



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

**הפעלת טורבינות רוח ושיקולים בריאותיים
וסביבתיים: מבט משווה**

**מוגש לוועדת המשנה של ועדת המדע והטכנולוגיה לקידום
טכנולוגיות לאנרגיה מתחדשת**

כ"ט כסלו תשע"ח
17 דצמבר 2017

כתיבה: אהוד בקר
אישור: יובל וורגן, ראש צוות
גרסה לפני עריכה לשונית

הכנסת, מרכז המחקר והמידע
קריית בן-גוריון, ירושלים 91950
טל': 02 - 6408240/1
פקס: 02 - 6496103
www.knesset.gov.il/mmm

תוכן

3	תמצית
4	1. <u>רקע</u>
5	1.1. קידום השימוש באנרגיית רוח בעולם
5	2. <u>טורבינות רוח: היבטים טכנולוגיים</u>
7	3. <u>היבטים בריאותיים: רקע והסדרה במדינות שונות</u>
7	3.1. "תסמונת טורבינות רוח", מצב המחקר והמחסור במידע מהימן
9	3.2. רעש בתדירות רגילה ונמוכה
9	3.2.1. רקע
11	3.2.2. מדיניות: מגבלות רעש
15	3.3. ריצוד (FLICKERING)
15	3.3.1. רקע
16	3.3.2. מדיניות: ריצוד
18	3.4. היבטים בריאותיים אפשריים נוספים
19	3.5. כלי מדיניות עיקרי: מרחק מינימום
21	4. <u>היבטים סביבתיים: רקע והסדרה במדינות שונות</u>
22	4.1. פגיעה בבעלי כנף (ציפורים ועטלפים)
25	4.1.1. אמצעי מדיניות
27	4.1.2. דוגמאות להתנהלות חוות רוח בירדן ובמצרים
29	4.2. פגיעה בנוף ובתיירות
30	5. <u>נושאים נוספים</u>
30	5.1. תכנון ורישוי ברמה הלאומית והמקומית
31	5.2. שיתוף הציבור ופיצוי תושבים
34	5.3. מגבלות טיסה
34	6. <u>קידום ופיתוח טורבינות רוח בישראל</u>



- 34 6.1. המדיניות לקידום אנרגיות מתחדשות בישראל
- 35 6.2. הסדרת הקמת טורבינות רוח בישראל
- 37 6.3. היבטים בריאותיים וסביבתיים של טורבינות רוח בהסדרה בישראל
- 39 6.4. ההסדרה בישראל מול המדינות שהוצגו במסמך זה
- 40 נספח: תוכניות להקמת טורבינות רוח והסטטוס התכנוני שלהן, דצמבר 2017



תמצית

מסמך זה נכתב לבקשת ח"כ יעל כהן-פארן, יו"ר ועדת המשנה של ועדת המדע והטכנולוגיה לקידום טכנולוגיות לאנרגיה מתחדשת, והוא עוסק בשיקולים הבריאותיים והסביבתיים בהפעלת טורבינות רוח ובאופן בו היבטים אלו הוסדרו במדינות שונות. כמו כן, מוצגות במסמך דוגמאות להיבטים נוספים בהקמת טורבינות רוח במדינות אחרות, כגון חלוקת סמכויות בין מוסדות תכנון, שיתוף ציבור ופיצוי תושבים. לבסוף מוצגת תמונת המצב בנוגע להסדרת התכנון וההקמה של טורבינות רוח בישראל, בפרט בנוגע להסדרת ההיבטים המוצגים במסמך זה.

במסמך עולות בין היתר הנקודות הבאות:

- טורבינות רוח, המשתמשות ברוח לייצור חשמל, נחשבות כמקור חשמל ידידותי לסביבה ועדיף על שימוש בדלק פוסילי. עם זאת, יש המייחסים להן השפעות בריאותיות וסביבתיות שליליות.

• השפעות בריאותיות:

- ההשפעות הבריאותיות של טורבינות הן פועל יוצא בעיקר של הרעש שטורבינות מחוללות וריצוד אור שנוצר כשלהבי הטורבינה חוסמים את השמש שוב ושוב במהירות. בנוגע לרעש, עיקר הדאגה היא מרעש מתחת לתדירות הנשמעת (מתחת ל-20 הרץ, הידוע גם כאינפרה-קול), שעלול להשפיע על אנשים החשופים אליו.

- ההשפעות הבריאותיות הנפוצות המיוחסות לטורבינות כוללות בין היתר חוסר נוחות, קשיי שינה, כאבי ראש ועצבנות, ומזוהות לעתים בשם הכולל "תסמונת טורבינות רוח" (Wind Turbine Syndrome).

- אין הסכמה בקרב חוקרים על הקשר בין הטורבינות וההשפעות הבריאותיות הנ"ל: בעוד מרבית החוקרים מסכימים שניתן להצביע על קשר חלש בין רעש אינפרה-קולי לכאבי ראש ולחוסר נוחות, חלק מהחוקרים טוענים כי ההשפעות החמורות יותר המיוחסות לטורבינות רוח הן ממקור פסיכולוגי ולא מרעש או ריצוד. דיווחים הטוענים להוכחת הקשר במתודות מדעיות זוכים בדרך כלל לביקורת על היבטים מחקרניים שונים בהם.

- פאנלים מדעיים בשנים האחרונות שסקרו מחקרים בנושא הסיקו שלא ניתן כרגע להוכיח או לפסול את מכלול הטענות הנוגעות לטורבינות ושיש צורך במחקר נוסף.

- במרבית המדינות שנסקרו במסמך זה ננקט עיקרון של זהירות מונעת, וגם אם הקשר בין הטורבינות וההשפעות הבריאותיות מוטל בספק, מושמות על הטורבינות מגבלות של מרחק ממגורים, רמת רעש מותרת ושעות פעילות מוגבלות:

- הרעש המותר נע במרבית המדינות שנסקרו במסמך זה בין 35 דציבל ל-50 דציבל, בתלות בשעת היום ומהירות הרוח, ונמדד מחוץ למבנה.

- המרחק המותר יכול לנוע בין ארבע פעמים גובה הטורבינה לעשר פעמים גובה הטורבינה, ובין 500 מ' לשני ק"מ.

• השפעות סביבתיות:

- ההשפעה הסביבתית העיקרית המיוחסת לטורבינות רוח היא הפגיעה בבעלי כנף - עטלפים וציפורים - המתנגשים בטורבינה ובלהביה.



- האמצעי המקובל להפחתת הפגיעה בציפורים הוא כיבוי נקודתי של הטורבינות, הקבוע במסגרת משטר ההפעלה שלהן, כאשר מזוהה ציפור מזון בסכנה בסמוך לטורבינה, באמצעות תצפיתנים ומערכות ממוחשבות.
 - אמצעי נוסף המפחית את הפגיעה בעטלפים היא העלאת מהירות הרוח הנדרשת שבה הטורבינה מתחילה להסתובב ומניעת הטורבינה מתנועה במהירות נמוכה מכך, היות ועטלפים בדרך-כלל פעילים רק ברוח חלשה.
 - במרבית המדינות קביעת ההנחיות המדויקות בנושא ובחינת התוכניות נעשית במוסדות תכנון מקומיים ועל-ידי השלטון המחוזי או המקומי ואף על בסיס של בחינת כל מיזם לגופו.
 - בנוסף להשפעות אלו מציג המסמך מידע נוסף על אופן האישור של תכנון טורבינות רוח במדינות שונות ומידע על דרכים לשיתוף הציבור ולפיצוי תושבים בקרבת מקום.
- יש לציין כי מסמך זה מתמקד בטורבינות גדולות, המוקמות ביבשה (On Shore) ולא כולל מידע על טורבינות קטנות או כאלו המוקמות בים (Off Shore).

1. רקע

הביקוש לחשמל בישראל הולך וגדל עם השנים: בין השנים 2005 ו-2015 גדל הביקוש לחשמל ב-3% מידי שנה.¹ חשמל מופק בתחנות כוח, המשתמשות בשיטות שונות לייצור חשמל. האופן בו מופק רוב החשמל בישראל הוא באמצעות מקורות לא מתחדשים - שריפת **דלקים פוסיליים (Fossil Fuel)**, כגון גז, פחם, סולר ומזוט. לפי בנק ישראל, בשנת 2016 כ-97% מהחשמל בישראל הופק באמצעות דלק פוסילי, ורק 2.65% באמצעות **אנרגיות מתחדשות**- למשל אנרגיה סולארית או הפקת חשמל באמצעות הרוח, באמצעות טורבינות רוח שבהן עוסק מסמך זה.²

ככלל, הפקת חשמל מאנרגיות מתחדשות נחשבת, מבחינה סביבתית ובריאותית, שיטה עדיפה על שימוש במקורות לא מתחדשים: שריפת דלקים כגון פחם וסולר פולטת גזי חממה וחומרים אחרים שמזוהמים את האוויר ופוגעים בבריאות. עם זאת, גם **להפקת חשמל מאנרגיות מתחדשות עלולות להיות תופעות לוואי שליליות**: אנשים המתגוררים בסמוך לטורבינות מתלוננים על תסמינים בריאותיים שונים ופעילות הטורבינות יכולה לפגוע בסביבה במספר דרכים. מידע נוסף על הגורמים האפשריים לתסמינים אלו ועל ההתייחסות אליהם בהסדרה במדינות שונות יובא בהמשך. בנוסף להיבטים בהם עוסק מסמך זה, ניתן לציין היבטים נוספים לכדאיות השימוש ואפשרות ההקמה של טורבינות רוח, ובכלל זאת חסמים להקמת טורבינות עקב התנגדות מצד משרד הביטחון ומטעמים של פגיעה בנוף, שאלות סביב הוודאות התכנונית והתעריף הניתן עבור החשמל המיוצר ועלויות אחרות.³ ישנו מקום להעמקה נפרדת בנושאים אלו.

¹ רשות החשמל, **דוח מצב משק החשמל לשנת 2016**, אפריל 2017, עמ' 8.

² חטיבת המחקר, בנק ישראל, **התפתחות משק החשמל בישראל - לקראת משק חשמל בר קיימא**, ספטמבר 2017, עמ' 4.

³ נושאים אלו ואחרים עלו בדיון הבא: ועדת המשנה של ועדת המדע והטכנולוגיה לקידום טכנולוגיות לאנרגיה מתחדשת – פיקוח ומעקב אחר יישום החלטות ועידת פריז, **חסמים לקידום טכנולוגיות להפקת חשמל לאנרגיית רוח**, 18 בינואר 2017.



1.1. קידום השימוש באנרגיית רוח בעולם

קידום השימוש באנרגיה ממקורות מתחדשים נחשב כנושא מוביל עבור ארגונים בין-לאומיים שונים. כך למשל אחד מיעדי האו"ם לפיתוח בר קיימא (Sustainable Development Goals) הוא "הבטחת גישה לאנרגיה זמינה, אמינה, מודרנית ומתחדשת לכל".⁴ יעד זה מתייחס לאנרגיה מתחדשת בכלל ואין בו התייחסות נפרדת לרוח. גם ארגון ה-OECD רואה בפיתוח של אנרגיה מתחדשת, ובכלל זאת אנרגיית רוח, ככלי להפחתת פליטת גזי חממה ולחיזוק כלכלת המדינות החברות.⁵

מדיניות השימוש באנרגיה מתחדשת באיחוד האירופי מתבססת על הדירקטיבה לאנרגיה מתחדשת משנת 2009. הדירקטיבה קבעה יעד למדינות האיחוד, כי עד שנת 2020 אנרגיה ממקורות מתחדשים תהווה 20% משוק האנרגיה בכל מדינה, כאשר כל מדינה נדרשה להכין תוכנית למימוש יעד זה.⁶ בשנת 2017 עודכן היעד, במסגרת ההתחייבויות של האיחוד האירופי לקראת ועדת פריז, ל-27% משוק האנרגיה עד 2030.⁷ לפי דיווח של נציבות האיחוד מפברואר 2017, מספר טורבינות הרוח במדינות אירופה השונות גדל פי ארבע בין השנים 2004–2015 ואנרגיה שמקורה ברוח מהווה כשליש מהאנרגיה ממקורות מתחדשים באיחוד. המדינות הבולטות בפריסת תשתיות של טורבינות רוח יבשתיות היו גרמניה וספרד.⁸ יש לציין כי **עיקר ההסדרה באיחוד האירופי הנוגעת לנושא זה ובכלל זאת טורבינות רוח, נעשית ברמה הלאומית.**

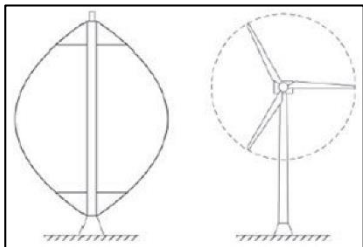
2. טורבינות רוח: היבטים טכנולוגיים

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.

ניתן לחלק טורבינות בהתאם לכיוון הציר בהן:¹⁰

- **טורבינות בעלות ציר אופקי (HAWT):** טורבינות אלו דומות למאוורר-הן כוללות מספר להבים העומדים נגד כיוון הרוח (במאונך לקרקע), המשמשים



תמונה 1: טורבינה בעלת ציר אופקי (מימין) וטורבינה בעלת ציר אנכי (משמאל)⁹

⁴ UN, [SDGs: Goal 7](#), retrieved on December 5, 2017.

⁵ OECD, [Technology Roadmap: Wind Energy](#), 2013, pp.2, 47.

⁶ [Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.](#)

⁷ European Commission, [2030 Energy Strategy](#), retrieved on December 14, 2017.

⁸ European Commission, [Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Renewable Energy Progress Report](#), February 2017, p.6.

⁹ התמונה מתוך: Silvio Simani, [Overview of Modelling and Advanced Control Strategies for Wind Turbine Systems](#), *Energies* 8(12), 2015.

¹⁰ U.S. Department of Energy, [How a Wind Turbine Works](#), retrieved on Oct. 19, 2017.



לסיבוב ציר אופקי. על מנת לנצל את מבנה הלהבים, יש לכוון טורבינה בעלת ציר אופקי כך שתהיה עם פניה לרוח.

• **טורבינות בעלות ציר אנכי (VAWT):** טורבינות אלו מבוססות על ציר אנכי, המוקף להבים אנכיים. טורבינות כאלו נפוצות פחות מטורבינות בעלות ציר אופקי, מכיוון שהן פיתוח טכנולוגי מאוחר יותר והן נחשבות כמפיקות פחות חשמל (בין היתר מכיוון שהן מוקמות צמוד לקרקע, היכן שהרוח חלשה יותר מבגובה).¹¹ מנגד, הן דורשות פחות שטח לפעולה ואין צורך להתאים אותן לכיוון הרוח.

מרבית הטורבינות המשמשות להפקת חשמל באופן מסחרי הן בעלות ציר אופקי, הנחשבות כבעלות הספק גבוה יותר לשעה.¹² בדרך כלל מוקמות מספר טורבינות בשטח מוגדר, הנקרא "חווה רוח" או "חווה טורבינות". מספר הטורבינות בחווה יכול להשתנות ולהגיע לעשרות רבות.

ניתן להקים טורבינות רוח בים (Offshore) או ביבשה (Onshore). טורבינות מוקמות בים על מנת לנצל את מהירות הרוח הגבוהה יותר שם וכמו כן השפעתן פחותה על תושבים העלולים להתנגד להקמתן. מנגד, ההקמה והתחזוקה של טורבינות כאלו יקרות ומורכבות יותר. מסמך זה מתמקד בטורבינות המוקמות ביבשה, היות שאין בישראל טורבינות בים.¹³

ישנם מאפיינים רבים ושונים בעיצוב טורבינה המשפיעים על פעולתה. כך, למשל, ניתן להתקין מספר משתנה של להבים, באורך או בצורה שונה ועם יחס משתנה בין גובה העמוד ואורך הלהבים. מאפיינים אלו יכולים להביא לשינויים בעילות הטורבינה: עוצמת הרוח הנדרשת לסיבוב הלהבים, מהירות הסיבוב ועוד. שינויים אלו יכולים להשפיע, בין היתר, גם על הרעש שמחוללת הטורבינה.

המגמה בשנים האחרונות היא שימוש בטורבינות גדולות יותר, עם להבים גדולים יותר, המייצרות חשמל רב בהרבה. טורבינות גבוהות יותר נחשבות יעילות יותר ויכולות לנצל רוחות גבוהות יותר, גם במקומות בהם אין רוח סמוך לפני השטח. דוגמה למגמה ניתן לראות בארה"ב, בה, לפי נתוני משרד האנרגיה של ארה"ב, הגובה הממוצע של הטורבינות עלה משנת 2000 מכ-95 מ' לכ-140 מ' בשנת 2016, כאשר כ-50% מהטורבינות הן עם להבים באורך גדול מ-110 מ'.¹⁴ יש לציין כי אין חובה שכל הטורבינות בחווה טורבינות

¹¹ Yogesh Kumar et al., [Wind Energy: Trends and Enabling Technologies](#), *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 53, 2016, pp.211-212.

¹² כוח חשמלי נמדד ביחידות וואט (W), קילו-וואט (קו"ט, kW, שווה לאלף וואט) ומגה-וואט (מגו"ט, mW, שווה לאלף קו"ט). למכשירים חשמליים יש הספק המצביע על צריכת החשמל השעתית שלהם. למשל, מזגן בהספק של 10 קו"ט צורך 10 קו"ט לשעת עבודה. טורבינת רוח נמדדת בקו"ט שהיא מייצרת בשעת עבודה במהירות המרבית שלה: לדוגמה, טורבינה המייצרת 500 קו"ט תספק מידי שעה של פעילות במהירות המרבית מספיק אנרגיה חשמלית כדי להפעיל למשך שעה מכשירים בהספק כולל של 500 קו"ט. הספקת החשמל של המדינה נמדדת בדרך-כלל במגו"ט, ההספק של החשמל שנוצר במדינה בשעת עבודה בתפוקה המרבית. ראו: [Wind Energy Reference Manual Part 2: Energy and Power Definitions](#), retrieved on November 23, 2017; [מילון מונחים](#), תאריך גישה: 23 בנובמבר 2017.

¹³ בשנת 2002 פורסמה בחינת להיתכנות הקמת חוות רוח בים, שנערכה לבקשת משרד התשתיות הלאומיות. בחינה זו סיכמה כי הקמת חוות רוח בים אינה כדאית בעת ההיא ושיש מקום לשקול זאת מחדש בתלות במידע המטאורולוגי ומגמות כלכליות. מאז פרסום הבחינה לא השתנה מצב זה. ראו: מוסד שמואל נאמן, [בחינת היתכנות הקמת חוות רוח בים - דו"ח מסכם למחקר](#), נובמבר 2002, עמ' 140. בשיחה עם נציגי משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים, נאמר כי המידע המטאורולוגי נבחן שוב לפני מספר שנים ועדיין אין הנושא כדאי. ד"ר גדעון פרידמן, מנהל תחום טכנולוגיות ואנרגיות מתחדשות, משרד האנרגיה, פגישה, 29 בנובמבר 2017.

¹⁴ Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, [2016 Wind Technologies Market Report](#), October 2017, pp.26-34.



יהיו מאותו סוג או גודל; לפי נתוני משרד האנרגיה של ארה"ב, למשל, בשנת 2016 הייתה מגמה בה חוות רוח הוקמו תוך עירוב טורבינות בגבהים שונים, במטרה לנצל באופן יעיל יותר את משטר הרוחות באזור.¹⁵

3. היבטים בריאותיים: רקע והסדרה במדינות שונות

כאמור, להפקת חשמל מטורבינות רוח מיוחסות השפעות על בריאות הציבור, המפורטות בהמשך פרק זה.¹⁶ ראשית מוצג השיח בעולם המחקר סביב השפעתן הבריאותית של טורבינות רוח ולאחר מכן מוצגים הגורמים העיקריים המוזכרים כבעלי השפעה בריאותית, יחד עם נתונים על המגבלות המוחלות עליהם במדינות שונות. בסיום המסמך מוצג תקציר של מידע זה לצד מידע דומה מישראל.

מגבלות הסקירה:

- יש להדגיש כי מהסקירה עולה שהסדרת הקמת טורבינות רוח נעשית במרבית המקרים ברמה המקומית (מחוזית, עירונית וכדומה), כאשר בכל מקום ישנם מאפיינים ייחודיים רבים (למשל צפיפות והיקף אוכלוסין, מזג אוויר, משטר רוחות ואוכלוסיית בעלי חיים שונה) ואין מודל מוסכם ומומלץ של התנהלות נכונה ברמת המדינה.
- המידע בהמשך מסמך זה נועד להציג גישות מגוונות הנוגעות להיבטים השונים ולא לכלול את כל האפשרויות המיושמות בעולם או להכריע בנוגע למודל "נכון". המדינות שנכללות בסקירה הן בדרך-כלל מדינות שבהן נעשה שימוש רב בטורבינות (כגון דנמרק, גרמניה, בריטניה (ובפרט סקוטלנד) ואירלנד) ומדינות נוספות בהן מוחלת מדיניות שיכולה לתרום לדיון בנושא או שמידע בהן היה נגיש (כגון מדינת מיין (Maine) בארה"ב).
- תשומת לב מיוחדת ניתנה במהלך הכתיבה לטענות על מגמות בעד ונגד הקמת טורבינות במדינות שונות. ככלל, לא נמצאו במהלך הכתיבה ראיות לשינויי מגמה במסמכים רשמיים או מחקרים, אולם לא ניתן להעריך לגבי שינויים כאלו. המסמך מציג תמונת מצב עדכנית ככל הניתן ובמקרים בהם נמצא מידע על שינוי מדיניות מידע זה מוצג.

3.1 "תסמונת טורבינות רוח", מצב המחקר והמחסור במידע מהימן

עם השנים מתפרסמות עדויות רבות מצד תושבים המתגוררים סמוך לטורבינות על השפעות גופניות ונפשיות דומות. הבעיות הרפואיות כוללות תלונות סובייקטיביות על, בין היתר, כאבי ראש, בעיות שינה, סחרחורת, בעיות ריכוז, טינטון (שמיעת רעש קבוע ללא מקור חיצוני) וקשיים נפשיים (דיכאון, חרדה, תשישות וכעס). זיהוי של לפחות חלק מסימפטומים אלו וקישורם להימצאות טורבינות בקרבת מקום מכונה "תסמונת טורבינות רוח" (Wind Turbine Syndrome).¹⁷ מונח זה התפרסם בעקבות ספר שפרסמה ד"ר נינה פיירפונט (Pierpont) בשם Wind Turbine Syndrome: A Report on a Natural Experiment.

¹⁵ Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, [2016 Wind Technologies Market Report](#), October 2017, p.35.

¹⁶ World Energy Council, [World Energy Resources: Wind](#), October 2016, pp.46-48.

¹⁷ A. Farboud, R. Crunkhorn, A. Trinidad, ["Wind Turbine Syndrome: Fact or Fiction?"](#), *Journal of Laryngology & Otology* 127:3, 2013.



בספר מיפתה פיירפונט תסמינים עליהם דיווחו אנשים שהתגוררו בסמוך לטורבינות והצביעה על קשר אפשרי בין הטורבינות לתסמינים. ישנם דיווחים נוספים המצביעים על מידה משתנה של קשר בין טורבינות רוח ובריאות הציבור, אשר לעתים נעשה בהם שימוש בשיח הציבורי סביב הקמת טורבינות.¹⁸

יש לציין כי ספרה של פיירפונט, כמו גם דיווחים אחרים בנושא, זכו לביקורת מצד חוקרים אחרים שפקפקו בשיטות שבהן נעשה שימוש ובמהימנות המחקרית של התוצאות שהוצגו (למשל- נטען שהמחקר לא עבר שיפוט עמיתים אקדמי ופורסם באופן עצמאי, שהפרסום מוטה ומכוון לשמש ככלי במאבק ציבורי, שמספר הנבדקים היה קטן מידי וללא קריטריונים ברורים לבחירה בהם ושהתנהלותם הושפעה ממטרת המחקר, שלא הוסתרה מהם).¹⁹ מאמרים העוסקים בטורבינות ומפורסמים בכתבי עת מדעיים עם שיפוט עמיתים מציגים את ההשפעות של הטורבינות באופן זהיר יותר (אם הם בכלל מוצאים קשר בין הטורבינות והתסמינים) ומציגים את המחקרים התומכים בקיום ה"תסמונת" כ-"ספרות אפורה", שאינה עומדת לכאורה באותם סטנדרטים כמו כתבי העת המדעיים.²⁰ מנגד, בקרב התומכים בקיומן של בעיות רפואיות כמו התסמונת ומחלות אחרות, נטען בין היתר שהחוקרים המבטלים את התסמונת והתסמינים עלולים להיות מוטים בעצמם לטובת תעשיית הטורבינות בשל סיבות כלכליות או אידאולוגיות.²¹ לפחות גוף מחקרי אחד (משרד הבריאות במדינת מיין בארה"ב) הסכים כי ישנה הטיה במחקרים מצד גורמי ממשל להעדיף פרסומים ממשלתיים אחרים ומחקרים עם גיבוי מבוסס.²²

טענה שהועלתה בנושא זה היא שמקור הסימפטומים הוא פסיכולוגי (תופעה הידועה בשם "נוסבו", Nocebo): הציפייה להשפעות בריאותיות (בשל מגורים בסמוך לטורבינות) מובילה לזיהוי שלהן בקרב התושבים.²³ למשל, בניסוי שנערך בנושא ובו אנשים שנחשפו לקול בתדירות נמוכה ואנשים שלא נחשפו לו חוו את אותם סימפטומים, בהתאם לציפיות שלהם.²⁴ חשוב לציין שלמרות שטענה זו עלתה במספר מחקרים אין הסכמה מלאה בקהילה המדעית על קיומה או היעדרה של השפעה של הטורבינות על בריאות

¹⁸ ראו סקירות של מחקרים אלו: SP Interface, השפעות טורבינות רוח על הבריאות והסביבה: הוכן עבור החברה להגנת הטבע, מרץ 2016, עמ' 9-10; חגיית פרץ, סקירת ספרות השפעות טורבינות רוח על בריאות הציבור, דוא"ל, 13 בנובמבר 2017; Jerry L. Punch, Richard R. James, Wind Turbine Noise and Human Health: A Four-Decade History of Evidence that Wind Turbines Pose Risks, September 2016.

¹⁹ Loren D. Knopper, Christopher A. Ollson, Health Effects and Wind Turbines: A Review of the Literature, *Environmental Health* 10:78, 2011, pp.7-8.

²⁰ ראו למשל: Karl Bolin et al, Infrasound and Low Frequency Noise from Wind Turbines: Exposure and Health Effects, *Environmental Research Letters* 6(3), 2011.

²¹ ראו למשל: Jerry L. Punch, Richard R. James, Ibid, pp. 4-5. דוגמה למאמר בו מצהירים החוקרים על ניגוד עניינים ניתן לראות כאן: Simon Chapman, Ketan Joshi, Luke Fry, Fomenting Sickness: Nocebo Priming of Residents about Expected Wind Turbine Health Harms, *Frontiers in Public Health* 2, 2014.

²² Maine Center for Disease Control, Report: Analysis of the Research on the Health Effects from Wind Turbines, including Effects from Noise, January 2012, p. 2.

²³ G. James Rubin, Miriam Burns, Simon Wessely, Possible Psychological Mechanisms for "Wind Turbine Syndrome". On the Windmills of your Mind, *Noise & Health* 16:69, 2014; Renzo Tonin, James Brett, Ben Colagiuri, The Effect of Infrasound and Negative Expectations to Adverse Pathological Symptoms from Wind Farms, *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, 35(1), 2016, pp.78, 88-89.

²⁴ Fiona Crichton et al., Can Expectations Produce Symptoms from Infrasound Associated with Wind Turbines?, *Health Psychology* 33:4, 2014; Fiona Crichton, Keith J. Petrie, Health Complaints and Wind Turbines: The Efficacy of Explaining the Nocebo Response to Reduce Symptom Reporting, *Environmental Research* 140, 2015.



האדם וזאת בדומה לדיון הציבורי במקרים אחרים של חשיפה סביבתית (כגון קרינה אלקטרומגנטית או משדרי Wi-Fi).²⁵

הקושי בהגעה להסכמה מחקרית על טיב הקשר בין הטורבינות וההשלכות הבריאותיות המיוחסות להן מביא לקושי בקביעת מדיניות סביבתית מבוססת ידע. בשל כך, מקבלי החלטות במדינות שונות נוקטים ככלל במדיניות של זהירות מונעת: נקיטה במדיניות מגבילה, המונעת חשיפה למצב עם סיכונים לא ידועים או מוטלים בספק, תוך הדגשת הצורך במחקר נוסף לשם יישוב הסוגיה. ניתן לראות דוגמה למידע המוצג בפני הממשלה בשני דוחות מקיפים שנערכו על-ידי ממשלות זרות:

- בוועדה של הסנאט האוסטרלי בנושא עלו עדויות על תסמינים דומים מאנשים שהתגוררו ליד טורבינות רוח במקומות שונים (בפרט בכל הנוגע לרעש בתדירות נמוכה במיוחד, כמוסבר בהמשך מסמך זה). כפועל יוצא, המליצה הוועדה על הקמה בחוק של ועדה מדעית עצמאית לחקר ההשפעה הבריאותית של רעש בענפי תעשייה שונים (ובכלל זאת השפעת הרעש על העובדים ועל הציבור), ובפרט מטורבינות רוח, ושיש לבסס תקן לרעש על סמך עבודת הוועדה המדעית.²⁶
 - צוות חוקרים שפעל לבקשת משרד הבריאות הקנדי סקר את המחקרים בנושא והגיע למסקנות הבאות: הסקירות אכן מצביעות על השלכה בריאותית מסוימת, אולם בעוד שנמצא קשר סיבתי בין חשיפה לרעש מטורבינות ועצבנות וקשר מוגבל בין הרעש לבעיות שינה, לא נמצא קשר בין הרעש לבעיות שמיעה ולא נמצאו ראיות מספקות להצביע על קשר בין הרעש ומתח, עייפות, טינטון, ורטיגו, סחרחורת ועוד. הצוות הצביע על צורך במחקר נוסף ועל פערים בידע הקיים.²⁷
- דוגמאות למדיניות שננקטה במדינות השונות מופיעות בהמשך פרק זה, בחלוקה לפי מקורות הנזק האפשריים.

3.2. רעש בתדירות רגילה ונמוכה²⁸

3.2.1. רקע

- טורבינות רוח מחוללות באופן קבוע רעש, בשל תנועות הלהבים באוויר ופעילות הגנרטור. ככלל, ככל שהרוח חזקה יותר יתחזק הרעש. ניתן לבנות טורבינות מודרניות באופן הממזער את הרעש ממקורות אלו, למשל באמצעות קירות נוגדי-רעש סביב הגנרטור.²⁹

²⁵ דוגמאות ניתן למצוא להלן: רועי גולדשמידט, שירי ספקטור בן-ארי, [קרינה אלקטרומגנטית ומדיניות הטיפול בה במערכת החינוך](#), מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 16 במאי 2013; שירי בס ספקטור, [איכות אוויר תוך-מבני ו"תסמונת הבניין החולה"](#), מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 18 ביולי 2011.

²⁶ Senate of Australia, [Select Committee on Wind Turbines: Final Report](#), August 2015, pp.xv-xviii, 11-13.

²⁷ Council of Canadian Academies, [Understanding the Evidence: Wind Turbine Noise](#), April 2015, pp.xiv-xix.

²⁸ רעש יכול להיחשב גם כמטרד בתחומים אחרים מבריאות, כגון פגיעה בסביבה או באיכות החיים. עם זאת, בשל הדיון על ההשלכות הבריאותיות של הרעש בסוגיה זו, הדיון על הרעש הוא כהיבט בריאותי.

²⁹ World Bank Group, [Environmental, Health, and Safety Guidelines: Wind Energy](#), August 7, 2015, pp.4-6.



- עוצמת רעש נמדדת בדציבלים (dB), כאשר מדידת הרעש באופן המחקה את האוזן האנושית מבוצעת ביחידות דציבל מותאם-A, שסימן הוא dB(a).³⁰
- 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 לעיתים אינפרה-קול (Infrasound), בתדירות נמוכה מ-20 הרץ. רעש בתדירות נמוכה ונמוכה במיוחד מזוהים לעתים בכתיבה המדעית כ-IFLN (Infrasound and Low Frequency Noise). מדידת רעש בתדירות נמוכה נעשית בשקלול דציבלים שונה מזה של רעש רגיל, דציבל מותאם-G, שסימןו dB(g).³¹
- אין הסכמה רחבה על היקף ההשלכות הבריאותיות של רעש בתדירות נמוכה, אולם יש הסכמה יחסית על קשר חלש הדורש בירור נוסף בין הרעש להפרעות שינה או לחוויית טירדה מתמשכת, המובילה לכעס וחוסר סובלנות.³² כמתואר בפרק 3.1 במסמך זה, פאנלים ממשלתיים במדינות אחרות שעסקו בנושא הגיעו בדרך כלל למסקנה שהמחקר המדעי אינו מצביע על קשר בין רעש מטורבינות רוח לפגיעה בריאותית בהיקף שמתואר בתלונות תושבים, אלא על קשר לתסמינים כגון פגיעה באיכות החיים וקשר מוגבל לקשיי שינה. הטענה שהתקבלה בפאנלים אלו היא שמידת האינפרה-קול שמיוצרת על ידי טורבינות נתפסת ככלל כחלשה מכדי להשפיע, כל עוד הטורבינה נמצאת במרחק שמונע רעש רגיל-רעש בתדירות נשמעת. למרות זאת, גם במדינות אלו ננקטו עיקרון הזהירות המונעת ובחינה של טענות התושבים.³³
- מאמר שסקר מחקרים בנושא הרעש מטורבינות מצא קשר בין רעש כזה לפגיעה באיכות החיים בשל תחושת עצבנות ודיווח על קשיי שינה. עם זאת, מידת הקשר לא הייתה ברורה והמחקר עמד על קשיים בהסקת מסקנות בהקשר זה, בשל מחלוקות מחקריות שונות, ביניהן חוסר בהסכמה על התגובה של האוזן הפנימית לרעש קצבי, על טיבה וגודלה של האוכלוסייה הנדגמת במחקרים שונים ואף בנוגע ליכולת להבדיל בין רעש הנגרם מטורבינות הרוח ומהרוח עצמה.³⁴
- השפעה נוספת של רעש בתדירות נמוכה היא יצירת ויברציות בגוף האדם, העלולות לגרום לתחושת חולי. מעבר לכך, ישנו צוות חוקרים מפורטוגל הטוען מזה מספר שנים שבקרוב מי שנחשפים לאינפרה-קול בכמות גדולה ישנו סיכון ללקות במחלה ויברו-אקוסטית (VAD), הגורמת בין היתר להתעבות דפנות כלי דם ותאים אחרים, מה שמגדיל את הסיכון ללקות במחלות אחרות.³⁵ טענת הנגד לחוקרים

³⁰ Ministry of Environment and Food of Denmark, [Regulations on Noise from Wind Turbines](#), retrieved on October 23, 2017 ; Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p.11.

³¹ שירותי בריאות הציבור, משרד הבריאות, השלכות בריאותיות של אינפראסאונד מטורבינות רוח, 15 בפברואר 2017, עמ' 2.

³² Jesper Hvass Schmidt, Mads Klokke, [Health Effects Related to Wind Turbine Noise Exposure: A Systematic Review](#), *PLOS ONE* 9(12), 2014.

³³ ראו פרק 3.1 וכמו כן: U.S. Department of Energy, [Wind Vision: A New Era for Wind Power in the United States](#), 2014, p.82 Robert G. Berger et al, [Health-Based Audible Noise Guidelines Account for Infrasound and Low-Frequency Noise Produced by Wind Turbines](#), *Frontiers in Public Health* 3(31), February 2015

³⁴ Igho J. Onakpoya et al., [The Effect of Wind Turbine Noise on Sleep and Quality of Life: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies](#), *Environment International* 82, 2015, pp.7-8.

³⁵ Mariana Alves-Pereira, Nuno A.A. Castelo Branco, [Vibroacoustic Disease: Biological Effects of Infrasound and Low-Frequency Noise Explained by Mechanotransduction Cellular Signaling](#), *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 93(1-3), 2007; Nuno A.A. Castelo Branco et al, [Low Frequency Noise-Induced](#)



אלו הייתה שהקשר בין טורבינות רוח למחלה הזו לא הוכח על ידי גורמים רפואיים מחוץ לאותו צוות חוקרים ושהפרסום מאותו צוות נפוץ באינטרנט ללא ביסוס אחר וחזק את אפקט הנוסבו. במהלך כתיבת מסמך זה נמצאו עדויות מעטות בלבד בנושא זה בפרסומים מחקריים מבוססים.³⁶

- לפי מחקר של מודלים תיאורטיים, פעילות של טורבינת רוח גדולה יכולה לגרום ל-"מיקרו-רעידות" שניתן למדוד באמצעות ציוד סיסמולוגי במרחק 15 ק"מ, ושעלולות לגרום לחוסר נוחות (ללא פירוט על המרחק בו חוסר הנוחות יכולה להיווצר).³⁷ ויברציה כזו עלולה, תיאורטית, להדהד בחללים סגורים ולהשפיע באופן חמור יותר דווקא על מי שבחדר סגור, שאמור לכאורה להיות בטוח יותר מרעשים.³⁸ לפי נציגת משרד הבריאות, עד כה אין עדויות מספקות על התופעה על בסיס מחקרים רפואיים.³⁹

3.2.2. מדיניות: מגבלות רעש

כפי שמוצג בהמשך, הטיפול בגורמי רעש הוא באמצעות קביעת רף רעש מותר בשעות שונות. במרבית המקרים חלות על הטורבינות מגבלות הרעש הכלליות, החלות גם על גורמי רעש אחרים, וההתייחסות היא לרעש ברף הנשמע ולא לאינפרה-קול (בחלק מהמקרים נטען כי אכיפת הרף על הרעש הנשמע תימנע גם רעש אינפרה-קולי). היכן שישנה התייחסות מיוחדת לאינפרה-קול, יצוין הדבר בנפרד. במספר מדינות מידת הרעש מובילה לקביעת מרחק מינימום בין הטורבינות ואזורי מגורים. מידע נוסף על קביעת מרחק ניתן בהמשך מסמך זה. יש לציין בהקשר זה כי הבחירה במדיניות בכל מדינה מושפעת ממאפיינים שונים של המדינה, כגון היקף השטח שברשותה וצפיפות האוכלוסייה בה, המרחק האפשרי בין הטורבינות ואזורי מגורים, התלות באופנים שונים של ייצור אנרגיה ועוד. מכאן הפתרון המועדף במדינה אחת לאו דווקא ישים במדינה אחרת.

[Pathology: Contributions Provided by the Portuguese Wind Turbine Case](#), EuroNoise 2015 Conference, May 2015.

³⁶ Simon Chapman, Alexis St George, [How the Factoid of Wind Turbines Causing 'Vibroacoustic Disease' Came to be 'Irrefutably Demonstrated'](#), *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 37 (3), June 2013; Karl Bolin et al, [Infrasound and Low Frequency Noise from Wind Turbines: Exposure and Health Effects](#), *Environmental Research Letters* 6(3), 2011; Ontario Ministry of Health and Long-Term Care, [The Potential Health Impact of Wind Turbines: Chief Medical Officer of Health \(CMOH\) Report](#), May 2010, pp.6-7.

³⁷ Theodore V. Gortsas et al., [Numerical Modelling of Micro-Seismic and Infrasound Noise Radiated by a Wind Turbine](#), *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 99, 2017, p.121.

³⁸ Roy D. Jeffery, Carmen M.E. Krogh, Brett Horner, [Industrial Wind Turbines and Adverse Health Effects](#), *Canadian Journal of Rural Medicine* 19:1, 2014, p.24.

³⁹ ד"ר איזבלה קרקיס, מנהלת המחלקה לאפידמיולוגיה סביבתית, משרד הבריאות, דוא"ל, 13 בדצמבר 2017.



יש לציין כי בכל המדינות שנבדקו (בדומה לישראל)⁴⁰ יש צורך בתסקיר השפעה על הסביבה (**EIA, Environmental Impact Assessment**) לפני ההקמה של חוות טורבינות. היקף התסקיר משתנה בין מדינות, אולם ככלל הוא כולל סקירה טופוגרפית ובדיקות של היטל ריצוד ורעש בשעות שונות, ההשפעה על בעלי חיים (ובכלל זאת בעלי כנף), קירבה לתשתיות אחרות ולנתיבי טיסה והשלכות על הנוף ועל אתרים חשובים (כגון אתרי מורשת). הצורך בבדיקת כל מקרה לגופו קשורה למאפיינים הייחודיים של כל מיקום בתחומים לעיל.⁴¹

להלן מידע על המדיניות הנוגעת לרעש בארגון הבריאות העולמי ובמדינות שונות:

- ככלל, בתקנות הרעש במרבית המדינות שנסקרו מדידות רעש הסתמכו על dB(a), כלומר רעשים בטווח התדירויות הנשמע ולא נדרשת מדידה נפרדת של dB(g) (מדידה של רעשים בתדירות נמוכה).
- ארגון הבריאות העולמי (WHO) לא פרסם הנחיות נקודתיות בנוגע לרעש מטורבינות רוח. עם זאת, המשרד האירופי של הארגון מפרסם כי הוא שוקד על הנחיות חדשות בנוגע לרעש, שיתייחסו גם לנושא הטורבינות.⁴² ככלל וכחלק מעיקרון הזהירות המונעת, הארגון המליץ בשנת 2009 על רמת רעש מרבית של 40 dB(a) בעיר מחוץ לבית במהלך הלילה.⁴³
- בגרמניה, תקנות פדרליות כלליות למניעת רעש קובעות כי מידת הרעש המותרת באזור מגורים (הנמדדת מחוץ למבנה) תנוע בין 45–70 dB(a) ביום ובין 35–50 dB(a) בלילה, כאשר במקרים מיוחדים ניתן לחרוג לזמן קצר ממגבלה זו ב-20–30 dB(a).⁴⁴ חלק מהמדינות שבתוך גרמניה קובעות מרחקי מינימום בין טורבינות ומגורים, שנועדו לשמור על רמת רעש נמוכה: כך למשל במחוז באדן-וירטמברג נהוג החל משנת 2012 מרחק ביטחון של 700 מ', אשר אמור לשמור על רמת רעש נמוכה מ-40 dB(a).⁴⁵
- בדנמרק, תקנות העוסקות ברעש מטורבינות מחייבות כי הרעש סביב בית מגורים (רדיוס של 15 מ' סביבו) לא יעלה על 42–44 dB(a) (בהתאם למהירות הרוח), או 37–39 dB(a) באזורים הבנויים בצפיפות גבוהה יותר.⁴⁶ על רעש בתדירות נמוכה במיוחד יש מגבלה ייעודית, לפיה בתוך מבנה רמת

⁴⁰ נושא התסקיר מוסדר בישראל במסגרת [תקנות התכנון והבנייה \(תסקירי השפעה על הסביבה\), התשס"ג-2003](#).

⁴¹ ראו דוגמאות ממספר מדינות: Scottish Government, [Environmental Impact Assessment](#), retrieved on December 6, 2017; UNDP, [Guidelines on the Environmental Impact Assessment for Wind Farms](#), June 2010; [Environmental Impact Assessment for Wind Farm Developments: A Guideline Report \(Lebanon\)](#), September 2011; John Phylip-Jonesm Thomas Fischer, [EIA for Wind Farms in the United Kingdom and Germany](#), *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* 15(2), April 2013.

⁴² World Health Organization: Regional Office for Europe, [Development of WHO Environmental noise guidelines for the European Region](#), retrieved on November 20, 2017.

⁴³ World Health Organization: Regional Office for Europe, [Fact Sheet 6: Reducing Noise to Promote Health; Tuning down Urban Soundscapes to promote Health and Well Being](#), retrieved on November 20, 2017.

⁴⁴ [Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, \(Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm\)](#), section 6.1.

⁴⁵ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, [Frequently asked questions about wind energy and noise: Allegations and facts](#), November 2016, p. 17.

⁴⁶ Ministry of Environment and Food of Denmark, [Regulations on Noise from Wind Turbines](#), retrieved on October 23, 2017; Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p.11.



הרעש המותרת בתדירות נמוכה היא של 20 dB(a).⁴⁷ יש לציין כי תקנות אלו בודקות את הרעש באופן כללי ולא לטורבינה אחת, ומכאן מדידת השפעתה של טורבינה חדשה תתחשב גם בטורבינות קיימות ובמקורות רעש אחרים באזור.

החל משנת 1997 נמדד בדנמרק גם רעש בתדירות נמוכה: הסוכנות הדנית להגנת הסביבה ממליצה (באופן כללי, לאו דווקא בנוגע לטורבינות רוח) על מגבלת רעש בתדירות נמוכה של 20 dB(a) בתוך חדרי מגורים בלילה, 25 dB(a) ביום, 30 בכיתות ומשרדים ו-35 בחדרים אחרים. ההמלצה כוללת גם מידות נפרדות לאינפרה-קול: 85 dB(g) כהמלצה כללית, כאשר ניתן להגיע עד 90 dB(g) בחדרים שאינם משמשים למגורים, משרדים או הוראה.⁴⁸ יש לציין כי פרסומי המשרד להגנת הסביבה העוסקים ישירות במדידת הרעש מטורבינות רוח מזכירים את נושא האינפרה-קול אך מציינים מדידות רק ב-dB(a) ולא ב-dB(g), המדידה הייעודית לאינפרה-קול.⁴⁹

- בשבדיה קבעה הסוכנות להגנת הסביבה מגבלה של 40 dB(a) כמגבלת הרעש מטורבינות רוח באזורי מגורים (מחוץ למבנים) ו-35 dB(a) במקומות בהם נשמרת רמת רעש נמוכה יותר, כגון חוף הים ופארקים.⁵⁰

- במיין שבארה"ב נדרשת חוות רוח עם יכולת ייצור של יותר מ-100 קו"ט לעמוד במגבלות הרעש הבאות:⁵¹

- בשטח של בעלי הטורבינה (ובכלל זאת בשטחים סמוכים שבעלותו): עד 75 dB(a).

- בשטח המשמש למגורים ולמוסדות ציבור (שאינו בבעלות בעלי הטורבינה): בשעות היום

(19:00–7:00) עד 55 dB(a), ובשעות הלילה (07:00–19:00) עד 42 dB(a).

- בבריטניה אין הנחיה ברמת המדינה הנוגעת למרחק של טורבינות מיישובים (בשנת 2012 הוגשה הצעת חוק לכוון מרחק מינימום, שלא התקבלה).⁵² ההמלצה בהנחיות התכנון היא על רמת רעש של 5 dB(a) מעל רעש הרקע הקיים, עם מגבלה של עד 43 dB(a) בלילה, ומגבלה מחמירה יותר (35–40 dB(a)) באזורים שבהם מלכתחילה יש מעט רעש.⁵³ במסמך תכנון סביבתי משנת 2004 ניתנה דוגמה של 350 מ' כמרחק מקובל בין טורבינות שכבר הוקמו למקום מגורים, כאשר מרחק כזה יוצר רעש ברמה של 35–45 dB(a).⁵⁴

⁴⁷ Ministry of Environment and Food of Denmark, [Q&A: Low Frequency Noise from Wind Turbines](#), retrieved on October 23, 2017.

⁴⁸ Ministry of Environment and Food of Denmark, [Low Frequency Noise, Infrasound and Vibrations Zone](#); retrieved on December 7, 2017.

⁴⁹ Ministry of Environment and Food of Denmark, [Q&A: Low Frequency Noise from Wind Turbines](#), retrieved on December 7, 2017.

⁵⁰ Swedish Environmental Protection Agency, [Target Values for Wind Turbine Sound](#), retrieved on December 11, 2017.

⁵¹ Maine Department of Environmental Protection, [No Adverse Environmental Effect Standards of the Site Location of Development Act](#), section 10.

⁵² House of Commons Library, [Planning for Onshore Wind](#), July 2016, pp.12-13.

⁵³ Department of the Environment, [Best Practice Guidance to Planning Policy Statement 18: Renewable Energy](#), August 2009, p.23.

⁵⁴ House of Commons Library, [Wind Farms - Distance from Housing](#), November 2010, p.3.



- באירלנד, בה מתקיים הליך ניסוח הוראות חדשות, מצביעות ההמלצות על מגבלה חמורה יותר: מידת הרעש המותרת בהן היא עד 43 dB(a) בכל שעות היממה, כאשר במקרים בהם יזוהו רעשים מסוגים אחרים (כגון רעש בתדירות נמוכה) ניתן להטיל מגבלות מחמירות יותר, ובמקרים של חריגה מהמגבלות יכובו הטורבינות עד שניתן יהיה להראות שהן יעמדו במגבלות הרעש.⁵⁵
 - בצרפת פורסמה בשנת 2011 הוראה ייעודית בנוגע לרעש מטורבינות רוח, המגדירה אותן כ-"מתקנים להגנת הסביבה", שרשאים לחרוג ממגבלות הרעש המקובלות. לפי ההוראה, רמת הרעש באזור מגורים צריכה להיות 35 dB(a), אולם פעילות של טורבינות רוח יכולות לחרוג מכך ב-5 דציבל בשעות היום ו-3 דציבל בשעות הלילה (כלומר להגיע עד 40 dB(a) בשעות היום ו-38 dB(a) בשעות הלילה). באזורים בהם מגבלת הרעש גבוהה יותר מבאזור מגורים, ניתן לבצע חריגה באותו מספר דציבלים, עד ל-70 dB(a) ביום ו-60 dB(a) בלילה.⁵⁶
 - בהולנד פורסמו בשנת 2007 מגבלות על פעילויות סביבתיות, ובכלל זאת על זיהום רעש. טורבינות רוח מקבלות התייחסות נפרדת במסגרת מגבלות אלו והן יכולות להגיע עד ל-41 dB(a) בלילה ועד ל-47 dB(a) ממוצע ביממה, כאשר רשויות מקומיות יכולות להחיל מדיניות אחרת בדיון בכל מקרה לגופו.⁵⁷
 - באונטריו שבקנדה ישנו איסור על הקמת חוות טורבינות במרחק נמוך מ-550 מ' ממי שעלול להיפגע מהרעש, במקרים בהם המתקן מייצר מעל 50 קו"ט ועוצמת הרעש הנוצר גבוהה מ-102 dB(a) או שגובה הטורבינה (ללא הלהבים) הוא מ-70 מ' ומעלה.⁵⁸
- ישנו הבדל באונטריו בין חוות טורבינות שמייצרות מעל 50 קו"ט שגורמות לרעש מעל או מתחת ל-102 dB(a). מגבלת הרעש המותרת היא פועל יוצא של מיקום החווה ומהירות הרוח, כאשר ככלל הטווח המותר הוא 40–51 dB(a), כמפורט בלוח להלן:

⁵⁵ Department of Communications, Climate Action & Environment, Department of Housing, Planning Community and Local Government, [Information Note: Review of the Wind Energy Development Guidelines 2006 "Preferred Draft Approach"](#), June 2017, p.5; Environmental Protection Agency, [Guidance Note on Noise Assessment of Wind Turbine Operations at EPA Licensed Sites \(NG3\)](#), June 2011, pp. 15-17.

⁵⁶ [Arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement](#), Article 26; Académie Nationale de Médecine, [Nuisances Sanitaires des Eoliennes Terrestres](#), May 2017, pp.15-16, 34 (in French).

⁵⁷ Edwin Nieuwenhuizen, Michael Köhl, [Differences in Noise Regulations for Wind Turbines in Four European Countries](#), Euronoise 2015 Conference, May 2015; [Activiteitenbesluit milieubeheer](#), section 3.14a (in Dutch).

⁵⁸ [O. Reg. 359/09: Renewable Energy Approvals under Part V.0.1 of the Environmental Protection Act](#), subsection 54(1).



טבלה 1 : מגבלת הרעש המותר לפי מהירות הרוח וייעוד האזור, אונטריו, 2016⁵⁹

מהירות רוח (מ' לשנייה)	6 מ' לשנייה ומטה	7 מ' לשנייה	8 מ' לשנייה	9 מ' לשנייה	10 מ' לשנייה ומעלה
שטח עירוני / יישוב	dB(a) 45	dB(a) 45	dB(a) 45	dB(a) 49	dB(a) 51
אזור כפרי / חקלאי*	dB(a) 40	dB(a) 43	dB(a) 45	dB(a) 49	dB(a) 51

*- במידה וחוות הרוח פועלת רק במהלך היום או שהמבנים בשטח שלה פעילים רק במהלך היום, ניתן להחיל עליה את אותן מגבלות החלות על שטח עירוני.

במקרה ובו יש מי שעלול להיפגע מהרעש במרחק של 1.5 ק"מ מחוות הטורבינות יש לעשות ניתוח של רמת הרעש במיקומים שונים באזור. ניתוח כזה יתפרס על שטח גדול יותר- רדיוס של 5 ק"מ.⁶⁰

- באוסטרליה מוסדר הנושא בנפרד בכל מדינה. להלן שתי דוגמאות:
 - במדינת דרום אוסטרליה, מגבלת הרעש המקובלת לאזור כפרי היא dB(a) 35 ו-dB(a) 40 באזור אחר, או 5 dB(a) מעל הרמה המותרת.⁶¹
 - במדינת קווינסלנד, הנחיות משנת 2017 מבדילות בין קרקעות בבעלות בעלי הקרקע שעליה ממוקמת הטורבינה, וקרקעות אחרות: ⁶²
 - בשטח שבבעלות בעלי הקרקע עליה ממוקמת הטורבינה יש מגבלת רעש רק בלילה, של dB(a) 45, או 5 dB(a) מעל הרמה המותרת (הגבוה מביניהם). עם זאת, **מגבלת רעש צריכה להיקבע בהסכמת המתגוררים בשטח, כך שאם ישנם דיירים במקום ייתכן והרף יהיה מחמיר יותר.**
 - בשטח אחר, המגבלה היא dB(a) 37 ביום ו-dB(a) 35 בלילה, או 5 dB(a) מעל הרמה המותרת (הגבוה מביניהם).

3.3 ריצוד (Flickering)

3.3.1 ריקע

- להבי הטורבינה מטילים צל על סביבתם, ובשל מהירות סיבוב הלהבים הצל אינו קבוע או משתנה לאט, אלא מרצד- מופיע ונעלם שוב ושוב בתלות במהירות הטורבינה. המקום המושפע מהריצוד (המקום עליו מוטל הצל המרצד) משתנה עם השינוי במיקום השמש והזווית בינה לטורבינה, כלומר הוא משתנה בכל שעה ביום ובכל עונה בשנה. לדוגמה, לפי פרסום של ממשלת דנמרק, האזורים שדרומית לטורבינות רוח במדינה לא יושפעו לעולם מריצוד, היות שבשל מיקומה של דנמרק על כדור

⁵⁹ Ontario Government, [Noise Guidelines for Wind Farms](#), May 2016, section 5.1.

⁶⁰ Ontario Government, [Noise Guidelines for Wind Farms](#), May 2016, sections 3.11, 6.4.2.

⁶¹ EPA South Australia, [Wind Farms Environmental Noise Guidelines](#), July 2009, pp. 13-14.

⁶² Department of Infrastructure, Local Government and Planning, [State Code 23: Wind Farm Development: Planning Guideline](#), July 2017, pp. 20-23.



הארץ השמש תמיד דרומית לטורבינות.⁶³ השעות בהן הריצוד משפיע במיוחד הן עם הזריחה ולקראת השקיעה, שעות בהן הצל ארוך במיוחד.⁶⁴ ריבוי טורבינות אחת ליד השנייה עלול להגביר את הריצוד שחווים מי שעליהם מוטל הצל, בשל ריצוד במקביל ממספר טורבינות.

- הריצוד עלול להשפיע על חולים באפילפסיה הרגישים לאור ולגרום בקרבם להתקפים. בנוסף, השפעת האור המרצד על אנשים אחרים, במיוחד היכן שהאור המרצד הוא מקור האור העיקרי, עלולה לגרום בין היתר לכאבי ראש ודיכאון.⁶⁵
- בדומה לסוגיית ההשפעה הרפואית של אינפרה-קול, אין הסכמה מדעית על היקף ההשפעות השליליות של הריצוד הנגרם מטורבינות, למרות תלונות שונות על כך מאנשים ברחבי העולם: האם השפעת הריצוד מוגבלת לכאבי ראש ודיכאון או שיש לה השלכות חמורות יותר.
- ניתן להפחית את הסיכון הגלום בריצוד באמצעות תכנון נכון של מיקום טורבינות (למשל, באמצעות התחשבות בהיטל הצל שלהן או עיצוב הלהבים) ובאמצעות הפחתת מהירות הסיבוב של הטורבינה.⁶⁶

3.3.2. מדיניות: ריצוד

בדומה לטיפול ברעש, השלב הראשון בטיפול בריצוד הוא קביעת מגבלות על משך הזמן בו מתקיים ריצוד והזמן במהלך השנה בו מותר ריצוד, אם בכלל. בין היתר, קביעת מרחק בין הטורבינות ומקומות מגורים יכולה לשמש ככלי לשם כך, אולם ניתן גם לראות שימוש בכיבוי זמני של הטורבינות. אחד הכלים שנעשה בהם שימוש לשם כך הם חיישנים המוודאים שישנו אור שעלול לגרום לריצוד- כך ניתן להפעיל את הטורבינות גם בשעות בהן עלול להיגרם ריצוד, כל עוד השמיים מעוננים והשמש אינה נצפית.

להלן מידע על המדיניות הנוגעת לריצוד במדינות שונות:

- בגרמניה חלה מגבלה של 30 דקות ריצוד ביום ו-8 שעות בשנה, עם מגבלה של 30 שעות בשנה במקרים מיוחדים.⁶⁷ כפי שצוין קודם לכן, במקרים בהם יש חשש לחריגה ממגבלות אלו, ניתן לכבות את הטורבינות בזמן הריצוד.
- בדנמרק נקבע רף שנתי, לפיו סך הזמן בשנה בו בית נמצא תחת צל מהטורבינות לא יעלה על 10 שעות סך-הכל. במקרה בו יש חשש שתהיה חריגה מזמן זה, דבר המעלה את סכנת הריצוד, קובעת הסוכנות הדנית לאנרגיה שניתן להורות למפעיל לסגור את הטורבינות בשעות מסוימות (כאשר ניתן להתקין

⁶³ Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, pp.9-10.

⁶⁴ Ibid, p.10.

⁶⁵ Graham Harding, Pamela Harding, Arnold Wilkins, [Wind turbines, Flicker, and Photosensitive Epilepsy: Characterizing the Flashing that may Precipitate Seizures and Optimizing Guidelines to Prevent them](#), *Epilepsia* 49(6), 2008; Jesper Hvass Schmidt, Mads Klokke, [Health Effects Related to Wind Turbine Noise Exposure: A Systematic Review](#), *PLOS ONE* 9(12), 2014.

⁶⁶ Graham Harding, Pamela Harding, Arnold Wilkins, Ibid; Jesper Hvass Schmidt, Mads Klokke, Ibid; Loren D. Knopper, Christopher A. Ollson, [Health Effects and Wind Turbines: A Review of the Literature](#), *Environmental Health* 10:78, 2011, pp.5-6.

⁶⁷ [Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen \(WEA-Schattenwurf-Hinweise\)](#), pp.3-4 (in German).



חיישנים המוודאים שיש אור שמש והטלת צל, כדי להפחית את ההפסדים התפעוליים של הטורבינות).⁶⁸

- במדינת מיין שבארה"ב נדרשות חוות רוח עם יכולת ייצור של יותר מ-100 קו"ט להימנע מיצירת ריצוד שאינו סביר על בתי מגורים ומוסדות ציבור.⁶⁹ הגדרת הריצוד הסביר לפי המחלקה להגנת הסביבה, כפי שהיא מופיעה במסמכי אישורים לפרויקטים שונים במדינה, היא ריצוד שהוא עד 30 שעות בשנה.⁷⁰ אם צפויה חריגה מכך יש לנקוט צעדים להגבלת הריצוד. הצעה לשינוי ההגדרות שפורסמה על-ידי המשרד להגנת הסביבה בשנת 2016 העלתה אפשרות לחרוג מסך שעות זה אם יכול היזם להראות כי הבניין לא מאויש במשך שעות היממה המדוברות.⁷¹
- בבריטניה אין הנחיה ברמת המדינה הנוגעת לריצוד והנושא נכלל בסמכות התכנון של הרשות המקומית. יש המלצות הנידונות בכל מקרה לגופו, על-ידי הרשות המקומית. המלצה במסמך ממשלתי בנושא משנת 2009 היא שהחשיפה לריצוד תוגבל ל-30 שעות בשנה או 30 דקות ביום.⁷²
- באירלנד, בה מתקיים הליך ניסוח הוראות חדשות, מצביעות ההמלצות במסגרת הליך ניסוח זה על מגבלה חמורה משמעותית: לפי ההמלצות יהיה אסור כל ריצוד שהוא, באמצעות תכנון מתאים ושימוש בטכנולוגיה שתזהה את האפשרות של ריצוד ותכבה את הטורבינה.⁷³
- באוסטרליה מוסדר הנושא בנפרד בכל מדינה. במדינת קווינסלנד, הנחיות משנת 2017 קובעות כי החשיפה תוגבל ל-30 שעות בשנה ולכל היותר 30 דקות ביום.⁷⁴ במדינת דרום אוסטרליה הריצוד מוזכר בהנחיות רק בנושא שיש לשים אליו לב ולהימנע ממנו במידת האפשר, ללא מגבלות מפורטות, וגם מוזכר שהריצוד אינו מפריע במרחק גדול מ-500 מ' מהטורבינה.⁷⁵

⁶⁸ Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p.10.

⁶⁹ Maine Revised Statutes, [§484. Standards for development](#), subsection 10.A.

⁷⁰ Bingham Wind Project, [Site Location of Development Combined Application](#), section 26.1; Highland Wind Project, [Land Use Regulation Commission Application](#), section 17; Number Nine Windfarm, [Site Location of Development Combined Application](#), subsection 26.1. (פרסומים מאתר המשרד להגנת הסביבה במדינת מיין).

⁷¹ Maine Department of Environmental Protection, [Chapter 382: WIND ENERGY ACT STANDARDS - Pre-Rulemaking Draft](#), June 2016, Article 4.

⁷² Department of the Environment, [Best Practice Guidance to Planning Policy Statement 18: Renewable Energy](#), August 2009, p.28.

⁷³ Department of Communications, Climate Action & Environment, Department of Housing, Planning Community and Local Government, [Information Note: Review of the Wind Energy Development Guidelines 2006 "Preferred Draft Approach"](#), June 2017, p.6.

⁷⁴ Department of Infrastructure, Local Government and Planning, [State Code 23: Wind Farm Development: Planning Guideline](#), July 2017, p. 13.

⁷⁵ South Australian Government Gazette, [Development Act 1993, Section 28 \(4\) \(a\): Termination of the Operation of the Statewide Wind Farms Development Plan Amendment by the Minister](#); Environment Protection and Heritage Council, [National Wind Farm Development Guidelines - Draft](#), July 2010, pp. 12, 149; Central Local Government Region of South Australia, [Wind Farm Development Guidelines for Developers and Local Government Planners](#), June 2014, pp. 11, 14, 19.



3.4. היבטים בריאותיים אפשריים נוספים

בכתיבת מסמך זה נמצא כי ההיבטים הבריאותיים העיקריים הזוכים להתייחסות במדינות השונות ובכתיבה הנוגעת לבריאות הציבור ולטורבינות רוח הם הרעש והריצוד. עם זאת, יש היבטים נוספים שניתן להעלות בהקשר זה או שהוזכרו במידה פחותה.

- **פגיעה במקרה של כשל טכני או תאונה:** טורבינות רוח גדולות הן מתקנים מכניים עם חלקים נעים גדולים וכבדים מאוד, הבנויים ככלל ממתכת. כנף המשתחררת מטורבינה, נפילה של רוטור הלהבים כולו או עמוד טורבינה המשתחרר ונופל עלולים לגרום לנזק רב לסביבתם המיידית, כאשר כנף טורבינה שמשחררת במהלך תנועה עלולה לנחות רחוק יותר מהטורבינה עצמה. מעבר לכך יכולות להיות תאונות הקשורות לרשלנות באחזקת הטורבינה, כמו טכנאים שנופלים מגובה. מחקר שבדק תאונות הקשורות לייצור אנרגיה מתחדשת ואנרגיה גרעינית בשנים 1950–2014 מצא כי מבין הדרכים להפקת אנרגיה שנכללו במחקר, אנרגיית רוח הייתה קשורה למספר התאונות הגבוה ביותר (כמחצית מהתאונות שנסקרו), אולם במרבית המקרים היה מדובר בנזק קל לגוף או לרכוש (להבדיל למשל מהפקת חשמל ממים, האחראית על 97% מהתאונות הקטלניות). הגורמים השכיחים לתאונות היו כשל בלהבים (בשל סופה או כשל מכני) או שריפה במנגנון, כמו גם נפילה מגובה של העובדים על המערכת או של אזרחים שטיפסו על הטורבינות ללא אישור. עורכי המחקר ציינו עוד שהסבר אפשרי למספר התאונות הגבוה הוא דיווח רב יותר על תאונות במתקנים אלו, הנמצאים יחסית קרוב לאזורי מגורים ומושכים תשומת לב ציבורית, מאשר על תאונות במתקנים מסוגים אחרים.⁷⁶

בשנת 2013 פורסמו דוחות בנושא מטעם ארגוני הבטיחות התעסוקתית של האיחוד האירופי ושל בריטניה.⁷⁷ הדוח הבריטי התייחס לנושא הינתקות הלהבים, ולפי מחקרים הנסקרים בדוח כנף הניתקת מהטורבינה גדולה במהירות גבוהה יכולה להגיע למרחק של 155–198 מ', ושבר בגודל 10% מכנף יכול להגיע עד למרחק של כ-1.4 ק"מ, בהתחשב במהירות המקורית ובתנאי הרוח.⁷⁸

- **השתקפות אור מהלהבים (Reflection):** נושא זה השפיע בעבר על המתגוררים בקרבת טורבינות-אור שהשתקף מהלהבים היה מסנוור אנשים ועלול היה להוביל להתקפים בקרב הסובלים מאפילפסיה. דבר זה הוביל באוסטרליה לחובה לצפות את להבי הטורבינות בחומר המונע החזרי אור.⁷⁹ נראה כי בשנים האחרונות מרבית הטורבינות בעולם מיוצרות עם ציפוי כזה, שהביא לפתרון ככלל של הסוגיה.⁸⁰

⁷⁶ Benjamin K. Sovacool et al., [Balancing Safety with Sustainability: Assessing the Risk of Accidents for Modern Low Carbon Energy Systems](#), *Journal of Cleaner Production* 2015, pp.1, 26-29.

⁷⁷ Health and Safety Executive, [Study and Development of a Methodology for the Estimation of the Risk and Harm to Persons from Wind Turbines](#), 2013; European Agency for Safety and Health at Work, [Occupational safety and health in the wind energy sector](#), 2013.

⁷⁸ Health and Safety Executive, *Ibid*, pp.23-25.

⁷⁹ ראו למשל: Department of Infrastructure, Local Government and Planning, [State Code 23: Wind Farm Development: Planning Guideline](#), July 2017, p. 13.

⁸⁰ Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p.10.



- **קרינה אלקטרומגנטית:** קרינה כזו נפלטת ממכשירים חשמליים ותשתיות אנרגיה, כגון קווי חשמל, משדרים ואנטנות. קרינה זו נחשבת מזיקה ברמות גבוהות, וניתן לזהות קרינה בתדר גבוה (הנקראת גם קרינה מייננת) עם סיכון מוגבר ללקות בסרטן, כאשר קרינה בתדר נמוך (בלתי מייננת) כגורם מסרטן אפשרי (בקטגוריה הנמוכה ביותר לקשר אפשרי לסרטן).⁸¹ עם זאת, מדידת רמת הקרינה אף בצמוד לטורבינה לא הצביעה על רמה מסוכנת של קרינה, ובמרחק קטן מ-2 מ' מבסיס הטורבינה מידת הקרינה שנמדדה זהה לזו הנמדדת כאשר הטורבינה כבויה. מעבר לכך, רמת הקרינה המרבית שנמדדה נחשבת נמוכה מאוד מהסף הבטיחותי, נמוכה באופן משמעותי משל מכשירים ביתיים כגון מקרר.⁸²

3.5. כלי מדיניות עיקרי: מרחק מינימום

מרחק הטורבינה מבתי מגורים הוא שיקול חשוב בשל מספר סיבות: ראשית, כפי שהוזכר לעיל, המרחק מפחית את הרעש, בעוד הריצוד מושפע מהמרחק של הטורבינה ומהיכללות מקומות שונים בהיטל הצל של הטורבינה. שנית, הטורבינות יכולות להיחשב כמפגע נופי, ממנו יהיו תושבים שיעדיפו להתרחק.

המרחק הנקבע בין טורבינות לבתי מגורים משתנה בין המדינות, כפי שמוצג בהמשך. יש שתי דרכים עיקריות לקבוע את המרחק: יש מדינות בהן המרחק נקבע רק כפועל יוצא של מדידות רעש, ואחרות בהן נקבע מרחק מוגדר מהטורבינות (Setback Distance), שאינו קשור ישירות להשפעת הרעש. מרחק זה יכול להיגזר מגובה הטורבינה ולהביה, או להיקבע בלי קשר למידות הטורבינה עצמה. ככלל, ניתן לומר שעל היזם לציית למגבלה המחמירה ביותר, בין אם היא נגזרת ממגבלות הרעש והריצוד או מהוראה אחרת.

להלן מוצגות מגבלות מרחק ממדינות שונות:

- בגרמניה הממשל הפדרלי אינו קובע מרחק מינימלי בין טורבינות לבתי מגורים ומשאיר זאת בידי המדינות, כאשר במדינת בוואריה, למשל, הוחל בסוף שנת 2014 כלל לפיו המרחק המינימאלי בין טורבינה לאזור מגורים יהיה עשר פעמים גובה הטורבינה (כלומר, טורבינה בגובה 150 מ' תהיה במרחק של לכל הפחות 1.5 ק"מ מבית המגורים הקרוב אליה).⁸³ במחוז באדן-וירטמברג נהוג החל משנת 2012 מרחק ביטחון של 700 מ', אשר אמור לשמור, כפי שצוין קודם לכן, על רמת רעש נמוכה מ-40 dB(a).⁸⁴
- בפולין נחקק בשנת 2016 חוק דומה לזה שבבוואריה- חוק המחייב מרחק של עשר פעמים גובה הטורבינה בינה לבין אזור מגורים. לפי מחקר בנושא, הצעה זו התקבלה לאחר שנדחתה הצעה

⁸¹ רועי גולדשמידט, שירי ספקטור בן-ארי, קרינה אלקטרומגנטית ומדיניות הטיפול בה במערכת החינוך, מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 16 במאי 2013, עמ' 3, 6-14; WHO, Ionizing Radiation, Health Effects and Protective Measures, retrieved: December 13.

⁸² Lindsay C McCaulm et al, Measuring Electromagnetic Fields (EMF) around Wind Turbines in Canada: is There a Human Health Concern?, *Environmental Health* 13:9 (2014); European Commission, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks, Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF), January 2015, pp.48-49.

⁸³ Bayern.Recht Verkündungsplattform, Gesetz zur Änderung der Bayerischen Bauordnung und des Gesetzes über die behördliche Organisation des Bauwesens, des Wohnungswesens und der Wasserwirtschaft, 2132-1-I, 200-25-I.

⁸⁴ Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Frequently Asked Questions about Wind Energy and Noise: Allegations and Facts, November 2016, p. 17.



מחמירה יותר, של מרחק קבוע של שלושה ק"מ.⁸⁵ מגבלה זו אינה חלה על טורבינות קטנות, המפיקות פחות מ-40 קו"ט.⁸⁶ יש לציין כי לפני החקיקה פרסם המכון הלאומי לבריאות הציבור בפולין המלצה לפיה התקנות בנוגע לטורבינות רוח אינן מספקות ויש צורך במרחקי מינימום בין טורבינות למגורים כדי להפחית סיכונים בריאותיים שונים. ההמלצה הכללית של המכון הייתה מרחק מינימאלי של שני ק"מ וישנו פירוט על מרחקים מומלצים לבעיות רפואיות שונות, הנעים בין 500–700 מ' (כדי למנוע נזק מרעש בתדירות רגילה) ל-1.5–3 ק"מ (כדי למנוע נזק מאינפרה-קול).⁸⁷

• בדנמרק ישנו כלל לפיו המרחק בין טורבינה לבית מגורים חייב להיות לכל הפחות ארבע פעמים גובהה של הטורבינה.⁸⁸

• בבריטניה אין הנחיה ברמת המדינה הנוגעת למרחק של טורבינות מיישובים (בשנים 2011–2012 היו ניסיונות חקיקה שלא צלחו).⁸⁹ יש המלצות הנידונות בכל מקרה לגופו, על-ידי הרשות המקומית (במסמך ממשלתי בנושא מובאת כדוגמה מועצה מקומית בה ההמלצה היא על מרחק של 800 מ' בין טורבינות ובתי מגורים).⁹⁰

• באירלנד, בה מתקיים הליך ניסוח הוראות חדשות, מוצע מרחק מינימום בין הטורבינה לבתי מגורים של 500 מ' או ארבע פעמים הגובה של הטורבינה (הגבוה מביניהם).⁹¹

• בסקוטלנד, לפי מדיניות התכנון הסקוטית שפורסמה בשנת 2014, ישנו תחום של עד 2 ק"מ מסביב ליישובים, הנקבע בתוכניות מקומיות בהתאם למאפייני האזור, במטרה למנוע פגיעה בנוף - פגיעה הכוללת מבנים כגון טורבינות רוח. עם זאת, מדובר בהמלצה והשיקול הסופי הוא בידי הרשות המקומית.⁹² מצב דברים דומה ניתן למצוא במדיניות התכנון הסקוטית משנת 2007.⁹³ לפי ראש תחום משק האנרגיה האירופי בנציבות האירופית (European Commission), במרבית המקרים המרחק בפועל הוא קטן יותר וההמלצה חלה ככל הנראה רק על יישובים עם מעל ל-3,000 בתים.⁹⁴

⁸⁵ [Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych](#) (in Polish); Małgorzata Hajto et al., [Constraints on Development of Wind Energy in Poland due to Environmental Objectives. Is There Space in Poland for Wind Farm Siting?](#), *Environmental Management* 59, 2017, pp.207-208.

⁸⁶ European Commission CORDIS, [Small wind turbines: a glimmer of hope for Poland's wind energy sector?](#), retrieved on November 22, 2017.

⁸⁷ National Institute of Public Health-National Institute of Hygiene, [Position of the National Institute of Public Health – National Institute of Hygiene on wind farms](#), retrieved on November 22, 2017.

⁸⁸ Ministry of Environment and Food of Denmark, [Regulations on Noise from Wind Turbines](#), retrieved on October 23, 2017.

⁸⁹ House of Commons Library, [Planning for Onshore Wind](#), July 2016, pp.12-13.

הצעות שלא התקבלו כלל מרחק מאזור מגורים כפועל יוצא של גובה הטורבינה: 1 ק"מ לטורבינה בגובה 25–50 מ', 1.5 ק"מ לטורבינה בגובה 50–100 מ', 2 ק"מ לטורבינה בגובה 100–150 מ' ו-3 ק"מ לכל טורבינה גבוהה מכך. ראו: [Wind Turbines \(Minimum Distance\)](#); [\(Minimum Distances from Residential Premises\) Bill \[HL\] 2010-12](#); [from Residential Premises\) Bill \[HL\] 2012-13](#).

⁹⁰ Ibid.

⁹¹ Department of Communications, Climate Action & Environment, Department of Housing, Planning Community and Local Government, [Information Note: Review of the Wind Energy Development Guidelines 2006 "Preferred Draft Approach"](#), June 2017, p. 6.

⁹² Scottish Government, [Scottish Planning Policy](#), June 2014, pp.38-40.

⁹³ Scottish Government, [Scottish Planning Policy 6: Renewable energy](#), March 2007, p.18.

⁹⁴ Klaus-Dieter Borchardt, Director, Internal Energy Market, Directorate-General for Energy, European Commission, email, December 11, 2017.



- בצרפת התקבל כלל בדבר מרחק של 500 מ' בין טורבינות לבתי מגורים, לאחר שבשנת 2006 פרסמה האקדמיה הלאומית לרפואה המלצה, לפיה צריך להיות מרחק של 1.5 ק"מ. בשנת 2011 סווגו הטורבינות בתקנות כ"מתקנים להגנת הסביבה", ונקבע מרחק מינימאלי של 500 מ' בינן לבין בתי מגורים, מרחק שהוזכר גם בחקיקה משנת 2015.⁹⁵ במארס 2017, לאחר מחקר נוסף בנושא, הסוכנות הצרפתית לבריאות ובטיחות במזון, סביבה ותעסוקה (ANSES) הודיעה כי המרחק של 500 מ' הוא מספק והרעש שנוצר בו אינו מזיק, ככלל.⁹⁶ המלצות לשנות את המרחק ל-1–1.5 ק"מ לא התקבלו. עם זאת, הסוכנות הוסיפה כי יש צורך לבדוק כל מקרה לגופו, לבצע מדידות באופן קבוע ולבצע מחקר רפואי נוסף על תגובות האוזן לרעשי אינפרה-קול.⁹⁷
- במדינת מיין שבארה"ב נדרש כי חוות הרוח תוקם במרחק מהטורבינות "המאפשר דאגה לבטיחות הציבור", בהתאם להמלצות אנשי מקצוע ויצרנים.⁹⁸ הגדרת המרחק הסביר לפי המחלקה להגנת הסביבה, כפי שהיא מופיעה במסמכי אישורים לפרויקטים שונים במדינה, היא מרחק של 150% מגובה הטורבינה.⁹⁹
- באוסטרליה מוסדר הנושא בנפרד בכל מדינה. להלן שתי מדינות לדוגמה:
 - במדינת דרום אוסטרליה, גנרטורים של טורבינות נדרשים להיות במרחק לפחות 2 ק"מ מיישובים ואזורים עירוניים ומרחק של 1 ק"מ לפחות ממגורים מבודדים או מגורים המשמשים תיירים. כאמצעי לעודד פיתוח של טורבינות רוח, טורבינות שהן במרחק של 2 ק"מ ומעלה מכל מקום מגורים מסווגות כפרויקטים שלא ניתן להגיש עליהן התנגדות על ידי צד שלישי (להבדיל מטורבינות במרחק קטן יותר מכל מקום מגורים).¹⁰⁰
 - במדינת קווינזלנד, הנחיות משנת 2017 קובעות כי על טורבינות להיות במרחק של 1.5 ק"מ מאזורים המשמשים למגורים. מרחק קטן יותר אפשרי במקרה בו הצדדים הרלוונטיים מגיעים להסכם ביניהם.¹⁰¹

4. היבטים סביבתיים: רקע והסדרה במדינות שונות

בנוסף להיבטים הרפואיים שצוינו לעיל, נלווים להפעלת הטורבינות היבטים סביבתיים שונים. הנושא העיקרי שעולה בהקשר זה הוא הפגיעה בבעלי חיים - ציפורים ועטלפים, אשר מתנגשים בעמוד הטורבינה ובלהביה. בדומה לפרק על היבטים בריאותיים, מוצג בהמשך הפרק מידע על ההסדרה הקשורה לנושא במדינות שבהן נעשה שימוש רב בטורבינות (כגון דנמרק, גרמניה, בריטניה (ובפרט סקוטלנד), אירלנד

⁹⁵ [LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte](#), article 139.

⁹⁶ ANSES, [Health Effects of Noise from Wind Turbines](#), retrieved on November 27, 2017; Académie Nationale de Médecine, [Nuisances Sanitaires des Eoliennes Terrestres](#), May 2017, pp. 4-5, 17 (in French).

⁹⁷ ANSES, [Health Effects of Noise from Wind Turbines](#), retrieved on November 27, 2017.

⁹⁸ Maine Revised Statutes, [§484. Standards for development](#), subsection 10.B.

⁹⁹ Department of Environmental Protection, [Site Location of Development Act Amendment Application, T16 MD/T22](#), March 2015, p. 11; [Site Location of Development Act and Natural Resources Protection Act Application Bingham, Mayfield Township, Kingsbury Plantation, Abbot and Parkman DEP #L-25973-24-A-N/L-25973-TG-B-N](#), September 2014, p. 35.

¹⁰⁰ Renewables SA, [Wind Farm Planning Policy](#), retrieved: November 29, 2017.

¹⁰¹ Department of Infrastructure, Local Government and Planning, [State Code 23: Wind Farm Development: Planning Guideline](#), July 2017, p. 19.



ומדינת מין שבארה"ב) ומדינות נוספות בהן מוחלת מדיניות ראויה לציון, ובכלל זאת פרויקטים בירדן ובמצרים, מדינות שכנות לישראל המתמודדות עם תנאים דומים לה בכל הנוגע לנדידת עופות.

4.1. פגיעה בבעלי כנף (ציפורים ועטלפים)

ציפורים ועטלפים עלולים להתנגש עם להבי הטורבינות, וכתוצאה מכך להיפגע ולמות. כמו כן, פעילות הטורבינות משפיעה על האזורים הזמינים למחייה ולקינון ויכולה להרחיק מהאזור בעלי כנף. הטורבינות משפיעות במיוחד על עופות דואים ועופות דורסים, הנסמכים על זרמי אוויר יותר מציפורים אחרות וכמו כן עלולים להימשך לפגרים של ציפורים אחרות שנפגעו מהטורבינות.¹⁰² **מחקרים הנעשים בנושא במדינות שונות הם בעלי ערך חלקי בהשוואה לישראל**, בשל מספר סיבות:

- ישראל מאופיינת במספר רב של עופות נודדים, להבדיל ממדינות אחרות ובפרט אלו שבהן נערך עיקר העיסוק בטורבינות רוח (מדינות אירופה וצפון אמריקה).
- בכל אזור ציפורים ממינים שונים, עם התנהגות ייחודית ובמספר משתנה.
- לכל אזור מאפיינים גיאוגרפיים וטופוגרפיים שונים, המשפיעים על התנהגות הציפורים ועל גורמי הסיכון.

מאפיינים אלו יכולים להיות שונים גם בתוך תחומה של מדינה: אפילו בישראל, שהיא מדינה קטנה, ישנו הבדל משמעותי מבחינת מיני הציפורים והמאפיינים הגיאוגרפיים בין הנגב והגליל. אפילו בין נקודות שונות באותו אזור ניתן למצוא הבדלים ומאפיינים שונים. בשל סיבות אלו ועוד מקובל במדינות שנסקרות במסמך זה כי יש לבצע לכל פרויקט הערכת סיכון ייעודית, ולא להסתמך על קווים מנחים כלליים בלבד.¹⁰³

נקודה למחשבה: השוואת הנזק מטורבינות רוח לנזק מדלק פוסילי

יש הטוענים כי השימוש בדלק פוסילי גם הוא הורג ציפורים, אולם באופן עקיף, בשל גורמים הקשורים לפגיעה בסביבה, כגון זיהום אוויר, פגיעה בשטחי מחייה והתחממות גלובלית.¹⁰⁴ יש לציין כי טענה זו מתבססת על הנחות רבות, בשל הקושי לבודד את ההשפעות העקיפות של ייצור החשמל מדלק פוסילי על ציפורים, להבדיל מהשפעתן הברורה של טורבינות.

הפגיעה של טורבינות רוח בבעלי כנף עולה גם בהקשר לאמנה בדבר שימורם של מינים נודדים של חיות בר (CMS), שאושרה על-ידי ישראל בשנת 1983. בשנת 2014 התקבלה במסגרת האמנה החלטה העוסקת בהשפעת משק האנרגיה על שימור מינים נודדים. במסגרת החלטה זו מצוין, בין היתר, כי:¹⁰⁵

- השיטה היעילה ביותר להפחתת הפגיעה בציפורים היא כיבוי זמני של הטורבינות בזמנים רגישים, למשל בתקופת השיא של נדידת ציפורים או בזמן שלהקות ציפורים סמוכות לטורבינות ומושפעות

¹⁰² UNDP, Migratory Soaring Birds Project, [Birds and Wind Farms within the Rift Valley/Red Sea Flyway](#), 2012.

¹⁰³ SP Interface, [השפעות טורבינות רוח על הבריאות והסביבה: הוכן עבור החברה להגנת הטבע](#), מרץ 2016, עמ' 9-10.

¹⁰⁴ Benjamin K. Sovacool, [The Avian Benefits of Wind Energy: A 2009 Update](#), *Renewable Energy* 49, 2013, pp.22-23.

¹⁰⁵ UNEP, Convention on Migratory Species, [Renewable Energy Technologies and Migratory Species: Guidelines for Sustainable Deployment](#), November 2014, pp.68-69.



מרוחות המכוונות אל הטורבינות. הזמן הנדרש לטורבינה לעצור מקבלת הוראה יכול לנוע בין 15–30 שניות לחמש דקות (כאשר גם במצב כזה הזמן הנדרש להאט טורבינה לקצב של סיבוב אחד בדקה יכול לקחת כ-20 שניות).¹⁰⁶ שיטות הנחשבות כבעלות יעילות מוגבלת הן שיפור הנראות של הטורבינות הצבת טורבינות-דמה כ"דחלילים", הרתעת ציפורים והרחקתן באמצעים טכניים והחלשת האורות על הטורבינות כדי למנוע מציפורים להימשך אליהם.

- השיטה המומלצת להפחתת הפגיעה בעטלפים היא כיבוי זמני של הטורבינות או האטתן (באמצעות קביעת רף גבוה יותר של הרוח הנדרשת להפעלת הטורבינה או שינוי זווית הלהבים). שיטה זו כוללת, בין היתר, נעילה קבועה של הטורבינות בלילה כאשר מהירות רוח נמוכה; במהירות רוח נמוכה סיבוב הטורבינה לא מייצר חשמל ודווקא אז פעילות העטלפים רבה. אפשרויות אחרות שלא הוכחה מידת הצלחתן, לפי ההחלטה שבמסגרת האמנה, הן הרתעת העטלפים (באמצעות אור, גלי מכ"מ או גלי קול בתדירות גבוהה); הפחתת המשיכה לאזור באמצעות דילול החרקים; עיצוב תוואי החווה באופן המתחשב בנוף המקומי ובפעילות אוכלוסיית העטלפים.

הנחיות שפרסם הבנק העולמי לפרויקט בנושא תומכות בהמלצות אלו (בנוסף לצעדים נוספים, ביניהם הימנעות מיצירת גורמי משיכה, כגון מקווה מים, אשפה ואור מלאכותי).¹⁰⁷

אפשרות אחרת שיכולה לסייע למזער את הפגיעה בציפורים היא בניית עמודי הטורבינות ללא מקומות נוחים לקינון, שמושכים ציפורים. עם השנים השתנה העיצוב של טורבינות חדשות וכיום הן נוצרות עם עמודים מעוגלים וחלקים, שלא מושכים ציפורים לקינון. מעבר לכך, פתרון זה נותן מענה למקרים בודדים והוא לא יעיל במתן מענה לציפורים בנדידה או לציפורים מקומיות המשוטטות.¹⁰⁸

נקודה למחשבה: ההבדל בפגיעה בבעלי כנף בין טורבינות בעלות ציר אופקי ואנכי

הפגיעה בבעלי כנף מזוהה עם טורבינות בעלות ציר אופקי, שהן גם הטורבינות הנפוצות לשימוש מסחרי. ניתן לטעון כי טורבינות בעלות ציר אנכי מפחיתות את הסיכון לבעלי כנף,¹⁰⁹ אולם בכתיבת מסמך זה לא נמצאו סימוכין לטענה המבוססים על בדיקה בחוות טורבינות.

במצב בו נשקלת האפשרות של כיבוי זמני של הטורבינה, ניתן לראות שתי גישות שניתן ליישם במשטר ההפעלה של חוות טורבינות:¹¹⁰

- **כיבוי בשעות קבועות (Fixed Shutdown):** כיבוי הטורבינות בזמנים שנקבעו מראש, בהתאם לזמנים בהם בעלי כנף פעילים יותר (שעות ביום ותאריכים מסוימים). גישה זו ככל הנראה זולה ליישום מכיוון שאינה דורשת ניטור, אך מספקת מענה חלקי בלבד, במיוחד במקרים בהם המטרה היא למנוע פגיעה בכל פרט מזן מסוים או אל מול מצב שלא ניתן היה לחזות מראש.

¹⁰⁶ Birdlife International, [Review and Guidance on Use of "Shutdown-on-Demand" for Wind Turbines to Conserve Migrating Soaring Birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway](#), 2015, pp.17, 20, 23.

¹⁰⁷ World Bank Group, [Environmental, Health, and Safety Guidelines: Wind Energy](#), August 7, 2015, pp.10-11.

¹⁰⁸ The Mitigation Initiative, University of Wyoming, [Wind Development and Wildlife Mitigation in Wyoming: A Primer](#), 2012, p.12.

¹⁰⁹ Muhammad Mahmood Aslam Bhutta et al., [Vertical Axis Wind Turbine – A Review of Various Configurations and Design Techniques](#), *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 2012, p.1928.

¹¹⁰ Birdlife International, [Review and Guidance on Use of "Shutdown-on-Demand" for Wind Turbines to Conserve Migrating Soaring Birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway](#), 2015, pp.9-25.



• **כיבוי לפי דרישה (Shutdown on Demand):** כיבוי הטורבינות בהתאם למצב המתפתח בשטח או בנוכחות בעלי כנף מסוימים. כיבוי לפי דרישה מסתמך על קריטריונים שנקבעו מבעוד מועד לנסיבות בהן יש לכבות את הטורבינה, כגון: נוכחות בקרבת מקום של מינים מסוימים או מספר ציפורים מסוים. ניתן לשלב במערכת התראות המקדימות את הכיבוי, כגון התראות קוליות במטרה להרחיק ציפורים. הניטור בכיבוי לפי דרישה מבוצע על-ידי תצפיתנים אנושיים, הנעזרים בציוד כגון משקפות או מערכת ממוחשבת המשתמשת במצלמות ובמכ"מ ויכולה לכלול תגובות אוטומטיות.

כאמור, ניתן לשלב בין שתי הגישות בבניית משטר ההפעלה של הטורבינות וליישם את משטר ההפעלה לכל טורבינה בנפרד או לכל הטורבינות בחווה. בהקשר זה ניתן לציין שמחקרים בעבר טענו כי בעוד כיבוי הטורבינות מסייע לעטלפים, התועלת שלו לציפורים היא חלקית, היות והן יכולות להתנגש בלהבי הטורבינה ובעמוד גם אם אינם פעילים.¹¹¹

אפשרות אחרת שניתן לראות בארה"ב היא מזעור עקיף של הנזק באמצעות פיצוי (Compensatory Mitigation) על הפגיעה הצפויה בבעלי כנף ובסביבה בכלל: רכישת קרקעות להקמת שמורות ולאזורי מחייה חלופיים, תשלום על פיתוח אזורי גידול, השקעה בהפיכת תשתיות אחרות באזור לפחות מסוכנות לבעלי חיים ועוד.¹¹² גישה כזו נחשבת כמוצא אחרון ועדיפים עליה הימנעות מפגיעה ומזעור ישיר. כמו כן, לא ברור כי היא יכולה להשיג את מטרתה במקרים בהם הנזק האפשרי הוא למינים בסכנת הכחדה. לפי נציג רשות הטבע והגנים, אפשרות זו יעילה רק למינים מקומיים בשטח מסוים ולא לטיפול בציפורים נודדות, במצב דומה לזה שבישראל.¹¹³

בנוסף להמלצות אלו, אשר חלות במרביתן גם על ציפורים וגם על עטלפים, יש מספר מאפיינים ייחודיים לעטלפים:

- התמצאות באמצעות הדים, עליה נסמכים חלק ממיני העטלפים, אינה מבחינה בלהבי טורבינות כאשר הם במהירות סיבוב גבוהות, דבר המגדיל את סכנת ההתנגשות בהם.
- אחת הסיבות העיקריות לתעופת עטלפים היא החיפוש אחר חרקים למזון. לפיכך, והיות וחרקים עפים לגובה של טורבינות תעשייתיות רק אם הרוח חלשה, עיקר הסכנה לעטלפים מלהבי הטורבינה היא כאשר מהירות הרוח נמוכה. יש לציין כי יש צורך בעוצמת רוח מסוימת על מנת להפיק חשמל וברוח חלשה סביר שהטורבינה אינה מפיקה חשמל. כפועל יוצא, ממליצים האמנה בדבר שימורם של מינים נודדים של חיות בר (CMS), הבנק העולמי וחקרים נוספים על נעילת התנועה הסיבובית של הטורבינה כאשר אינה מייצרת חשמל וקביעת רף רוח גבוה יותר ממנו יתחילו הטורבינות להסתובב (Cut-in)

¹¹¹ European Environment Agency, [Europe's onshore and offshore wind energy potential: An assessment of environmental and economic constraints](#), 2009, p.78.

¹¹² The Mitigation Initiative, University of Wyoming, [Wind Development and Wildlife Mitigation in Wyoming: A Primer](#), 2012, pp.12-14.

¹¹³ אוהד הצופה, אקולוג עופות, חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים, דוא"ל, 17 בדצמבר 2017.



Speed).¹¹⁴ טכניקה אחרת היא שינוי הזווית של הלהבים בשעות מסוימות, בהתאם למאפיינים המקומיים, כך שיהיה צורך ברוח חזקה יותר על מנת לסובבם וככלל מהירותם תפחת.¹¹⁵

4.1.1. אמצעי מדיניות

ככלל, הרג מכוון של ציפורים נחשב במדינות רבות כפשע, בתור ציד ללא אישור או כעבירה על חוקים להגנה על ציפורים וחיות בר. כך למשל באיחוד האירופי פורסמה בשנת 2009 דירקטיבה לשימור ציפורי בר, לפיה על המדינות החברות באיחוד להגן על ציפורי בר ממעשי הרג מכוונים, מהרס מכוון של קנים ואזורי מחייה ומהפרעה לציפורים בתקופת רבייה, וכל זאת בנוסף להגנה על ציפורים בסכנת הכחדה.¹¹⁶ במצב זה ניתן לנקוט בצעדי מדיניות שונים שנועדו לשקלל בין ההגנה על בעלי כנף והפיתוח של אנרגיית רוח, כפי שניתן לראות להלן:

• תנאים מקדימים לסקר סביבתי מקיף ותצפיות לפני הפרויקט:

- בבריטניה, חלה הגנה כללית במסגרת החוק על ציפורי בר מפני הריגה. ההחלטה על הצורך בתוכנית סקירה וניטור בכל פרויקט היא של הרשות המקומית, כאשר במרבית המקרים הצורך בביצוע סקירה מקיפה של השפעה על בעלי כנף קשור לקירבה לאזורי שימור, לנתיבי נדידה ולמקומות אחרים עם ריכוז גבוה של בעלי כנף, או אם תוואי האזור יכול להשפיע על הרוחות (כגון צוקים ועמקים). אם היזם מראה שאין סכנה באתר למין לשימור, סביר שהוא לא יידרש לבצע תוכנית כזו.¹¹⁷
- בצפון אירלנד מצוין כי הקמת טורבינה תצריך בדרך-כלל סקר מקדים, בטווח שבין 500–800 מ' סביב האתר. יש להתייעץ בנוגע לצרכי המקום הייחודיים עם גופים העוסקים בציפורים ובהגנה על הטבע בשל הסוגים השונים של הציפורים (וההבדל בין ציפורים נודדות וציפורים הנמצאות באופן קבוע במקום). ניתן להפחית את הנזק לבעלי כנף באמצעות מזעור הפגיעה במבנים המשמשים לקינון ומחייה ובאמצעות יצירת אתרי קינון מלאכותיים וחלופיים. במקרה בו לא מדובר בפגיעה זמנית בלבד, יש צורך בתחזוקת אתרי הקינון המלאכותיים.¹¹⁸

¹¹⁴ UNEP, Convention on Migratory Species, [Renewable Energy Technologies and Migratory Species: Guidelines for Sustainable Deployment](#), November 2014, pp.68-69; World Bank Group, [Environmental, Health, and Safety Guidelines: Wind Energy](#), August 7, 2015, pp.10-11; Edward B. Arnett, Roel F. May, [Mitigating Wind Energy Impacts on Wildlife: Approaches for Multiple Taxa](#), Human-Wildlife Interactions 10(1), spring 2016, pp. 31-34.

¹¹⁵ Eurobats, [Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects, Revision 2014](#), 2015, p.44.

¹¹⁶ European Union, [Directive 2009/147/EC of the European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on the Conservation of Wild Birds](#), article 5.

¹¹⁷ Department for Environment, Food & Rural Affairs, [Wild Birds: Surveys and Monitoring for Onshore Wind Farms](#), June 2015.

¹¹⁸ Department of the Environment, [Planning Advice for Planning Officers and Applicants Seeking Planning Permission for Land which may Impact on Wild Birds](#), May 2015, pp.4-5.



• החלת ערך סף:

- ערך סף (Threshold) מציין את מספר בעלי הכנף שיכולים להיפגע מטורבינה ללא פגיעה משמעותית באוכלוסייה של אותו מין. על היזם לעקוב אחר מספר בעלי הכנף הנפגעים וחריגה מערך הסף עלולה להביא לעונשים שונים, כגון עיצומים כספיים וכתבי אישום.
- לפי מסמך מדיניות שפורסם במסגרת האמנה בדבר שימורם של מינים נודדים של חיות בר (CMS), החקיקה בהולנד מחילה ערך סף של אחוז אחד.¹¹⁹
- פרובינציית אונטריו שבקנדה:

- הפרובינציה מחילה ערך סף על מספר הציפורים והעטלפים המתים מידי שנה בשל כל טורבינה: ישנן מגבלות המוצעות כבררת מחדל, כאשר ניתן לקבוע מגבלות נקודתיות לכל מיזם. לפי המגבלה, ערך הסף למספר הציפורים המתות הוא 14 ציפורים לטורבינה, מהם 0.2 עופות דורסים לטורבינה ומהם 0.1 עופות דורסים מוגנים (או שני עופות דורסים לחוות טורבינות עם פחות מעשר טורבינות). ערך הסף למספר העטלפים המתים הוא עשרה עטלפים לטורבינה לשנה.¹²⁰ חריגה ממגבלות אלו תיחשב "משמעותית" ותגרור פעולות ניטור ומזעור מצד הממשל. יש לציין כי ההגדרה ל"שנה" במסגרת זו היא לתקופה מחודש מאי עד סוף אוקטובר, וחודשי החורף אינם מוזכרים בתקופה זו.¹²¹
- הממשלה מנהלת מאגר מידע על מספר הציפורים המתות, בשיתוף עם איגוד חברות האנרגיה. לפי דוח שבחן את הנתונים במאגר מהשנים 2007–2016, באונטריו נפגעות מכל טורבינה מידי שנה 5.7 ציפורים שאינן עופות דורסים, 0.24 עופות דורסים ו-17.15 עטלפים.¹²² מחברי הדוח ציינו כי סביר שמספרים אלו הם חלקיים, היות והבדיקה הוגבלה לרדיוס של 50 מ' סביב הטורבינה בעוד מחקרים אחרים הצביעו על כך שניתן למצוא פגרי ציפורים שנפגעו מטורבינה בגובה של 80 מ' גם במרחק של כ-160 מ' ממנה.¹²³
- החוק להגנה על מינים בסכנת הכחדה (Endangered Species Act) כולל ענישה על הרג חיות בסכנת הכחדה, אולם כולל החרגות לחוות רוח, בתנאי שאלו נרשמות במשרד ומציגות תוכנית למזעור הנזק (ההחרגה אינה חלה על מינים מסוימים, כמפורט בחוק).¹²⁴

¹¹⁹ UNEP, Convention on Migratory Species, [Renewable Energy Technologies and Migratory Species: Guidelines for Sustainable Deployment](#), November 2014, pp.68-69.

¹²⁰ מגבלות זהות לאלו התקבלו על-ידי ועדות תכנון בישראל. ראו למשל: הוועדה המחוזית לתכנון ולבניה מחוז הצפון, **פרוטוקול לישיבת הוועדה המחוזית לתכנון ולבניה מחוז הצפון, ישיבה מספר 2017024 - מסמך החלטות**, 20 בנובמבר 2017, עמ' 14.

¹²¹ Ontario Ministry of Natural Resources, [Bird and Bird Habitats: Guidelines for Wind Power Projects](#), December 2011, p.11; [Bats and Bat Habitats: Guidelines for Wind Power Projects](#), July 2011, p.10.

¹²² Wind Energy Bird and Bat Monitoring Database, [Summary of the Findings from Post-Construction Monitoring Reports](#), July 2017, p.3.

¹²³ Ibid, pp.39-40.

¹²⁴ [Endangered Species Act, 2007](#), Section 23.20.



- יש לציין כי בארה"ב, בעוד לא מוחל ערך סף קבוע, ישנם מינים מוגנים בחוק, שפגיעה בהם עלולה להיחשב כעבירה פדרלית; כך למשל, בשנת 2013 פרסמה הרשות לדיג ולחיות בר (USFWS) תוכנית להגנה על אוכלוסיית הנשרים, בה מובהר כי מעבר על המכסה המצוינת לכל אזור על-ידי הרשויות תיחשב כעבירה ועלולה להביא לפעילות משפטית מצד המדינה.¹²⁵
- **השפעת כיבוי הטורבינות:** במחקר שפורסם בשנת 2015 נבדקו חמש חוות רוח באירופה בהן הותקנו מערכות ממוחשבות לכיבוי לפי דרישה. לפי המחקר המערכות הממוחשבות הביאו בממוצע לעצירתה של כל טורבינה למשך כ-5.1 שעות בשנה.¹²⁶ מחקר בחוות טורבינות בספרד בשנים 2006–2009 הצביע על כך שתצפיות (על-ידי תצפיתנים אנושיים ולא על-ידי מחשב) הביאו לירידה של 50% בפגיעה בעופות. עצירתה של טורבינה לקחה עד 3 דקות, כאשר המשך הממוצע של עצירה היה בין 6 ל-20 דקות. בסך הכל, היה צורך בכ-18 עצירות מידי שנה לטורבינה ובירידה של 0.7% בייצור החשמל.¹²⁷
- **בחינת השפעה לאחר ההקמה:** במדינת ויאומינג בארה"ב הוקמה בשנת 1999 חוות הטורבינות הראשונה במדינה. לאחר ההקמה נערכו במקום פעילויות ניטור שזיהו סיכון מוגבר לעופות דורסים, והסיכון הביא את החברה במקום לשנות את המיקום של חלק מהטורבינות בתוך שטח חוות הרוח, כך שיהיו במרחק של 50 מ' מהנקודה בה היה הסיכון גבוה במיוחד. פעולות ניטור לאחר מכן הצביעו על התוצאה הרצויה- ירידה בסיכון המדובר.¹²⁸

4.1.2. דוגמאות להתנהלות חוות רוח בירדן ובמצרים

להלן מוצג מידע נוסף על חוות רוח בירדן ובמצרים, המציג מידע גם על בחינת ערכי הסף, משטר ההפעלה שיושם במקום כדי למנוע עבירה על ערכי הסף באמצעות כיבוי הטורבינות וההשלכות של כיבוי זה, ככל הניתן.

● ירדן:

- בשנת 2015 נחנכה בירדן חוות טורבינות במחוז תאפילה (Tafila), בסיוע של הבנק העולמי (World Bank) והבנק האירופי להשקעות (EIB). בשל מיקומה של ירדן בנתיב נדידת ציפורים ובשל קיומם של מינים בסכנת הכחדה באזור הושם בפרויקט דגש מיוחד על היבט זה.
- כחלק מהעבודה על הפרויקט בוצעה בחינה של ערכי סף עבור 171 מיני ציפורים ו-18 מיני עטלפים באזור. בהליך זה נכללו בדיקות כגון מהו מספר הפרטים ממין מסוים שמותם יגרום למין נזק שלא ניתן לתקן (Potential Biological Removal - PBR) ובדיקות מתקדמות יותר על שינויים צפויים בהתרבות המינים השונים (PVA - Population Viability Analysis).

¹²⁵ U.S. Fish and Wildlife Service, [Eagle Conservation Plan Guidance, Module 1 – Land-based Wind Energy, version 2](#), April 2013, p. iv.

¹²⁶ Birdlife International, [Review and guidance on use of “shutdown-on-demand” for wind turbines to conserve migrating soaring birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway](#), 2015, pp.46-47.

¹²⁷ Manuela de Lucas et al, [Griffon Vulture Mortality at Wind Farms in Southern Spain: Distribution of Fatalities and Active Mitigation Measures](#), *Biological Conservation* 147(1), March 2012, pp 186-188.

¹²⁸ BirdLife International, [The Design and Siting of Wind Turbines can Reduce the Risk of Collision to Birds of Prey](#), retrieved on December 12, 2017.



מתוך אלו, ל-13 מיני ציפורים נקבע ערך סף של אפס - ללא אף פגיעה. בחירה זו נעשתה במקרים של מינים בסכנת הכחדה חמורה ונחשבה כתאונה חמורה הדורשת תשומת לב מידית של הנהלת הפרויקט.¹²⁹

- לשם הגעה לערך סף זה הוכן **פרוטוקול מיוחד לכיבוי הטורבינות**: תצפיתנים עקבו אחר ציפורים באזור החווה, זיהו את מינן וקבעו האם יש צורך לכבות טורבינה בהתאם לגובה התעופה של הציפור, התנהגות הציפור ומסלול התעופה שלה והמרחק בינה לטורבינה.¹³⁰ עם זאת, ננקטו צעדים נוספים כדי לעודד עמידה בערך סף ולהימנע מהצורך בכיבוי טורבינות, כגון איתור גופות ציפורים וזיהוי דפוסים, איתור מוקדם של פגרים (שמושכים עופות) והגבלת גישה של בעלי חיים שעלולים למשוך עופות דורסים.
- יש לציין כי ההמלצות שניתנו לפרויקט כוללות לימוד מתמשך של פעילות בעלי הכנף ושל יעילות הצעדים למניעת התמותה, ובכלל זאת מפגשים דו-שנתיים של ועדות בנושא, דוחות חודשיים ועוד.¹³¹

● מצרים: ¹³²

- במפרץ אל-זייט (Gabel Al-Zayt) שבמצרים הוקמה חוות טורבינות בעזרת הבנק האירופי להשקעות וממשלת גרמניה. החווה, שהוקמה בסמוך לתעלת סואץ, היא בתחומי נתיב נדידת עופות, בדומה לירדן ולישראל. התקופות בהן מספר הציפורים גדול במיוחד הן האביב והסתיו, בהן ציפורים רבות נודדות בין אירופה ואפריקה.
- פעילות החווה כוללת נהלים לכיבוי הטורבינות לפי דרישה, כאשר בשנת 2016 החווה פעלה ללא מערכת מכ"מ ובשנת 2017 החלה פעילות עם מכ"מ.
- השוואת סך השעות בהן טורבינות כובו במהלך תקופת האביב בשנים 2016 ו-2017 העלתה כי באביב שנת 2016, אז לא הייתה במקום מערכת מכ"מ, הטורבינות היו כבויות כ-29 שעות ובאביב 2017, אז הייתה מערכת מכ"מ, הטורבינות היו כבויות כ-17 שעות.

נקודה למחשבה: התחשבות בהשפעה מצטברת מחוות רוח רבות

בהקמת חוות רוח, כמתואר לעיל, נעשה בדרך-כלל תסקיר במקום הבודק את ההשפעה על בריאות הציבור והסביבה. בעוד מדידת רעש כוללת מלכתחילה את רעשי הרקע ממקורות אחרים, עולה השאלה האם בדיקת ההשפעה על בעלי כנף משקללת את ההשפעה מחוות רוח אחרות ופרויקטים נוספים שעתידיים לקום באותו אזור.

¹²⁹ International Finance Corporation, World Bank, Tafila Region Wind Power Projects: Cumulative Effects Assessment, February 2017, pp. xi, 49, 52-65, 70.

¹³⁰ Ibid, pp.67-70.

¹³¹ Ibid, p.71.

¹³² Osama El-Gebaly, Ibrahim Al-Hassani, Migratory Soaring Birds Project - Egypt, [Gabel Al-Zayt 200 MW Wind farm Project: post-construction monitoring for non-operational wind farm, spring Survey \(April 4 – May 15, 2014\)](#), 2017, p.30.



4.2. פגיעה בנוף ובתיירות

רקע: טורבינות רוח הן מתקנים גדולים ובולטים בנוף, שיכולים להגיע לגובה של מאתיים מטרים. בין אם מדובר בטורבינה אחת או בחווה הכוללת מספר טורבינות, ניתן לטעון כי הטורבינות פוגעות בנוף האזור בו הן ממוקמות. הנושא מקבל משנה חשיבות בשקלול העובדה שבדרך-כלל מוקמות טורבינות גדולות באזורים כפריים ובשטחים פתוחים בהם אין מכשולים לזרימת הרוח, ומכאן הטורבינות אינן מוסתרות או משתלבות בנוף עם מבנים אחרים. המתנגדים להקמת טורבינות מטעם זה יכולים אף לטעון כי הקמת הטורבינות תפגע בתיירות. עם זאת, יש הטוענים שמדובר בסוגיה של טעם ושיש מי שלדעתם מדובר דווקא בתוספת לנוף המקומי או באטרקציה למשיכת תיירים, כמו גם מוקד משיכה לעובדים בתעשיות קשורות. להלן מוצגים שלושה מחקרים שבדקו את הטענה הנוגעת לפגיעה בתיירות במדינות שונות. יש להדגיש כי ההבדלים בין ישראל ומדינות אלו מתבטאים גם בשיקולים אלו

- מחקר שפורסם בסקוטלנד בשנת 2008 והתבסס על סקר בקרב 380 תיירים מצא ש-25% מהתיירים ראו בטורבינות השפעה שלילית על הנוף, כאשר ההתנגדות הייתה בולטת יותר בקרב תיירים מסקוטלנד עצמה מאשר מחוץ לארץ, ולהבדיל 39% ראו בטורבינות השפעה חיובית על הנוף. בקרב התיירים שבכלל ראו במהלך ביקורם טורבינת רוח, 2% אמרו כי הטורבינות יהיו שיקול בנוגע לביקור שוב באותו מקום.¹³³
 - מחקר שבחן מגמות תיירות בגרמניה בשנים 2009–2012 מצא קשר חלש בין הקמת טורבינות רוח ביישוב (במיוחד היכון שיש מספר טורבינות רב, טורבינות גדולות או צפיפות טורבינות גבוהה) וירידה בתיירות, הקשורה לעלייה במספר התיירים ביישובים סמוכים עם צפיפות טורבינות נמוכה יותר. מנגד, המחקר מצא גם עלייה בתיירות בערי חוף שסביבן הוקמו טורבינות, דבר שיכול להצביע על עניין של חלק מהאנשים בטורבינות כאטרקציה.¹³⁴
 - מחקר שהזמין הממשל בוויילס בשנת 2014 מצא השפעה זניחה על משיכת תיירים מחו"ל ושהטורבינות מרוחקות מהאטרקציות התיירותיות. עם זאת, נמצאה השפעה שלילית במהלך הבנייה של הטורבינות, בייחוד באזורים ספציפיים. ככלל, המחקר הצביע על כך שהתגובה הציבורית לטורבינות היא מורכבת ומשתנה עם הזמן ושיש להתייחס לנושא התיירות בהליך התכנון, כמו גם להשקיע בהפיכת טורבינות במקרים מסוימים לאטרקציות תיירותיות.¹³⁵
- מדיניות לדוגמה:** יש מדינות המתייחסות להיבט הנוף ובמסגרת זו גם לפיצוי על פגיעה אפשרית בתיירות:
- בדנמרק, למשל, יש מגבלה על הקמת טורבינות במרחק של 3 ק"מ מחוף הים, והקמת טורבינה בשטח זה מחייבת הצדקה מיוחדת.¹³⁶ בנוסף, בהקמת טורבינה (בכל מקום) מעניקה המדינה תשלום מיוחד

¹³³ Glasgow Caledonian University, [The Economic Impacts of Wind Farms on Scottish Tourism: A Report for the Scottish Government](#), March 2008, pp. 8, 121.

¹³⁴ Tom Broekel, Christoph Alfken, [Gone with the Wind? The Impact of Wind Turbines on Tourism Demand](#), *Energy Policy* 86, 2015, pp. 517-518.

¹³⁵ Regenesys Consulting, [Study into the Potential Economic Impact of Wind Farms and Associated Grid Infrastructure on the Welsh Tourism Sector](#), February 2014, pp. 1-5.

¹³⁶ Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p.14.



לרשות המקומית, הניתן בהתבסס על תפוקת החשמל של טורבינה חדשה, עד לרף מסוים. הכסף ניתן במסגרת קרן ייעודית שתשמש את העירייה לשיפור הנוף, הסביבה והתיירות בתחומה.¹³⁷

נקודה למחשבה: פיתוחים טכנולוגיים ככלי להפחתת השפעת הטורבינות

אחת הגישות לטיפול בהיבטים השונים המוזכרים במסמך זה היא פיתוח הטכנולוגיה בה נעשה שימוש, ובכלל זאת ניתן לראות דוגמאות כאלו:

- ניתן להפחית את הרעש שיוצרת טורבינה באמצעות עיצוב הלהבים שלה. דוגמה מעניינת היא עיצוב הלהבים עם בליטות בדומה לסנפיר לווייתן, עיצוב הנחשב כיעיל יותר על ידי חוקרים שונים מבחינת ייצור חשמל או הפחתת רעש.¹³⁸
 - חיישנים המותקנים על הטורבינות יכולים לשמש על מנת לזהות מקרים בהם קיים חשש מריצוד אך אין אור שמש, ובכך להפחית את הצורך בכיבוי הטורבינה.¹³⁹
 - כפי שצוין לעיל, ניתן להשתמש במערכות ממוחשבות לזיהוי בעלי כנף במסגרת משטר הפעלת הטורבינות, כאמצעי המסייע לתצפיתנים ויכול להפחית את הפגיעה בציפורים מוגנות מחד ומאידך גיסא את שיעור כיבויי השווא.¹⁴⁰
- ניתן לראות דוגמה לעידוד היזמים לחידוש הטורבינות באמצעות תעריף מיוחד בדנמרק: ממשלת דנמרק מפעילה תוכנית לחידוש טורבינות, לפיה יזמים הבוחרים לפרק טורבינות ישנות ופחות יעילות יקבלו מהמדינה אישור, המעניק להם תעריף גבוה יותר על מכירת החשמל לרשת הארצית, עד לסכום מסוים. תוכנית זו נועדה לעודד שימוש בטכנולוגיות חדשות תוך שמירה על מקורות מתחדשים של אנרגיה.¹⁴¹

5. נושאים נוספים

להלן מוצגים פרטים שעלו במהלך הכתיבה בנושאים נוספים, שאינם עוסקים באופן ישיר בהיבטים של בריאות וסביבה, אך יכולים לקחת חלק בדיון הרחב יותר סביב טורבינות רוח.

5.1. תכנון ורישוי ברמה הלאומית והמקומית

ניתן לראות במדינות שונות חלוקה בסמכויות הקשורות להטלת מגבלות על טורבינות רוח ובאישור תוכניות שלהן בין מוסדות התכנון הלאומיים והארציים לבין גופי תכנון מקומיים. להלן מספר דוגמאות לחלוקת התפקידים במדינות שונות:

¹³⁷ Ibid, pp.23-24.

¹³⁸ Frank E. Fish et al, [The Tubercles on Humpback Whales' Flippers: Application of Bio-Inspired Technology](#), *Integrative & Comparative Biology* 51(1), July 2011; Wei Zhang, Corey D. Markfort, Fernando Porté-Agel, [Near-Wake Flow Structure Downwind of a Wind Turbine in A Turbulent Boundary Layer](#), *Experiments in Fluids* 52(5), May 2012, .

¹³⁹ ראו דוגמאות: [Update of UK Shadow Flicker Evidence Base: Final Report for the Department of Energy and Climate Change](#), 2010, pp. 14-15, 42, 53

¹⁴⁰ ראו דוגמאות: [Gabel Al- Zayt 200 MW Wind farm Project: post-construction monitoring for non-operational wind farm, spring Survey \(April 4 – May 15, 2014\)](#), 2017, p.30

¹⁴¹ Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p.25



- בדנמרק הרישוי מתבצע על-ידי הרשויות המקומיות, עם שינויים מסוימים בנהלים בין רשויות. יש הוראות החלות ברמה הלאומית, למשל מגבלות המינימום על רעש והצללה, כאשר מידת הפרסום ושיתוף הציבור במסגרת ההליך התכנוני משתנים בין רשויות. במשרד הממשלתי העוסק באנרגיה ישנו צוות ייעודי המציע לרשויות המקומיות סיוע מותאם לצרכיהן, בנוגע ליישום ההנחיות, לנהלים מומלצים ולהיבטים נוספים של הסדרת ההקמה וההפעלה של הטורבינות.¹⁴²
- באירלנד ההוראות לפיתוח טורבינות רוח הן משנת 2006 ונמצאות בתהליך בחינה ועדכון משנת 2013. בעוד בניית הפרויקטים כפופה לתוכניות ולתקנות המקומיות, עם תחילת הליך הבחינה התבקשו הרשויות על-ידי הממשלה להימנע מלעדכן את הוראותיהן עד השלמת העדכון. עד להשלמת העדכון, המתוכננת לתחילת 2018, פועלות הרשויות בהתאם לכללים מיוחדים לתקופת הביניים.¹⁴³ הכללים המיוחדים כוללים מגבלה חמורה יותר על רעש, מאמץ להפחתת ריצוד, מרחק מינימום בין הטורבינה לבתי מגורים של 500 מ' או ארבע פעמים הגובה של הטורבינה (הגבוה מביניהם) ודרישות נוספות בנוגע לשיתוף הציבור.
- בבריטניה פורסמה הצהרה ממשלתית בשנת 2015, לפיה ראוי שהקמת מתקני אנרגיה מתחדשת תוסדר ברמה המקומית (על-ידי המועצה המקומית), כך שלאוכלוסייה המקומית תהיה השפעה על ההקמה.¹⁴⁴ יש לציין כי באותו זמן נחשבו טורבינות גדולות (המייצרות מעל 50MW) לפרויקטים הדורשים אישור ממשרד הפנים. בשנת 2016 שונה התקנות לעניין זה והעבירו את הסמכות לאישור הקמת פרויקטים כאלו לגופי תכנון מקומיים.¹⁴⁵

5.2. שיתוף הציבור ופיצוי תושבים

ההתנגדות לטורבינות רוח נובעת במקרים רבים מהתושבים המתגוררים בקרבה לטורבינה, בפרט בכל הנוגע להשלכות הבריאותיות ולפגיעה בנוף ובתיירות. לפי ראש תחום משק האנרגיה האירופי בנציבות האירופית (European Commission), **ניתן לראות במדינות האיחוד האירופי התנגדות גוברת לטורבינות יבשתיות, אל מול תמיכה גוברת בהקמת טורבינות בים**; התנגדות זו באה לידי ביטוי במספר גדל של קבוצות המתנגדות לטורבינות וביחס לנושא בשיח הציבורי, אולם הלך רוח ציבורי זה לא הביא עדיין, ככלל, לשינוי במדיניות בקרב מדינות האיחוד.¹⁴⁶ מצב דברים זה מדגיש את החשיבות האפשרית של שיתוף הציבור, כאמצעי להפחית התנגדות להקמת הטורבינות.

¹⁴² Ibid, p.14.

¹⁴³ Department of Housing, Planning and Local Government, [Interim Guidelines for Planning Authorities on Statutory Plans, Renewable Energy and Climate Change and Wind Energy Development Guidelines 2006 - Update on Review](#), August 2017, pp. 1-4; Department of Housing, Planning and Local Government, [Minister Coveney and Minister Naughten announce key development in the review of the Wind Energy Development Guidelines](#), retrieved on November 7, 2017.

¹⁴⁴ Department for Communities and Local Government, [House of Commons: Written Statement \(HCWS42\)](#), June 2015.

¹⁴⁵ House of Commons Library, [Planning for Onshore Wind](#), July 2016, p.5.

¹⁴⁶ Klaus-Dieter Borchardt, Director, Internal Energy Market, Directorate-General for Energy, European Commission, email, December 11, 2017.



במהלך סקירת המדינות השונות עלו מספר נקודות הקשורות לשיתוף הציבור, כמוצג להלן:

- באוקטובר 2016 קיבל בית המשפט האירופי לצדק (ECJ) החלטה לפיה אישור תקנות ונהלים המסדירים הקמה של טורבינות רוח מחייב שיתוף של הציבור.¹⁴⁷ מידת השיתוף הנדרש אינה מפורטת בהחלטת בית המשפט, שמפנה לאמנה הבין-לאומית לגישה למידע, צדק ולמעורבות הציבור בקבלת החלטות בנושאים סביבתיים, לפיה יש לערב את הציבור בהליך קבלת ההחלטות באופן יעיל ותוך מתן זמן מספק להכרת התוכניות.¹⁴⁸ יש לציין כי ככלל הגוף האמון על הטמעת הוראות האיחוד האירופי ויישומן הן המדינות החברות, וכי האיחוד קבע בדירקטיבה רק מדיניות כללית לטיפול בנושא.
- דנמרק:¹⁴⁹
 - בדנמרק, יזם המעוניין להקים טורבינה בגובה העולה על 25 מ' נדרש לקיים אסיפה לתושבים, המפורסמת בערוצי תקשורת שונים, בה יינתן לתושבים השכנים מידע שאושר על-ידי המדינה על הפרויקט, ובכלל זאת הדמיה של הפרויקט הסופי ורשימת הכתובות הנמצאות במרחק של שש פעמים גובהה של הטורבינה. אסיפה זו צריכה להתקיים לכל הפחות ארבעה שבועות לפני סיום הליך הרישוי העירוני.
 - תושבים המאמינים שערך ביתם ייפגע בשל הטורבינות יכולים לבקש הערכה משמאי ממשלתי, ובמידה ונמצא כי ערך רכושם יירד בשל הטורבינה ביותר מ-1% הם זכאים לפיצוי מהיזם (בדיקה זו ניתנת עבור תשלום, ובחינם עבור מי שמתגורר במרחק של שש פעמים גובה הטורבינה ממנה). ההסדר הזה מחייב רק במקרים בהם לא נערך הסכם אחר בין היזם והתושבים.
 - דרישה נוספת ממי שמקים טורבינה בגובה העולה על 25 מ' היא להציע לציבור לרכוש 20% מהפרויקט, עם העדפה לתושבים המתגוררים בקרבת הטורבינות. רכישה זו נועדה לאפשר לתושבים ליהנות מפירות ההשקעה המקומית, כמו גם ליצור קשר בין התושבים והיזם, שיחייב את היזם לדאוג לצורכי הציבור.
- בבריטניה הקמת חוות טורבינות נחשבת כפרויקט בסדר גודל המחייב, בהתאם לתקנות התכנון והבנייה, התייעצות מקדימה עם הציבור. במסגרת התייעצות זו מפורסמות תוכניות ההקמה והציבור יכול ללמוד מהתוכניות ולתת עליהן משוב. לאחר מכן נדרש היזם להציג לרשויות התכנון כיצד פורסמו התוכניות, מה היו תגובות התושבים ואילו שינויים נעשו בתוכנית בעקבות תגובות אלו. זאת, בנוסף להוראות גוף התכנון המקומי.¹⁵⁰ בכל הנוגע לפיצוי תושבים, יש לציין כי היחס לטורבינות הוא כאל יוזמות ציבוריות אחרות, בהן ניתן לבקש פיצוי במקרים בהם אין אפשרות של תביעת נזיקין בשל גיבוי מכוח חוק. לפי פרסום של בית הנבחרים הבריטי, מדובר על נסיבות קיצוניות וככלל, טורבינות אינן מוקמות בנסיבות כאלו.¹⁵¹

¹⁴⁷ European Court of Justice, [Patrice D'Oultremont and Others v Région wallonne, Case C-290/15](#), October 27, 2016.

¹⁴⁸ UNECE, [Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters](#), June 1998, articles 6-7. יש לציין כי מדינת ישראל אינה חתומה על אמנה זו.

¹⁴⁹ Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, pp.22-23.

¹⁵⁰ House of Commons Library, [Planning for Onshore Wind](#), July 2016, pp.5-6.

¹⁵¹ House of Commons Library, [Wind Farms - Distance from Housing](#), November 2010, p.5.



יש לציין כי בשנים 2014–2015 פרסמה ממשלת בריטניה מידע על קידום תוכניות של בעלות קהילתית על מתקני אנרגיה מתחדשת (Community Energy), אשר כללו הקלות במסים, פעילות הסברה וליווי ממשלתי. מתכונת כזו, בה התושבים הם הבעלים, יכולה להפחית את ההתנגדות שלהם ולהגדיל את יכולתם להשפיע על הפרויקט. משנת 2015 התמיכה ביוזמה זו ככל הנראה דעכה וההטבות השונות בוטלו.¹⁵²

- באירלנד פורסם בדצמבר 2016 קוד מקצועי לפיתוח אנרגיית רוח, שנכתב על ידי הממשלה בהתייעצות עם היוזמים. הקוד אינו מחייב חוקית אך לפי הממשלה הוא זוכה לתמיכת היוזמים.¹⁵³ מטרת הקוד היא לעודד דו-שיח בין היוזמים לציבור, כדי להימנע מהשלכות שליליות לטווח הארוך. הקוד ממליץ, בין היתר, על הצעדים הבאים:¹⁵⁴

- מינוי איש קשר מול הקהילה המקומית, שעונה לפניית התושבים ומספק להם מידע באופן שוטף, כמו גם מספק דיווחים עיתיים לציבור ולנבחרי הציבור בעת השלמת שלבים שונים בפרויקט;

- פרסום לציבור אודות מצבו של הפרויקט ועמידתו ברגולציה;

- שילוב הקהילה בפרויקט באמצעות מתן הזדמנויות תעסוקה, הנחות על רכישת חשמל, שיתוף בתור בעלי מניות וכדומה;

- סיוע לציבור בהשגת מידע ממקורות לא-תלויים, כגון אנשי מקצוע ומומחים מהאקדמיה וארגוני מגזר שלישי.

- בסקוטלנד פורסמו בשנת 2015 המלצות לאופן תגמול הקהילה בפרויקטים של אנרגיה מתחדשת. המלצות אלו כוללות:¹⁵⁵

- זיהוי של התושבים המושפעים והקהילה שסבבי המתקנים ויצירת דו-שיח בינה ליוזם, באמצעות פרסומים, מפגשים וקבוצות עבודה, בין היתר;

- תגמול באמצעות קידום של בעלות קהילתית של הטורבינות, קביעת מחיר חשמל מופחת לתושבים מקומיים, השקעה של החברות בתשתיות מקומיות, בטבע ובתיירות. מומלץ שקבלת ההחלטה על אופן התגמול תיעשה בעצמה באופן שקוף ותוך שיתוף הציבור.

משנת 2011 מפעילה ממשלת סקוטלנד תוכנית תמיכה באמצעות ייעוץ והלוואות ליוזמות אנרגיה מתחדשת בבעלות מקומית או קהילתית, הכוללות "תרומה משמעותית לקהילה המקומית" (CARES- Community And Renewable Energy Scheme).¹⁵⁶

- באונטריו שבקנדה השתנו בשנים האחרונות הדרישות הנוגעות לשיתוף הציבור בנוגע לאנרגיה מתחדשת ככלל: בשנים 2009–2015 מעורבות ציבורית בשלב הקודם לתכנון הייתה רק מומלצת,

¹⁵² Department of Energy & Climate Change, [Community Energy Strategy: Update](#), March 2015, pp. 13-30; Community Energy England, [Community Energy: State of the Sector 2017](#), 2017, section 1.3.

¹⁵³ Department of Communications, Climate Action & Environment, [Code of Practice for Wind Energy Development in Ireland](#), retrieved on November 7, 2017.

¹⁵⁴ Department of Communications, Climate Action & Environment, [Code of Practice for Wind Energy Development in Ireland: Guidelines for Community Engagement](#), December 2016.

¹⁵⁵ Local Energy Scotland, [Scottish Government Good Practice Principles for Shared Ownership of Onshore Renewable Energy Developments](#), September 2015, pp. 8-16.

¹⁵⁶ Scottish Government, [Community and Renewable Energy Scheme](#), retrieved on November 14, 2017; Local Energy Scotland, [CARES: Progress and Impact](#), 2016.



כאשר לפי המדיניות החלה כיום יזמים נדרשים להציג תוכנית לשיתוף הציבור ולקיים לכל הפחות מפגש אחד עם הציבור, ופרויקטים הנדרשים בתסקיר השפעה על הסביבה נדרשים לקיים מאוחר יותר מפגש עם הקהילה המקומית, בו מוצג מידע על הפרויקט. בפרויקטים בהם מיוצרים יותר משלושה קו"ט, היזם נדרש לפרסם את התוכנית והמפגשים בעיתון מקומי וסיכום המפגשים האלו הוא חלק מהתסקיר הנדרש. סיכומי הפגישות מפורסמים על-ידי גופי התכנון באופן מקוון והציבור מוזמן להוסיף הערות למשך 30 יום.¹⁵⁷

5.3. מגבלות טיסה

להלן מוצגות דוגמות למדיניות החלה על פיתוח טורבינות רוח בכל הנוגע לכלי טיס וטיסה:

- בדנמרק, כל טורבינה הגבוהה מ-100 מ' נדרשת באישור רשות התעופה האזרחית וטורבינות מגובה 150 מ' נדרשות בהתקנת אורות בהתאם לתקנות התעבורה האווירית (הצורך בהתקנת אורות בטורבינות בגובה שבין 100 ל-150 מ' נבחן בכל מקרה לגופו). באזורים סביב שדות תעופה מחילים מגבלת גובה ייעודית, המפורטת בתוכניות מקומיות ועירוניות.¹⁵⁸
- בארה"ב, רשות התעופה האזרחית (FAA) לא פרסמה מגבלה רשמית אך ממליצה על גובה טורבינה מרבי של כ-152 מ' (500 רגל). טורבינות גבוהות מכך נדרשות באישורים מיוחדים, ובכלל זאת פנייה לציבור והזמנת הערות הנוגעות לתחום התעופה, כמו גם לתאורה מיוחדת.¹⁵⁹

6. קידום ופיתוח טורבינות רוח בישראל

6.1. המדיניות לקידום אנרגיות מתחדשות בישראל

השימוש בטורבינות רוח להפקת חשמל הוא חלק ממאמץ רחב יותר לקידום ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות:

- היעדים לאנרגיה מתחדשת:
 - בנובמבר 2002 החליטה ממשלת ישראל לעודד הקמה של מתקני חשמל ותחנות כוח שיפעלו באמצעות אנרגיות מתחדשות.¹⁶⁰ בהחלטה נקבע כי משנת 2007 יופקו עד 2% מהחשמל המסופק לצרכנים במתקני ייצור הפועלים באמצעות אנרגיות מתחדשות, כאשר שיעור זה ייעלה בקצב של 1% בכל שלוש שנים, וכי משנת 2016 יופקו לפחות 5% מהחשמל המסופק לצרכנים במתקנים כאמור.

¹⁵⁷ Renewable Energy Facilitation Office, Ministry of Energy, [Renewable Energy Development in Ontario: A Guide for Municipalities: 2015 Edition](#), January 2016, pp. 17, 23-24, 52, 60-63, 66-70.

¹⁵⁸ Danish Energy Agency, [Wind Turbines in Denmark](#), November 2015, p.10.

¹⁵⁹ Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, [2016 Wind Technologies Market Report](#), October 2017, p.35; Federal Aviation Administration, [Advisory Circular 70/7460-IL: Obstruction Marking and Lighting](#), August 2016, Section 13; [Wind Turbine FAQs](#), retrieved on November 22, 2017.

¹⁶⁰ מזכירות הממשלה, [החלטת ממשלה 2664 \(חכ/44\): מדיניות ייצור החשמל - אנרגיות מתחדשות](#), 4 בנובמבר 2002.



- בינואר 2009 עודכן היעד כאשר הממשלה קבעה יעד מנחה, ולפיו בשנת 2020 יש לייצר 10% מהחשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות; כמו כן קבעה הממשלה יעד ביניים, ולפיו בשנת 2014 יש לייצר באמצעות אנרגיות כאמור 5% מהחשמל.¹⁶¹
- בספטמבר 2015 קבעה הממשלה כי בשנת 2025 יהיה שיעור החשמל שיוצר באמצעות אנרגיה מתחדשת 13% לפחות מסך כל צריכת החשמל באותה שנה, וכי בשנת 2030 יהיה שיעור החשמל שיוצר באמצעות אנרגיה כאמור 17% לפחות מסך כל צריכת החשמל באותה שנה.
- בכל הנוגע למימוש יעדים אלו, יש לציין שבשנת 2016 היה שיעור החשמל שיוצר באמצעות אנרגיות מתחדשות כ-2.6% מסך החשמל שיוצר. הנתונים על מימוש מכסות אנרגיה מתחדשת כפי שפורסמו בדוח של רשות החשמל משנת 2016, מצביעים על כך שמבין מקורות האנרגיה המתחדשת, מימוש המכסות הסולאריות עומד יחסית ביעד הממשלה, לעומת מכסות הרוח והביוגז, בהן המימוש נמוך יחסית ליעד- בביוגז עומד המימוש על 13% (13 מגה-ואט מתוך 100) וברוח על כ-3.6% (27 מגה-ואט מתוך 730).¹⁶²

• **מדיניות קביעת יעדים ודיווח עליהם:**

- ביולי 2011 הטילה הממשלה על משרד האנרגיה לגבש ולהביא לאישורה, לא יאוחר מינואר 2014, מסמך מדיניות מעודכן למימוש היעדים שקבעה בעניין ייצור חשמל באמצעות אנרגיות מתחדשות בשנת 2020.¹⁶³ מסמך המדיניות המעודכן צריך היה לכלול תמהיל טכנולוגיות מעודכן שיבטיח עמידה ביעדי הממשלה בד בבד עם מזעור העלויות העודפות למשק, וכן יעדי ביניים שיאפשרו היערכות מתאימה של משרדי הממשלה, רשות החשמל והחברות במשק. **לפי דוח של מבקר המדינה מאוקטובר 2017, מסמך מדיניות מעודכן טרם פורסם.**¹⁶⁴
- בשנת 2017 התקבל תיקון (כהוראת שעה) לחוק משק החשמל, התשנ"ו-1996, לפיו על שר התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים לגבש תוכנית עבודה רב-שנתית לעמידה ביעדים שקבעה הממשלה, שמנכ"ל המשרד ידווח לוועדת הכלכלה של הכנסת על העמידה ביעדים אלה, ושתוקם ועדה בין-משרדית לייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות, שתבחן את החסמים בעניין זה ותגיש לשר המלצות לצמצומם.¹⁶⁵

6.2. הסדרת הקמת טורבינות רוח בישראל

בדומה לפרויקטים אחרים של תשתיות, תכנון טורבינות רוח נעשה בכפוף לחוק התכנון והבנייה, התשכ"ה-1965. באפריל 2012 המועצה הארצית לתכנון ולבניה אישרה מסמך מדיניות לקידום תוכניות להקמת טורבינות רוח לייצור חשמל, שהביא לעריכתה של תוכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח - תמ"א 12/ד/10.

¹⁶¹ מזכירות הממשלה, [החלטת ממשלה 4450: קביעת יעד מנחה וגיבוש כלים לקידום אנרגיות מתחדשות בפרט באזור הנגב והערבה](#), 29 בינואר 2009.

¹⁶² רשות החשמל, [דו"ח מצב משק החשמל לשנת 2016](#), 2016, עמ' 14. המכסה לאנרגיית רוח שנקבעה שנת 2011 הייתה 800 מגה-ואט, אולם בשנת 2014 הופחתה ל-730. ראו: [החלטת ממשלה 2117](#), "יישום יעדי הממשלה לייצור חשמל ממקורות מתחדשים - דיון בעררים על החלטת ועדת השרים לעניין קידום, פיתוח ויישום אנרגיות מתחדשות" (22.10.14).

¹⁶³ מזכירות הממשלה, [החלטת ממשלה 3484: מדיניות הממשלה בתחום הפקת אנרגיה ממקורות מתחדשים](#), 17 ביולי 2011.

¹⁶⁴ מבקר המדינה, [דוח שנתי 68א: השפעת ייצור החשמל על איכות האוויר בישראל](#), אוקטובר 2017, עמ' 52-53.

¹⁶⁵ חוק משק החשמל (תיקון מס' 14 - הוראת שעה), התשע"ז-2017.



התמ"א, שאושרה על ידי הממשלה באוגוסט 2014, נועדה לקדם את הקמתן ולקבוע את הכלים וההנחיות הנדרשים להכנת תוכניות ולמתן היתרים להקמת טורבינות רוח.¹⁶⁶

התוכנית כוללת חלוקה של הטורבינות בהתאם לגובהן (הגובה המרבי שאליו מגיע קצה הלהב): טורבינה זעירה היא בגובה מקסימלי של 4 מ'; טורבינה קטנה היא בגובה מקסימלי של 18 מ'; טורבינה בינונית היא בגובה מקסימלי של 40 מ'; וטורבינה גדולה היא בגובה העולה על 40 מ'. גודל הטורבינה רלבנטי למסלול האישור שלה, היות והתוכנית כוללת שני מסלולים לאישור והקמה של טורבינות.¹⁶⁷

- **מסלול ההיתרים:** מאפשר הקמת טורבינות שאינן גדולות בהליך של היתר, אם במקום המוצע חלה תוכנית מפורטת, אף אם היא אינה כוללת שימוש של טורבינות רוח, במגבלות מסוימות.

- **מסלול התוכניות:** במסלול זה נדרש היזם להגיש למוסד תכנון תוכנית מתאר מקומית או מפורטת להקמת טורבינות רוח. הקמת טורבינות רוח גדולות אפשרית רק במסגרת מסלול זה.

נכון למועד כתיבת מסמך זה, פועלות בישראל שלוש חוות רוח: ברמת סירין, במעלה גלבוע ובעסניה. אתרים אלו, המייצרים יחד כ-21–27 מגה-ואט, הוקמו לפני אישור התמ"א, ולפי משרד האנרגיה עד כה לא הוקמו חוות טורבינות בהתאם להוראות התמ"א.¹⁶⁸ נכון לדצמבר 2017 יש 23 תוכניות בשלבים שונים של תהליך התכנון והאישור. רשימת התוכניות מפורטת בנספח למסמך זה.

יש מקורות שונים לחסמים בהקמת טורבינות רוח. בנוסף לשיקולים בריאותיים וסביבתיים כמפורט במסמך זה, ניתן לציין היבטים נוספים כגון התנגדות מצד משרד הביטחון, חשש מפגיעה בנוף, שאלות לגבי מגבלות להפעלת טייסת הכיבוי במקרה של שריפות, מרחק הלהבים מקווי מתח, שאלות סביב הוודאות התכנונית והתעריף הניתן על החשמל המיוצר ועלויות אחרות, בין היתר. נושאים אלו ואחרים עמדו במרכזם של שני דיוני ועדות בכנסת ה-20:

- ועדת הכלכלה קיימה דיון בנושא הסרת חסמים המונעים הקמת טורבינות קטנות ובינוניות ביוני 2016;¹⁶⁹
- ועדת המשנה של ועדת המדע והטכנולוגיה לקידום טכנולוגיות לאנרגיה מתחדשת - פיקוח ומעקב אחר יישום החלטות ועידת פריז, קיימה דיון על החסמים לקידום השימוש בטורבינות רוח בינואר 2017. בסיכום הדיון קבעה ח"כ יעל כהן-פארן, יו"ר ועדת המשנה, שיש צורך בדיונים נוספים בעניין ואמרה כי גם אם לכל אנרגיה יש פגיעה והשלכות, צריך לשקול גם מה עומד מנגד.¹⁷⁰

¹⁶⁶ הצוות הבינמשרדי לבחינת תאי שטח בעלי פוטנציאל להקמת חוות טורבינות רוח גדולות, המלצות הצוות למועצה הארצית לתכנון ולבניה: סיכום שלב א', פברואר 2014, עמ' 4–5; המועצה הארצית לתכנון ובניה, תוכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח - תמ"א 12/ד/10, אוגוסט 2014, הצעה להחלטה, עמ' 1; מזכירות הממשלה, החלטת ממשלה 1995: תוכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח - תמ"א 10/ד/12, 28 באוגוסט 2014.

¹⁶⁷ המועצה הארצית לתכנון ובניה, תוכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח - תמ"א 12/ד/10, אוגוסט 2014, סעיפים 5, 8–9, דברי הסבר לתוכנית, עמ' 43–47.

¹⁶⁸ שירלי לוי, מנהלת תחום תכנון פיזי, משרד האנרגיה, פגישה, 29 בנובמבר 2017; מבקר המדינה, דוח שנתי 68א: השפעת ייצור החשמל על איכות האוויר בישראל, אוקטובר 2017, עמ' 54.

¹⁶⁹ ועדת הכלכלה, קידום הקמת טורבינות רוח, 21 ביוני 2016.

¹⁷⁰ ועדת המשנה של ועדת המדע והטכנולוגיה לקידום טכנולוגיות לאנרגיה מתחדשת – פיקוח ומעקב אחר יישום החלטות ועידת פריז, חסמים לקידום טכנולוגיות להפקת חשמל לאנרגיית רוח, 18 בינואר 2017.



בנוסף, ניתן לציין כי בשנים 2011 ו-2012 הוצעו תיקונים לחוק התכנון והבנייה, במטרה לפטור הקמת טורבינות רוח בקרקעות בייעוד חקלאי או תעשייתי או במתקן הנדסי מחלק מהוראות החוק, דבר שיקל על הקמתן ויפטור את הצורך בבקשת היתר בחלק מהמקרים. נכון להיום ההצעות לא התקדמו מעבר להנחה לפני דיון מוקדם.¹⁷¹

6.3. היבטים בריאותיים וסביבתיים של טורבינות רוח בהסדרה בישראל

כפי שהוצג במסמך זה, גורמי הסיכון הבריאותיים המזוהים ביותר עם טורבינות רוח הם רעש וריצוד צל, כאשר בנוגע לרעש ישנה גם דאגה מפני קול בתדירות נמוכה במיוחד, שנמצא מתחת לרף השמיעה של מרבית האנשים - אינפרה-קול (Infrasound). אופן הטיפול המקובל במדינות שונות, כפי שהוצג לעיל, כולל קביעת מרחק של הטורבינה ממגורים ומדידת רמת הרעש, כמו גם הטלת מגבלות על זמן הריצוד המותר. הדאגה הסביבתית העיקרית המזוהה עם טורבינות היא פגיעה בבעלי כנף - ציפורים ועטלפים.

בישראל אין תקנות ייעודיות לטורבינות רוח הנוגעות לרעש, לריצוד ולפגיעה בבעלי כנף מעבר למוזכר בתמ"א.

• רעש וריצוד:

- בנוגע לרעש, חלים על הטורבינות החוק למניעת מפגעים, התשכ"א-1961 והתקנות שמכוחו. החוק קובע שאסור לגרום לרעש חזק או בלתי סביר שמפריע או עלול להפריע לנמצאים בקרבת מקור רעש. התקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר), התש"ן-1990, קובעות אמות מידה של דציבלים, המשמשות בסיס למדידת הרעש, כאשר יש מידות רעש ושימושים האסורים בחוק ובתקנות.¹⁷² התקנות מבדילות בין מפלסי רעש בהתאם למשך הרעש, כאשר ניתן להניח שטורבינה עושה רעש העולה על תשע שעות ברצף - הרף העליון בתקנות. במקרה כזה, הרעש המותר בשעות היום הוא 45 dB(a) במוסדות כגון בתי חולים ובתי ספר ו-50 dB(a) בבתי מגורים ו-35 או 40 dB(a) בשעות הלילה, בהתאמה.¹⁷³ יש לציין שמדידת רעש זו ממוקדת ברף הנשמע ולא באינפרה-קול.
- לפי הוראות התמ"א, לשם קבלת היתר נדרש יזם לספק, בין היתר, מפה של מפלסי רעש צפויים ותשריט הכולל את השטחים החשופים יומית או שנתית לריצוד ומוסד התכנון יקבע תנאים להיתר הכוללים קביעת מרחקים לצמצום הרעש וצמצום הריצוד. בנוסף נקבע כתנאי בטיחות שהמרחק המינימלי בין הטורבינה למבנה בשטח שאינו משותף לטורבינה יהיה

¹⁷¹ הצעת חוק התכנון והבניה (תיקון - הקמת טורבינות רוח בייעוד למטרות חקלאות, תעשייה ומתקנים הנדסיים), התשע"ב-2012, פ/18/3901; הצעת חוק התכנון והבניה (תיקון - הקמת טורבינות רוח בקרקע בייעוד חקלאי ותעשייתי), התשע"א-2011, פ/18/2907. שתי ההצעות היו יוזמה של חברי הכנסת כרמל שאמה הכהן, רוברט אילטוב ושי חרמש.

¹⁷² החוק למניעת מפגעים, התשכ"א-1961, סעיף 2; תקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר), התש"ן-1990.

¹⁷³ תקנות למניעת מפגעים (רעש בלתי סביר), התש"ן-1990, תוספת ראשונה. בשעות הלילה המגבלה היא על כל רעש שמעל 30 דקות. מעבר לכך, לשוטר ניתנה סמכות לקבוע, על פי שיקול דעתו, שרעש המפריע לאדם נחשב כ-"רעש חזק". במקרה כזה, השוטר יכול להורות על הפחתת הרעש, לקנוס את מי שאחראי עליו או לנקוט בצעדים האחרים הכלולים בחוק. (העונש המפורט בחוק למניעת מפגעים כולל גם מאסר של שישה חודשים). ראו: החוק למניעת מפגעים, התשכ"א-1961, סעיפים 2, 11.



במרחק השווה ל-1.5 פעמים גובהה של הטורבינה או המרחק שייקבע בהתאם לבדיקות

הכוללות בחינת רעש וריצוד.¹⁷⁴

○ בשנת 2017 פרסמו משרד הבריאות והמשרד להגנת הסביבה המלצה לפיה הקמת טורבינת רוח במרחק פחות מ-500 מ' מבית מגורים תחייב בחינה של השפעת הרעש בתדירות נמוכה והריצוד, כאשר המרחק הוא 500–1,000 מ', מומלץ לקיים בדיקות של השפעות אפשריות של הרעש באותו טווח (ולא את נושא הריצוד).¹⁷⁵ **יודגש כי מדובר על המלצה**, שאינה חלק מהתמ"א ואינה בעלת תוקף מחייב.

● פגיעה בבעלי כנף:

○ ההגנה על ציפורי בר בישראל היא במסגרת החוק להגנת חיית הבר, התשט"ו-1955 וחוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, התשנ"ח-1998, המנחה את רשות הטבע והגנים לשמור על הנוף, המורשת וערכי הטבע בארץ, ובכלל זאת בעלי חיים (בפרט מדובר בערכי טבע מוגנים, כגון חיות בסכנת הכחדה) ומקנה לנציג הרשות מקום בגופי תכנון.¹⁷⁶

○ יש לציין כי בין האמנות שאושרו על-ידי ישראל ניתן למנות גם את האמנה בדבר שימורם של מינים נודדים של חיות בר (CMS), המחייבת את החברות בה להגן על חיות בר (ובהקשר זה בעלי כנף) בין היתר גם מטורבינות רוח.¹⁷⁷ ואת האמנה לשמירה על עטלפים באירופה, Eurobats, המחילה חיוב דומה בנוגע לאוכלוסיית העטלפים.¹⁷⁸

○ בחינת הפגיעה האפשרית בבעלי כנף היא חלק משיקול הדעת הניתן בתמ"א למוסד התכנון, כאשר הקמה של טורבינות בינוניות או גדולות מחייבת בחינה של הפוטנציאל הראשוני לפגיעה בבעלי כנף, תוך קבלת חוות דעת של המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים. היזם יכול להידרש לבצע סקר בעלי כנף, כאשר לפי המוצע בתמ"א, מדובר בסקר המתבסס על מידע אמפירי שנאסף במשך שנה.¹⁷⁹

○ בדצמבר 2015 הוקמו שלושה צוותים שעסקו בסוגיות הקשורות לבעלי כנף, שמטרתן הייתה לגבש המלצות אופרטיביות בנוגע לסוגיות אלו במסגרת הצוות הבין-משרדי לבחינת תאי שטח בעלי פוטנציאל להקמת חוות רוח גדולות. הצוותים אמורים היו להגיש המלצותיהם עד מרץ 2016.¹⁸⁰ בהיעדר הסכמה לא הוכרע הנושא בדיוני הצוות הבין-משרדי ולא פורסמו המלצות

¹⁷⁴ המועצה הארצית לתכנון ובנייה, [תוכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח - תמ"א 12/ד/10](#), אוגוסט 2014, סעיפים 8.6.6, 8.6.9, נספח 1, סעיף 1.5.2.

¹⁷⁵ ד"ר אביעד הדר, יועץ מדעי לראש שירותי בריאות הציבור, דוד וינברג, מנהל תחום ארצי, תכנון וקולחין, המחלקה לבריאות הסביבה, ד"ר איזבלה קרקיס, מנהלת המחלקה לאפידמיולוגיה סביבתית, משרד הבריאות, [השלכות בריאותיות של אינפראסאונד מטורבינות רוח](#), 15 בפברואר 2017.

¹⁷⁶ חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, תשנ"ח-1998, סעיפים 1, 6, 7, 69.

¹⁷⁷ UNEP, Convention on Migratory Species, [Renewable Energy Technologies and Migratory Species: Guidelines for Sustainable Deployment](#), November 2014.

¹⁷⁸ Eurobats, [Guidelines for Consideration of Bats in Wind Farm Projects, Revision 2014](#), 2015.

¹⁷⁹ המועצה הארצית לתכנון ובנייה, [תוכנית מתאר ארצית לטורבינות רוח - תמ"א 12/ד/10](#), אוגוסט 2014, סעיפים 7.2, 9.3, נספח 1, סעיף 1.5.5, נספח 3, נספח 7.

¹⁸⁰ אגף תכנון ארצי, מינהל התכנון, [הצוות הבין-משרדי לבחינת תאי שטח בעלי פוטנציאל להקמת חוות רוח גדולות: החלטות ושיבה מס' 15](#), 24 בדצמבר 2015.



מטעם מינהל התכנון. לפי מינהל התכנון, הדיונים במוסדות התכנון השונים בנוגע להגבלת הפגיעה בבעלי כנף מתייחסים לגופה של כל תוכנית, בהתאם לסקר בעלי כנף וחוות הדעת של המשרד להגנת הסביבה.¹⁸¹

6.4. ההסדרה בישראל מול המדינות שהוצגו במסמך זה

להלן מוצג בקצרה מידע על הנעשה בארץ מול הנעשה במדינות שהוצגו במסמך זה. יש להדגיש שוב שאין בסקירה זו כדי ללמד על המגמות הכלל-עולמיות, אלא רק על הנעשה במדינות אלו.

- **רעש:** בבחינת רף הרעש בישראל ובמדינות השונות שנסקרו במסמך זה, ניתן לראות כי הרעש המרבי המותר בלילה באזור מגורים כפרי (ההגדרה המחמירה ביותר לאזור מגורים) עומדת בישראל על 40 dB(a), אותו רף כמו אונטריו שבקנדה, בריטניה ובאדן ויטמברג שבגרמניה, אולם בישראל המדידה נעשית בתוך המבנה ובמדינות שנסקרו המדידה נעשית מחוץ למבנה. רף מחמיר יותר נמצא בצרפת (38 dB(a) ובקווינזלנד שבאוסטרליה (37 dB(a)), ורף מקל יותר נמצא למשל בדנמרק (42–44 dB(a) ובאירלנד (43 dB(a)). המלצות ארגון הבריאות העולמי הן ל-40 dB(a) באזור עירוני ומכאן ניתן להניח שהמגבלה באזור כפרי תהיה מחמירה יותר, אולם טרם פורסמו המלצות בנושא זה. בבחינת אינפרה-קול, יש בישראל מחסור בהסדרה ייחודית, בדומה למרבית המדינות שהוצגו.
- **ריצוד:** בישראל אין מגבלה קבועה בחוק או בתקנות בנוגע לריצוד והנושא נשקל על-ידי מוסדות התכנון. במדינות שהוצגו במסמך זה המגבלה המקובלת ליום אחד היא 30 דקות, כאשר מספר השעות המותר בשנה אחת נע בין 8 (בגרמניה) ו-30 שעות (בבריטניה או מיין שבארה"ב). גם במקרים אלו, סביר שגופי תכנון מקומיים יכולים להחיל מגבלות נוספות. יש לציין את אירלנד, בה הוחלה מדיניות האוסרת כל ריצוד.
- **מרחק:** במרבית המדינות שהוצגו במסמך זה המרחק של הטורבינה ממקום מגורים הוא תחשיב שנגזר מגובה הטורבינה. בישראל, המרחק שנגזר מהתמ"א הוא 1.5 פעמים גובה הטורבינה. במדינות אחרות בהן נקבע תחשיב דומה, נחשב 1.5 כשיעור הנמוך ביותר מבין המדינות שנסקרו (חל גם במיין שבארה"ב), כאשר מגבלות מחמירות יותר ניתן למצוא למשל בדנמרק (4 פעמים גובה הטורבינה) ופולין (10 פעמים). בנוגע למדינות בהן נקבע מרחק קבוע במטרים, ניתן לראות כי בצרפת נקבע רף מתוקן של 500 מ', בדומה לרף המינימלי שהומלץ על-ידי המשרד להגנת הסביבה ומשרד הבריאות בישראל, ומנגד ניתן למצוא בסקוטלנד, למשל, רף מומלץ של 2 ק"מ.
- **הגנה על בעלי כנף:** בישראל הנושא נמצא בסמכות גופי התכנון, בדומה לנעשה בעולם. יש מדינות המחילות בחוקים ובתקנות מכסות ועונשים על הפגיעה בבעלי כנף, ובכלל זאת קנסות ועונשים על הפוגעים במינים בסכנת ההכחדה (למשל הולנד, בריטניה, ארה"ב ואונטריו שבקנדה). האמצעים המסייעים למניעת הפגיעה או המזעור שלה משתנים מפרויקט לפרויקט וככלל לא נמצא אזכור לחובת אמצעי מסוים בהסדרה הכללית. עם זאת, ההמלצה העיקרית שנמצאה במהלך כתיבת מסמך זה היא לכינון משטר הפעלה הכולל כיבוי טורבינות במקרה הצורך.

¹⁸¹ רן דרסלר, אגף תכנון ארצי, מינהל התכנון, דוא"ל, 17 בדצמבר 2017.



נספח: תוכניות להקמת טורבינות רוח והסטטוס התכנוני שלהן, דצמבר 2017¹⁸²

שם האתר	מוסד תכנון	מס' התכנית	מס' טורבינות ¹⁸³	מגה-ואט	סטטוס תכנוני
מעלה גלבוט (חדש)	מחוז צפון	202-0227611	5	20	אושרו הנחיות לתסקיר בתנאים, מגבלות גובה של מע' הביטחון
מירב	מחוז צפון	202-0292987	6	21	פניה לקבלת הנחיות לתסקיר בתנאים, מגבלות גובה של מע' הביטחון
כסרא אנלייט	מחוז צפון	255-0220814	6	20	דיון להפקדה 4.9.17. נדרש דיון המשך
כסרא זודיאק	מחוז צפון	258-0232264	*24+11	61	דיון להפקדה 4.9.17. נדרש דיון המשך
עין השופט	מחוז צפון	254-0286005	9	32	התכנית נדחתה, 20.11.17
יאנוח ג'ית	מחוז צפון	255-0230904	*17+14	54	דיון להפקדה 4.9.17. נדרש דיון המשך
כפר יחזקאל	מחוז צפון	204-0284679	6	24	הוחלט להפקיד בתנאים 20.11.17
בית אלפא	מחוז צפון	204-0305110	3	12	דיון להפקדה 4.9.17, 20.11.17. נדרש דיון המשך
עין חרוד	מחוז צפון	204-0284539	5	20	הוחלט להפקיד בתנאים 20.11.17
גבע	מחוז צפון	204-0284711	5	20	הוחלט להפקיד בתנאים 20.11.17
מסילות	מחוז צפון	202-0415083	3	12	הוגש תסקיר
חפציבה	מחוז צפון	204-0367599	3	12	הוגש תסקיר

¹⁸² שירלי לוי, מנהלת תחום תכנון פיזי, משרד האנרגיה, דוא"ל, 5 בדצמבר 2017. ככלל, מדובר בנתונים ראשוניים, בהתאם לבקשות שהוגשו, כאשר במהלך הדיונים במוסדות התכנון יכולות להיות מוטלות על הפרויקט מגבלות, למשל על מספר הטורבינות והגובה שלהן, או שמימוש התוכניות ופוטנציאל ההפעלה יהיה חלקי.

¹⁸³ ככלל הטורבינות המבוקשות הן גדולות (שגובה התורן בהן עולה על 40 מ'), מספרים המסומנים ב-* הם של טורבינות בינוניות (בגובה תורן מרבי של 40 מ').



הכנסת

מרכז המחקר והמידע

שם האתר	מוסד תכנון	מס' התכנית	מס' טוריביות ¹⁸³	מגה- ואט	סטטוס תכנוני
אשדות יעקב מאוחד	מחוז צפון	204-0390385	5	12	קידום הוקפא, התנגדות משרד הביטחון
כוכב הירדן	מחוז צפון	204-0455436	4	10	קידום הוקפא, התנגדות משרד הביטחון
דגניה ב'	מחוז צפון	214-0378315	5	20	פניה לקבלת הנחיות לתסקיר
לביא	מחוז צפון	206-0381749	4	12	פניה לקבלת הנחיות לתסקיר
דלתון	מחוז צפון	209-0390393	3	12	אושרו הנחיות לתסקיר
יער יתיר	מחוז דרום	699-0272872	10	40	הוחלט להפקיד בתנאים
רמת סירין (חדש)	ות"ל	תת"ל 76	30	60	אושר לפרסום במסגרת סעיפים 77-77
מסעדה	ות"ל	תת"ל 47	48	144	אושר לפרסום במסגרת סעיפים 77-78
עמק הרוחות	ות"ל	תת"ל 77	65	169	אושר לפרסום במסגרת סעיפים 77-78
רוח בראשית	ות"ל	תת"ל 78	65	130	פורסם להערות והשגות, הוגש בג"ץ
עמק הבכא	מאושר	18674/ג	40	120	מאושר
עיסניה	קיים ומאושר	15467/ג	7	14	מאושר, מימוש חלקי
רמת סירין	קיים	תמ"מ 31/2	14	9.4	מאושר, מימוש חלקי
מעלה גלבוע	קיים	תמ"מ 32/2	17	11.9	מאושר, מימוש חלקי

