

**הבקשה להיתר הקמה והפעלה – כיצד?**  
**מאמר מקורי: אהוד זגר 4Z4UR**  
**עריכה ותוספות: צחי לינדנבאום 4Z4TL**

**רקע**

תקנות הקרינה הבלתי מייננת התשס"ז-2007, שתוקנו בידי השר להגנת הסביבה בהסכמת שר התקשורת, אושרו בועדת הפנים והגנת הסביבה בכנסת ומחייבות גם את חובבי הרדיו בישראל. כחובבים קיבלנו הקלות משמעותיות שהעיקרית בהן היא היעדר הצורך בביצוע בדיקות קרינה יקרות ע"י בודק מוסמך, וכך החובב יבצע בעצמו חישובי הערכת סיכונים שמקורם בחשיפה שלו, משפחתו, שכניו והדיירים הסמוכים לתחנתו, כחלק מהגשת הבקשה. לקבלת ההיתרים יש צורך לשלוח בקשה למשרד להגנת הסביבה (ראה בסיכום) ובתוכה תוצאות חישובי הערכת סיכונים המראים שאין סיכון ע"פ נתוני התחנה האמיתיים. עלות התהליך נכון להיום הינה 100 ₪ עבור היתר הקמה ועוד 100 ₪ עבור היתר הפעלה ל-5 שנים (סכום זעום בהשוואה לאלפי השקלים הנדרשים מתחנות המסחריות). יש לחדש את היתר הפעלה כל 5 שנים.

מטרת מאמר זה (המתבסס על חומרים של של אהוד UR ודני SK) היא להדגים ולהסביר את אופן החישוב ומשלוח הבקשה להיתר הקמה והפעלה.

**שלב א: חישוב החשיפה מהתחנה: (יבוצע בגליון האקסל הרלוונטי לחישובים שנמצא באתר האגודה וניתן להורדה)**

**נתוני התחנה הנדרשים לצורך ביצוע החישובים:**

1. הספק שידור במוצא המקמ"ש: מנתוני היצרן, Watt PEP.
2. הגבר האנטנה (dBi): מנתוני היצרן, או הערכה ע"פ התאוריה.
3. נישות ב DB: של קו-זן ואבזורים טוריים בין המקמ"ש לאנטנה (מחברים, מד הספק/יג"ע, מתג בורר אנטנות, מכוון אנטנה, מסנן Low Pass וכד').

**הערה: מטעמים מעשיים חושבו קבועי נישות מייצגים ל ת"ג, תג"ם נמוך, תג"ם ותא"ג, וניתן להשתמש בהם מבלי לחשב מחדש.**

4. גובה הבניין, התרנים וכל אנטנה, ובפרט מרחק האנטנה מעל אנשים בדירות במבנה עליו מותקנת האנטנה, אנשים בדירות במבנים סמוכים, ואנשים במפלס הקרקע בסמוך למבנה עליו מותקנת האנטנה. יש לדעת את גובה בסיס-התורן (בדר"כ שיא הגג שלך) ממנו מחושב גובה נקודת ההזנה ו\או גובה אמצע האנטנה.

**ב. טווח הבטיחות האופקי הנדרש בתקנות ניתן בנוסחה (1):**

$$R = \sqrt{\frac{P * 10^{G/10}}{4 * \pi * S}}$$

**כאשר:**  
 R – הוא טווח בטיחות אופקית (מטר). זהו מרחק אופקי מנק' הזינה באלומה הראשית שפחות ממנו לא בטוח.  
 P – הוא הספק השידור הממוצע ביממה (Watts).  
 G – הוא שבח (gain) אנטנה, ב dBi לכיוון נקודת החישוב.  
 S – צפיפות הספק מרבית לחשיפה מותרת, ב  $W/m^2$ .

$$H = R * tg(\alpha + T) + 2$$

**ג. טווח הבטיחות האנכי הנדרש בתקנות ניתן בנוסחה (2):**

**כאשר:**  
 H – הוא טווח בטיחות אנכית (מטר). זהו למעשה הגובה המינימאלי להתקנת בסיס האנטנה.  
 α – הוא מחצית זווית הפתיחה האנכית של האנטנה (°).  
 R – הוא מגבלת טווח בטיחות אופקית (מטר).  
 T – זווית ההטיה האנכית של אלומת השידור מהאנטנה במעלות (°), ביחס לכיוון האופקי.

ד. מילוי הטבלה וחישוב טווחי בטיחות על פי התוספת השלישית לתקנות:  
 לצורך דוגמת מילוי וחישוב בגליון, נשתמש בנתוני תחנה ממוצעת לשלושה תחומים שבשימוש אצל מרבית החובבים, ונניח גם שהיא בבית פרטי חד-קומתי שגגו נמצא 3 מטר מהקרקע, על תורן עליו מותקנת אנטנת ת"ג בגובה 11 מטר, אנטנה ל- 6 מטר בגובה 12 מ', ואנטנת תא"ג בגובה 13 מטר

1. **ת"ג (HF) בהספק שידור במוצא 100 Watts:**
  - א. אנטנה רב גלית 14-28 מה"ץ עם הגבר של 6 dBi בגובה 11 מ' (אם מדובר ב BEAM, אזי 11 מ' הוא גם גובה מרכז האנטנה. אם זו אנכית, הגובה נמדד לבסיס האנטנה).
  - ב. ניחות קו זן מסוג RG213 באורך 30 מ' + אביזרים: 1.5dB .
2. **תג"ם נמוך: (6 מטר) בהספק שידור במוצא 25 Watts:**
  - א. אנטנה כיוונית בעלת הגבר של 6 dBi בגובה 12 מ' (למשל BEAM קצרה תוצרת בית).
  - ב. ניחות קו זן מסוג RG213 באורך 30 מ' + אביזרים: 2.5dB .
3. **תג"ם/תא"ג בהספק שידור 50 Watts:**
  - א. ניחות קו זן מסוג RG213 באורך 30 מ' + אביזרים 5dB (חמישה).
  - ב. אנטנה כלל כיוונית בעלת הגבר של 4 dBi בגובה 13 מ' (למשל אנכית טובה כלשהיא).

#### לפני רישום הערכים, זכור:

השדות לידם יש  $\sqrt$  מסמנים שדה להזנה. הסימון \* אומר שיש הצעה לברירת מחדל בגליון. ניתן להשתמש בברירות המחדל שבגליון אם סוגי האנטנות מתאימים.  
 אין להזין דבר בשדות האחרים (שלא לפגוע בנוסחאות). גם אם אתה בטוח שאתה יודע מה אתה עושה.  
 לגבי "תקופת השידור ביממה" זה ה"נטו" המשוער של שידורך. לדוגמא באם התיישבת ב 16:00 ועבדת SSB 3 שעות במוצדור DX –ים, אולי הנטו של השידור בפועל יהיה שעה. (1 שעה בכל תחום, ביממה, אומר שאתה פעיל ביותר....)

חישוב טווחי בטיחות			
ת"ג	תג"ם נמוך	תג"ם/תא"ג	
100	25	50	√
0.4	0.4	0.4	
1.0	1.0	1.0	*√
1.5	2.5	5	*√
1.2	0.2	0.3	
אופקי	אופקי	אנכי	√
6	6	4	*√
0.6	0.6	0.6	
0.79	0.35	0.30	
45	45	45	*√
2.79	2.35	2.30	

**שימו לב לתוצאות:** טווח הבטיחות האופקי הוא בין 0.3 - 0.79 מטר בלבד, וטווח הבטיחות האנכי הוא בין 2.30 - 2.79 מטר בלבד (באנטנה אנכית, טווחי הבטיחות ימדדו מנקודת ההזנה של האנטנה ולא ממרכזה).

#### הערות:

- באנטנה אנכית לת"ג, זווית הטיה אנכית של האנטנה היא בדרך כלל 6- (מינוס 6) מעלות.
- מדוגמה זו ניתן להבין למשל שלא כדאי לחשוב על התקנת אנטנות UHF או VHF בגג, על צינור נמוך מ 2.7 מטר. ככלל, זה גם יהיה נכון להתקין אנטנה כל שהיא לפחות בגובה שכזה כדי להמנע מבעיות בטיחות פיזיות – לא רק קרינתיות - למי מהשכנים שיעלה לגג לסידורים שונים וכד'.

**חישוב עוצמות שדה מירביות בנקודות סמוכות לאנטנה:**

בטבלה זאת אנו מחשבים את עוצמת השדה החשמלי אצלנו, אצל השכנים ממול, ובחצר \ חנייה \ מדרכה:

**נקודה א' - דירה מתחת לגג עליו מותקנת האנטנה.**

(כאן יש גם התחשבות בהנחת חומר הגג: בטון, גבס, רעף עץ וכד'. ערכי ברירת המחדל מתיחסים לגג סטנדרטי בבניית בלוקים \ בטון וכד').

ת"ג	תג"ם נמוך	תג"ם/תא"ג	
√	12	13	מרחק ממרכז האנטנה [מטר] (כאן זה הגובה הספציפי)
*√	90	90	זווית הרכנה מהאלומה הראשית [°] (לכיוון מטה).
*√	-15	-20	שבת אנטנה ממרכז האנטנה לכיוון הנקודה - הערכה [dB]
	<b>0.167</b>	<b>0.068</b>	<b>E - שדה חשמלי מירבי מחושב בנקודה א' [V/m]</b>

**נקודה ב' - דירה סמוכה בבניין שכן.**

(זוהי הנקודה הבנויה הקרובה ביותר לאנטנה. במקרה שלנו דירה במרחק 15 מטר מול מרכז האנטנה שלנו. הניחות יכולה את ניחות הקיר – ראה הערה).

ת"ג	תג"ם נמוך	תג"ם/תא"ג	
√	15	15	מרחק ממרכז האנטנה [מטר]
*√	0	0	זווית הרכנה מהאלומה הראשית [°] (מול האנטנה)
*√	6	4	שבת אנטנה ממרכז האנטנה לכיוון הנקודה - הערכה [dB]
	<b>0.687</b>		<b>E - שדה חשמלי מירבי מחושב בנקודה ב' [V/m]</b>

**נקודה ג' - פני הקרקע סמוך לבנין**

(בקצה קו דמיוני היורד בזווית 60° מהאנטנה אל המדרכה \ חצר \ חנייה וכד')

ת"ג	תג"ם נמוך	תג"ם/תא"ג	
√	15	15	מרחק ממרכז האנטנה [מטר]
*√	60	60	זווית הרכנה מהאלומה הראשית [°]
*√	0	0	שבת אנטנה ממרכז האנטנה לכיוון הנקודה - הערכה [dB]
	<b>0.687</b>	<b>0.306</b>	<b>E - שדה חשמלי מירבי מחושב בנקודה ג' [V/m]</b>
	28.00	50.2	תדר [מה"ץ]
	<b>15.33</b>	<b>15.33</b>	<b>E - שדה חשמלי מירבי מותר לפי התוספת השניה לתקנות [V/m]</b>
		<b>15.80</b>	

**שימו לב לתוצאות (הדיון יהיה רק לגבי ה HF).**

**אצלנו:** שדה החשמלי נמוך מאד. וולט למטר (V/m) **0.167** בהשוואה לשדה החשמלי המותר **15.33 V/m**.

**מולנו:** גם שדה החשמלי נמוך מאד. וולט למטר (V/m) **0.687** בהשוואה ל **15.33 V/m** המותר.

**בחצר:** גם שדה החשמלי נמוך מאד **0.687 (V/m)** בהשוואה למותר **15.33 (V/m)**. כאן, 15 מטר מרחק לחצר כולל את גובה המבנה (3) עליו מותקן התורן. בחישוב מדוייק של המרחק היינו מקבלים קצת יותר מ-15 מטר (פיתגורס) אבל זה לא כ"כ משמעותי פה. השבח כאן (0) כי האלומה פשוט לא קיימת ב 60° למטה.

**הערות:**

- מאחר וההבדלים בהגבר ובניחות קטנים מאד בתחום הת"ג, ניתן לבצע את החישוב בתחום חובכים יחיד מייצג - למשל 28 מה"ץ.
- בחישוב לשכנו ממול, שמנו "0" שבח בגלל שמעט מאד מהשבח הכללי מרוכז בזווית האופק (0°) לאנטנה כזו שאינה בחלל החופשי, וגם התחשבנו (קצת קצת) בניחות הקיר של שכנו (הוא בנה ממ"ד מבוסס כנראה...). אבל אפילו אם היינו שמים את מלוא שבח האנטנה שלנו (6) עדיין הערך המתקבל היה רק פי שניים מהתוצאה הראשונית - **1.371 (V/m)**, שזה עדיין נמוך מאד.

כאן מסתיימת מלאכת החישוב. יש להעתיק את הטבלאות עם התוצאות לתוך טופס הבקשה (ראה בסעיף הבא).

שלב ב: מילוי טופס הבקשה (בדוגמה זו רק הסעיפים המיוחדים הומחשו)

**כללי:**

**חלקו הראשון** של טופס הבקשה מכיל פרטים אישיים על החובב, מיקום התחנה ונתונים טכניים של הקורנים. בהמשכו ההצהרה על נכונות הדברים והפנייה לנספח. **חלקו השני** של טופס הבקשה הוא הנספח, שיכיל תאור מילולי קצר של סביבת התחנה והבניין, את תוצאות חישוב טווחי בטיחות והערכת הסיכון לחשיפה מקרינה בלתי מייננת, ואת המסקנה המתקבלת מהתהליך.

**חלק ראשון** מכיל 4 סעיפים .

סעיף 1 (מדבר בעד עצמו):

1. **פרטי מבקש/ת ההיתר:**

פרטים אישיים	שם (פרטי + משפחה)
	מס' תעודת זהות
דרכי קשר	מס' טלפון
	דוא"ל
פרטי רשיון חובבי הרדיו מטעם משרד התקשורת	מס' רשיון משרד התקשורת
	אות קשר
	דרגת הרשיון

סעיף 2 :

הנושא היחיד ה"בעייתי" בחלק זה של הטופס הינו **נ.צ התחנה בקואורדינטות ישראל החדשה**. למי שאין מפה או מכשיר GPS מתאים ניתן להיעזר באתר הבא: <http://amudanan.co.il> שבתוכו מפה טופוגרפית עם מישק נוח לתפעול. מקמו את העכבר על ה QTH וקראו את הקואורדינטות מהחלונית הקטנה. מי שיודע את LON & LAT שלו בצורה עשרונית, יכול לרשום כבדוגמה הזו: <http://amudanan.co.il/?lon=34.8447&lat=32.1543> ומחשבו יתייצב שם. (זה למשל שלי).

2. **מיקום המיתקן (תחנת האלחוט):**

עיר/יישוב	רחוב	מס' בית	נ.צ. לפי רשת קואורדינטות ישראל חדשה	
			צפון	מזרח
			674748	184879

סעיף 3 :

כאן יש למלא נתונים טכניים על תחנת האלחוט והאנטנה. הם יהיו בדיוק כפי שהוכנס לגליון האקסל, כי הבקשה הרי מחושבת באקסל לפי נתונים אילו. **בדוגמה זו** שיניתי מעט לשם ערך לימודי נוסף.

3. **נתונים טכניים על תחנת האלחוט והאנטנה:**

תחום תדר	הספק שידור מירבי [ווט, הספק מעטפה שיאי Peak Envelope Power]	אנטנה			
		סוג	שבח [dBi]	ניחות קו זן והפסדי תאום [ד"ב]	גובה בסיס התורן מעל פני הקרקע [מטר]
ת"ג (1.8 עד 30 מה"ץ)	250	3 BEAM אל'	8.0	3	15
תג"ם 2 (144 עד 146 מה"ץ)	100	אנכית כפולה	8	5	15
תא"ג (430 עד 220)	100	אנכית מחומשת	11	6	15

						מה"ץ)
--	--	--	--	--	--	-------

המלצה: בשלב החישובים בגליון צטטו תחילה מתנאי הרשיון נתוני השיא המותרים. אח"כ, אם תהיה בעית מרחקי בטיחות או שדות חזקים- צמצמו.

**הערות:**

- בתיאור האנטנות רצוי לצטט ממפרט היצרן של האנטנות או ע"י הערכה.
- **לשים לב – בחישובים מדובר על DBi**, ולכל ציטוט יצרן ב DBD יש להוסיף DBI 2.1 . (גם בגליון האקסל יש מספר סוגי אנטנות להמחשה, ובנוסף מידע על ניחות וכד').
- בדוגמה לפניכם (השונה כאמור מגליון החישובים) למרות שהאנטנה ל UHF – VHF היא אותה אחת (X300), הופרד החישוב כאילו יש שתי אנטנות. מפרט היצרן אומר שב VHF היא פעמיים 5\8 וב UHF היא חמש פעמים 5\8. מכאן הכינויים "מחומשת" ו"כפולה" (אגב, הפרדה זו איננה הכרחית וניתן לרשום אותה כאנטנה אחת, ולהתייחס בחישוב רק ל – 440 מה"ץ, אבל נראה לי שיותר נכון לרשום כך). בגליון המקור שהופץ לחלקכם בעבר, המונח "כפולה" התייחס להיות האנטנה עם שבח.
- נתוני הניחות מחושבים לפי הקבועים המקובלים שהוצעו בטבלה האחרונה בגליון האקסל (מומלץ).
- מי שחפץ לענות את עצמו מוזמן לבצע חיבור אלגברי של כל ההנחות לפי סוג הקירות והמחסומים, סוג הכבל, מספר המחברים, מפסקי האנטנה, פילטרים והטיונרים שבמסלול ה RF ..... בכל מקרה הדיוק ה"אוניברסיטאי" אינו משמעותי כ"כ ולכן הקבועים שהוצעו סבירים בהחלט.

המלצה: התייחסו למלאי האנטנות שלכם ולכונות העתיד שלכם בנושא אנטנות והספקים כמו ל"הצהרת-הון". הכניסו נתוני CASE WORST וצמצמו אח"כ. כל שינוי ותוספת מצריך אישור חדש, ומחדש!

סעיף 4 :

כאן אתם מתחייבים לאמת ולחוק:

**4. אני מצהיר/ה בזאת כי כל הפרטים לעיל הם מלאים, נכונים ומדויקים.**

הנני מתחייב לאפשר כניסתם של ממונה או מפקח על פי חוק הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו - 2006, לצורך ביקורת על אופן הקמתו והפעלתו של תחנת האלוט, בכל עת סבירה, ולהעמיד לעיונו את יומן תחנת האלוט.

חתימת המבקש

(תאריך)

לוט: חישוב טווחי בטיחות והערכת הסיכון לחשיפה מקרינה בלתי מייננת

-----סוף חלקו הראשון של טופס הבקשה-----

**חלק שני: גם כאן יש 4 סעיפים. בתחילה הקדישו אחת לתיאור התחנה והסביבה. להלן דוגמת ניסוח:**

א. תאור הסביבה והאנטנות :

הסביבה: בית משותף בן 116 קומות (117 מעל הקרקע), גובל ב X בתים סביבו. לגג Y מפלסים: תחתון אליו יש גישה קבועה ..... ועליון בגובה כ- 2.5 מ' מעליו, אליו הגישה ..... הבתים מסביב לבית מרוחקים X-Y מטר ויותר ממרכזי האנטנות.....

האנטנות: מותקנות על צינורות/עמוד מעל המפלס העליון.....כדלהלן:

- a. אנטנת ת"ג : אופקית מסוג 2 BEAM אלמנטים, ..... 3.5 מ' (כגובה העמוד).
- b. אנטנת תג"ס נמוך: אופקית מסוג 2 BEAM אלמנטים, מותקנת ..... גובה אמצע .....
- c. אנטנת תא"ג 1 : אנכית מסוג 9 BEAM אלמנטים, ..... גובה בסיס האנטנה ..... 4.5 מ'.

הפסקה הבאה נשאת כלשונה :

- ב. טווחי הבטיחות מחושבים על פי הנחיות התוספת השלישית לתקנות הקרינה הבלתי מייננת, התשס"ו - 2007. הנחות החישוב הם אלה:
- 1) הספק מעטפה שיאי מומר להספק שידור ממוצע ליממה על פי מקדם המרה של 0.4 (המייצג שידור מורס או שידור דיבור עם התקני הדגשת אותות, או שידור את"ד).
  - 2) הערכה לשידור נטו של שעה ביממה. (אם שיניתם בגליון – לשנות גם כאן).

הפסקה הבאה נשאת כלשונה :

ג. תוצאות החישוב הם כדלקמן: (ולפה יועתקו הטבלאות על תוצאותיהן).

הפסקה הבאה מסכמת את הבקשה :

ד. מסקנות: מיתקן זה עומד בדרישות הבטיחות לקרינה בלתי מייננת, על פי החוק והתקנות, גם בהערכה מחמירה.

-----סוף חלקו השני של טופס הבקשה-----

שלב ג: משלוח

אנו ממליצים ומבקשים כי לפני המשלוח כאמור, תעבירו את הבקשות ל REVIEW לחנן 4Z1DZ או לאהוד 4Z4UR לשם הצצה אחרונה שאין סתירות ו \ או חלילה "שטויות"....

את הבקשה יש לשלוח לפי המידע הבא לרכזת במשרד הגנת הסביבה:

גב' דגן מורן, רכזת היתרי קרינה בלתי מייננת (אנטנות, מתקני חשמל וכו') טלפון 02 - 6495874, פקס 02 - 6495870, דוא"ל: <a href="mailto:morand@sviva.gov.il">morand@sviva.gov.il</a>
---

#### סיכום

מילוי טופס הבקשה איננו מסובך, וניתן במרבית המקרים להשתמש בכל הנתונים המובאים בגליון האקסל עבור הנתונים של תחנתכם. למרות האמור, יש מצבים ולא מדע שאינם מתועדים בגליון. ניתן לפנות לחברים הרשומים לעיל וכמובן גם לח"מ להבהרות וסיוע במילוי הטופס.

הרשו לי המלצה אחרונה: למרות שאיננו נדרשים לשלוח תרשים סכימטי של מיקום האנטנה בבניין ומרחקים משכנינו וכד', הרי שתרשים כזה טוב שיהיה מתחת ליד, בין אם נידרש לשולחו (בעבר כמדומני שרצו בו) ובין אם לאו – זה תיעוד ומה שנרשם לא נשכח. תרשים שנראה בו-זמנית אמין וסכימטי מספיק עם מיפוי הסביבה, חיצוי מרחקים וטווחים לכל מיני בנינים סמוכים, יכול לעורר מידה נוספת של אמון במקצועיותנו מול שכננו כשנבוא לשכנעם. נסיוני מול שכני שלי הראה שהביטוי הידוע מפירסום "שפט" - "ערך פירסומי כפול לשקופית מלווה קריינות" אינה סיסמה חלולה. זה עובד.

תודתי לאהוד 4Z4UR, דני 4X1SK וחנן 4Z1DZ על שאיפשרו תהליך חשוב שכזה עבורנו, ועל החומרים שהכינו. בהצלחה לכולם

צחי, 4Z4TL