



י"ב בתמוז תשע"ח  
11 בנובמבר 2018

# דו"ח ניטור רעש טורבינות רוח

מעלה גלבוץ - מירב

הוכן על ידי:

אינג' דורון עין-אלי

אגף מניעת רעש וקרינה





## תוכן עניינים

3.....	הקדמה.....	.1
3.....	טורבינות רוח-היבטים טכניים.....	.2
3.....	טורבינות רוח-היבטי רעש.....	.3
4.....	מדיניות: מגבלות רעש.....	.4
4.....	תיאור מקורות הרעש.....	.5
5.....	תיאור ביצוע המדידות וניתוח תוצאות.....	.6
7.....	מסקנות והמלצות.....	.7





### 1. הקדמה

מסמך זה נכתב בהמשך לפעילות מדידות שנערכו על ידי אגף מניעת רעש וקרינה במהלך שנת 2017 ושנת 2018 להערכת רעש מטורבינות רוח ממעלה גלבוע. המדידות התקיימו במספר סבבים בבית אחד המתלוננים בישוב מירב. שותפים לביצוע המדידות וניתוח תוצאות: עדינה אגמון, אינג' רועי גוטליב וכותב שורות אלה.

### 2. טורבינות רוח-היבטים טכניים

טורבינות רוח משמשות לייצור חשמל באמצעות רתימת הרוח להנעת להבי הטורבינה, שבתנועתם מפעילים גנרטור בגוף הטורבינה. פעולה זו דומה לאופן בו מייצרים חשמל בתחנות כוח המשתמשות בדלק פוסילי, בהן טורבינה מונעת באמצעות שריפת דלק (פחם, נפט או גז) המניע באופן ישיר את הטורבינה או מחמם קיטור המניע את הטורבינה. טורבינת רוח אינה תלויה בשריפת דלק פוסילי, ולכן ייצור חשמל באמצעותה נחשב "סביבתי"-שאינו מוסיף לזיהום הסביבה ואינו פולט גזי חממה התורמים להתחממות הגלובלית. מרבית הטורבינות המשמשות להפקת חשמל באופן מסחרי הן בעלות ציר אופקי, הנחשבות כבעלות הספק גבוה יותר לשעה. בדרך כלל מוקמות מספר טורבינות בשטח מוגדר, הנקרא "חוות רוח" או "חוות טורבינות". מספר הטורבינות בחווה יכול להשתנות ולהגיע לעשרות רבות. במעלה גלבוע הוקמו 16 טורבינות רוח.

### 3. טורבינות רוח-היבטי רעש

טורבינות רוח מחוללות באופן קבוע רעש, בשל תנועות הלהבים באוויר ופעילות הגנרטור. ככלל, ככל שהרוח חזקה יותר יתחזק הרעש. עוצמת רעש נמדדת בדציבלים, dB, כאשר מדידת הרעש באופן המחקה את האוזן האנושית מבוצעת ביחידות דציבל עם עקומות סינון ושקלול מותאם, A-שסימנן הוא dB(A). בנוסף לרעש הרגיל הנוצר מפעולת הטורבינות, הן יוצרות גם רעש בתדירות נמוכה, שנמצא ככלל מחוץ לטווח השמיעה של מרבית האנשים, ובכלל זאת רעש בתדירות נמוכה במיוחד, המכונה אינפרה-קול (Infrasound), בתדירות הנמוכה מ 20- הרץ. רעש בתדירות נמוכה ונמוכה במיוחד מזוהים כ-IFLN (Infrasound and Low Frequency Noise), מדידת רעש בתדירות נמוכה נעשית בשקלול דציבלים שונה מזה של רעש רגיל, דציבל מותאם, G-שסימנו dB(G). במסמך זה בוצעו מדידות הן על פי עקומת שקלול G והן על פי מפלס הרעש שווה הערך Leq.





#### 4. מדיניות מגבלות רעש

רף רעש המותר בשעות השונות חלות אף הן על הטורבינות. מדובר על מגבלות הרעש הכלליות של מפלסי הרעש שווה הערך (Leq) המרביים המותרים בתוך דירת מגורים. באזור מגורים נקבעו בתקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר), התש"ן-1990, כתלות במשך הרעש ובשעות הפעילות: יום-06:00 עד 22:00, לילה-22:01 עד 05:59. למחרת. במקרה שלפנינו עיקר התלונות הן על שעות הלילה, להלן הקריטריונים הרלוונטיים לשעות הלילה

- א. למשך הרעש העולה על 30 דקות-40dBA
- ב. למשך הרעש העולה על 10 דקות אך אינו עולה על 30 דקות-45dBA
- ג. למשך הרעש אשר אינו עולה על 2 דקות-50dBA

בדו"ח זה נעשה שימוש בהמלצות קבוצת העבודה (TSG3) Noise Policy Technical Study (Group), על פי המלצות קבוצת העבודה אומץ קריטריון סטטיסטי של L95 לניתוח רעש מטורבינות רוח. משמעות הפרמטר L95 היא שב-95% מהזמן רמת הרעש הייתה גבוה מערך זה. קריטריון זה מהווה מדד למפלס רעש הרקע לאורך זמן המדידה. המלצות קבוצת העבודה אומצו על ידי מספר מדינות שבתחומן קיימות טורבינות רוח, כמו ניו זילנד (מצורף כנספת). ההמלצה קובעת שרעש מטורבינות יחשב לרעש מפריע כאשר:

1. הרעש הנמדד גבוה מ-40dBA Leq
  2. או כאשר מתקיימת מדידה שהיא גבוהה מ- LA95,T + 5 dB
- במסגרת המלצות משותפות של משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה נקבעו המלצות לסף הרעש לאינפרא-קול (Infrasound) הוא 75dB(G) בשעות הלילה. סף זה מבוסס על מדידות שמיעה שעליהם מתבסס בין היתר תקן ISO 7196: 1995 הקובע את ממוצע סף השמע כ-85dB(G) ומכיר בכך שחלק מהאוכלוסייה (הערכה של עד 10%) שומע גם ב-80dB(G).

#### 5. תיאור מקורות הרעש

התמונה 5.1 מציגה את מקורות הרעש כפי שרואים מבית המתלונן במירב, בשכונת פיסגה א.



תמונה 5.1





בית המתלונן נמצא במרחק של כ-1250-1200 מטרים מהטורבינה הקרובה אליו. ניתן לראות שמרפסת הבית וחלונות חדר השינה צופים אל חוות הטורבינות.

#### 6. תיאור ביצוע המדידות וניתוח תוצאות

- המדידות נערכו במספר מצבים וניסיונות במהלך יוני-יולי 2017 ונמשכו גם בשנת 2018, החל מ-11 ביוני ונמשכו עד לתחילת ספטמבר 2018. בכל מצבי המדידה נעשה שימוש בתחנת ניטור המתבססת על מד רעש מסוג B&K 2250, מיקרופון חיצוני דגם 4952 עם מגן רוח, סוללה נטענת לגיבוי. המכשיר כויל לפני ואחרי כל מדידה ולא נמצאה סטייה ממדידה קודמת שעולה על 0.1dB.

#### • בדיקה I יוני 2017

בתאריך ה-8.6.2017 בוצעה מדידה מתואמת עם חברת אפקון שהקימה את חוות הטורבינות בגלבו. מדידה זו מאוד מורכבת המצריכה תיאום מורכב והערכות מוקדמת של כל הגורמים. בבדיקה זו בוצעה מדידה כאשר הטורבינות פועלות ולאחר זמן הופסקת פעולת הטורבינות ומדידה לאחר עליה מחדש של הטורבינות. ריכוז התוצאות בטבלה 6.1:

מדידה I	רעש מצטבר לפני הורדת הטורבינות (dBA)	רעש רקע מיד בסגירה (dBA)	תרומת רעש הטורבינה (dBA)	רעש מחושב בבית (dBA)
	45.8	43.3	42.3	37.3
מדידה II	מצטבר אחרי העלאת הטורבינות (dBA)	רקע הנמוך ביותר שנמדד (dBA)	תרומת רעש הטורבינה (dBA)	רעש מחושב בבית (dBA)
	44.8	42.2	39.3	34.3

טבלה 6.1

עקב אילוצים מדידה זו בוצעה בשעות אחר הצהריים, בשעות אלה הופיעו רעשי רקע שונים לא צפויים ולא קבועים.

ניתוח התוצאות המרוכזות בטבלה 6.1 מראים שלא קיים רעש בלתי סביר, הרעש בבית המתלונן נע בין 34 ל-37 דציבל שהוא נמוך מקריטריון לרעש בלתי סביר לשעות הלילה.

התובנה מביצוע המדידות אלה שנדרש לבצע מדידה מתואמת יחד עם בקרה על הפעלת/כיבוי הטורבינות בשעות הלילה ולהימנע ככל האפשר מרעשי רקע לא קשורים ולא צפויים.

קושי רב ביותר היה לרתום שוב את המעורבים (בעיקר את חברת אפקון) לביצוע מדידה מתואמת נוספת שמכבה את הטורבינות למשך הבדיקה ואומנם לאחר תיאומים רבים והמתנה לתנאי רוח מתאימים בדיקה שתואמה ותוכננה לביצוע בוטלה דקות לפני שהחלה כאשר כל הצוותים היו כבר בנסיעה לקיבוץ מירב כל זאת עקב משטר רוחות שהשתנה בערב הבדיקה.





• **בדיקה II יולי 2017**

בדיקות שבוצעו על ידי עדינה אגמון מרכזת רעש במחוז צפון בשעות הערב המוקדמות (16:00 - 20:00) הראו תוצאות די דומות לבדיקה הקודמת כשהפעם נמדד מפלס רעש מחוץ לדירה בערכים של  $Leq$  43-44dB ובתוך הבית 38dB.

• **בדיקה III 11 ביוני 2018**

ביצוע מדידה עם מיקרופון ומכשיר התומכים בעקומות סינון ושקלול מותאם-G. הבדיקה בוצעה במרכז חדר השינה עם חלון פתוח הפונה לכיוון טורבינות הרוח בשעות הצהריים. תוצאות הבדיקה הראו  $L(G)eq$  Average בערך של 79 דציבל. ערך זה לשעות היום יחד עם תצורת המדידה לא מספקים מידע על רמה ותרומת הרעש מהטורבינות היות ותוצאה זו היא ערך הרעש המצטבר שנמדד בשעות היום.

• **בדיקה IV**

החל מ 11 ביוני 2018 ובמשך כחודש ימים מוקם המיקרופון שחובר לערכת הניטור במרפסת הבית מעל הפרגולה כשהוא מרוחק כ-1 מטר מקיר חימוני של הבית. ניתוח התוצאות בתצורה זאת התבסס על מיפוי משטר הרוחות (מצורף כנספח). תיעוד לא ממוקד של התרחשות הרעש מהטורבינות יחד עם רוחות גרמו לחוסר אמינות של מערך המדידה היות והרוח הייתה הגורם הדומיננטי לרעש ולא רעש הטורבינות.



תמונה 6.1 מראה את מיקום המיקרופון ביחס למקורות הרעש.

• **בדיקה V במהלך חודש אוגוסט 2018**

מערך הבדיקה שונה והוחלט לבצע בדיקה בתוך הבית בחדר השינה כאשר המיקרופון מחובר לחצובה בחדר השינה. במערך זה בוצע תיעוד ורישום של רעש מהטורבינות בזמן שהמיקרופון





מדינת ישראל  
המשרד להגנת הסביבה  
אגף מניעת רעש וקרינה

ומערך הניטור פעלו בחדר. תיעוד רעש הטורבינות בוצע על ידי הפונה ובהתאם לתיעוד הנ"ל בוצע ניתוח במקטעים של 5 דקות של אירוע מדווח.

תאריך	הערות	שעה
17.7.18	רעש חזק יחסית בתוך החדר. רעש חזק כל אח"צ	22:50
19.7.18	רעש חזק, לחות יחסית גבוהה	22:40
*7.8.18	רעש חזק יחסית	21:40
10.8.18	רעש חזק	00:05

\*יום פסול לניתוח

להלן ניתוח 3 ימי בדיקה מתוך הדיווח של המתלונן:

תאריך	Laeq(dBA)	L95(dBA)	פער
10.08.18	38.9	37.4	1.5
17.08.18	34.5	33	1.5
19.08.18	36.6	35.3	1.3

המסקנות מבדיקה זו:

1. אין חריגה מתקנות הרעש בלילה(נמוך מ 40 דציבל).
2. על פי פרמטר L95 המהווה קריטריון לרעש הרקע, לא נמצא פער של רעש LAeq העולה ב 5 דציבל מעל רעש הרקע.

### 7. מסקנות והמלצות

במהלך השנה האחרונה המשרד השקיע מאמצים גדולים בניסיונות לקבוע האם מתקיים רעש מטורבינות. מתוך מכלול מערכי הבדיקות שבוצעו עד כה ניתן להסיק:

- א. לא קיים רעש בלתי סביר מפעילות טורבינות הרוח בבית המתלונן שנבדק ביישוב מירב.
- ב. לא קיים רעש חזק כתוצאה מפעילות טורבינות הרוח בבית המתלונן, כאשר הדבר נבדק על ידי שימוש בקריטריונים מתוך המלצות קבוצת העבודה TSG3 המאומץ בניו זילנד.
- ג. לא ניתן היה לקבע האם קיים רעש אינפראסאונד מעל 75dBG כתוצאה מפעילות הטורבינות.

המלצות אגף מניעת רעש וקרינה:

נדרש לבצע מדידה מתואמת הכוללת כיבוי של הטורבינות בשעות הלילה למרות הקושי הרב הכרוך בכך. נדרש שיתוף פעולה מלא של חברת אפקון בשילוב המתלוננים להצלחת מדידה זאת. במדידה זאת יבוצע:

- א. בדיקת רעש אינפראסאונד בחדר המתלונן שתכלול מדידה אחת כאשר הטורבינות במצב עבודה ובפעם השנייה כאשר הטורבינות לא פועלות.
- ב. בדיקת רעש חזק בחדר המתלונן שתכלול מדידה אחת כאשר הטורבינות במצב עבודה ובפעם השנייה כאשר הטורבינות לא פועלות





נספח:

מתוך המלצות TSG3

I-INCE Publication 09-1

Country	Title	Noise type	Category	Nature	Space of assessment	Time	Index	Noise level limits
New Zealand	Acoustics – Port Noise Management and Land Use Planning (NZS 6809:1999)	Seaports	Regulation	Emission	Outdoor, free field	Day/Night Night Night Day/Night	$L_{dn}$ $L_{Aeq,T}$ $L_{Amax}$ $L_{dn}$	65 dB (average of the highest day-night sound levels on any five days in a month) 60 dB from 2100 to 0700 provided that no single measurement of $L_{Aeq,15 min}$ exceeds 65 dB 85 dB 65 dB for the Inner Control Boundary 55 dB for the Outer Control Boundary
New Zealand	Acoustics – Wind Turbine Generators (NZS 6808:1998)	Wind turbines	Guidelines	Emission	Outdoor, free field in the vicinity of dwellings		$L_{Aeq,T}$ $L_{A95,T}$	40 dB, or $L_{A95,T} + 5$ dB, whichever is the greater in some appropriate time interval
New Zealand	Acoustics – Airport Noise Management and Land Use Planning (NZS 6805:1999)	Civil aircraft	Regulation	Emission	Outdoor, free field	Day/Night	$L_{dn}$	65 dB for the Air-Noise Boundary 55 dB for the Outer Control Boundary

משטר רוחות בתקופת המדידה:

מהירות	כיוון	עש שעה	משעה	תאריך
4.2-6.3	230	00:03:30	00:00:30	12.6
6.0-7.0	222	00:07:30	00:03:30	12.6
5.0-6.0	230	00:05:50	00:03:30	13.6
8.0-10	260	00:20:00	00:18:30	14.6
6.0-7.5	263	00:21:30	00:20:00	14.6
7.5-9.0	263	00:20:00	00:18:00	15.6
10-13.5	251	00:20:20	00:18:20	16.6
8.0-9.5	254	00:21:10	00:20:20	16.6
8.0-9.6	254	00:03:10	00:01:00	17.6
4.8-6.5	245	00:06:10	00:04:20	17.6
5.5-7.0	272	00:22:40	00:20:40	17.6
9.0-10.6	273	00:00:40	00:23:30	17-18.6
5.6-7.2	281	00:22:50	00:21:00	20.6
6.0-7.2	281	00:23:50	00:21:00	23.6
8.6-9.5	276	00:19:50	00:17:00	24.6
9.0-9.5	272	00:18:30	00:17:20	25.6
			27.6 בשעה 20	
			20 בשעה נערך "טיפולי"	
8.6	250	0600	0400	28.6
8.7	260	0650	0600	
11.4	270	1640	1530	
10.2	273	1850	1750	
8.3	267	2200	2100	
8.8	266	2300	2200	
8.8	266	0020	2350	28-29
8.4	280	1840	1810	29
6.7	268	2240	2220	
5.3	268	2320	2300	
8.4	280	1910	1820	30
6.6	267	2240	2200	1

