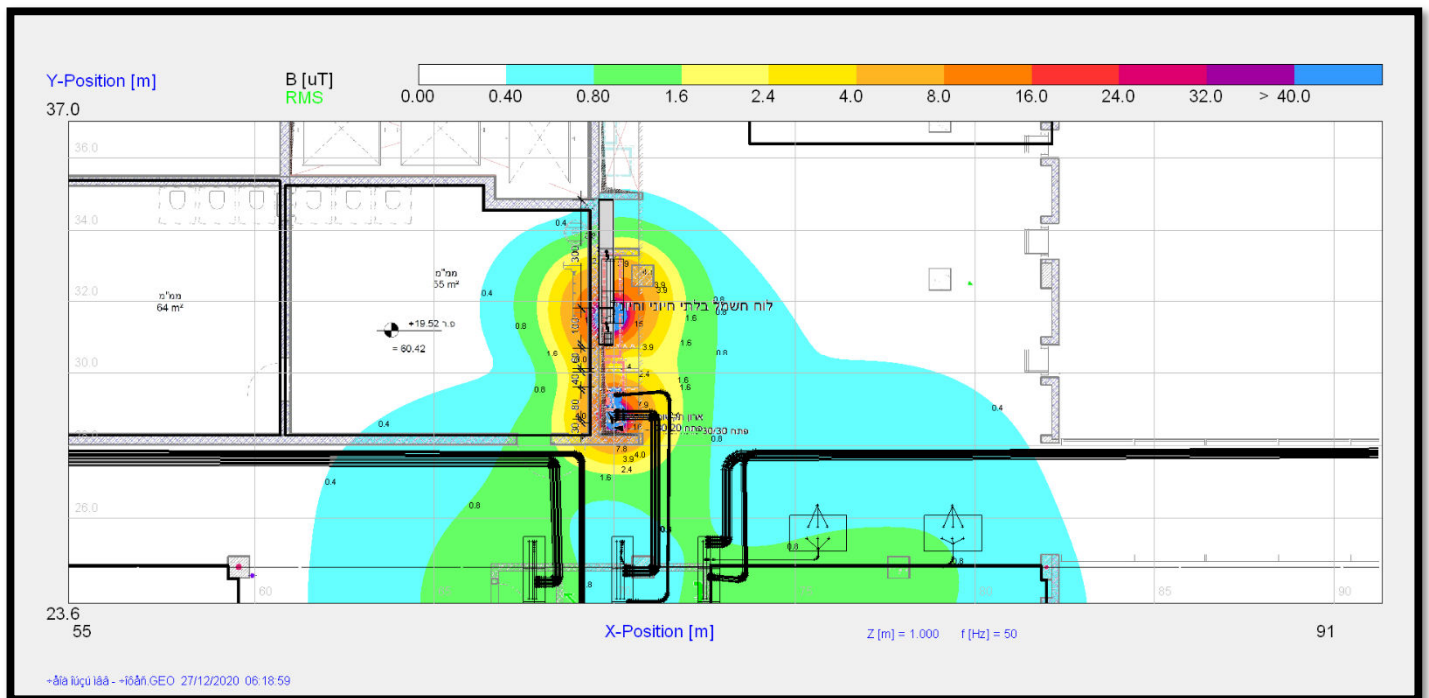
איור 32: קומה 5 – גרעין B – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



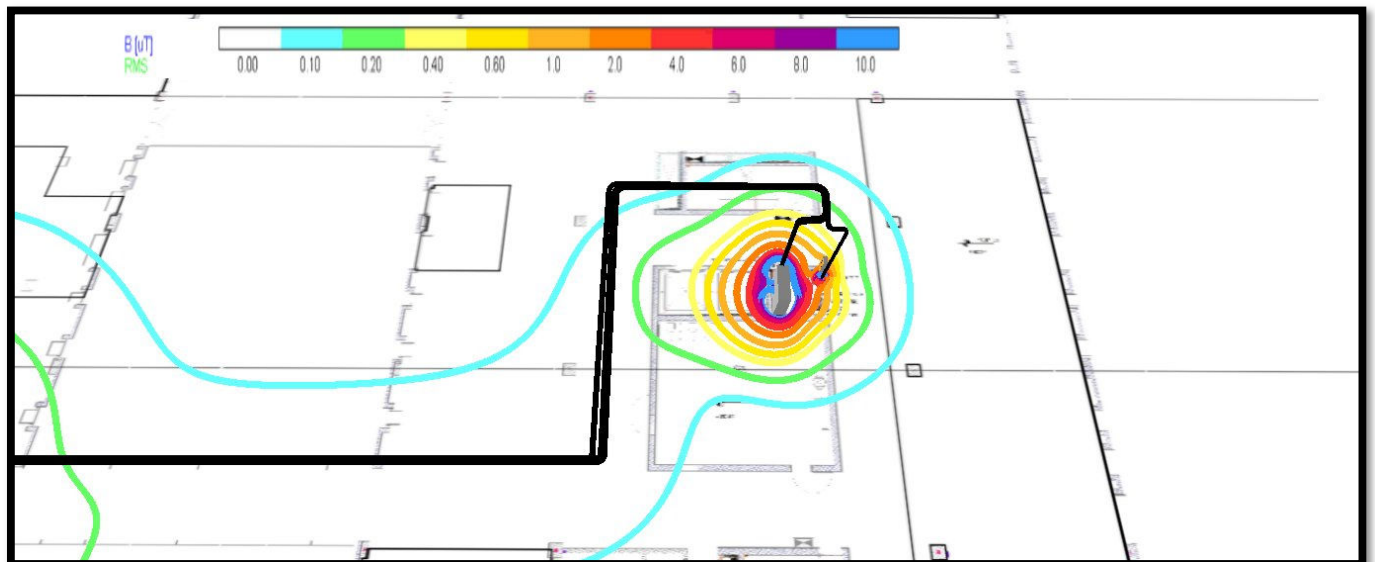
איור 33: גרעין B – קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



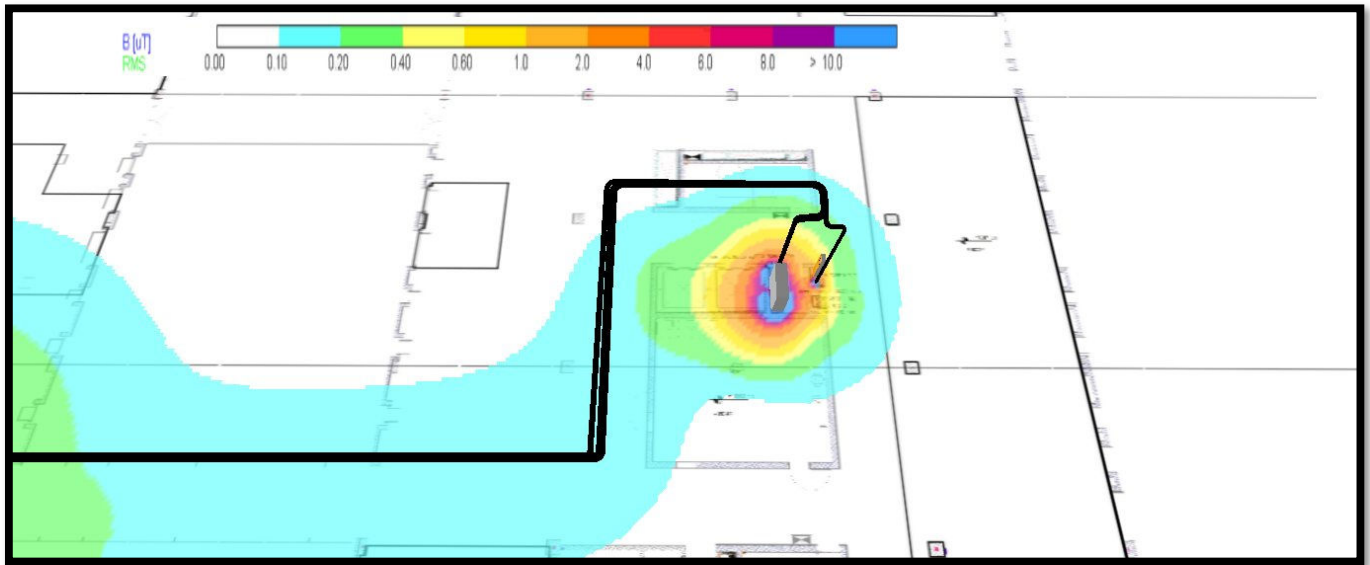
איור 34: גרעין B – קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



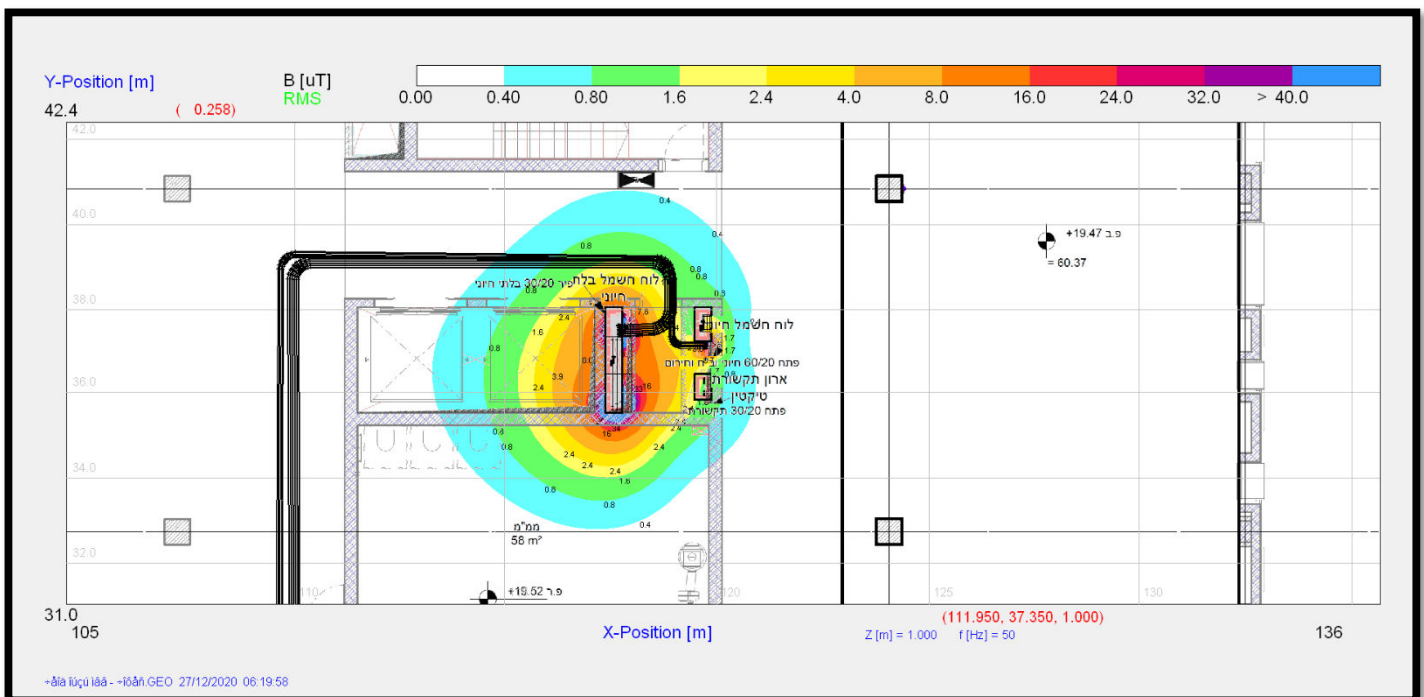
איור 35: קומה 5 – גרעין C – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



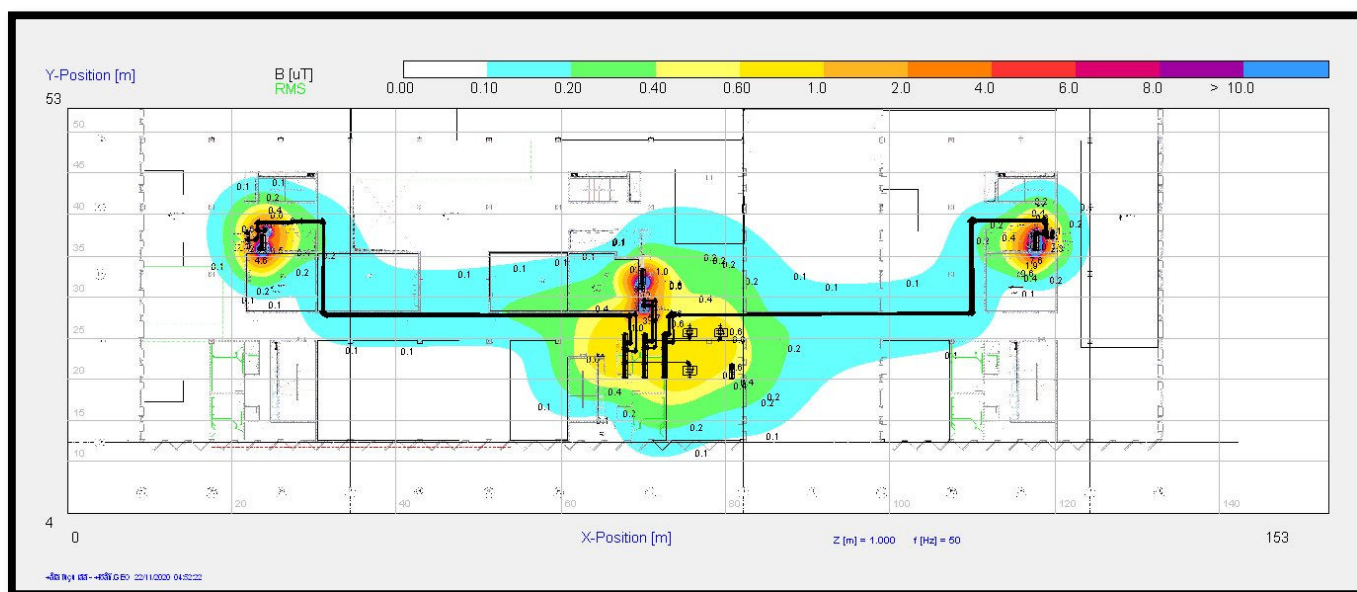
איור 36: קומה 5 – גרעין C – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



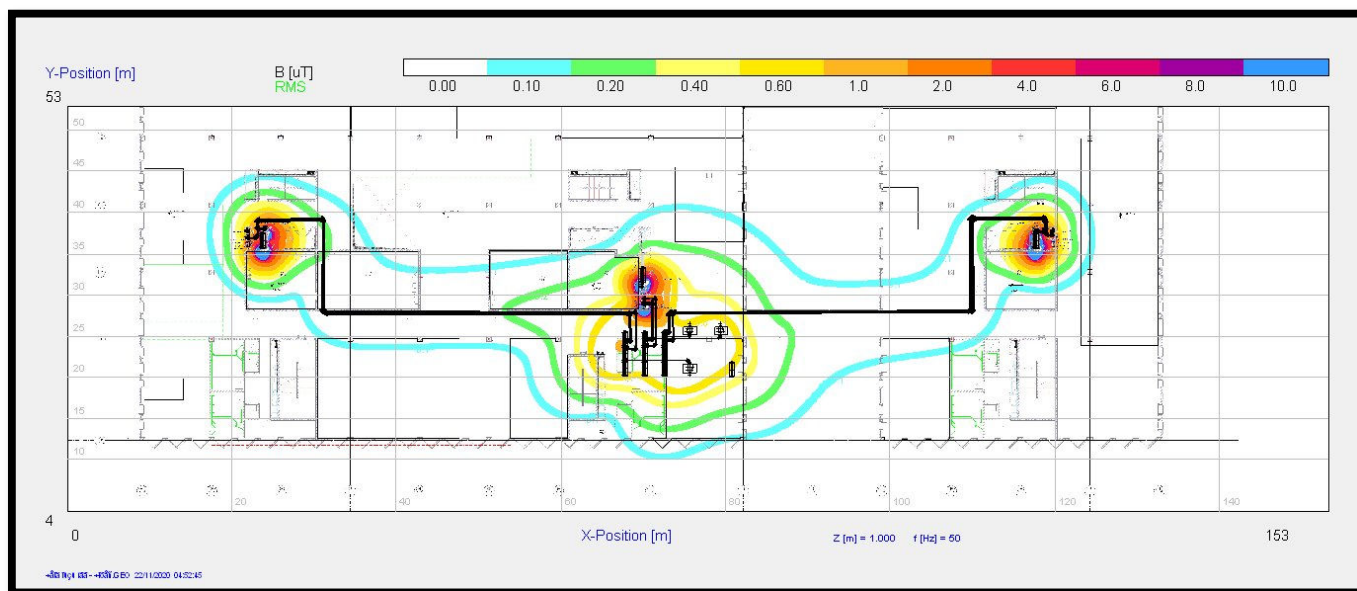
איור 37: גרעין C – קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



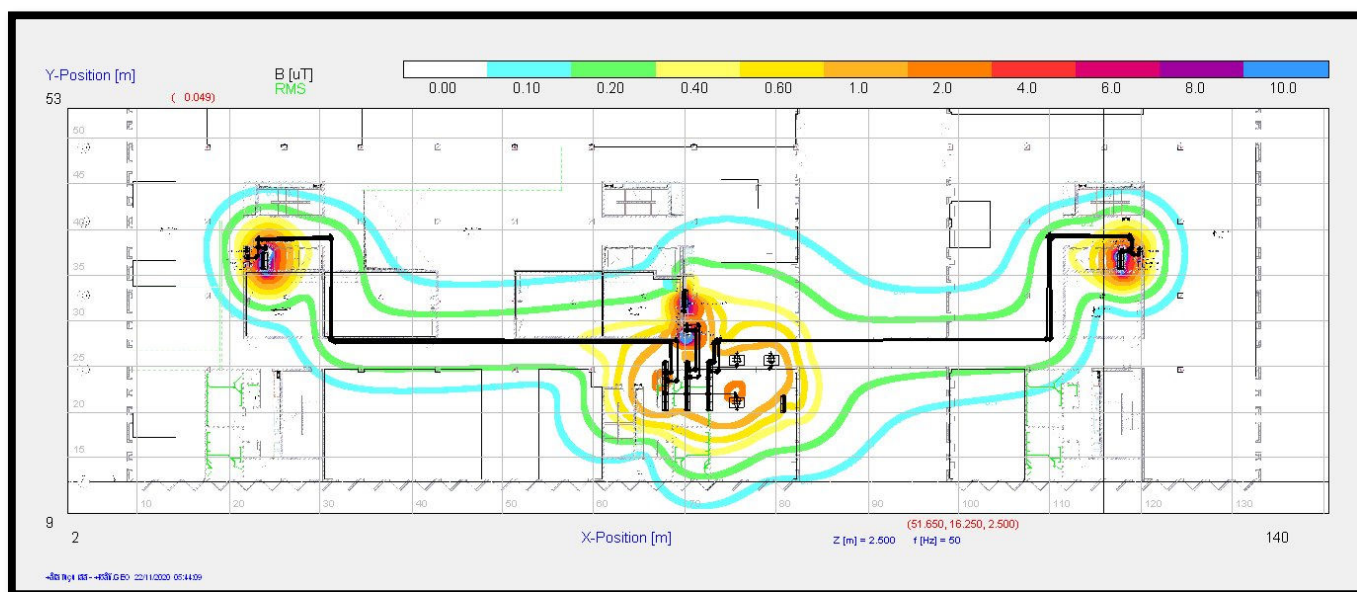
איור 38: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



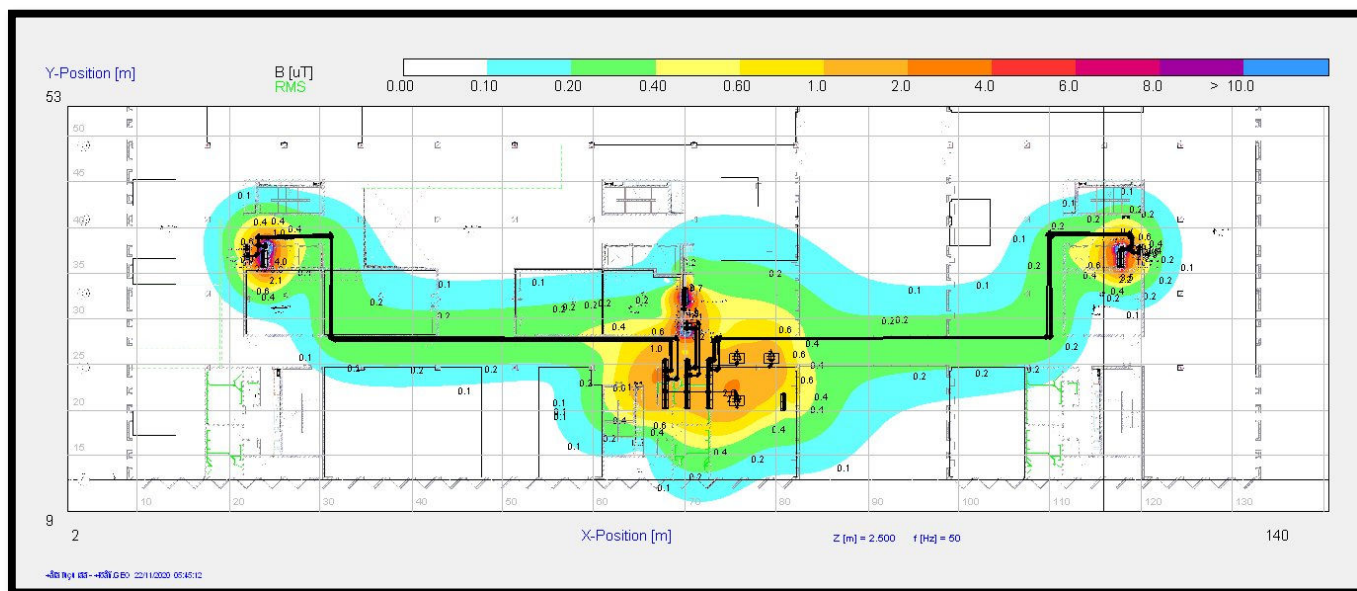
איור 39: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



איור 40: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 2.5 מטר בתצוגה דו ממדית



איור 41: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 2.5 מטר בתצוגה דו ממדית



4.3 תוצאות הסימולציה

להלן סיכום תוצאות הסימולציה עבור קומת הגג, קומה 5 וקומה אופיינית:

בניין קמפוס – גרעין B – קומת גג							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזויה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזויה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
1	חדר שנאים	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	30	< 25	תקין
2		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	100	< 22	תקין
3		במרחק 200 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	200	< 17	תקין
4		במרחק 400 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	400	< 9	תקין
5		במרחק 800 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	800	< 4	תקין
6	חדר חשמל מתח נמוך	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	30	< 32	תקין
7		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	100	< 55	תקין
8		במרחק 200 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	200	< 9	תקין
9		במרחק 400 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	400	< 8	תקין
10		במרחק 800 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	800	< 5	תקין
11		במרחק 900 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	900	< 1	תקין
12	חדר ממ"מ	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם תעלות החשמל	שהייה רציפה	100	30	< 40	לא תקין
13		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם תעלות החשמל	שהייה רציפה	100	100	< 14	לא תקין

בניין קמפוס – גרעין A – קומת גג							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזויה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזויה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
14	חדר חשמל	בדלת הכניסה לחדר החשמל	שהייה לא רציפה	100	30	< 35	תקין
15	חדר ממ"מ	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	30	< 6	תקין
16		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	100	< 4	תקין
17		ברחבי החדר	שהייה רציפה	100	-----	< 6	תקין

בניין קמפוס – גרעין C – קומת גג							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזויה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזויה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
18	חדר חשמל	בדלת הכניסה לחדר החשמל	שהייה לא רציפה	100	30	< 35	תקין
19	חדר ממ"מ	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	30	< 7	תקין
20		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	100	< 4	תקין
21		ברחבי החדר	שהייה רציפה	100	-----	< 6	תקין

בניין קמפוס – גרעין A – קומה 5 – קומה מתחת לקומת הגג							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזויה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזויה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
22	חדר ממ"מ 1	ברחבי החדר	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין
23	חדר ממ"מ 2	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	30	< 82	לא תקין
24		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	100	< 23	לא תקין
25	כיתות לימוד	ברחבי כיתות הלימוד	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין
26	חדרי משרדים	ברחבי החדרים	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין

בניין קמפוס – גרעין B – קומה 5 – קומה מתחת לקומת הגג							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזויה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזויה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
27	חדר ממ"מ 1	ברחבי החדר	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין
28	חדר ממ"מ 2	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	30	< 85	לא תקין
29		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	100	< 30	לא תקין
30		ברחבי החדר	שהייה רציפה	100	-----	< 9	תקין
31	כיתת לימוד, מתחת לחדר השנאים וחדרי החשמל	בכיתה הממוקמת מתחת לחדרי השנאים וחדרי החשמל	שהייה רציפה	100	-----	< 12	לא תקין
32		בכיתה הממוקמת מתחת לחדרי השנאים וחדרי החשמל	שהייה רציפה	250	-----	< 20	לא תקין
33	כיתות לימוד	ברחבי כיתות הלימוד	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין
34	חדרי משרדים	ברחבי החדרים	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין

בניין קמפוס – גרעין C – קומה 5 – קומה מתחת לקומת הגג							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזויה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזויה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
35	חדר ממ"מ	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	30	< 62	לא תקין
36		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה רציפה	100	100	< 16	לא תקין
37		ברחבי החדר	שהייה רציפה	100	-----	< 6	תקין
38	כיתות לימוד	ברחבי כיתות הלימוד	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין
39	חדרי משרדים	ברחבי החדרים	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין

4.4 ממצאי הסימולציה

- קומת גג – גרעין B – רמות השדה המגנטי החזויות בחדר הממ"מ לא תקינות,
- קומה 5 – גרעין A – רמות השדה המגנטי החזויות בחדר ממ"מ 2 לא תקינות,
- קומה 5 – גרעין B – רמות השדה המגנטי החזויות בחדר ממ"מ 2 וכיתת הלימוד לא תקינות,
- קומה 5 – גרעין C – רמות השדה המגנטי החזויות בחדר הממ"מ לא תקינות.

5. בניין מעונות

5.1 תוכנית הסימולציה

בוצעה סימולציה של רמת השדה המגנטי עבור מקורות החשמל הראשיים הרשומים בסעיף 2.

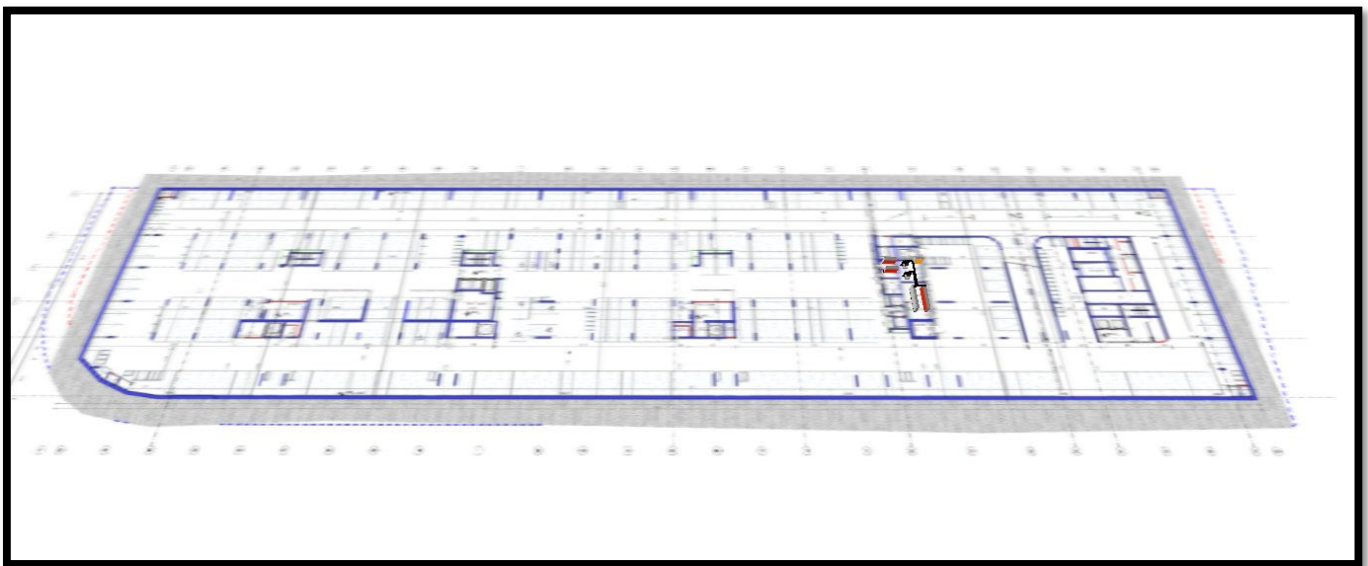
קומת מרתף 1 משמשת בתור חניון משותף לכל הבניינים (בניין קמפוס, בניין מעונות ובניין משרדים). אזור זה הוא מקום שהייה לא קבוע. בבניין מעונות בקומת המרתף ממוקמים מקורות החשמל העיקריים: חדר השנאים וחדרי החשמל, נבדקה השפעתם על קומת המרתף.

מעל קומת המרתף ממוקמת קומת הקרקע אשר בתוכה ממוקמות חנויות מסחר המהווים מקום שהייה קבוע. על כן, נבדקת השפעת חדר השנאים וחדרי החשמל על קומת הקרקע.

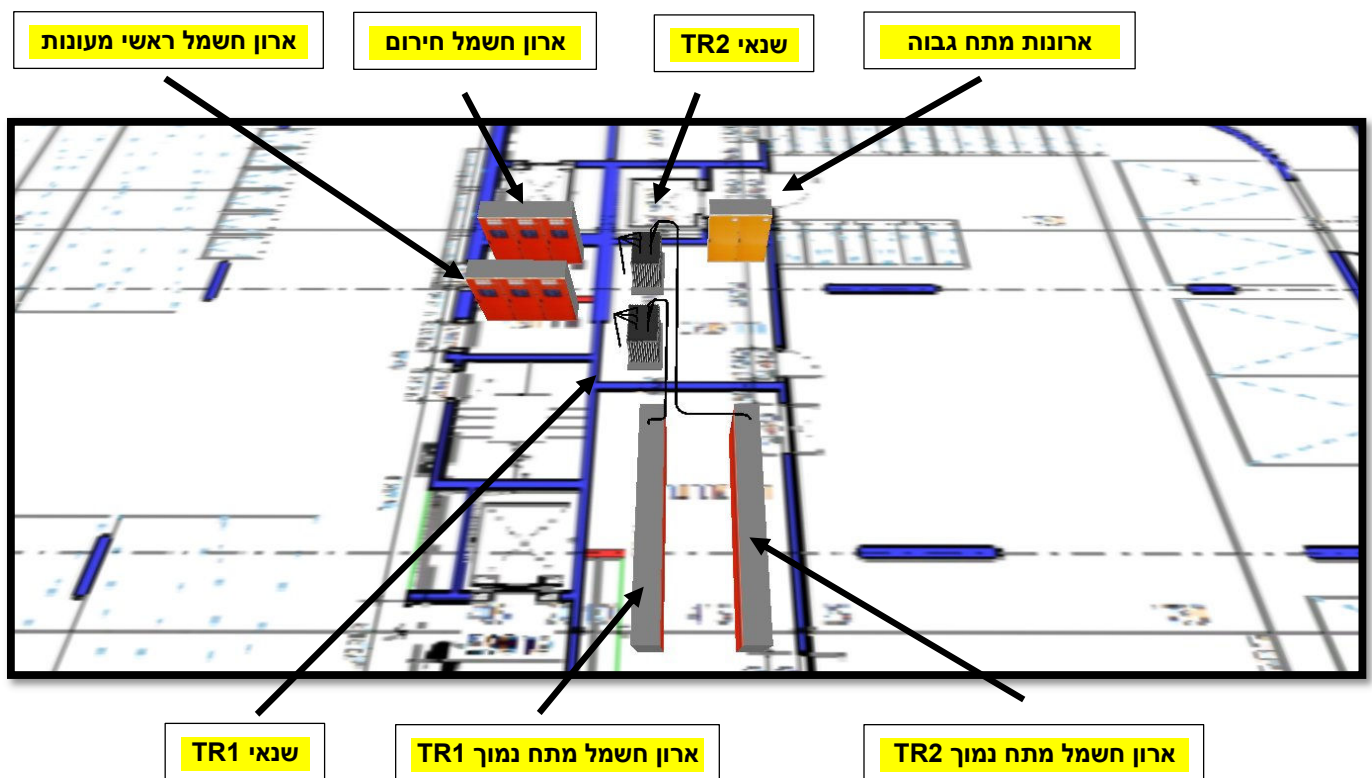
בבניין מעונות בקומת מגורים אופיינית ממוקם חדר חשמל שבתוכו ממוקם ארון חשמל 315 אמפר, ארון חשמל 32 אמפר וכבלי הזנה.

להלן תוכנית הסימולציה ומיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית.

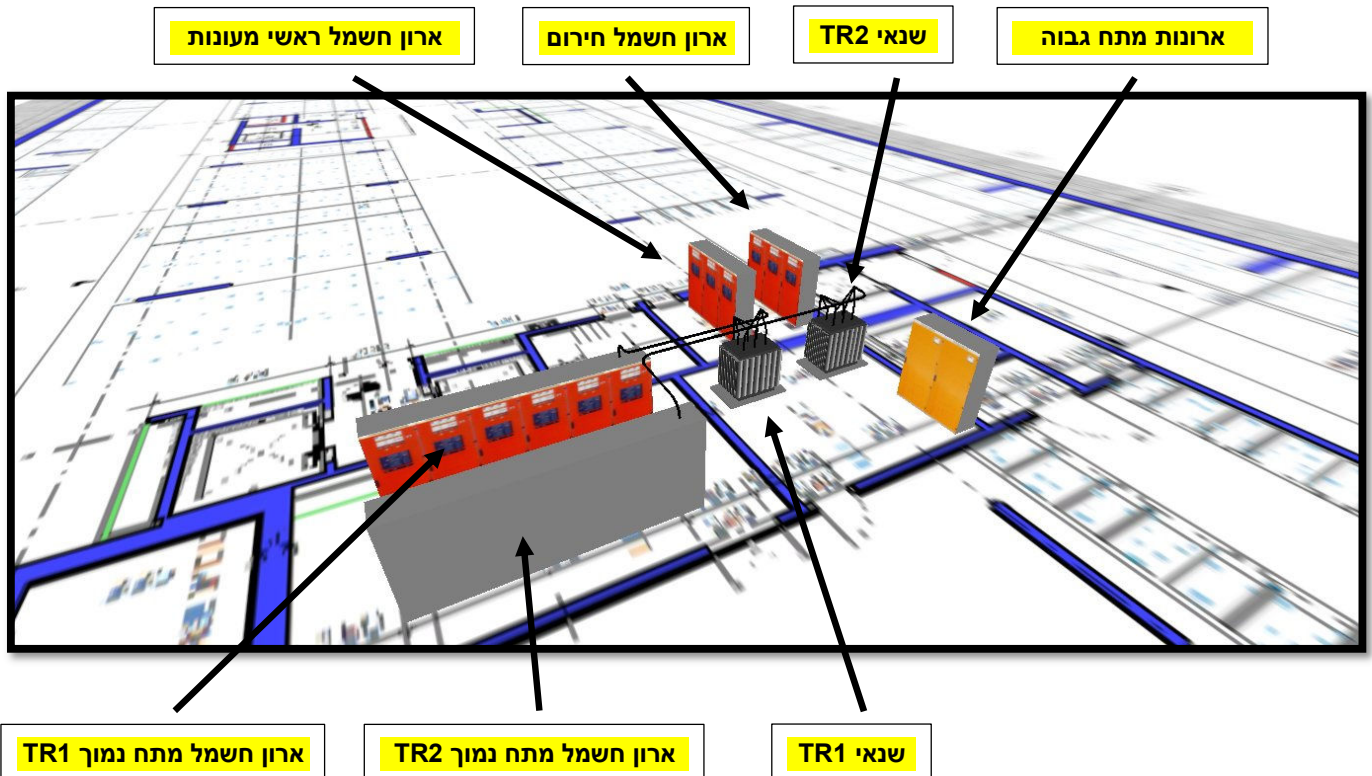
איור 42: קומת מרתף – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



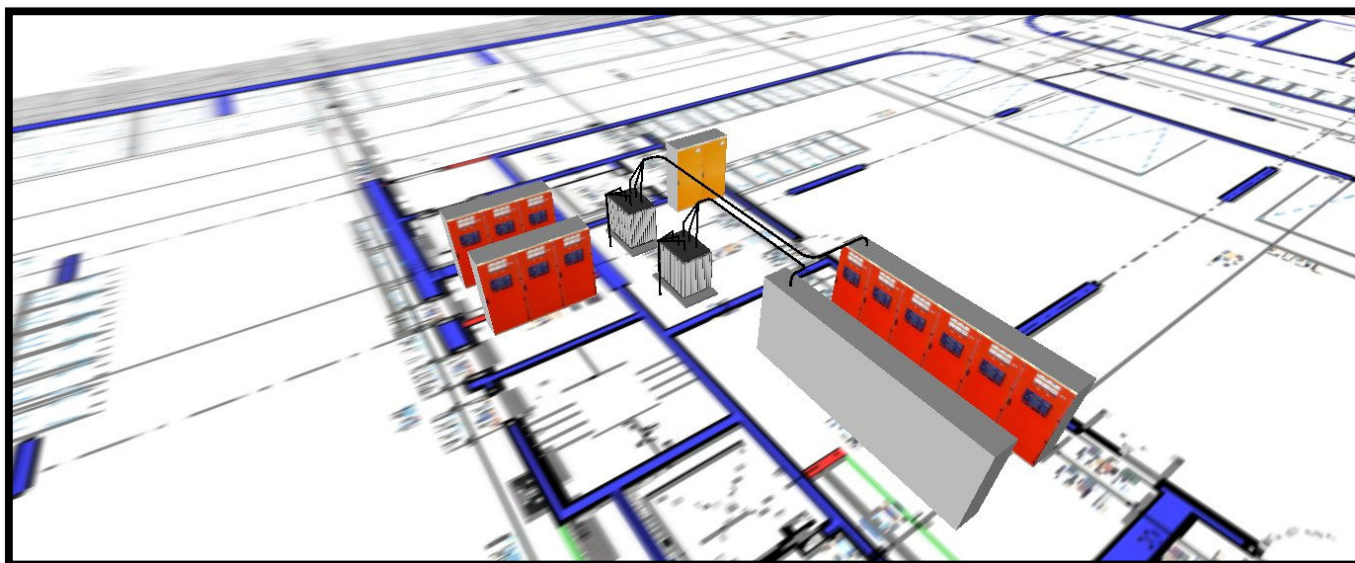
איור 43: קומת מרתף – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



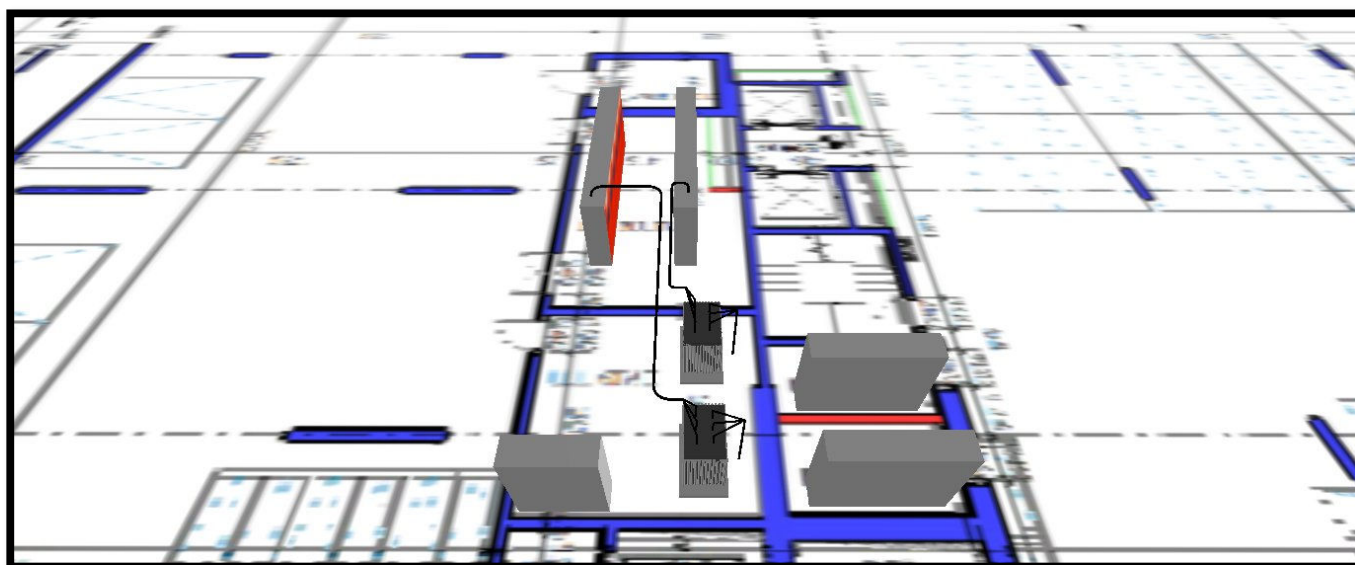
איור 44: קומת מרתף – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



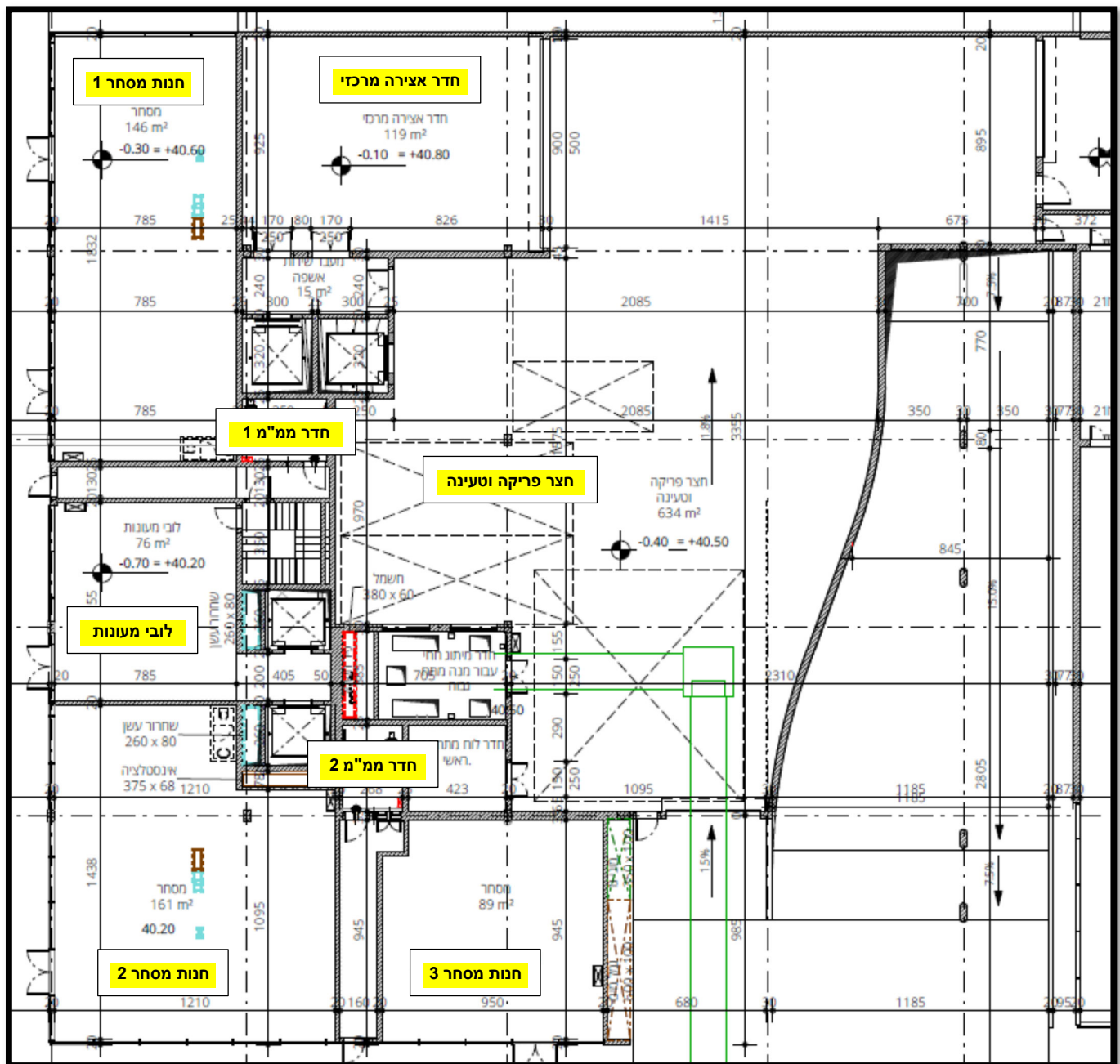
איור 45: קומת מרתף – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



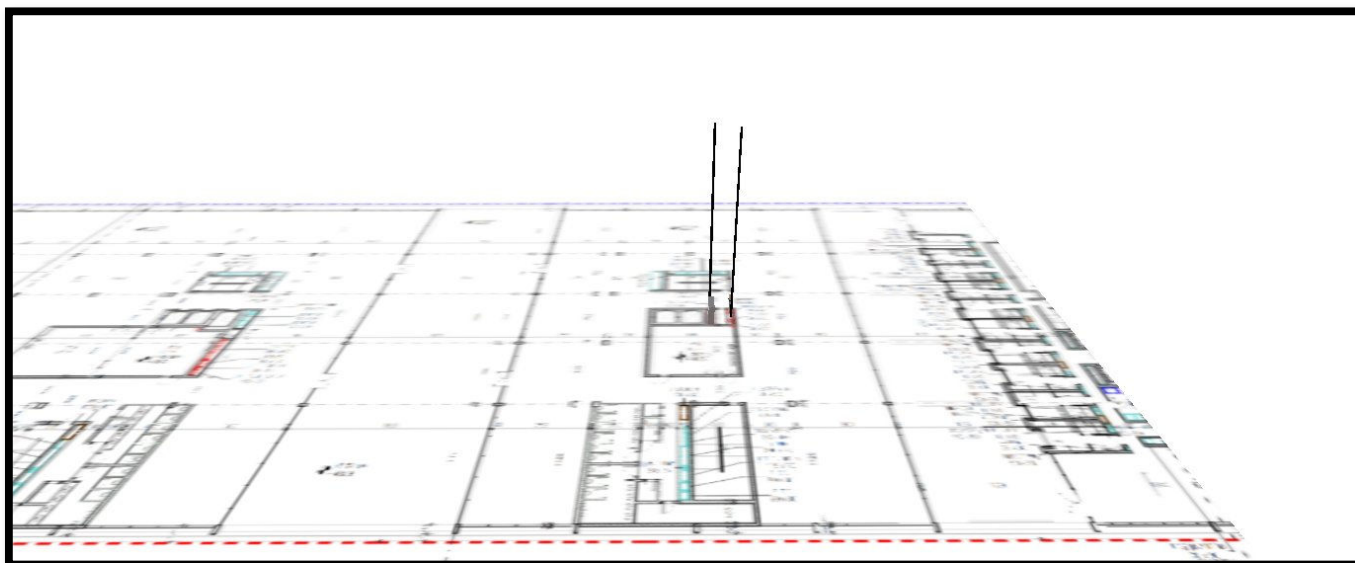
איור 46: קומת מרתף – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



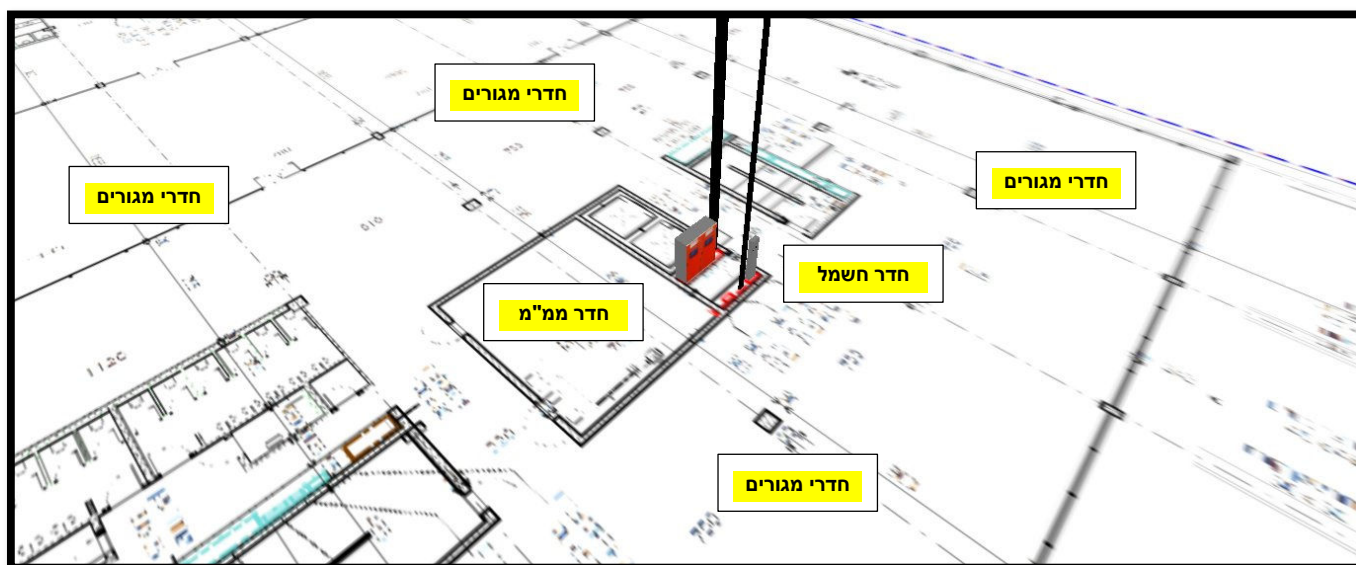
איור 47: קומת קרקע – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



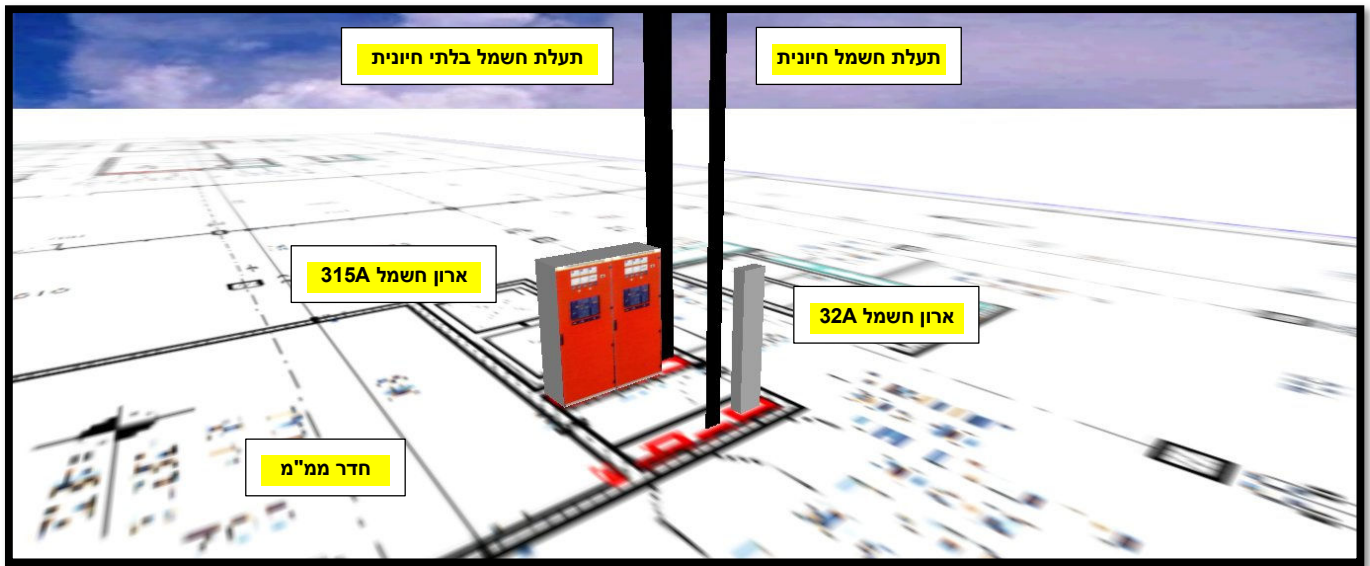
איור 48: קומה ראשונה – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



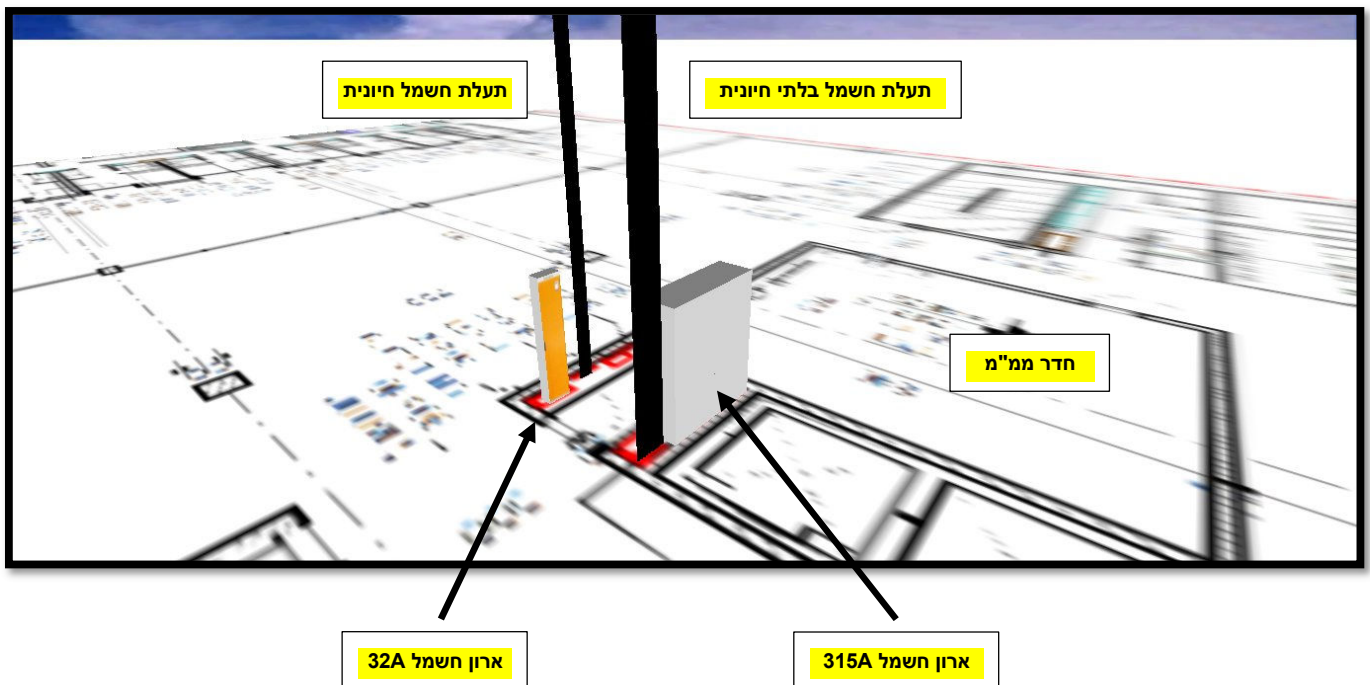
איור 49: קומה ראשונה – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



איור 50: קומה ראשונה – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על

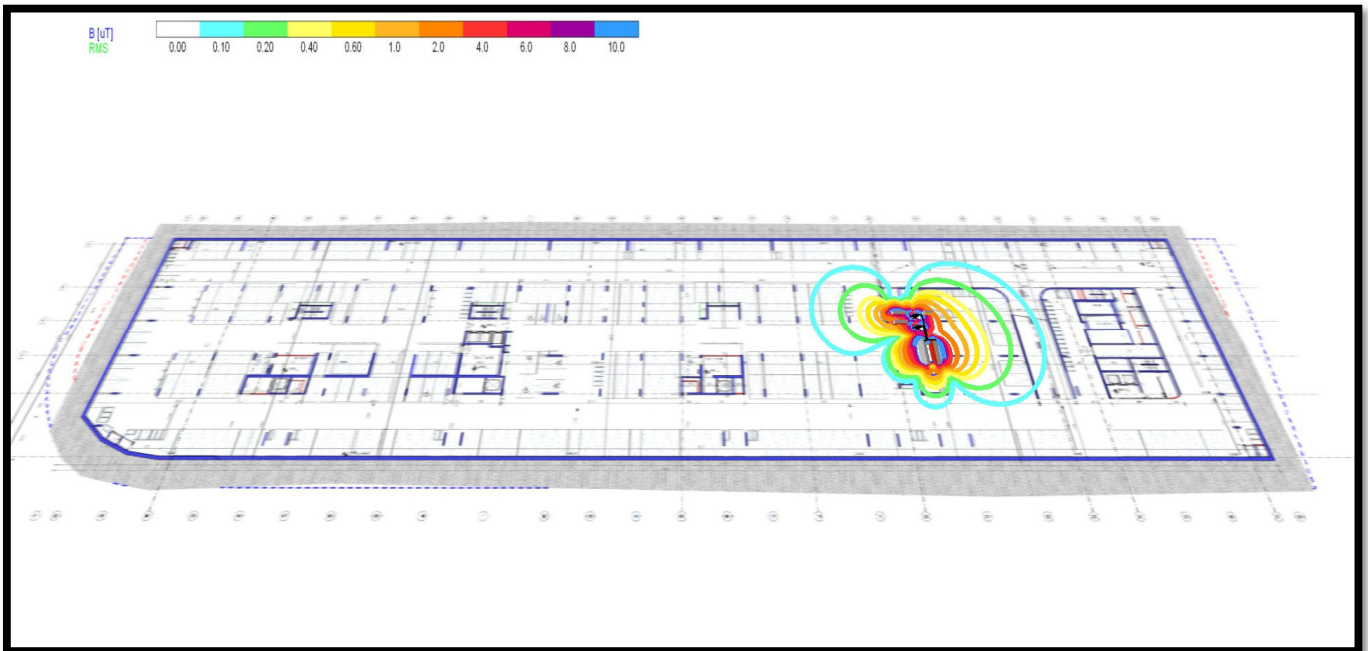


איור 51: קומה ראשונה – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על

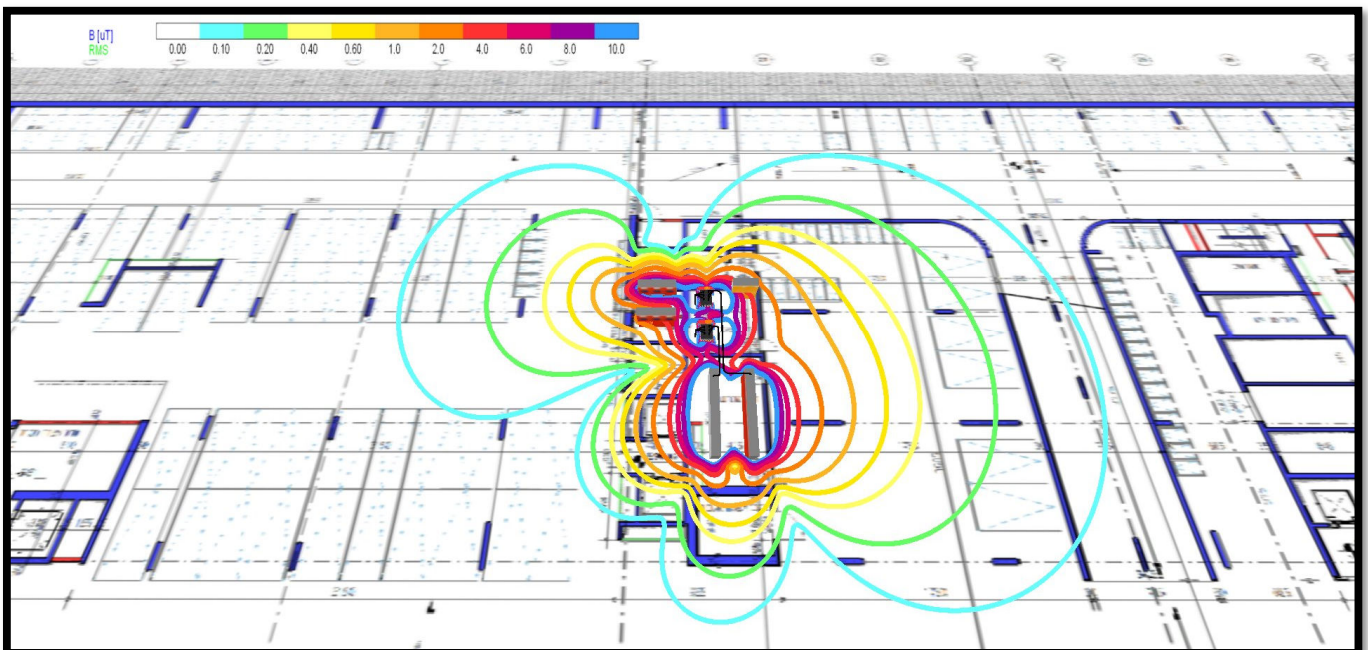


5.2 שטף השדה המגנטי החזוי

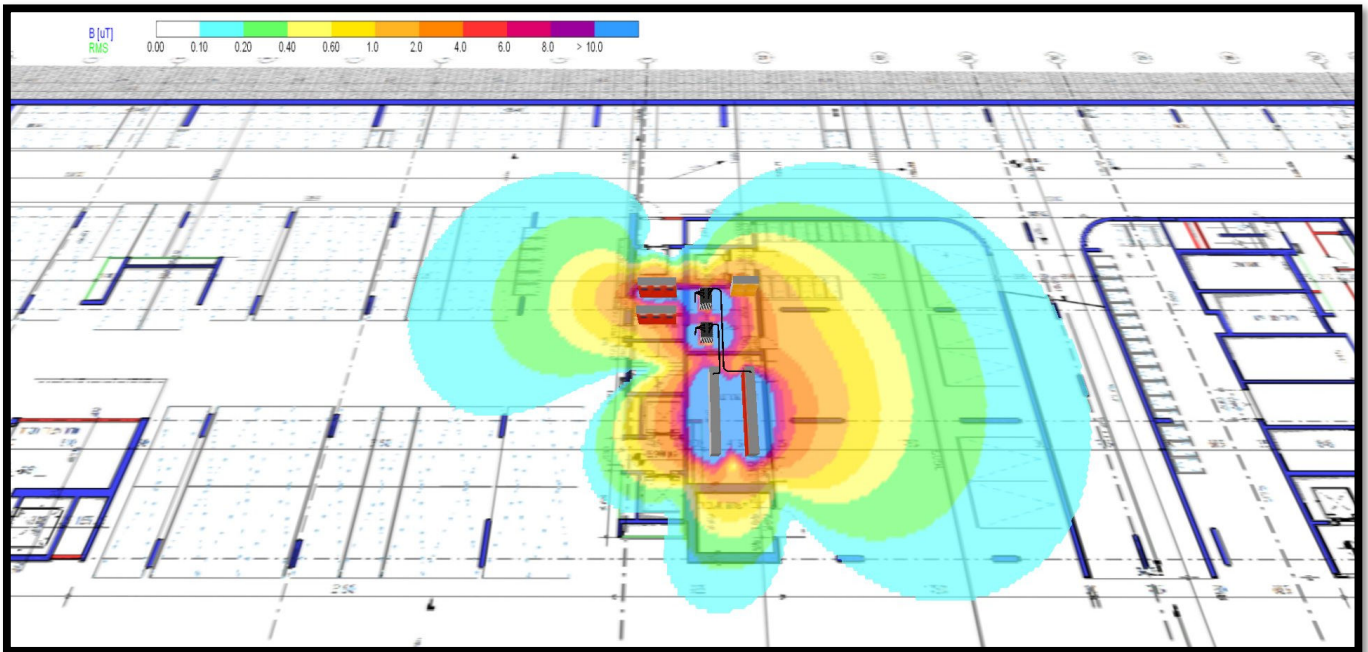
איור 52: קומת מרתף – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



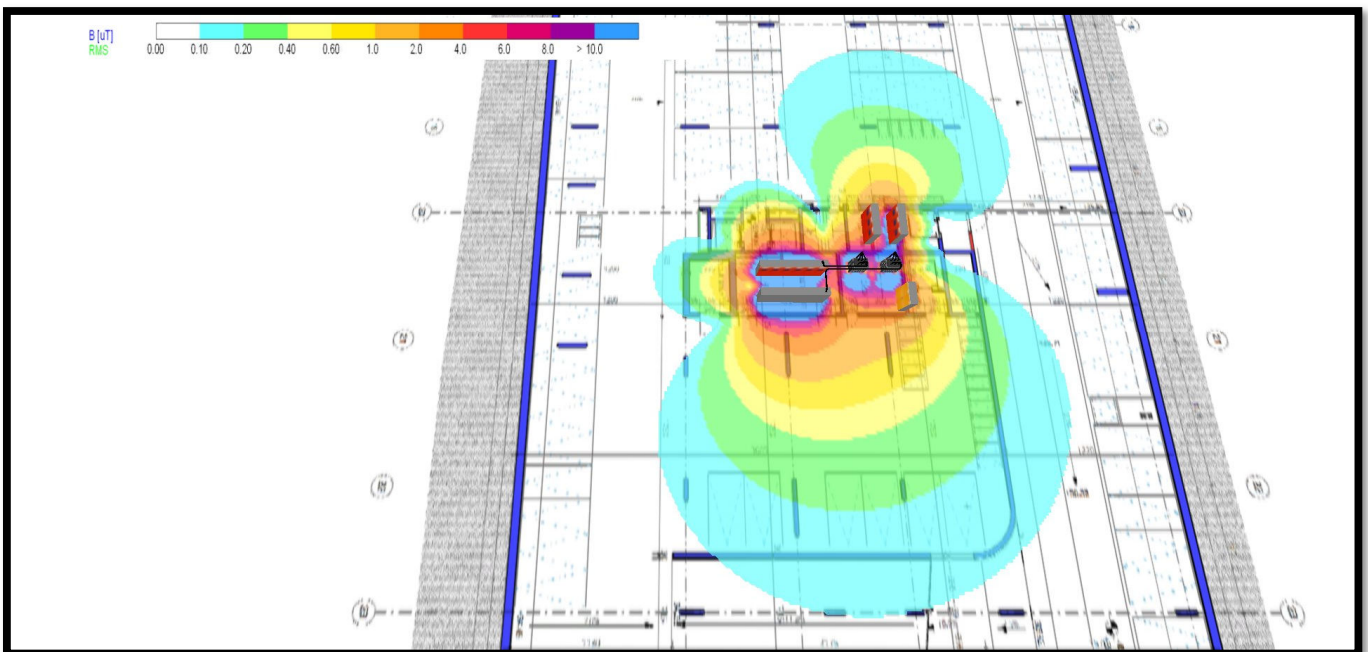
איור 53: קומת מרתף – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



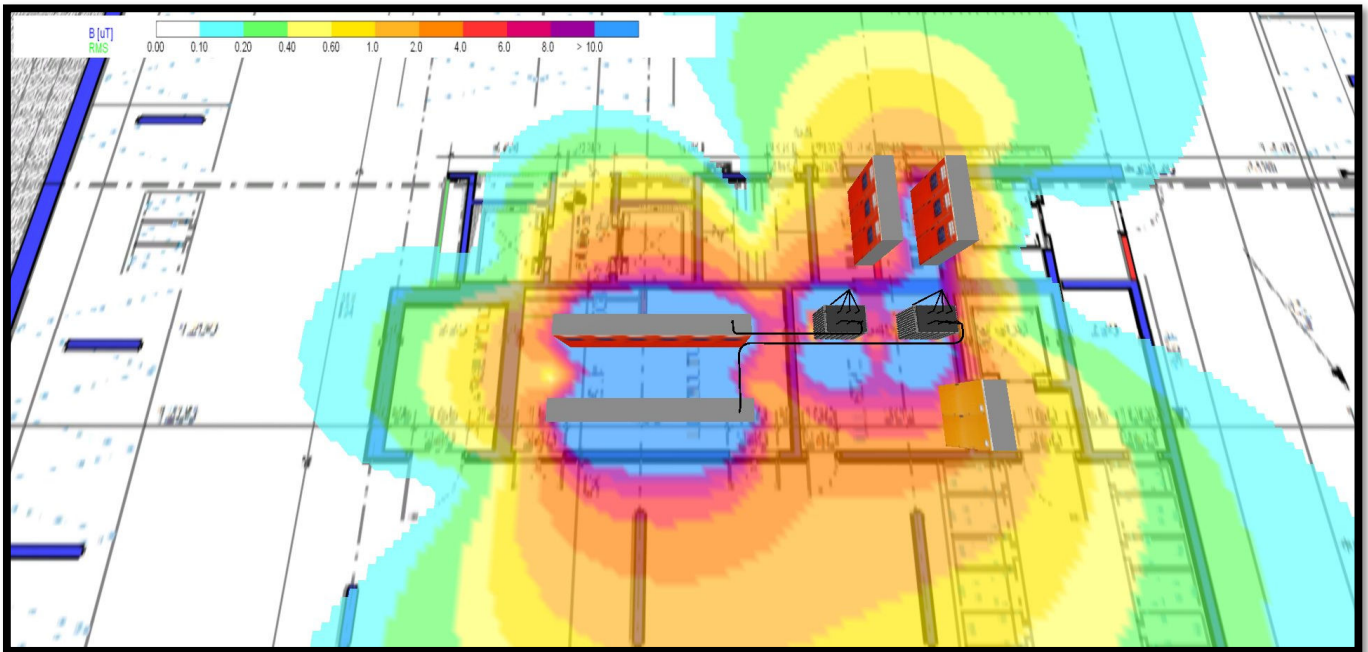
איור 54: קומת מרתף – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



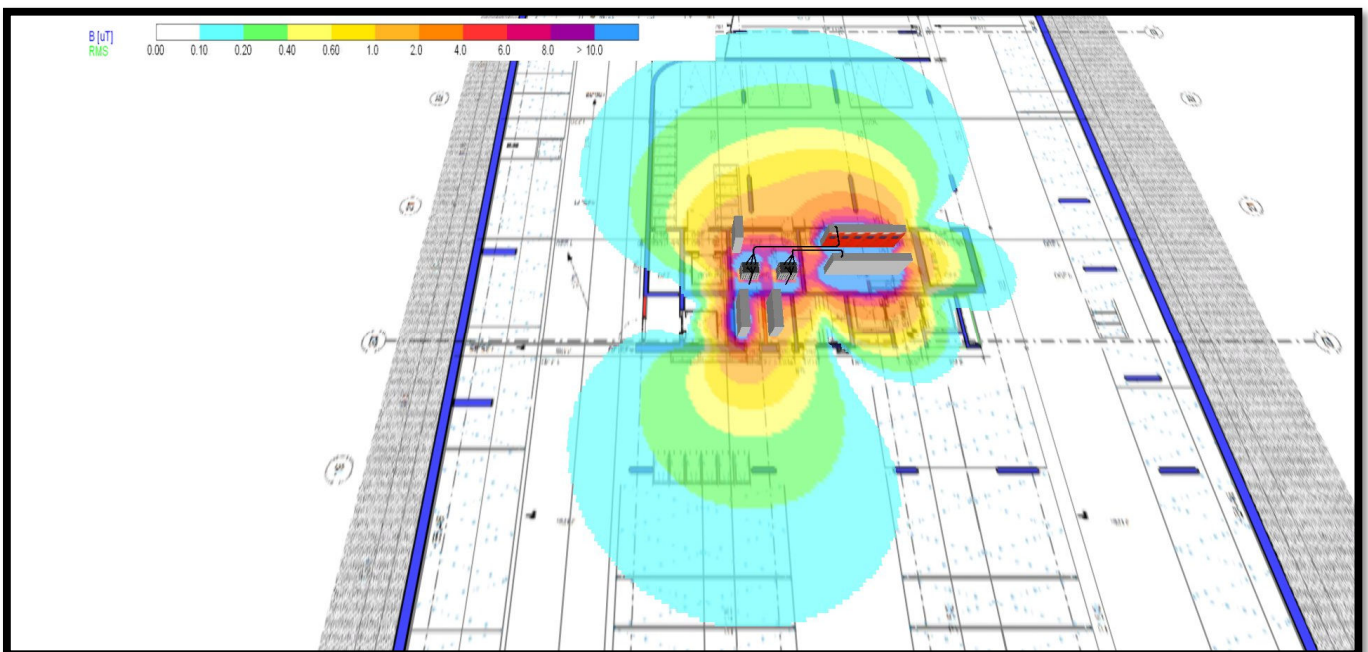
איור 55: קומת מרתף – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



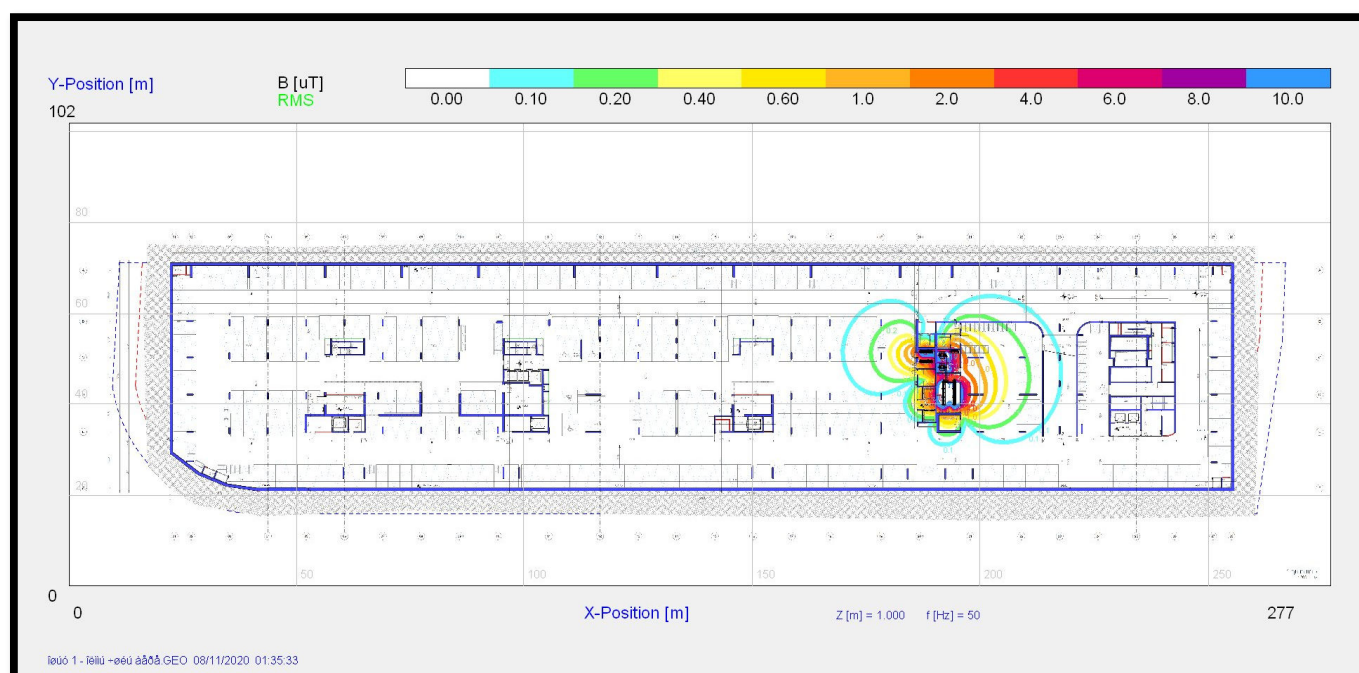
איור 56: קומת מרתף – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



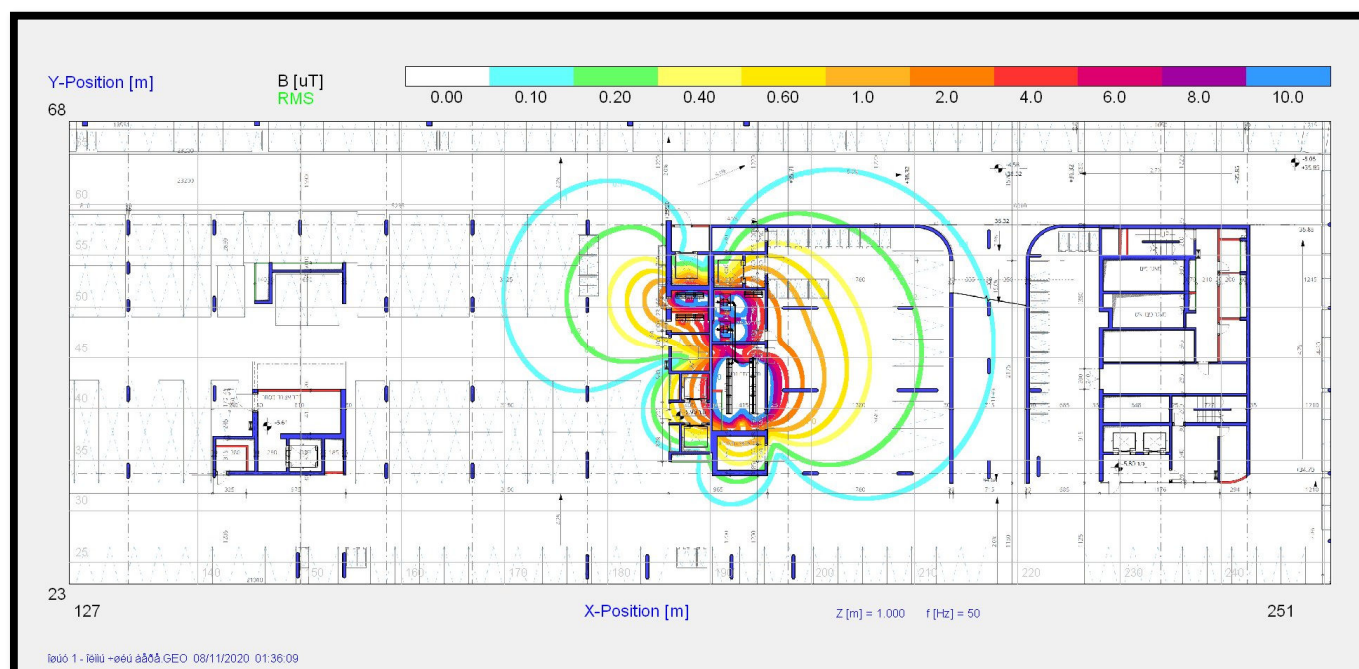
איור 57: קומת מרתף – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



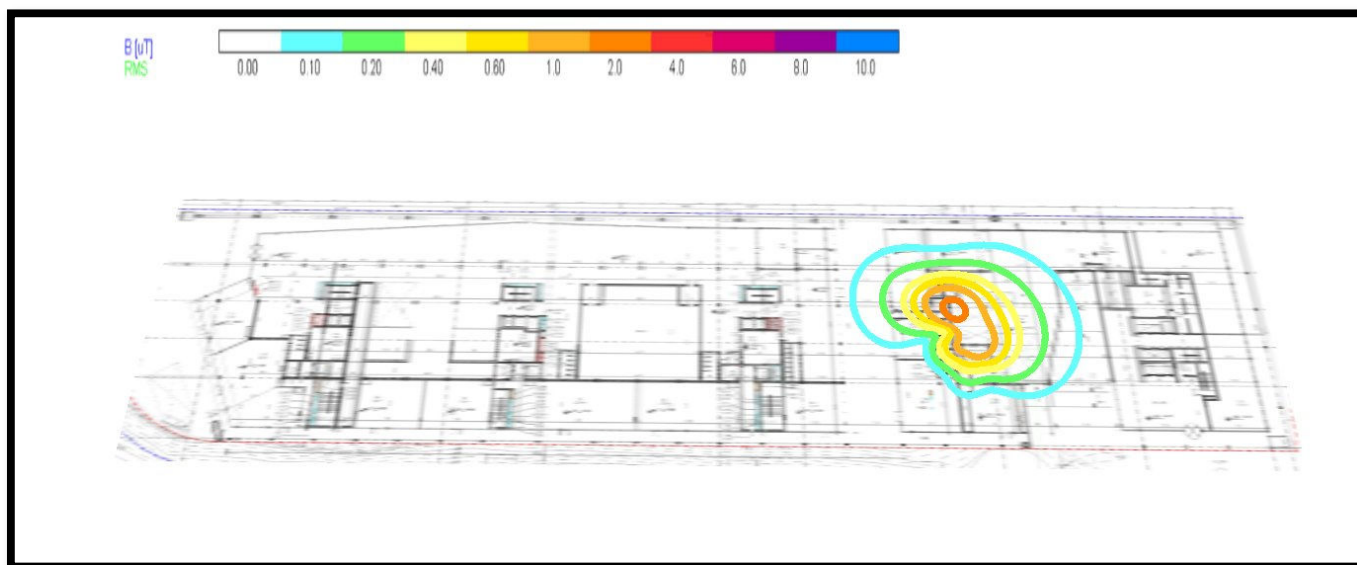
איור 58: קומת מרתף – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



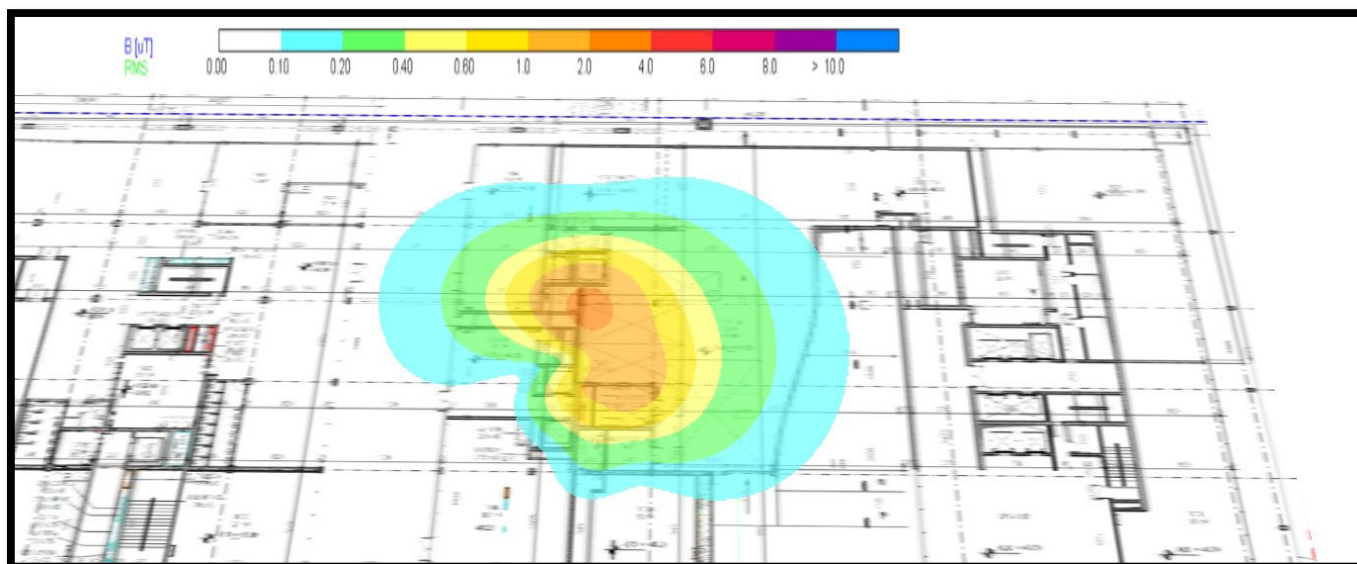
איור 59: קומת מרתף – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



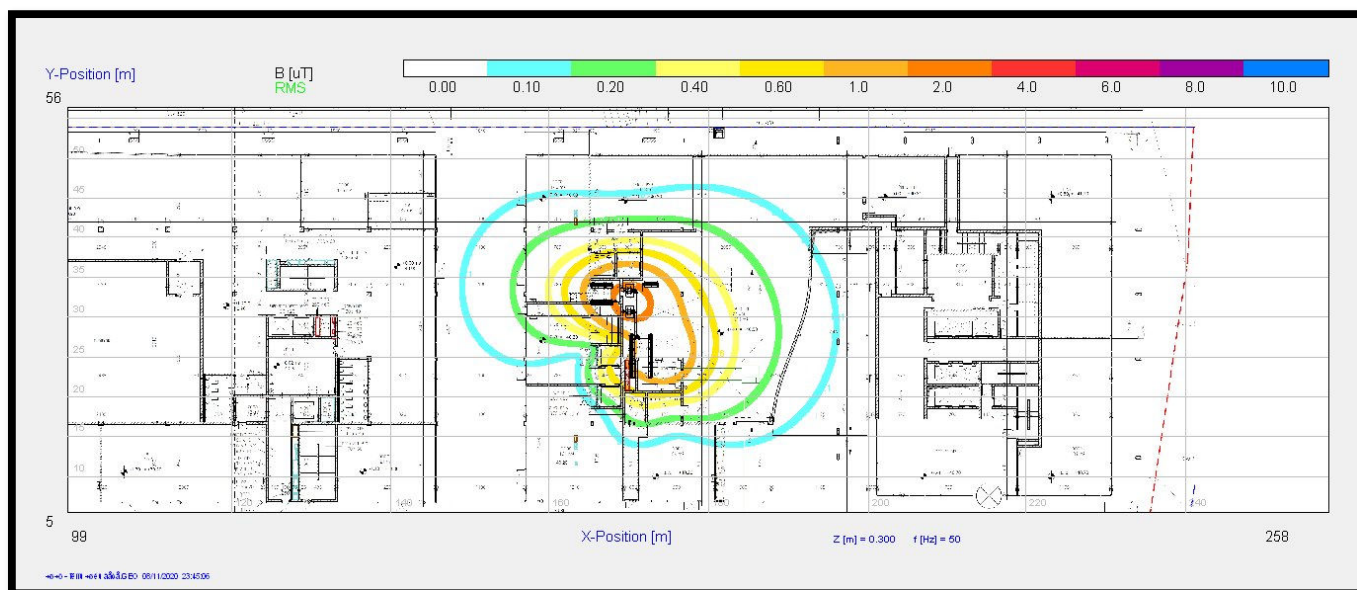
איור 60: קומת קרקע – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 0.3 מטר בתצוגה תלת ממדית



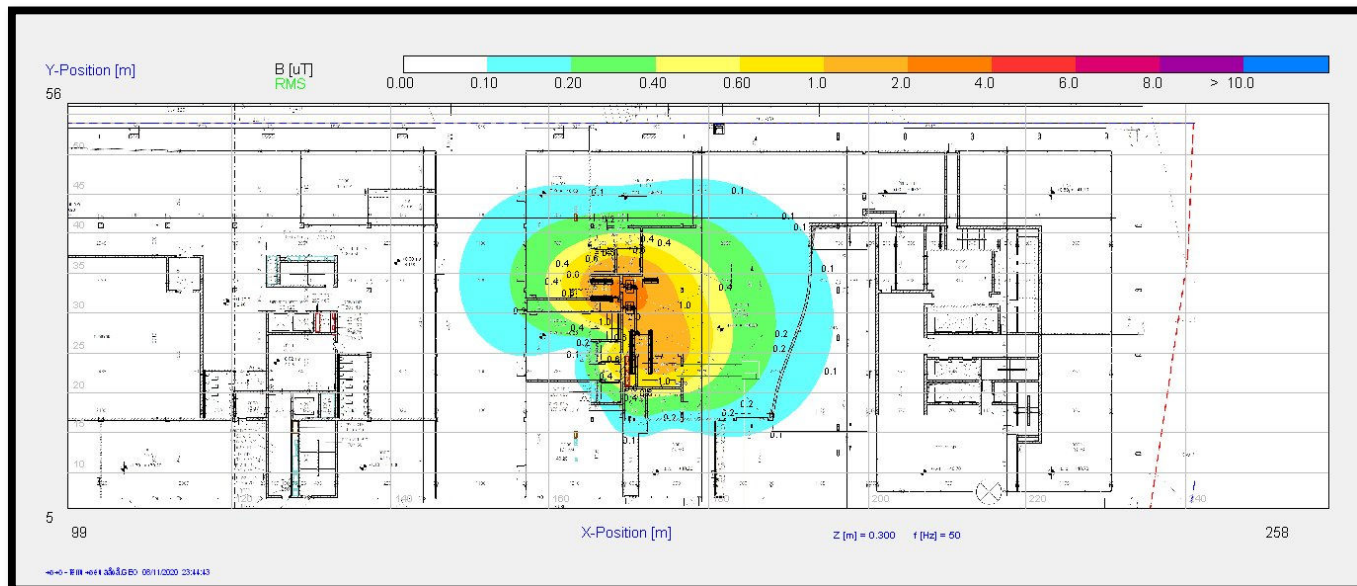
איור 61: קומת קרקע – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 0.3 מטר בתצוגה תלת ממדית



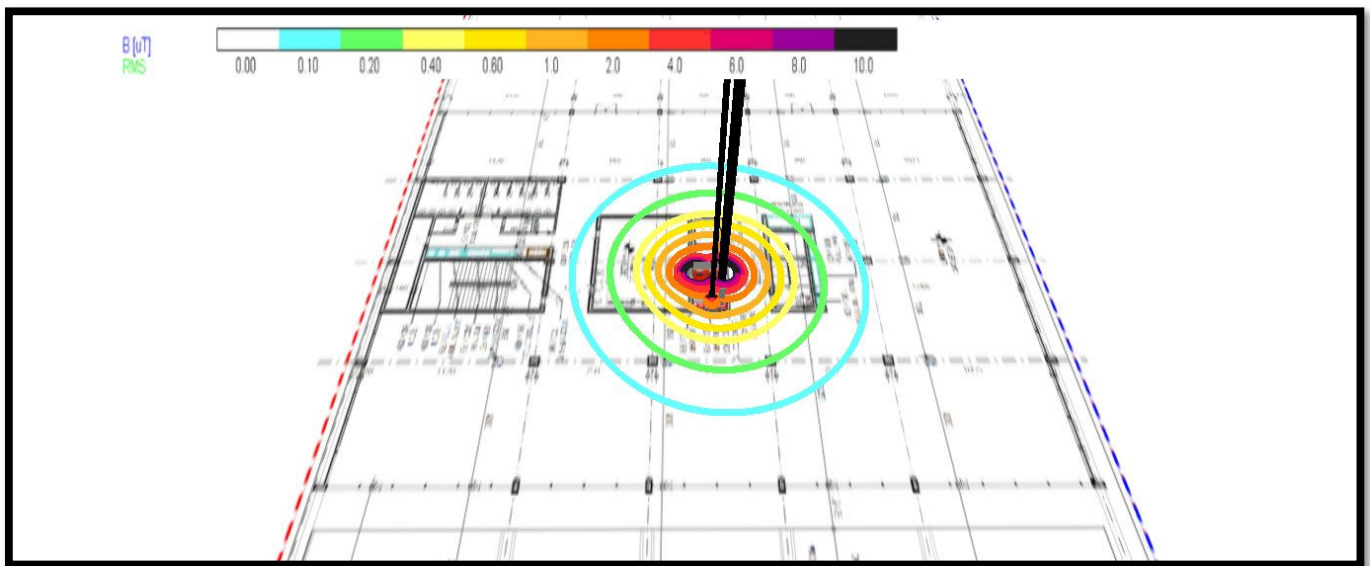
איור 62: קומת קרקע – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 0.3 מטר בתצוגה דו ממדית



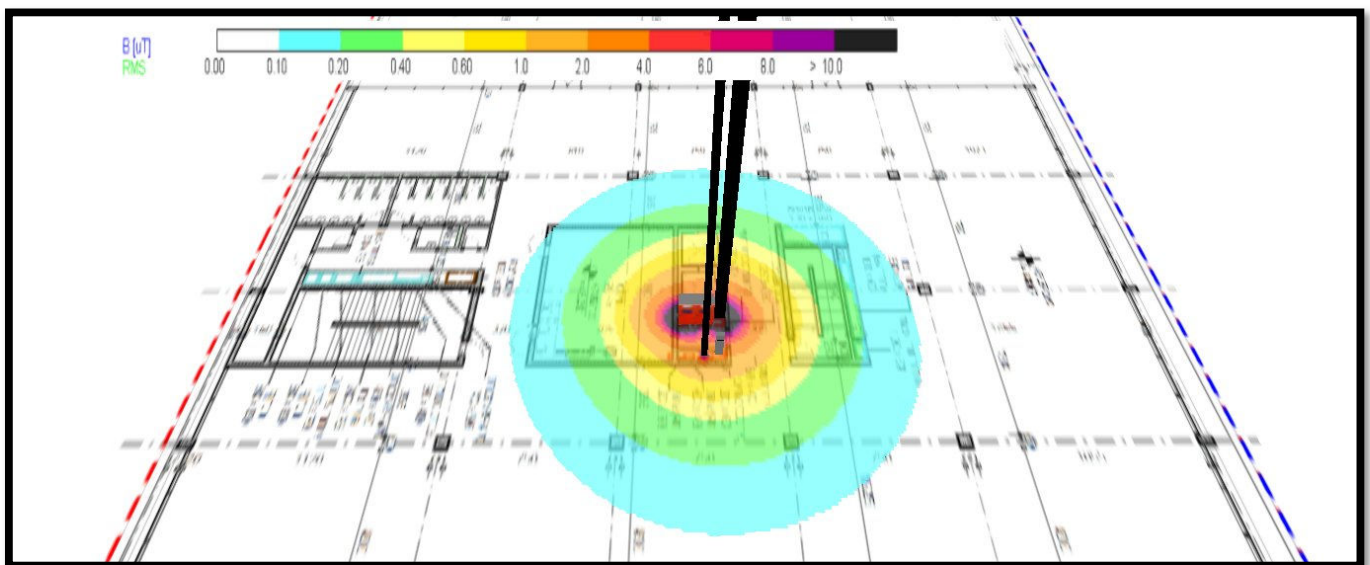
איור 63: קומת קרקע – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 0.3 מטר בתצוגה דו ממדית



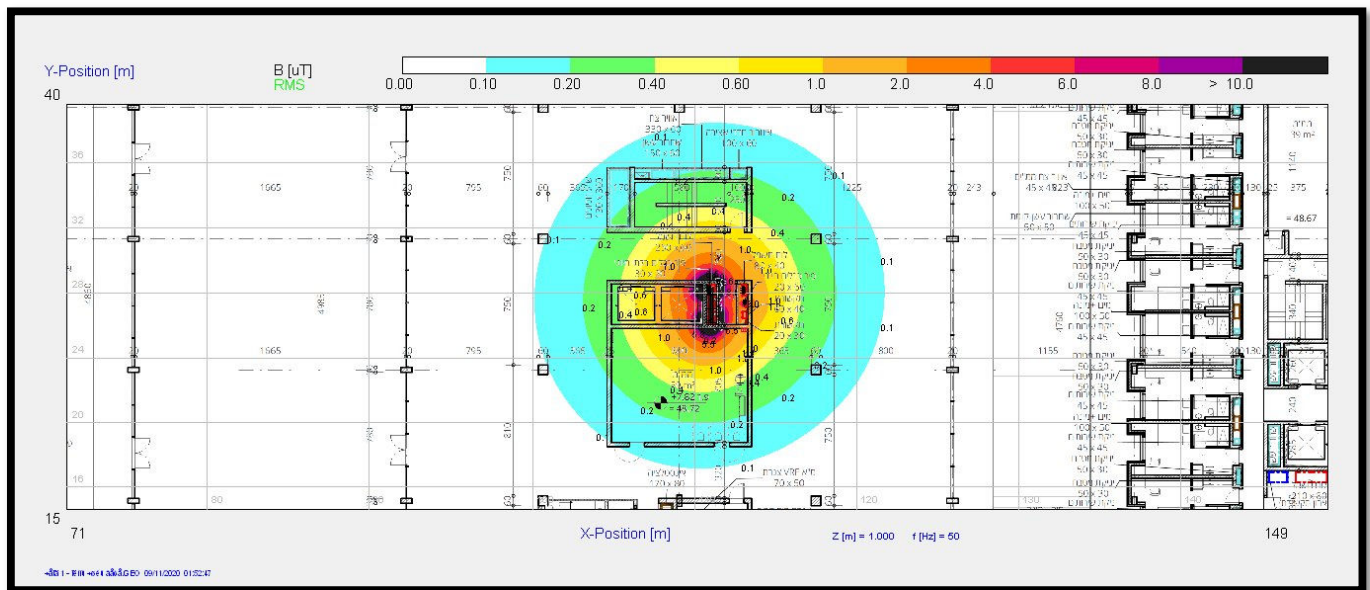
איור 64: קומה ראשונה – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



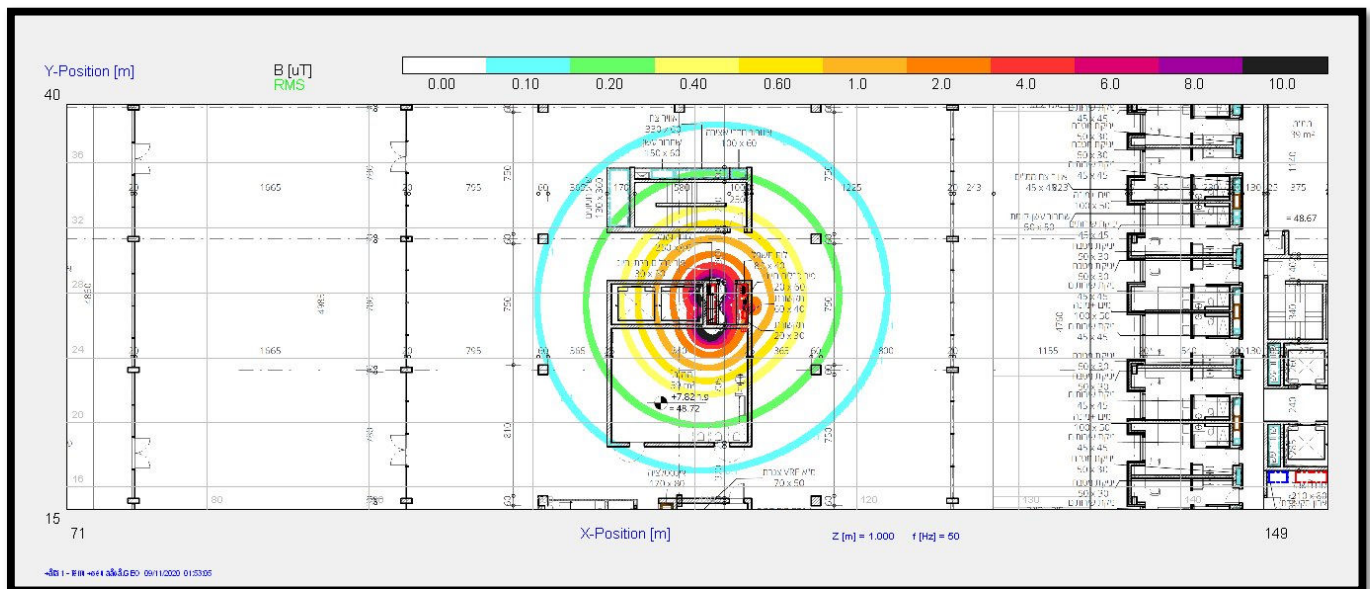
איור 65: קומה ראשונה – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



איור 66: קומה ראשונה – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



איור 67: קומה ראשונה – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



5.3 תוצאות הסימולציה

להלן סיכום תוצאות הסימולציה עבור קומת המרתף, קומת הקרקע וקומה אופיינית:

בניין מעונות – קומת מרתף							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזויה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזויה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
1	חדר שנאים	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	30	< 25	תקין
2		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	100	< 20	תקין
3		במרחק 200 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	200	< 15	תקין
4		במרחק 400 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	400	< 8	תקין
5		במרחק 800 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	800	< 4	תקין
6	חדר חשמל מתח נמוך	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	30	< 25	תקין
7		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	100	< 20	תקין
8		במרחק 200 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	200	< 15	תקין
9		במרחק 400 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	400	< 8	תקין
10		במרחק 800 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	800	< 5	תקין
11		במרחק 900 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	800	< 4	תקין
12	חדר אשפות	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר החשמל	שהייה לא רציפה	100	30	< 10	תקין
13	מעלית 1	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	30	< 30	תקין

בניין מעונות – קומת מרתף							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזוייה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזוייה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
14	מעלית	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר ארון חשמל חירום	שהייה לא רציפה	100	30	< 40	תקין
15	חדר ארון חשמל מעונות	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר המשותף עם חדר ארון חשמל חירום	שהייה לא רציפה	100	30	< 40	תקין
16	חניות	ברחבי החניון	שהייה לא רציפה	100	-----	< 2	תקין

בניין מעונות – קומת קרקע							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזוייה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזוייה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
17	חצר פריקה וטעינה	האזור שמעל חדר השנאים וחדר החשמל	שהייה לא רציפה	30	-----	< 25	תקין
18	חדר מיתוג חח"י עבור מונה מתח גבוה	ברחבי החדר	שהייה לא רציפה	30	-----	< 100	תקין
19	חדר לוח מתח גבוה ראשי	ברחבי החדר	שהייה לא רציפה	30	-----	< 100	תקין
20	חדר אצירה מרכזי	ברחבי החדר	שהייה רציפה	30	-----	< 4	תקין
21	חדר מעבר שירות אשפה	ברחבי החדר	שהייה לא רציפה	30	-----	< 7	תקין
22	לובי מעונות	ברחבי הלובי	שהייה לא רציפה	30	-----	< 8	תקין
23	חדר ממ"מ 1	ברחבי החדר	שהייה רציפה	30	-----	< 22	לא תקין
24	חדר ממ"מ 2	ברחבי החדר	שהייה רציפה	30	-----	< 6	לא תקין
25	חנות מסחר 1	ברחבי החנות	שהייה רציפה	30	-----	< 12	לא תקין
26	חנות מסחר 2	ברחבי החנות	שהייה רציפה	30	-----	< 2	תקין
27	חנות מסחר 3	ברחבי החנות	שהייה רציפה	30	-----	< 2	תקין

בניין מעונות – קומה ראשונה – קומה אופיינית							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזוייה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזוייה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
28	חדר ממ"מ	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל	שהייה רציפה	100	30	< 70	לא תקין
29		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל	שהייה רציפה	100	100	< 25	לא תקין
30		במרחק 200 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל	שהייה רציפה	100	200	< 10	לא תקין
31	חדר חשמל	באזור דלת הכניסה לחדר החשמל	שהייה לא רציפה	100	-----	< 50	תקין
32	מסדרון	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר גב ארון חשמל 32A	שהייה לא רציפה	100	30	< 14	תקין
33		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר גב ארון חשמל 32A	שהייה לא רציפה	100	100	< 10	תקין
34	חדר מגורים הממוקם מול חדר החשמל	ברחבי החדר	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין
35	חדרי מגורים	בשאר חדרי המגורים	שהייה רציפה	100	-----	< 1	תקין

5.4 ממצאי הסימולציה

- קומת מרתף – רמות השדה המגנטי החזוייה ברחבי הקומה תקינות,
- קומת קרקע – רמות השדה המגנטי החזוייה בחלק מהמקומות לא תקינות,
- קומה ראשונה – קומה אופיינית – רמות השדה המגנטי החזוייה בחלק מהמקומות לא תקינות.

6. בניין משרדים

6.1 תוכנית הסימולציה

בוצעה סימולציה של רמת השדה המגנטי עבור מקורות החשמל הראשיים הרשומים בסעיף 2.

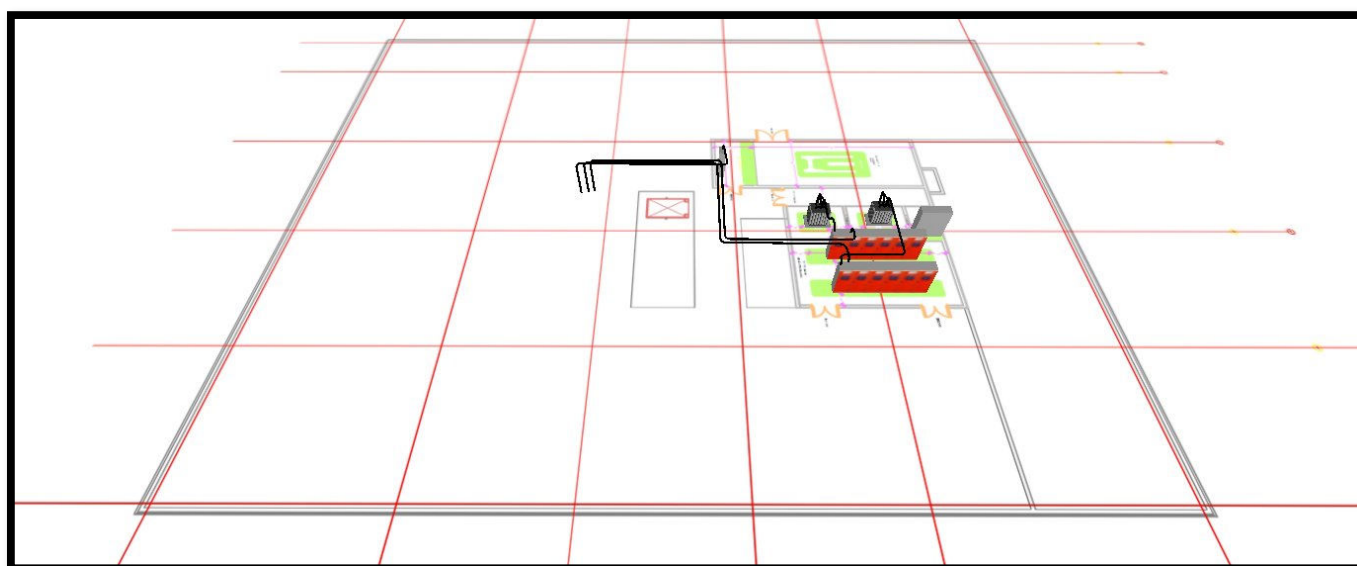
בגג הבניין ממוקמים חדר השנאים, חדר החשמל למתח נמוך, שני פסי צבירה ותעלות החשמל.

בקומה שמתחת לקומת הגג ממוקמים חדרי משרדים, נבדקה השפעתם של מקורות החשמל הממוקמים בקומת הגג על הקומה שמתחת.

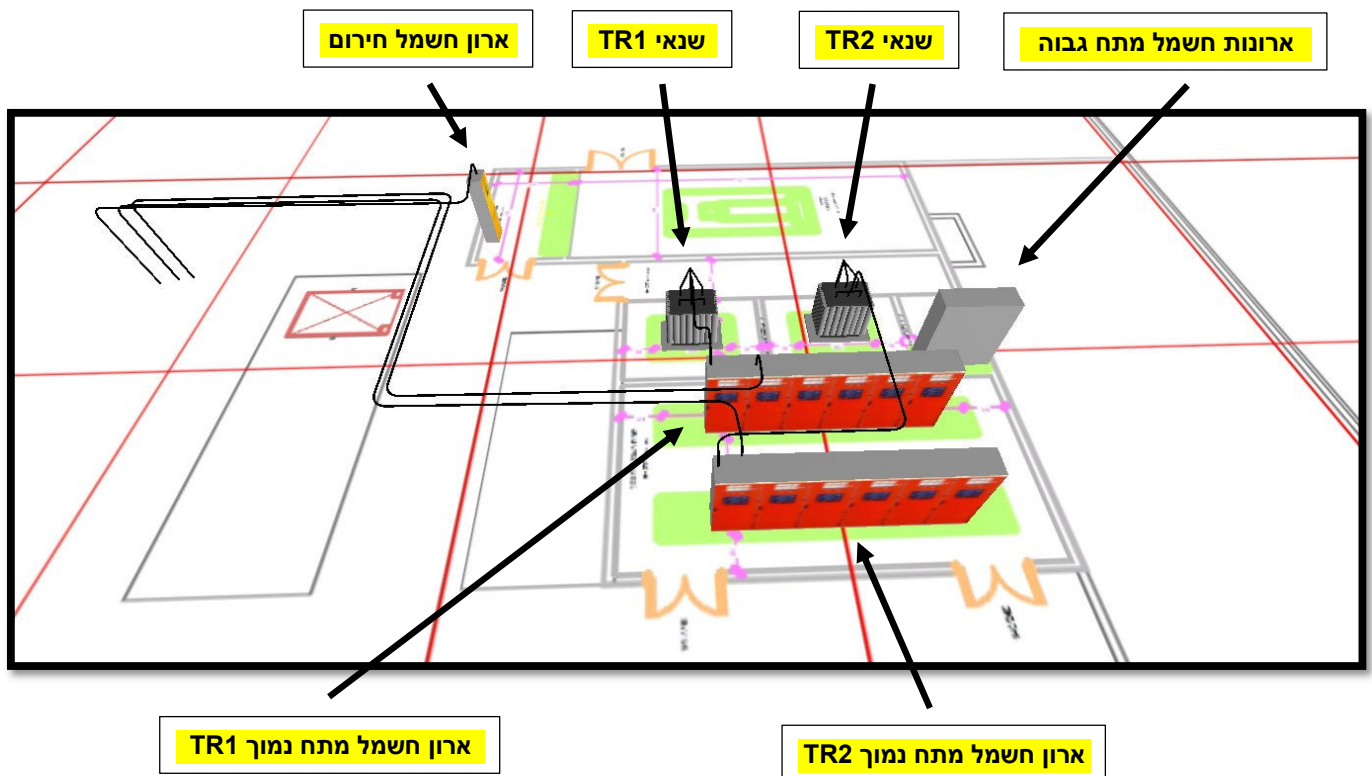
בקומה אופיינית ישנו חדר חשמל המכיל ארון חשמל 500 אמפר, ארון חשמל 50 אמפר, שני פסי צבירה וכבלי הזנה חיוני.

להלן תוכנית הסימולציה ומיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית.

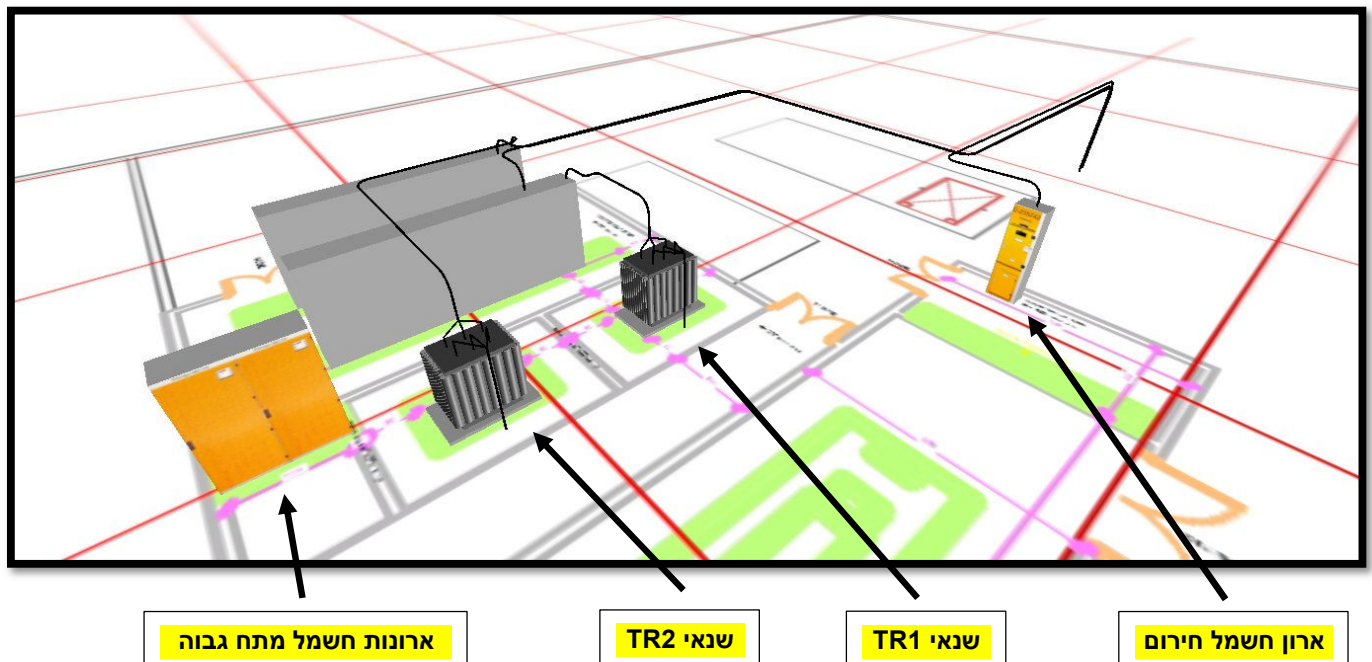
איור 68: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



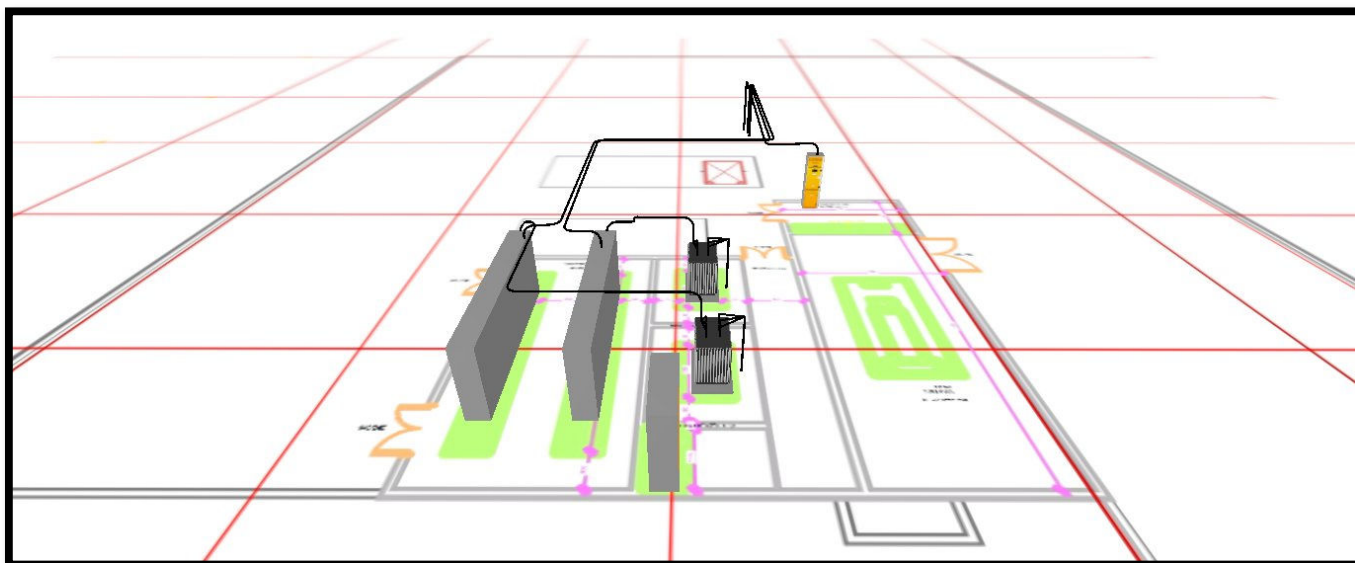
איור 69: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



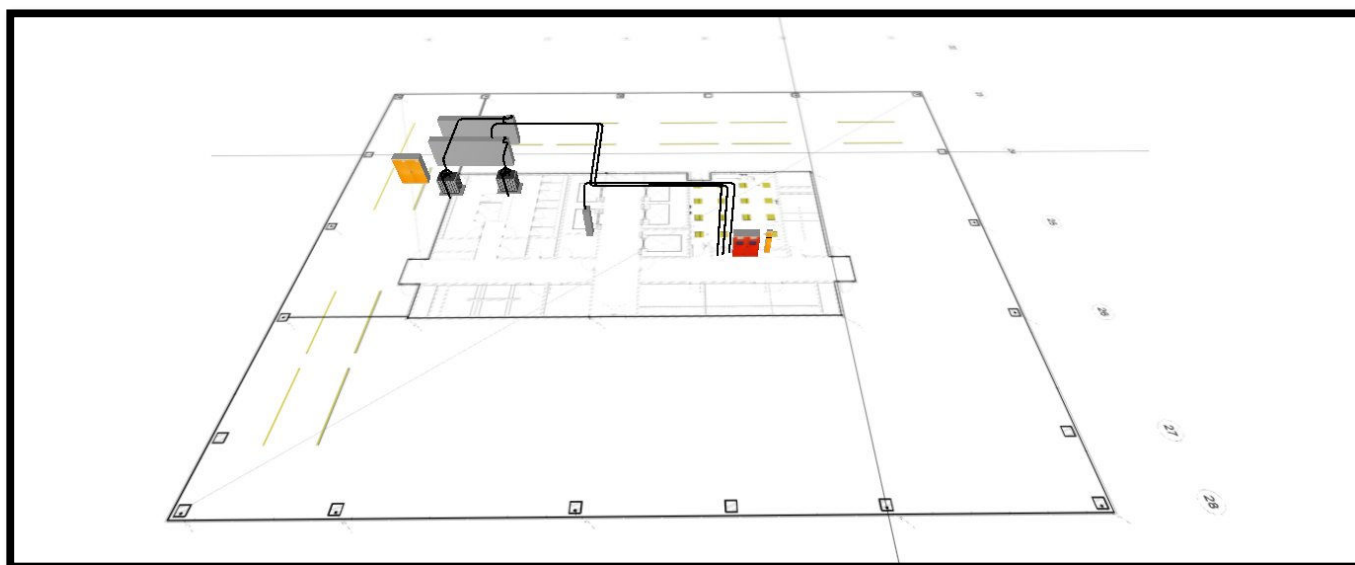
איור 70: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט אחורי



איור 71: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט מהצד



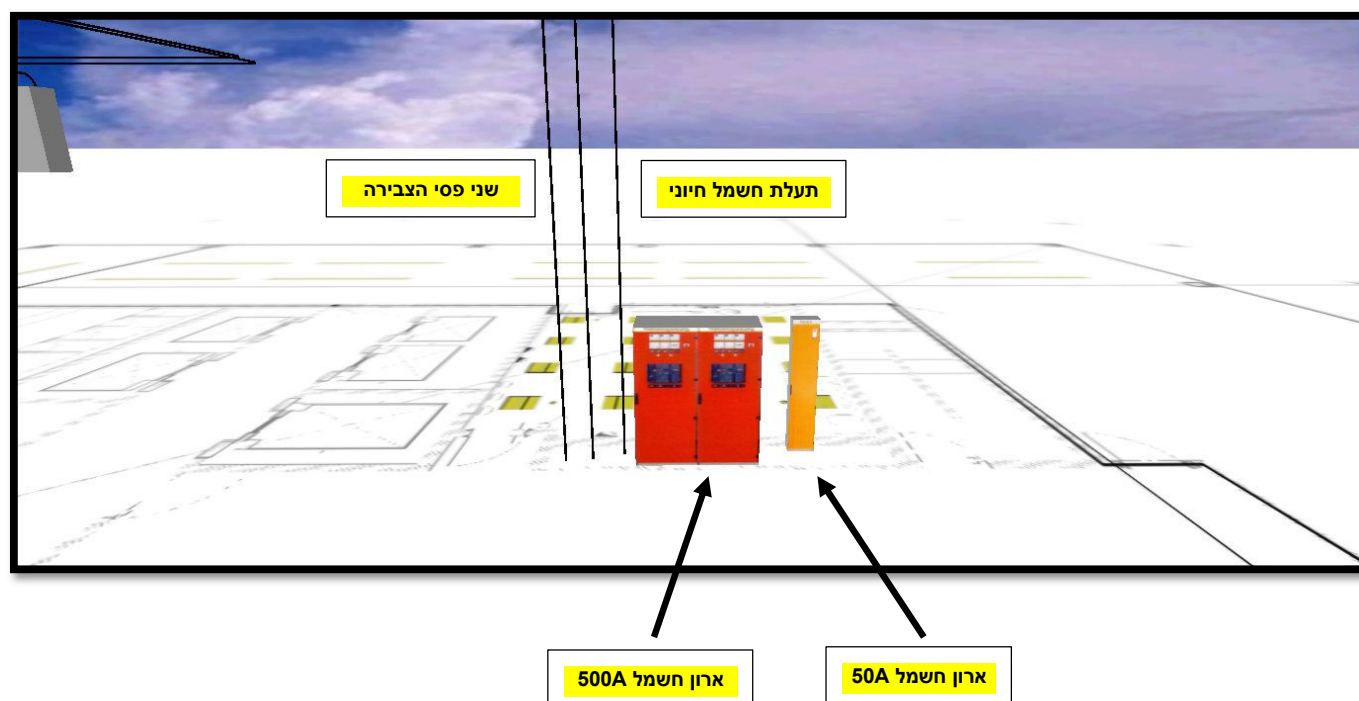
איור 72: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט על



איור 73: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט חזיתי

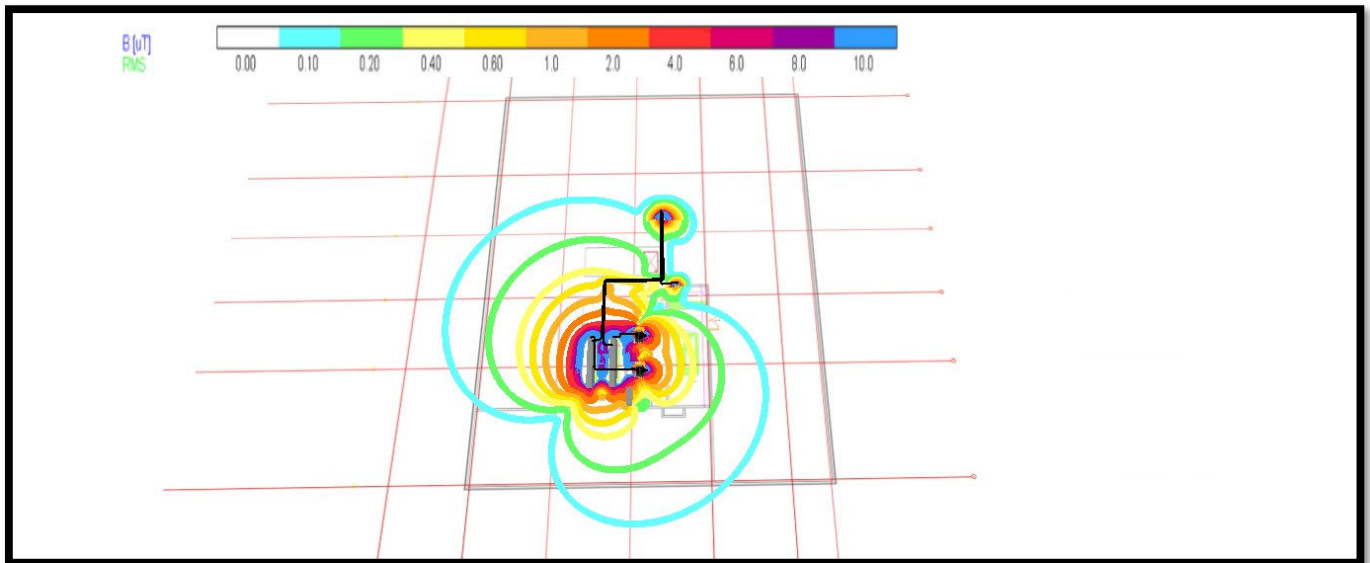


איור 74: קומת גג – מיקום מקורות החשמל הראשיים על רקע התוכנית האדריכלית – מבט חזיתי

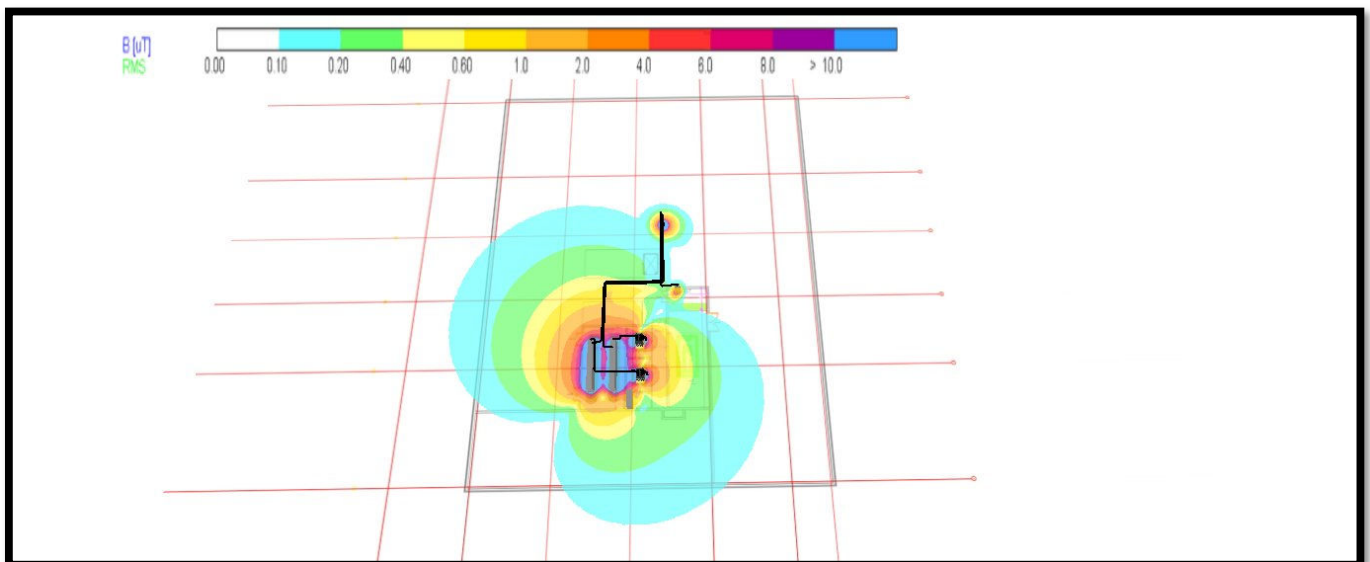


6.2 שטף השדה המגנטי החזוי

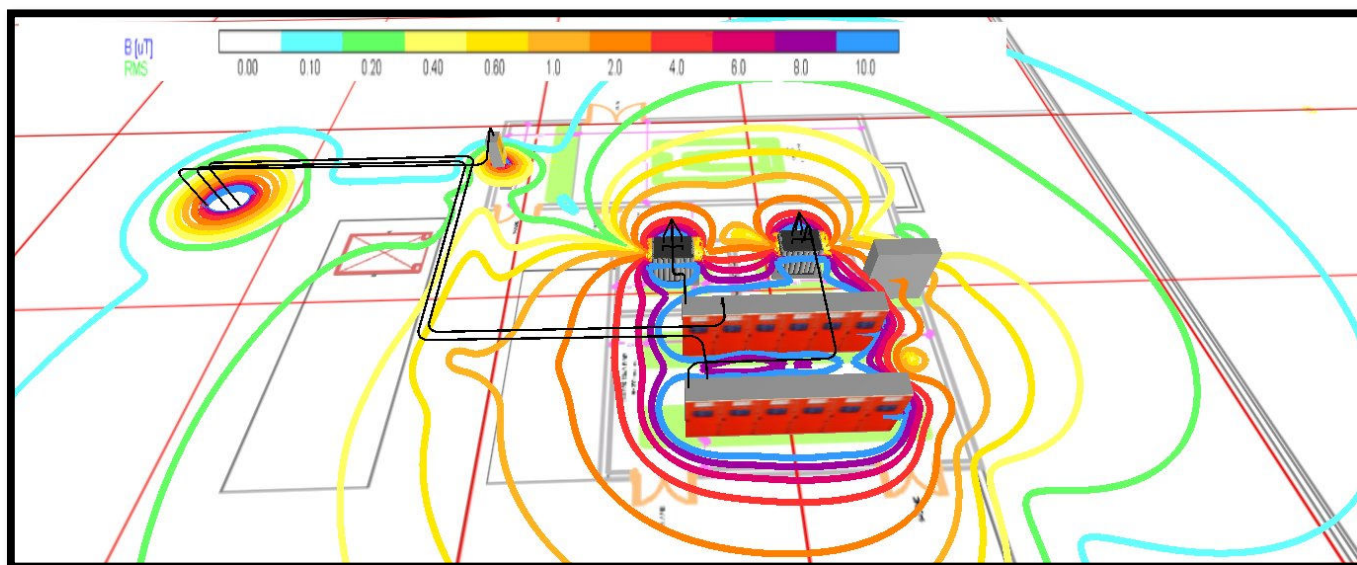
איור 75: קומת גג – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



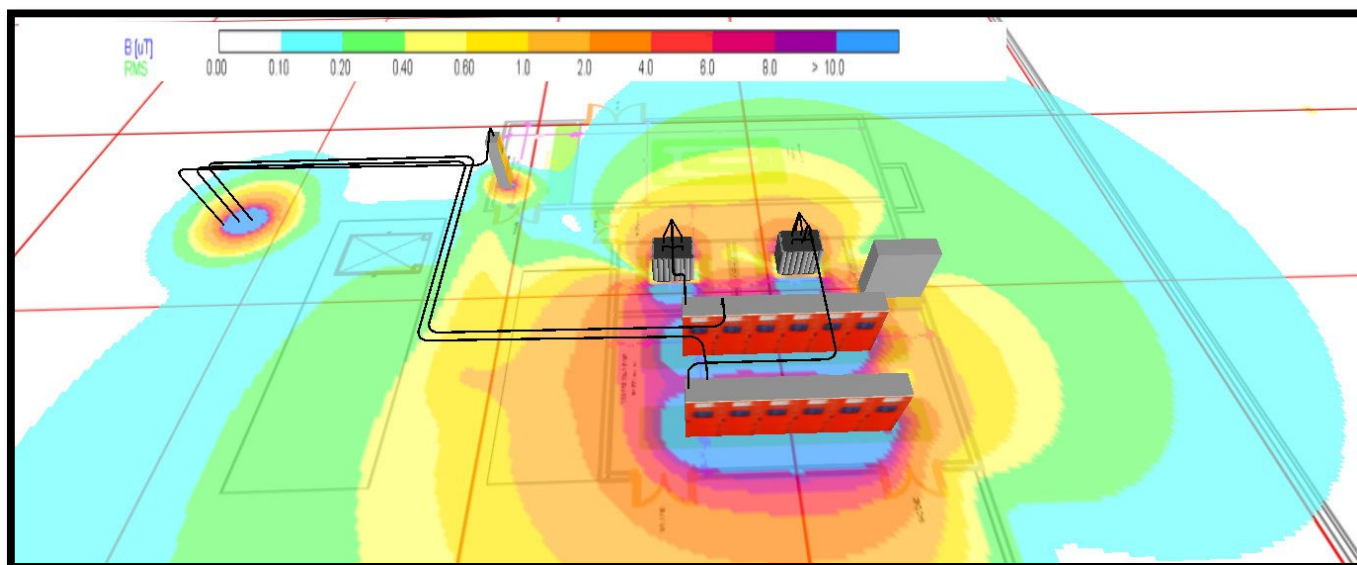
איור 76: קומת גג – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



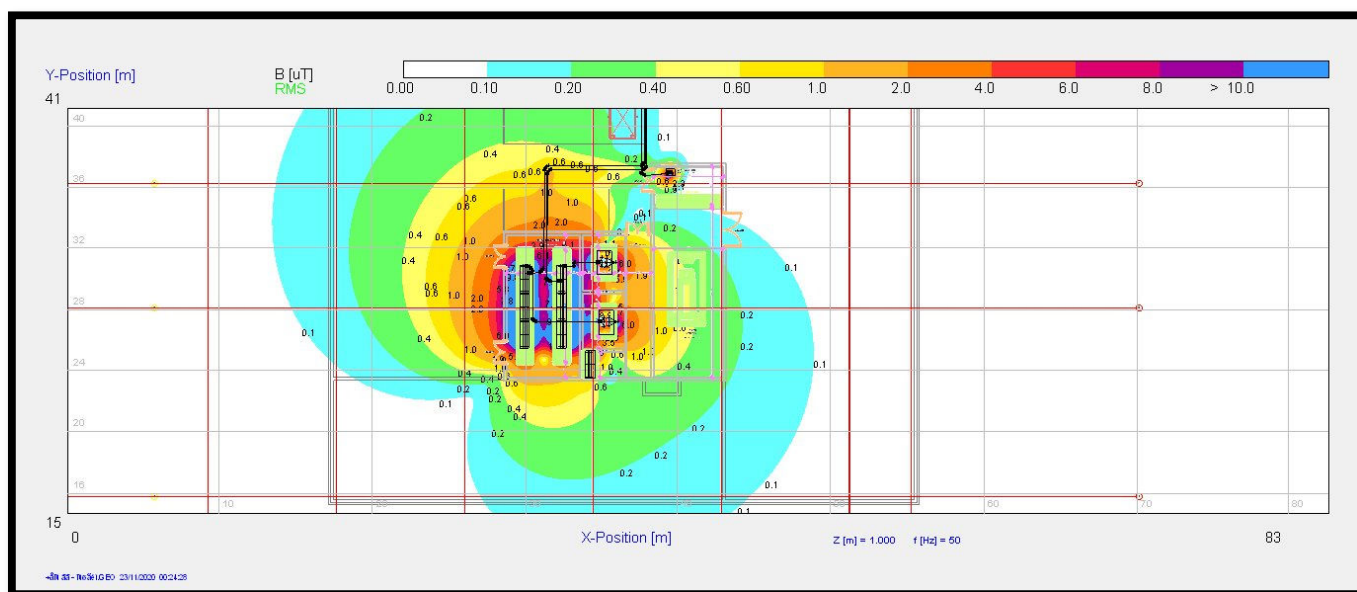
איור 77: קומת גג – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



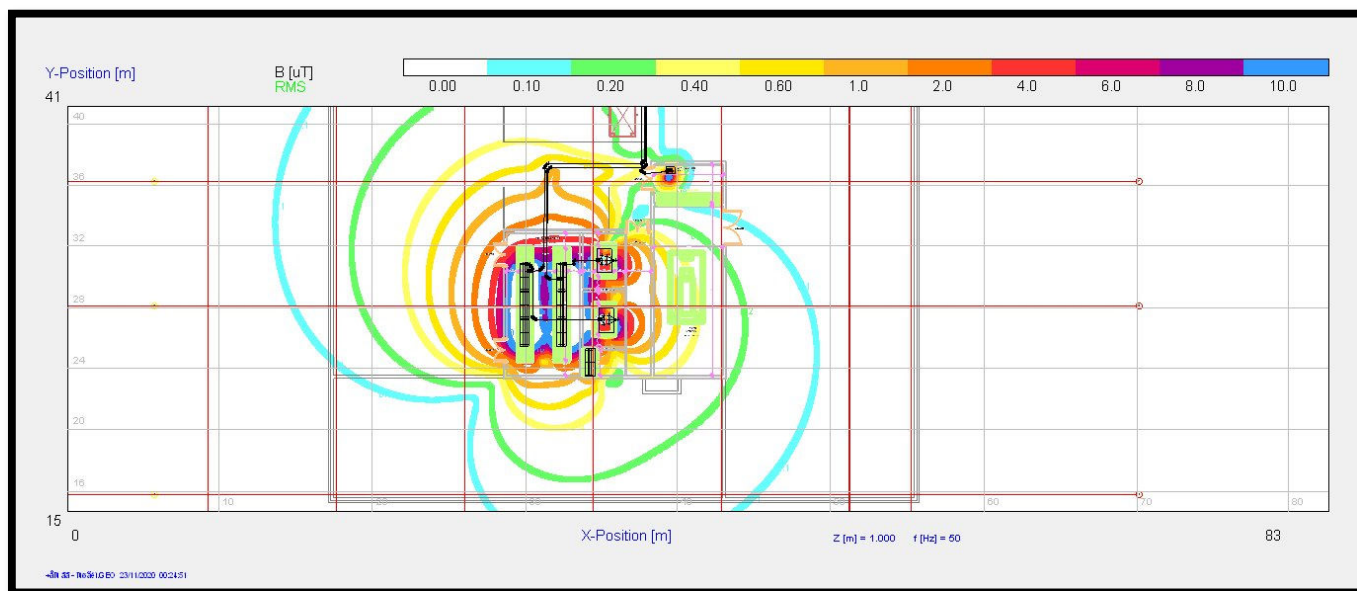
איור 78: קומת גג – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



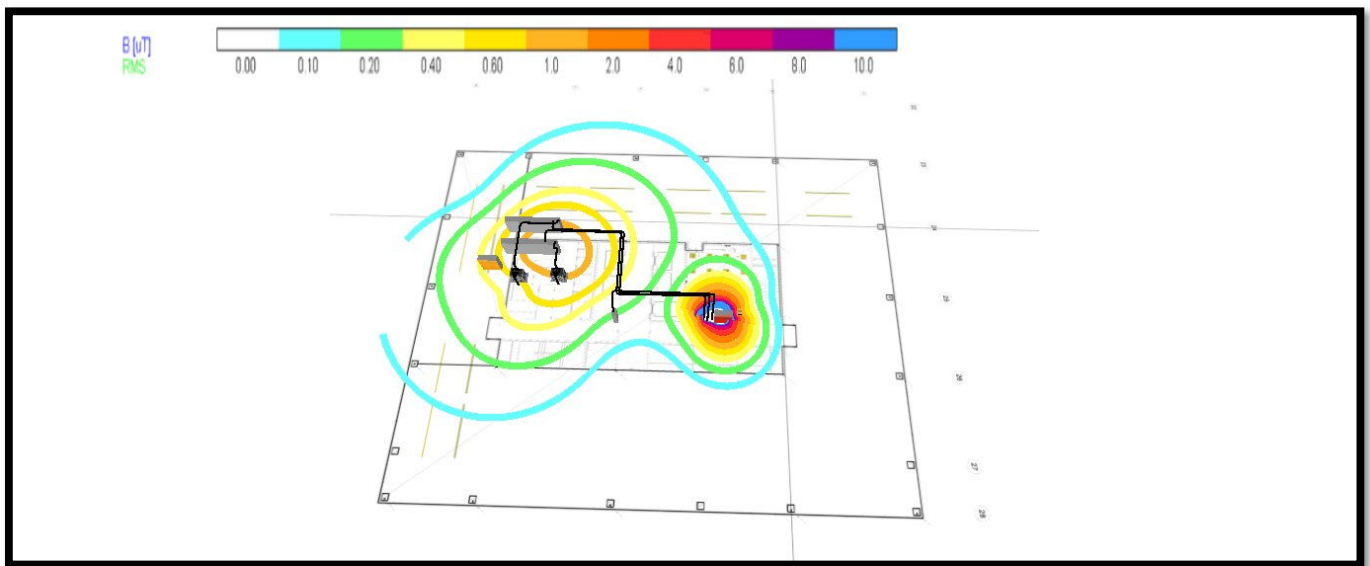
איור 79: קומת גג – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



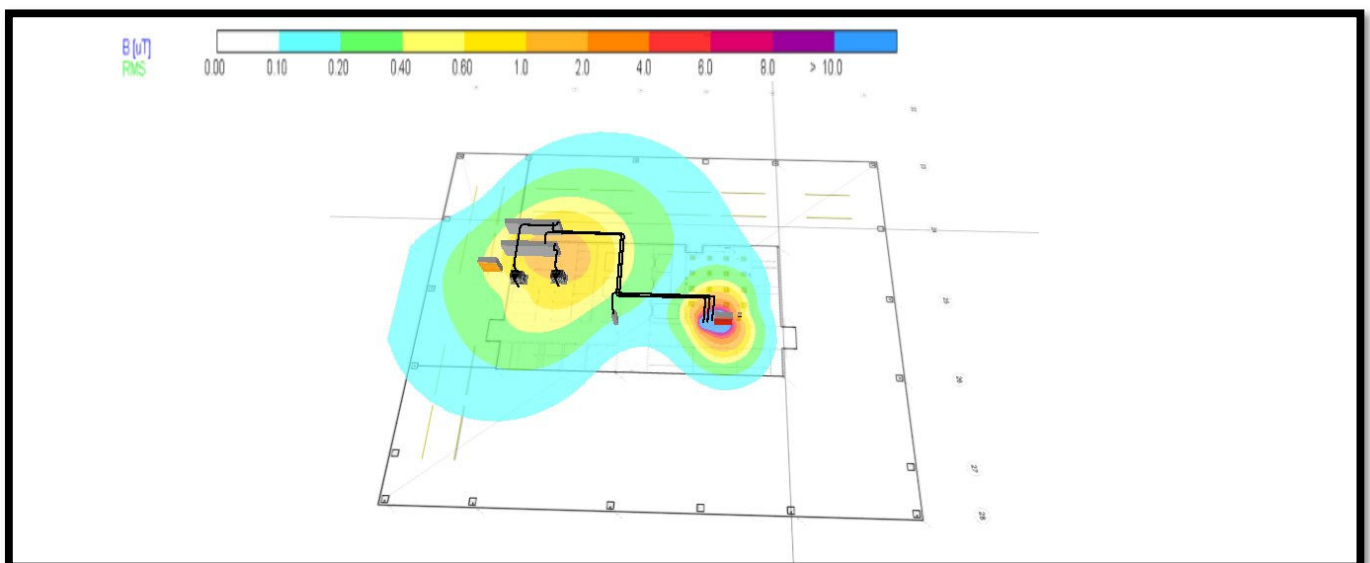
איור 80: קומת גג – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



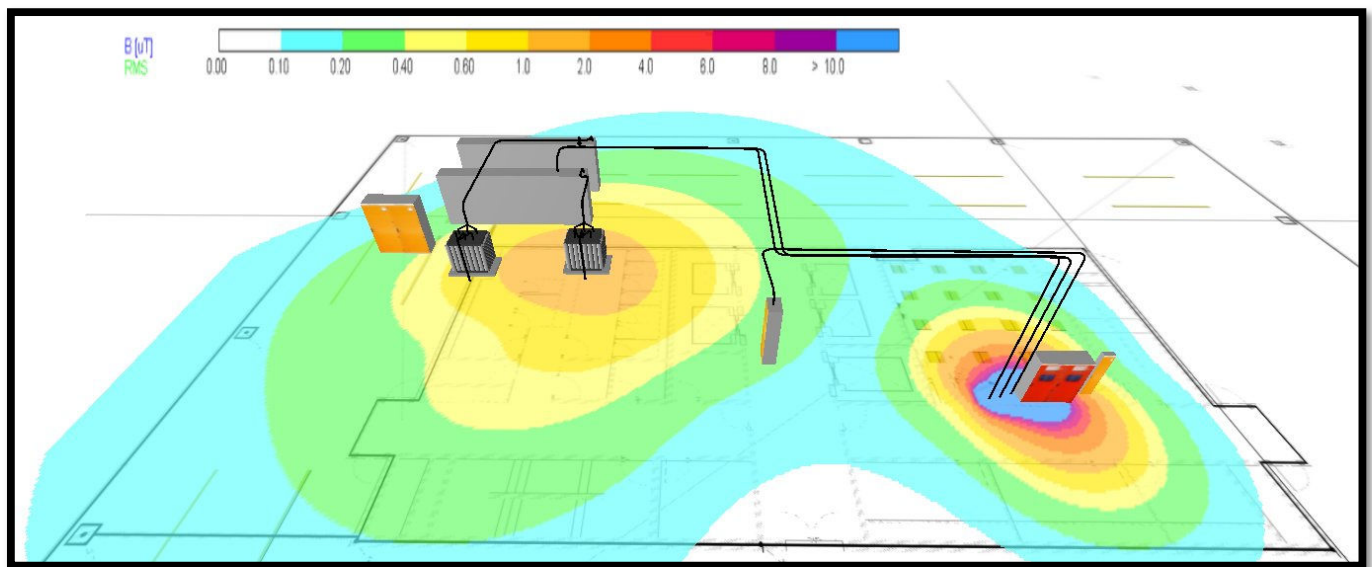
איור 81: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



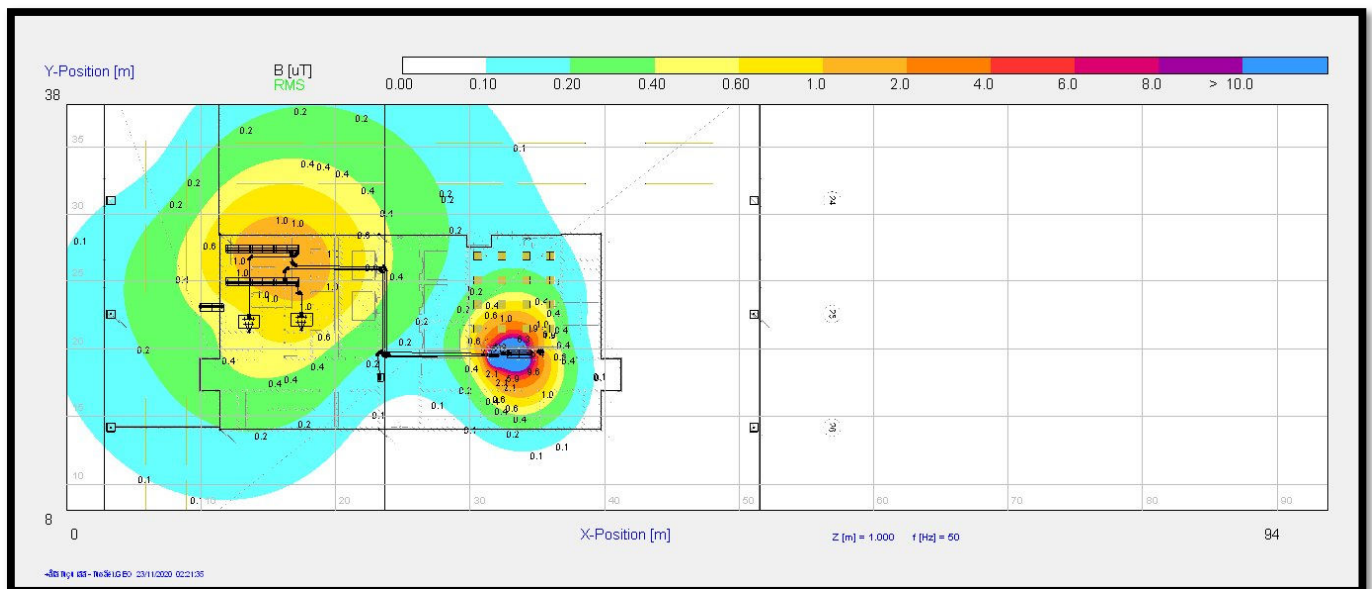
איור 82: קומה 5 – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



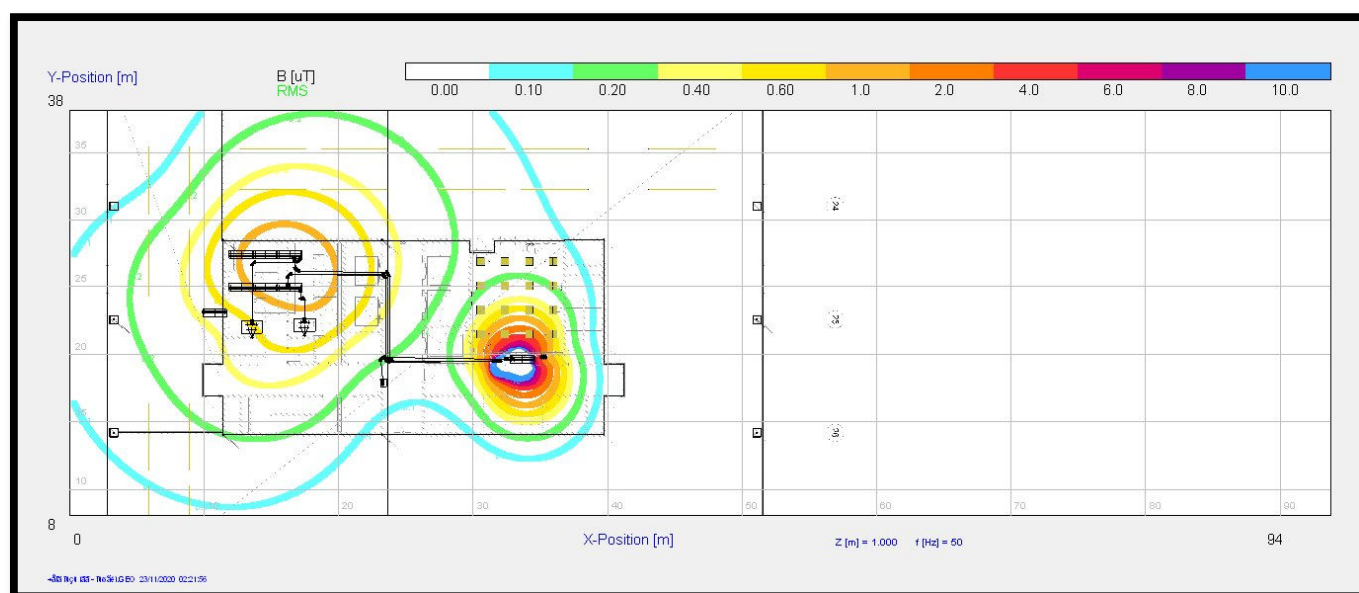
איור 83: קומה 5 – היטל שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה תלת ממדית



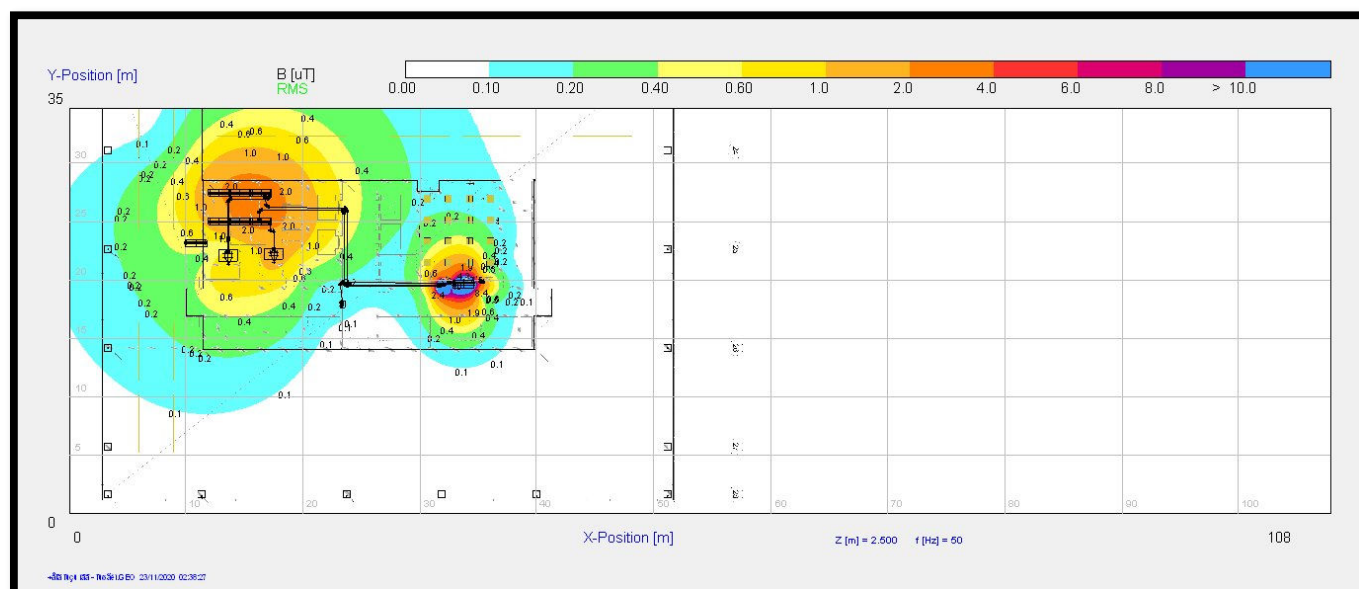
איור 84: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



איור 85: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 1 מטר בתצוגה דו ממדית



איור 86: קומה 5 – שטף השדה המגנטי החזוי בגובה 2.5 מטר בתצוגה דו ממדית



6.3 תוצאות הסימולציה

להלן סיכום תוצאות הסימולציה עבור קומת הגג, קומה 5 וקומה אופיינית:

בניין משרדים – קומת גג							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזויה	סוג האכלוס	גובה המדדיה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזויה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
1	חדר שנאים	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	30	< 12	תקין
2		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	100	< 8	תקין
3		במרחק 200 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	200	< 7	תקין
4		במרחק 400 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	400	< 6	תקין
5		במרחק 800 ס"מ יחסית לקיר חדר השנאים	שהייה לא רציפה	100	800	< 4	תקין
6	חדר חשמל מתח נמוך	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	30	< 65	תקין
7		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	100	< 36	תקין
8		במרחק 200 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	200	< 20	תקין
9		במרחק 400 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	400	< 8	תקין
10		במרחק 800 ס"מ יחסית לקיר חדר החשמל באזור דלת הכניסה לחדר	שהייה לא רציפה	100	800	< 4	תקין
11	חזית נישת פסי הצבירה	במרחק 30 ס"מ יחסית לחזית נישת פסי הצבירה	שהייה לא רציפה	100	30	< 100	תקין
12		במרחק 30 ס"מ יחסית לחזית נישת פסי הצבירה	שהייה לא רציפה	100	100	< 16	תקין

בניין משרדים – קומה 5 – קומה מתחת לקומת הגג							
#	מקום / אזור	תיאור מקום חישוב רמת השדה המגנטי החזוייה	סוג האכלוס	גובה המדידה [ס"מ]	מרחק מהמקור [ס"מ]	רמת שדה מגנטי חזוייה [mG]	מצב: תקין / לא תקין
13	חדר ממ"מ	במרחק 30 ס"מ יחסית לקיר נישת ארונות החשמל ופסי הצבירה	שהייה רציפה	100	30	< 160	לא תקין
14		במרחק 100 ס"מ יחסית לקיר נישת ארונות החשמל ופסי הצבירה	שהייה רציפה	100	100	< 58	לא תקין
15	שירותים, ממוקמים מתחת לחדר השנאים וחדר החשמל	ברחבי השירותים	שהייה לא רציפה	100	-----	< 14	תקין
16	משרד 1, ממוקם מתחת לחדר השנאים וחדר החשמל	ברחבי המשרד	שהייה רציפה	250	-----	< 22	לא תקין
17	משרד 2, ממוקם מתחת לחדר השנאים וחדר החשמל	ברחבי המשרד	שהייה רציפה	250	-----	< 12	לא תקין
18	משרד 3, ממוקם מול נישת ארונות החשמל ופסי הצבירה	ברחבי המשרד	שהייה רציפה	250	-----	< 12	לא תקין
19	חדרי משרדים	ברחבי החדרים	שהייה רציפה	100	-----	< 2	תקין

6.4 ממצאי הסימולציה

- קומת גג – רמות השדה המגנטי החזויות תקינות,
- קומה 5 – רמות השדה המגנטי החזויות בחדר הממ"מ, במשרד הממוקם מול נישת ארונות החשמל ופסי הצבירה, במשרדים הממוקמים מתחת לחדר השנאים וחדר החשמל לא תקינות,
- קומה אופיינית – רמות השדה המגנטי החזויות בחדר הממ"מ ובמשרד הממוקם מול נישת ארונות החשמל ופסי הצבירה לא תקינות.

7. סיכום דו"ח

קבוצת קוואנטום התבקשה ע"י **קבוצת תדהר בע"מ** להנפיק דו"ח הערכת סיכוני קרינה החזויים מרשת החשמל עבור פרויקט בניית מכללת קרית אונו.

7.1 כללי

רמות השדה המגנטי החזויות משתנות כפונקציה של המרחק והגובה. כמו כן, רמות אלו תלויות בכיוון ובגודל הזרם החשמלי הזורם במתקני החשמל. חישובי הסימולציות בוצעו עבור צריכת זרם של 70% יחסית לזרם המקסימלי (אלא אם כן צוין אחרת) על מנת לאמוד את ערכי השדות המגנטיים שיכולים להתקבל בשעות שיא העומס. בפועל, בזמן האיכלוס צריכת הזרם תהיה נמוכה יותר. ניתן לבצע אינטרפולציה ליניארית לכל נקודה שחושבה במרחב אם ידוע הזרם הזורם בפועל במתקן החשמל.

7.2 מסקנות

- רמות השדה המגנטי החזויות במקומות הבאים אינן עומדות בהמלצות המשרד להגנת הסביבה:
- בניין קמפוס
 - גרעין A – קומה אופיינית – חדר החשמל משרה שדה מגנטי גבוה על חדר הממ"מ.
 - גרעין B – קומה אופיינית – נישת החשמל משרה שדה מגנטי גבוה על חדר הממ"מ.
 - גרעין B – קומת גג – חדר השנאים וחדר החשמל הראשי משרים שדה מגנטי גבוה על הקומה מתחת.
 - גרעין C – קומה אופיינית – חדר החשמל משרה שדה מגנטי גבוה על חדר הממ"מ.
- בניין מעונות
 - קומת מרתף – חדר השנאים וחדרי החשמל משרים שדה מגנטי גבוה על קומת הקרקע.
 - קומת קרקע – חדרי חברת החשמל משרים שדה מגנטי גבוה על חנות המסחר וחדר הממ"מ.
 - קומה אופיינית – חדר החשמל משרה שדה מגנטי גבוה על חדר הממ"מ.
- בניין משרדים
 - קומת גג – חדר השנאים וחדרי החשמל משרים שדה מגנטי גבוה על הקומה מתחת.
 - קומה אופיינית – ארונות החשמל ופסי הצבירה משרים שדה מגנטי גבוה על חדר הממ"מ.

7.3 הנחיות

- בניין קמפוס – יש לבצע מיגון נגד שדה מגנטי, ראה דו"ח מיגון.
 - בניין מעונות – יש לבצע מיגון נגד שדה מגנטי, ראה דו"ח מיגון.
 - בניין משרדים – יש לבצע מיגון נגד שדה מגנטי, ראה דו"ח מיגון.
 - יש לוודא כי בכל המבנה לא תהייה מעל נקודת איפוס חשמלית אחת כשיטת הארקה.
- אבחון מלא ומדויק יתקבל אך ורק לאחר ביצוע מדידות קרינה וזאת לאחר חישמול המבנה ואכלוסו.
- קבוצת קוואנטום תשמח לעמוד לשירותכם במידת הצורך.

בכבוד רב,

M.Sc אבי מלכי



8. הערות

- מיקום מקורות החשמל נלקחו מתוך התוכניות האדריכליות.
- נתוני מקורות החשמל נלקחו מתוך התוכניות החשמליות או התקבלו מיועץ החשמל.
- חישובי השטף המגנטי בוצעו בהנחה שאי האיזון בזרמים הוא עד 20%.
- חישובי השטף המגנטי בוצעו עבור זרמים המהווים 70% ביחס לזרם המקסימלי שתכנן יועץ החשמל, אלא אם כן צוין אחרת.
- בתמונות השטף המגנטי החזויות יש להכפיל ב-10 על מנת לעבור מיחידות μT ל-mG.
- כל שינוי בתוכנית החשמלית או האדריכלית מחייב את עדכון הדו"ח.

נספח א': 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 4 – 3 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,

<http://www.quantum-group.co.il>

נספח ב': 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 בקרבתם 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 שהייה, 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 שהייה ל:

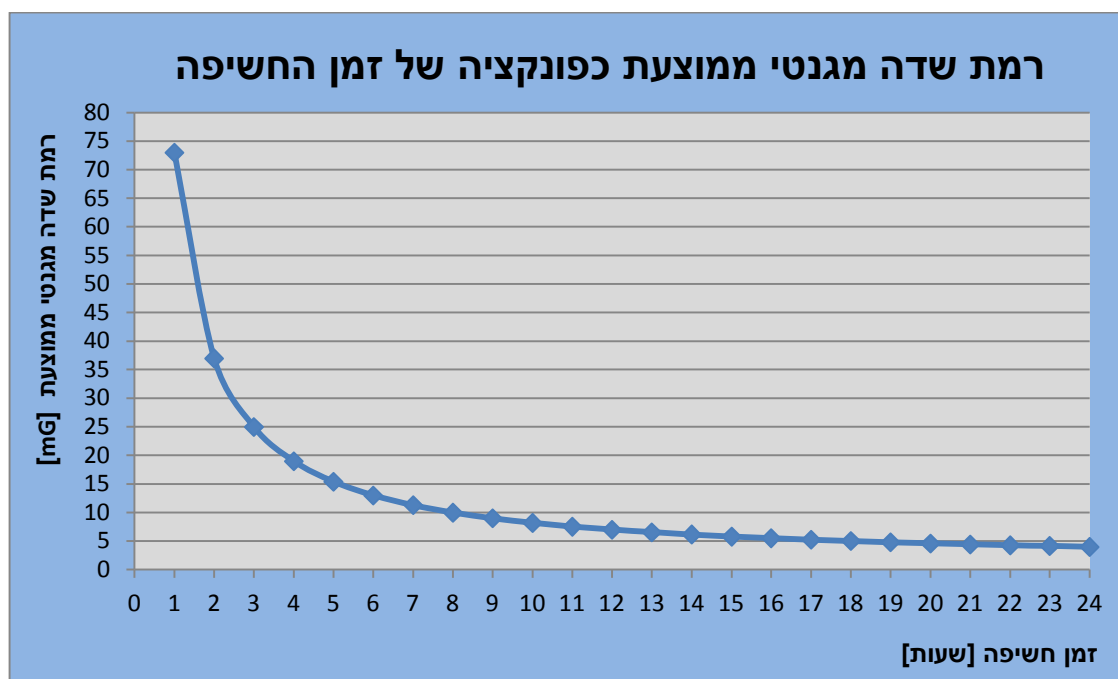
$$T < \frac{72}{B_W - 1}$$

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



Quantum Group
Professional Radiation Physicists

קבוצת קוואנטום
פיסיקאים מומחים בקרינה

קבוצת קוואנטום – פרופיל חברה

קבוצת קוואנטום הוקמה ע"י קבוצת פיסיקאים מומחים בקרינה ומנוהלת 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 כוילים ואישורים במעבדות מוסמכות.

קבוצת קוואנטום בעלת היתרים מהמשרד להגנת הסביבה:

- מדידת קרינה מייננת – מדידת ריכוז רמת גז ראדון הנובעת מהקרע, 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 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