



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

לכבוד:
חברת טלדור
לידי מנחם אהרונוב
רכז פרויקט בטיחות - מוקד בקרה

שלום רב,

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

בהתאם לפנייתך, בתאריך 16.12.14 ביצענו בתיכון כרמל סמל מוסד: 348193 שבכתובת רחוב שד' המגנים 76, חיפה מדידת שדות מגנטיים בתחום ELF וקרינה אלמ"ג בתחומי הרדיו והסלולר RF.

להלן, פירוט הבדיקות שבוצעו, תוצאות המדידות וסיכום הנתונים שהתקבלו.

1. פרטי מזמין הבדיקה:

שם המבקש	חברת טלדור לידי מנחם אהרונוב רכז פרויקט בטיחות - מוקד בקרה
כתובת	אפעל 3, פתח תקווה
טלפון	03-7762925
דואר אלקטרוני	menachema@taldor.co.il
נייד	054-4220183
כתובת מקום המדידות	תיכון כרמל- רחוב שד' המגנים 76, חיפה
סוג המדידות	• מדידות רמה של צפיפות שטף שדה מגנטי בתחום תדרי ELF • מדידות רמה של צפיפות הספק שידורי הרדיו סלולר בתחום תדרי RF

2. פרטי מבצע המדידות:

שם מבצע המדידה	שמעון לימור
מס' היתר ELF	5038-01-4
תוקף היתר ELF	20.3.2018
מס' היתר RF	5038-01-6
תוקף היתר RF	20.3.2018



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

3. פרטי מכשיר המדידה:

Gigahertz Solutions# 035000000589	מכשיר ELF
10.05.2015	תוקף כיול
מעבדות חרמון	מעבדת כיול
16Hz-30kHz	טווח מדידה
Tenmars- TM196# 120907060	מכשיר RF
01.07.2015	תוקף כיול
מעבדות חרמון	מעבדת כיול
100KHz-7GHz	טווח מדידה

4. אפיון שיטה ומיקום המדידה:

קר ובהיר	תנאי הסביבה של ביצוע המדידות
רשת החשמל	תיאור מקור שדה ELF
רשת הסלולר	תיאור מקור שדה RF
סריקה איטית בגובה משתנה בין 100 ס"מ לגובה השהייה ובסמוך למקורות הקרינה.	תהליך המדידה



לייף סייבר פתרונות קרינה בע"מ Life Saver Radiation Solutions Ltd

מצוינות בשמירה על סביבה בטוחה מקרינה

מדידות - סימולציה - תכנון - פיקוח - הדרכה - הכשרה - תאימות

www.Life-Saver.co.il



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

תמונות:

לוח החשמל- על קיר משותף כיתה ט'1



כיתה ט'1- קיר גובל עם לוח החשמל





תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

5. 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
קומת קרקע								
1	במסדרון ליד לוח החשמל הראשי	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	30	100	12.9	לא	-
2	במסדרון מול לוח החשמל הראשי	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	100	100	2.3	לא	-
3	ז'1- בכניסה לכיתה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	25	100	0.7	לא	-
4	ז'1- על שולחן התלמידים הקרוב ללוח החשמל	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	30	100	0.6	לא	-
5	ז'1- על שולחן המורה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	450	100	0.4	לא	-
6	ז'1- במרכז הכיתה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	550	100	0.3	לא	-
7	ט'1- בפנית הכיתה מאחורי לוח החשמל הראשי	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	30	100	18.9	כן	מומלץ למגן את הקיר הגובל עם לוח חשמל
8	ט'1- בפנית הכיתה מאחורי לוח החשמל הראשי	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	100	100	10.3	כן	
9	ט'1- על שולחן התלמידים הקרוב ללוח החשמל	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	150	100	8.7	כן	
10	ט'1- במרכז הכיתה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	350	100	0.4	לא	-
11	ט'1- ליד שולחן המורה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	600	100	0.2	לא	-
12	משרד המזכירות- במסדרון ליד לוח החשמל	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	30	100	3.5	לא	-
13	משרד המזכירות- במסדרון ליד לוח החשמל	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	100	100	0.7	לא	-
14	משרד המזכירות- בכניסה למשרד	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	150	100	0.4	לא	-
15	משרד המזכירות- מאחורי לוח החשמל	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	100	100	1.5	לא	-
16	משרד המזכירות- על שולחן המזכירה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	350	100	0.3	לא	-



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

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
17	משרד המזכירות- על שולחן המנהלת	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	50	100	0.2	לא	-
קומה 1								
18	במסדרון ליד לוח החשמל	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	30	100	0.7	לא	-
19	במסדרון ליד לוח החשמל	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	100	100	0.7	לא	-
20	בכניסה לכיתה יב'-2	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	300	100	0.1	לא	-
21	ברחבי הכיתה יב'-2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	100	0.1-0.2	לא	-
22	בכניסה לכיתה ט'-2	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	50	100	0.2	לא	-
23	בפינת כיתה ט'-2 על השולחן הקרוב ללוח החשמל	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	150	100	0.9	לא	-
24	ברחבי כיתה ט'-2	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	100	0.3-0.9	לא	-
קומה 2								
25	במבואת הקומה ליד לוח החשמל	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	30	100	1.1	לא	-
26	במבואת הקומה ליד לוח החשמל	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	100	100	0.3	לא	-
27	מעבדת מחשבים- בכניסה למעבדה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	100	100	0.3	לא	-
28	מעבדת מחשבים- על שולחן המורה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	30	100	0.5	לא	-
29	מעבדת מחשבים- ברחבי המעבדה	יש שהייה רציפה	רמות רקע	-	100	0.3-0.5	לא	-
30	מעבדת פיסיקה- בכניסה למעבדה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	650	100	0.9	לא	-
31	מעבדת פיסיקה- על שולחן המורה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	300	100	0.9	לא	-
32	מעבדת פיסיקה- במרכז המעבדה	יש שהייה רציפה	לוח חשמל	200	100	0.9	לא	-
קומה 3								
33	במסדרון ליד לוח המאמ"טים	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	30	100	0.3	לא	-
34	במסדרון מול לוח המאמ"טים	אין שהייה רציפה	לוח חשמל	100	100	0.2	לא	-

• תוצאות המדידה נכונות למקום וזמן הבדיקה

5/ 11



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

6. מרחקי בטיחות שנקבעו בין מתקני חשמל לבניינים ומבנים:

- קו מתח נמוך : 2 מטר ממוליך הפאזה הקרוב.
- קו מתח גבוה (22, 33, 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.
- שנאי חלוקה: 3 מטר מכל חלק של השנאי ושל החוטים היוצאים ממנו.

7. הגבלת החשיפה לשדה מגנטי כתלות במשך החשיפה

סביבת 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, 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. 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 סביבת 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 4MG כ- סף 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 המונעת (principle precautionary) ולהניח כי ישנו קשר ישיר בין משך החשיפה לרמת (מידת) החשיפה. על בסיס הנחה זו, ניתן להשתמש במדד של 4mG בממוצע ביממה, בה הצריכה מרבית, לצורך הערכת רמת החשיפה כתלות במשך החשיפה.



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

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:

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

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 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 העקבות 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 הזהירות המונעת.



לייף סייבר פתרונות קרינה בע"מ Life Saver Radiation Solutions Ltd

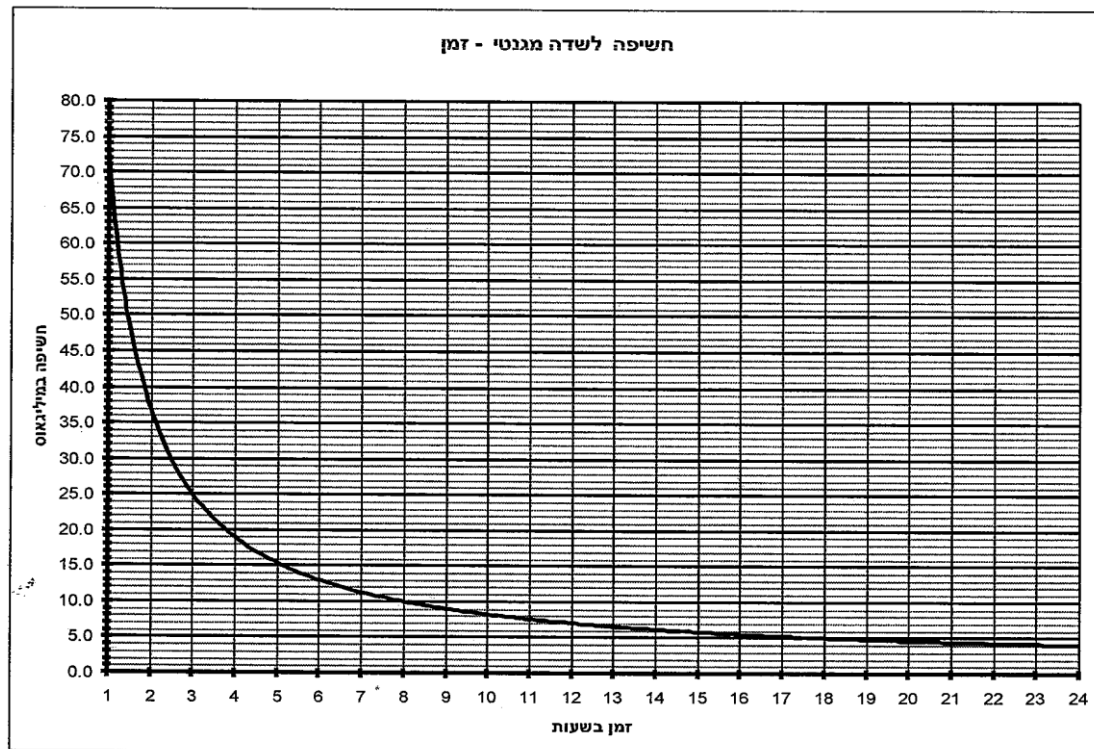
מצוינות בשמירה על סביבה בטוחה מקרינה

מדידות – סימולציה – תכנון – פיקוח – הדרכה – הכשרה – תאימות

www.Life-Saver.co.il



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193



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.



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

8. תוצאות מדידת רמות צפיפות ההספק RF:

מס'	נקודת מדידה	אכלוס	תיאור מקור הקרינה העיקרי	מרחק ממקור השדה המגנטי (במטר)	גובה המדידה (בס"מ)	עוצמת הקרינה שנמדדה [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$]	האם יש חריגה מהמלצות המשרד להגנת הסביבה?	הטיפול המומלץ
1	בכיתה ז'-1 ליד חלון צפוני	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.1	לא	-
2	בכיתה ט'-1 ליד חלון דרומי	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	קטן מ-0.1	לא	-
3	ביציאה לרחבת הפעילות	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.3	לא	-
4	בקומה 1 בכיתה ט-2 ליד חלון צפוני	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.2	לא	-
5	בכיתה א'-1 ליד חלון צפוני	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.1	לא	-
6	בכיתה י- ליד חלון צפוני	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	קטן מ-0.1	לא	-
7	במסדרון קומה 3	אין שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	0.4	לא	-
8	ברחבת הכניסה הדרומית	אין שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	קטן מ-0.1	לא	-
9	במרכז רחבת הפעילות	אין שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	1.9	לא	-
10	במגרש ליד הסל הדרומי	יש שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	2.0	לא	-
11	במגרש ליד הסל הצפוני	אין שהייה רציפה	רשתות סלולריות	-	-	2.5	לא	-

• תוצאות המדידה נכונות למקום וזמן הבדיקה.



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

9. רמות חשיפה מרביות מותרות לקרינה:

רמות חשיפה מרביות מותרות לחשיפה רצופה וממושכת 10% מסך החשיפה הבריאותי			רמות חשיפה מרביות מותרות 30% מסך החשיפה הבריאותי			הקרינה הנוצרת ממקור הקרינה תחום התדרים $1W/m^2 = 100 \mu W/cm^2$
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)	
$f/2000$	$0.00115\sqrt{f}$	$0.435\sqrt{f}$	$3f/2000$	$0.002\sqrt{f}$	$0.753\sqrt{f}$	400MHz- 2000MHz
1	0.051	19.29	3	0.0885	33.37	מעל 2 GHz

"סף חשיפה בריאותי" - רמות חשיפה מרביות מותרות לחשיפה קצרת מועד של בני אדם לשדות חשמליים, מגנטיים או אלקטרומגנטיים משתנים. בהנחות של הוועדה הבין לאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת לעניין רמות הייחוס לחשיפת הציבור הרחב, לעניין זה, "הנחות הוועדה הבינלאומית להגנה מקרינה בלתי מייננת" כפי שאימץ ארגון הבריאות העולמי (WHO - World Health Organization) במהדורה המעודכנת ביותר, ושהעתק מהן ומעדכניהן יופקד לעיון הציבור במשרדי הממונה ובאתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה.

10. הסבר לתקנות הקרינה בתחום הרדיו והסלולאר RF:

ארגון הבריאות העולמי (WHO) קבע כי רמת החשיפה המרבית המותרת של בני אדם לקרינה בתחום תדרי הרדיו:

- בתחומי התקשורת הסלולארית דור ראשון (900MHz) ערך הסף $40\mu W/cm^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שני (1800MHz) ערך הסף $90\mu W/cm^2$
- בתחומי התקשורת הסלולארית דור שלישי (2100MHz) ערך הסף $100\mu W/cm^2$
- ספים אלו אומצו ע"י המשרד להגנת הסביבה כ- **ספים בריאותיים**.
- קרינת הרקע בבית מגורים טיפוסי בסביבה עירונית אינה עולה על 5 מיקרו וואט לסמ"ר.
- המשרד להגנת הסביבה קבע **סף סביבתי לחשיפה במקומות בהם שוהים אנשים ברציפות לאורך זמן כגון בתוך בתים, משרדים וכד'**. סף זה עומד על עשירית מהסף שקבע ארגון הבריאות העולמי. לגבי אזורים שאינם מאוכלסים ברציפות לאורך זמן הסף הסביבתי הינו 30% מהסף שנקבע על ידי ארגון הבריאות העולמי.
- באפשרותך למצוא הסברים נוספים בנושא באתר האינטרנט של המשרד להגנת הסביבה

www.sviva.gov.il



תאריך: 18.12.14
מס' דו"ח: TL348193

11. סיכום ומסקנות:

במדידות שדות מגנטים בתחום ה-ELF **נמצאו חריגות** מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה. רצוי לפעול עפ"י ההמלצות הבאות:

כיתה ט'1- קיר גובל עם לוח חשמל: מומלץ למגן את הקיר.

במדידות קרינה בתחום ה-RF **לא נמצאו חריגות** מסף החשיפה המומלץ ע"י המשרד להגנת הסביבה.

12. המלצות כלליות:

- **מומלץ לבצע מדידות קרינה אחת לשנה.**
- הרחיקו את מכשיר הסלולר מהגוף ע"י אחזקתו בתיק נפרד או בנרתיק חוסם קרינה.
- הרחיקו את מכשיר הסלולר מהראש ע"י שימוש באוזניות אוויר המרחיקות קרינה.
- צמצמו את כמות ומשך השיחות בסלולר.
- באזורים עם קליטה חלשה המעיטו בשיחות.
- הקפידו שהדיבורית ברכב הינה קבועה בעלת אנטנה חיצונית.
- שימרו על רדיוס של 2 מטר ממיקרוגל בעת הפעלתו.
- שימרו על מרחק בטיחות של $1 <$ מטר משנאים ביתיים, מפזרי חום, אל-פסק, וארונות חשמל.
- בעלי מיטות חשמליות, ריצפת חימום ובית חכם מומלץ לבצע בדיקת קרינה לפני שימוש ראשוני.

בכבוד רב,
שמעון לימור